

بررسی ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکوشیمیایی سبوس برنج ایرانی

علی اکبر کشاورز هدایتی¹، مهران اعلمی²، علی معتمدزادگان³، یحیی مقصودلو⁴، محمد قربانی⁵، امیر دارائی گرمه خانی^{6*}

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی، گرگان، ایران

² استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی، گرگان، ایران

³ دانشیار دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، گروه علوم و صنایع غذایی، ساری، ایران

⁴ دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم و صنایع غذایی، گرگان، ایران

⁶ مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، گروه علوم و صنایع غذایی، آزادشهر، ایران

تاریخ دریافت: 90/5/9 تاریخ پذیرش: 90/11/20

چکیده

در این تحقیق، نمونه‌های سبوس حاصل از 4 رقم برنج (ندا، طارم، فجر و شیروودی) از نظر ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل، کم‌ترین مقدار رطوبت، چربی و خاکستر مربوط به نمونه‌ی فجر و کم‌ترین مقدار پروتئین متعلق به نمونه‌ی ندا بود. بیش‌ترین مقدار رطوبت و پروتئین به ترتیب در نمونه‌های طارم و شیروودی و بیش‌ترین مقدار چربی و خاکستر در نمونه‌ی ندا مشاهده شد در حالی که بیش‌ترین مقدار کربوهیدرات و فیبر مربوط به نمونه‌ی فجر بود و کم‌ترین مقادیر کربوهیدرات و فیبر در نمونه‌های طارم و شیروودی مشاهده شد ($p < 0/05$). دانسیته‌ی توده‌ای نمونه‌های سبوس از 0/42 گرم بر میلی‌لیتر برای نمونه‌ی ندا تا 0/48 گرم بر میلی‌لیتر متغیر بود که به لحاظ آماری معنی‌دار بود ($p < 0/05$). نمونه‌ی فجر، بیش‌ترین اندیس جذب آب را با مقدار 3/70 (گرم بر گرم) و نمونه‌ی شیروودی، کم‌ترین میزان جذب آب را با مقدار 3/48 (گرم بر گرم) نشان داد. نمونه‌ی ندا اختلاف معنی‌داری با سایر نمونه‌ها در اندیس حلالیت آب داشت. اندیس‌های رنگی L^* و ΔE در نمونه‌های سبوس برنج، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($p < 0/05$). نتایج این تحقیق، نشان داد که سبوس برنج پتانسیل مناسبی برای استفاده در فرآورده‌های غذایی دارد.

واژه‌های کلیدی: سبوس برنج، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، دانسیته‌ی توده‌ای، اندیس جذب آب، اندیس حلالیت آب.

1- مقدمه

اساس، شناخت ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای سبوس برنج تولیدی در کشور، ضروری است. حال این آزمایش‌ها در تکمیل بررسی ویژگی‌های عملکردی و با هدف بررسی ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سبوس حاصل از 4 رقم برنج ایرانی، انجام شد.

2- مواد و روش‌ها

1-2- نمونه‌ها

در این تحقیق، 4 نمونه سبوس روغن‌گیری نشده حاصل از ارقام برنج ایرانی شامل نمونه‌های فجر، شیرودی، ندا و طارم‌هاشمی از یکی از کارخانه‌های شالیکوبی شهرستان بابل تهیه و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت و هوا بسته‌بندی و تا انجام آزمایش‌ها در یک فریزر با دمای 10- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد.

2-2- آماده‌سازی نمونه

به منظور آماده‌سازی نمونه از روش تراکولکایت و همکاران (19) با اندکی تغییرات استفاده شد. جداسازی پوسته، سبوس برنج روغن‌گیری نشده از الک مش 80 عبور داده شد و سپس با استفاده از حلال n-هگزان [دو مرتبه هر بار به مدت 45 دقیقه و نسبت سبوس به حلال 1 به 3 (وزنی - حجمی)] روغن‌گیری شد. سبوس برنج روغن‌گیری شده حاصل به مدت 24 ساعت در زیر هود قرار داده شد تا حلال باقی مانده در نمونه جدا شود و در نهایت جهت خشک شدن به مدت 24 ساعت در آون با دمای 50 درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شد.

