مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۵، ویژه‌نامه زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۳۶۲-۳۵۵

# مدل‌سازی خصوصیات فیزیکوشیمیایی شبه پنیر پروسس گستردنی بر پایه پنیر فتای ایرانی

جهانبخش شعبانی[۱]، حبیب ا... میرزایی[۲]، محمد باقر حبیبی نجفی[۳]، سید مهدی جعفری[۴]، محمود نجف زاده[۷]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی گرگان
۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی گرگان
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی گرگان
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

## چکیده

**سابقه و هدف**: در این پژوهش با استفاده از روش سطح پاسخ، به بررسی تاثیر روغن گیاهی در سه سطح ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد کل چربی موجود در پنیر در دماهای (۶۵، ۷۵ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد) و زمان‌های پخت (۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه) بر روی اندیس یدی، اندیس صابونی، اندیس پراکسید، محتوی رطوبتی و رنگ شبه پنیر پروسس گستردنی بر پایه پنیر فتای ایرانی پرداخته شد.

**مواد و روش‌ها**: مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش عبارت بود از: پنیر سفید تولید شده به روش فرا پالایش (شرکت شیر پاستوریزه و فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد)، تری سدیم سیترات (کمپانی مرک آلمان)، کازئینات سدیم (شرکت مجتمع میلاد خراسان)، کره (کاله آمل)، روغن آفتابگردان (شرکت تجاری فریکو)، سوربات پتاسیم(مرک آلمان).

**یافته‌ها**: اندیس صابونی تحت تاثیر دما و روغن گیاهی قرار گرفت، به‌طوری‌که دما تاثیر خاصی بر اندیس صابونی نداشت ولی افزایش روغن گیاهی سبب کاهش در اندیس صابونی شد. محتوی روغن گیاهی بر مقدار اندیس یدی معنی‌دار بود ($p< ۰/۰۵$) و با افزایش در محتوی روغن گیاهی سبب افزایش این اندیس شد. اندیس پراکسید تحت تاثیر هر سه متغیر دمای پخت، زمان پخت و روغن گیاهی قرار گرفت ($p< ۰/۰۵$). دما و زمان پخت بر روند تغییرات رنگ پنیر پروسس معنی‌دار بود ($p< ۰/۰۵$)، به‌طوری‌که افزایش دما و زمان پخت موجب کاهش تغییرات رنگی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شد.

**نتیجه‌گیری**: با توجه به نتایج به‌دست آمده از آنالیز آماری، مدل چند جمله‌ای درجه دوم گزینش شده و بر داده‌های پاسخ به استثنای محتوی رطوبتی که به‌صورت خطی بود، برازش داده شد. در این تحقیق محتوی رطوبتی نمونه‌ها با افزایش دما و زمان پخت کاهش یافت.

واژگان کلیدی : **پنیر پروسس، اندیس یدی، اندیس صابونی، اندیس پراکسید، رنگ، RSM**

### مقدمه

پنیر پروسس یک امولسیون روغن در آب می‌باشد که پروتئین‌های لبنی موجود در فرمولاسیون نقش یک امولسیون کننده را بر عهده دارند (۲، ۱). معمولاً پنیر پروسس، مخلوط پنیر طبیعی، نمک‌های چیلیت کننده، چربی و دیگر عناصر مورد استفاده تحت عمل همزدن در دمای ۹۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵-۵ دقیقه آماده می‌شود (۴، ۳). تنوع و گستردگی در طعم و بافت و شکل این محصول سبب شده که مصرف کنندگان زیادی پیدا کند. در تهیه پنیرهای پروسس جدید از منابع پروتئینی و چربی پروسس نامیده می‌شوند. شبه پنیر پروسس به دسته‌ای از پنیرها گفته می‌شود که چربی شیر، پروتئین شیر یا هر دو به طور جزئی یا کامل با ترکیبات غیر لبنی همانند چربی یا روغن و پروتئین گیاهی جایگزین شوند (۵).

