

# تولید نان بربری غنی شده با منابع مختلف کلسیم و ارزیابی آن

فاطمه فاضلی<sup>۱</sup>، مهین آذر<sup>۲</sup> و محمد حسین عزیزی<sup>۳\*</sup>

۱- فارغ التحصیل ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

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

## چکیده

دریافت کافی کلسیم برای افزایش توده استخوان طی سال های رشد و نیز به تأخیر انداختن بیماری پوکی استخوان در سال های بعد، بسیار حیاتی می باشد. علاوه بر این، کلسیم ایفاگر نقش های حفاظتی در برابر ناهنجاری فشار و سرطان روده می باشد. محصولات لبنی، منابع عمده طبیعی سرشار از کلسیم در رژیم غذایی افراد به شمار می روند. با این وجود بسیاری از افراد به دلیل مشکلات اقتصادی از مصرف لبنیات اجتناب می نمایند. همچنین افراد مبتلا به بیماری عدم تحمل لاکتوز نیز قادر به مصرف لبنیات نمی باشند. برای این دسته افراد و نیز بسیاری از گروه های دیگر، مواد غذایی غیر لبنی غنی شده با کلسیم از منابع مهم دارای کلسیم محسوب می شوند. تعدادی از مواد غذایی از جمله نان که قوت غالب در جامعه محسوب می شود، می توانند با کلسیم غنی شوند. هدف از این تحقیق، فرمولاسیون و تولید نان بربری غنی شده با منابع مختلف کلسیم بوده است. به این منظور، انواع مختلف نان بربری با آرد غنی شده با دو منبع معدنی کلسیم مانند کربنات کلسیم و سولفات کلسیم تهیه شدند. کلسیم به آرد در دو سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در صد گرم آرد اضافه شد. همچنین یک نان بربری شاهد با آرد معمولی تولید شد. نتایج آزمایشات با دستگاه های فارینوگراف و اکستنسوگراف، بیانگر تقویت شبکه گلوتهی و مقاومت خمیر بوده است. نتایج آزمایش با فارینوگراف نشان داد که درصد جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان مقاومت خمیر و ارزش والوریمتری با افزودن کلسیم افزایش می یابد در حالی که درجه سست شدن خمیر در زمان های ۱۰ و ۲۰ دقیقه کاهش می یابد. همچنین نتیجه آزمون دستگاه جذب اتمی نشانگر باقی ماندن کلسیم در نان ها بوده است ( $P < 0.05$ ). کربنات کلسیم و سولفات کلسیم منابع عمده کلسیم به منظور غنی سازی غذاهای بر پایه غلات می باشند. این دو منبع کلسیم هیچ تأثیر نامناسبی بر روی کیفیت نان حاصل نداشته اند اما کربنات کلسیم در مقایسه با سولفات کلسیم دارای میزان کلسیم بالاتری بوده است.

**کلید واژگان:** غنی سازی، کربنات کلسیم، سولفات کلسیم، نان بربری، فارینوگراف، اکستنسوگراف

## ۱- مقدمه

تمرکز جامعه بین المللی بر روی کمبود سه ریز مغذی از جمله ویتامین A، آهن و ید متداول می باشد. اما با این وجود، ریز مغذی های دیگر از جمله کلسیم، ویتامین های E, C, D و گروه B نیز از اهمیت فوق العاده ای برخوردارند [۲]. گاهی ریز مغذی های خاص، به طور طبیعی در غذاهای محلی موجود نمی باشند. به عنوان مثال می توان از ناکافی بودن میزان

امروزه نیاز انسان به مقادیر اندکی ویتامین و املاح، برکسی پوشیده نمی باشد. سلول های بدن انسان در غیاب این ریز مغذی ها، قادر به فعالیت طبیعی نبوده و در طولانی مدت آثار کمبود این مواد مغذی در بدن آشکار گشته و به صورت علائم مشخص بروز می کند [۱]. با تغییر شیوه زندگی و گرایش روزافزون مردم به سمت