2-3- تعیین ترکیب شیمیایی

میزان رطوبت، فیبر، پروتئین ($N \times 5/95$)، چربی و خاکستر بر اساس روش استاندارد AOAC (3) تعیین شد. مقدار کربوهیدرات نیز از حاصل تفاوت مقادیر سایر ترکیبات از 100 محاسبه شد.

2-4- مواد معدنی و انرژی

جهت به دست آوردن میزان مواد معدنی، خاکستر به دست آمده از آزمون تعیین خاکستر را با استفاده از 20 میلی لیتر اسید کلریدریک یک نرمال به درون ظرفی انتقال داده و سپس در یک

غلالت بیش از نیمی از پروتئین مورد نیاز مردم جهان را تامین می‌کنند. برنج، گیاهی با ترکیبات غذایی مختلف مانند کربوهیدرات، چربی، پروتئین، فیبر، خاکستر و مواد معدنی است که نقش قابل توجهی در رفع نیاز بدن انسان به مواد مغذی دارند. بین واریته‌های گوناگون این گیاه، تفاوت زیادی در ترکیبات غذایی آن مثل پروتئین، فیبر و خاکستر وجود دارد (1). سبوس برنج، محصول جانبی حاصل از آسیاب برنج و ماده‌ای پودری و نرم است که از چندین جز شامل پوشش دانه، لایه‌ی آلورون، قسمتی از لایه‌ی زیرین آلورون تشکیل شده است (9). سبوس برنج 3 تا 8 درصد از دانه‌ی برنج را تشکیل می‌دهد و حدود 12-15 درصد پروتئین دارد (6). علاوه بر این، سبوس برنج به عنوان منبع مهم فیبر رژیمی مورد توجه قرار گرفته است (4). همچنین دارای ترکیبات گیاهی بسیاری است که اثرات مفیدی بر روی سلامتی انسان دارند، مانند توکوفرول¹، توکوتری‌انول² و گاما‌اریزانول³ (7). سبوس برنج نیز علاوه بر دارا بودن پروتئین و فیبر، مقادیر قابل توجهی کلسیم، پتاسیم و فسفر دارد (1). سبوس برنج، شامل حداقل 78 درصد تیامین، 47 درصد ریبوفلاوین و 67 درصد نیاسین برنج است. همچنین غنی از سایر ویتامین‌های گروه B و منبع مناسبی از مواد معدنی مثل کلسیم، منیزیم، روی، فسفر و منگنز است. علاوه بر آن، شامل حدود 60 درصد از آهن برنج می‌باشد (7).

ماهیت و ترکیب شیمیایی سبوس برنج به نوع سیستم آسیاب، درجه‌ی آسیاب کردن، اختلاط با پوسته و ... بستگی دارد (1). ترکیب شیمیایی و کیفیت غذایی دانه‌ی برنج به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تاثیر فاکتورهای ژنتیکی، اثرات محیطی، نوع کود، درجه‌ی آسیاب و شرایط انبارداری قرار می‌گیرد (10). در نتیجه، انتظار می‌رود که سبوس برنج‌های مختلف از نظر ترکیب تغذیه‌ای و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی با یکدیگر متفاوت باشند. در ایران، مطالعه‌ی چندانی روی سبوس برنج انجام نشده و عمدتاً سبوس در کارخانجات آسیاب برنج یا دور ریخته می‌شوند و یا به مقدار کمی به عنوان خوراک حیوانات استفاده می‌شود. بر این

- 1-Tocopherol
- 2- Tocotrienols
- 3- Gamma-oryzanol

صورت یکنواخت قرار گیرند. سپس به قدری نمونه به درون استوانه ریخته تا به خط ده میلی لیتری برسد. در انتها دانسیته ی توده ای (g/ml) از رابطه ی زیر، محاسبه شد:

$$(1) \quad 100 \times \text{حجم نمونه (ml)} / \text{وزن نمونه (g)} = \text{دانسیته ی توده}$$

