بررسی تأثیر پیش تیمارهای مختلف توان و زمان دستگاه مایکروویو بر میزان ترکیبات فنلی، پایداری اکسایشی و برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن گیاه دارویی *Cannabis sativa* L.

معصومه مقیمی*

گروه شیمی، واحد گنبدکاووس، دانشگاه آزاد اسلامی، گنبدکاووس، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰۳/۰۸ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹٦/۰۷/۱۷

چکیده

در این تحقیق، اثر پیش تیمارهای توان و زمان دستگاه مایکروویو بر میزان ترکیبات فنلی با استفاده از روش رنگ‌سنجی، پایداری اکسایشی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن دانه شاه دانه (*Cannabis sativa* L.) شامل راندمان استخراج روغن، اسیدیته، ضریب شکست و شاخص رنگ روغن با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۳ با سه سطح توان مایکروویو (۱۸۰، ۵۴۰ و ۹۰۰ وات) و سه سطح زمان مایکروویو (۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ ثانیه) و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت و روغن دانه‌های گیاه در سال ۱۳۹۶ با استفاده از پرس مارپیچی استخراج و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش توان مایکروویو، راندمان استخراج روغن، اسیدیته، شاخص رنگ، پایداری اکسایشی و فنل کل به‌طور معناداری ($P<۰/۰۱$) افزایش یافت. افزایش زمان مایکروویو نیز منتج به افزایش راندمان استخراج روغن، اسیدیته، دانسیته، پایداری اکسایشی و فنل کل گردید و استفاده از پیش‌تیمار مایکروویو تأثیر معنی‌داری بر میزان ضریب شکست روغن‌ها نداشت. بیشترین راندمان استخراج روغن از دانه‌هایی به‌دست آمد که توان و زمان مایکروویو به‌کار رفته به‌ترتیب ۹۰۰ وات و ۲۷۰ ثانیه بود. بیشینه پایداری اکسایشی (۹/۳۳ ساعت) در حداکثر زمان و توان مایکروویو محاسبه شد. در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که استفاده از مایکروویو به‌منظور تیماردهی دانه شاه‌دانه قبل از استخراج روغن با پرس سرد می‌تواند موجب بهبود راندمان استخراج روغن و افزایش ترکیبات فنلی گردد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌تیمار، پایداری اکسایشی، روغن شاه‌دانه، فنل کل، مایکروویو

*نویسنده مسئول: moghimi_m52@yahoo.com

مقدمه

روغن‌های خوراکی از منابع مهم تامین انرژی برای فرایندهای حیاتی در بدن انسان هستند و به خاطر نقشی که این مواد در تأمین کالری و ویتامین‌ها دارند، در زمره مهمترین مواد غذایی محسوب می‌شوند (Radfar, 2007). گیاه شاه‌دانه (*Cannabis sativa* L.) گیاهی است دو پایه و یک ساله از راسته اورتیکال، خانواده کانابیاسه. این گیاه برگ‌های پنجه‌ای با پنج تا هفت برگچه دندانه‌دار دارد (Yoshimatsu et al., 2004) که این گیاه بومی مناطق مرکزی آسیاست و از آنجا به سایر مناطق جهان گسترش یافته است (Crowley and Rice, 1998).میوه شاه‌دانه کپسولی است ناشکوفا که دارای پوسته شکننده‌ای می‌باشد و رنگ خاکستری یا قهوه‌ای دارد که این کپسول حاوی یک دانه شاه‌دانه است (Muenzing and Zwingelberg, 1999). دانه شاه‌دانه به‌طور متوسط دارای ۳۵-۲۵ درصد روغن و ۲۵-۲۰ درصد پروتئین می‌باشد (Wang et al., 2008). این گیاه حاوی مقادیری از ترکیبات فرار مانند منوترپن‌ها و سسکویی ترپن‌ها می‌باشد که کاربردهای فراوانی در صنایع آرایشی و عطرسازی دارد (Mand et al., 2008). شاه‌دانه گیاهی است که در مناطق سردسیری که کشت دانه‌های پروتئینی با محدودیت مواجه است به راحتی و با بازده بالا کشت می‌شود. ماده توهم‌زای شاه‌دانه یک نوع رزین چسبناک ترشح شده از پایه ماده قبل از رسیدن دانه‌ها است که تتراهیدروکانابینول نام داشته و دارای خواص اشتها آوری و آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (Kalmendal, 2008). لیپیدهای موجود در دانه شاه‌دانه شامل: موم، مونو، دی و تری‌گلیسریدها، فسفولیپید، اسیدهای چرب آزاد و غیره می‌باشند و تری گلیسیریدها با ۸۵/۳۵-۷۴/۲۱ درصد بیشترین مقدار را دارا هستند. روغن شاه‌دانه تصفیه نشده دارای رنگ سبز تیره (به‌علت وجود کلروفیل زیاد) و طعم آجیلی و گاهی کمی تلخ می‌باشد. روغن شاه‌دانه حاوی مقادیر زیاد ویتامین Eبوده که از این لحاظ با روغن بادام‌زمینی، سویا و زیتون برابری می کند (Oomah et al., 2002). در روغن شاه‌دانه دو اسید چرب لینولئیک اسید و آلفا لینولنیک اسید به‌عنوان اسید چرب‌های غالب شناخته شده که تقریبا نسبت بین این دو ۳ به ۱ می‌باشد که این نسبت بهترین نسبت از نظر تغذیه‌ای برای سلامت بدن می‌باشد (Koga, 1997).استخراج روغن با پرس روشی است که در مقایسه با روش استفاده از حلال، ساده‌تر، ایمن‌تر و کم‌هزینه‌تر بوده و لذا مزایای این روش آن را نسبت به استفاده از حلال کاراتر می‌سازد (Bakhshabadi et al., 2017). به‌طور کلی پرس مکانیکی یکی از محبوب‌ترین روش‌ها برای استخراج روغن از دانه‌های روغنی گیاهی در سراسر جهان است. افزایش دما سبب استخراج بیشتر و سریع‌تر روغن از دانه و موثر شدن فرآیند استخراج می‌گردد (Malek, 2001). امواج مایکروویو، امواج الکترومغناطیسی غیریونیزه با فرکانس بین۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز هستند و میان امواج رادیویی و مادون قرمز در طیف الکترومغناطیسی قرار دارند. اصول حرارت‌دهی با مایکروویو، بر اساس تأثیر مستقیم امواج با حلال و مواد قطبی بوده و به وسیله دو پدیده انتقال یونی و چرخش دوقطبی اثر می‌گذارد که در بیشتر موارد هم‌زمان اتفاق می‌افتد (Mandal et al., 2007). Momeny و همکاران (۲۰۱۲)، اثر مایکروویو را بر دانه‌های انبه به‌عنوان پیش‌تیمار قبل از استخراج روغن توسط حلال مورد بررسی قرار دادند. Bakhshabadi و همکاران (۲۰۱۷) به منظور بهینه‌سازی فرایند استخراج روغن از دانه‌های سیاه‌دانه به کمک پیش‌تیمار مایکروویو از زمان‌های مختلف فرایند (۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ ثانیه) و توان‌های مختلف (۱۸۰، ۵۴۰ و ۹۰۰ وات) استفاده کردند و میزان کارایی فرایند استخراج، پایداری اکسیداتیو، اندیس پراکسید و اسیدیته، مقدار توانایی مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و ضریب شکست نمونه‌ها را مورد

بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش توان و زمان مایکروویو کارایی فرایند استخراج، اندیس اسیدیته و پراکسید روغن افزایش ولی میزان پایداری اکسیداتیو در روغن کاهش یافت. Uquiche و همکاران در سال ۲۰۰۸، اثر تیمار مایکروویو را روی دانه‌های فندق بر راندمان استخراجی روغن آن مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بیان داشتند که زمان تیماردهی اثر مثبتی بر راندمان استخراجی روغن دارد، به‌طوری‌که تیمار نمونه‌ها با این امواج به‌مدت ۲۴۰ ثانیه موجب استخراج ۴۵/۳ درصد از محتوی اولیه روغن دانه (۴۶/۵۳ درصد) گردید. این در حالی است که میزان استخراج در نمونه تیمار نشده تنها در حدود ۶/۱ درصد بود. با توجه به اینکه تاکنون هیچ‌گونه پژوهشی در زمینه‌ی استخراج روغن از دانه‌های شاه‌دانه با استفاده از مایکروویو به‌عنوان پیش‌تیمار پرس صورت نگرفته است و از طرفی بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج از ایران تأمین می‌شود. بنابراین افزایش سطح زیر کشت و کشت دانه‌های روغنی جدید، دو رویکرد مهم در دست‌یابی به تأمین روغن مورد نیاز کشور می‌باشد به همین دلیل در پژوهش حاضر سعی شد که تأثیر پارامترهای موثر در مایکروویو را بر خصوصیات روغن حاصل از دانه‌های شاه‌دانه رامورد بررسی قرار داد.

مواد و روش‌ها

مواد: دانه‌های شاه‌دانه در این تحقیق در اوایل بهار سال ۱۳۹۶ از یکی از فروشگاه‌های عرضه خوراک دام شهرستان گنبد کاووس تهیه گردید و برای تولید روغن به دانشگاه آزاد اسلامی واحد گنبد کاووس انتقال یافت. مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق شامل: هیدروکسیدسدیم، فنل فتالئین، کربنات سدیم، اسید گالیک و الکل اتیلیک که از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

آماده‌سازی نمونه و شرایط اعمال پیش تیمارهای مختلف قبل از فرایند روغن‌کشی: در این تحقیق، دانه‌های شاه‌دانه (حاوی ۳۲/۲۹ درصد روغن) پس از تهیه، بوجاری شده و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم نسبت به نفوذ هوا و رطوبت تا زمان آزمایشات نگهداری شدند. سپس، آن‌ها تحت تأثیر پیش تیمارهای مختلف مایکروویو با زمان‌های مختلف فرایند (۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ ثانیه) و توان‌های مختلف (۱۸۰، ۵۴۰ و ۹۰۰ وات) قرار گرفتند (Kittiphoom and Sutasinee, 2015). بعد از اعمال این تیمارها، روغن دانه‌ها با پرس مارپیچی و با سرعت ۳۳ دور در دقیقه استخراج گردید و روی این روغن‌ها، آزمایشات مختلف، صورت گرفت.

