بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ایرانی

علی اکبر کشاورز هدایتی[a*]، مهران اعلمی[b]، علی معتمد زادگان[c]، یحیی مقصودلو[d]، محمد قربانی[b]، سهیل امیری[e]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی، گرگان، ایران
[b] استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی، گرگان، ایران
[c] استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری، گروه علوم و صنایع غذایی، مازندران، ایران
[d] دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی، گرگان، ایران
[e] مربی دانشگاه غیرانتفاعی بهاران گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۶/۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۳/۱

چکیده

مقدمه: سبوس برنج یکی از فرآورده‌های جانبی حاصل از آسیاب برنج است که حاوی مقادیر قابل توجهی پروتئین، چربی، کربوهیدرات و مواد معدنی است. با توجه به ترکیب شیمیایی سبوس برنج به نظر می‌رسد که این فرآورده از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مطلوبی برخوردار باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق کنسانتره پروتئینی از سبوس دو رقم برنج (طارم و ندا) تهیه شد و نمونه‌های حاصل از نظر ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (بازده استخراج و بازده استخراج پروتئین، شاخص جذب آب و حلالیت درآب، شاخص حلالیت نیتروژن، دانسیته توده‌ای و شاخص‌های رنگی) آنها مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

یافته‌ها: بازده استخراج کنسانتره‌های پروتئینی دو سبوس برنج ۸/۵۲ و ۸/۷۴ درصد بود. شاخص جذب آب و حلالیت در آب کنسانتره پروتئینی سبوس برنج طارم بیشتر بود. کنسانتره پروتئینی سبوس برنج طارم دانسیته توده‌ای بیشتری داشت (۰/۲۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب). برخی از شاخص‌های رنگی در کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) با یکدیگر داشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که سبوس برنج قابلیت استفاده به عنوان جزئی از فرمولاسیون غذاهای عملگر را دارد که ارزش غذایی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فرآورده را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *دانسیته توده ای، شاخص جذب آب، شاخص‌های رنگی، کنسانتره پروتئینی سبوس برنج، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی.*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: kaliakbar64@yahoo.com

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

برنج غذای اصلی بیش از نیمی از مردم کره زمین را تشکیل می‌دهد. حدود ۹۰ درصد برنج جهان در آسیا تولید می‌شود که کشورهای چین، هند، اندونزی، بنگلادش، تایلند، ویتنام، ژاپن و فیلیپین تولید کنندگان عمده برنج هستند (Amiasah *et al*., 2003). سبوس برنج محصول جانبی حاصل از آسیاب برنج و ماده‌ای پودری و نرم است که از چندین جز شامل پوشش دانه، هسته، لایهٔ آلورون، جوانه، قسمتی از لایهٔ زیرین آلورون و آندوسپرم نشاسته‌ای تشکیل شده است (Hangmoungjai *et al*., 2001). سبوس برنج ۳ تا ۸ درصد از دانه برنج را تشکیل می‌دهد و حدود ۱۲- ۱۵ درصد پروتئین دارد (Chandi & Sogi, 2007) و ارزش تغذیه‌ای آن از پروتئین آندوسپرم برنج و دیگر غلات یا حبوبات بیشتر است (Juliano, 1994). پروتئین سبوس برنج قابلیت هضم بالایی دارد و به واسطه ترکیبات کاهنده آلرژی موجود در آن می‌تواند در غذای کودکان استفاده شود (Helm & Burks, 1996). همچنین لایزین بیشتری نسبت به پروتئین آندوسپرم برنج یا پروتئین‌های موجود در سبوس سایر غلات دارد (Juliano, 1985) و دارای ترکیباتی ضد سرطان نیز است (Kawamura & Muramoto, 1993).

Chandi & Sogi (۲۰۰۷) با استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج، ویژگی‌های عملکردی آنها را مورد بررسی قرار دادند. Gupta و همکاران (۲۰۰۸) با استخراج کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج تحت تیمارهای حرارتی مختلف ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی آنها را بررسی کردند. Theerakulkait و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی به بررسی تاثیر برخی از عوامل موثر در استخراج و تاثیر آنها بر ویژگی‌های عملکردی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج پرداختند. تجددی طلب و همکاران (۱۳۸۰) تاثیر فرآیند حرارتی و مدت نگهداری را بر روی کیفیت روغن استخراجی سبوس برنج مورد مطالعه قرار دادند. طلاقت و اوجی (۱۳۸۱، ۱۳۸۲) در پژوهشی به بررسی امکان استخراج ترکیبات ضد کف از سبوس برنج و در پژوهش دیگر به استخراج روغن از سبوس برنج پرداختند.

