



## بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر رژیمی محلول تخم کتان

فرناز قاسم زاده<sup>۱</sup>، اکرم شریفی<sup>۱\*</sup>

گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ های مقاله :</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۳</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹</p>	<p>غنی سازی آب میوه ها با فیبرهای رژیمی می تواند علاوه بر بهبود کیفیت نهایی نوشیدنی، موجب ارتقاء سلامت مصرف کننده شود. در بین دانه های روغنی، تخم کتان از نظر مقدار اسید آلفا-لینولنیک، فیبر رژیمی محلول و لیگنان غنی است. در این تحقیق فیبر رژیمی محلول تخم کتان به سه روش استخراج قلیایی، آنزیمی و فراصوت استخراج شد و بازده استخراج، ظرفیت نگهداری آب و روغن و رنگ سنجی فیبرهای محلول استخراج شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد، فیبر محلول استخراج شده توسط روش فراصوت با بیشترین بازده استخراج، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت نگهداری روغن و دارا بودن بیشترین میزان شاخص <math>L^*</math> و کمترین میزان شاخص <math>a^*</math> و <math>b^*</math> به عنوان نمونه بهینه بود و از این فیبر محلول در سطوح ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد به نوشیدنی آب سیب افزوده شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نوشیدنی طی ۳۰ روز نگهداری در دمای یخچال در بازه های زمانی، روز اول، پانزدهم و سی ام مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد استفاده از فیبر محلول تخم کتان اثر معنی داری بر بریکس، ماده خشک، pH، کدورت، ویژگی های حسی (طعم، رنگ، عطر، بافت، پذیرش کلی) نوشیدنی آب سیب داشت (<math>p \leq 0/05</math>). نتایج آزمون رئولوژیکی نشان داد، همه ی تیمارهای آب سیب حاوی فیبر محلول تخم کتان دارای رفتار غیر نیوتنی بودند. تیمار نوشیدنی حاوی ۰/۵ درصد فیبر رژیمی محلول از نظر خصوصیات حسی بیشترین امتیاز را کسب کرد. کدورت تیمار نوشیدنی حاوی ۰/۵ درصد فیبر رژیمی محلول نسبت به سایر تیمارهای حاوی فیبر، کمتر بود. نوشیدنی آب سیب حاوی ۰/۵ درصد فیبر رژیمی محلول به عنوان تیمار بهینه انتخاب شد. با افزودن فیبر رژیمی محلول تخم کتان به آب سیب می توان نوشیدنی جدید با ویژگی های مطلوب تولید کرد.</p>
<p>کلمات کلیدی:</p> <p>نوشیدنی، آب سیب، فیبر رژیمی محلول، تخم کتان.</p> <p>DOI: 10.22034/FSCT.19.130.47 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.5.4</p>	
<p>* مسئول مکاتبات: asharif81@gmail.com</p>	

## ۱- مقدمه

در حال حاضر، تغییر در شیوه ی زندگی، عدم تحرک و عادت های بد غذایی مخاطرات جدیدی را در سراسر دنیا به وجود آورده است. شیوع روز افزون چاقی، دیابت، سرطان و چربی خون، بی شک ارتباط مستقیمی با الگوی مصرف مواد غذایی دارد. از این رو، با پیشرفت علم و دانش بشر، گرایش عمومی در جهت تغییر رژیم غذایی و مصرف مواد غذایی با کالری پایین با اثرات سلامت بخش افزایش پیدا کرده است [۱]. یکی از تغییرات مهم در رژیم غذایی جای دادن فیبرهای رژیمی<sup>۱</sup> به عنوان یکی از اجزای مواد غذایی فراسودمند<sup>۲</sup> می باشد. حضور فیبرهای رژیمی در رژیم غذایی اثرات مثبتی بر سلامت دارد، به طوری که سبب کاهش بیماری های قلبی- عروقی، گوارشی، کلسترول خون، دیابت و سرطان روده در افراد می گردد [۲]. این ترکیبات علاوه بر اثرات مفیدی که بر سلامتی دارند، به دلیل ویژگی های عملکردی مناسب نظیر افزایش جذب<sup>۳</sup> و نگهداری آب<sup>۴</sup>، در صنایع غذایی نیز کاربرد گسترده ای یافته اند [۳]. رژیم غذایی نقش مهمی در تعدیل عملکرد های مختلف در بدن دارد. عملکرد غذاهای فراسودمند براساس اجزای فعال زیستی است که ممکن است به طور طبیعی موجود باشد یا به صورت خارجی به محصول اضافه شود اما معمولاً به فرمولاسیون های مناسب نیاز دارند تا خواص مفید مورد نیاز را بهینه سازی کند [۴]. تخم کتان (*Linum L. usitatissimum*) حاوی مقدار زیادی فیبر و یک منبع قابل توجهی از آلفا- لینولینیک اسید<sup>۵</sup> در رژیم غذایی افراد گیاهخوار است. بذر کتان دارای ترکیبات فراسودمند می باشد و از مزایای سلامتی بسیاری برخوردار است. اسید چرب امگا ۳ و امگا ۶، لیگنان<sup>۶</sup> از اجزای اصلی فعال زیستی بذر کتان هستند [۵]. بذر کتان همچنین سرشار از فیبرهای غذایی محلول و نامحلول، در مقایسه با غلات دیگر و دانه های روغنی مانند گندم، جو، جو دوسر، سویا و... است [۳].

گزارش های زیادی در مورد افزودن فیبر رژیمی به محصولات غذایی از جمله غذاهای پخته شده، شیرینی جات، لبنیات،

سوپ ها و نوشیدنی ها گزارش شده است. افزودن فیبر رژیمی به مواد غذایی باعث ارتقا خصوصیات عملکردی محصول می شود [۶]. گروه نوشیدنی های فراسودمند یکی از مهم ترین فرآورده هایی هستند که در سال های اخیر به عنوان محصولات جدید توسعه یافته است. انتظار می رود بازار نوشیدنی های فراسودمند در آینده، به علت شیوع بیماری های مرتبط با تغییر سبک زندگی مانند فشار خون بالا و دیابت و غیره افزایش یابد [۷]. با توجه به این که آبمیوه های طبیعی یکی از بهترین جایگزین ها برای نوشابه های گازدار رایج بوده و از نظر بهداشتی و ارزش غذایی نیز بالاتر از نوشابه های گازدار می باشند، تقاضا جهت مصرف آبمیوه طبیعی افزایش یافته است به طوری که به منظور پاسخ به تقاضای مردم، فرآوری میوه ها به صورت صنعتی در آمده است [۸].

