

بررسی اثر خرد کردن ریز بر ترکیب فیزیکوشیمیایی و محتوی فیبر سبوس گندم

امین سرفراز^۱، محمد حسین عزیزی^{۲*}، حسن احمدی گاولیقی^۳، محسن برزگر^۴

۱- دانشجوی دکتری رشته تکنولوژی مواد غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۴- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۰۶)

چکیده

گندم به عنوان جزء مهمی از رژیم غذایی بشر از لایه‌های سبوس غنی از فیبر رژیمی، آندوسپرم نشاسته‌ای و جوانه حاوی چربی تشکیل شده است. سبوس گندم محصول جانبی صنایع آسیاب بوده و به عنوان یک منبع غنی از فیبر رژیمی نقش مهمی در پیشگیری از انواع بیماری‌ها ایفا می‌کند. در این تحقیق اثر خرد کردن ریز سبوس بر ترکیب فیزیکوشیمیایی و محتوی فیبر فراکسیون‌های مختلف بررسی شد. سبوس خرد شده بر اساس دانه بندی به چهار جزء مختلف ($355 >$ ، $250-355$ ، $180-250$ و $180 <$) تقسیم بندی شد و مشخصات هر جزء تعیین شد. با افزایش اندازه ذرات سبوس، تیرگی و درصد خاکستر افزایش یافته اما درصد پروتئین و چربی کاهش نشان داد. درصد نشاسته با افزایش اندازه ذرات روند کاهشی نشان داد. شاخص‌های فیبر (فیبر خام، NDF، ADF، ADL) با افزایش اندازه ذرات سبوس روند افزایشی نشان داد. بیشینه درصد فیبر خام (۱۴/۰)، NDF (۵۶/۷) و ADF (۱۷/۷) در جزء ۲۵۰-۳۵۵ و کمینه فیبر خام (۷/۸)، NDF (۳۲/۳)، ADF (۹/۷) در جزء ۱۸۰ یافت شد. فراکسیون‌های مختلف سبوس دارای خواص فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای متفاوت می‌باشد که می‌توان جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای و افزایش محتوی فیبر در کاربردهای غذایی استفاده کرد.

کلید واژگان: سبوس گندم، خرد کردن، جزء به جزء سازی، محتوی فیبر

* مسئول مکاتبات: azizit_m@modares.ac.ir

۱- مقدمه

سبوس را از ۴٪ به ۶۱٪ افزایش داد [۱۲]. مطالعات دیگر نشان داد که اندازه ذرات بر اثرات فیزیولوژیکی سبوس گندم اثرگذار است. بویژه سبوس با اندازه ذرات کوچکتر، غلظت بیشتری اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در مقایسه با سبوس با ذرات بزرگتر تولید می کند این اختلاف احتمالاً بدلیل افزایش مساحت سطح قابل دسترس با کاهش اندازه ذرات است که آنزیم های باکتریایی را قادر می سازد تا سطح تماس بیشتری برای دسترسی به کربوهیدرات های قابل تخمیر داشته باشند [۱۱، ۱۳].

کاهش اندازه ذرات مواد مختلف به اندازه میکرو منجر به تغییراتی در ساختار و سطح مقطع شده و ویژگی های برجسته جدیدی فراهم می آورد که مواد اولیه قبل از آن دارا نبودند. با استفاده از خرد کردن بسیار ریز می توان خواص فیزیکی و شیمیایی سبوس گندم را بهبود بخشید. اما متأسفانه استفاده از این فناوری در فرآوری سبوس گندم نسبتاً محدود است [۱۰]. لذا هدف از پژوهش حاضر خرد کردن سبوس گندم به اندازه ریز در حد میکرو و ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی و محتوی فیبر فراکسیون های مختلف سبوس بود. جزء سبوس انتخاب شده می تواند به عنوان یک ماده اولیه برای بهبود ارزش تغذیه ای فرآورده های غلات استفاده شود و یا به عنوان یک ماده آغازین برای سایر فرایندها (استخراج ترکیب زیست فعال یا چه به جزء سازی سبوس) به کار برده شود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- خرد کردن سبوس گندم

برای انجام این تحقیق، سبوس گندم تجاری متعلق به گندم سخت رقم قرمز زمستانه از خط تولید شرکت آرد زر نمونه برداری شد. سبوس گندم توسط آسیاب چکشی خرد شد و توزیع اندازه ذرات آن تعیین شد (-AACC Method 66) [20] [۱۴].

