اثر روش‌های مختلف استخراج بر روی ویژگی‌های عملکردی بتاگلوکان استخراج شده از جو

زهرا حسینی[۱]، جعفرمحمد زاده میلانی[۲*] و جمشید فرمانی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(تاریخ دریافت: ۹٦/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰۸/۳۰)

چکیده

بتاگلوکان‌ها پلی‌ساکاریدهایی با وزن ملکولی بالا هستند که در دیواره سلولی بسیاری از مخمرها و غلات یافت می‌شوند. اما استخراج آن نیازمند توجه دقیق است زیرا فرایند استخراج ممکن است بر خواص فیزیکوشیمیایی و عملکردی بتاگلوکان استخراج شده تاثیر بسزایی داشته باشد.
هدف از این پژوهش بررسی اثر روش‌های مختلف استخراج بتاگلوکان (روش‌های آب داغ، قلیایی و آنزیمی) بر ویژگی‌های عملکردی بتاگلوکان استخراج شده از جو می‌باشد. برای این منظور، رقم جو مورد نظر از مرکز تحقیقات کشاورزی تهیه شد و استخراج بتاگلوکان با استفاده از روش‌های آب داغ، قلیایی و آنزیمی از جو انجام گرفت. سپس برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و عملکردی آن از جمله بازده استخراج، ظرفیت نگهداری آب، قابلیت امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون، حلالیت و رنگ مورد آزمون قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بتاگلوکان با قابلیت امولسیون کنندگی (۱۵/۷ درصد) و پایداری امولسیون (٤۲/۲۳ درصد) ، ظرفیت نگهداری آب (٤/۱۹درصد)، و بازده استخراج (۲/۷٤ درصد) در روش استخراج با آب داغ بالاترین عملکرد را دارا بود. نتایج آزمون رنگ سنجی نشان داد که بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ در مقایسه با روش قلیایی و آنزیمی از روشنی (L*) بیشتری برخوردار بود. اما میزان حلالیت در نمونه‌های استخراج شده به روش قلیایی بالاتر از نمونه‌های استخراجی به دو روش دیگر بود. در نهایت می توان نتیجه گیری کرد که نمونه های بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ جهت استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی و تولید غذاهای فراسودمند در مقایسه با نمونه های استخراج شده به روش‌های قلیایی و آنزیمی مناسب تر است.

کلید واژگان: بتاگلوکان، جو، بازده استخراج، فیبرهای رژیمی، فیزیکوشیمیایی

* مسئول مکاتبات: jmilany@yahoo.com

۱- مقدمه

دانه‌های غلات بعنوان یک رژیم غذایی اساسی در سراسر جهان استفاده می‌شود. این غلات منبع مهم فیبر رژیمی محسوب می‌شوند و حدود ۵۰ درصد از فیبر کل مصرفی در کشورهای غربی را شامل می‌شوند. درمیان ارقام دانه‌ها، جو و یولاف، غنی‌ترین منبع فیبر محلول بویژه بتاگلوکان هستند [۱].

جو با نام علمی Hordeum vulgare L یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین غلاتی است که از گذشته‌های دور تا به امروز به عنوان منبع غذایی بسیار مهم در بسیاری از نقاط دنیا نظیر خاورمیانه، آفریقای شمالی و جنوبی، شرق اروپا و در آسیا درکشورهایی نظیر ژاپن، هند و کره استفاده می‌شده است [۲].

در سالیان اخیر، دانه جو به عنوان ترکیبی غذا دارو بسیار اهمیت یافته و به عنوان دانه غذایی مناسب جهت استفاده در ژریم غذایی شناخته شده است، به این دلیل که حاوی مقادیر بسیار زیادی فیبر محلول از جمله بتاگلوکان می باشد [۳، ٤].

بتاگلوکان یک پلی ساکارید خطی، بدون انشعاب ، غیر نشاسته‌ای و محلول در آب است که از لحاظ ساختاری در دیواره سلول‌های آندوسپرم و لایه آلرون دانه‌های غلاتی همچون جو، یولاف، چاودار، گندم و در دیواره سلولی قارچ‌ها و مخمرها وجود دارد. به طور معمول مقدار بتاگلوکان در دانه کامل جو و یولاف حدود ۷-۳٪ است [٥، ٦]. بتاگلوکان پلیمری از واحدهای گلوکز است که این واحدها به وسیله اتصالات بتا (۱-۳) (۱-٤) به هم متصل شده‌اند. با توجه به اینکه اتصالات نوع بتا توسط آنزیم‌های موجود در دستگاه گوارش انسان هضم نمی‌شوند، از این رو بتاگلوکان در ردیف فیبرهای رژیمی محلول در آب طبقه‌بندی می‌شود [٥ ، ٦].

پژوهش‌های اخیر نشان داده است که بتاگلوکان غلات از جمله بتاگلوکان جو باعث کاهش کلسترول LDL خون شده و در کنترل میزان قند خون و پاسخ انسولین موثر است که همین امر باعث کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی و دیابت نوع دوم می‌شود. در همین راستا نیز سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) تأثیر بتاگلوکان را در کاهش بیماری‌های قلبی - عروقی تأیید کرده است به طوری که مصرف روزانه ۳ گرم بتاگلوکان در رژیم غذایی در کاهش کلسترول خون و کاهش بیماری های قلبی - عروقی موثر است و اجازه داده‌است که به فرآورده‌های حاوی جو و یولاف، کاهنده خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی اطلاق شود [۷].