ناطقی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تاثیر عصاره و فیبر گندم بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، آنتی اکسیدانی و حسی آب پرتقال طی زمان نگهداری پرداختند. نتایج نشان داد استفاده از عصاره و فیبر گندم اثر معنی داری بر خواص فیزیکوشیمیایی، رنگی و آنتی اکسیدانی نمونه ها طی دوره نگهداری داشت. نمونه های حاوی عصاره و فیبر گندم اثر آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند [۹]. توکلی ممتاز و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تاثیر افزودن انواع مکمل فیبری اصلاح شده بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و تغذیه ای آب میوه پرداختند. نتایج نشان داد افزودن انواع مکمل فیبری شرایط نگهداری بر میزان بریکس، وزن مخصوص، کدورت و مؤلفه های رنگ سنجی در تمام تیمارها طی ۲۰ روز نگهداری تاثیر معنی داری داشت [۱۰]. نوشاد و همکاران (۱۳۹۸) در ارزیابی ویژگی های فیزیکوشیمیایی پکتین استخراج شده از پسماند بادمجان با استفاده از امواج فراصوت گزارش دادند، افزایش مدت زمان استخراج تاثیر معنی داری بر میزان درصد استخراج پکتین داشت به طوری که افزایش مدت زمان استخراج از ۴۰ به ۶۰ سبب افزایش راندمان استخراج شد [۱۱]. نقی پور و همکاران (۱۳۹۶)، در بررسی پیش فرآوری دانه سورگوم با امواج فراصوت به منظور بهبود فرآیند استخراج بتاگلوکان به روش آب داغ گزارش دادند، با افزایش زمان اعمال امواج فراصوت و هم چنین بزرگی پالس در هنگام فرآوری دانه ها، میزان بازده استخراج بتاگلوکان از سورگوم به طور معنی داری افزایش یافت [۱۲]. با توجه به خصوصیات

1. Dietary fibers
2. Functional food
3. Water absorption
4. Water Retention
5.  $\alpha$ -linolenic acid
6. lignan

حجم اتانول ۹۵٪ در دمای ۴ درجه سانتی گراد یک رسوب تشکیل داد که توسط صافی جداسازی شد. رسوب را در آب مقطر قرار داده و pH به میزان ۷/۵-۶/۵ تنظیم گردید و سپس رسوب با خشک‌کن انجمادی (مدل SBPE، ایران) خشک گردید [۱۵،۱۶].

#### ۲-۱-۳- استخراج فیبر محلول به روش آنزیمی

پودر تخم کتان چربی گیری شده با بافر MES-TRIS با (pH=۸/۲)، مخلوط و سپس، محلول α-آمیلاز اضافه گردید و نمونه در حمام آبی ۹۸ تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه هیدرولیز گردید. ۵۰۰ میکرولیتر آنزیم پروتاز اضافه شد و نمونه به مدت ۳۰ دقیقه هیدرولیز شد. پس از آن، محلول آمیلوگلوکوزیداز در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد اضافه گردید و آخرین هیدرولیز انجام شد، تا مابقی پروتئین و نشاسته جدا شوند. سپس اتانول ۹۵٪ (v/v) با نسبت (۱:۴ v/v) در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد اضافه شد، به مدت ۱ ساعت نگهداری گردید تا فیبر محلول به صورت رسوب در آید. فیلتراسیون انجام شد و باقی مانده مواد با ۹۵٪ اتانول و استن شستشو داده شده و رسوب توسط خشک‌کن انجمادی (مدل SBPE، ایران) خشک گردید [۱۷، ۱۹، ۱۸].

#### ۲-۱-۴- استخراج فیبر محلول به روش فراصوت

ابتدا بذر کتان چربی گرفته با سه برابر وزنی آب مقطر مخلوط گردید و سپس pH تنظیم شد و به ظرف مخصوص اعمال فراصوت از جنس استیل ضد زنگ (مدل Nextgen-Lab 750، فرانسه) منتقل گردید. نوک پروپ ۱۵ میلی متر پایین تر از سطح محیط در داخل ظرف واکنش قرار داده شد و استخراج به صورت پالسی انجام گردید. زمان اعمال امواج ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد و فاکتور درصد بزرگی پالس اعمال شده ۱۰۰ درصد بود. در پایان فرآیند استخراج، محتویات ظرف واکنش از صافی عبور داده و در دمای محیط سرد شد. سپس محلول حاصل با سرعت ۱۲۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و مایع رویی جداسازی و با اضافه کردن اتانول ۹۶٪ رسوب تشکیل داد، سپس رسوب با صافی جداسازی و با الکل ۸۰ درصد شستشو داده شد. در انتها رسوب حاصل توسط خشک‌کن انجمادی (مدل SBPE، ایران) خشک گردید. فیبر محلول استخراج شده جهت انجام آزمون های بعدی درون ظروف مقاوم به رطوبت نگهداری شدند [۲۰، ۱۲].

منحصر به فرد تخم کتان و محتوای فیبر رژیمی محلول بالا، هدف از این پژوهش بررسی ویژگی های فیزیکیوشیمیایی و حسی نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر رژیمی محلول تخم کتان بود.

#### ۲- مواد و روش ها

تخم کتان قهوه ای (*Linum usitatissimum L.*) از وارپته *usitatissimum* از بازار محلی قزوین خریداری شد و مواد شیمیایی شامل هگزان، اتانول، محلول NaOH، بافر MES و بافر TRIS از شرکت مرک آلمان و آنزیم های آمیلاز، پروتاز، آمیلوگلوکوزیداز از شرکت سیگما آلدریج تهیه گردید. از آب سیب شادلی بدون مواد افزودنی و نگهدارنده استفاده شد، هم چنین پکتین و اسید سیتریک از شرکت مرک آلمان تأمین گردید.

#### ۲-۱- فاز اول : استخراج فیبر محلول از تخم

##### کتان

بذر کتان با استفاده از یک مخلوط کن (Kinematica مدل Microtron MB ۵۵۰) خرد شد تا به صورت پودر در آید و عملیات استخراج بر روی آن در مرحله بعد به صورت موثرتری انجام شود. ذرات پودر شده در ظروف پلی اتیلنی پر و تا زمان استخراج فیبر در یخچال ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردید و محتوای رطوبت پودر اندازه گیری شد. درصد رطوبت پودر دانه کتان به طور میانگین ۴/۱۳ درصد بود [۱۳].

#### ۲-۱-۱- چربی گیری بذر کتان

دانه کتان آسیاب شده با استفاده از هگزان، در دمای محیط به مدت ۲۴ ساعت چربی گیری شد. سپس بذر کتان بدون چربی با استفاده از آن تحت خلاء (مدل BINER، ED53 آلمان) به مدت ۱ ساعت خشک گردید و با استفاده از آسیاب با الکترون ۲۰۰ میکرومتر غربال شد [۱۴].

#### ۲-۱-۲- استخراج فیبر محلول به روش قلیایی

پودر بذر کتان چربی گیری شد و در محلول NaOH (۱ mol/L)، معلق شد سپس در حمام آب (BINER آلمان) با هم زدن به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. سپس مایع رویی با سانتریفیوژ (مدل Hermle، 2206A آلمان) در ۳۲۱۹ گرم به مدت ۱۵ دقیقه جداسازی گردید و با افزودن ۴

## ۲-۱-۵- آزمایش های فیبر محلول استخراج شده از

## تخم کتان

## ۲-۱-۵-۱- بازده استخراج

بازده استخراج فیبر رژیمی محلول فیبر استخراج شده از طریق فرمول زیر بدست آمد [۱۴].

$$\text{درصد بازده استخراج} = (M_1 / M_0) \times 100$$

$M_1$ : وزن پودر های فیبر محلول بذر کتان.

$M_0$ : وزن بذر بدون چربی.

۲-۱-۵-۲- اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب<sup>۱</sup>

فیبر رژیمی محلول تخم کتان با آب مقطر در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ )، به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. پس از آن برای اندازه گیری میزان آب جذب شده با سرعت ۱۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید، سپس رسوب وزن گردید [۲۱].

