



## استخراج پروتئین از سبوس برنج رقم طارم و استفاده آن در تولید کیک بدون گلوتن

مینا ترکمانی میانجی<sup>۱</sup>، دکتر مانیا صالحی فر<sup>۲\*</sup>، دکتر وجیهه فدایی نوغانی<sup>۳</sup>

۱-کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲-دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳-دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
<b>تاریخ های مقاله :</b> تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۶	سلیاک رایج ترین بیماری است که در اثر مصرف گلوتن بروز می کند. پروتئین گلوتن، مهم ترین ترکیب در ایجاد بافت و در برگیرنده اجزای فرمولاسیون محصولات صنایع پخت می باشد. این پروتئین در افراد مبتلا به بیماری سلیاک ایجاد حساسیت می کند و تنها راه درمان این بیماری استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام طول عمر فرد است. بنابراین استفاده از جایگزین های مناسب گلوتن در تهیه این دسته از محصولات امری ضروری است. از این رو هدف انجام این تحقیق بررسی تاثیر کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در مقادیر ۱/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵، ۳ درصد به عنوان جایگزین گلوتن بر کیک اسفنجی می باشد. براساس نتایج بدست آمده، مشخص گردید که ویسکوزیته خمیر محصول نسبت به نمونه شاهد افزایش پیدا کرده است و افزودن پروتئین سبوس برنج تاثیر معنی داری بر میزان ویسکوزیته خمیر کیک اسفنجی دارد. همچنین اثر افزودن پروتئین با مقادیر ذکر شده باعث افزایش معنی داری در مقدار رطوبت و حجم مخصوص کیک شد. در نتایج حاصل از آنالیز سفتی بافت نمونه ها، اختلاف معنی داری در مقایسه با نمونه شاهد وجود دارد و سفتی بافت تمامی نمونه ها طی دوره نگهداری افزایش یافت. براساس نتایج آزمون حسی، بالاترین امتیاز به نمونه حاوی ۲/۲۵ درصد پروتئین سبوس برنج تعلق گرفت و تیمار منتخب، تیمار T3 است.
<b>کلمات کلیدی:</b> استخراج پروتئین، سبوس برنج، کیک اسفنجی، بدون گلوتن.	
<b>DOI: 10.52547/fsct.19.124.91</b> <b>DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.16.3</b>	
* مسئول مکاتبات: Salehifarmania@yahoo.com	

## ۱- مقدمه

بیماری سلپاک در اثر پاسخ ایمنی نامناسب به یک پروتئین خاص (گلوتن) درگندم، جو، چاودار و احتمالاً جو دو سر بوجود می‌آید. این بیماری، به عنوان روده حساس به گلوتن نامیده می‌شود. هنگامی که افراد مبتلا به بیماری سلپاک محصولات حاوی گلوتن مصرف نمایند، سیستم ایمنی بدن بر علیه این پروتئین تولید آنتی بادی می‌نماید، که باعث آسیب به پرزهای کوچک در روده کوچک می‌گردد که با علائمی نظیر سوء هاضمه شدید، کاهش وزن یا چاق شدن، اسهال، کم خونی، خستگی، ادرار کم رنگ و شدید، نفخ شکم و بیماری استخوانی همراه است [۱]. تنها راه درمان آن استفاده از یک رژیم غذایی بدون گلوتن است. بنابراین توجه به تولید مواد غذایی بدون گلوتن با کیفیت مورد پذیرش برای این بیماران، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کیک به عنوان یکی از تولیدهای صنایع آرد دارای تنوع بالایی بوده و در بین افراد جامعه به خصوص کودکان و نوجوانان طرفدار زیادی دارد. با این حال با توجه به اینکه گلوتن جز ضروری ساختار نان است، عمده ترین مشکل تکنولوژیکی، حذف گلوتن و جایگزینی دیگر ترکیبات می‌باشد [۲،۳]. با اضافه کردن پروتئین سبوس برنج در فرمولاسیون کیک اسفنجی درصد پروتئین کیک اسفنجی مذکور نیز افزایش یافته و از این رو غنی‌سازی آن‌ها با مواد پروتئینی بسیار حائز اهمیت است. به طور معمول در تولید محصولات بدون گلوتن از پروتئین‌ها به منظور افزایش ارزش تغذیه ای و خواص بهبود دهندگی استفاده می‌گردد. استفاده از اجزای پروتئینی سبوس برنج سبب ایجاد ارزش افزوده می‌شود. عمدتاً سبوس در کارخانجات آسیاب برنج یا دور ریخته و یا به مقدار کمی به عنوان خوراک حیوانات استفاده می‌شود. همچنین کیفیت پروتئینی سبوس برنج بالاتر از گندم و ذرت می‌باشد و نرخ پروتئینی سبوس برنج قابل مقایسه با کازئین شیر می‌باشد و خاصیت آنتی اکسیدانی بالاتری نیز دارد که به عنوان یک منبع ارزان قیمت ضد آلرژی مبتنی بر پایه گیاهی با کیفیت بالای پروتئین قابل جایگزینی می‌باشد. پروتئین سبوس برنج دارای خواص امولسیفایری مناسبی می‌باشد که می‌تواند به عنوان یک امولسیفایر در آماده سازی مواد غذایی استفاده می‌گردد [۴]. کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ظرفیت

