

## بررسی قابلیت استخراج فیبر رژیمی از سبوس برنج و مقایسه خواص عملکردی آن با فیبر تجاری گندم

مانیا صالحی فر<sup>a</sup>، وجیهه فدایی نوغانی<sup>a</sup>

<sup>a</sup> استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس، گروه علوم و صنایع غذایی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۷/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۸/۱۰

### چکیده

**مقدمه:** حضور فیبرهای رژیمی در رژیم غذایی اثرات مثبتی بر سلامت دارد به طوری که سبب کاهش بیماریهای قلبی عروقی و گوارشی، کاهش کلسترول خون، دیابت و سرطان روده در افراد می‌گردد. سبوس برنج حدود ۲۰٪ دانه برنج را تشکیل داده و یکی از محصولات جانبی تولید شده در کارخانجات شالیکوبی برنج می‌باشد و یک منبع غنی از فیبر است. با در نظر گرفتن اینکه این ماده از ضایعات کارخانجات شالیکوبی برنج است، لذا استخراج فیبر از آن امری مهم و مطلوب تلقی می‌گردد.

**مواد و روش‌ها:** سبوس برنج، از یکی از کارخانجات شالیکوبی استان گیلان، تهیه شد و پس از جداسازی چربی، استخراج فیبر به دو روش شیمیایی و آنزیمی صورت گرفت. دو نوع فیبر به دست آمده از نظر راندمان تولید، ویژگی‌های شیمیایی از قبیل (رطوبت، خاکستر، نشاسته، پروتئین) و نیز ویژگی‌های عملکردی از قبیل (قابلیت جذب آب و چربی) بررسی شده و با یکدیگر و همچنین با فیبر گندم مقایسه گردیدند.

**یافته‌ها:** راندمان استخراج در فیبر رژیمی تهیه شده از سبوس برنج به روش آنزیمی (۶۷/۵۳٪) بطور معنی‌داری بیشتر از روش شیمیایی (۳۳/۹۷٪) بود. میزان پروتئین در روش استخراج شیمیایی (۳/۶۳٪) بیشتر از استخراج آنزیمی (۲/۵۳٪) و مقدار املاح (۲/۰۳٪) کمتر است (در مقابل ۱۹/۱۷٪). قابلیت جذب آب و جذب چربی فیبر رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی از سبوس برنج بطور معنی‌داری بیش از فیبر گندم و فیبر رژیمی تهیه شده به روش شیمیایی از سبوس برنج می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج کلی نشان داد که سبوس برنج حدود ۶۷ درصد فیبر رژیمی براساس استخراج به روش آنزیمی دارد. فیبر رژیمی حاصل از سبوس برنج منبع غنی از پروتئین و مواد معدنی است. ظرفیت جذب آب و جذب چربی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی از سبوس برنج بالاتر از فیبر گندم است. از این رو می‌توان آن را در تولید مواد غذایی فراسودمند (عملگر) بکار برد.