با توجه به این که بتاگلوکان باعث افزایش ویسکوزیته محلول‌ها شده و توانایی تشکیل ژل نیز دارد، می‌توان به عنوان عامل قوام دهنده جهت بهبود بافت و ویژگی‌های رئولوژیکی فرآورده‌ها در فرمولاسیون بسیاری از فرآورده‌های غذایی به منظور تولید غذای عملگرا بهره برد و یا اینکه از آن به عنوان مقلد چربی در تولید فرآورده‌های کم چرب استفاده نمود [٥]. همانطور که اشاره شد بسیاری از کارخانجات صنایع غذایی کشور جهت بهبود کیفیت محصولات خود نیاز به اجزای غذایی از جمله امولسیفایرها، کف کننده‌ها، اتصال دهنده‌ها، حجم دهنده‌ها و... دارند که بیشتر آن را با صرف ارز از طریق واردات تامین می‌نمایند [۸]. با توجه به خصوصیات عملکردی ذکر شده برای بتا گلوکان، می‌توان استفاده از آن را برای انواع فرمولاسیون مواد غذایی امیدبخش متصور بود.

اما استخراج و خالص سازی بتاگلوکان از جو، یک فرایند پیچیده است و نیاز به توجه ویژه‌ای به بازده و ویژگی‌های عملکردی آن دارد [۱].

روش‌های مختلفی جهت استخراج بتاگلوکان توسط پژوهشگران مختلف ارایه شده است که از آن جمله

می‌توان به روش استخراج با آب داغ و استخراج آنزیمی توسط ایراکلی و همکاران (۲۰۰٤)، استخراج با حلال توسط باتی و همکاران (۱۹۹۳) و استخراج به روش قلیایی توسط وی و همکاران (۲۰۰٦) اشاره نمود [۹ ، ۱۰ ، ۱۱]. در روش‌های مذکور اغلب از آنزیم های مختلف نظیر آلفا آمیلاز و پروتئاز جهت افزایش خلوص بتاگلوکان استفاده شده است. باید به این نکته توجه داشت که تغییری اندک در روش استخراج باعث ایجاد تغییرات در ویژگی های بتاگلوکان (ویسکوزیته، کف زایی، امولسیون کنندگی و غیره) حاصل می گردد. از این رو محققین ویژگی های فیزیکوشیمیایی و عملکردی بتاگلوکان استخراج شده از منابع مختلف را مورد بررسی قرار داده اند [۵]. در همین راستا امیری عقدایی و همکاران (۱۳۸۹)، ضمن بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیک بتاگلوکان استخراج شده از جو بدون پوشینه به دو روش آب داغ و اسیدی، مشاهده کردند که از نظر ویژگی های عملکردی، بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ در مقایسه با روش اسیدی به دلیل دارا بودن میزان خلوص بیشتر خاصیت جذب آب، کف کنندگی، پایداری کف و روشنی (L*) بیشتری نشان داد [۵]. از سویی دیگر احمد و همکاران (۲۰۰۹) بازده استخراج چهار روش آنزیمی، اسیدی، قلیایی و آب داغ را جهت استخراج بتاگلوکان از جو مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که روش آب داغ در مقایسه با سایر روش ها بازده استخراج بیشتری داشت [۱۲]. همچنین احمد و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه ویژگی های عملکردی بتاگلوکان استخراج شده به سه روش اسیدی، قلیایی، آنزیمی دریافتند که روش استخراج آنزیمی بهترین روش برای استخراج بتاگلوکان می‌باشد، زیرا نه تنها بیشترین عملکرد و بازده را داشت، بلکه بیشترین میزان نشاسته، چربی و پنتوزان را در طول استخراج صمغ بتاگلوکان حذف کرد [۱]. با توجه به اینکه شرایط استخراج ممکن است بر خواص فیزیولوژیکی و عملکردی بتاگلوکان استخراج شده تاثیر بگذارد، لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر روش‌های مختلف استخراج (آب داغ، قلیایی، آنزیمی) بر روی خواص بتاگلوکان که دارای عملکردهای صنعتی حیاتی است، برنامه‌ریزی شده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱-آماده سازی نمونه

نمونه های جو از مراکز تحقیقات کشاورزی تهیه شدند. جهت تهیه آرد، پس از تمیز کردن و جداسازی اجسام خارجی با آسیاب آزمایشگاهی آرد شده و از الک عبور داده شدند. پس از آن در بسته های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به رطوبت بسته بندی و در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شدند.

۲-۲- استخراج بتاگلوکان

فیبر رژیمی بتاگلوکان به سه روش مختلف از آرد جو استخراج شد. در روش اول، استخراج آبی از آب مقطر با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد، در روش دوم، استخراج قلیایی از NaOH ۱ مولار استفاده شد [۱۲]، و در روش سوم، استخراج انزیمی از آنزیم‌های آلفاآمیلاز و پروتئاز برای استخراج استفاده شد [۱]. مراحل مختلف روش‌های استخراج در زیر نشان داده شده است.

