مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر پیش‌تیمار مایکروویو و روش استخراج بر ترکیب اسیدهای چرب و برخی ویژگی‌های شیمیایی روغن دانه گوجه فرنگی

زهرا ممیوند[۱]، آریو امامی‌فر[۲*]، مصطفی کرمی[۳]، فخرالدین صالحی[٤]

۱ - دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

٤- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۲۷

کلمات کلیدی:

روغن دانه گوجه‌فرنگی،

پروفایل اسید چرب،

ویژگی‌های شیمیایی

DOI:10.22034/FSCT.21.152.132.

* مسئول مکاتبات:

a.emamifar@basu.ac.ir

چکیده

شناسایی و استحصال منابع روغنی جدید از ضایعات مواد غذایی نظیر دانه گوجه‌فرنگی و بهینه‌سازی روش استخراج آن جهش بزرگی در تامین روغن خوراکی است. هدف از این پژوهش بررسی اثر پیش‌تیمار مایکروویو و روش استخراج بر ترکیب اسیدهای چرب و برخی ویژگی‌های شیمیایی روغن دانه گوجه‌فرنگی بود. پیش‌تیمار دانه‌ها با امواج مایکروویو (۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ وات) طی زمان‌های مختلف (۰، ۱، ۳ و ۵ دقیقه) انجام و روغن دانه‌ها با روش سوکسله و پرس استخراج گردید. ترکیب اسیدهای چرب روغن با دستگاه کروماتوگرافی گازی تعیین گردید. ویژگی‌های اسیدهای چرب با استفاده از شاخص اسیدهای چرب اشباع (SFA)، اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA)، اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) و پایداری اکسیداتیو (Se Index) ارزیابی گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. اسیدهای چرب لینولئیک (۵۱/۷۳ درصد)، اولئیک (۲۵/۸۵ درصد) و پالمیتیک (۱۲/۸٤ درصد) به عنوان بیشترین اسیدهای چرب روغن دانه گوجه‌فرنگی تعیین شدند ($p<0.05$). روغن استخراج شده با دو روش پرس و سوکسله به ترتیب دارای متوسط عدد پراکسید ۰/۵۸ و ۲/۲ میلی‌اکی والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن و عدد اسیدی ۰/۱ و ۰/۱٤ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن بود. افزایش توان (۵۰۰ وات) و زمان (۵ دقیقه) پیش‌تیمار دانه ها با مایکروویو در هر دو روش استخراج با سوکسله و پرس، عدد پراکسید، عدد اسیدی و مقادیر اسیدهای چرب تک غیراشباع را افزایش و اسیدهای چرب چند غیراشباع و شاخص پایداری اکسیداتیو روغن استحصالی را کاهش داد ($p<0.05$). کیفیت روغن دانه گوجه‌فرنگی بدون پیش تیمار و استخراج شده با دو روش پرس وسوکسله و پس از پیش‌تیمار دانه‌ها با امواج مایکروویو (توان ۵۰۰ وات طی ۵ دقیقه) از نظر عدد پراکسید و اسیدی در محدوده مصرف مجاز استاندارد قرار داشت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

۱-مقدمه

یافتن مواد اولیه جدید در تولید روغن‌های خوراکی به دلیل افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان یکی از عوامل موثر در افزایش بهره‌وری است. اخیراً بررسی ویژگی‌های خوراکی روغن‌های جدید نظیر روغن دانه‌های حاصل از ضایعات محصولات کشاورزی نظیر تخم کدو، تخم هندوانه، هسته انار، هسته خرما، هسته لیمو، هسته مرکبات و هسته سیب مورد توجه قرارگرفته است [۱]. گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum L*) یکی از محصولات غذایی پرمصرف در جهان است. بخش زیادی از آن به صورت تازه‌خوری و باقی‌مانده به شکل فرآوری‌شده نظیر رب، سس و ترشی مصرف می‌شود [۲]. تفاله گوجه‌فرنگی باقی‌مانده فرآیند تولید رب گوجه‌فرنگی است که از پوست (۲۷ درصد)، گوشت میوه (٤٠ درصد) و دانه (۳۳ درصد) تشکیل شده است[۳]. تولید سالانه تفاله گوجه‌فرنگی در جهان حدود ۵ تا ۹ میلیون تن است که اگر چه بخشی از آن به مصرف خوراک دام می‌رسد اما اغلب به صورت زباله دفن می‌شود که خطرات زیست محیطی فراوانی را به دنبال دارد [٤]. دانه گوجه‌فرنگی که ۱ الی ۵ درصد وزن میوه را تشکیل می‌دهد، حاوی ترکیباتی نظیر روغن خوراکی، پروتئین و لیکوپن است [۵]. عدم نیاز به زمین زارعی برای کشت دانه‌های روغنی ازجمله مزایای تولید روغن از دانه گوجه فرنگی است [٦]. استخراج یکی از فرایندهای مهم در تولید روغن از دانه‌های روغنی است که معمولا به دو روش پرس (اعمال نیروی مکانیکی فشاری بر دانه‌های روغنی) و یا سوکسله (اشباع شدگی حلال با روغن موجود در دانه روغنی) انجام می‌شود [۷]. استخراج روغن با پرس در مقایسه با حلال ساده تر، ایمن تر و کم هزینه‌تر و با بازده کمتر است. استخراج روغن با سوکسله (حلال هگزان)، با موانعی نظیر زمان فرآیند طولانی، هزینه زیاد، انتشار ترکیبات آلی فرار به محیط و تا حدی افت کیفیت روغن تولیدی همراه است [۸]. ازجمله موانع اصلی استخراج روغن دانه‌های روغنی با حلال، باقیماندن حلال در روغن است که اثر سمی بر سلامتی داشته و در ایجاد بیماری پارکینسون نقش دارد. امروزه با توجه به گرایش دائقه مردم برای مصرف مواد غذایی سالم با حداقل فرایند، مصرف روغن‌های تولید شده با روش پرس بیشتر مورد توجه قرار گرفته است [۹]. استفاده از پیش‌تیمارهای جدید از جمله امواج مایکروویو با هدف افزایش بازده استخراج، بهبود کیفیت فیزیکی و شیمیایی و افزایش ماندگاری روغن دانه-های روغنی (دانه چیا، دانه کلزا، دانه کتان، دانه خارمریم، دانه سیاه دانه، مغز گردو، مغز بادام زمینی و هسته زرد آلو) توجه زیادی را به خود جلب کرده است [۱۰]. گرمایش مواد غذایی با امواج مایکروویو روشی جایگزین برای حرارت دهی سنتی است. این امواج با ایجاد یک میدان مغناطیسی متناوب سبب ایجاد نوسان سریع میدان الکتریکی همسو در مولکول‌های قطبی غذا نظیر آب، پروتئین و چربی‌ها می‌شوند. این نوسان‌ها با ایجاد اصطکاک بین مولکول‌ها حرارت تولید می‌کنند. فرکانس کوتاه امواج مایکروویو به پیوندهای شیمیایی در مولکول های موادغذایی آسیب نمی‌رساند و توانایی بهبود روند استخراج روغن از دانه‌ها را با افزایش شکافتن غشای سلولی دارد [۱۱ و ۱۲]. مطالعات زیادی در خصوص ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی (ترکیبات ضد اکسیداسیونی، اسیدهای چرب آزاد، پراکسیدها و ترکیبات فنلی) روغن حاصل از دانه‌های روغنی پیش تیمار شده با امواج مایکروویو انجام شده است [۱]. هو و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که پیش‌تیمار با مایکرویو دانه‌های روغنی، پایداری اکسیداتیو روغن استحصالی را با تولید برخی ترکیبات پلی‌فنلی، افزایش استخراج ترکیبات فسفولیپیدی و تولید ترکیبات ضداکسیداسیون حاصل از واکنش‌های میلارد طی اشعه دهی افزایش می‌دهد [۱۳]. پیش تیمار مایکرویو دانه‌های روغنی با تخریب ساختار آنزیم‌های مولد فساد روغن نظیر لیپاز و لیپوکسی‌ژناز ماندگاری روغن تولیدی را افزایش می‌دهد [١٤]. تغییرات دما و زمان پیش-تیمار دانه‌های روغنی با استفاده از امواج مایکرویو بر بازده استخراج، محتوی فنلی و کیفیت روغن استحصالی اثر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

