

## اثر غنی‌سازی آرد بر ویژگی‌های شیمیایی، حسی و میزان ماندگاری نان بربری

سمیرا برنجی‌اردستانی<sup>۱</sup>، \*محمدحسین عزیزی<sup>۲</sup> و محمدعلی سحری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۷/۲۳

### چکیده

اثر غنی‌سازی آرد ستاره با آهن، اسید فولیک، روی و کلسیم بر خواص شیمیایی (گلوتن خشک، گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن، پروتئین و عدد زلنی)، حسی (شکل ظاهری، سطح زیرین، سطح رویی، پوکی، قابلیت جویدن، نرمی، بو و طعم) و ماندگاری (با ارزیابی بیاتی نان بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت نگهداری در دمای محیط) نان بربری بررسی و با شاهد مقایسه شد. تیمارها عبارت بودند از: آرد شاهد (آرد ستاره بدون هیچ‌گونه افزودنی) و تیمارها که شامل آردهای حاوی نسبت‌های متفاوتی از آهن، اسید فولیک، روی و کلسیم بودند. نتایج نشان داد که در خواص شیمیایی، گلوتن خشک، گلوتن مرطوب و پروتئین اختلاف معنی‌داری بین نان شاهد و تیمارهای غنی شده وجود ندارد. شاخص گلوتن در تیمارهای کم و متوسط مقدار افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته و در نمونه پر مقدار نسبت به شاهد و نمونه‌های غنی شده کاهش معنی‌دار یافته است. عدد زلنی در نمونه شاهد و تیمارهای غنی شده کم و متوسط مقدار تفاوت معنی‌داری نداشته است، اما در تیمار پر مقدار افت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نسبت به سه تیمار دیگر نشان داده است. نتایج ارزیابی خواص حسی نان‌های بربری نشان می‌دهند که تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای غنی شده با شاهد وجود ندارد. نتایج ارزیابی ماندگاری نشان داد، بعد از ۲۴ و ۴۸ ساعت، بیاتی در تمام تیمارهای غنی شده نسبت به شاهد بهبود داشته‌اند اما بعد از ۷۲ ساعت، تمام نمونه‌ها از نظر بیاتی یکسان بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: غنی‌سازی، نان، آرد

### مقدمه

اسید فولیک، کلسیم، ویتامین آ و ب که تا مدت‌ها علائم آن احساس یا دیده نمی‌شوند، به کار می‌رود. طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی از هر ۵ نفر حداقل ۱ نفر در جهان از کمبود چنین عناصری رنج می‌برد. یکی از استراتژی‌های اساسی، مؤثر و ارزان برای مهار و پیشگیری از اختلالات ناشی از کمبود ریزمغذی‌ها، غنی‌سازی مواد غذایی است. اساس این روش بر این است که در جوامعی که کمبود مواد مغذی خاصی در برنامه غذایی روزانه

اگرچه تولید غذا در جهان امروز به حد کافی است و قاعدتاً نباید گرسنه‌ای در جهان وجود داشته باشد، اما بخش قابل توجهی از جمعیت جهان حتی با وجود تأمین انرژی، گرسنگی پنهان را تحمل می‌کنند. این اصطلاح برای کمبود ریزمغذی‌هایی مانند ید، روی، آهن،

\* - مسئول مکاتبه: azizi\_m@modares.ac.ir

۱۰۰ گرم آرد اثری بر روی کیفیت نان نداشته است (رنهوترا و همکاران، ۱۹۹۹).

غنی‌سازی با آهن مشکلات متعددی از جمله دسترسی طبیعی پایین، تغییر رنگ نامطلوب محصول و ناپایداری در طول انبارداری را دارد. سولفات فرو از حلالیت و دسترسی طبیعی بالایی برخوردار است اما اغلب موجب پیشرفت رنگ و طعم نامطلوب در اثر واکنش با سایر ترکیبات نان می‌شود. پس ترکیبات متفاوت آهن مثل سولفات فرو پوشیده شده با لایه‌ای از کریستال‌های سولفات فرو ۷ آبه یا NaFeEDTA برای حل مشکل جذب و افزایش دسترسی طبیعی به‌کار می‌رود (هورل و همکاران، ۲۰۰۰).