\* مسئول مکاتبات: azizit\_m@modares.ac.ir

نان اصلی‌ترین منبع غذایی بوده و ماده غذایی ارزانی در الگوی غذایی روزانه افراد به شمار می‌رود. متوسط مصرف نان کل کشور ۳۲۰ گرم برای هر فرد در روز است. بنابراین کمبود ناشی از کلسیم را می‌توان با بکارگیری تکنولوژی غنی‌سازی (Food fortification) جبران کرد. به طوری که با مصرف کلسیم را به صورت روزانه دریافت کرد [۱۴، ۱۵].

دو برش یا ۶۰ گرم نان غنی شده با کلسیم، بتوان ۳۰۰ میلی‌گرم در تحقیقی Ranhotra و همکاران در سال ۱۹۹۷، آرد را با منابع مختلف کلسیم از جمله منابع معدنی (کربنات کلسیم و سولفات کلسیم) و منابع آلی (سیترات کلسیم و لاکتات کلسیم) غنی کردند. (۴۴۶ میلی‌گرم کلسیم در ۱۰۰ گرم آرد). سپس از این آرد غنی شده در تولید نان قالبی سفید استفاده کردند. بعد از انجام آزمایشات مختلف شیمیایی و دستگاهی دریافتند که کربنات کلسیم و سولفات کلسیم هیچ‌گونه تأثیر سوئی بر روی کیفیت نان حاصل نداشته است و سبب بهبود خواص رئولوژیکی نان از قبیل میزان جذب آب، زمان گسترش خمیر و ارزش نانوائی در دستگاه فارینوگراف و نیز ویژگی‌های حاصل از دستگاه اکتسوگراف می‌گردد. همچنین کربنات کلسیم نسبت به منابع دیگر، میزان کلسیم بیشتری داشته و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه‌تر است [۱۴].

به منظور اندازه‌گیری جذب کلسیم از نان غنی شده با سولفات کلسیم و سه نمک (لاکتات کلسیم، کربنات کلسیم و سولفات کلسیم) در تعدادی از زنان در دوره قبل از یائسگی، Martin و همکاران تحقیقاتی را انجام داده‌اند. نتایج تحقیقات، حاکی از آن بوده است که جذب کلسیم از نان غنی شده با سولفات کلسیم در مقایسه با شیر به میزان ناچیز اما در عین حال از نظر کیفیت به طور قابل ملاحظه‌ای، بالاتر بوده است و همین طور اظهار داشته‌اند که کربنات کلسیم و سولفات کلسیم دو منبع معدنی مناسب به منظور غنی‌سازی نان با تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی خصوصیات رئولوژیکی نان می‌باشند [۱۶].

## ۲- مواد و روشها

آرد ستاره از کارخانه آرد تهران- باختر تهیه و ویژگی‌های شیمیایی آن شامل رطوبت (روش AACC ۱۶-۴۴)، پروتئین (۱۲-۴۶)، چربی (۱۰-۳۰)، گلوکوتن مرطوب (۱۱-۳۸) و خاکستر (۰۸-۰۱) تعیین شد [۱۶].

غذاهای فراوری شده و همچنین عدم رعایت تنوع در استفاده از گروه هایمختلف مواد غذایی، نگرانی‌ها در مورد بروز بیماری‌های ناشی از کمبود ریزمغذی‌ها در حال افزایش است [۳]. بد که به دلیل کمبود ید در خاک بوده، نام برده و همچنین کمبود ریز مغذی های دیگر مانند آهن، کلسیم یا ویتامین به دلیل مشکلات زیست دسترسی، رژیم های نامتوازن و یا وجود انگلهای روده‌ای می‌باشد [۴]. در ایران، علاوه بر کمبود ید، آهن و ویتامین A، کمبود روی، کلسیم و ویتامین D نیز شایع می‌باشد. به طور کلی کمبود ریزمغذی‌های مختلف از جمله کلسیم، آهن، ویتامین B<sub>2</sub> و ویتامین A در افراد ایرانی به ترتیب ۵۸، ۴۶، ۴۱ و ۳۵ میلیون نفر در طی سالهای ۲۰۰۲-۲۰۰۱ بوده است [۵].