۲-۱-۵-۳- اندازه گیری ظرفیت نگهداری روغن<sup>۲</sup>

فیبر رژیمی محلول، با روغن آفتابگردان در لوله سانتریفیوژ مخلوط شد، این مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۱۸۰ دور بر دقیقه در دمای محیط سانتریفیوژ گردید، سپس مایع رویی دور ریخته شد و ماده باقی مانده وزن گردید [۲۲].

## ۲-۱-۵-۴- آزمون رنگ سنجی

برای تصویر برداری از سطح فیبر های رژیمی، از اسکنر (HP Scanjec G4010) استفاده شد. عمل پردازش عکس ها توسط نرم افزار پردازش تصویر (Image-J 1.40g.) انجام گرفت. ابتدا تصاویر از تصویر اصلی جدا شد، سپس شاخص های رنگی محاسبه شدند [۱۲،۲۳].

## ۲-۲- فاز دوم: فرمولاسیون نوشیدنی آب سیب

## فراسودمند حاوی فیبر رژیمی محلول دانه کتان

## ۲-۲-۱- تهیه نوشیدنی آب سیب با استفاده از فیبر

## محلول بذر کتان

برای تهیه نوشیدنی پکتین (۱ درصد)، اسید سیتریک ( $0/2$  درصد) و فیبر محلول دانه کتان ( $0/5$ ،  $1$ ،  $1/5$  درصد) به آب سیب اضافه شدند، سپس نمونه های آب سیب با دمای ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ ثانیه پاستوریزه و در بطری های ۲۰۰ میلی لیتری در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ روز نگهداری شدند و آزمایشات مربوط به دوره نگهداری روی نمونه ها انجام گرفت [۱۰].

## ۲-۲-۲- بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نوشیدنی

## آب سیب حاوی فیبر محلول کتان

## ۲-۲-۲-۱- اندازه گیری بریکس

بریکس نوشیدنی حاصل از فیبر محلول تخم کتان، توسط دستگاه رفراکتومتر (مدل NAR-3T، ساخت ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ تعیین شد [۲۴].

## ۲-۲-۲-۲- اندازه گیری وزن مخصوص

وزن مخصوص نوشیدنی حاصل از فیبر محلول تخم کتان، با استفاده از پیکنومتر ۵۰ سی سی و طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ اندازه گیری شد [۲۴].

## ۲-۲-۲-۳- اندازه گیری ماده خشک

ماده خشک نوشیدنی حاصل از فیبر محلول تخم کتان، با استفاده از آون (Binder مدل ED53) ساخت آلمان و طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ تعیین شد [۲۴].

## ۲-۲-۲-۴- اندازه گیری pH

اندازه گیری pH نوشیدنی حاصل از فیبر محلول تخم کتان، توسط pH متر Inolab ساخت آلمان و طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ انجام گرفت [۲۴].

## ۲-۲-۲-۵- اندازه گیری کدورت

برای اندازه گیری کدورت نمونه های نوشیدنی از کدورت سنج (مدل 2100N turbidometer، آمریکا) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس استفاده گردید و مقدار کدورت با اندازه گیری میزان جذب در طول موج ۸۶۰ نانومتر به عنوان معیار تعیین کدورت آبیومیه ها اندازه گیری شد [۲۴].

## ۲-۲-۲-۶- اندازه گیری خاکستر

برای تعیین درصد خاکستر، نمونه های موجود در بوته چینی به مدت ۶ تا ۸ ساعت در کوره ی ۵۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد، سپس درصد خاکستر حاصل طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۵ تعیین شد [۲۴].

## ۲-۲-۲-۷- رنگ سنجی

برای تصویر برداری از نمونه های نوشیدنی حاوی تخم کتان، از اسکنر (HP Scanjec G4010)، استفاده شد. عمل پردازش عکس ها توسط نرم افزار پردازش تصویر (Image-J 1.40g.) انجام گرفت [۱۲،۲۳].

## ۲-۲-۲-۸- بررسی ویژگی های رئولوژیکی

ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی ها، با استفاده از دستگاه

ویسکومتر چرخشی (ساخت شرکت Lamy کشور فرانسه، مدل Brookfield) در دمای ۷ درجه سانتی گراد و دور اسپیندل ۲۰۰-۱ دور بر دقیقه اندازه گیری شد. در تمامی سرعت های دورانی عددها در محدوده زمانی ۳۰ ثانیه خوانده شدند [۲۵].

## ۲-۳- بررسی خصوصیات حسی نوشیدنی آب

### سیب حاوی فیبر محلول کتان

برای ارزیابی حسی نمونه های آب میوه از روش ارزیابی حسی هدونیک پنج نقطه ای با ۱۵ نفر ارزیاب آموزش دیده استفاده شد. امتیازدهی شامل احساس دهانی، رنگ، طعم، عطر و پذیرش کلی بود و امتیازات برای بالاترین مطلوبیت ۵ و برای پایین ترین مطلوبیت ۱ لحاظ گردید [۱۰].

## ۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون ها در ۳ تکرار انجام شد. نتایج داده های این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS16 مورد بررسی قرار گرفت و برای تحلیل نتایج داده ها روش آنالیز واریانس و آزمون تعقیبی دانکن به کار برده شد ( $p \leq 0/05$ ).

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- نتایج آزمایش های فیبر محلول استخراج

#### شده از دانه کتان

نتایج بازده استخراج، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت نگهداری روغن و رنگ سنجی فیبر رژیمی محلول، استخراج شده با استفاده از سه روش فراصوت، قلیایی و آنزیمی، در جدول ۱ قابل مشاهده است. بین روش های استخراج اختلاف معنی داری در بازده استخراج مشاهده گردید ( $p \leq 0/05$ ). بیشترین بازده استخراج برای فیبر رژیمی استخراج شده توسط روش فراصوت و کمترین مربوط به روش قلیایی بود (جدول ۱). امواج فراصوت، مراحل فرآیند استخراج یعنی تورم بافت سلول ها به منظور خروج ترکیبات از بافت از طریق ایجاد تخلخل در دیواره سلول ها و در نهایت انتشار و انتقال جرم را تسهیل و تسریع می بخشد [۲۶]. Sun و همکاران ۲۰۱۸، Vilku و همکاران ۲۰۰۸، به نتایج مشابهی درباره بالا بودن بازده استخراج فیبرهای رژیمی با روش فراصوت دست یافتند [۲۷، ۲۸]. نتایج بررسی ظرفیت نگهداری آب فیبر رژیمی

محلول، نشان داد که اختلاف معنی داری در ظرفیت نگهداری آب بین تیمارها وجود دارد ( $p \leq 0/05$ ). بیشترین ظرفیت نگهداری آب برای فیبر رژیمی استخراج شده توسط روش فراصوت و کمترین مربوط به فیبر رژیمی محلول استخراج شده توسط روش قلیایی بود (جدول ۱). کاهش اندازه ذرات تخم کتان و شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی در طی اعمال امواج فراصوت و همچنین سطح بزرگتر و ذرات ریزتر توانایی بیشتری در نگهداری آب دارند و می توانند منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب شوند [۲۹]. Huang و همکاران (۲۰۱۹)، Simas-Tosin و همکاران (۲۰۱۰)، در تایید نتایج فوق، به نتایج مشابهی درباره افزایش ظرفیت نگهداری آب، توسط روش فراصوت دست یافتند [۳۰، ۳۱]. در نتایج بررسی ظرفیت نگهداری روغن نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده گردید ( $p \leq 0/05$ ) بیشترین ظرفیت نگهداری روغن برای فیبر رژیمی استخراج شده توسط روش فراصوت و کمترین مربوط به فیبر استخراج شده توسط روش قلیایی بود (جدول ۱). ظرفیت نگهداری روغن یک پارامتر مهم برای ارزیابی کاربرد فیبر رژیمی در غذاهای کم چرب است [۱۵]. Huang و همکاران ۲۰۱۹، خواص آنتی اکسیدانی و فیزیکوشیمیایی فیبر غذایی محلول استخراج شده از پوسته سیر توسط امواج فراصوت را بررسی و گزارش کردند، ظرفیت نگهداری روغن در فیبر رژیمی محلول پوسته سیر، تحت تیمار فراصوت افزایش یافت [۳۰]. Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۷، در بررسی خواص فیبر رژیمی محلول- پلی ساکارید از پوست پاپایا به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۵].