جذب آب مناسبی دارد و می‌تواند در فرآورده‌های غذایی نیازمند به حفظ آب زیاد استفاده شود. برای استفاده بهتر از پروتئین سبوس برنج، توسعه روش های موثر جداسازی و تولید کنسانتره پروتئین آن مطلوب به نظر می‌رسد. با استفاده از سود نرمال و در شرایط قلیایی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج استخراج می‌شود [۵]. از آن‌جا که محصولات صنایع پخت در سبد غذایی افراد جامعه حتی بیماران سلپاک جابجاء ویژه ای دارد، لذا استفاده از آردهای بدون گلوتن نظیر نشاسته ی (ذرت، سیب زمینی و برنج)، ارزن، کاساوا، ذرت، سورگوم در این دسته از محصولات امری اجتناب ناپذیر است. آرد برنج به عنوان یک آرد بدون گلوتن، با طعم خوب و ملایم، رنگ سفید، هضم پذیری ساده کربوهیدرات و خصوصیات غیرحساسیت زایی یکی از مناسب ترین آردهای غله ای در تولید محصولات بدون گلوتن می‌باشد [۶]. با توجه به نیاز روزمره بشر به نیاز روزمره بشر به پروتئین‌های مختلف و کمبود منابع تولید آن چه گیاهی چه حیوانی و هزینه بالای لازم برای تهیه آن توجه ویژه‌ای برای کشف منابع پروتئینی جدید ناشی از محصولات جانبی حاصل از فرآوری سایر فرآورده‌های غذایی احساس می‌شود [۷].

فونگ تایی و همکاران (۲۰۱۶)، به مقایسه کنسانتره سبوس برنج و آلبومین تخم مرغ بر ویژگی نان فاقد گلوتن پرداختند. مشاهده کردند برای آزمون پخت، اضافه کردن کنسانتره سبوس برنج به شدت برخواص رئولوژیکی به ویژه مدول الاستیک خمیر بدون گلوتن در طول نوسان و قابلیت ارتجاعی نسبی نان های بدون گلوتن نهایی تاثیر گذاشت. نان با ۲٪ RBPC<sup>۱</sup> غنی شد و ترکیبی از ۱٪ آلبومین تخم مرغ و ۱٪ RBPC بالاترین حجم خاص را داشت. علاوه بر این، تخلخل خرده نان و ویژگی‌های حسی بهبود یافتند. همچنین کارایی بالاتری برای مهار بیاتی نان نسبت به آلبومین تخم مرغ نشان داد. این مطالعه نشان داد که RBPC می‌تواند به عنوان منبع پروتئینی برای نان بدون گلوتن استفاده شود [۸]. نایب غلامی و همکاران (۱۳۹۸)، پروتئین سبوس برنج را با استفاده از استخراج آنزیمی، استخراج کردند و در سطوح ۱۰، ۱/۵، ۲٪ به ماست کم چرب اضافه و

کنسانتره پروتئینی سبوس ، RBPC : Rice bran protein concentrate  
برنج

## ۲-۲- روش ها

### ۲-۲-۱- استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج

جهت تهیه کنسانتره پروتئینی سبوس برنج از روش چندی و سوگی (۲۰۰۷) استفاده شد. صد گرم سبوس برنج روغن گیری شده و خشک شده را با آب مقطر به نسبت ۱ به ۵ (وزنی-حجمی) مخلوط کرده، با استفاده از محلول هیدروکسید سدیم ۰/۵ مولار pH محلول را به ۹/۵ رسانده و به مدت یک ساعت در دمای محیط هم زده و سپس مخلوط در  $12600 \times g$  به مدت ده دقیقه سانتریفوژ شد. pH سوپرناتانت حاصله را با استفاده از اسیدکلریدریک به ۴/۵ رسانده و برای نیم ساعت هم زده و یک شب در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگه داشته شد تا پروتئین ها رسوب کنند. سپس سوپرناتانت حاصله را با دقت از پروتئین های رسوب داده شده جدا شد و پروتئین های رسوب داده را با آب مقطر شسته و خنثی شدند و با استفاده از فریزدرایر خشک گردید [۱۱،۷].