پارامترهای فرآوری همانند دمای پخت، زمان پخت، نوع روغن یا چربی، سرعت همزدن و سرعت سرد کردن نقش ویژه و بارزی را در تشکیل امولسیون و خصوصیات عملکردی محصول بر جای می‌گذارند. بیشترین تاثیر دما و زمان پخت بر روی خصوصیات بافتی پنیر می‌باشد، اما نوع روغن

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

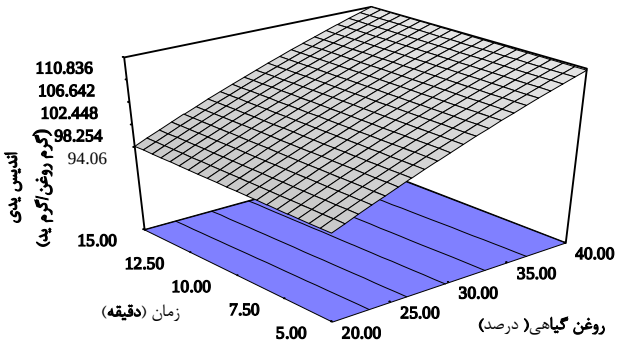
pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Get yours now!
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA

خصوصیات شیمیایی و حسی پنیر نیز تاثیرگذار می‌باشد (۶). از لحاظ تغذیه‌ای پنیر پروسس آنالوگ حائز اهمیت می‌باشند؛ عوامل تغذیه‌ای مانند ویتامین‌ها و مواد معدنی را می‌توان به عنوان ماده خام و اولیه استفاده کرد و ارزش تغذیه‌ای محصول را بالا برد. معمولا در هر کشور پنیر پایه مورد استفاده در تولید پنیر پروسس براساس پنیر غالب تولیدی در آن کشور می‌باشد. برای مثال در آمریکا بیشترین میزان پنیر طبیعی تولیدی پنیر چدار می‌باشد که بیشترین سهم در تولید پنیر پروسس به عنوان پنیر پایه را دارد ( ۸، ۷). در ایران بیشترین میزان مصرف پنیر، پنیر فتای ایرانی می‌باشد، بدین خاطر در این تحقیق پنیر پایه، پنیر فتای ایرانی در نظر گرفته شد. متدولوژی رویه پاسخ (RSM) یک ابزار مهم در فرایند و بهبود محصول می‌باشد. این روش مجموعه‌ای از طراحی آزمایشات و تکنیک‌های بهینه سازی است که این امکان را به محقق می‌دهد تا ارتباط بین متغیرهای مستقل و پاسخ‌ها را تعیین کند (۱۰، ۹). امروزه تولید کنندگان پنیر پروسس با توجه به قیمت کمتر روغن‌های گیاهی در مقابل حیوانی اقدام به استفاده از این دسته از چربی‌ها در تولید پنیر پروسس می‌کنند که این عمل سبب کاهش قیمت تمام شده محصول می‌شود. بنابراین در این تحقیق سعی شد تا تاثیر روغن گیاهی در دما و زمان‌های مختلف پخت بر خصوصیات شیمیایی (اندیس یدی، اندیس پراکسید و صابونی) و فیزیکی(رنگ) پنیر پروسس مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

**تهیه و آماده سازی مواد اولیه** : مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش عبارت بود از: پنیر سفید تولید شده به روش فرا پالایش (شرکت شیر پاستوریزه و فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد)، تری سدیم سیترات (کمپانی مرک آلمان)، کازئینات سدیم (شرکت مجتمع میلاد خراسان)، کره (کاله آمل)، روغن آفتابگردان (شرکت تجاری فریکو)، سوربات پتاسیم(مرک آلمان).

روش تولید پنیر پروسس آنالوگ گستردنی: ابتدا مواد اولیه شامل پنیر سفید،کازئینات سدیم، تری سدیم سیترات (۲/۴ درصد)، نمک طعام (۱ درصد)، کره و روغن گیاهی مطابق با نسبت محاسبه شده و پتاسیم سوربات(۰/۱درصد) برای هر فرمول توزین شد. پنیر سفید تهیه شده به روش فراپالایش را در داخل یک ظرف استوانه‌ای توسط همزن پره‌ای ساخت هموژن شد. سپس تری سدیم سیترات، نمک طعام و نیمی از کازئینات و آب به مخلوط اضافه شد. بعد از گذشت زمان مشخص بقیه آب و سدیم کازئینات به مخلوط اضافه شد. در این مرحله عمل همزدن با دور ۱۵۰۰ در دقیقه و به مدت ۷ دقیقه صورت پذیرفت. در مرحله بعد روغن گیاهی با نسبت‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد کل چربی موجود در محصول نهایی مطابق با تیمارهای موجود به مخلوط اضافه شد. سپس مطابق با آزمایشات طراحی شده (شکل ۱)، عمل پخت در دما و زمان تعیین شده در هر فرمولاسیون صورت گرفت. عمل پخت نمونه‌ها در داخل یک ظرف استوانه‌ای با قرار گرفتن در داخل یک بن ماری حاوی آب گرم همراه با عمل همزدن نمونه‌ها توسط همزن پره‌ای با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه صورت پذیرفت. بعد از اتمام عمل پخت، عمل هموژن کردن با استفاده از همزن پره‌ای به مدت ۵ دقیقه با دور ۱۵۰۰ دور در دقیقه صورت پذیرفت. محصول در ظرف ۴۰۰ گرمی پر و بعد از ۵ دقیقه وارد یخچال و تا زمان انجام آزمایشات در یخچال نگهداری شدند.