کلسیم به واسطه ایفای نقش‌های متعددی در بدن از اجزای اصلی رژیم غذایی افراد به شمار می‌رود. کلسیم ماده معدنی تقویت کننده استخوان بوده و دارای نقش حفاظتی در برابر ناهنجاری‌های فشار خون و سرطان روده می‌باشد [۷، ۶]. از دیگر عملکردهای حیاتی کلسیم حفظ طبیعی اعمال قلبی، تنظیم هدایت عصبی و کمک در انعقاد خون می‌باشد [۸]. دریافت کافی کلسیم برای افزایش توده استخوان (Bone mass) طی سالهای رشد، بسیار حیاتی می‌باشد. در واقع دریافت کافی کلسیم برای ایجاد حداکثر توده استخوانی در سه دهه نخست زندگی و همچنین برای کاهش تحلیل استخوان (Bone less) در سالهای بعد، امری ضروری می‌باشد [۹، ۱۰]. در صورتی که جذب کلسیم از منابع غذایی کافی نباشد، کلسیم از استخوان خارج شده و این امر منجر به بیماری پوکی استخوان (Osteoporosis) می‌گردد [۱۱].

طبق توصیه‌های WHO و FAO، متوسط نیاز هر فرد به کلسیم ۱۰۰۰ میلی‌گرم به طور روزانه می‌باشد. همچنین نیاز کشور ایران نیز همین مقدار می‌باشد و این در حالی است که ما تنها ۵۷ درصد از نیاز واقعی را دریافت می‌کنیم [۱۲].

شیر و محصولات لبنی منابع سرشار از کلسیم محسوب می‌شوند و مصرف روزانه ۳-۲ لیوان شیر می‌تواند ۱۰۰ درصد نیاز افراد بالغ را نسبت به کلسیم تأمین نماید که متأسفانه به دلایل مختلفی از قبیل مشکلات اقتصادی، عدم دسترسی و نیز بیماری عدم تحمل لاکتوز، این کامل‌ترین غذای مصرفی جایگاه چندان مناسبی در برنامه غذایی افراد ندارد [۱۳].

### تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام گرفت و نتایج ارائه شده، میانگین سه تکرار می‌باشد. به منظور ارزیابی داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد؛ به این ترتیب که برای تعیین وجود اختلاف معنادار بین داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی آرد

ویژگی‌های شیمیایی آرد ستاره معمولی در جدول ۲ آمده است.

#### ۳-۲- نتایج حاصل از فارینوگرام

ویژگی‌های خمیر از قبیل میزان جذب آب، زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر، درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه و نیز ارزش نانوائی (والوریمتری) آرد، به وسیله فارینوگرام (منحنی حاصل از دستگاه فارینوگرام) مشخص شد.

نتایج حاصل نشان داد که با افزودن کلسیم به صورت کربنات کلسیم و سولفات کلسیم در سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم در ۱۰۰ گرم آرد؛ میزان جذب آب، زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر و ارزش والوریمتری آرد افزایش و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه کاهش یافت. از نظر آماری کلیه پارامترها تفاوت معناداری نشان دادند ( $p < 0.01$ ).

در واقع کلسیم به عنوان یک نمک سبب تقویت شبکه گلوتن، افزایش میزان جذب آب، مقاومت خمیر و ارزش نانوائی آرد می‌شود که کاملاً منطبق با نظرات Ranhotra و همکاران می‌باشد [۱۴] (جدول ۳).

