

## اثر پیش تیمار مایکروویو و برشته کردن مغز پسته بر راندمان استخراج و ویژگی‌های کیفی روغن استخراجی

فرناز یحیوی<sup>1</sup>، محمد علیزاده خالد آباد<sup>2\*</sup>، صدیف آزادمرد دمیرچی<sup>3</sup>

1- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه، ایران

2- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه، ایران

3- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: 98/06/10 تاریخ پذیرش: 98/10/02)

### چکیده

امروزه تقاضا برای مصرف روغن‌های حاصل از پرس سرد افزایش یافته است. مسئله حائز اهمیت در بکارگیری این روش استخراج در صنعت روغن کنشی، راندمان و مقدار ترکیبات موثر پایین موجود در روغن حاصله در مقایسه با روشهای حرارتی است. تلاشهای زیادی جهت بهبود کارایی استخراج و افزایش محتوی ترکیبات جزئی روغن با پرس سرد صورت گرفته است که استفاده از مایکروویو به عنوان یکی از روش‌های پیش تیمار مدرن جهت حل این مشکلات معرفی شده است تا از این طریق بتوان محصولی با راندمان و کیفیت بالا و زمان ماندگاری زیاد تولید کرد. اهداف این تحقیق، بررسی اثر پیش تیمار مایکروویو و نیز برشته کردن در آون بر راندمان و کیفیت روغن استخراجی از مغز پسته بود. در این مطالعه نمونه‌های پسته در سه تکرار در سه زمان مختلف 60، 120 و 180 ثانیه با مایکروویو (فرکانس 2450 مگا هرتز) و نیز در سه سطح دمایی 120، 150 و 180 درجه سانتیگراد در آون به مدت 15 دقیقه تیمار شدند و سپس روغن آنها با پرس سرد استخراج گردید. همچنین به منظور دستیابی به مقدار واقعی درصد روغن و ترکیبات جزئی موجود در مغز پسته، روغن از نمونه‌های تیمار نشده با حلال استخراج شد. همچنین به منظور مقایسه پیش تیمارهای حرارتی با پرس گرم از پرس گرم نیز در سه سطح دمایی 60، 80 و 100 درجه سانتیگراد استفاده شد. نمونه‌های روغن تهیه شده سپس از نظر راندمان استخراج و ویژگی‌های کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مایکروویو و برشته کردن قبل از پرس سرد باعث افزایش راندمان استخراج و پایداری اکسیداتیو و افزایش محتوی کلروفیل روغن پسته شد. همچنین نتایج نشانگر کاهش اسیدیته روغن در اثر استفاده از پیش تیمار مایکروویو به مدت 180 ثانیه بود. اما بکارگیری روشهای مختلف پیش تیمار اثر معنی داری ( $p < 0/05$ ) در افزایش میزان کاروتنوئید روغن پسته نداشت. در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که استفاده از مایکروویو به منظور تیماردهی دانه پسته قبل از استخراج روغن با پرس سرد می‌تواند موجب بهبود راندمان استخراج روغن و ویژگی‌های کیفی آن گردد.

کلید واژگان: راندمان استخراج، روغن پسته، پیش تیمار حرارتی

\* مسئول مکاتبات: malizadeh@outlook.com

## 1- مقدمه

دسترسى بهتر به ترکیبات زیست فعال و غذا-دارو<sup>1</sup> همچون فیتواسترونها و توکوفرولها در روغن استخراجی شود.

استفاده از اشعه مایکروویو به عنوان یکی از روش‌های پیش تیمار مدرن جهت حل این مشکلات معرفی شده است [6]. زمان فرآیند کوتاه‌تر و صرفه جویی در مصرف انرژی از مزایای اشعه مایکروویو است. زیرا انرژی به طور مستقیم و از طریق کل حجم ماده دریافت می‌شود [7].

از مزایای مایکروویو در استخراج روغن می‌توان به افزایش بازده استخراج، کاهش انرژی مصرفی، بهبود کیفیت روغن استخراجی، کاهش زمان استخراج و کاهش مصرف حلال اشاره کرد. مایکروویو موجب تخریب غشای سلولی شده و منافذ و روزنه‌های پایداری ایجاد می‌شود که باعث تراوش روغن از میان دیواره‌های سلولی می‌گردد. استخراج روغن توسط مایکروویو موجب به دست آوردن روغن با کیفیت بالا می‌شود و ترکیبات ارزشمندی چون فیتواسترونها، فسفولیپیدها، ترکیبات فنولی و توکوفرولها حفظ می‌گردد. مشخص شده است که استفاده از مایکروویو بر میزان فسفولیپیدها تاثیر معنی‌داری نداشته است. همچنین استفاده از مایکروویو به عنوان پیش تیمار استخراج روغن، میزان توکوفرول موجود در روغن را به طور معنی‌داری افزایش داده است. این موضوع بیانگر آن است که تخریب دیواره سلولی با کمک مایکروویو بیشتر صورت می‌گیرد و منجر به خروج بیشتر ترکیبات در روغن می‌شود [5]. روغن استخراج شده توسط مایکروویو پایداری بیشتری نسبت به اکسیداسیون نشان داده است که می‌تواند در نتیجه حفظ ترکیبات آنتی اکسیدانی روغن باشد.