مستقیمی دارد [۱۵]. رن و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که پیش‌تیمار مایکروویو دانه‌های کلزا (توان ۲۰۰ تا ۶۰۰ وات)، طعم و پایداری اکسیداتیو روغن استحصالی با پرس از آن ها را بهبود بخشید [۱۶]. رضوانخواه و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی روند تغییرات کیفی روغن دانه‌های کنف به کمک پیش‌تیمار مایکروویو اعلام کردند که با افزایش توان و زمان مایکروویو، راندمان استخراج، عدداسیدی و پراکسید روغن افزایش یافت [۱۷]. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پیش‌تیمار مایکروویو دانه‌های گوجه‌فرنگی بر ترکیب اسیدهای چرب و برخی ویژگی‌های شیمیایی روغن حاصله بود.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- خالص سازی دانه‌های گوجه فرنگی

تفاله گوجه‌فرنگی از یک کارگاه تولید رب گوجه‌فرنگی تهیه شد. جداسازی دانه‌ها از تفاله بر اساس روش زورو و همکاران (۲۰۱۳) با کمی تغییرات انجام شد [۱۸]. تفاله‌ها درون ظرف بزرگ پلاستیکی پر ازآب غوطه‌ور شدند. به دلیل اختلاف دانسیته دانه ها با آب و تفاله، دانه‌ها در ته ظرف رسوب کردند و بقیه تفاله در سطح آب قرار گرفت. دانه‌های جدا شده در دمای آزمایشگاه (۲۵ درجه سانتی گراد) طی ٦ ساعت خشک و در کیسه‌های مقاوم به نفوذ رطوبت و اکسیژن نگهداری شدند. تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده از نوع آزمایشگاهی بود که از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲-۲- آزمون‌های دانه گوجه فرنگی

رطوبت (AACC Approved Methods of Analysis 44-15.02)، خاکستر (AACC Approved Methods of Analysis 08-01.01)، چربی (AACC Approved Methods of Analysis 30-25.01)و پروتئین (AACC Approved Methods of Analysis 46-12.01) دانه‌های گوجه‌فرنگی بر اساس استاندارد انجمن جهانی غلات و دانه‌ها (AACC, 1998) اندازه گیری گردید [۱۹].

۲-۳- پیش تیمار مایکروویو دانه‌ها

۸۰ گرم از دانه‌های گوجه‌فرنگی به صورت لایه نازک با قطر حدود ۳۰ میلی‌متر بر روی سطح ظرف پیرکس شیشه ای مقاوم به امواج مایکروویو توزیع و در آون مایکروویو آزمایشگاهی ۵۰ لیتری (NN-C2002W, Japan) قرار داده شدند. نمونه‌ها طی ۱، ۳ و ۵ دقیقه به ترتیب تحت تابش امواج مایکروویو در دو سطح توان ۲۰۰ و ۵۰۰ وات قرار-گرفته و پس از خنک شدن در دمای آزمایشگاه (۲۵ درجه سانتی گراد) در بسته‌های پلاستیکی با روکش پارچه‌ای تا قبل از مرحله استخراج روغن و در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند. دانه‌های گوجه‌فرنگی (شکل ۱) اشعه ندیده به عنوان نمونه شاهد استفاده شدند [۲۰].

۲-٤- استخراج روغن دانه‌ها به روش پرس

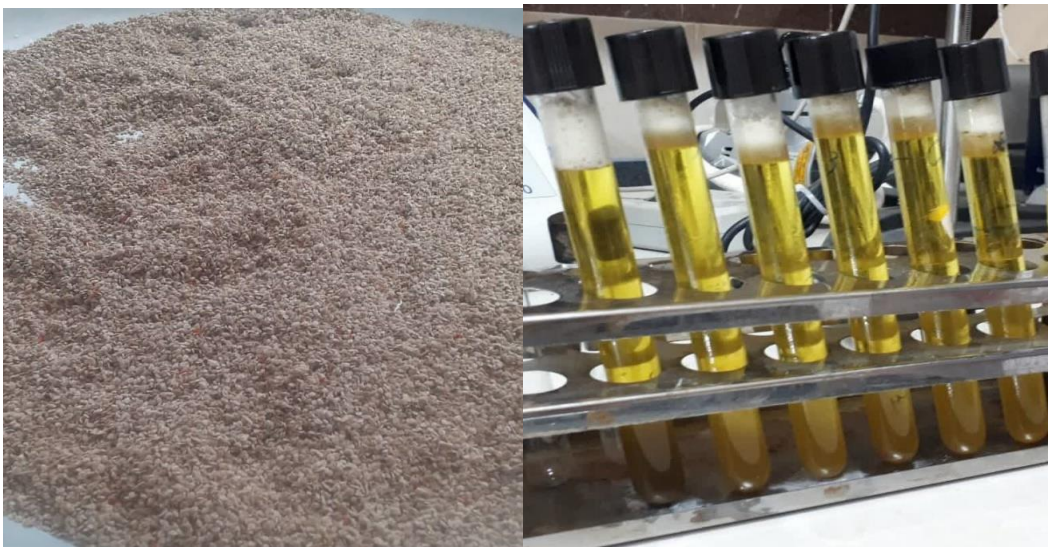
استخراج روغن دانه‌های گوجه فرنگی (۸۰ گرم) در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد طی ۱۰ دقیقه با دستگاه مینی پرس تک مارپیچ (بکردانه، ایران) با سرعت ۲۰ دور در دقیقه به روش یلماز و گونسر (۲۰۱۷) با کمی تغییرات انجام شد [۲۱].

۲-۵- استخراج روغن دانه‌ها به روش سوکسله

روغن دانه‌های گوجه فرنگی (۸۰ گرم) با استفاده از دستگاه سوکسله اتوماتیک و با حلال ان هگزان (مرک، آلمان) و روش استاندارد انجمن جهانی غلات و دانه‌ها (AACC Approved Methods of Analysis 30-25.01) با کمی تغییرات استخراج شد (شکل ۱) [۱۹].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]



(a) **(b)**

Fig.1. Tomato seeds (a) and Tomato seeds oil (b)

۲-٦- آزمون‌های شیمیایی روغن دانه گوجه فرنگی

۲-٦-۱- ترکیب اسیدهای چرب

ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه‌گوجه فرنگی بر اساس روش استاندارد (AOAC, 969.33 Method, 2005) تعیین شد [۲۲]. مشتق‌سازی اسیدهای چرب نمونه‌ها به متیل استر با استفاده از حلال ان هگزان و محلول پتاس اتانولی با هدف حذف ترکیبات صابونی‌شونده و غیر صابونی شونده انجام شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر متواکسید سدیم یک نرمال جهت جداسازی فازی در محیط تاریک اضافه شد. اسید-های چرب متیله شده در فاز هگزان به دستگاه کروماتوگرافی گازی (Shimadzo 2014, Japan) مجهز به آشکار ساز شعله‌ای(FID) با ستون مویینه به طول طول ٦۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر تزریق شدند. گاز نیتروژن به عنوان حامل با دبی ۱ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. دمای ستون (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد)، آشکارساز(۲۲۰ درجه سانتی‌گراد) و دریچه تزریق کننده (۲۵۰ درجه سانتی‌گراد) و حجم نمونه تزریقی ۲ میکرولیتر بود. ترکیب اسیدهای چرب نمونه های روغن با استفاده از شاخص‌های (SFA)، (MUFA)، (PUFA) و (Se Index) که به ترتیب میزان اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب تک غیراشباع، اسیدهای چرب چند غیراشباع و شاخص پایداری اکسیداتیو (نسبت اسید لینولئیک به اسید پالمیتیک) نامیده می شوند، ارزیابی گردید [۲۳].

