(مقاله پژوهشی)

امکان سنجی استفاده از پیش تیمار مایکروویو جهت افزایش کارایی استخراج روغن از بذرکدو تخم کاغذی *(Cucurbita pepo subsp. Pepo var. Styriaca)*

فرشته نوروزی[۱]، ماندانا بی مکر[۲*]، علی گنجلو[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۱۲/۱۸

چکیده

در این مطالعه استفاده از تابش مایکروویو به عنوان پیش تیمار جهت امکان سنجی افزایش راندمان استخراج روغن از بذر کدو تخم کاغذی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه ها در چهار سطح توان مایکروویو (۱۸۰، ۴۵۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات) و ۴ سطح مدت زمان تابش (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ ثانیه) پیش تیمار شدند و سپس توسط روش سنتی سوکسله با حلال هگزان روغن آنها استخراج گردید. براساس نتایج حتی اعمال کمترین سطوح متغیرهای پیش تیمار (۱۸۰ وات و ۳۰ ثانیه) راندمان استحصال روغن (۰/۰۲ ± ۲۷/۲۲ درصد) در مقایسه با مقدار روغن بذرهای پیش تیمار نشده (۰/۰۴ ± ۲۶/۸۸ درصد) بیشتر است. حداکثر مقدار روغن (۰/۰۴ ± ۳۵/۱۹ درصد) با استفاده از پیش تیمار مایکروویو تحت شرایط ۶۰۰ وات و ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش و سپس اجرای روش سوکسله به دست آمد. استفاده از شرایط مذکور پیش تیمار باعث کوتاه‌تر شدن فرایند استخراج از ۳۶۰ به ۳۰۰ دقیقه گردید. کوتاه‌تر شدن زمان استخراج منجر به توانایی بیشتر روغن در جهت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و HO گردید. پروفایل اسیدچرب نمونه‌های به دست آمده با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی - آشکارساز جرمی شناسایی گردید. لینولئیک اسید فراوان‌ترین اسیدچرب (بیشتر از ۳۸ درصد) موجود در روغن به دست آمده بود. استفاده از پیش تیمار مایکروویو تاثیر قابل توجهی بر ترکیب اسیدچرب نمونه‌ها نداشت. نتایج نشان داد که پیش تیمار تابش مایکروویو می‌تواند یک تکنیک امید بخش در جهت افزایش کمی و کیفی استخراج روغن از بذرهای کدوتخم کاغذی با استفاده از روش سنتی سوکسله باشد.

واژه‌های کلیدی: مایکروویو، کدو تخم کاغذی، روغن، فعالیت ضد رادیکالی، اسید چرب..

مسؤول مکاتبات: mandana.bimakr@znu.ac.ir

۱- مقدمه

روغن‌های خوراکی از مهم‌ترین منابع تامین انرژی برای فرایندهای حیاتی در بدن انسان هستند و از این رو از مهم‌ترین دسته‌های مواد غذایی محسوب می‌شوند. گیاه کدو متعلّق به خانواده کدوئیان می‌باشد که این خانواده شامل گیاهان خوراکی متعلق به جنس‌های *Cucurbita*، *Citrullus*، *Cucumis*، *Momordica*، *Benincasa*، *Luffa* می‌باشد (۱، ۴). *Cucurbita pepo* یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های کشت شده و بومی شمال مکزیک و جنوب ایالات متحده آمریکا است(۵). *Cucurbita pepo subsp. Pepo var. Styriaca* برای اوّلین بار در استان *Styria* واقع در جنوب شرقی استرالیا روئیده است. این نوع کدو به‌وسیله یک جهش طبیعی ایجاد گردیده که این جهش منجر به تغییرات مورفولوژیکی بذرها شده است. در نتیجه‌ی این جهش، پوسته بیرونی نازکی تشکیل می‌شود (۶). در این بذرها مقادیر سلولز، لیگنین و همی سلولز موجود در پوشش بذر به شدّت کاهش می‌یابد. تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که این بذرها منبع خوبی از ترکیبات ارزشمند طبیعی نظیر انواع پروتئین، اسیدچرب، ترکیبات فنولی، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشند و دارای اثرات سلامت بخشی از قبیل ضداکسایش، ضد سرطان، ضد التهاب، ضدافسردگی و ضد دیابت هستند(۷،۱۰). استخراج اولین قدم در مسیر دستیابی به ترکیبات زیست فعال از منابع گیاهی است. طی فرآیند استخراج، حلال به درون مواد گیاهی انتشار می‌یابدو ترکیبات با قطبیت مشابه را در خود حل می‌نماید. در بین روش‌های استخراج متداول، سوکسله یک روش استاندارد و مرجع اصلی برای ارزیابی عملکرد دیگر روش‌های استخراج است و به علاوه از متداول‌ترین روش‌های استخراج است که همچنان مورداستفاده قرار می‌گیرد (۱۱). برای انجام استخراج بالن تقطیر حاوی حلال مورد نظر حرارت داده می‌شود تا بخارات حلال به کندانسور هدایت شوند. در ادامه قطرات حلال به لوله‌ی اصلی که در آن انگشتانه حاوی نمونه قرار داده شده است می‌ریزد. هنگامی که حلال در لوله اصلی بـه سطح سرریز شدن برسد به بالن تقطیر برمی‌گردد و این فرایند تا پایان زمان استخراج تکرار می شود. ازجمله مزایای این روشمی‌توان به آسانی، عدم نیاز به فیلتراسیون بعد از استخراج و ارزانی آن اشاره کرد (۱۲ و ۱۳). در فناوری استخراج روغن، استفاده از تکنیک‌های پیش تیمار مناسب یکی از مهم‌ترین و ضروری ترین مراحل برای تولید محصولی با کیفیت در راندمان بالا می‌باشد. مایکروویو، امواج الکترومغناطیسی با فرکانس بین ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز می‌باشند. اصول حرارت‌دهی با تابش مایکروویو بر اساس اثر مستقیم امواج بر ترکیبات قطبی موجود در محیط تابش می‌باشد که به‌وسیله پدیده‌های انتقال یونی و چرخش دو قطبی همزمان اثر می‌گذارد. در مطالعات متعددی از پیش تیمار مایکروویو به صورت موفقیت آمیزی در جهت افزایش کارایی استخراج روغن از دانه‌های روغنی مختلف استفاده شده است (۱۴). ترکیبات ضداکسایش ترکیبات زیست فعالی هستند که به‌طور گسترده در منابع طبیعی یافت می‌شوند. این ترکیبات قادر هستند که اکسیداسیون سوبسترا را به تاخیر اندازند یا از آن جلوگیری کنند. ترکیبات ضداکسایش با مهار رادیکال‌های آزاد از بیماری‌های مزمن قلبی-عروقی، سرطان‌ها و پیری زودرس جلوگیری می‌کنند. هم‌چنین این دسته از ترکیبات با به تاخیر انداختن پراکسیداسیون چربی‌ها که عامل اصلی تخریب مواد غذایی و محصولات دارویی و بهداشتی در طول فرایند تولید و نگهداری می‌باشد، باعث افزایش طول عمر این محصولات می‌گردند (۱۵).با توجه به اینکه بذرهای گیاه کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo subsp. Pepo var. Styriaca*) دارای ترکیبات ضداکسایش طبیعی با توانایی بالا در مهار رادیکال‌های آزاد هستند لذا امکان توسعه روش رایج سنتی سوکسله به منظور استحصال روغن حاوی مقادیر بالاتر ترکیبات زیست فعال می‌تواند دستاوردی قابل توجه به‌منظور کاهش استفاده از ترکیبات ضداکسایش مصنوعی باشد. بنابر اطلاعات در دسترس تاکنون مطالعه‌ای جهت استفاده از مایکروویو به عنوان پیش تیمار فرایند استخراج