استخراج آب داغ

۲۵ گرم آرد

↓

اختلاط آرد با آب مقطر گرم (۵۵ درجه) به نسبت ۱به ۱۰

↓

تنظیم pH محلول حاصل در حدود ۱۰ با استفاده NaOH ۱ مولار واختلاط آن روی همزن مغناطیسی دردمای ۵۵ درجه به مدت ۳۰ دقیقه

↓

سانتریفوژکردن مخلوط مرحله قبل با دور ۱۵۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه

↓

تنظیم مایه رویی حاصل از سانتریفوژ تا pH ٤/٥ با استفاده از اسیدکلریدریک ۲ مولار و همزن به مدت۳۰ دقیقه دردمای ۵۵ درجه سانتی

↓

سانتریفوژکردن مخلوط با دور ۱۸۰۰۰g به مدت۲۰ دقیقه

↓

مخلوط مایه رویی با اتانول ۸۰ درصد به نسبت مساوی و نگهداری به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط

↓

سانتریفوژ کردن با دور ٤۰۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه در دمای٤ درجه سانتی گراد

↓

خشک کردن رسوب حاصل با استفاده از خشک کن انجمادی

استخراج قلیایی

۲۵ گرم آرد

↓

ریفلاکس کردن آرد با اتانول ۸۰٪ به مدت ٦ ساعت

↓

سانتریفوژ و خشک کردن رسوب حاصل در آون ٤۰ درجه سانتی‌گراد

↓

اختلاط رسوب خشک شده با NaOH ۱ مولار به نسبت ۱به ۱۰ و همزن به مدت ۹۰ دقیقه دردمای ٤۵ درجه سانتی گراد

↓

سانتریفوژکردن مخلوط مرحله قبل با دور ۱۵۰۰۰g به مدت۲۰ دقیقه در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد

↓

اختلاط رسوب حاصله با NaOH ۱ مولار به نسبت ۱به ۳ و همزن به مدت۳۰ دقیقه دردمای ۵۵ درجه سانتی گراد

↓

سانتریفوژکردن مخلوط با دور ۱۸۰۰۰ g به مدت۲۰ دقیقه در دمای ٤۰ درجه سانتی گراد

↓

تنظیم مایه رویی حاصل از سانتریفوژ تا pH ۷ با استفاده از اسید سیتریک

↓

سانتریفوژکردن مخلوط با دور ۲۱۰۰۰g به مدت ۲۵ دقیقه

↓

مخلوط مایه رویی با اتانول ۸۰ درصد به نسبت مساوی و نگهداری به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط

↓

سانتریفوژ کردن با دور ٤۰۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه در دمای٤ درجه سانتی گراد

↓

خشک کردن رسوب حاصل با استفاده از خشک کن انجمادی

استخراج آنزیمی

۲۵ گرم آرد

↓

ریفلاکس کردن آرد با اتانول ۸۰٪ به مدت ٦ ساعت

↓

سانتریفوژ و خشک کردن رسوب حاصل در آون ٤۰ درجه سانتی‌گراد

↓

اختلاط رسوب خشک شده با NaOH ۱ مولار به نسبت ۱به ۷ و همزن به مدت ۹۰ دقیقه دردمای ٤۵ درجه سانتی گراد

↓

سانتریفوژکردن مخلوط مرحله قبل با دور ۱۵۰۰۰g به مدت ۲۰دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

↓

تنظیم مایه رویی حاصل از سانتریفوژ تا pH ۷ با استفاده از اسید سیتریک

↓

تیمار محلول حاصل با الفا آمیلاز مقاوم ب حرارت و نگهداری درانکوباتور به مدت ۳ ساعت در دمای ٤۰ درجه سانتی‌گراد

↓

سانتریفوژکردن مخلوط مرحله قبل با دور ۱۵۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه

↓

تیمار مایه رویی با آنزیم پروتئاز و نگهداری درانکوباتور به مدت ۳ ساعت در دمای ۳۷درجه سانتی‌گراد

↓

سانتریفوژکردن مخلوط با دور ۲۲۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد

↓

مخلوط مایه رویی با اتانول ۸۰ درصد به نسبت ۱ به ۲ و نگهداری به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط

↓

سانتریفوژ کردن با دور ٤۰۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه در دمای٤ درجه سانتی گراد

↓

خشک کردن رسوب حاصل با استفاده از خشک کن انجمادی

۲-۳- ترکیب شیمیایی نمونه‌ها

به منظور اندازه‌گیری رطوبت و خاکستر نمونه‌های آرد و کنسانتره بتاگلوکان استخراج شده از روش‌های استاندارد (AOAC، ۲۰۰۵) [۱۳]، استفاده شد. پروتئین و چربی نمونه-ها به ترتیب با استفاده از روش کلدال وسوکسله اندازه‌گیری شد. میزان نشاسته نیز به روش پلاریمتری محاسبه شد.

۲-٤- بازده استخراج

به منظور به دست آوردن بازده استخراج از روش جیامیان‌گون و همکاران (۲۰۰۵) استفاده شد. بازده استخراج بتاگلوکان از رابطه زیر تعیین شد [١٤].

بازده استخراج (٪) = (مقدار گرم بتاگلوکان / مقدار گرم آرد جو) × ۱۰۰

۲-۵- حلالیت

مطابق روش بتانکور- آنکونا (۲۰۰۳)، پس از تهیه ۹۰ میلی لیتر محلول ۱درصد w/v از هر بتاگلوکان، نمونه به سه قسمت حجمی مساوی تقسیم، سپس هر یک به طور جداگانه در حمام آب گرم ۳۰، ٦۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت و به طور مداوم هم زده شدند. سپس با دور g ۸۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند، در ادامه مقدار ۱۰میلی‌لیتر از محلول زلال فوقانی هر نمونه به آون ۱۲۵درجه انتقال داده شد تا به وزن ثابت برسد. در نهایت از رابطه زیر برای تعیین درصد حلالیت در دماهای مختلف استفاده شد [۱۵].