غنی‌سازی آرد گندم با آهن در بسیاری از کشورها مرسوم است، اما افزودن روی کار جدیدی است. در اندونزی اثر غنی‌سازی آرد با دو مخلوط مختلف شامل ۳۰ پی‌پی‌ام سولفات فروس یا ۶۰ پی‌پی‌ام آهن عنصری، ۳۰ پی‌پی‌ام اکسید روی، ۲/۵ پی‌پی‌ام تیامین، ۴ پی‌پی‌ام ریبوفلاوین و ۲ پی‌پی‌ام اسید فولیک را بر کیفیت آرد، نان و رشته فرنگی امتحان کردند. نتایج نشان می‌دهد که برای آرد ذخیره شده تا ۹۰ روز، سولفات فرو برای استفاده در نان قابل قبول است، اما در رشته فرنگی به‌خاطر تغییرات در رنگ و مزه بعد از پخت، نمی‌توان به‌کار برد. مخلوط حاوی آهن عنصری و سایر ترکیبات غنی‌کننده هیچ اثر بدی بر آرد، نان و رشته فرنگی در غلظت داده شده ایجاد نکرد (شافلین و همکاران، ۲۰۰۱).

در آفریقای جنوبی افزودن ۳۳ درصد مقدار توصیه شده رژیم غذایی ویتامین آ، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید فولیک، آهن و روی در هر ۲۰۰ گرم بلغور ذرت خشک یا آرد گندم قهوه‌ای یا سفید اجباری شد. ابتدا آهن احیا شده از نظر پذیرش چشایی و حسی قابل قبول شناخته شد. با توجه به مشکلات چشایی میزان روی افزوده شده تا ۲۰ درصد توصیه شده در رژیم غذایی، کاهش داده شد. در بخش دوم آزمایش‌ها، پرمیکس آهن، فلز روی و ویتامین‌ها به ۳ نمونه بلغور ذرت و آرد گندم

وجود دارد، می‌توان این مواد را به غذاهای اصلی که همه افراد روزانه و تقریباً به مقدار یکنواخت استفاده می‌کنند، اضافه نمود و کمبود را جبران کرد. نان ماده غذایی بسیار مناسبی برای غنی‌سازی است، زیرا اکثریت افراد جامعه بدون توجه به وضعیت اجتماعی و اقتصادی آن را مصرف می‌کنند و افزایش مصرف آن نیز خطری به دنبال ندارد و در هر سه وعده، غذای اصلی مورد مصرف بخش عمده‌ای از جامعه است و در غذاهای بین روز که در تأمین انرژی لازم برای فعالیت روزانه نقش مهمی دارند. در کشور مانیز نان و غلات عمده‌ترین گروه غذایی در تأمین کالری، پروتئین، کلسیم، آهن، تیامین و نیاسین مورد نیاز روزانه هستند (راست منش، ۲۰۰۳).

**سوابق غنی‌سازی در کشورهای مختلف و ایران:**  
پژوهشگران در روسیه دریافتند که افزودن ۳۵-۱۵ میلی‌گرم آهن به هر کیلوگرم آرد موجب کاهش قابلیت تشکیل گاز می‌شود، که این حالت در مورد استفاده از پودر آهن شدیدتر از کاربرد محلول سولفات فرو خواهد بود. بعلاوه پودر آهن، رنگ آرد را نیز تیره‌تر کرده است (کارادژوف و همکاران، ۱۹۸۷).

از آنجا که کمبود آهن یکی از مشکلات بزرگ سلامت در کشورهای در حال توسعه است، مطالعات زیادی بر روی نان غنی شده با آهن، ماندگاری و مقبولیت آن برای مصرف‌کننده در پاکستان انجام شده است. آرد گندم با دو منبع آهن غذایی یعنی سولفات فرو و Fe-EDTA در سطوح ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آرد غنی شد سپس نان‌ها از نظر رنگ، بو، بافت، کیفیت جویدن، مزه، ظاهر و مقبولیت مورد ارزیابی قرار گرفتند. از نظر چشایی و هزینه، سولفات فرو در سطح ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آرد مقبول‌ترین بود ولی Fe-EDTA رنگ و ظاهر را به گونه‌ای تغییر داد که مصرف‌کنندگان آن را رد کردند (ایاز و همکاران، ۱۹۹۶).