نتایج رنگ سنجی نشان می دهد که فیبر رژیمی استخراج شده توسط روش فراصوت، بیشترین میزان روشنایی ( $L^*$ ) و کمترین میزان قرمزی ( $a^*$ ) و زردی ( $b^*$ ) را داشت. فیبر رژیمی محلول استخراج شده توسط روش قلیایی دارای کمترین میزان روشنایی و بیشترین میزان قرمزی و زردی می باشد (جدول ۱). اعمال امواج فراصوت، منجر به تغییر در ساختار و سطح فیبر کتان و کاهش مساحت فضای تاریک می شود. بنابراین اندازه ذرات کوچک، روشنایی بالا و سطح پودری صاف و ظریف را نشان می دهد [۳۲]. در تأیید نتایج فوق نقی پور و همکاران (۱۳۹۶)، به پیش فراوری دانه سورگوم با امواج فراصوت به منظور بهبود فرآیند استخراج بتاگلوکان پرداختند. نتایج نشان داد، با افزایش مدت زمان

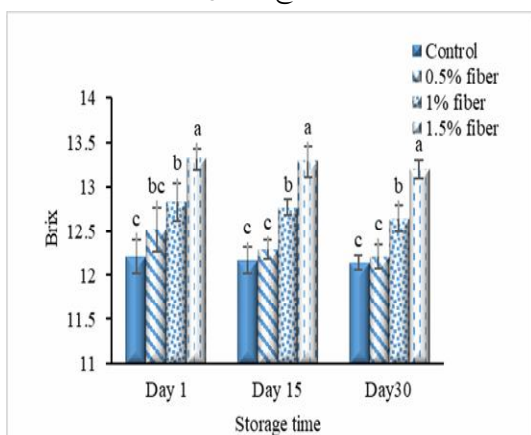
نتایج حاصل نشان داد، فیبر محلول استخراج شده توسط روش فراصوت با بیشترین بازده استخراج، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت نگهداری روغن و دارا بودن بیشترین میزان شاخص  $L^*$  و کمترین میزان شاخص  $a^*$  و  $b^*$ ، به عنوان نمونه بهینه بود و از این فیبر محلول در سطوح ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد به نوشیدنی آب سیب افزوده شد.

اعمال امواج فراصوت میزان مولفه های رنگی  $L^*$  و  $b^*$  بتاگلوکان تولیدی ابتدا روند صعودی و سپس روند نزولی داشتند. هم چنین میزان مولفه  $a^*$  نیز با افزایش مدت زمان اعمال امواج فراصوت از ۱۰ به ۲۰ دقیقه روند کاهشی داشت [۱۲].

**Table 1** Results of extraction yield, water holding capacity, oil holding capacity,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  index of apple juice drink containing flaxseed soluble fiber

Index $b^*$	Index $a^*$	Index $L^*$	Oil holding capacity (%)	Water holding capacity (%)	Extraction yield (%)	Treatments
0.012 ± 0.005 <sup>b</sup>	-0.006 ± 0.004 <sup>a</sup>	96.06 ± 1.97 <sup>a</sup>	1.98 ± 0.14 <sup>a</sup>	13.68 ± 0.34 <sup>a</sup>	17.73 ± 0.20 <sup>a</sup>	Ultrasonic fiber
0.011 ± 0.009 <sup>b</sup>	-0.005 ± 0.003 <sup>a</sup>	83.95 ± 1.05 <sup>b</sup>	1.24 ± 0.23 <sup>b</sup>	6.14 ± 0.55 <sup>b</sup>	11.26 ± 0.16 <sup>b</sup>	Enzymatic fiber
14.761 ± 0.018 <sup>a</sup>	-0.172 ± 0.011 <sup>b</sup>	59.54 ± 1.43 <sup>c</sup>	0.73 ± 0.16 <sup>c</sup>	2.24 ± 0.37 <sup>c</sup>	8.06 ± 0.11 <sup>c</sup>	Alkaline fiber

مالت در حین نگهداری به نتایج مشابهی دست یافتند [۳۳].



**Fig 1** Brix changes of apple juice drink containing flaxseed soluble fiber during storage time

۳-۲-۳- نتایج اندازه گیری وزن مخصوص نوشیدنی

آب سیب حاوی فیبر محلول کتان

تغییرات وزن مخصوص با افزودن فیبر محلول و در زمان های نگهداری معنی دار نبود ( $p \geq 0.05$ ).

۳-۲-۳- نتایج اندازه گیری ماده خشک نوشیدنی آب

سیب حاوی فیبر محلول کتان

نتایج مربوط به روند تغییرات مقادیر درصد ماده خشک تیمارها، طی دوره نگهداری در شکل ۲ قابل مشاهده است. با افزایش درصد فیبر محلول، درصد ماده خشک افزایش پیدا کرد. در روز اول، درصد ماده خشک تیمار حاوی ۱ درصد فیبر محلول نسبت به تیمار ۰/۵ و ۱/۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نبود ( $p \geq 0.05$ ). کمترین درصد ماده خشک، در روز اول متعلق به تیمار شاهد و بعد از آن کمترین درصد ماده

۳-۲- نتایج بررسی خصوصیات

فیزیکی شیمیایی نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر

محلول کتان در طول دوره نگهداری

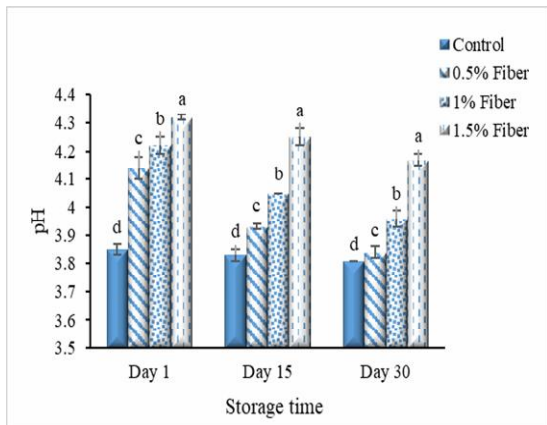
۳-۲-۱- نتایج اندازه گیری بریکس نوشیدنی آب سیب

