

## بررسی خواص فیزیکی شیمیایی و عملکردی فیبرهای غذایی گندم، چغندر قند و سیب زمینی

محمد قبادی<sup>۱</sup>، محمد جواد وریدی<sup>۲</sup> و مهدی وریدی<sup>۳\*</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۰

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\* مسئول مکاتبه: Email: m.varidi@um.ac.ir

### چکیده

هدف از این تحقیق بررسی و مقایسه خصوصیات فیزیکی شیمیایی و عملکردی فیبرهای غذایی گندم، چغندر قند و سیب زمینی بود. بر این اساس، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی شامل رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر، کربوهیدرات، pH و خصوصیات عملکردی شامل خصوصیات آب‌پوشانی، جذب روغن، فعالیت امولسیون، ترکیبات پلی فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد اندازه گیری قرار گرفت. فیبر گندم به طور معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) دارای بیشترین خصوصیت آب‌پوشانی (ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت جذب آب و خصوصیت تورم) و ظرفیت جذب روغن نسبت به دو نمونه فیبر بود. فیبر چغندر قند به طور معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) دارای بیشترین خصوصیت امولسیون‌کنندگی و آنتی‌اکسیدانی بود. در این مطالعه، فیبر سیب‌زمینی دارای خصوصیات آب‌پوشانی و ظرفیت جذب روغن بیشتر در مقایسه با فیبر چغندر قند و خصوصیت امولسیون‌کنندگی و آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با فیبر گندم بود. فیبر گندم با دارا بودن خصوصیت آب‌پوشانی و ظرفیت جذب روغن مناسب می‌تواند نقش موثری در کاهش از دست دادن آب در طی مراحل نگهداری و بهبود بافت محصول داشته باشد. فیبر غذایی چغندر قند با دارا بودن خصوصیت امولسیون و ویژگی آنتی‌اکسیدانی مناسب می‌تواند علاوه بر پایداری ماده غذایی عملکرد مطلوبی در بهبود ارزش تغذیه‌ای فرآورده غنی‌شده داشته باشد.

**واژگان کلیدی:** خواص فیزیکی شیمیایی، فیبر غذایی، ویژگی‌های عملکردی

### مقدمه

از ترکیباتی نظیر فیبرهای گیاهی که به عنوان فیبر غذایی شناخته می‌شوند، با هدف تولید مواد غذایی کم چرب معمول گردیده است. هیپسل در سال (۱۹۵۳) اولین فردی بود که واژه فیبر غذایی را به عنوان اجزا غیر قابل هضم دیواره سلول‌های گیاهی شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین معرفی کرد (باندن و سانگ سو ۲۰۰۹). دوریس

امروزه استفاده از رژیم غذایی کم چرب در محصولات غذایی با توجه به بروز انواع بیماری‌های مختلف نظیر افزایش کلسترول سرم خون، دیابت، اضافه وزن، بیماری‌های قلبی و عروقی مورد توجه متخصصان تغذیه و پژوهشگران قرار گرفته است. در حال حاضر استفاده

صمغ، پلی‌فروکتوز، پکتین و موسیلاژ که در ترکیباتی مانند صمغ دانه پیسیلیوم و میوه‌ها می‌باشند در دسته‌ی محلول قرار می‌گیرند. فیبرهای محلول در کاهش چربی، قند خون و در پیشگیری از بروز برخی بیماری‌های قلبی-عروقی نقش اصلی را ایفا می‌کنند. فیبرهای نامحلول در کاهش یبوست، سرطان روده و برخی اختلالات دیگر موثر هستند (تیبودین و همکاران ۱۹۹۷).

فیبر گندم پودری سفید رنگ با دانه بندی ریز و خلوص حدود ۹۷ درصد است که قسمت عمده آن (۹۴ درصد) را فیبر نامحلول تشکیل می‌دهد. ترکیبات اصلی این فیبر شامل سلولز، همی‌سلولز و مقدار زیادی لیگنین است. یکی از ویژگی‌های فیبر غذایی گندم تشکیل شبکه فیبری سه-بعدی در محصول نهایی است به طوری که به بهبود بافت و پایداری محصول کمک می‌کند (سانچز آلونسو و همکاران ۲۰۰۷). فیبر چغندر قند به دلیل وجود خصوصیات تغذیه‌ای و خصوصیات عملکردی مناسب امروزه در صنعت مورد توجه است. ترکیبات اصلی این فیبر شامل همی‌سلولز، پکتین، سلولز، پروتئین و به مقدار کمی لیگنین می‌باشد. فیبر چغندر حاوی ۶۸ درصد فیبر غذایی است که از این میزان ۴۸ درصد آنرا فیبرهای نامحلول و ۲۰ درصد آن را فیبرهای محلول تشکیل می‌دهد. حفظ رطوبت، ایجاد بافت مناسب، ایجاد احساس دهانی مطلوب از مهمترین خصوصیات فیبر چغندر می‌باشد. از ویژگی‌های مهم فیبر چغندر عدم وجود اسید فیتیک است (سلگاس و همکاران ۲۰۰۷). فیبر سیب زمینی پودری قهوه‌ای رنگ با دانه‌بندی ریز است که حاوی سلولز، همی‌سلولز، پکتین، نشاسته باقی‌مانده و پروتئین می‌باشد. فیبر سیب زمینی حاوی ۶۹ درصد فیبر غذایی است که از این میزان ۵۶ درصد آنرا فیبرهای نامحلول و ۶ درصد آن را فیبرهای محلول تشکیل می‌دهد (باندر و سیگ ۲۰۰۹). یکی از ویژگی‌های فیبر سیب‌زمینی تشکیل شبکه سه‌بعدی در محصول نهایی است که به بهبود بافت،