**واژه های کلیدی:** استخراج شیمیایی، استخراج آنزیمی، سبوس برنج، سبوس گندم، فیبر

## مقدمه

در حال حاضر در دنیا تغییرات جمعیت، چاقی و دیابت از مشکلات اجتماعی عمده محسوب می‌گردند. مطالعات نشان داده است که در کشورهای پیشرفته، هزینه‌های زیادی برای درمان چاقی و دیابت پرداخته می‌شود. به طوری که بر طبق آمار در سال ۲۰۰۴ هزینه دیابت و چاقی در امریکا ۱۲۸ میلیارد دلار، در UK ۷۱۰ میلیون دلار، در نیوزلند برای دیابت در ۲۰۰۲-۲۰۰۱، ۱۷۶ میلیون دلار، در کانادا برای دیابت در ۱۹۹۷، ۳/۲ میلیون دلار بوده است (Birmingham, 1999; Brennan, 2005). بر اساس آمار WHO، در سال ۱۹۸۵ تقریباً ۳۰ میلیون نفر در جهان به دیابت دچار بوده‌اند که این رقم در سال ۲۰۰۰ به ۱۷۱ میلیون رسیده و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۰ به حدود ۳۶۶ میلیون نفر برسد (Cui, 2009). مطالعات کاربردی نشان داده‌اند که با تغییر در فرهنگ و عادات غذایی، بسیاری از این هزینه‌ها قابل جبران خواهد بود. از اینرو با پیشرفت علم و دانش بشری، تمایلات عمومی در جهت تغییر در رژیم غذایی و مصرف مواد غذایی با کالری پائین و اندیس گلیسمیک پائین که دارای اثرات مفید و سلامت بخش در بدن به ویژه در سالمندان هستند، سوق پیدا کرده است (Bachknudsen, 2001). یکی از این تغییرات در رژیم غذایی، جای دادن مواد غذایی فراسودمند از جمله فیبرها در سبد غذایی روزانه می‌باشد. بررسی‌های انجام شده، مصرف حداقل ۳۰ گرم فیبر در روز از منابع مختلف را توصیه نموده است که مصرف این مقدار فیبر، اثرات سلامت بخش زیادی در بدن خواهد داشت (Schepach, 2004). در کانادا در صورتی که یک ماده غذایی در هر وعده ۲، ۴ و ۶ گرم فیبر داشته باشد به ترتیب دارای فیبر، غنی از فیبر و بسیار غنی از فیبر محسوب می‌شود (Schneeman, 2001; Derries, 2001). در حال حاضر مطالعات کاربردی گسترده‌ای در زمینه استفاده از فیبرها در صنعت مواد غذایی و نیز در تغذیه مردم جوامع مختلف صورت گرفته است. یکی از منابع مهم و پر ارزش فیبر سبوس برنج می‌باشد. برنج پس از گندم یکی از مهم‌ترین غلات مصرفی مردم دنیا است. سطح زیر کشت و میزان تولید برنج در مقام دوم پس از گندم قرار دارد. بررسی‌ها حاکی از آن است که سطح زیر کشت برنج در دنیا حدود ۵۸٪ سطح زیر کشت گندم بوده ولی با توجه به

این که عملکرد برنج بسیار بیشتر از گندم است لذا میزان تولید جهانی آن تنها ۵٪ کمتر از گندم است. بیش از ۹۵٪ تولیدات برنج دارای مصارف انسانی است.

در حال حاضر در کشور سبوس برنج به عنوان ضایعات صنعت برنج محسوب شده و حتی مقدار زیادی از آن بدون هیچ‌گونه استفاده دور ریخته می‌شود و مقادیر کمتری نیز جهت تغذیه دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به این که این ترکیبات دارای مقدار قابل توجهی فیبر رژیمی بوده و با در نظر گرفتن این که فیبرهای رژیمی دارای خواص کاربردی، عملکردی و تغذیه‌ای مهمی می‌باشند لذا استخراج فیبر از این ترکیبات و کاربرد آن در انواع محصولات صنعتی جای تحقیق زیادی دارد.

در سال ۱۹۹۶، Claye و همکاران فیبرهای نامحلول را از ۵ منبع (گوجه فرنگی، سیب، جو دو سر، برنج و گندم) استخراج نمودند. آن‌ها برای استخراج فیبرها از روش استخراج آنزیمی استفاده نمودند. در این روش آن‌ها پس از استخراج چربی نمونه مورد نظر، از آنزیم‌های آمیلو گلیکوزیداز و تریپسین استفاده نموده و لیگنین و سلولز را جدا سازی کردند.

در سال ۲۰۰۷، Sudha و همکاران از غلات مختلف از جمله گندم، جو، برنج و جو دو سر، فیبر استخراج نموده و فیبر بدست آمده را به عنوان یک ماده اولیه در تولید بیسکویت فراسودمند مورد استفاده قرار دادند.

در سال ۲۰۰۹، Hu و همکاران از سبوس برنج، فیبر را استخراج نموده و ویژگی‌های آن را تعیین نمودند. فیبر به دست آمده را به نان افزوده و ویژگی‌های آن را بررسی کردند. این محققین برای استخراج فیبر از روش آنزیمی استفاده کردند.