حاوی فیبر محلول کتان

نتایج مربوط به روند تغییرات بریکس تیمارها، طی زمان نگهداری در شکل ۱ نشان داده شده است. با افزایش درصد فیبر محلول، بریکس افزایش پیدا کرد که نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار می باشد ( $p \leq 0.05$ ). کمترین بریکس، در روز اول متعلق به تیمار شاهد بود و بعد از آن کمترین میزان بریکس در روز اول مربوط به تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر محلول، و بیشترین میزان بریکس، مربوط به تیمار حاوی ۱/۵ درصد فیبر محلول در روز اول بود. در طی دوره نگهداری مقدار بریکس در تمام تیمارها کاهش یافت و اختلاف معنی داری در مقدار بریکس، بین دو تیمار محتوی ۱ و ۱/۵ درصد فیبر محلول با نمونه شاهد وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). در طول دوره نگهداری میکروپ های موجود در نوشیدنی با انجام تخمیر، قند های موجود در محصول را کاهش می دهند که در نتیجه بریکس کاهش یافت. توکلی ممتاز و همکاران (۱۳۹۸)، در بررسی تاثیر انواع مکمل فیبری اصلاح شده بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی و تغذیه ای آب میوه گزارش دادند، اثر مکمل فیبری و درصد آن بر بریکس آب میوه معنی دار بود [۱۰]. اسمعیلی و همکاران در سال ۱۳۹۵، در تأیید نتایج فوق در بررسی اثرات افزودن اینولین بر ویژگی های کیفی نوشیدنی



تیمارها دارای تفاوت معنی دار بود ( $p < 0.05$ ) [۹]. Bahmani و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی اثر فیبر چغندر قند و اینولین بر زنده مانی لاکتوباسیلوس در نوشیدنی سین بیوتیک آب آناناس به نتایج مشابهی دست یافتند [۳۷].

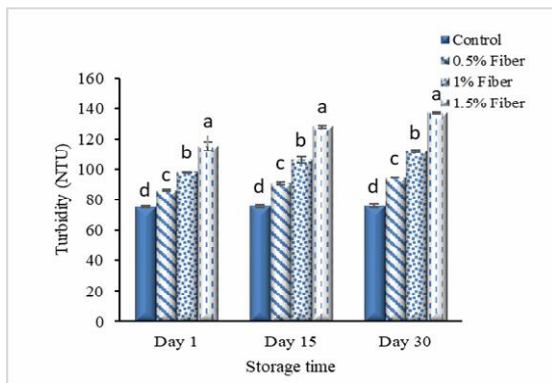


**Fig 3** pH changes of apple juice drink containing flaxseed soluble fiber during storage

### ۳-۲-۵- نتایج اندازه گیری کدورت نوشیدنی آب

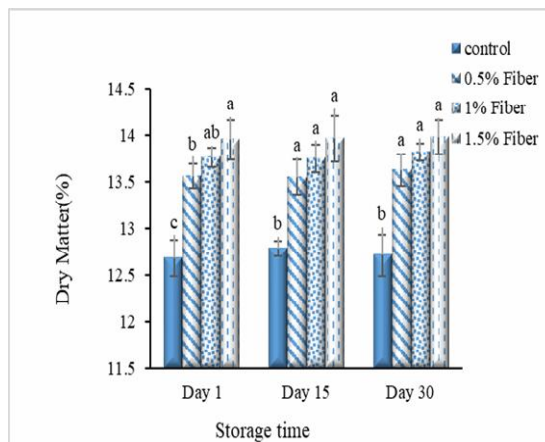
#### سیب حاوی فیبر محلول کتان

با افزایش درصد فیبر محلول، کدورت افزایش پیدا کرد و نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). کمترین کدورت، در روز اول متعلق به تیمار شاهد بود و با افزایش درصد فیبر محلول کدورت افزایش یافت و بیشترین میزان کدورت مربوط به تیمار حاوی ۱/۵ درصد فیبر محلول بود. در طول دوره نگهداری مقدار کدورت در تمام تیمارها افزایش یافت و کمترین کدورت مربوط به تیمار شاهد و بیشترین میزان کدورت مربوط به تیمار حاوی ۱/۵ درصد فیبر محلول بود و اختلاف معنی داری در مقادیر کدورت، بین تمام تیمارها وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ) (شکل ۴).



**Fig 4** Changes in turbidity of apple juice drink containing flaxseed soluble fiber during storage

خشک در روز اول، مربوط به تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر محلول و بیشترین درصد ماده خشک، مربوط به تیمار حاوی ۱/۵ درصد فیبر محلول در روز سی ام بود. در طی دوره نگهداری درصد ماده خشک در تمام تیمارها دارای اختلاف معنی داری با تیمار شاهد در روز پانزدهم و سی ام بود ( $p \leq 0.05$ ). امیری و همکاران (۱۳۹۴)، رئیسی و همکاران (۱۳۹۱)، در تأیید نتایج فوق، به نتایج مشابهی دست یافتند [۳۴، ۳۵].



**Fig 2** Dry Matter changes of apple juice drink containing flaxseed soluble fiber during storage

### ۳-۲-۴- نتایج اندازه گیری pH نوشیدنی آب سیب

#### حاوی فیبر محلول کتان

نتایج مربوط به روند تغییرات مقادیر pH تیمارها، طی دوره نگهداری در شکل ۳ نشان داده شده است. با افزایش درصد فیبر محلول، pH افزایش پیدا کرد که نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار می باشد ( $p \leq 0.05$ ). کمترین pH، در روز اول متعلق به تیمار شاهد و بیشترین میزان pH، مربوط به تیمار حاوی ۱/۵ درصد فیبر محلول در روز اول می باشد. در طی دوره نگهداری، مقدار pH در تمام تیمارها کاهش یافت و اختلاف معنی داری در مقدار pH، بین سه تیمار محتوی سطوح مختلف فیبر با یکدیگر و با نمونه شاهد وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). در واقع اسید غالب در نوشیدنی آب سیب، اسید مالیک می باشد که می تواند در تغییرات اسیدیته و کاهش pH در نوشیدنی در طول زمان نگهداری موثر باشد [۳۶]. ناطقی و همکاران در سال ۱۴۰۰، به تاثیر عصاره و فیبر گندم بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی، آنتی اکسیدانی و حسی آب پرتقال طی زمان نگهداری پرداختند، نتایج نشان داد، نمونه شاهد با سایر

شاهد، اختلاف معنی دار وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). با توجه به شکل ۷ بیشترین میزان شاخص رنگی  $a^*$  در روز اول متعلق به تیمار شاهد و بعد از آن مربوط به تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر محلول بود. در طی دوره نگهداری، شاخص رنگی  $a^*$  افزایش یافت، و بین تیمارهای دارای فیبر در طول دوره نگهداری اختلاف معنی دار با تیمار شاهد وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). علت کاهش روشنایی به دلیل افزایش بریکس در آبمیوه و افزایش کدورت می باشد. کاروتنوئیدها اصلی ترین پیگمان های مسئول در رنگ آب سیب هستند که اصلی ترین آنها بتاکاروتن در سیب های زرد است [۳۹]. Bahmani و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی اثر فیبر چغندر قند و اینولین بر زنده مانی لاکتوباسیلوس در نوشیدنی سین بیوتیک آب آناناس گزارش کردند، با افزایش مقدار فیبر چغندر قند و اینولین شاخص  $b^*$  افزایش و شاخص  $a^*$  کاهش یافت. با گذشت زمان نگهداری شفافیت از ۸۰/۱۱ به ۷۰/۳۴ و شاخص  $b^*$  در تمام نمونه های مورد بررسی از ۱۶/۱۲ به ۱۴/۴۱ کاهش یافت و اختلاف معنی دار آماری ایجاد شد. با گذشت زمان نگهداری میزان شاخص  $a^*$  از ۳/۲- به ۲/۳۴- افزایش یافت [۳۷].

