

بررسی امکان سنجی تولید نان تست چاودار غنی شده با کلسیم، ویتامین D₃ و منیزیم

زهرا سلطانی¹، علیرضا فرجی^{1*}، محمد حسین عزیزی²، علی مشعشی³

1- گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فناوریهای نوین واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

2- گروه آموزشی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

3- دانشگاه جامع علمی - کاربردی، مرکز آموزش علمی - کاربردی نمین نان سحر

تاریخ پذیرش: 1396/06/27

تاریخ دریافت: 1396/04/26

چکیده

نان ماده غذایی اصلی در رژیم غذایی مردم ایران می باشد و با توجه به کمبودهای مواد معدنی نظیر کلسیم، منیزیم، ید، روی، آهن، اسید فولیک و انواع ویتامین ها که در میان افراد جامعه وجود دارد، ساده ترین راه جبران این کمبودها غنی سازی نان می باشد. در این پژوهش اثر غنی سازی نان تست چاودار با کلسیم، منیزیم و ویتامین D₃ بر خواص شیمیایی آن (نظیر گلوتن خشک، گلوتن مرطوب، عدد گلوتن، پروتئین خام، رطوبت و pH) بررسی و با نمونه کنترل مقایسه گردید. تیمارهای T2 (900 ppm کربنات کلسیم)، T3 (40 ppm ویتامین D₃)، T4 (150 ppm منیزیم)، T5 (900 ppm کربنات کلسیم و 40 ppm ویتامین D₃)، T6 (900 ppm کربنات کلسیم و 150 ppm منیزیم)، T7 (40 ppm ویتامین D₃ و 150 ppm منیزیم) و T8 (900 ppm کربنات کلسیم و 40 ppm ویتامین D₃) و 150 ppm منیزیم) تهیه و با تیمار T1 (کنترل) مقایسه شدند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین گلوتن خشک، گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن، درصد پروتئین، pH و رطوبت آرد غنی سازی شده وجود ندارد (P>0/05). در رابطه با شاخص شیمیایی نان تولید شده درصد رطوبت نان در کلیه تیمارها کمتر از تیمار شاهد بوده و در بین تیمارهای غنی سازی شده تیمار T3 با بیشترین میانگین اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت (P<0/05)، درصد خاکستر در تیمار T8 با بالاترین میانگین اختلاف معنی داری با همه تیمارها داشته و شاخص pH نیز در تیمار T5 اختلاف معنی داری با سایر تیمارها دارا بود (P<0/05)، همچنین تیمارهایی که با کربنات کلسیم غنی سازی شده بودند بالاترین میانگین را در مقایسه با سایر تیمارها داشتند. اندازه گیری مقدار کلسیم و منیزیم در نان تولیدی نشان داد که این شاخص ها در تیمارهای غنی سازی شده با هم اختلاف معنی داری نداشتند (P>0/05) ولی با سایر تیمارهای فاقد کلسیم و منیزیم اختلاف معنی داری دارد، همچنین ویتامین D₃ در تیمار T7 با سایر تیمارها اختلاف معنی داری را نشان داد (P<0/05)، در نهایت تیمار T8 به عنوان بهترین تیمار انتخاب شد.

واژه های کلیدی: نان تست، غنی سازی، کلسیم، ویتامین D₃، منیزیم.

*مسئول مکاتبات: alireza_ch57@yahoo.com

1- مقدمه

نان یکی از پرمصرف ترین فرآورده های غذایی در ایران و سراسر جهان است که علیرغم توسعه مواد غذایی مختلف، همچنان جایگاه خود را بین مردم حفظ کرده است. با وجود توسعه و رقابت در زمینه ی تولید انواع مواد غذایی در جهان، نان هنوز نقش کلیدی در جیره غذایی دارد. این ماده ی غذایی، روزانه قسمت اعظم انرژی، پروتئین، املاح معدنی و ویتامین-های مورد نیاز مردم را تأمین می نماید. با توجه به اینکه تعداد زیادی از مردم جهان از کمبود مواد زیر مغذی¹ نظیر کلسیم، منیزیم، ید، روی، آهن، اسید فولیک و ویتامین ها رنج می برند و همچنین قیمت تقریباً مناسب نان در ایران، این ماده غذایی قوت غالب اکثر مردم می باشد، بنابراین یکی از روش های مؤثر در پیشگیری و درمان این کمبودها اضافه کردن این مواد ریز مغذی به نان می باشد (1 و 3). غنی سازی²، افزودن یک یا چند ماده مغذی به مواد غذایی برای پیشگیری و درمان بیماری های ناشی از کمبود برخی ریزمغذی ها می باشد. غنی سازی مواد غذایی با انواع مواد مغذی نظیر آهن، روی، کلسیم، ویتامین های گروه B، به عنوان ارزان ترین و مؤثرترین راه برای کاهش شیوع کمبود ریزمغذی ها در جامعه مطرح است و در بلند مدت، می تواند به صورت پایدار موجب بهبود وضعیت ریزمغذی ها و کاهش شیوع کمبود آنها در جمعیت یک منطقه شود. با مصرف روزانه محصولات غذایی غنی شده، بخشی از نیاز بدن تأمین می شود (17). همچنین یک پزشک فرانسوی به نام میلادی برای پیشگیری از گواتر اقدام به غنی سازی نمک خوراکی نموده است (13). بین دو جنگ جهانی غنی سازی در کشورهای اروپای شمالی و آمریکا رواج یافت (27). در فنلاند غنی سازی مواد غذایی از سال 1940 آغاز گردید. به دلیل نرمی استخوان و شب کوری ویتامین A و D به مارگارین اضافه گردید. در سال 1970 و 1980 آهن و تیامین به آرد سفید افزوده شد. همچنین ویتامین C به آرمیوه