راندمان روغن‌کشی: برای مشخص کردن راندمان استخراج روغن، ابتدا وزن دانه مصرف شده و وزن روغن حاصل از آن تعیین شد و با استفاده از معادله ۱ میزان آن به‌دست آمد (AOAC, 2008).

رابطه (۱)

$$\text{راندمان‌روغن‌کشی}(٪) = \frac{\text{وزن روغن حاصله}}{\text{وزن دانه‌های اولیه}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری اسیدیته: برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش AOCS Cd 3–63 (۱۹۹۳) استفاده شد.

تعیین ضریب شکست: ضریب شکست روغن با دستگاه رفراکتومترو در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و مطابق روش AOCS Cc 7-25 (۱۹۹۳) تعیین گردید (Bruhn, C.M. 1995).

تعیین شاخص رنگ: برای سنجش رنگ که اغلب مخلوطی از رنگ‌های قرمز و زرد است از اسپکتروفتومتر و روش AOCSCc 13-92 (۱۹۹۳) استفاده شد. برای این منظور دانسیته اپتیک روغن را در طول موج‌های ۴۶۰، ۵۵۰، ۶۲۰ و ۶۷۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و سپس از رابطه ۲ برحسب رنگ زرد لاویباند شاخص رنگ تعیین شد.

رابطه (۲)

$$=۱/۲۹\ A_{۴۶۰}+۶۹/۷\ A_{۵۵۰}+۴۱/۲A_{۶۲۰}\ -۵۶/۴\ A_{۶۷۰}$$

شاخص رنگ

آزمون پایداری اکسایشی: میزان پایداری اکسایشی روغن‌ها به وسیله دستگاه رنسیمت و مطابق روش (AOCS, 1993)، در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و با سرعت جریان هوا ۲۵ لیتر بر ساعت اندازه‌گیری گردید.

ترکیبات فنلی کل: محتوای فنلی کل با روش رنگ‌سنجی و با استفاده از معرف فولین سیوکالتو تعیین شد. به این منظور ۰/۵ میلی‌لیتر نمونه با آب مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسید. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو به نمونه رقیق شده افزوده شد. بعد از ۳ دقیقه ۰/۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱۰ درصد به مخلوط فوق اضافه و به مدت یک ساعت در دمای اتاق و درجای تاریک قرار داده شد. پس از این مدت، جذب نمونه‌ها در دمای اتاق با دستگاه اسپکتروفتومتر ماورای بنفش در ۷۶۰ نانومتر قرائت گردید. جهت رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک (۰ تا ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی لیتر) استفاده شد و محتوای فنلی کل به صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک در هر کیلوگرم نمونه گزارش شد (Bail et al., 2008).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل ۳×۳ با سه سطح توان مایکروویو و سه سطح زمان مایکروویو و در سه تکرار انجام گردید. از نرم‌افزار SAS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه‌ی میانگین داده‌ها استفاده شد.

نتایج

مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن بیانگر این بودکه با افزایش توان مایکروویو، راندمان استخراج روغنافزایش یافت (جدول ۱). همانطور که در جدول ۲ آورده شده است با افزایش زمان مایکروویو نیزراندمان استخراج روغن افزایش یافت. جدول ۳ نیز نشان داد که میزان راندمان استخراج، در دانه‌هایی که تحت تأثیر زمان و توان مایکروویو کمتری بودند، کمتر از دانه‌هایی بودند که مدت زمان بیشتری را در توان بالاتر درون مایکروویو قرار داشتند. به گونه‌ای که بیشترین راندمان روغن‌کشی از دانه‌هایی به‌دست آمد که توان و زمان مایکروویو به کار رفته در آنها به‌ترتیب ۹۰۰ وات و ۲۷۰ ثانیه بود. مشخص گردید که کمترین مقدار اسیدیته روغن که بر حسب درصد اسید اولئیک اندازه‌گیری شده بود، تحت شرایطی بدست آمد که توان و زمان مایکروویو در حداقل خود یعنی به‌ترتیب ۱۸۰ وات و۹۰ ثانیه بود. افزایش توان و زمان مایکروویو همواره باعث افزایش اسیدیته روغن گردید (جداول ۱ و ۲). تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که دو پارامتر توان و زمان مایکروویو روی میزان ضریب شکست روغن تأثیر معنی‌دار نداشتند (P>۰/۰۱) و با افزایش توان و زمان مایکروویو میزان ضریب شکست روغن ثابت بود. بررسی رنگ نمونه‌ها نشان داد که با افزایش زمان و توان مایکروویو میزان رنگ افزایش یافت به گونه‌ایی که بیشترین میزان رنگ روغن از نمونه‌هایی که تحت تأثیر مایکروویوی با توان ۹۰۰ وات و زمان ۲۷۰ ثانیه قرار داشتند به‌دست آمد. جدول تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تمامی پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق بر میزان پایداری اکسایشی تأثیر کاملا معنی‌دار داشت (P<۰/۰۱). همانطور که در جداول ۱ و ۲ آورده شده است با افزایش توان و زمان مایکروویو پایداری اکسایشی افزایش یافت. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تیمارهای مورد بررسی بر میزان فنل کل تأثیر معنی‌دار داشت (P<۰/۰۱). جدول ۱ نشان می‌دهد که با افزایش توان مایکروویو از ۱۸۰ به ۹۰۰ وات به