با استفاده از اشعه مایکروویو به راندمان استخراج بیشتری می‌توان دست یافت، زیرا غشای سلولی پاره شده و منافذ و روزنه‌های پایداری ایجاد می‌شود که باعث تراوش روغن از میان دیواره‌های سلولی می‌گردد [6]. همان طور که حرارت دهی می‌تواند آنزیم‌های نامطلوب مانند آنزیم لیپاز و لیپوکسیژناز را در روغن غیرفعال کند، مطالعات نشان دهنده اثر اشعه مایکروویو در غیرفعال سازی مناسب این آنزیم‌ها می‌باشد [8].

مغز پسته منبع خوبی از روغن (40-60%) بوده و حاوی اسیدهای چرب غیراشباع (اسیدهای لینولنیک، لینولنیک و

استخراج روغن های گیاهی با حلال بعنوان یکی از قدیمی‌ترین روش‌های جداسازی شناخته شده است. استخراج با حلال روشی است که به طور معمول برای دانه‌های روغنی با کمتر از 20 درصد روغن استفاده می‌شود. این روش بیشتر در کارخانه‌های سویا که بخش بزرگی از صنایع روغن را به خود اختصاص داده‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. باقیمانده کنجاله در روغن بعد از استخراج با این روش کمتر از 1 درصد می‌باشد.

در روش استخراج روغن با پرس، در مقایسه با روش استفاده از حلالهای شیمیایی، روغن ارزشمند و با کیفیت بالا تولید می‌شود. گزارش شده که روغنهای پرس سرد دارای غلظت کمتری از اسیدچرب آزاد، عدد پراکسید، آنیسیدین و کلروفیل نسبت به پرسگرم هستند [1]. پرس گرم فرآیندی همراه با فشار و گرما است، در حالی که پرس سرد تنها با فشار و بدون استفاده از حرارت می‌باشد. روش پرس سرد معمولاً برای دانه‌های با محتوی روغن بالا، نظیر کلزاتوصیه می‌شود. در روغن‌های تهیه شده به روش پرس سرد که توسط دستگاه‌های استخراج مکانیکی مانند پرس حلزونی بدون استفاده از حرارت تهیه می‌شوند، نه تنها تغییری در ماهیت روغن صورت نمی‌گیرد بلکه روغن خصوصیات طبیعی و خصوصیات مرتبط با سلامتی خود را حفظ می‌کند [2].

پرس سرد بهترین روش جهت حفظ ترکیبات سودمندی است که در اثر حرارت دادن از بین می‌روند و در روغنهای تهیه شده به روش پرس سرد، اسیدهای چرب ضروری به ویژه امگا 3، آنتی اکسیدانهای طبیعی مانند توکوفرولها مخصوصاً  $\alpha$  توکوفرولیا ویتامین E و استرونها، بیشتر حفظ شده و روغن حاصل دارای طعم، رنگ، بو و ارزش تغذیه‌ای بالاتری می‌باشد [3]. مطالعات نشان داده که بخش جزئی موجود در روغنها بر عوامل خطرزای بیماریهای قلبی عروقی موثرند و روش پرس سرد می‌تواند باعث حفظ این دسته از مواد در محصول نهایی شود [4]. با اینحال پرس سرد دارای راندمان استخراجی پایین-تری در مقایسه با پرس گرم می‌باشد [5]. برای برطرف کردن این مشکل در پرس سرد بهتر است به دنبال پیش تیمارهای جدیدی به جای روش‌های حرارتی معمول قبل از پرس کردن بود، بطوریکه این پیش تیمار منجر به باقی ماندن بیشتر و

1. Nutraceuticals

اولئیک) می‌باشد [9]. در مقایسه با دیگر روغن‌های حاصل از دانه‌ها و مغزهای خوراکی (آفتابگردان، بادام زمینی، کتان، ذرت) مغز پسته حاوی ترکیبات زیست فعال و بهبود دهنده سلامتی بوده و بعنوان یک روغن فراسودمند در نظر گرفته می‌شود [10] و به دلیل تاثیراتی چون تنظیم میزان کلسترول، تاثیر مثبت بر جلوگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی و خواص آنتی‌اکسیدانی که اثر بر سلامت بدن دارد مورد توجه و علاقه مصرف کنندگان واقع شده است [11].

در این تحقیق اثر نوع روش استخراج شامل پرس سرد و پرس گرم و نیز نوع پیش تیمار مغز پسته قبل از پرس سرد شامل پیش تیمار با اشعه مایکروویو و پیش تیمار برشته کردن در آون، بر روی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی روغن استخراجی از پسته کله قوچی، مورد مطالعه قرار گرفت.

## 2- مواد و روشها

### 2-1- مواد اولیه

پسته رقم کله قوچی از بازار محلی تبریز به منظور بررسی اثر شرایط مختلف استخراج بر روی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی روغن استخراجی تهیه گردید. کلیه محلول‌ها و مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

### 2-2- روش‌ها

#### 2-2-1- پیش تیمار مایکروویو

پیش تیمار مایکروویو طبق روش مظاهری و همکاران (2019) انجام گرفت. برای این منظور مغز پسته در ظروف پتری پیرکس بصورت مسطح ریخته شده و در داخل مایکروویو مدل فرکانس 2450 MHz با سه زمان اشعه دهی 60، 120 و 180 ثانیه تیمار شدند.