غلالت بیش از ۷۳٪ سطح زیر کشت را در سراسر دنیا به خود اختصاص داده و با تامین بیش از ۶۰٪ تولید غذای دنیا، فیبر رژیمی، پروتئین ها، انرژی، مواد معدنی و ویتامین های لازم برای سلامتی انسان را فراهم می کند [۱]. گندم با تولید جهانی حدود ۶۸۳ میلیون تن (در سال ۲۰۱۱) به عنوان محصول اصلی کشاورزی و جزء مهمی از رژیم غذایی بشر بویژه در کشورهای در حال توسعه محسوب می شود [۲، ۳]. تحقیقات نشان داده است که مصرف منظم فرآورده های غذایی تهیه شده از دانه کامل غلات با کاهش خطر ابتلا به بیماری های مزمن از جمله بیماری های قلبی - عروقی [۴]، دیابت [۵، ۶] و سرطان [۷] مرتبط است. این اثرات سودمند تا حدی به ترکیب فیتوشیمیایی منحصر به فرد دانه ها نسبت داده می شود. در دانه های غلات، این ترکیبات عمدتاً در لایه های خارجی قرار دارند و با پوست گیری از دانه ها این ترکیبات در سبوس تولیدی متمرکز می گردد که می توان با افزودن آن به فرآورده های غذایی میزان فیبر رژیمی و خواص تغذیه ای آنها را افزایش داد [۸]. دانه گندم از لایه های سبوس غنی از فیبر رژیمی، آندوسپرم نشاسته ای و جوانه حاوی چربی تشکیل شده است [۹]. فقط حدود ۱۰٪ سبوس گندم تجاری به عنوان یک منبع فیبر رژیمی نامحلول برای تهیه غلات صبحانه و نان استفاده می شود. ۹۰٪ مابقی سبوس گندم به عنوان خوراک دام و به عنوان کود با قیمت بسیار پائینی به فروش می رسد. اما استفاده از سبوس گندم در صنایع غذایی به علت چالش های فناوری و ویژگی های حسی سبوس، محدود می گردد [۱۰].

در سال های اخیر امکان استفاده از خرد کردن بسیار ریز در تحقیقات غذا بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات نشان داده است که کاهش اندازه ذرات مواد گیاهی مختلف غنی از فیبر، ساختار، مساحت سطحی و خواص فراسودمند ذرات را تغییر می دهد [۱۱]. وان کرایولد و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که تیمار طولانی مدت (۱۰۰ h) با آسیاب گلوله ای در اشل آزمایشگاهی میزان آرابینوزیلان قابل استخراج با آب

۲-۲- تجزیه توزیع اندازه ذرات

برای تعیین توزیع اندازه ذرات، ۱۰۰ گرم نمونه توزین شده به الک روئی منتقل شده و بعد از قرار گرفتن مجموعه الک ها با اندازه های مختلف در سیستم شیکر الک (Ro-Tap Model RX 29) نمونه ها به مدت ۵ دقیقه لرزانده شدند. پس از اتمام لرزاندن، ذرات باقیمانده روی هر الک را وزن کرده و نتایج بر اساس درصد وزن اولیه نمونه بیان شد. از منحنی درصد تجمعی میانگین قطر ذرات (X_{50}) محاسبه شد. عدد X_{50} نشان می دهد که ۵۰٪ نمونه بزرگتر یا کوچکتر از آن عدد است [۱۵].

۲-۳- اندازه گیری رنگ

رنگ نمونه ها با دستگاه رنگ سنج هانت (Colorflex, USA) تعیین شد. شاخص های مختلف رنگ شامل L^* (روشنایی)، a^* (قرمزی) و b^* (زردی) گزارش شد [۱۶].

۲-۴- تعیین ترکیب تقریبی اجزاء مختلف سبوس

ترکیب تقریبی اجزاء مختلف با انجام آزمایش های مختلف رطوبت (AACC method 44-19)، خاکستر (AACC method 08-12)، پروتئین (AACC method 46-12)، چربی ($N \times 5.7$)، چربی (AACC method 30-10) و کربوهیدرات کل (با تفریق مجموع رطوبت + خاکستر + پروتئین + چربی از ۱۰۰) تعیین شد. همچنین ماده خشک نمونه ها تعیین شد (AOAC method 934.01) و نتایج بر حسب ماده خشک گزارش شد. نشاسته با استفاده از روش آنزیمی توسعه یافته توسط ساندرز و همکاران (۱۹۷۰) با اتوکلاوگذاری نمونه ها، سپس هضم آنزیمی توسط آلفا-آمیلاز خوکی و تعیین قند احیاء تولید شده به روش رنگ سنجی تعیین شد [۱۷].

