تاثیر جایگزینی چربی شیر با روغنهای گیاهی بر خواص فیزیکو شیمیایی پنیر پیتزای پروسس

محمدباقر حبیبی نجفی[1*]، رضا حاجی‌محمدی فریمانی[2]، محمد امین میری[3]

۱- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۱۵)

چکیده

در این تحقیق چگونگی تاثیر افزودن روغن گیاهی، روغن پالم و روغن ذرت، به صورت جایگزین خامه در سطوح ۰، ۳۳، ۵۰، ٦٦ و ۱۰۰ درصد در فرمولاسیون پنیر پیتزا مورد بررسی قرار گرفت. افزودن خامه به کاهش معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۵$) pH منجر شد. نوع روغن بر ویژگی قابلیت ذوب پنیر پیتزا تاثیر معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۵$) نداشت اما بر ویژگی پس دادن روغن، عدد یدی و عدد صابونی محصول نهایی به طور معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) موثر بود. به طوری که پنیرهای حاوی روغن گیاهی از نظر عدد یدی، عدد صابونی و درصد سطح روغنی شده نسبت به نمونه پنیر شاهد یا همان نمونه حاوی ۱۰۰ درصد خامه کاملاً متمایز می‌باشند. در این تحقیق با توجه به وجود ضریب همبستگی معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۵$) به میزان ۰/۷۱۷- بین درصد سطح روغنی شده و عدد صابونی، استفاده از شاخص درصد سطح روغنی شده به جای عدد صابونی در تشخیص پنیر پیتزای تهیه شده بااستفاده از روغن‌های گیاهی به عنوان جایگزین خامه که در بعضی کشورها از جمله ایران غیر قانونی است پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژگان: طرح آزمایشی مخلوط، شبه پنیر پیتزا، قابلیت ذوب، پس دادن روغن

۱- مقدمه

رشد تولید و مصرف پنیر پیتزا در تهیه بسیاری از غذاها، واجب شده تا در حال حاضر یکی از موضوعات مورد مطالعه و تحقیق در سراسر جهان باشد. خواص رئولوژیک این محصول از جمله قابلیت ذوب و قابلیت کشش، کیفیت آن را تعیین می‌کنند [۱و۲]. روش‌های متعددی جهت مطالعه این خواص ارائه شده اند. جزئیات این روش‌ها توسط گاناسکران و ایکی[2] (۲۰۰۳) تشریح شده است [۳].

روش تولید این محصول در دنیا روش لاکتیکی می‌باشد؛ علاوه بر این با روش سیتریکی و روش «مخلوط چند پنیر[1]» نیز تولید تولید پنیر پیتزا به روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. مهمترین می‌شود [٤]. روش اخیر متداولترین روش تولید پنیر پیتزا در ایران است. این روش شباهت‌های متعددی به روش تولید پنیر پروسس دارد. از جمله این شباهت‌ها می‌توان به استفاده از نمک ذوب، مخلوط دو یا چند پنیر مختلف و به کارگیری یک

* مسئول مکاتبات: habibi@um.ac.ir

1. Cheese blend
2. Gunasekaran and Ak

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

فرآیند حرارتی در حین اختلاط اشاره کرد [۵]. پنیر آنالوگ[3] یا شبه پنیر که به عنوان پنیر بدل یا تقلیدی[4] طبقه‌بندی می‌گردد به محصولاتی اطلاق می‌شود که چربی یا پروتئین گیاهی به طور جزئی یا کامل جایگزین چربی یا پروتئین شیر می‌شود. این محصولات کاربردهای متعددی دارند از جمله در تهیه پنیر پیتزای منجمد، به صورت ورقه‌ای در محصولات گوشتی و اجزای سالاد، ساندویچ، سس پنیر و غذاهای آماده به کار می‌رود. هزینه پایین‌تر این محصولات در مقایسه با پنیرهای طبیعی که به افزایش مصرف این محصولات منجر شده، به دلیل قیمت پایین روغن‌های گیاهی در مقایسه با کره حیوانی و عدم نیاز به یک دوره رسیدگی است. علاوه بر این هزینه نسبتا پایین تولید و امکان دست‌کاری در خواص فیزیکی همچون جریان‌پذیری[5]، مقاومت به ذوب و قابلیت رنده‌پذیری[6] از دیگر مزایای محصولات آنالوگ می‌باشد [٦]. برخی کارخانه‌های تولید پنیر پیتزا در ایران از منابع روغنی به دلیل قیمت تمام شده پایین‌تر به عنوان جایگزین چربی شیر استفاده می‌کنند. از طرف دیگر مصرف ترکیبات روغنی یا پروتئین گیاهی بر اساس استاندارد مربوط به پنیر پیتزا ممنوع می‌باشد [۷]. این موضوع مشکلات متعددی برای تولید کنندگان و ادارات نظارتی ایجاد نموده است. هدف از این پژوهش، بررسی جایگزینی روغن و یا چربی گیاهی با خامه به منظور تعیین اثر آن بر خواص شیمیایی و فیزیکی می‌باشد. علاوه بر این قابلیت احتمالی استفاده از روش‌های فیزیکی به عنوان جایگزین روش‌های شیمیایی برای کشف تقلب استفاده از منابع روغنی گیاهی در پنیر پیتزا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