فیبر و پکتین در فرمولاسیون، سبب انکسار نور و در نتیجه تیره و کدر شدن آبمیوه می شود [۱۰]. Paquet و همکاران (۲۰۱۴)، به نتایج مشابهی دست یافتند [۳۸].

### ۳-۲-۶- نتایج اندازه گیری خاکستر نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر محلول کتان

با افزایش درصد فیبر محلول، درصد خاکستر افزایش پیدا کرد. افزایش درصد خاکستر تیمارها نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی دار نبود ( $p \geq 0.05$ ).

### ۳-۲-۷- نتایج رنگ سنجی نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر محلول کتان

با توجه به شکل ۵ بیشترین میزان روشنایی نوشیدنی در روز اول متعلق به تیمار شاهد و بعد از آن بیشترین روشنایی مربوط به تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر محلول، و کمترین میزان روشنایی، مربوط به تیمار حاوی ۱/۵ درصد فیبر محلول در روز سی ام بود. در طی دوره نگهداری، شاخص رنگی  $L^*$  کاهش یافت. با توجه به شکل ۶ کمترین میزان شاخص رنگی  $b^*$  مربوط به تیمار حاوی ۱/۵ درصد فیبر محلول در روز سی ام بود. در طی دوره نگهداری، میزان شاخص رنگی  $b^*$  کاهش یافت و بین سه تیمار محتوی سطوح مختلف فیبر، با تیمار

Table 2 Colorimetric results of different beverage samples during storage time

Day 30	Day 15	Day 1	Treatments
72.15 ± 0.66 <sup>B,a</sup>	73.42 ± 0.87 <sup>B,a</sup>	78.03 ± 0.48 <sup>A,a</sup>	L*
15.13 ± 0.08 <sup>B,a</sup>	15.56 ± 0.10 <sup>A,a</sup>	15.62 ± 0.13 <sup>A,b</sup>	b*
-3.31 ± 0.02 <sup>A,c</sup>	-3.78 ± 0.07 <sup>B,c</sup>	-4.54 ± 0.03 <sup>C,a</sup>	a*
70.25 ± 0.93 <sup>C,b</sup>	73.62 ± 0.74 <sup>B,a</sup>	77.53 ± 1.02 <sup>A,a</sup>	L*
13.34 ± 0.14 <sup>C,b</sup>	14.37 ± 0.09 <sup>B,b</sup>	15.68 ± 0.15 <sup>A,b</sup>	b*
-2.51 ± 0.06 <sup>A,b</sup>	-3.61 ± 0.03 <sup>B,b</sup>	-4.57 ± 0.05 <sup>C,a</sup>	a*
70.12 ± 0.61 <sup>C,b</sup>	73.32 ± 1.11 <sup>B,a</sup>	77.48 ± 0.59 <sup>A,a</sup>	L*
13.26 ± 0.12 <sup>C,b</sup>	14.23 ± 0.17 <sup>B,b</sup>	15.76 ± 0.14 <sup>A,ab</sup>	b*
-2.44 ± 0.05 <sup>A,ab</sup>	-3.58 ± 0.02 <sup>B,b</sup>	-4.59 ± 0.07 <sup>C,a</sup>	a*
69.86 ± 0.98 <sup>C,b</sup>	73.27 ± 0.60 <sup>B,a</sup>	77.42 ± 0.84 <sup>A,a</sup>	L*
13.19 ± 0.16 <sup>C,b</sup>	14.16 ± 0.21 <sup>B,b</sup>	15.97 ± 0.08 <sup>A,a</sup>	b*
-2.32 ± 0.09 <sup>A,a</sup>	-3.47 ± 0.04 <sup>B,a</sup>	-4.73 ± 0.08 <sup>C,b</sup>	a*

\*Results are reported as mean ± standard deviation. The uppercase and lowercase Latin letters indicate that there is a significant difference between the values of each row and each column at the 95% confidence level.

دارای ۰/۵ درصد فیبر محلول بود. در طول دوره نگهداری میزان ویسکوزیته در تمام تیمارها افزایش یافت و اختلاف معنی داری در میزان ویسکوزیته، بین تیمارهای دارای فیبر نسبت به تیمار شاهد وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ) (شکل ۵). پکتین و فیبر محلول تخم کتان قدرت جذب آب بالایی دارند

### ۳-۲-۸- نتایج بررسی خصوصیات رئولوژیکی نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر محلول کتان

با افزایش درصد فیبر محلول، ویسکوزیته در تمام تیمارها افزایش یافت، کمترین ویسکوزیته، در روز اول متعلق به تیمار شاهد و بعد از آن کمترین میزان ویسکوزیته مربوط به تیمار



### ۳-۳- نتایج بررسی خصوصیات حسی نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر محلول تخم کتان در طول دوره نگهداری

نتایج پذیرش کلی نوشیدنی آب سیب در جدول ۳ نشان داده شده است. امتیازات طعم، رنگ، عطر، بافت و پذیرش کلی در تمام تیمارها با افزایش درصد فیبر کاهش یافت و تیمار حاوی ۰/۵ درصد فیبر محلول، دارای بالاترین امتیازات در مقایسه با سایر تیمارهای حاوی فیبر بود و نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی دار نداشت ( $p \geq 0.05$ ). ناطقی و همکاران (۱۴۰۰)، در تحقیق خود درباره روند کاهش رنگ بیان داشتند که دلیل تجزیه رنگدانه ها به واسطه عوامل مختلفی مثل قرار گیری در محیطی با تغییرات اسیدیته، ترکیبات مختلف موجود در آبمیوه، تاثیر عوامل بیرونی و درونی نظیر دما، رطوبت، نور و غیره می باشد [۱۰]. سهراب وندی و همکاران (۱۳۹۴) نیز، به نتایج مشابهی دست یافتند [۴۲].

و بنابراین با اتصال به آب و تشکیل شبکه ژلی می توانند باعث افزایش ویسکوزیته شوند [۴۰]. ویسکوزیته نمونه های دارای فیبر در کلیه سرعت های برشی بالاتر از نمونه شاهد بود. در تمام نمونه ها رفتار غیرنیوتنی رقیق شونده با برش مشاهده شد. کارگزاری و همکاران (۱۳۹۶)، رئیسی و همکاران (۱۳۹۱) در تأیید نتایج فوق به نتایج مشابهی درباره ایجاد رفتار یک سیال رقیق شونده با برش رسیدند [۳۵، ۴۱].