ای

2-5-3 اندیس جذب آب^۱ و اندیس حلالیت آب^۲

اندیس جذب آب و اندیس حلالیت آب سبوس برنج الک شده با استفاده از روش اندرسون و همکاران (2) با اندکی تغییرات تعیین شد. 2/5 گرم نمونه در 30 میلی لیتر آب مقطر با استفاده از یک میله ی شیشه ای هم زده و در دمای 90 درجه ی سانتی گراد برای مدت 15 دقیقه در یک حمام آب حرارت داده شد. سپس، خمیر حرارت دیده شده تا دمای اتاق سرد و به یک لوله سانتیفریژ از قبل توزین شده انتقال داده شد و به مدت 10 دقیقه سانتیفریژ (سنسور یون ۳ مدل کا 2042) گردید (3000×g). در ادامه، سوپرناتانت برای اندازه گیری مواد جامد محلول در آن در ظروفی از قبل توزین شده ریخته شد و در آون (ممرت 800، ساخت کشور آلمان) 110 درجه ی سانتی گراد به مدت یک شب قرار گرفت. لوله ها نیز توزین شد. در انتها اندیس جذب آب (g/g)(%) و اندیس حلالیت آب (g/g)(%) از روابط 2و3، محاسبه شدند:

$$(2) \quad 100 \times \text{مقدار گرم نمونه ی اولیه} / \text{مقدار گرم آب جذب}$$

شده

$$(3) \quad 100 \times \text{گرم نمونه ی اولیه} / \text{گرم ماده جامد محلول در}$$

سوپرناتانت

2-5-4 اندیس حلالیت نیتروژن^۳ (NSI)

اندیس حلالیت نیتروژن بر اساس مخلوط کردن یک گرم نمونه با 20 میلی لیتر آب مقطر و رساندن pH سوسپانسیون به 7 با استفاده از اسید کلریدریک یا هیدروکسید سدیم یک نرمال تعیین شد. سپس، سوسپانسیون برای مدت یک ساعت در دمای اتاق هم زده و به مدت 20 دقیقه در 5000 rpm سانتیفریژ شد. سوپرناتانت حاصل جداسازی و مواد معلق آن، صاف شد. در انتها سوپرناتانت

حمام آب جوش (ممرت ساخت کشور آلمان) قرار داده و برای مدت 30 دقیقه هضم شد. سپس، سوسپانسیون حاصل با استفاده از کاغذ صافی whatman شماره ی 42 در یک ظرف 100 میلی لیتری صاف شده و با کمک آب مقطر به حجم رسید و محلول نهایی برای تعیین مقادیر کلسیم و پتاسیم به کار رفت. مقادیر پتاسیم، کلسیم بر اساس روش پیرسون (14) با استفاده از یک flame photometer (جن وی پی اف پی 7، ساخت کشور انگلستان) تعیین شد و نتایج آن در هر نمونه به صورت میلی گرم در صد گرم، گزارش شد.

میزان انرژی نمونه ها نیز با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر (پار 1356، ساخت کشور آمریکا) اندازه گیری و بر حسب کیلو کالری بر 100 گرم گزارش شد.