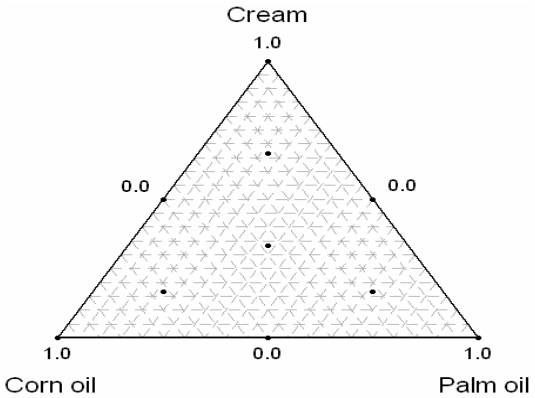
۲-مواد و روش ها

۲-۱- تهیه و آماده‌سازی مواد اولیه

مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش عبارت بود از: پنیر اولیه (فرآورده‌های لبنی شیر آوران، مشهد)، پنیر سفید تولید شده به روش فراپالایش[7] (فرآورده‌های لبنی رضوی، مشهد)، خامه (شرکت فرآورده‌های لبنی گاش، مشهد)، تری سدیم سیترات (Dalian Chem Imp. & Exp. Group Co., Ltd. China)، روغن ذرت (شرکت مارگارین، تهران- شهر ری) و روغن پالم‌اولئین (National flour mills Co., Dubai, U.A.E.).

۲-۲- طرح آزمایشی و آنالیز آماری

با توجه به محدودیت‌هایی که از نظر مواد تشکیل دهنده وجود دارد از «طرح مخلوط[8]» جهت مطالعه شبه پنیر پیتزای پروسس استفاده شد [۸]. اجزای فرمول شامل پنیر اولیه، پنیر سفید، تری سدیم سیترات، خامه، روغن پالم و روغن ذرت بود. مقدار پنیر اولیه، پنیر سفید و تری سدیم سیترات مخلوط‌های مورد بررسی بر اساس پژوهش قبلی محققین به دست آمده است [۹]. ده فرمول بدست آمده از نرم‌افزار Minitab 13.20 جهت اجرای آزمون‌های مربوطه تولید شد (جدول ۱ و شکل ۱). آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد (α =۰/۰۵) با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C نسخه ۱,٤۲ انجام شد. معادلات رگرسیونی پیشگوی هر متغیر، نمودارهای کنتور و همبستگی بین متغیرها با استفاده از نرم‌افزار Minitab 13.20 به دست آمد.



شکل ۱ ترکیب ده‌گانه مورد بررسی در طرح مخلوط.

3. Analogue cheese
4. Substitute or imitation cheese
5. Flowability
6. Shreddability
7. Ultrafiltration
8. Mixture design

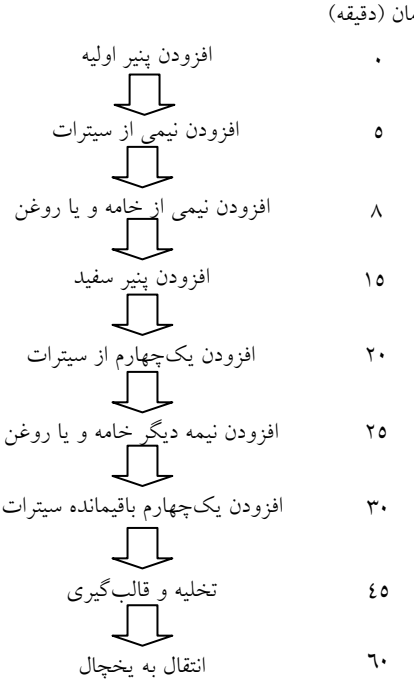
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

