نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۱۷۰-۱۶۵

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 10, No. 2, Suumer 2014, p. 165-170

## مقاله کوتاه پژوهشی

# بررسی اثر حلال و تکنیک استخراج بر ترکیب اسیدهای چرب روغن پسته

آنا عبدالشاهی[۱]- سید علی مرتضوی[۲*]- علی اکبر شعبانی[۳]- امیر حسین الهامی راد[۴]- مهرداد طاهری[۵]- مجتبی حیدری مجد[۶]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۹/۲۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۶/۱۱

## چکیده

روغن پسته بدلیل داشتن اسیدهای چرب ضروری دارای خواص تغذیه ای و درمانی بسیار با ارزشی است. روش استخراجی که برای بدست آوردن ترکیبات موثر از ماده خام مورد استفاده قرار می‌گیرد یک عامل بحرانی در کیفیت محصول خصوصا در حفظ ارزش غذایی آنهاست. به منظور بررسی اثر تکنیک استخراج و نوع حلال بر ترکیب اسیدهای چرب روغن پسته، با استفاده از دو روش خیساندن و سوکسله و در هر روش با کمک حلال‌های ان هگزان، دی کلرومتان، اتیل استات و اتانول، روغن پسته استخراج گردید. ترکیب اسیدهای چرب روغن پسته استخراجی بوسیله کروماتوگرافی گازی تعیین گردید. مقایسات میانگین (دانکن در سطح ۵ درصد) نشان داد که مقدار اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در روغن‌های استخراجی با روش و حلال‌های متفاوت دارای تفاوت آماری معنی دار بودند. در بین تکنیک - حلال‌های مورد استفاده، روش سوکسله- اتیل استات سبب استحصال بیشترین مقدار کل اسیدهای چرب غیر اشباع (۸۸/۴۹۳ درصد) و روش خیساندن- اتانول سبب استحصال بیشترین مقدار کل اسیدهای چرب اشباع (۱۳/۷۰ درصد) گردید. بیشترین مقدار اسید اولئیک و اسید لینولنیک (به ترتیب ۵۱/۹۹ و۰/۳۸۵ درصد) در روش سوکسله و بیشترین مقدار اسید لینولئیک (۳۶/۳۲ درصد) در روش خیساندن بدست آمد.

**واژه‌های کلیدی:** استخراج روغن، اسید چرب، روغن پسته، حلال، سوکسله

## مقدمه

پسته بدلیل داشتن چربی زیاد یکی از مغزهای مهم و مورد توجه است. مهمترین بخش چربی پسته، اسیدهای چرب غیر اشباع است و ۸۰ درصد آن را اسید اولئیک و لینولئیک تشکیل می‌دهند. اسیدهای چرب غیر اشباع سبب ممانعت از تجمع کلسترول و آرترواسکلروزیس می‌گردند. اسیدهای چرب اشباع که مرتبط با ایجاد بیماریهای قلبی و عروقی هستند به میزان کمتر در پسته وجود دارند و سبب استحکام چربی پسته می‌شوند (Ersoy, 1986; Martin *et al.*,1986).

از آنجا که دریافت اسیدهای چرب ضروری یکی از نیازهای بدن انسان است لذا میزان مورد نیاز جذب اسیدهای چرب ضروری به عنوان ویتامین Fدر نظر گرفته شده است که کمترین مقدار مورد نیاز آن برابر ۱ گرم در روز می‌باشد. این مقدار با خوردن ۱۰ تا ۱۲ عدد پسته در روز تامین می‌گردد (Rodriguez *et al.*, 2010).

براساس گزارش کمیته پسته کالیفرنیا، پسته حاوی چربی‌های تک غیر اشباع بیشتری از گوشت گاو بوده و دارای منیزیم و مس بیشتری نسبت به شیر، نان و سیب زمینی می‌باشد ( Rodriguez *et al.*, 2010).

ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان پسته است با این حال بخشی از پسته‌های برداشت شده دارای ظاهر بازارپسند و یاکیفیت مناسب کمی می‌باشند در حالیکه از نظر تغذیه ای بسیار با ارزش هستند. روغن این پسته از بازاریابی خوبی برخوردار بوده و می‌توان آن را استخراج نموده و جهت مصرف مشتریان به بازار عرضه نمود تا ارزش کشت پسته افزایش یابد. تکنیک مورد استفاده برای بدست آوردن ترکیبات ارزشمند از محصولات طبیعی برکیفیت محصول بسیار موثر است. روشهای مناسب و متداول زیادی برای استخراج روغن وجود دارد. تعیین دقیق ترکیب اسیدهای چرب یک عامل بحرانی در تعیین کارایی روش استخراج بکار رفته است (Cao *et al*, 2010). گستره وسیعی از تکنیک‌های استخراج مانند روش‌های فولک، بلایت و دایر، سوکسله، پرکولاسیون، خیساندن، هضم، تقطیر با بخار،

۱- کارشناس ارشد صنایع غذایی شبکه بهداشت و درمان دامغان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان ایران
۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: morteza1937@yahoo.com)
۳- دانشیار گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
۴- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار
۵- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان
۶- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

استخراج تحت فشار مایع با بکارگیری سیال فوق بحرانی معمولا مورد استفاده قرار می‌گیرند. استخراج سوکسله احتمالا معمولترین تکنیک مورد استفاده برای استخراج چربی ها و روغن ها از ماتریکس‌های غذایی است (Ching *et al*., 2001; Waksmundzka *et al*., 2004). تکنیک هایی که در تحقیقات اخیر برای استخراج اسیدهای چرب از مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته شامل: سوکسله- میکروویو (حلال ان هگزان)، استخراج- تقطیر همزمان (حلال دی کلرومتان، آب)، استخراج- هیدرولیز اسیدی اتوماتیک (حلال پترولیوم اتر)، استخراج مایع تحت فشار با سیال فوق بحرانی (حلال متانول/ کلروفرم، ان هگزان/ ایزوپروپانول، ان هگزان/ ۲پروپانول، ان هگزان، ان هگزان/ استون، ان هگزان، ان پنتان، اتانول، کلروفرم/ متانول/ بافر فسفات). تاکنون محققین بر روی اثر زمان استخراج، قطبیت حلال، مقدار نمونه و روش‌های متفاوت استخراج در استحصال و کمیت و کیفیت روغن یا چربی و ترکیب اسیدهای چرب مطالعات بسیار انجام داده اند (Kylene Rodriguez, 2005). از جمله استخراج روغن قسمت‌های مختلف بدن ماهی (Sahena *et al*., 2010)، روغن هسته هلو (Mezzomo *et al*., 2010)، روغن پسته (Sheibani & Ghaziaskar, 2008)، روغن غلات، زرده تخم مرغ و گوشت سینه جوجه (Toschi *et al*., 2003)، پنیر (Careri *et al*., 1999). در این پژوهش اثر حلال (ان هگزان، دی کلرومتان، اتیل استات و اتانول) و تکنیک استخراج (سوکسله و خیساندن) بر ترکیب اسیدهای چرب روغن پسته مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## مواد و روش‌ها

### مواد اولیه و معرف ها

هگزان، دی کلرومتان، اتیل استات، اتانول (خلوص>۹۹ درصد)، عاری از پراکسید و مناسب برای آزمایش‌های دقیق تجزیه ای و طیف سنجی، هیدروکسید پتاسیم و متانول مخصوص کروماتوگرافی گازی از شرکت مرک آلمان خریداری گردید. پسته رقم اکبری از ایستگاه تحقیقات پسته دامغان تهیه شد.

