

بررسی اثر اختلاط آرد جو بدون پوشینه با آرد گندم بر خصوصیات حسی و تغذیه‌ای نان بربری

احمد فهیم ادیب اصل^{۱*}، اسماعیل عطای صالحی^۲، زهرا شیخ الاسلامی^۳، مهدی کریمی^۴،
مهدی قیافه داودی^۵، طاهره سادات موسوی^۶

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان
^۲ عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان
^{۳،۴،۵} عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
^۶ کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹ / ۵ / ۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹ / ۸ / ۴

چکیده

اکثر نان‌های تولیدی کشور از کیفیت پایین تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی برخوردار هستند و میزان اسید فیتیک که یک ماده‌ی ضد تغذیه‌ای می‌باشد در آن‌ها بالایی باشد. اسید فیتیک میزان جذب و زیست‌فراهمی اکثر عناصر حیاتی و ترکیبات مغذی مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها را مختل ساخته و موجبات سوءتغذیه و کم‌خونی ناشی از فقر آهن را فراهم می‌سازد. این تحقیق، با هدف اختلاط آرد گندم با آرد جو بدون پوشینه به منظور کاهش اسید فیتیک، افزایش فیبر و ارزش تغذیه‌ای نان انجام پذیرفت. بدین منظور، آرد گندم ۸۲٪ استخراج با آرد جو بدون پوشینه که در دو مش مختلف، ۴۰ (۴۷۵μ) و ۵۰ (۳۰۰ μ) تهیه شده بود به میزان ۰، ۱۰ و ۲۰٪ ترکیب گردید و پس از پخت نان میزان اسید فیتیک و آهن باند شده توسط اسید فیتیک، فیبر و خصوصیات حسی نان‌های حاصل اندازه‌گیری و با نمونه‌ی شاهد (نمونه‌ی تهیه شده با آرد گندم) مقایسه گردید. نتایج، نشان داد افزودن آرد جو بدون پوشینه به نان گندم بدون لطمه بر خواص کیفی نان، سبب می‌شود که اسید فیتیک و هم‌چنین آهن باند شده توسط اسید فیتیک به ترتیب در بهترین نمونه (نمونه‌ی تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه مش ۵۰) به میزان ۲۰/۳ و ۵۹/۴۴ درصد کاهش یابد. هم‌چنین این اختلاط، افزایش فیبر و بهبود خصوصیات حسی را در بر داشت.

واژه‌های کلیدی: اسید فیتیک، جو بدون پوشینه، نان، فیبر، آهن.

در تحقیقی، خواص شیمیایی، فیزیکی و ارزیابی حسی نان بلدی^۱ تهیه شده از مخلوط آرد جو بدون پوشینه و گندم محلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج، نشان داد افزودن بیش از حد آرد جو سبب سیاه شدن، سفتی، عدم یک‌نواختی و پذیرش کلی نان‌های حاصل شد. در حالی که اضافه شدن ۱۵ تا ۳۰ درصد آرد جو تأثیری در پذیرش کلی و خواص کیفی نان‌های تولیدی نداشت (۸).

تروق و همکاران (۲۰۰۴) اثر استفاده از آرد جو بدون پوشینه را همراه با آنزیم زایلاناز به عنوان راه‌کاری برای تولید نان مرکب از آرد گندم و جو بدون پوشینه مورد بررسی قرار دادند. نتیجه‌ی تحقیق آن‌ها نشان داد که تهیه‌ی نان با آرد ترکیبی شامل ۶۰٪ آرد گندم و ۴۰٪ آرد جو بدون پوشینه، آرابینوکسیلان کل و محلول را در نمونه‌های نان افزایش داده اما حجم مخصوص قرص نان تولیدی را کاهش می‌دهد (۲۲).

ایزدوریزچ و همکاران (۲۰۰۷) خواص فیزیکوشیمیایی آرد جو بدون پوشینه غنی از فیبر (FRF^۲)، (متفاوت از نظر اندازه‌ی ذرات) و پتانسیل آن را به عنوان یک افزودنی فراسودمند^۳، در نان مسطح مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که افزودن ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه غنی از فیبر به آرد گندم به طور چشم‌گیری جذب آب خمیر را افزایش داد و خصوصیات و ویژگی‌های نهایی خمیر را بهبود بخشید. همچنین ظاهر، قطر قرص نان، طعم و بوی نان حاصل، قابل مقایسه با نمونه‌ی شاهد بود. افزودن ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه غنی از فیبر به آرد گندم به طور چشم‌گیری فیبر رژیمی کل و محلول را افزایش داد. ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد استفاده در این تحقیق با خصوصیات و ویژگی‌های نشاسته‌ای متفاوت عبارت بودند از: W^۵، HA^۴ و N^۶. با توجه به نوع ژنوتیپ استفاده شده، درصد جذب آب خمیر در مقایسه با نمونه‌ی شاهد ۱۸-۱۰٪ افزایش داشت که این میزان افزایش برای ژنوتیپ W و HA نسبت به N بیش‌تر بود. این محققین، اعتقاد داشتند که جاذب‌الرطوبه بودن بتاگلوکان و آرابینوکسیلان نیاز آب مخلوط آرد گندم و FRF را افزایش داده است. از نظر