۲-۵- تعیین شاخص های فیبر (فیبر خام،

NDF، ADF و ADL)

اجزاء مختلف فیبر شامل فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF^۱)، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF^۲)، لیگنین نامحلول در اسید (ADL^۳) بر اساس روش گورینگ و ون سوست (۱۹۷۰) تعیین شد و همی سلولز از اختلاف NDF و ADF تعیین شد [۱۸]. همچنین فیبر خام نمونه ها تعیین شد (AACC method 32-10.01). روش NDF نشان دهنده ترکیبات تشکیل دهنده دیواره سلولی بوده و تعیین کننده فیبر کل می باشد. روش ADF برای تعیین لیگنوسلولز به کار برده می شود. اختلاف بین NDF و ADF، تخمینی از همی سلولز می باشد [۱۹].

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش ها با ۲ تکرار انجام شد و نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار گزارش شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 16.0 برای تشخیص معنی داری در سطح ۵٪ استفاده شد. برای تشخیص همبستگی بین ویژگی های مختلف از آزمون Pearson در سطح ۵٪ و ۱٪ استفاده شد.

۳- نتایج

سبوس گندم توسط آسیاب چکشی به ذرات ریز درحد میکرو خرد شد. درصد توزیع اندازه ذرات روی هر الک به ترتیب $60 \mu\text{m}$ (۲٪)، $475 \mu\text{m}$ (۰٪)، $355 \mu\text{m}$ (۲۸/۵٪)، $250 \mu\text{m}$ (۲۲/۵٪)، $180 \mu\text{m}$ (۱۳/۹٪)، $180 \mu\text{m}$ و سینی ($< 180 \mu\text{m}$) (۳۳/۱٪) تعیین شد. میانگین قطر ذرات (X_{50}) محاسبه شده از منحنی درصد تجمعی، $236 \mu\text{m}$ بود. محصول خرد شده بر اساس دانه بندی به چهار جزء مختلف (> 355 ، $250 - 355$ ، $180 - 250$ و < 180) تقسیم بندی شد و مشخصات هر جزء گزارش شد.

ترکب تقریبی فراکسیون های مختلف سبوس در جدول ۱ نمایش داده شده است.

1. Neutral detergent fiber
2. Acid detergent fiber
3. Acid detergent lignin

Table 1 Proximate composition of different fractions of wheat bran.

<180 μm	180-250 μm	250-355 μm	>355 μm	Composition
8.8 \pm 0.28 ^a	8.2 \pm 0.14 ^b	8.2 \pm 0.14 ^b	8.3 \pm 0.12 ^b	Moisture (%)
5.71 \pm 0.08 ^c	5.78 \pm 0.06 ^c	6.17 \pm 0.12 ^b	7.17 \pm 0.10 ^a	Ash (%)
20.7 \pm 0.15 ^b	20.9 \pm 0.12 ^a	14.9 \pm 0.18 ^d	16.6 \pm 0.14 ^c	Protein (%)
4.6 \pm 0.10 ^a	4.0 \pm 0.12 ^b	3.7 \pm 0.14 ^c	4.2 \pm 0.11 ^b	Crude fat (%)
69.0	69.3	75.3	72.1	Total carbohydrate
32.2 \pm 0.18 ^a	16.7 \pm 0.25 ^b	9.8 \pm 0.12 ^c	5.5 \pm 0.18 ^d	Starch

Different lowercase letters within each row represent significant difference between means at 5% level.

۳۵۵-۲۵۰ یافت شد. درصد چربی بین نمونه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). درصد چربی با افزایش اندازه ذرات، روند کاهشی نشان داد. بیشینه درصد چربی (۵/۰) در جزء ۱۸۰ < و کمینه آن (۳/۷) در جزء ۳۵۵-۲۵۰ یافت شد. درصد نشاسته مابین نمونه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). درصد نشاسته با افزایش اندازه ذرات روند کاهشی نشان داد. بیشینه درصد نشاسته (۳۲/۲) در جزء ۱۸۰ < و کمینه آن (۵/۵) در جزء ۱۸۰ < یافت شد. مقادیر رنگ فراکسیون‌های مختلف سبوس در جدول ۲ نمایش داده شده است.

اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت نمونه‌ها مشاهده نشد و متوسط رطوبت نمونه‌ها ۸/۵٪ بود. مقایسه درصد خاکستر بین نمونه‌های مختلف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین فراکسیون‌های مختلف سبوس بود ($P < 0.05$). درصد خاکستر با افزایش اندازه ذرات سبوس، روند افزایشی نشان داد. بیشینه درصد خاکستر (۷/۱۷) در جزء ۳۵۵ > و کمینه آن (۵/۷۱) در جزء ۱۸۰ < یافت شد. درصد پروتئین بین نمونه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). درصد پروتئین با افزایش اندازه ذرات سبوس، روند کاهشی نشان داد. بیشینه درصد پروتئین (۲۰/۷) و (۲۰/۹) به ترتیب در هر دو جزء ۱۸۰ < و ۱۸۰-۲۵۰ و کمینه آن (۱۴/۹) در جزء

Table 2 Color properties of different fractions of wheat bran.

<180 μm	180-250 μm	250-355 μm	>355 μm	Color
76.48 \pm 0.01 ^a	69.10 \pm 0.00 ^b	63.36 \pm 0.01 ^c	61.03 \pm 0.00 ^d	L*
4.90 \pm 0.04 ^d	6.47 \pm 0.04 ^c	8.06 \pm 0.01 ^b	8.98 \pm 0.00 ^a	a*
19.12 \pm 0.01 ^d	21.54 \pm 0.01 ^c	22.06 \pm 0.04 ^a	21.72 \pm 0.04 ^b	b*

Different lowercase letters within each row represent significant difference between means at 5% level.

جزء ۱۸۰ < کمترین تیرگی و جزء ۳۵۵ > بیشترین تیرگی را نشان داد. مقادیر شاخص‌های فیبر فراکسیون‌های مختلف سبوس در جدول ۳ نمایش داده شده است.

مقایسه مقادیر رنگ (L*, a* و b*) نمونه‌های مختلف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ما بین فراکسیون‌های مختلف سبوس بود ($P < 0.05$). با افزایش اندازه ذرات، رنگ نمونه‌های سبوس تیره‌تر شد و قرمزی و زردی افزایش یافت.

Table 3 Fiber components of different fractions of wheat bran.

<180 μm	180-250 μm	250-355 μm	>355 μm	
7.8 \pm 0.15 ^d	11.4 \pm 0.22 ^c	14.0 \pm 0.18 ^a	13.0 \pm 0.20 ^b	Crude fiber (%)
32.3 \pm 0.18 ^d	49.8 \pm 0.24 ^c	56.7 \pm 0.14 ^a	56.0 \pm 0.16 ^b	NDF (%)
9.7 \pm 0.15 ^d	14.1 \pm 0.12 ^c	17.7 \pm 0.18 ^a	16.9 \pm 0.14 ^b	ADF (%)
1.6 \pm 0.10 ^d	2.4 \pm 0.12 ^c	4.6 \pm 0.14 ^b	5.4 \pm 0.11 ^b	ADL (%)
22.6	35.7	39.0	39.1	Hemi (%)

Different lowercase letters within each row represent significant difference between means at 5% level.

خام، NDF، ADF و ADL با افزایش اندازه ذرات سبوس روند افزایشی نشان داد. بیشینه درصد فیبر خام (۱۴/۰)، NDF (۵۶/۷) و ADF (۱۷/۷) در جزء ۳۵۵-۲۵۰ و کمینه فیبر خام

مقایسه شاخص‌های فیبر (فیبر خام، NDF، ADF، ADL) بین فراکسیون‌های مختلف سبوس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین اجزاء مختلف سبوس بود ($P < 0.05$). درصد فیبر

۴- بحث

آزمون همبستگی بین ویژگی‌های مختلف نشان داد رابطه معکوسی بین درصد خاکستر با درصد چربی و پروتئین یافت شد ($P < 0.05$).

(۷/۸)، NDF (۳۲/۳)، ADF (۹/۷) در جزء < 180 یافت شد. بیشینه درصد ADL (۵/۴) در جزء > 355 و کمینه ADL (۱/۶) در جزء < 180 یافت شد. درصد همی سلولز نیز با افزایش اندازه ذرات سبوس، روند افزایشی نشان داد.