و همکاران در سال (۱۹۹۹) فیبرهای غذایی را به عنوان باقی‌مانده بخش خوراکی گیاهان و ترکیباتی که به هضم و جذب در روده کوچک انسان مقاومند تعریف کردند (دوریس و همکاران ۱۹۹۹). فیبرهای غذایی دارای فواید فیزیولوژیک ویژه‌ای در بدن می‌باشند به طوری که بخش عمده‌ای از فعالیت‌های فیزیولوژیک و دینامیک انرژی توسط فیبرهای غذایی تنظیم می‌شوند. دریافت فیبر باعث کاهش خطر بروز بیماری‌های مختلف مانند دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان کولون می‌گردد. از سوی دیگر مصرف محصولات غذایی فاقد فیبر خطر بروز این بیماری‌ها را افزایش می‌دهد (گارئو و همکاران ۲۰۰۷). بررسی‌ها نشان داده است، فیبرهای غذایی با جذب نیتريت و اسیدصفرای نقش موثری در جلوگیری از سرطان، فشار خون بالا و همچنین کاهش میزان تری-گلیسرید خون دارند (گارسیا آلونسو و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به نقش موثر فیبرها در بهبود سلامت جامعه، مصرف ۲۰ تا ۳۵ گرم فیبر خوراکی در روز برای افراد بالغ و همچنین ۵ گرم در روز برای کودکان بیش از ۲ سال از سوی بسیاری از سازمان‌های بین‌المللی پیشنهاد شده است (۲۰۰۲ A.D.A.). علی‌رغم پیشنهاد سازمان‌های بین‌المللی مبنی بر مصرف فیبرهای غذایی، این میزان در بسیاری از کشورها کمتر از حد توصیه شده می‌باشد. در ایالات متحده متوسط مصرف فیبر غذایی برای یک فرد بالغ در حدود ۱۴-۱۵ گرم در روز می‌باشد و به طور متوسط ۷۵ درصد مردم آمریکا کمتر از حد توصیه شده فیبر دریافت می‌کنند. سرانه مصرف در کشورهای اروپایی و آسیایی کمتر از این میزان برآورد شده است (۲۰۰۲ A.D.A.).

فیبرهای خوراکی به دو گروه فیبرهای محلول و نامحلول طبقه بندی می‌شوند. فیبرهای حاوی سلولز، همی‌سلولز و لیگنین که در فیبر جو و گندم وجود دارد در دسته‌ی غیر محلول قرار می‌گیرند. در حالی که فیبرهای حاوی

<sup>1</sup>-American Dietetic Association

<sup>2</sup>-Psyllium

<sup>3</sup>-Residual starch

### اندازه گیری فیبر غذایی کل<sup>۲</sup>

اندازه گیری میزان فیبر غذایی مجموع مطابق با روش واسکوئز اوندو و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد. مطابق این روش ابتدا میزان ۴ گرم فیبر در ۴ ارلن مایر وزن شد ( $W_1$ )، هر ارلن یک گرم). سپس میزان ۵۰ میلی لیتر بافر فسفات (۰/۰۸ مولار، pH=۶) به ارلن مایر اضافه شد. نمونه ها در حمام بخار آب ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شدند. سپس میزان ۰/۱ میلی لیتر آنزیم آلفا آمیلاز (مگازیم- ایرلند) به هر کدام از نمونه ها اضافه شد. نمونه ها در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب نگهداری گردیدند. سپس نمونه ها به سرعت سرد و pH با استفاده از محلول سود ۰/۲۷۵ مول اکی والان/لیتر در ۷/۵ تنظیم شد. نمونه ها در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شدند و ۰/۱ میلی لیتر آنزیم پروتئاز (مگازیم- ایرلند) به هر کدام از ارلن مایرها اضافه شد. سپس نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد گرمخانه گذاری گردیدند. در ادامه، دمای نمونه ها را کاهش داده و pH نمونه ها توسط اسیدکلریدریک ۰/۳۲۵ مول اکی والان/لیتر معادل ۴ تنظیم شد. سپس میزان ۰/۳ میلی لیتر آنزیم آمیلوگلوکوزیداز (مگازیم- ایرلند) به نمونه ها اضافه شد. پس از این مرحله به میزان تقریبی ۴ برابر فیبر، اتانول ۹۵ درصد در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد اضافه و به مدت یک ساعت در حمام آب نگهداری شد. سپس نمونه ها با استفاده از فیلتر خلا صاف شدند. محتویات روی کروزه پیرکس ۳ مرتبه با اتانول ۷۸ درصد، ۲ مرتبه با اتانول ۹۵ درصد و ۲ مرتبه با استون شستشو شد. کروزه در آون ۱۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۹۰ دقیقه قرار داده شد و سپس توزین انجام شد ( $W_2$ ). ۲ کروزه دیگر در کوره ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده و سپس توزین شد ( $W_3$ ). میزان پروتئین خام در

پایداری و کاهش افت چکه<sup>۱</sup> محصول کمک می کند (بارتوکویاک و همکاران ۲۰۰۵).

با توجه به این که شناخت ویژگی های فیزیکی شیمیایی و عملکردی فیبرهای تجاری مختلف نقش مهمی در تعیین کاربردهای تکنولوژیکی آنها دارد، لذا هدف از این تحقیق، بررسی و مقایسه خصوصیات فیزیکی شیمیایی و عملکردی فیبرهای غذایی گندم، چغندر قند و سیب زمینی می باشد که به طور متداول در بازار وجود دارند. بدیهی است یافته های این پژوهش می تواند در انتخاب فیبر مناسب برای یک کاربرد تکنولوژیکی خاص راهگشا باشد.

### مواد و روش ها

#### آماده سازی نمونه

فیبر غذایی گندم از شرکت (ویتاسل- آلمان)، فیبر غذایی چغندر قند از شرکت (فایبرکس - آلمان) و فیبر غذایی سیب زمینی از شرکت (ویتاسل- آلمان) تهیه شد. اندازه ذرات نمونه های فیبر گندم، سیب زمینی و چغندر قند به ترتیب ۱ میلی متر، ۵ میلی متر و ۴۲ میکرومتر بود.

#### ترکیب شیمیایی نمونه

اندازه گیری ترکیبات شیمیایی فیبرها، مطابق با استاندارد AOAC (۲۰۰۰) انجام شد. میزان رطوبت نمونه ها، با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد و مطابق با روش ۹۲۵/۰۹، میزان پروتئین نمونه ها با روش کلدال، مطابق استاندارد ۹۵۰/۴۸، چربی نمونه ها به روش سوکسله و استخراج با پترولیوم اتر، مطابق با استاندارد ۹۶۹/۲۴ و میزان خاکستر نمونه های فیبر با استفاده از کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد مطابق استاندارد ۹۲۰/۱۵۳ اندازه گیری شد. pH محلول ۱۰ درصد نمونه ها با استفاده از دستگاه pH متر (metrohm، مدل ۸۲۷، سوئیس) اندازه گیری شد.