در حال حاضر در کشور ما فیبرهای تجاری مختلفی در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از مهم‌ترین آنها فیبر گندم است. این فیبر به صورت وارداتی بوده، خلوص چندان زیادی ندارند و به مقدار زیاد در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به بررسی‌های انجام شده در حال حاضر فیبر حاصل از سبوس برنج در دسترس نمی‌باشد و از آنجا که پوسته برنج خود به عنوان یکی از ضایعات کارخانجات شالیکوبی بوده و از نظر تغذیه‌ای حائز اهمیت زیاد است لذا لزوم تحقیقات بر روی آن بیشتر احساس می‌گردد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق سبوس برنج از یکی از کارخانجات شالی کوبی استان گیلان و فیبر تجاری گندم از شرکت آئین شمس تهیه و مورد استفاده قرار گرفتند. از سبوس برنج پس از جداسازی چربی، استخراج فیبر یکبار به صورت آنزیمی و یکبار دیگر به صورت شیمیایی صورت گرفت.

### - استخراج فیبر به روش شیمیایی

جهت استخراج شیمیایی فیبر مقدار ۱۰۰ گرم نمونه را وزن و در ظروف مخصوص قرار داده شد و رطوبت آن سریع تعیین گردید. ۲ گرم از نمونه خرد شده به بالن ۶۰۰ میلی لیتر منتقل گردید. ۲ - ۱/۵ گرم فیبر سرمایی خشک، ۲۰۰ میلی لیتر  $H_2SO_4$  ۱۲٪ در حال جوش به محتویات بالن اضافه گردید. سنگ جوش نیز به بالن اضافه شد. بالن در دستگاه هضم قرار داده و به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. سپس محتویات آن توسط صافی، صاف شد. در حین صاف کردن ابتدا با آب و سپس با ۲۰۰ میلی لیتر  $NaOH$  ۱۲٪ جوش شستشو داده شد. در نهایت با  $H_2SO_4$  ۱۲٪ و الکل شستشو و به ظرف خاکستری منتقل گردید. ماده باقیمانده ۲ ساعت در دمای ۱۳۰ درجه سانتی گراد خشک شد. سپس در دسیکاتور سرد و توزین گردید (a). در ادامه در کوره با دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد و مجدداً در دسیکاتور سرد و وزن شد (b) و اختلاف وزن محاسبه گردید. درصد فیبر خام از تفاضل مقادیر بدست آمده a و b و تقسیم آن بر وزن نمونه و ضرب مجموع در عدد صد حاصل خواهد شد (AACC, 2000).

### - استخراج فیبر به روش آنزیمی

در این تحقیق استخراج فیبر توسط روش آنزیمی - گراویمتری صورت گرفت. برای انجام این آزمون، سبوس برنج چربی گرفته شده (توسط روش سوکسله) در حضور آمیلاز پایدار به حرارت در  $100^\circ C$  به مدت ۱ ساعت ژلاتینه گردید و سپس به مدت ۱ ساعت در دمای  $60^\circ C$  توسط پروتئاز هضم شد. سپس انکو باسیون توسط آنزیم آمیلو گلوکوزیداز برای مدت ۱ ساعت در دمای  $60^\circ C$  صورت گرفت تا مابقی پروتئین و نشاسته جدا شوند. ۴ حجم اتانول ۹۵٪ (که به دمای  $60^\circ C$  رسیده بود) به محلول رسوب کرده فیبر اضافه شده ۶۰ دقیقه فرصت داده

شد تا رسوب تشکیل شود. فیلتراسیون انجام شده و باقیمانده مواد با ۷۸٪ اتانول، ۹۵٪ اتانول و استن شستشو داده شده در نهایت باقیمانده حاصل که فیبر می باشد وزن گردید (Azizah, 2001; AOAC, 2000).

### - آزمون‌های شیمیایی

آزمونهای رطوبت، خاکستر و پروتئین مطابق با روش مصوب AACC به ترتیب شماره‌های ۴۴-۱۶، ۰۱-۰۸، ۱۲-۴۶ صورت گرفت (AACC, 2000).