روغن از بذرهای کدو تخم کاغذی انجام نشده است.از این‌رو در این مطالعه به بررسی امکان استفاده از پیش تیمار مایکروویو و تعیین بهترین شرایط پیش تیمار پرداخته شده است. هم‌چنین تاثیر استفاده از بهترین شرایط پیش تیمار جهت کوتاه‌تر نمودن زمان فرایند استخراج نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر فعالیت ضدرادیکالی روغن‌های به‌دست آمده مورد بررسی قرار گرفت. در انتها پروفایل اسیدهای چرب روغن جهت بررسی تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر ترکیب اسید چرب روغن‌های به دست آمده با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به آشکار ساز جرمی شناسایی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

بذرهای کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo subsp. Pepo var. Styriaca*) از پژوهشکده فناوری‌های نوین زیستی دانشگاه زنجان تهیه گردید. این بذرها داخل فریزر (۱۸- درجه سلسیوس) نگهداری شده و قبل از انجام آزمایش، توسط دستگاه خردکن مدلGSC-911، ساخت کشور چین خرد شدند و برای به دست آوردن پودری یکنواخت از الک با مش ۱۸ عبور داده شدند. در این مطالعه تمام مواد شیمیایی مورد استفاده دارای خلوص بالا بوده و از شرکت های معتبر مرک و سیگما خریداری شدند.

۲-۲- پیش تیمار مایکروویو

به منظور بررسی اثر پیش تیمار مایکروویو بر راندمان استخراج روغن از بذرهای کدو تخم کاغذی توسط روش سنتی سوکسله مقدار ۵۰ گرم از نمونه‌های مورد نظر به صورت تک لایه یکنواخت در ظرف پیرکس آماده شده و در دستگاه مایکروویو مدل Samsung GE401 ساخت کشور مالزی قرار داده شد. آزمایشات با اعمال چهار سطح توان مایکروویو و چهار سطح مدت زمان تابش مایکروویو انجام شدند که سطوح این متغیرها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- متغیرهای مستقل و سطوح مورد مطالعه

متغیر مستقل	سطوح مورد مطالعه			
	۱	۲	۳	٤
توان مایکروویو (وات)	۱۸۰	٤٥٠	٦۰۰	۹۰۰
مدت زمان تابش مایکروویو (ثانیه)	۳۰	٦۰	۹۰	۱۲۰

۲-۳- استخراج روغن به‌روش سنتی سوکسله

برای انجام فرآیند استخراج، مقدار ۵ گرم از نمونه آماده شده در انگشتانه ریخته و سطح آن به‌وسیله پشم شیشه پوشیده شد. سپس حلال هگزان با رعایت نسبت ۱ به ۳۰ وزنی/حجمی در داخل بالن مورد نظر ریخته شد و فرآیند استخراج به مدت ۳۶۰ دقیقه انجام پذیرفت. پس از اتمام زمان فرایند استخراج حلال هگزان با استفاده از دستگاه تبخیرکننده چرخان تحت خلا مدل Buchi Rotavapor R-250 ساخت کشور سوئیس در دمای ۴۰ درجه سلسیوس حذف گردید. سپس روغن به‌دست آمده برای انجام آزمون‌های بعدی در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری می‌شود. به منظور افزایش دقت برای هر آزمون سه تکرار در نظر گرفته شد (۱۰).

۲-٤- اندازه گیری راندمان استخراج روغن

جهت تعیین راندمان استخراج روغن، مقدار بذر استفاده شده در فرایند استخراج و روغن به‌دست آمده به‌طور جداگانه توزین گردید و سپس با استفاده از رابطه ۱ مقدار آن محاسبه شد.

$$R = \frac{Q}{X} \times 100$$ (رابطه ۱)

در رابطه ۱، R: راندمان استخراج روغن (٪)، Q: مقدار روغن استخراج شده (گرم)، X: وزن بذرهای مورد استفاده در فرایند استخراج (گرم) می‌باشد (۱).

۲-۵-اندازه‌گیری فعالیت ضد رادیکالی روغن بذرهای کدو تخم کاغذی

به‌دلیل پیچیدگی سیستم ترکیبات ضد رادیکالی وجود انواع مختلفی از رادیکال‌ها، استفاده از یک روش اندازه‌گیری فعالیت ضد رادیکالی، تصویری کامل و واضحی از ظرفیت ضد رادیکالی یک ترکیب طبیعی را ارائه نمی‌کند(۱۶). به همین دلیل در این پژوهش از روش‌های مختلف مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و HOجهت بررسی فعالیت ضد رادیکالی روغن حاصله استفاده گردید.

