

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی نوشیدنی کیوی فراسودمند حاوی سبوس برنج

مریم امیری^{1*}، حمید توکلی پور²، ندا احمدی کمزانی¹

¹عضو هیات گروه مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
²دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش: 93/5/17

تاریخ دریافت: 92/12/5

چکیده

سبوس برنج فراورده جانبی حاصل از آسیاب کردن برنج می باشد. این قسمت ازدانه دارای بیشترین مواد مغذی است و منبع خوبی از ترکیبات زیست فعال مثل گاما-اوریزانول، توکوفرول ها و توکوتری انول ها می باشد که خصوصیات سلامتی بخش و آنتی اکسیدانی دارند. اما سبوس، اغلب به مصرف خوراک دام می رسد. هدف از این پژوهش ارزیابی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی و رئولوژیکی نوشیدنی کیوی فراسودمند حاوی سبوس برنج می باشد. در این مطالعه سبوس برنج در سه سطح نسبت (2، 1 و 3 درصد) به فرمولاسیون نوشیدنی کیوی اضافه شد و نوشیدنی بدون سبوس به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. همچنین جهت بررسی تاثیر پکتین استخراجی از تفاله چغندر قند بر ویسکوزیته نوشیدنی، نمونه فاقد پکتین فرموله گردید. نوشیدنی کیوی حاوی یک درصد سبوس برنج با داشتن امتیاز ویژگیهای حسی بالاتر، به عنوان نمونه انتخابی گزینش گردید. نتایج نشان داد که در کلیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مانند درصد ماده خشک، درصد پروتئین، درصد چربی و درصد کربوهیدرات، نمونه انتخابی دارای مقادیر بالاتری نسبت به نمونه شاهد بود. بنابراین استفاده از سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی کیوی، سبب تولید نوشیدنی جدید فراسودمند می شود. به منظور بررسی خصوصیات رئولوژیکی نوشیدنی کیوی، داده های کلیه تیمارها با مدل قانون توان برازش داده شد. پارامتر شاخص رفتار جریان نوشیدنی کیوی کمتر از یک بود و در نتیجه، رفتار شبه پلاستیک در دمای مورد آزمایش داشت. در کلیه سرعتهای برشی بکار رفته ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی انتخابی بالاتر از نمونه شاهد و نمونه بدون پکتین بود. از مدل آرنیوس برای بررسی اثر دما بر ویسکوزیته استفاده شد و انرژی فعالسازی نوشیدنی کیوی انتخابی (10/1 kJ/mol) محاسبه گردید.

واژه های کلیدی: نوشیدنی کیوی، سبوس برنج، فراسودمند، پکتین تفاله چغندر قند، خواص رئولوژیکی.

1- مقدمه

امنیت غذایی یکی از چالش های مهم جهانی در این قرن است. غذاهای فراسودمند یا عملگرا¹ بین غذا و دارو قراردادشته و از سال 1993 در سطح جهان رواج یافته است (25). مصرف غذاهای فراسودمند سلامت و تندرستی را بدون اثرات سمی و جهش زایی به مصرف کننده ارائه می دهند. نوشیدنی های فراسودمند شامل مواد مغذی مختلف مثل اسید آسکوربیک، توکوفرول، بتا کاروتن و غیره بوده و مزایای فیتوکیماکال ها را در رژیم غذایی دارامی باشد. گروه نوشیدنی های فراسودمند یکی از مهمترین فرآوردهایی هستند که در سالهای اخیر به عنوان محصولات جدید توسعه یافته اند. گسترش بازار نوشیدنی های عملگرا در آینده، به علت شیوع بیماریهای مرتبط با سبک زندگی مانند دیابت و فشارخون بالا و غیره انتظار می رود. استفاده از ترکیبات طبیعی نوشیدنی ها رابیشتر مورد پذیرش می سازد (9). میوه ها و سبزیجات با داشتن ترکیبات فیتوکیماکال دارای پتانسیل بالا برای تولید نوشیدنی های فراسودمند هستند.

میوه کیوی بومی مناطق کوهستانی جنوب چین است و از آنجا به سایر مناطق راه یافته است. میوه کیوی با نام علمی Actinidia deliciosa دارای ارقام مختلفی مانند آبوت (Abbot)، برونو (Bruno)، مانتی (Monty) و هایوارد (Hayward) می باشد که با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی مناطق مختلف با کیفیت های مختلف قابل برداشت است. بیشترین سطح زیر کشت کیوی در دنیا و نیز ایران اختصاص به رقم هایوارد دارد (14و3).

در سالهای اخیر افزایش تولید میوه کیوی با توجه به مقادیر بالای ویتامین C و ظرفیت آنتی اکسیدانی بالا (مرتبه چهارم در تمام میوه ها) مورد توجه بوده است (3). میوه کیوی حاوی اسید آسکوربیک بیشتر از میوه های خانواده مرکبات است (0/3 گرم در لیتر) (8). ظرفیت آنتی اکسیدانی بالای آن به علت داشتن مقدار زیادی از ترکیبات فیتوکیماکال شامل کاروتنوئید ها، لوتئین، فلاونوئید ها و کلروفیل است (10). در پالپ میوه کیوی علاوه بر توکوفرول ها، ترکیب دلتا توکومونانول که از خانواده ویتامین E است شناخته شده است (13). همه ترکیبات کیوی پتانسیل ضد سرطان و ضد التهاب دارند، که کمک به افزایش ایمنی افراد می کند (6).

