اثر پیش‌تیمار مایکروویو و برشته کردن مغز پسته بر راندمان استخراج و ویژگی‌های کیفی روغن استخراجی

فرناز یحیوی[1]، محمد علیزاده خالد آباد[2*]، صدیف آزادمرد دمیرچی[3]

1- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه، ایران
2- استاد، گروه علوم و صنایع‌غذایی، دانشگاه ارومیه، ایران
3- استاد، گروه علوم و صنایع‌غذایی، 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 کشی، 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 پیش‌تیمار 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 نیز برشته کردن در آون بر راندمان وکیفیت روغن استخراجی از مغز پسته بود. در این مطالعه نمونه‌های پسته در سه تکرار در سه زمان مختلف60 ،120و180 ثانیه با مایکروویو (فرکانس2450 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 آنهابا پرس سرد استخراج گردید. همچنین به منظور دستیابی به مقدار واقعی درصد روغن و ترکیبات جزیی موجود در مغز پسته، روغن از نمونه های 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 ویژگی های کیفی مورد ارزیابی قرارگرفتند. 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

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 بافشار و بدون استفاده از حرارت می‌باشد. روش پرس سردمعمولاً 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 ازحرارت تهیه می‌شوند، نه تنها تغییری در ماهیت روغن صورت نمی‌گیرد بلکه روغن خصوصیات طبیعی و خصوصیات مرتبط با سلامتی خود راحفظ می‌کند[2].

پرس سرد بهترینروش جهت حفظ ترکیبات سودمندی است که در اثرحرارت دادن از بین می‌روند و در روغنهای تهیه شده بهروش پرس سرد، اسیدهای چرب ضروری به ویژه امگا 3،آنتی اکسیدانهای طبیعی مانند توکوفرولها مخصوصا α توکوفرولیا ویتامین E و استرولها، بیشتر حفظ شده وروغن حاصل دارای طعم، رنگ، بو و ارزش تغذیه‌ای بالاتری می‌باشد [3]. مطالعات نشان داده کهبخش جزیی موجود در روغنها بر عوامل خطرزای بیماریهای قلبی عروقی موثرند و روش پرس سردمی‌تواند باعث حفظ این دسته از مواد در محصول نهایی شود[4]. با اینحال پرس سرد دارای راندمان استخراجی پایین‌تری 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 پیش‌تیمار منجر به باقی ماندن بیشتر و دسترسی بهتر به ترکیبات زیست فعال و غذا-دارو[1] همچون فیتواسترول‌ها و توکوفرول‌ها در روغن استخراجی شود.

استفاده از اشعه مایکروویو به عنوان یکی از روش‌های پیش‌تیمار 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 فیتواسترول‌ها، 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، لینولئیک 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 محلول ها و مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

2-2- روش ها

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 (MW2300 GF,800W) قرار داده شد. نمونه ها در فرکانس2450 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 نمونه های پسته در چهار سطح رطوبتی4، 6، 8 و 10 درصد تنظیم شده و تحت پرس سرد قرار داده شدند. برای این منظور ابتدا محتوای رطوبتی نمونه ها در آون 105 درجه سانتیگراد اندازه گیری شده و عمل خیساندن برای رسیدن به سطح رطوبتی مورد نظر انجام گرفت. نمونه ها 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 نمونه ها، رطوبت بهینه جهت استخراج روغن پسته مشخص گردید و سپس رطوبت کلیه نمونه ها 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 پسته ها 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 و100 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- اندازه گیری پایداری روغن

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

2-2-8- اندازه گیری میزان کاروتنوئیدها و کلروفیل

به این منظور مقدار جذب نمونه ها به ترتیب در طول موج های470 و 670 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر UV

اندازه گیری گردیده و محتوی کاروتنوئید و کلروفیل نمونه ها با استفاده از فرمول های زیر محاسبه شد. در این فرمول ها Aمیزان جذب در طول موج‌های مذکورو L نیز ضخامت سل اسپکتروفتومتر10mm می‌باشد[16].

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

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

3-2- 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 درسطح 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 pistachiosat different extraction conditions

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

باتوجه به نتایج به دست آمده، در روش استخراج با حلال 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 و24/52 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 تیمار18 درصد افزایش را نشان می‌دهد. برشته کردن یکی از روش های سنتی در تولیدروغن های خوراکی است که می-تواند 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

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 (450 W 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 معنی‌داری میزان استخراج روغن حاصل از پرس سرد دانه را افزایش داد[12].

3-2- اسیدیته و عدد پراکسید روغن

یکی از شاخص های 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 آسیل گلیسرول‌ها به وجود آمده‌اند. اسیدیته بالا در روغن ها 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 معنی‌داری با نمونه مایکرویو شده به مدت 60 ثانیه را نداشت. 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 آنزیم های 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 دانه های 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 مایکرویو بود بطوریکه این شاخص از 0/56mg KOH/g oil در هسته‌های تیمار نشده به 0/72 mg KOH/g oil در نمونه‌های مایکرویو شده رسید[22].