### ۲-۲-۲- تهیه خمیر و تولید کیک بدون گلوتن

فرمول پایه کیک حاوی ۷۰ گرم آرد برنج، ۳۰ گرم آرد ذرت، ۵۷ گرم روغن، ۵۴ گرم شکر، ۷۲ گرم تخم مرغ، ۱ گرم بکینگ پودر، ۱ گرم زانتان، ۱ گرم وانیل و ۲۵ گرم آب است. ابتدا برای تولید کیک در مرحله اول شکر، تخم مرغ و وانیل مخلوط کرده و در مرحله دوم سایر مواد مایع از جمله روغن و آب مخلوط و بعد مواد پودری الک شده را اضافه کرده و کنسانتره پروتئینی سبوس برنج از قبل تهیه کرده را با آرد برنج و آرد ذرت مخلوط و در فر پخت با دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه قرار دادیم. نمونه ها تا دمای محیط سرد گردید و در پوشش سلوفان بسته بندی و جهت انجام آزمایشات نگهداری شد. آزمون های مربوطه در ۲ ساعت پس از پخت کیک بر روی آن ها انجام گرفت [۱۲]. در نمونه کیک های تولیدی، پروتئین سبوس برنج در چهار سطوح ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵، ۳ درصد با مقایسه نمونه شاهد مورد بررسی قرار گرفت.

### ۲-۳- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی خمیر

#### کیک اسفنجی

#### ۲-۳-۱- ویسکوزیته

خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن بررسی گردید. نتایج نشان داد افزایش غلظت پروتئین در فرمولاسیون ماست منجر به افزایش ویسکوزیته شد. با افزایش درصد پروتئین در فرمولاسیون ماست، اسیدیته به طور معنی داری افزایش و pH به میزان جزئی کاهش یافت. همچنین آب اندازی کاهش و موجب بهبود و تقویت ژل ماست شد. همچنین نمونه ها از لحاظ رنگ و طعم باهم اختلاف معنی داری نداشتند. با توجه به نتایج حاصله، استفاده از ۱/۵٪ پروتئین هیدرولیز شده سبوس برنج در فرمولاسیون ماست کم چرب توصیه می شود [۹]. شمشیرساز و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر شیر خشک سویا به عنوان منبع پروتئینی را در مقادیر ۷،۵، ۱۰ و ۱۰ درصد بر ویژگی های تغذیه ای و کیفی نان مورد آزمون قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد که با افزودن پروتئین شیر خشک سویا مقادیر خاکستر، فیبر، چربی و پروتئین افزایش یافت. این درحالی بود که نمونه حاوی ۱۰ درصد شیر خشک سویا از نظر بو مقبولیت کمی داشت اما کمترین میزان بیاتی در نمونه مشاهده شد. استفاده از شیر خشک سویا به میزان ۳، ۵ و ۷ درصد ضمن حفظ ویژگی های حسی، باعث بهبود خواص تغذیه ای و کاهش روند بیاتی نان شد [۱۰].

لذا منظور از این تحقیق استفاده از کنسانتره پروتئینی حاصل از سبوس برنج در کیک اسفنجی است که از یک طرف از سبوس برنج که خود از ضایعات مواد غذایی است تهیه می شود و از طرف دیگر باعث افزایش پروتئین محصول شده و با توجه به دارا بودن خواص عملکردی در بهبود ویژگی های کیفی محصول اثرگذار می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

مواد اولیه کیک شامل آرد برنج با درصد رطوبت ۷/۴، خاکستر ۱/۰۱، پروتئین ۱۰/۴۸ و فیبر ۰/۵۹ از برند گلهها و آرد ذرت با درصد رطوبت ۱۱/۳۲، خاکستر ۱/۲۶، پروتئین ۹/۳۹، فیبر ۰/۳۶ از برند گلهها خریداری شدند. برای این منظور، آرد های مورد نیاز برای انجام آزمایش ها صورت یک جا در بسته بندی کارتونی تهیه و نگهداری شد. سایر مواد شامل شکر، روغن نباتی و بکینگ پودر و تخم مرغ تازه نیز از روز قبل تهیه گردید.

مورد بررسی قرار گرفتند و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. کلیه آزمایش ها با 3 تکرار انجام شد و یکیک های تولید شده با تیمارهای مختلف در روزهای 1، 3 و 5 مورد بررسی قرار گرفت.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- بازده استخراج کنسانتره سبوس برنج

بازده استخراج کنسانتره های پروتئینی نمونه طارم در این تحقیق ۸۷/۴ درصد بود. جیام یانگوتن و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی بازده استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج را در محدوده بین ۱۲/۲۰ - ۳/۶۵ درصد گزارش کرد که داده این تحقیق نیز با نتایج جیام یانگوتن و همکاران (۲۰۰۵) تطابق دارد. بدیهی است که با افزایش بازده استخراج میزان پروتئین موجود در کنسانتره کاهش می یابد [۱۶].