### - آزمون تعیین نشاسته

بدین منظور ۵ تا ۱۰٪ گرم از نمونه در محلول اتانول ۸۰٪ کاملاً یکنواخت شد تا کلیه قندهای موجود حذف گردند. سپس سانتریفیوژ شده و باقیمانده نگهداری گردید. مواد سانتریفیوژ شده چندین بار با اتانول ۸۰٪ داغ شسته شدند تا از ایجاد رنگ با ترکیبات آنترون جلوگیری شود. ترکیبات باقیمانده را کاملاً با استفاده از حمام آب گرم خشک شده و به آن‌ها ۵ میلی لیتر آب و ۶/۵ میلی لیتر اسید پرکلریک ۵۲٪ اضافه گردید، استخراج به مدت ۲۰ دقیقه در صفر درجه سانتی گراد صورت گرفت. سپس محلول بدست آمده سانتریفیوژ شده و سوپرناتانت (فاز فوقانی) نگهداری گردید. در نهایت استخراج با استفاده از اسید پرکلریک تازه تکرار شد. محلول سانتریفیوژ شده و سوپرناتانت به حجم ۱۰۰ رسانده شدند و ۲-۰/۱ میلی لیتر از سوپرناتانت با آب به حجم ۱ میلی لیتر رسید. حجم‌های ۲/۰، ۴/۰، ۶/۰، ۸/۰، ۱ میلی لیتر از محلول استوک در لوله آزمایش به حجم ۱ میلی لیتر رسانده شد و محلول‌های استاندارد تهیه گردیدند. سپس ۴ میلی لیتر محلول آنترون را به هر لوله اضافه شده و لوله‌های آزمایش به مدت ۸ دقیقه در حمام آب گرم قرار دادند. نمونه‌ها به سرعت سرد شدند و شدت رنگ سبز با استفاده از اسپکتروفوتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید (AACC, 2000).

### - آزمون تعیین قابلیت اتصال با چربی

برای انجام این آزمون، از روش سانتریفیوژ استفاده گردید. برای انجام این آزمون، ۴ گرم نمونه به ۲۰ میلی لیتر روغن ذرت در یک لوله سانتریفیوژ ۵۰ml اضافه گردید. سپس محتویات لوله هر ۵ دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه هم زده

## بررسی قابلیت استخراج فیبر رژیمی از سبوس برنج

نمونه‌ها توسط روش توکی صورت گرفت.

## یافته‌ها

جدول ۱ میانگین راندمان استخراج در فیبرهای رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج و جداول ۲ و ۳ به ترتیب ویژگی‌های عمومی و عملکردی فیبر رژیمی استخراج شده را نشان می‌دهد.

جداول ۴ و ۵ نیز به ویژگی‌های عمومی و عملکردی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج در مقایسه با فیبر گندم پرداخته است.

جدول ۱- مقایسه میانگین راندمان استخراج در فیبرهای رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج

روش استخراج فیبر رژیمی از سبوس برنج	راندمان استخراج
شیمیایی	۳۳/۹۷ <sup>a</sup>
آنزیمی	۶۷/۵۳ <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های عمومی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج

روش استخراج فیبر رژیمی از سبوس برنج	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	نشاسته (%)
شیمیایی	۳/۷۰ <sup>b</sup>	۲/۰۳ <sup>a</sup>	۳/۶۳ <sup>b</sup>	< ۰/۱ <sup>a</sup>
آنزیمی	۱/۲۳ <sup>a</sup>	۱۹/۱۷ <sup>b</sup>	۲/۵۳ <sup>a</sup>	< ۰/۱ <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های عملکردی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج

روش استخراج فیبر از سبوس برنج	ظرفیت جذب آب (ml/g)	ظرفیت جذب چربی (ml/g)
شیمیایی	۴/۰۰ <sup>a</sup>	۳۰/۰۰ <sup>a</sup>
آنزیمی	۸/۰۰ <sup>b</sup>	۳/۵۰ <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های عمومی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج با فیبر گندم

ویژگی نوع فیبر	جذب آب (ml/g)	جذب چربی (ml/g)
گندم	۴ <sup>a</sup>	۰/۱۸۶ <sup>a</sup>
فیبر رژیمی استخراج شده از سبوس برنج به روش آنزیمی	۸ <sup>b</sup>	۳/۵ <sup>c</sup>
فیبر رژیمی استخراج شده از سبوس برنج به روش شیمیایی	۴ <sup>a</sup>	۳ <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های عملکردی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج با فیبر گندم