شکل ۱. منحنی سطح پاسخ برای اثر مقدار روغن گیاهی و دمای پخت (زمان پخت= ۱۰ دقیقه) بر میزان اندیس پراکسید

اندازه‌گیری خواص شیمیایی: اندازه‌گیری عدد یدی، عدد صابونی و عدد پراکسید و محتوی رطوبتی، مقدار پروتئین، چربی و pH بر اساس استانداردهای ملی ایران صورت پذیرفت. مقدار اندیس یدی، اندیس صابونی، محتوی رطوبتی، مقدار پروتئین، چربی و pH و تغییرات رنگی نمونه‌ها ده روز پس از تولید و مقدار اندیس پراکسید چهار هفته پس از تولید تعیین شد.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Get yours now!
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA

**اندازه‌گیری خواص فیزیکی**

**تغییرات رنگی نمونه‌ها**: در این تحقیق برای بررسی تغییرات رنگی در پنیر پروسس آنالوگ از دستگاه رنگ سنج مدل CR- 410 ساخت کشور ژاپن استفاده شد. در این تحقیق از اصطلاح تغییرات رنگی استفاده شد که عبارت است از میزان تغییرات رنگی نمونه‌ها نسبت به مقادیر L,a,b یک نمونه ایده آل که در اینجا نمونه ایده آل، نمونه شاهد در نظر گرفته شد. پارامتر اختلاف یا تغییرات رنگ بر اساس معادله ۳-۳ برای نمونه‌های پنیر پروسس بیان شده است. تغییرات یا اختلاف رنگ بیان‌گر درجه تغییرات رنگ نمونه‌های تهیه شده بر اساس آزمایشات طراحی شده با نمونه‌های کنترل که شامل $L_c$, $a_c$,$b_c$ می‌باشد. پنیر پروسس بدون روغن گیاهی و آماده شده در ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه به عنوان نمونه کنترل در نظر گرفته شد. مقادیر $L_c$, $a_c$, $b_c$ نمونه شاهد برابر با ۹۱/۰۴ =L ۱/۰،۳۲- =a و ۱۷/۲۵ =b بود.

معادله (۱)

$$\Delta E= [(L - L_c)^{۲} + (a - a_c)^{۲} + (b - b_c)^{۲}]^{۰/۵}$$

**طرح آزمایشی و آنالیز آماری**: RSM مجموعه‌ای از طراحی آزمایشات و تکنیک‌های بهینه سازی است که این امکان را به محقق می‌دهد تا ارتباط بین متغیرهای مستقل و پاسخ‌ها را تعیین کند. در این تحقیق طرح مرکب مرکزی صاف (FCCD) به‌کار گرفته شد. سطوح متغیرهای مستقل و داده‌های به‌دست آمده از طرح آزمایشی به صورت سطوح حقیقی مورد تجزیه قرار گرفته است. داده‌های به‌دست آمده از این طرح با استفاده از نرم افزار Design Expert مدل ۶.۰.۲ مدل‌سازی شده و شکل‌های سه بعدی (منحنی‌های سطح پاسخ) جهت بررسی رابطه میان پاسخ‌ها و متغیرهای مستقل رسم شد. بر داده‌های حاصل از آزمایش‌ها مدل چند جمله‌ای درجه دوم برازش داده شده و سپس از الگوریتم Backward به منظور کاهش تعداد جمله‌های مدل استفاده شد.

