بررسی اثر شرایط فرآیند بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی پنیر فتای فراپالایش شده تولیدی از مخلوط شیر گاو و شیر سویا

محسن قدس روحانی [۱*]، سید علی مرتضوی [۲]، مصطفی مظاهری تهرانی [۳]، سید محمد علی رضوی [۴]

۱. عضو هیأت علمی(مربی) گروه صنایع غذایی مرکز آموزش عالی شهید هاشمی‌نژاد مشهد ودانشجوی دکترای دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. عضو هیأت علمی(استاد) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۳. عضو هیأت علمی(استادیار) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۴. عضو هیأت علمی(دانشیار) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

چکیده

دراین تحقیق اثر سه متغیر مقدار شیر سویا (۰ تا ۲۵٪) ، مقدار کلرورکلسیم (۰/۲ تا ۰/۲٪) و دمای انعقاد (۳۰ تا ۴۰°C) بر خصوصیات حسی (طعم وبافت) و شیمیایی (درصد کل مواد جامد، درصد پروتئین و درصد چربی) پنیر فتای فراپالایش شده تولید شده ازمخلوط شیر گاو و شیرسویا بررسی شد. نتایج در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD) بررسی و به روش سطح پاسخ (RSM) مدل‌سازی و تجزیه وتحلیل شد. ضریب تبیین برای مدل‌های رگرسیون برازش شده طعم ، بافت، درصد کل مواد جامد، درصد پروتئین و درصد چربی به ترتیب ۰/۹۶۵، ۰/۹۱۸، ۰/۹۲۴، ۰/۹۹۹ و ۰/۸۴۱ بود، ضمن اینکه فاکتور عدم برازش برای مدل تمامی صفات در سطح ۹۵٪ معنی‌دار نبود. بنابراین صحت مدل برای برازش اطلاعات تأیید گردید. با توجه به نتایج به دست آمده ، نقطه بهینهٔ متغیرهای تولید برای دست یافتن به پنیری که حتی الامکان بیشترین مجموع امتیاز طعم، بافت، درصد مواد جامد، درصد پروتئین و درصد چربی را داشته باد، ۱۵٪ شیر سویا، ۰/۳٪ کلرورکلسیم و دمای انعقاد ۳۸°C می‌باشد. چنین محصولی دارای نمره طعم ۳/۹، نمره بافت ۴/۷۲، کل مواد جامد ۳۵/۱۳٪ ، پروتئین ۱۳/۴۵٪ و چربی ۱۴/۰۵٪ است.

کلیدواژگان: شیر سویا، ناترانه (رتنتیت)، کلرورکلسیم، بهینه‌سازی، سطح پاسخ.

۱- مقدمه

اگرچه شیر و فرآورده‌های آن منبع غنی تأمین پروتئین، کلری، املاح و بعضی از ویتامین های مورد نیاز بدن می باشند ولی افزایش روز افزون تقاضا برای شیر باعث کمبود و افزایش قیمت آن شده است. از طرف دیگر شیر سویا به عنوان یک نوشیدنی مغذی- اقتصادی توجه خاصی را برای غلبه برمشکل کمبود شیر در کشورهای در حال توسعه به خود اختصاص داده است،به گونه ای که علاوه بر استفاده مستقل،به عنوان مکمل شیر گاو در تولید فرآورده های لبنی نیز از آن استفاده می شود. شیر سویا دارای مقدار قابل توجهی پروتئین و چربی غیر اشباع بوده و بعلاوه به علت نداشتن

* نشانی مکاتبات: Qhods@yahoo.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

کنسانتره پروتئین سویا یکی از پرمصرف‌ترین مواد غذایی است که به عنوان منبع پروتئین در برخی از فرآورده‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علی‌رغم اینکه کنسانتره پروتئین سویا نیز مانند سایر منابع پروتئینی گیاهی محدودیت‌هایی از نظر کیفیت پروتئین دارد، اما به دلیل قیمت مناسب و در دسترس بودن، به طور گسترده‌ای در فرمولاسیون انواع غذاها مورد استفاده قرار می‌گیرد [1]. کنسانتره پروتئین سویا حاوی حدود ۷۰ درصد پروتئین است و به دلیل حلالیت کم در آب، عمدتاً در فرآورده‌های گوشتی و نانوایی مورد استفاده قرار می‌گیرد [2]. با توجه به اینکه پروتئین سویا در pH نزدیک به نقطه ایزوالکتریک (pH 4.5) حلالیت کمی دارد، می‌توان از این ویژگی برای جدا کردن پروتئین از سایر اجزای دانه سویا استفاده کرد. در این روش، پس از عصاره‌گیری آبی از آرد چربی‌گیری شده سویا، pH عصاره به نقطه ایزوالکتریک پروتئین رسانده می‌شود تا پروتئین رسوب کند. سپس رسوب پروتئینی جدا شده و خشک می‌شود. این محصول دارای حدود ۹۰ درصد پروتئین است و کنسانتره پروتئین سویا نامیده می‌شود [3].

کنسانتره پروتئین سویا به دلیل ویژگی‌های عملکردی خوب، کاربردهای متنوعی در صنایع غذایی دارد. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به توانایی جذب آب و چربی، ایجاد ژل، امولسیون‌کنندگی و کف‌کنندگی اشاره کرد. این ویژگی‌ها باعث شده است که کنسانتره پروتئین سویا در فرمولاسیون بسیاری از فرآورده‌های غذایی مانند سوسیس، کالباس، همبرگر، نان، کیک و بیسکویت مورد استفاده قرار گیرد [4]. علاوه بر این، کنسانتره پروتئین سویا به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و هزینه نسبتاً پایین، یکی از منابع مهم پروتئین در تغذیه انسان محسوب می‌شود [5].