دانه کیوی دارای 25-30% روغن است که روغن آن دارای مقدار بالایی از اسیدهای چرب ضروری، آلفا لینولنیک اسید (ω_3) 62/3% و لینولنیک اسید (ω_6)، 16/1% است. کل اسیدهای چرب چند غیر اشباع آن 78/4% می باشد. این روغن می تواند به عنوان یکی از منابع با بالاترین مقدار لینولنیک اسید (ω_3) باشد که قابل قیاس با روغن بزرک است. فیتواسترول غالب روغن دانه کیوی بتا سیتواسترول است و توکوفرول آن بیشتر از نوع گاما توکوفرول است (19). دانه های کیوی همچنین دارای گاما توکوتری انول می باشند. مقدار فنل کل 8/9 میلی گرم در گرم است (24).

بر اساس آماروزارت کشاورزی آمریکا² (USDA)، ایران در رتبه هفتم در تولید کیوی در جهان می باشد. میزان تولید سالیانه کیوی در ایران به بیش از 26 هزار تن در سال می رسد و در حال حاضر دارای رتبه دوم برداشت کیوی در واحد سطح در جهان است (3و23).

با توجه به اینکه حدود 60% از کیوی تولیدی کشور دارای ابعاد کوچک بوده، مقدار قابل توجهی از آن بد شکل و آسیب دیده می باشد و قابل صدور یا ارئه به بازار های داخلی و خارجی نمی باشد و همچنین از آنجایی که میوه کیوی بسیار فاسد شدنی است عمر ماندگاری بسیار کوتاهی دارد (5و15). بنابراین با توجه به اهمیت اقتصادی میوه کیوی و جهت کاهش ضرروزیان حاصل از این امر، می توان از این میوه در جهت تولید محصولات با ارزش اقتصادی بالاتر مانند میوه خشک شده یا منجمد و آبمیوه و پوره و کسانتره بهره برد.

سبوس برنج که شامل پریکارپ و جوانه است در حدود 10% دانه برنج را شامل می شود. سبوس برنج بیشترین مواد مغذی را در دانه دارا است. منبع خوبی از پروتئین (14/6%)، که اسیدهای آمینه گلوتامین، آرژنین و لیزین بیشترین مقدار را در آن دارند. میزان چربی 23-15% می باشد، که بیشتر دارای اسیدهای چرب غیر اشباع است و اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک بالاترین مقدار را در آن دارند (18). در قسمت غیر صابونی شونده روغن سبوس برنج، دو گروه از ترکیبات آنتی اکسیدانی، توکوتری انول ها و گاما اوریزانول که عضو خانواده ویتامین E هستند، وجود دارد. گاما اوریزانول، نقش پیشگیری در بیماریها ی قلبی، سرطان، دیابت و بیماری آلزایمر دارد و همچنین پائین آورنده کلسترول

² United States Department of Agriculture¹ Functional Foods

در صورت استفاده از سبوس برنج به جای عصاره آن، کلیه ترکیبات در محصول حفظ خواهند شد (11).

آتاناسیوا همکاران (2011) رفتار رئولوژیکی آب کیوی را در غلظت و دماهای مختلف مطالعه کردند. نتایج برازش داده های رئولوژیکی با قانون توان، رفتار شبه پلاستیک را در همه نمونه ها نشان داد. شاخص رفتار جریان با افزایش دما و کاهش غلظت، کاهش یافت (14). تحقیقات چندانی در زمینه ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی نوشیدنی کیوی به عمل نیامده است. هدف این پژوهش، بکارگیری سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی کیوی و ارتقاء ویژگیهای تغذیه ای آن به منظور تولید یک محصول فراسودمند بود. که برای این منظور سه نسبت (2، 3 و 4 درصد) سبوس برنج جایگزین پوره کیوی در فرمولاسیون نوشیدنی گردید و جهت مقایسه، نمونه شاهد (بدون سبوس) تهیه گردید. جهت افزایش ویسکوزیته ظاهری، قوام و تثبیت نوشیدنی از پکتین استخراج شده از تفاله چغندر گردید. ویژگیهای فیزیکوشیمیایی نمونه انتخابی که بهترین خصوصیات حسی را داشت، اندازه گیری و با نمونه شاهد مقایسه شد.

با توجه به اینکه رفتار رئولوژیکی مواد غذایی نقش مهمی نه فقط در کیفیت آنها، بلکه برای طراحی فرآیندهایی مثل پمپ کردن، مخلوط کردن، تغلیظ، کنترل کیفی و... دارند. در این تحقیق خصوصیات رئولوژیکی نمونه انتخابی و نمونه شاهد بررسی شد و جهت تعیین تاثیر پکتین تفاله چغندر بر ویسکوزیته نمونه انتخابی، با نمونه شاهد (بدون پکتین) مقایسه شد.

2- مواد و روش ها

2-1- مواد

کیوی از واریته هایوارد از شرکت پخش شیرازی در تهران یک روز قبل از تهیه نوشیدنی خریداری گردید. به منظور استفاده از سبوس برنج در فرمولاسیون نوشیدنی کیوی، سبوس برنج از رقم هاشمی از کارخانه شالیکوبی از استان گیلان در پاییز 1391 تهیه شد و تا زمان مصرف (یک هفته بعد) در دمای 4 درجه سانتی گراد نگهداری شد. شکر، جهت تعدیل طعم نوشیدنی، از فروشگاه محلی تهیه گردید.