امروزه استفاده از نان تهیه شده از آرد کامل و یا آردهای با درصد استخراج بالا به دلیل میزان بالاتر فیبر، املاح و ویتامین‌ها توصیه می‌گردد (۱۰). علی‌رغم آثار مفید تغذیه‌ای مانند مقدار ویتامین، املاح و فیبر بالا در آرد کامل گندم، غلظت بعضی مواد نامطلوب آن مانند اسید فیتیک بالاتر از آردهای سفید است که در نتیجه کاهش جذب و قابلیت استفاده عناصر معدنی و پروتئین را در پی خواهد داشت (۹، ۱۰، ۱۲). اسید فیتیک دارای خاصیت اتصال به کاتیون‌های دو و چند ظرفیتی مانند آهن، کلسیم، روی، منیزیم، کرم و مس بوده و در نتیجه در ترکیب با این عناصر ایجاد کمپکس‌های نامحلول می‌نماید که باعث اختلال در جذب و زیست‌فراهمی این عناصر در بدن انسان می‌شود (۱۶). فیتات از طریق ایجاد کمپکس با پروتئین در محیط قلیایی از تجزیه‌ی آنزیمی آن در بدن جلوگیری می‌کند (۷). کمپلکس سه جانبه پروتئین، اسیدفیتیک و کربوهیدرات پس از تشکیل، باعث کاهش میزان هضم نشاسته می‌شود (۲۰). این نتایج، در مورد واکنش سه جانبه‌ی پروتئین، اسیدفیتیک و چربی نیز صادق است (۱۷). با توجه به آثار ضد تغذیه‌ای ذکر شده برای اسید فیتیک، در رژیم غذایی شامل غلات به خصوص نان که غذای عمده‌ی مردم ایران است و هم‌چنین کیفیت پایین نان‌های تولیدی، بررسی راه‌کارهای کاهش اسید فیتیک در نان مصرفی و افزایش کیفیت اهمیت خاصی پیدا می‌کند.

روش‌های مختلفی به منظور کاهش اسید فیتیک در غلات مانند آسیاب کردن، سبوس‌گیری، استحصال آرد گندم با درصد استخراج‌های مختلف، خیساندن و استخراج با آب، جوانه زدن و غیره مورد استفاده قرار گرفته است (۴، ۵، ۱۳).

جو بدون پوشینه غله‌ای است که سرشار از پلی ساکاریدهای مفید تغذیه‌ای می‌باشد و در دنیا به عنوان منبع مناسبی جهت تأمین فیبر شناخته شده است (۱۸). همچنین میزان اسید فیتیک که یک ماده‌ی ضد تغذیه‌ای به شمار می‌رود، در این غله نسبت به گندم کم‌تر است. اختلاط جو بدون پوشینه با آرد گندم در تولید نان، سهم بسزایی در کاهش میزان اسید فیتیک آن دارد (۱۹).

- 1- Baladi Bread
- 2 - Fibre-Rich Fractions Barley
- 3 -Functional
- 4 - High Amylose Starchline
- 5 - Waxy Starch Genotype
- 6 - Normal Amylose Starch

است که در اغلب کشورهای خاورمیانه مصرف می‌شود. در این تحقیق، آرد جو با درصدهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد جایگزین آرد گندم گردید و سبوس گندم هم با درصدهای ۱۰، ۱۵، ۵، ۱۰، ۱۵ درصد اضافه شد. سپس، خواص کیفی نان حاصل (رنگ، ظاهر، شکل، یکنواختی، احساس دهانی و انعطاف‌پذیری) ارزیابی گردید. نتایج، نشان داد که افزودن سبوس و آرد جو بر خواص حسی تأثیر نامطلوب داشت اما این تغییرات معنی‌دار نبود. پذیرش کلی نان خوب بود و افزودن سبوس تأثیر منفی بیش‌تری از افزودن آرد جو بر رنگ نان داشت. میزان فیبر و آرابینوگالاکتون‌ها افزایش یافت و خواص تغذیه‌ای بهبود یافت (۶). ملکولمسون (۲۰۰۵) عنوان نمود که آرد جو بدون پوشینه حاوی فیبر بیش‌تری از آرد گندم کامل است و کالری کم‌تری هم به نسبت آرد گندم کامل دارد. این آرد می‌تواند تا ۲۵ درصد جایگزین آرد گندم شود. از طرفی چون گلوتن آرد جو بدون پوشینه بسیار کم است، برای افرادی که به گلوتن حساس هستند، مناسب می‌باشد (۱۴). موریتا و همکاران (۱۹۹۸) تأثیر جایگزینی آرد جو بدون پوشینه با گندم را بر خواص خمیر و نان حاصل بررسی نمودند. جایگزینی بیش از ۲۰ درصد آرد جو در حضور ۰/۳ درصد کلسیم استئارویل لاکتیلات (CSL) باعث کاهش حجم نان شد اما افزودن ۲۰ درصد آرد جو مشکلی ایجاد نکرد. زمان رسیدن به خط ۵۰۰ در فارینوگراف در اثر افزودن ۲۰ درصد آرد جو تغییر معنی‌داری پیدا نکرد. در حضور CSL یا آنزیم لیباز استحکام خمیر تفاوتی نکرد اما حرارت ژلاتینه شدن کمی افزایش پیدا کرد. مشاهدات میکروسکوپ الکترونی نشان داد که یکنواختی بیش‌تری در ظاهر خمیر در صورت استفاده و جایگزینی آرد جو بدون پوشینه ایجاد می‌شود که دلیل آن می‌تواند پوشش کامل گرانول‌های نشاسته توسط گلوتن باشد. هم‌چنین سفتی مغز نان هنگامی که ۳۰ درصد جایگزینی با آرد جو بدون پوشینه انجام شد به طرز معنی‌داری افزایش یافت (۱۵).