جدول ۱ سطوح و ترکیب مواد اولیه شبه پنیر پیتزای پروسس

مخلوط	پنیر پایه	پنیر سفید	خامه	تری سدیم سیترات	روغن پالم	روغن ذرت	آب افزوده
			X1		X2	X3	
۱	٦٧٠	٨٠	٢٣٠	٢٠	٠	٠	٠
٢	٦٧٠	٨٠	٠	٢٠	١٤٣	٠	٨٧
٣	٦٧٠	٨٠	٠	٢٠	٠	١٤٣	٨٧
٤	٦٧٠	٨٠	١١٥	٢٠	٧١	٠	٤٤
٥	٦٧٠	٨٠	٠	٢٠	٧١	٧١	٨٧
٦	٦٧٠	٨٠	١١٥	٢٠	٠	٧١	٤٤
٧	٦٧٠	٨٠	١٥٣	٢٠	٢٤	٢٤	٢٩
٨	٦٧٠	٨٠	٣٨	٢٠	٩٥	٢٤	٧٣
٩	٦٧٠	٨٠	٣٨	٢٠	٢٤	٩٥	٧٣
١٠	٦٧٠	٨٠	٧٧	٢٠	٤٨	٤٨	٥٨

۲-۳- تولید مخلوط

در این پژوهش از یک دیگ پخت آزمایشگاهی به ظرفیت ۱/۵ کیلوگرم و توان ۱۸۰ وات جهت تولید شبه پنیر پیتزای پروسس استفاده شد. دما و سرعت تیغه دستگاه به ترتیب برابر بود با ۸۰ درجه سانتی‌گراد و ١٤ دور بر دقیقه. کلیه فرمول‌ها طبق برنامه زمانی شکل ۲ تولید شد.



شکل ۲ مراحل تولید شبه پنیر پیتزای پروسس

۲-٤- اندازه‌گیری خواص شیمیایی

اندازه‌گیری pH، چربی، ماده خشک، پروتئین، عدد یدی و عدد صابونی بر اساس استانداردهای ملی ایران انجام شد [۱۰- ۱۵].

۲-۵- اندازه‌گیری قابلیت ذوب و میزان روغن آزاد

۲-۵-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها و انجام آزمون

در این تحقیق از روش اصلاح شده آزمون شرایبر[9] با کمک فناوری پردازش تصویر استفاده شد. در ابتدا ورقه‌ای به ضخامت ۵ میلی‌متر با استفاده از دستگاه ورقه‌زن (NOAW, Italy) از کلیه فرمول‌ها تهیه شد. ورقه‌های حاصل در فویل پلاستیک بسته‌بندی شده و پس از کدگذاری تا زمان آزمون در یخچال در دمای ٤ °C نگهداری شدند. پیش از آزمون ورقه پنیر از یخچال خارج و با کمک حلقه‌ای به قطر تقریبی ۲۲ میلی‌متر قطعات پنیر از میان ورق پنیر پیتزا جدا و در مرکز پلیت شیشه‌ای دارای کاغذ صافی (Schleicher & Schuell) گذاشته شد، سپس درپوش شیشه‌ای بر روی آن قرار گرفت. وزن پلیت، کاغذ صافی، قطعه پنیر و درپوش در هر آزمایش ثبت گردید. سپس پلیت شیشه‌ای درپوش‌دار به همراه کاغذ صافی و نمونه به آونی با سیستم گردش هوای اجباری (Paat Ariya Co. SH2006) وارد شد. نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۰ °C حرارت دید. پس از خروج از آون، درپوش پلیت شیشه‌ای برداشته شده و به مدت ۵ دقیقه خنک شد. عکس‌برداری از نمونه‌ها با کمک سیستم کامپیوتر بینایی و پردازش تصویر قبل و بعد از حرارت‌دهی در آون انجام شد. این آزمایش برای هر فرمول در سه تکرار انجام شد.

۲-۵-۲- سیستم کامپیوتر بینایی و پردازش تصویر

این سیستم شامل یک اتاقک نورپردازی به رنگ مشکی با ابعاد ۵۰ در ۵۰ در ۱۰۰ سانتی‌متر، مجهز به دو عدد لامپ فلورسنت ۱۰ وات، یک دوربین دیجیتال (Canon –Power Shot A550)، یک پایه جهت دوربین و یک کامپیوتر می‌باشد. از آنجایی که هدف تعیین سطح ذوب شده می‌باشد از سیستم نورپردازی از پشت[10] استفاده شد. کلیه تصاویر از طریق یک درگاه USB از دوربین به کامپیوتر انتقال یافت.