Table 4 Correlation coefficient and significance between different properties of wheat bran.

Hemi	ADL	ADF	NDF	Crude fiber	Starch	Protein	Fat	Ash
0.613	0.882**	0.643	0.626	0.577	-0.784	-0.629	-0.167*	Ash
-0.827	-0.580	-0.856*	-0.842*	-0.894**	0.718*	0.693		Fat
0.695	-0.897*	-0.848*	-0.748*	-0.822*	0.783*			Protein
-0.967**	-0.938**	-0.970**	-0.974**	-0.952**				Starch
0.974**	0.862**	0.996**	0.987**					Crude fiber
0.997**	0.858**	0.986**						NDF
0.970**	0.903**							ADF
0.829*								ADL

*Significant in 5% level and ** Significant in 1% level.

می‌دهد که افزایش درصد چربی، پروتئین و نشاسته با کاهش درصد خاکستر و فیبر همراه است. لذا فاکسیون‌های سبوس با میزان چربی، پروتئین و نشاسته بالاتر اما با مقدار خاکستر و فیبر کمتر دارای مقدار بیشتری آندوسپرم (آرد) اما مقدار کمتری سبوس در ترکیب خود هستند. کیم و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند رابطه معکوسی بین محتوی چربی و فیبر وجود دارد و نمونه‌های با محتوی چربی پایین، دارای مقدار بیشتری سبوس در ترکیب خود بودند [۱۹]. رانهوترا و همکاران (۱۹۹۴) با آسیاب سبوس گندم سخت قرمز زمستانه و درجه بندی آن به اجزاء ریز و درشت، جزء غنی از ترکیبات مغذی را شناسایی کردند. در مقایسه با سبوس اولیه، جزء شناسایی شده (با راندمان ۱۴٪) حاوی پروتئین (۲۲٪) در مقایسه با ۱۴/۹٪، خاکستر (۱۴/۷٪) در مقایسه با ۶/۹٪، چربی (۶/۱٪) در مقایسه با ۲/۷٪، و فیبر محلول (۵/۲٪) در مقایسه با ۲/۴٪ بالاتری بوده اما محتوی فیبر کل کمتری (۲۴/۹٪) در مقایسه با ۴۹/۲٪ نشان داد. همچنین این جزء رنگ روشن‌تری در مقایسه با سبوس اولیه نشان داد. آنها توضیح دادند، بالاتر بودن فیبر محلول و کاهش محتوی فیبر کل جزء کوچک‌تر در مقایسه با سبوس اولیه ممکن است بدلیل اثر ساده رقت باشد که فیبر نامحلول بدلیل تقسیم شدن به اجزاء مختلف کاهش یافته است [۲۰]. مجذوبی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر کاهش اندازه ذرات در ترکیب با فرایند هیدروترومال و تخمیر بر ویژگی‌های سبوس، نتیجه گرفتند با کاهش اندازه ذرات سبوس رنگ روشن‌تر شد و محتوی فیبر کل، فیبر محلول و فیبر نامحلول کاهش نشان داد [۲۱] که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

کیم و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حرارتی محصولات جانبی حاصل از آسیاب گندم همبستگی منفی مابین محتوی لیپید و فیبر گزارش کردند ($P < 0.01$) آنها نشان دادند نمونه‌های با محتوی لیپید کم دارای مقدار بیشتری سبوس در ترکیب خود می‌باشند [۱۹] که با نتایج این مطالعه همخوانی داشت.

همچنین رابطه معکوسی بین درصد خاکستر و درصد نشاسته وجود داشت ($P < 0.05$). این نشان می‌دهد نمونه‌های با درصد چربی، پروتئین و نشاسته بالاتر دارای مقدار کمتری خاکستر در ترکیب خود هستند. رابطه مستقیمی بین پروتئین و نشاسته یافت شد ($P < 0.05$). نمونه‌های با محتوی نشاسته بالاتر دارای مقدار بیشتری آندوسپرم اما مقدار کمتری سبوس در ترکیب خود هستند. احتمالاً با خرد کردن ریز سبوس و الک کردن آن، ذرات آندوسپرم (آرد) متصل به سبوس رها شده و از سبوس درشت جدا می‌شود. لذا با کاهش اندازه ذرات سبوس در الک‌های پایین‌تر مقدار آندوسپرم (آرد) بیشتر می‌شود. اما با افزایش اندازه ذرات نمونه، درصد سبوس افزایش یافته در حالیکه درصد آندوسپرم کاهش می‌یابد.