منابع کلسیم از قبیل کربنات کلسیم (Art. ۱۰۲۰۷۶) و سولفات کلسیم (Art. ۱۰۲۱۶۰) از شرکت مرک (Merck) خریداری گردید.

به منظور غنی کردن آرد، کربنات کلسیم و سولفات کلسیم در سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلسیم در ۱۰۰ گرم آرد، به آرد ستاره افزوده شدند. مقادیر به کار رفته کربنات کلسیم و سولفات کلسیم در دو سطح مذکور، به ترتیب ۱/۲۵ و ۲/۵ کربنات کلسیم و نیز ۲/۱۵ و ۴/۳ سولفات کلسیم گرم در ۱۰۰ گرم آرد ستاره بوده است.

برای تعیین خواص رئولوژیکی خمیر، آرد غنی شده با مقادیر مختلف کربنات کلسیم و سولفات کلسیم توسط دستگاه‌های فارینوگرام (روش AACC ۲۱-۵۴) و اکستنسوگراف (۱۰-۴۵) آزمایش شد.

#### تهیه نان

۵Kg آرد غنی شده با منابع کلسیم، ۱/۲٪ نمک و ۰/۳٪ مخمر اجزای اصلی به کار رفته در تولید نان بودند. زمان اختلاط مواد اولیه ۷ دقیقه، زمان تخمیر اولیه ۶۰ دقیقه، زمان تخمیر ثانویه ۱۰ دقیقه، دمای پخت ۳۲۰-۲۸۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان پخت ۸ دقیقه بود. شرایط پخت نان بربری در جدول ۱ آمده است.

به منظور ارزیابی حسی به روش امتیاز دهی، نان های بربری تولیدی طی ۳ روز در اختیار ۵ نفر ارزیاب آموزش دیده قرار گرفت. ۷ ویژگی مورد بررسی شامل فرم و شکل، خصوصیات پوسته سطح فوقانی نان، ویژگی های سطح زیرین نان، پوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت و ساختار نان، قابلیت جویدن نان و خصوصیات بو، طعم و مزه نان بود. درجه بندی کیفی بر مبنای صفر تا پنج امتیاز بود به طوری که امتیاز صفر بیانگر نازل ترین و پنج، بالاترین کیفیت بود. ضرایب امتیاز داده شده به ۷ ویژگی مورد بررسی نان به ترتیب ۱، ۲، ۱، ۳، ۲ و ۹ بود.

همچنین ویژگی‌های شیمیایی نان‌های تولیدی اعم از نان شاهد و نان‌های غنی شده، شامل رطوبت (روش AACC ۱۶-۴۴)، پروتئین (۱۲-۴۶)، چربی (۲۵-۳۰) و خاکستر (۰۱-۰۸) اندازه‌گیری شد. میزان کلسیم نان نیز با دستگاه جذب اتمی و روش (AACC ۲۰-۴۰) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱ شرایط پخت نان بربری

وزن آرد (kg)	میزان آب در اختلاط (%)	وزن چانه (g)	زمان تخمیر ثانویه (min)	زمان تخمیر اولیه (min)	زمان اختلاط (min)	نان
۵	۵۶/۳	۶۰۰	۱۰	۶۰	۷	کنترل
۵	۶۲/۵	۶۰۰	۱۰	۶۰	۷	تیمار ۱*
۵	۶۴	۶۰۰	۱۰	۶۰	۷	تیمار ۲*
۵	۵۸/۴	۶۰۰	۱۰	۶۰	۷	تیمار ۳*
۵	۵۹/۳	۶۰۰	۱۰	۶۰	۷	تیمار ۴*

\* تیمار ۱، ۲، ۳، ۴ به ترتیب کربنات کلسیم (۵۰۰ mg Ca / ۱۰۰gr)، کربنات کلسیم (۱۰۰۰ mg Ca / ۱۰۰gr) سولفات کلسیم (۵۰۰ mg Ca / ۱۰۰gr)، سولفات کلسیم (۱۰۰۰ mg Ca / ۱۰۰gr) می‌باشند.