مشکل اصلی در استفاده صنعتی از پروتئین سبوس برنج حلالیت بسیار کم پروتئین‌های موجود در آن به دلیل وجود پیوندهای دی سولفیدی فراوان است (Paraddo *et al*., 2006). در ایران مطالعه چندانی بر روی پروتئین سبوس برنج انجام نشده و عمدتا سبوس برنج در کارخانجات آسیاب برنج یا دور ریخته و یا به مقدار کمی به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود. با توجه به ویژگی‌های تغذیه‌ای و دسترسی آسان و ساده به سبوس ارقام مختلف برنج در کشور، این مطالعه با هدف بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج ایرانی انجام شد. با توجه به اهمیت کاشت برنج در شمال ایران و عدم استفاده بهینه از فرآورده‌های جانبی آن نتیجه این تحقیق می‌تواند بستر مناسبی را برای ایجاد ارزش افزوده در برنج‌های ایرانی، تامین مواد اولیه با کیفیت برای صنایع غذایی و کاهش واردات مواد اولیه ایجاد نماید.

مواد و روش‌ها

- مواد

در این تحقیق ۲ نمونه سبوس روغن‌گیری نشده حاصل از ارقام برنج ایرانی ندا و طارم هاشمی از یکی از کارخانه‌های شالیکوبی شهرستان بابل تهیه و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت و هوا بسته‌بندی شد و تا انجام آزمایشات در فریزر با دمای ۱۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

در ابتدا به منظور جداسازی پوسته، سبوس برنج روغن‌گیری نشده از الک با مش ۸۰ عبور داده شد و سپس با استفاده از حلال n- هگزان (دو مرتبه هر بار به مدت ۴۵ دقیقه و نسبت سبوس به حلال ۱ به ۳ وزنی- حجمی) روغن‌گیری شد (در دمای محیط ۲۵ درجه سانتی‌گراد). میزان روغن باقیمانده در نمونه روغن‌گیری شده در هر دو نمونه ۳ درصد بود. سبوس برنج روغن‌گیری شده حاصل به مدت ۲۴ ساعت در زیر هود قرار داده شد تا حلال باقی مانده در نمونه جدا شود و در نهایت جهت خشک شدن به مدت ۲۴ ساعت در آون (ممرت ۸۰۰ ساخت کشور آلمان) با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

- روش‌ها

- ترکیب شیمیایی

میزان رطوبت، پروتئین (N × ۵/۹۵)، چربی و خاکستر با استفاده از روش‌های مصوب (AACC, 2001) به شماره‌های ۱۱-۲۳، ۴۶-۱۲، ۳۰-۱۰ و ۰۸-۰۱تعیین

jftn.srbiau.ac.ir

گردید. مقدار فیبر خام نیز با استفاده از دستگاه فایبرتک محاسبه شد. مقدار کربوهیدرات نیز از حاصل تفاوت مقادیر سایر ترکیبات از ۱۰۰ محاسبه گردید.

- **استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج**

جهت استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج از روش (Chandi & Sogi, 2007) استفاده شد. صد گرم سبوس برنج روغن‌گیری و خشک شده را با آب مقطر به نسبت ۱ به ۵ با یکدیگر مخلوط کرده، با استفاده از محلول هیدروکسید سدیم ۰/۵ مولار pH سوسپانسیون را به ۹/۵ رسانده و به مدت یک ساعت در دمای محیط هم زده و سپس مخلوط در ۱۲۶۰۰×g به مدت ده دقیقه سانتریفوژ (یخچال‌دار سیگما-امریکا) شد. pH سوپرناتانت حاصله را با استفاده از اسیدکلریدریک به ۴/۵ رسانده و برای نیم ساعت هم زده و یک شب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه داشته تا پروتئین‌ها رسوب کنند. سپس سوپرناتانت حاصل از پروتئین‌های رسوب داده شده جدا و پروتئین‌های رسوب داده با آب مقطر شسته و خنثی شدند و با استفاده از خشک کن انجمادی (اوپرون- کره جنوبی) خشک گردیدند.

- **میزان پروتئین**

جهت تعیین میزان پروتئین موجود در کنسانتره پروتئینی سبوس برنج از روش کلدال (مدل بهر- آلمان) مطابق با روش‌های استاندارد AACC به شماره ۴۶-۱۲ استفاده شد.

- **بازده استخراج**

به منظور به دست آوردن بازده استخراج از روش (Jiamyanguen *et al*., 2005) استفاده شد. بازده استخراج کنسانتره‌های پروتئینی از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه (۱) $$\text{بازده استخراج}\ (\%) = \frac{\text{مقدار گرم کنسانتره پروتئینی}}{\text{مقدار گرم سبوس برنج}} \times ۱۰۰$$

- **بازده استخراج پروتئین**

به منظور تعیین بازده استخراج پروتئین از روش Gupta و همکاران (۲۰۰۸) استفاده شد. درصد بازده استخراج پروتئین از رابطه زیر به دست آمد:

رابطه (۲)

$$\text{بازده استخراج پروتئین}\ (\%) = \frac{\text{گرم کنسانتره} \times \text{مقدار پروتئین کنسانتره پروتئینی}}{\text{گرم سبوس} \times \text{مقدار پروتئین سبوس برنج}} \times (۱۰۰)$$

- **شاخص جذب آب[1] و شاخص حلالیت درآب[2]**

شاخص جذب آب و شاخص حلالیت آب کنسانتره پروتئینی سبوس برنج با استفاده از روش (Smith *et al*., 1973) با اندکی تغییرات تعیین شد. ۱/۵ گرم نمونه با ۱۵ میلی لیتر آب مقطر با استفاده از یک همزن (مدل براون- ۲۵۴۱ آلمان) برای مدت ۲ دقیقه هم زده و در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۳۰ دقیقه در یک حمام آب (ممرت- آلمان) حرارت داده شد. سپس خمیر حرارت دیده شده تا دمای اتاق سرد و به یک لوله سانتریفوژ از قبل توزین شده انتقال داده شد و به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ (سنتوریون مدل کا ۲۰۴۲) گردید (۱۲۵۰۰× g). در ادامه سوپرناتانت را برای اندازه گیری مواد جامد محلول در آن در ظروفی از قبل توزین شده ریخته شد و در آون ۱۱۰ درجه سانتیگراد به مدت یک شب قرار گرفت. لوله ها نیز توزین شد. در انتها شاخص جذب آب و شاخص حلالیت در آب از روابط زیر محاسبه شدند.

رابطه (۳)

$$\text{شاخص جذب آب}\ (\%)(g/g) = \frac{\text{مقدار گرم آب جذب شده}}{\text{مقدار گرم نمونه اولیه}} \times ۱۰۰$$

رابطه (۴)

$$\text{شاخص حلالیت در آب}\ (\%)(g/g) = \frac{\text{مقدارگرم ماده جامد محلول در سوپر ناتانت} \times ۱۰۰}{\text{مقدار گرم نمونه اولیه}} \times ۱۰۰$$

- **دانسیته توده‌ای**

برای تعیین مقدار دانسیته توده‌ای کنسانتره پروتئینی سبوس برنج از روش (Kaur & Singh, 2005) استفاده شد. کنسانتره پروتئینی سبوس برنج را به آرامی درون یک استوانه مدرج ۱۰ میلی‌لیتری از قبل توزین شده ریخته و انتهای استوانه مدرج را چندین بار به آرامی بر روی میز کار زده تا فضای خالی بین نمونه‌ها از بین رفته و نمونه‌ها در

[1] Water Absorption Index

[2] Water Solubility Index

jftn.srbiau.ac.ir

درون استوانه به صورت یکنواخت قرار گیرند. سپس با افزایش نمونه به حجم ده میلی لیتر رسانده شد. در انتها دانسیته توده‌ای از رابطه زیر محاسبه شد:

رابطه (۵)

$$\text{دانسیته توده‌ای } (g/cm^3) = \frac{\text{گرم نمونه موجود در استوانه مدرج}}{\text{حجم نمونه موجود در استوانه مدرج}} \times (۱۰۰)$$

- **شاخص حلالیت نیتروژن**[1]

جهت محاسبه شاخص حلالیت نیتروژن سوسپانسیون یک درصد وزنی– حجمی از کنسانتره تهیه، به مدت ۳۰ دقیقه هم زده و یک شب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. سپس در ۲۰۰۰۰×g به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. سوپرناتانت حاصل صاف شده و محتوای نیتروژن موجود در سوپرناتانت با استفاده از روش (Lowry *et al*., 1951) تعیین و برحسب درصدی از نیتروژن کل بیان شد.

- **ویژگی‌های رنگی**

به منظور سنجش ویژگی‌های رنگی کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج از دستگاه رنگ‌سنج (لاویباند سیستم – ۵۰۰ ساخت کشور انگلستان) استفاده شد. یک ظرف شیشه‌ای حاوی کنسانتره در بالای منبع نوری قرار گرفت و با یک پلیت شیشه‌ای پوشانده شد و شاخص‌های L* و b* و a* ثبت شد. اختلاف کلی رنگ‌ها نیز با استفاده از شاخص ΔE گزارش شد. رنگ‌سنجی از سه نقطه مختلف انجام و میانگین قرائت‌ها ثبت شد. شاخص L* بیانگر روشنی نمونه از ۱۰۰– ۰ است که عدد صفر بیانگر سیاهی مطلق و عدد ۱۰۰ نشان دهنده سفیدی مطلق است. شاخص a* بیانگر گرایش به رنگ سبز و قرمز است به طوری که شاخص a* + گرایش به قرمزی و a*– گرایش به سبزی نمونه‌ها می باشد. شاخص b* نیز بیانگر گرایش به رنگ آبی و زرد است به طوری که شاخص b*+ بیانگر گرایش به زردی و b*– بیانگر گرایش به آبی در نمونه‌هاست.