برای جبران افت ناشی از فرآیند یا از دست رفت ویتامین افزوده شد (40). اولین غنی سازی کلسیم در سال 1942 در انگلستان انجام گرفت (32). پس از آن سایر کشورها نیز اقدام به غنی سازی مواد غذایی با کلسیم نمودند (10-12). بررسی های علمی نشان می دهد که کمبود کلسیم موجب افزایش پوکی استخوان، پرفشاری خون، سرطان روده بزرگ، سنگ های کلیوی و مسمومیت سرب می شود (34). غنی سازی آرد با منیزیم از سال 1974 آغاز گردید و به مقدار 44/05 میلی گرم پودر منیزیم در 100 گرم آرد اضافه شد (35). در ایران غنی سازی آرد با آهن و غنی سازی ماکارونی با تیامین، ریوفلاوین، نیاسین و آهن انجام شده است (37 و 29). از مهمترین ریز مغذی های مورد نیاز برای متابولیسم بدن، کلسیم، ویتامین D3 و منیزیم می باشد. کلسیم، یکی از مهمترین ترکیبات معدنی مغذی است که باید از طریق مواد غذایی وارد بدن انسان شود و به طور متوسط مصرف 1200 میلی گرم آن برای افراد توصیه می شود (22). این ویتامین با ایجاد افزایش جذب فسفر و کلسیم از روده ها و کاهش دفع از کلیه به متابولیسم استخوان ها کمک می کند و همچنین از طریق ترجمه ژن های هسته سلول به رشد سلول کمک می کند. ویتامین D یکی از ویتامین های لازم برای بدن و از ویتامین های محلول در چربی است، که به رشد و استحکام استخوان ها از طریق کنترل تعادل کلسیم و فسفر کمک می کند. دریافت ویتامین D و کلسیم باعث افزایش قدرت و هماهنگی عضلات در افراد کهنسال می شود. نیاز روزانه برای این ویتامین برای هر فرد بالغ 10 میکروگرم یا حداکثر 2000 واحد بین المللی در روز می باشد. در دوران کودکی و پیری این میزان بالاتر است (19). منیزیم نیز از ریزمغذی هایی است که نقش اساسی در سنتز و متابولیسم ویتامین D دارد که باید به طور روزانه در رژیم غذایی گنجانده شود. این عنصر نقش حیاتی در سلامت عضلات و بهبود عملکرد اعصاب دارد و موجب سلامت استخوان ها و دندان ها نیز می شود. به این معنی که بخشی از دندان و استخوان را می سازد و موجب استحکام استخوان ها

1-Micronutrient
2-Fortification

رتولوژیکی مناسب که حاوی سطح بالایی از کلسیم و اینولین باشد قابل تولید شدن است (38). رانهورتا¹ و همکاران (2000) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که غنی‌سازی نان با کلسیم تا مقدار 924 میلی‌گرم در 100 گرم آرد تأثیری در کیفیت نان تولید شده ندارد (33). رئیسی عیسی‌آبادی و همکاران (1392) تأثیر غنی‌سازی با ترکیبات خوراکی روی بر رنگ، بافت و ویژگی‌های حسی کیک اسفنجی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که نمونه‌های غنی شده با بیشترین غلظت روی از نظر رنگ با نمونه کنترل تفاوتی نداشتند ولی تیمارهای غنی شده با مقادیر کمتر از نظر رنگ پوسته اختلاف معنی‌داری داشتند و دارای رنگ قهوه‌ای تری بودند. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داده است که غنی‌سازی با ریز مغذی روی تأثیری بر رنگ، بافت و طعم کیک نداشته ولی نمونه‌های تهیه شده با بیشترین غلظت اکسید روی از نظر طعم و پذیرش کلی مطلوبیت کمتری داشته و از نظر تخلخل با نمونه کنترل اختلافی نداشته‌اند (4). هدف از این پژوهش بررسی هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر غنی‌سازی آرد با کربنات کلسیم، ویتامین D₃ و منیزیم بر خواص شیمیایی آرد نان تست حاوی آرد چاودار بود.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

در تهیه نان تست چاودار، آرد گندم با مارک تجاری ستاره و نول (با درصد استخراج به ترتیب 75 و 82 درصد) از کارخانه اتحاد کرج و آرد چاودار نیز از شرکت ثمین نان سحر در صفادشت کرج، شکر با مارک تجاری نقش جهان تولید شده در اصفهان و نمک تصفیه شده از شرکت سپید دانه شیراز از نوع تصفیه شده خریداری شد. روغن با مارک تجاری بهار جهت پخت نان و همچنین برای بسته‌بندی، نایلون از شرکت پلی‌اتیلن تهران خریداری گردید. جهت غنی‌سازی نان تست چاودار، کربنات کلسیم (CAS Number: 471-34-1) و