#### 2-2-2- پیش تیمار برشته کردن در آون

پیش تیمار برشته کردن در آون مطابق روش توصیف شده توسط مظاهری و همکاران (2019) انجام شد. برای این اینکار مغز پسته را در ظروف پتری پیرکس بصورت مسطح ریخته و در داخل آون در سه سطح دمایی 120، 150 و 180 درجه سانتیگراد به مدت 15 دقیقه برشته شد.

#### 2-2-3- تنظیم رطوبت

به منظور دستیابی به رطوبت بهینه پسته جهت استخراج روغن،

مغز نمونه‌های پسته در چهار سطح رطوبتی 4، 6، 8 و 10 درصد تنظیم شده و تحت پرس سرد قرار داده شدند. برای این منظور ابتدا محتوای رطوبتی نمونه‌ها در آون 105 درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شده و عمل خیساندن برای رسیدن به سطح رطوبتی مورد نظر انجام گرفت. نمونه‌ها در کیسه‌های پلی اتیلنی در دمای 4 درجه سانتیگراد به مدت 48 ساعت نگه داری شدند. با توجه به درصد استخراج روغن در هر یک از نمونه‌ها، رطوبت بهینه جهت استخراج روغن پسته مشخص گردید و سپس رطوبت کلیه نمونه‌ها پس از انجام پیش تیمار مربوطه و قبل از استخراج روی سطح رطوبتی بهینه تنظیم شد.

### 2-2-4- استخراج روغن

پس از تنظیم رطوبت پسته‌ها روی مقدار بهینه (8%)، روغن نمونه‌های پسته به شرح زیر استخراج شد: 1- نمونه‌های پسته بدون پیش تیمار تحت پرس سرد قرار گرفتند. 2- نمونه‌های تیمار شده با مایکروویو و نیز برشته شده در آون تحت پرس سرد قرار گرفتند. پرس سرد در همه تیمارها در دمای 35 درجه سانتیگراد با استفاده از پرس حلزونی انجام شد [13]. 3- روغن نمونه‌های پسته در سه سطح دمایی 60، 80 و 100 درجه سانتیگراد به روش پرس گرم استخراج شد. 4- روغن نمونه‌های پسته با استفاده از حلال n- هگزان استخراج گردید [5] نمونه‌های روغن استخراج شده پس از صاف کردن با کاغذ واتمن شماره 2 در ظروف دربسته و در فریزر تا زمان انجام آزمایش‌ها نگهداری شدند.

### 2-2-5- تعیین درصد استخراج روغن

برای تعیین درصد استخراج روغن از توزین روغن حاصل از 100 گرم نمونه پسته استفاده شد [14].

### 2-2-6- اندازه‌گیری اسیدیته و پراکسید روغن

اندیس اسیدی و اندیس پروکسید نمونه‌های روغن پسته بر اساس روش توصیف شده توسط AOAC (2000)، انجام گرفت [15].

### 2-2-7- اندازه‌گیری پایداری روغن

زمان پایداری اکسیداتیو روغن بدست آمده با استفاده از نسیمت Metrohm برای 2/5 گرم نمونه روغن و در دمای 110 درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد [14].

### 2-2-8- اندازه‌گیری میزان کاروتنوئیدها و کلروفیل

به این منظور مقدار جذب نمونه‌ها به ترتیب در طول موج‌های 470 و 670 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر UV

بیشترین میزان روغن (57/42%) به دست آمد که بیانگر کل روغن قابل استحصال از نمونه‌های پسته می‌باشد.

مطابق جدول استفاده از روشهای مختلف بر روی راندمان استخراج روغن پسته اثر معنی‌داری داشت. استفاده از پیش تیمار مایکروویو به مدت 120 و 180 ثانیه به ترتیب سبب افزایش 17/42 و 24/52 درصدی در میزان استخراج روغن نسبت به پرس سرد بدون پیش تیمار شد. پیش تیمار مایکروویو دانه های روغنی منجر به افزایش کارایی استخراج و ضریب انتقال جرم بیشتر در آنها به دلیل پارگی شدید غشاهای سلولی می‌شود. همچنین با ایجاد منافذ پایدار در دانه ها، اجازه حرکت هر چه بهتر روغن از میان دیواره سلولی نفوذپذیر آنها فراهم می‌گردد [5].

همچنین راندمان استخراج روغن بطور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) پس از برشته کردن افزایش یافت. بیشترین میزان روغن در پیش تیمار برشته کردن (48/35%) در دمای 180 درجه سانتیگراد بدست آمد که نسبت به پرس سرد بدون پیش تیمار 18 درصد افزایش را نشان می‌دهد. برشته کردن یکی از روش های سنتی در تولید روغن های خوراکی است که می‌تواند سبب افزایش دسترسی به مواد مغذی و نیز غیر فعال سازی آنزیم‌ها شود [17]. با اینحال در صورت عدم کنترل فرآیند، برشته کردن منجر به ایجاد تغییرات نامطلوب مانند تولید طعم نامطبوع و ترکیبات سمی آکریل آمیدی می‌شود [18].