میزان ۱۲/۲۳ درصد ترکیبات فنلی افزایش یافت. افزایش زمان مایکروویو نیز منجر به افزایش میزان فنل کل شد (جدول ۲).

جدول ۱: تأثیر توان مایکروویو بر خصوصیات مورد بررسی

توان مایکروویو (وات)	راندمان استخراج روغن (٪)	اسیدیته (درصد اسید اولئیک)	ضریب شکست	رنگ روغن	پایداری اکسیداتیو (ساعت)	فنول کل (ppm)
۱۸۰	۱۷/۶۹^{c}	۱/۱۴^{c}	۱/۴۷۳^{a}	۱۷۰/۸۷^{c}	۵/۱۸۴^{c}	۹۶/۰۴^{c}
۵۴۰	۲۳^{b}	۱/۳۱^{b}	۱/۴۷۳^{a}	۱۸۱/۶۱^{b}	۶/۷۶^{b}	۱۰۴/۰۲^{b}
۹۰۰	۲۶/۶۵^{a}	۱/۶۹^{a}	۱/۴۷۳^{a}	۲۲۷/۲۷^{a}	۸/۲۷^{a}	۱۰۷/۷۹^{a}

اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد

جدول ۲: تأثیر زمان مایکروویو بر خصوصیات مورد بررسی

زمان مایکروویو (ثانیه)	راندمان استخراج روغن(٪)	اسیدیته (درصد اسید اولئیک)	ضریب شکست	رنگ روغن	پایداری اکسیداتیو (ساعت)	فنول کل (ppm)
۹۰	۱۹/۸۶^{c}	۱/۱۵^{c}	۱/۴۷۳^{a}	۱۷۱/۹۹^{c}	۶/۱۰^{c}	۱۰۰/۱۵^{c}
۱۸۰	۲۲/۲۶^{b}	۱/۴۲^{b}	۱/۴۷۳^{a}	۱۸۶/۴۳^{b}	۶/۷۴^{b}	۱۰۲/۵۵^{b}
۲۷۰	۲۴/۸۵^{a}	۱/۵۶^{a}	۱/۴۷۳^{a}	۲۲۱/۳۳^{a}	۷/۳۷^{a}	۱۰۵/۱۴^{a}

اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد

جدول ۳: تأثیر متقابل توان و زمان مایکروویو بر خصوصیات مورد بررسی

توان مایکروویو (وات)	زمان مایکروویو (ثانیه)	راندمان استخراج روغن(٪)	اسیدیته (درصد اسید اولئیک)	ضریب شکست	رنگ روغن	پایداری اکسیداتیو (ساعت)	فنول کل (ppm)
۱۸۰	۹۰	۱۵/۱۸±۰/۳۶^{i}	۱/۰۱±۰/۰۳۱^{h}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۱۶۸/۵۸±۰/۰۹^{h}	۵/۰۱±۰/۰۰۲^{i}	۹۲/۳۹±۰/۳۸^{h}
۱۸۰	۱۸۰	۱۷/۶۳±۰/۱۹^{h}	۱/۱۲±۰/۰۱۱^{g}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۱۵۵/۰۷±۰/۶۳^{g}	۵/۱۰±۰/۰۱۹^{h}	۹۵/۷۹±۰/۴۲^{g}
۱۸۰	۲۷۰	۲۰/۲۵±۰/۰۱۳^{g}	۱/۲۹±۰/۰۰۲^{e}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۱۸۸/۹۷±۰/۱۶^{d}	۵/۴۴±۰/۰۴۱^{g}	۹۹/۹۵±۰/۱۶^{f}
۵۴۰	۹۰	۲۰/۵۰±۰/۰۱^{f}	۱/۱۵±۰/۰۲^{f}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۱۷۱/۳۲±۰/۳۳^{e}	۶/۳۳±۰/۰۱۷^{f}	۱۰۱/۸۹±۰/۲۳^{e}
۵۴۰	۱۸۰	۲۳/۷۵۰±۰/۰۰۱^{e}	۱/۳۷±۰/۰۱۳^{d}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۱۷۳/۵۶±۰/۱۳^{e}	۶/۶۳±۰/۰۲۹^{e}	۱۰۴/۰۹±۰/۳۶^{d}
۵۴۰	۲۷۰	۲۳/۹۰±۰/۰۴^{d}	۱/۴۱±۰/۰۰۵^{c}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۱۹۹/۹۶±۰/۱۹^{c}	۷/۳۷±۰/۰۱۹^{c}	۱۰۶/۰۹±۰/۱۸^{c}
۹۰۰	۹۰	۲۴/۹۶±۰/۰۲^{c}	۱/۲۹±۰/۰۰۲^{e}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۱۸۹/۶۰±۰/۶۰^{d}	۶/۹۷±۰/۰۳۷^{d}	۱۰۶/۱۹±۰/۲۱^{c}
۹۰۰	۱۸۰	۲۶/۷۵±۰/۰۶^{b}	۱/۷۸±۰/۰۱^{b}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۲۱۷/۱۵±۰/۸۶^{b}	۸/۵۰±۰/۰۲۱^{b}	۱۰۷/۷۸±۰/۷۷^{b}
۹۰۰	۲۷۰	۲۹/۳۰±۰/۳^{a}	۱/۹۹±۰/۰۰۸^{a}	۱/۴۷۳±۰/۰۰^{a}	۲۷۵/۰۶±۱/۳۰^{a}	۹/۳۳±۰/۰۱۷^{a}	۱۰۹/۳۹±۰۵۰^{a}

اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد.

بحث

افزایش توان و زمان مایکروویو،به علت شکستگی بیشتر سلول‌های حاوی روغن در طول تیمار با این امواج منجر به افزایش راندمان استخراج روغن شد (Uquiche et al., 2008). همچنین محمد و همکاران Mohamed et al.,) (1998گزارش کردند که بهبود راندمان استخراج روغن به‌واسطه حرارت‌دهی با مایکروویو می‌تواند ناشی از تخریب ترکیبات پروتئینی نیز باشد. نتایج این بخش با یافته‌های یوشیدا و همکاران (Yoshida et al., 2006)، انجوم و همکاران

(Anjum et al., 2006)، تریگار و همکاران (Terigar et al., 2011) و مومنی و همکاران (Momeny et al., 2012) مطابقت داشت. اشکال به‌دست آمده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی توسط بخش آبادی و همکاران (Bakhshabadi et al., 2017) نیز تأیید کننده این مطلب بود که استفاده از فرایندمایکروویو به‌عنوان پیش‌تیمار در استخراج روغن منجر به از هم پاشیدگی بیشتر سلول‌ها و در نتیجه خروج بهتر روغن از آن‌ها می‌گردد.

اسیدیته و اندیس اسیدی یکی از خصوصیات کیفی مهم روغن‌ها می‌باشد که به‌عنوان معیاری از خلوص آن‌ها در نظرگرفته می‌شوند. اگرچه روغن‌های تصفیه شده تقریباً عاری از اسیدهای چرب آزاد هستند اما مقادیر قابل ملاحظه‌ای از این ترکیبات در روغن‌های خام موجود می‌باشد (Anjum et al., 2006). تمامی چربی‌ها و روغن‌های خوراکی دارای مقادیری از اسیدهای چرب آزاد هستند ولی ممکن است در اثر هیدرولیز گلیسریدها این مقدار از حد معینی تجاوز کند. بنابراین اندازه‌گیری درصد اسیدهای چرب آزاد به‌عنوان شاخصی از تند شدن روغن در نظر گرفته می‌شود. وجود اسید، رطوبت، دما و آنزیم‌های هیدرولیز کننده مانند لیپاز از جمله عوامل تشدید کننده هیدرولیز روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشند (Malek, 2001). افزایش میزان اسیدیته با افزایش درجه حرارت (در اثر افزایش توان و زمان مایکروویو) را می‌توان به تجزیه شیمیایی تری‌گلیسریدها و بالا رفتن میزان اسیدهای چرب آزاد نسبت داد. آنزیم‌های لیپولیتیک درست در زیر پوسته نازک دانه واقع شده‌اند و در سلول‌های صدمه ندیده قادر نخواهند بود که به چربی‌ها حمله کنند اما از آنجایی که دماهای بالا، باعث ایجاد تغییرات فیزیکی در سلول می‌شوند این آنزیم‌ها فعالیت خود را آغاز می‌نمایند (Ghavami et al., 2003). افزایش اسیدیته، بدون شک ناشی از شکستن اتصالات استری مولکول‌های تری‌گلیسریدی ناشی از حرارت‌دهی است (Bruhn, 1995). نتایج این بخش با نتایج کیتیفوم و همکاران (Kittiphoom et al., 2015) و ولسینک و همکاران (Veldsink et al., 1999) تطابق داشت ولی با یافته‌های اوکوچی و همکاران (Uquiche et al., 2008) در تضاد بود.

