

تأثیر به کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر در بهبود خصوصیات حسی، بافتی و مؤلفه‌های رنگی مافین فاقد گلوتن

نسترن زارعی^{۱*}، زهرا امام جمعه^۲، محمدحسین عزیزی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دریایی

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تهران

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۱۳)

چکیده

با عنایت به آمار قابل توجه مبتلایان به بیماری خود ایمنی سلپاک و شیوع آن در ایران، اهمیت انجام پژوهش‌های گوناگون به منظور شناخت بیشتر این بیماری و تولید محصولات مناسب برای مصرف مبتلایان به آن از اهمیت بالایی برخوردار است. به دلیل نقش اساسی گلوتن در ایجاد ساختار بافتی منسجم و کمک به تولید محصولات آردی غیر مسطح، حذف این ماده اثرات نامطلوبی بر کیفیت فرآورده تولیدی می‌گذارد. در این پژوهش سعی گردید اثر افزودن پروتئین آب پنیر (WPC)، در غلظت‌های ۰، ۱،۵ و ۳ درصد بر اساس وزن خشک مافین مورد بررسی قرار گیرد و حدود بهینه به کارگیری این ترکیب به منظور تولید محصولی غیر مسطح با خصوصیات حسی و بافتی مطلوب مورد آزمایش قرار گیرد. طبق نتایج، به کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح ۱،۵٪ بر اساس وزن خشک فرمولاسیون، به دلیل تأثیرگذاری در ایجاد ساختار بافتی مناسب می‌تواند به طور معناداری باعث افزایش کیفیت محصول نهایی گردد. با بررسی اثرات پروتئین کنسانتره آب پنیر بر خصوصیات حسی و بافتی محصول مشخص گردید تیمار حاوی ۱،۵ درصد پروتئین، بیشترین کیفیت حسی بویژه از نظر طعم و پذیرش کلی و همچنین ویژگی بافتی را در مقایسه با نمونه شاهد از خود نشان داد. در هر حال استفاده از مقادیر بالاتر کنسانتره پروتئین آب پنیر (نمونه حاوی ۳٪ پودر WPC) سبب افزایش قابل توجه سفتی بافت و کاهش امتیاز حسی گردید به طوری که تیره‌ترین رنگ را نیز در میان سایر نمونه‌ها داشت. آنالیز داده‌های مربوط به نتایج دستگامی رنگ تیمارها نشان داد افزودن WPC به طور معناداری ($P < 0.05$) سبب کاهش L^* گردید در حالی که تغییر معناداری در a^* و b^* ایجاد نمود.

کلیدواژه: فاقد گلوتن، کنسانتره پروتئین آب پنیر، خصوصیات بافتی، خصوصیات حسی، مؤلفه‌های رنگی

* مسئول مکاتبات: zareie.nastaran@gmail.com

۱- مقدمه

سلیاک^۱ یک بیماری شایع خود ایمنی دستگاه گوارش بوده که جمعیتی حدود یک درصد از جمعیت کل جهان را درگیر خود کرده است و در آن سیستم ایمنی بدن فرد مبتلا، بافت دستگاه گوارش را به عنوان عضوی بیگانه تلقی کرده و اقدام به تخریب آن می نماید. بدین ترتیب حساسیت دستگاه گوارش فرد مبتلا به برخی از ترکیبات غذایی به شدت افزایش یافته و در اثر مصرف این ترکیبات علائم التهابی حادی در بدن فرد بروز پیدا می کند. گلوتن، پروتئین غالب گندم، یکی از اصلی ترین ترکیباتی است که می تواند سبب بروز علائم التهابی حاد در بدن مبتلایان به سلیاک گردد و از این رو مصرف این ماده غذایی را برای مبتلایان به این بیماری ناممکن کرده است [۱]. از نخستین سال های کشف این بیماری تاکنون پژوهش های گسترده ای در راستای شناسایی دقیق تر این بیماری به منظور یافتن راهکاری درمانی برای آن صورت گرفته است اما تاکنون هیچ شیوه درمانی مؤثری برای این بیماری کشف نشده است. یکی از راهکارهای پیشنهادی توسط گروهی از محققین به منظور درمان بیماری سلیاک شامل انجام یک سری درمان های بافتی می باشد که در این روش بخش ملتهب دستگاه گوارش فرد مبتلا به سلیاک توسط عمل جراحی جدا شده و بدین طریق می توان از بروز بخشی از علائم التهابی شدید ناشی از مصرف گلوتن جلوگیری کرد [۲]. هر چند برخی از محققین معتقدند که این شیوه درمانی می تواند برای گروهی از بیماران مبتلا به سلیاک که دچار علائم التهابی بسیار شدیدی هستند مناسب باشد اما پزشکان این شیوه را درمان درستی برای سلیاک نمی دانند، چراکه حتی با وجود برداشته شدن بخشی از روده بازم امکان آسیب دیدن سایر بخش های روده کوچک بیمار وجود دارد. لذا نمی توان از این روش برای درمان بیماری استفاده کرد. در روش درمانی پیشنهاد شده دیگری توصیه شده است تا با استفاده از ترکیبات دارویی خاصی تا حدودی دستگاه ایمنی فرد را تضعیف نمود تا علاوه بر کاهش میزان آسیب وارده بر پرزهای روده کوچک توسط سیستم ایمنی بدن از میزان التهابات نیز کاست. این شیوه که تا حدودی برای درمان بیماری ایدز نیز کاربرد دارد مورد استقبال پزشکان قرار نگرفت، از این رو تنها