۲-٦-۳- عدد پراکسید

عدد پراکسید روغن استخراجی بر اساس روش استاندارد (AOAC, 965.33 Method, 2005) اندازه‌گیری شد [۲۲]. حدود ۵ گرم روغن به ۳۰ میلی‌لیتر محلول اسید استیک-کلروفرم (نسبت حجمی ۳ به ۲) افزوده و مخلوط شد. ۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدید پتاسیم اشباع به آن افزوده و حدود یک دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد. پس از افزودن ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر، تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا ناپدید شدن رنگ زرد به محلول افزوده شد. حدود نیم میلی‌لیتر چسب نشاسته ۱ درصد به محلول اضافه شد و افزودن تیوسولفات سدیم تا خنثی سازی کامل (ناپدید شدن رنگ آبی) ادامه یافت. نمونه شاهد به صورت نمونه بدون روغن مراحل مذکور را طی کرد. عدد پراکسید روغن (میلی‌اکی‌والان‌گرم اکسیژن در هر کیلوگرم روغن) بر اساس فرمول ($Peroxide\ value = \frac{N(s-b)}{W} \times 1000$) محاسبه گردید. (N) نرمالیته تیوسولفات سدیم، (S) حجم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

تیوسولفات مصرفی برحسب میلی‌لیتر و (b) حجم تیوسولفات مصرفی برحسب میلی‌لیتر و (W) وزن نمونه روغن برحسب گرم است.

۲-۶-٤- عدد اسیدی

عدد اسیدی روغن استخراجی بر اساس روش استاندارد (AOAC, 969.17 Method, 2005) تعیین شد [۲۲]. ۵ گرم روغن در ۲۵ میلی‌لیتر مخلوط اتانول و اتر حل شد و با هیدرکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال در حضور فنل فتالئین تا ظهور رنگ صورتی خنثی گردید. عدد اسیدی (میلی‌گرم هیدرواکسید پتاسیم لازم برای خنثی کردن اسید های چرب آزاد در یک گرم نمونه روغن) بر طبق فرمول ($Acid\ value = \frac{V \times N \times 56.1}{m}$) محاسبه گردید. (N) نرمالیته هیدروکسید پتاسیم، (V) حجم هیدروکسید پتاسیم برحسب میلی‌لیتر و (m) وزن نمونه روغن برحسب گرم است.

۲-۷- روش آماری

این تحقیق بر اساس روش فاکتوریل و بر طبق طرح آماری کاملاً تصادفی با سه عامل توان پیش تیمار مایکروویو (۰، ۲۰۰و ۵۰۰ وات)، زمان پیش تیمار مایکروویو (۰، ۱، ۳ و ۵ دقیقه) و نوع روش استخراج (پرس سرد و سوکسله) روغن دانه‌های گوجه فرنگی در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری (SPSS) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی دانه گوجه‌فرنگی

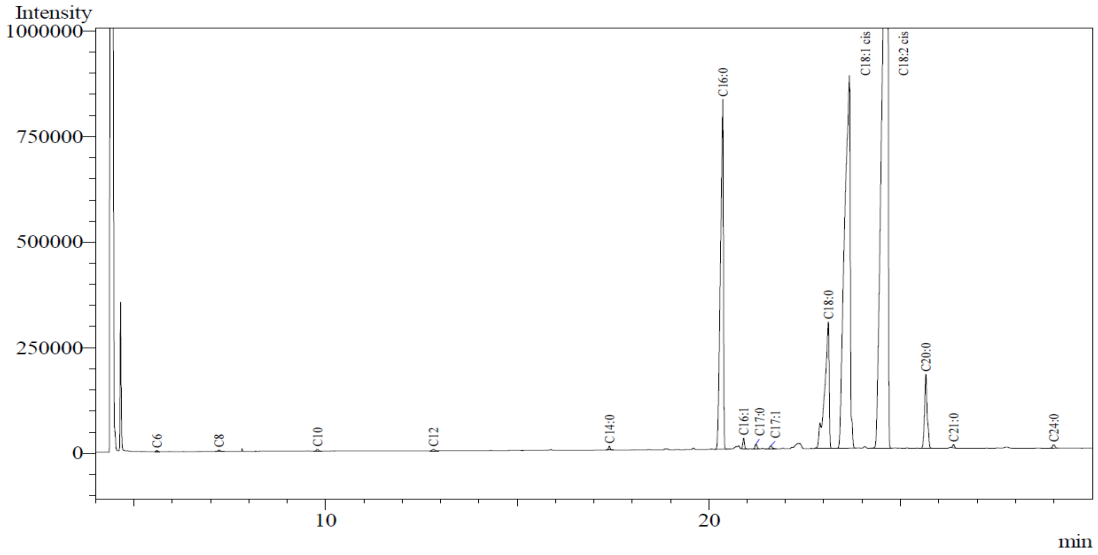
نتایج حاصل از برخی ویژگی‌های شیمیایی دانه گوجه‌فرنگی شامل رطوبت (۰/۱± ۳/٦ درصد)، خاکستر (۰/۳ ± ۳/۲ درصد)، پروتئین (۰/۷± ۱٤/۹ درصد)، و چربی (۱/۱± ۲٦/۱ درصد) با گزارش‌های آکسویلوازبک و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت داشت [۲٤].

۳-۲- ترکیب و میزان اسیدهای چرب

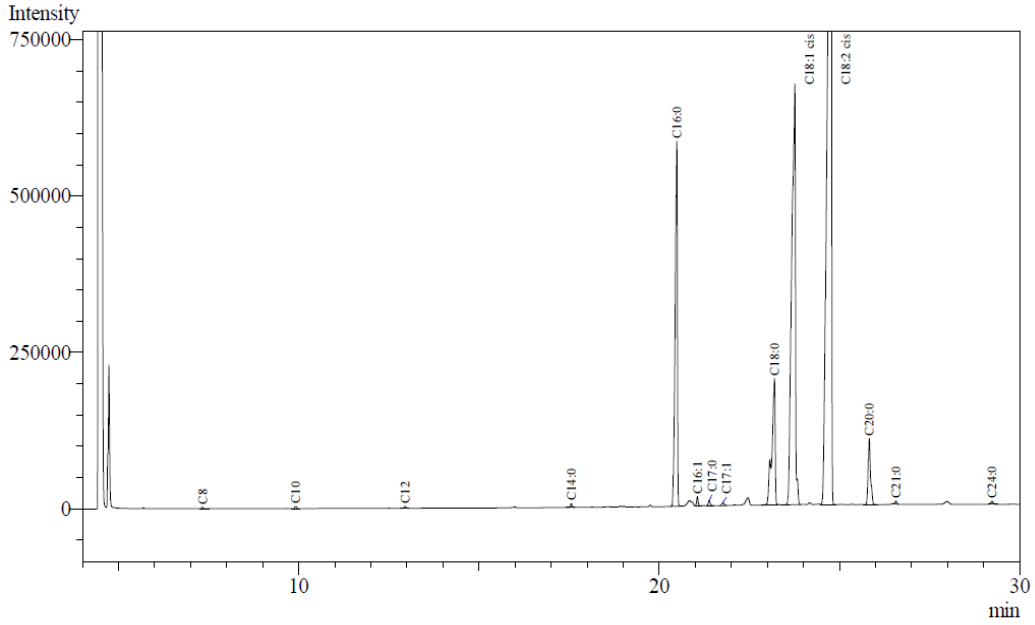
کروماتوگرام‌های روغن دانه‌گوجه‌فرنگی استخراج شده با روش پرس و سوکسله در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. استفاده از روش کروماتوگرافی گازی تقریباً تمامی پیک‌های اسیدهای چرب را به شکل مناسبی طی ۳۰ دقیقه تفکیک کرد. در روغن حاصل از هر دو روش استحصالی به ترتیب اسید چرب پالمیتیک، استئاریک، اولئیک و لینولئیک به صورت کاملا تفکیک شده جداسازی شدند. سولابریتا و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی پروفایل اسیدهای چرب روغن دانه‌گوجه‌فرنگی با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به طیف سنج جرمی به ترتیب اسید چرب پالمیتیک، استئاریک، اولئیک و لینولئیک را به عنوان شاخص طی حدود ۳۰ دقیقه تفکیک و مشاهده کردند [۲۵]. اثر متقابل روش استخراج روغن، زمان و توان پیش تیمار مایکروویو بر میزان اسیدهای چرب روغن دانه‌گوجه‌فرنگی در جدول ۱ نشان داده شده است. روغن استخراج شده از دانه گوجه‌فرنگی با هر دو روش پرس و سوکسله به طور متوسط حاوی بیشترین اسید چرب اشباع پالمیتیک (۱۲/۸٤ درصد)، اسید چرب تک غیراشباع اولئیک (۲۵/۸۵ درصد) و اسید چرب دو غیراشباع لینولئیک (۵۱/۷۳ درصد) بود. آکسویلوازبک و همکاران (۲۰۲۰) نیز میزان اسیدهای چرب پالمیتیک، اولئیک و لینولئیک روغن تفاله گوجه فرنگی را معادل ۱۲/۱۷، ۲۸/۲ و ۵۰/۷۷ درصد گزارش کردند که با نتایج این پژوهش تا حد زیادی هماهنگ بود [۲٤].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]



(**a**)



(**b**)

Fig. 2. GC chromatograms of tomato seed oil extracted by press (a) and Soxhlet (b) methods.