حلالیت (٪) = (وزن نهایی پس از خشک کردن / وزن اولیه نمونه) ×۱۰۰

۲-٦-اندازه‌گیری ظرفیت جذب آب

برای اندازه‌گیری ظرفیت جذب آب صمغ استخراج شده ۲۰۰ میلی‌گرم صمغ بتا-گلوکان در ۲۰میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۳ ساعت حل شد. ژل تشکیل شده به فالکون منتقل و به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ شد (شتاب g ۱٤۰۰۰ و دمای ۲۵ °C به مدت ۳۰ دقیقه). سپس فاز بالایی که همان آب باند نشده بود، خارج شد و فاز پایینی ابتدا وزن و سپس در آون قرار داده شد (دمای ۱۲۰°C ، ۲ ساعت). ظرفیت جذب آب از تفریق وزن فاز پایینی قبل و بعد از آون به دست آمد و برای ۱ گرم صمغ گزارش شد [۱۲، ۱٦، ۱۷].

۲-۷-ویژگی های امولسیونی

ویژگی‌های امولسیونی بوسیله روش اسریداران و همکاران (۲۰۱۲) تعیین شد. ۵ میلی لیتر از محلول بتا گلوکان با ۵ میلی لیتر روغن آفتابگردان مایع توسط هموژنایزر با دور rpm ۲۰۰۰۰ به مدت ۱ دقیقه هموژن گردید. امولسیون فوق سپس در g ۱۱۰۰به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ شد. در نهایت ارتفاع لایه امولسیفایر شده و محتوی کل موجود در لوله تعیین شد. قابلیت امولسیونی از طریق معادله زیر محاسبه شد

قابلیت امولسیونی (٪) = (ارتفاع لایه امولسیونی / ارتفاع کل محتویات لوله) × ۱۰۰

پایداری امولسیون نیز از طریق حرارت دادن امولسیون برای ۳۰ دقیقه در ۸۰ درجه سانتی گراد و سانتریفوژ کردن به مدت ۵ دقیقه در g ۱۱۰۰ تعیین شد [۱۸].

پایداری امولسیونی (٪) = (ارتفاع لایه امولسیونی بعد از حرارت دهی / ارتفاع لایه امولسیونی قبل از حرارت دهی) × ۱۰۰

۲-۸-رنگ سنجی

به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های رنگی نمونه‌های بتاگلوکان استخراج شده از جو از دستگاه رنگ‌سنج استفاده شد. به طوریکه اندیس * L بیانگر روشنی (۱۰۰ - ۰) نمونه، اندیس *b+گرایش به زردی و اندیس* a + گرایش به قرمزی و نمونه‌ها می‌باشد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-ترکیب شیمیایی آرد جو

در طول استخراج بتاگلوکان از آرد جو ، پروتئین و نشاسته بعنوان مهم‌ترین ناخالصی‌ها در آرد دیده شد (جدول ۱). این ناخالصی‌ها در انتخاب روش استخراج مناسب مهم می‌باشند. به منظور افزایش درجه خلوص بتاگلوکان از آرد جو ، حذف این ناخالصی‌ها با حداکثر مقدار ضروری است. ترکیب شیمیایی آرد جو همان گونه که در جدول ۱ آمده است نشان داد که میزان نشاسته (٥٦/٤٪)، و مقدار پروتئین (۱۲/۱٪) بیشترین میزان در ترکیب آرد جو هستند و با بتاگلوکان غلات در تعامل می‌باشند. عوامل مختلفی که می‌تواند بر بازده و ترکیب بتاگلوکان در یک رقم تاثیر بگذارد کود، آبیاری و ترتیب ژنتیکی است [۱۹].

Table 1 Chemical compositiona of barley flour

Chemical component	Value
Protein (%)	12.1
Ash (%)	1.914
Crude fat (%)	1.99
Starch (%)	56.4
Moisture (%)	8.032

۳-۲- ترکیب شیمیایی بتاگلوکان استخراج شده به سه روش آب داغ، قلیایی و آنزیمی

ترکیب شیمیایی بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ، قلیایی و آنزیمی در جدول ۲ مشخص شده است. ترکیب اصلی فیبرهای رژیمی موجود در دانه غلات به طور معمول آرابینوزایلان، آرابینوگالاکتان، سلولز، بتاگلوکان، لیگنین و نشاسته مقاوم می باشد . این فیبرهای رژیمی به گروه های محلول و نامحلول درآب طبقه بندی می شوند. از آنجا که بتاگلوکان محلول تأثیر بسزایی در کاهش قند خون و کاهش اندیس گلایسمی دارد، حضور بخش محلول فیبر رژیمی بتاگلوکان در بتاگلوکان استخراج شده و خلوص آن اهمیت فراوانی دارد [۲۰]. همانطور که در جدول ۲ مشخص است مقدار نشاسته در فیبر رژیمی بتاگلوکان بین ۱۲/۳۹٪ تا ۱٤/۲۱٪ بود. بالاترین میزان نشاسته بتا گلوکان در روش استخراج قلیایی مشاهده شد در حالی که کمترین مقدار (۱۲/۳۹٪) در روش استخراج آنزیمی مشاهده شد. این نشان-دهنده ناکارآمدی روش قلیایی در حذف مواد نشاسته‌ای از بتاگلوکان بود. فرآیند استخراج آنزیمی محتویات نشاسته را به دلیل عمل حرارتی پایدار آلفا آمیلاز کاهش داد.

