



## تاثیر تیمارهای مختلف دمایی در فرآیند اکستروژن بر خصوصیات کیفی سبوس دو رقم برنج طارم و خزر

سید مهدی حسینی بحری<sup>۱</sup>، رضا اسماعیل زاده کناری<sup>۲\*</sup>، زینب رفتنی امیری<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۲- استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ های مقاله :</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۸</p>	<p>در این تحقیق اقدام به مطالعه اثرات فرآیند اکستروژن (در دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتی گراد) بر میزان چربی، خاکستر، پروتئین، فیبر و اسید فیتیک در سبوس برنج دو رقم طارم و خزر شد. طبق نتایج به صورت خلاصه می توان گفت، فرآیند اکستروژن به صورت چشمگیری باعث کاهش میزان اسید فیتیک شد و در این رابطه دمای ۱۲۰ درجه کارآمدتر بود بطوریکه باعث کاهش در حدود ۵۳ و ۵۲ درصد بترتیب در ارقام طارم و خزر گردید. میزان پروتئین و خاکستر کل با عملیات اکستروژن تغییر معنی داری نشان نداد، در حالی که شاهد افزایش فیبر خام و درصد چربی در سبوس بودیم. در واقع فرآیند اکستروژن ضمن کاهش میزان ترکیب ضد تغذیه ای اسید فیتیک از طریق کمک به آزاد سازی روغن، راندمان استخراج روغن را نیز بهبود بخشید. علاوه بر اینکه تاثیر چشمگیری بر روی میزان پروتئین سبوس برنج نیز نداشت.</p>
<p>کلمات کلیدی:</p> <p>اکستروژن، تیمار دمایی، سبوس برنج، اسید فیتیک، خصوصیات کیفی.</p>	
<p>DOI: 10.22034/FSCT.19.130.1 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.1.0 * مسئول مکاتبات: Reza_kenari@yahoo.com</p>	

## ۱- مقدمه

سبوس برنج یکی از محصولات جانبی کارخانجات سفید کردن برنج است که به عنوان ضایعات آن به حساب می آید و دارای ترکیبات با ارزشی چون پروتئین، روغن، ویتامین ها و نیترات هاست و می تواند به عنوان یک منبع روغن گیاهی محسوب شود. سبوس برنج حاوی ۱۱-۱۷٪ پروتئین، ۱۳-۱۸٪ چربی، ۱۰٪ فیبر، ۴۵-۶۵٪ کربوهیدرات و منبع سرشاری از ویتامین های ب و توکوفرول و همچنین مواد معدنی مانند فسفر، پتاسیم، آهن، کبالت و روی میباشد [۱].

غنی بودن سبوس برنج از نظر کربوهیدراتها، اسیدهای آمینه آزاد و آنزیم ها باعث بروز مشکلاتی در مدت زمان نگهداری و انبارمانی مفید آن می گردد [۲]. همچنین رطوبت بالای سبوس تولیدی در فرآیند آسیابانی، بالا بودن دما و رطوبت نسبی انبار و بسته بندی نامناسب، شرایط لازم برای فعالیت هر چه بیشتر آنزیم های لیپولیتیک (که طی عملیات تبدیل سبوس آزاد شده اند) را پدید آورده و این امر موجب فساد و تغییرات نامطلوب در روغن حاصله از آن می شوند. افزون بر آن اکسیداسیون هیدرولیتیک، کاهش خاصیت ویتامینی و تولید سموم مختلف بعلت فعالیت شدید آنزیم لیپاز، رشد میکروبی و قارچی در شرایط انبارمانی با رطوبت زیاد، باعث غیر قابل مصرف شدن سبوس برای انسان و خوراک دام و تولید ترکیبات خطرناک در آن می گردد [۳]. همچنین عوامل ضد تغذیه ای موجود در سبوس برنج، ارزش غذایی آن را کاهش می دهند. از این سری عوامل می توان به لیپازها، اسید فیتیک و ممانعت کننده تریپسین اشاره کرد [۴].

در مصارف مختلف سبوس برنج مانند خوراک دام، طیور، خوراک ماهیان و در صنایع غذایی مانند بیسکویت سازی، تولید غذای کودک و روغن کشی باید سبوسی استفاده نمود که آنزیم ها و فاکتورهای ضد تغذیه ای آن به طریق مناسبی غیر فعال شده باشند. در همین زمینه، در حال حاضر، بزرگ ترین مشکل صنعت تولید روغن خوراکی از سبوس برنج، توان انبارمانی کم سبوس تا پیش از فرآیند استحصال روغن می باشد [۳].