Table 1. Effect of extraction method, microwave pretreatment time and power on fatty acids profile of tomato seed oil. Different letters indicate statistically significant differences ($p<0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

		Pretreatment Power (Watt)			
		200		500	
Parameters	Pretreatment Time (s)	Soxhlet Extraction	Press Extraction	Soxhlet Extraction	Press Extraction
C 14:0	0	0.097 ± 0.0007^{i}	0.087 ± 0.0035 ^{j}	0.097 ± 0.0007^{i}	0.087 ± 0.0035 ^{j}
	1	0.100 ± 0.0002^{i}	0.102 ± 0.0013 ^{hi}	0.232 ± 0.002 ^{c}	0.113 ± 0.0057 ^{f}
	3	0.106 ± 0.0012^{gh}	0.107 ± 0.0021^{gh}	0.272 ± 0.007 ^{b}	0.112 ± 0.0064 ^{f}
	5	0.219 ± 0.0042 ^{d}	0.109 ± 0.0071^{fe}	0.316 ± 0.0075 ^{a}	0.137 ± 0.0041 ^{e}
C 16:0	0	12.86 ± 0.02 ^{h}	12.84 ± 0.02 ^{h}	12.86 ± 0.02 ^{h}	12.84 ± 0.02 ^{h}
	1	13.14 ± 0.07 ^{g}	13.07 ± 0.21^{gh}	13.72 ± 0.04 ^{cd}	13.60 ± 0.05 ^{de}
	3	13.16 ± 0.01 ^{g}	13.29 ± 0.24^{fg}	14.01 ± 0.02 ^{ab}	13.86 ± 0.02^{bc}
	5	13.50 ± 0.01 ^{def}	13.44 ± 0.15^{ef}	14.16 ± 0.07 ^{a}	13.89 ± 0.00^{bc}
C 16:1	0	0.3710 ± 0.014 ^{c}	0.4680 ± 0.02 ^{a}	0.3710 ± 0.014 ^{c}	0.4680 ± 0.02 ^{a}
	1	0.3325 ± 0.014 ^{d}	0.4267 ± 0.007 ^{b}	0.2444 ± 0.001 ^{g}	0.2324 ± 0.001^{gh}
	3	0.2969 ± 0.003 ^{e}	0.3368 ± 0.009 ^{d}	0.1979 ± 0.010^{i}	0.2173 ± 0.004 ^{h}
	5	0.2749 ± 0.006 ^{f}	0.2428 ± 0.002 ^{g}	0.1793 ± 0.008^{i}	0.1919 ± 0.002^{i}
C 17:0	0	0.1436 ± 0.001 ^{g}	0.1415 ± 0.004 ^{g}	0.1436 ± 0.001 ^{g}	0.1415 ± 0.004 ^{g}
	1	0.1633 ± 0.003 ^{f}	0.1723 ± 0.002^{ef}	0.2361 ± 0.003 ^{c}	0.2283 ± 0.005 ^{c}
	3	0.1643 ± 0.004 ^{f}	0.1826 ± 0.005 ^{e}	0.2660 ± 0.005 ^{b}	0.2580 ± 0.004 ^{b}
	5	0.1725 ± 0.002^{ef}	0.1963 ± 0.003 ^{d}	0.2684 ± 0.003 ^{b}	0.2902 ± 0.010 ^{a}
C 17:1	0	0.1345 ± 0.001 ^{a}	0.1305 ± 0.001 ^{ab}	0.1345 ± 0.001 ^{a}	0.1305 ± 0.001 ^{ab}
	1	0.1308 ± 0.008 ^{a}	0.1262 ± 0.002^{bc}	0.1061 ± 0.009 ^{f}	0.1035 ± 0.004 ^{f}
	3	0.1232 ± 0.001 ^{c}	0.1175 ± 0.0005 ^{d}	0.1026 ± 0.004 ^{f}	0.0951 ± 0.004 ^{g}
	5	0.1125 ± 0.001 ^{e}	0.1018 ± 0.0003 ^{f}	0.0938 ± 0.0003 ^{g}	0.0912 ± 0.000 ^{g}
C 18:0	0	6.568 ± 0.15^{ef}	6.109 ± 0.001 ^{g}	6.568 ± 0.15^{ef}	6.109 ± 0.001 ^{g}
	1	6.503 ± 0.003 ^{f}	6.574 ± 0.002^{ef}	6.834 ± 0.02 ^{cd}	7.112 ± 0.05 ^{b}
	3	6.678 ± 0.002 ^{de}	6.799 ± 0.04 ^{cd}	6.962 ± 0.04^{bc}	7.302 ± 0.07 ^{a}
	5	6.842 ± 0.006 ^{cd}	6.870 ± 0.03 ^{c}	7.087 ± 0.14 ^{b}	7.415 ± 0.05 ^{a}
C 18:1	0	25.85 ± 0.09 ^{b}	26.06 ± 0.06 ^{a}	25.85 ± 0.09 ^{b}	26.06 ± 0.06 ^{a}
	1	25.75 ± 0.02^{bc}	25.73 ± 0.01^{bc}	25.40 ± 0.07^{efg}	25.35 ± 0.07^{fgh}
	3	25.64 ± 0.07 ^{cd}	25.46 ± 0.07^{ef}	25.26 ± 0.08^{ghi}	25.24 ± 0.04 ^{hi}
	5	25.54 ± 0.07 ^{de}	25.42 ± 0.04^{ef}	25.12 ± 0.03^{i}	24.96 ± 0.06 ^{j}
C 18:2	0	51.59 ± 0.14 ^{ab}	51.73 ± 0.06 ^{a}	51.59 ± 0.14 ^{ab}	51.73 ± 0.06 ^{a}
	1	51.31 ± 0.12^{bc}	51.07 ± 0.34 ^{cd}	50.41 ± 0.06^{fg}	50.38 ± 0.06^{fg}
	3	50.93 ± 0.30 ^{de}	50.97 ± 0.29^{cde}	50.06 ± 0.06^{gh}	50.19 ± 0.01^{gh}
	5	50.65 ± 0.04^{ef}	50.70 ± 0.12^{ef}	49.88 ± 0.09 ^{h}	50.01 ± 0.07 ^{h}
C 20:0	0	2.480 ± 0.23^{bc}	2.404 ± 0.009 ^{c}	2.480 ± 0.23^{bc}	2.404 ± 0.009 ^{c}
	1	2.478 ± 0.002^{bc}	2.607 ± 0.004^{abc}	2.636 ± 0.003^{abc}	2.615 ± 0.008^{bc}
	3	2.522 ± 0.001^{bc}	2.616 ± 0.003^{abc}	2.688 ± 0.07 ^{ab}	2.622 ± 0.003^{abc}
	5	2.558 ± 0.001^{abc}	2.623 ± 0.005^{abc}	2.760 ± 0.14 ^{a}	2.789 ± 0.01 ^{a}
C 24:0	0	0.1007 ± 0.003 ^{d}	0.1034 ± 0.006 ^{d}	0.1007 ± 0.003 ^{d}	0.1034 ± 0.006 ^{d}
	1	0.1040 ± 0.005 ^{d}	0.1038 ± 0.007 ^{d}	0.1169 ± 0.004 ^{c}	0.1079 ± 0.004 ^{cd}
	3	0.1067 ± 0.001 ^{cd}	0.1037 ± 0.008 ^{d}	0.1278 ± 0.001 ^{b}	0.1273 ± 0.005 ^{b}
	5	0.1151 ± 0.003 ^{c}	0.1064 ± 0.006 ^{cd}	0.1321 ± 0.007 ^{b}	0.1488 ± 0.002 ^{a}

اثر متقابل روش استخراج روغن، زمان و توان پیش تیمار مایکروویو بر و شاخص‌های پایداری روغن دانه گوجه فرنگی در جدول ۲ نشان داده شده است. متوسط میزان شاخص‌های (SFA)، (MUFA) و (PUFA) در روغن دانه گوجه‌فرنگی به ترتیب معادل ۲۲/۲، ۲۶/۳۵ و ۵۱/۵۹ درصد بود. گوفری و کاپوکاساله (۲۰۱۶) نیز میزان شاخص‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

فوق در روغن دانه گوجه‌فرنگی را به ترتیب معادل ۱۹/۸۲، ۲۶/۲۹ و ۵۳/۸۹ درصد گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابق بود [۶].