همانطور که انتظار می‌رفت تمام روش‌ها به طور قابل توجهی بخش چربی را حذف کردند. تجزیه اکسیداتیو چربی در حین پردازش و ذخیره سازی اهمیت دارد. این امر ممکن است منجر به تولید ترکیبات تلخ شود از این رو می‌تواند کیفیت محصولی که در آن بتاگلوکان به عنوان ماده عملکردی اضافه می‌شود را پایین بیاورد [۱۹]. مقدار پروتئین در میان نمونه‌ها متفاوت بود و بین ٦/۷۸٪ تا ۷/۵۰٪ بود. بالاترین میزان پروتئین در استخراج با آب داغ برای بتاگلوکان به دست آمد. حذف بیشتر پروتئین در فرآیند استخراج آنزیمی به دلیل فعالیت آنزیم پروتئاز بود. مقدار پروتئین بتاگلوکان ممکن است بر ویژگی‌های عملکردی مختلف محصولی که در آن بتاگلوکان به عنوان ماده عملکردی اضافه شده تاثیر بگذارد [۲۱]. در مورد مقدار مواد معدنی (خاکستر) بتاگلوکان، بالاترین مقدار در فرآیند استخراج آنزیمی سپس استخراج قلیایی مشاهده شد. مقدار رطوبت در نمونه‌های مختلف بین ۷/۰۹٪ تا ۹/۳٦٪ بود.

Table 2 Chemical analysis of β-glucan gum pellets.

Extraction methods	Protein (%)	Ash (%)	Crude fat (%)	Starch (%)	Moisture (%)
Hot warer	7/5	2/41	0/57	12/44	7/14
Alkalin	7/06	3/15	0/43	14/21	9/36
Enzymatic	6/78	3/36	0/51	12/39	7/09

۳-۳- بازده استخراج

بازده صمغ بتاگلوکان نشان دهنده وزن صمغ به دست آمده در ۱۰۰ گرم آرد بود. در مطالعه حاضر، بازده صمغ بین ۱/۲۸٪ تا ۲/۷٤٪ در روش‌های مختلف استخراج بود. بیشترین بازده استخراج ۲/۷٤٪ در روش استخراج با آب داغ به دست آمد سپس بازده ۲/۳٤٪ از طریق استخراج آنزیمی و کمترین بازده ۱/۲۸٪ در روش استخراج قلیایی حاصل شد. این صمغ مقدار کلی بتاگلوکان را نشان نداد. علاوه بر بتاگلوکان، این صمغ دارای چربی، پروتئین، نشاسته و مواد معدنی (خاکستر) نیز بود (شکل ۱).

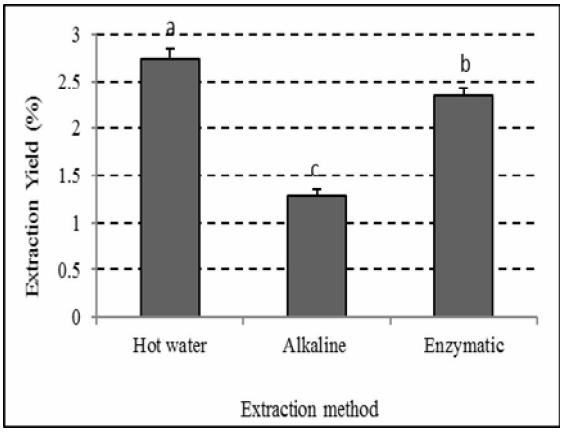

Fig 1 Mean of extraction yield of the extracted β-glucan by different methods

احمد و همکاران (۲۰۰۹)، بازده استخراج چهار روش آنزیمی، اسیدی، قلیایی و آب داغ را جهت استخراج بتاگلوکان از جو مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که روش آب داغ در مقایسه با سایر روش‌ها بازده استخراج بیشتری داشت [۱۲]. با این حال کیالویژی (۲۰۱٤) طی مطالعه خود بر روی استخراج بتاگلوکان از مخمرهای نانوایی تجاری با استفاده از روش‌های استخراج مختلف (آنزیمی، قلیایی، قلیایی-اسیدی)، مشاهده کردند که بازده و بازیافت بتا گلوکان بسیار متفاوت بود و بیشترین بازده بتاگلوکان استخراج شده برای روش آنزیمی به دست آمد [۲۲].

۳-٤- میزان حلالیت

نتایج آنالیز واریانس همانطور که در شکل ۲ مشخص است، نشان داد که با افزایش دما در تمام روش‌های مورد مطالعه، مقدار حلالیت نمونه‌ها افزایش یافت. همچنین بالاترین میزان حلالیت در تمام دماهای مورد مطالعه برای روش قلیایی مشاهده شد. گامل و همکاران (۲۰۱٤) اثر آمیلاز، پروتئاز و لیپاز را روی مقدار حلالیت بتاگلوکان استخراج شده از یولاف و بازه غلظت بتاگلوکان و وزن مولکولی آن را مورد بررسی قرار دادند. مطالعات آنها نشان داد که اضافه کردن لیپاز روی ویسکوزیته و حلالیت بتاگلوکان استخراج شده از یولاف به طور قابل توجهی تأثیر می‌گذارد [۲۳]. حلالیت اجزای فیبرهای رژیمی جو یکی از عوامل تعیین کننده خواص تکنولوژیکی و اثرات سودمند فیزیولوژیکی آن‌ها به شمار می-رود .حلالیت در آب یا استخراج پذیری بتاگلوکان در دیواره سلولی یولاف از جو بیشتر است . ساختار ملکولی این پلی ساکاریدها، ترکیب و ویژگی های دیواره سلولی از جمله عواملی هستند که روی حلالیت بتا گلوکان تأثیر می گذارند.