9. Schreiber test

10. Back lighting

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

۲-۵-۳- گرفتن تصویر و استخراج خصوصیات

روشنایی به گونه‌ای تنظیم گردید که روشنایی و تضاد مناسب بدست آید. دوربین در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از نمونه‌ها تنظیم شد. تنظیمات انجام شده در طول دوره آزمایش ثابت ماند. تصاویر گرفته شده جهت آنالیز بعدی به فرمت RGB ذخیره شد. تصویر نمونه پنیر از زمینه عکس با کمک نرم‌افزار Adobe Photoshop CS2 ME نسخه ۹,۰ جدا شد. سپس عملیات آستانه‌یابی[11] و تعیین مساحت نمونه با استفاده از نرم‌افزار Clemex نسخه ٤,۰,۰۲۱ انجام شد.

۲-۵-٤- تعیین خصوصیت ذوب

خصوصیت ذوبی پنیر با درجه ذوب[12] تعیین شد. برای اندازه‌گیری درجه ذوب، سطح ورقه‌های پنیر از تصاویر گرفته شده استخراج گردید و درجه ذوب به صورت نسبت سطح قبل و بعد از پخت محاسبه شد [۱٦]:

$$MD_f = (A_f / A_0) \times 100 \qquad (۱)$$

که MD_f و A_f به ترتیب عبارتند از درجه ذوب (درصد) و سطح (mm^2) پنیر در انتهای آزمون ذوب و A_0 سطح اولیه نمونه (mm^2) می‌باشد.

۲-۵-۵- تعیین خصوصیت پس دادن روغن

این خصوصیت با عبارت «درصد سطح روغنی شده»[13] بیان شد. درصد سطح روغنی شده به صورت درصد نسبت کل سطح روغنی شده پس از آزمون حرارت‌دهی به سطح اولیه قطعه پنیر پیش از حرارت‌دهی محاسبه شد [۱۷]:

$$POA = (A_f / A_0) \times 100 \qquad (۲)$$

در این معادله A_0 و A_f به ترتیب مساحت نمونه پنیر (mm^2) پیش از ذوب و مساحت سطح روغنی شده کاغذ صافی (mm^2) در انتهای آزمون ذوب می‌باشد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات شیمیایی

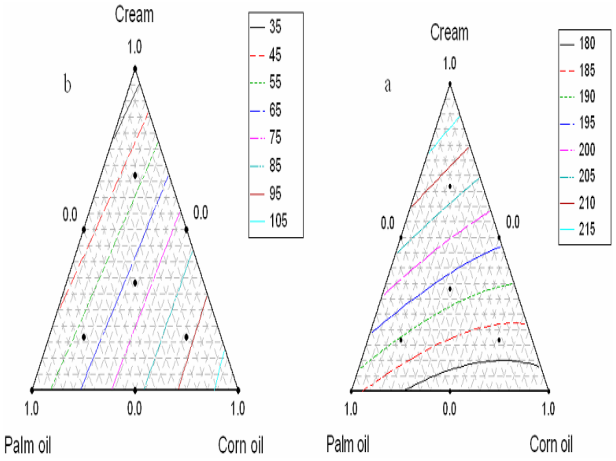
ترکیب شیمیایی مخلوطهای مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ ترکیب شیمیایی مخلوطهای مورد بررسی

مخلوط	pH	ماده خشک	چربی	پروتئین	عدد یدی	عدد صابونی
۱	٦/٥^{i}	٥۱/٤۲^{d}	۱٦^{f}	۲٦/۰۳^{b}	۲۸/۹۳^{g}	۲۲۰/۹^{a}
۲	٦/٥۷^{h}	٥۲/۳٦^{cd}	۱۹^{a}	۲۷/۳۷^{ab}	٥۱/۰۱^{e}	۱۸۷/۲^{cd}
۳	٦/٦۳^{f}	٥۲/۳٥^{cd}	۱٥^{g}	۲۷/۲۸^{ab}	۱۱۰/٤^{a}	۱۷۷/٤^{ef}
٤	٦/۷^{e}	٥۱/۷۱^{d}	۱٦/٥^{e}	۲٥/٥۷^{b}	٤۱/۸۸^{f}	۲۰٤/۸^{b}
٥	٦/٦^{g}	٥۲/۹۳^{bc}	۱۸^{b}	۲۷/۳٦^{ab}	۸٤/۲٦^{c}	۱۷۳/۹^{f}
٦	٦/۹۳^{b}	٥۳/۱۷^{bc}	۱٦^{f}	۲٦/۸۲^{ab}	۷۸/٦۷^{cd}	۱۹۳/٥^{cd}
۷	٦/۸٤^{c}	٥۳/۸۳^{b}	۱۸^{b}	۲٦/۸۸^{ab}	٥۲/۸۱^{e}	۲۰۸/۳^{b}
۸	٦/۸^{d}	٥٦/٥۱^{a}	۱۷^{d}	۲٦/۱۹^{b}	٤۹/۹۹^{e}	۱۹۰^{cd}
۹	٦/۹۹^{a}	٥۳/٥٤^{b}	۱٦/٥^{e}	۲۹/۳۲^{a}	۹۳/۹۸^{b}	۱۸٥/۱^{de}
۱۰	٦/۸٥^{c}	٥۲/٤۲^{cd}	۱۷/٥^{c}	۲٦/۷۱^{ab}	۷۱/۰٦^{d}	۱۹٥/٦^{c}