ویژگی نوع فیبر	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)
گندم	۵/۲۱۶ <sup>d</sup>	۳/۸ <sup>b</sup>	۵/۳ <sup>c</sup>
فیبر رژیمی استخراج شده از سبوس برنج به روش آنزیمی	۱/۲۶۶۷ <sup>a</sup>	۱۹/۱۶۶ <sup>c</sup>	۲/۵۳۳۳ <sup>a</sup>
فیبر رژیمی استخراج شده از سبوس برنج به روش شیمیایی	۳/۷۳۳۳ <sup>bcd</sup>	۲/۰۳ <sup>a</sup>	۳/۶۳۳۳ <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند.

شدند و پس از گذشت ۳۰ دقیقه، لوله‌ها با سرعت ۱۶۰۰g، به مدت ۲۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. در نهایت روغن دو فاز شده و روغن جذب شده اندازه‌گیری شد که عدد به دست آمده به عنوان FBC (قابلیت اتصال با چربی) گزارش گردید (Azizah, 2001).

## - آزمون تعیین قابلیت اتصال با آب

برای اندازه‌گیری این ویژگی، ۳۰۰ میلی گرم از نمونه وزن شده و به مدت ۱ ساعت در ۱۰ml آب مقطر در دمای اتاق (۲۵°C) نگهداری شد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در ۱۴۰۰g سانتریفیوژ گردید. ماده باقیمانده پس از ۳۰ دقیقه در طول شب خشک شده و وزن گردید و مقدار آب جذب شده محاسبه و به صورت WHC گزارش گردید (Hu, 2009).

## - تجزیه و تحلیل آماری

برای انجام محاسبات آماری از طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر ترکیب تیماری استفاده گردید. عوامل موثر در پاسخ شامل دو سطح استخراج آنزیمی و استخراج شیمیایی بودند. متغیرهای پاسخ شامل ویژگی‌های شیمیایی نامبرده بوده‌اند. روش‌های آماری مورد نظر تحلیل واریانس (ANOVA) بوده و مقایسه میانگین‌های دوتایی توسط آزمون T برای مقایسه دو نمونه مستقل و با توجه به برابری و عدم برابری واریانس‌ها صورت گرفت. مقایسه سایر

## بحث

## - مقایسه راندمان استخراج در فیبرهای رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج

راندمان استخراج در فیبر رژیمی تهیه شده از سبوس برنج به روش آنزیمی (۶۷/۵۳٪) بطور معنی‌داری بیشتر از روش شیمیایی (۳۳/۹۷٪) بود (جدول ۱). علت این امر را می‌توان چنین عنوان نمود که در روش آنزیمی با استفاده از سه آنزیم آمیلاز، پروتاز و آمیلوگلوکوزیداز، نشاسته، پروتئین و سایر کربوهیدرات‌هایی که ناخالصی محسوب می‌گردند جداسازی شده و در نهایت میزان بیشتری فیبر رژیمی حاصل می‌گردد. در مقابل آن روش شیمیایی برای استخراج فیبر آسان‌تر و سریع‌تر و متداول‌تر بوده اما در مقایسه با روش آنزیمی، راندمان تولید فیبر کمتر خواهد بود. گرچه استخراج فیبر رژیمی از سبوس برنج به روش شیمیایی (توسط اسید و قلیا) آسان‌تر از روش آنزیمی است؛ با این حال، کلیه ویژگی‌های عمومی و عملکردی فیبرهای رژیمی استخراج شده از سبوس برنج به هر دو روش، تعیین گردیدند تا با بررسی آن‌ها گزینش نهایی در ارتباط با انتخاب یکی از این دو روش به عنوان روش برتر در استخراج فیبر رژیمی از سبوس برنج انجام پذیرد.