معادله (۲)

$$Y=b_0+ b_1x_1+b_2x\ b_3x_3+b_{11}x_{12}+ b_{22}x_{22}+ b_{33}x_{32}+ b_{12}x_1x_2+ b_{23}x_1x_3+ b_{23}x_2x_3+ \varepsilon$$

ضرایب مدل چند جمله‌ای به‌صورت $b_0$ (عبارت ثابت)، $b_1$, $b_2$, $b_3$ (اثرات خطی)، $b_{11}$, $b_{22}$, $b_{33}$ (اثرات درجه دوم) و $b_{23}$, با استفاده از $R^2$، $R^2$ اصلاح شده و پیش‌بینی کننده و هم‌چنین مجموع مربع‌های خطای پیش بینی (PRESS) مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها**

**برازش مدل**: داده‌های مربوط به اندیس یدی ($Y_1$)، اندیس پراکسید ($Y_2$)، اندیس صابونی ($Y_3$)، محتوی رطوبتی ($Y_4$) و تغییرات رنگی ($Y_5$) حاصل از تولید پنیر پروسس آنالوگ گستردنی که از همه آزمایشات به دست آمدند، در تحلیل آمده است. داده‌های آزمایشی برای محاسبه ضرایب معادله چند جمله‌ای درجه دوم مورد استفاده قرار گرفتند.برای هر یک از عبارت‌ها در مدل، ضریب رگرسیون بزرگ و عدد p کوچک نشان دهنده اثر با معنی تری روی پاسخ‌های مربوطه دارد. ANOVA نشان داد که مدل چند جمله‌ای درجه دوم به دست آمده به طور مناسبی برازنده داده‌های آزمایشی با ضرایب تعیین چندگانه ($R^2$) ۰/۹۹، ۰/۹۵، ۰/۹۶، ۰/۹۸ و ۰/۸۶ به ترتیب برای اندیس یدی، اندیس پراکسید، اندیس صابونی، محتوی رطوبتی و تغییرات رنگی بود.

بررسی ویژگی‌های شیمیایی: نتایج آزمون‌های شیمیایی بر روی مواد اولیه مورد استفاده (پنیر سفید ایرانی و کره) در تولید پنیر پروسس در این پژوهش، در زیر آمده است. نتایج آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی مواد اولیه و فرمول‌های پنیر پروسس تولید شده در این پژوهش (۲۰ فرمول در ۲ تکرار تولید و۳ تکرار برای هر آزمون) به‌دست آمده است. در کلیه تیمارها میزان pH در محدوده ۵/۵۷-۵/۱، چربی ۲۵ درصد و پروتئین ۱۲ درصد در نظر گرفته شد. در این پژوهش میزان چربی کل ثابت اما نسبت روغن گیاهی به چربی لبنی متغییر و مقدار روغن گیاهی۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد کل چربی موجود در محصول نهایی بود.

در کلیه تیمارها میزان pH در محدوده ۵/۵۷-۵/۱، چربی ۲۵ درصد و پروتئین ۱۲ درصد در نظر گرفته شد. در این پژوهش میزان چربی کل ثابت اما نسبت روغن گیاهی به چربی لبنی متغییر و مقدار روغن گیاهی۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد کل چربی موجود در محصول نهایی بود. (۱۲، ۱۱)

**تأثیر متغیرهای مستقل بر پاسخ‌ها**

**بررسی اثر متغیرهای مستقل بر اندیس یدی**: آنالیز سطح پاسخ نشان می‌دهد که رابطه بین اندیس یدی و پارامترهای مستقل از نوع درجه دوم و با ضریب رگرسیون مناسب (۹۹/

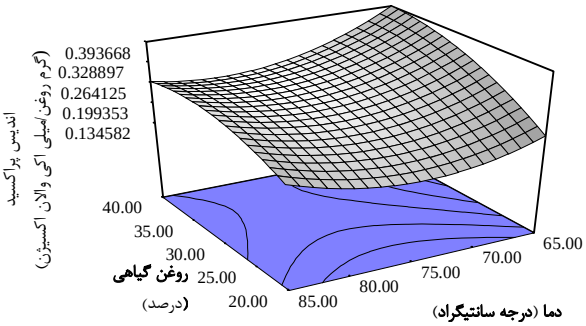
[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Get yours now!
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA

مدل رگرسیونی اندیس یدی نشان داد که تنها اثرات خطی روغن گیاهی (p <۰/۰۰۰۱) و زمان پخت (p<۰/۰۵) و عبارت درجه دوم روغن گیاهی (p <۰/۰۰۰۱ ) معنی‌دار شد (شکل ۲). اندیس p ضرایب مدل رگرسیونی اندیس یدی با متغیرهای فرایند نشان می‌دهد که تاثیر روغن گیاهی (p<۰/۰۰۰۱) بیشتر از تاثیر زمان (p <۰/۰۵) می‌باشد. مدل پیشنهادی با توجه به صرف نظر کردن از عبارت‌های بی‌معنی مدل برای اندیس یدی به صورت زیر می‌باشد:

