

## بررسی اثر ترکیبی اینولین و ژلاتین بر ویژگی‌های کیفی پنیر موزارلا با استفاده از طرح آزمایشی ترکیبی

سمیه عباسی اصل<sup>۱</sup>، صابر امیری<sup>۲</sup>، محمود رضازاد باری<sup>۳\*</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، موسسه آموزش عالی صبا، ارومیه، ایران

۲- دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۱)

### چکیده

موزارلا از مهم‌ترین پنیرهای گروه پاستافیلاتا است که ۱۸ الی ۳۰ درصد چربی دارد. با توجه به افزایش روز افزون مصرف پنیر موزارلا، بهبود ویژگی‌های کیفی آن ضروری به نظر می‌رسد. هدف این تحقیق بررسی افزودن ترکیب اینولین و ژلاتین بر روی خواص کیفی پنیر موزارلا است. در این پژوهش اثر چهار متغیر مستقل اینولین، ژلاتین در نسبت‌های مختلف (۰/۲۵، ۰/۶۲، ۱ و ۱/۱۷۵ درصد)، چربی ۱۵ تا ۳۰ درصد و مدت زمان نگهداری ۱ تا ۳۰ روز در دمای °C ۱۸-، با استفاده از طرح ترکیبی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد، ترکیب اینولین و ژلاتین قادر به بهبود ویژگی‌های کیفی پنیر موزارلا است. براساس نتایج، افزایش نسبت اینولین به ژلاتین در افزایش رطوبت و کاهش pH، اثر مدت نگهداری بر کاهش رطوبت و pH معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). اما اثر افزایش نسبت اینولین به ژلاتین، درصد چربی و مدت نگهداری بر مقدار نمک غیرمعنی‌دار بود ( $P > 0/05$ ). نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهد که اثر ترکیبی اینولین و ژلاتین در نسبت ۱/۷۵ درصد، به دلیل ایجاد بافتی قابل گسترش، حالتی نسبتاً چرب ظاهری نسبتاً براق، طعمی مناسب و ایجاد احساس دهانی جهت بهبود ویژگی‌های کیفی پنیر موزارلا مناسب می‌باشد.

کلید واژگان: پنیر موزارلا، اینولین، ژلاتین، طرح آزمایشی ترکیبی

\*مسئول مکاتبات: m.rezazadehbari@urmia.ac.ir

## ۱- مقدمه

در طی یک دهه گذشته مصرف محصولات غذایی بدون چرب و کم چرب گسترش زیادی پیدا کرده است، به این دلیل که بین مصرف چربی و بیماری‌های زیادی از جمله چاقی و بیماری‌های قلبی عروقی مانند تصلب شرایین و سرطان ارتباط وجود دارد. بنابراین صنعت غذا با تقاضای روز افزونی برای کاهش مقدار چربی در محصولات غذایی روبرو است و لذا تولیدکنندگان غذا نیز به تقاضای مصرف کنندگان پاسخ داده‌اند و از این رو شاهد رشد سریع در تولید محصولات کم چرب هستیم [۱ و ۲]. علاوه بر تغذیه، چربی ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی غذاها مانند طعم و مزه، احساس دهانی و بافت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین حذف چربی به راحتی امکان پذیر نیست. چون حذف آن بافت و طعم و مزه را در جهت نامطلوب شدن، تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین برای فرمولاسیون محصولات کم چرب، استفاده از ترکیباتی که به طور نسبی و یا کامل جایگزین چربی می‌شوند و ویژگی‌های چربی را ایجاد می‌کنند، پیشنهاد شده است [۳ و ۴].

پنیر موزارلا از مهم‌ترین پنیرهای نرم نرسیده ایتالیایی و از گروه پنیرهای پاستافیلاتا (*Pasta filata*) یا دلمه قابل ارتجاع می‌باشد که بطور سنتی از شیر کامل و پرچرب گاو با عملیات مالشی و پلاستیکی کردن از لخته تازه در آب داغ بدست می‌آید و ساختمان بخصوصی در هنگام ذوب و کشش دارد. به عبارت بهتر، پاستافیلاتا به زبان ایتالیایی به پنیرهای نرم و کشدار اطلاق می‌شود که تکنولوژی ساخت و مصرف این نوع پنیرها از ویژگی‌های خاصی برخوردار است. پنیر موزارلا را می‌توان بر حسب موارد زیر طبقه بندی کرد: (۱) نوع شیر مورد استفاده (گاو یا بوفالو)، (۲) مقدار رطوبت یا چربی، (۳) تکنولوژی تولید (بیولوژیکی، شیمیایی یا ترکیبی از هر دو)، (۴) نوع مصرف (به همان شکلی که هست، به عنوان جزئی از غذا یا در تهیه پیتزا)، (۵) نوع بسته بندی و محتوای تشکیل دهنده. مطابق استاندارد ارائه شده از سوی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، میزان چربی در پنیر موزارلای پر چرب باید حداقل ۳۵ درصد ماده خشک باشد [۴].

انواع مهم پنیرهای موزارلا شامل پنیرهای رسیده پروولون، کایسیوکاوال، رومانو<sup>۳</sup> و گرانا<sup>۴</sup> می‌باشد. حذف چربی در پنیر، تاثیر

معکوسی بر ویژگی‌های کیفی آن می‌گذارد. بنابراین، استفاده از یک جانشین چربی می‌تواند اثرات نامطلوب ناشی از حذف چربی را تا حد زیادی جبران کند، در این تحقیق از جانشین چربی بر پایه هیدروکلوئیدها از جمله اینولین و ژلاتین استفاده شده است. این ترکیبات ضمن بهبود ارزش تغذیه‌ای، افزایش بازده نسبت به محصول کم چرب و بدون جانشین چربی، بهترین تاثیر را در حفظ ویژگی‌های کیفی و حسی پنیر دارند [۵].

جایگزین‌های چربی، ترکیباتی هستند که روی ویژگی‌های محصول نظیر طعم، احساس دهانی، بافت، ویسکوزیته و سایر خصوصیات ارگانولپتیک تاثیر می‌گذارند [۶]. هیدروکلوئیدها، ترکیباتی هستند که ایجاد قوام و بافت می‌کنند، باعث افزایش پایداری می‌شوند، به عنوان یک امولسیفایر عمل می‌کنند، تشکیل ژل می‌دهند و احساس دهانی را بهبود می‌بخشند و حالتی مشابه یک ساختار چرب و روغنی برای محصولاتی که چربی آن‌ها کاهش یافته است، ایجاد می‌کنند. در حقیقت هیدروکلوئیدها مقدار کم چربی را به وسیله توانایشان در جذب و باند کردن آب و داشتن ویژگی‌های بافت دهندگی جبران می‌کنند. همچنین به ایجاد ساختار ژله‌ای شبه چربی کمک می‌کنند که این ساختار در طول نگهداری محصولات پایدار باقی می‌ماند و در دهان بصورت مطلوب ذوب می‌شود و آزاد شدن کامل طعم را در طول مصرف ایجاد می‌کند. این ویژگی به طور گسترده‌ای در محصولات لبنی و گوشتی که میزان چربی آن‌ها کاهش یافته است، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۷].

ژلاتین یکی از مهم‌ترین هیدروکلوئیدهای غذایی می‌باشد که قابلیت‌های زیادی از جمله توانایی اتصال به آب، تشکیل ژل، افزایش گرانیروی (ویسکوزیته)، تشکیل لفاف (فیلم) و نقش امولسیون کنندگی دارد. حالت دو خصلتی (آمفوتریک) ژلاتین و همچنین نواحی هیدروفوبیک آن در روی زنجیره پپتیدی، آن را به صورت یک امولسیون کننده و کف کننده قوی درآورده و همچنین ثابت شده است که ژلاتین توانایی تشکیل یک لایه جذب شده قوی، در سطح مشترک برای فرو ریختن حباب‌های هوا دارد [۶].