فرآوری بهینه سبوس برنج می تواند بعنوان عملیاتی در جهت غیرفعال کردن آنزیم لیپاز، هیدرولیز فیتیک اسید به اینوزیتول و فسفات و دناتوره کردن ممانعت کننده موجود در سبوس با کمترین اثر منفی بر کیفیت پروتئینی و مواد مغذی گردد. بعلاوه

این فرآوری بهینه سبوس برنج همچنین می تواند حشرات، باکتری ها و قارچ ها را نابود کرده که این خود موجب ماندگاری بیشتر سبوس برنج تولیدی شود. چندین روش و سیستم برای پایدارسازی سبوس برنج، بمنظور کاهش فعالیت فاکتورهای ضد تغذیه ای و غیر فعال کردن آنزیم ها وجود دارند. این سیستم ها ممکن است از نظر تاثیر درجه پایدارسازی سبوس (افزایش زمان انبارمانی) و اثر بر ارزش تغذیه ای مواد موثر تشکیل دهنده آن (پروتئین و ویتامین ها) با یکدیگر متفاوت باشند [۵]. پایدارسازی سبوس برنج به سه شکل شیمیایی، حرارتی و ترکیبی انجام می گیرد. از مواد شیمیایی متداول می توان از اسید استیک، سولفید هیدروژن، گاز دی اکسید گوگرد، سولفیت های سدیم و پتاسیم، بی سولفیت ها و متا بی سولفیت ها نام برد [۶]. روش حرارتی خود به دو شکل مختلف پایدارسازی با حرارت غیر مستقیم و پایدارسازی با حرارت مستقیم انجام می گیرد. از روش های پایدارسازی غیر مستقیم می توان به نگهداری در دمای پایین، نگهداری در جو بی اثر، پایدارسازی با مایکروویو و پایدارسازی با تابش رادیو اکتیو و الکتریکی نام برد. از پایدارسازی با حرارت مستقیم نیز می توان به پایدارسازی با حرارت خشک، پایدارسازی با خشک کن های ثابت و بستر فعال، پایدارسازی با اکستروژن، پایدارسازی با حرارت مرطوب و پایدارسازی با پیش جوشاندن اشاره کرد [۷]. در روش ترکیبی نیز می توان به پایدارسازی سبوس برنج با استفاده از مایکروویو و رطوبت و یا پیش جوشاندن سبوس برنج و استفاده از اسید خوراکی دارای خواص آنتی اکسیدانی بالا مثل اسید استیک اشاره کرد [۸].

فرآیند اکستروژن یکی از مناسب ترین روش های پایدارسازی سبوس برنج است [۹، ۱۰] که یک فرآیند گرمایی چند کاربردی است. شرایط دما، فشار و نیروی برشی بالا در طی فرآیند اکستروژن آنزیم هایی نظیر لیپاز و پراکسیداز را در سبوس برنج غیر فعال می کند که در نتیجه باعث پایدارسازی سبوس برنج می شود [۱۰]. تحقیقات نشان داده اند که در مقایسه سبوس برنج فرآیند شده با روش اکستروژن و سبوس برنج فرآیند نشده میزان اسیدهای چرب آزاد در سبوس برنج فرآیند شده کاهش یافته و مدت زمان نگهداری نیز افزایش یافته است. همچنین مواد مغذی و آنتی اکسیدان های طبیعی در سبوس برنج پس از فرآیند

## ۲-۳- فرآیند اکستروژن

جهت اکستروژن نمودن سبوس برنج از دستگاه اکستروژنر تک محفظه ای مدل Andritz Extruder Model EX620, Denmark با مشخصات طول و قطر محفظه ۱۶۰۰ و ۲۱۰ میلیمتر و نسبت طول به قطر ۶۲/۷ و ظرفیت ۱۰۰ کیلوگرم در ساعت استفاده گردید و نمونه های سبوس برنج در دو دمای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد و فشار ۴۰ بار بمدت ۱۰ ثانیه مورد فرآیند حرارتی قرار گرفتند [۱۵].

## ۲-۴- آزمون ها و روش ها

۲-۴-۱- اندازه گیری میزان پروتئین طبق روش استاندارد. (AOAC, 2005)

۲-۴-۲- اندازه گیری میزان چربی طبق روش استاندارد. (AOAC, 2005).

۲-۴-۳- اندازه گیری میزان خاکستر طبق روش استاندارد. (AOAC, 2005).

۲-۴-۴- اندازه گیری میزان فیبر طبق روش استاندارد. (AOAC, 2005).

۲-۴-۵- اندازه گیری میزان اسید فیتیک

میزان اسید فیتیک سبوس برنج با استفاده از روش تیتراسیون مطابق روش گارسیا - استپا و همکاران (۱۹۹۹) تعیین گردید. اساس این روش تیتراسیون کمپلکس آهن سه ظرفیتی است که پس از رسوب اسید فیتیک باقی می ماند [۱۶].

## ۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش برای بررسی تفاوت های آماری بین نمونه ها از طرح آماری کاملاً تصادفی و همچنین بررسی تفاوت معنی دار بین نمونه ها از آزمون ANOVA یکطرفه و مقایسه میانگین ها از تست دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها در جدول شماره ۱ و مقایسه میانگین اثرات ساده دما و رقم بر صفات مورد ارزیابی در جداول شماره ۲ و ۳ آمده است.

اکستروژن به میزان بالایی حفظ شده اند. بطور معمول فرآیند اکستروژن نسبت به سایر روش های پایدارسازی سبوس برنج دارای مزایایی همچون بهره وری بالاتر، زمان فرآیند کوتاه تر، عملیات ساده تر، حفظ بهتر یکنواختی شکل محصول و نهایتاً پایدارسازی بهتر محصول می باشد [۱۱].

همچنین استفاده از حرارت خشک در فرآیند اکستروژن اثرات بهتری در پایدارسازی سبوس برنج داشته است بطوریکه خصوصیات کاربردی سبوس برنج مانند میزان جذب آب، میزان حلالیت در آب، دانسیته و میزان نشاسته با استفاده از فرآیند اکستروژن با حرارت خشک بهبود می یابد [۱۲]. استفاده از فرآیند اکستروژن برای پایدارسازی سبوس برنج همچنین باعث بهبود رنگ و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن شده و میزان اسید فیتیک به مقدار زیادی کاهش یافته و باعث حفظ چربی، ویتامین ها و فولیک اسید می گردد و از سوی دیگر میزان فیبر رژیمی که باعث بهبود عملکرد بالقوه سبوس برنج است، به مقدار زیادی افزایش می یابد [۱۳]. بنابراین با توجه به بهبود خصوصیات تغذیه ای سبوس برنج با به کارگیری فرآیند اکستروژن، کاربرد این روش در محدوده وسیعی از مواد غذایی سودمند و مفید است و در این تحقیق نیز جهت پایدارسازی دو رقم سبوس برنج طارم و خزر از فرآیند اکستروژن استفاده شده و سپس اثر آن بر ترکیبات سبوس برنج از جمله میزان پروتئین، چربی، خاکستر، فیبر و اسید فیتیک مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- نمونه ها

در این تحقیق دو نمونه سبوس روغن گیری نشده حاصل از ارقام برنج ایرانی طارم و خزر پس از ۱۲ ساعت فرآیند آسیابانی از یکی از کارخانه های شالیکوبی شهرستان ساری بمقدار لازم تهیه و در کیسه های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت و هوا بسته بندی شده و تا انجام آزمایش ها در یک فریزر با دمای -۱۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد.

### ۲-۲- آماده سازی نمونه ها

جداسازی سبوس برنج روغن گیری نشده از شلتوک برنج به وسیله الک مش ۸۰ انجام گرفت [۱۴].

**Table 1** Results of variance analysis of data

Qualitative parameters					Degrees of freedom	Sources of change
Amount of fibr	Amount of phytic acid	Amount of ash	Amount of protein	amount of fat		
ns	ns	ns	ns	ns	2	Repeat
0/0038	0/000717	0/0067	0/00781	0/00125		
*	**	ns	ns	*	2	temperature
0/2742	1494/2665	0/00545	0/0154	4/0706		
*	*	*	*	*	1	Cultivar
2/3762	33/0484	0/53045	3/672	0/6498		
Ns	*	ns	ns	ns	2	temperature × cultivars
0/0002	4/8835	0/00005	0/00005	0/0018		
0/0261	0/0951	0/0315	0/0036	0/0257	-	Mistake
0/5859	0/2764	0/4835	0/314	0/3081	-	Coefficient of changes

\*\* Significant at the level of 99 %. \* Significant at the level of 95%. ns lack of meaning

**Table 2** Comparison of the average of simple effect of temperature on fat, protein, ash, phytic acid and rice bran fiber

fibr (percentage)	Phytic acid (mg/g)	Ash (percentage)	Protein (percentage)	fat (percentage)	Treatment (temperature)
c 8/49	a 53/50	a 11/65	a 17/67	c 15/51	Control sample
b 8/80	c 25/72	a 11/62	ab 17/61	b 16/82	Extrusion in 120c
a 8/90	b 26/63	a 11/59	b 17/57	a 17/03	Extrusion in 140c

Non-identical letters indicate a significant difference in confidence level of 95%

**Table 3** Comparison of the average of simple effect of cultivar on fat, protein, ash, phytic acid and fiber of bran of rice

Fibr (percentage)	Phytic acid (mg/g)	Ash (percentage)	Protein (percentage)	Fat (percentage)	cultivar
a 0/09	a 36/64	b 11/44	a 18/06	b 16/26	Tarom
b 8/36	b 33/93	a 11/79	b 17/16	a 16/64	Khazar

Non-identical letters indicate a significant difference in confidence level of 95%