می‌شود. به طور متوسط در افراد بزرگسال بسته به سن و جنس، مصرف 262-344 میلی‌گرم در روز برای افراد توصیه می‌شود (16). با توجه به ضرورت غنی‌سازی، گزارشات فراوانی در متون علمی در این مورد ارائه شده است: کارداژو و همکاران (1987) در بررسی اثر افزودن آهن بر آرد گندم نشان دادند که افزودن 35-15 میلی‌گرم آهن به 1 کیلوگرم آرد موجب کاهش تشکیل گاز می‌شود که این اثر در استفاده از پودر آهن نسبت به محلول سولفیت آهن شدیدتر است (26). همچنین پودر آهن موجب تیره‌تر شدن رنگ آرد تهیه شده نسبت به نمونه شاهد گردید (2). در پژوهشی دیگر، وانگ و همکاران (1995) از پودر آسیاب شده استخوان گاو و گوسفند برای غنی‌سازی آرد با کلسیم 395/5-780/9 و روی با 5/999-11/996 میلی‌گرم در 100 گرم آرد استفاده کردند. نتایج نشان داد، پودر استخوان موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و همچنین بهبود گسترش خمیر شده است (40). در سال 1388، صادقی و همکاران (1388) اثر غنی‌سازی آرد گندم با آهن را به صورت آزمایشی (پایلوت) بر روی زنان در سن باروری در دو استان بوشهر و گلستان بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان شیوع فقر آهن در زنان این دو استان نسبت به قبل از مداخله غنی‌سازی آرد کاهش یافته است، به طوری که میزان شیوع فقر آهن در زنان استان بوشهر از 22/2 درصد به 15/1 درصد و در زنان استان گلستان از 26/7 درصد به 14/6 درصد رسیده است (6). سالیانس و همکاران (2015)، بهینه‌سازی فرمولاسیون نان با کربنات کلسیم و اینولین را بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نتایج نشان داد که حجم نان با اضافه شدن کلسیم دچار تغییر نمی‌شود، از طرفی دیگر رنگ و سفتی بافت نان بیشتر توسط اینولین می‌باشد. در حجم‌های ثابتی از پری بیوتیک‌ها، کلسیم باعث ایجاد خرده‌نان‌های نرم‌تر شده که قابلیت جویده شدن کمتری داشتند. در نهایت نتایج مطالعه‌ی آنها نشان داده است که نان با کیفیت بالا و خواص

ساخت کشور آلمان) با دمای 35 درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی 90 درصد و به مدت 45 دقیقه گذاشته شدند. پس از این مرحله، قالب‌ها از گرم‌خانه خارج و به فر پخت الکتریکی با هوای گرم (مدل MIWE backcombi، ساخت کشور آلمان) انتقال یافت و عمل پخت در دمای 180 درجه سانتی گراد و به مدت 30 دقیقه انجام شد. در پایان عمل سرد کردن نمونه‌های تولیدی طی 3 ساعت و در دمای محیط انجام شد و پس از برش زدن درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شد.

2-2-2-2- آزمون‌های شیمیایی نان تست

شاخص‌های آرد شامل گلوتن مرطوب (استاندارد ملی ایران شماره 3681) (10)، گلوتن خشک (استاندارد AACC با شماره 10-38)، (11) رطوبت (استاندارد ملی ایران به شماره 2705) (8)، عدد زلنی (استاندارد ملی ایران شماره 3681) (10)، شاخص کیفیت گلوتن (استاندارد AACC با شماره 11-56) (11)، پروتئین خام (9) و pH (9) مورد ارزیابی قرار گرفت. ترکیبات مورد استفاده جهت تهیه نان مطابق جدول 2 و تیمارهای مورد آزمون مطابق جدول 1 می باشد. شاخص‌های رطوبت، pH و خاکستر مطابق روش‌های فوق در نان تولیدی اندازه گیری شد (8 و 9). مقدار کلسیم و منیزیم باقیمانده در نان تولیدی نیز با استفاده از روش رانهوترا¹ و وینترینگر (1982) و آلن² و همکاران (2006) و برای تعیین مقدار ویتامین D3 از دستگاه HPLC مدل 2695 ساخت شرکت Waters Alliance استفاده شده است (34 و 12).

منیزیم (CAS Number: 39409-82-0) از شرکت مرک (ساخت کشور آلمان) و ویتامین D₃ از شرکت سیگما (0- CAS Number: 67-97) (ساخت کشور آمریکا) تهیه شد.