اینولین، نوعی کربوهیدرات غیرقابل هضم طبیعی و ذخیره‌ای گیاهان است که شامل زنجیره خطی از مولکول‌های D-فروکتوز که توسط پیوند بتا-فروکتوزیل (۴→۱) متصل شده‌اند. همچنین از اعضای یک گروه بزرگ بنام فروکتان‌ها می‌باشد که به صورت گسترده در گیاهان معمولاً ریشه کاسنی و در برخی از باکتری‌ها و

1. Pro vollone
2. Caiciocavallo
3. Romano
4. Grana

استفاده از روغن آفتابگردان و جایگزین نمودن آن با چربی شیر در تولید پنیر سفید منجر به کاهش کلاسترول موجود در پنیر شده و پروفایل اسیدهای چرب آن را بهبود می‌بخشد [۱۷]. Oliveira و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر صمغ گوار را بر ویژگی پنیر ادم سبز کم چرب بررسی کردند. آن‌ها مشاهده کردند که رفتار رئولوژیکی پنیر محتوی صمغ گوار مشابه نمونه شاهد پر چرب بود [۱۸]. در یک بررسی توسط Küçüköner و Haque (۲۰۰۳) مقدار چربی پنیر ادم از ۲۷ به ۱۷ درصد کاهش یافت. پنیر ادم کم چرب بافت نسبتاً سفتی پیدا می‌کند و الاستیسیته پنیر کاهش می‌یابد [۱۹]. Zalazara و همکاران در سال ۲۰۰۲ تاثیر میزان رطوبت و جایگزین‌های چربی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی و حسی پنیر نرم کم چرب را بررسی کردند، نتایج نشان داد که شاخص رسیدن پنیرهای کم چرب حاوی مقلد چربی بالاتر از پنیرهای کم چرب بدون افزودنی بود و رفتار ذوبی مطلوبی داشتند [۲۰].

هدف اصلی پژوهش حاضر کاهش مقدار چربی در پنیر موزارلا است، از اینرو از ترکیب اینولین و ژلاتین به عنوان جایگزین چربی استفاده شد و اثر آن‌ها بر خواص کیفی پنیر موزارلا مورد مطالعه قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه مورد استفاده

در این پژوهش شیر حاوی ۲/۵ درصد چربی (شرکت فرآورده‌های لبنی برازنده آش-ملکان)، مایه منعقد کننده میکروبی شیر (شرکت Turkey, Istanbul, MAYASAN)، تری سدیم سیترات (شرکت COFCO Biochemical (AnHui) Co., Ltd., China)، خامه حاوی ۵۲ درصد چربی (شرکت فرآورده‌های لبنی برازنده، ملکان، آذربایجان شرقی)، اسید سیتریک (تولید شده در کشور چین و بسته بندی شده در ایالات متحده عربی)، نمک تصفیه شده دانه درشت (ساخت تبریز، ایران)، اینولین با نام تجاری TEXFrutafit (Sensus، هلند) و ژلاتین (شرکت آریا مشهد، ایران) استفاده شد.

### ۲-۲- تولید پنیر موزارلا با استفاده از

#### جایگزین‌های چربی

قارچ‌ها و یا سنتز از یک مولکول پایه یعنی ساکارز استخراج می‌شود [۸]. اینولین هیدروکلوئیدی است که به عنوان فیبر رژیمی قابل حل در آب محسوب می‌شود که در بیش از ۲۰۰۰۰ نوع مختلف یافت می‌شود که امروزه بیشتر از ریشه گیاهان کاسنی استخراج می‌شود [۹]. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اینولین که باعث شده است به عنوان جایگزین چربی مطرح شود، قابلیت تشکیل میکروکریستال در زمان انحلال در آب می‌باشد، به طوری که این کریستال در دهان محسوس نبوده ولی در جهت تشکیل بافت خامه‌ای و فراهم نمودن احساس شبه چربی بسیار مهم می‌باشد. به همین دلیل با توجه به این خاصیت اینولین، می‌توان از آن در تولید مواد غذایی کم چرب مثل پنیر و ماست بدون چربی، شکلات، بستنی و غیره استفاده کرد [۱۰، ۱۱، ۱۲]. اینولین یک پلی‌ساکارید ذخیره‌ای طبیعی در گیاهان به شمار می‌آید که شامل زنجیره‌ای خطی از مولکول‌های فروکتوز با اتصالات (۱→۲) با یک مولکول گلوکز در انتهای زنجیره فروکتوز با اتصال (۱→۲) می‌باشد و دارای درجه پلیمریزاسیون متفاوت بین ۲ تا ۶۰ می‌باشد. بیشترین اینولین استخراجی از گیاهی به نام کنگر فرنگی بوده است. اینولین، از ویژگی‌های بسیار فوق العاده‌ای از جمله، خاصیت پری‌بیوتیکی، فیبر رژیمی، بافت دهندگی، جذب کننده مینرال‌ها مانند کلسیم و منیزیم، کاهش کلاسترول خون و به ویژه جایگزینی چربی در محصولات مختلف مانند فرآورده‌های لبنی، کیک، سس مایونز و غیره برخوردار می‌باشد [۱۳ و ۱۴].

در چند سال اخیر محققان زیادی در زمینه تولید محصولات غذایی کم چربی پژوهش کردند. Ghanbari و همکاران (۲۰۱۲) از صمغ گزانتان به منظور بهبود ویژگی‌های بافتی و رئولوژیکی پنیر سفید ایرانی کم چرب استفاده کردند. این محققین براساس یافته‌های خود، استفاده از صمغ گزانتان را به عنوان جانشین مناسب چربی در جهت کاهش میزان انرژی زایی پنیر و به عنوان یک عامل بهبود دهنده ویژگی‌های بافتی پنیر سفید کم چرب ایرانی توصیه کردند [۱۵]. Fathi و همکاران (۱۳۹۲) در تولید پنیر فراسودمند با استفاده از روغن‌های کانولا و زیتون به این نتیجه رسیدند که امکان عملی شدن جایگزینی روغن‌های گیاهی چربی پنیر در پنیر سفید ایرانی برای تولید محصولات لبنی فراسودمند و سالم‌تر از لحاظ تغذیه‌ای است [۱۶]. Taghvaei و همکاران (۱۳۸۵) تولید بررسی پنیر سفید کم کلاسترول با استفاده از روغن آفتابگردان را انجام دادند و نتایج تحقیق نشان داد که

سپس برازش مدل درجه دوم بصورت آنالیز رگرسیون صورت گرفت. ارزیابی مدل براساس شاخص‌های کفایت پردازش و شرایط بهینه با استفاده از روش‌های عددی تعیین شد و سطح خطای نوع اول بکار رفته در این مطالعه برابر  $\alpha = 0/05$  بود. طرح و تحلیل آماری و همچنین رسم نمودارها با نرم افزار Design Expert 7 (Stat-Ease Int. Co., Minneapolis, MN, USA) انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث‌ها

#### ۳-۱- pH و اسیدته

در شکل ۱- A تاثیر نسبت اینولین به ژلاتین و درصد چربی بر میزان pH مورد بررسی قرار گرفته است. براساس این شکل با افزایش نسبت اینولین به ژلاتین و درصد چربی، pH به طور معنی‌دار کاهش یافت. در واقع افزودن اینولین در نمونه و به دنبال آن تشکیل حالت ژلی سبب تاخیر در غیر فعال شدن استارترها هنگام نگهداری و بنابراین کاهش pH می‌شود. که با یافته‌های Akin و همکاران در سال ۲۰۰۷ در بستنی مطابقت می‌کند [۲۶]. همچنین با یافته‌های رضایی و همکاران (۱۳۹۲) در ماست، Rinaldon و همکاران (۲۰۱۱) در ماست، Dave و همکاران (۲۰۱۲) در نمونه پنیر و نیز Arango و همکاران (۲۰۱۳) در نمونه شیر مطابقت دارد [۲۷، ۲۹، ۳۰].

در شکل ۱- B تاثیر نسبت ژلاتین به اینولین و مدت زمان نگهداری بر میزان pH آمده است. با توجه به شکل می‌توان گفت که با افزایش نسبت ژلاتین به اینولین و مدت نگهداری، بدلیل تخمیری که در طول انبارمانی اتفاق افتاده است pH کاهش یافت که با یافته‌های Abdali و همکاران (۱۳۹۳) و AghazadehMesghi و همکاران (۱۳۸۹) در ماست مطابقت دارد [۳۱، ۳۲]. ولی با افزایش مدت زمان نگهداری pH کاهش یافته است که می‌توان گفت زمان تاثیر منفی بر pH داشته است. کاهش pH در طی دوران نگهداری به دلایل مختلفی از جمله تخمیر لاکتوز، هیدرولیز چربی و پروتئین و تولید اسید لاکتیک و اسیدهای چرب می‌باشد. به طوری که تولید همه این اسیدها موجب کاهش pH در پنیر موزارلا می‌گردد [۳۳].