### آماده سازی نمونه و استخراج روغن

پسته تازه (رقم اکبری دامغان) در شهریور ماه سال ۱۳۸۹ از ایستگاه تحقیقات پسته شهرستان دامغان تهیه گردید. پسته بصورت دستی پوست گیری و در آون ۶۰ درجه سانتیگراد خشک گردید. رطوبت نهایی مغز پسته برابر ۳/۰۵ درصد بود. مغز پسته خشک آسیاب گردید. به منظور استخراج روغن پسته به روش سوکسله، 5g پودر پسته در فشنگی مخصوص دستگاه اتوماتیک سوکسله (Buchi, B- 811, Switzerland) قرار داده و پس از تنظیم دستگاه بر روی برنامه دمایی مناسب با استفاده از حلال‌های ان هگزان (Hx)، دی کلرومتان (DCM)، اتیل استات (EtAc) و اتانول (EtOH) روغن گیری انجام شد (Mezzomo *et al*., 2010; Byers, 2007) روش خیساندن متشکل از خیساندن ۵۰g پودر پسته در ۲۰۰ml از حلال‌های مورد آزمایش در ظروف جداگانه به مدت ۶ روز در دمای آزمایشگاه بوده و مخلوط آزمایش در این مدت روزی یکبار همزده شد. سپس مخلوط با استفاده از فیلتر خلا صاف شد. حلال موجود در عصاره روغنی استخراج شده با استفاده از دستگاه روتاری تحت خلا (Buchi,R-210/215, Switzerland) پس از تنظیم بر روی برنامه دما و فشار هر حلال، خارج گردید.

### تجزیه اسیدهای چرب

برای تهیه متیل استرهای اسیدهای چرب روغن مورد آزمایش، به ۱۵ قطره روغن پسته، ابتدا ۷ میلی لیتران هگزان و ۲ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی اضافه شد و به مدت ۲۰min در بن ماری ۵۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد که در این مدت هر 5 min یکبار ورتکس گردید. برای اندازه گیری کیفی و کمی اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف (Agilent 6890 N, US) مجهز به ستون مویین (BPX 70) با مشخصات طول ۱۲۰متر، قطر داخلی۰/۲۵میلی متر و قطر خارجی۰/۲۵ میلی متر و آشکارگر FID و گاز حامل نیتروژن با فشار ۴۲/۱۲ psi استفاده شد. برنامه دمایی مورد استفاده شامل: دمای محل تزریق ۲۳۰ درجه سانتیگراد و دمای آشکارگر ۲۵۰ درجه سانتیگراد بود. نگهداری دما به مدت یک دقیقه در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد و بالا بردن دما با سرعت ۱۸ درجه سانتیگراد در دقیقه تا دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد، حفظ این دما به مدت ۲ دقیقه، بالا بردن دما با سرعت ۲ درجه سانتیگراد در دقیقه تا دمای ۲۳۰ درجه سانتیگراد و حفظ این دما به مدت ۲ دقیقه بود (استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۹۱). تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آنالیز به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار توسط نرم افزار SPSS 15.0.1 و مقایسه میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گردید.

## نتایج و بحث

ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع روغن پسته حاصل از استخراج با دو روش سوکسله و خیساندن و استفاده از چهار حلال متفاوت که توسط آنالیز با دستگاه گاز کروماتوگراف و دتکتور FID مشخص گردید به ترتیب در جداول ۱و ۲ آمده است. نتایج نشان داد، مقدار اسیدهای چرب اشباع (SFA) استخراج شده با تکنیک- حلال‌های متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی دار ($P<0.05$) دارند. اسید پالمتیک و اسیداستئاریک مهمترین اسیدهای چرب اشباع در روغن پسته می‌باشند. اسید میریستیک و آراشیدیک در مقادیر ناچیز