روشی که تاکنون توانسته است موافقت محققین و پزشکان را به دنبال داشته باشد کنترل رژیم غذایی و حذف گلوتن از آن است. بدین طریق بیماران مبتلا به سلیاک می بایست از مصرف تمامی مواد حاوی گلوتن از قبیل گندم، جو، چاودار، یولاف و تمامی فرآورده هایی که حتی درصد اندکی از این غلات را شامل می شوند خودداری نمایند تا دچار علائم التهابی ناشی از مصرف آن نگردند. با عنایت به اهمیت گندم در تولید محصولات بر پایه آرد نظیر نان ها، نوشیدنی های بر پایه مالت، کیک ها، بیسکویت ها و مافین ها، حذف گلوتن از این ترکیبات سبب ایجاد چالش بزرگی در فرایند تولید آن ها می گردد. به دلیل نقش حیاتی گلوتن در ایجاد ساختار بافتی ویژه در محصولات بر پایه آرد و ایجاد سلول های خالی در بافت که قادر به حفظ گاز کربن دی اکسید تولید شده طی مرحله تخمیر هستند، این ماده نقشی بسیار مهم در کیفیت بافتی و حسی محصول نهایی دارد. همچنین این ترکیب مقاومت خمیر را در برابر نیروهای وارده به خمیر طی عملیات مکانیکی در طی فرایند تولید محصول افزایش می دهد. از این رو همواره سعی گردیده است تا با مطالعات گوناگون سعی در یافتن جایگزین هایی مناسب برای گلوتن نمود که قادر باشند تا حدودی اثرات گلوتن را تقلید نموده و از این طریق منجر به بهبود خصوصیات حسی و بافتی محصول تولیدی گردند. بر اساس نتایج حاصل از بررسی های پژوهشگران، ترکیباتی از قبیل آنزیم ها (ترانس گلوتامیناز^۳ و گلوکز اکسیداز^۴)، پروتئین ها (شیر خشک، کنسانتره پروتئین آب پنیر و پروتئین ایزوله سویا) و همچنین ترکیباتی که قادر به جذب و حفظ آب هستند (هیدروکلوئیدها از جمله گوار و گرانتان)، می توانند تا حدودی با تقلید اثرات گلوتن سبب بهبود نسبی خصوصیات بافتی و حسی گردند. این ترکیبات از طریق حفظ محتوای آب فرمولاسیون، سبب به تعویق انداختن فرایند بیات شدن محصولات بر پایه آرد می گردند. صمغ گوار در محصولات آردیمی تواند سبب افزایش حجم ویژه نان و کاهش میزان سفتی بافت مغز نان شود [۳]. همچنین این ترکیب ویژه در غلظت ۱ درصد در محصولات فاقد گلوتمی تواند با حفظ آب موجود در فرمولاسیون منجر به تولید محصولی با خصوصیات رئولوژیکی بهتر گشته و میزان جذب آب، مدت زمان مورد نیاز برای گسترش

2. Muffins
3. transglutaminase
4. Glucose oxidase

1. celiac

۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش از برنج بی‌نام به‌منظور تهیه مافین فاقد گلوتن استفاده گردید. این برنج که از سوپرمارکت محلی خریداری شد پس از آسیاب توسط آسیاب خانگی و الک شدن مورداستفاده قرار گرفت. پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC^۲) متعلق به شرکت هیلمار^۳ (آمریکا)، پودر پخت از شرکت گل‌ها (ایران) و روغن کانولا مصرفی از شرکت لادن (ایران) خریداری گردید. سایر ترکیبات مورداستفاده در فرمولاسیون (شکر، نمک، وانیل، تخم‌مرغ و شیر دارای ۳٪ چربی) از سوپرمارکت محلی خریداری شدند.

۲-۱- آزمون‌های شیمیایی

آزمون‌های شیمیایی انجام‌شده بر روی آرد برنج بدین شرح است: اندازه‌گیری رطوبت مطابق استاندارد AACC شماره ۱۵-۴۴، اندازه‌گیری خاکستر مطابق استاندارد AACC شماره ۸-۰۱ و اندازه‌گیری پروتئین خام مطابق استاندارد AACC شماره ۱۲-۴۶ [۱۰]

۲-۲- فرمولاسیون و روش تولید مافین آرد برنج

در راستای تولید مافین فاقد گلوتن بر پایه آرد برنج، ابتدا تمامی اجزاء خشک فرمولاسیون از قبیل آرد برنج (۵۴۰ گرم)، شکر (۸۴ گرم)، پودر پخت (۱۸ گرم)، نمک (۱۲ گرم) و وانیل (۹ گرم) و پودر آب پنیر (۰، ۱/۵ و ۳ درصد، جایگزینی با ماده خشک فرمولاسیون) با یکدیگر مخلوط گردید. در ظرف جداگانه‌ای سایر ترکیبات باقیمانده شامل تخم‌مرغ متوسط (۳ عدد)، شیر (۳٪ چربی) (۲۰۰ میلی‌لیتر) و روغن کانولا (۲ قاشق غذاخوری) نیز مخلوط گردید و به‌خوبی با همزن خانگی با سرعت متوسط و به مدت ۵ دقیقه هم زده شد. سپس این ترکیبات به اجزاء خشک که از قبل با یکدیگر ترکیب شده بودند اضافه شد و تا به دست آمدن خمیری یکدست و یکنواخت عمل هم زدن به‌خوبی ادامه یافت. در انتها خمیر مافیندر اوزان ۳۰ گرمی در قالب‌های مخصوص مافین به ابعاد ۲×۲×۳ که از قبل چرب شده‌اند ریخته شد و به مدت ۲۰ دقیقه در فر خانگی که از قبل تا دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده بود پخته شد [۱۱]. مافین‌های پخته‌شده پس از خنک شدن به

خمیر و پایداری آن را افزایش دهد [۴]. در پژوهش دیگری که به‌منظور بررسی اثرات به‌کارگیری صمغ‌ها در بهبود خصوصیات محصولات فاقد گلوتن صورت پذیرفت مشخص گردید صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی به علت ایجاد خواصی مشابه گلوتن، می‌تواند تا حدودی عملکرد گلوتن را در ماکارونی فاقد گلوتن تقلید نمایند. بدین ترتیب محصول فاقد گلوتن حاوی ۲ درصد صمغ هیدروکسی پروپیل متیل سلولوز و ۰/۷ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی توانست امتیاز خوبی را در ارزیابی‌های حسی صورت گرفته بر روی محصول فاقد گلوتن تولیدشده کسب کند [۵]. پودر کنسانتره آب پنیر (WPC^۱) که جزو محصولات جانبی در طی فرایند تولید پنیر می‌باشد نیز یکی از ترکیبات مؤثر در بهبود خصوصیات حسی و بافتی محصولات فاقد گلوتن است که منجر به افزایش ارزش تغذیه‌ای محصول تولیدی و نیز ارتقاء ویژگی‌های بافتی و ساختاری محصولی گردد [۶]. این ترکیب علاوه بر ایفای نقش در ایجاد ساختار بافتی منسجم، با افزایش میزان رطوبت نمونه‌های نان فاقد گلوتن تولیدشده می‌تواند سبب بهبود خصوصیات حسی نیز گردد. همچنین افزودن پودر آب پنیر در تمام سطوح به فرمولاسیون نان‌های فاقد گلوتن بر پایه آرد سورگوم نشان داد روند بیاتی نسبت به نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر آب پنیر) در بازه زمانی ۷۲ ساعت پس از پخت شد در نتیجه می‌توان گفت استفاده از پودر آب پنیر علاوه بر بهبود خصوصیات حسی نان فاقد گلوتن سورگوم، منجر به بهبود برخی از خواص تکنولوژیکی محصول نهایی می‌گردد [۷]. آرد برنج نیز به‌نوعی از ضایعات برنج محسوب می‌گردد که در طی تبدیل شلتوک برنج به برنج سفید تولید می‌گردد و باقیمت مناسبی خود می‌تواند گزینه مناسبی برای جایگزینی با آرد گندم باشد. این آرد با ویژگی‌های مطلوبی از قبیل طعم و مزه موردپسند اکثریت جامعه، رنگ سفید و مطلوب و ساختار غنی از پروتئین خودبسیاری از ویژگی‌های لازم برای جایگزینی با آرد گندم را دارا می‌باشد [۸]. با توجه به نکات ذکرشده در خصوص نتایج حاصله از پژوهش‌های پیشین بر روی محصولات فاقد گلوتن در این پژوهش سعی گردید تا تولید مافین فاقد گلوتن بر پایه آرد برنج با کمک کنسانتره پروتئین آب پنیر امکان‌سنجی گردد.