در شکل ۱- C می‌توان تاثیر نسبت درصد چربی و مدت زمان نگهداری بر میزان pH و اسیدیته را بررسی کرد. ملاحظه می‌شود که افزایش مدت زمان نگهداری و افزایش درصد چربی موجب

شیر تا چربی ۲/۵ گرم در ۱۰۰ گرم استاندارد شده سپس در دمای  $72/2^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۷ S پاستوریزه و در دمای  $34/4^{\circ}\text{C}$  نگهداری شد. سپس pH شیر تا رسیدن به ۵/۸ با کمک اسید سیتریک (پیش اسیدی کردن) تعدیل گردید و سپس رنت تلقیح شد. بعد از ۳۰ دقیقه دلمه با چاقو بریده و ۱۵ دقیقه به حال خود گذاشته شد. دلمه و آب پنیر در  $41/1^{\circ}\text{C}$  به مدت ۳۰ دقیقه هم زده شده و آب پنیر خارج شد، بعد از حذف آب پنیر، دلمه آب‌گیری شده و کشش پنیر در آب داغ  $82^{\circ}\text{C}$  انجام گردید. بعد از عملیات کش‌دار شدن دلمه در دیگ پخت عمل آورده شد. در مرحله پخت مواد افزودنی از جمله خامه ۵۲ درصد (با توجه به مقدار درصد چربی استفاده شده در هر تیمار متفاوت بود)، تری سدیم سترات (۲ گرم)، نمک (۲ گرم که مطابق با حد استاندارد معادل یک درصد)، اینولین و ژلاتین (با هم ۴ گرم) اضافه گردید. بعد از اتمام مرحله پخت، پنیر که بصورت خمیر کش آمده است قالب زده شده و در سردخانه  $18^{\circ}\text{C}$  - نگهداری شد [۲۱].

#### ۳-۲- اندازه گیری pH

پنج گرم نمونه پنیر در داخل بشر با ۲۵ میلی لیتر آب مقطر همگن گردید و توسط pH متر که قبلاً با بافر ۴ و ۷ کالیبره شده بود، pH نمونه‌ها اندازه گیری گردید [۲۲].

#### ۳-۳- اندازه گیری اسیدیته

ابتدا ۲۰ گرم از نمونه پنیر به بالن ژوژه ۲۵۰ میلی لیتر منتقل و با آب مقطر به حجم رسانیده، به ۲۵ میلی لیتر از آن سه قطره معرف فنل فتالئین اضافه کرده، با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی کم رنگ تیترا شد [۲۳].

#### ۳-۴- اندازه گیری رطوبت و ماده خشک جامد

رطوبت پنیر به روش خشک کردن در آون معمولی به مدت حداقل ۳ ساعت در دمای  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  انجام گرفت [۲۴].

#### ۳-۵- تعیین نمک

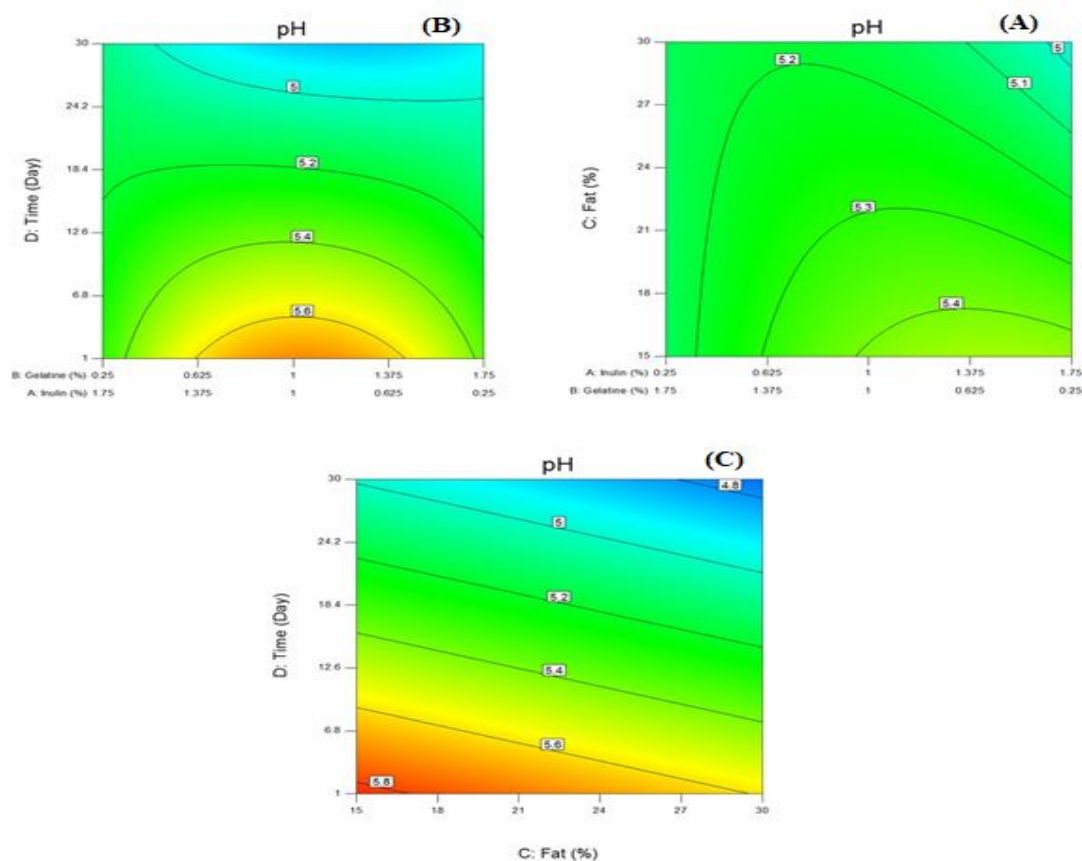
این آزمایش به روش ولهارد انجام شد [۲۵].

#### ۳-۶- تجزیه و تحلیل آماری

در این مطالعه از طرح D-optimal در مرحله جمع‌آوری داده‌ها برای بررسی اثر چهار متغیر مستقل اینولین (۰/۲۵، ۰/۶۲، ۱ و ۱/۱۷۵ درصد)، ژلاتین (۰/۲۵، ۰/۶۲، ۱ و ۱/۱۷۵ درصد)، ۳۰-۱۵ درصد چربی و ۱-۳۰ روز مدت زمان نگهداری استفاده گردید.

همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که pH نهایی پنیر پروسس نقش بسیار مهمی در ساختار نهایی و خصوصیات عملکردی این محصول ایفا می‌کند. این محققین دریافتند که افزودن صمغ گزانتان (در سطح ۰/۰۰۱)، صمغ کنجاک (در سطح ۰/۰۱) و کره (در سطح ۰/۰۵) در تغییر پنیر پروسس مالش پذیر اثر معنی‌داری داشتند. به علاوه، اثر متقابل مقدار کره و گزانتان در تغییرات این نوع پنیر در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. از طرفی افزایش مقادیر کنجاک و گزانتان در مقادیر ثابت کره منجر به کاهش pH محصول شد. به علاوه، در مقادیر ثابتی از صمغ کنجاک، افزایش غلظت صمغ گزانتان بر خلاف کره نیز منجر به روند نسبتاً نزولی در تغییرات pH شد. آن‌ها دریافتند که در نمونه‌های با چربی کاهش یافته افزایش غلظت صمغ گزانتان منجر به افزایش اسیدیته و کاهش pH می‌شود [۳۶].