در تحقیقات انجام شده، تاکنون تأثیر آرد جو بر نان‌های حجیم بررسی شده و افزودنی‌هایی که اضافه شده است، اقتصادی نیستند و یا در کشور ما وجود ندارد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر افزودن آرد جو بدون پوشینه با

رنگ به جزء نان حاصل از مخلوط آرد گندم و HA-FRF، سایر نان‌های تولیدی، رنگ تیره‌تری نسبت به نمونه‌ی شاهد داشتند. هم‌چنین افزودن FRF به آرد گندم، سبب افزایش سختی نان گردید که این مطلب در مورد HA-FRF بیش‌تر از دو نوع دیگر بود.

بیلیانا و همکاران (۲۰۰۹) اثر آرد جو بدون پوشینه را بر ترکیبات تغذیه‌ای و خصوصیات حسی نان مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها آرد جو بدون پوشینه را در مقادیر مختلف به آرد گندم سفید و آرد کامل گندم اضافه نمودند و از آن برای تولید نان استفاده کردند و نان حاصل را از نظر خصوصیات تغذیه‌ای و حسی مورد بررسی قرار دادند و با نمونه‌ی استاندارد به عنوان شاهد، مقایسه نمودند. نان حاصل دارای میزان بالایی فیبر، روی و سلنیوم بود. حدود ۳۰۰ گرم از نان حاصل، ۴۰٪ سلنیوم و ۷۵-۷۰٪ بتاگلوکان مورد نیاز روزانه را تأمین می‌کرد. از نظر خصوصیات حسی، نان حاصل طعم بهتر، حجم کم‌تر و کشش‌پذیری مغز نان کم‌تری را نسبت به نمونه‌ی شاهد دارا بود. نتایج، نشان دادند که افزودن ۴۰٪ آرد جو بدون پوشینه به آرد گندم باعث افزایش آرابینوکسیلان و بتاگلوکان کل و محلول در نمونه‌های خمیر و نان حاصل از آرد ترکیبی شد ولی حجم قرص نان آرد ترکیبی به میزان ۶۸٪ نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش یافت. آن‌ها جهت حل این مشکل از آنزیم زایلاناز^۱ استفاده کردند. هم‌چنین مشاهده شد که قابلیت استخراج بتاگلوکان طی مخلوط کردن افزایش می‌یابد ولی در طول تخمیر و پخت کاهش می‌یابد. نان حاصل از آرد ترکیبی که در مقیاس صنعتی تولید شد از نظر ساختار مغز و طعم در حد مطلوبی بود و مدت زمان طولانی‌تری نسبت به نمونه‌ی شاهد نرمی خود را حفظ نمود و دارای مقدار فیبر رژیمی بالاتری نسبت به نمونه‌ی شاهد بود. افزودن زایلاناز نیز علاوه بر این که حجم قرص نان حاصل از آرد ترکیبی را افزایش داد، با افزایش آرابینوکسیلان محلول (AX²)، سبب بهبود خاصیت تغذیه‌ای نان گردید.

باسمان و کوکسل (۲۰۰۱) تأثیر جایگزینی آرد جو بدون پوشینه به جای آرد گندم را بر خواص خمیر و کیفیت نان یوفکا^۳ بررسی نمودند. نان یوفکا یک نوع نان مسطح و گرد

1-Xylanase Enzyme
2-Soluble Arabinoxylan
3-Yufka Bread

پیوند شده با اسید فیتیک با استفاده از روش رنگ سنجی با معرف‌های وانادومولیدات، طبق روش تامپسون و اردمن انجام گردید (۲۱). به منظور اندازه‌گیری اسید فیتیک، پس از به دست آوردن رسوب فیتات فریک و افزودن سود و تشکیل رسوب آجری $Fe(OH)_3$ ، مقدار آهن باند شده با اسید فیتیک توسط روش اسپکتروفتومتری (اسپکتروفتومتر-UV 0A، ژاپن) با استفاده از محلول ارتوفناترولین اندازه‌گیری گردید (۱).

جهت ارزیابی حسی (ظاهر، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی) از روش امتیازدهی هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد. جهت انتخاب داوران از آزمون مثلثی مطابق روش گاسولا و همکاران (۱۹۸۴) استفاده شد. همچنین جهت آزمایش بیاتی از ارزیابی حسی مطابق روش (۱۱-۳۸ AACC) استفاده شد.

کلیدی آزمایش‌ها در ۴ تکرار انجام شد و تجزیه و تحلیل نتایج داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از: آرد گندم ۸۲٪ استخراج (نمونه‌ی شاهد)، آرد جو بدون پوشینه با مش ۴۰ و درصد اختلاط ۱۰٪، آرد جو بدون پوشینه با مش ۴۰ و درصد اختلاط ۲۰٪، آرد جو بدون پوشینه با مش ۵۰ و درصد اختلاط ۱۰٪، آرد جو بدون پوشینه با مش ۵۰ و درصد اختلاط ۲۰٪.

تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و با استفاده از مقایسه‌ی میانگین چنددامنه‌ای دانکن با سطح احتمال ۵٪ انجام پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات آرد گندم و آرد جو بدون پوشینه

نتایج نشان داد میزان خاکستر آرد جو بدون پوشینه نسبت به آرد گندم بالاتر است که این امر به دلیل بالاتر بودن میزان عناصر معدنی آن و در عین حال بیانگر ارزش تغذیه‌ای بالای آرد جو بدون پوشینه می باشد. همچنین مقایسه‌ی آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰ و مش ۵۰ حاکی از بالاتر بودن میزان خاکستر مش ۴۰ بود که دلیل آن دارا بودن سبوس بیشتر نسبت به مش ۵۰ است. از نظر گلوتن، آرد جو بدون پوشینه‌ی گلوتن بسیار ناچیزی است و به همین دلیل از آن به تنهایی برای تهیه‌ی نان نمی‌توان بهره برد. برای جبران این نقیصه از بهبود دهنده و اختلاط آن با آرد گندم، استفاده شد. پژوهش‌های انجام شده توسط اشکر بیک و همکاران (۲۰۰۹) نیز مؤید نتایج به دست

دانه‌بندی و درصدهای مختلف بر خصوصیات حسی و تغذیه‌ای نان بربری و تعیین مناسب‌ترین درصد اختلاط و دانه‌بندی برای استفاده در فرمولاسیون آن می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

نمونه‌ی آرد ۸۲٪ استخراج گندم، از کارخانه‌ی آسه آرد مشهد تهیه گردید. همچنین جو بدون پوشینه (رقم پسندیده) از شرکت عصر پویا کشاورز تهیه و توسط آسیاب آزمایشگاهی مدل Laupen ساخت سویس تبدیل به آرد شد. سپس، توسط الک‌های آزمایشگاهی استاندارد (الک دماوند) دو مش ۴۰ و ۵۰ از آن تهیه شد. مواد شیمیایی مصرفی در آزمایش‌ها، محصول شرکت Merck آلمان بودند. مخمر مصرفی از کارخانه‌ی فریمان مشهد و به صورت مخمر خشک فعال، تهیه گردید.

افزودنی مورد استفاده در تولید نان SSL (سدیم استاروئیل ۲- لاکتیلات) بود که با نام تجاری اموپارس (PSL۱۰۴) از شرکت پارس بهبود آسیا تهیه گردید.

برای تهیه‌ی خمیر نان بربری، ۲ درصد نمک، ۱ درصد شکر، ۱/۳۳ درصد خمیر مایه و ۰/۲ درصد SSL به نسبت وزن آرد مصرفی، آب ۲/۱ لیتر (آب مصرفی با افزایش درصد آرد جو بدون پوشینه، افزایش یافت) و ۳ کیلوگرم آرد با توجه به نوع تیمار درصد اختلاط آرد جو بدون پوشینه و گندم (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد آرد جو بدون پوشینه) مخلوط شدند. برای تهیه‌ی خمیر از خمیر گیر ماریچی اصفهان برکت، ساخت شرکت تولیدی صنعتی اصفهان سپاد استفاده گردید. زمان اختلاط ۴۵-۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد تا خمیر یک‌نواختی حاصل شود. سپس به خمیر حدود ۱ ساعت استراحت داده شد تا تخمیر به خوبی صورت گیرد. سپس چانه‌هایی با وزن ۳۰۰ گرم تهیه گردید. پس از آن نان توسط فر ماشینی دوار مدل (D30070G) ساخت شرکت صنایع پخت مشهد در دمای ۳۵۰ درجه‌ی سانتیگراد و به مدت ۲ دقیقه، پخت گردید.

آزمایش‌های انجام شده روی آرد شامل گلوتن، خاکستر (کوره‌ی حرارتی الکترونیکی F47، ساخت ایران)، رطوبت، پروتئین (Gerhardt، آلمان)، فیبر و آزمایش‌های نان شامل خاکستر، پروتئین، رطوبت، فعالیت آبی (a_w سنج Novasina enBSK، آلمان) و فیبر، طبق روش‌های استاندارد AACC و پروانه (۱۳۷۱) انجام گرفت (۱). اندازه‌گیری اسید فیتیک و آهن

نان‌های تولیدی نیز تقریباً مشابه و در حد استاندارد و قابل قبول برای نان بربری بودند. ولی در عین حال مشاهده شد که تیمار تهیه شده از آرد گندم فعالیت آبی بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشت. این بدان معنی است که تیمار شاهد ماندگاری کم‌تری نسبت به سایر تیمارها دارد. در پژوهش‌های انجام شده توسط اشکر بیگ و همکاران - ۲۰۰۹ و همچنین ایزیدورزیچ و همکاران - ۲۰۰۷ اثر افزودن آرد جو بدون پوشینه به آرد گندم روی ترکیبات تغذیه‌ای و خصوصیات شیمیایی نان بررسی شد، نتایج حاکی از بهبود خصوصیات شیمیایی نان حاصل بود (۱۱ و ۱۹). بررسی اشکر بیگ و همکاران روی ویژگی‌های نان تهیه شده از آرد ترکیبی جو بدون پوشینه و آرد گندم نیز حاکی از صحت نتایج به دست آمده می‌باشد. در پژوهش مذکور نیز همانند نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، میزان پروتئین، چربی، بتاگلوکان، خاکستر و فیبر نان‌های ترکیبی تهیه شده از آرد گندم و جو بدون پوشینه، نسبت به نمونه‌ی شاهد، یعنی نان تهیه شده از آرد گندم، بیش‌تر بود (۱۹).