۲-۵-۱-اندازه‌گیری توانایی مهار رادیکال‌های آزاد به روش ۱و۱-دی فنیل-۲-پیکریل هیدازیل ($DPPH^{\cdot}$)[1]

فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد۱ و ۱-دی فنیل-۲- پیکریل هیدرازیل ($DPPH^{\cdot}$) یک روش آسان با حساسیت بالا برای اندازه‌گیری فعالیت ضد رادیکالی است. در این روش یک ماده ضد اکسایش، هیدروژن یا الکترون مورد پذیرش $DPPH^{\cdot}$را اهدا می‌کند و باعث پایدار شدن $DPPH^{\cdot}$ شده و درنتیجه رنگ محلول از ارغوانی به زرد کم‌رنگ تبدیل می‌شود. درجه‌ی بی‌رنگ شدن این ترکیب که بیانگر قدرت به‌دام اندازی رادیکال‌های آزاد توسط ترکیبات ضد اکسایشی است توسط دستگاه طیف سنج نوری در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر قابل اندازه گیریاست (۱۶). در این پژوهش میزان فعالیت ضد رادیکالی روغن استخراج شده از بذرهای کدوتخم کاغذی طبق روش Poodi و همکاران (۱۷) اندازه‌گیری شد. به‌منظور انجام آزمایش ابتدا با استفاده از حلال اتیل استات، عصاره به دست آمده در غلظت ۰/۰۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر آماده گردید و سپس ۲ میلی‌لیتر از محلول $DPPH^{\cdot}$ با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار به ۲ میلی‌لیتر از نمونه آماده شده اضافه گردید و به مدت ۳۰ ثانیه با استفاده از دستگاه ورتکس مخلوط گردید. در ادامه نمونه به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک در دمای محیط قرار گرفت. بعد از این مدت میزان جذب در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه طیف سنج SPECORD 250، ساخت کشور آلمان قرائت شد و درنهایت درصد مهار رادیکال‌های آزاد $DPPH^{\cdot}$ توسط روغن با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$RSA_{DPPH}(\%) = \left(\frac{Ac-As}{Ac}\right)$$ (رابطه ۲)

در این رابطه، RSA_{DPPH} (%) بیانگر توانایی مهار رادیکال‌های آزاد DPPH، Ac میزان جذب کنترل و As میزان جذب نمونه است.

۲-۵-۲- اندازه‌گیری توانایی مهار رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل ($HO^{\cdot}$)[2]

توانایی به دام انداختن رادیکال‌های آزاد هیدروکسل توسط ترکیبات زیست فعال استخراج‌شده از بذرهای کدو تخم کاغذی طبق روش Boulekbache – Makhlouf و همکاران (۱۸) مورد برسی قرار گرفت. به منظور انجام آزمایش ابتدا با استفاده از حلال اتیل استات، عصاره به دست آمده در غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر آماده گردید. سپس ۱/۵ میلی‌لیتر از نمونه آماده شده با ۰/۰۲ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید ۳۰ درصد اضافه شد و با استفاده از دستگاه ورتکس به مدت ۳۰ ثانیه به خوبی مخلوط گردید. در ادامه جذب نمونه در طول‌موج ۵۳۰ نانومتر طی زمان ۵ -۶۰ دقیقه توسط دستگاه طیف سنج SPECORD 250، ساخت کشور آلمان قرائت شد. کاهش جذب نمونه نشان‌دهنده افزایش فعالیت مهارکنندگی نمونه مورد مطالعه است. سپس درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد $HO^{\cdot}$ توسط رابطه زیر محاسبه شد(۱۸).

$$RSA_{HO}(\%) = \left(\frac{Ac-As}{Ac}\right)$$ (رابطه ۳)

در این رابطه، RSA_{HO} (%) بیانگر توانایی مهار رادیکال-های آزاد توانایی مهار رادیکال‌های آزاد $HO^{\cdot}$، Ac میزان جذب کنترل و As میزان جذب نمونه است.

1-2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

2-Hydrogen Peroxide

۲-٦- شناسایی پروفایل اسید چرب

۲-٦-۱-آماده سازی متیل استرهای اسید چرب (FAME)[1]

بدین منظور نمونه‌های مورد آزمون ابتدا به دمای ۵۰- ۵۵ درجه سلسیوس رسانده شدند و سپس با استفاده از دستگاه ورتکس هموژن شدند. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از نمونه با ۱ میلی‌لیتر هگزان مخلوط گردید. سپس مقدار ۱۰ میکرولیتر سدیم متوکسید (۲ نرمال) به نمونه‌ها اضافه شد. نمونه در ابتدا شفاف بود که بعد از گذشت۲ دقیقه به تدریج با تشکیل رسوب سدیم گلیسراکسید به دو فاز تقسیم گردید. نمونه برداری به مقدار لازم از لایه شفاف بالایی جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به آشکار ساز جرمی (GC-MS)[2]انجام پذیرفت (۱۶).

۲-٦-۲- آنالیز با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به آشکار ساز جرمی

تعیین نوع اسیدهای چرب مطابق روش Bimakr و همکاران (۱۶) با اعمال برخی تغییرات جزئی صورت گرفت. به‌منظور تعیین متیل استر اسیدهای چرب، از دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به آشکار ساز جرمی مجهز به ستون موئین سیلیکاتی با طول ۶۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی متر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای اولیه آون ۸۰ درجه سلسیوس بود که با برنامه ریزی دمایی با افزایش دمایی ۱۵ درجه سلسیوس در دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس رسید و به مدت ۱۰ دقیقه در این دما نگهداری شد. در ادامه با افزایش ۳۰ درجه سلسیوس به دمای ۲۳۰ درجه سلسیوس رسید و به مدت ۵ دقیقه در این دما نگهداری شد. دمای دریچه تزریق معادل ۲۲۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید. از گاز هلیوم با سرعت جریان ۰/۷ میلی‌لیتر در دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده گردید.

۲-۷- طرح آزمایشات و تجزیه و تحلیل آماری

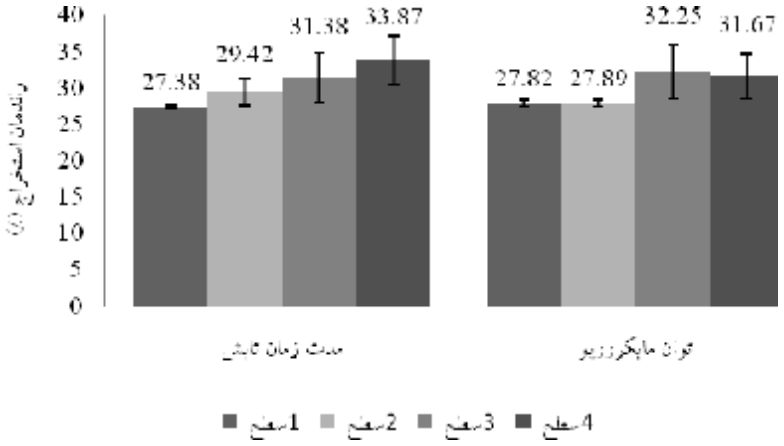
آزمایشات به صورت فاکتوریل کامل(۴ سطح توان مایکروویو و ۴ سطح مدت زمان تابش) در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل واریانس به‌روش مدل خطی تعمیم یافته[3] و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد از نرم افزار Minitab Release 14.0 (Minitab Inc. State College, PA, USA) استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد. تمام آزمایشات با حداقل سه تکرار صورت پذیرفت و داده‌ها به صورت میانگین± انحراف معیار گزارش گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-تاثیر متغیرهای پیش تیمار مایکروویو بر راندمان استخراج روغن از بذرهای کدو تخم کاغذی