رابطه مستقیمی بین شاخص‌های فیبر (فیبر خام، NDF، ADF و ADL) وجود داشت ($P < 0.01$). همچنین رابطه مستقیمی بین خاکستر و ADL ($P < 0.05$) و رابطه معکوسی بین درصد چربی و درصد فیبر (فیبر خام، NDF و ADF) مشاهده شد ($P < 0.01$). رابطه معکوسی بین درصد پروتئین و درصد فیبر (فیبر خام، NDF و ADF) ($P < 0.05$) و بین درصد نشاسته و درصد فیبر (فیبر خام، NDF و ADF، ADL و همی سلولز) مشاهده شد ($P < 0.01$). این نشان

- [3] Lehtinen, OP. 2012. Modifying Wheat Bran for Food Applications-Effect of Wet Milling and Enzymatic Treatment. Pp 1-63.
- [4] Anderson, JW. 2004. Whole grains and coronary heart disease: the whole kernel of truth. *The American journal of clinical nutrition*:80(6):1459-1460.
- [5] Kochar, J., Djoussé, L. and Gaziano, JM. 2007. Breakfast cereals and risk of type 2 diabetes in the Physicians' Health Study I. *Obesity*: 15(12):3039-44.
- [6] Lutsey, PL., Jacobs, DRJ., Kori, S., Mayer-Davis, E., Shea, S., Steffen, LM. et al. 2007. Whole grain intake and its cross-sectional association with obesity, insulin resistance, inflammation, diabetes and subclinical CVD: The MESA Study. *British Journal of Nutrition*:98(02):397-405.
- [7] Nicodemus, KK., Jacobs, JDR. and Folsom, AR. 2001. Whole and refined grain intake and risk of incident postmenopausal breast cancer (United States). *Cancer Causes & Control*:12(10):917-925.
- [8] Dykes, L. and Rooney, L. 2007. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World*: 52(3):105-111.
- [9] Barron, C., Surget, A. and Rouau, X. 2007. Relative amounts of tissues in mature wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and their carbohydrate and phenolic acid composition. *Journal of Cereal Science*:45(1):88-96.
- [10] Song, X., Zhu, W., Pei, Y., Ai, Z. and Chen, J. 2013. Effects of wheat bran with different colors on the qualities of dry noodles. *Journal of Cereal Science*: 58(3):400-407.
- [11] Hemery, Y., Chaurand, M., Holopainen, U., Lampi, AM., Lehtinen, P., Piironen, V, et al. 2011. Potential of dry fractionation of wheat bran for the development of food ingredients, part I: Influence of ultra-fine grinding. *Journal of Cereal Science*:53(1):1-8.
- [12] Van Craeyveld, V. 2009. Production and functional characterization of arabinoxylan-oligosaccharides from wheat (*Triticum aestivum* L.) bran and psyllium (*Plantago ovata* Forsk) seed husk. Pp 1-210.
- [13] Stewart, ML. and Slavin, JL. 2009. Particle size and fraction of wheat bran influence short-chain fatty acid production in vitro. *British journal of nutrition*:102(10):1404-1407.

مجدوبی و همکاران با بررسی اثر سطوح مختلف و اندازه ذرات مختلف سبوس گندم بر کیفیت نان بربری نتیجه گرفتند با کنترل سطح افزودن و اندازه ذرات سبوس می‌توان محتوی فیبر نان را بدون هیچ گونه اثر نامطلوب بر کیفیت آن افزایش داد [۲۲]. رزا و همکاران با مطالعه اثر اندازه ذرات سبوس گندم بر ظرفیت ضداکسایشی آن نتیجه گرفتند خرد کردن سبوس گندم می‌تواند برای تولید فراکسیون های سبوس با ارزش تغذیه ای بالاتر به کار برده شود [۲۳].