استفاده از پرس گرم نیز همچنان که انتظار می‌رفت بطور معنی‌داری منجر به تولید روغن بیشتری نسبت به روش پرس سرد شد که بیشترین راندمان استخراج روغن پس از روش حلال مربوط به استخراج با پرس گرم در دمای 100°C بود (51/8%). مقایسه نتایج حاصل از پیش تیمار مایکروویو با پرس گرم نشان می‌دهد که بکارگیری 120 و 180 ثانیه اشعه مایکروویو به ترتیب منجر به راندمان استخراج بالاتری نسبت به استفاده از پرس گرم 60 و 80 درجه سانتیگراد شده است. این نتایج همسو با نتایج بدست آمده در یک مطالعه می‌باشد که دریافتند پیش تیمار مایکروویو (W400 برای 240 ثانیه) سبب افزایش راندمان استخراج ( $p < 0/05$ ) روغن فندق می‌گردد [14].

طبق نتایج حاصل از تحقیقی دیگر محتوی روغن گردوی آفریقایی پس از پیش تیمار برشته کردن 6/38 درصد افزایش

اندازه گیری گردیده و محتوی کاروتنوئید و کلروفیل نمونه ها با استفاده از فرمول های زیر محاسبه شد. در این فرمول ها A میزان جذب در طول موج های مذکور و L نیز ضخامت سل اسپکتروفتومتر 10mm می‌باشد [16].

$$\text{Carotenoid (mg/kg)} = (A470 \times 106) / 2000 \times 100 \times L$$

$$\text{Chlorophyll (mg/kg)} = (A670 \times 106) / 613 \times 100 \times L$$

### 2-3- آنالیز آماری

کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شده و داده‌های حاصل از آزمایشات بر اساس مدل فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شدند. تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم افزار SAS انجام شده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال 95% استفاده شد.

### 3- نتایج و بحث

#### 3-1- راندمان استخراج

محتوی روغن مغزهای خوراکی یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی کیفیت تغذیه‌ای و ارزش اقتصادی آنهاست. راندمان استخراج روغن تحت تاثیر عوامل مختلفی چون روش استخراج، دمای پرس و نوع پیش تیمار بکار رفته می‌باشد. در جدول 1 اثر هر یک از این فاکتورها بر روی میزان روغن استخراجی از پسته آورده شده است.

Table 1 Oil yield of pistachio at different extraction conditions

Wheat Flour (%)	Oil yield (%)
Solvent extraction	57.42 <sup>a</sup>
cold press	40.82 <sup>b</sup>
Microwave (60s)	39.55 <sup>i</sup>
Microwave (120s)	47.93 <sup>e</sup>
Microwave (180s)	50.83 <sup>e</sup>
Roasting (120°C)	40.36 <sup>i</sup>
Roasting (150°C)	41.93 <sup>g</sup>
Roasting (180°C)	48.35 <sup>d</sup>
Hot press (60°C)	44.66 <sup>f</sup>
Hot press (80°C)	48.49 <sup>d</sup>
Hot press (100°C)	51.18 <sup>b</sup>

باتوجه به نتایج به دست آمده، در روش استخراج با حلال

اما اشعه دهی به مدت 120 و 180 ثانیه باعث کاهش میزان اسیدیته به مقادیر 0/025 و 0/022% به ترتیب گردید (جدول 2). کاهش اسیدیته در اثر مایکروویو می‌تواند به دلیل غیر فعال شدن آنزیم‌های لیپاز روغن باشد. مظاهری و همکاران (2019) نشان دادند که فعالیت آنزیم لیپاز در روغن سیاه دانه پیش تیمار شده با مایکروویو کاهش یافت بطوریکه کمترین فعالیت لیپازی در دانه‌های مایکروویو شده در W1100 به مدت 3/5 دقیقه مشاهده شد. بر اساس همین تحقیق میزان اندیس اسیدی نمونه‌های پیش تیمار شده با مایکروویو و نیز برشته شده نسبت به نمونه‌های تیمار نشده بطور معنی داری کاهش یافت [12]. در یک مطالعه نشان داده شد که برشته کردن در 150°C باعث افزایش میزان هیدرولیز در روغن کلزا شد [21]. نتایج تحقیقی دیگر نشانگر افزایش اندیس اسیدی در روغن هسته انبه در اثر استفاده از پیش تیمار مایکروویو بود بطوریکه این شاخص از 0/56mg KOH/g oil در هسته‌های تیمار نشده به 0/72 mg KOH/g oil در نمونه‌های مایکروویو شده رسید [22].

عدد پراکسید از اندازه گیری کمی هیدروپراکسیدها به عنوان محصولات اولیه اکسیداسیون روغن‌ها بدست آمده و مهمترین شاخص جهت تشخیص میزان پیشرفت اکسیداسیون در روغن‌های حرارت ندیده است. اندیس پراکسید همچنین رابطه نزدیکی با ویژگی‌های ارگانولپتیک روغن داشته و میزان تازگی روغن را نشان می‌دهد.