- **تجزیه و تحلیل آماری**

تمامی نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون t در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید. تمامی آزمایشات حداقل در سه تکرار انجام شد.

یافته‌ها

- **ترکیب شیمیایی**

ترکیب شیمیایی نمونه‌های سبوس برنج مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

نمونه‌های سبوس مورد مطالعه به لحاظ مقدار رطوبت، پروتئین، چربی، فیبر و کربوهیدرات اختلاف معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) با یکدیگر داشتند. میزان پروتئین و چربی در نمونه‌های سبوس برنج چربی‌گیری شده به ترتیب برای نمونه ندا ۱۸/۲۴ و ۳/۰۳ و برای نمونه طارم ۱۹/۰۳ و ۲/۹۹ درصد بود. (Bhattacharya, 1988) مقدار چربی سبوس برنج چربی‌گیری نشده را ۲۳٪–۱۳٪، فیبر را ۱۴٪ – ۶٪، پروتئین را ۱۷٪ – ۱۴٪ و خاکستر را در محدوده ۱۱/۵۵٪–۶/۶۸٪ گزارش نموده است. (Amiasah *et al*., 2003) نیز مقدار کربوهیدرات سبوس برنج را حدود ۴۶/۳۴٪ – ۲۶/۴۱ ٪ گزارش کرده‌اند. (Prakash & Ramanatham, 2006) گزارش کردند که سبوس برنج چربی‌گیری شده شامل ۵/۸ درصد رطوبت، ۱۷/۵ درصد پروتئین، ۱۳/۸ درصد خاکستر، ۶/۶ درصد فیبر خام است در حالی که (Kahlon *et al*., 1990) میزان خاکستر، چربی، پروتئین و فیبر را در سبوس برنج چربی‌گیری نشده به ترتیب از ۱۷/۷–۸، ۲۹/۶– ۱۲/۸، ۱۷/۲– ۱۱/۵و ۳۱/۵–۶/۲ درصد گزارش کردند. نتایج این تحقیق کاملا با یافته‌های این محققین هم‌خوانی داشت. کنسانتره پروتئینی سبوس برنج می‌تواند به عنوان یک ترکیب مناسب برای فرمولاسیون غذای کودک به کار رود، به طوری که افزودن متناوب آن به غذای کودک می تواند باعث کاهش ترکیبات آلرژن در غذای کودکان شود (Chandi & Sogi, 2007). همچنین می‌تواند به عنوان یک غذا دارو در جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی، کبدی و سنگ کلیه دخیل باشد (Hangmoungjai *et al*., 2001).

[1] Nitrogen solubility index

jftn.srbiau.ac.ir

جدول ۱- ترکیب شیمیایی سبوس برنج چربی‌گیری نشده (٪) بر حسب وزن مرطوب

نمونه/ترکیب	پروتئین	چربی	خاکستر	رطوبت	فیبر	کربوهیدرات
ندا	۱۷/۳۳±۰/۰۵^{b}	۱۵/۵۳±۰/۱۴^{a}	۱۱/۸۱±۰/۱۰^{a}	۱۰/۶۵±۰/۴۷^{b}	۸/۱۳±۰/۰۱^{b}	۳۷/۵۳±۰/۴۰^{a}
طارم	۱۸/۰۲±۰/۰۴^{a}	۱۵/۰۰±۰/۰۳^{b}	۱۱/۴۴±۰/۱۱^{a}	۱۲/۰۳±۰/۱۲^{a}	۸/۸۰±۰/۲۳^{a}	۳۴/۲۳±۰/۴۶^{b}

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری نیستند($p\geq$۰/۰۵).

- **میزان پروتئین**

همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان پروتئین در کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج برای نمونه‌های ندا و طارم به ترتیب ۵۵/۲۸ و ۵۶/۷۹ درصد به دست آمد. Gupta و همکاران (۲۰۰۸) میزان پروتئین موجود در کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در محدوده ۷۹/۹-۷۱/۰ درصد به دست آورده‌اند. Chandi & Sogi (۲۰۰۷) میزان پروتئین را در کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در بازه ۵۸/۹۲- ۵۲/۴۶ درصد گزارش کرده‌اند. داده‌های حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیق Chandi & Sogi (۲۰۰۷) کاملا هم خوانی دارد. Gupta و همکاران (۲۰۰۸) با استخراج کنسانتره پروتئینی سبوس برنج تحت تیمارهای حرارتی مختلف به میزان پروتئینی در بازه ۷۹/۹۰- ۷۱/۰۰ درصد دست یافتند که داده های این تحفیق در مقایسه با تحقیق Gupta و همکاران (۲۰۰۸) تفاوت زیادی داشت. Jiamyanguen و همکاران (۲۰۰۵) نیز مقدار پروتئین در کنسانتره پروتئینی سبوس برنج را در طی تیمارهای مختلف pH و زمان در محدوده ۷۲/۶۳- ۶/۷۵ درصد گزارش کردند که کمترین میزان حلالیت پروتئین کنسانتره‌پروتئینی سبوس‌برنج در pH ایزوالکتریک مشاهده شد.