2. Whey protein concentrate
3. Hilmar

1. Whey protein concentrate

مدت یک ساعت، به منظور حفظ حداکثری خصوصیات خود در کیسه‌های پلی‌اتیلنیسته بندی شدند.

۲-۳- آزمون ویژگی‌های حسی

در راستای بررسی ویژگی‌های حسی مافین‌ها فاقد گلوته‌تیه شده، از گروهی از ارزیابان حسی متشکل از ۷ نفر با میانگین سنی ۲۵ سال استفاده گردید. در این آزمون ابتدا تیمارهای تهیه شده‌ها کدگذاری شدند و به همراه فرم مخصوص ارزیابی که از قبل طراحی شده بود در اختیار ارزیابان قرار گرفتند. در این فرم از ارزیابان خواسته شده بود تا چهار ویژگی مافین آرد برنج، شامل رنگ، بافت، طعم و مزه و پذیرش کلی را مورد ارزیابی قرار داده و یکی از چهار گزینه موجود شامل بسیار خوب، خوب، متوسط و بد را انتخاب نمایند. در نهایت پس از جمع‌آوری فرم‌های ارزیابی در راستای تبدیل اطلاعات کیفی و گسسته به دست‌آمده به اطلاعات کمی و پیوسته، به گزینه بسیار خوب امتیاز ۵، خوب امتیاز ۴، متوسط امتیاز ۳، بد امتیاز ۲ و بسیار بد امتیاز ۱ داده شد و میانگین امتیاز کسب‌شده برای هر پارامتر از مجموع امتیازات ارزیابان محاسبه گشته و به‌عنوان امتیاز نهایی معرفی گردید.

۲-۴- آزمون سفتی بافت مغز مافین

هدف از آزمون سفتی بافت، به دست آوردن اطلاعاتی در خصوص اثرات استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر بر بافت محصولات تولیدشده بود. بدین منظور از دستگاه اینستران مدل M350-10CT (آمریکا) استفاده شد. این آزمون که از نوع فشردگی بود با پروبی به قطر ۴ میلی‌متر که با سرعت ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه در داخل نمونه مافین‌ها تا عمق ۲ سانتی‌متری فرومی‌رفت صورت پذیرفت. بدین ترتیب بر اساس میزان نیروی لازم برای فرورفتن پروب تا عمق دو سانتی‌متری نمونه، میزان سفتی بافت محصولات تعیین گردید.

۲-۵- آزمون تخلخل

به منظور اندازه‌گیری تخلخل از نسبت چگالی ظاهری به چگالی توده‌ای استفاده گشت. چگالی ظاهری مافین‌ها به روش جابه‌جایی دانه کلزا و در ۲۴ ساعت پس از پخت محاسبه گشت. در نهایت نتایج حاصل از اندازه‌گیری چگالی ظاهری و توده‌ای مافین‌های فاقد گلوته‌تیه شدن و میزان تخلخل مربوط به هر نمونه محاسبه گشت [۱۲].

رابطه ۱:

$$\text{چگالی توده ای} / \text{چگالی ظاهری} - 1 = \text{تخلخل} (\%)$$

۲-۶- آزمون توسعه خمیر

میزان توسعه خمیر، بر اساس اختلاف حجم قبل و بعد از پخت مافین و با استفاده از رابطه زیر به دست آمد [۱۳]:
رابطه ۲:

$$100 \times \text{حجم اولیه} / (\text{حجم ثانویه} - \text{حجم اولیه}) = \text{توسعه خمیر} (\%)$$

حجم ثانویه مافین‌ها بعد از سرد شدن کامل آن‌ها پس از گذشت ۲۴ ساعت و به روش جابه‌جایی دانه کلزا محاسبه گردید.

۲-۷- آزمون ارزیابی رنگ

به منظور بررسی خصوصیات رنگی مافین، مؤلفه‌های رنگی a^* ، b^* و L^* که هر یک بیانگر یکی از خصوصیات رنگی پوسته مافین فاقد گلوته‌تیه مورد آزمون هستند مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور از دستگاه رنگ‌سنج مینولتا (ژاپن) مدل CR-400 استفاده گشت. مؤلفه L^* نمایانگر میزان شفافیت نمونه بوده و دامنه آن از صفر (سیاه مطلق) تا صد (سفید مطلق) متغیر می‌باشد. مؤلفه a^* نمایانگر دامنه رنگی قرمز تا سبز است و دامنه اعداد آن از ۱۲۰- (سبز) تا ۱۲۰+ (قرمز) متغیر می‌باشد. مؤلفه b^* نمایانگر دامنه رنگی آبی تا زرد است و دامنه اعداد مثبت بیانگر رنگ زرد و مقادیر منفی بیانگر رنگ آبی می‌باشد [۱۴].

۲-۸- روش تجزیه و تحلیل آماری:

در این پژوهش بخشی از نتایج آزمون از طریق ارزیابی حسی و بخشی دیگر از طریق انجام آزمایش‌های دستگاهی شامل بافت سنجی و رنگ سنجی به دست آمد و تمامی آزمایش‌های دستگاهی با ۳ تکرار انجام پذیرفتند. نتایج به دست‌آمده از تمامی آزمایش‌ها توسط برنامه SPSS نسخه 22.0 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و به‌عنوان نتیجه نهایی اعلام گردیدند. طرح آماری استفاده شده، آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از آزمون دانکن بود.

1. Minolta Chroma meter

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی نتایج آزمایش‌های شیمیایی آرد

برنج

اطلاعات ذکرشده در جدول ۱ که بیانگر نتایج آزمون‌های شیمیایی صورت پذیرفته بر روی آرد برنج مصرفی است بیان می‌دارد تمامی موارد مورد آزمون در دامنه حدود مجاز و تعیین‌شده از سوی استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۱۳۶ قرار دارند.