با توجه به اهمیت کنسانتره پروتئین سویا در صنایع غذایی، بررسی عوامل مؤثر بر ویژگی‌های عملکردی و تغذیه‌ای این محصول از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق، اثر شرایط فرآیند بر ویژگی‌های شیمیایی و عملکردی کنسانتره پروتئین سویا مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد

دانه سویا رقم ساری از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر کرج تهیه شد. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

روش‌ها

تهیه آرد چربی‌گیری شده سویا

دانه‌های سویا پس از تمیز کردن و جدا کردن سنگ‌ریزه‌ها و سایر ناخالصی‌ها، به مدت ۱۰ دقیقه در آب جوش قرار داده شدند تا پوست آنها به راحتی جدا شود. سپس دانه‌ها خشک شده و با آسیاب چکشی آزمایشگاهی آرد شدند. آرد حاصل از الک ۱۰۰ مش عبور داده شد تا ذرات درشت جدا شوند. سپس آرد با نسبت ۱ به ۵ (وزن/حجم) با هگزان مخلوط شد و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق با همزن مغناطیسی هم زده شد. مخلوط حاصل از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ عبور داده شد تا روغن جدا شود. این عمل سه بار تکرار شد. آرد باقیمانده روی کاغذ صافی در هوای آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت خشک شد تا هگزان آن کاملاً تبخیر شود. آرد خشک شده تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

تهیه کنسانتره پروتئین سویا

کنسانتره پروتئین سویا به روش قلیایی تهیه شد. ابتدا آرد چربی‌گیری شده سویا با آب مقطر به نسبت ۱ به ۱۰ (وزن/حجم) مخلوط شد و pH مخلوط با محلول ۱ نرمال سدیم هیدروکسید به ۹ تنظیم شد. مخلوط به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس مخلوط با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول رویی که حاوی پروتئین‌های محلول سویا بود جدا شد و pH آن با محلول ۱ نرمال اسید کلریدریک به ۴/۵ رسانده شد تا پروتئین‌ها رسوب کنند. رسوب پروتئینی با سانتریفیوژ در شرایط قبلی جدا شد و با آب مقطر دو بار شستشو داده شد تا اسید اضافی آن خارج شود. رسوب پروتئینی حاصل با pH خنثی مجدداً در آب مقطر حل شد و محلول حاصل فریز شد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه لیوفیلیزر خشک شد. کنسانتره پروتئین سویا تهیه شده تا زمان آزمایش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

اندازه‌گیری حلالیت پروتئین

حلالیت پروتئین در محلول‌های بافر با pH‌های مختلف اندازه‌گیری شد. برای این منظور، ۱ گرم نمونه پودر با ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار با pH‌های ۲ تا ۱۰ مخلوط شد و به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس مخلوط با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. مقدار پروتئین محلول در محلول رویی با روش بیوره تعیین شد. حلالیت پروتئین به صورت درصد پروتئین محلول نسبت به کل پروتئین نمونه محاسبه شد.

اندازه‌گیری ظرفیت جذب آب و چربی

ظرفیت جذب آب و چربی به روش سانتریفیوژ اندازه‌گیری شد. ۱ گرم نمونه پودر با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر یا روغن ذرت مخلوط شد و به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس مخلوط با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. حجم آب یا روغن جذب شده از اختلاف حجم اولیه و حجم باقیمانده محاسبه شد. ظرفیت جذب آب و چربی به صورت گرم آب یا روغن جذب شده توسط هر گرم نمونه پودر بیان شد.

اندازه‌گیری ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون

ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون به روش کدیس و همکاران (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد. ۱ گرم نمونه پودر با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و به مدت ۱ دقیقه با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس ۵۰ میلی‌لیتر روغن ذرت به مخلوط اضافه شد و به مدت ۱ دقیقه با سرعت بالا هم زده شد تا امولسیون تشکیل شود. ظرفیت امولسیون‌کنندگی به صورت گرم روغن امولسیون شده توسط هر گرم نمونه پودر بیان شد. برای اندازه‌گیری پایداری امولسیون، امولسیون تشکیل شده به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پایداری امولسیون به صورت درصد حجم امولسیون باقیمانده پس از سانتریفیوژ نسبت به حجم اولیه امولسیون محاسبه شد.

اندازه‌گیری ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف

ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف به روش کدیس و همکاران (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد. ۱ گرم نمونه پودر با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و به مدت ۱ دقیقه با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس مخلوط به یک استوانه مدرج منتقل شد و حجم کف ایجاد شده پس از ۳۰ ثانیه ثبت شد. ظرفیت کف‌کنندگی به صورت درصد افزایش حجم نسبت به حجم اولیه محاسبه شد. پایداری کف نیز به صورت درصد حجم کف باقیمانده پس از ۳۰ دقیقه محاسبه شد.

اندازه‌گیری حلالیت کلسیم

حلالیت کلسیم به روش تیتراسیون با EDTA اندازه‌گیری شد. ۱ گرم نمونه پودر با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس مخلوط با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. مقدار کلسیم محلول در محلول رویی با تیتراسیون با EDTA ۰/۰۱ مولار در حضور معرف مورکسید تعیین شد. حلالیت کلسیم به صورت درصد کلسیم محلول نسبت به کل کلسیم نمونه محاسبه شد.

اندازه‌گیری ظرفیت بافرکنندگی

ظرفیت بافرکنندگی به روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. ۱ گرم نمونه پودر با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق با همزن مغناطیسی هم زده شد. سپس مخلوط با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول رویی با محلول ۰/۱ نرمال اسید کلریدریک تیتر شد. ظرفیت بافرکنندگی به صورت میلی‌اکی‌والان اسید مصرفی برای کاهش pH یک گرم نمونه پودر بیان شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

حلالیت پروتئین

حلالیت پروتئین یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های عملکردی است که بر سایر ویژگی‌ها مانند ظرفیت امولسیون‌کنندگی، کف‌کنندگی و ژل‌شدن تأثیر می‌گذارد. حلالیت پروتئین سویا به شدت تحت تأثیر pH محیط قرار دارد. در pH نزدیک به نقطه ایزوالکتریک (pH 4.5) حلالیت پروتئین به حداقل می‌رسد و با فاصله گرفتن از این نقطه، حلالیت افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از این بخش با نتایج گزارش شده توسط سایر محققان مطابقت دارد [6].

ظرفیت جذب آب و چربی

ظرفیت جذب آب و چربی از ویژگی‌های مهم در فرمولاسیون بسیاری از فرآورده‌های غذایی است. پروتئین سویا به دلیل ساختار خاص خود، ظرفیت جذب آب و چربی متوسطی دارد. این ویژگی‌ها به توانایی پروتئین در نگهداری آب و چربی در شبکه ژل و امولسیون‌های پایدار مربوط می‌شود. نتایج نشان داد که ظرفیت جذب آب و چربی کنسانتره پروتئین سویا تحت تأثیر شرایط فرآیند قرار دارد.

ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون

ظرفیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون از مهم‌ترین ویژگی‌های عملکردی پروتئین‌ها در صنایع غذایی هستند. این ویژگی‌ها به توانایی پروتئین در تشکیل و پایدار نگه داشتن امولسیون‌های روغن در آب مربوط می‌شوند. نتایج نشان داد که شرایط فرآیند تأثیر قابل توجهی بر این ویژگی‌ها دارد.

ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف

ظرفیت کف‌کنندگی و پایداری کف از ویژگی‌های مهم پروتئین‌ها در صنایع غذایی هستند. این ویژگی‌ها به توانایی پروتئین در تشکیل و پایدار نگه داشتن کف مربوط می‌شوند. نتایج نشان داد که شرایط فرآیند تأثیر قابل توجهی بر این ویژگی‌ها دارد.