بدست آمد که غلظت نسبی آنها کمتر از ۰/۶ درصد بود. در ترکیب اسیدهای چرب غیر اشباع (UFA) نیز مشخص شد که اسیداولئیک و اسید لینولئیک مهمترین اسیدهای چرب غیراشباع در روغن پسته هستند. بالاترین مقدار اسیداولئیک در بین نمونه‌های مورد آزمایش در نمونه سوکسله- اتیل استات (۵۳/۲۶۳ درصد) و کمترین مقدار آن در نمونه خیساندن- اتانول (۴۳/۶۹۸ درصد) بدست آمد. بیشترین مقدار اسید لینولئیک در نمونه خیساندن- اتانول (۴۱/۷۵۶ درصد) و کمترین مقدار آن در نمونه سوکسله- اتیل استات (۳۳/۹۴۸ درصد) بدست آمد. اسید پالمیتولئیک و لینولنیک در مقادیر کمتر از ۱ درصد در بین نمونه‌های مورد مطالعه بدست آمد.

همانگونه که در جدول۳ مشخص است در روش سوکسله میانگین میزان استحصال اسیدهای چرب در تمامی اسیدهای چرب به جز اسید لینولئیک بالاتر از روش خیساندن می‌باشد. لذا روش سوکسله روش کاراتری در استخراج روغن از دانه پسته می‌باشد. به نظر میرسد وجود شرایطی چون گردش حلال، حرارت (جوشش حلال) در روش سوکسله در استحصال بیشتر چربی یا میزان بالاتر اسیدهای چرب موثر است.

**جدول ۱ - میانگین مقدار اسیدهای چرب اشباع روغن پسته استخراج شده با روشها و حلال‌های متفاوت**

| روش استخراج | حلال | اسیدهای چرب اشباع (درصد) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | میریستیک | پالمتیک | استئاریک | آراشیدیک | کل اشباع |
| سوکسله | هگزان | ۰/۱۰۲۰ c | ۱۰/۵۱۵ a | ۱/۵۳۵ b | ۱/۱۵۲ c | ۱۳/۳۰۴ |
| سوکسله | دی کلرومتان | ۰/۰۸۰۱bc | ۱۰/۴۲۸ a | ۱/۰۲۴۵ab | ۰/۵۴۸۰ a | ۱۲/۰۸۰ |
| سوکسله | اتیل استات | ۰ a | ۹/۹۹۷۰ a | ۰/۹۷۳۰ab | ۰/۵۳۶۰ a | ۱۱/۵۰۶ |
| سوکسله | اتانول | ۰/۰۷۵۱bc | ۱۰/۰۴۷۷ a | ۰/۹۷۲۰ab | ۰/۵۴۱۰ a | ۱۱/۶۳۶ |
| خیساندن | هگزان | ۰/۰۷۳۰bc | ۱۰/۰۰۳۰ a | ۰/۹۷۲۰ab | ۰/۵۲۵۰ a | ۱۱/۵۷ |
| خیساندن | دی کلرومتان | ۰/۰۸۰۴bc | ۱۰/۳۷۳ a | ۰/۹۷۳ab | ۰/۵۴۶ a | ۱۲/۰۰ |
| خیساندن | اتیل استات | ۰/۰۷۵۴bc | ۹/۹۸۹ a | ۰/۹۷۳۰ab | ۰/۵۴۰۰ a | ۱۱/۶۰ |
| خیساندن | اتانول | ۰a | ۱۱/۸۱۱ b | ۰/۹۱۱۰ a | ۰/۹۱۱ b | ۱۳/۷۰ |

*- حروف یکسان در یک ستون دارای تفاوت آماری معنی دار ($P<0.05$) نمی باشند

**جدول ۲ - میانگین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع روغن پسته استخراج شده با روشها و حلال‌های متفاوت**