#### ۳-۲- نتایج آزمون خمیر کیک اسفنجی

##### ۳-۲-۱- نتایج ویسکوزیته خمیر

همانطور که در نمودار ۱ مشهود است، با افزایش درصد پروتئین به کیک اسفنجی ویسکوزیته خمیر نسبت به نمونه شاهد افزایش پیدا کرده است. براساس نتایج بدست آمده، افزودن درصدهای کنسانتره پروتئینی در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن، باعث افزایش معنی داری در ویسکوزیته محصول گردید. به طوریکه تمام تیمارها، ویسکوزیته بیشتری نسبت به تیمار شاهد (کیک بدون کنسانتره سبوس برنج) داشته است ( $p < 0.05$ ). همچنین بالاترین ویسکوزیته متعلق به کیک حاوی ۳ درصد کنسانتره پروتئین (T4) به دست آمده است و پایین ترین ویسکوزیته مربوط به نمونه شاهد بود ( $p < 0.05$ ). به نظر می رسد دلیل آن، افزایش بالای میزان پروتئین نمونه در پی افزودن کنسانتره پروتئینی سبوس برنج باشد و هم چنین می توان گفت با افزودن پروتئین به دلیل خاصیت جذب و نگهداری آب، ویسکوزیته نیز افزایش یافته است. کراس و زیابرو (۲۰۱۵) بررسی کردند که جذب بالای آب موجب افزایش حجم مولکولهای هیدراته شده و در نتیجه برقراری پیوندهای هیدروژنی بیشتر در خمیر کیک می شود که این امر باعث افزایش

به منظور تعیین ویسکوزیته نمونه های خمیر بدون گلوتن، از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (ساخت کشور آمریکا) استفاده شد. برای این منظور پس از آزمون های اولیه و تشخیص اسپیندل مناسب برای اندازه گیری ویسکوزیته، از اسپیندل شماره ۵ استفاده گردید. برای اندازه گیری ویسکوزیته، مقدار مورد نیاز نمونه در بشر ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شده و اسپیندل تا خط نشانه وارد نمونه شد. سپس ویسکوزیته ظاهری نمونه ها در دما ۲۵ درجه سانتیگراد و در سرعت چرخش اسپیندل ۵۰ دور در دقیقه اندازه گیری گردید [۱۳].

#### ۲-۴- ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی کیک

##### اسفنجی

##### ۲-۴-۱- رطوبت

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AACC، شماره ۲۰۰۰ شماره ۱۶-۴۴ استفاده گردید [۱۴].

##### ۲-۴-۲- حجم مخصوص

برای اندازه گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه مطابق با استاندارد AACC، شماره ۲۰۰۰، شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد [۱۴].

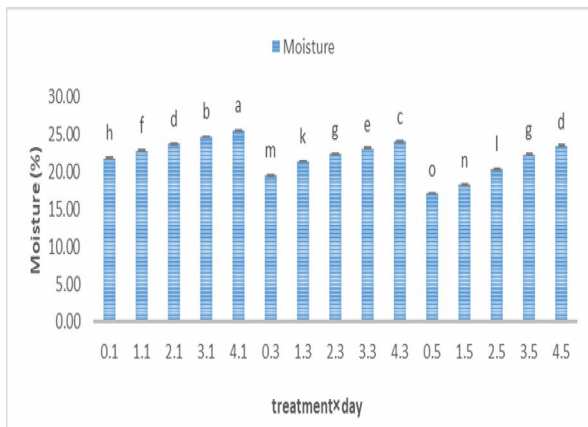
##### ۲-۴-۳- سفتی بافت

سفتی دستگاهی بافت کیک به عنوان بیشترین مقاومت در مقابل تغییر شکل بافت در نظر گرفته شده است. ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، در ۱،۳،۵، روز آزمایشات با استفاده از دستگاه بافت سنج (استیل میکروسیستم ساخت کشور انگلیس) انجام گرفت. برای این کار قطعه مکعبی ۲ سانتی متری از مغز کیک بدون پوسته جدا شده و پروپ P/36R (قطر ۳۶ میلی متر) به اندازه ۱ سانتی متر (۵۰ درصد) از بافت را فشرده کرد. سرعت نیروی وارد شده قبل، حین و بعد از آزمون به ترتیب ۲،۱،۲ میلی متر بر ثانیه بود. شاخص مورد مطالعه سفتی بافت می باشد [۱۵].

##### ۲-۴-۴- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری 5 درصد  $P < 0.05$

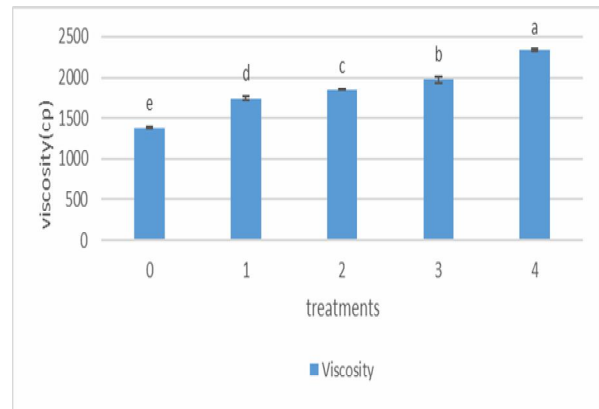
رطوبت برخوردار است. نتایج اثر افزودن پروتئین در فرمولاسیون کیک اسفنجی بدون گلوتن افزایش معنی دار رطوبت را نشان داد ( $P < 0.05$ ). به عبارت دیگر، با افزایش درصد کنسانتره پروتئین، میزان رطوبت در محصول نهایی نیز افزایش یافته است. شایان ذکر است که یکی از عوامل حفظ و نگهداری رطوبت در بافت مواد غذایی وجود ذرات ریزتر در آن ها می باشد که آب توسط آنها محصور می گردد و توانایی خارج شدن از بافت محصول نهایی را در طی فرآیند پخت و پس آن نخواهد داشت. توانایی پیوند با آب در محصولات غذایی به واکنش بین ترکیبات غذایی مولکول های آب بستگی دارد [۳]. قربان خانی و همکاران (۱۳۹۴) با ارزیابی خواص حسی و بافتی کیک غنی شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر لیقوان نیز عنوان داشتند که با افزایش میزان پروتئین، میزان رطوبت نمونه های تولیدی افزایش یافته که این امر دلیل محتوای پروتئینی بالا این ترکیب می باشد [۱۸].