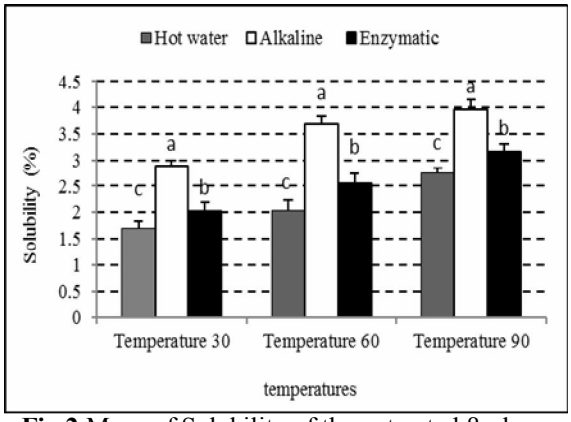

Fig 2 Mean of Solubility of the extracted β-glucan by different methods in 30 ° C, 60 ° C and 90 ° C

۳-۵-ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب فیبرهای رژیمی به وسیله اندازه گیری میزان آب باقیمانده پس از سانتریفوژ کردن آن بدست می‌آید . ویژگی نگهداری آب بتاگلوکان جو دارای اهمیت فراوانی به لحاظ کاربرد در فرمولاسیون مواد غذایی و بهبود بافت، قوام و افزایش عمر ماندگاری فرآورده می باشد. مطابق شکل ۳، ظرفیت جذب آب در محدوده بین ۳/۰۲ تا ٤/۱۹ بود. ظرفیت نگهداری آب بتاگلوکان های استخراج شده به روش آب داغ نسبت به سایر روش‌ها به طور معنی‌داری بیشتر بود این عامل به دلیل خلوص بیشتر بتاگلوکان های استخراج شده به روش آب داغ نسبت به روش‌های دیگر است . به دلیل میزان بالای جذب آب بتاگلوکان استخراج شده به روش آب داغ، می توان از بتاگلوکان حاصل از این روش به عنوان عامل بهبود دهنده بافت، پایدار کننده و جایگزین چربی در فرآورده های غذایی مختلف استفاده نمود. احمد و همکاران، ۲۰۰۹ در تحقیق خود بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب را در روش استخراج اسیدی گزارش کردند [۱۲]. امیری عقدایی و همکاران ۱۳۸۹ در پژوهش خود نشان دادند که بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب در روش استخراج با آب داغ بود [۵]. این ویژگی نگهداری آب در بتاگلوکان آن را به عنوان تثبیت کننده و سنتز کننده در مربا، ژله و مارمالد ایده آل می‌کند.

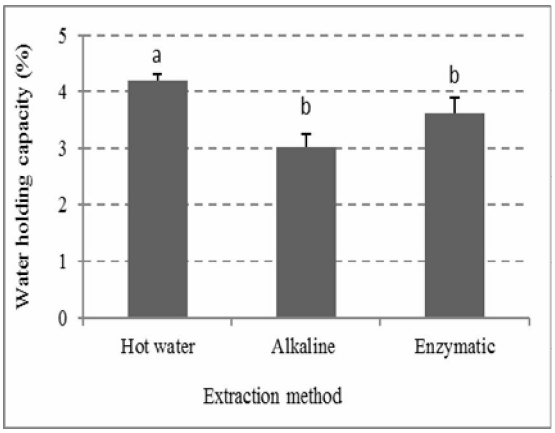

Fig 3 Mean of water holding capacity of the extracted β-glucan by different methods

۳-٦-امولسیون کنندگی

بیشترین و کمترین مقدار امولسیون کنندگی به ترتیب در تیمارهای استخراجی آب داغ و روش قلیایی مشاهده شد (شکل ٤).

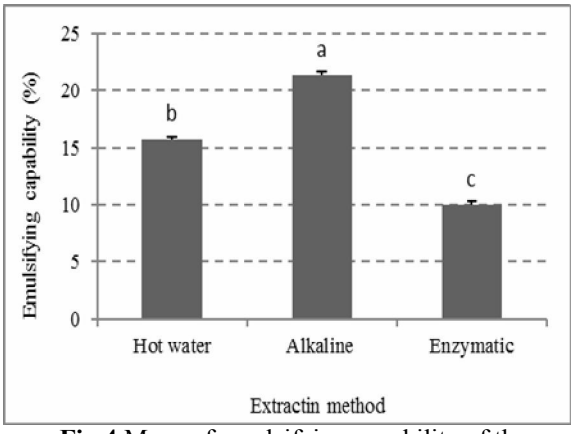

Fig 4 Mean of emulsifying capability of the extracted β-glucan by different methods

اغلب هیدروکلوئیدها می‌توانند به عنوان پایدارکننده امولسیون‌های روغن در آب عمل کنند اما تعداد اندکی از آنها نقش امولسیفایری دارند. بتاگلوکان جو قابلیت پایداری امولسیون را دارد. بتاگلوکان جو فاقد قسمت‌های آبگریز می‌باشد. بنابراین، یک امولسیفایر واقعی نیست بلکه می‌تواند با افزایش گرانروی فاز آبی محلول‌های دیسپرسیون از بهم پیوستن قطرات روغن جلوگیری نموده و باعث پایدار شدن سیستم‌های امولسیونی شود [۲٤].

پایداری امولسیون همانطور که در شکل ۵ مشخص است در روش آب داغ بیشترین میزان را دارد.