2-5-5 ویژگی های فیزیکوشیمیایی

2-5-1- ویژگی های رنگی

به منظور اندازه گیری ویژگی های رنگی نمونه های سبوس برنج الک شده از دستگاه رنگ سنج (لاویانند سیستم - 500 ساخت کشور انگلستان) استفاده شد. یک ظرف شیشه ای حاوی نمونه در بالای منبع نوری قرار گرفت و با یک پلیت شیشه ای پوشانده و اندیس های L^* و b^* و a^* ثبت شد. اختلاف کلی رنگ ها نیز با استفاده از اندیس ΔE گزارش شد. رنگ سنجی از سه نقطه ی مختلف انجام و میانگین قرائت ها ثبت شد. اندیس L^* بیانگر روشنی نمونه از 0-100 است که عدد صفر، بیانگر سیاهی مطلق و عدد 100، نشان دهنده ی سفیدی مطلق است. اندیس a^* بیانگر گرایش به رنگ سبز و قرمز است به طوری که اندیس a^* + گرایش به قرمزی و a^* - گرایش به سبزی نمونه ها می باشد. اندیس b^* نیز بیانگر گرایش به رنگ آبی و زرد است به طوری که اندیس b^* + بیانگر گرایش به زردی و b^* - بیانگر گرایش به آبی در نمونه هاست.

2-5-2- دانسیته ی توده ای

برای تعیین میزان دانسیته ی توده ای از روش کائور و سینگ (13) استفاده شد. نمونه ی الک شده ی سبوس برنج را به آرامی درون یک استوانه ی مدرج ده میلی لیتری از قبل توزین شده ریخته و انتهای استوانه ی مدرج را چندین بار به آرامی بر روی میز کار زده تا فضای خالی بین نمونه ها از بین رفته و نمونه ها در درون استوانه به

1 - Water absorption index

2 - Water solubility index

3 - Nitrogen solubility index

همچنین سبوس برنج می‌تواند به عنوان یک ترکیب مناسب برای فرمولاسیون غذای کودک به کار رود به طوری که افزودن متناوب آن به غذای کودک می‌تواند باعث کاهش ترکیبات آلرژن در غذای کودکان شود (6). سبوس برنج می‌تواند به عنوان یک غذا دارو در جلوگیری از بروز بیماری‌های قلبی، کبدی و سنگ کلیه، دخیل باشد (9). همچنین منبع غنی از ویتامین E، ترکیبات اریزانولی¹ و الکل‌های تری ترپنی² است که می‌تواند به عنوان جزئی از داروها، لوازم آرایشی و غذاهای عملگر به کار رود (17 و 20).

3-2- مواد معدنی و انرژی

میزان انرژی و مقدار کلسیم و پتاسیم نمونه‌های سبوس مورد مطالعه در جدول 2 آورده شده است.

شفاف آن برای تخمین نیتروژن محلول در روش کلدال (بهر ساخت کشور آلمان) به کار رفت و برحسب درصدی از نیتروژن کل بیان شد.

2- تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه براساس طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS (2001) در سطح اطمینان 95 درصد انجام شد. برای مقایسه‌ی میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ی ای دانکن استفاده شد. کلیه‌ی تیمارها و آزمایش‌ها در چهار تکرار صورت گرفت.

3- نتایج و بحث

3-1- ترکیب شیمیایی نمونه‌های سبوس برنج

ترکیب شیمیایی 4 نمونه سبوس برنج مورد استفاده در این تحقیق در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- ترکیب شیمیایی نمونه‌های سبوس برنج مورد مطالعه (بر حسب وزن تر)

نمونه	درصد رطوبت	درصد پروتئین	درصد چربی	درصد خاکستر	درصد فیبر خام	درصد کربوهیدرات
ندا	9/67±0/47 ^b	17/33±0/05 ^d	53±0/14 ^a	81±0/10 ^a	8/13 ±0/ c	37/53 ± 0/40 ^c
طارم	03±0/12 ^a	18/02±0/04 ^c	15±0/03 ^b	44±0/11 ^a	8/8 ±0/2 ^b	34/71 ±0/46 ^d
شیرودی	8/64±0/11 ^c	20/46±0/72 ^a	±0/05 ^c	10/45±0/2 ^b	7/43 ± 0/23 ^d	39/94 ± 0/3 ^b

آمیسه و همکاران (1) میزان انرژی موجود در سبوس برنج را در حدود 1024 تا 1590 کیلوژول بر صد گرم گزارش کردند که میزان انرژی موجود در نمونه‌های به کار در این تحقیق در مقایسه با اعداد فوق‌الذکر تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارند. دلیل اصلی این تفاوت می‌تواند به نقص در سیستم آسیاب شالیکوبی‌های کشور و اختلاط نشاسته‌ی حاصل از برنج با سبوس مرتبط باشد.