جدول ۲- بازده استخراج و میزان پروتئین کنسانتره پروتئینی سبوس برنج (٪)

نمونه	پروتئین(وزن خشک)	بازده استخراج	بازده استخراج پروتئین
ندا	۵۵/۲۸ ±۰/۴۳^{a}	۸/۵۲ ±۰/۱۲^{a}	۱۴/۴۹ ±۰/۰۶^{a}
طارم	۵۶/۷۹ ±۰/۵۷^{a}	۸/۷۴ ±۰/۰۵^{a}	۱۳/۸۱ ±۰/۲۰^{b}

درهرستون اعداد با حروف یکسان‌دارای تفاوت معنی‌داری نیستند($p\geq$۰/۰۵).

- **بازده استخراج**

بازده استخراج کنسانتره‌های پروتئینی حاصل از دو نمونه ندا و طارم در این تحقیق به ترتیب ۸/۵۲ و ۸/۷۴ درصد بود (جدول ۲). Jiamyanguen و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی بازده استخراج کنسانتره را در محدوده بین ۱۲/۲۰- ۳/۶۵ درصد گزارش کرده‌اند که مقدار ۳/۶۵ درصد را در pH= ۴/۵ (pH ایزوالکتریک) به دست آوردند که داده های این تحقیق نیز با نتایج Jiamyanguen و همکاران (۲۰۰۵) تطابق دارد. بدیهی است که با افزایش بازده استخراج میزان پروتئین موجود در کنسانتره کاهش می‌یابد.

- **بازده استخراج پروتئین**

بازده استخراج پروتئین برای کنسانتره پروتئینی نمونه ندا و طارم به ترتیب ۱۴/۴۹ و ۱۳/۸۱ درصد به دست آمد (جدول ۲). Gupta و همکاران (۲۰۰۸) میزان این ویژگی را ۴۸/۱۰-۲۱/۱۷ درصد گزارش و بیان کردند که با افزایش دمای استخراج میزان بازده استخراج پروتئینی که شاخصی از بازیابی پروتئین از نمونه است افزایش می‌یابد. داده‌های حاصل از این تحقیق در مقایسه با نتایج Gupta و همکاران (۲۰۰۸) کمتر بود. بدیهی است که با افزایش میزان پروتئین موجود در کنسانتره مقدار گرم کنسانتره خشک شده حاصل از فرآیند کاهش می‌یابد که در پی آن کاهش در مقدار بازده استخراج پروتئین را به دنبال خواهد داشت. کاملا آشکار است که ارتباط مستقیمی بین بازده استخراج و بازده استخراج پروتئین وجود دارد.

- **شاخص جذب آب و شاخص حلالیت در آب**

مقادیر شاخص جذب آب و شاخص حلالیت در آب برای کنسانتره های پروتئینی سبوس برنج در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- میزان شاخص جذب و حلالیت در آب سبوس برنج (گرم بر گرم)

سبوس برنج	اندیس جذب آب	اندیس حلالیت آب
ندا	۷/۵۸ ±۰/۰۳^{a}	۲۲/۴۳ ±۰/۰۶^{b}
طارم	۷/۶۳ ±۰/۰۴^{a}	۲۴/۲۱ ±۰/۱۰^{a}

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نیستند ($p\geq$۰/۰۵).

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود اندیس جذب آب این دو نمونه بسیار به هم نزدیک بوده و تفاوت

jftn.srbiau.ac.ir

معنی‌داری با هم ندارند. ظرفیت جذب آب به عنوان توانایی نگهداری آب بر خلاف جاذبه تعریف می‌شود و شامل واکنش با آب از طریق مویینگی و به دام انداختن فیزیکی است. اندیس جذب آب به خاصیت آب گریزی، pH، دما، قدرت یونی، غلظت پروتئین‌ها، نوع و تعداد اسیدهای آمینه بستگی دارد (Moure *et al*., 2006). اندیس جذب آب به ترکیب شیمیایی و تغییر بار پروتئین‌ها در دمای بالا نیز وابسته است. البته در دمای بالاتر به دلیل آزادی بیشتر پروتئین‌ها جذب آب بالاتر است (Szcpaza *et al*., 2006). طبق یافته‌های lazou & Krokida (۲۰۱۰) این ویژگی می تواند به نسبت ترکیبات آب به آب گریز و محتوای پروتئین مرتبط باشد. lazou & Krokida (۲۰۱۰) میزان این ویژگی را بر روی پروتئین لوپین ۱۲– ۸ گرم بر گرم گزارش کرده‌اند. اندیس حلالیت در آب که به حضور مولکول های محلول در آب مرتبط است از مقدار ۲۲/۴۳ (گرم بر گرم) تا ۲۴/۲۱ (گرم بر گرم) تغییر کرد که اختلاف معنی داری در بین این دو نمونه مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). سزاپا و همکاران (۲۰۰۶) مقادیر شاخص حلالیت در آب را برای پروتئین‌های لوبیای لوپین تحت تیمارهای مختلف ۱۸/۹–۱۰/۲ گرم بر گرم گزارش کرده‌اند. Szarenka (۱۹۹۸) ارتباطی بین میزان اندیس حلالیت آب و اولیگوساکاریدها به دست آوردند بدین صورت که مقدار اولیگوساکارید بیشتر در نمونه، اندیس حلالیت آب بیشتر را به دنبال دارد. lazou & Krokida (۲۰۱۰) میزان شاخص حلالیت در آب را به نسبت ترکیبات آبدوست به آب گریز و محتوای رطوبت نمونه نسبت دادند.