جدول ۲ ویژگی‌های شیمیایی آرد اولیه

آرد	ویژگی	رطوبت (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	خاکستر (%)	گلو تن مرطوب (%)
ستاره		۱۲/۲۴	۱۰/۹۶	۱/۸۵	۰/۷۶۴	۲۲/۹

جدول ۳ نتایج حاصل از فارینوگرام

نوع آرد	میزان جذب آب (%)	زمان گسترش خمیر (min)	زمان مقاومت (min)	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه (Bu)	درجه سست شدن خمیر پس از ۲۰ دقیقه (Bu)	ارزش والوریمتری
ستاره برای کنترل	۵۶/۳a*	۳/۶a	۴/۳a	۸۰d	۱۴۰c	۵۱a
ستاره برای تیمار ۱	۶۲/۵d	۵/۷cd	۶/۳bc	۵۵abc	۹۸/۳ab	۵۹d
ستاره برای تیمار ۲	۶۴e	۶/۴de	۷/۹d	۴۵a	۸۵a	۶۱e
ستاره برای تیمار ۳	۵۸/۴b	۴/۷b	۵/۸b	۶۵c	۱۰۹b	۵۵b
ستاره برای تیمار ۴	۵۹/۳c	۵/۲bc	۶b	۶۰bc	۱۰۱/۷ab	۵۷c

\* حروف یکسان نشان دهنده نبودن اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵٪ در هر ستون می‌باشد.

## ۳-۳- نتایج حاصل از اکستنسوگرام

حداکثر ارتفاع در تمامی زمان‌های تخمیر افزایش یافت. فاکتورهای تعیین شده توسط دستگاه اکستنسوگراف، از لحاظ آماری تفاوت معناداری نشان دادند ( $p < 0/01$ ).

در واقع همانند نتایج فارینوگرام، نتایج اکستنسوگرام نیز بیانگر قوی بودن شبکه گلوآنی و قوی بودن خمیر می‌باشد. این نتایج با بررسی **Martin** نتایج حاصل از اکستنسوگرام در جدول ۴ بیان شده است.

ویژگی‌های خمیر مانند مقاومت خمیر در مقابل کشش، قابلیت کشش خمیر، ضریب، حداکثر ارتفاع و انرژی در زمان‌های تخمیر ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه به وسیله اکستنسوگرام (منحنی حاصل از دستگاه اکستنسوگراف) مشخص گردید. نتایج این تحقیق حاکی از آن بوده است که با افزودن کلسیم در مقایسه با آرد شاهد معمولی، قابلیت خمیر کاهش یافته اما ویژگی‌های دیگر از جمله مقاومت در مقابل کشش، ضریب، انرژی و

جدول ۴ نتایج حاصل از اکستنسوگرام

ردیف	آرد	زمان تخمیر (دقیقه)	قابلیت کشش (mm)	مقاومت به کشش (Bu)	ضریب	انرژی (cm <sup>2</sup> )	حداکثر ارتفاع (Bu)
۱	کنترل	۴۵	۱۵۵d	۲۱۵a	۱/۳۹a	۴۴a	۲۳۰a
		۹۰	۱۵۰b	۲۱۵a	۱/۴۳a	۴۶a	۲۲۰a
		۱۳۵	۱۴۵c	۲۲۰a	۱/۵۲a	۴۷a	۲۱۵a
۲	تیمار ۱	۴۵	۱۲۷bc	۳۰۰b	۲/۳۶b	۵۶b	۲۷۰b
		۹۰	۱۳۲a	۳۵۰bc	۲/۶۵b	۶۰b	۲۵۰b
		۱۳۵	۱۳۷b	۳۶۰b	۲/۶۷b	۶۵b	۲۴۰a
۳	تیمار ۲	۴۵	۱۴۰c	۳۵۰bc	۲/۵۰b	۵۸bc	۳۰۰bc
		۹۰	۱۳۳a	۳۴۰b	۲/۵۶b	۶۲bc	۳۲۰c
		۱۳۵	۱۳۵b	۳۶۵b	۲/۷۰b	۶۸bc	۳۱۰bc
۴	تیمار ۳	۴۵	۱۲۵d	۳۱۰bc	۲/۴۸b	۵۹bcd	۳۵۰d
		۹۰	۱۳۰a	۳۸۰cd	۲/۹۲c	۶۶cd	۴۲۰d
		۱۳۵	۱۲۴a	۴۰۰bc	۳/۲۲c	۶۸bc	۴۲۵c
۵	تیمار ۴	۴۵	۱۳۴bc	۳۶۰bc	۲/۶۹b	۶۴d	۴۰۰e
		۹۰	۱۳۰a	۳۹۰d	۳/۰۰d	۶۸d	۴۲۵d
		۱۳۵	۱۲۵a	۴۱۰c	۳/۲۸c	۷۰c	۴۳۰c