حلالیت کلسیم

حلالیت کلسیم یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت پروتئین‌های سویا است. نتایج نشان داد که شرایط فرآیند تأثیر قابل توجهی بر حلالیت کلسیم دارد.

ظرفیت بافرکنندگی

ظرفیت بافرکنندگی یکی از ویژگی‌های مهم پروتئین‌ها در صنایع غذایی است. نتایج نشان داد که شرایط فرآیند تأثیر قابل توجهی بر این ویژگی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که شرایط فرآیند تأثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های شیمیایی و عملکردی کنسانتره پروتئین سویا دارد. این نتایج می‌تواند در بهینه‌سازی فرآیند تولید کنسانتره پروتئین سویا با ویژگی‌های عملکردی مطلوب مورد استفاده قرار گیرد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تغذیه‌ای‌های آن با پنیر محصولی بدون تونسیو سازی اولیه ارایه خواهد [۱۳۶].

همچنین ذکر این نکته حائز اهمیت است که آن ها نیاز تظاهر روش تولید پنیر و یا انواع پنیر فتحایی با آنچه در ایران تولید می شود کاملا متفاوت می باشد و عملا هیچ گونه سابقه آبا ی و ران این طرح در داخل و خارج کشور وجود ندارد[۱۰] بر این با توجه به اینکه عمده پنیر تراویدی در ایران پنیر فتای فرآیالایش شده می باشد، لازم است در مر ورتی که کارخانجات فرآورده های لبنی مایل به استفاده از شیر سویا و یا هر شکلی از پروتئین سویا در تولید پنیر باشند به طور خاص بر روی این پنیرتحقیقات انجام شود،چرا که حساسیت خاص پنیر از نظر تکنولوژیکی، مانع از تعمیم نتایج انجام شده روی یک نوع پنیر به سایر انواع پنیر می شود.این تحقیق در واقع در راستای پاسخگویی به این نیاز صورت گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق از مخلوط شیرسویا و شیر گاو برای تولید پنیر فتای فرایالایش شده استفاده شد. بدین ترتیب که درصدهای مختلف شیرسویا حیکژیر ساخته (رنتیت) مورد استفاده درتولید پنیر فتای فرایالایش شده گردید. به عنوان ماده منعقدکننده به طور همزمان از رنت برای انعقاد پروتئین‌های شیرگاو و کنروکلسیم برای انعقاد پروتئین‌های شیر سویا استفاده شد. سپس با توجه به صفات حسی و شیمیایی اندازه‌گیری شده، شرایط بهینهٔ فرایند با استفاده از روش سطح پاسخ اندازه‌گیری شد.

۲-۱- تهیه مواداولیه

شیرسویای پاک تروزیزه از شرکت صنایع پروتئینی توس سویا (مشهد-ایران) تهیه گردید. ترکیب شیر سویا به طور متوسط عبارت بود از:ماده خشک جامد ۱۲/۳۲٪، پروتئین ۵/۳۳٪، چربی ۳٪، خاکستر ۰/۸٪ پاک تروزیزه(شیر تخلیط شده به دست آمده از روش فرا پالایش) از کارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد (مشهد-ایران) تهیه گردید. ترکیب رنتیت به طور متوسط عبارت بود از: رطوبت ۹۰/۴۴٪، پروتئین ۱۴/۵٪، چربی ۱۵/۹۳٪، کلرورکلسیم دوآبه حبه‌ای از شرکت کیمیا مسوند، رنت نوع Chymax Primaxa 2200 TL Granulate از شرکت دی‌اس‌م هلند، استارتر ترموفیلی DSL MT54Y Delvo از شرکت دی‌اس‌م هلند، این باکتری های مزوفیلوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس و لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس و لاکتیس).

۲-۲- تولید پنیر

پنیر مشابه فرایند متداول درکارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد در مقیاس آزمایشگاهی تولید گردید. برای هر نوبت تولید از چهار کیلوگرم رنتیت (و یا چهارکیلوگرم مخلوط رنتیت و شیرسویا به مقدار مورد نیاز) استفاده شد. ابتدا مقادیر مورد نیاز از رنتیت، پاستوریزه و شیرسویای پاستوریزه، وزن شد و پس از رساندن دمای مخلوط به دمای مورد نیاز مقدار مورد نیاز از کلرورکلسیم به آن افزوده شد. سپس استارتر ترموفیلی به مخلوط اضافه شده و در ظروف مدرج می ریخته و در انکوباتور در دمای مورد نیاز نگهداری شد تا لخته تشکیل گردد. پس از تکمیل انعقاد، هر مقدار ۲ گرم به هر ظرف نمک اضافه شده و پس از هم زدن، در مدت زمان ۱۲ ساعت گرمخانه گذاری (۲۵ تا ۲۷°C) و سپس تا ۷۲ ساعت در یخچال (۷°C) نگهداری گردید. کلیه آزمایشات شیمیایی و حسی پس از ۷۲ ساعت و روی نمونه‌های پنیر انجام شد.

۲-۳- روش های انجام آزمایشات

کل مواد جامد به روش وزنی (AOAC،۱۹۹۵)، پروتئین کل به روش میکروکجدال (AOAC، ۱۹۹۵) و چربی به روش ژربر (AOAC،۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد [۱۲]. ارزیابی حسی با استفاده از آزمون چشایی[1] به روش هدونیک[2] به صورت آزمون پنج نقطه‌ای (از خیلی بد تا خیلی خوب:۵) انجام شد [۴،۱۵]. تعداد داوران ۶ نفر

1. Taste panel
2. Hedonic

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۲ سطوح کدبندی شده و واقعی متغیرهای مستقل و مقادیر متغیرهای پاسخ