**Fig 2** The effect of adding rice bran protein on the moisture content of sponge cake. Experimental treatments included the composition of rice bran concentrate at 5 level (0,1,2,3,4) in the cake formulation which was examined on day 1,3 and 5. (Control sample= 0, 1=0.75%RBP, 2=1.5%RBP, 3=2.25%RBP, 4= 3%RBP).

همچنین نقی پور و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی اثر پودر شیر سویا به عنوان یک منبع پروتئینی بر بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و حسی کیک روغنی بدون گلوتن بر پایه آرد سورگوم، عنوان داشتند که پودر شیر سویا در تمام سطوح مصرف سبب افزایش میزان رطوبت نمونه های تولیدی گردید [۱۸]. در همین راستا ترابی و همکاران (۲۰۰۸) با تولید کیک اسفنجی بدون گلوتن حاوی آرد برنج به این نکته اشاره نمودند که ترکیباتی نظیر صمغ،

ویسکوزیته نمونه ها می گردد [۱۷]. جذب آب به میزان ترکیبات هیدروفیلیک و قاعدتا پروتئین های موجود در فرمولاسیون بستگی دارد و کاربرد برخی منابع غنی از فیبر و پروتئین به دلیل حفظ و نگهداری آب در افزایش میزان جذب آب نان های تولیدی تاثیر زیادی داشته است که این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات Movahed و همکاران ۲۰۱۳ مطابقت داشته است.



**Fig 1** The effect of adding protein concentrate on the viscosity of sponge cake dough. Experimental treatments included the composition of rice bran concentrate at 5 level (0,1,2,3,4) in the cake formulation (Control sample= 0, 1=0.75%RBP, 2=1.5%RBP, 3=2.25%RBP, 4= 3%RBP).

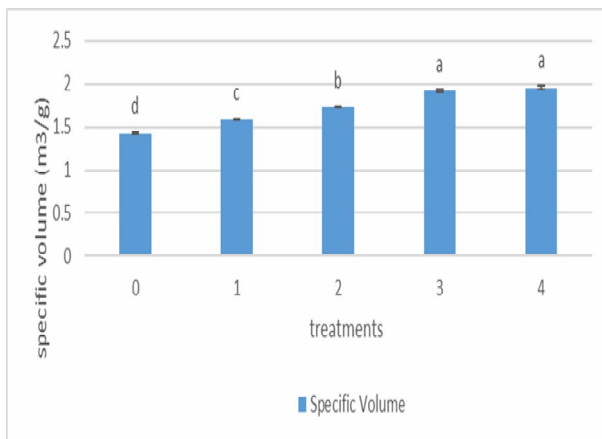
### ۳-۳-۳ نتایج آزمون های کیک اسفنجی بدون

#### گلوتن

#### ۳-۳-۱- نتایج رطوبت

همانطور که در نمودار ۲ مشهود است، میزان رطوبت در روزهای یکم و سوم و پنجم پس از تولید نمونه بررسی شده است. براساس نتایج بدست آمده، افزودن کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در فرمولاسیون کیک اسفنجی بدون گلوتن، باعث افزایش معنی داری در محتوای رطوبتی نمونه ها گردید. به طوریکه تمامی تیمارهای حاوی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج، دارای محتوای رطوبتی بیشتری نسبت به تیمار شاهد بودند ( $p < 0.05$ ).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین میزان رطوبت مربوط به نمونه با ۳ درصد کنسانتره پروتئین است و پایین ترین میزان رطوبت تیمار ۴ در روز پنجم می باشد. همچنین نمونه شاهد (بدون کنسانتره پروتئینی سبوس برنج) از کمترین میزان



**Fig 3** The effect of adding rice bran protein on the specific volume of sponge cake. Experimental treatments included the composition of rice bran concentrate at 5 level (0,1,2,3,4) in the cake formulation (Control sample= 0, 1=0.75%RBP, 2=1.5%RBP, 3=2.25%RBP, 4= 3%RBP).