ترکیبات تغذیه‌ای برنج به واریته، طبیعت خاک، شرایط محیطی و کود به کار رفته وابسته است (11). بنابراین، این فاکتورها می‌توانند روی کیفیت سبوس برنج، تاثیرگذار باشند.

همان‌طور که از جدول 1 مشاهده می‌شود کم‌ترین مقدار رطوبت، چربی و خاکستر مربوط به سبوس برنج نمونه‌ی فجر و کم‌ترین مقدار پروتئین، متعلق به نمونه‌ی ندا بود. بیش‌ترین مقدار رطوبت و پروتئین به ترتیب در نمونه‌های طارم و شیرودی و بیش‌ترین مقدار چربی و خاکستر در نمونه‌ی ندا مشاهده شد در حالی که بیش‌ترین مقدار کربوهیدرات و فیبر مربوط به نمونه‌ی فجر می‌باشد. نمونه‌های سبوس مورد مطالعه به لحاظ مقدار رطوبت، پروتئین و چربی، فیبر و کربوهیدرات اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($p < 0/05$). باتاچاریا (5) مقدار چربی سبوس برنج را 23/13-، فیبر را 6/14-، پروتئین را 17/14- و خاکستر را در محدوده‌ی 11/55-6/68٪ گزارش نمود. آمیسه و همکاران (1) نیز مقدار کربوهیدرات سبوس برنج را حدود 46/34 - 26/41٪ گزارش کردند.

فاکتورهای محیطی که میزان خاکستر را در سبوس برنج افزایش می دهند عبارتند از: نوع خاک، دمای رشد و دوره ی رشد (18). نمونه های سبوس برنج به کار رفته در این تحقیق، مقدار مثبت a^* را نشان دادند که بیانگر ته رنگ قرمز مختصری در سبوس برنج است که دو نمونه ی ندا و شیروودی با دو نمونه ی طارم و فجر، اختلاف معنی داری داشتند. اندیس منفی b^* نشان دهنده ی آبی و

جدول 2- میزان انرژی و مواد معدنی نمونه های سبوس برنج

سبوس برنج	پتاسیم (mg /100 g)	کلسیم (mg /100 g)	انرژی (kj / 100 g)
ندا	59/46 ±0/38 ^c	5/42 ±0/10 ^b	1978/05 ±0/ 01 ^a
طارم	71/50±0/26 ^a	8/08±0/23 ^a	1929/61 ±0/23 ^d
شیروودی	65/57 ±0/33 ^b	7/54 ±0/35 ^a	1962/63 ±0/02 ^c
فجر	64/81 ±0/22 ^{bc}	8/26 ±0/26 ^a	1962/62 ±0/02 ^c

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد نیستند ($p \geq 0/05$).

جدول 3- ویژگی های رنگی نمونه های سبوس برنج

نمونه	a^*	b^*	L^*	ΔE
ندا	5/10 ±0/13 ^a	6/70 ±0/13 ^a	73/43±0/00 ^c	74/00 ±0/00 ^d
طارم	4/30 ±0/23 ^b	6/76 ±0/38 ^a	75/30 ±0/26 ^b	74/83 ±0/06 ^c
شیروودی	5/10±0/35 ^a	6/70 ±0/36 ^a	74/23 ±0/ 00 ^c	75/80 ±0/00 ^b
فجر	4/30±0/26 ^b	5/90±0/08 ^b	78/13 ±0/26 ^d	78/53 ±0/00 ^a

در هر ستون اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد نیستند ($p \geq 0/05$).

اندیس مثبت b^* نشان دهنده ی زرد است که در نمونه های سبوس برنج به کار رفته تمامی این نمونه ها مقدار مثبت b^* را نشان دادند که نمونه ی طارم با سایر نمونه ها از لحاظ اندیس b^* اختلاف معنی داری داشت. تفاوت در اندیس های رنگی نمونه ها وابسته به رنگدانه های موجود در سبوس است که به منشا بیولوژیکی گیاه مرتبط می باشد (13).