کیوی ها پس از پوست گیری شستشو شده و سپس در یک مخلوط کن Kinematica مدل MB 550 Microtron کاملاً خرد شده و از الک (مش 20) گذرانده شد که به این ترتیب

می باشد و توکوتری انول ها به عنوان پیشگیری کننده از بیماری قلبی و عروقی شناخته می شوند (21). از دیگر ترکیبات آنتی اکسیدان در سبوس برنج آلفا توکوفرول و اسید فولیک است. طبق تحقیقات انجام گرفته، گاما اوریزانول با توجه به مقاومت بیشتر به حرارت، فعالیت آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به توکوفرول نشان داده است. سبوس برنج دارای 12-8% فیبر خام و منبع غنی ویتامین ها می باشد.

از جمله ویتامینهای گروه B بوده و ویتامین B₁ (تیامین) و B₃ (نیاسین) که به طور طبیعی دارای فعالیت ضد افسردگی و آرام بخش می باشد، در سبوس وجود دارد (11). سبوس برنج از طریق کاهش سرطان، بیماریهای قلبی، سنگ کلیه، چربی خون و دیگر بیماریها، ویژگیهای مناسبی در ارتقاء سلامتی دارد (18).

با توجه به اینکه سهم عمده ی سبوس تولیدی در کشور به مصرف خوراک دام می رسد و با در نظر گرفتن پتانسیل سبوس برنج، توجه به این فرآورده به منظور استفاده از آن در صنایع غذایی به خصوص غذاهای فراسودمند ضروری به نظر می رسد.

رئیس و همکاران (2013) از عصاره سبوس برنج در تولید نوشیدنی فراسودمند جدید استفاده کردند. استخراج عصاره ی سبوس برنج با استفاده از آب زیر نقطه ی بحرانی در دمای 100 و 120 درجه سانتی گراد انجام گرفت. نتایج نشان داد که ترکیبات عصاره ی استخراجی در دمای بالاتر بیشتر بوده و خصوصیات رئولوژیکی کلیه عصاره ها رفتار نیوتنی را دارا می باشند (20). آنها همچنین از این عصاره در نوشیدنی پرتقال فراسودمند استفاده کردند افزودن عصاره ی سبوس برنج به فرمولاسیون نوشیدنی پرتقال ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه ها را تغییر داد. رفتار رئولوژیکی نمونه ها در اثر افزودن عصاره در فرمولاسیون تغییر کرده است و از یک سیال نیوتنی به غیر نیوتنی تبدیل شد (2).

فاسین و همکاران (2009) از عصاره سبوس برنج در ترکیب نوشیدنی ارگانیک استفاده کردند. نوشیدنی حاصل منبع مناسبی از مواد معدنی و اسید های چرب غیر اشباع و اسید های آمینه ی ضروری بود. ولی در ارزیابی حسی، طعم آن برای مصرف کننده نامانوس بود. بنابراین در صورتی که در ترکیب با دیگر نوشیدنی ها استفاده گردد نتایج بهتر ی حاصل خواهد شد. همچنین در تحقیق صورت گرفته مشخص گردید، کلیه ترکیبات سبوس برنج در عصاره وارد نشده و نسبت آنها در عصاره کمتر است. بنابراین

در آسیاب به پودر تبدیل و پودر پکتین حاصل از الک (مش 60) گذرانده شد (17).

2-2- تهیه نوشیدنی کیوی با استفاده از سبوس برنج

به منظور تهیه ی نمونه ها مطابق جدول 1 فرمولاسیون انجام گرفت به این صورت که در نمونه شاهد ابتدا پوره کیوی (60 درصد وزنی /وزنی)، شکر (5درصد وزنی /وزنی)، پکتین (0/3 درصد وزنی /وزنی) مخلوط شد و مابقی با آب به وزن رسانده شد برای تهیه سایر تیمارها میزان 1، 2 و 3 درصد سبوس برنج جایگزین پوره کیوی شد.

دانه های کیوی با توجه به داشتن ارزش غذایی بالا، در پوره باقی مانده و جهت فرمولاسیون نوشیدنی از پوره استفاده گردید.

برای ایجاد یکنواختی و کاهش میزان دو فاز شدن نمونه ها از پکتین استخراج شده از تفاله چغندر قند استفاده شد. تفاله چغندر از کارخانه قند قزوین تهیه و دردمای 60 درجه سانتی گراد درخشک کن کابینتی خشک شد. سپس تفاله خشک شده در آسیاب کاملاً خرد و به پودر تبدیل گردید. جهت استخراج پکتین از تفاله چغندر، از روش بهینه سازی شده استخراج پکتین، توسط مصباحی و همکاران (2005) استفاده شد. پکتین به دست آمده، در 60 درجه سانتی گراد به مدت 5 ساعت خشک گردید

جدول 1- فرمولاسیون نوشیدنی کیوی

| نمونه | پوره کیوی (%) | آب (%) | شکر (%) | پکتین (%) | سبوس برنج (%) |
|-------------------------|---------------|--------|---------|-----------|---------------|
| نمونه شاهد | 60 | 33/7 | 5 | 0/3 | - |
| نمونه حاوی 1% سبوس برنج | 59 | 33/7 | 5 | 0/3 | 1 |
| نمونه حاوی 2% سبوس برنج | 58 | 33/7 | 5 | 0/3 | 2 |
| نمونه حاوی 3% سبوس برنج | 57 | 33/7 | 5 | 0/3 | 3 |

pH : pH نمونه های حاصل از سبوس برنج توسط pH متر Inolab ساخت آلمان اندازه گیری شد (4).

خاکستر: برای تعیین درصد خاکستر، نمونه های موجود در بوتله چینی به مدت 6 تا 8 ساعت در کوره ی 500 درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس درصد خاکستر حاصل محاسبه شد (4).