### ۳-۳-۳- نتایج سفتی بافت

همانطور که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود، با اضافه نمودن این افزودنی به فرمولاسیون کیک اسفنجی بدون گلوتن، میزان سفتی بافت نمونه های تولید شده در مقایسه با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $p < 0.05$ ). بالاترین میزان سفتی بافت مربوط به شاهد روز پنجم است ( $P < 0.05$ ) و پایین‌ترین میزان سفتی بافت در نمونه T4 (افزودن ۳ درصد پروتئین) در روز اول ملاحظه می‌شود ( $p < 0.05$ ) و نرم‌ترین بافت کیک به این نمونه اختصاص یافت. از طرفی به وضوح مشاهده گردید که تمام نمونه های تولیدی در بازه زمانی پنج روز پس از تولید نسبت به بازه زمانی یک و سه روز بعد از تولید سفتی بیشتری برخوردار بودند. با توجه به این نتایج، سفتی بافت تمامی نمونه ها طی دوره نگهداری افزایش یافت. در طی ماندگاری ۵ روزه، نمونه شاهد بیشترین تغییرات را داشته و نسبت به سایر نمونه ها، مقدار سفتی آن بیشتر افزایش یافته است.

علت سفتی بافت را می‌توان به محتوای رطوبتی کیک نسبت داد. با افزایش درصد پروتئین سبوس برنج در فرمولاسیون از میزان درصد رطوبت بافت کیک کاسته شده که آن هم به علت افزودن پروتئین در کیک اسفنجی می‌باشد. در محصولات فاقد گلوتن، افزودن ترکیباتی که از محتوای پروتئینی بالایی برخوردارند سبب ایجاد شبکه ای مشابه با گلوتن شده و باعث حفظ و نگهداری حباب های هوا و در نهایت ایجاد

پروتئین و امولسی‌فایر قابلیت حفظ رطوبت محصولات بدون گلوتن را در حین فرایند پخت دارند [۱۹]. هم‌چنین، مک‌کارثی و همکاران (۲۰۰۵) بیان نمودند، موادی که طبیعت آبدوستی دارند، قابلیت برهمکنش با آب را داشته و سبب کاهش انتشار و پایداری حضور آن در سیستم در طی فرایند پخت می‌شوند و همین امر در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی در طی فرایند پخت و پس از آن موثر خواهد بود.

### ۳-۳-۲- نتایج حجم مخصوص

همانطور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد، افزودن درصدهای کنسانتره پروتئینی در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن، باعث افزایش معنی‌داری در حجم مخصوص گردید. به طوری که تمام تیمارها، حجم مخصوص بیشتری نسبت به تیمار شاهد (کیک بدون کنسانتره سبوس برنج) داشته است ( $p < 0.05$ ). بالاترین میزان حجم مخصوص برای کیک حاوی ۳ درصد کنسانتره پروتئینی در بین نمونه های تولیدی به دست آمد و همچنین نمونه شاهد پایین‌ترین میزان حجم مخصوص داشت.

همان‌طور که نتایج تحقیق حاضر نشان داد، با افزایش میزان پروتئین سبوس برنج شاهد روند صعودی در میزان حجم مخصوص نمونه های تولیدی بودیم. این اثر ممکن است به دلیل ایجاد شبکه پروتئینی و حفظ گاز درون آن باشد که به علت وجود پروتئین بیشتر در فرمولاسیون می‌باشد و همچنین دلیل آن بیشتر بودن حجم نمونه ها نسبت به نمونه شاهد، ایجاد ویسکوزیته بیشتر توسط پروتئین به علت بهبود توزیع آب و گاز در خمیر شده و در نتیجه افزایش حجم مخصوص محصول نهایی می‌باشد. در این راستا ساهی و آلاوا، ۲۰۰۳ دلایل مشابهی را گزارش نمودند.

به نظر می‌رسد مواد پروتئینی، از توانایی استحکام بخشیدن به دیواره سلول های گازی و ممانعت از پاره شدن آن‌ها برخوردارند. اما باید دقت نمود که استحکام بخشیدن به دیواره سلول های هوای ورودی چندان زیاد نباشد که از انبساط آن‌ها در طی پخت جلوگیری به عمل آورد و مانع از افزایش حجم و سبب فشردگی بیش از اندازه بافت محصول نهایی شود. ویژگی نگهداری گاز توسط پروتئین به توانایی متورم شدن و خصوصیات امولسیفایری آنها بستگی دارد [۲۰].

زمینه آنتون و لوسیانو (۲۰۰۷) بیان نمودند که پروتئین ها به علت تشکیل ژل و قابلیت ایجاد شبکه‌ی به هم پیوسته، می‌تواند از وارفتگی و از هم پاشیدگی محصول بخصوص در محصولات فاقد گلوتن جلوگیری کند [۱۸].