۳-۳- تأثیر افزودن آرد جو بدون پوشینه بر اسید فیتیک نان
همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بین تیمارهای مختلف اختلاف کاملاً معنی‌دار می‌باشد، بدین صورت که از تیمار شاهد (نان تهیه شده از آرد گندم ۸۲٪ استخراج) تا تیمار ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ و ۸۰٪ آرد گندم، اسید فیتیک به میزان ۲۰/۳ درصد کاهش پیدا کرد. بیش‌ترین میزان اسید فیتیک مربوط به تیمار شاهد (نان تهیه شده از آرد گندم ۸۲٪ استخراج) و ۵۱/۷۹ (mg/100gr) بود. کم‌ترین میزان اسید فیتیک، مربوط به تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ و ۸۰٪ آرد گندم و ۴۱/۲۴ (mg/100gr) بود. این امر نشان می‌دهد که با افزایش درصد آرد جو بدون پوشینه در ترکیب نان میزان اسید فیتیک نان کاهش می‌یابد، چون آرد جو حاوی اسید فیتیک کم‌تری نسبت به آرد گندم است. همچنین هرچه میزان سبوس آرد جو اضافه شده کم‌تر باشد یعنی مش آن بالاتر باشد، میزان اسید فیتیک نان کاهش می‌یابد که این مساله می‌تواند به دلیل تجمع اسید فیتیک جو در لایه‌ی بیرونی و سبوس آن باشد (۱۹، ۲۰).

آمده است (۱۹). در مورد رطوبت نیز مشاهده شد که در شرایط یکسان رطوبت آرد جو بدون پوشینه از آرد گندم پایین‌تر است که علت آن احتمالاً به دلیل میزان فیبر بالا در جو بدون پوشینه است. فیبر، خاصیت جذب رطوبت دارد، در نتیجه از خروج رطوبت آرد جلوگیری می‌کند. پروتئین آرد جو بدون پوشینه نیز بیش‌تر از آرد گندم ۸۲٪ استخراج است. بالاتر بودن میزان پروتئین علاوه بر بهبود ارزش تغذیه‌ای نان‌های تولیدی، در بهبود کیفیت بافتی نان نیز اثر چشم‌گیری داشت. در مورد نتایج به دست آمده از آزمایش فیبر می‌توان گفت که میزان فیبر آرد جو بدون پوشینه به مراتب بیش‌تر از آرد گندم کامل و آرد گندم ۸۲٪ است. فیبر، علاوه بر اثر سلامت بخش بر روی دستگاه گوارش (افزایش حرکات دودی معده، کار منظم روده‌ها، جلوگیری از بیماری‌های گوارشی) اثر مطلوب در کیفیت نان تولیدی دارد. پژوهش‌های سایر پژوهش‌گران نیز مؤید این نتایج است (۱۹).

۲-۳- خصوصیات شیمیایی نان

در جدول ۳، مشخصات نان‌های تهیه شده از تیمارها نشان داده شده است. میزان خاکستر نان حاصل از اختلاط آرد گندم و آرد جو بدون پوشینه، بیش‌تر از نان تهیه شده از آرد گندم بود. بیش‌ترین میزان خاکستر مربوط به تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰ و ۸۰٪ گندم می‌باشد، دلیل این امر بیشتر بودن میزان مواد معدنی در این تیمار است. زیرا خاکستر شامل مجموعه مواد معدنی می‌باشد که در لایه‌های بیرونی دانه‌ی غلات انباشته گردیده و در این تیمار، این لایه‌ها نسبت به سایر تیمارها کم‌تر جداسازی شده است. کم‌ترین میزان خاکستر نیز مربوط به تیمار شاهد (تیمار تهیه شده از آرد گندم ۸۲٪ استخراج) بود. میزان خاکستر با افزایش درصد آرد جو بدون پوشینه افزایش یافت و این افزایش در تیمار ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰ نسبت به نمونه‌ی شاهد حدود ۱۶/۷۲٪ بود که در خور توجه می‌باشد. از نظر میزان پروتئین، نان‌های تولیدی تقریباً در یک سطح قرار داشتند و درصد اختلاط تأثیر چندانی روی میزان پروتئین نداشت، چون قسمت اعظم نان ترکیبی گندم بود. ولی در عین حال میزان پروتئین نان ترکیبی به خصوص تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰، بیش‌تر از نمونه‌ی شاهد بود. درصد رطوبت و فعالیت آبی

جدول ۱- خصوصیات آرد جو بدون پوشینه و آرد گندم

نوع آرد	خاکستر %	رطوبت %	پروتئین %	گلوتن مرطوب %	گلوتن خشک %	فیبر خام %
آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰	۱/۴	۸/۲	۱۵/۵	-	-	۳/۹۶
آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰	۱	۸/۲	۱۵/۴	-	-	۲/۸۵
آرد گندم ۸۲٪ استخراج	۰/۷۳	۱۳/۵	۱۰/۱	۲۷	۹/۷	۲/۶۱
LSD	۰/۳۸۱۹	۰/۳۶۷۲	۰/۳۶۸۳	-	-	۰/۱۴۵۱

*اعداد میانگین ۴ تکرار هستند. *درصد بر حسب وزن خشک می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه‌ی واریانس خصوصیات شیمیایی نان