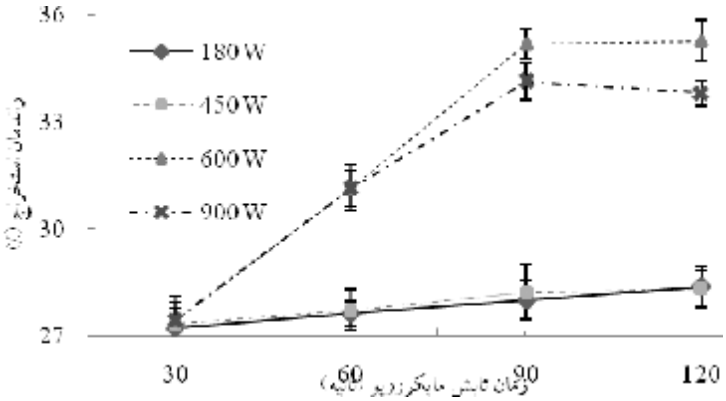
راندمان استخراج یکی از مهم‌ترین پارامترهای کمی است که بررسی آن در تعیین کارایی روش استخراج مورد مطالعه تاثیر بسزایی دارد. دراین بخش اثر متغیرهای مستقل پیش تیمار مایکروویو شامل توان مایکروویوو مدت زمان تابش مایکروویوبر راندمان استخراج روغن از بذرهای کدو تخم کاغذی مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده متغیرهای مستقل مورد مطالعه اثر معناداری($p<۰/۰۵$) بر راندمان استخراج روغن داشتند. در شکل ۱ میانگین مقادیر راندمان استخراج روغن مربوط به هر متغیر در سطوح مختلف مورد مطالعه آورده شده است. هم‌چنین ارزش R که بیانگر دامنه مقادیر میانگین می‌باشد گزارش شده است. با توجه به دامنه مقادیر میانگین می توان دریافت که متغیر مستقل توان مایکروویو و سپس مدت زمان تابش مایکروویو بر راندمان استخراج روغن تاثیرگذار بوده‌اند.

1- Fatty Acid Methyl Esteri fication
2-Gas Chromatography–Mass Spectrometry
3-Generalized linear Model



شکل ۱- بررسی تاثیر سطوح مختلف متغیرهای مستقل بر راندمان استخراج روغن

در شکل۲ مقدار راندمان استخراج روغن در توان‌های مختلف مایکروویو طی مدت زمان تابش ۱۲۰ ثانیه نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود با استفاده از سطوح پایین‌تر توان مایکروویو (۱۸۰و ۴۵۰ وات) مقدار راندمان استخراج روغن طی۱۲۰ ثانیه مدت زمان تابش امواج افزایش می‌یابد. با استفاده از پیش تیمار مایکروویو با توان ۶۰۰ وات مقدار راندمان استخراج روغن طی ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش به حداکثر مقدار خود (۳۵/۱۹درصد) رسیده و پس از آن تغییر قابل توجهی مشاهده نگردید. شایان ذکر است که مقدار راندمان استخراج روغن از بذرهای پیش تیمار شده تحت شرایط ۹۰۰ وات با افزایش مدت زمان تابش از ۶۰ ثانیه به بالاتر دچار کاهش گردید که این نتیجه بیانگر تاثیر منفی استفاده از پیش تیمار مایکروویو با توان بالا در مدت زمان تابش طولانی (۱۲۰ ثانیه) بر راندمان استخراج روغن از بذرهای کدو تخم کاغذی می‌باشد.



شکل ۲- بررسی تاثیر توان مایکروویو در مدت زمان های تابش مختلف بر میزان استخراج روغن از بذر کدوتخم کاغذی

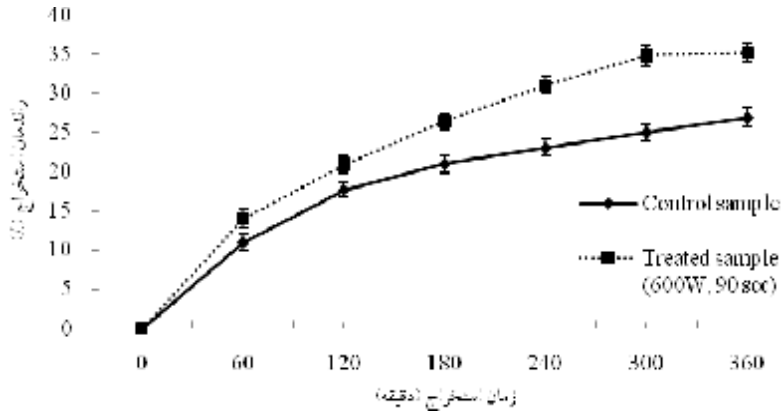
این یافته ها با دیگر نتایج به دست آمده در راستای بررسی اثر استفاده از پیش تیمار مایکروویو بر استخراج ترکیبات زیست فعال از گیاهان مختلف مطابقت دارد (۱۹-۲۲).سلول‌های گیاهی از طریق تابش مایکروویو در نتیجه تبخیر آب موجود در ریز ساختارهای سلولی و متعاقبا افزایش فشار داخلی آسیب می‌بینند. در ساختارهای سلولی آسیب دیده مقدار ضریب انتقال جرم افزایش می‌یابد که این امر باعث افزایش راندمان استخراج می‌شود. هم چنین، خشک شدن بیشتر سلول گیاهی طی تابش دهی مایکروویو از طریق تبخیر آب باقی مانده در ریزساختارها منجر به