Table 1 Results of chemical properties of rice flour used in production of Gluten-free muffins

Kind of material	Moisture (%)	Ash (%)	Crude Protein (%)
Rice flour	6.2	0.75	8.75
Iran national standard	Maximum 10	Maximum 0.9	Minimum 7.5

۳-۲- ارزیابی نتایج آزمون حسی

با این نتایج، Van Riemdsdijk و همکاراندر سال ۲۰۱۱ در پژوهشی بر روی اثرات به‌کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر بر خصوصیات محصولات فاقد گلوتن، بیان داشتند که کنسانتره پروتئین آب پنیر در سطح بهینه قادر است تا خمیرهای حاصل از غلات بدون گلوتن به‌ویژه غلات نشاسته‌ای را از حالت مایع به حالتی چسبنده و منسجم با ساختاری مطلوب تبدیل نمایند. از این رو به‌کارگیری این ترکیب منجر به ایجاد بافتی با انسجام و استحکام بیشتر می‌گردد و بدین ترتیب باعث بهبود خصوصیات حسی و افزایش میزان پذیرش محصول نهایی گردد [۱۵].

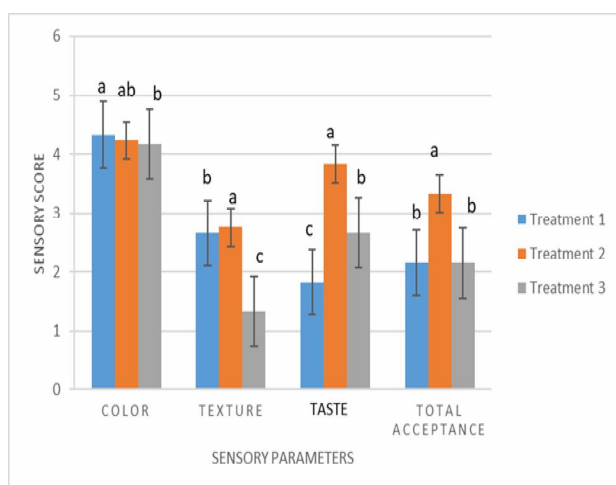


Fig 1 Bars containing different letters are significantly different ($P < 0.05$).

به‌منظور ارزیابی حسی محصولات، از روش ارزیابی حسی هدونیک^۱ یا ترجیحی ۵ نقطه‌ای به کمک هفت متخصص صنایع غذایی استفاده گردید. بدین منظور، فرم‌های ارزیابی پرشده جمع‌آوری شد و در راستای تبدیل اطلاعات کیفی و گسسته به‌دست‌آمده به اطلاعات کمی به هر یک از مقیاس‌های بیان‌شده در فرم نمره‌ای از ۱ تا ۵ داده شد. در مرحله دوم میانگین امتیازات کسب‌شده مربوط به هر پارامتر مورد ارزیابی محاسبه گشت و به‌صورت امتیاز نهایی اعلام گردید که به شرح جدول ۲ می‌باشد. همان‌گونه که در شکل ۱ می‌توان مشاهده نمود، افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر سبب تغییر معناداری در رنگ مافین گردید و امتیاز حسی حاصله از ارزیابی رنگ مافین را کاهش داد. بافت مافین نیز تحت تاثیر به‌کارگیری این ترکیب پروتئینی قرار گرفته و در سطح ۱.۵٪ سبب بهبود خصوصیات حسی بافت و در سطح ۳٪ منجر به کاهش معناداری در پذیرش حسی بافت محصول گردید. طعم و پذیرش کلی محصول نهایی نیز در هنگام استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح ۱.۵٪ منجر به افزایش امتیاز حسی و در سطح ۳٪ به دلیل ایجاد سفتی بیش از حد و تغییر محسوس طعم محصول منجر به کاهش امتیاز حسی گردید. مطابق

1. Hedonic

Table 2 Average \pm SD of sensory evaluation scores

Treatments	Color	Texture	Taste	Total acceptance
1 (0% Whey protein)	4.33 \pm 0.21 ^a	2.66 \pm 0.49 ^b	1.83 \pm 0.30 ^c	2.16 \pm 0.30 ^b
2 (1.5% Whey protein)	4.23 \pm 0.21 ^{ab}	2.76 \pm 0.21 ^a	3.83 \pm 0.47 ^a	3.33 \pm 0.33 ^a
3 (3% Whey protein)	4.16 \pm 0.16 ^b	1.33 \pm 0.21 ^c	2.66 \pm 0.21 ^b	2.16 \pm 0.40 ^b

Means with different letter within same columns are significantly different ($P < 0.05$).

۱-۳-۲ رنگ

پروتئین، در انتخاب سطح استفاده از سایر ترکیبات پروتئینی بهبوددهنده دقت نمود. صابری و همکاران (۱۳۹۶) نیز در پژوهشی بر روی محصولات بدون گلوتن به نتیجه مشابهی دست یافتند و بیان داشتند که به کارگیری سطوح بالای کنسانتره پروتئین آب پنیر در محصولات بدون گلوتن، میزان سفتی بافت را به صورت معناداری افزایش می‌دهد [۱۷].

۳-۳-۲ طعم و مزه

ویژگی‌های بافتی یکی از عواملی هستند که می‌توانند به شدت بر روی میزان عطر و طعم محصول نهایی تأثیرگذار باشند. از این رو محصولات دارای بافت نرم و مطلوب به سبب ایجاد احساس دهانی بهتر می‌توانند منجر به کسب امتیاز بالاتری در ارزیابی حسی گردند. از همین رو، تیمار شماره ۲ با دارا بودن بافت نرم و مطلوب توانست امتیاز حسی بیشتری در مقایسه با دو تیمار دیگر در ارزیابی حسی طعم و مزه محصول بدست آورد. همچنین همان‌گونه که Ziobro و همکاران در سال ۲۰۱۶ بیان داشتند، به دلیل نقش پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر در ایجاد طعم و مزه نامطلوب در محصول نهایی، تیمار شماره ۳ با داشتن ۳٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر کمترین امتیاز را در ارزیابی حسی طعم و مزه کسب نمود [۱۸]. Laureati و همکاران در سال ۲۰۱۲ در پژوهشی که در خصوص ارزیابی حسی محصولات حاوی و عاری از گلوتن انجام دادند بیان نمودند که هر دو گروه ارزیابان حسی مورد آزمون که یکی از آنها محصولات حاوی گلوتن و دیگری محصولات عاری از گلوتن را مورد ارزیابی قرار دادند بیان نموده‌اند که تمایل آنها به مصرف محصولات بر پایه غلات که مزه شیرین داشته باشد بیشتر است و با توجه به نقش پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر در ایجاد مزه شور، استفاده از این ترکیب در سطوح بالا منجر به کاهش میزان مطلوبیت محصول نهایی می‌گردد [۱۹]. از این رو می‌توان افت امتیاز حسی کسب شده

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۲، به کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر سبب کاهش معناداری در امتیاز حسی حاصل از ارزیابی رنگ محصول گردید. علت این امر را می‌توان به تیره تر بودن رنگ محصولات حاوی کنسانتره پروتئین آب پنیر در مقایسه با نمونه شاهد دانست. Gallagher و همکاران (2003) نیز در بررسی صورت گرفته به منظور تحقیق در خصوص اثرات به کارگیری پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر بر ویژگی‌های محصولات بدون گلوتن تولید شده گزارش نمودند که استفاده از این ترکیب منجر به کاهش معناداری در L^* می‌گردد و رنگ محصولات تیره تر می‌شود [۱۶].