تیمارهای مختلف از لحاظ آماری تفاوت معناداری نشان داده است ( $p < 0/01$ ).

جدول ۵ ویژگی‌های شیمیایی نان‌های تولیدی

ردیف	نوع نان	رطوبت (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	خاکستر (%)
۱	کنترل	۳۴/۰۸a	۱۰/۹۳a	۰/۵۶۱abc	۲/۲۵۱a
۲	تیمار ۱	۳۶/۰۴cd	۱۰/۸۵a	۰/۵۵۴abc	۳/۱۹۵b
۳	تیمار ۲	۳۶/۶۵d	۱۰/۷۶a	۰/۵۴۶a	۴/۴۴۶c
۴	تیمار ۳	۳۵/۵۰bc	۱۰/۷۸a	۰/۵۵۱ab	۴/۰۲۳c
۵	تیمار ۴	۳۴/۹۶b	۱۰/۷۶a	۰/۵۶۳abc	۵/۱۲۴d

حروف یکسان نشان دهنده نبودن اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵٪ در هر ستون می‌باشد.

## ۳-۴- ویژگی های شیمیایی نان

ویژگی های شیمیایی نان های مختلف تولید شده در جدول ۵ آمده است. عواملی از قبیل رطوبت و خاکستر تفاوت معناداری نشان دادند ( $p < 0.01$ ).

## ۳-۵- میزان کلسیم نان

نتایج حاصل از اندازه گیری میزان کلسیم به وسیله دستگاه جذب اتمی در جدول ۶ آمده است. میزان کلسیم در بین تیمارهای مختلف از لحاظ آماری تفاوت معناداری نشان داده است ( $p < 0.01$ ).

به طوری که تیمار ۲ و ۴ دارای بیشترین و نان کنترل دارای کمترین میزان کلسیم بوده است. نتایج حاصل مشابه نتایج Ranhotra در سال ۱۹۹۷ می باشد [۱۴].

جدول ۶ نتایج حاصل از دستگاه جذب اتمی

ردیف	نوع نان	میزان کلسیم (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)
۱	کنترل	۱۰۰a
۲	تیمار ۱	۴۰۰b
۳	تیمار ۲	۷۸۰c
۴	تیمار ۳	۳۸۰b
۵	تیمار ۴	۷۵۰c

\* حروف یکسان نشان دهنده نبودن اختلاف معنی دار در سطح ۹۵٪ می باشد.