کاهش pH گردید. کاهش pH در طی دوران نگهداری به دلایل مختلفی از جمله تخمیر لاکتوز، هیدرولیز چربی و پروتئین و تولید اسید لاکتیک و اسیدهای چرب می‌باشد. به طوری که تولید همه این اسیدها موجب کاهش pH در پنیر موزارلا می‌گردد که با نتایج تحقیقات Sameen و همکاران (۲۰۰۹) بر روی پنیر موزارلا مطابقت دارد [۳۳]. ولی با اظهارات Guinee (۲۰۰۷) و Sheehan (۲۰۰۴) که در تحقیقات خود افزایش pH را در مدت زمان نگهداری پنیر موزارلا گزارش کردند در توافق نمی‌باشد. این محققین ذکر کردند که افزایش pH در پنیر می‌تواند به دلیل کاهش نسبت لاکتات-پروتئین باشد که موجب کاهش خواص بافری دلمه پنیر می‌شود، بطوریکه حذف اسید لاکتیک موجب افزایش حلالیت کلسیم و فسفر می‌شود. کلسیم و فسفر عوامل اصلی ایجاد کننده خواص بافری در پنیر بوده و سبب افزایش pH می‌گردد [۳۴،۳۵]. نتایج یافته‌های Mahroogi و



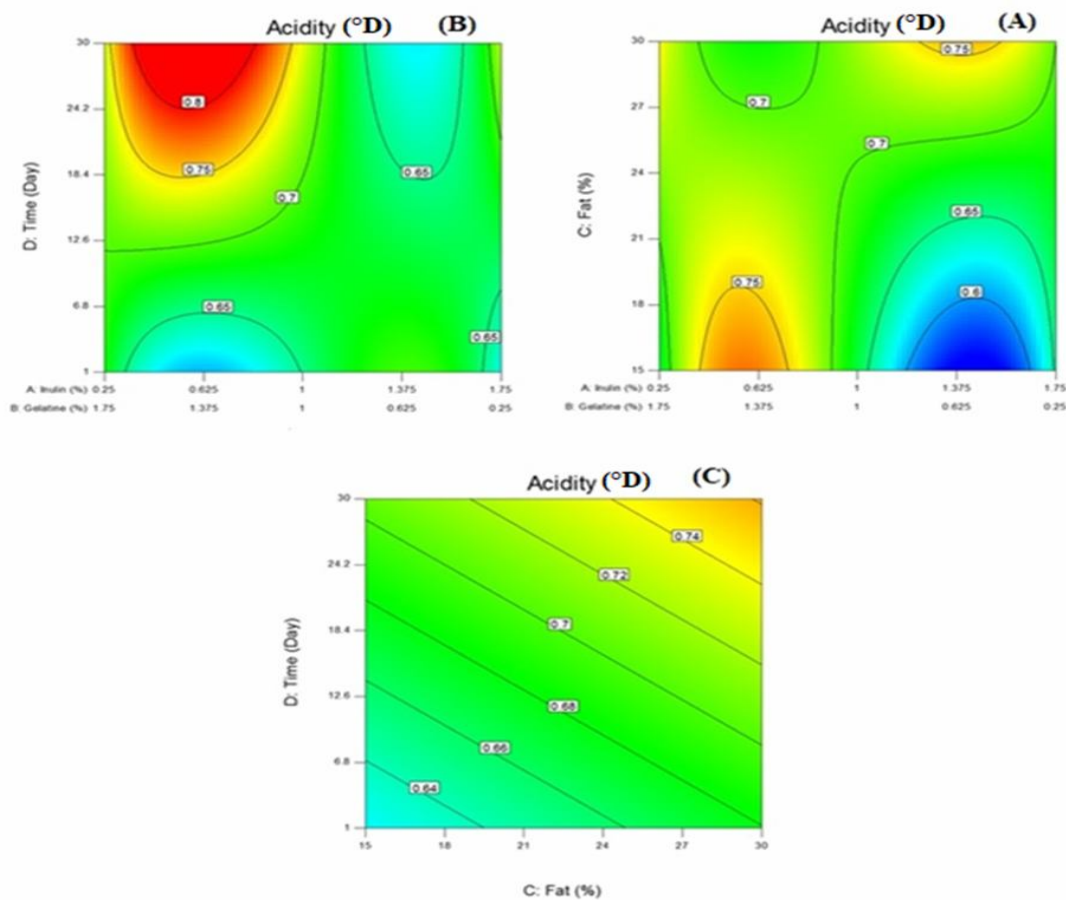
**Fig 1** A: The effect of inulin-gelatin ratios and fat percent on pH, B: The effect of storage time and different ratios of inulin to gelatin on pH, C: The effect of fat percent and storage time on pH

چربی افزایش نسبت اینولین به ژلاتین موجب کاهش اسیدیته شده است و در میزان ۳۰ درصد چربی اسیدیته افزایش یافته

شکل ۲- A تاثیر درصد چربی و نسبت‌های اینولین به ژلاتین را بر اسیدیته نشان می‌دهد. براساس این شکل در میزان ۱۵ درصد

اثرات اینولین بر اسیدیته ماست پروبیوتیک نشان می‌دهد که گذشت زمان و افزایش نسبت اینولین در افزایش اسیدیته تأثیر داشته است [۳۸]. به عبارتی افزودن اینولین باعث تحریک رشد باکتری‌های اسیدوفیلوس La-5 و در نتیجه فعالیت پروتئولیتیک و رها سازی اسیدهای آمینه آزاد سبب افزایش اسیدیته میشود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بین اسیدیته قابل تیتراسیون و اسیدهای آمینه آزاد رابطه مستقیمی وجود دارد [۳۹]. همانطور که اشاره شد به علت افزایش فعالیت پروتئولیتیکی اسیدیته زیاد می‌شود.

است. Mazloomi و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که افزودن اینولین به ماست پروبیوتیک کم چرب به صورت ناچیزی باعث افزایش اسیدیته شده است که با یافته‌های این مطالعه در تطابق می‌باشد [۳۷]. شکل ۲-B میزان تأثیر نسبت اینولین به ژلاتین و مدت زمان نگهداری بر میزان اسیدیته را نشان می‌دهد. در این شکل در روز اول مدت زمان نگهداری با افزایش نسبت اینولین به ژلاتین میزان اسیدیته حفظ شده است. در روز ۱۸ میزان اسیدیته کاهش یافته است. ملاحظه می‌شود که در روز ۳۰ اسیدیته ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد. نتایج Faraji و همکاران در سال ۱۳۹۱ بر روی



**Fig 2** A: The effect of inulin-gelatin ratios and fat percent on acidity , B:The effect of storage time and different ratios of inulin to gelatin on acidity, C: The effect of fat percent and storage time on acidity

نتایج بدست آمده در این تحقیق، Akin و همکاران در سال ۲۰۰۷ گزارش کردند که با افزایش اینولین در بستنی، اسیدیته بطور معنی‌داری افزایش یافته است. افزودن اینولین در نمونه و به دنبال آن تشکیل حالت ژلی سبب تاخیر در غیر فعال شدن

یافته‌های Toloui و همکاران در سال ۱۳۸۹ بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سس مایونز کم چرب حاوی اینولین نشان می‌دهد که افزایش نسبت اینولین باعث کاهش اسیدیته سس مایونز می‌شود که با نتایج این مطالعه مغایرت دارد [۴۰]. در موافقت با

Pappa (۲۰۰۵)، مبنی بر کاهش میزان رطوبت پنیر موزارلا طی دوره نگهداری، در توافق می‌باشد. آن‌ها بیان کردند طی بیست روز اول دوره رسیدن، رطوبت با سرعت زیادی کاهش یافت که علت آن را کاهش هیدروژن موجود در کازئین در این دوره زمانی ذکر کردند [۴۴]. Guinee (۲۰۰۷) و Rudan (۱۹۹۹) در طی مطالعات خود، افزایش رطوبت را در پنیر موزارلا در طی دوره نگهداری خاطر نشان کردند و علت آن را کاهش چربی دانستند، بطوریکه کاهش چربی باعث افزایش نسبت پروتئین-چربی می‌شود و این امر باعث افزایش محتوای رطوبتی در پنیر می‌گردد [۳۸ و ۴۵].

شکل ۳-D نشان دهنده تاثیر نسبت‌های متفاوت اینولین به ژلاتین بر میزان درصد رطوبت است. با توجه به شکل کمترین میزان رطوبت در نسبت‌های ۰/۲۵ به ۱/۷۵ درصد از اینولین به ژلاتین و بیشترین میزان درصد رطوبت در نسبت‌های ۱/۷۵ به ۰/۲۵ از اینولین به ژلاتین مشاهده می‌شود. افزایش رطوبت بدلیل تشکیل شبکه ژلی و افزایش توانایی نگهداری آب در پنیر حاوی اینولین بود که با نتایج Karimi و همکاران (۲۰۱۵) در پنیر Karish و Lucey و همکاران (۲۰۰۳) در پنیر همخوانی دارد [۴۶ و ۴۷].