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰٥

کمترین و بیشترین عدد یدی به ترتیب به مخلوطهای شماره یک و سه تعلق داشت. بیشترین و کمترین عدد یدی نیز به مخلوطهای شماره یک و سه تعلق داشت. این پدیده با نظر به عدد یدی و عدد صابونی خامه و روغن ذرت قابل توضیح می‌باشد. لازم به ذکر است عدد صابونی کره، روغن ذرت و روغن پالم به ترتیب در حدود ۲۳۲-۲۱۰، ۱۹٥-۱۸۷ و ۲۰۹-۱۹۰ می‌باشد. عدد یدی کره، روغن ذرت و روغن پالم نیز به ترتیب در حدود ٤۰-۲٦، ۱۲۸-۱۰۷ و ٥٥-٥۰ می‌باشد [۱۸]. نمودار کنتور عدد یدی و عدد صابونی شبه پنیر پیتزای پروسس در شکل ۳ به نمایش درآمده است. برای ماده خشک، چربی و پرتئین، مدل رگرسیونی معنی‌داری به دست نیامد. مدل‌های رگرسیونی pH، عدد یدی و عدد صابونی در جدول ۳ ارائه شده است.



شکل ۳ نمودار کنتور عدد صابونی (a) و عدد یدی (b) شبه پنیر پیتزای پروسس.

11. Thresholding
12. Melting Degree
13. Percentage Oil Area (POA)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

جدول ۳ مدل‌های پیشگو برای ویژگی‌های شیمیایی شبه پنیر پیتزای پروسس بر اساس متغیرهای فرمول[a].

متغیر	مدل پیشگو	R^2	R^2 (adj)
pH	$Y = 6.49X_1 + 6.57X_2 + 6.65X_3 + 1.69X_1X_3$	٪۸۵/۱۵	٪٦٦/۵۹
عدد یدی	$Y = 29.75X_1 + 48.57X_2 + 111.23X_3$	٪۹۸/۳۷	٪۹٦/۳٤
عدد صابونی	$Y = 220.48X_1 + 186.64X_2 + 177.42X_3$	٪۹۸/۱۸	٪۹۵/۸۹

a خامه (X_1)، روغن پالم (X_2)، روغن ذرت (X_3).