## ۳-۶- نتایج ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که غنی سازی نان با کلسیم بر خصوصیات حسی نان حاصل مؤثر است. از نظر آماری تفاوت معنا داری بین تیمار های مختلف وجود داشته است ( $p < 0.01$ ). همچنین نتایج بیانگر آن بوده که نان غنی شده با کربنات کلسیم (۱۰۰۰ میلی گرم کلسیم در صد گرم آرد) بیشترین امتیاز و نان کنترل کمترین امتیاز را در سه روز متوالی کسب نموده است [۹]. نتایج ارزیابی حسی در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷ نتایج ارزیابی حسی نان های بربری

ردیف	نوع نان	امتیازکل ۱*	امتیازکل ۲	امتیازکل ۳
۱	کنترل	۶۴a*	۶۴a	۵۸a
۲	تیمار ۱	۹۳d	۸۴c	۷۸c
۳	تیمار ۲	۹۵d	۹۰d	۸۰c
۴	تیمار ۳	۸۷b	۷۸b	۷۰b
۵	تیمار ۴	۹۰c	۸۳c	۷۲b

\* ۱، ۲ و ۳ به ترتیب روزهای اول، دوم و سوم می باشند.

\* حروف یکسان نشان دهنده نبودن اختلاف معنی دار در سطح ۹۵٪ در هر ستون می باشد

## ۴- نتیجه گیری

با توجه به اینکه محصولات لبنی که منابع سرشار از کلسیم محسوب می شوند به دلایل اقتصادی، عدم دسترسی و بیماری عدم تحمل لاکتوز نمی توانند بخش مهمی از رژیم غذایی بسیاری از افراد را تشکیل دهند و با توجه به اینکه نان جزء محصولات پر مصرف در جامعه به شمار می رود، بنابراین می توان نان مصرفی را با افزودن کلسیم غنی ساخت.

کربنات کلسیم و سولفات کلسیم از غنی کننده های با اهمیت کلسیم محسوب شده اما با توجه به نتایج حاصل از آزمون های فارینوگراف و اکستنسوگراف، کربنات کلسیم در سطح ۱۰۰۰ میلی گرم کلسیم در ۱۰۰ گرم آرد سبب تغییرات قابل ملاحظه ای شده است.

همچنین کربنات کلسیم به دلیل این که دارای میزان کلسیم بالاتری نسبت به سولفات کلسیم بوده و نیز از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر است. در نتیجه به عنوان یک منبع معدنی حائز اهمیت کلسیم به منظور غنی سازی نان پیشنهاد می گردد.

## ۵- تشکر و قدردانی

از زحمات پرسنل محترم پژوهشکده غله و نان کشور برای ارائه امکانات مورد نیاز تحقیق تشکر و قدردانی می شود.

## ۶- مراجع

[1] Cashman, K.D. 2002. Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. British Journal of Nutrition. 87, Suppl. 2, S169 - S177.