2-2-2- روش‌ها

2-2-2-1- روش تهیه نان تست چاودار

نان تست با استفاده از روش صالحی فر و همکاران (1393) تهیه شد (5). در ابتدا با استفاده از الک‌های لرزان (لرزاننده)، از وارد شدن ناخالصی‌ها به درون خمیر جلوگیری شد. هم‌چنین از طریق الک کردن هوای بیشتری وارد آرد شد که برای رشد باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک لازم و مفید است. مکمل‌های تغذیه‌ای کربنات کلسیم، ویتامین D₃ و منیزیم توسط ترازوی دیجیتال وزن شدند. سایر مواد خشک و پودری مورد استفاده در تهیه نان تست چاودار با استفاده از ترازو اندازه‌گیری شدند. به‌طور کلی، جهت تهیه نان تست در ابتدا کلیه مواد خشک در مخزن همزن (مدل Diosna، ساخت کشور آلمان) ریخته شد و به مدت یک دقیقه با دور کند (457 دور در دقیقه) دستگاه با هم مخلوط شدند. سپس آب و سایر مواد مایع به مخلوط فوق اضافه گردید و عمل هم‌زدن به مدت 2 دقیقه در همین سرعت ادامه یافت. همزن با دور تند (1000 دور در دقیقه) دستگاه به منظور تولید خمیر یکدست و سپری شدن تخمیر اولیه، به مدت 8 دقیقه انجام شد. بعد از ور آمدن خمیر، تقسیم و قطعه‌قطعه کردن آن در وزن‌ها و اندازه معین صورت گرفت (چانه‌گیری). سپس خمیر شکل‌دهی شده، درون قالب‌های مخصوص نان تست قرار گرفت. قالب‌های حاوی خمیر به‌منظور سپری شدن زمان تخمیر نهایی در گرمخانه (مدل MIWE backcombi،

1 - Ranhotra

2 - Allen

جدول 1- مراحل پخت و غنی سازی نان برای 100 گرم آرد

تیمار 8	تیمار 7	تیمار 6	تیمار 5	تیمار 4	تیمار 3	تیمار 2	تیمار 1 (شاهد)	غنی کننده ها
900	-	900	900	-	-	900	-	کلسیم (کربنات کلسیم) (میلی گرم)
40	40	-	40	-	40	-	-	ویتامین دی (D ₃) (میلی گرم)
150	150	150	-	150	-	-	-	منیزیم (Mg) (میلی گرم)

جدول 2- فرمول ترکیب تهیه نان تست چاودار

مقدار (گرم)	مواد اولیه
100	آرد
10	آرد چاودار
1	نمک
3	شکر
3	مخمر تر (ساکارومایسس سرویزیه)
10	بهبود دهنده سحر 04
4	روغن
55	آب

عدد زلنی، مقایسه بین میانگین تیمارها در جدول 3 نشان می- دهد که میانگین عدد زلنی تیمار 7 بیشتر از تیمارهای دیگر بوده و تفاوت معنی دار با عدد زلنی تیمارهای 1 و 5 و 6 را نشان می دهد ($P < 0/05$). در مورد تغییرات درصد گلوتن خشک، درصد گلوتن مرطوب، درصد پروتئین و درصد رطوبت این نتایج مطابق با نتایج برنجی اردستانی و همکاران (1386) می باشد (2) که در خواص شیمیایی، درصد گلوتن خشک، درصد گلوتن مرطوب، درصد پروتئین و درصد رطوبت اختلاف معنی داری بین نمونه شاهد و تیمارهای غنی شده مشاهده نشده است. اما در رابطه با تغییرات شاخص گلوتن نتایج این تحقیق در تضاد با یافته های این پژوهشگران و نتایج کورتون¹ (2005) است (19). نتایج در تحقیقی مشابه

2-2- تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده ها در قالب طرح کاملاً تصادفی بر پایه آزمون فاکتوریل با هفت تیمار و در سه تکرار با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 18 صورت گرفت. همچنین برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح معنی داری 0/95 درصد ($P < 0/05$) استفاده شد. از آمار توصیفی جهت گزارش فراوانی، درصد و میانگین ها نیز استفاده شده است.

3- نتایج و بحث

3-1- نتایج خصوصیات شیمیایی آرد گندم

در جدول تجزیه واریانس (جدول 3) صفات گلوتن خشک، گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن، pH، رطوبت و پروتئین آرد معنی دار نبوده ($p > 0/05$)، در نتیجه مقایسه میانگین های آنان نیز معنی دار نخواهد بود. ولی با توجه به معنی داری شاخص

نشان می‌دهد که یون های کلسیم و آلومینیوم با پروتئین ها بر همکنش داشته و باعث تقویت پروتئین ها و ایجاد خاصیت کشسانی به ذرات محصول و افزایش عدد گلوتن می شوند. اما در مورد کاهش این عدد در نمونه پر مقدار احتمالاً با افزایش غلظت کلسیم و یا یون های آهن در غلظت بالا اثر منفی دارند (2).

جدول 3- تجزیه واریانس صفات مربوط به آرد

منبع تغییرات	گلوتن خشک	گلوتن مرطوب	شاخص گلوتن	عدد زلنی	pH	رطوبت	پروتئین
مجموع مربعات بین تیمارها	0/332	0/42	17/625	6/488	0/419	1/32	0/296
مجموع مربعات درون هر تیمار (خطا)	0/847	0/920	90	2/181	0/445	1/82	0/560
مقدار آماره فیشر (F)	0/895	0/50	0/448	6/799	2/156	1/658	1/209
سطح معنی داری (P)	0/533	0/821	0/858	0/001 *	0/096	0/190	0/353

* در سطح 5 درصد معنادار است.

علت آن عدم اثر ترکیبات غنی کننده بر اجزاء دارای قابلیت حفظ رطوبت آرد است که این نتایج با یافته‌های رومانچیک و همکاران (2007) که کیفیت آرد نان غنی شده با کلسیم لاکتات، کلسیم کربنات و کلسیم سترات را با کیفیت آرد غنی نشده مقایسه کرده بودند و سالیانس و پیو (2007) که به مطالعه بهینه کردن فرمولاسیون نان با کربنات کلسیم و اینولین پرداخته بودند، مطابقت داشت.