منابع تغییرات	درجه‌ی آزادی	رطوبت	فعالیت آبی	خاکستر	پروتئین
تیمار	4	9.371**	0.000**	0.142**	1.292**
خطا	15	1.815	0	0.014	0.008
کل	19	-	-	-	-

$P \leq 0.01$ **, $p \leq 0.05$ *, $p > 0.05$ n.s

جدول شماره ۳- خصوصیات نان تهیه شده از اختلاط آرد جو بدون پوشینه و آرد گندم

نوع نان	خاکستر %	پروتئین %	رطوبت %	فعالیت آبی
۱۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰، ۹۰٪ آرد گندم	۲/۶	۱۴/۷	۳۴	۰/۸۹۴
۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰، ۸۰٪ آرد گندم	۲/۹	۱۵/۱	۳۳	۰/۸۹۸
۱۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰، ۹۰٪ آرد گندم	۲/۵	۱۴/۶	۳۶	۰/۸۹۴
۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰، ۸۰٪ آرد گندم	۲/۶	۱۴/۸	۳۷	۰/۸۸۹
نان تهیه شده از آرد گندم ۸۲٪ استخراج	۲/۴	۱۴	۳۶	۰/۹۰۸
LSD	۰/۱۷۸۳	۰/۱۳۴۸	۲/۰۳۰	۰/۰۰۱۵۰۷

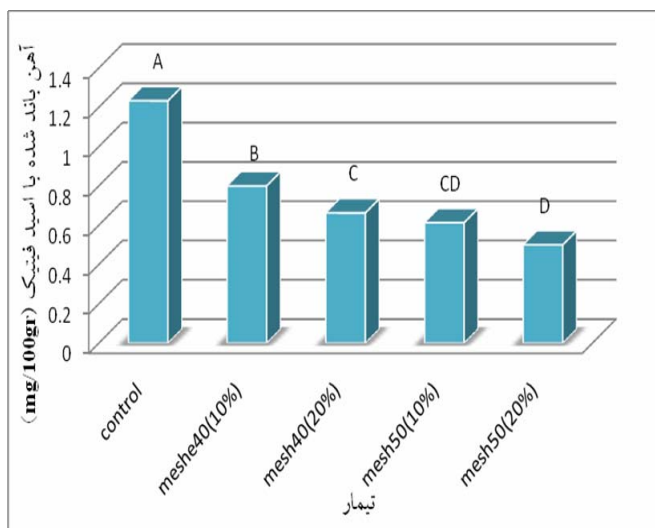
*اعداد میانگین ۴ تکرار هستند. *درصد بر حسب وزن خشک می‌باشد.

جدول ۴- میانگین خصوصیات حسی نان در تیمارهای مختلف

ویژگی	مش ۵۰ (۱۰٪)	مش ۵۰ (۲۰٪)	مش ۴۰ (۱۰٪)	مش ۴۰ (۲۰٪)	شاهد
ظاهر	۴/۴	۴/۳	۴/۷	۴/۲	۴
بو	۴/۲	۳/۸	۴/۱	۳/۸	۴/۱
طعم	۴	۳/۷	۴	۴	۳/۹
بافت	۳/۹	۳/۷	۳/۷	۴/۱	۳/۶
پذیرش کلی	۴/۲	۳/۹	۴/۵	۳/۹	۳/۹

*اعداد میانگین ۴ تکرار هستند.

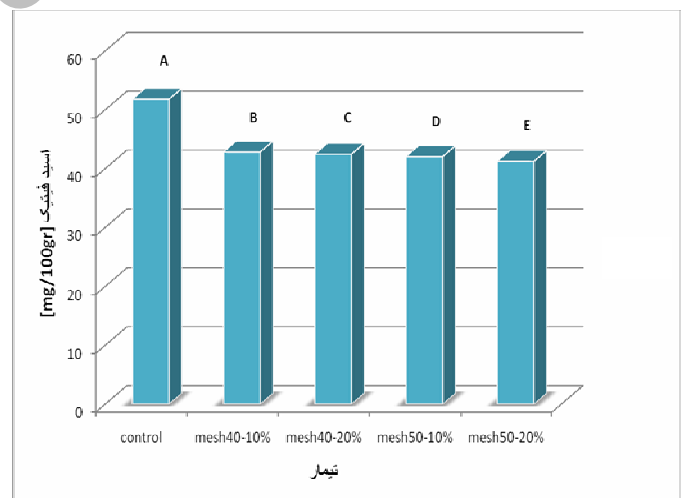
شاهد و به مقدار (mg/100gr) ۱/۲۳۳، و کم‌ترین میزان آهن باند شده با اسید فیتیک مربوط به تیمار نان تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ و ۸۰٪ آرد گندم و به مقدار (mg/100gr) ۰/۵ بود. با توجه به شکل، تفاوت بین تیمار ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰ و تیمار ۱۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ و همچنین تیمار اخیر و تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ معنی دار نیست، یعنی اگر در جایی محدودیت تکنولوژیکی وجود داشته باشد این تیمارها می‌توانند جایگزین شوند. ولی چون میزان کاهش اسید فیتیک در این تیمارها کاملاً معنی‌دار است، بهتر است همین فرمولاسیون رعایت شود. اندازه‌گیری آهن باند شده می‌تواند به عنوان یک فاکتور تغذیه‌ای مهم در نظر گرفته شود، زیرا کم‌خونی ناشی از فقر آهن یکی از مشکلات عمده‌ی جوامع بشری به خصوص کشور های آسیایی می‌باشد(۹).