اصولا پایداری یک امولسیون به عوامل مختلفی بستگی دارد که مهم‌ترین آن تجمع و بهم آمیختگی ذرات می‌باشد [۲۵].

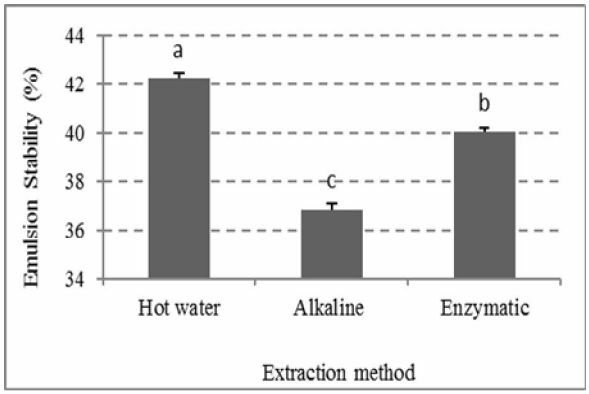

Fig 5 Mean of emulsion stability of the extracted β-glucan by different methods

۳-۷-رنگ سنجی

ویژگی رنگ‌سنجی نمونه‌های استخراج شده با روش‌های مختلف در جدول۳ آمده است. مطابق این جدول بتاگلوکان استخراج شده با روش آب داغ از روشنی (L *) بالاتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار بود و کمترین میزان آن در روش قلیایی مشاهده شد. از لحاظ میزان قرمزی (a *) و زردی (b*) نیز بتاگلوکان استخراج شده به روش قلیایی بالاترین مقدار را دارا بود. از نظر تکنولوژیکی رنگ نمونه های کنسانتره بتاگلوکان استخراجی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است به این دلیل که هنگام افزودن آن به فرمولاسیون مواد غذایی نباید هیچ گونه تغییر نامطلوبی در رنگ فرآورده ایجاد گردد.

Table 3 L* a* b* color profile of β-glucan.

Enzymatic extraction method	Alkaline extraction method	Hot water extraction method	
73/37 ± 0/57 b	69/73 ± 0/42 c	78/10± 0/42 a	Index L*
5/48 ± 0/42 c	7/36 ± 0/39 a	6/35 ± 0/34 b	Index a*
10/08 ± 0/33 b	13/28 ± 0/37a	8/75 ± 0/31 c	Index b*

امیری عقدایی و همکاران ۱۳۸۹، ضمن بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیک بتاگلوکان استخراج شده از جو بدون پوشینه به دو روش آب داغ و اسیدی، بالاتر بودن میزان روشنی (L *) در نمونه‌های استخراجی به روش آب داغ را گزارش کردند [۵]. همچنین احمد و همکاران ۲۰۰۹، در مطالعه خود مشاهده کردند که تمام نمونه های استخراج شده به روش آب داغ مقادیر بالاتر روشنایی (L *) اما قرمزی (a*) و زردی (b*) کمتری داشتند [۱۲].

٤- نتیجه‌گیری

به‌طور کلی در این تحقیق اثرات استخراج بتاگلوکان از جو با روش‌های آنزیمی، قلیایی و آب داغ روی ویژگی‌های عملکردی آن مورد بررسی قرار گرفت. بازده استخراج، ظرفیت نگهداری آب، و قابلیت امولسیونی در روش استخراج آب داغ بالاترین عملکرد را نسبت به سایر روش‌ها به خود اختصاص داد. همچنین بتاگلوکان‌های استخراج شده به روش آب داغ از روشنی بیشتری برخوردار بودند. با توجه به ویژگی‌های مطالعه شده، بتاگلوکان استخراج شده از جو می‌تواند عامل غلیظ کننده

در مواد غذایی مختلف همانند سس و بستنی و عامل تثبیت کننده و سنتز کننده در مواد غذایی مانند مربا باشد.

۵- منابع

[1] Ahmad, A., Anjum, F.M., Zahoor, T., Nawaz, H., Ahmed, Z., (2010). Extraction and characterization of β-D- glucan from oat for industrial utilization. International Journal of Biological Macromolecules, 46 : 304–309.

[2] Newman, C.W., Newman, R.K., (2006). A brief history of barley foods.Cereal Foods World, 51, 4–7.

[3] Braaten, J.T., Wood, P.J., Scott, F.W., Wolynetz, M.S., Lowe, M.K. & Bradley-White, P., (1994). Oat beta-glucan reduces blood cholesterol concentration in hypercholesterolemic subjects. European Journal of Clinical Nutrition, 48(7), 465–474.

[4] Wood, P.J., Braaten, J.T., Scott, F.W., Riedel, K.D., Wolynetz, M.S., & Collins, M.W., (1994). Effect of dose and modification of viscous properties of oat gumon plasma glucose and insulin following anoralglucoseload. British Journal of Nutrition, 72(5), 731–743.

[5] Amiri Oghdai, S. S., Aalami, M., Jafari, S. M., Sadeghi Mahonak, A., (1389). Physicochemical and Rheological Properties of Beta-Glucan Extracted from Hull-Less Barlay. Iranian Journal of Food Science and Technology, 6 (4): 286-296. [in Persian].

[6] Pourmohammadi, K., Aalami, M., Shahedi, M., Sadeghi Mahoonak, A., (1390). Effect of microbial transglutaminase on dough rheological properties of wheat flour supplemented with hull-less barley flour. Journal of Food Science and Technology, 21: 269-279. [in Persian].

[7] FDA. (2005). 21CFRPart101.Food labeling: Health claims; Soluble dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. Federal register.70 (246).