تیمار	سطوح کدبندی شده			سطوح واقعی		پاسخ				
	X_3	X_2	X_1	شدت اختلاط (rpm)	کلرور کلسیم (g)	دما (°C)	نمره طعم	نمره بافت	کل مواد جامد (%)	پروتئین (%)	چربی (%)
۱	۱	۱	۱	۲۵	۱	۴۰	۶/۵۲	۶/۱۲	۳۳/۲	۱۱/۵	۱۳/۳۵
۲	۱	۱	-۱	۲۵	۱	۳۰	۶/۹۲	۶/۵	۳۶/۰۳	۱۲/۵۶	۱۳/۵
۳	۱	-۱	۱	۲۵	۰/۳	۴۰	۶/۶۵	۶/۳۳	۳۳/۶	۱۲/۳	۱۲/۷۵
۴	۱	-۱	-۱	۲۵	۰/۳	۳۰	۶/۹۳	۶/۱۲	۳۲	۱۲/۶۸	۱۳
۵	-۱	۱	۱	۱۵	۱	۴۰	۶/۱۸	۶/۵۳	۳۸/۸	۱۳/۸	۱۶/۵
۶	-۱	۱	-۱	۱۵	۱	۳۰	۶/۱	۶/۶۶	۳۶/۶	۱۲/۲	۱۶/۵
۷	-۱	-۱	۱	۱۵	۰/۳	۴۰	۶/۵۵	۶/۶۵	۳۶/۱	۱۲/۵	۱۳/۵
۸	-۱	-۱	-۱	۱۵	۰/۳	۳۰	۶/۷۵	۶	۳۵/۲	۱۲/۲	۱۵
۹	۱	۰	۰	۲۵	۰/۶۵	۳۵	۶/۹۲	۶/۸۸	۳۶/۲	۱۲/۴۲	۱۳/۵
۱۰	-۱	۰	۰	۱۵	۰/۶۵	۳۵	۶/۳	۶/۵۳	۳۶/۸	۱۲/۰۲	۱۸
۱۱	۰	۱	۰	۲۵	۱	۴۰	۶/۶۶	۶/۶۵	۳۵	۱۲/۳۴	۱۲
۱۲	۰	-۱	۰	۱۵	۰/۳	۳۵	۶/۹۵	۶/۳	۳۶/۶	۱۲/۲۵	۱۵/۷۵
۱۳	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۴۰	۶/۶۷	۶/۹۵	۳۶/۹	۱۲/۴	۱۳/۶۵
۱۴	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۰	۶/۲۸	۶/۹۵	۳۵	۱۲/۱۸	۱۳/۵
۱۵	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۵	۶/۴	۶/۲۸	۳۶/۲	۱۲/۰۱	۱۵
۱۶	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۵	۶/۲۳	۶/۲۷	۳۵/۸	۱۲/۱۸	۱۲/۵
۱۷	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۵	۶/۵۵	۶/۶۲	۳۵/۶	۱۲/۴۰	۱۴/۲
۱۸	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۵	۶/۲۸	۶/۵۸	۳۵/۲	۱۲/۳۳	۱۵/۵
۱۹	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۵	۶/۲۸	۶/۷۵	۳۶/۶	۱۲/۷۸	۱۴/۵
۲۰	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۵	۶/۳۳	۶/۴۸	۳۵	۱۲/۲	۱۳/۵
۲۱	۰	۰	۰	۲۰	۰/۶۵	۳۵	۶/۴۳	۶/۳۱	۳۶/۱۶	۱۲/۸۲	۱۵/۵

* اعداد بر مبنای وزن مرطوب (در حد دو رقم پس از ممیز) است

۲-۴- طرح آزمایش و آنالیز آماری

تیمارهای تولید به روش کدبندی شده در قالب طرح مرکب مرکزی (CCDD) با هفت تکرار در نقطه مرکزی برای سه متغیر و در سه سطح انجام شدند به صورتی که تعداد کل تیمار ها ۲۱ تیمار شد (جدول ۱ و ۲).

3. Central Composite Design

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نتایج پروهش با استفاده از نرم‌افزار آماری Design – Expert (version 6.0.4) به روش سطح پاسخ (R.S.M) آنالیز شد. در هر یک از متغیرهای پاسخ (طعم، بافت، درصد کل مواد جامد، درصد پروتئین و درصد چربی) دو قالب مدل رگرسیون چند جمله‌ای زیر به صورت تابعی از متغیرهای مستقل ارائه شدند:

$$Y=K+AX_1+BX_2+CX_3+A_2X_{12}+B_2X_{22}+C_2X_{32}+ABX_1X_2+ACX_1X_3+BCX_2X_3+A_2BX_{12}X_2+A_2CX_{12}X_3+AB_2X_1X_{22}+ABCX_1X_2X_3$$

که در آن Y عبارت است از متغیر تابع یا پاسخ، X_1، X_2 و X_3 سطوح کدبندی شده متغیرهای مستقل، k مقدار ثابت (مقدار پاسخ درحالتی که متغیرهای مستقل درنقطه مرکزی یعنی صفر قرار دارند)، $C_1B_1A_1$ اثرات خطی، C_2 و B_2A_2 اثرات درجه دوم و سایرین اثرات متقابل می‌باشند. با استفاده از جدول آنالیز واریانس (ANOVA) معنی‌دار بودن اثرات خطی، درجه دوم و متقابل ضرایب مدل رگرسیون برای هر تابع در سطوح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ بررسی گردید.

جدول ۱ - متغیرهای مستقل درفرآیند تولید بستنی از مخلوط شیرخشک و شیر سویا و سطوح آنها

متغیر	نماد	سطوح کدبندی شده متغیر		
		+	۰	-
نسبت شیر سویا (درصد)	X_1	۲۵	۱۲/۵	۰
مقدار کلرور کلسیم (درصد)	X_2	۱	۰/۵	۰
دمای انعقاد (°C)	X_3	۴۰	۳۵	۳۰

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مدل‌سازی

ضرایب مدل رگرسیون بدست آمده برای هر یک از متغیرهای تابع در جدول (۲) آمده است. برای بررسی صحت مدل از ضریب تبیین[4] (R^2) و تست عدم برازش[5] استفاده گردید. ضریب تبیین عبارت است از نسبت مجموع مربعات توجیح شده به مجموع مربعات کل و مقدار عددی آن بین صفر و یک تغییر می‌کند. R^2 همواری یک مدل بدین معنی است که هر چه مقدار R^2 همواری بیشتر باشد مدل از توانایی خوبی برای برازش اطلاعات داشته باشد. لازم است که R^2 بالای ۰/۸ باشد [۱۶]. در این تحقیق مقادیر ضریب تبیین برای طعم، بافت، کل مواد جامد، پروتئین و چربی به ترتیب ۰/۹۶۵، ۰/۹۱۸، ۰/۹۲۳، ۰/۹۹۳، ۰/۹۲۱ بدست آمد (جدول ۳). از طرف دیگر معنی‌دار بودن عدم برازش برای یک مدل بیانگر این است که نقاط به خوبی اطراف مدل قرارنگرفته و درنتیجه نمی‌توان از مدل برای پیش‌گویی مقادیر متغیرهای تابع استفاده نمود [۱۶]. همانطور که در جداول (۳) نشان داده شده است عدم برازش برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد. بنابراین بالابودن ضریب تبیین و معنی‌دار نبودن عدم برازش برای آنها می‌توان پاسخ‌ها صحت مدل را برای برازش اطلاعات تأیید می‌کند.