- دانسیته توده‌ای

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌کنید، دانسیته توده‌ای کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج بین ۰/۲۳۵ تا ۰/۲۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر بود و اختلاف معنی‌داری بین این دو نمونه دیده نشد.

جدول ٤- دانسیته توده‌ای کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

نمونه	دانسیته توده ای
ندا	۰/۲۳۵ ±۰/۰۰[a]
طارم	۰/۲۴ ±۰/۰۰[a]

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری نیستند ($p\geq۰/۰۵$).

دانسیته توده‌ای این کنسانتره‌ها در مقایسه با داده‌های حاصل از تحقیق انجام شده توسط Chandi & Sogi (۲۰۰۷) بر روی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج (۰/۱۲ تا ۰/۲۱ گرم بر سانتی متر مکعب) بیشتر (حدود ۱۱/۵ – ۲/۵ گرم بر سانتی متر مکعب) بود. Gupta و همکاران (۲۰۰۸) دانسیته‌توده‌ای کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج استخراج شده در دماهای مختلف را در محدوده ۰/۰۷ تا ۰/۲۵ گرم بر سانتی متر مکعب به دست آوردند. دانسیته توده‌ای یک فاکتور مهم در بسته‌بندی فرآورده‌های غذایی است و بر رفتار یک جزء در فرآورده‌های پودری دلالت می‌کند. دانسیته توده‌ای بستگی به دانسیته، شکل هندسی، اندازه، ویژگی‌های سطحی و روش اندازه‌گیری نمونه دارد. دانسیته توده‌ای بیشتر مبین تراکم بالای نمونه‌هاست. دانسیته توده‌ای بالا عاملی نامطلوب جهت استفاده در فرآورده‌های لبنی است در صورتی که این فرآورده‌ها به دانسیته توده‌ای پایین نیاز دارند (Onimawo & Egbekun, 1998).

- شاخص حلالیت نیتروژن

داده‌های حاصل از شاخص حلالیت نیتروژن برای نمونه‌های کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در جدول ۵ مشاهده می‌شود.

جدول ٥- شاخص حلالیت نیتروژن کنسانتره پروتئینی سبوس برنج

نمونه	شاخص حلالیت نیتروژن (٪)
ندا	۴۱/۲۸ ±۱/۴۴ [a]
طارم	۴۳/۵۶ ±۰/۷۵[a]

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری نیستند ($p\geq۰/۰۵$).

مقدار حلالیت نیتروژن از ۴۱/۲۸ تا ۴۳/۵۶ درصد متغیر بود. Chandi & Sogi (۲۰۰۷) شاخص حلالیت نیتروژن را در کنسانتره های پروتئینی سبوس برنج در بازه ۷۳–۴۷ درصد گزارش کرده‌اند در حالی که کنسانتره‌های پروتئینی سویا شاخص حلالیت نیتروژنی از ۵ تا ۷۰ درصد داشت (Victor & Inglett, 1974). Gupta و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیقی مشابه بر روی کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج شاخص حلالیت نیتروژن را در محدوده ۳۰ تا ۶۵ درصد به دست آوردند. داده‌های حاصل از این تحقیق نیز با داده‌های Chandi & Sogi (۲۰۰۷) و Gupta و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. وجود مقادیر

jfn.srbiau.ac.ir

زیاد نیتروژن در برخی از فرآورده‌ها نظیر نوشابه ها عامل نامطلوبی است. حلالیت بیشتر نیتروژن در کنسانتره‌های پروتئینی جهت استفاده در فرآورده‌هایی مانند نوشابه‌ها، چاشنی‌ها، مرباها، معجون‌ها، شیرینی‌ها و ... بسیار حائز اهمیت است (Chandi & Sogi, 2007).