۲-۳-۲ بافت

استفاده تنها از آرد برنج سبب ایجاد بافتی سفت در محصول نهایی می‌گردد. از این رو سعی می‌شود تا با به کارگیری ترکیبات مؤثر در بهبود بافت اقدام به ارتقا بخشی امتیاز کسب شده در ارزیابی حسی نمود. با این حال باید توجه نمود که با توجه به مقدار قابل توجه پروتئین در آرد برنج، استفاده زیاد از یک منبع پروتئینی دیگر مانند کنسانتره پروتئین آب پنیر نه تنها سبب بهبود خصوصیات بافتی نمی‌گردد بلکه می‌تواند منجر به ایجاد سفتی بیشتر نیز شده و از این طریق امتیاز حسی کسب شده را به شدت کاهش دهد. بر همین اساس و مطابق مندرجات جدول ۲، افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر سبب ایجاد تغییر معناداری در پذیرش حسی بافت محصولات گردید. استفاده از این ترکیب تا سطح ۱,۵٪ سبب افزایش معنادار در پذیرش حسی بافت محصول نهایی گردید، در حالی که در سطح به کارگیری ۳٪، افت شدید و معناداری در پذیرش حسی بافت محصول را شاهد هستیم. بدین سبب توصیه می‌شود همواره در زمان به کارگیری آردهای حاوی مقادیر بالای

افزایش می‌دهد [۲۱]. بدین ترتیب تیمار شماره ۳ با دارا بودن حد بیشینه کنسانتره پروتئین آب پنیر (۳٪)، بیشترین میزان سفتی را به خود اختصاص داد، به طوری که سفتی آن از میزان سفتی بافت تیمار نمونه (تیمار شماره ۱) نیز بیشتر بود.

Table 3 Hardness \pm SD of different treatments of Gluten-free muffins

Treatments	Hardness
1 (0% Whey protein concentrate)	5.17 \pm 0.74 ^b
2 (1.5% Whey protein concentrate)	4.06 \pm 0.53 ^c
3 (3% Whey protein concentrate)	7.77 \pm 0.44 ^a

Means with different letter within same columns are significantly different ($P < 0.05$).

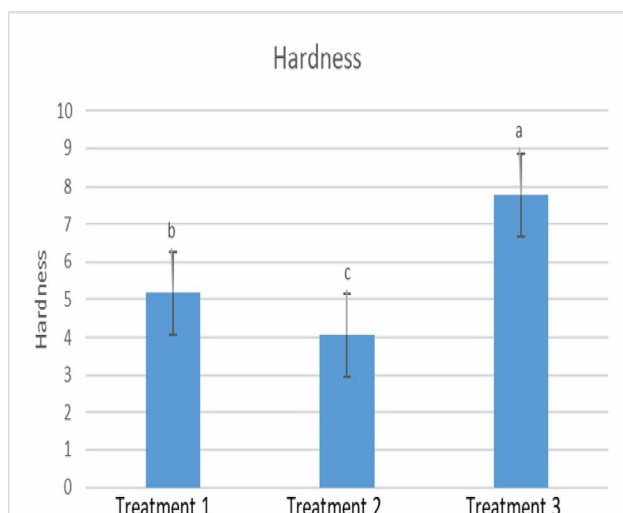


Fig 2 Bars containing different letters are significantly different ($P < 0.05$).

۴-۳-۴- ارزیابی نتایج آزمون تخلخل

تخلخل که بیانگر ساختار منافذ در مغز محصولات است یکی از موارد تعیین‌کننده کیفیت بافتی مهم در محصولات است که می‌تواند بافت را متراکم‌تر یا متراکم‌تر کند. بافت متراکم‌تر به دلیل وجود شبکه بافتی منسجم، نان را قادر به های فاقد گلوتم شبکه بافتی مناسبی ندارند و از این اکسید کربن تولید شده در فرایند تخمیر را حفظ و نگهداری می‌کنند و محصول نهایی دارای تخلخل کمی خواهد بود [۲۳].

رو ضروری است تا با استفاده از ترکیباتی از جمله کنسانتره از این

در تیمار شماره سه با دارا بودن سه درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر را توجیه نمود.

۲-۳-۴- پذیرش کلی

پذیرش کلی هر تیمار با در نظر گرفتن همزمان سه عامل رنگ، طعم و مزه و بافت، توسط گروه ارزیابان حسی بررسی گردید. بدین ترتیب با توجه به نتایج کسب شده در ارزیابی حسی سایر ویژگی‌ها، تیمار شماره ۲ با ارائه بهترین ویژگی‌های حسی توانست بیشترین امتیاز را در ارزیابی حسی کسب نماید. تیمار شاهد به دلیل سفتی بیش از حد ناشی از مصرف تنهای آرد برنج و تیمار شماره ۳ به دلیل مصرف بیش از حد کنسانتره پروتئین آب پنیر و سفتی ناشی از آن و نیز طعم نامطلوب، نتوانستند امتیاز مطلوبی را در این بخش کسب نمایند و اختلاف معناداری از نقطه نظر پذیرش کلی میان تیمار شاهد و تیمار شماره سه ملاحظه نگردد. در پژوهشی که توسط Ahlborn و همکاران در سال ۲۰۰۵ صورت گرفت نیز بیان شد که به کارگیری سطوح کم و متوسط کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌تواند سبب افزایش پذیرش حسی محصولات فاقد گلوتم گردد و این در حالی است که به کارگیری بیش از حد این ترکیب، با ایجاد سفتی زیاد و طعم و مزه شور منجر به افت امتیاز حسی می‌گردد [۲۰].