Table 2. Effect of extraction method, microwave pretreatment time and power on fatty acids indexes of tomato seed oil. Different letters indicate statistically significant differences ($p<0.05$).

		Pretreatment Power (Watt)			
		200		500	
Parameters	Pretreatment Time (s)	Soxhlet Extraction	Press Extraction	Soxhlet Extraction	Press Extraction
SFA	0	22.20 ± 0.29^{g}	21.63 ± 0.06^{h}	22.20 ± 0.29^{g}	21.63 ± 0.06^{h}
	1	22.44 ± 0.01^{fg}	22.58 ± 0.14^{f}	23.72 ± 0.02^{c}	23.72 ± 0.13^{c}
	3	22.68 ± 0.06^{f}	23.04 ± 0.23^{e}	24.26 ± 0.06^{b}	24.21 ± 0.01^{b}
	5	23.38 ± 0.07^{d}	23.29 ± 0.11^{de}	24.66 ± 0.21^{a}	24.60 ± 0.05^{a}
MUFA	0	26.35 ± 0.11^{b}	26.66 ± 0.06^{a}	26.35 ± 0.11^{b}	26.66 ± 0.06^{a}
	1	26.22 ± 0.04^{bc}	26.28 ± 0.02^{b}	25.77 ± 0.07^{ef}	25.69 ± 0.06^{fg}
	3	26.06 ± 0.07^{cd}	25.92 ± 0.08^{g}	25.56 ± 0.09^{g}	25.55 ± 0.08^{gh}
	5	25.93 ± 0.08^{de}	25.76 ± 0.04^{f}	25.39 ± 0.04^{hi}	25.25 ± 0.01^{i}
PUFA	0	51.59 ± 0.14^{ab}	51.73 ± 0.06^{a}	51.59 ± 0.14^{ab}	51.73 ± 0.06^{a}
	1	51.31 ± 0.12^{bc}	51.07 ± 0.34^{cd}	50.41 ± 0.06^{fg}	50.38 ± 0.06^{fg}
	3	50.93 ± 0.30^{de}	50.97 ± 0.29^{cde}	50.06 ± 0.05^{gh}	50.19 ± 0.01^{gh}
	5	50.65 ± 0.04^{ef}	50.70 ± 0.12^{ef}	49.88 ± 0.09^{h}	50.01 ± 0.07^{h}
PUFA/SFA	0	2.324 ± 0.03^{b}	2.391 ± 0.04^{a}	2.324 ± 0.03^{b}	2.391 ± 0.04^{a}
	1	2.286 ± 0.05^{bc}	2.261 ± 0.02^{c}	2.124 ± 0.05^{g}	2.123 ± 0.08^{g}
	3	2.245 ± 0.07^{cd}	2.211 ± 0.03^{de}	2.062 ± 0.03^{hi}	2.072 ± 0.07^{h}
	5	2.166 ± 0.02^{f}	2.176 ± 0.01^{ef}	2.022 ± 0.02^{i}	2.032 ± 0.05^{hi}
Se Index	0	4.012 ± 0.04^{a}	4.020 ± 0.03^{a}	4.012 ± 0.04^{a}	4.020 ± 0.03^{a}
	1	3.903 ± 0.03^{b}	3.905 ± 0.08^{b}	3.672 ± 0.03^{efg}	3.703 ± 0.01^{def}
	3	3.870 ± 0.02^{b}	3.835 ± 0.09^{bc}	3.571 ± 0.01^{hi}	3.620 ± 0.07^{fgh}
	5	3.750 ± 0.08^{cde}	3.771 ± 0.05^{cd}	3.522 ± 0.08^{i}	3.599 ± 0.09^{ghi}

بر طبق نتایج جدول ۲، افزایش توان و زمان پیش‌تیمار مایکروویو سبب افزایش دو شاخص (SFA) و (Se Index) و کاهش شاخص‌های (MUFA)، (PUFA) و (PUFA/SFA) روغن دانه‌گوجه‌فرنگی استخراج شده با دو روش پرس وسوکسله گردید (p<۰/۰۵). سوری و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش کردند که پیش‌تیمار دانه‌های سیاه‌دانه با توان زیاد و در زمان طولانی‌تر سبب افزایش شاخص (SFA) و کاهش شاخص (PUFA) روغن استحصالی شد و همچنین بیان داشتند که اثر زمان در مقایسه با توان پیش تیمار مایکروویو دانه‌ها بر تغییر شاخص‌های اسید چرب روغن استحصالی بیشتر بود که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۱۰]. نتایج مشابه دیگری نیز در خصوص افزایش اسیدهای چرب اشباع و کاهش اسیدهای چرب چند غیراشباعی در روغن استحصالی از دانه‌های روغنی پیش‌تیمار شده با مایکروویو دانه خارمریم [۲۶]، هسته زردآلو) [۲۷] و دانه کتان [۲۸] گزارش شده است. یکی از دلایل احتمالی افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع در روغن دانه گوجه‌فرنگی با افزایش شدت توان و یا زمان پیش تیمار مایکرویوو، افزایش تجزیه اسیدهای چرب چند غیراشباعی روغن استحصالی است که در گزارش سوری و همکاران (۲۰۲۰) در خصوص دانه‌های کتان نیز به آن اشاره شده است [۲۸]. کاهش دو شاخص (Se Index) و (PUFA/SFA) در جدول ۲ تایید کننده افزایش پایداری اکسیداتیو روغن دانه‌گوجه‌فرنگی با افزایش توان و زمان پیش تیمار مایکروویو دانه ها پیش از استخراج است (p<۰/۰۵). بیشترین پایداری اکسیداتیو در روغن دانه گوجه‌فرنگی بر اساس شاخص (Se Index) پس از ۵ دقیقه پیش تیمار مایکروویو دانه‌ها با توان ۲۰۰ وات

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

و سپس استخراج با پرس و کمترین پایداری اکسیداتیو روغن دانه گوجه‌فرنگی پس از ۵ دقیقه پیش تیمار مایکروویو با توان ۵۰۰ وات و استخراج با سوکسله اندازه گیری شد($p<۰/۰۵$).

۳-۳- عدد پراکسید

سنجش عدد پراکسید با اکسیداسیون اولیه و یا شروع فرایند اکسیداسیون روغن مرتبط است و لذا نقش مهمی در ارزیابی کیفی روغن‌های خوراکی دارد. این شاخص نشان دهنده شدت تندی و فساد اکسیداتیو روغن خوراکی است [۲۹]. افزایش عدد پراکسید روغن نشان دهنده ورود روغن به مرحله اکسیداسیون ثانویه است که با بد طعمی و کاهش مشتری پسندی همراه خواهد بود [۱۸]. متوسط عدد پراکسید در روغن دانه‌های بدون پیش‌تیمار مایکروویو (نمونه شاهد) و استخراج شده با دو روش پرس و سوکسله به ترتیب معادل ۰/۵۸ و ۲/۲ میلی‌اکی والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن بود (شکل ۳).