| روش استخراج | حلال | اسیدهای چرب غیراشباع (درصد) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پالمیتولئیک | اولئیک | لینولئیک | لینولنیک | کل غیر اشباع |
| سوکسله | هگزان | ۰/۹۱۴ a | ۴۹/۸۵۰ b | ۳۵/۴۷۸ d | ۰/۳۷۹ b | ۸۶/۶۲۱ |
| سوکسله | دی کلرومتان | ۰/۹۲۵ a | ۵۱/۹۳۹ c | ۳۴/۶۷۰۰ c | ۰/۳۹۱ b | ۸۷/۹۲۵ |
| سوکسله | اتیل استات | ۰/۸۹۹ a | ۵۳/۲۶۳ f | ۳۳/۹۴۸ a | ۰/۳۸۳ b | ۸۸/۴۹۳ |
| سوکسله | اتانول | ۰/۹۱۴ a | ۵۲/۹۰۴e | ۳۴/۰۷۸۸ b | ۰/۳۹۲ b | ۸۸/۲۸۹ |
| خیساندن | هگزان | ۰/۹۱۲۵ a | ۵۲/۸۷۵ e | ۳۴/۱۶۸ b | ۰/۳۹۸ b | ۸۸/۳۵۳ |
| خیساندن | دی کلرومتان | ۰/۹۵۵ a | ۵۲/۰۰ d | ۳۴/۵۹۱ c | ۰/۳۸۹ b | ۸۷/۹۳۵ |
| خیساندن | اتیل استات | ۰/۹۲۳ a | ۵۲/۳۰۰ d | ۳۴/۷۳۸ c | ۰/۴۰۵ b | ۸۸/۴۰۰ |
| خیساندن | اتانول | ۰/۹۱۲ a | ۴۳/۶۹۸ a | ۴۱/۷۵۶ f | ۰ a | ۸۶/۳۶۶ |

*- حروف یکسان در یک ستون دارای تفاوت آماری معنی دار ($P<0.05$) نمی باشند

**جدول ۳ - میانگین مقدار اسیدهای چرب روغن پسته استخراج شده با روشهای سوکسله و خیساندن**

| روش استخراج | میانگین مقدار اسیدهای چرب (درصد) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | میریستیک | پالمتیک | استئاریک | آراشیدیک | پالمیتولئیک | اولئیک | لینولئیک | لینولنیک |
| سوکسله | ۰/۱۶۳۸ a | ۱۰/۰۸۱۳a | ۱/۰۶۰۰a | ۰/۶۹۶۳a | ۰/۹۲۵۰a | ۵۱/۹۹۰۰a | ۳۴/۵۵۰۰b | ۰/۳۸۵۰a |
| خیساندن | ۰/۰۵۵۰a | ۱۰/۴۶۰۰a | ۰/۹۵۸۷a | ۰/۶۳۵۰b | ۰/۹۱۲۵b | ۵۰/۲۲۰۰b | ۳۶/۳۲۰۰a | ۰/۳۰۰۰b |

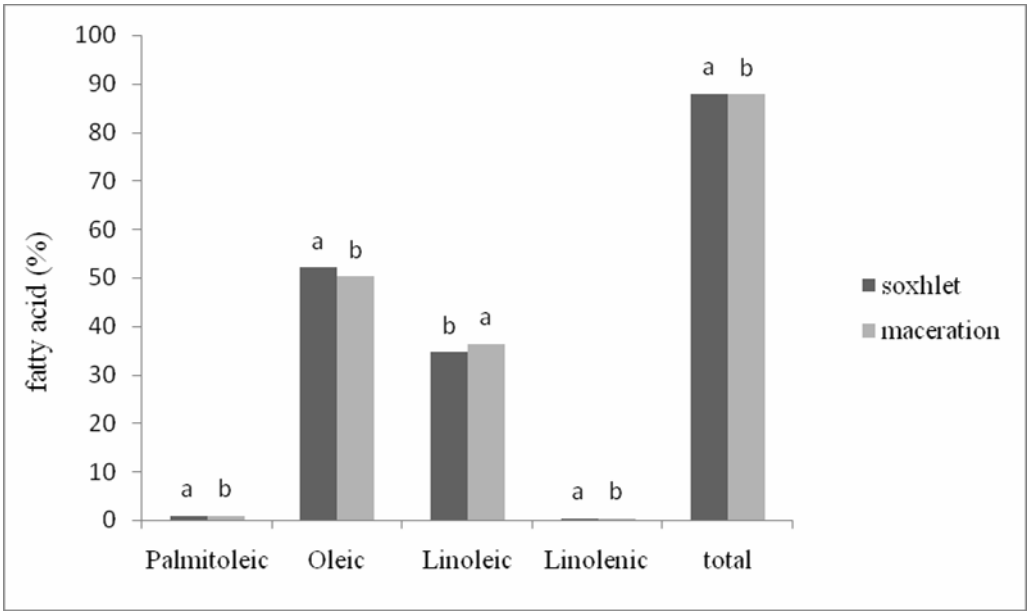
*- حروف یکسان در یک ستون دارای تفاوت آماری معنی دار ($P<0.05$) نمی باشند.