چربی: درصد چربی، پس از رطوبت گیری از نمونه ها با استفاده از دستگاه سوکسله و با استفاده از حلال n- هگزان (شرکت Merk، ساخت آلمان) محاسبه شد (7).

پروتئین: درصد پروتئین نمونه ها با استفاده از روش کلدال اندازه گیری شد (7).

کربوهیدرات: برای اندازه گیری کربوهیدرات، اختلاف مجموع درصد چربی، پروتئین، خاکستر و رطوبت از 100 محاسبه شد (7).

2-4- بررسی ویژگی های رئولوژیکی

ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی ها (نمونه شاهد و نمونه حاوی 1% سبوس برنج) با استفاده از دستگاه ویسکومتر چرخشی ساخت شرکت lamy کشور فرانسه مدل RM 100 در دمای 7 درجه سانتی گراد و دور اسپیندل (RPM) 1-1000 اندازه گیری شد.

برای انتخاب فرمولاسیون مناسب، بررسی ویژگی های حسی با استفاده از آزمون هدونیک و پنچ پانلیست بدون تجربه (دانشجویان رشته صنایع غذایی) انجام گرفت که توضیحات کافی به آنها ارائه شده بود.

2-3- بررسی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی نوشیدنی انتخابی

پس از انتخاب فرمولاسیون مناسب در نوشیدنی کیوی حاوی سبوس برنج، به منظور بررسی تاثیر افزودن سبوس برنج به نوشیدنی مربوطه، ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی و مقایسه با نوشیدنی شاهد قرار گرفت.

وزن مخصوص: وزن مخصوص نوشیدنی حاصل از سبوس برنج با استفاده از پیکنومتر 50 سی سی و طبق استاندارد ملی ایران به شماره 2685 تعیین شد (4).

ماده ی خشک: ماده ی خشک نوشیدنی با استفاده از آون binder مدل ED 53 ساخت آلمان و طبق استاندارد ملی ایران به شماره 2685 تعیین شد (4).

مدل TW20 ساخت آلمان استفاده شد. با استفاده از مدل آرنیوس (رابطه 5)، انرژی اکتیواسیون برای بررسی اثر دما بر ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی انتخابی در سه دما (7 و 25 و 50 درجه سانتی گراد) و در دور 100 RPM محاسبه گردید (16).

$$\mu_a = A \cdot e^{E_a/RT} \quad \text{رابطه (5)}$$

A: ثابت

E_a: انرژی اکتیواسیون (J/mol)

R: ثابت جهانی گازها (J/mol.k)

T: دما (k)

2-5- روش آماری

به منظور بررسی اختلاف موجود بین مقادیر میانگین های داده های حاصل از ارزیابی حسی، از روش مقایسه ی چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان 99% (p < 0/01) با استفاده از نرم افزار SAS نسخه 9/02 استفاده شد. همچنین، اطلاعات به دست آمده از آزمایش های رئولوژیکی با استفاده از نرم افزار EXCEL با مدل قانون توان مورد برازش قرار گرفته و نمودارهای مربوطه رسم گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نوشیدنی کیوی با روش هدونیک در جدول 2 آورده شده است. همانطور که مشاهده می گردد نمونه حاوی 1 % سبوس برنج بعد از نمونه شاهد دارای بیشترین امتیاز در کلیه خصوصیت ها می باشد و در پذیرش کلی تفاوت معنی داری با نمونه شاهد ندارد. پس از آن نمونه حاوی 2 % سبوس برنج قراردادش. کمترین امتیاز به نمونه با 3% سبوس برنج تعلق گرفت. به این ترتیب نمونه حاوی 1% سبوس به عنوان نمونه انتخابی، گزینش گردید و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی آن اندازه گیری و با نمونه شاهد مقایسه گردید.

3-2- بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی

3-2-1- بررسی ترکیبات سبوس برنج

بررسی ترکیبات سبوس برنج در جدول 3 نشان می دهد که عمده ماده ی خشک سبوس برنج به کربوهیدرات آن مربوط می شود.

در تمامی سرعت ها ی دورانی عددها در محدوده ی زمانی 30 ثانیه خوانده شدند و اسپیندل مورد استفاده نیز Disc ASTM n³ بود. رفتار رئولوژیکی نمونه ها با مدل قانون توان¹ برازش داده شد. جهت بررسی تاثیر پکتین تفاله چغندر، رفتار رئولوژیکی نمونه حاوی 1% سبوس برنج با نمونه بدون پکتین مقایسه شد.

مدل قانون توان:

$$\mu_a = K \gamma^{n-1} \quad \text{رابطه (1)}$$

μ_a: ویسکوزیته ظاهری (pa.s)

K: ضریب قوام (pa.sⁿ)

γ[•]: سرعت برشی (s⁻¹)

n: شاخص رفتار جریان (بدون واحد)

جهت تعیین ضریب قوام (K) و شاخص رفتار جریان (n) با استفاده از قانون توان، می بایستی در رابطه (1) به جای γ[•] یا سرعت برشی رابطه (2) قرار گیرد که در آن Ω یا سرعت زاویه ای مطابق رابطه (3) است که در نهایت با گرفتن ln از طرفین، رابطه (4) حاصل می شود که معادله خط راستی بدست می آید که در آن (n - 1) شیب خط رگرسیون و ln(K) - n ln(n) عرض از مبدا آن است. که به این ترتیب می توان (n) و (K) را محاسبه نمود (16 و 1).