برای مشاهده بهتر اثر متغیرهای مستقل بر روی صفات مورد آزمایش، نمودارهای سطح پاسخ[7] رسم گردید. در هر نمودار اثر دو متغیر در حالتی که متغیر سوم در نقطه مرکزی (0 Xi) قرار دارد بررسی گردید. مشکل های (۱) تا (۵)

۳-۲- اثر متغیرهای طعم

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که اثر خطی کلرورکلسیم و دما بر روی طعم معنی‌دار بوده ودر سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد اما اثر خطی شیر سویا بر روی طعم معنی‌دار نمی‌باشد. اثر درجه دوم هر سه متغیر بر روی طعم معنی‌دار می‌باشد (۰/۰۰۱ > P). همچنین نتایج نشانگر

4. Response Surface Methodology
5. Coefficient of determination
6. Lack of fit test
7. Response surface

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۳- ضرایب مدل رگرسیون و نتایج آنالیز واریانس برای متغیرهای پاسخ

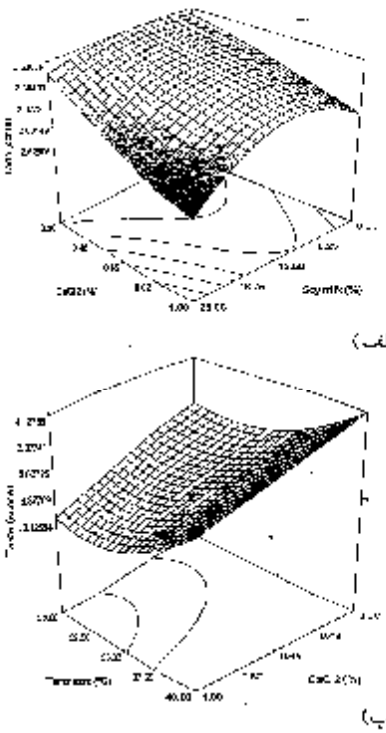
منبع	ملاس		بافت		کل مواد جامد		پروتئین		چربی	
	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات
مدل	۳/۴۳**	۲/۷۵	۲/۶۳**	۳/۲۲	۲۵/۷۶**	۸۶/۱۸	۴/۳۵**	۹/۸۳	۱۲/۹**	۳۱/۲۲
A	۰/۱۶**	۰/۱۵۲	۰/۸۱**	۱/۷۹	-۲/۸۸**	۸۲/۹۲	-۰/۶۸**	۶/۱	-۱/۴۵**	۲۱/۰۳
B	-۰/۲**	۰/۳۷	۰/۱۲**	۱/۰۹	۰/۱۸**	۰/۳۲	-۰/۲۷**	۰/۷۲	۰/۴۷**	۱/۶۶
C	۰/۳**	۰/۳۷	۰/۱۵**	۱/۰۹	-۰/۳**	۰/۴	۰/۱۷**	۰/۵۹	۰/۲۵**	۰/۵۶
A_1	-۰/۲۱**	۰/۷۴	-۰/۶۲**	۱/۱۵	۰/۰۲۲**	۰/۰۰۲۲	۰/۰۴۱**	۰/۰۴۱	۰/۵۲**	۰/۷۴
B_1	۰/۰۵۷**	۰/۳۷	۰/۳۹**	۱/۰۱	۰/۲۵**	۰/۲۵	-۰/۵۸**	۰/۹۲	۰/۶۴**	۱/۱۱
C_1	۰/۲۳**	۰/۵۱	۰/۳۷**	۱/۴۷	-۰/۲۲**	۰/۱۵	۰/۳۳**	۰/۵	-۱/۶۱**	۷/۱۶
AB	-۰/۰۷۵**	۰/۲۲	۰/۲۱**	۰/۲۴	۰/۵۵**	۲/۴۷	۰/۴**	۰/۲۲	-۰/۳۱**	۰/۲۸
AC	۰/۰۲**	۰/۲۷	-۰/۳۷**	۰/۰۳	۰/۱۲**	۰/۷۲	۰/۱**	۰/۱	۰/۰۱۴**	۰/۰۱۱
BC	۰/۰۲**	۰/۲۷	-۰/۰۶۴**	۰/۰۲	-۰/۰۵۴**	۰/۰۰۲	-۰/۲۲**	۰/۱۲	۰/۰۶۵**	۰/۰۴۱
A_2B	۰/۲**	۰/۳۳۸	۰/۲۲**	۰/۲۲	—	—	—	—	—	—
A_2C	۰/۲۱**	۰/۳۳	-۰/۰۸۶**	۰/۰۳	—	—	—	—	—	—
AB_2	۰/۰۲۵**	۰/۳۳	-۰/۸۰**	۰/۰۲۲	—	—	—	—	—	—
ABC	۰/۰۱۱**	۰/۲۲	-۰/۰۸۱**	۰/۰۲۲	—	—	—	—	—	—
جمله برازش ضریب	—	۰/۰۰۲۲^{ns}	—	۰/۰۷۸^{ns}	۰/۰۰۲۲^{ns}	۲/۹۳^{ns}	۰/۰۰۵۵^{ns}	—	۲/۹۱^{ns}	—
ضریب تبیین (R^2)	۰/۹۵۰۲	—	۰/۹۱۸	—	۰/۹۲۳	—	۰/۹۹۹	—	۰/۹۴۱۱	—

*معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ **معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ***معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱ ns غیر معنی‌دار

معنی‌دار بودن کلیه اثرات متقابل در سطح ۰/۰۰۱ می‌باشد. شکل (۱-الف) تأثیر شیر سویا و کلرورکلسیم را بر روی طعم در شرایطی که دمای نقطه مرکزی (۲۵°C) ثابت نگه داشته شده و شکل (۱-ب) تأثیر کلرورکلسیم و دما را بر روی طعم در شرایطی که شیر سویا در نقطه مرکزی (۲/۵٪) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهند. همانطور که در شکل (۱-الف) مشاهده می‌شود در هر دوی مقادیر کم (۰٪) و بالای شیر سویا (۲/۵٪) با افزایش مقدار کلرورکلسیم طعم کاهش می‌یابد که البته این کاهش در مقادیر بالای شیر سویا مشهودتر می‌باشد. همچنین شکل (۱-ب) نشان می‌دهد که با افزایش مقدار شیر سویا تا حدود ۲/۲۵٪ امتیاز طعم افزایش یافته ولی بعد از آن کاهش می‌یابد که این کاهش در مقادیر بالای کلرورکلسیم (۰/۱٪) بیشتر مشهود می‌باشد به طوریکه پائین‌ترین امتیاز طعم در این شکل به مقادیر ۲/۵٪ شیر سویا و ۰/۱٪ کلرورکلسیم تعلق می‌گیرد. شکل (۱-ب) بیانگر این است که در هر دوی دمای پائین (۳۰°C) و بالای آستانه (۴۰°C) با افزایش مقدار کلرورکلسیم، طعم به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین به موازات یک روند عمومی با افزایش دمای طعم کمی کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