### ۳-۱- تغییرات مقدار اسید فیتیک

در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد بترتیب به ۳۴/۲۶ و ۱۱/۲۵ میلی گرم در گرم و در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد به ۷۲/۲۷ و ۵۴/۲۵ میلی گرم در گرم رسیده است. بطوریکه میزان اسید فیتیک در سبوس برنج رقم طارم پس از فرآیند اکستروژن در دمای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد ۸۴/۵۲٪ و ۳۷/۵۰٪ کاهش یافته و در مورد رقم خزر کاهش ۸۴/۵۱٪ و ۲/۵۱٪ را نشان میدهد. کاهش میزان اسید فیتیک در فرآیند های حرارتی نظیر اکستروژن مربوط به طبیعت ناپایدار اسید فیتیک در برابر حرارت و هیدرولیز آن و تبدیل به فیتات و فسفر و تشکیل کمپلکس های غیر محلول بین فیتات و سایر ترکیبات می باشد که علاوه بر میزان فیتات تولیدی

در جدول شماره ۱ نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی آورده شده است. با توجه به این جدول میزان اسید فیتیک در سبوس برنج دو رقم طارم و خزر دارای اختلاف معنی داری می باشد ( $P < 0.05$ ). همچنین اثر دما و کاربرد فرآیند اکستروژن نیز در کاهش میزان اسید فیتیک تاثیر بسیار موثری داشته است ( $P < 0.01$ ). در جداول شماره ۲ و ۳ نیز میانگین اثرات ساده دما و رقم بر صفات مورد ارزیابی مقایسه شده اند. با اندازه گیری های انجام شده میزان اسید فیتیک قبل از فرآیند اکستروژن در نمونه های سبوس برنج ارقام طارم و خزر بترتیب برابر ۸۶/۵۵ و ۱۴/۵۲ میلی گرم در گرم بوده است که پس از فرآیند اکستروژن

تحقیقات انجام شده دیگر نیز نشان دادند میزان اسید فیتیک در اثر کاربرد فرآیند اکستروژن جهت پایدار سازی سبوس برنج کاهش می یابد. از جمله نتایج تحقیقی که در سال ۲۰۱۵ انجام شد نشان دادند میزان اسید فیتیک سبوس برنج با استفاده از بکارگیری فرآیند اکستروژن از ۸۲/۴۲ به ۷۶/۲۰ میلی گرم در گرم کاهش یافت [۱۷]. همچنین نتایج تحقیقات انجام شده توسط شارما و همکاران [۱۲] خطاب و آرنفیلد [۱۶] نیز نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر را تایید نمودند.

### ۳-۲- تغییرات درصد چربی

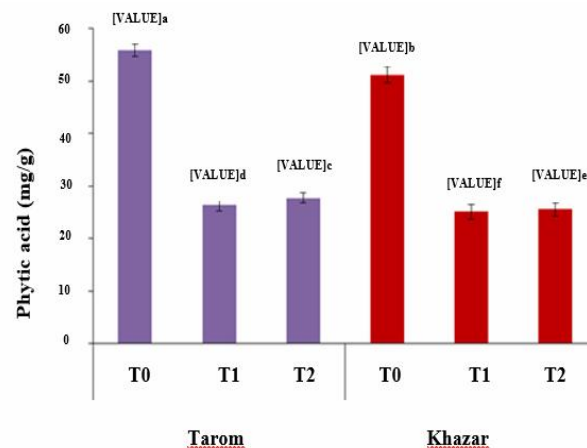
بر اساس نتایج جدول ۱ میزان درصد چربی در سبوس دو رقم برنج طارم و خزر قبل و بعد از فرآیند اکستروژن دارای اختلاف معنی داری می باشد ( $P < 0/05$ ) همچنین اعمال فرآیند اکستروژن بطور موثری باعث افزایش میزان چربی در دو نمونه سبوس برنج شده است ( $P < 0/05$ ). قبل از انجام اکستروژن میزان چربی سبوس دو رقم برنج طارم و خزر بترتیب برابر ۱۵/۳۴٪ و ۱۵/۶۸٪ بود که پس از اکستروژن در رقم طارم به ۱۶/۶۲٪ در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و ۱۶/۸۳٪ در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد رسید و بترتیب ۱/۲۸ و ۱/۴۹ درصد میزان چربی افزایش یافت. در رقم خزر نیز میزان چربی با اعمال اکستروژن به ۱۷/۰۲٪ در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و ۱۷/۲۳٪ در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد رسید که نشانگر افزایش ۱/۳۴ و ۱/۵۵ درصدی بود. همانطور که از نتایج مشخص است با افزایش دمای اکستروژن میزان چربی نیز افزایش یافته است و این نشان می دهد که افزایش دما در فرآیند اکستروژن عامل موثری در افزایش میزان چربی و استحصال روغن از سبوس برنج می باشد.