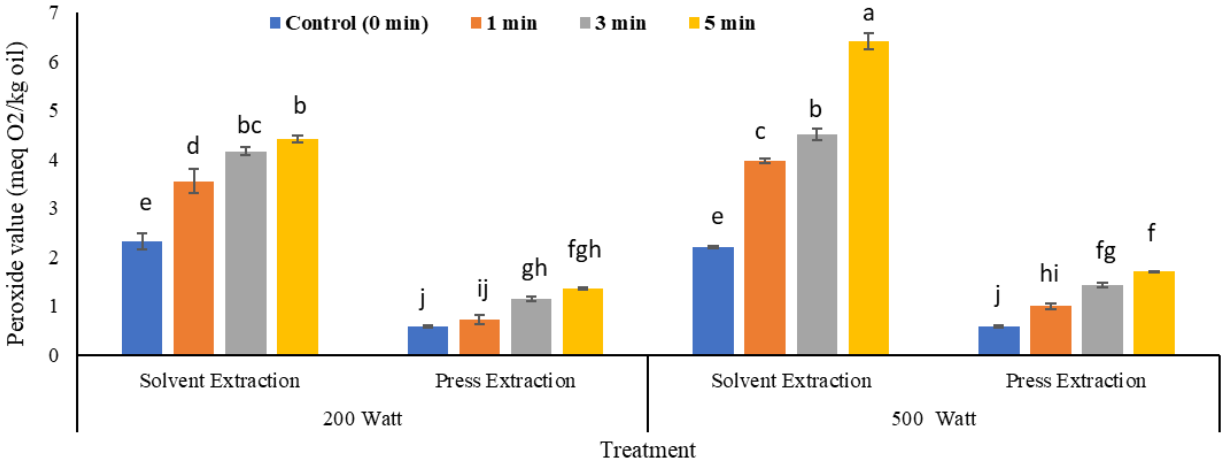


Fig. 3. Effect of extraction method, microwave pretreatment time and power on peroxide value of tomato seed oil. Different letters indicate statistically significant differences ($p<0.05$)

شائو و همکاران (۲۰۱۵) [۲۹]، زورو و همکارن (۲۰۱٤) [۳۰] و آکسویلوازبک و همکاران (۲۰۲۰) [۲٤] نیز عدد پراکسید را برای روغن دانه گوجه‌فرنگی معادل ۰/٦۳ ، ۲/۰۱ و ۲/۲ میلی‌اکی والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن گزارش کردند. بر طبق شکل ۳، عدد پراکسید روغن استخراج شده از دانه گوجه‌فرنگی به روش پرس (۰/۵۸ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن) در مقایسه با روش سوکسله (۲/۳۲ میلی اکی والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن) به طور معنی‌داری کمتر بود ($p<۰/۰۵$). سینگ و کومار (۲۰۲۳) دلیل افزایش عدد پراکسید روغن دانه کدوحلوایی استخراج شده با سوکسله در مقایسه با روش پرس را افزایش دمای استخراج و حضور و جذب اکسیژن طی فرایند استخراج روغن دانه کدوحلوایی با روش سوکسله بیان کردند [۳۱]. گرجی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که عدد پراکسید روغن‌های استخراج شده با روش حلال به دلیل افزایش زمان استخراج در مقایسه با سایر روش ها و لذا فراهم شدن فرصت مناسب برای اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع روند افزایشی دارد [۳۲]. افزایش توان (از ۲۰۰ تا ۵۰۰ وات) و زمان (تا ۵ دقیقه) پیش‌تیمار مایکروویو دانه‌های گوجه‌فرنگی در هر دو روش استخراج با سوکسله و یا پرس، عدد پراکسید روغن استحصالی را به شکل معنی‌داری افزایش داد ($p<۰/۰۵$). بیشترین عدد پراکسید (٦/٤۱ میلی‌اکی‌والان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

اکسیژن در هر کیلوگرم روغن) در روغن دانه‌های پیش تیمار شده با مایکروویو طی ۵ دقیقه و با توان ۵۰۰ وات طی استخراج با روش سوکسله اندازه‌گیری شد. کمترین عدد پراکسید (۰/۵۸ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن) نیز مربوط به روغن استخراج شده با روش پرس و بدون پیش‌تیمار مایکروویو بود ($p<0/05$). بر اساس استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۱۳۳۹۲ و ۹۱۳۱ میزان مجاز عدد پراکسید روغن‌های خام تصفیه نشده و تصفیه شده به ترتیب ۱۰ و ۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن است [۳۳ و ۳٤]. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می گردد میزان پراکسید روغن استخراج شده از دانه‌های گوجه فرنگی بدون اعمال پیش‌تیمار مایکرویوو با هر دو روش سوکسله و پرس و حتی در دانه‌های پیش تیمار شده با امواج مایکروویو طی ۵ دقیقه و با توان ۵۰۰ وات، از نظر عدد پراکسید در محدوده مجاز مصرف قرار دارد. سوندار و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که افزایش توان وزمان پیش‌تیمار مایکروویو دانه‌های چیا سبب افزایش عدد پراکسید روغن استخراجی به دلیل تشدید تجزیه اکسیداتیو و هیدرولیز تری‌گلیسریدها گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۳۵]. بویاپاتی و همکاران (۲۰۲۳) بیان داشتند که پیش‌تیمار مایکروویو دانه‌های روغنی دراگون در توان بسیار زیاد و یا طی زمان‌های طولانی به دلیل تجزیه و تبخیر حرارتی روغن استخراجی سبب تغییر نوسانی درمیزان پراکسید نمونه ها گردید [۳٦].

۳-٤- عدد اسیدی

عدد اسیدی معیاری برای سنجش تازگی و یا فساد هیدرولیزی و یا گاهی اکسیداسیونی روغن های خوراکی است [۲۹] افزایش عدد اسیدی معمولا با هیدرولیز تری-گلیسریدها و آزاد شدن اسیدهای چرب در محیط روغن همراه است [۱۸]. متوسط عدد اسیدی در روغن دانه‌های بدون پیش‌تیمار مایکروویو (نمونه شاهد) و استخراج شده با دو روش پرس و سوکسله به ترتیب معادل ۰/۱ و ۰/۱٤ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن بود (شکل ٤).

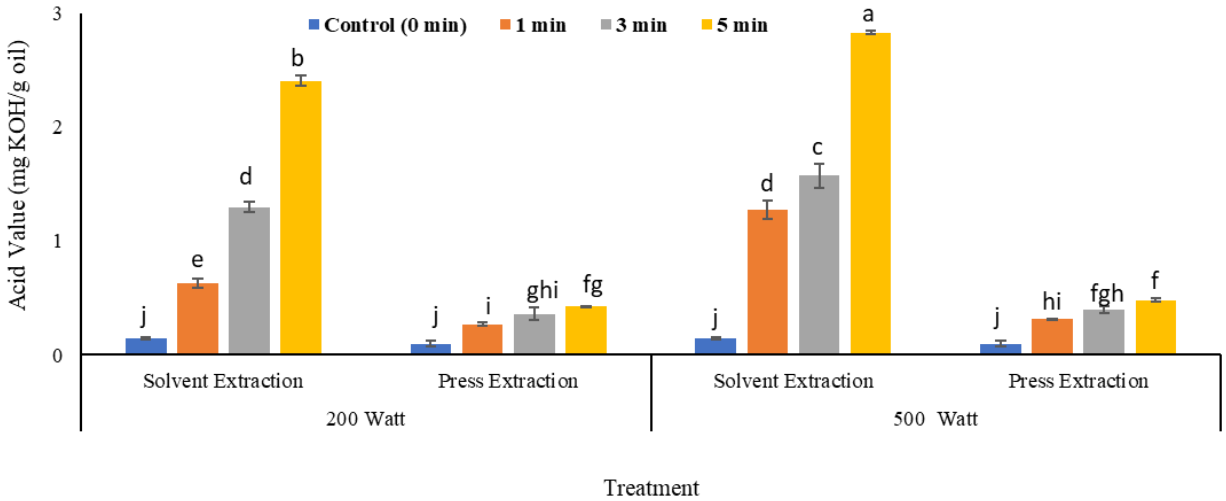


Fig. 4. Effect of extraction method, microwave pretreatment time and power on acid value of tomato seed oil. Different letters indicate statistically significant differences ($p<0.05$)

شائو و همکاران (۲۰۱۵) [۲۹]، زورو و همکارن (۲۰۱٤) [۳۰] و آکسویلوازبک و همکاران (۲۰۲۰) [۲٤] نیز عدد اسیدی را برای روغن دانه گوجه فرنگی معادل ۰/۲۲ ، ۰/۷۳ و ۰/٤٦ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن گزارش کردند. بر طبق شکل ٤، تفاوت معنی‌داری در عدد اسیدی روغن استخراج شده از دانه گوجه‌فرنگی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