$$\gamma^{•} = 2\Omega / n \quad \text{رابطه (2)}$$

γ[•]: سرعت برشی (s⁻¹)

Ω: سرعت زاویه ای (rad/s)

n: شاخص رفتار جریان (بدون واحد)

$$\Omega = 2\pi N \longrightarrow \gamma^{•} = 4\pi N / n \quad \text{رابطه (3)}$$

N: دور در ثانیه (RPS)

$$\ln(\mu_a) = (n-1) \ln(4\pi N) + \ln(K) - n \ln(n) \quad \text{رابطه (4)}$$

جهت تعیین وابسته به زمان بودن نوشیدنی انتخابی، ویسکوزیته ظاهری نمونه در سه سطح RPM (10 و 100 و 300) در فواصل زمانی 1.5 دقیقه در زمان کل 12 دقیقه در دمای 25 درجه سانتی گراد اندازه گیری شد (14). برای تنظیم دما از حمام آب Julabo

¹ Power law

جدول 2- مقایسه امتیاز نمونه های دارای مقادیر مختلف سبوس برنج و نمونه شاهد از حیث صفات حسی مورد اندازه گیری

| ویژگی حسی | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| نمونه نوشیدنی | آروما | رنگ | طعم و مزه | بافت | کلی |
| نمونه شاهد | 3/8 ^a | 3 ^a | 3/6 ^a | 3/2 ^a | 3/2 ^a |
| نمونه حاوی 1% سبوس برنج | 2/6 ^b | 2/6 ^{ab} | 3/4 ^a | 2/4 ^{ab} | 2/8 ^a |
| نمونه حاوی 2% سبوس برنج | 2/2 ^b | 2/4 ^{ab} | 2/2 ^b | 2 ^{ab} | 2 ^{ab} |
| نمونه حاوی 3% سبوس برنج | 1/6 ^b | 2 ^b | 1/2 ^b | 1/6 ^b | 1/4 ^b |

حروف مختلف به معنی اختلاف معنی دار در سطح 99% است (p > 0/01)

مانند لوسین و لیزین در بالاترین مقدار و اسیدهای آمینه غیر ضروری، گلوتامیک و آسپارتیک اسید و آرژنین در بالاترین مقدار است. پروتئین سبوس برنج فاقد خصوصیات آلرژی زایی است که این موضوع از نظر خصوصیات تغذیه ای مهم می باشد. خاکستر موجود در سبوس نیز 7/8% است که بیانگر محتوای مواد معدنی موجود در سبوس برنج بوده است (11).

3-2-2- بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نوشیدنی کیوی

بررسی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی نوشیدنی کیوی (جدول 4) بیانگر این است که در نمونه حاوی 1% سبوس برنج ماده خشک افزایش یافته است از آنجا که سبوس برنج از نظر ترکیبات تغذیه ای غنی است استفاده از آن در فرمولاسیون نوشیدنی کیوی سبب فراسودمندی این نوشیدنی شده است. بخش عمده ای از ماده خشک سبوس به محتوای پروتئینی آن مربوط میشود که قابلیت هضم پروتئینهای سبوس برنج بالاست و ارزش تغذیه ای بالایی دارد و شاخص¹ PER آن معادل 1/6 است که در کسناثره پروتئین سبوس برنج این عدد 2/2-2 است و با این شاخص در پروتئین شیر که 2/5 می باشد، قابل مقایسه است (22). پروتئین سبوس دارای کلیه اسیدهای آمینه ضروری می باشد. به طور کلی پروتئین سبوس برنج را میتوان به عنوان منبعی از پروتئینهای فاقد خصوصیت آلرژی زایی به حساب آورد (11). بررسی ترکیبات نوشیدنی کیوی انتخابی بیانگر وجود چربی بالاتر نسبت به نمونه شاهد است. که این به دلیل حضور روغن در سبوس برنج است که همانطور که قبلاً نیز ذکر گردید روغن سبوس برنج با

به طور کلی، بخش اعظم کربوهیدرات موجود در سبوس برنج را فیبرهای رژیمی آن تشکیل می دهد. افزایش توجه محققان و صنعت به اثرات مفید فیبرهای رژیمی، در کاهش بیماریهای قلبی-عروقی، کلسترول خون، دیابت و سرطان روده بزرگ است. در تحقیقی که در سال 2012 بر روی فیبرهای استخراجی با روش آنزیمی از سیب، سبوس گندم، تفاله چغندر، سبوس برنج و پوسته برنج انجام گرفت مشخص گردید که فیبر سبوس برنج از پتانسیل بالاتری در کاربردهای غذایی در بین دیگر منابع مورد بررسی برخوردار است و می تواند جهت توسعه غذاهای فراسودمند استفاده گردد (12). پس از آن، چربی موجود در سبوس بیشترین مقدار ترکیبات موجود در سبوس برنج را تشکیل می دهد. طبق مطالعه انجام شده چربی سبوس برنج، حاوی مقدار بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع (77/3%) می باشد که از این مقدار 30/9% مربوط به اسید لینولئیک بوده که یک اسید چرب ضروری (ω₆) است.

جدول 3- ترکیبات سبوس برنج

| ویژگیهای سبوس | مقدار |
|----------------|-------|
| ماده ی خشک (%) | 91/5 |
| پروتئین (%) | 12/46 |
| خاکستر (%) | 7/8 |
| چربی (%) | 16/63 |
| کربوهیدرات (%) | 54/61 |

پروتئین سبوس برنج یکی دیگر از اجزای تشکیل دهنده ی ترکیبات سبوس برنج است. حاوی اسیدهای آمینه ی ضروری

¹Protein Efficiency Ratio

برنج قابل انتظار بود و همچنین شاخص جریان آن کمتر از نوشیدنی کیوی فاقد پکتین و شاهد بود که در مجموع احساس دهانی بهتری به مصرف کننده دست می دهد.