3-4- دانسیته ی توده ای

میزان دانسیته ی توده ای نمونه های سبوس برنج در جدول 4 ارائه شده است.

همان طور که از جدول مشاهده می شود مقدار دانسیته ی توده ای برای نمونه ها از 0/42 برای نمونه ی ندا تا 0/48 برای نمونه ی طارم، متغیر است. اختلاف معنی داری هم بین نمونه ی شیروودی و ندا مشاهده نمی شود ($p < 0/05$). دانسیته ی توده ای بیش تر مبین تراکم بالای نمونه هاست. دانسیته ی توده ای یک فاکتور مهم در بسته بندی فرآورده های غذایی است و بر رفتار یک جزء در

مطالعات، نشان می دهند که سهم قابل ملاحظه ای از خاکستر سبوس برنج را فسفر، پتاسیم، منیزیم و سیلیسیوم تشکیل می دهد (12). میزان مواد معدنی این مطالعه تقریباً بالا بود که با نتایج حاصل از تحقیق آمیسا و همکاران (1) کاملاً مطابقت دارد. میزان پتاسیم در مقایسه با کلسیم بیش تر بود. نمونه ی ندا کم ترین مقدار پتاسیم و نمونه ی طارم بیش ترین مقدار پتاسیم را داشت. کم ترین مقدار کلسیم در نمونه ی ندا با مقدار 5/42 (میلی گرم در صد گرم) و بیش ترین مقدار در نمونه ی فجر با مقدار 8/26 (میلی گرم در صد گرم) مشاهده شد.

3-3- ویژگی های رنگی سبوس برنج

اندیس های رنگی (L^* و b^* و a^* و ΔE) سبوس برنج های مورد مطالعه در جدول 3 نشان داده شده است.

اختلاف قابل ملاحظه ای در اندیس های رنگی L^* و ΔE مشاهده شد که به ترتیب از مقدار 73/43 تا 78/13 و از مقدار 74/00 تا 78/53 بود. بیش ترین مقدار اندیس L^* برای نمونه ی فجر بود که روشن ترین نمونه نسبت به سایر نمونه هاست. تمامی

فرآورده‌های پودری دلالت می‌کند که بسته به ریزی ذرات متغیر است (16). آمینه، ارتباط بستگی دارد (15). اندیس جذب آب بالا برای حفظ تازگی و احساس چشایی مطلوب در فرآورده‌های نانوائی لازم است و اندیس جذب آب بالا به حفظ رطوبت در فرآورده‌های نانوائی کمک می‌کند (6).

جدول 4- دانسیته‌ی توده‌ی نمونه‌های سبوس برنج (گرم بر میلی لیتر)				
سبوس برنج	شیرودی	طارم	ندا	فجر
دانسیته‌ی توده‌ی	0/43±00/0 ^c	0/48±0/00 ^a	0/42±0/00 ^c	0/47±0/00 ^b
در هر ستون، اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد نیستند ($p \geq 0/05$).				
جدول 5- اندیس حلالیت نیتروژن نمونه‌های سبوس برنج (%)				
سبوس برنج	ندا	طارم	شیرودی	فجر
اندیس حلالیت نیتروژن	28/66 ± 0/21 ^{ab}	30/66 ± 0/13 ^a	24/33 ± 0/02 ^b	25/33 ± 0/12 ^b
در هر ستون، اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد نیستند ($p \geq 0/05$).				

3-5- اندیس جذب آب و اندیس حلالیت آب

مقادیر اندیس جذب آب و اندیس حلالیت آب برای نمونه‌های سبوس برنج مورد مطالعه در جدول 6 ارائه شده است. اندیس حلالیت آب که به حضور مولکول‌های محلول در آب مرتبط است از مقدار 15/43 (گرم بر گرم) برای نمونه ندا تا 17/21 (گرم بر گرم) برای نمونه طارم تغییر می‌کند که تنها نمونه‌ی ندا اختلاف معنی‌داری را با سایر نمونه‌ها داشت ($p < 0/05$).