<sup>2</sup> -Total dietary fiber (TDF)

<sup>1</sup> - Drip

صافی مش ریز جدا و باقی‌مانده مرطوب توزین شد. عدد بدست آمده به عنوان وزن مرطوب پس از سانتریفیوژ گزارش گردید. نمونه‌ها در آون ۱۰۵ درجه سانتی-گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک و عدد بدست آمده به عنوان وزن خشک گزارش شد. ظرفیت جذب آب از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{ظرفیت جذب آب} = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن مرطوب بعد از سانتریفیوژ}}{\text{وزن خشک}}$$

رابطه (۳)

### اندازه‌گیری ظرفیت تورم

اندازه‌گیری ظرفیت تورم مطابق با روش ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) انجام گردید. ۰/۱ گرم از نمونه با ۱۰ میلی-لیتر آب مقطر حاوی ۰/۰۲ درصد سدیم آزید در استوانه مدرج ریخته و به مدت ۱۸ ساعت نگهداری شد. ظرفیت تورم فیبر بر اساس میزان حجم ایجاد شده از نمونه فیبر پس از ۱۸ ساعت بر وزن اولیه فیبر محاسبه گردید.

$$\text{ظرفیت تورم (ml/g)} = \frac{\text{حجم بدست آمده از نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}}$$

رابطه (۴)

### اندازه-گیری ظرفیت جذب روغن

ظرفیت جذب روغن به روش لین و همکاران (۱۹۷۴) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۵ گرم نمونه فیبر در لوله سانتریفیوژ توزین گردید. سپس ۲۰ میلی لیتر روغن آفتابگردان به آن اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه تکان داده شد. نمونه‌ها با ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سوپرناتانت جمع آوری و توزین گردید. ظرفیت جذب روغن به روش زیر محاسبه گردید.

$$\text{ظرفیت جذب روغن} = \frac{\text{وزن خشک اولیه} - \text{وزن باقی مانده حاوی روغن}}{\text{وزن خشک اولیه}}$$

رابطه (۵)

### اندازه‌گیری فعالیت و پایداری امولسیون

اندازه‌گیری فعالیت امولسیون به روش واسکوئز اوندو و همکاران (۲۰۰۹) اندازه گیری شد. ۱۰۰ میلی لیتر از محلول آبی حاوی ۲ درصد فیبر با ۱۰۰ میلی لیتر از

محتویات نمونه باقی مانده از طریق روش کجلدال اندازه-گیری شد ( $W_4$ ). وزن نمونه شاهد نیز تعیین گردید ( $W_5$ ). فیبر غذایی کل از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$TDF (g / 100g) = \frac{(W_2 - W_3 - W_4 - W_5)}{W_1} \times 100$$

رابطه (۱)

### اندازه‌گیری فیبر محلول و نامحلول

میزان فیبر نامحلول نمونه ها مطابق با روش واسکوئز اوندو و همکاران (۲۰۰۹) اندازه‌گیری شد. از تفاضل فیبر کل با میزان فیبر نامحلول، مقدار فیبر محلول محاسبه شد.

### اندازه‌گیری ویژگی‌های آب‌پوشانی

#### اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب مطابق با روش ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) انجام شد. یک گرم از نمونه فیبر در استوانه مدرج ریخته شد. سپس ۳۰ میلی لیتر آب دیونیزه همراه با سدیم آزید ۰/۰۲٪ (وزنی/حجمی) به آن اضافه و محلول مورد نظر به مدت ۱۸ ساعت در دمای اتاق نگهداری گردید. محلول توسط توری پارچه ای صاف شد و باقی مانده روی صافی توزین شده و به عنوان وزن مرطوب گزارش گردید. رسوبات مرطوب در آون ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۶ ساعت خشک و وزن خشک آن تعیین گردید. ظرفیت نگهداری آب مطابق با روش زیر محاسبه گردید.

$$\text{ظرفیت نگهداری آب} = \frac{\text{وزن باقی مانده خشک} - \text{وزن باقی مانده مرطوب}}{\text{وزن باقی مانده خشک}}$$

رابطه (۲)

### اندازه‌گیری ظرفیت جذب آب

اندازه‌گیری ویژگی جذب آب مطابق با روش ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) انجام شد. یک گرم از نمونه در لوله مخصوص سانتریفیوژ توزین گردید. ۳۰ میلی لیتر آب مقطر حاوی ۰/۰۲٪ (وزنی/حجمی) سدیم آزید به نمونه‌ها اضافه و به مدت ۱۸ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. سپس نمونه‌ها با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از آن سوپرناتانت با استفاده از

### تجزیه و تحلیل آماری

کلیه داده‌های بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SPSS version 20 آنالیز شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ( $\alpha=0/05$ ) استفاده شد. کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد.

### بحث و نتایج

#### ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی نمونه‌ها در جدول ۱ گزارش شده است. بین مقدار کربوهیدرات نمونه فیبر چغندر قند، گندم و سیب زمینی اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت ( $P > 0/05$ ). میزان رطوبت ۳ نمونه با یکدیگر اختلاف آماری معنی داری داشت ( $P < 0/05$ ). این اختلاف می‌تواند احتمالاً به دلیل فرآیند اعمال شده بر روی نمونه‌ها و اختلاف ساختار شیمیایی آنها باشد. پروتئین ۳ نمونه با یکدیگر اختلاف آماری معنی داری داشت ( $P < 0/05$ ) و این میزان در چغندر قند بیشتر از نمونه فیبر گندم و فیبر سیب زمینی بود. این یافته با نتایج باندر و سیگ (۲۰۰۹) مطابقت داشت. آنها در طی مطالعات خود مشاهده کردند که فیبر چغندر قند درصد بیشتری پروتئین نسبت به نمونه فیبر گندم، سیب زمینی و فیبر مرکبات داشت. باندر و سانگ سو (۲۰۰۹) دریافتند که فیبر چغندر قند حاوی ۱۵-۱۳ درصد پروتئین، ۸-۳ درصد خاکستر و کمتر از ۲ درصد چربی بود. واسکوئز اوندو و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی فیبر تهیه شده از گیاه چایا پرداختند. آنها نیز در طی مطالعات خود مشاهده کردند که با افزایش فیبر، کاهش محسوسی در میزان پروتئین و خاکستر دیده شد. بعلاوه این محققین کاهش در اندازه ذرات معدنی باقی مانده در دانه را دلیل این پدیده برشمردند. حضور فیبرهای غذایی با میزان پروتئین بالا می‌تواند نقش موثری در افزایش ارزش تغذیه‌ای آنها داشته باشد (فرناندز گینس و