(الف)

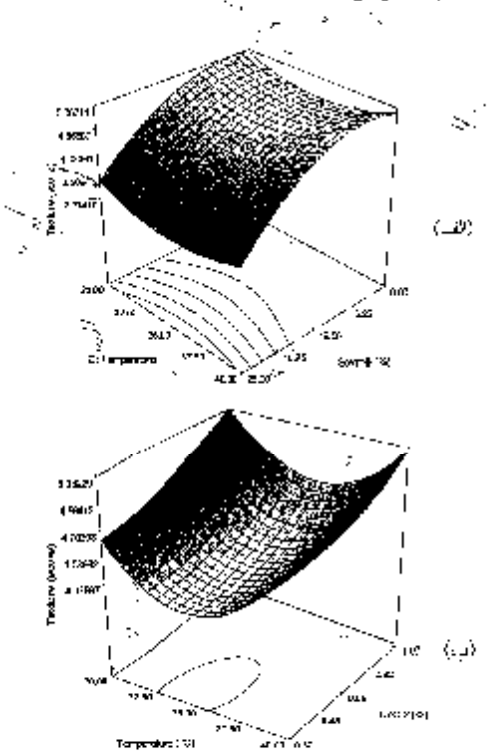
(ب)

شکل ۱. نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر طعم پنیر

۳-۳- اثر متغیرها بر بافت

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که اثر خطی کلرورکلسیم و دما بر روی بافت مشابه بوده و در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد ولی اثر خطی شیر سویا در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار است. از بین اثرات درجه دوم نیز اثر درجه دوم شیر سویا و دما در سطح ۰/۰۰۱ ولی کلرورکلسیم فقط در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشند. از بین ۳ برات متقابل، اثر متقابل شیر سویا و دما و کلرورکلسیم و دما در سطح ۰/۰۱ و سایر اثرات در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار هستند.

شکل (۳.الف) تأثیر شیر سویا و دما را بر روی بافت در شرایطی که کلرورکلسیم در نقطه مرکزی (۰/۰۶۵٪) و شکل (۳.ب) تأثیر کلرورکلسیم و دما را بر روی بافت در شرایطی که شیر سویا در نقطه مرکزی (۲/۵٪) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (۳.الف) ملاحظه می‌گردد در هر دو دمای پایین (۳۰°C) و بالای انعقاد (۴۰°C) با افزایش شیر سویا امتیاز بافت به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین در شکل بیانگر این کاهش شدیدی در امتیاز بافت به افزایش دمای انعقاد می‌باشد. شکل (۳.ب) نیز نشان می‌دهد که در هر دو دمای پایین (۳۰°C) و بالای انعقاد (۴۰°C) با افزایش کلرورکلسیم امتیاز بافت افزایش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که در هر دو دمای نظیر شیر (۲/۵٪) و بالای کلرورکلسیم (۰/۱٪) با افزایش دما تا حدود ۳۵°C امتیاز بافت کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.



(الف)

(ب)

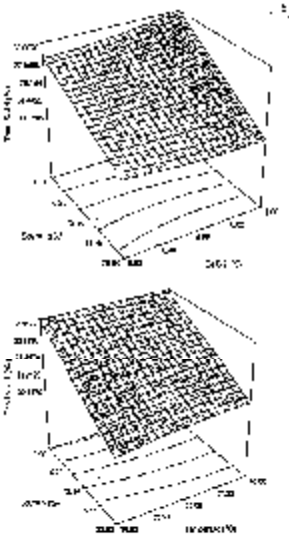
شکل ۲ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر بافت پنیر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

۴-۳- اثر متغیرها بر کل مواد جامد

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که تأثیر خطی [illegible] بر روی کل مواد جامد معنی‌دار بوده ($p \leq 0.001$) ولی اثرات خطی کلرورکلسیم و دما معنی‌دار نمی‌باشند. اثر بین اثرات درجه دوم و اثرات متقابل از هیچ کدام معنی‌دار نمی‌باشند. شکل (۴-الف) اثر کلرورکلسیم و شیر سویا را بر کل مواد جامد در شرایطی که دما در نقطه مرکزی (۳۵°C) و شکل (۴-ب) اثر دما و شیر سویا را بر کل مواد جامد در شرایطی کلرورکلسیم در نقطه مرکزی (۰/۶۵٪) ثابت نگاه داشته شده است نشان می‌دهد.

شکل (۴-الف) بیانگر این است که در تمامی مقادیر کلرورکلسیم با افزایش شیر سویا مقدار کل مواد جامد به صورت مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین در مقادیر زیاد شیر سویا (۲۵٪) با افزایش کلرورکلسیم اثر خاصی بر کل مواد جامد ندارد ولی در مقادیر کم شیر سویا (۰٪) با افزایش کلرورکلسیم کل مواد جامد کم می‌شود. بیشترین مواد جامد در حالتی است که شیر سویا و کلرورکلسیم در کمترین مقدار خود باشند.



(الف)

(ب)

شکل ۴- نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر درصد کل مواد جامد پنیر

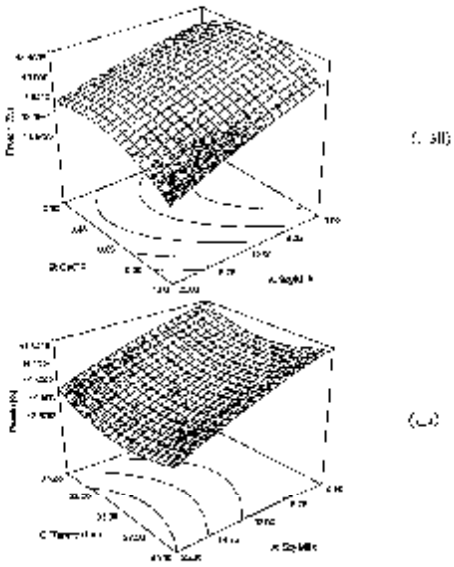
شکل (۴-ب) نیز بیانگر این مطلب است که در هر دوی مقادیر پائین (۳۰°C) و بالای دمای انعقاد (۴۰°C)، افزایش شیر سویا باعث کاهش مقدار پروتئین می‌شود که این تأثیر در دماهای بالاتر مشهودتر است. همچنین به صورت یک روند عمومی افزایش دما تا حدود ۳۵°C باعث کاهش پروتئین و پس از آن افزایش پروتئین می‌شود.