غنی‌سازی آرد با کلسیم در مقادیر ۲۱۱، ۴۴۶، ۹۲۴ و ۱۴۱۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آرد نیز انجام شد. مطالعات نشان می‌دهند که غنی‌سازی تا مقدار ۹۲۴ میلی‌گرم در

## مواد و روش‌ها

**مواد:** آرد ستاره، مخصوص نان بربری از سیلو تهیه شد، خمیر مایه خشک از شرکت فریمان مشهد، نمک و جوش شیرین با نام تجاری گل‌ها، کیسه‌های پلی‌اتیلنی به ابعاد ۵۵ در ۷۰ با نام تجاری پنگوئن برای بسته‌بندی نان‌ها تهیه گردید. مواد شیمیایی اسید فولیک (با فرمول شیمیایی  $C_{19}H_{19}N_7O_6$  و وزن ملکولی  $441/41$  گرم با درصد خلوص  $97/5$ ، اکسید روی (با فرمول شیمیایی  $ZnO$  و وزن ملکولی  $81/37$  گرم با درصد خلوص  $99$ )، سولفات آهن (II)  $7$  آبه (با فرمول شیمیایی  $FeSO_4.7H_2O$  و وزن ملکولی  $278/0$  گرم با درصد خلوص  $99/5$ ) و کربنات کلسیم (با فرمول شیمیایی  $CaCO_3$  و وزن ملکولی  $100/09$  گرم با درصد خلوص  $99/5$ ) از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

**روش‌ها:** تعیین میزان گلوتن خشک آرد به روش شستشو با دست، براساس استاندارد AACC با شماره ۱۰-۳۸ انجام شد. تعیین اندازه گلوتن مرطوب آرد، براساس استاندارد AACC با شماره ۱۲-۳۸ انجام شد. تعیین شاخص کیفیت گلوتن (گلوتن ایندکس).

اندازه‌گیری عدد زلنی (ضریب ته‌نشینی)، براساس استاندارد AACC با شماره ۱۱-۵۶ انجام شد (استانداردهای انجمن شیمی غلات آمریکا، ۱۹۹۵).

اندازه‌گیری میزان پروتئین آرد با دستگاه NIR مدل ۸۶۰۰ ساخت شرکت Perten، براساس خاصیت برگشت نور انجام شد.

تولید نان بربری براساس استاندارد مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با شماره ۵۸۰۹ س، سال ۱۳۸۲ انجام شد. ارزیابی ویژگی‌های نان (شکل ظاهری، سطح زیرین، سطح رویی، پوکی، قابلیت جویدن، نرمی، بو و طعم) و بیاتی براساس استاندارد مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با شماره ۲۶۲۸ انجام شد.

بررسی اثر غنی‌سازی بر صفات موردنظر، تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار با نرم‌افزار SPSS صورت می‌گیرد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

اضافه شد. نمونه‌های پخته و خام توسط ۱۵ نفر ارزیاب چشایی بررسی شدند. غنی‌سازی در رنگ آرد قهوه ای و سفید تغییر رنگ ایجاد کرد، اما مزه و پذیرش آن و نیز رنگ بلغور ذرت خام و طعم محصول پخته آن را متأثر نکرد (کوپیپر و کاک، ۲۰۰۱).

وزیر بهداشت اردن در ماه می سال ۱۹۹۹ میلادی برنامه غنی‌سازی آرد خانگی را با ۳۰ پی پی ام سولفات فرو و ۱/۵ پی پی ام اسید فولیک براساس استانداردهای سازمان بهداشت جهانی اعلام کرد که طبق آن باید به آرد سفید با درجه استخراج کمتر از ۸۲ درصد و ماندگاری مورد نیاز کمتر از یک ماه مقدار ۳۰ پی پی ام سولفات فرو افزوده شود. نتایج نشان داد این روش محصولی با امتیاز طعم و رنگ پایین‌تر، اما مورد پذیرش عموم تولید می‌کند. نوع و میزان ماندگاری تأثیری بر روی مقدار کل آهن در نان نداشته است. در فوریه سال ۲۰۰۴ میلادی از فعالیت‌های تأمین ریزمغذی‌ها در اردن بازدید شد و از آن به بعد غنی‌سازی آرد با موفقیت انجام می‌شود (تیلر، ۲۰۰۵).