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

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

Treatment	Acidity (%)	Peroxid Value (meq O2/kg oil)	Rancimat Value (h)
Solvent extraction	0.049^{a}	8.96^{a}	12.19^{g}
cold press	0.031^{f}	6.59^{e}	10.13^{j}
Microwave (60s)	0.03^{f}	6.71^{de}	14.06^{a}
Microwave (120s)	0.025^{g}	6.8^{cde}	13.72^{b}
Microwave (180s)	0.022^{h}	7.61^{b}	12.85^{d}
Roasting (120°c)	0.034^{de}	7.23^{bcd}	13.05^{c}
Roasting (150°c)	0.038^{c}	7.16^{bcde}	12.55^{f}
Roasting (180°c)	0.047^{b}	7.76^{b}	12.54^{f}
Hot press (60°c)	0.033^{ef}	6.96^{cde}	12.7^{e}
Hot press (80°c)	0.035^{d}	7.33^{bc}	11.55^{h}
Hot press (100°c)	0.047^{b}	7.66^{b}	11.38^{i}

بیشترین عدد پراکسید به دست آمده با مقدار 8/96 (meq O_2/kg oil) متعلق به روغن استخراج شده با حلال بود. کمترین اندیس پراکسید مربوط به روغن حاصل از پرس سرد 6/59 (meq O2/kg oil) بود که با نمونه های مایکروویو شده به مدت 60 و 120 ثانیه تفاوت معنی داری را نشان نداد. نتایج نشان دهنده افزایش معنی‌دار اندیس پراکسید در

نمونه‌های پیش‌تیمار 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 پیش‌تیمار 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 آبادی 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 مایکرویو باعث افزایش در اندیس پراکسید آن نسبت به نمونه بدون پیش تیمار شد[20]. نتایج مشابهی نیز توسط دیگران بدست آمده است [۱۲،۱٤، 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 پیش‌تیمار (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 نمونه های 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 آنتی اکسیدانی 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 360 و 540 W نسبت به نمونه‌های کنترل افزایش یافت [26].

4-3- 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 رنگدانه ها از نظر ارزیابی کیفی روغن ها 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.

پیش‌تیمار 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 پیش‌تیمار شده با مایکرویو 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 (mg/kg oil7/04) نیز در پیش‌تیمار 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.

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^{f}	6.15^{e}
cold press	36.5^{c}	7.09^{ab}
Microwave (60s)	35.17^{d}	6.24^{e}
Microwave (120s)	36.19^{c}	7.03^{bc}
Microwave (180s)	38.15^{a}	7.02^{bc}
Roasting (120°c)	35.29^{d}	6.61^{d}
Roasting (150°c)	37.15^{b}	6.71^{cd}
Roasting (180°c)	37.5^{b}	7.4^{a}
Hot press (60°c)	33.42^{e}	6.88^{bcd}
Hot press (80°c)	35.17^{d}	7.02^{bc}
Hot press (100°c)	29.26^{g}	7.05^{bc}

رکاس و همکاران(2015)، گزارش کردند که میزان رنگدانه‌های روغن کلزا در اثر برشته کردن در 100 و 150°C افزایش یافت[23]. نتایج مشابهنشان 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 و28].

4- نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه اثر پیش تیمار مایکروویو و برشته کردن در آون روی راندمان استخراج و ویژگی‌های فیزکی 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 پیش‌تیمار مایکروویو به مدت 180 ثانیه بود. اما بکارگیری روش‌های مختلف پیش تیمار اثر معنی‌داری ($p < 0/05$)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 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., Tijskens, 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

programming. LWT-Food Science and Technology. 41: 26-33.
[10] Alasalvar, C., and E. Pelvan. 2011. Fatsolublebioactives in nuts. Europian Journal Of Lipid Science and Technology. 113: 943–949.
[11] Tsantili, E., C. Takidelli, M.V. Christopoulosa, E. Lambrineab, D. Rouskasc, and P.A. Roussosa. 2010. Physical,compositional and sensory differences in nuts among pistachio (Pistachia vera L.) varieties. Science of Hortic. 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. Gandulrojas, 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 Tetracarpidiumconophorum (African walnut). Journal of Food Processing. 1–4.
[20] Bakhshabadi, H., Mirzaei, H., Ghodsvali, A., Jafari, S. M., Ziaiifar, A. M., &Farzaneh, 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 pretreatmentof 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).

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

Yahyavi, F.[1], Alizadeh-Khaledabad, M.[2*], Azadmard-Damirchi, S.[3]

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: 2019/090/01 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 overcomethis problem, new thermal pre-treatments of seeds before pressing havebeen used. Microwave pretreatment is a modern method that hasbeen 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 extractionby pressing, onthe 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 oilextraction 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 appropriateprocess 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