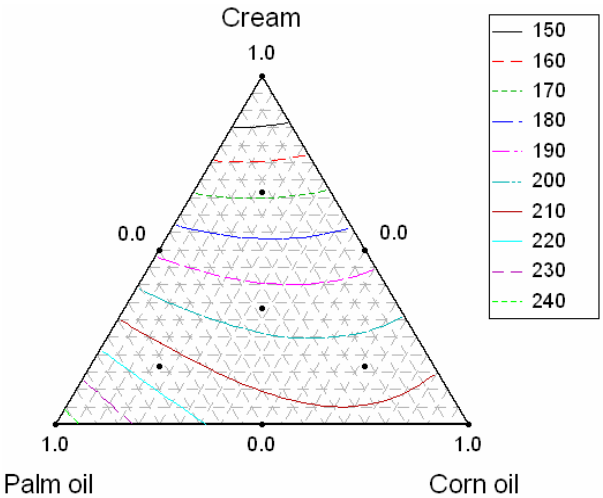
۳-۲- قابلیت ذوب

درجه ذوب فرمول‌های مورد بررسی در جدول ٤ ارائه شده است. آنالیز واریانس داده‌های مربوط به درجه ذوب از عدم وجود تفاوت معنی‌دار حکایت دارد. محتوای بالاتر چربی اجازه می‌دهد پنیر بهتر ذوب شود [۱۹]. به هر حال رواگ[14] و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند قابلیت ذوب پنیر همیشه با محتوای چربی مرتبط نیست [۲۰]. براساس جدول ۵ بین درجه ذوب با هیچ یک از خصوصیات شیمیایی مخلوط، همبستگی معنی‌دار به دست نیامد. اُلسون و بوجنریف[15] (۱۹۹۵) گزارش کردند تغییر چربی در ماده خشک از ۱۸ درصد تا ٤۵ درصد اثر اندکی بر قابلیت ذوب داشت اما در چربی در ماده خشک بالای ٤۵ درصد، قابلیت ذوب به‌صورت قابل توجهی افزایش یافت [۲۱]. میزان چربی در ماده خشک مخلوط‌های مورد بررسی در دامنه مذکور قرار دارد لذا عدم وجود تفاوت معنی‌دار درجه ذوب مخلوط‌های شبه پنیر پیتزای پروسس قابل توجیه می‌باشد.

۳-۳- روغن آزاد

میزان پس دادن روغن بر حسب «درصد سطح روغنی شده» مخلوط‌های مورد بررسی در جدول ٤ گزارش شده است. کمترین و بیشترین درصد سطح روغنی شده به ترتیب به مخلوط‌های شماره یک، حاوی ۱۰۰٪ خامه، و شماره دو، حاوی روغن پالم، تعلق دارد. از آنجایی که در کلیه مخلوط‌های مورد بررسی، پنیر سفید به کار رفته است، لذا در تمامی مخلوط‌ها میزان ثابتی چربی شیر توسط پنیر سفید به ترکیب شیمیایی شبه پنیر پیتزای پروسس وارد شده است. بر اساس نمودار کنتور پس دادن روغن (شکل ٤)، با افزایش نسبت دو روغن گیاهی پالم و ذرت در مخلوط، درصد سطح روغنی شده افزایش می‌یابد. در زمینه رابطه بین ویژگی‌های روغن و خواص فیزیکی همچون روغن آزاد، فقدان مقالات پژوهشی آشکار می‌باشد. به هر حال به نظر می‌رسد بین خواص جریانی چربی یا روغن با سهولت و میزان روغن خارج شده از پنیر قرار گرفته تحت حرارت در طی آزمون، رابطه وجود داشته باشد.

تشکیل روغن آزاد به شدت به میزان چربی کل پنیر بخصوص چربی در ماده خشک وابسته می‌باشد. به طور کلی با افزایش چربی در ماده خشک، میزان روغن آزاد افزایش می‌یابد [۲۲]. با این حال بر اساس جدول ۵ همبستگی معنی‌داری بین میزان چربی و روغن آزاد مشاهده نشد. به هر حال بین درصد سطح روغنی شده یا همان روغن آزاد و عدد صابونی یک همبستگی معنی‌دار ($P \leq$ ۰/۰۵) با ضریب پیرسون برابر با ۰/۷۱۷- مشاهده شد. معادله پیشگوی درصد سطح روغنی شده در جدول ٦ ارائه شده است.



شکل ٤ نمودار کنتور پس دادن روغن - درصد سطح روغنی شده (POA).

14. Ruegg
15. Olson and Bogenrief

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

جدول ٤ درجه ذوب و درصد سطح روغنی شده شبه پنیر پیتزای پروسس

مخلوط	درجه ذوب (درصد)	درصد سطح روغنی‌شده
١	١١٨/٧^{ab}	١٣٩^{f}
٢	١٢٦^{a}	٢٥٤^{a}
٣	١١٧/٧^{ab}	٢١٤^{bc}
٤	١٢٥/٧^{a}	١٨٧^{cde}
٥	١١٣^{b}	٢٠٦^{bcd}
٦	١٢٢/٧^{ab}	١٧٢^{def}
٧	١١٤/٣^{ab}	١٥٨/٧^{ef}
٨	١١٥/٣^{ab}	١٩١/٧^{bcde}
٩	١٢٢/٣^{ab}	٢١٩/٧^{abc}
١٠	١٢٤/٣^{ab}	٢٢٦/٣^{ab}

کمیت‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن در سطح ٠/٠٥ = α).