همچنین نوشیدنی حاوی 1% سبوس که در فرمولاسیون آن پکتین تفاله چغندر قند جهت افزایش قوام و ویسکوزیته اضافه گردیده بود دارای ضریب قوام بالاتر از همان نوشیدنی بدون پکتین می باشد، این امر نشان می دهد که پکتین تفاله چغندر جهت افزایش قوام و ویسکوزیته این نوشیدنی مناسب است.

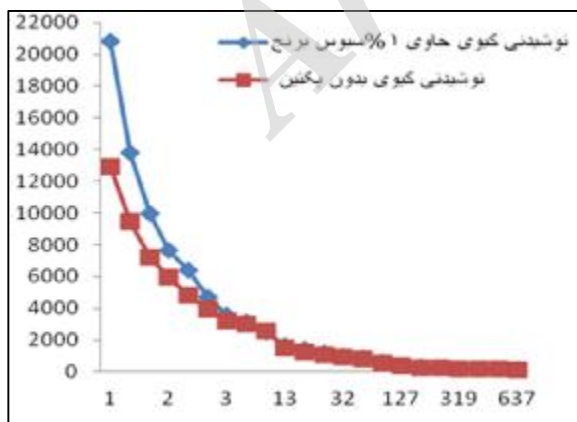
جدول 5- پارامترهای مدل قانون توان برای نوشیدنی کیوی

| R ² | K(pa.s ⁿ) | n | نمونه نوشیدنی کیوی |
|----------------|-----------------------|------|--------------------------------------|
| 0/99 | 10/27 | 0/32 | نمونه نوشیدنی کیوی حاوی 1% سبوس برنج |
| 0/99 | 48/7 | 0/36 | نمونه نوشیدنی کیوی بدون پکتین |
| 0/99 | 5/91 | 0/38 | نمونه نوشیدنی کیوی شاهد |

3-3-2- ویژگیهای رئولوژیکی نمونه شاهد و نمونه حاوی

1% سبوس

در شکل 1 نمودار ویسکوزیته ظاهری - سرعت برشی نوشیدنی کیوی حاوی 1% سبوس برنج با نوشیدنی کیوی شاهد آورده شده است. همانطور که در شکل مشخص است ویسکوزیته ظاهری نمونه حاوی 1% سبوس برنج، در کلیه سرعت های برشی بالاتر از نمونه شاهد است. هر دو نمونه ها رفتار سیال شبه پلاستیک را از خود نشان داده، بطوریکه با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته ظاهری کاهش یافته است.



شکل 1- رئوگرام ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی کیوی حاوی 1%

سبوس برنج و نمونه شاهد

داشتن درصد بالای اسید های چرب غیر اشباع و ضروری و همچنین ترکیبات آنتی اکسیدانی، با افزودن در فرمولاسیون نوشیدنی انتخابی باعث افزایش ارزش تغذیه ای آن شده است.

بررسی خاکستر نمونه های تهیه شده نیز بیانگر این است که با افزودن سبوس در فرمولاسیون درصد خاکستر آن افزایش یافته است و نوشیدنی حاصل از نظر محتوای مواد معدنی و ویتامینهای آن غنی شده است. با توجه به افزایش ماده خشک در نوشیدنی انتخابی، وزن مخصوص و بریکس (BX) افزایش یافته است. به دلیل داشتن pH بالای سبوس برنج مقدار pH در نوشیدنی انتخابی افزایش یافته است.

با توجه به وجود عوامل تغذیه ای مناسب در سبوس برنج میتوان با افزودن آن به فرمولاسیون، فرآورده ی فراسودمند تولید کرد.

جدول 4- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی نوشیدنی کیوی

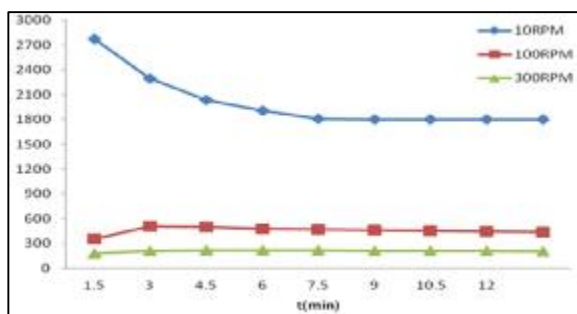
| ویژگیهای نوشیدنی | نمونه حاوی 1% سبوس برنج | نمونه شاهد |
|------------------|-------------------------|------------|
| ماده ی خشک (%) | 17/17 | 19/66 |
| پروتئین (%) | 0/98 | 1/51 |
| چربی (%) | 0/77 | 0/93 |
| کربوهیدرات (%) | 15/49 | 16/67 |
| خاکستر (%) | 0/46 | 0/55 |
| وزن مخصوص | 1/042 | 1/045 |
| pH | 3/52 | 3/55 |
| بریکس | 15 | 15/5 |