معادله (۳)

- زمان ×۰/۰۲۸ + روغن گیاهی× ۱/۳۳ + ۷۰/۶۲ = اندیس یدی
۲ (روغن گیاهی) × ۰/۰۰۸۵



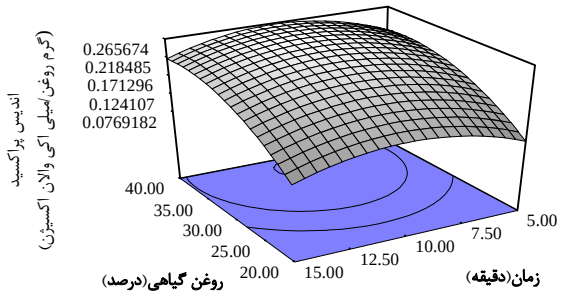

**شکل ۲.** منحنی سطح پاسخ برای اثر مقدار روغن گیاهی و دمای پخت (زمان پخت= ۱۰ دقیقه) بر میزان اندیس پراکسید

مطابق با شکل ۲ افزایش روغن گیاهی در زمان بالا و پایین پخت، سبب افزایش در اندیس یدی شد، حال آن‌که افزایش زمان در هر دو مقدار بالا و پایین روغن گیاهی تاثیری روی اندیس یدی نداشت. اندیس یدی بیان‌گر میزان غیر اشباع بودن اسیدهای چرب می‌باشد که با افزایش میزان غیر اشباع بودن، اندیس یدی افزایش می‌یابد. در تولید پنیر پروسس آنالوگ، افزایش نسبت روغن گیاهی به کره سبب افزایش میزان غیر اشباعیت اسیدهای چرب موجود در چربی پنیر شد که متعاقبا اندیس یدی افزایش یافت.

**بررسی اثر متغیرهای مستقل بر اندیس پراکسید**: اندیس پراکسید تحت تاثیر هر سه متغیر دما، زمان و روغن گیاهی قرار گرفته، به‌طوری‌که اثرات خطی و درجه دوم هر سه متغیر و اثر متقابل روغن گیاهی- دمای پخت در مدل معنی‌دار شده است. مدل پیشنهادی با توجه به صرف نظر کردن از عبارت‌های بی معنی مدل برای اندیس پراکسید به

معادله (۴)

اندیس پراکسید = ۲/۷۷ + ۰/۰۵۷ × روغن گیاهی – ۰/۰۹۶ × دما
۲(دما) × ۰/۰۰۰۶۹ +۲(روغن گیاهی) × ۰/۰۰۰۴۳ – زمان × ۰/۰۴۲
دما × روغن× ۰/۰۰۰۳۳۷ –۲(زمان) × ۰/۰۰۲۰۹ –




شکل ۳. منحنی سطح پاسخ برای اثر روغن گیاهی و زمان پخت (دمای پخت = ۷۵ درجه سانتی‌گراد) بر میزان اندیس پراکسید

**بررسی اثر متغیرهای مستقل بر اندیس صابونی**: تنها اثر خطی (p <۰/۰۰۰۱ ) و درجه دوم (p <۰/۰۱ ) روغن گیاهی در مدل بر اندیس صابونی معنی‌دار شدند. مدل پیشنهادی با توجه به معنی‌داری ضرایب به صورت زیر می‌باشد:

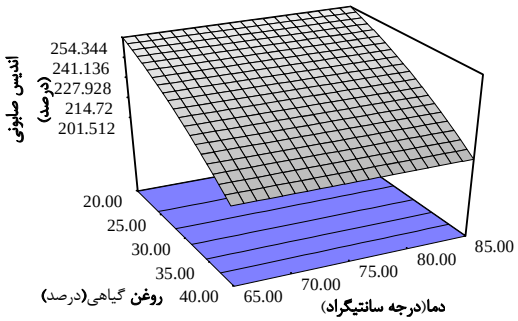
معادله (۵)

اندیس صابونی ۲۶۵/۷۹ = + ۰/۴۶ × روغن گیاهی –۰/۰۵۱ × ۲(روغن گیاهی)