جدول ٥ ضرایب همبستگی بین متغیرها[a]

	pH	ماده خشک	چربی	پروتئین	عدد یدی	عدد صابونی	درجه ذوب
ماده خشک	٠/٤٦٧						
	٠/١٦٤ ns						
چربی	−٠/٠٩١	٠/١٤٧					
	٠/٨٠٤ ns	٠/٦٨٥ ns					
پروتئین	٠/٢١٠	٠/٠٣١	٠/٢٩٩				
	٠/٥٦٠ ns	٠/٩٣٣ ns	٠/٤٠١ ns				
عدد یدی	٠/٣٣٤	٠/٠٤٩	−٠/٣٢٣	٠/٥١٧			
	٠/٣٤٦ ns	٠/٨٩٢ ns	٠/٣٦٢ ns	٠/١٢٦ ns			
عدد صابونی	−٠/٠٩٦	−٠/٢٥٦	−٠/٠٨٤	−٠/٥٥٨	−٠/٧٩٤		
	٠/٧٩٣ ns	٠/٤٧٥ ns	٠/٨١٨ ns	٠/٠٩٤ ns	٠/٠٠٦ **		
درجه ذوب	٠/١٤٠	−٠/٤٦٦	٠/٠١٣	٠/١٦٦	−٠/١٢٤	٠/١٣٩	
	٠/٦٩٩ ns	٠/١٧٤ ns	٠/٩٧٣ ns	٠/٦٤٦ ns	٠/٧٣٢ ns	٠/٧٠٢ ns	
روغن آزاد	٠/٠٣٠	−٠/٠٠٧	٠/٣٨٧	٠/٦٥٣	٠/٤٤٥	−٠/٧١٧	٠/٤١١
	٠/٩٣٥ ns	٠/٩٨٤ ns	٠/٢٦٩ ns	٠/٠٤١ *	٠/١٩٧ ns	٠/٠١٩ *	٠/٢٣٨ ns

a- دو ستاره ($P \leq$ ٠/٠١)، یک ستاره ($P \leq$ ٠/٠٥) و ns (بی‌معنی).

جدول ٦ مدل پیشگو برای درصد سطح روغنی شده (POA) شبه پنیر پیتزای پروسس بر اساس متغیرهای فرمول[a].

متغیر	مدل پیشگو	R^2	R^2 (adj)
درصد سطح روغنی شده (POA)	$Y = 134.36X_1 + 244.81X_2 + 217.45X_3$	٪٧٩/٢٢	٥٣/٢٦

a خامه (X_1)، روغن پالم (X_2)، روغن ذرت (X_3)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

٤-نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش عدد صابونی، عدد یدی و درصد سطح روغنی شده به طور معنی‌داری ($P \leq$ ۰/۰۵) تحت تاثیر اجزای مخلوط قرار گرفت. افزایش نسبت خامه در مخلوط، با افزایش عدد صابونی همراه بود. افزایش نسبت روغن ذرت موجب شد عدد یدی افزایش یابد. تاثیر نوع چربی یا روغن بر درجه ذوب شبه پنیر پیتزای پروسس معنی‌دار نبود. میزان روغن آزاد تحت تاثیر نوع چربی یا روغن در مخلوط قرار گرفت به طوری که با افزایش نسبت روغن پالم و روغن ذرت، میزان سطح روغنی شده به ترتیب به میزان ۸۳ و ٥٤ درصد در مقایسه با خامه افزایش یافت. بررسی همبستگی بین متغیرهای مختلف نشان داد بین میزان سطح روغنی شده و عدد صابونی همبستگی منفی وجود دارد. لذا استفاده از روش فیزیکی اندازه‌گیری روغن آزاد به عنوان روشی جهت کشف تقلب استفاده از روغن گیاهی در پنیر پیتزا پیشنهاد می‌شود. در حال حاضر با توجه به اثر عوامل دیگر همچون میزان چربی سایر مواد اولیه نظیر پنیر سفید، نوع و مقدار نمک ذوب مورد استفاده، میزان چربی نهایی محصول، شرایط دمایی و زمانی آزمون اندازه‌گیری قابلیت ذوب و روغن آزاد، نمی‌توان درصد سطح روغنی شده را به عنوان شاخص مطلق جهت کشف نوع و میزان روغن گیاهی استفاده شده در فرمول به کار گرفت. جهت پی بردن به قابلیت‌های بالقوه این روش ضروری است تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت گیرد. تعیین میزان پس دادن روغن و دامنه نوسانات آن در شرایط اشاره شده گام مهمی در توسعه این روش می‌باشد.

٥-منابع

[1] Oberg, C. J. 1991. Factor affecting stretch, melt, and cook color in mozzarella cheese. Marschall Italian & Specialty Cheese seminars.