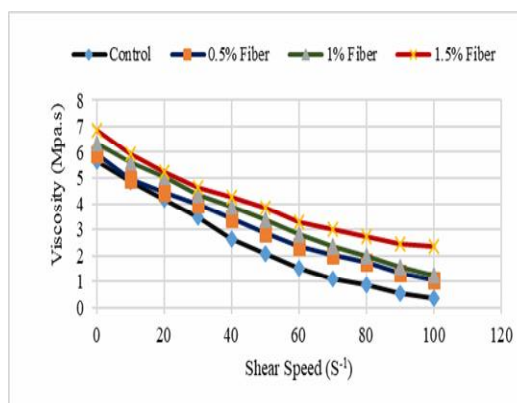


Fig 5 Viscosity ratio to shear rate in apple juice beverage samples containing soluble flaxseed fiber

Table 3 General acceptance of apple juice samples containing flaxseed soluble fiber during storage time

Day 30	Day 15	Day 1	Treatments
4.72 ± 0.10 <sup>A,a</sup>	4.74 ± 0.09 <sup>A,a</sup>	4.76 ± 0.12 <sup>A,a</sup>	control
4.83 ± 0.06 <sup>A,a</sup>	4.85 ± 0.10 <sup>A,a</sup>	4.92 ± 0.08 <sup>A,a</sup>	0.5% Fiber
4.45 ± 0.07 <sup>A,b</sup>	4.51 ± 0.12 <sup>A,b</sup>	4.54 ± 0.09 <sup>A,b</sup>	1% Fiber
3.91 ± 0.07 <sup>A,c</sup>	3.93 ± 0.08 <sup>A,c</sup>	3.96 ± 0.04 <sup>A,c</sup>	1.5% Fiber

\*Results are reported as mean ± standard deviation. The uppercase and lowercase Latin letters indicate that there is a significant difference between the values of each row and each column at the 95% confidence level.

بهینه در طول دوره نگهداری داشت. با استفاده از منابع با ارزشی مثل تخم کتان میتوان نوشیدنی های فراسودمند با خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب تولید کرد.

### ۵- منابع

- [1] Bachknudsen, K.E. 2001. The nutritional significance of dietary fiber analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 90(1-2), pp 3-20.
- [2] Yangilar, F., 2013. The application of dietary fibre in food industry: structural features, effects on health and definition, obtaining and analysis of dietary fibre: a review. *Journal of Food and Nutrition Research*, 1(3), pp.13-23.
- [3] Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H. and Patil, R.T., 2012. Dietary fibre in foods: a

### ۴- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد فیبر محلول استخراج شده توسط روش فراصوت با بیشترین بازده استخراج، ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت نگهداری روغن و دارا بودن بیشترین میزان شاخص  $L^*$  و کمترین میزان شاخص  $a^*$  و  $b^*$  به عنوان نمونه بهینه انتخاب و از این فیبر محلول در سطوح ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد در غنی سازی آب سیب استفاده شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی نوشیدنی آب سیب حاوی فیبر محلول تخم کتان اختلاف معنی داری در طی ۳۰ روز نگهداری نشان دادند. نتایج آزمون رئولوژیکی نشان داد، همه ی تیمارهای آب سیب حاوی فیبر محلول تخم کتان دارای رفتار غیر نیوتنی می باشند. نوشیدنی آب سیب حاوی ۰/۵ درصد فیبر رژیمی محلول، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب را به عنوان تیمار

- for Improvement of  $\beta$ -Glucan Extraction by Hot Water Method and Evaluation of Its Physicochemical Properties. Iranian Journal of Food Science and Technology. P. 25-34 [in Persian].
- [13] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). 1994. Flaxseed-Features and Test Methods. National Standard of Iran, No. 3462, first edition.
- [14] Moczowska, M., Karp, S., Niu, Y. and Kurek, M.A., 2019. Enzymatic, enzymatic-ultrasonic and alkaline extraction of soluble dietary fibre from flaxseed—A physicochemical approach. Food hydrocolloids, 90, pp.105-112.
- [15] Zhang, W., Zeng, G., Pan, Y., Chen, W., Huang, W., Chen, H. and Li, Y., 2017. Properties of soluble dietary fiber-polysaccharide from papaya peel obtained through alkaline or ultrasound-assisted alkaline extraction. Carbohydrate Polymers, 172, pp.102-112.
- [16] Ding, Q., Li, Z., Wu, W., Su, Y., Sun, N., Luo, L., Ma, H. and He, R., 2020. Physicochemical and functional properties of dietary fiber from *Nannochloropsis oceanica*: A comparison of alkaline and ultrasonic-assisted alkaline extractions. LWT, 133, p.110080.
- [17] Gu, M., Fang, H., Gao, Y., Su, T., Niu, Y. and Yu, L.L., 2020. Characterization of enzymatic modified soluble dietary fiber from tomato peels with high release of lycopene. Food Hydrocolloids, 99, p.105321.
- [18] Association Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington, USA: AOAC 1998.
- [19] Azizah, A. H. & Yu, S. L., 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. Food Chemistry, 68, 15–19.
- [20] Zahedi, M., Hamidi-Esfahani, Z. and Ahmadi-Gavlighi, H., 2019. Optimization of Ultrasound-assisted Extraction of Pectin from Tomato Pomace Using Response Surface Methodology. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 15(1), pp.91-105 [in Persian].
- [21] Xia, Q., Gu, M., Liu, J., Niu, Y. and Yu, L.L., 2018. Novel composite gels of gelatin and soluble dietary fiber from black bean coats with interpenetrating polymer networks. Food Hydrocolloids, 83, pp.72-78.
- [22] Huang, X., Dou, J.Y., Li, D. and Wang, L.J., 2018. Effects of superfine grinding on review. Journal of food science and technology, 49(3), pp.255-266.
- [4] Rawat, N. and Indrani, D., 2015. Functional ingredients of wheat-based bakery, traditional, pasta, and other food products. Food Reviews International, 31(2), pp.125-146.
- [5] Kaur, P., Waghmare, R., Kumar, V., Rasane, P., Kaur, S. and Gat, Y., 2018. Recent advances in utilization of flaxseed as potential source for value addition. OCL, 25(3), p. A304.
- [6] Singh, G.M., Micha, R., Khatibzadeh, S., Shi, P., Lim, S., Andrews, K.G., Engell, R.E., Ezzati, M., Mozaffarian, D. and Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group (NutriCoDE), 2015. Global, regional, and national consumption of sugar-sweetened beverages, fruit juices, and milk: a systematic assessment of beverage intake in 187 countries. PloS one, 10(8), p. e0124845.
- [7] Bhuiyan, M.H.R., Shams-Ud-Din, M. and Islam, M.N., 2012. Development of functional beverage based on taste preference. Journal of environmental science and natural resources, 5(1), pp.83-87.
- [8] Carbonell-Capella, J.M., Buniowska, M., Cortes, C., Zulueta, A., Frigola, A. and Esteve, M.J., 2017. Influence of pulsed electric field processing on the quality of fruit juice beverages sweetened with Stevia rebaudiana. Food and bioproducts processing, 101, pp.214-222.
- [9] Nateghi, L., Zarei, F., Rezaei, M., 2021. Study of the effect of wheat fiber and extract in the physicochemical and sensory properties of orange juice during storage. Journal of Food Processing and Safety, 1(1):49-69 [in Persian].
- [10] Tavakoli, M.T., Milani, E. and Hashemi, M., 2019. Evaluation of the effect of different fiber supplements on physicochemical and nutritional properties of pineapple juice. Iranian Food Science and Technology, 1-15 [in Persian].
- [11] Noshad, M., Mehrnia, M.A., Dehghan, N., 2019. Evaluation of physicochemical properties of pectin extracted from eggplant waste using ultrasound technique. Iranian Food Science and Technology Research Journal. p. 477-484 [in Persian].
- [12] Naghipour, F., Tabatabaei Yazdi, F., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Mohebbi, M., 2017. Sorghum Pretreatment by Ultrasound