3-3-3- بررسی ویژگیهای رئولوژیکی نوشیدنی کیوی

3-3-1- تعیین پارامترهای رئولوژیکی با مدل قانون توان

برای نوشیدنی کیوی

با استفاده از روابط آ تا 4، پارامترهای ضریب قوام (K)، شاخص رفتار جریان (n) و R² محاسبه گردید که نتایج در جدول 5 آورده شده است. کلیه نمونه ها دارای شاخص رفتار جریان زیر یک بودند که این نشان دهنده رفتار شبه پلاستیک یا رقیق شونده با افزایش سرعت برشی است. نتایج مطابق با بررسی انجام گرفته بر روی آب کیوی است. (14) ضریب قوام در نمونه شاهد کمتر از نوشیدنی کیوی حاوی 1% سبوس برنج می باشد که این نتیجه با توجه به داشتن بریکس بالاتر در نوشیدنی حاوی 1% سبوس



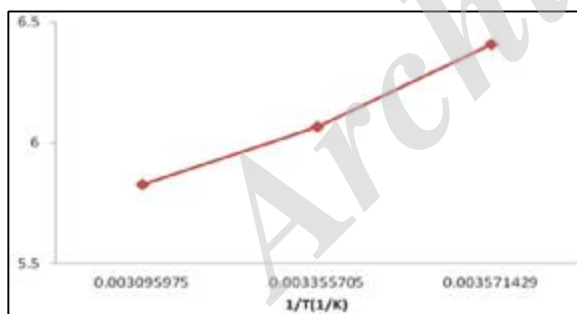
شکل 3- نمودار ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی کیوی حاوی 1%سبوس برنج - زمان در دوره‌های مختلف

3-3-5- بررسی میزان انرژی فعالسازی

مقدار انرژی فعالسازی از مدل آرنیوس (رابطه 5) محاسبه گردید که در جدول 5 آورده شده است همانطور که مشاهده می گردد، مدل آرنیوس توانست با دقت بالایی تابعیت ویسکوزیته با دمای مطلق راپیش بینی نماید ($r^2 = 0/98$). تابعیت ویسکوزیته با دمای مطلق بر حسب مدل آرنیوس در شکل 4 نشان داده شده است.

جدول 5- انرژی فعالسازی جریان نوشیدنی کیوی حاوی

| 1%سبوس برنج | | |
|-------------|------------|-------|
| R^2 | Ea(kJ/mol) | A_0 |
| 0/98 | 10/1 | 7/69 |



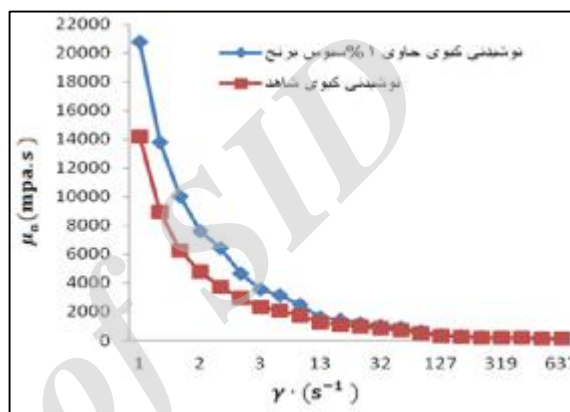
شکل 4- نمودار آرنیوس برای اثر دما بر ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی کیوی حاوی 1%سبوس برنج

4- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که نوشیدنی کیوی حاوی 1%سبوس برنج در ارزیابی حسی امتیاز بالاتری داشته و به عنوان فرمولاسیون بهینه، انتخاب گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نوشیدنی انتخابی مانند درصد ماده خشک، درصد پروتئین، درصد چربی و درصد کربوهیدرات دارای مقادیر بالاتر نسبت به نوشیدنی شاهد

3-3-3- ویژگیهای رئولوژیکی نمونه فاقد پکتین و نمونه با سبوس 1%

در شکل 2 نمودار ویسکوزیته ظاهری - سرعت برشی نوشیدنی کیوی حاوی 1%سبوس برنج با نوشیدنی کیوی بدون پکتین آورده شده است همانطور که در شکل مشخص است ویسکوزیته ظاهری نمونه حاوی 1%سبوس برنج، در کلیه سرعت های برشی بالاتر از نمونه بدون پکتین است. هردو نمونه ها رفتار سیال شبه پلاستیک را از خود نشان داده، بطوریکه با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته ظاهری کاهش یافته است.



شکل 2- رئوگرام ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی کیوی حاوی 1%سبوس برنج و نمونه بدون پکتین

3-3-4- بررسی رفتار وابسته به زمان نوشیدنی کیوی حاوی 1%سبوس برنج

جهت بررسی وابسته به زمان بودن رفتار رئولوژیک نوشیدنی، ویسکوزیته ظاهری در سه سطح سرعت دور اسپیندل (RPM 100، 1000 و 3000) در زمان 12 دقیقه و به فواصل 1/5 دقیقه اندازه گیری شد که نتایج بدست آمده در شکل 3 آورده شده است. بطوریکه در شکل مشخص است در سرعت برشی کم (RPM 10) ویسکوزیته ظاهری در زمان های اولیه در حال کاهش است تا اینکه به یک مقدار ثابت و پایدار می رسد (رفتار تیکسوتروپیک). در حالیکه در مقادیر بالاتر سرعت برشی (RPM 100 و 3000)، ویسکوزیته ظاهری قبل از اینکه پایدار شود با گذشت زمان افزایش یافته است (رفتار رئوپکتیک). مشاهدات مشابه در مورد آب کیوی گزارش شده است که علت آنرا در سرعت برشی بالا، به شکسته شدن سلولهای گیاهی و در سرعت برشی کم، به انباشتگی و توده ای شدن ذرات نسبت داده اند (14).

physicochemical parameters, soluble sugars and organic acids in *Actinidia deliciosa*. Food Chemistry, 121: 946-951.