شکل ۴-A تاثیر نسبت اینولین به ژلاتین و درصد چربی را بر میزان درصد ماده خشک نشان می‌دهد. در میزان ۱۵ درصد چربی با افزایش نسبت اینولین به ژلاتین میزان درصد ماده خشک افزایش می‌یابد. که این افزایش باعث افزایش راندمان پنیر سازی می‌شود که در تطابق با یافته‌های Madadlou و همکاران (۲۰۰۶) است [۴۸]. این نتیجه با توجه به ساختار شیمیایی و خاصیت آبدوستی اینولین که منجر به جذب آب در بستنی و افزایش ماده خشک می‌گردد قابل قبول است [۴۹]. در شکل با افزایش درصد چربی میزان درصد ماده خشک ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد. در شکل ۴-B تاثیر نسبت اینولین به ژلاتین و مدت نگهداری بر میزان درصد ماده خشک مورد بررسی قرار گرفته است. در این شکل با افزایش مدت نگهداری میزان ماده خشک کاهش در حالیکه با افزایش نسبت اینولین به ژلاتین میزان درصد ماده خشک حفظ شده است.

این نتایج با یافته‌های Mallatou و Pappa (۲۰۰۵)، مبنی بر کاهش میزان رطوبت پنیر موزارلا و افزایش ماده خشک طی دوره نگهداری، در توافق می‌باشد [۴۴].

استارترها هنگام نگهداری در یخچال و بنابراین افزایش اسیدیته می‌شود [۲۶].

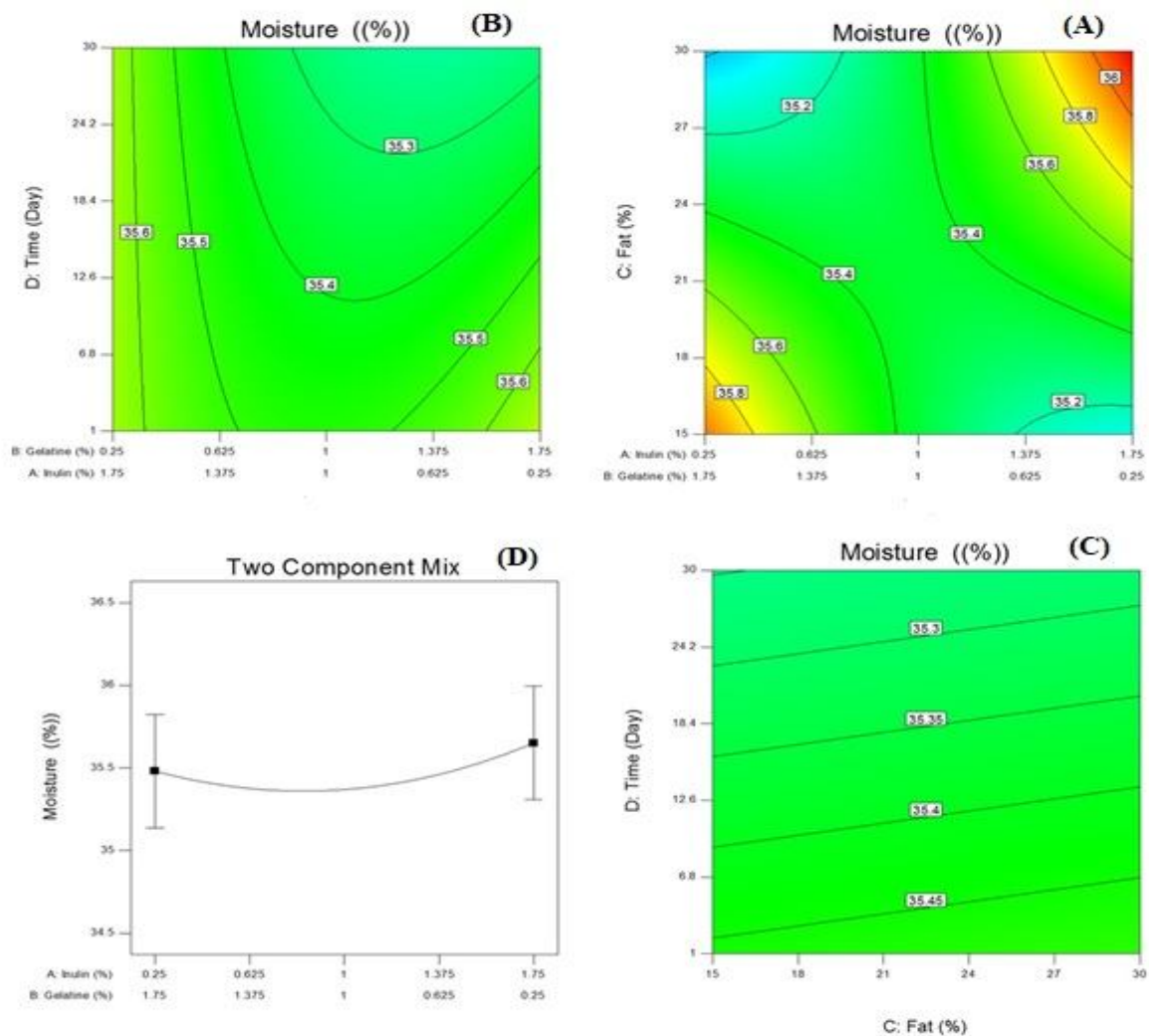
شکل ۲-C نشان دهنده تاثیر نسبت درصد چربی و مدت زمان نگهداری بر میزان اسیدیته است. همانطور که ملاحظه می‌کنید با افزایش مدت زمان نگهداری و افزایش درصد چربی اسیدیته افزایش یافته است.

### ۲-۳- رطوبت و ماده خشک

شکل ۳-A تاثیر نسبت‌های اینولین به ژلاتین و درصد چربی را بر میزان رطوبت نشان می‌دهد. در میزان ۱۵ درصد چربی با افزایش نسبت اینولین به ژلاتین میزان درصد رطوبت کاهش یافت. در میزان ۳۰ درصد چربی رطوبت ابتدا افزایش سپس کاهش یافته است. همچنین با افزایش درصد چربی مقدار رطوبت کاهش یافت. یافته‌های حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که در نمونه‌های حاوی اینولین بالا به دلیل خاصیت آب دوستی که اینولین دارد، باعث جذب آب بیشتر می‌شود، بنابراین سینزیز در پنیر کاهش می‌یابد و بافت تا حدودی بهبود می‌یابد که با نتایج و یافته‌های Sołowiej و همکاران (۲۰۱۵) در پنیر فرآوری شده Meyer، و همکاران (۲۰۱۲) در محصولات لبنی مطابقت دارد [۴۱ و ۴۲]. Kavas و همکاران (۲۰۰۴) به بررسی اثر برخی از جایگزین‌های چربی بر روی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و حسی پنیر کم چرب آب نمکی که به طور سنتی تهیه شده بودند پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که وقتی چربی شیری که برای تهیه پنیر مورد استفاده قرار می‌گیرد افزایش یابد میزان چربی در ماده جامد کل به طور معنی‌داری افزایش یافته اما میزان رطوبت و نیتروژن کل به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد [۴۳].

شکل ۳-B تاثیر نسبت‌های ژلاتین به اینولین و مدت زمان نگهداری بر میزان رطوبت را نشان داده است. همانطور که مشاهده می‌کنید در روز اول مدت نگهداری با افزایش نسبت ژلاتین به اینولین مقدار رطوبت ابتدا کاهش سپس افزایش یافته است ولی در روز ۳۰ مدت نگهداری درصد رطوبت کاهش یافته است.