- **ویژگی‌های رنگی**

شاخص‌های رنگی(L* و b* وa* و ΔE) کنستانتره‌های پروتئینی سبوس برنج مورد مطالعه در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ٦- ویژگی‌های رنگی کنسانتره پروتئینی سبوس برنج

نمونه	a*	b*	L*	ΔE
ندا	۷/۲۳ ±۰/۱۶^{a}	۷/۸۵ ±۰/۱۵^{a}	۵۰/۷۳ ±۰/۰۸^{b}	۵۲/۱۱±۰/۱۶^{b}
طارم	۶/۴۳ ±۰/۱۶^{b}	۷/۴۸ ±۰/۱۹^{a}	۵۳/۲۰ ±۰/۳۱^{a}	۵۴/۳۱±۰/۲۴^{a}

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نیستند ($p \geq ۰/۰۵$).

اختلاف قابل ملاحظه‌ای در شاخص‌های رنگی L* و ΔE و a* مشاهده شد که به ترتیب از مقدار ۵۰/۷۳ تا ۵۳/۲۰ و از مقدار ۵۲/۱۱ تا ۵۴/۳۱ و از ۶/۴۳ تا ۷/۲۳ بود. بیشترین مقدار شاخص L* برای نمونه طارم بود که نسبت به نمونه ندا روشن تر بود. کنسانتره‌های پروتئینی استخراج شده سبوس برنج حاصل شده از این تحقیق مقدار مثبت a* را نشان دادند که بیانگر ته رنگ قرمز مختصری در کنسانتره‌هاست. شاخص منفی b* نشان دهنده تمایل به رنگ آبی و شاخص مثبت b* نشان دهنده تمایل به رنگ زرد است که در نمونه‌های کنسانتره به کار رفته در این تحقیق مقدار مثبت b* به دست آمد که این دو نمونه از لحاظ شاخص b* اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اختلاف معنی‌داری نیز در تفاوت کلی رنگها (ΔE) مشاهده شد (جدول ۶). تفاوت در شاخص‌های رنگی نمونه‌ها وابسته به رنگدانه‌های موجود در سبوس بوده که به منشا بیولوژیکی گیاه مرتبط می‌باشد (Kaur & Singh, 2005).

بحث

سبوس برنج در مقایسه با دانه برنج از محتوای روغن بیشتری برخوردار است زیرا پخش اعظم محتوای روغن حین فرآیند آسیاب از برنج جدا می‌شود(Ammisah *et al*., 2003). محتوای فیبر نسبتا کم سبوس برنج استفاده از این ماده را در خوراک دام تسهیل می کند زیرا در ازای تغییر زیاد محتوای پروتئین تغییر چندانی در محتوای فیبر ایجاد نمی‌کند (FAO, 1964). کنسانتره پروتئینی سبوس برنج منبع غنی از ویتامین E، ترکیبات اریزانولی و الکل‌های تری ترپنی است که می‌تواند به عنوان جزئی از داروها، لوازم آرایشی و غذاهای عملگر به کار رود (Paraddo *et al*., 2006).

Chandi & Sogi (۲۰۰۷) میزان پروتئین را در کنسانتره پروتئینی سبوس برنج در بازه ۵۸/۹۲- ۵۲/۴۶ درصد گزارش کرده‌اند. با افزایش بازده استخراج میزان پروتئین موجود در کنسانتره کاهش می‌یابد.

نتایج جدول ۳ نشان داد که شود اندیس جذب آب این دو نمونه بسیار به هم نزدیک بوده و تفاوت معنی داری با هم ندارند و اندیس حلالیت در آب که به حضور مولکول‌های محلول در آب مرتبط است از مقدار ۲۲/۴۳ (گرم بر گرم) تا ۲۴/۲۱ (گرم بر گرم) تغییر کرد که اختلاف معنی داری در بین این دو نمونه مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

Chandi & Sogi (۲۰۰۷)شاخص حلالیت نیتروژن را در کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج در بازه ۷۳-۴۷ درصد گزارش کرده‌اند که از داده‌های حاصل از این تحقیق بیشتر بود.

اختلاف قابل ملاحظه ای در شاخص‌های رنگی L* و ΔE و a* مشاهده شد که تفاوت در شاخص‌های رنگی نمونه‌ها می‌تواند وابسته به رنگدانه‌های موجود در سبوس بوده که به منشا بیولوژیکی گیاه مرتبط است (Kaur & Singh., 2005).

نتیجه‌گیری

نمونه‌های سبوس مورد مطالعه از نظر برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اختلاف معنی‌داری ($p <۰/۰۵$) با یکدیگر داشتند. تفاوت در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج می‌تواند مربوط به نسبت گروه های آب دوست و آب گریز، تفاوت در مقادیر سایر ترکیبات موجود در سبوس برنج و منشا بیولوژیکی آنها باشد. اختلاف معنی داری در شاخص‌های رنگی L* و ΔE و a* مشاهده شد. کنسانتره‌های پروتئینی سبوس برنج شاخص جذب و حلالیت آب بالایی داشتند. اطلاع از این ویژگی‌ها جهت توسعه و کاربرد هر چه بیشتر سبوس برنج

jftn.srbiau.ac.ir

در فرآورده‌های غذایی بسیار مهم است. نتایج این تحقیق نشان داد که کنسانتره پروتئینی سبوس برنج می‌تواند ترکیب غذایی مناسبی برای مصرف انسان باشد و همچنین پتانسیل بالقوه مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون‌های غذایی جدید دارد.