در شکل ۲ میزان چربی سبوس دو رقم برنج طارم و خزر قبل و بعد از فرآیند اکستروژن مورد مقایسه قرار گرفته است. در این نمودار دمای T0 معرف میزان چربی ارقام سبوس برنج قبل از فرآیند اکستروژن و دماهای T1 و T2 معرف میزان چربی پس از فرآیند اکستروژن در دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد می باشند.

افزایش میزان چربی در اثر فرآیند اکستروژن بر اثر در هم آمیختن و بهم پیوستن سلول های چربی و نهایتاً پاره شدن و از بین رفتن ساختمان سلولی و تبدیل آنها به قطرات روغن می باشد که این

در اثر فرآیند حرارتی، شرایط آسیابانی تولید سبوس و عوامل ژنتیکی نیز در میزان کاهش اسید فیتیک موثرند [۱۷].

در شکل ۱ تغییرات میزان اسید فیتیک قبل و بعد از فرآیند اکستروژن نشان داده شده است. در این نمودار دمای T0 معرف میزان اسید فیتیک ارقام سبوس برنج قبل از فرآیند اکستروژن و دماهای T1 و T2 معرف میزان اسید فیتیک پس از فرآیند اکستروژن در دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد می باشند.



**Fig 1** Changes in phytic acid content in Tarom and khazar bran of rice samples before and after extrusion process at 120 °c and 140 °c

T0: No extrusion process (control treatment)

T1: Extrusion process at a temperature of 120 °c

T2: Extrusion process at a temperature of 140 °c

با توجه به این نمودار و نتایج فوق الذکر، میزان کاهش اسید فیتیک در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد بیشتر بوده، بنابراین بنظر می رسد دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد در فرآیند اکستروژن جهت کاهش میزان ترکیب ضد تغذیه ای اسید فیتیک سبوس برنج مناسب تر است اما با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس و اینکه اثر متقابل دما و رقم وجود دارد و این اثر معنی دار است ( $P < 0/05$ ) می توان گفت کاربرد دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد در فرآیند اکستروژن جهت کاهش میزان اسید فیتیک در مورد سبوس برنج ارقام طارم و خزر مناسب است و چنانچه ارقام دیگری مورد استفاده قرار گیرند و فرآیند اکستروژن اعمال گردد دمای بهینه ممکن است تغییر نماید. بعبارت دیگر می توان نتیجه گرفت در مورد ارقام مختلف سبوس برنج، دمای مناسب جهت فرآیند اکستروژن می تواند متفاوت باشد.

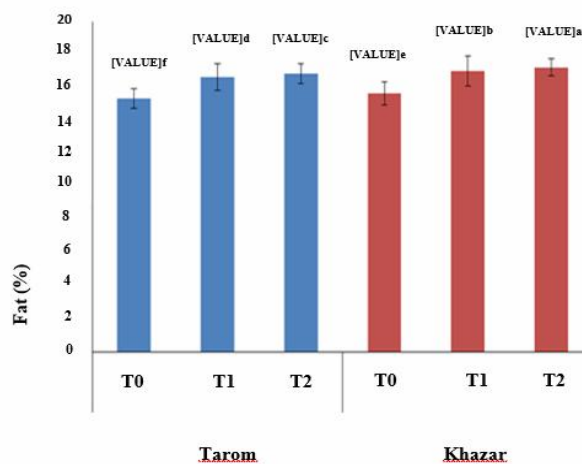
کاهش میزان پروتئین در اثر فرآیند اکستروژن احتمالاً مربوط به اثرات ناشی از تخریب ساختار سلولی سبوس برنج و به تبع آن دفع جزئی پروتئین از سبوس برنج باشد. همچنین تحقیقات انجام شده توسط رافع [۱۳] و لینی ژو [۱۹] نیز بیانگر کاهش میزان پروتئین در سبوس برنج در اثر فرآیند اکستروژن می باشد که با نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر مشابهت دارد.

### ۳-۴- تغییرات میزان فیبر

همانطور که از نتایج جداول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرات ساده دما و رقم بر صفات مشخص است اختلاف معنی داری بین میزان فیبر سبوس برنج دو رقم طارم و خزر قبل و بعد از فرآیند اکستروژن وجود داشته است و فرآیند اکستروژن بطور معنی داری ( $P < 0.05$ ) باعث افزایش میزان فیبر کل در نمونه های سبوس برنج شده است بطوریکه در رقم طارم از ۸/۸۵ درصد به ۹/۱۷ و ۹/۲۶ درصد و در رقم خزر از ۸/۱۳ درصد به ۸/۴۳ و ۸/۵۴ درصد بترتیب در دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد رسیده است. همچنین همانطور که مشخص است با افزایش دما از ۱۲۰ به ۱۴۰ درجه سانتیگراد نیز میزان فیبر کل روندی صعودی داشته است و بالاترین میزان فیبر در این دو رقم پس از فرآیند اکستروژن در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد ملاحظه می شود.