روغن آفتابگردان توسط دستگاه هموژنایزر (Ultra-Turrax، مدل T25، شرکت IKA، آلمان) با ۱۲۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه مخلوط گردید. محلول حاصله در لوله سانتریفیوژ ریخته و پس از ۲ دقیقه، میزان حجم امولسیون اندازه‌گیری شد. فعالیت امولسیون‌کنندگی به عنوان حجم لایه امولسیون شده (برحسب میلی لیتر) نسبت به حجم کل محاسبه شد. برای محاسبه پایداری امولسیون، ابتدا امولسیون تهیه شده به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. سپس تا دمای اتاق سرد و در ۱۲۰۰ g به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. پایداری امولسیون به صورت حجم لایه امولسیونی باقی مانده (برحسب میلی لیتر) نسبت به حجم کل محاسبه شد.

#### اندازه‌گیری ترکیبات پلی فنلی و قدرت جذب رادیکال

##### آزاد

میزان ترکیبات پلی فنلی با استفاده از روش فولین سیو کالتو و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV2601، شرکت Beijing Rayleigh Analytical Instrument، چین) انجام شد. اعداد بدست آمده مطابق با روش سینگلتون و رسی (۱۹۶۵) در مقیاس اسید گالیک استاندارد سازی شد. اندازه‌گیری قدرت جذب رادیکال آزاد فیبرهای غذایی با استفاده از DPPH به روش ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) انجام گردید. جهت اندازه‌گیری، نمونه‌ها با غلظت (۱٪، ۲٪، ۳٪، ۴٪، ۵٪) (میلی گرم بر میلی لیتر) با یک میلی لیتر از محلول ۰/۲ میلی مولار DPPH ترکیب شد و با اتانول ۹۵٪ به حجم ۴ میلی لیتر رسید. پس از نگهداری به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی، میزان فعالیت آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری گردید. به عنوان شاهد از اتانول ۹۵٪ استفاده شد. اعداد بدست آمده بر اساس  $EC_{50}$  بیان گردید. این عدد نشان‌گر مقداری از آنتی‌اکسیدان است به گونه‌ای که غلظت DPPH به ۵۰ درصد مقدار اولیه برسد (برند ویلیام و همکاران ۱۹۹۵).

داشته باشد ( سانچز آلونسو و همکاران ۲۰۰۷ و یلماز ۲۰۰۵). فیبر غذایی چغندر قند دارای بیشترین ( ۲۴/۱۳ درصد) جزء فیبر محلول بود. حضور ترکیبات محلول موجود در فیبر غذایی چغندر قند نقش موثری در کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، کاهش احتمال بروز بیماری دیابت و چاقی دارد ( تانگند و میر ۲۰۰۲). فیبر نامحلول در فیبر غذایی سیب‌زمینی بیشتر از چغندر قند بود. این یافته توسط نتایج باندر و سیگ (۲۰۰۹) تأیید شد. آنها مشاهده کردند که فیبر سیب‌زمینی حاوی ۶۰ درصد فیبر نامحلول و ۱۴ درصد فیبر محلول است. همچنین آنها بیان کردند، فیبر غذایی سیب‌زمینی حاوی ۱۲ درصد نشاسته مقاوم می‌باشد. این ترکیب هضم پذیری کمی در روده کوچک داشته اما نقش موثری در فعالیت باکتری‌های موجود در روده بزرگ دارد. این عملکرد باعث فعالیت بهتر باکتری‌های روده شده و نقش موثری در کاهش یبوست دارد (بارتوکویاک و همکاران ۲۰۰۵ و باندر و سیگ ۲۰۰۹).

همکاران (۲۰۰۹). pH نمونه‌ها در دامنه ۶-۴ قرار داشت که این یافته با نتایج باندر و سیگ (۲۰۰۹) هماهنگ بود. آنها در طی بررسی‌های خود مشاهده کردند میزان pH برای فیبر گندم بین ۸-۶ و فیبر سیب‌زمینی ۷-۵ بود.

#### فیبر غذایی مجموع، محلول و نامحلول

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، میزان فیبر غذایی کل، فیبر محلول و نامحلول ۳ نمونه با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ). نمونه فیبر گندم حاوی بیشترین میزان فیبر غذایی کل نسبت به فیبر چغندر قند و سیب‌زمینی بود. بعلاوه، این نمونه حاوی بیشترین میزان فیبر نامحلول ( ۸۳/۷۸ درصد ) بود که این یافته را می‌توان به حضور لیگنین و همی سلولوز در ساختار گندم نسبت داد ( منصور و خلیل ۱۹۹۷). فیبر غذایی گندم به دلیل میزان کالری کم و حضور بخش زیادی از ترکیبات نامحلول می‌تواند نقش موثری در کاهش بیماری‌های روده‌ای و کاهش ابتلا به سرطان