جدول 6- میزان اندیس جذب و حلالیت آب سبوس برنج (گرم بر گرم)

سبوس برنج	اندیس جذب آب	اندیس حلالیت آب
ندا	3/58 ± 0/03 ^{bc}	15/43 ± 0/01 ^b
طارم	3/59 ± 0/04 ^b	17/21 ± 0/01 ^a
شیرودی	3/48 ± 0/00 ^c	16/96 ± 0/00 ^a
فجر	3/70 ± 0/05 ^a	16/73 ± 0/00 ^a
در هر ستون، اعداد با حروف یکسان دارای تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد نیستند ($p \geq 0/05$).		

3-6- اندیس حلالیت نیتروژن

مقدار حلالیت نیتروژن از اندیس حلالیت نیتروژن برای نمونه‌های سبوس برنج در جدول 5 مشاهده می‌شود. مقدار حلالیت نیتروژن از 24/33٪ تا 30/66٪ متغیر است که بیش‌ترین مقدار در نمونه‌ی طارم و کم‌ترین مقدار در نمونه‌ی شیرودی مشاهده شد. حلالیت بیش‌تر نیتروژن در کنستانت‌های پروتئینی جهت استفاده در فرآورده‌هایی مانند نوشابه‌ها، چاشنی‌ها، مرباها، معجون‌ها، شیرینی‌ها و ... بسیار حیاتی است (6).

کم‌ترین مقدار اندیس جذب آب با مقدار 3/47 (گرم بر گرم) برای نمونه‌ی شیرودی و بیش‌ترین مقدار در نمونه‌ی فجر با مقدار 3/70 (گرم بر گرم) مشاهده شد که تنها نمونه‌ی فجر اختلاف معنی داری با سایر نمونه‌ها داشت. ظرفیت جذب آب به توانایی نگه‌داری آب بر خلاف جاذبه ارتباط دارد و شامل پیوند با آب، هیدرودینامیک آب، قدرت موینگی آب و به دام انداختن فیزیکی آب است. اندیس جذب آب به خاصیت آب‌گریزی، pH، دما، قدرت یونی، غلظت پروتئین‌ها، نوع و تعداد اسیدهای

4- نتیجه‌گیری

نمونه‌های سبوس مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ترکیب شیمیایی اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) با یکدیگر داشتند. تفاوت در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی می‌تواند مربوط به نسبت پروتئین به نشاسته و سایر ترکیبات موجود در سبوس برنج باشد. نمونه‌های سبوس به لحاظ مقدار رطوبت، پروتئین و چربی،

Quality on Rice Bran Phytochemical Concentration. *Cereal Chemistry*, 82, 4-8.

8- Czarencka, M., Czarnecki, Z., Nowak, J., and Roszyk, H. 1998. Effect of lactic fermentation and extrusion of bean and pea seeds on nutritional and functional properties. *Nahrung*, 42(1), 7-11.

9- Hangmoungjai, P., Pyle, D. L. and Nirinjan, K. 2001. Enzymatic Process for Extracting Oil and Protein from Rice Bran. *Journal of the American Oil chemist society*, 78, 817-821.

10- Houston, D. F. and Kohler, G. O. 1970. Nutritional properties of rice. National Academy of Science. USA, Washington, DC, p. 65.

11- Juliano, B. O., Albano, E. L. and Cagampang, G. B. 1964. Variability in protein content, amylase content and alkali digestibility of rice varieties in Asia. *Philippine Agriculturist*, 48, 234-456.

12- Juliano, B. O. and Bechtel, D. B. 1985. The rice grain and its gross composition. *Chemistry and Technology* (pp. 38-39). In Ammisah, J. G. N., Ellis, W. O. Oduro, I., and Manful, J. T. 2003. Nutrient composition of bran from new rice varieties under study in Ghana. *Food Control*, 14, 21-24.