منابع

تجددی طلب، ک.، شاهدی، م.، شکرانی، ر. و دخانی، ش. (۱۳۸۰). اثر فرآیند حرارتی و مدت نگهداری بر خواص کیفی روغن سبوس برنج. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پنجم، شماره چهارم، صفحات ۱۸۶-۱۷۵.

طلاقت، م ر. و اوجی، ج. (۱۳۸۲). تولید ماده ضد کف از پوسته و سبوس برنج ایرانی. نشریه دانشکده فنی، جلد ۳۷، شماره ۴، صفحات ۳۷۲-۳۶۷.

طلاقت، م ر. و اوجی، ج. (۱۳۸۱). استخراج روغن خوراکی از پوسته و سبوس برنج ایرانی. نشریه دانشکده فنی، جلد ۳۶، شماره ۴، صفحات۵۵۴-۵۴۹.

AACC. (2001). The definition of dietary fiber. Cereal Food World, 46, 112-126.

Amiasah, J. G. N., Ellis, W. O., Oduro, I. & Manful, J. T. (2003). Nutrient composition of bran from new rice varieties under study in Ghana. *Food control, 14, 21-24.*

Bhattacharya, K. R. (1988). Rice Bran: Regional Extension Service Centre (Rice Milling) Scientific Series No. 7. CFTRI, Mysore 570013.

Chandi, G. K. & Sogi, D. S. (2007). Functional properties of rice bran protein concentrates. *Journal of Food Engineering*, 79, 592-597.

FAO (1964). Rice bran: Utilization and trade. FAO monthly Bull. Agric. Econ. Stat. 13, 9–14.

Gupta, S., Chandi, G. K. & Sogi, D. S. (2008). Effect of extraction temperature on functional properties of rice bran protein concentrates. International Journal of Food Engineering, 66: 103-116.

Hangmoungjai, P., Pyle. D. L. & Nirinjan, K. (2001). Enzymatic process for extracting oil and protein from rice bran. Journal *of the American Oil Chemist Society*, 78, 817-821.

Helm, R. M. & Burks, A. W. (1996). Hypoallergenicity of rice protein. Cereal Foods World 41, 839-842.

Jiamyangyuen, S., Srijesdaruk, V. & Harper, W. J. (2005). Extraction of rice bran protein concentrate and its application in bread. *Journal of Science and. Technology*, 27, 55–64.

Juliano, B. O. (1985). Rice bran, pp. *Phytochemistry*, 2; 647-687.

Juliano, B. O. (1994). Rice: Chemistry and technology. St. Paul, Minn.: American Association of Cereal Chemists.

Kahlon, T. S., Saunders, R. M., Chow, F. I. & Betschart, A. A. (1990). Influence of rice bran, oat bran and wheat bran on cholesterol and triglycerides in hamsters. *Cereal Chemistry*, 67, 439-443.

Kaur, M. & Singh, N. (2005). Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum L.*) cultivars. *Food Chemistry*, 91, 403-411.

Kawamura, Y. & Muramoto, M. (1993). Antitumorigenic and immunoactiveprotein and peptide factors in food stuff. 2. Antitumorigenic factors in rice bran. In Gupta, S., Chandi, G. K., Sogi, D. S. (2008). Effect of extraction temperature on functional properties of rice bran protein concentrates. International Journal of Food Engineering, 66: 103-116.

Lazou, A. & Krokida, M. (2010). Functional properties of corn and corn–lentil extrudates. *Food Research International*, 43: 616-609.

Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. C. & Randal, R. J. (1951). Protein analysis with folin–phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265–275.

Onimawo, I. A. & Egbekun, N. M. (1998). Comprehensive food science and nutrition. Benin City: Ambik Press. Revised Ed.

Paraddo, J., Miramontes, E., Jover, M., Gutierrez, J. F., Teran, L. C. D. & Bautista, J. (2006). Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. *Food Chemistry*. 98, 742 -748.

Prakash, J. & Ramanatham, G. (1994). Effect of stabilization of rice bran on nutritional quality of protein concentrates. *International Journal of Food Science and Nutrition,* 46, 177-184.

Smith, G. C., Juhn, H., Carpenter, K. F., Mattil, K. F. & Cater, C. M. (1973). Efficacy of protein additives as emulsion stabilizers in frankfurters. Journal of Food Science, 38, 849–855.

Victor, Y. & Inglett, G. E. (1974). Denaturation of plant proteins related to functionality and food applications. A Review: *Journal of Food Science*. 39; 218- 225.

ifrc.srbiau.ac.ir