از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵ میلادی شناسایی مشکلات و مطالعه کمبود ریزمغذی‌ها در ایران انجام شد. در سال ۱۹۹۶ میلادی به‌صورت آزمایشی غنی‌سازی آرد در بخشی از اصفهان شروع شد. در سال ۲۰۰۱ میلادی کار غنی‌سازی آرد با ۶۰ پی پی ام آهن عنصری و ۱/۵ پی پی ام اسید فولیک با توجه به آب و هوای گرم و مرطوب منطقه به‌طور آزمایشی در بوشهر آغاز شد. از آگوست ۲۰۰۱ میلادی مخلوط اولیه حاوی ۳۰ پی پی ام سولفات فرو و ۱/۵ پی پی ام اسید فولیک که مناسب آردهای ایران است، در شرکت‌های داروسازی داخلی تولید شدند. در ژانویه ۲۰۰۵ میلادی فاز اول این طرح در ناحیه فارس شروع گردید که ۴ میلیون نفر را پوشش می‌دهد. فاز دوم که غنی‌سازی آرد را در سه استان کرمان، هرمزگان و گلستان پوشش می‌دهد نیز ۱۶ میلیون زن در سن باروری را در بر می‌گیرد (تیلر، ۲۰۰۵).

مقدار احتمالاً با زیاد شدن غلظت کلسیم و یا یون‌های آهن در غلظت بالا اثر منفی دارند (گورتین، ۲۰۰۵).

به نظر می‌رسد ثابت بودن مقدار پروتئین به‌رغم نوسان شاخص گلوتن به این دلیل است که این شاخص به مقدار گلوتن مرطوب و اساساً محتوی پروتئین وابسته نیست و نشانگر ارتباط بین گروه‌های مختلف پروتئین، نه کل محتوی پروتئین می‌باشد (سیوارامن، ۲۰۰۱).

عدد زلنی در نمونه شاهد و تیمارهای غنی شده کم و متوسط مقدار تفاوت معنی‌داری نداشته است، اما در تیمار پرمقدار افت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نسبت به سه تیمار دیگر نشان داده است. آزمایش رسوب زلنی براساس قدرت تورم ملکول‌های پروتئین گلوتن در حضور اسید لاکتیک است. اسیدهای آلی و معدنی و نمک‌ها نقش مهمی در تورم گلوتن دارند. نمک‌های قلیایی و اسیدی بر روی تورم گلوتن اثر مثبت داشته و نمک‌های خنثی تأثیر منفی دارند. این تأثیر منفی نمک‌ها بستگی به نوع آنیون‌های آن دارد. افزودن نمک‌هایی مانند کربنات کلسیم و اکسید روی تا حدی، برای مثال، در تیمارهای کم و متوسط مقدار بر روی قابلیت تورم و ثبات گلوتن اثر مثبت داشته است. در نتیجه اثر منفی افزایش غلظت یون‌های آهن بر عدد زلنی این ویژگی در تیمار پرمقدار کاهش معنی‌دار یافته است.

**تیمارهای مورد بررسی شامل:** تیمار شاهد آرد ستاره تحویل گرفته شده از کارخانه آرد تهران باختر بدون هیچ‌گونه افزودنی، تیمار کم مقدار شامل آرد ستاره به‌علاوه آهن ۲۰، اسید فولیک ۱/۵، روی ۲۰ و کلسیم ۹۰۰ پی‌پی‌ام، تیمار متوسط مقدار شامل آرد ستاره به‌علاوه آهن ۳۰، اسید فولیک ۲، روی ۳۰ و کلسیم ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام و تیمار پرمقدار شامل آرد ستاره به‌علاوه آهن ۴۰، اسید فولیک ۲/۵، روی ۴۰ و کلسیم ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام. لازم به ذکر است که در تمامی آزمایش‌ها، تعداد تکرار ۳ می‌باشد.