جدول ۱- ترکیب شیمیایی فیبرهای غذایی (بر حسب درصد)

pH	خاکستر (%)	رطوبت (%)	کربوهیدرات (%)	چربی (%)	پروتئین (%)	نمونه فیبر
۶/۱۰ ± ۰/۰۴ <sup>a</sup>	۲/۶۹ ± ۰/۱۰ <sup>b</sup>	۵/۴۶ ± ۰/۰۹ <sup>c</sup>	۸۰/۰۵ ± ۰/۶۱ <sup>a</sup>	۶/۱۴ ± ۰/۵۹ <sup>a</sup>	۵/۶۴ ± ۰/۰۱ <sup>c</sup>	فیبر گندم
۴/۰ ± ۱۳/۰۱ <sup>c</sup>	۳/۰ ± ۷۰/۰۸ <sup>a</sup>	۶/۹۴ ± ۰/۷ <sup>b</sup>	۷۶/۰ ± ۷۴/۳۶ <sup>a</sup>	۲/۰ ± ۵۷/۳۹ <sup>b</sup>	۱۰/۰ ± ۰/۲/۰۴ <sup>a</sup>	فیبر چغندر قند
۵/۱۳ ± ۰/۰۴ <sup>b</sup>	۳/۵۱ ± ۰/۳۸ <sup>a</sup>	۸/۷۷ ± ۰/۱۱ <sup>a</sup>	۷۶/۱ ± ۳۸/۴۵ <sup>a</sup>	۳/۶۲ ± ۰/۲۹ <sup>b</sup>	۷/۷۰ ± ۰/۶۷ <sup>b</sup>	فیبر سیب‌زمینی

\* حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) می‌باشند.  
\* اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده اند.

جدول ۲- درصد فیبر کل، محلول و نامحلول در سه نوع فیبر غذایی (بر حسب درصد)

نمونه فیبر	فیبر محلول (%)	فیبر نامحلول (%)	فیبر کل (%)
فیبر گندم	۱/۰ ± ۷۷/۴۶ <sup>c</sup>	۸۳/۰ ± ۷۸/۵۳ <sup>a</sup>	۸۵/۰ ± ۵۵/۲۱ <sup>a</sup>
فیبر چغندر قند	۲۴/۰ ± ۱۳/۸۹ <sup>a</sup>	۴۳/۳۵ ± ۰/۴۷ <sup>c</sup>	۶۷/۰ ± ۴۸/۲۴ <sup>b</sup>
فیبر سیب‌زمینی	۶/۰ ± ۸۱/۸۶ <sup>b</sup>	۵۲/۴۳ ± ۰/۵۶ <sup>b</sup>	۵۹/۰ ± ۲۴/۳۲ <sup>c</sup>

\* حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) می‌باشند.  
\* اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده‌اند.

### ویژگی‌های آب‌پوشانی

ویژگی آب‌پوشانی شامل توانایی یک فیبر در جذب و نگهداری آب می‌باشد. فیبر با ویژگی آب‌پوشانی بیشتر باعث بهبود ویسکوزیته ماده غذایی می‌شود (فیگورلا و همکاران ۲۰۰۵). قدرت جذب آب یک فیبر به ترکیبات ساختاری، ویژگی‌های فیزیکی، تخلخل و اندازه ذرات موجود بستگی دارد (منصور و خلیل ۱۹۹۷ و لاریو و همکاران ۲۰۰۴). معمولا فیبرهای با قدرت جذب آب بالا، کاربرد بیشتری در فرمولاسیون مواد غذایی دارند. این عملکرد به دلیل نقش آن در کاهش از دست دادن آب طی مراحل نگهداری، تغییرات بافتی و افزایش ویسکوزیته می‌باشد. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بین ویژگی آب‌پوشانی نمونه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) مشاهده شد. فیبر گندم دارای ویژگی‌های آب‌پوشانی (ظرفیت نگهداری، ظرفیت جذب آب و قدرت تورم زایی) بیشتری نسبت به ۲ نمونه دیگر بود. نتایج بدست آمده مشابه یافته لوپز و همکاران (۱۹۹۶) بود. آنها بیان کردند که حضور لیگنین، همی سلولز و تخلخل مناسب در فیبر گندم باعث بهبود خصوصیات آب‌پوشانی شد. این نتیجه مشابه یافته سانچز آلونسو و همکاران (۲۰۰۷) بود. آنها در طی تحقیقات خود مشاهده کردند که حضور سبوس گندم که حاوی مقدار زیادی فیبر بود نقش موثری در نگهداری و جذب آب نمونه گوشت ماهی بازفرآوری شده داشت. فیبر غذایی چغندر قند دارای ویژگی‌های آب‌پوشانی ضعیف‌تری نسبت به نمونه‌های دیگر بود. این یافته مشابه نتیجه باندر و سیگ (۲۰۰۹) بود. آنها بیان کردند، اندازه ذرات و تغییرات یون‌های موجود در چغندر قند در اثر عبور از رزین‌های یونی نقش مهمی در کاهش ویژگی‌های آب‌پوشانی فیبر چغندر قند داشت. این محققین مشاهده کردند، کاهش اندازه ذرات از ۵۰ میکرومتر به ۲۰۵ میکرومتر باعث کاهش ویژگی‌های آب‌پوشانی نمونه شد. علاوه بر این، عبور فیبر چغندر قند از رزین‌های یونی جهت خالص سازی فیبر، باعث کاهش میزان یون  $H^+$  و جایگزینی با یون کلسیم و در نتیجه

کاهش ویژگی‌های آب‌پوشانی فیبر چغندر قند شد (باندر و سیگ ۲۰۰۹ و باندر و سانگ سو ۲۰۰۹). خصوصیات آب‌پوشانی فیبر غذایی سیب‌زمینی در جدول شماره ۳ ارائه شده است. همانطور که در جدول مشخص است فیبر سیب‌زمینی دارای خصوصیات آب‌پوشانی کمتری نسبت به فیبر گندم بود. باندر و سیگ (۲۰۰۹) در طی مطالعات خود بیان کردند که فیبر غذایی سیب‌زمینی دارای ۱۲ درصد نشاسته مقاوم است، که بخش اعظم آن را آمیلوز تشکیل می‌دهد. آمیلوز با دارا بودن زنجیره‌ی پیوندی مقاوم، باعث کاهش قابلیت هضم و هم چنین ویژگی‌های آب‌پوشانی فیبر سیب‌زمینی شد. آنها دریافتند که جهت افزایش خصوصیات آب‌پوشانی باید میزان نشاسته مقاوم کاهش یابد (باندر و سانگ سو ۲۰۰۹).