[8] Ghods vali, A., Motamed zadegan, A., (1390). Evaluation of some physicochemical and functional characteristics of Canola sedimentary protein isolate. Processing and food production, 1: 35-44. [in Persian].

[9] Irakli, M., Biliaderis, C.G., Izydorczyk, M.S. & Papadoyannis, I.N., (2004). Isolation, structural features andrheological properties of waterextractable betaglucans from different Greek barley cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84,1170–1178.

[10] Bhatty, R.S., (1993). Extraction and enrichment of (1 - 3)(1 - 4)- b-D-glucan from barley and oat brans. Cereal Chemistry, 70, 73– 77.

[11] Wei, L., Steve, W.C., &Yukio, K.,(2006). Extraction, fractionation structural and physical characterization of wheat beta-D-glucans. Carbohydrate Polymers, 63, 408–416.

[12] Ahmad, A., Anjum, F.M., Zahoor, T., Nawaz, H. & Din, A., (2009). Physicochemical and functional propertise of barley beta glucan as affected by different extraction procedures. International Journal of Food Science and Technology, 44, 181-187.

[13] AOAC, (2005). Official methods for analysis (Vol. II, 15th). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

[14] 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.

[15] Betancur Ancona, D., Lpez Luna, J., Chel Guerrero, L., (2003). Comparison of the chemical composition and functional properties of Phaseolus lunatus prime and tailing starches. Food Chem, 82, 217–225.

[16] Rasti, Sh., Azizi, M, H., Abbasi, S., (1390), Effects of barley β-glucan on some rheological properties of wheat flour, Iranian Journal of Nutrition and Food Technology, 6(4): 51-58. [in Persian].

[17] Wong, K.H., & Cheung, P.C.K., (2004). Dietary fibers from mushroom sclerotia: preparation and physicochemical and functional properties. Journal of Agriculture and FoodChemistry, 53, 9395–9400.

[18] Sridaran, A., Karim, A.A., Bhat, R,. (2012). Pithecellobium jiringa legume flour for potential food applications: Studies on their physico-chemical and functional properties. Food chemistry, 1;130(3):528-35.

[19] Peterson, D.M., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., (1995). Crop Sci, 35: 965–970.

[20] Symons, L.J. & Brennan, C.S. (2004).The effect of barley b-glucan fiber fractions on starch gelatinization and pasting characteristics.Journal of Food Science, 69, 257–261.

[21] Molteberg, E.L., Gjermund, V., Astrid, N. & Wenche, F. (1995). Effects of storage and heat processing on the content and composition of free fatty acids in oats. Cereal Chemistry, 72, 88–93.

[22] Kayalvizhi, V., (2014). Stress Assessment and Management among Rural and Urban Fisherwomen in Puducherry.

[23] Gamel, T.H., Abdel-Aal, E.S.M., Ames, N.P., Duss, R. and Tosh, S.M., (2014). Enzymatic extraction of beta-glucan from oat bran cereals and oat crackers and optimization of viscosity measurement. Journal of Cereal Science, 59(1) :33-40.

[24] Dickinson, E., Radford, S.J. and Golding, M. 2003. Stability and rheology of emulsions containing sodium caseinate: combined effects of ionic calcium and non-ionic surfactant .Food Hydrocolloids ,16: 153-160

[25] McCleary, B. & Codd, R. 1991 Measurement of (1-3),(1-4)-b-D-glucan in barley and oats: Astream lined enzymic procedure. Journal of the Science of Food and Agriculture. 55, 303–312.

[26] Ashraf Khan, A., Gani, A., Masoodi, F.A., Amin, F., Wani, I.A., Khanday, F.A,, Gani, A., (2016). Structural, thermal, functional, antioxidant & antimicrobial properties of β-d-glucan extracted from baker's yeast (Saccharomyces cereviseae)—Effect of γ-irradiation. Carbohydrate Polymers, 20;140:442-50.

The effect of different extraction methods on functional properties of β-glucan extracted from barely

Hoseini, Z.[1], Mohammadzadeh Milani, J.[2*] and Farmani, J.[2]

1. M. Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari

(Received: 2017/08/12 Accepted:2017/11/21)

β-glucans are high molecular weight polysaccharides that are found in the cell wall of many yeasts and cereals. But its extraction requires careful attention because the extraction process can have a significant effect on physiochemical, and functional properties of extracted β-glucan. The aim of this study is investigation of the effect of different methods of β-glucan extraction (hot water, alkaline and enzymatic methods) on the functional properties of extracted β-glucan from barley. For this purpose, the type of barley was provided from the Agricultural Research Center and extraction of β-glucan was carried out using hot water, alkaline and enzymatic methods from the barley. Then, some of its physicochemical and functional properties such as extraction yield, water holding capacity, emulsifying capability and emulsion stability , solubility and color were tested. The results of this study showed that β-glucan with emulsifying capability (15.7 %) and emulsion stability (42.23 %), water holding capacity (4.19 g / g), and extraction yield (2.74%) had highest performance in extraction by hot water method. The results of colorimetric tests showed that extracted β-glucan by the hot water method had more brightness (L *) compared to alkaline and enzymatic methods. But, the solubility in extracted samples by alkaline method was higher than the extracted samples in two other methods. Finally, it can be concluded that use of the extracted β-glucan samples by the hot water method for food formulation and functional food production is more suitable compared to extracted samples by alkaline and enzymatic methods.

Key words: β-glucan, Barley, Extraction Yield, Dietary Fiber, Physiochemical.

* Corresponding Author E-Mail Address: jmilany@yahoo.com