شکنندگی بیشتر بافت گیاهی می‌شود. با این حال، گزارش شده است که استفاده از تابش دهی شدید مایکروویو منجر به کاهش استخراج ترکیبات هدفمی‌شود (۲۲ و ۲۳). مقیمی و همکاران (۲) به بررسی فرایند استخراج روغن از دانه‌های کتان به کمک پیش تیمار ماکروویو در مدت زمان‌های مختلف (۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ ثانیه) و توان‌های مختلف (۱۸۰، ۵۴۰ و ۹۰۰ وات) پرداختند. آنها گزارش کردندکه با استفاده از پیش تیمار مایکروویو بر ویژگی‌های کمی و کیفی روغن دانه کتان افزوده می‌شود. Terigar و همکاران (۲۴) مطالعه‌ای بر استخراج روغن از دانه‌های سویا و برنج تحت تاثیر مایکروویو انجام دادند. آنها گزارش دادند که راندمان استخراج روغن با استفاده از این پیش تیمار افزایش می‌یابد (۲۴). بخارایی (۳) به بررسی تاثیر پیش فرآوری مایکروویو بر راندمان استخراج روغن دانه نسترن وحشی پرداخت. آنها گزارش دادند که استفاده از پیش فرآوری مایکروویو اثر مثبتی بر راندمان استخراج روغن دارد و تدریجا با استفاده از زمان‌های طولانی تر (۴ دقیقه) از راندمان استخراج کاسته می شود (۳). در ارتباط با تاثیر مدت زمان تابش امواج مایکروویو بر راندمان استخراج روغن مشاهده گردید که میانگین نتایج حاصل از ۳۰ تا ۹۰ ثانیه افزایش یافته و در ادامه با استفاده از ۱۲۰ثانیه تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود. لازم به ذکر است که استفاده از پیش تیمار مایکروویو تحت شرایط ۹۰۰ وات و مدت زمان تابش ۱۲۰ ثانیه باعث برشته شدن و کاهش در راندمان استخراج روغن گردید. این نتایج مویدتاثیر دوگانه مدت زمان پیش تیمار بر راندمان استخراج روغن می باشد.Jin و همکاران (۲۵)به بررسی تاثیر استفاده از مایکروویو جهت تسریع استخراج مواد موثره از گیاهان دارویی پرداختند. آنها مشاهده نمودند که با افزایش مدت زمان پیش تیمار به بالاتر از ۸ دقیقه از مقدار راندمان استخراج مواد موثره کاسته می شود (۲۵). نتایج مشابهی توسط Durdevic و همکاران (۲۲) پیرامون بررسی تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر استخراج روغن از دانه های انار با استفاده از روش سنتی سوکسله و حلال هگزان گزارش شده است. آنها گزارش نمودند که میزان استخراج روغن از دانه‌های انار با افزایش مدت زمان تابش دهی از ۲ به ۴ دقیقه از مقدار ۴۷/۳۳ به ۴۹/۳۶ درصد افزایش می‌یابد. در ادامه با استفاده از مدت زمان تابش دهی ۶ دقیقه مقدار راندمان استخراج روغن تا ۳۸/۶ درصد کاهش می‌یابد (۲۲). در مطالعه حاضر، همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهند استفاده از مدت زمان مناسب تابش مایکروویو تاثیر مثبتی بر راندمان استخراج روغن دارد. لازم به ذکر است که در طی تابش امواج مایکروویو به نمونه مورد نظر در نتیجه افزایش فشار داخلی ترک هایی در ساختار سلولی ایجاد می‌شود که این اتفاق منجر به تسهیل خروج روغن از نمونه مورد مطالعه می شود. از طرف دیگر استفاده از توان های بالاتر مایکروویو می تواند حتی منجر به خردشدن و کاهش اندازه ذرات شود. از دیگرپیامدهای منفی استفاده از مدت زمان های طولانی تابش دهی مایکروویو می توان به کاهش راندمان جداسازی و رنگ تیره ترکیبات به دست آمده اشاره نمود (۲۶). در مطالعه حاضر بالاترین مقدار راندمان استخراج روغن با استفاده از پیش تیمار مایکروویو تحت شرایط ۶۰۰ وات توان و ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش تعیین گردید.

۳-۲- بررسی تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر مدت زمان استخراج روغن

به‌منظور بررسی تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر مدت زمان استخراج روغن از بذرهای کدو تخم کاغذی با استفاده از روش سنتی سوکسله، پس از تعیین بهترین شرایط پیش تیمار مایکروویو (۶۰۰ وات توان و ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش) مقدار روغن در فواصل زمانی ۶۰ دقیقه تا پایان زمان فرایند استخراج (۳۶۰ دقیقه) جمع آوری گردید و مقدار راندمان تعیین گردید. نتایج به دست آمده از این بررسی مقایسه‌ای درشکل۳ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود با استفاده از بهترین شرایط پیش تیمار مایکروویو (۶۰۰ وات توان و ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش) مقدار بالاتری از راندمان استخراج روغن در فواصل زمانی مشابه قابل دستیابی می‌باشد. به علاوه، با توجه به شکل ۳، مقدار راندمان استخراج روغن از نمونه پیش تیمار شده

(۶۰۰ وات و ۹۰ ثانیه) بعد از ۳۰۰ دقیقه تغییر چشمگیری نداشت که این امر بیانگر تکمیل فرایند استخراج در ۳۰۰ دقیقه می باشد. به بیان دیگر استفاده از تابش مایکروویو به عنوان پیش تیمار برای روش سوکسله منجر به صرفه جویی در زمان فرایند استخراج و استحصال روغن در راندمان بالاتر گردید. این نتیجه می‌تواند سبب صرفه جویی در مصرف انرژی و حفظ بهتر ویژگی‌های کیفی روغن استخراج شده گردد. Moreno و همکاران (۲۷) از پیش تیمار مایکروویو تحت شرایط ۸۵۹ وات در مدت زمان تابش ۱۱ دقیقه برای استخراج روغن ازآووکادو با استفاده از حلال هگزان استفاده نمودند. آنها دریافتندکه با استفاده از پیش تیمار مایکروویو ضمن کوتاه‌تر شدن زمان فرایند کارایی روش استخراج به کارگرفته شده از ۵۴ تا ۹۷ درصدافزایش می‌یابد (۲۷).