یافت [19]. دلیل این امر شاید آزادسازی راحت‌تر روغن در اثر حرارت خشک باشد. یافته دیگری حاکی از بهبود راندمان استخراج روغن زیره سیاه پس از استفاده از پیش تیمار مایکروویو (W 450 به مدت 180 ثانیه) می‌باشد [20]. آزادمرد دمیرچی و همکاران (2010)، با بررسی اثر پیش تیمار مایکروویو بر روی روغن کلزا به این نتیجه رسیدند که پیش تیمار مایکروویو باعث افزایش راندمان استخراج روغن به میزان 10% گردید [5].

مظاهری و همکاران (2019) نشان دادند که هم بکارگیری اشعه مایکروویو و هم پیش تیمار برشته کردن بطور معنی داری میزان استخراج روغن حاصل از پرس سرد سیاه دانه را افزایش داد [12].

### 3-2- اسیدیته و عدد پراکسید روغن

یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت روغن اسیدیته است. اندیس اسیدی نشان دهنده میزان اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن است که در نتیجه هیدرولیز قبلی تری آسید گلیسرول‌ها به وجود آمده‌اند. اسیدیته بالا در روغن‌ها سبب پایین آمدن نقطه دود و تسریع اکسیداسیون آنها می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده، روغن استخراج شده با حلال دارای بیشترین میزان اسیدیته بود (0/049%) و پس از آن نمونه‌های برشته شده در دمای 180°C و نیز پرس شده در دمای 100°C با 0/047% بیشترین اسیدیته را دارا بودند. روغن حاصل از پرس سرد با 0/031% اسیدیته تفاوت معنی داری با نمونه مایکروویو شده به مدت 60 ثانیه را نداشت.

**Table 2** Acidity, peroxide, rancimat value of pistachiosat different extraction conditions

Treatment	Acidity (%)	Peroxid Value (meq O <sub>2</sub> /kg oil)	Rancimat Value (h)
Solvent extraction	0.049 <sup>a</sup>	8.96 <sup>a</sup>	12.19 <sup>g</sup>
cold press	0.031 <sup>f</sup>	6.59 <sup>e</sup>	10.13 <sup>l</sup>
Microwave (60s)	0.03 <sup>f</sup>	6.71 <sup>de</sup>	14.06 <sup>a</sup>
Microwave (120s)	0.025 <sup>g</sup>	6.8 <sup>cde</sup>	13.72 <sup>b</sup>
Microwave (180s)	0.022 <sup>h</sup>	7.61 <sup>b</sup>	12.85 <sup>d</sup>
Roasting (120°C)	0.034 <sup>de</sup>	7.23 <sup>bcd</sup>	13.05 <sup>c</sup>
Roasting (150°C)	0.038 <sup>c</sup>	7.16 <sup>bcd</sup>	12.55 <sup>f</sup>
Roasting (180°C)	0.047 <sup>b</sup>	7.76 <sup>b</sup>	12.54 <sup>f</sup>
Hot press (60°C)	0.033 <sup>ef</sup>	6.96 <sup>cde</sup>	12.7 <sup>e</sup>
Hot press (80°C)	0.035 <sup>d</sup>	7.33 <sup>bc</sup>	11.55 <sup>h</sup>
Hot press (100°C)	0.047 <sup>b</sup>	7.66 <sup>b</sup>	11.38 <sup>i</sup>

6/59 (meq O<sub>2</sub>/kg oil) بود که با نمونه‌های مایکروویو شده به مدت 60 و 120 ثانیه تفاوت معنی داری را نشان نداد. نتایج نشان دهنده افزایش معنی دار اندیس پراکسید در

بیشترین عدد پراکسید به دست آمده با مقدار 8/96 (meq O<sub>2</sub>/kg oil) متعلق به روغن استخراج شده با حلال بود. کمترین اندیس پراکسید مربوط به روغن حاصل از پرس سرد

360 و W 540 نسبت به نمونه‌های کنترل افزایش یافت [26].

### 3-4- رنگدانه های روغن

کلروفیل و کاروتنوئید به عنوان رنگدانه‌های طبیعی در دانه‌ها و مغزهای روغنی وجود داشته و بخشی از آنها در طول استخراج روغن از دانه‌ها خارج شده و وارد روغن خام می‌شود. وجود این رنگدانه‌ها از نظر ارزیابی کیفی روغن‌ها به ویژه رنگ حائز اهمیت بوده و در غلظت‌های بالا سبب ایجاد رنگ‌های نامطلوب در محصول می‌گردند. کلروفیل می‌تواند باعث تسهیل فوتواکسیداسیون شده و طعم نامطلوبی را در روغن ایجاد کند. از سوی دیگر کاروتنوئیدها علاوه بر تولید رنگ، به عنوان پیش‌ساز ویتامین A و ترکیبات دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی مطرح هستند و باعث کاهش ریسک ابتلا به سرطان و بیماری‌های قلبی و عروقی می‌شوند. بنابراین کاروتنوئیدها سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای و نیز افزایش پایداری روغن در برابر اکسیداسیون، به دلیل داشتن خواص کونجری، می‌گردند.