## نتایج و بحث

**خواص شیمیایی آرد:** نتایج نشان می‌دهد که در خواص شیمیایی، گلوتن خشک، گلوتن مرطوب و پروتئین اختلاف معنی‌داری بین نان شاهد و تیمارهای غنی شده وجود ندارد (جدول ۲). شاخص گلوتن در تیمارهای کم و متوسط مقدار افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته و در نمونه پرمقدار نسبت به شاهد و نمونه‌های غنی شده کاهش معنی‌دار یافته است. نتایج در تحقیقی مشابه نشان می‌دهند که یون‌های کلسیم و آلومینیوم با پروتئین‌ها بر همکنش داشته و باعث تقویت پروتئین‌ها و دادن خاصیت کشسانی به ذرات محصول و افزایش شاخص گلوتن می‌شوند، اما در مورد کاهش این شاخص در نمونه پر

جدول ۱- داده‌های ارزیابی خواص شیمیایی نان بربری.

| تیمار           | گلوتن خشک (گرم) | گلوتن مرطوب (گرم) | شاخص گلوتن   | پروتئین (گرم) | عدد زلنی (میلی‌لیتر) |
|-----------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------|----------------------|
| ۱ (شاهد)        | ۱۰/۵ ± ۰/۵      | ۲۵/۵ ± ۰/۵        | ۹۷/۲ ± ۰/۷   | ۱۰/۶ ± ۰/۱    | ۲۰/۵ ± ۰/۵           |
| ۲ (کم مقدار)    | ۱۰/۵ ± ۰/۵      | ۲۶ ± ۰            | ۹۸/۸۳ ± ۰/۸  | ۱۰/۶ ± ۰/۱    | ۲۰/۵ ± ۰/۵           |
| ۳ (متوسط مقدار) | ۱۰/۵ ± ۰/۵      | ۲۶ ± ۰            | ۹۸/۶۵ ± ۰/۰۵ | ۱۰/۶ ± ۰/۱    | ۲۰/۵ ± ۰/۵           |
| ۴ (پرمقدار)     | ۱۰/۵ ± ۰/۵      | ۲۶ ± ۰            | ۹۵/۹ ± ۰/۳   | ۱۰/۶ ± ۰/۱    | ۱۸ ± ۱               |

۱- تیمار شاهد، ۲- تیمار کم مقدار، ۳- تیمار متوسط مقدار، ۴- تیمار پرمقدار

جدول ۲- داده‌های ارزیابی خواص حسی و چشایی نان بربری.

| تیمار | شکل         | سطح زیرین | سطح رویی    | پوکی        | قابلیت جویدن | نرمی        | بو و طعم  |
|-------|-------------|-----------|-------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
| ۱     | ۳/۲۵ ± ۰/۷۵ | ۳/۵ ± ۱/۵ | ۳ ± ۱       | ۲/۷۵ ± ۱/۲۵ | ۳ ± ۱        | ۲/۵ ± ۱     | ۳ ± ۱     |
| ۲     | ۳/۱۲ ± ۱/۱۲ | ۲/۵ ± ۰/۵ | ۲/۳۷ ± ۱/۳۷ | ۲ ± ۱       | ۲/۲۵ ± ۱/۲۵  | ۲/۵ ± ۰/۵   | ۲/۵ ± ۱   |
| ۳     | ۳/۵ ± ۱     | ۲/۵ ± ۰/۵ | ۲/۵ ± ۰/۵   | ۲/۲۵ ± ۱/۲۵ | ۳ ± ۱        | ۲/۷۵ ± ۰/۷۵ | ۳ ± ۱     |
| ۴     | ۳ ± ۱/۵     | ۲/۵ ± ۰/۵ | ۲/۵ ± ۰/۵   | ۲ ± ۱       | ۲/۲۵ ± ۰/۷۵  | ۲/۲۵ ± ۰/۷۵ | ۲/۵ ± ۱/۵ |