نتایج تغییرات درصد pH آرد نشان داد که این شاخص اندکی افزایش یافته است، اما این افزایش معنی دار نمی باشد و این نتایج با یافته‌های جانسون و همکاران (2004) مطابقت داشته است. طبق یافته‌های این محققین افزودن کلسیم و سایر املاح که ایجاد نمک‌های قلیایی می کنند اندکی pH را افزایش می-یابد (24). در مورد درصد رطوبت نیز مشاهده شد که کاهش جزئی در مقدار درصد رطوبت آرد ایجاد شده است، اما اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف وجود ندارد که

جدول 4- عنوان: مقایسه میانگین ویژگی های شیمیایی تیمارهای مورد ارزیابی (آرد)

صفات تیمار	گلو تن خشک (%)	گلو تن مرطوب (%)	شاخص گلو تن	عدد زنی (میلی لیتر)	pH	رطوبت (%)	پروتئین (گرم)
1	9/10±0/20 ^a	29/5±0/50 ^a	93/0±1/0 ^a	30/66±0/75 ^{cd}	6/18±0/07 ^a	16/10±0/40 ^a	15/10±0/10 ^a
2	9/067±0/15 ^a	29/4±0/40 ^a	93/0±2/0 ^a	31/33±0/33 ^{abc}	6/42±0/08 ^a	15/90±0/50 ^a	15/30±0/20 ^a
3	9/30±0/20 ^a	29/2±0/30 ^a	94/0±2/0 ^a	31/66±0/11 ^{ab}	6/33±0/33 ^a	15/90±0/30 ^a	15/30±0/30 ^a
4	9/30±0/30 ^a	29/6±0/40 ^a	93/0±1/0 ^a	31/33±0/33 ^{abc}	6/35±0/05 ^a	16/10±0/10 ^a	15/10±0/10 ^a
5	9/40±0/30 ^a	29/5±0/40 ^a	92/0±3/0 ^a	30/331±0/33 ^d	6/54±0/04 ^a	16/10±0/20 ^a	15/10±0/20 ^a
6	9/30±0/10 ^a	29/6±0/30 ^a	93/0±3/0 ^a	31/0±0/20 ^{bcd}	6/57±0/08 ^a	15/90±0/40 ^a	15/30±0/20 ^a
7	9/20±0/20 ^a	29/6±0/20 ^a	95/0±4/0 ^a	32/0±0/30 ^a	6/41±0/04 ^a	16/60±0/40 ^a	15/30±0/10 ^a
8	9/40±0/30 ^a	29/6±0/10 ^a	94/0±1/0 ^a	31/662±0/22 ^{ab}	6/60±0/30 ^a	15/80±0/20 ^a	15/40±0/20 ^a

* اعداد داخل جدول به صورت میانگین همراه با انحراف معیار (Mean±SD) بیان شده است.

** حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد می باشد.

ها بستگی به نوع آنیون های آن ها دارد. افزودن نمک هایی مانند کربنات کلسیم و اکسید روی تا حدی، مثلاً در تیمارهای کم و متوسط مقدار بر روی قابلیت تورم و ثبات گلو تن اثر مثبت داشته و نیز میزان رسوب آرد با میزان رسوب آرد با میزان گلو تن مرطوب رابطه دارد. می توان گفت در نتیجه اثر منفی افزایش غلظت یون های آهن بر عدد زنی این ویژگی در تیمار پر مقدار کاهش معنی دار یافته است (14). در نتایج این آزمون نیز در تیمار شماره 5 که 900 میلی گرم کربنات کلسیم و 40 میلی گرم ویتامین D افزوده شده است، عدد زنی کاهش یافت

2-3- خصوصیات شیمیایی نان تست تولیدی

جدول تجزیه واریانس (جدول 5) شاخص های مربوط به نان را نشان می دهد که بین تیمارهای مورد آزمون در تمامی صفات نان (رطوبت، خاکستر، pH، کلسیم، منیزیم و ویتامین D) تفاوت وجود دارد و از نظر آماری میانگین تیمارها در این صفات با یکدیگر یکسان نبوده است (P<0/05). در شاخص رطوبت برای تیمار شماره 1 با مقدار 31/39 درصد بیشترین

مطابق جدول 4 اختلاف بین تیمارهای 2، 3، 4 و 8 معنی دار نمی باشد (p>0/05) ولی بین تیمار 6 و 7 معنی دار می باشد (P<0/05). بالاترین میانگین مربوط به تیمار شماره 7 با عدد زنی 32 می باشد که با تیمارهای 1، 5 و 6 اختلاف معنی داری دارد (P<0/05) و کمترین میانگین نیز مربوط به تیمارهای 1 و 5 بوده است که با هم اختلاف معنی داری ندارند (p>0/05). همان طور که گفته شد غیر از تیمار شماره 5 در سایر تیمارها غنی سازی عامل افزایش معنی دار در عدد زنی شده است که این نتایج منطبق با یافته های برنجی اردستانی و همکاران (1386 و 1387) می باشد. طبق یافته های آنها عدد زنی در نمونه شاهد و تیمارهای غنی شده 7-2 مقدار نمک های کلسیم تفاوت معنی داری نداشته است، اما در تیمار 8 افت معنی داری در سطح 5 درصد نسبت به سه تیمار دیگر نشان داده است. آزمایش رسوب زنی بر اساس قدرت تورم مولکول های پروتئین گلو تن در حضور اسید لاکتیک است. اسیدهای آلی و معدنی و نمک ها نقش مهمی در تورم گلو تن دارند. نمک های قلیایی و اسیدی بر روی تورم گلو تن اثر مثبت و نمک های خنثی، اثر منفی دارند. این تاثیر منفی نمک