شکل ۳- بررسی تاثیر بهترین شرایط پیش تیمار مایکروویو بر مدت زمان فرایند استخراج

۳-۳- بررسی تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر فعالیت ضدرادیکالی روغن بذرهای کدو تخم کاغذی

میزان فعالیت ضدرادیکالی روغن بذرهای کدو تخم کاغذی با استفاده از بهترین شرایط تعیین شده پیش تیمار مایکروویو (۶۰۰ وات توان و ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش)و روغن به دست آمده از نمونه کنترل بررسی و نتایج در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که در قسمت پیش بیان گردید استفاده از بهترین شرایط پیش تیمار مایکروویو منجر به تکمیل فرایند استخراج در طول ۳۰۰ دقیقه گردید. ازینرو فعالیت ضدرادیکالی نمونه جمع آوری شده بعد از ۳۰۰ دقیقه نیز مورد بررسی قرار گرفت. لازم به توضیح می باشد که جهت بررسی دقیق تاثیر استفاده از پیش تیمار مایکروویو بر فعالیت ضدرادیکالی روغن به دست آمده از بذرهای کدو تخم کاغذی، فعالیت ضدرادیکالی روغن های به دست آمده با استفاده از تکنیک پیش تیمار مایکروویو تحت کمینه (۱۸۰ وات توان و ۳۰ ثانیه مدت زمان تابش) و بیشینه (۹۰۰ وات توان و ۱۲۰ ثانیه مدت زمان تابش) سطوح متغیرهای مورد مطالعه بررسی شد که در نتایج در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بالاترین میزان توانایی مهار رادیکال های آزاد DPPH و HO توسط روغن به دست آمده از بذرهای پیش تیمار شده تحت بهترین شرایط تعیین شده و بعد از ۳۰۰ دقیقه زمان استخراج به دست آمده است. همان‌گونه که پیشتر اشاره گردید استفاده از پیش تیمار مایکروویو تحت بهترین شرایط تعیین شده باعث کوتاه‌تر شدن زمان فرایند استخراج از ۳۶۰ دقیقه به ۳۰۰ دقیقه گردید. با توجه به اینکه این ترکیبات در برابر حرارت حساس هستند لذا استفاده از روش استخراج با مدت زمان کمتر به منظور حفظ این ترکیبات ارزشمند از مطلوبیت بالاتری برخوردار می باشد (۲۸). بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه کوتاه‌تر شدن زمان استخراج سوکسله (۶۰ دقیقه صرفه جویی در زمان استخراج) در اثر استفاده از تکنیک پیش تیمار مایکروویوباعث افزایش فعالیت ضدرادیکالی روغن به دست آمده شده است. از طرف دیگر کمترین میزان توانایی مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و HO توسط روغن به

دست آمده از بذرهای پیش تیمار شده تحت بیشینه سطوح (۹۰۰ وات و ۱۲۰ ثانیه مدت زمان تابش) متغیرهای مستقل مورد مطالعه به دست آمده است. استفاده از پیش تیمار مایکروویو با توان بالا در مدت زمان طولانی‌تر تابش باعث تخریب حرارتی ترکیبات زیست فعال گردیده است که نقش اصلی در مهار رادیکال‌های آزاد داشتند.

جدول ۲- راندمان استخراج روغن و فعالیت ضدرادیکالی روغن به دست آمده تحت شرایط مختلف

شرایط استخراج	راندمان استخراج روغن (درصد)	فعالیت ضدرادیکالی	
		توانایی مهار رادیکال‌های آزاد DPPH	توانایی مهار رادیکال‌های آزاد HO
سوکسله با پیش تیمار مایکروویو [۱]	۲۷/۲۲±۰/۰۲^{C}	۳۴/۴۳±۰/۰۸^{B}	۲۸/۵۶±۰/۰۶^{B}
سوکسله با پیش تیمار مایکروویو [۲]	۳۵/۱۹±۰/۰۴^{A}	۴۸/۷۹±۰/۰۵^{A}	۳۵/۶۴±۰/۰۶^{A}
سوکسله با پیش تیمار مایکروویو [۳]	۳۳/۸۲±۰/۰۳^{B}	۲۰/۸۹±۰/۰۴^{D}	۱۳/۳۰±۰/۰۲^{D}
سوکسله	۲۶/۸۸±۰/۰۴^{D}	۲۷/۹۰±۰/۰۴^{C}	۱۷/۴۵±۰/۰۴^{C}

[۱] سوکسله با پیش تیمار مایکروویو تحت سطوح کمینه متغیرهای مستقل مورد مطالعه (۱۸۰ وات و ۳۰ ثانیه مدت زمان تابش)

[۲] سوکسله با پیش تیمار مایکروویو تحت بهترین شرایط تعیین شده (۶۰۰ وات و ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش)

[۳] سوکسله با پیش تیمار مایکروویو تحت سطوح بیشینه متغیرهای مستقل مورد مطالعه (۹۰۰ وات و ۱۲۰ ثانیه مدت زمان تابش)

حروف انگلیسی بزرگ متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) است.

۳-٤- بررسی تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر پروفایل اسیدچرب روغن بذرهای کدو تخم کاغذی

شناسایی کمی و کیفی پروفایل اسیدهای چرب روغن به‌دست آمده از بذرهای کدو تخم کاغذی پیش تیمار شده (تحت بهترین شرایط تعیین شده) و نمونه کنترل (بدون استفاده از پیش تیمار مایکروویو) انجام گردید و نتایج در جدول ۳ آورده شده است. در نمونه‌های مورد آزمون،اسید لینولئیک (بیش از ۳۸ درصد) شاخص‌ترین اسیدچرب بود. استفاده از پیش تیمار مایکروویو تاثیرناچیزی بر افزایش میزان اسید لینولئیک از ۰/۰۴ ± ۳۸/۱۷ درصد (در نمونه های کنترل) به ۰/۰۸ ± ۳۸/۶۲ درصد داشت. Durdevic و همکاران (۲۲) تاثیر استفاده از پیش تیمار مایکروویو بر ساختمان اسیدچرب روغن دانه انار به‌دست آمده با استفاده از روش سوکسله را مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند که استفاده از پیش تیمار مایکروویو تاثیر ناچیزی بر افزایش مقدار اسیدچرب شاخص موجود در روغن دانه انار (اسید پانیسیک) دارد. مقدار اسید پانیسیک در روغن به دست آمده از نمونه‌های کنترل معادل ۵۹/۵ درصد گزارش شده است که مقدار این اسید در روغن به‌دست آمده از دانه پیش تیمار شده تحت شرایط ۱۰۰ وات به مدت ۱۲۰ ثانیه مدت زمان تابش به ۶۰/۳ درصد افزایش یافت (۲۲). با توجه با نتایج حاصل مشاهده می‌شود که بذر کدو تخم کاغذی منبع غنی از اسیدچرب لینولئیک می‌باشد و استفاده از پیش تیمار مایکروویو تاثیر قابل توجهی بر میزان این اسیدچرب در روغن به دست آمده با استفاده از روش سنتی سوکسله ندارد. لینولئیک اسید و لینولنیک اسید متعلق به اسیدچرب های ضروری(EFA)[۱] می باشند که نقش تعیین کننده‌ای در حفظ سلامت انسان دارند. بدن انسان قادر به سنتز اسیدهای چرب ضروری نیست و لذا باید از طریق رژیم غذایی متعادل برای بدن تامین شوند (۲۹).