۱- تیمار شاهد، ۲- تیمار کم‌مقدار، ۳- تیمار متوسط مقدار، ۴- تیمار پرمقدار

مقدار نسبت به شاهد بهبود معنی‌دار در سطح ۵ درصد داشته، اما بین خود دو تیمار غنی شده تفاوت معنی‌دار نبوده است. در نمونه پرمقدار نسبت به شاهد ماندگاری افزایش معنی‌دار داشته، اما نسبت به کم و متوسط مقدار افت معنی‌داری در سطح ۵ درصد پیدا کرده است.

نتایج نشان داد، بعد از ۴۸ ساعت، بیاتی در تمام تیمارهای غنی شده نسبت به شاهد بهبود داشته‌اند. این بهبود در نمونه‌های کم و متوسط مقدار نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است، ولی بین خود دو تیمار غنی شده تفاوت معنی‌دار ملاحظه نشد. بهبود بیاتی در نمونه پرمقدار نسبت به شاهد غیرمعنی‌دار بوده و نسبت به دو تیمار غنی شده دیگر هم افت نشان داده است.

نتایج حاکی از آن است که بعد از ۷۲ ساعت، تمام نمونه‌ها از نظر بیاتی یکسان بوده‌اند. به نظر می‌رسد که دلیل افزایش معنی‌دار بهبود بیاتی نمونه‌های غنی شده نسبت به شاهد، اثر غنی‌کننده‌ها در افزایش جذب آب آرد است. مشابه این اثر را در افزودن پنتوزان‌ها و مشتقات سلولز به آرد می‌توان دید (رجب‌زاده، ۲۰۰۱).

**خواص حسی و چشایی:** نتایج حاصل از ارزیابی‌های خواص حسی و چشایی نان‌های بربری در جدول ۳ آورده شده است. نتایج ارزیابی خواص حسی و چشایی نان‌های بربری نشان می‌دهند که امتیازهای شکل، سطح زیرین، سطح رویی، پوکی، قابلیت جویدن، نرمی، بو و طعم دارای نوسانات معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای غنی شده با شاهد نبوده‌اند، اما در برخی موارد با افزایش روند غنی‌سازی کاهش جزئی در امتیاز این خواص مشاهده شده است. این کاهش اندک و غیرمعنی‌دار را می‌توان نتیجه حضور ترکیب آهن‌دار سولفات فرو دانست. سولفات فرو حلالیت و دسترسی طبیعی بالایی دارد، اما اغلب موجب پیشرفت رنگ و طعم نامطلوب در اثر واکنش با سایر ترکیبات نان می‌شود. پس ترکیبات متفاوت آهن مثل سولفات فرو پوشیده شده با لایه‌ای از کریستال‌های سولفات فرو ۷ آبه یا NaFeEDTA برای حل مشکل جذب و افزایش دسترسی طبیعی به کار می‌رود (هورل و همکاران، ۲۰۰۰).

**ماندگاری:** بعد از ۲۴ ساعت، بیاتی در نمونه کم و متوسط

جدول ۳- داده‌های ارزیابی بیاتی نان بربری.

| تیمار | امتیاز بعد از ۲۴ ساعت | امتیاز بعد از ۴۸ ساعت | امتیاز بعد از ۷۲ ساعت |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۱     | ۱/۵ ± ۰/۵             | ۱/۵ ± ۰/۵             | ۱ ± ۰                 |
| ۲     | ۳/۵ ± ۰/۵             | ۲/۵ ± ۰/۵             | ۱ ± ۰                 |
| ۳     | ۳ ± ۱                 | ۲/۵ ± ۰/۵             | ۱ ± ۰                 |
| ۴     | ۲/۵ ± ۰/۵             | ۱/۵ ± ۰/۵             | ۱ ± ۰                 |