۴-۵- اثر متغیرها بر پروتئین

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که اثرات خطی شیر سویا، کلرورکلسیم و دما بر روی پروتئین متناوبه بوده و در سطح (۰/۰۱) معنی‌دار می‌باشند. همچنین اثرات درجه دوم و اثرات متقابل همگی در سطح (۰/۰۱) معنی‌دار شده‌اند. شکل (۵-الف) تأثیر شیر سویا و کلرورکلسیم را بر روی درصد پروتئین در شرایطی که دما در نقطه مرکزی (۳۵°C) و شکل (۵-ب) تأثیر شیر سویا و دما را بر روی درصد پروتئین در محدوده‌ای که کلرورکلسیم در نقطه مرکزی (۰/۶۵٪) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (۵-الف) ملاحظه می‌گردد در هر دوی مقادیر بالا (۱٪) و پائین کلرورکلسیم (۰/۲٪) با افزایش شیر سویا مقدار پروتئین کاهش می‌یابد که این تأثیر در مقادیر بالای کلرورکلسیم مشهودتر می‌باشد بطوری که کمترین مقدار پروتئین در این شکل مربوط به (۱٪ کلرورکلسیم و ۲۵٪ شیر سویا) می‌باشد. همچنین به صورت یک روند عمومی با افزایش کلرورکلسیم تا حدود ۰/۶۵٪ پروتئین کم می‌شود و پس از آن تقریباً ثابت می‌ماند. این کاهش در مقادیر بالای شیر سویا (۲۵٪) تا حدی مشهودتر است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

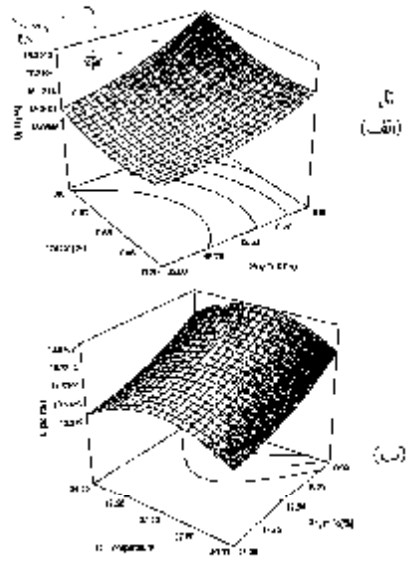
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل ۴ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر درصد پروتئین پنیر

۳ ۶- اثر متغیرها بر چربی

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که اثر خطی شیر سویا بر روی مقدار چربی در سطح (۰/۰۰۱ معنی‌دار بوده درصورتی که اثر خطی کلرورکلسیم و دما هیچ کدام معنی‌دار نیستند. از بین اثرات درجه دوم اثر دما معنی‌دار بوده ($p \leq 0/01$) ولی اثرات شیرسویا و کلرورکلسیم معنی‌دار نیستند. اثرات متقابل نیز هیچ کدام معنی‌دار نبودند. شکل (۵ الف) تأثیر شیر سویا و کلرورکلسیم را بر روی درصد چربی در شرایطی که دما در نقطه مرکزی (۳۵°C) و شکل (۵ب) تأثیر شیر سویا و دما را بر روی درصد چربی در شرایطی که کلرورکلسیم در نقطه مرکزی (۰/۶۵٪) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (۵ الف) ملاحظه می‌شود درهر دوی مقادیر پائین (۰/۳٪) و بالای کلرورکلسیم (۱٪) با افزایش شیر سویه درصد چربی کاهش می‌یابد همچنین به صورت یک روند عمومی افزایش کلرورکلسیم با افزایش تدریجی درصد چربی همراه می‌باشد به طوری که بیشترین مقدار چربی دراین شکل به صفر درصد شیرسویا و ۱٪ کلرورکلسیم اختصاص می‌یابد.



شکل ۵ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر درصد چربی پنیر

شکل (۵ب) نیز بیانگر این مطلب است که درهردوی مقادیر بالا (۴۰°C) و پائین دمای انعقاد (۳۰°C) افزایش شیرسویا باعث کاهش درصد چربی می‌شود همچنین به صورت یک روند عمومی افزایش دمای انعقاد تا حدود (۳۵°C) باعث افزایش درصد چربی و پس از آن کاهش درصد چربی می‌شود.

۴- تعیین نقاط بهینه فرآیند تولید

یکی از کاربردهای اصلی روش سطح پاسخ بهینه‌سازی[۵] متغیرهای فرآیند تولید می‌باشد. بهینه‌سازی متغیرها به گونه‌ای صورت می‌گیرد که مجموع پاسخ‌ها بیشترین امتیاز ممکن را دریافت نمایند. در این تحقیق با فرض درصد شیرسویا (در دامنه ۰ تا ۲۵٪)، درصد کلرورکلسیم (در دامنه ۰/۳ تا ۱٪) و دمای انعقاد (در دامنه ۳۰ تا ۴۰°C) به گونه‌ای که پنیر حاصل حتی الامکان بیشترین امتیاز طعم، درصد مواد جامد، پروتئین و چربی را داشته باشد، مدنظر بوده است. البته با توجه به تفاوت اهمیت صفات مذکور به ترتیب فاکتور

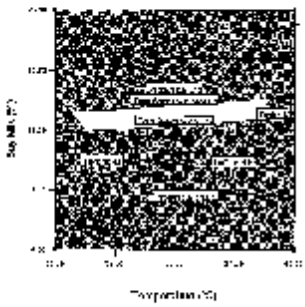
5. Optimization

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

و زمانهای ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۵ (مجموعاً ۱۰۰) به هر کدام داده شد. نقطه بهینه برای فرایند تولید ۱۵٪ شیر سویا، ۰/۳٪ کلرورکلسیم و دمای انعقاد ۳۸°C به دست آمد.

لازم به ذکر است که برای هر کدام از متغیرهای تولید، دامنه بهینه را نیز می‌توان به دست آورد که با روش هم قرار دادن ناحیه‌ای مطلوب برای همه پاسخ‌ها در محدوده مورد نظر و رسم نمودر کانتور[9] به دست می‌آید. به عنوان نمونه شکل (۶) دامنه بهینه فرایند تولید را برای دو متغیر غلظت شیر سویا و دمای انعقاد در شرایطی که مقدار کلرورکلسیم در نقطه بهینه (۰/۳٪) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهد.