شکل ۴ تاثیر دما و روغن گیاهی را روی اندیس صابونی در زمان ثابت ده دقیقه نشان می‌دهد. مطابق با شکل ۴، دما تاثیری در اندیس صابونی نداشت، اما افزایش روغن گیاهی در دمای پایین پخت و بالای پخت موجب کاهش اندیس صابونی شد. اندیس صابونی روغن‌ها با افزایش طول زنجیره اسید چرب کاهش می‌یابد، بنابراین با افزایش نسبت روغن گیاهی در تولید پنیر پروسس به دلیل طویل‌تر بودن اسیدهای چرب روغن گیاهی و بالا بودن وزن مولکولی نسبت به اسیدهای چرب کره، اندیس صابونی کاهش یافت (۱۳، ۱۴).

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Get yours now!
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA




**شکل ۴**. منحنی سطح پاسخ برای اثر مقدار روغن گیاهی و دمای پخت(زمان پخت= ۱۰ دقیقه)بر میزان اندیس صابونی

**بررسی اثر متغیرهای مستقل بر محتوی رطوبتی**: با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که مدل ارائه شده برای رطوبت به صورت خطی و در سطح ۹۹ درصد ($p< ۰/۰۰۰۱$) معنی‌دار بوده و آزمون ضعف برازش آن معنی‌دار نیست ($p> ۰/۰۵$) که این امر نشان می‌دهد مدل کاسته شده، مدلی مناسب می‌باشد. اثرات خطی دما و زمان پخت بر محتوی رطوبت در پنیر پروسس معنی‌دار بودند (شکل ۳). مطابق شکل ۳ کاملا مشخص است که دمای پخت بیشترین تاثیر را بر روی محتوی رطوبت داشت. ضرایب رگرسیون چندگانه از طریق روش حداقل مربعات به منظور پیش‌بینی مدل چند جمله‌ای درجه دوم برای متغیر پاسخ ایجاد شد و با توجه به معنی-داری ضرایب مدل پیشنهادی زیر ارائه شد:

معادله (۶)

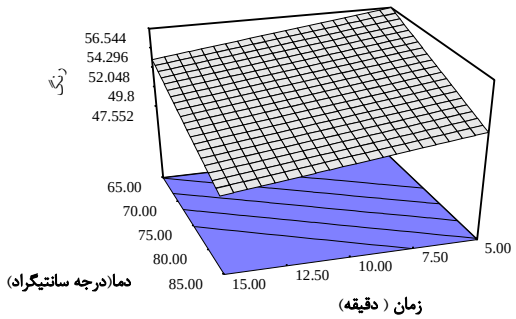
محتوی رطوبت ۷۶/۲۶ = −۰/۲۷ × دما − ۰/۳۴ × زمان

**بررسی اثر متغیرهای مستقل بر رنگ نمونه‌ها**: روند تغییرات رنگ پنیر پروسس آنالوگ در طی فرآیند تولید با متغیرهای مستقل در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج موجود در شکل (۴) نشان می‌دهد که دمای پخت ($p<۰/۰۰۰۱$) و زمان پخت ($p<۰/۰۱$) به صورت اثرات خطی بر روی رنگ پنیر پروسس معنی‌دار بودند. تنها عبارت درجه دوم معنی‌دار در این مدل زمان پخت ($p<۰/۰۰۰۱$) بود. در این مدل هیچ کدام از اثرات متقابل معنی‌دار نبودند. مدل پیشنهادی با توجه به صرف نظر کردن از عبارت‌های بی‌معنی مدل برای رنگ به صورت زیر می‌باشد:

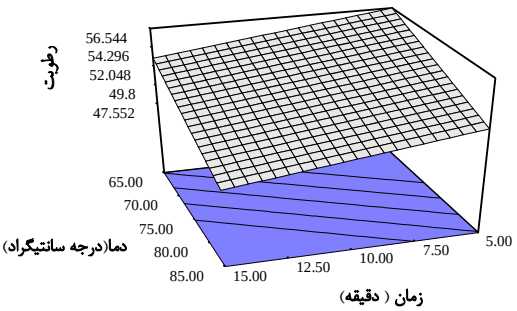
معادله (۷)

تغییرات رنگ = ۱۲/۳۵۵ − ۰/۰۷۸ × دما − ۰/۷۶۵ × زمان +۰/۰۳۴۲× ۲(زمان)

شکل ۵ نشان می‌دهد که در دمای کم و بالای پخت، افزایش زمان پخت سبب کاهش در میزان تغییرات رنگ می‌شود. هم‌چنین در زمان پایین و بالای پخت، افزایش دما سبب کاهش در مقدار تغییرات رنگ شد. در دماها و زمان‌های بالای پخت احتمالاً به دلیل وقوع بعضی از واکنش‌های شیمیایی از قبیل قهوه‌ای شدن، تغییر رنگ آن‌ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت.