به روش پرس (۰/۱ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن) در مقایسه با روش سوکسله (۰/۱٤ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن) مشاهده نگردید. سینگ و کومار (۲۰۲۳) با مقایسه عدد اسیدی روغن استخراج شده از دانه کدوحلوایی با دو روش پرس (۱/۰۸ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن) و سوکسله (۱/۳۵ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن) گزارش کردند که روش استخراج روغن با سوکسله به دو دلیل طولانی‌تر بودن زمان استخراج و استفاده از دمای بالاتر موجب افزایش هیدرولیز تری گلیسریدها و درنتیجه افزایش عدد اسیدی روغن استخراجی گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۳۱]. افزایش توان (از ۲۰۰ تا ۵۰۰ وات) و زمان (تا ۵ دقیقه) پیش‌تیمار مایکروویو دانه‌ها در هر دو روش استخراج با سوکسله و یا پرس، عدد اسیدی روغن استخراج شده را به شکل معنی‌داری افزایش داد ($p<0/05$). بیشترین عدد اسیدی (۲/٤۱ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن) در در روغن دانه‌های پیش تیمار شده با مایکروویو طی ۵ دقیقه و با توان ۵۰۰ وات طی استخراج با روش سوکسله اندازه‌گیری شد. کمترین عدد پراکسید (۰/۱ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن) نیز مربوط به روغن استخراج شده با روش پرس و بدون پیش‌تیمار مایکروویو بود ($p<0/05$). بر اساس استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۱۳۳۹۲ و ۹۱۳۱ میزان مجاز عدد اسیدی روغن‌های خام تصفیه نشده و تصفیه شده به ترتیب ۳ و ۰/۲ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هر گرم روغن است [۳۳ و ۳٤]. بنابراین عدد اسیدی روغن استخراج شده از دانه‌های گوجه‌فرنگی بدون پیش‌تیمار و با هر دو روش سوکسله و پرس و حتی در دانه‌های پیش تیمار شده طی ۵ دقیقه با امواج مایکروویو با توان ۵۰۰ وات، از نظر عدد اسیدی در محدوده مجاز مصرف قرار داشت. کرار و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که افزایش توان و زمان پیش تیمار دانه‌های گواران با امواج مایکروویو عدد اسیدی روغن استحصالی را با تسریع در واکنش‌های اکسیداسیون و هیدرولیزی به دلیل افزایش حرارت درونی دانه‌های اشعه دیده افزایش داد [۱]. گرجی و همکاران (۲۰۱۵) دلیل افزایش عدد اسیدی روغن‌های استخراج شده با روش حلال در مقایسه با سایر روش‌ها را افزایش زمان استخراج در این روش و لذا فراهم شدن فرصت مناسب برای اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع اعلام کردند [۳۲]. افزایش عدد اسیدی روغن استخراجی دانه های چیا با افزایش توان وزمان پیش تیمار مایکروویو دانه‌ها در پژوهش‌های سوندار و همکاران (۲۰۲۳) [۳۵] و ازکان و همکاران (۲۰۱۹) [۳۷] نیز گزارش شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

٤- نتیجه گیری

روغن دانه گوجه‌فرنگی به عنوان روغنی خوارکی با کیفیت تغذیه‌ای بسیار بالا شناخته شده است. هدف از این پژوهش بررسی اثر پیش‌تیمار مایکروویو و روش استخراج بر ترکیب اسیدهای چرب و برخی ویژگی‌های شیمیایی روغن دانه گوجه‌فرنگی بود. اسیدهای چرب لینولئیک (۵۱/۷۳ درصد)، اولئیک (۲۵/۸۵ درصد) و پالمیتیک (۱۲/۸٤ درصد) به عنوان بیشترین اسیدهای چرب روغن دانه گوجه‌فرنگی تعیین شدند ($p<0/05$). روغن استخراج شده با دو روش پرس و سوکسله به ترتیب دارای متوسط عدد پراکسید ۰/۵۸ و ۲/۲ میلی‌اکی والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن و عدد اسیدی ۰/۱ و ۰/۱٤ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم در هرگرم روغن بود. افزایش توان (۵۰۰ وات) و زمان (۵ دقیقه) پیش‌تیمار مایکروویو در هر دو روش استخراج با سوکسله و پرس، عدد پراکسید، عدد اسیدی و مقادیر اسیدهای چرب تک غیراشباع را افزایش و اسیدهای چرب چند غیراشباع و شاخص پایداری اکسیداتیو روغن را کاهش داد ($p<0/05$). کیفیت روغن دانه گوجه فرنگی استخراج شده با دو روش پرس وسوکسله و پس از پیش تیمار دانه‌ها با امواج مایکروویو (توان ۵۰۰ وات طی ۵ دقیقه) از نظر عدد پراکسید و اسیدی در محدوده مجاز مصرف استاندارد قرار داشت. این پژوهش نشان داد که روغن دانه گوجه فرنگی استخراج شده با پرس در مقایسه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

با روغن استخراج شده با سوکسله از نظر پایداری اکسیداتیو مطلوب‌تر و عدد پراکسید کمتری داشت.

همچنین استفاده از پیش تیمار مایکرویو در افزایش پایداری اکسیداتیو روغن استحصالی موثر بود.

۵-منابع

[1] Karrar, E., Sheth, S., Navicha, W. B., Wei, W., Hassanin, H., Abdalla, M., & Wang, X. (2018). A potential new source: nutritional and antioxidant properties of edible oils from cucurbit seeds and their impact on human health. *Journal of Food Biochemistry*, 43 (2), e12733. https://doi.org/10.1111/jfbc.12733.

[2] Sangeetha, K., Ramyaa, R. B., Khaneghah, A. M. & Radhakrishnan, M. (2023). Extraction, characterization, and application of tomato seed oil in the food industry: An updated review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11, 100529. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100529.

[3] Mechmeche, M., Ksontini, H., Hamdi, M. *et al.* (2018). Impact of the addition of tomato seed oil on physicochemical characteristics, antioxidant activity and microbiological quality of dried tomato slices. *Journal of Food Measurement and Characterization,* 12, 1378–1390. https://doi.org/10.1007/s11694-018-9752-1.

[4] Chabi, I. B., Zannou, O., Dedehou, E.S.C.A. Ayegnon, B.P., Odouaro, O.B.O., Maqsood, S., Galanakis, C.M., & Kayodé, A.A.P. (2024). Tomato pomace as a source of valuable functional ingredients for improving physicochemical and sensory properties and extending the shelf life of foods: A review. *Heliyon*, 10(3), e25261. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25261.

[5] Botineştean C., Hădărugă N.G., Hădărugă D.I. and Jianu I. (2012). Fatty acids composition by gas chromatography –mass spectrometry (GC-MS) and most important physical chemicals parameters of tomato seed oil. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies,* 18(1), 89-94.

[6] Giuffrè, A. M., & Capocasale, M. (2016). Physicochemical composition of tomato seed oil for an edible use: the effect of cultivar. *International Food Research Journal*, 23(2), 583-591.

[7] Prescha FA, Grajzer M, Dedyk M and Grajeta H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 9(8): 1291-1301.

[8] Bakhshabadi, H., Mirzaei, H.A., Ghodsvali, A.R. Jafari, S.M. Ziaiefar, A.M. (2018). Modeling of the some selected chemical properties of black Cumin seeds' oil influenced by microwave pretreatment and screw rotational speed. *Iranian Food Science and Technology Research Journal,* 14(1), 17-26. [in Persian] https://doi.org/10.22067/ifstrj.v1395i0.57722

[9] Walayat, N., Yurdunuseven-Yıldız, A., Kumar, M., Goksen, G., Öztekin, S., & Lorenzo, J. M. (2023). Oxidative stability, quality, and bioactive compounds of oils obtained by ultrasound and microwave-assisted oil extraction. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2219452.

[10] Suri, K., Singh, B., & Kaur, A. (2022). Impact of microwave roasting on physicochemical properties, maillard reaction products, antioxidant activity and oxidative stability of nigella seed (*Nigella sativa L.*) oil. *Food chemistry*, 368, 130777. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130777.

[11] Momeny, E., Rahmati, S., 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 and Technology*, 3 (6), 155–164. https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000164.

[12] Uquiche, E., Jerez, M., & Ortiz, J. (2008). Effect of pretreatment with microwave on mechanical extraction yield and quality of vegetable oil from Chilean hazelnuts (*Gevuina avallana Mol*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9, 495-500. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2008.05.004.