[2] Hicsasmaz, Z., Shippelt, L., and Rizvi, S. H. 2004. Evaluation of Mozzarella Cheese Stretchability by the Ring and Ball Method. Journal of Dairy Science, 87: 1993-1998.

[3] Gunasekaran, S., and Ak, M. M. 2003. Cheese Rheology and Texture. CRC Press.

[4] Law, B. A. 1999. Technology of CheeseMaking. Sheffield Academic Press.

[5] Hajimohamadi Farimani, R. 2008. Pizza Processed Cheese Formulation. MSc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.

[6] Fox, P.F., Mc Sweeney, P.L.H, Cogan, T.M. and Guinee, T.P. 2004. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Third edition. Volume 2. Elsevier Ltd.

[7] Anon. Milk and milk products – Mozzarella (pizza cheese) - Specification and test methods. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI Number 4658.

[8] Hu, R. 1999. Food Product Design. CRC press. Translated by Mortazavi, A. and et al. Mashhad, Jahankade, pp 171-173.

[9] Hajimohamadi Farimani, R., Habibi Najafi, M.B., and Razavi, M.A. Optimization of Pizza Processed Cheese Formulation using Constrained Mixture Design. Iranian Journal of Food Science and Technology, (Submitted).

[10] Anon. Milk and milk products – Determination of titrable acidity and pH value – Test method, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI Number 2852.

[11] Anon. Determination of fat content of cheese and processed cheese. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI Number 760.

[12] Anon. Cheese and Processed cheese - Determination of total solids content (reference method). Test method. 2002. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI Number 1753.

[13] Anon. Determination of protein Content of Processed Cheese. 1998. Institute of Standards and Industrial Research of Iran,

[14] Anon. Animal and vegetable fats and oils- Determination of iodine value with Hanus method. 1998. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI Number 4886.

[15] Anon. Animal and vegetable fats and oils- Determination of saponification value- Test method.2007. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI Number 10501.

[16] Wang, H.-H. and Sun, D.-W. 2002. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. Journal of Food Engineering 51:305-310.

[17] Wang, H.-H., and Sun, D.-W. 2004. Evaluation of Oiling off property of cheese

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

with computer vision: Influence of cooking conditions and sample dimensions. Journal of Food Engineering, 61: 57-66.
[18] Shahidi, F. 2005. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Sixth Edition, Volume 1. John Wiley and Sons Inc.
[19] Masi, P. and Addeo, F. 1986. An examination of some mechanical properties of a group of Italian cheeses and their relationship to structure and conditions of manufacture. Journal of Food Engineering 5:217 [20] Ruegg, M., P. Eberhard, Popplewell, L.M. and Peleg, M. 1991. Melting properties of cheese, in Rheological and Fracture Properties of Cheese, IDF Bulleting No. 268, 36–43. Brussels: International Dairy Federation.
[21] Olson, N.F. and Bogenrief, D.D. 1995. Functionality of Mozzarella and Cheddar cheeses, in Proc. 4th Cheese Symp., T.M. Logan, P.F. Fox, and P. Ross, Eds., pp 15–23. Cork, Ireland.
[22] Kindstedt, P. S. and Kiely, L. J. 1990. Cause and prevention of oiling off in mozzarella cheese. Marschall Italian & Specialty cheese seminars.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]

Effect of milk fat replacement by vegetable oils on the physicochemical properties of pizza processed cheese

Habibi Najafi, M. B. [1 *], Hajimohammadi Farimani, R.[2], Miri, M. A. [3]

1- Professor, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, P. O. Box 91775-1163, Mashhad, Iran
2-M. Sc Graduate, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad
3- M. Sc Graduate, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad
(Received:88/3/28 Accepted:88/7/15)

In this study, the effect of using palm and corn oils as a partial or whole Substitution of milk fat (0, 33, 50, 66, and 100%) on the physical and chemical properties of pizza processed cheese was investigated. No significant effect was found on the meltability and strechability of pizza cheese made by different oil sources, whereas, oiling off, iodine number as well as saponification number were significantly affected by the type of oil used in the formulation of pizza cheese (p<0.05). The high correlation (-0.717) between the oiling off and saponification number enable us to use the later as a diagnostic element to distinguish pizza cheeses made by vegetable oil sources as a replacement of milk fat which is illegal in some countries as well as Iran.

Keywords: Mixture design, Analogue pizza cheese, Oiling off, Meltability

* Corresponding Author E-Mail address: habibi@um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-31]