1-Essential Fatty Acids

جدول ۳- تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر ترکیب اسیدچرب روغن بذرهایکدو تخم کاغذی

مقدار اسید چرب (٪)	روش استخراج	
	سوکسله با پیش تیمار[۱]	سوکسله[۲]
پالمیتیک اسید (C16:0)	۱۱/۵۳±۰/۰٤^{B}	۱۱/۸۸±۰/۰۲^{A}
پالمیتولئیک اسید(C16:1)	۰/٤۹±۰/۰٤^{A}	۰/٤٤±۰/۰٤^{A}
استئاریک اسید(C18:0)	۹/٦۲±۰/۰۲^{A}	۹/٦٦±۰/۰۲^{A}
اولئیک اسید(C18:1)	۳۷/۰۸±۰/۰٤^{A}	۳٦/۲۲±۰/۰۸^{B}
لینولئیک اسید(C18:2)	۳۸/٦۲±۰/۰۸^{A}	۳۸/۱۷±۰/۰٤^{B}
لینولنیک اسید(C18:3)	۰/٦۹±۰/۰٦^{A}	۰/٦٦±۰/۰٦^{A}
گادولئیک اسید(C20:1)	۱/۱٦±۰/۰٤^{A}	۱/۱۲±۰/۰۲^{A}

[۱] سوکسله با استفاده از حلال هگزان با پیش تیمار مایکروویو تحت بهترین شرایط تعیین شده

[۲] سوکسله با استفاده از حلال هگزان و بدون اجرای پیش تیمار مایکروویو

حروف انگلیسی بزرگ متفاوت در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) است.

بر اساس نتایج به دست آمده روغن بذر کدو تخم کاغذی حاوی مقادیر قابل توجهی از EFA می باشد. از طرف دیگر با توجه به محتوای بالای اسید چرب ضروری لینولئیک اسید در روغن به‌دست آمده از بذرهای کدو تخم کاغذی اهمیت انجام فرایند موفقیت آمیز استخراج و مصرف روغن حاصله به منظور حفظ سلامت انسان امری مطلوب و بدیهی می‌باشد.

٤- نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، استفاده از پیش تیمار مایکروویو سبب افزایش معنادار (p<۰/۰۵) استخراج روغن از بذرهای کدوتخم کاغذی توسط روش سنتی سوکسله با حلال هگزان گردید. بهترین شرایط پیش تیمار مایکروویو به صورت ۶۰۰ وات توان و ۹۰ ثانیه مدت زمان تابش تعیین گردید که تحت این شرایط مقدار راندمان استخراج روغن معادل ۰/۰۴ ± ۳۵/۱۹ درصد به دست آمد. استفاده از پیش تیمار مایکروویو ضمن افزایش راندمان استخراج روغن باعث کاهش ۶۰ دقیقه‌ای مدت زمان فرایند استخراج گردید که این امر منجربه بهبود توانایی روغن در مهار رادیکال های آزاد DPPH و HO می‌شود. در ادامه با توجه به نتایج به دست آمده پیرامون بررسی پروفایل اسیدچرب می‌توان بیان نمود که بذرهای کدو تخم کاغذی منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری می‌باشند و استفاده از پیش تیمار مایکروویو تاثیر منفی در کاهش این اسیدهای چرب ندارد.

٥- منابع

۱. دولت آبادی، ز.، مرتضوی، س. ع.، مقیمی، م.، بخش آبادی، ح و استیری، س. ح. ۱۳۹۷. بهینه سازی فرایند استخراج روغن از دانه های گلرنگ با پیش تیمار مایکروویو و تخمین پارامترهای فرایند با کمک شبکه عصبی مصنوعی. *نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی*، شماره ٤، ۱۱۸-۱۰۷.

۲. مقیمی، م. ۱۳۹٦. بررسی تاثیر پیش تیمارهای مختلف توان و زمان دستگاه مایکروویو بر میزان ترکیبات فنولی، پایداری اکسایشی و برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن گیاه دارویی Cannabis sativa L.. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، شماره ٤، ۷۳-٦۵ .

۳. بخارایی، س. تاثیر پیش فراوری مایکروویو بر راندمان استخراج و برخی ترکیبات شیمیایی روغن دانه نسترن وحشی. *دومین سمینار ملی امنیت غذایی*، ۲٦ و ۲۷ مهرماه ۱۳۹۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه.