در نمودار ۳ میزان فیبر کل نمونه ها قبل و بعد از فرآیند اکستروژن ترسیم گردیده است. با توجه به این نمودار میزان فیبر کل در سبوس برنج رقم طارم پس از فرآیند اکستروژن در دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد بترتیب به میزان ۰/۳۲ و ۰/۴۱ درصد افزایش یافته است و در مورد رقم خزر افزایش ۰/۳۰ و ۰/۴۱ درصدی را نشان می دهد. علت افزایش میزان فیبر کل احتمالاً بدلیل کاهش میزان فیبر نامحلول و افزایش فیبر محلول در اثر کاهش اندازه و سایز مولکول های فیبر طی فرآیند اکستروژن می باشد. همچنین دلیل دیگر شکسته شدن پیوند های کووالانسی و غیر کووالانسی در مولکول های کربوهیدرات و پروتئین و تبدیل آنها به ترکیبات کوچکتر و محلولتر بعلاوه فرآیند حرارتی اکستروژن می باشد [۲۰]. در تحقیقی که توسط رشید و همکاران در سال ۲۰۱۵ [۲۰] انجام شد تاثیر فرآیند اکستروژن بر میزان فیبر و شاخص حلالیت آب در سبوس گندم مورد ارزیابی قرار

امر باعث بهبودی استحصال روغن و افزایش راندمان روغن گیری از سبوس برنج می شود [۱۲]. همچنین نتایج مشابهی از تحقیقات انجام شده توسط گانگوداویلیج [۱۶] و رافع [۱۳] بدست آمده که با نتایج بدست آمده از این تحقیق همخوانی دارند.



**Fig 2** Changes in fat content in tarom and khazar bran of rice samples before and after extrusion process at 120°C and 140°C

T0: No extrusion process (control treatment)

T1: Extrusion process at a temperature of 120 °C

T2: Extrusion process at a temperature of 140 °C

### ۳-۳- تغییرات درصد پروتئین

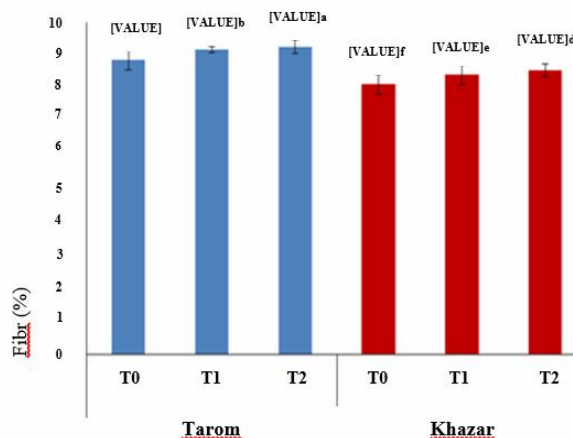
با توجه به نتایج جداول ۱، ۲ و ۳ مشاهده می شود تفاوت معنی داری بین درصد پروتئین نمونه های سبوس ارقام طارم و خزر قبل از فرآیند اکستروژن وجود دارد ( $p < 0.05$ ) اما این تفاوت پس از فرآیند اکستروژن در هر رقم معنی دار نمی باشد و تنها میزان پروتئین در هر رقم اندکی جزئی کاهش یافته است بطوریکه از ۱۸/۱۲٪ در نمونه سبوس رقم طارم قبل از فرآیند اکستروژن به ۱۸/۰۶٪ و ۱۸/۰۲٪ پس از فرآیند اکستروژن در دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد رسیده است و این کاهش در رقم خزر از ۲۲/۱۷٪ به ۱۵/۱۷٪ و ۱۲/۱۷٪ بترتیب در دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد می باشد که تنها بعلاوه از بین رفتن مقدار بسیار اندکی از املاح و مواد معدنی در اثر فرآیند حرارتی اکستروژن می باشد [۱۳]. همچنین اثر متقابل بین رقم و دما وجود ندارد و در هر رقم با افزایش دمای اکستروژن از ۱۲۰ به ۱۴۰ درجه سانتیگراد میزان پروتئین روند نزولی داشته است.

بطوریکه از ۰۷/۱۰ به ۰۵/۱۰ درصد کاهش یافت. همچنین تحقیقات انجام شده توسط رانیا و همکاران در سال ۲۰۱۷ [۲۱] نیز نتایج مشابهی با نتایج تحقیق حاضر داشتند.