9- Bhuiyan, M. H. R. Shams -Ud-Din, M and Islam, M. N. 2012. Development of Functional Beverage Based on Taste Preference. J. Environ. Sci. & Natural Resources, 5(1): 83 - 87

10- Cassano, A. Figoli, A. Tagarelli, A. Sindona, G and Drioli, E. 2006. Integrated membrane process for the production of highly nutritional kiwi fruit juice. Desalination, 189: 21-30.

11- Faccin, G.L. Viera, L.D.M. Miotto, L.A. Barreto, P. L. M. and Amante, E.R. 2009. Chemical, Sensorial and Rheological Properties of a New Organic Rice Bran Beverage. Rice Science, 16(3): 226-234.

12- Fadaei, V and Salehifar, M. 2012. Some chemical and functional characteristics of dietary fiber from five fiber sources. Experimental Biology, 2 (3): 525-528.

13- Fiorentino, A and et al. 2009. δ -Tocomononol: A new vitamin E from kiwi (*Actinidia chinensis*) fruits. Food Chemistry, 115 : 187-192.

14- Goula, A. M. and Adamopoulos, K. G. 2011. Rheological Models of Kiwi fruit Juice for Processing Applications. Food Process Technology, 2: 1.

15- Lespinard, A. R. Bambicha, R. R. and Mascheroni, R. H. 2012. Quality parameters assessment in kiwi jam during pasteurization. Modelling and optimization of the thermal process. food and bioproducts processing, 90 : 799-808.

16- Manish, D. Verma, R.C and Jaaffrey, S.N.A. 2007. Effect of temperature and concentration on Rheological properties of "Kesar" mango juice. Food Engineering, 80 : 1011-1015.

17- Mesbahi, G. Jamaljan, J and Farahnaky, A. 2005. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. Food Hydrocolloids, 19 : 731-738.

18- Parrado, J. 2006. Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. Food Chemistry, 98: 742-748.

19- Piombo, G. 2006. Characterization of the seed oils from kiwi (*Actinidia chinensis*), passion fruit (*Passiflora edulis*) and guava (*Psidium guajava*). OCL, 13 (2): 195-199.

20- Raiesi Ardali, F. Hojjatoleslami, M and Shariaty, M.A. 2013. Production of a new functional rice bran beverage. African Journal of Science and Research, 2(4): 20-23.

21- Schramm, R. Abadie, A. Hua, N. Xu, Z. and Lima, M. 2007. Fractionation of the rice bran layer and quantification of vitamin E, oryzanol, protein, and rice bran saccharide. Biological Engineering, 1-9.

بود. با توجه به ارزش تغذیه ای بالا و ترکیبات فراسودمند در سبوس برنج، استفاده از آن در فرمولاسیون نوشیدنی کیوی، سبب تولید نوشیدنی جدید فراسودمند با سبوس برنج می شود. همچنین نوشیدنی کیوی انتخابی دارای ویسکوزیته ظاهری بالاتر از نمونه شاهد بود. پکتین استخراجی از تفاله چغندر قند به عنوان قوام دهنده و افزایش دهنده ویسکوزیته، در این نوشیدنی قابلیت استفاده دارد. کلیه نوشیدنی ها رفتار شبه پلاستیک داشته و رفتار تابعیت با دمای ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی با تقریب خوبی با رابطه آرنیوس با انرژی فعالسازی 10/1 کیلو ژول بر مول بیان گردید.

5- سپاس گذاری

از دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین که تامین کلیه تسهیلات مالی و تجهیزاتی این طرح پژوهشی را به عهده داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

6- منابع

- 1- توکلی پور، ح. و حسین مردی، ع. 1388. اثر فرآیند حرارتی بر خصوصیات رئولوژیکی رب گوجه فرنگی. فصلنامه ی علوم و فناوری غذایی. سال اول، شماره 3.
- 2- رئیس، ف. 1391. تولید نوشیدنی پرتقال فراسودمند با استفاده از عصاره هی سبوس برنج. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. سال هفتم، شماره 53-45.
- 3- زکی پور ملک آبادی، ا. حمیدی اصفهانی، ز. و عباسی، س. 1389. فرمولاسیون لواشک از ضایعات میوه کیوی. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی. جلد 6، شماره 4. 270-263.
- 4- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1386. آب میوه ها - روش های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره 2685. چاپ اول.
- 5- وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور تولیدات گیاهی، دفتر امور میوه ها، دستورالعمل های فنی، 1388 شناسنامه تصویری کیوی
- 6- Adrovic, F. 2012. Gamma Radiation, InTech, pp 305-320.
- 7- Association Official Analytical Chemists (AOAC). (1998) Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington, USA: AOAC, 1998.
- 8- Barboni, T. Cannac, M and Chiamonti, N. 2010. Effect of cold storage and ozone treatment on

Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, Vol
14 . 1585-1592.

22- Sungsoo, S. and Samuel, C.P . 2010 . Fiber
Ingredients: Food Applications and Health
Benefits. Taylor & Francis, pp. 305-318.

23-United States Department of Agriculture
(USDA).2012 . Kiwi world production and
exports.:www.ers.usda.gov/data/fruitvegphyto/Data/fr-kiwi.xls.

24-Van Hoed, V and et al.2011. Influence of
filtering of cold pressed berry seed oils on their
antioxidant profile and quality characteristics.
Food Chemistry ,127 : 1848-1855 .

25- Zeng, Y.W and et al.2013. Strategies of
functional food for cancer prevention in human
beings.

Archive of SID