آب و حفظ رطوبت نان باشد. در شاخص خاکستر نان تیمار 8 با 2/42 درصد دارای بالاترین مقدار میانگین بین همه تیمارها بوده و تفاوت معنی داری با سایر شاخصها داشته است ($P < 0/05$). کاملاً مشخص است زمانی که املاح و ویتامین به نمونه های نان اضافه می شود، درصد خاکستر افزایش خواهد یافت که این نتیجه مغایر با یافته های عابدی و همکاران (1389) است.

مقدار میانگین را داشته و تفاوتی معنی دار با سایر تیمارها داشته است ($P < 0/05$) این نتیجه مغایر با یافته های رومانچیک و همکاران (2007) می باشد (36). طبق یافته های این محققین، درصد رطوبت نان غنی شده با نان نمونه کنترل تفاوتی نداشته است، ولی در پژوهش حاضر، درصد رطوبت نان کاهش یافته است که می تواند به علت اثر غنی سازی با کلسیم، منیزیم و ویتامین D بر ساختار پروتئینی آرد و افزایش شاخص جذب

جدول 5- تجزیه واریانس صفات مربوط به نان

منبع تغییرات	رطوبت	خاکستر	pH	کلسیم	منیزیم	ویتامین D ₃
مجموع مربعات بین تیمارها	715/419	5/074	0/746	0/656	0/063	1106/250
مجموع مربعات درون هر تیمار (خطا)	19/942	0/155	0/006	0/091	0/046	150
مقدار آماره فیشر (F)	81/999	74/818	278/186	16/453	3/177	19/667
سطح معنی داری (P)	0/000*	0/000*	0/000*	0/000*	0/026*	0/000*

* در سطح 5 درصد معنادار است.

جدول 6- مقایسه میانگین های تیمارها برای صفات نان

صفات تیمار	رطوبت (%)	خاکستر (%)	pH	کلسیم (ppm)	منیزیم (ppm)	ویتامین D ₃ (ppm)
1	31/390±1/038 ^a	1/133±0/038 ^{de}	5/517±0/015 ^d	0/0533±0/006 ^b	0/073±0/006 ^{bc}	-
2	19/088±1/035 ^c	1/141±0/125 ^{de}	5/897±0/032 ^b	0/410±0/010 ^a	0/043±0/016 ^c	-
3	25/360±1/271 ^b	0/984±0/053 ^c	5/540±0/020 ^d	0/060±0/00 ^b	0/065±0/004 ^{bc}	315/0±5/0 ^b
4	18/513±0/444 ^c	1/984±0/591 ^b	5/593±0/006 ^c	0/063±0/006 ^b	0/165±0/006 ^{ab}	-
5	16/580±1/746 ^d	1/595±0/072 ^c	5/967±0/006 ^a	0/413±0/006 ^a	0/132±0/150 ^{abc}	305/0±5/0 ^c
6	15/222±0/192 ^d	1/702±0/124 ^c	5/887±0/011 ^b	0/41±0/010 ^a	0/167±0/004 ^{ab}	-
7	15/917±1/710 ^d	1/306±0/090 ^d	5/620±0/017 ^c	0/057±0/006 ^b	0/181±0/004 ^a	325/0±4/0 ^a
8	14/803±0/006 ^d	2/421±0/159 ^a	5/900±0/030 ^b	0/287±0/213 ^a	0/165±0/00 ^{ab}	300/0±3/0 ^c

* اعداد داخل جدول به صورت میانگین همراه با انحراف معیار (Mean±SD) بیان شده است.

** حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد می باشد.

خاکستر نان تیمار T8 بالاترین مقدار میانگین بین همه تیمارها را داشته و تفاوت معنی دار با سایر تیمارها نشان داده است ($P < 0/05$) بالاترین مقدار میانگین شاخص pH مربوط به تیمار T5 با مقدار با بقیه تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی- دار دارد. شاخص میزان کلسیم در نان تولیدی اختلاف معنی- داری بین تیمارهای T2، T5 و T8 نداشته است ($P < 0/05$) تیمار T2 بالاترین میزان کلسیم را دارا بود. شاخص منیزیم تیمار T6 دارای بالاترین مقدار میانگین است و با تیمارهای T1 و T2 و T3 و T5 تفاوت معنی دار از نظر آماری داشته است. همچنین در ویتامین D₃ نان تیمار T7 بیشترین مقدار را داشته و با میانگین تیمارهای T3 و T5 و T8 تفاوت معنی دار داشته است ($P < 0/05$).