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

14- Kirk, R. S. and Sawyer, R. (Eds.). 1981. Pearson's composition and analysis of foods (eighth Ed.). UK: Churchill Livingstone Ltd.

15- Moure, A. Sineuro, J. Dominguez, H. and Parajo, J. C. 2006. Functionality of oilseed protein products: A review. *Food Research International*, 39, 945-963.

16- Onimawo, I. A. and Egbekun, N. M. 1998. Comprehensive food science and nutrition. Benin City: Ambik Press revised Ed. In Chandhi, G. K. and Sogi, K. D. 2007. Functional properties of rice bran protein concentrates. *Journal of Food Engineering*, 79, 592-597.

17- 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. *Journal of Food Chemistry*, 98, 742-748.

18- Taira, H., Tair, H. and Yamazaki, K. 1977. Effect of soil type and variety on protein, fat and ash content of lowland brown rice. *Nippon Sakumotsu Gakki Kiji*, 46, 157-163. In Ammisah, 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.

19- Theerakulkait, Ch., Chaiseri, S., and Mongkolkanchanasiri S. 2006. Extraction and some

فیبر و کربوهیدرات دارای اختلاف معنی داری با یکدیگر می باشند ($p < 0/05$). میزان پتاسیم نمونه ها در مقایسه با کلسیم بیش تر بود. بیش ترین دانسیته ی توده ای در نمونه ی ندا دیده شد. با اطلاع از این داده می توان تدابیر لازم در طراحی انبارها جهت ذخیره سازی و همیسن طور بسته بندی این ماده را اندیشید. نمونه های مورد استفاده اندیس، جذب و حلالیت آب بالایی داشتند. استفاده از سبوس برنج با داشتن اندیس جذب آب بالا جهت استفاده در فرآورده های غذایی مانند فرآورده های نانوائی که نیازمند به حفظ رطوبت هستند توصیه شده است. اختلاف معنی داری در اندیس های رنگی L^* و ΔE مشاهده شد. نتایج حاصل از این تحقیق، نشان داد که سبوس برنج با داشتن مقدار چربی و پروتئین بالا و میزان مناسب خاکستر، می تواند ترکیب غذایی مناسبی برای مصرف انسان باشد و همچنین پتانسیل بالقوه ی مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون های غذایی جدید دارد.

سپاس گزاری

در انتها، نویسندگان این مقاله بر خود واجب می دانند تا از زحمات پژوهشگده ی برنج، جهت در اختیار گذاشتن امکانات و وسایل لازم برای انجام این تحقیق، سپاس گزاری نمایند.

5- منابع

- 1- Ammisah, J. G. N., Ellis, W. O., Oduro. I. and Manful, J. T. 2003. Nutrient composition of bran from new rice varieties under study in Ghana. *Food Control*, 14, 21-24.
- 2- Anderson, A. K. and Guraya, H. S. 2001. Extractability of protein in physically processed rice bran. *Journal of the American Oil chemist society*, 78(9), 969-972.
- 3- AOAC, 2005. Official methods for analysis (Vol. II, 15th Ed.). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- 4- Azizah, A. H. and Yu. S. L. 2000. Functional Properties of Dietary Fiber Prepared from Defatted Rice Bran. *Food Chemistry*, 68, 15-19.
- 5- Bhattacharya, K. R. 1988. Rice Bran: Regional Extension Service Centre (Rice Milling) Scientific Series No. 7. CFTRI, Mysore 570013.
- 6- Chandhi, G. K. and Sogi, K. D. 2007. Functional properties of rice bran protein concentrates. *Journal of Food Engineering*, 79, 592-597.
- 7- Chen, M. H. and Bergman C. J. 2005. Influence of Kernel Maturity, Milling Degree, and Milling

functional properties of protein extract from rice bran. *Journal of Natural Science*, 40; 209-214.
20-Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Mikasi, M., Toda, T., Tshi, K. 1972. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural Biochemistry*, 36, 719-727.