شکل ۳-C تاثیر نسبت درصد چربی و مدت زمان نگهداری بر میزان درصد رطوبت نشان داده شده است. براساس این شکل با افزایش مدت زمان نگهداری میزان درصد رطوبت به طور غیرمعنی‌دار کاهش یافته است. این نتایج با یافته‌های Mallatou و



**Fig 3** A: The effect of inulin-gelatin ratios and fat percent on moisture content, B: The effect of storage time and different ratios of inulin to gelatin on moisture content, C: The effect of fat percent and storage time on moisture content, D: The effect of different ratios of inulin to gelatin on moisture content

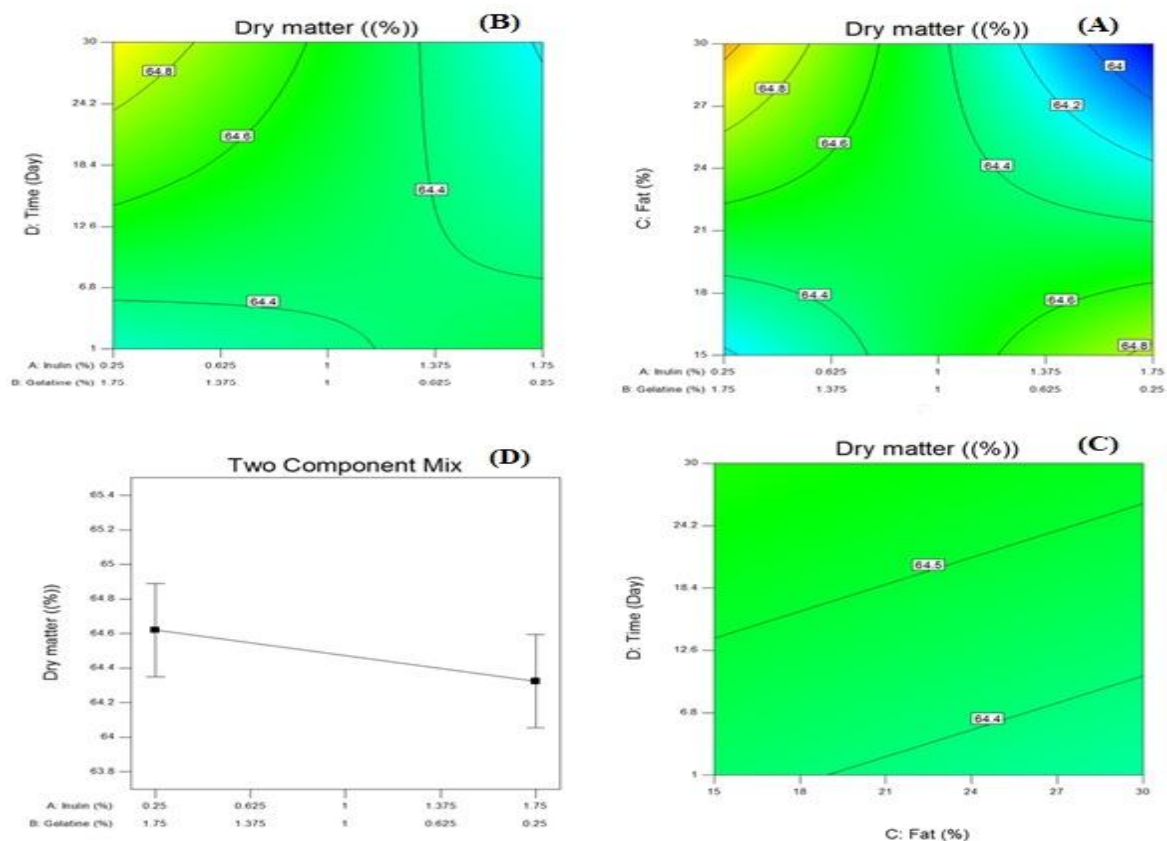
نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ماده خشک در ماه اول به پنجم افزایش یافته است و با این نتایج مطابقت دارد [50]. در شکل 4-D تاثیر نسبت اینولین به ژلاتین بر میزان درصد ماده خشک نشان داده شده است. بیشترین میزان درصد ماده خشک متعلق به نسبت‌های 0/25 به 1/75 درصد اینولین به ژلاتین و کمترین میزان درصد ماده خشک متعلق به نسبت‌های 1/75 به 0/25 درصد اینولین به ژلاتین است. نتایج پژوهش‌های Grett و Cole (1980) نشان می‌دهد که به دنبال کاهش رطوبت

شکل 4-C نشان دهنده تاثیر درصد چربی و مدت نگهداری بر میزان درصد رطوبت است. با توجه به شکل می‌توان گفت که افزایش مدت نگهداری موجب افزایش ماده خشک گردیده است. همانطور که شکل نشان می‌دهد با افزایش درصد چربی میزان درصد ماده خشک کاهش می‌یابد. Aminifar و Imam Jome (1392) به بررسی تغییرات اسیدهای چرب موجود در پنیر لیقوان و نیز ترکیب شیمیایی آن در طی پنج ماه رسیدن پرداخته است که



می‌یابد [۵۱].

که در اثر افزایش نمک در بافت پنیر است، ماده جامد کل افزایش



**Fig 4 A:** The effects of inulin-gelatin and fat percentage ratios on dry matter content, **B:** The effects of storage time and different ratios of inulin to gelatin on dry matter content, **C:** The effects of fat percentage and storage time on dry matter content, **D:** The effect of different ratios of inulin to gelatin on dry matter content

ژلاتین به اینولین میزان درصد نمک کاهش می‌یابد. در روز ۳۰ مقدار درصد نمک افزایش یافته است.

شکل ۵-C تاثیر نسبت درصد چربی و مدت زمان نگهداری بر میزان درصد نمک را نشان می‌دهد. شکل حاکی از آن است که اثر مدت نگهداری و درصد چربی بر میزان درصد نمک چشمگیر نیست.

شکل ۵-D تاثیر نسبت‌های اینولین به ژلاتین بر میزان درصد نمک را نشان می‌دهد. براساس این شکل کمترین میزان درصد نمک در نسبت‌های ۱/۷۵ به ۰/۲۵ اینولین به ژلاتین مشاهده می‌شود. ولی همانطور که مشاهده می‌کنید بیشترین میزان درصد نمک هنگامی است که نسبت اینولین به ژلاتین در کمترین مقدار (مقدار کم اینولین) می‌باشد. این مطلب با نتایج یافته‌های

### ۳-۴- نمک

در شکل ۵-A می‌توان تاثیر نسبت‌های اینولین به ژلاتین و درصد چربی را بر میزان نمک بررسی کرد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش درصد چربی میزان درصد نمک به صورت غیر معنی‌دار کاهش یافته است. ولی در مورد تاثیر نسبت باید گفت که در مقدار ۱۵ درصد چربی افزایش نسبت اینولین به ژلاتین موجب افزایش درصد نمک می‌شود ولی در میزان ۳۰ درصد چربی درصد نمک کاهش می‌یابد.

شکل ۵-B تاثیر نسبت‌های ژلاتین به اینولین و مدت نگهداری بر میزان درصد نمک را مورد بررسی قرار داده است. در این شکل در روزهای بین یکم و ششم مدت نگهداری، با افزایش نسبت

بستگی دارد [۵۳]. Jian-qiang و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که افزودن نمک روی قابلیت ذوب، سختی و الاستیسیته پنیر موزارلا اثر چشمگیری داشته اما اثر معنی‌داری روی چسبندگی پنیر نداشته است [۵۴]

Alizadeh و همکاران (۲۰۰۶) در مورد اینکه افزودن اینولین با توجه به نقشی که در افزایش رطوبت پنیر دارد و مقداری از شوری پنیر را می‌کاهد مطابقت دارد [۵۲] غلظت نمک در پنیر به مقدار اولیه افزوده شده به پنیر نرم، نوع نمک، دمای پنیر و pH