## - مقایسه ویژگی‌های عمومی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج

ترکیبات تشکیل دهنده فیبرهای رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آنست که می‌توان از وجود نشاسته در آن‌ها صرف‌نظر نمود؛ میزان پروتئین در روش استخراج شیمیایی (۳/۶۳٪) بیشتر از استخراج آنزیمی (۲/۵۳٪)، و مقدار املاح (۲/۰۳٪) کمتر است (در مقابل ۱۹/۱۷٪). علت را می‌توان این‌گونه عنوان کرد: از آنجاییکه در روش آنزیمی از آنزیم پروتاز استفاده می‌شود، پروتئین تجزیه گردیده و از اینرو فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی حاوی پروتئین کمتری خواهد بود. میزان املاح بیشتر در این نوع فیبر می‌تواند به دلیل تأثیر اندک آنزیم‌ها (در مقایسه با اسید و قلیا که در روش شیمیایی استفاده می‌شوند) بر املاح باشد (Proskey, 2001).

## - مقایسه ویژگی‌های عملکردی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج

ظرفیت جذب آب (WBC) و جذب چربی (FBC) فیبر رژیمی تهیه شده به روش شیمیایی و آنزیمی از سبوس برنج در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. تفاوت معنی‌داری میان WBC در این دو فیبر رژیمی استخراج شده وجود دارد (۴ ml/g) در روش شیمیایی در قیاس با (۸ ml/g در روش آنزیمی)، بطوریکه WBC در روش آنزیمی دو برابر روش شیمیایی محاسبه گردید. با توجه به این نتیجه مشخص می‌گردد که قابلیت جذب آب در فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی بیشتر از روش شیمیایی است. اثر WBC در ویژگی‌های عملکردی ماده غذایی به علت اهمیت آن در صنایع غذایی و بویژه نانوائی مطالعه شده است. آب نقش مهمی در تغییراتی که طی پختن خمیر اتفاق می‌افتند (نظیر ژلاتینه شدن نشاسته، دناتوراسیون پروتئین، غیرفعال شدن مخمر و آنزیم، تشکیل طعم و رنگ) دارد (Dubais, 1993)؛ بطوری‌که افزودن فیبر رژیمی به عنوان یک جزء فراسودمند به نان، حجم آن را کاهش و سفتی نان را افزایش داد (Hu, 2009).

ظرفیت جذب چربی در فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی (۳/۵۰ ml/g) بطور معنی‌داری بیشتر از روش شیمیایی (۳ ml/g) است که در مجموع، نتایج نشان می‌دهند فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی دارای خواص عملکردی بهتری در مقایسه با فیبر رژیمی استخراج شده به روش شیمیایی می‌باشد. یکی از دلایل این امر خلوص بیشتر فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی در برابر فیبر رژیمی استخراج شده به روش شیمیایی است که سبب شده آن فیبر از نظر عملکردی خصوصیات مطلوب‌تری داشته باشد.

## - مقایسه ویژگی‌های عمومی و عملکردی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی و شیمیایی از سبوس برنج با فیبر گندم

میزان رطوبت فیبرها به ترتیب از بیش‌ترین تا کم‌ترین عبارتست از: فیبر گندم (۵/۲۱٪)، فیبر رژیمی تهیه شده به روش شیمیایی از سبوس برنج (۳/۷۳٪)، و فیبر رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی از سبوس برنج (۱/۲۶٪) (جدول ۴). میزان خاکستر فیبر رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی (۱۹/۱۶٪) از سبوس برنج در حد قابل توجهی بیشتر از فیبر گندم تجاری موجود در بازار فیبر گندم (۳/۸٪) و فیبر

Anonym, AOAC International. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. The Association, Gaithersburg, MD.

Azizah, A. H. & Yu, S. L. (2000). Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*, 68, 15–19.

Bach Knudsen, K. E. (2001). The nutritional significance of dietary fiber analysis. 90, 3-20.

Brennan, C. & Cleary, L. (2005). The potential use of cereal 1-3, 1-4 β- D glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42, 1–13.

Birmingham, C. L., Muller, J. L., Palepu, A., Spinelli, J. J. & Anis, A. H. (1999). The cost of obesity in Canada. *Canadian Medical Association Journal*, 160 (4), 483–488.