#### ۴- نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که فرآیند اکستروژن می تواند در بهبود خصوصیات کیفی سبوس برنج موثر باشد. در این تحقیق از سبوس برنج ارقام طارم و خزر و دماهای ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد جهت فرآیند اکستروژن استفاده گردید و مشخص شد که فرآیند اکستروژن تاثیر بسزایی در کاهش ترکیب ضد تغذیه ای اسید فیتیک در سبوس برنج دارد. همچنین میزان چربی و فیبر نیز بطور معنی داری در سبوس برنج اکستروژن شده افزایش یافت بطوریکه در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد اکستروژن میزان اسید فیتیک به پایین ترین حد خود در هر دو رقم رسید و در حدود ۰/۵۳٪ و ۰/۵۲٪ در دو رقم طارم و خزر کاهش یافت. در مورد میزان چربی و فیبر نیز در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد بالاترین مقدار ملاحظه گردید بطوریکه در این دما چربی و فیبر در رقم طارم به اندازه ۱/۴۹ و ۰/۴۱ درصد و در رقم خزر به میزان ۱/۵۵ و ۰/۴۱ درصد افزایش یافت. همچنین در این تحقیق مشخص گردید که فرآیند اکستروژن تاثیر معنی داری در تغییر میزان پروتئین و خاکستر ندارد و تنها اندکی جزئی میزان پروتئین و خاکستر کاهش می یابد. با توجه به اینکه اثرات متقابل دما و رقم در مورد اسید فیتیک معنی دار بود می توان نتیجه گرفت که در مورد سبوس برنج ارقام طارم و خزر دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد، دمای بهینه جهت فرآیند اکستروژن می باشد و در مورد سبوس برنج ارقام دیگر این دما ممکن است متفاوت باشد. در مورد میزان چربی و فیبر همانطور که اشاره گردید دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد دمای بهینه اکستروژن می باشد اما با توجه به اینکه کاهش ترکیب ضد تغذیه ای اسید فیتیک در کیفیت سبوس برنج از اهمیت بیشتری برخوردار است، در مجموع می توان نتیجه گرفت فرآیند اکستروژن در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد می تواند باعث بهبود خصوصیات کیفی سبوس برنج در ارقام طارم و خزر گردد.

گرفت. نتایج این تحقیق نشان دادند که فرآیند اکستروژن بطور معنی داری باعث افزایش میزان فیبر محلول و فیبر کل در سبوس گندم گردید. همچنین تحقیقات انجام شده توسط رافع [۱۳] و شارما [۱۲] نیز نتایج مشابهی با نتایج تحقیق حاضر داشته اند.



**Fig 3** Changes in fiber content in tarom and khazar bran of rice samples before and after extrusion process at 120 °c and 140 °c

T0: No extrusion process (control treatment)

T1: Extrusion process at a temperature of 120 °c

T2: Extrusion process at a temperature of 140 °c

#### ۳-۵- تغییرات میزان خاکستر

با توجه به نتایج جداول ۱، ۲ و ۳ مشاهده می شود تفاوت معنی داری بین درصد خاکستر نمونه های سبوس ارقام طارم و خزر قبل از فرآیند اکستروژن وجود دارد ( $p > 0/05$ ) اما این تفاوت پس از فرآیند اکستروژن در هر رقم معنی دار نمی باشد و تنها میزان خاکستر در هر رقم مقدار بسیار اندکی کاهش یافته است بطوریکه از ۴۸/۱۱ و ۸۲/۱۱ درصد در دو رقم طارم و خزر، پس از فرآیند اکستروژن در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد بترتیب به ۴۴/۱۱ و ۷۹/۱۱ درصد و در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد به ۴۲/۱۱ و ۷۶/۱۱ درصد رسیده است. همانطور که ملاحظه می شود با افزایش دمای فرآیند اکستروژن از ۱۲۰ به ۱۴۰ درجه سانتیگراد نیز تغییرات میزان خاکستر روندی کاهشی داشته است. در تحقیقی که توسط رافع و همکاران در سال ۲۰۱۷ [۱۳] انجام شد نیز میزان خاکستر نمونه سبوس برنج در اثر فرآیند حرارتی اکستروژن تفاوت معنی داری با نمونه فرآیند نشده نداشت