۳-۳-۳- ارزیابی نتایج آزمون سفتی بافت

به منظور ارزیابی خصوصیات بافتی محصولات از دستگاه اینستران و در زمانبست و چهار ساعت پس از پخت مافین‌ها استفاده گشت. نتایج حاصل از این آزمون نشان می‌دهد که استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌تواند به صورت معناداری منجر به ایجاد تغییرات در بافت محصول نهایی گردد ($P < 0.05$). جدول ۳ که نشانگر میزان سفتی بافت هر یک از تیمارهاست بیان می‌دارد که با استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح ۱.۵٪، خصوصیات بافتی محصول به نحو مطلوب و معناداری تغییر می‌کند و از میزان سفتی بافت محصول کاسته می‌شود اما با افزایش میزان این ترکیب، علیرغم ایجاد بافتی منسجم‌تر، سبب سفتی بیش از حد بافتی می‌گردد. صابری و همکاران (۱۳۹۶) نیز در پژوهشی بر روی محصولات بدون گلوتم به نتیجه مشابهی دست یافتند و بیان داشتند افزایش بیش از حد کنسانتره پروتئین آب پنیر مصرفی در محصولات بدون گلوتم، میزان سفتی بافت را به صورت معناداری

ها گردد [۲۵]. اما بنا به دلایل ذکر شده در بخش افزایش تخلخل آن های گذشته در خصوص اثر کنسانتره پروتئین آب پنیر برافزایش توان نتیجه گرفت، استفاده از کنسانتره سفتی بافت محصول می پروتئین آب پنیر در سطح ۳ درصد علاوه برافزایش سفتی بافت که شاهد هستیم در طوری گردد. به منجر به کاهش تخلخل نیز می کارگیری سه درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر، میزان تخلخل سطح به ترین سطح به رو سطح ۱,۵٪ مطلوب یابد. از این مجددا کاهش می کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر برای داشتن خصوصیات بافتی مطلوب است.

پروتئین آب پنیر که قادر است تا حدی عملکرد گلوتن را تقلید کرده و منجر به تولید محصولی با بافت بهتر و تخلخل بیشتر گردد، کیفیت نهایی محصول فاقد گلوتن تولید شده را افزایش داد توان دریافت، طور که از نتایج مندرج در جدول ۴ می [۲۴] همان کمترین میزان تخلخل مربوط به تیمار شاهد است و با افزایش میزان کنسانتره پروتئین آب پنیر به میزان ۱,۵٪ تخلخل افزایش می یابد. نقی پور و همکاران (۱۳۹۳) نیز در پژوهش مشابهی گزارش طور معناداری توانده کارگیری ترکیبات پروتئینی می نمودند که به ویژه سبب بهبود خصوصیات بافتی محصولات بدون گلوتن به

Table 4 Porosity (%) of different treatments of Gluten-free muffins

Treatments	apparent density	bulky density	Porosity (%)
1 (0% Whey protein concentrate)	1.48	1.60	7.5 ^b
2 (1.5% Whey protein concentrate)	1.33	2	33.50 ^a
3 (3% Whey protein concentrate)	0.89	1.33	33.08 ^a

Means with different letter within same columns are significantly different ($P < 0.05$).

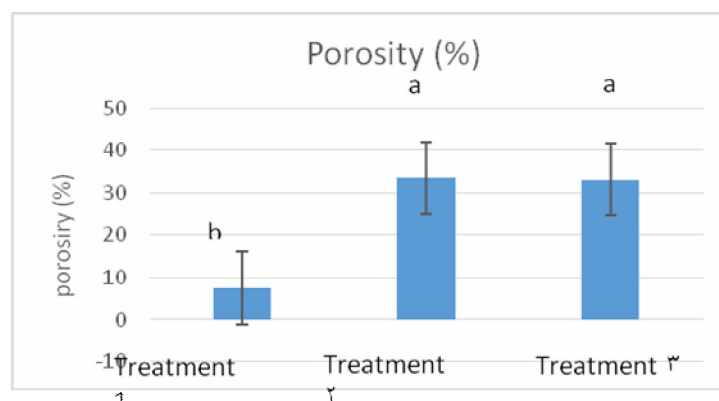


Fig 3 Bars containing different letters are significantly different ($P < 0.05$).

از آرد گندم و سایر آردهای حاوی گلوتن امکان پذیری نمایند. این در حالی است که در محصولات به دست آمده از آردهای فاقد گلوتن ساختار بافتی ویژه ذکر شده وجود نداشته و در نتیجه گازهای تولید شده از ساختار بافتی خمیر خارج شده و منجر به ایجاد محصولی مسطح و یا با تراکم کم می گردند. همین امر موجب تولید محصولاتی با پذیرش حسی کمتر در مقایسه با محصولات حاصل از آرد گندم می گردد که مربوط به کیفیت پایین بافت و عدم وجود حجم مناسب در محصول نهایی می باشد [۲۶].

۳-۵- ارزیابی نتایج آزمون توسعه خمیر

یکی از اثرات فرایند تخمیر گندم در طی تولید خمیر و پخت محصولات بر پایه آرد، تولید شدن گاز کربن دی اکسید در طی تخمیر است. این گاز با محبوس شدن در سلول های خالی ایجاد شده در ساختار بافت خمیر که ناشی از اثر و نقش ویژه گلوتن می باشد منجر به افزایش حجم محصول نهایی پس از پخت می گردند و از این رو امکان تولیدی محصولی غیر مسطح را

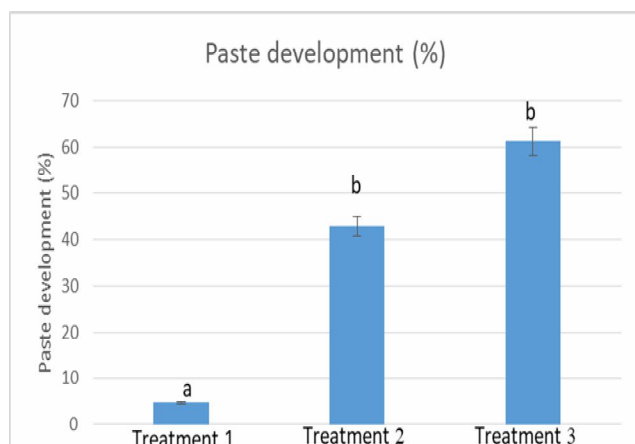


Fig 4 Bars containing different letters are significantly different ($P < 0.05$).

۳-۶- ارزیابی نتایج آزمون رنگ سنجی

آزمون رنگ سنجی با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مینولتا صورت پذیرفت و پارامترهای a^* ، b^* و L^* مربوط به هر تیمار محاسبه گشت. نتایج بدست‌آمده حاکی از آن است که استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر به صورت معناداری سبب کاهش در مؤلفه رنگی L^* شد ($P < 0.05$). بدین ترتیب تیمار شماره ۳ با ۳ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر کمترین میزان L و تیره‌ترین رنگ را در مقایسه با دو تیمار دیگر دارا بود. این در حالی است که افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح ۳٪ در میزان مؤلفه‌های a^* و b^* نمونه‌های تولیدی اختلاف معنی‌داری ایجاد نمود. جدول شماره ۶ نشان‌دهنده مقادیر مؤلفه‌های رنگی مورد آزمون در تیمارهای مختلف مافین فاقد گلوتن مورد آزمایش می‌باشد.