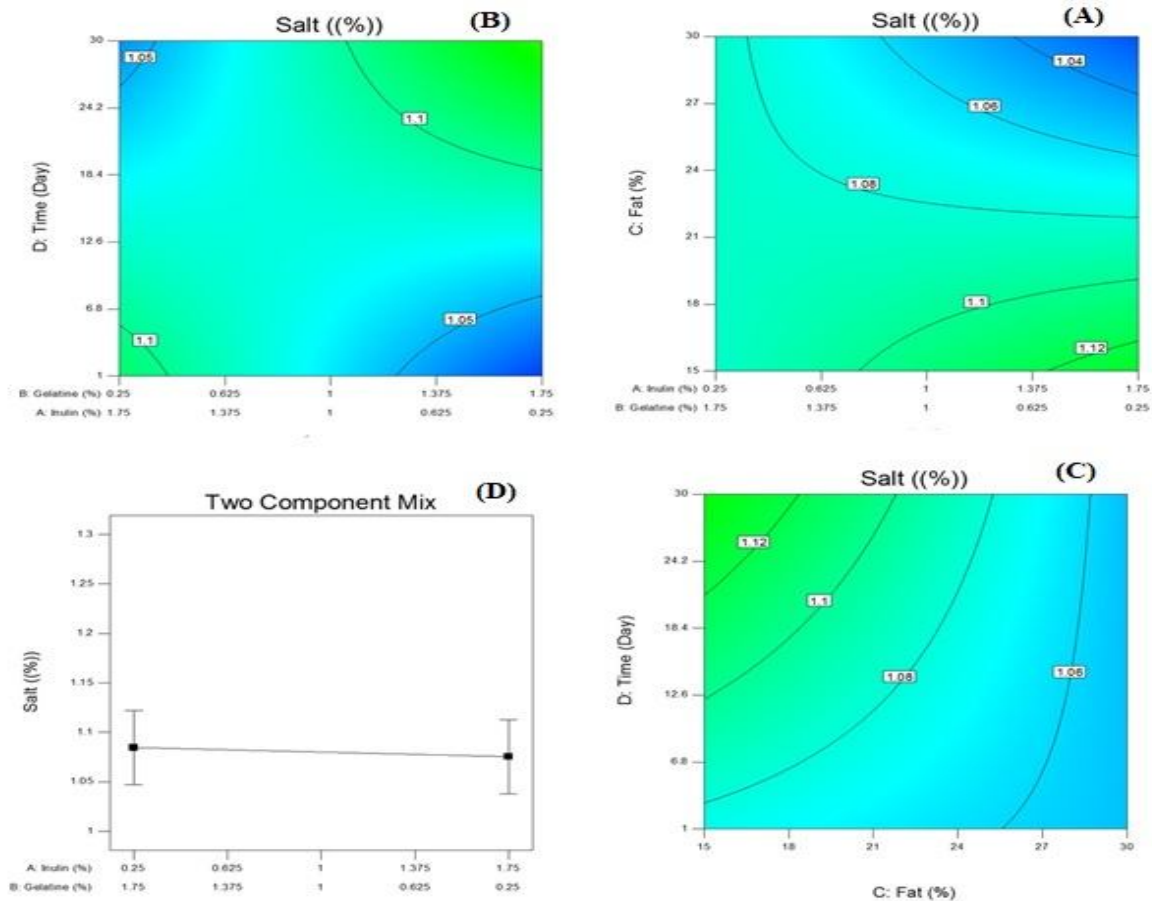


Fig 5 A: The effect of inulin- gelatin ratios and fat percent on salt, B: The effect of gelatin- inulin ratios and shelf life on salt C: Effect of fat percent and storage time on salt, D: The effect of inulin-gelatin ratios on salt

های لبنی کم چرب استفاده نمود. اینولین و ژلاتین توانست ویژگی‌های کیفی پنیر موزارلا را بهبود داده و اثرات نامطلوب ناشی از کاهش چربی را در بافت پنیر موزارلا جبران کند بدون اینکه تاثیر نامطلوبی بر روی سایر ویژگی‌های موزارلا داشته باشد.

#### ۴- نتیجه گیری

طبق استاندارد ایران افزودن هرگونه ماده افزودنی به فرآورده های لبنی ممنوع است اما این کار در بسیاری از کشورها بدون اینکه مشکل خاصی ایجاد نماید در حال انجام است. به علاوه تقاضا برای مصرف فرآورده های لبنی کم چرب و بدون چربی به دلیل داشتن انرژی کم تر و خواص سلامت بخش بیشتر افزایش یافته است. لذا با توجه به این نکات می‌توان از مواد هیدروکلوئیدی همچون اینولین و ژلاتین برای ایجاد خواص مطلوب در فرآورده

#### ۵- منابع

[1] Liu, H., Xu, X. M., &Guo, S. D. (2007). Rheological, texture and sensory properties of

- rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *Journal of Food Engineering*, 75(3), 388-395.
- [12] O'Brien, C. M., Mueller, A., Scannell, A. G. M., & Arendt, E. K. (2003). Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. *Journal of Food Engineering*, 56(2-3), 265-267.
- [13] Aryana, K. J., Plauche, S., Rao, R. M., McGrew, P., & Shah, N. P. (2007). Fat free plain yogurt manufactured with inulins of various chain lengths and *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Food Science*, 72(3), M79-M84.
- [14] Spiegel, J. E., Rose, R., Karabell, P., Frankos, V. H., & Schmitt, D. F. (1994). Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. *Food Technology*.
- [15] Ghanbari, S. E., Khosroshahi, A. A., Mortazavi, A., & Tavakolipour, H. (2012). effect of xanthan gum on textural and rheological properties of Iranian low-fat white cheese *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 8(33):35-45.
- [16] Fathi, B., Hesari, J., Azadmardamirchi, S., Peyghambari, H., & Esmaili, M. (1392). Fresh cheese production using olive and canola oil. *Iranian Journal of Nutrition and Food Technology*. 1:81-92
- [17] Taghvaie, Z., Taslimi, A. & Mazloumi, M. T. (1385). Study of the Low Cholesterol White Cheese Production with Sunflower Oil. *Journal of Food Science and Technology of Iran*. 1:1-11
- [18] Oliveira, N. M., Dourado, F. Q., Peres, A. M., Silva, M. V., Maia, J. M., & Teixeira, J. A. (2011). Effect of Guar gum on the physicochemical, thermal, rheological and textural properties of green Edam cheese. *Food and Bioprocess Technology*, 4(8), 1414-1421.
- [19] Küçüköner, E., & Haque, Z. U. (2003). Physico-chemical and rheological properties of full fat and low fat Edam cheeses. *European Food Research and Technology*, 217(4), 281-286.
- [20] Zalazar, C. A., Zalazar, C. S., Bernal, S., Bertola, N., Bevilacqua, A., & Zartzy, N. (2002). Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT-Food Science and Technology*. 40(6):946-954.
- [2] Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006).  $\beta$ -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*. 20(1):68-78.
- [3] Drake, M. A., Truong, V. D., & Daubert, C. R. (1999). Rheological and sensory properties of reduced fat processed cheeses containing lecithin. *Journal of Food Science*. 64(4):744-747.
- [4] Jahani, T. & Azar, M. (2006). Effect of fat reduction and the use of fat substitute based on whey protein concentrate on the rheological properties of low-fat mozzarella cheese. *Iranian Journal of Nutrition and Food Technology*, 1 (2):55-61. (In parsian)
- [5] McMahon, D. J., Alleyne, M. C., Fife, R. L., & Oberg, C. J. (1996). Use of fat replacers in low fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*. 79(11):1911-1921.
- [6] Cheng, L. H., Lim, B. L., Chow, K. H., Chong, S. M., & Chang, Y. C. (2008). Using fish gelatin and pectin to make a low-fat spread. *Food Hydrocolloids*, 22(8), 1637-1640.
- [7] Farhanaki, A., Safari, Z., Ahmadi Gorji, F., & Mesbahi, Gh. (2010). Application of gelatin as fat substitute hydrocolloid in the production of low-fat cream. *Quarterly Journal of Food Science & Technology*. 8(31): 45-52. (In Parsian)
- [8] Tungland, B. C., & Meyer, D. (2002). Nondigestible oligo- and polysaccharides (Dietary Fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 1(3), 90-109.
- [9] Özer, D., Akin, S., & Özer, B. (2005). Effect of Inulin and Lactulose on Survival of *Lactobacillus Acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium Bifidum* BB-02 in *Acidophilus-Bifidus* Yoghurt. *Food Science and Technology International*, 11(1), 19-24.
- [10] Golob, T., Micovic, E., Bertoneclj, J., & Jamnik, M. (2004). Sensory acceptability of chocolate with inulin. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83(2), 221-31.
- [11] Hennelly, P. J., Dunne, P. G., O'sullivan, M., & O'riordan, E. D. (2006). Textural,