ضریب شکست اغلب به‌عنوان ملاکی از خلوص روغن استفاده می‌گردد. این پارامتر با افزایش طول زنجیر (گرچه رابطه خطی وجود ندارد) و درجه غیراشباعیت افزایش می‌یابد. روغن‌ها و چربی‌های مختلف ضریب شکست خاص خود را دارند لذا این ویژگی، برای تشخیص هویت و تعیین خلوص روغن‌ها و چربی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضریب شکست در کنترل پیشرفت واکنش‌ها نظیر هیدروژناسیون و ایزومریزاسیون کاتالیزوری روغن‌ها مفید است. همچنین برای تشخیص اکسایش روغن نیز از ضریب شکست استفاده می‌شود که درجه حرارت و اشباعیت از عوامل موثر بر ضریب شکست هستند (Malek, 2001). همان‌طور که نتایج نشان داد، استفاده از مایکروویو تأثیر معنی‌داری بر ضریب شکست نداشت. عدم تغییر در ضریب شکست روغن‌های حاصل از این فرایند را می‌توان به تشابه پروفایل اسیدهای چرب در نمونه‌های تیمارشده در مقایسه با نمونه شاهد نسبت داد (Uquiche et al., 2008). نتایج این بخش با نتایج بخش آبادی و همکاران (Bakhshabadi et al., 2017) مطابقت داشت که بیان داشته بودند روش استخراج بر میزان ضریب شکست تأثیری ندارد.

با افزایش توان و زمان مایکروویو شاخص رنگ روغن‌ها افزایش یافت. افزایش در شاخص رنگ نمونه‌ها را می‌توان به گسیختگی بافت‌های گیاهی در طول تیماردهی و بنابراین افزایش استخراج رنگ‌دانه‌ها نسبت داد.در این راستا لی و همکاران (Lee et al.,

2004) اثر دماهای مختلف برشته کردن دانه‌های گلرنگ را بر تغییرات رنگ روغن آن مورد بررسی قرار دادند. آنها اظهار داشتند که تشکیل رنگ در روغن، تحت تأثیر دماهای برشته کردن است. به‌طوری‌که با افزایش دما رنگ روغن حاصله نیز از زرد روشن به قهوه‌ای تیره تغییر کرد. کیم و همکاران (Kim et al,. 2002) نیز افزایش مشخص رنگ روغن جوانه برنج را هم‌زمان با افزایش دمای برشته‌کردن گزارش نمودند. مقداد (Megahad., 2001) افزایش رنگ روغن بادام‌زمینی در نتیجه تیمار دانه‌ها با مایکروویو را به واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی و تخریب فسفولیپیدها در طول برشته کردن نسبت داد و بیان داشت که فسفولیپیدها موجب واکنش قهوه‌ای شدن در طول برشته کردن دانه‌ها می‌شوند، لذا افزایش ترکیبات قهوه‌ای می‌تواند با افزایش ترکیبات دیگر در نتیجه تجزیه فسفولیپیدها همراه باشد.

علت افزایش میزان پایداری اکسایشی، افزایش ترکیبات فنلی موجود در روغن می‌باشد. پایداری اکسایشی عبارت است از مدت زمان لازم برای رسیدن به نقطه‌ای که در آن یکی از کمیت‌های اکسایشی مانند عدد پراکسید یا عدد کربونیل پس از طی نمودن روند افزایشی خود به طور ناگهانی افزایش می‌یابد و باعث تولید طعم و بوی نامطلوب در روغن می‌شود. اکسایش باعث ایجاد فساد می‌شودکه بوی نامطلوب و کاهش کیفیت غذا را به دنبال دارد. روش‌های متعددی برای ارزیابی مواد حاصل از فرایندهای حرارتی که دارای آثار زیادی بر خواص شیمیایی، فیزیکی و تغذیه‌ای روغن هستند، وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها شاخص پایداری اکسایشی است (Holser, 2003). اندازه‌گیری شاخص پایداری اکسایشی طی فرایندهای حرارتی روغن‌ها به تنهایی برای ارزیابی کیفیت روغن‌ها کافی نیست اما اطلاعاتی در خصوص وضعیت اولیه نمونه روغن در اختیار می‌گذارد (Matthaus, 2006). نتایج این بخش با یافته‌های اسپایل میر و همکاران (Spielmeyer et al., 2009) مشابه بود.

استفاده از توان و زمان بالاتر مایکروویو منجر به افزایش میزان فنل کل در روغن گردید. اصول حرارت‌دهی با استفاده از انرژی مایکروویو به اثرات مستقیم این امواج روی مولکول‌ها با مکانیسم‌های چرخش دو قطبی و انتقال یونی وابسته است. مولکول‌های قطبی همانند ترکیبات فنلی و محلول‌های یونی انرژی این امواج را به دلیل داشتن گشتاور دو قطبی به میزان زیادی جذب می‌کنند که منجر به افزایش دما و تکمیل سریع واکنش می‌شود و این امر موجب وارد شدن هرچه بیشتر این ترکیبات به داخل روغن می‌شود (Proestos and Komaitis, 2008). نتایج این بخش با نتایج جیو و همکاران (Jiao et al., 2014) مطابقت داشت. ترکیبات فنلی دسته بزرگی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشند که توانایی آنتی‌اکسیدانی آن‌ها ناشی از حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختارشان است. توجه و کاربرد فنول‌های طبیعی در صنعت غذا رو به افزایش است. زیرا این ترکیبات تجزیه اکسیداتیو لیپیدها را به تأخیر انداخته و از این رو کیفیت و ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی را بهبود می‌بخشند (Muanda et al., 2011).