Table 6 Parameters L^* , a^* , b^* in different treatments of gluten-free muffins

L^*	a^*	b^*	Treatments
61.49 ± 0.92^a	-3.01 ± 0.04^c	61.49 ± 0.92^a	1 (0% Whey protein concentrate)
52.93 ± 0.49^b	-1.86 ± 0.06^c	24.71 ± 0.36^a	2 (1.5% Whey protein concentrate)
52.40 ± 0.56^c	-0.34 ± 0.17^c	27.18 ± 0.07^a	3 (3% Whey protein concentrate)

Means with different letter within same columns are significantly different ($P < 0.05$).

Gallagher و همکاران (2003) نیز در پژوهش انجام داده به منظور تحقیق در خصوص اثرات به‌کارگیری ترکیبات پروتئینی لبنی بر ویژگی‌های محصولات بدون گلوتن تولیدشده گزارش نمودند که استفاده از این ترکیبات منجر به کاهش معناداری در L^* می‌گردد و رنگ محصولات تیره‌تر می‌شود.

باین‌حالی توان با به‌کارگیری ترکیبات بهبوددهنده بافت همچون کنسانتره پروتئین آب پنیر که تا حدی قادر به تقلید از خصوصیات گلوتن است گامی در جهت بهبود ویژگی‌های بافتی و افزایش حجم ویژه محصول برداشت. چنانچه از نتایج مندرج در جدول زیر مشخص است، تیمار شماره ۳ با دارا بودن ۳٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر دارای بیشترین حجم ویژه و نمونه شاهد دارای کمترین حجم ویژه می‌باشد. در پژوهش مشابهی که توسط صدرآبادی و همکاران (۱۳۹۲) به منظور بررسی اثرات به‌کارگیری ترکیبات پروتئینی در محصولات بدون گلوتن انجام پذیرفت این نتیجه بدست آمد که ترکیباتی از جمله، پودر ایزوله سویا، شیر خشک و کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌توانند به صورت مشخص سبب افزایش حجم محصول نهایی و در نتیجه افزایش میزان توسعه خمیر گردند [۲۷].

Table 5 Paste development (%)

Treatments	Paste development (%)
1 (0% Whey protein concentrate)	4.76 ^a
2 (1.5% Whey protein concentrate)	42.86 ^b
3 (3% Whey protein concentrate)	61.28 ^b

Means with different letter within same columns are significantly different ($P < 0.05$).

بر اساس پژوهش صورت گرفته توسط شاه‌حسینی و همکاران (۱۳۹۳)، مشخص گشت که به‌کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر در سطح کم، منجر به بهبود رنگ و براق شدن سطح محصول می‌گردد [۲۸].

شامل بافت، طعم و مزه، رنگ و پذیرش کلی نیز نتایج مطلوبی را در صورت استفاده از ۱,۵٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر ارائه کردند.

۵- منابع

- [1] Hamraz, SH., and Khooshe gir, Z. 2016. Study on production of non-flat gluten-free bread using xanthan, agar and Carob seed. 2nd research conference of iran food science. Tehran. Community of development and promotion of fundamental science and technology.
- [2] Tack, G., Verbeek, W., Schreurs, M., and Mulder, C. (2010). The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment, *Gastroenterology and Hepatology*, 7: 204-213
- [3] Poor esmaeil, N., Azizi, M.H., Abbasi, S., and Mohammadi, M. 2011. Formulation of Gluten-free bread using guar and microbial transglutaminase. *Journal of food researches*. 21(1): 70-81.
- [4] Jamali marbini, V., Jekar, M., and Bolandi, M. 1392. Effects of guar gum on rheological properties of rice flour. 2nd national seminar of food science. Islamic Azad University Qhoochan branch.
- [5] Mahdavi yekta, M., Homayoun poor, P., and Jafari zade, S. 2016. The effect of microbial transglutaminase enzyme and hydroxypropyl methyl cellulose gum on sensory characteristics of gluten-free spaghetti. 3rd International Conference on Science and Engineering. Istanbul. Turkey.
- [6] Bakhtiyari konari, F. 2013. Study on practical and therapeutic of whey protein concentrate. 2nd national seminar of food science. Islamic Azad University Qhoochan branch.
- [7] Sahraian, B., Habibi najafi, M., Karimi, M., and Hadad khoda parast, M. 2013. Study on the effect of cheese powder on quantity and quality effects of sorghum gluten free bread. 23rd national congress of food science. Shiraz. Shiraz University
- [8] Iuliana, A., and Iuliana, B. (2015). Influence of dietary fiber, water, and glucose oxidase on rheological and baking properties of maize based gluten free bread. *Food science.biotechnology*, 24: 1301-1307.

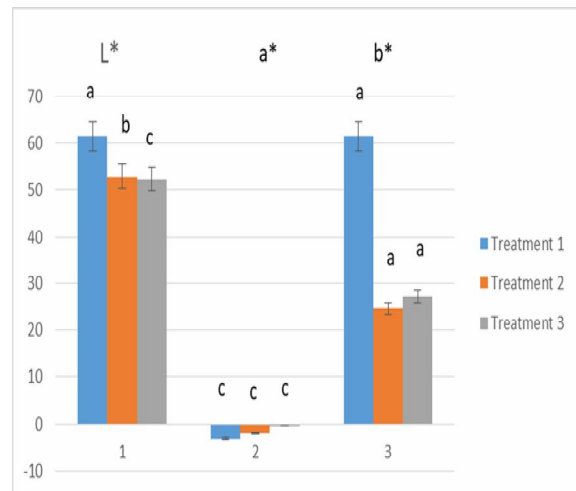


Fig 5 Bars containing different letters are significantly different (P<0.05).

۴- نتیجه گیری

در تمامی تحقیقاتی که تاکنون در خصوص محصولات فاقد گلوتن صورت پذیرفته است سعی شده تا با ارائه فرمولاسیونی ویژه به همراه به کارگیری ترکیباتی که قادر به تقویت و بهبود خصوصیات حسی، بافتی و رنگی محصولات هستند گامی در جهت افزایش میزان پذیرش این محصولات از سوی گروه مصرف کننده برداشت. در این پژوهش نیز سعی گردید تا با به کارگیری آرد برنج و کنسانتره پروتئین آب پنیر که جزو محصولات ثانویه بوده و دارای ارزش غذایی بالا درعین حال قیمتی مناسب هستند اقدام به تولید محصولی فاقد گلوتن با خصوصیات حسی و بافتی مطلوب و دارای قیمت مناسب نمود. چنانچه از نتایج حاصل از آزمایش ها مشخص می گردد، به کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر در سطح ۱,۵٪ بهترین نتیجه را در خصوص بهبود بخشی ویژگی های یک محصول فاقد گلوتن ارائه می کند. بدین ترتیب با افزودن ۱,۵٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر، علاوه بر بهبود خصوصیات بافتی و کاهش معنادار سفتی بافت محصولات (P<0.05)، می توان رنگ محصول را نیز در محدوده مطلوبی حفظ نمود و منجر به ایجاد تفاوت معنادار در رنگ محصول که موجب کاهش میزان پذیرش از سوی مصرف کننده می گردد نشد. همچنین خصوصیات حسی محصول

- microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chemistry*, 82(3): 328-335.
- [21] Saberi, M., Nateghi, L., and Eshaghi, M. (2017). Gluten-free sponge cake using a mixture of chopped flour, rice flour, guar gum, and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology*, 14(71): 95-109.
- [22] Reza gholi, F., Movahed, S., and Ghiyasi tarsi, B. 2016. Effect of adding purslane flour on the rheological properties of dough and qualitative properties of gluten-free rice flour-based flat bread. *Iran food science*, 70: 99-112.
- [23] Ahlborn, G.J., Pike O. A, Hendrix, S.B, hess, W.M., and Huber, C.S. (2005). Sensory, mechanical and microscopic evaluation of salting in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chemistry*, 82:328-335.
- [24] Khatami, A. 2015. Using of sorghum and rice flour in formulation of gluten-free cake. Master's degree thesis. Unpublished.
- [25] Naghipour, F., Sahraeian, B., Habibi Najafi, M., Karimi M., Haddad Khodaprast, M., and Shaykholeslami, Z. (2015). Investigation of the effect of soybean powder as a natural additive on improving the technological and sensory characteristics of oat cake No Gluten Based on Sorghum Flour. *Quarterly Journal of Food Science and Technology*, 13(61): 77-86.
- [26] Arendt, E.k., Morrissey, A., Moore, M., and Bello, F.d. (2008). Gluten-free breads. P. 589-310. In Arendt EK, Dal Bello F (eds), gluten-free cereal product and beverage. Academic press.
- [27]. Fani Sadrabi, F., Yasini Ardakani, A., and Azizi Tabriz Zad, M.. (2010). Application of image processing in determining the use of dairy powders on color and porosity of gluten-free bulk bread, National conference on non-operating defense in agriculture, Qeshm Island, Iran.
- [28]. Shah Hoseini, S., Fadavi, A., and Ghaemi, P. (2014). The application of protein coating of whey protein concentrate in preserving the quality and preservation of food products, Third National Conference on Food Science and Technology, Quchan, Islamic Azad University, Quchan Branch.
- [10] Anonymous. (2003). Approved methods of analysis of the American association of cereal chemists, st., paul, MIN. USA.
- [11] Wench, G. (2015). Foods recipe: English muffin. Retrieved from foods website: <http://www.food.com/about/english-muffin-819>
- [12] Poor safar, L., Peyghambar doost, H., Alizadeh shalchi, L., Shokoyi bonab, E., and Rafat, A. 2010. Study on the effect of wheat flour heating on quality properties of spongy cake. *Electronic journal of food processing and preserving*, 2(4): 87-104.
- [13] Ronda, F., Gamez, M., Blanco, C.A., & Caballero, P.A. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90, 549-555.
- [14] khooshe gir, Z., Nouri, L., and Mohammadi nafchi, A. 2016. Study on sensory evaluation of gluten-free noun flat bread using xanthan, agar and caron seed. 5th national seminar of agriculture. Tehran. Iran.
- [15] Van Riemsdijk, L., Pelgrom, P., van der Goot, A., Boom. R., and Hamer, R. (2011). A novel method to prepare gluten-free dough using a meso-structured whey protein concentrate particle system, *Journal of Cereal Science*, 53(1):133-138.
- [16]. Gallagher, E., Gormley, T., and arendt, E. (2003). Crust and crumb characteristics of gluten free breads, *Journal of Food Engineering*, 56(2): 153-161.
- [17]. Saberi, M., Nateghi, L., and Isahaghi, M. (2017). Production of gluten-free sponge cake using chickpea flour mix and rice flour, guar gum, and Xanthan gum , *Quarterly Journal of Food Science and Technology*, 14(71): 95-109.
- [18]. Ziobro, R., Juszczak, L., Witczak, M., and Korus, Jaroslaw. (2016). Non-gluten proteins as structure forming agents in gluten free bread, *Journal of food science and technology*, 53: 571-580.
- [19]. Laureati, M., Giussani, B., and Pagliarini, E. (2012). Sensory and hedonic perception of gluten-free bread: Comparison between celiac and non-celiac subjects. *Food Research International*, 46(1): 326-333.
- [20]. Ahlborn, G., Pike, O., Hendrix, S., Hess, W., and Huber, C. (2005). Sensory, mechanical and

The effects of Whey protein concentrate on improvement of sensory, textural and colorimetric properties of gluten-free muffin

Zareie, N. ^{1*}, Emam-Jomeh, Z. ², Azizi, M. H. ³

1. Master's degree graduated- Islamic Azad University, Tehran North Branch, Department of Marine Science and Technology, Food Science group, Tehran, Iran

2. Professor at University of Tehran, Tehran University, Department of Food Science and Technology, Tehran, Iran

3. Professor at Tarbiat Modares University, Department of Food Science and Technology, Tehran, Iran

(Received: 2017/06/10 Accepted:2017/12/04)

According to the notable number of people with autoimmune celiac disease, the importance of various studies on production of favorable products for celiac-affected people looks stronger. Because of the fundamental role of gluten in forming of a firm and coherent structure in flour-based products and providing assistance to production of non-flat products using flours containing gluten, removal of this valuable nutrient continues to be remained as a major problem in the food industry and production of gluten-free products. In this study, we aimed to study the effects of whey protein concentrate at concentrations of 0, 1.5 and 3 percent based on dry weight of muffins and choose the optimal range of this compound in order to produce non-flat product with desirable sensory and textural properties. According to results of previous researches, whey protein concentrate can reinforce textural properties by effecting on creation of proper texture structure. According to our results, consumption of whey protein concentrate up to 1.5% based on the dry weight of the formulation, can significantly increase the quality of the final product due to its effect on creation of proper structure. By studying the effect of whey protein concentrate on sensory and textural properties of the product, the treatment containing 1.5% of protein had the highest sensory acceptance and could show an acceptable improvement in textural properties compared to control sample. The highest level of firmness with the lowest sensory score belonged to treatment 3 with 3% WPC, which had the darkest. Based on sensory and instrumental evaluation of final product color, it determined that consumption of whey protein concentrate significantly reduced L *, but did not result in a significant change in a * and b * parameters.

Key words: Gluten-free, Whey protein concentrate, Textural properties, Sensory properties, Colorimetric properties

* Corresponding Author E-Mail Address: zareie.nastaran@ymail.com