#### ۴- نتیجه گیری کلی

در این پژوهش اثر افزودن کنسانتره سبوس برنج بر کیک اسفنجی به منظور تولید کیک بدون گلوتن مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌های انجام شده روی کیک اسفنجی بدون گلوتن، تاثیر مثبت پروتئین در ویژگی‌های محصول نمایان است. نتایج نشان می‌دهد که افزودن درصد‌های پروتئین سبوس برنج سبب افزایش ویسکوزیته خمیر شد. اثر افزودن پروتئین باعث افزایش مقدار رطوبت و حجم مخصوص نمونه ها گردید. براساس نتایج بدست آمده، پایین‌ترین سفتی بافت به نمونه T4 (افزودن ۳ درصد پروتئین) در روز اول تعلق گرفت که نرم‌ترین بافت کیک به این نمونه اختصاص یافت. هم‌چنین نتایج ارزیابی کیک تولید شده نشان داد که این کیک از درجه مطلوبیت بیشتری نسبت به تیمار شاهد برخوردار بوده است.

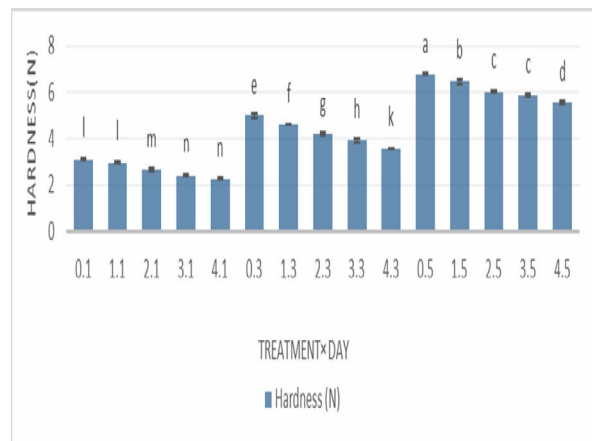
در این پژوهش اثر مثبت پروتئین به عنوان مقلد رفتار گلوتن در محصولات بدون گلوتن، به خوبی مشاهده شد. براساس نتایج بدست آمده نمونه حاوی ۲/۲۵ درصد از کنسانتره سبوس برنج (T3)، به عنوان بهترین ترکیب پیشنهاد می‌شود و امید است که نتایج این تحقیق گامی در جهت بهبود تغذیه و سلامت بیماران مبتلا به سلیاک باشد.

#### ۵- منابع

- [1] Hopper, A.D., Cross, S.S., Hurlstone, D.P., Mcalindon, M.E., Lobo, A.J. "Pre-endoscopy serological testing for coeliac disease: evaluation of a clinical decision tool". *British Medical Journal*.2007.
- [2] Elke, K.A & Dal Bello, F."The gluten-free cereal products and beverages". Elsevier.2008.
- [3] Demirkesen, I. Mert, B., Summu, G., & Sahin, S."Utilization of chest nut flour in gluten – free bread formulation".*Journal of Food Engineering*.2010.

بافت نرم و مطلوب در محصول نهایی می‌گردد. سرعت پایین سفت شدن و نیز پایین تر بودن سفتی نهایی بعد از دوره نگهداری می‌تواند با میزان رطوبت بالاتر ترکیب در ارتباط باشد [۲۱]. با توجه به نتایج به دست آمده از بخش ارزیابی رطوبت محصول، چنین نتیجه ای دور از انتظار نبود. البته افزایش میزان حجم مخصوص در افزایش نرمی بافت بی تاثیر نبود.

همچنین مور و همکاران (۲۰۰۴) در طی پژوهشی عنوان نمودند که استفاده از پروتئین در فرمولاسیون خمیر نان بدون گلوتن توانست ساختاری مشابه شبکه گلوتنی در مغز نان حاوی آرد گندم ایجاد نماید که این امر خود در کاهش میزان سفتی بافت محصولات فاقد گلوتن تاثیرگذار خواهد بود [۲۲].



**Fig 4** The effect of adding on the firmness of sponge cake texture experimental. Treatment treatment included the composition of rice bran concentrate at 5 levels (0,1,2,3,4) in the cake dough formulation, which were examined on day 1,3 and 5. (Control sample= 0, 1=0.75%RBP, 2=1.5%RBP, 3=2.25%RBP, 4= 3%RBP).

در همین راستا طالبی (۱۳۹۵) با بررسی تاثیر امواج فراصوت و پروتئین ایزوله سویا بر بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، بافتی و حسی کیک اسفنجی بدون گلوتن اذعان داشتند که پروتئین ایزوله سویا، ضمن ایجاد شبکه پروتئینی در بافت محصول فاقد گلوتن، ماهیت جذب آب توسط خمیر و قابلیت افزایش رطوبت نسبت به نمونه شاهد را داشت. بنابراین حضور ترکیبات پروتئینی در فرمولاسیون محصولات آرد با جذب آب می‌تواند از اتلاف رطوبت در طی پخت و پس از آن که یکی از عوامل بیاتی و سفتی است، جلوگیری به عمل آورند [۱۸]. در این

- emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes". *J. Sci. Food*.2006.
- [14] AACC. "Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists", 10 th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists.2000.
- [15] Zheng, C., Sun, D.W., & Zheng, L."Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection - a review". *Trends Food Sci. Technolgy*. 2006.
- [16] Jiamyangyuen, S., Srijesaruk V., and Harper W. J. "Extraction of rice bran protein concentrate and its application in bread". *Songklanakarin Journal Sciencei and Technology*.2005.
- [17] Khatami, E., Alami M. "Application of rice and sorghum flour in the formulation of gluten free cake". *Food science*.2015.
- [18] Piroti, Sh, Faraji A., "Evaluating Evaluating the effect of whey protein concentrate and quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour addition on quantitative and quantitative properties of gluten free cup cake". *food science technology*.2018.
- [19] Mehraban Shandy, A., Alami M."Study on physicochemical properties of gluten-free sponge cake". *Iranian food science and Technology*.2016.
- [20] Ziobro, R., Witczak, T., Juszczak, L and Korus, J. "Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins,Effect on dough rheological properties and bread characteristic". *Food Science and Technology* .2013.
- [21] Tsatsaragkou, K., Gounaropoulos, G., and Man dala, I."Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch". *Food Science and Technology*.2014.
- [22] Moor MM, Schober TJ, Dockery P, Arendt EK."Textural comparisons of gluten free and wheat based doughs, batters and bread". *Cereal Chemistry*.2004.
- [4] Wang, M., Hettiarchchy, N.S., Qi, M., Burks, W., & Siebenmorgen, T."Preparation and functional properties of rice bran protein isolate". *Journal of Agriculture & Food Chemistry*.1999.
- [5] Rafe, A., Mousavi, Sh., Shahidi, A. "Dynamic rheological behavior of rice bran protein (RBP): Effects of concentration and temperature". *Journal of Cereal Science*.Iran. 2014.
- [6] Hamaker Bruce, R."Technology of functional cereal products". Woodhead publishing limited.2008.
- [7] Chandi, G. K., Sogi, D.S. "Effect of extraction temperature on functional properties of rice bran protein concentrates". *International Journal of Food Engineering*.2008.
- [8] Phongthaei, S., Rawdkuen, S." Compertive study of rice bran protein concentrate and egg albumin on gluten-free bread properties". *Jornal of Cereal science*.page 38-452016..
- [9] Nayeb Gholami, Raftani Amiri Z, Safari R."Enzymatic extraction of rice-bran protein from Tarom variety and its functional effects on Physico-Chemical properties of low-fat yogurt". *Innovative Food Technologies*. 2019.
- [10] Shamshirsaz, M., Mirzaee, H., Alami, M." The effect of soy milk powder on nutritional and quality characteristics of Barbary bread". *Food Science Technology*.2009.
- [11] Chandi, G.K., and Sogi, K.D."Functional properties of rice bran protein concentrates". *Journal of Food Engineering*.2007.
- [12] Naghipour, F., Karimi, M., Habibi Najafi, M.B., Haddad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., Davoodi, M., and Sahraiyen, B. "Investigation on production of gluten free cake utilizing sorghum flour, guar and xanthan gums". *Journal of Food Science*. 2013.
- [13] Lakshminarayan, S.M., Rathinam, V., and KrishnaRau, L. "Effect of maltodextrin and





## Extraction of protein from Tarom rice bran and its use in the production of gluten- free cakes

Torkamani Miyanji, M. <sup>1</sup>, Salehifar, M. <sup>2\*</sup>, Fadae noghani, V. <sup>3</sup>

1. M.Sc. Student of Food Science Technology , Food Industry Group, Shahr-e-Qods branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.
2. Associate Prof, Food Science and Industry Group, Shahr-e-Qods branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.
3. Associate Prof, Food Science and Industry Group, Shahr-e-Qods branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article History:</b></p> <p>Received 2021/12/ 15 Accepted 2022/ 03/ 07</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b></p> <p>Extraction protein, Rice bran, Sponge cake, Gluten-free.</p> <hr/> <p><b>DOI:</b> 10.52547/fsct.19.124.91 <b>DOR:</b> 20.1001.1.20088787.1401.19.124.16.3</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: Salehifarmania@yahoo.com</p>	<p>Celiac disease is the most common disease caused by gluten consumption. Gluten protein, is the most important compound in creating tissue and contains components of the formulation of baking products. This protein causes allergies in people with celiac disease, and the only way to treat the disease is to eat a gluten-free diet for a lifetime. Therefore, the use of appropriate alternatives to gluten in the preparation of this category of products is essential. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of rice bran protein concentrate in the amount of 0.75, 1.5, 2.25, 3 % as a gluten substitute for sponge cake. Based on the results, it was found that the viscosity of the product dough has increased compared to the control sample and the addition of rice bran protein has a significant effect on the density of sponge cake dough. Also, increasing the protein concentrate in mentioned amounts caused a significant increase in the moisture and specific volume of the cake. The results of tissue stiffness analysis of the samples showed that there is a significant difference compared to the control sample. According to the results, the highest score was given to the sample containing 2.25 rice bran protein and the selected treatment was T3 treatment.</p>