نتیجه‌گیری نهایی

با افزایش توان مایکروویو، راندمان استخراج روغن، اسیدیته، شاخص رنگ، پایداری اکسایشی و فنل کل افزایش یافت. افزایش زمان مایکروویو نیز منتج به افزایش راندمان استخراج روغن، اسیدیته، شاخص رنگ، پایداری اکسایشی و فنل کل گردید. استفاده از پیش تیمار مایکروویو تأثیر معنی‌داری روی ضریب شکست روغن‌ها ندارد. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان بیان داشت که استفاده از

مایکروویو به منظور تیماردهی دانه‌های شاه‌دانه قبل از استخراج روغن با پرس سرد در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی روغن حاصله موثر واقع گردید.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت معاونت آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گنبد کاووس و دانشجویان صنایع غذایی این دانشگاه انجام شده است. به‌همین منظور نویسندگان مراتب قدردانی و سپاس‌گزاری خود را از دانشجویان صنایع غذایی آن دانشگاه به ویژه آقایان جفایی نوده و یزدان‌پرست اعلام می‌دارند.

References

1. Anjum, F., Anwar, F., Jamil, A. and Iqbal, M. 2006. Microwave Roasting Effects on the Physico-chemical Composition and Oxidative Stability of Sunflower Seed Oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 83(9): 777-784.
2. AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
3. AOCS., 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society.
4. Bail, S., Stuebiger, G., Krist, S., Unterweger, H. and Buchbauer, G. 2008. Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. Journal of Food Chemistry, 108: 1122–1132.
5. Bakhshabadi, H., Mirzaei, H.O., Ghodsvali, A., Jafari, S.M., Ziaiifar, A.M. and Farzaneh, V. 2017. The effect of microwave pretreatment on some hysic-chemical properties and bioactivity of Black cumin seeds' oil. Industrial Crops and Products, 97: 1–9.
6. Bruhn, C.M., 1995. Consumer attitudes and marketresponse to irradiated food. Journal of Food Protection.58:175-181.
7. Crowley, J. and Rice, B. 1998. Hemp (*Cannabis sativa* L.) production and uses in Ireland. Journal of the International Hemp Association, 5: 40-44.
8. Ghavami, M. Gharachorloo, M., and Ezatpanah, H. 2003. Effect of frying on the oil quality properties used in the industry potato chips. Journal of Agricultural and Science, 9(1): 1-15.
9. Holser, R.A. 2003. Properties of refined milkweed press oil. Industrial crops and products, 18: 133-138.
10. Jiao, J., Li, Z.G., Gai, Q.Y., Li, X.G., Wei, F.U., Fu, Y.J. and Ma, W. 2014. Microwave-assisted aqueous enzymatic extraction of oil from pumpkin seeds and evaluation of its physicochemical properties, fatty acid compositions and antioxidant activities. Food Chemistry. 147: 17-24.
11. Kalmendal, R. 2008. Hemp seed cake fed to broilers. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Animal Nutrition and Management. pp: 4-15.
12. Kim, I.H., Kim, C.J., You, J.M., Lee, K.W., Kim, C.T., Chung, S.H. and Tae, B.S. 2002. Effect of roasting temperature and time on the chemical composition of ricegerm oil. Journal of the American oil chemist's society, 79: 413–418.
13. Kittiphoom, S. and Sutasinee, S. 2015. Effect of microwaves pretreatments on extraction yield and quality of mango seed kernel oil. International Food Research Journal, 22(3): 960-964.
14. Koga, T. 1997. Linoleic and alpha Linolenice acids differently modify the effects of elaidic acid on polyunsaturated fatty acid metabolism and some immune indices in rats. Br. Nut. 77(4): 645-656.
15. Lee, Y.C., Oh, S.W., Chang, J. and Kim, I.H. 2004. Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. Food Chemistry, 84: 1–6.
16. Malek, F. 2001. Edible fats and vegetable oils. Farhang-o Ghalam Publication. 464 p. (In Persian).
17. Mand, Ch. and Mediavilla, V. 1998. Factor influencing the yield and quality