5- منابع

1. برنجی اردستانی، س.، حسین عزیزی، م.، و سحری، م.ع. 1387. اثر غنی سازی آرد بر ویژگی های شیمیایی، حسی و میزان ماندگاری نان بربری. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 15، 71-76.
2. برنجی اردستانی، س.، حسین عزیزی، م.، و سحری، م.ع. 1386. اثر غنی سازی با آهن، اسیدفولیک، روی و کلسیم بر ویژگی های رئولوژیکی و شیمیایی آرد ستاره. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره 4، شماره 4، 33-43.
3. راست منش، ر. 1382. غنی سازی مواد غذایی با ریز مغذی ها. چاپ اول. نشر علوم کشاورزی، 1-55.
4. رئیسی عیسی آبادی، ه.، کرامت، ج.، مولوی، ه.، و حجت الاسلامی، م. 1392. تاثیر غنی سازی با ترکیبات خوراکی روی بر رنگ، بافت و ویژگی های حسی کیک اسفنجی. دومین همایش ملی

در شاخص pH بالاترین مقدار میانگین مربوط به تیمار 5 با مقدار 5/97 می باشد و با بقیه تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی دار دارد و این نتیجه با یافته های جانسون و همکاران (2004) مطابقت دارد (24)، زیرا با افزودن یون های کلسیم که نمک های قلیایی تولید می کنند pH اندکی افزایش خواهد یافت. در خصوص میزان کلسیم در نان تیمار 2 بالاترین مقدار کلسیم را در نان تست تولیدی دارد و با سه تیمار 5، 6 و 8 تفاوت معنی ندارد ($P < 0/05$). علت آن غنی سازی آرد با این ترکیب می باشد که با تیمارهای 1، 3، 4 و 7 که غنی سازی در آن صورت نگرفته است، تفاوت معنی دار ($P < 0/05$) و غنی سازی اثر مثبت بر مقدار این ترکیب در نان تولیدی دارد. در شاخص منیزیم تیمار 6 با مقدار 2181/77 ppm دارای بالاترین مقدار میانگین است و با تیمارهای 1 و 2 و 3 و 5 تفاوت معنی دار از نظر آماری دارد ($P < 0/05$) که بیانگر اثر مثبت غنی سازی بر افزایش مقدار منیزیم در نان تولیدی می باشد. همچنین ویتامین D در تیمار 7 با مقدار 325 میلی گرم بیشترین مقدار را داشته و با میانگین تیمارهای 3 و 5 و 8 تفاوت معنی دار دارد ($P < 0/05$). همانطور که مشخص است غنی سازی با املاح و ویتامین D اثر مثبتی بر روی میزان باقیمانده آن در نان نهایی دارد.

4- نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داده است که غنی سازی اثری بر روی شاخص هایی مانند درصد گلوتن خشک، درصد گلوتن مرطوب، درصد خاکستر، شاخص گلوتن، pH، رطوبت و پروتئین آرد نداشته است. اما صفات مربوط به نان نشان می دهد که بین تیمارهای مورد آزمون در تمامی صفات نان (رطوبت، خاکستر، pH، کلسیم، منیزیم و ویتامین D₃) تفاوت وجود داشته و از نظر آماری میانگین تیمارها در این صفات با یکدیگر یکسان نبوده است ($P < 0/05$). شاخص رطوبت برای نان تیمار T1 بیشترین مقدار میانگین را دارا بوده و تفاوتی معنی دار با سایر تیمارها داشته است ($P < 0/05$). شاخص

12. Allen, L., و de Benoist, B., Dary, O., and Hurrell, R. 2006. Guidelines on food fortification with micronutrients. Food and Agricultural Organization of the United Nations
13. Borenstein, B. 2000. Rationale and technology of food fortification with vitamins, minerals and aminoacids. CRC Critical Reviews in Food Technology. Boca Raton, Fla, USA: CRC Press.
14. Bushuk, W. 1987. Rye: production, chemistry and technology,; P: 45-122
15. Cheng, S., Lyytikainen, A., Kröger, H., LambergAllardt, C., Alén, M. Koistinen, A. et al. 2005. Effects of calcium, dairy product, and vitamin D supplementation on bone mass accrual and body composition in 10-12- y-old girls: a 2-y randomized trial1-3. Am J Clin Nutr; 82: 1115-1126.
16. Deng, X., Song, Y., Manson J, E., signorello, LB. 2013. Magnesium, vitamin D status and mortality: results from US National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001 to 2006 and NHANES III. BMC Medicine ,11:187.
17. DeRegil, LM., Suchdev, PS., Vist, GE., Wallerer, S., Peña-Rosas, JP. 2013. Home fortification of foods with multiple micronutrient powders for health and nutrition in children under two years of age (Review). Evidence-Based Child Health: A Cochrane Review Journal. 8(1):112-201.
18. Eitenmiller, Ronald R. 1999. Vitamine Analysis for the Health and Food Sciences. CRC Press. U.S.A: 281-290, 359-360.
19. Gorton, L., Leavening, S., other powers. Baking and Snack 2005; 46: 8-14.
20. Grant, WB., Holick, MF. 2005. Benefits and requirements of vitamin D for optimal health: a review. Alternative Medicine Review. ;10(2).
21. Heaney, R. 2002. The importance of calcium intake for lifelong skeletal health. Calcified tissue international.;70(2):70-3.
- علوم و صنایع غذایی، قوچان - دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.
5. صالحی فر، م.، شفیع سلطانی، م.، و هاشمی، م. 1393. بررسی اثرات استفاده از آنزیم های گلوکز اکسیداز و زایلاناز بر ویژگیهای کیفی آرد نان تست به روش سطح پاسخ. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. شماره 43. دوره 11. 133-145.
6. صادقی، ژ.، محمد، ک.، شیخ الاسلام، ر.، ترابی، پ.، صالحی، ف.، عبداللهی، ز.، و پورآرام، ح. 1388. ارزشیابی برنامه غنی سازی آرد با آهن و اسید فولیک در استان های بوشهر و گلستان. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دوره 7 شماره 4، 11-24.
7. قیطران پور، ا.، و الهی، م. 1392. بررسی اثر غنی سازی آرد گندم با ایزوله پروتئین سویا بر ویژگیهای کیفی دونات تولید شده از آن طی زمان نگهداری. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، جلد 2، شماره 4، 207-216.
8. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران . غلات و فرآورده های آن-روش اندازه گیری رطوبت-روش مرجع .استاندارد ملی ایران .شماره 2705
9. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران . موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران . بیسکوئیت-ویژگی ها و روشهای آزمون . استاندارد ملی ایران .شماره 37.
10. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، 1387 آرد گندم - تعیین مقدار ته نشینی (آزمون زلنی). 3681.
11. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، 1387 میزان گلوتن-اندازه گیری گلوتن مرطوب به روش دستی. 1-9631.