پیش تیمار مایکروویو و برشته کردن پیش از پرس سرد اثر معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) در محتوی کلروفیل روغن پسته داشت (جدول 3). بیشترین میزان کلروفیل با  $38/15$  (mg pheophytin/kg oil) مربوط به نمونه پیش تیمار شده با مایکروویو به مدت 180 ثانیه بود که نسبت به روغن حاصل از پرس سرد بدون پیش تیمار 4 درصد افزایش را نشان داد. در حالی که اشعه دهی به مدت 120 ثانیه اثر معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) بر محتوی کلروفیل نداشت. پیش تیمار برشته کردن در 150 و 180°C نیز بطور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) میزان کلروفیل روغن را نسبت به حالت بدون پیش تیمار افزایش دادند. پیش تیمار حرارتی مثل مایکروویو و برشته کردن در آون باعث دناتوره شدن پروتئین‌های دیواره سلولی و تخریب آن و در نتیجه آزادسازی بیشتر ترکیبات زیست فعال مثل رنگدانه‌ها می‌شوند.

بیشترین میزان کاروتنوئید ( $7/04$  mg/kg oil) نیز در پیش تیمار برشته کردن در آون در دمای 180 °C بدست آمد. محتوی کاروتنوئید روغن‌های حاصل از پیش تیمار مایکروویو به مدت 120 و 180 ثانیه تفاوت معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) را با روغن حاصل از پرس سرد بدون پیش تیمار نشان ندادند. استفاده از پرس گرم نیز تفاوت معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) در میزان کاروتنوئید نمونه‌های روغن نسبت روش پرس سرد ایجاد نکرد.

نمونه‌های پیش تیمار شده در مایکروویو (180 ثانیه)، برشته شده در آون (180°C) و نیز پرس گرم 100°C نسبت به روغن حاصل از پرس سرد بدون پیش تیمار بود. میزان ترکیبات پراکسیدی با اعمال پیش تیمارهای حرارتی و مایکروویو افزایش یافته و سپس به دلیل ماهیت ناپایداری به ترکیبات ثانویه اکسیداسیون تبدیل می‌شوند (جدول 2).

بخش آبدی و همکاران (2017)، به این نتیجه رسیدند که افزایش قدرت مایکروویو باعث افزایش تولید حرارت و در نتیجه اکسیداسیون در روغن زیره سیاه شد. اکسیداسیون روغن پسته نیز در اثر پیش تیمار مایکروویو باعث افزایش در اندیس پراکسید آن نسبت به نمونه بدون پیش تیمار شد [20]. نتایج مشابهی نیز توسط دیگران بدست آمده است [12، 14، 22 و 23].

### 3-3- پایداری اکسیداسیونی روغن

پایداری اکسیداتیو نشانگر توانایی روغن در مقابله با عوامل اکسیدکننده و یکی از پارامترهای مهم در ارزیابی کیفی روغن است که تحت تاثیر نوع اسیدهای چرب و مواد زیست فعال موجود در روغن است. پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن پسته با دستگاه رنسیمت و در 110°C اندازه گیری شد. نتایج نشانگر تفاوت معنی‌دار ( $p < 0/05$ ) مدت زمان پایداری در تیمارهای مختلف بود (جدول 2). بیشترین میزان پایداری مربوط به روغن‌های پیش تیمار شده با مایکروویو به مدت 60 ثانیه (14/06h) و 120 ثانیه (13/72h) و کمترین زمان پایداری مربوط به نمونه پرس سرد بدون پیش تیمار (10/13h) بود. علاوه بر آن برشته کردن نیز سبب افزایش پایداری روغن شد بطوری که نمونه برشته شده در آون 120°C دارای پایداری 13/05h بود. نمونه‌های پرس شده در دمای 80 و 100°C پایداری اکسیداتیو کمتری نسبت به نمونه‌های مایکروویو شده و برشته شده از خود نشان داد.

این نتایج مشابه با نتایج بدست آمده در تحقیقات پیشین است [12، 24 و 25]. پایداری اکسیداتیو بیشتر در روغن پسته پیش تیمار شده با مایکروویو نسبت به روغن حاصل از پرس سرد، ممکن است به دلیل بالا بودن میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مثل توکوفرول‌ها و افزایش در میزان ترکیبات فنولیک باشد [5 و 20]. بررسی ارتباط بین میزان ترکیبات فنولیک کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن هسته زردآلو نشان داده که میزان فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی هسته‌های مایکروویو شده در

**Table 3** Chlorophyll and Carotenoid contents of pistachiosat different extraction conditions

Treatment	Chlorophyll (mg pheophytin/kg oil)	Carotenoid (mg/kg oil)
Solvent extraction	31.1 <sup>1</sup>	6.15 <sup>e</sup>
cold press	36.5 <sup>c</sup>	7.09 <sup>ab</sup>
Microwave (60s)	35.17 <sup>d</sup>	6.24 <sup>e</sup>
Microwave (120s)	36.19 <sup>c</sup>	7.03 <sup>bc</sup>
Microwave (180s)	38.15 <sup>a</sup>	7.02 <sup>bc</sup>
Roasting (120°C)	35.29 <sup>d</sup>	6.61 <sup>d</sup>
Roasting (150°C)	37.15 <sup>b</sup>	6.71 <sup>cd</sup>
Roasting (180°C)	37.5 <sup>b</sup>	7.4 <sup>a</sup>
Hot press (60°C)	33.42 <sup>e</sup>	6.88 <sup>bcd</sup>
Hot press (80°C)	35.17 <sup>d</sup>	7.02 <sup>bc</sup>
Hot press (100°C)	29.26 <sup>g</sup>	7.05 <sup>bc</sup>

Pressed Colza Oil. Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture. 7(1): 47-52.