۵- نتیجه گیری

می‌توان نتیجه گرفت با خرد کردن ریز سبوس گندم فراکسیون های مختلفی حاصل می‌شود که هر یک دارای خواص فیزیکوشیمیایی و تغذیه ای متفاوت می‌باشد. فراکسیون های با اندازه ذرات بزرگتر (۳۵۵-۲۵۰ و > ۳۵۵) سرشار از فیبر بوده و جهت فرموله کردن غذاهای با محتوی فیبر بالا و فراکسیون‌های ریز (< ۱۸۰ و ۱۸۰-۲۵۰) سرشار از مواد مغذی پروتئین، چربی و نشاسته بوده و جهت افزایش ارزش تغذیه ای غذاها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۶- تقدیر و تشکر

از حمایت مالی صندوق پژوهشگران کشور برای اجرای طرح (شماره طرح: ۹۲۰۴۱۳۰۸) تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از همکاری مدیریت محترم شرکت زرماکارون و آقای مهندس عبدالقادر عنایتی در این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

۷- منابع

- [1] Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. and Webb, C. 2002. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*: 79(1):131-41.
- [2] Liyana-Pathirana, CM. and Shahidi, F. 2006. Antioxidant properties of commercial soft and hard winter wheats (*Triticum aestivum* L.) and their milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*:86(3):477-85.

- milling coproducts. *Journal of food process engineering*: 26(5):469-488.
- [20] Ranhotra, G., Gelroth, J., Glaser, B. and Reddy P. 1994. Nutritional profile of a fraction from air-classified bran obtained from a hard red wheat. *Cereal chemistry*:71(4):321-323.
- [21] Majzoobi, M., Pashangeh, S., Farahnaky, A., Eskandari, MH. and Jamalian J. 2014. Effect of particle size reduction, hydrothermal and fermentation treatments on phytic acid content and some physicochemical properties of wheat bran. *Journal of Food Science and Technology*:51(10): 2755-2761.
- [22] Majzoobi, M, Farahnaky, A, Nematollahi, Z, Mohamadi Hashemi, M. and Taghipour, M. 2012. Effect of different levels and particle sizes of wheat bran on the quality of flat bread. *Journal of Agricultural Science and Technology*:15(1):115-123.
- [23] Rosa, NN., Barron, C., Gaiani, C., Dufour, C., Micard, V. 2013. Ultra-fine grinding increases the antioxidant capacity of wheat bran. *Journal of Cereal Science*: 57(1): 84-90.
- [14] American Association of Cereal Chemists (AACC). 2000. *Approved Methods of the AACC*, 10th edn. St. Paul, MN: AACC Inc.
- [15] Campbell, GM., Ross, M. and Motoi L. 2008. *Bran in bread: effects of particle size and level of wheat and oat bran on mixing, proving and baking*. Eagan Press, USA. Pp 337-354.
- [16] Zhang, J., Hou, H., Dong, H. and Dai, Y. 2014. Effects of bran, shorts and feed flour by ultra-fine grinding on rheological characteristics of dough and bread qualities. *African Journal of Biotechnology*: 11(15):3631-2639.
- [17] Saunders, RM., Potter, AL., Connor, M., McCready, RM. and Walker, HG. 1970. Analysis of starch in wheat milling fractions. *Cereal Chemistry*:47:147-152.
- [18] Goering, H. and Van Soest, P. Forage fiber analysis. 1970. *Agricultural handbook no. 379*. US Department of Agriculture, Washington, DC. Pp 1-20.
- [19] Kim, Y., Flores, R., Chung, O. and Bechtel, D. 2003. Physical, chemical, and thermal characterization of wheat flour

Effect of micro grinding on physicochemical properties and fiber content of wheat bran

Sarfaraz, A.¹, Azizi, M. H.^{1*}, Ahmadi Gavlighi, H.¹, Barzegar, M.¹

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

(Received: 2016/07/02 Accepted:2016/08/27)

Wheat as a major component of human diet is made up of bran layers rich in dietary fiber, starchy endosperm and fatty germ. Wheat bran is a by-product of the milling industry and as a rich source of dietary fiber plays an important role in preventing a variety of diseases. In the study, effect of fine grinding on the physicochemical composition and fiber content of different fractions were studied. Ground bran were classified into four different fraction based on granulometry and specifications of each fraction was determined. With increasing particle size of bran fractions, darkness and ash percent increased while protein and fat percents decreased. Starch content decreased with increasing particle size. Fiber components (crude fiber, NDF, ADF, ADL) increased with increasing particle size of bran. The maximum percent of crude fiber (14.0), NDF (56.7), ADF (17.7) were found in 250-355 and the minimum percent of crude fiber (7.8), NDF (32.3), ADF (9.7) were in <180 fraction. Bran various fractions have different physicochemical and nutritional properties that can be used to increase nutritional value and fiber content of foods.

Key words: Wheat bran, Grinding, Fractionation, Fiber content

* Corresponding Author E-Mail Address: azizit_m@modares.ac.ir