۱- تیمار شاهد، ۲- تیمار کم مقدار، ۳- تیمار متوسط مقدار، ۴- تیمار پرمقدار

## منابع

1. American Association of Cereal Chemists. 1995. American Association of Cereal Chemists Approved Methods, Ninth edition, Pp: 54-21, 54-10, 38-10, 38-12, 56-11.
2. Gorton, L. 2005. Leavenings other powers. Baking and Snack, 46: 8-14.
3. Hurrell, R.F., Reddy, M.B., Burri, J., and Cook, J.D. 2000. An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal based foods. British Journal of Nutrition, 84(6): 903-910.
4. Iran Standard and Industrial Researches Inst. 2003. Standarda Num. 2338, 2628 and 2863.
5. Iiyas, M., Khalil, J., Ayub, M., Akhtar, S., and Saleem Khan, 1996. The effects of iron fortification on the quality of fortified bread. Sarhad Journal of Agriculture, 12: 171-175.
6. Karadzhov, G., Vangelov, A., and Popov, D. 1987. Fortofication bread with iron on basic baking properties of wheat flour. Nauchni-Troduve, Vissh Institute - po - Khranitelna - I - Vkusova - Promyshlennost, 34: 95-101.

7. Kuyper, L., and Kock, H. 2001. Fortification of maize meal and bread flour in the south African. AACC Annual Meeting, 8p.
8. Rajabzadeh, N. 2001, Bread Technology. Tehran Univ. Press, Forth edition, 450p.
9. Ranhotra, G., Gelroth, J., and Leinen, S. 1999. Increase in bone calcification in young rats fed breads highly fortified with calcium. *Cereal Chemistry*, 76: 325-327.
10. Rastmanesh, R. 2003. Micronutrient Fortification of Food. Agricultural Science Press, p: 1-55.
11. Schoffelen, E., Sutanto, H., and Ranum, P. 2001. Establishment of a wheat flour fortification programme in Indonesia. AACC Annual Meeting, 10p.
12. Sivaraman, E. 2001. Using single kernel characterization to estimate rheological properties of wheat dough. Submitted in Partial Fulfillment of the Course Requirements for Advanced Econometric Age, 10p.
13. Tyler, V. 2005. Reducing iron deficiency through wheat flour fortification in The Middle-East, 20p.
14. Zczyk, D. 2004. The physics of baking: rheological and polymer molecular structure-function relationships in bread making. *Journal of Non-newtonian Fluid Mechanics*, 124: 61-69.

---

---

## **Effect of wheat patent flour fortification with Iron, Folic acid, Zinc and Calcium on its chemical characteristics, organoleptic, and shelf life properties of Barbari bread**

**S. Berenji Ardestani<sup>1</sup>, \* M.H. Azizi<sup>2</sup> and M.A. Sahari<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. student, Dept. of Food Sciences and Technology, Tarbiat Modarres University, Iran

<sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Tarbiat Modarres University, Iran

---

---

### **Abstract**

Effects of fortification of Setareh flour with iron, folic acid, zinc and calcium on chemical properties (dry gluten, wet gluten, gluten index, protein and zeleny value), organoleptic properties (form, up surface, down surface, tenderness, masticationability, softness, odour and flavour) and shelf life properties (by considering bread staling after 24, 48 and 72 hours at room temperature) were considered in Barbary breads and compared with control treatment. In this study we have 4 treatments as follows: 1- Setareh pure flour without any fortificant/ as control, 2- Flour fortified with low dosage of fortificants: (ferrous sulfate 20, folic acid 1.5, zinc oxide 20 and calcium carbonate 900 p.p.m), 3- Flour fortified with middle dosage of fortificants: (ferrous sulfate 30, folic acid 2, zinc oxide 30 and calcium carbonate 1200 p.p.m), 4- Flour fortified with high dosage of fortificants: (ferrous sulfate 40, folic acid 2.5, zinc oxide 40 and calcium carbonate 1500 p.p.m). Statistical data have shown that, in all mentioned properties flour treatments fortified with minimum and middle amounts of fortificants had better results than the flour fortified with maximum amounts of fortificants. Minimum and middle treatments didn't have any significant differences, so with due attention to international organizations (WHO, FAO) and provide vital micronutrients for body, we propose middle treatment.

**Keywords:** Bread; Flour; Fortification.

---

\* - Corresponding Author; Email: azizi\_m@modares.ac.ir