### ظرفیت جذب روغن

یکی دیگر از ویژگی‌های عملکردی فیبرها جذب و نگهداری روغن می‌باشد. چگالی، ضخامت و اندازه سطح ذرات از عوامل موثر در جذب روغن می‌باشد (چائو و هانگ ۲۰۰۳). همانطور که در جدول ۳ ارائه شده است، فیبر گندم دارای بیشترین و فیبر چغندر قند دارای کمترین ظرفیت جذب روغن بود ( $P < 0/05$ ). باندر و سیگ (۲۰۰۹) ظرفیت جذب روغن فیبرهای غذایی را بررسی کردند (باندر و سیگ ۲۰۰۹). آنها میزان ظرفیت جذب روغن برای فیبر گندم، سیب‌زمینی و چغندر قند را به ترتیب ۶۰٪، ۲۵٪ و ۲۳٪ گزارش کردند. ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) مقدار جذب روغن در فیبرهای محلول و نامحلول را بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که فیبر نامحلول دارای جذب روغن بیشتری نسبت به فیبر محلول بود. آنها این عملکرد را به دلیل ابعاد ذرات، سطح و چگالی بیشتر فیبرهای نامحلول نسبت به فیبر محلول بیان کردند. این محققین همچنین بیان کردند که حضور لیگنین در فیبرهای نامحلول باعث افزایش جذب روغن شد. فیبرهای دارای ویژگی جذب روغن بالا می‌توانند نقش

موثری در پایداری چربی و تشکیل امولسیون فرآورده-های گوشتی داشته باشند (بسباس و همکاران ۲۰۰۷).

### فعالیت امولسیون‌کنندگی و پایداری امولسیون

فعالیت امولسیون‌کنندگی توانایی یک فیبر در تسهیل پخش شدن دو مایع غیر قابل امتزاج در یکدیگر می‌باشد (گائوشانگ و همکاران ۲۰۱۲). همان طور که در جدول ۳ ارائه شده است، فیبر چغندر قند و فیبر سیب‌زمینی دارای ظرفیت امولسیون‌کنندگی بیشتری نسبت به نمونه گندم بود ( $P < 0.05$ ). ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که فیبرهای حاوی ترکیبات محلول دارای فعالیت امولسیون‌کنندگی بیشتری نسبت به فیبرهای حاوی ترکیبات نامحلول هستند. آنها مهمترین عامل در تغییرات ویژگی‌های امولسیون‌کنندگی را میزان پروتئین دانستند. لذا احتمالاً در این پژوهش نیز حضور ۱۰ درصد پروتئین در چغندر قند و ۷ درصد از این ترکیب در فیبر سیب‌زمینی

باعث بهبود خصوصیات امولسیون‌کنندگی در این فیبرها نسبت به نمونه گندم شده است. پایداری امولسیون توانایی حفظ امولسیون و مقاومت آن در برابر شکست است (گائوشانگ و همکاران ۲۰۱۲). همانطور که در جدول ۳ ارائه شده است میزان پایداری امولسیون نمونه-ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ). فیبر چغندر قند بیشترین و فیبر گندم کمترین پایداری امولسیونی را نشان داد. پایداری امولسیونی تحت تاثیر میزان پروتئین، pH، نسبت حجم دو فاز، دما، اندازه ذرات و ویسکوزیته قرار دارد (کارلسکیند و همکاران ۱۹۹۶). این ویژگی می‌تواند نقش موثری در زمان ماندگاری یک محصول غذایی و ویژگی امولسیونی آن داشته باشد. فیبرهای با ویژگی امولسیونی مناسب می‌توانند در جذب اسیدهای صفاوی و کاهش کلاسترول موجود در خون نقش موثری ایفا کنند (لوپز و همکاران ۱۹۹۷).

جدول ۳- خصوصیات عملکردی فیبرهای غذایی

نمونه فیبر	ظرفیت نگهداری آب (gr/gr)	ظرفیت جذب آب (gr/gr)	ظرفیت تورم (ml/gr)	ظرفیت جذب روغن (gr/gr)	ظرفیت امولسیونی (%)	پایداری امولسیونی (%)
فیبر گندم	۹/۰±۹۰/۰۱ <sup>a</sup>	۸/۰±۰۷/۷۰ <sup>b</sup>	۱۱/۱±۱۹/۶۹ <sup>a</sup>	۲/۰±۲۲/۲۱ <sup>a</sup>	۰/۰±۲۶/۱۰ <sup>a</sup>	۶/۰±۶۰/۴۳ <sup>c</sup>
فیبر چغندر قند	۷/۰±۸۹/۲۸ <sup>b</sup>	۶/۰±۷۰/۰۵ <sup>a</sup>	۶/۰±۶۴/۲۲ <sup>a</sup>	۱/۰±۳۴/۱۶ <sup>b</sup>	۰/۰±۷۸/۰۹ <sup>b</sup>	۸۱/۰±۸۱/۲۵ <sup>a</sup>
فیبر سیب‌زمینی	۸/۰±۳۷/۳۲ <sup>b</sup>	۷/۰±۱۷/۰۹ <sup>ab</sup>	۹/۰±۳۷/۶۰ <sup>ab</sup>	۱/۰±۵۶/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۰±۸۰/۱۷ <sup>b</sup>	۴۶/۰±۸۶/۰۴ <sup>b</sup>

\* حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) می‌باشند.

\* اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده‌اند.

### ترکیبات پلی‌فنلی و جذب رادیکال آزاد

فیبرهای غذایی علاوه بر ترکیبات پلی‌ساکاریدی حاوی ترکیبات غیر کربوهیدراتی نیز می‌باشند که از جمله می‌توان به لیگنین، متانول، اسید استیک و اسید فنولیک اشاره کرد (باندرو و سانگ سو ۲۰۰۹). بسیاری از محققان مطالعات خود را عمدتاً روی خصوصیات فیزیکی-شیمیایی ترکیبات پلی‌ساکاریدی فیبرهای رژیمی متمرکز کرده‌اند و ترکیبات زیست‌فعال کمتر مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است (ناوارو گونزالس و همکاران