[13] Hu, H., H. Liu, A. Shi, L. Liu, M. L. Fauconnier, & Wang, Q. (2019). The effect of microwave pretreatment on micronutrient contents, oxidative stability and flavor quality of peanut oil. *Molecules*, 24(1), 62. https://doi.org/10.3390/molecules24010062.

[14] Jelokhani Niaraki, K, Ahmadi Kamazani, N. (2022). The effect of microwave roasting on physicochemical properties and oxidative stability Index of Persian Walnut (Juglans regia L.) Kernel Oil. *Food Science and Technology (Iran)*,19 (123) :257-274. [in Persian].

[15] Özcan, M.M., & Uslu, N. (2023). Influence of microwave heating on bioactive properties, phenolic compounds and fatty acid profiles of pomegranate seed oil. *Food Chemistry*, 422, 136207.

[16] Ren, G., Zhang, W., Sun, S., Duan, X., & Zhang, Z. (2015). Enhanced extraction of oil from flaxseed (*Linum usitatissimum L.*) using microwave pretreatment. *Journal Oleo Science*, 64(10), 1043–1047. https://doi.org/10.5650/jos.ess15099.

[17] Rezvankhah, A., Emam-Djomeh, Z., Safari, M. et al. (2019). Microwave-assisted extraction of hempseed oil: studying and comparing of fatty acid composition, antioxidant activity, physiochemical and thermal properties with Soxhlet extraction. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 4198–4210. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03890-8.

[18] Zuorro, A., Lavecchia, R., Medici, F. et al. (2013). Enzyme-assisted production of tomato seed oil enriched with lycopene from tomato pomace.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

Food and Bioprocess Technology, 6, 3499–3509 https://doi.org/10.1007/s11947-012-1003-6.
[19] AACC Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Cereals & Grains Association, St. Paul, MN, U.S.A. http://dx.doi.org/10.1094/AACCIntMethod-02-03.02
[20] Kaseke, T., Opara, U. L., & Fawole, O. A. (2020). Effect of microwave pretreatment of seeds on the quality and antioxidant capacity of pomegranate seed oil. *Foods*, 9(9): 1287. https://doi.org/10.3390/foods9091287.
[21] Yilmaz, E., & Güneşer, B. A. (2017). Cold pressed versus solvent extracted lemon (*Citrus limon L*.) seed oils: yield and properties. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1891–1900.
[22] AOAC. (18th ed.). AOAC International; 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International.
[23] Amini, M., Golmakani, M. T., Abbasi, A., & Nader, M. (2023). Effects of sesame dehulling on physicochemical and sensorial properties of its oil. *Food Science & Nutrition*, 11, 6596–6603. https://doi.org/10.1002/fsn3.3608.
[24] Aksoylu Özbek, Z. A., Çelik, K., Ergönül, P. G., & Hepçimen, A. Z. (2020). A promising food waste for food fortification: characterization of dried tomato pomace and its cold pressed oil. *The Journal of Chemistry and Nanotechnology*, https://doi.org/10.17756/jfcn.2020-078.
[25] Solaberrieta, I., Mellinas, A. C., Espagnol, J., Hamzaoui, M., Jiménez, A., Garrigós, M. C. (2022) Valorization of tomato seed by-products as a source of fatty acids and bioactive compounds by using advanced extraction techniques. *Foods*., 11, 2408. https://doi.org/10.3390/foods11162408.
[26] Fathi-Achachlouei, B., Azadmard-Damirchi, S., Zahedi, Y., & Shaddel, R. (2019). Microwave pretreatment as a promising strategy for increment of nutraceutical content and extraction yield of oil from milk thistle seed. *Industrial Crops & Products*, 128, 527–533. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.034
[27] AL Juhaimi, F., Musa ¨Ozcan, 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. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.100.
[28] Suri, K., Singh, B., Kaur, A., Yadav, M. P., & Singh, N. (2020). Influence of microwave roasting on chemical composition, oxidative stability and fatty acid composition of flaxseed (Linum usitatissimum L.) oil. *Food chemistry*, 326, 126974. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126974.
[29] Shao, D., et al. (2015). Thermal and storage characteristics of tomato seed oil. *LWT - Food Science and Technology,* 63, 191-197. http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.010.
[30] Zuorro, A., Lavecchia, R., Medici, F., & Piga, L. (2014). Use of cell wall degrading enzymes for the production of high-quality functional products from tomato processing waste. *Chemical Engineering Transactions*, 38, 355-360. https://doi.org/10.3303/CET1438060.
[31] Singh, A., & Kumar, V. (2023). Phyto-chemical and bioactive compounds of pumpkin seed oil as affected by different extraction methods. *Food Chemistry Advances*, 2, 100211.
[32] Gorji, N., Galamkani, M. T., Mesbahi, G. R., Niakosari, M., Eskandari, M. H., & Mazidi S. (2015). Evaluation of physicochemical properties of sour-orange seed oil extracted by different methods. *Food Science and Technology (Iran)*, 13 (54) :121-133. [In Persian].
[33] Iranian National Standardization Organization. 2018. Edible cold pressed oils –Specifications and test methods, No, 13392. [In Persian]
[34] Iranian National Standardization Organization. 2015. Consumer Edible Vegetable Oil, No, 9131. [In Persian]
[35] Sundar, S., Singh, B. & Kaur, A. (2023). Microwave pretreatment effects on physicochemical characteristics, antioxidant properties, tocopherols, pigments, phenolic and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica L*.) seed oil. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17, 6253–6267. https://doi.org/10.1007/s11694-023-02123-z.
[36] Boyapati, Rana, S. S., & Ghosh, P. (2023). Microwave-assisted extraction of dragon fruit seed oil: Fatty acid profile and functional properties. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22 (3), 149-157.
[37] Özcan, Al-Juhaimi, F. Y., Ahmed, I. A. M, Osman, M. A., & Gassem, M. A. (2019). Effect of different microwave power setting on quality of chia seed oil obtained in a cold press. *Food Chemistry*, 278, 90-196. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.048

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effect of microwave pretreatment and extraction technique on fatty acids profiles and some chemical characteristics of tomato seed oil

Zahra Mamivand[1], Aryou Emamifar [2]*, Mostafa Karami[3], Fakhreddin Salehi[4]

1-Graduated Student of Food Sciences and Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Industry, Bu-Ali Sina University, Hamedan, 65178-38695, Iran.
2*-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Industry, Bu-Ali Sina University, Hamedan, 65178-38695, Iran.
3-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Industry, Bu-Ali Sina University, Hamedan, 65178-38695, Iran.
4-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Industry, Bu-Ali Sina University, Hamedan, 65178-38695, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/3/3
Accepted:2024/4/15

Keywords:

Tomato seed oil,

Fatty acid profile,

Chemical properties

DOI: **10.22034/FSCT.21.152.132.**

*Corresponding Author E-a.emamifar@basu.ac.ir

ABSTRACT

Identifying and extracting of new edible oil sources from the food waste such as tomato seeds and optimizing the extraction conditions is a big step forward in edible oil preparing. The effect of the extraction method and microwave pretreatment of tomato seeds on the fatty acids profile of oil samples and their chemical characteristics were evaluated. The seeds were treated with microwaves using various power levels (0, 200 and 500 W) and different process times (0, 1, 3 and 5 min) and their oil was extracted by Soxhlet and press methods. Fatty acids composition of oils was determined by gas chromatography. Fatty acid properties of the oil samples were evaluated by the saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA) and oxidative stability (Se Index) indexes. Data was analyzed with factorial treatment structure in a Completely Randomized Design in three replications. The dominant fatty acids in the profile of oil samples were linoleic acid (51.73 %), oleic acid (25.85 %), and palmitic acid (12.84 %). The mean peroxide and acid values of seed oil obtained by press and Soxhlet methods were 0.58 and 2.2 milliequivalents of oxygen per kilogram of oil and 0.1 and 0.14 milligrams of potassium hydroxide per gram of oil, respectively. The increase of the microwave powers (from 200 to 500 W) and process times (from 0 to 5 min) of tomato seeds in both Soxhlet and press extraction methods increased the peroxide value, acid value and SFA index and decreased PUFA and Se index of the tomato seeds oil ($p<0.05$). The quality of the tomato seed extracted oil by two methods of pressing and Soxhlet and following microwave pretreatment seeds (500 W for 5 min) in terms of peroxide value and acid value was found to be in the standard range recommended.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.152.132]