[3] Parry, J. W. 2006. Value-Adding factors in cold-pressed edible seed oils and flours, University of Maryland, College Park.

[4] Deng, Q., Xiao, Y., Jiqu, X., Lan, W., Fenghong, H., Qingde, H., Changsheng, L. & Fangli, M. 2014. Effects of endogenous and exogenous micronutrients in rapeseed oils on the antioxidant status and lipid profile in high-fat fed rats. *Lipids Health Dis*, 13, 198.

[5] Azadmard-Damirchi, S., Habibi-Nodeh, F., Hesari, J., Nemati, M., and FathiAchachlouei, B. 2010. Effect of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. *Food Chemistry*. 121: 1211–1215.

[6] Takagi, S., & Yoshida, H. 1999. Microwave heating influences on fatty acid distribution of triacylglycerols and phospholipids in hypocotyls of soybeans (*glycine max L.*). *Food Chemistry*. 66: 345–351.

[7] Thostenson, E. T., & Chou, T. W. 1999. Microwave processing: Fundamentals and applications. *Composites. Part A. Applied Science and Manufacturing*. 30:1055–1071.

[8] Ponne, C. T., Moller, A. C., Tijsskens, L. M. M., Bartels, P. V. and Meijer, M. M. T. 1996. Influence of Microwave and Steam Heating on Lipase Activity and Microstructure of Rapeseed (*Brassica napus*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 44: 2818–2824.

[9] Kahyaoglu, T. 2008. Optimization of the pistachio nut roasting process using response surface methodology and gene expression

رکاس و همکاران (2015)، گزارش کردند که میزان رنگدانه‌های روغن کلزا در اثر برشته کردن در 100 و 150°C افزایش یافت [23]. نتایج مشابهشان دادند که پیش‌تیمار حرارتی مایکروویو و برشته کردن دانه کلزا باعث افزایش معنی دار (p < 0/05) در مقدار کل رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید روغن شد [27 و 28].

#### 4- نتیجه گیری کلی

در این مطالعه اثر پیش تیمار مایکروویو و برشته کردن در آون روی راندمان استخراج و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن پسته بررسی شد. مایکروویو و برشته کردن قبل از پرس سرد باعث بهبود راندمان استخراج و پایداری اکسیداتیو و افزایش محتوی کلروفیل روغن پسته شد. همچنین نتایج نشانگر کاهش اندیس اسیدی روغن در اثر استفاده از پیش تیمار مایکروویو به مدت 180 ثانیه بود. اما بکارگیری روش‌های مختلف پیش تیمار اثر معنی داری (p < 0/05) در افزایش میزان کاروتنوئید روغن پسته نداشت. در کل می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مایکروویو روش مناسبی برای افزایش راندمان استخراج و تولید روغنی با پایداری اکسیداتیو بالا است.

#### 5- منابع

- [1] MirzaeeGhazani, S., Guadalupe, G. & Alejandro, G. 2014. Micronutrient content of cold - pressed, hot pressed, solvent extracted and RBD canola oil: Implications for nutrition and quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 116, 1-8.
- [2] Yazdani-Nasab, Z. & Piravi-Vanak, Z. 2015. A Study on the Specifications of Cold