of hemp (*Cannabis sativa* L.) essential oil. Journal of the International Hemp Association, 5: 16-20.
18. Mandal, V., Mohan, Y. and Hemalatha, S. 2007. Microwave Assisted Extraction – An Innovative & Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research. Pharmacognosy Reviews, 1: 8-14.
19. Matthaus, B. 2006. Utilization of high – oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. European Journal of Lipid Science and Technology. 108: 200-211.
20. Megahad, M.G. 2001. Microwave Roasting of Peanuts: Effects on Oil Characteristics and Composition. Nahrung. 45: 255–257.
21. Mohamed, H.M.A. and Awatif, I.I. 1998. The use of sesame oil unsaponifiable matter asa natural antioxidant. Food Chemistry. 62:269-276.
22. Momeny, E., Rahmati, S. and Ramli, N. 2012. Effect of Microwave Pretreatment on the Oil Yield of Mango Seeds for the Synthesis of a Cocoa Butter Substitute. Journal of Food Processing & Technology. 3(7): 1-7.
23. Muanda, F.N., Soulimani, R., Diop, B. and Dicko, A. 2011. Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from *Steviare baudiana* Bertoni leaves. LWT- Food Science and Technology. 44: 1865-1872.
24. Muenzing, K. and Zwingelberg, H. 1999. Investigations in to the processing of the hemp seeds for food .Journal Getreid. Mehl. Und. Brot. 53(3)180-186.
25. Oomah, B., Busson, M., God frey, D. and Drover, J. 2002. Characteristics of hemp (*Cannabis Sativa* L.) seed oil. Food Chemistry, 76: 33-43.
26. Proestos, C. and Komaitis, M., 2008. Application of microwave-assisted extraction to the fast extraction of plant phenolic compounds. Lebensm. Wiss. U. Technol. 41: 652–659.
27. Radfar, R., 2007. Review of selected countries support polities affecting the edible Oil and oilseeds sector, the abstracts of the2nd Scientific-Applicable seminar of Iranian Oilseeds & Vegetable Oils (I.O.V.O.), 75.
28. Spielmeyer, A., Wagner, A. and Jahreis, G., 2009. Influence of thermal treatment ofrapeseed on the canolol content. Food Chemistry, 112: 944–948.
29. 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(2): 208–217.
30. Uquiche, E., Jeréz, M. and Ort, Z.J., 2008. Effect of pretreatment with microwaves on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (*Gevuina avellana* Mol). Innovative Food Science and Emerging Technologies, 9: 495–500.
31. Veldsink, J.W., Muuse, B.G., Meijer, M.M.T., Cuperus, F.P., van de Sande, R.L.K.M. and van Putte, K.P.A.M. 1999. Heat pre-treatment of oilseeds: effect on oil quality. Fett/Lipid. 101(7): 244–248.
32. Wang, X., Tang, C., Yang, X. and Gao, W. 2008. Characterization, amino acid composition and vitro digestibility of hemp (*Cannabis Sativa* L.) proteins. Food Chemistry, 107: 11-18.
33. Yoshida, H., Tomiyama, Y., Hirakawa, Y. and Mizushina, Y. 2006. Microwave roasting effects on the oxidative stability of oils and molecular species of triacylglycerols in the kernels of pumpkin (*Cucurbita* spp.) seeds. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 330-339.
34. Yoshimatsu, K., Iicla, O., and Kitazawa, T. 2004. Growth characteristics of Cannabis sativacultivated in a phytotron and in the field. Bulletin on Natural Instruction of Health Science, 122: 16-20.

The investigation of pretreatment irradiation power and time of microwave on total phenolic content, oxidative stability and the physicochemical properties of *Cannabis* oil

Moghimi M.
Department of Chemistry, Gonbad Kavous Branch, Islamic Azad University,
Gonbad Kavous, Iran.

Received Time: 2017/10/09 Accepted Time: 2017/05/29

Abstract

In this study, the effects of pretreatment irradiation power and time of microwave on total phenolic content , oxidative stability and the physicochemical properties of *Cannabis* oil, which included: extraction efficiency, acidity values, refractive and color index were studied by a completely randomized design in the form of 3×3 factorial experiment with three levels of applied microwave irradiation power (180, 540 and 900 W) and three microwave time levels (90, 180 and 270 seconds) and three replications. The hemp seeds were supplied from animal feed store in Gonbad kavous city in early spring of 2017 and oils were obtained by using spiral press .The SAS software was used for data analysis. The results were showed that with increasing microwave power, the oil extraction efficiency, acidity, color index, oxidative stability and total phenol increased significantly ($p< 0.01$). Increasing the microwave time also led to an increase in the oil extraction efficiency, acidity, density, oxidative stability and total phenol. The pretreatment microwave had no significant effect on the oil refractive index. The maximum oil extraction efficiency was obtained from seeds which had a microwave power and time of 900 watts and 270 seconds respectively. The maximum oxidative stability (9.33 hours) was achieved when the applied microwave power and time were at their maximized levels. Overall, regarding the achieved results it can be concluded that the use of microwave in order to treatment of hemp seeds before oil extraction by cold press can improve the oil extraction efficiency and increase phenolic compounds.

***Keywords*:** *Cannabis* oil, Microwave, Oxidative Stability, Pretreatment, Total Phenol.

*Corresponding author; moghimi_m52@yahoo.com