4. Fruhwirth, G. O. and Hermetter, A. 2007. Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 1128–1140.
5. Gohari Ardabili, A., Farhoosh, R. and Haddad Khodaparast, M. H. 2011. Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (Cucurbita pepo subsp. Pepo var. Styriaca) grown in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: 1053-1063.
6. DehghaniTafti, A. R., Alahdadi, I., Nadjafi, F., Kianmehr, M. H., Bagheri, M., Akbari, G. A. and Sharifi–Rad, J. 2014. Evaluation of different amounts of pelleted manure with urea and micro elements on yield and seed quality of medicinal plant, pumpkin (Cucurbita pepo var. Styriaca). International *Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2: 2663-2677.
7. Baxter, G. G., Murphy, K. and Paech, A. 2012. The potential to produce pumpkin seed for processing in north east Victoria. Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC).Publication No. 11/145.
8. Perez Gutierrez, R. M. 2016. Review of Cucurbita pepo (Pumpkin) its phytochemistry and pharmacology. *Medicinal chemistry*, 6: 12-21.
9. Yadav, M., Jain, Sh., Tomar, R., Prasad, G. B. K. S. and Yadav, H. 2010. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. *Nutrition Research Reviews*, 23: 184-190.
10. Dar, A. H., Sofi, S.A. and Rafiq, S. 2017. Pumpkin the functional and therapeutic ingredient: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2: 165-170.
11. Wang, L. and Weller, C. L. 2006. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends in Food Science and Technology*, 17: 300-312.
12. Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N. and Omar, A. K. M. 2013. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials. *A review. Journal of Food Engineering*, 117: 426-436.
13. Bimakr, M., Russly, A.R., Farah, S.T., Noranizan, M.A., Zaidul, I.S.M. and A. Ganjloo. 2012.Antioxidant activity of winter melon (Benincasa Hispida) seeds using conventional soxhlet extraction technique. *International Food Research Journal*, 19(1): 229-234.
14. Ameer, K., Shahbaz, H. M. and Kwon, J. 2017. Green extraction methods for polyphenols from plant matrices and their byproducts: A Review. *Food Science and Food Safety*, 16: 295-315.
15. Bimakr, M., Russly, A.R. and Ganjloo, A. 2015. Antioxidant and antimicrobial potential of polyphenols from foods, In: Preedy, V., (Ed.), Processing and impact on active components in foods. Elsevier publishing, New York, pp 407-414.
16. Bimakr, M., Russly, A.R., Farah, S.T., Noranizan, M.A., Zaidul, I.S.M. and Ganjloo, A. 2016. Characterization of valuable compounds from winter melon (Benincasa hispida (Thunb.) Cogn.) seeds using supercritical carbon dioxide extraction combined with pressure swing technique. *Food and Bioprocess Technology*, 9: 396-406.
17. Poodi, Y., Bimakr, Y., Ganjloo, A. and Zarringhalami, S. 2018. Intensification of bioactive compounds extraction from Feijoa (Feijoa sellowiana) leaves using ultrasonic waves. *Food and Bioproducts Processing*, 108: 37-50.
18. Boulekbache-Makhlouf, L., Medouni, L., Medouni-Adrar, S., Arkoub, L. and Madani, K. 2013. Effect of solvents extraction on phenolic content and antioxidant activity of the byproduct of eggplant. *Industrial Crops and Products*, 49: 668-674.
19. Sayyar, S., Abidin, Z.Z., Yunus, R. and Muhammad, A. 2011. Solid liquid extraction of jatropha seeds by microwave pretreatment and

ultrasound assisted methods. *Journal of Applied Science*s, 11: 2444-2447.

20. Rekas, A., Scibisz, I., Siger, A. and 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.
21. Porto, C. D., Decorti, D. and Natolino, A. 2016. Microwave pretreatment of Moringa oleifera seed: Effect on oil obtained by pilot-scale supercritical carbon dioxide extraction and Soxhlet apparatus. *Journal of Supercritical Fluids*, 107: 38-43.
22. Durdevic, S., Milovanovic, S., Savikin, K., Ristic, M., Menkovic, N., Pljevljakusic, D., Petrovic, S. and Bogdanovic, A. 2017. Improvement of supercritical CO_2 and n-hexane extraction of wild growing pomegranate seed oil by microwave *pretreatment. Industrial Crops and Products*, 104: 21-27.
23. Uquiche, E., Jerez, M. and Ortiz, J. 2008. Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (Gevuinaavellana Mol.). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9: 495-500.
24. Terigar, B.G., Balasubramanian, S., Sabliov, C.M., Lima, M. and Boldor, D. 2011. Soybean and rice bran oil extraction in a continuous microwave system: From laboratory- to pilot-scale. *Journal of Food Engineering*, 104: 208-217.
25. Jin, R., Fan, L. and An, X. 2011. Microwave assisted ionic liquid pretreatment of medicinal plants for fast solvent extraction of active ingredients. *Separation and Purification Technology*, 83:45-49.
26. Wroniak, M., Rekas, A., Siger, A. and Janowicz, M. 2016. Microwave pretreatment effects on the changes in seeds microstructure, chemical composition and oxidative stability of rapeseed oil. *LWT - Food Science and Technology*, 68: 634-641.
27. Moreno, A.O., Dorantes, L., Galindez, J. and Guzman, R.I. 2003. Effect of different extraction methods on fatty acids volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (Persea americana mill.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 2216-2221.
28. Bimakr, M., Ganjloo, A., Zarringhalami, S. and Ansarian, E. 2017. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from Malva sylvestris leaves and its comparison with agitated bed extraction technique. *Food Science and Biotechnology*, 26: 1481-1490.
29. Bimakr, M., Russly, A.R., Farah, S.T., Noranizan, M.A., Zaidul, I.S.M. and Ganjloo, A. 2012b. Optimization of ultrasound-assisted extraction of crude oil from winter melon (Benincasa hispida) seed using response surface methodology and evaluation of its antioxidant activity, total phenolic content and fatty acid composition. Molecules, 17, 11748-11762.

(Original Research Paper)

Feasibility of Application of Microwave Pretreatment to Improve Oil Extraction Efficiency from *Cucurbita pepo* (*Cucurbita pepo subsp. Pepo var. Styriaca*) Seed

Fereshteh Norouzi[1], Mandana BiMakr[2*], Ali Ganjloo[2]

1-Msc student of Food Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Received:09/12/2018 Accepted:09/03/2019

Abstract

In this study, the feasibility of application of microwave radiation as a pretreatment technique was investigated to increase the extraction yield of *Cucurbita pepo* seed oil. Seeds were pretreated at different power (180, 450, 600 and 900 W) and radiation time (30, 60, 90 and 120 sec) and then the oil was extracted by conventional Soxhlet method using *n*-hexane. According to the results, even at the lowest microwave pretreatment variables applied (180 W and 30 sec) the oil yield (27.22 ± 0.02%) was higher compared with those obtained from untreated seeds (26.88 ± 0.04%). Maximal oil yield (35.19 ± 0.04%) was obtained by Soxhlet extraction with microwave pretreatment at 600 W and 120 sec. Under these conditions of microwave pretreatment, the extraction time was shortened from 360 to 300 min. A shorter extraction time resulted in higher ability of oil for scavenging DPPH and HO free radicals. Furthermore, the fatty acid profile of samples was detected using gas chromatography- mass spectrometry. Linoleic acid was the most abundant fatty acid in *C.pepo* seed oil. Microwave pretreatment showed negligible effect on the fatty acid composition of samples. From the results, microwave pretreatment could be a promising technique to increase the quality and quantity of oil extracted from *C.pepo* applying conventional Soxhlet method.

Keywords: Microwave; *Cucurbita pepo*; Oil; Scavengingactivity; Fatty Acid.

*Corresponding Author: mandana.bimakr@znu.ac.ir