Clay, S. S., Idouraine, A. & Weber, C. W. (1996). Extraction and fractionation of insoluble fiber from five fiber sources. *Food Chemistry*. 57(2): 305-310.

Cui, S. W. & Roberts, K. T. (2009). In: *Modern Biopolymer Science*. Chapter 13, Fullfilling the promise of added value formulations. Elsevier publish.

Derries, J. (2001). Analytical issues regarding the regulatory aspects of dietary fiber nutrition labeling. In “Advanced Dietary Fibre Technology”, 123–138, McCleary, B. and Prosky, L. (eds.). Blackwell Science, UK.

Dubois, C., Cara, L., Borel, P., Armand, M. M., Senft, M., Portugal, H., Bernard, P. M., Lafont, H. & Lairon, D. (1993). Cereal dietary fibers affect post prandial lipoproteins in healthy human subjects. *Carbohydrate Polymer*, 21, 189-194.

Hu, G. H. (2001). Study on rice bran dietary fibre binding NO. 2 in vitro. *Cereals and Oils*, 11, 2–3.

Kennedy, G. & Burlingame, B. (2003). Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chemistry* 80, 589–596.

Prosky, L. (2001). What is dietary fibre? A new look at the definition. In *Advanced Dietary Fibre Technology*, 63–76, McCleary, B. and Prosky, L. (eds.). Blackwell Science, UK.

Schneeman, B. (2001). Dietary fibre and gastrointestinal function. In *Advanced Dietary Fiber Technology*, 168–176, McCleary, B. and Prosky, L. Blackwell Science, UK.

Sudha, M. L., Vetrmani, R. & Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry* 100: 1365 – 1370.

رژیمی تهیه شده به روش شیمیایی از سبوس برنج (۲/۰۳٪) است که دلیل آن بیشتر مورد اشاره قرار گرفت.

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میزان پروتئین فیبرگندم (۵/۳٪) بیش‌تر از سایر فیبرهای آزمایشی [فیبر رژیمی تهیه شده به روش شیمیایی (۳/۶۳٪) و آنزیمی (۲/۵۳٪)] می‌باشد.

ظرفیت جذب آب و جذب چربی فیبر رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی از سبوس برنج بطور معنی‌داری بیش از فیبر گندم (به ترتیب ۴ ml/g ، ۰/۸۶ ml/g)، و فیبر رژیمی تهیه شده به روش شیمیایی از سبوس برنج (به ترتیب ۴ ml/g ، ۳ ml/g) می‌باشد (جدول ۵). این تفاوت‌ها نشان می‌دهند که از نظر خواص عملکردی در درجه اول فیبر رژیمی تهیه شده به روش آنزیمی از سبوس برنج دارای الویت بوده و پس از آن فیبر رژیمی تهیه شده به روش شیمیایی در مقام دوم قرار دارد؛ و می‌توان اینطور عنوان نمود که این دو فیبر در مقایسه با فیبرهای تجاری گندم موجود در بازار، خواص مناسب‌تری دارند.

## نتیجه‌گیری

نتایج کلی نشان می‌دهد که سبوس برنج حدود ۶۷ درصد فیبر رژیمی براساس استخراج به روش آنزیمی دارد. همان‌طور که اشاره گردید، گرچه استخراج فیبر رژیمی از سبوس برنج به روش شیمیایی آسان‌تر از روش آنزیمی است، ولی به‌طورکلی با بررسی و مقایسه کلیه ویژگی‌های عمومی و عملکردی فیبر رژیمی استخراج شده از سبوس برنج به روش شیمیایی و آنزیمی، فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی به عنوان فیبر برتر معرفی می‌شود.

فیبر رژیمی حاصل از سبوس برنج منبع غنی از پروتئین و مواد معدنی است. ظرفیت جذب آب و جذب چربی فیبر رژیمی استخراج شده به روش آنزیمی از سبوس برنج بالاتر از فیبر گندم (فیبرهای تجاری موجود در بازار) است. بنابراین، فیبر رژیمی حاصل از سبوس برنج را می‌توان در صنایع غذایی بویژه در توسعه غذاهای فراسودمند (عملگر) بکار برد.

## منابع

Anonym, AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, 10th ed. The Association, St. Paul, MN.