شکل ۶ نمودر کانتور برای دو متغیر غلظت شیر سویا و دمای انعقاد (غلظت کلرور کلسیم ۰/۳٪)

همانطور که در مقدمه مقاله اشاره شد، محققان تاکنون در استفاده از پروتئین سویا در فرمول پنیر به محدودیت ها و موانعی مواجه بوده‌اند ضمن اینکه تحقیقاتی که انجام شده بر روی آن، عمدتاً بر روی پنیر است که در ایران مصرف چندانی ندارد. خوشبختانه در این طرح با کنترل شرایط فرایند امکان استفاده از شیر سویا در فرایند تولید پنیر فتای فراپالایش شده و در نتیجه تولید پنیر مخلوط با فرمولاسیون مناسب فراهم گردید. بدیهی است که با توجه به کمبود شیر و قیمت بالای آن، جایگزینی آن با پروتئین گیاهی ارزان قیمت و تولید پنیر مخلوط با ویژگیهای حسی مطلوب و بسته‌بندی مناسب، گامی مؤثر در جهت خودکفایی و کاهش واردات پنیر خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری

نتایج طرح نشان می‌دهد که علیرغم این که استفاده از شیر سویا به جای بخشی از شیر گاو در تولید پنیر ممکن است بر ویژگی‌های بافتی تأثیر منفی بگذارد ولی می‌توان با کنترل شرایط تولید و به دست آوردن نقاط بهینه فرایند به محصولی دست یافت که از ویژگی‌های حسی و شیمیایی مطلوبی برخوردار بوده و مطابق استاندارد باشد. همانطور که گفته شد نقطه بهینه برای فرایند تولید ۱۵٪ شیر سویا، ۰/۳٪ کلرورکلسیم و دمای انعقاد ۳۸°C می‌باشد. چنین محصولی دارای نمره طعم ۳/۹، نمره بافت ۴/۷۲، درصد ماده خشک مواد جامد ۳۵/۱۳ درصد پروتئین ۱۳/۹۵ (۳۸/۲۸٪ ماده خشک) و درصد چربی ۱۴/۱۵ (۴۰/۱٪ ماده خشک) می‌باشد که این مقادیر با استاندارد ملی ایران در خصوص پنیر [۱۷] مطابقت دارد.

۶- سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی کسانی که در انجام این طرح همکاری نموده‌اند بویژه مدیریت و پرسنل محترم کارخانجات فرآورده‌های لبنی پگاه منهد صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

۷- منابع

[1] Metwalli,N.H., Shalabi,S.I., Zahran,A.S. and Demerdash,O.El.. 1982. The use of soybean milk in soft-cheese making: I. Effect of soybean milk on rennet coagulation property of milk. J. Food Technol. 17, 71-77.

[2] Metwalli,N.H., Shalabi,S.I., Zahran,A.S. and Demerdash,O.El.. 1982. The use of soybean milk in soft-cheese making: II. Organoleptic and chemical

9. Contour plot

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

properties of Domiati cheese made from a mixture of soybean milk and whole milk. J. Food Technol. 17, 297- 305.

[3] Delvalle,F.R. and Dealba,E. 1984. Simultaneous curdling of soy/ cow's milk blends with rennet and calcium or magnesium sulfate, utilizing soymilk prepad from soybeans or full- fat soyflour. J. Food Sci. 49, 1046- 1052.

[4] Ghods Rohani,M., Mortazavi, S.A., Razavi,S.M.A. and Mazaheri Tehrani,M.2005. Optimization of factors affecting yield and quality of soymilk curd (Tofu).Iranian Food Science and Technology Research Journal.Vol 1.No1,27-33.

[5] CingHan,X. and Lincourt,R.H. 2002. Incorporation of soy proteins in cheese. U. S. Patent 6455081.

[6] Borders,C., Lobo,V., Egbert,R. and Frue,L. 2002. Use of isolated soy protein for making fresh unripened cheese analoges.U. S. Patent 6413569.

[7] GhodsRohani,M. 2007. Principles of milk and dairy products processing.Agricultural Research and Education Organization.186p.p.

[8] Meenakshi , R. and Verma, N.S. 1995.Changes in organoleptic quality during ripening of cheese made from cows and soya milk blends,using microbial rennet .Food chemistry .54,369-375.

[9] Singh,M and Verma. N.S. 1996. Textural changes during ripening in cheddar cheese made from cow &milk :soymilk blends using microbial rennet.J.Food Sci.Tech.33,66-69.

[10] Gerzemolier,T. and True, L. ,2002 .Soy extended cheese. U.S Patent 6383531.

[11] Okazaki,Y.and Utsumi, S. 2002.Texture of bovin milk curd and cheese containing soy protein or 7s globulin .Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi .49.818-821.

[12].Lindstrom,T.R.,Love,L.,MacBlane,G.and Mei F..2005.Processed cheese made with soy .U.S.Patent 6893674.

[13] Chen,W., Akashe, A. Gao , S. Cudia, A. and Cole S.2006.Processed cheese made with soy.U.S.Application 20060198958.

[14] AOAC. 1995. Official Method of Analysis of the Association of Official Agriculture Chemists. Washington-DC. Method Numbers:920.123 ,933.05 ,948.12.

[15] International IDF standard 99C:1997 Sensory evaluation of dairy products by scoring. Part IV: Recommended method for sensory evaluation of cheese. International Dairy Federation.

[16]Mortazavi,S.A.;Hosseinparvar,S.H.,Khanipour,E.and Shafafi,M.2004.Food product design:a computer aided statistical approach.Jahankade.280p.p.

[17]Institute of Standards and Industrial Research of Iran.2003.ISIRI Number:6629.Milk and milk products.Fresh cheese.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Effect of processing conditions on chemical and sensory properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend.

Ghods Rohani, M.[1*], Mortazavi, S. A.[2], Mazaheri Tehrani, M.[3], Razavi, M. A.[4]

1. PhD student, Food Science and Technology Group, Hashemitnejad Higher Education Center, Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad,Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

In this research , the effects of three variables, soymilk concentration (0- 25%), $CaCl_2$ (0.3-1%) and coagulation temperature (30- 40°C) on sensory (taste, texture) and chemical (amount of total solids, protein and fat) properties of UF Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend were investigated. The central composite experimental design (CCD) was used and the data were analyzed using response surface methodology (RSM). Coefficients of determination, R^2, of fitted regression models for taste, texture, total solids, protein content and fat content were 0.965, 0.918, 0.924, 0.999 and 0.841 , respectively. The Result of analysis of variance (ANOVA) table showed that lack of fit was not significant for all response surface models at 95%. Therefore, the models for all response variables were highly adequate. The results showed that the optimum processing conditions for producing cheese with highest overall values for response variables were 15% soymilk, 0.3% $CaCl_2$ and coagulation temperature of 38°C. The response values for such product are: taste 3.9, texture 4.72, total solids:35.13%, protein:13.45 %and fat: 14.05%.

Key words: Soymilk, Retentate, $CaCl_2$, Optimization, Response surface.

*Corresponding author E-mail address: Ghods@yahoo.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com