- milk coagulation, and syneresis of milk gels. *Journal of Dairy Science*, 96(4), 1984-1996.
- [31] Abdali, S. & MotamedZadegan, A. S. (1393). The effect of substituting a portion of dry matter with gelatin on the functional properties of non-fat cashed yogurt. *Iranian Journal of Nutrition and Food Technology*. 2: 221-229. (In persian)
- [32] AghazadehMesghi, M., Mohammadi, Kh., Toutouchi, S. And Farahaniyan, Z. (1389). Production of Nonfat Set yogurt using corn starch and gelatin. *Food Science and Nutrition*. 7(3): 66-73. (In persian)
- [33] Sameen, A., Anjum, F. M., Huma, N., & Nawaz, H. (2008). Quality evaluation of mozzarella cheese from different milk sources. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(6), 753-756.
- [34] Guinee, T. P., Mulholland, E. O., Kelly, J., & Callaghan, D. J. O. (2007). Effect of protein-to-fat ratio of milk on the composition, manufacturing efficiency, and yield of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 110-123.
- [35] Sheehan, J. J., & Guinee, T. P. (2004). Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reduced-fat Mozzarella cheese. *International Dairy Journal*, 14(2), 161-172.
- [36] Mahroogi, M., GhodsRoohi, M. & Rashidi, H. (1395). Investigation of the Effect of Adding Konjac and Xanthan Hydrochloids on Chemophilic Characteristics of Cheese Processes. (4):369-382. (In persian)
- [37] Mazloomi, S. M., Shekarforoush, S. S., Ebrahimnejad, H., & Sajedianfard, J. (2011). Effect of adding inulin on microbial and physicochemical properties of low fat probiotic yogurt. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 12(2), 93-98.
- [38] Faraji, N., AlizadehKhaledabadi, M., KhosroshahiEslami, A. And Faraji, S., (1391). Optimization of Low Fat Probiotic Yogurt Production Using Combined Design. 2(8): 121 - 136. (In persian)
- [39] Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., & Perez-Alvarez, J. A. (2008). Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiology*, 25(1), 13-21.
- cheeses. *International Dairy Journal*, 12(1), 45-50.
- [21] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Milk and its products - Mozzarella cheese. Iranian National Standard, No. 4658, First Appeal, Second Edition. (In Persian)
- [22] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of the Fat content of cheese and melted cheeses. Iranian National Standard No. 760, First Revision, Second Edition. (In Persian)
- [23] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of pH and acidity of cheesecloth. National Iranian Standard, No. 2852, First Appeal, Second Edition. (In Persian)
- [24] Institute for Standardization and Industrial Research of Iran, Determination of moisture and dry matter of Mozzarella cheese. National Iranian Standard, No. 1753, First Appeal, Second Edition. (In Persian)
- [25] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of the percentage of Mozzarella cheese salt. National Iranian Standard No. 26, 1809, 709, First Appeal, Second Edition. (In Persian)
- [26] Akın, M. B., Akın, M. S., & Kırmacı, Z. (2007). Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food chemistry*, 104(1), 93-99.
- [27] Rezaei, R., Khomeiri, M., Alaami, M. & KashaniNejad, M., (1392). Investigation of the effect of inulin on physicochemical, rheological, sensory and probiotic survival in frozen yogurt. *Journal of Food Science and Technology*. 41(10): 81-90. (In Persian)
- [28] Rinaldoni, A. N., Campderrós, M. E., & Padilla, A. P. (2012). Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultrafiltered soy milk concentrate added with inulin. *LWT-Food Science and Technology*, 45(2), 142-147.
- [29] Dave, J., (2012). Rheological properties processed cheese spread made with inulin as a fat replacer. University of Wisconsin-stout. 1-53.
- [30] Arango, O., Trujillo, A. J., & Castillo, M. (2013). Influence of fat replacement by inulin on rheological properties, kinetics of rennet

- [47] Lucey, J. A., Johnson, M. E., & Horne, D. S. (2003). Invited review: perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86(9), 2725-2743.
- [48] Madadlou, A., Khosroshahi, A., Mousavi, SM. & Djome, ZE. (2006). Microstructure and rheological properties of Iranian white cheese coagulated at various temperatures. *Journal of Dairy Science*. 89(7):2359-64.
- [49] Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A. & Costell, E. 2011. Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids*. 25(8):1881-90.
- [50] Aminifar, M., & Emam-Djomeh, Z. (2014). Changes of Texture, Microstructure and Free Fatty Acid. Contents of Lighvan Cheese Traditional Raw Sheep Cheese- During the Accelerated Ripening. *Journal of Agricultural Science Technology*. 16:113-123.
- [51] Cole, HH. & Garret, WN. (1980). *Animal agriculture; the biology, husbandry, & use of domestic animals*.
- [52] Alizadeh, M., Hamed, M & Khosroshahi, A. 2006. Modeling of proteolysis and lipolysis in Iranian white brine cheese. *Food Chemistry*. 97(2):294-301.
- [53] Pavia, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., & Ferragut, V. (2000). Ripening control of salt-reduced Manchego-type cheese obtained by brine vacuum-impregnation. *Food Chemistry*, 70(2), 155-162.
- [54] Jian-qiang, Z., Hao, L., Chun, B., Rong-an, C., & Li-ping, Z. (2014). Effect of sodium chloride on meltability of mozzarella cheese. *Journal of Northeast Agricultural University (English Edition)*, 21(3), 68-75.
- [40] Toloui, A., Mortazavi, S. AS, AHLAMI, M. And Sadiqi Mahounk, AS., (2011). Physicochemical, texture and sensory properties of low-fat Mayonnaise sativa containing inulin and pectin. *Journal of Food Technology Science*. 1(3):35-42.
- [41] Sołowiej, B., Glibowski, P., Muszyński, S., Wydrych, J., Gawron, A., & Jeliński, T. (2015). The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. *Food Hydrocolloids*, 44, 1-11.
- [42] Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A., & Costell, E. (2011). Inulin as texture modifier in dairy products. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1881-1890.
- [43] Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., & Uysal, H. (2004). Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food Chemistry*, 88(3), 381-388.
- [44] Mallatou, H., & Pappa, E. C. (2005). Comparison of the characteristics of teleme cheese made from ewe's, goat's and cow's milk or a mixture of ewe's and goat's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3), 158-163.
- [45] Rudan, M. A., Barbano, D. M., Yun, J. J., & Kindstedt, P. S. (1999). Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 82(4), 661-672.
- [46] Karimi, R., Azizi, M. H., Ghasemlou, M., & Vaziri, M. (2015). Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. *Carbohydrate Polymers*, 119, 85-100.

## Investigating the combined effect of inulin and gelatin on the qualitative properties of Mozzarella cheese using a combined experimental design

AbbasiAsl, S. <sup>1</sup>, Amiri, S. <sup>2</sup>, Rezazadeh Bari, M. <sup>3\*</sup>

1. M.Sc. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Saba College of Higher Education Urmia, Iran.
2. PhD student of Food Biotechnology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Iran.
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University. Urmia, Iran.

(Received: 2018/04/03 Accepted:2019/03/12)

Mozzarella is one of the most important cheeses in the *Pasta filata* group which contains 18 to 30% fat. Due to the increasing use of Mozzarella cheese, it is necessary to improve its qualitative characteristics. The aim of this study was to investigate the combined effect of inulin and gelatin and its effect on the qualitative properties of Mozzarella cheese. In this study, the effect of four independent variables of inulin, gelatin in different ratios (0.25, 0.62, 1, 1.75%), fat 15 - 30%, and the duration of storage for 1 to 30 days at a temperature of -18 °C. The results showed that the combination of inulin and gelatin could improve the quality of Mozzarella cheese. Based on the results, an increase in the ratio of inulin to gelatin in increasing the moisture content and reducing pH, the effect of storage time on moisture reduction and pH were significant ( $p < 0.05$ ). However, the effect of the ratio of inulin to gelatin, fat percentage and shelf life on the amount of salt was unnecessary ( $p > 0.05$ ). The results of this study indicate that the combined effect of inulin and gelatin in the ratio of 1.75%, due to the development of an expandable tissue, is a relatively smooth appearance of the fatty, proper taste and oral sensation to improve the qualitative characteristics of Mozzarella cheese.

**Key Words:** Mozzarella cheese, Inulin, Gelatin, Combined experimental design

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: m.rezazadehbari@urmia.ac.ir