۲۰۱۱). فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی نمونه فیبر چغندر قند، سیب‌زمینی و گندم در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که فیبر چغندر قند دارای ترکیبات پلی‌فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به دو نمونه دیگر بود ( $P < 0.05$ ). بررسی منابع نشان داد که فیبر چغندر دارای (۱/۴۴۳ mg GAE/100) ترکیبات فنلی بود، که این میزان بیشتر از فیبرهایی مانند پرتقال (۰/۵۱ mg GAE/100) (گاراو و همکاران ۲۰۰۷) و فیبر لیمو (۰/۱۳۵ mg GAE/100) (لاراری و همکاران ۱۹۹۶)



\* اعداد به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار نشان داده شده‌اند.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق می‌توان عنوان کرد که فیبرهای گندم، چغندر قند و سیب زمینی دارای خصوصیات فیزیکی شیمیایی متفاوتی می‌باشد. مقدار فیبر محلول و نامحلول نقش موثری در تعیین خصوصیت عملکردی دارد. فیبر گندم که حاوی فیبر نامحلول بیشتری در مقایسه با فیبر چغندر قند و سیب زمینی بود، دارای خصوصیت آب پوشانی (ظرفیت جذب آب، قدرت نگهداری آب، ظرفیت تورم) و ظرفیت نگهداری روغن مناسبی می‌باشد. این ویژگی می‌تواند علاوه بر کاهش از دست دادن آب و بهبود خصوصیات بافت ماده غذایی در افزایش ویسکوزیته محصول غنی شده موثر باشد. فیبر چغندر قند به عنوان محلول‌ترین فیبر علاوه بر خصوصیت تغذیه ای دارای ویژگی امولسیون مناسب و فعالیت آنتی-اکسیدانی می‌باشد که می‌تواند علاوه بر بهبود زمان ماندگاری نقش موثری در افزایش سلامت بخشی فرآورده داشته باشد. فیبرها اثرات عملکردی مذکور را به صورت خالص و در مقایسه با هم دارند، ولی در هنگام افزوده شدن به مواد غذایی با سایر ترکیبات غذایی برهمکنش‌هایی انجام می‌دهند و باعث کاهش اثرات مذکور و حتی تاثیرات منفی آنها می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که فیبرهای غذایی علاوه بر نقش مهمی که در افزایش سرانه دریافت فیبر خواهند داشت، می‌توانند نقش موثری در بهبود خصوصیات فیزیکی شیمیایی و تکنولوژیکی فرآورده نیز داشته باشند.

و کمتر از فیبرهایی همچون هویج (۱۳۸۰ mg GAE/100) و گوجه فرنگی (۱۵۸/۱ mg GAE/100) است (ناوارو گونزالس و همکاران ۲۰۱۱). اسید فنولیک ترکیبی زیست فعال می‌باشد که به طور عمده در دیواره‌ی سلولی چغندر قند وجود دارد (فری ۱۹۸۶). ترکیبات پلی فنلی موجود در چغندر قند همراه با اسید فرولیک که شامل فرولات و دی فرولات است، نقش موثری در طعم چغندر دارند (باندرو و سانگ سو ۲۰۰۹). معمولاً فیبرهای محلول دارای میزان بیشتری ترکیبات فنلی می‌باشند که عمدتاً مربوط به حضور ترکیبات دیواره سلولی گیاهان می‌باشد (گارائو و همکاران ۲۰۰۷). آیردی و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اثر ۴ سطح از فیبر غذایی انگور حاوی ترکیبات آنتی اکسیدانی بر همبرگر گوشت مرغ پرداختند. آنها طی مطالعات خود گزارش کردند که با افزایش میزان فیبر، قدرت جذب رادیکال آزاد افزایش و میزان اکسیداسیون لیپید کاهش یافت. به طور مشابهی روبیو و همکاران (۲۰۱۱) اثر ۲ سطح از فیبر فوکوس<sup>۱</sup> حاوی ترکیبات پلی فنلی بود را بر گوشت ماهی بررسی کردند. آنها دریافتند که اکسیداسیون لیپید با افزایش مقدار فیبر غذایی کاهش یافت. بنابراین استفاده از فیبر غذایی چغندر قند در محصولات مختلف می‌تواند علاوه بر بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و تکنولوژیکی نقش موثری در مقاومت اکسیداسیونی محصول نیز داشته باشد.

### جدول ۴- ترکیبات فنولی و خصوصیات آنتی اکسیدانی

نمونه فیبر	میزان ترکیبات فنولی	فعالیت آنتی-اکسیدانی
	(mg GAE/100)	EC <sub>50</sub>
فیبر گندم	۰/۰±۴۸/۰۴ <sup>c</sup>	۳۳۱/۰±۴۵/۹۱ <sup>a</sup>
فیبر چغندر قند	۱/۰±۴۴/۶۷ <sup>a</sup>	۱۱/۰±۵۹/۳۳ <sup>b</sup>
فیبر سیب زمینی	۰/۰±۵۴/۲۹ <sup>b</sup>	۲۳۶/۰±۴۷/۶۴ <sup>a</sup>

\* حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی داری ( $P < 0.05$ ) می‌باشند.

<sup>۱</sup> Fucus (این گیاه، نوعی جلبک دریایی قهوه ای می‌باشد.)