**شکل۵**. منحنی سطح پاسخ برای اثر زمان و دمای پخت (روغن گیاهی= ۳۰ درصد) بر میزان تغییرات رنگ




**شکل۶**. منحنی سطح پاسخ برای اثر دما و زمان پخت (روغن گیاهی= ۳۰درصد) بر محتوی رطوبت پنیر پروسس

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Get yours now!
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA

**بحث**

اثر دمای پخت و روغن گیاهی در زمان ثابت (۱۰ دقیقه) بر اندیس پراکسید در شکل ۶ نشان داده شده است. در دمای پایین و بالای پخت افزایش روغن گیاهی سبب افزایش در میزان اندیس پراکسید گشته که این افزایش در دمای پایین شدیدتر و بیشتر بود. هم‌چنین در مقادیر کم و بالای روغن گیاهی، افزایش دما سبب کاهش در میزان اندیس پراکسید شد که این مقدار در مقادیر کم روغن گیاهی بیشتر کاهش یافت. مطابق با شکل ۳ افزایش روغن گیاهی در هر دو زمان کم و بالای پخت سبب افزایش در اندیس پراکسید شد. اما تاثیر زمان پخت به گونه‌ای بود که در هر دو مقادیر کم و بالای روغن گیاهی، افزایش زمان پخت تا زمان ۱۰ دقیقه سبب افزایش اندیس پراکسید و بعد از آن سبب کاهش آن اندیس شد. بر اساس نتایج این پژوهش عدد یدی و عدد صابونی به طور کل تحت تاثیر روغن گیاهی بود. افزایش روغن گیاهی سبب افزایش در اندیس پراکسید شد، حال آن‌که افزایش دما و زمان پخت تا حدودی سبب افزایش این اندیس و بعد از گذشت دما و زمان مشخص مقدار اندیس پراکسید کاهش یافت. میزان محتوی رطوبتی و تغییرات رنگ نمونه‌ها با افزایش دما و زمان پخت کاهش یافت(۱۵). مطابق با نتایج این بررسی نوع و مقدار روغن، دما و مدت زمان پخت بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر پروسس تاثیرگذار می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق، می‌توان به تاثیر عوامل فراوری بر خصوصیات فیزیکوشمیایی پنیر پروسس پی برد و هم‌چنین تقلب رایج در تولید پنیر پروسس به ویژه استفاده از روغن گیاهی به جای چربی لبنی به دلیل قیمت کمتر را شناسایی کرد. همان طور که در شکل ۶ مشاهده می‌گردد در زمان‌های پایین و بالای پخت، افزایش دمای پخت سبب کاهش در مقدار رطوبت شد که این اثر در زمان‌های بالا شدیدتر بود(۱۶). هم‌چنین افزایش زمان پخت در دمای کم و دمای بالای پخت موجب کاهش در محتوی رطوبت شد که این اثر در دماهای بالای پخت بیشتر بود. در تیمارهای با دمای بالای پخت نسبت به دماهای پایین پخت، مدت زمان بیشتری طول می‌کشید تا نمونه به دمای مورد نظر برسد که این زمان طولانی‌تر در رسیدن به دمای مورد نظر سبب کاهش بیشتر رطوبت نسبت به نمونه‌ای که در دمای پایین پخت تهیه شد، شد. از طرف دیگر در دما و زمان‌های بالای پخت، مولکول‌های آب موجود در پنیر با جذب انرژی بیشتر تبخیر گشته و می‌توانند از بافت پنیر خارج شوند(۱۷).