شکل ۲- آهن باند شده توسط اسید فیتیک در انواع نان

۳-۵- تأثیر افزودن آرد جو بدون پوشینه بر محتوای فیبر نان
آنالیز داده‌ای به دست آمده از آزمایش فیبر، نشان داد که با افزایش درصد آرد جو بدون پوشینه و کاهش مش، میزان فیبر نان‌های تولیدی افزایش یافت و تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰، بهترین نتیجه را در بر داشت. هرچند که از نظر سایر فاکتورها (اسید فیتیک و آهن باند شده توسط اسید فیتیک) تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ دارای وضعیت بهتری بود (شکل ۳).

۳-۳- تأثیر افزودن آرد جو بدون پوشینه بر اسید فیتیک نان
همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بین تیمارهای مختلف اختلاف کاملاً معنی دار می‌باشد، بدین صورت که از تیمار شاهد (نان تهیه شده از آرد گندم ۸۲٪ استخراج) تا تیمار ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ و ۸۰٪ آرد گندم، اسید فیتیک به میزان ۲۰/۳ درصد کاهش پیدا کرد. بیش‌ترین میزان اسید فیتیک مربوط به تیمار شاهد (نان تهیه شده از آرد گندم ۸۲٪ استخراج) و (mg/100gr) ۵۱/۷۹ بود. کم‌ترین میزان اسید فیتیک، مربوط به تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ و ۸۰٪ آرد گندم و (mg/100gr) ۴۱/۲۴ بود. این امر نشان می‌دهد که با افزایش درصد آرد جو بدون پوشینه در ترکیب نان میزان اسید فیتیک نان کاهش می‌یابد، چون آرد جو حاوی اسید فیتیک کم‌تری نسبت به آرد گندم است. همچنین هرچه میزان سبوس آرد جو اضافه شده کم‌تر باشد یعنی مش آن بالاتر باشد، میزان اسید فیتیک نان کاهش می‌یابد که این مساله می‌تواند به دلیل تجمع اسید فیتیک جو در لایه‌ی بیرونی و سبوس آن باشد(۱۹، ۲۰).



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان اسید فیتیک نان

۳-۴- تأثیر افزودن آرد جو بدون پوشینه بر میزان آهن باند شده نان

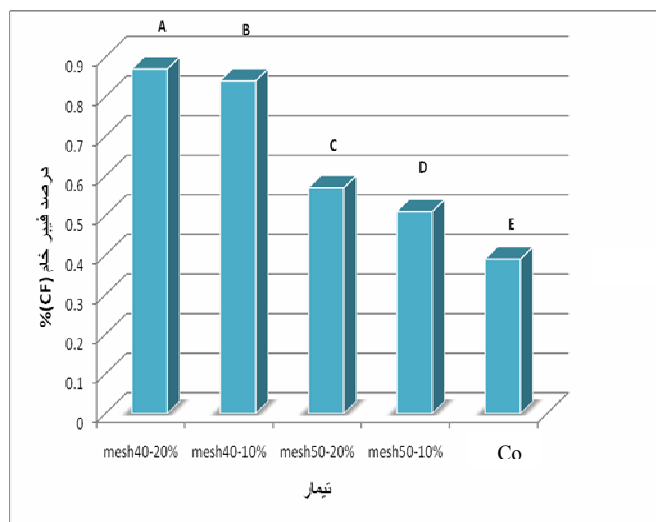
همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش درصد آرد جو بدون پوشینه و افزایش مش آن، میزان آهن باند شده با اسید فیتیک کاهش پیدا کرده است. طبق نتایج به دست آمده، بیش‌ترین میزان آهن باند شده با اسید فیتیک مربوط به تیمار

بیشترین میزان کاهش آهن باند شده با اسید فیتیک مربوط به تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۵۰ و ۸۰٪ آرد گندم بود. ولی تیمار تهیه شده از ۲۰٪ آرد جو بدون پوشینه مش ۴۰ نیز علاوه بر رقابت با این تیمار در مورد خصوصیات مذکور از نظر محتوای فیبر نیز در سطح بالاتری نسبت به سایر تیمارها قرار داشت. این درصد جایگزینی علاوه بر کاهش چشمگیر اسید فیتیک و کاهش آهن باند شده با اسید فیتیک باعث افزایش فیبر، افزایش آهن در دسترس، بتاگلوکان، قند کاشی، پروتئین و کلاً افزایش ارزش تغذیه‌ای نان‌های بربری تولیدی گردید و از نظر خصوصیات حسی نیز امتیاز بالایی را به خود اختصاص داد. استفاده از این غله در ترکیب با گندم می‌تواند علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای، از مقدار گندم مصرفی کاسته، باعث ارزش افزوده برای سایر غلات گردد و بهره‌ی اقتصادی برای کشور به همراه داشته باشد. کیفیت نان‌های ترکیبی تولیدی از نظر خصوصیات رئولوژیکی و بافت سنجی نیز مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در آینده، ارائه خواهد گردید.

۵- منابع

- ۱- پروانه، و. ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- خدابنده، ن. ۱۳۶۲. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- رجب‌زاده، ن. ۱۳۸۳. مبانی فناوری غلات. انتشارات دانشگاه تهران.