- [۲] راست منش، ر. ۱۳۸۲. غنی سازی مواد غذایی با ریزمغذی ها. علوم کشاورزی، تهران. ۱۳-۱۱ و ۱۵-۱۴.
- [9] Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., and Leinen, S.D. 2000. Utilization of calcium in breads highly fortified with calcium as calcium carbonate or as dairy calcium. *Cereal Chemistry*. 77 (3): 293-296.
- [10] Moynihan, P., Adamson, A., Regg-Genn, A., Appleton, D., and Butler, T. 1996. Dietary sources of calcium and the contribution of flour fortification to total calcium intake in the diets of Northumbrian adolescents. *British Journal of Nutrition*. 75: 495-505.
- [11] Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., and Leinen, S.D. 1999. Increase in bone calcification in young rats fed breads highly fortified with calcium. 1999. *Cereal Chemistry*, 76(3): 325-327.
- [12] Food and Nutrition Board. Institute of Medicine U.S.A., 1997.
- [13] Carter, M.L., and Whiting, S.J. 1997. Effect of calcium supplementation is greater in prepubertal girls with low calcium intake. *Nutrition Reviews*. 55: 371-373.
- [14] Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Leinen, S.D., and Schneller, F.E. 1997. Bioavailability of calcium in breads fortified with different calcium sources. *Cereal Chemistry*. 74(4): 361-363.
- [۱۵] قاسمی، ح و آذر، م. ۱۳۷۷. طرح امنیت غذا و تغذیه کشور - مطالعات صنایع تبدیلی غذا - غنی کردن - جلد دوم، بخش چهارم. ۲۱۷-۲۰۵.
- [16] American Association of Cereal Chemists. 1995. *Approved Methods of the AACC*, 9th ed. The Association: St. Paul, MN.
- [3] FAO. 1996. *Food fortification: Technology and quality control*. Food and Nutrition paper Rome, FAO: 1-17.
- [4] Herman, S., Griffin, I.J., Suwanti, S., Ernawati, F., Permaesil, D., Pambudi, D., and Abrams, S.A. 2002. Cofortification of iron - fortified flour with zinc sulfate, but not zinc oxide, decreases iron absorption in Indonesian children 1-4. *American Journal of Clinical Nutrition*. 76: 813-817.
- [5] National plan on iron malnutrition and food / flour fortification in Iran. 2005. Nutrition Department, Ministry of Health and Medical Education, WHO/Iran and WHO/EMRO. First National Technical Consultation Workshop.
- [6] Martin, B.R., Weaver, C.M., Heaney, R.P., Pachard, P.T., and Smith, D.L. 2002. Calcium absorption from three salts and CaSO<sub>4</sub>-fortified bread in premenopausal women. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 3874-3876.
- [7] McCarron, D.A., Metz, J.A., and Hatton, D.C. 1998. Mineral intake and blood pressure in African Americans. *American Journal of Clinical Nutrition*. 68: 517-518.
- [8] Grønder-Pedersen, L., Bukhave, K., Jensen, M., Hojgaard, L., and Hansen, M. 2004. Calcium from milk or calcium-fortified foods does not inhibit nonheme-iron absorption from a whole diet consumed over a 4-d period. Danish Dairy Research foundation and the Danish Food Technology Programme.

## Production of Fortified Barbari Bread with Different Calcium Sources and Evaluation of It

Fazeli, F.<sup>1</sup>, Azar, M.<sup>2</sup>, Azizi M.H.<sup>3\*</sup>

1. M.Sc. Graduate of Food Science and Technology, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
2. Professor of Food Science and Technology, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
3. Associate Professor of Food Science and Technology, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

Adequate calcium (Ca) intake during the crucial growing years maximizes peak bone mass and thus delays the onset of osteoporosis later in life. In addition, Ca plays a protective role against essential hypertension and colorectal cancer. Dairy products, a naturally rich Ca source, are the major source of Ca in our diet. However many people avoid consuming milk, because of economical problems and who are lactose intolerant. For these people, Ca-fortified nondairy foods can be a significant source of Ca. A number of foods, including bread, staple food, can be fortified with Ca. In this study, formulation and production of fortified Barbari bread with different Ca sources was investigated. In order to, different kind of Barbari breads were prepared with flour fortified with two food-grade inorganic Ca sources such as Ca carbonate and Ca sulfate. Ca was added to flour at two levels: 500 and 1000 mg/ 100 g of flour. one bread was also prepared using ordinary flour. Results of Farinograph and Extensograph tests indicated strength of dough. Results of Farinograph test indicated that the percent of absorbed water, dough development time, dough stability and valorimeter value will increase by adding Ca, while the degree of dough softening in 10 and 20 minutes, will reduce. Also atomic absorption spectrophotometry test showed that retaining of Ca in breads was significant ( $P < 0.01$ ).  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{CaSO}_4$  are preferred sources of Ca for the fortification of cereal-based foods as they had no adverse affect on bread quality but  $\text{CaCO}_3$  is higher in Ca than  $\text{CaSO}_4$ . It is also less expensive. For these reasons, Ca carbonate is a preferred Ca source for fortifying bread.

**Key words** : Fortification, Calcium carbonate, Calcium sulfate, Barbari bread, Farinograph, Extensograph

---

\* Coresponding author E-mail address: azizit\_m @modares.ac.ir