## References


1. Chevanan N, Muthkumarppan K. Effect of calcium and phosphorus, residual lactose, and salt-to-moisture ratio on the melting characteristics and hardness of cheddar cheese during ripening. J Food Sci 2007; 72(4): 168-76
2. Emmons DB, et al. Milk gel structure, x. Texture and microstructure in Cheddar cheese made from whole milk and from homogenized low fat milk. J. of Tex Stu. 1980;11:15–34.
3. Fenelon MA, O'Connor P, Guinee TP. The effect of fat content on the microbiology and proteolysis in cheddar cheese during ripening. J Dairy Sci. 2000; 83:2173–83.
4. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, Mc Sweeney PL H. Fundamentals of Cheese Science, Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, MD. 2000.
5. Guinee TP, Caric M, Kalab M. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese groups. 3rd ed. London, U.K.: Elsevier Applied Science. 2004; P 349–394
6. Gupta VK, Reuter H. Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. Lait 1992; 73: 381-388.
7. Kalab M, Yun J, Yiu SH. Textural properties and microstructure of process cheese food rework. Food Mic. 1987; 6:181–192.
8. Keshani S, Chuau L, Nourouzi MM, Russly AR, Jamilah B. Optimization of concentration process on pomelo fruit juice using response surface methodology (RSM). Int Food Res J 2010; 17:733−742.
9. Kichline TP, Scharpf LG. inventors; Monsanto Company, assignee Preparation of process cheese. St. Louis, Mo. U.S. patent. 1969; 3:635-733.
10. Kindstedt PS. Mozzarella and pizza cheese. In P. F. Fox (Ed.) Cheese: Chemistry, physics and


[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Get yours now!
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA

11. Kindstedt PS, Rippe JK. Rapid quantitative test for free oil (oiling off) in melted Mozzarella cheese. J.of Dairy Sci. 1990; 73: 867–873.

12. Lefevere I, Dewettinck K, Huyghebaert A. Cheese fat as driving force in cheese flow upon melting. Milchwiss. 2000; 55:563–566.

13. Meyer A. Processed cheese manufacture. London: Food Trade Press. 1973.

14. Mistry VV. Low fat cheese technology. In. Dairy J. 2001;11:413–422.

15. Olson NF, Vakaleris DG, Price WV. Acidity and age of natural cheese as factors affecting the body of pasteurized process cheese spread. J. Dairy Sci. 1958; 41:1005–1116.

16. Rayan AA, Kalab M, Ernstrom CA. Microstructure of Processed Cheese. Scan Electron Micr.. 1980;3:635–643.

17. Tatsumi K, Nishiya T, Ido K, Kawanishi G. Effects of heat treatment on the meltability of processed cheese. J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol. 1991;38: 102–106.

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!
Get yours now!
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA

# Modeling of processed analogue cheese physicochemical properties on the base of Uf- feta Iranian cheese

*Shabani J[1], Mirzaei HA[2],Habibi Najafi MB [3],Jafari SM[4] , Najafzadeh M[7]*

1. *MS.c. student of Food Science Industries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Iran*
2. **Corresponding author: Assistant Prof. Food Science Industries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Iran*
3. *Food Science Group,Ferdowsi University,mashhad,Iran.*
4. *Assistant Professor Food Science Industries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*
5. *Msc student of Food Science Group,Ferdowsi University,mashhad,Iran.*

## Abstract

**Background and Objective:** In this study, response surface methodology was used to investigate the influence of vegetable oil in three level 20, 30 and 40 percent of total fat in process cheese in cooking temperatures (65,75, $85^{0c}$) and time (5,10 and 15 minute) on iodine value; Saponification value, peroxide value, moisture content and color difference of processed analogue cheese on the base of Uf- feta Iranian cheese.

**Materials and Methods:** Optimum conditions factors by Design Expert software was used for manufacturing of process analogue cheese and responses as were found to be vegetable oil 20%, cooking temperature $85^{0c}$ and cooking time 15 minute

**Results:** Vegetable oil content was significant on iodine value ($p<0.05$) as increased this value. Peroxide value influenced cooking temperature and time and Vegetable oil ($p<0.05$). Cooking temperature and time was significant on color difference ($p<0.05$), as increasing in cooking temperature and time decreased color difference to control sample

**Conclusion:** The result of the statistical analysis for each response, a second-order polynomial model exceptional moisture content that was linear was developed. Saponification value influenced cooking temperature and vegetable oil, as cooking temperature has no effect on saponification value but increasing in vegetable oil decreased it.

**Keyword:** Process cheese, Iodine value, Saponification value, Peroxide value, Color, RSM

[ Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-17 ]

**pdfMachine - is a pdf writer that produces quality PDF files with ease!**
**Get yours now!**
"Thank you very much! I can use Acrobat Distiller or the Acrobat PDFWriter but I consider your product a lot easier to use and much preferable to Adobe's" A.Sarras - USA