## منابع مورد استفاده

- Anonymous, 2002. Position of American Dietetic Association Health Implication of Dietary Fiber. A.D.A Report. Journal of the American Diatec Associations 102(7): 993-1000.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis of AOAC international (17th ed.). MD, USA; Association of Official Analytical Chemistry.
- Ayredi SG, Brenes A and Goni I, 2009. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. LWT— Food Science and Technology 42: 971–976.
- Bartkowiak MK, Dolata W and Pitrowska E, 2005. The effect of fat substitution with potato fiber preparation on microstructure of batters and processed meat products. Acta science 4(2):97-109.
- Bonder J and Sungsoo S, 2009. Fiber Ingredients, Food applicants and Health Benefits. CRC Press.
- Bonder J and Sieg J, 2009. Ingredient in meat product. Springer. Wisconsin, USA.
- Besbes S, Attia H, Deranne C, Makni S and Blecker C, 2007. Partial replacement of meat by pea fiber and wheat fiber: Effect on the chemical composition, cooking characteristic and sensory properties of beef burger.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C, 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie 28: 25–30.
- Chau CF and Huang YL, 2003. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. cv.Liucheng. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 2615–2618.
- Devries JW, Prosky BLI and Cho S, 1999. A Historical Perspective on Defining Dietary Fiber.
- Fernandez- Gines JM, Fernandez – lopez J, Sayas- Barber E, Sendra E, Perz alvarez JAP, 2004. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. Meat science 67:7-13.
- Figuerola F, Hurtado ML, Estevez AM, CHiffelle I and Asenjo F, 2005. Fiber concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fiber sources for food enrichment. Food Chemistry 91: 395–401.
- Fry SC, 1986. Cross- linking of matrix polymers in the growing cell wall of angiosperm, Ann. Review. Plant phisol 37:165.
- Gaoshuang L, Haixia Ch, Shuhan Ch and Jingge T, 2012. Chemical composition and physicochemical properties of dietary fiber from *Polygonatum odoratum* as affected by different processing method. Food Research International 49: 406-410.
- Garau MC, Simal S, Roselló C and Femenia A, 2007. Effect of air-drying temperature on physic-chemical properties of dietary fiber and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-product. Food Chemistry 104: 1014–1024.
- Garcia-Alonso FJ, Bravo S, Casas J, Perez-Conesa D, Jacob K and Periago MJ, 2009. Changes in antioxidant compounds during the shelf life of commercial tomato juices in different packaging materials. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57: 6815–6822.
- Karleskind D, Laye I, Morr C and Schenz, T, 1996. Emulsifying properties of lipids reduced and calcium-reduced whey protein concentrates. Journal of Food Science 61(1): 54–58.
- Lario Y, Sendra E, Garcia-Perez J, Fuentes C, Sayas-barbera E, Fernandez-Lopez J and Perez-Alvarez JA, 2004. Preparation of high dietary fiber from lemon juice by-products. Innovation. Food Science. Emerg. Technology 5: 113–117.
- Larrauri JA, Rupérez P, Bravo L and Saura-Calixto F, 1996. High dietary fiber powders from orange and lime peels: Associated polyphenols and antioxidant capacity. Food Research International 29: 757–762.
- Lin MJY, Humbert ES and Sosulski FW, 1974. Certain functional properties of sun ower meal products. Journal of Food Science 39: 368-370.
- López G, Ros G, Rincón F, Periago M, Martínez M and Ortuño J, 1997. Propiedades funcionales de la fibra dietetic: Mecanismo de acción en el tracto gastrointestinal. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 47: 203–207.

- Lopez G, Ros G, Rincon F, Periago M, Martinez M and Ortuno J, 1996. Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry* 44: 2773–2778.
- Mansour EH and Khalil AH, 1997. Characteristic of low-fat beef burger as influenced by various types of wheat fibers. *Food Research International* 30: 199-205.
- Navarro-González I, García-Valverde V, García-Alonso J, Jesús Periago M, 2011. Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber: *Food Research International* 44: 1528-1535.
- Robertson JA, de Monredon FD, Dysseler P, Guillon F, Amado R and Thibault JF, 2000. Hydration properties of dietary fiber and resistant starch: A European collaborative study. *LWT — Food Science and Technology* 33: 72–79.
- Rubio MDE, Serrano J and Bordias J, 2011. Technological Effect and Nutritional Value of Dietary Antioxidant Fucus Fiber Added to Fish Mince. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 20:295–307.
- Sanchez-Alonso I, Haji-Maleki R and Borderias JA, 2007. Wheat fiber ingredient in restructured fish products: *Food Chemistry* 100:1037-1043.
- Selgas MD, Caceres E, Garcia ML, 2007. Long-chain Soluble Dietary Fiber as Functional Ingredient Cooked Meat Sausages.
- Singleton VL and Rossi JAJr, 1965. Colorimetric of total phenolic with phosphor molybdic- phosphor tungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144–158.
- Thebaudin J, Lefebvre Y, Harrington AC, Bourgeois M, 1997. Dietary Fiber: Nutritional & Technological Interest: *Trends in Food science and Technology* 8: 41-48.
- Tungland BC and Meyer D, 2002. No digestible oligo and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 3: 73–92.
- Vazquez-Ovando A, Rosado-Rubio G, Chel-Guerrero L and Betancur-Ancona D, 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT — Food Science and Technology* 42: 168-173.
- Yelmaz I, 2005. Physicochemical and sensory characteristics of low fat meatballs with added wheat bran. *Journal of Food Engineering* 69: 369–373.
- Zhang H and Chieckna D, 2011. Physico- chemical Properties and Antioxidant Activities of Dietary Fiber Derived from Defatted Rice Bran. *Advanced Journal of Food Science and Technology* 3(5):339-347.

## Evaluation of physicochemical and functional properties of wheat, sugar beet and potato dietary fiber

M Ghobadi<sup>1</sup>, MJ Varidi<sup>2</sup> and M Varidi<sup>2\*</sup>

Received: May 18, 2014

Accepted: January 10, 2016

<sup>1</sup>PhD Student, Department of Food Science and Technology, School of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>2</sup>Associate Professor, Department of Food Science and Technology, School of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

\*Corresponding author: Email: m.varidi@um.ac.ir

### Abstract

The aim of this study was to compare the physicochemical and functional properties of wheat, sugar beet and potatoes dietary fiber. In this study, Physicochemical properties including moisture, protein, fat, ash, carbohydrates, pH, and functional properties, including hydration properties, fat absorption, emulsifying activity, polyphenol contents and antioxidant activity, were evaluated. Wheat dietary fiber showed significantly ( $P<0.05$ ) higher hydration properties (water holding capacity, water absorption ability and swelling properties) and fat binding capacity compared to sugar beet and potato dietary fibers. Sugar beet fiber significantly ( $P<0.05$ ) had the most emulsification properties and antioxidant activity. In this study, potato fiber has shown higher hydration properties and fat binding capacity compared to sugar beet fiber and displayed more emulsion properties and antioxidant activity compared to wheat fiber. Wheat dietary fiber with better hydration properties and fat binding ability can have important role in decreasing water loss during storage, and therefore improving textural properties of food products. Sugar beet dietary fiber with better emulsion properties and antioxidant activity can improve stability and increase nutritional value in enriched products.

**Keywords:** Dietary fiber, Functional characteristics, Physicochemical properties