## ۵- منابع

- resistant starch formation from pastry wheat flour. *Food chemistry*, 99(4), 718-723.
- [12] Sharma, H. R., Chauhan, G. S., & Agrawal, K. (2004). Physico-chemical characteristics of rice bran processed by dry heating and extrusion cooking. *International Journal of Food Properties*, 7(3), 603-614.
- [13] Rafe, A., & Sadeghian, A. (2017). Stabilization of Tarom and Domesiah cultivars rice bran: Physicochemical, functional and nutritional properties. *Journal of cereal science*, 74, 64-71.
- [14] Hitotsumatsu, H., & Takeshita, Y. (1994). U.S. Patent No. 5,290,579. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [15] Zare-Sheibani, A. A., Arab, M., Zamiri, M. J., Rezvani, M. R., Dadpasand, M., & Ahmadi, F. (2015). Effects of extrusion of rice bran on performance and phosphorous bioavailability in broiler chickens. *Journal of animal science and technology*, 57(1), 26.
- [16] Garcia-Estepa RM, Guerra-Hernandez E, Garcia-Villanova B (1999). Phytic acid content in milled cerealproducts and bread. *Food Res*, 32: 217-21.
- [17] Khattab RY, Arntfield SD (2009) Nutritional quality of legume seeds as affectedbysomephysicaltreatments2.Antinutriti onalfactors.LWT Food Sci Technol 42:1113–1118.
- [18] Kaur, S., Sharma, S. and Singh, B. (2015). Effect of extrusion variables (temperature, moisture) on the antinutrient components of cereal brans. *J Food Sci Technol* (March 2015) 52(3):1670–1676.
- [19] Linyi Zhou and et al. 2016. Structural Changes in Rice Bran Protein upon Different Extrusion Temperatures: A Raman Spectroscopy Study. *Journal of Chemistry Volume* ( 2016), Article ID 6898715, 8 -12.
- [20] Rashid, S. and et al.( 2015). Effect of extrusion cooking on the dietary fiber content and water solubility index of wheat bran . *International Journal of Food Science and Technology*, 50(7) 123-131.
- [21] Rania, E. and et al. 2017. Effect of Pre Thermal Treatment on Chemical Characteristics, bioactive Compounds and Microstructure of Rice Bran. *J. Food and Dairy Sci, Mansoura Uni, Vol* (8)1: 1 – 7.
- [1] Orthoefer, F. T. (1996). Rice bran oil: healthy lipid source. *Food Technology*, 50(12), 62-64.
- [2] Carroll, L. E. (1990). Functional properties and applications of stabilized rice bran in bakery products. *Food technology (USA)*, 44(4), 74-76.
- [3] Yoshida, Y., Niki, E., & Noguchi, N. (2003). Comparative study on the action of tocopherols and tocotrienols as antioxidant: chemical and physical effects. *Chemistry and physics of lipids*, 123(1), 63-75.
- [4] Lakkakula, N. R., Lima, M., & Walker, T. (2004). Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Bioresource technology*, 92(2), 157-161.
- [5] Fernando, W. J. N., & Hewavitharana, L. G. (1993). Effect of fluidized bed drying on stabilization of rice bran. *Drying Technology*, 11(5), 1115-1125.
- [6] Ramezanzadeh, F. M., Rao, R. M., Windhauser, M., Prinyawiwatkul, W., Tulley, R., & Marshall, W. E. (1999). Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran during storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(8), 3050-3052.
- [7] Gangodavilage, N. C. (2011). Optimal operating conditions & equilibrium characteristics of rice bran oil extraction.
- [8] Tao, J. (2001). U.S. Patent No. 6,245,377. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, 1(2), 110-114.
- [9] Zhu, W., & Yao, H. (2002). Visual studies on rice bran extrusion. In *Knowledge Enterprise: Intelligent Strategies in Product Design, Manufacturing, and Management* (pp. 966-971). Springer, Boston, MA, 207(12), 114-121..
- [10] Zhu, W., & Yao, H. (2006). Visual studies on rice bran extrusion. In *Knowledge Enterprise: Intelligent Strategies in Product Design, Manufacturing, and Management* (pp. 966-971). Springer, Boston, MA, doi.org/10.1007/0-387-34403-9\_136.
- [11] Kim, J. H., Tanhehco, E. J., & Ng, P. K. W. (2006). Effect of extrusion conditions on





## Effect of Different Thermal Treatments in The Extrusion Process on Bran Qualitative Characteristics of Two Kinds of Tarom and Khazar Rice

Hosseini Bahri, S. M. <sup>1</sup>, Esmailzade Kenari, R. <sup>2\*</sup>, Raftani Amiri, Z. <sup>2</sup>

1. Ph.D. Student of Food Industry Science and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
2. Professor, Department of Food Industry Science and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2021/ 05/ 30

Accepted 2021/ 09/ 19

#### Keywords:

Extrusion,  
Temperature treatment,  
Rice bran,  
Phytic acid,  
Quality characteristics.

In this research, the effects of extrusion process ( at 120 c° and 140 c° ) on amount of fat, ash, protein, fiber and phytic acid in bran of two kinds of tarom and khazar rice are studied. According to the results, it can be summarized announced, the extrusion process significantly reduced the amount of phytic acid and temperature of 120 c° was more efficient and it caused a decrease of phytic acid about 53% and 52% in tarom and khazar rice cultivars, respectively. Amount of protein and total ash did not change significantly with extrusion, while we found an increase in fiber and fat percentage in bran. In fact, the extrusion process reduces the anti-nutritional composition such as phytic acid by helping to release oil and also improved the oil extraction efficiency. In addition, it did not have a significant effect on the protein content of bran of rice.

**DOI:** 10.22034/FSCT.19.130.1

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.127.20.3

\*Corresponding Author E-Mail:  
Reza\_kenari@yahoo.com