33. Ranhotra, G., Gelroth JA, Leinen SD. 2000. Utilization of Calcium in Breads Highly Fortified with Calcium as Calcium Carbonate or as Dairy Calcium. *Cereal Chemistry*. 77(3):293-296
34. . Ranhotra, G. S., Winterringer. J. L. 1982. The Use of Magnesium Powder in Fortified Bread. *Cereal chemistry*. 59(5): 446-448
35. Ranjan, P., Arora, S., Ghanshyam, SS., Sindhu, JA. Kansal, VK. Sangwan, R. 2005. Bioavailability of calcium and physicochemical properties of calcium-fortified buffalo milk. *Int J Dairy Technol* . 58: 185-189.
36. Romanchik-Cerprovicz, JE., McKemie, RJ. Fortification of all-purpose wheat-flour tortillas with calcium lactate, calcium carbonate, or calcium citrate is acceptable. *J Am Diet Assoc*. 2007; 107(3): 506-509.
37. Safavi, M., Azizzadeh, A., Hosseini, M. 2000. Fortification of bread with Iron for prevention of anemia; A pilot study. *Journal Isfahan University School of Medicine* . 4: 303-306.
38. Salinas, MV., Puppo, MC. 2015. Optimization of the formulation of nutritional breads based on calcium carbonate and inulin. *Food Science and Technology*. 60(1): 95-101.
39. Smith, LC., Haddad, LJ. 2000. Explaining child malnutrition in developing countries: A cross-country analysis: Intl Food Policy Res Inst.
40. Suojanen, A., Raulio, S., M-L Ovaskainen. 2002. Liberal fortification of foods: the risks. A study relating to Finland. *J Epidemiol Community Health* . 56; 259-264.
41. Wang, S., Tang, Y. 1995. Fortification of calcium and zinc in wheat flour. *Journal of Zhengzhou Grain College* . 16: 26-34. 44- 7
22. Heaney, RP., Rafferty, K., Dowell, Bierman J. 2005. Calcium Fortification Systems Differ in Bioavailability. *J Am Diet Assoc* . 105: 807-809.
23. ISO 8587. 1988. Sensory analysis. Methodology-Ranking, first ed._
24. Johnson-Down, L., L'Abbé MR, Lee NS., GrayDonald, K. 2003. Appropriate Calcium Fortification of the Food Supply Presents a Challenge1. *Am Soc Nutr Sci* . 133: 2232-2238.
25. Johnson, Q., Manner, V., and Ranum, P. 2004. Fortification hand book. 4th edition. The Micronutrient Initiative.
26. Karadzhov, G., Vangelov, A., Popov, D. 1987. Fortofication bread with iron on basic baking properties of wheat flour. *Nauchni- Troduve, Vissh Institute-po-Khranitelna-i- Vkusova-Promyshlennost*. 34: 90-101.
27. Larijani, B., Sheikholeslam, R., Adibi, H., Shafaei, A. 2003. The efficacy of milk fortified with vitamin D in elevation of serum vitamin D level. *Payesh* . 3: 27-38.
28. Lawless, HT., Heymann, H. 1998. Sensory Evaluation of Food-Principles and Practices. Chapman and Hall: 444-449 .
29. Mazloomi, MT., Ghazizadeh, M., Behnam Moradi, M. Fortification of spageti with Tiamin, Riboflavin, Niacin and Iron and the effect of production and storage process on these nutrients. *Pajouhandeh* 2005; 10: 395- 401.
30. Mejia, I.1994. Fortification of foods: historical development and current practices. *Food Nu Bull* . 15: 287-2881.
31. Minnesota, P. Apporoved methods of the American Association of Cereal chemists, 1990, 38-12.
32. Osler, M., Heitmann, BL.1998. Food patterns, flour fortification, and intakes of calcium and vitamin D: a longitudinal study of Danish adults. *Epidemiol Community Health* . 52: 161-165.