- 4- Almana, H. A. 2000. Extent of phytate degradation in breads and various foods consumed in Saudi Arabia. *Food Chem.* 70:451- 456.
- 5- Askar, A., El- Samahy S. K. and Abd El-fadee, M. G. 1983. *Phytinsaeure in Lebensmitteln.* *Alimenta* 22: 131- 137.
- 6- Basman , A. and Koxsel, H.2001.Effects of barley flour and wheat bran supplementation on the properties and composition of Turkish flat bread : Yufka .*European Food Research and Technology* .212.
- 7- Carnovale, E., Lugaro, E. and Limbardi- Boccia, G. 1988. Phytic acid in faba bean and pea: effect on protein availability. *Cereal chem.* 65(2): 114-117.
- 8-Ereifeq , K.J., Mahasneh, M.A and Rababah , T.M. 2006. Effect of barley flour on quality of Balady Bread. *International Journal of Food Properties* . 9(1):39-49.



شکل ۳- میزان فیبر در انواع نان

۳-۶- خصوصیات حسی

همان طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود ظاهر نان هنگامی که از ۱۰٪ جو بدون پوشینه با مش ۴۰ استفاده شود، بهترین ظاهر را دارد. از نظر بو نیز تیمار تهیه شده از ۱۰٪ آرد جو بدون پوشینه با مش ۵۰ و تیمار تهیه شده از ۱۰٪ آرد جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰، بوی بهتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. از نظر طعم نیز همین دو تیمار بالاترین امتیاز را گرفته‌اند. اما در مورد بافت تیمار تهیه شده از ۲۰٪ جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰ دارای بهترین بافت است. از نظر پذیرش کلی نیز تیمار تهیه شده از ۱۰٪ جو بدون پوشینه‌ی مش ۴۰ بهترین وضعیت را دارا است. بنابراین، از برآیند نتایج ارزیابی حسی، چنین بر می‌آید که افزودن ۱۰٪ آرد جو بدون پوشینه به آرد گندم تأثیر مناسبی بر کیفیت نان داشته و حتی از تیمار شاهد نیز امتیاز بالاتری را به خود اختصاص داده است و هم‌چنین نشان می‌دهد که افزودن آرد جو بدون پوشینه تا ۲۰٪ به آرد گندم، لطمه‌ای به خصوصیات کیفی نان نروده و حتی از این نظر، قابل رقابت با تیمار شاهد می‌باشد. هم‌چنین نتایج، نشان می‌دهد که ریز کردن زیاد جو بدون پوشینه اثر منفی بر پارامترهای حسی خواهد گذاشت.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب عنوان شده و نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها و بررسی‌ها، بیشترین میزان کاهش اسید فیتیک و

(1→3,1→4)-B-D-glucan levels, *Journal of Cereal Science* . 40:257–267.

- 9- Faridi, H.A. 1980. Technical and nutritional aspects of Iranian breads. *Bakers digerst* 54(5): 18:-22.
- 10- Garcia-Esteba, R. M., Guerra- Hernandez , E. and Garcia-villanova, B.1999. Phytic acid content in milld cereal products and breads. *Food Res. Internat.* 32: 217-221.
- 11- Izydorczyk, M.S., Chornick, T.L., Paulley, F.G., Edwards, N.M. and Dexter, J.E. 2007. Physicochemical properties of hull-less barley fibre-rich fractions varying in particle size and their potential as functional ingredients in two-layer flat bread , *Food Chemistry*, 108:561–570.
- 12- Lasztity, R. 1990. Gluten-phytic acid intractions. PP. 303-313. In: W. Bushuk and R. Tkachuk (Eds.), *gluten proteins. American Association of Cereal Chemists*. St. paul, MN.
- 13- Mahgoub, S. E. O. and Elhag, S. A. 1998. Effect of milling, soaking, malting, hat-treatment and fermentation on phytate level of four Sudanese sorghum cultivars. *Food Chem.* 61: 77-80.
- 14- Malcolmson, L. 2005. Milling and end-use properties of CDC candle waxy barley. Canadian international grain institute. www.cigi.ca/pdfs/Bulletins.
- 15- Morita ,N., Fujita,SH., and Domon , T. 1998. Effect of substitution of waxy –barley flour on the viscoelastic properties of wheat dough and bread making. *J. Appl. Glycosci.* 45(4):385-391.
- 16-Platt, S. R. and Clydesdale, F. M. 1987. Intractions of iron, alone and in combination with calcium, zinc and copper with a phytate-rich fraction of wheat bran under gastrointestinal pH condition. *Cereal Chem.* 64 (2): 102-105.
- 17- Pomeranz, Y. 1990. *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. X. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. pp. 309-311.
- 18- Smith, S.,E. 2010. What is barley flour? www.living without wheat.com.
- 19- Škrbic, B. , Snežana Milovac, A., Dejan Dodig, B., and Bojana Filipc̃ev, C. 2009. Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties . *Food Chemistry* 115:982–988.
- 20- Thompson, L. V. 1986. Phytic acid: Factor influencing starch digestibility and blood glucose response. PP. 173-194. In: E. Graf. (Ed.), *phytic acid: Chemistry and applications*. Pilatus Press. Minneapolis, MN.
- 21- Thompson, D. B. and Erdman, J.W. 1982. Structural model for ferric phytate. Implications for phytic acid analysis. *Cereal Chem.* 59: 525-528.
- 22- Trogh I. , Courtina, C.M., Andersson, A.A.M., Amanb, P.,Sorensen, J.F. and Delcour, J.A. 2004. The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and