- V. 2017. The effect of microwave pretreatment on some physico-chemical properties and bioactivity of Black cumin seeds' oil. *Industrial Crops and Products*. 97, 1–9.
- [21] Wroniak, M., Ptaszek, A., & Ratusz, K. 2013. Assessing the effect of pressing conditions in expeller press on quality and chemical composition of rapeseed oil. *Journal of Food Science and Technology*. 1: 92–104.
- [22] Kittiphoom, S., & Sutasinee, S. 2014. Effect of microwaves pretreatments on extraction yield and quality of mango seed kernel oil. *International Food Research Journal*. 22(3): 960–964.
- [23] Rękas, A., Wroniak, M., & Krygier, K. 2015. Effects of different roasting conditions on the nutritional value and oxidative stability of high-oleic and yellow-seeded Brassica napus oils. *Grasas y Aceites*. 66(3), e092.
- [24] Taghvaei, M., Jafari, S. M., Assadpoor, E., Nowrouzieh, S., & Alishah, O. 2014. Optimization of microwave-assisted extraction of cottonseed oil and evaluation of its oxidative stability and physicochemical properties. *Food Chemistry*. 160: 90–97.
- [25] Yang, M., Zheng, C., Zhou, Q., Liu, C., Li, W., & Huang, F. 2014. Influence of microwaves treatment of rapeseed on phenolic compounds and canolol content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62(8): 1956–1963.
- [26] Juhaimi, F. A. L., Özcan, M. M., Ghafoor, K., & Babiker, E. E. 2018. The effect of microwave roasting on bioactive compounds, antioxidant activity and fatty acid composition of apricot kernel and oils. *Food Chemistry*. 243: 414–419.
- [27] Rękas, A., Ścibisz, I., Siger, A., & Wroniak, M. 2017. The effect of microwave pretreatment of seeds on the stability and degradation kinetics of phenolic compounds in rapeseed oil during long-term storage. *Food Chemistry*. 222: 43–52.
- [28] Rękas, A., Wroniak, M., & Ścibisz, I. 2017. Microwave radiation and conventional roasting in conjunction with hulling on the oxidative state and physicochemical properties of rapeseed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 119(7). programming. *LWT-Food Science and Technology*. 41: 26–33.
- [10] Alasalvar, C., and E. Pelvan. 2011. Fatsoluble bioactives in nuts. *European Journal Of Lipid Science and Technology*. 113: 943–949.
- [11] Tsantili, E., C. Takidelli, M.V. Christopoulou, E. Lambrineab, D. Rouskasc, and P.A. Roussosa. 2010. Physical, compositional and sensory differences in nuts among pistachio (*Pistachia vera* L.) varieties. *Science of Horticulture*. 125: 562–568.
- [12] Mazaheri, Y., Torbatia, M., Azadmard-Damirchi, S., Savaged, G. 2019. Effect of roasting and microwave pre-treatments of *Nigella sativa* L. seeds on lipase activity and the quality of the oil. *Food Chemistry*. 274: 480–486
- [13] Willems, P., Kuipers, N. J. M., & De Haan, A. B. 2008. Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates. *Journal of Food Engineering*. 89: 8–16.
- [14] E. Uquiche, M. Jeréz and J. Ortíz Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts. 2008. *J. Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 9:495–500
- [15] AOAC (Association of Official Analytical Chemists) Official methods of analysis of analysis, 17th Edition, 2000.
- [16] M.I. Minguez-Mosquera, L. Rejano-Navarro, B. Gandul Rojas, A. H. Sanchez Gomez and J. Garrido-Fernandez Color pigment correlation in virgin olive oil. 1991. *J. Am Oil Chem Soc.* 68(2): 332–336
- [17] Lee, Y.-C., Oh, S.-W., Chang, J., & Kim, I.-H. 2004. Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. *Food Chemistry*. 84(1), 1–6.
- [18] Stadler, R. H., Blank, I., Varga, N., Robert, F., Hau, J., & Guy, P. A. 2000. Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*. 419: 449–450.
- [19] Arinola, S. O., & Adesina, K. 2014. Effect of thermal processing on the nutritional, antinutritional, and antioxidant properties of *Tetracarpidium conophorum* (African walnut). *Journal of Food Processing*. 1–4.
- [20] Bakhshabadi, H., Mirzaei, H., Ghodsvali, A., Jafari, S. M., Ziaifar, A. M., & Farzaneh,



## Effect of roasting and microwave pre-treatments of pistachios on the yield and the quality of the extracted oil

Yahyavi, F.<sup>1</sup>, Alizadeh-Khaledabad, M.<sup>2\*</sup>, Azadmard-Damirchi, S.<sup>3</sup>

1. Ph.D Student, Department of Food Science and Technology, Urmia University, Urmia, Iran
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Urmia University, Urmia, Iran
3. Professor, Department of Food Science and Technology, Tabriz University, Tabriz, Iran

(Received: 2019/09/01 Accepted:2019/12/23)

Nowadays, there is a growing demand for the consumption of cold pressed oils. The significant issue about this method of extraction are low extraction yield and bioactive compounds compared to thermal methods. To overcome this problem, new thermal pre-treatments of seeds before pressing have been used. Microwave pretreatment is a modern method that has been presented to obtain high-quality oils with higher extraction yield. In the present study, the effect of pre-treatments of pistachio nuts by roasting and microwaving prior to oil extraction by pressing, on the efficiency as well as the quality of the oil was investigated. Pistachio samples were treated with microwave oven (2450 MHz frequency) for 60, 120 and 180 seconds and for oven-pretreatment three levels of temperature (120, 150, and 180°C) for 15 minutes was applied. Also, in order to obtain the real amount of the pistachio oil extraction yield, untreated samples were extracted by solvent. Hot pressing was performed at three temperature levels of 60, 80 and 100°C, to compare with the other thermal pretreatments. All the oil samples were then analyzed for their yield and the quality properties. According to the obtained results microwave and oven pretreatments increased the extraction yield and oxidative stability as well as chlorophyll content of the oil. The results showed a decrease in oil acidity of the microwave-pretreated for 180 sec. however, different pretreatment methods had no significant effect ( $p < 0.05$ ) on carotenoid content of the pistachio oil. Totally, microwave pretreatment is an appropriate process before cold pressing of pistachio nuts, which improves the yield and quality properties and oxidative stability of pistachios oil.

**Keywords:** Extraction yield, Pistachio oil, Thermal pre-treatment

---

\* Corresponding Author E-Mail Address; malizadeh@outlook.com