- 493.
- [32] Liu, Y., Yi, S., Ye, T., Leng, Y., Hossen, M.A., Sameen, D.E., Dai, J., Li, S. and Qin, W., 2021. Effects of ultrasonic treatment and homogenization on physicochemical properties of okara dietary fibers for 3D printing cookies. *Ultrasonics Sonochemistry*, 77, p.105693.
- [33] Esmaceli, S., Vaez, E., Yassini, A., Mortazavian, A.M., Sohrabvandi, S., Ferdosi, R., Khosravi-Darani, K., 2016. The Effect of Inulin on the Qualitative Characteristics of Malt Beverage during Storage at Different Temperatures. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* P. 113-120 [in Persian].
- [34] Amiri, M., Tavakolipour, H., Ahmadi Kamazani, N. 2015. Investigation of physicochemical and rheological properties of beneficial kiwi drink containing rice bran. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. No. 3. pp. 35-44 [in Persian].
- [35] Raiesi, F., Razavi, H., Hojjatoleslami, M., Keramat, J., 2013. Production of a functional orange drink using rice-bran extract. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* No. 4. pp. 45-53 [in Persian].
- [36] Yoosefi, E., Nateghi, L., Zand, N., 2020. Investigation physical, chemical characteristics of functional drink based on apple juice and Aloe vera containing pigment of Echium Amoenum petal. *Journal of Food Researches*, pp 41-55 [in Persian].
- [37] Bahmani, Z., alh. Hasanzadeh, S. and Farmani, J., 2021. Effect of sugar beet fiber and inulin on survival and activity of *Lactobacillus acidophilus*, chemical and sensorial properties of pineapple synbiotic drink.
- [38] Paquet, É., Bédard, A., Lemieux, S. and Turgeon, S.L., 2014. Effects of apple juice-based beverages enriched with dietary fibres and xanthan gum on the glycemic response and appetite sensations in healthy men. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 4(1), pp.39-47.
- [39] Pereira, A. F, Maciel, T. C. & Rodrigues, S. 2011. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*, *Food Research International*. 44, 1276–1283
- [40] Hosseinnia, M., Khaledabad, M.A. and Almasi, H., 2017. Optimization of *Ziziphora clinopodiodes* essential oil microencapsulation by whey protein isolate properties of sugar beet pulp powders. *LWT*, 87, pp.203-209.
- [23] Hematian Sourki, A., Mahdavian Mehr, H., Pourfarzad, A., Sedaghat, N., 2013. Optimization of alkaline extraction for dietary fiber of coffee silver skin and its effect on the quality and shelf life of Iranian Barbari bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, P. 11-22 [in Persian].
- [24] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). 2007. Juices - Test Methods. National Standard of Iran, No. 2685, First Edition, 2- 179.
- [25] 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.
- [26] Vinatoru, M., 2001. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics sonochemistry*, 8(3), pp.303-313.
- [27] Sun, J., Zhang, Z., Xiao, F., Wei, Q. and Jing, Z., 2018, July. Ultrasound-assisted alkaline extraction of insoluble dietary fiber from soybean residues. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 392, No. 5, p. 052005). IOP Publishing.
- [28] Vilku, K., Mawson, R., Simons, L. and Bates, D., 2008. Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry—A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(2), pp.161-169.
- [29] Fan, X., Chang, H., Lin, Y., Zhao, X., Zhang, A., Li, S., Feng, Z. and Chen, X., 2020. Effects of ultrasound-assisted enzyme hydrolysis on the microstructure and physicochemical properties of okara fibers. *Ultrasonics Sonochemistry*, 69, p.105247.
- [30] Huang, L., Zhang, W., Cheng, J. and Lu, Z., 2019. Antioxidant and physicochemical properties of soluble dietary fiber from garlic straw as treated by energy-gathered ultrasound. *International Journal of Food Properties*, 22(1), pp.678-688.
- [31] Simas-Tosin, F.F., Barraza, R.R., Petkowicz, C.L.O., Silveira, J.L.M., Sasaki, G.L., Santos, E.M.R., Gorin, P.A.J. and Iacomini, M., 2010. Rheological and structural characteristics of peach tree gum exudate. *Food hydrocolloids*, 24(5), pp.486-

- Persian].
- [42] Sohrabvandi, S., Mortazavian, S.A.M., Jahani, H., Eivani, M. J., Nematollahi, A., Komeili, R. 2015. Study the Effect of Some Prebiotics on Physicochemical and Sensory Properties of Dietary Orange Juice. *Jorjani Biomedicine Journal*, 3(1), pp.16-31 [in Persian].
- and pectin: A comparative study. *International journal of biological macromolecules*, 101, pp.958-966.
- [41] Kargozari, M., Bagheri, L., Mohammadi, A.R., 2017. Functional and dietary lemon Beverage, stabilization and evaluation of Physicochemical and sensory characteristics. *Iranian Food science and Technology Research Journal* . No.2. p. 214-226 [in



## Evaluation of physicochemical and sensory properties of apple juice drink containing soluble dietary fiber of flaxseed

Ghasemzadeh, F.<sup>1</sup>, Sharifi, A.<sup>1\*</sup>

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article History:</b></p> <p>Received 2022/ 04/ 23 Accepted 2022/ 08/ 20</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b></p> <p>Apple Juice, Drink, Flaxseed, Soluble Dietary Fiber.</p> <hr/> <p><b>DOI:</b> 10.22034/FSCT.19.130.47 <b>DOR:</b> 20.1001.1.20088787.1401.19.130.5.4</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: asharifi81@gmail.com</p>	<p>Enrichment of fruit juices with dietary fiber can not only improve the final quality of the drink, but also improve the health of the consumer. Among oilseeds, flaxseed is rich in alpha-linolenic acid, soluble dietary fiber and lignan. In this study, dietary solution fiber of flaxseed was extracted by three methods of alkaline, enzymatic and ultrasonic extraction and extraction efficiency, water and oil storage capacity and colorimetry of the extracted soluble fibers were evaluated. The results showed that the soluble fiber extracted by ultrasonic method with the highest extraction efficiency, water holding capacity, oil holding capacity and having the highest L * index and the lowest a * and b * index, was selected as the optimal sample. The optimal sample of soluble fiber was added to apple juice drink at the levels of 0.5%, 1%, 1.5%. Physicochemical and sensory properties of apple juice drink during 30 days of storage at first day, the fifteenth day and the thirtieth day was evaluated. The results showed that the use of flaxseed soluble fiber had a significant effect on brix, dry matter, pH, turbidity, sensory properties (taste, color, aroma, texture, general acceptance) of apple juice drink (<math>p \leq 0.05</math>). Rheological test showed that all apple juice treatments containing soluble flaxseed fiber had a non-Newtonian behavior. The apple juice drink containing 0.5% of soluble dietary fiber obtained the highest score of sensory properties. Turbidity of apple juice drink containing 0.5% soluble dietary fiber was less than other samples. Therefore, apple juice drink containing 0.5% of soluble dietary fiber selected as an optimal treatment. By adding soluble dietary fiber of flaxseed to apple juice can produce a new drink with favorable characteristics.</p>