با مقایسات میانگین مقدار کل SFA و UFA (جدول۴) مشخص می‌گردد روش سوکسله سبب استحصال اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر و روش خیساندن سبب استحصال اسیدهای چرب اشباع بیشتر می‌گردد.

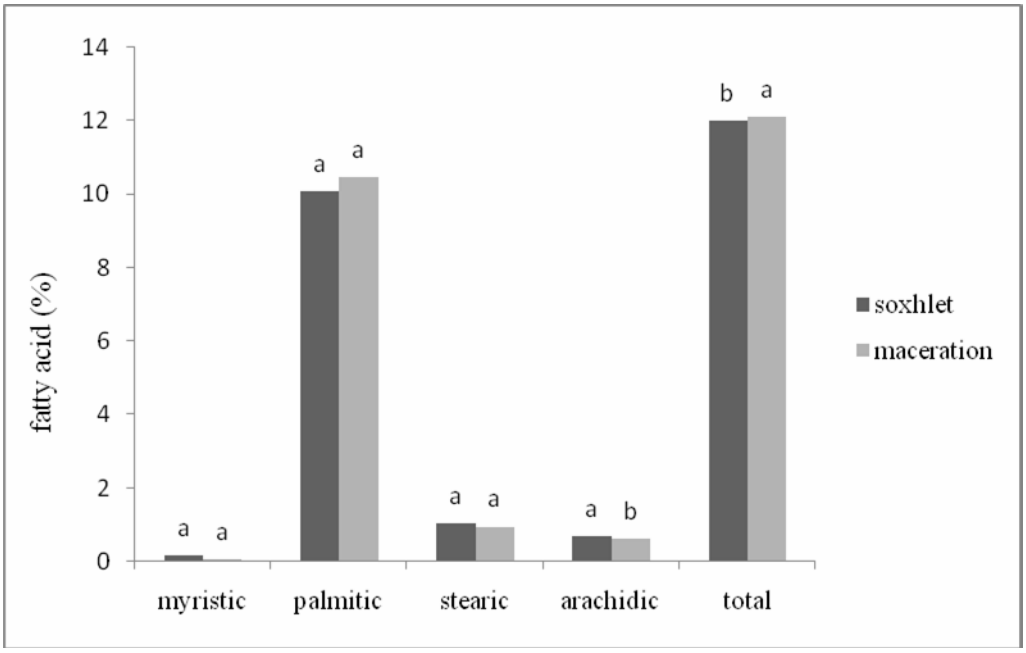
تفاوت مابین مقدار اسیدهای چرب در روغن استخراج شده با روشهای متفاوت تا کنون توسط سایر محققین مانند Kumri و همکاران (۲۰۱۱) در استخراج روغن ماکرو جلبک قرمز، سبز و قهوه‌ای، Schafer (۱۹۹۸) در استخراج روغن از بافتهای حیوانی و گیاهی، Cao و Suo (۲۰۱۰) در استخراج روغن از نوعی دانه گیاه وحشی چین و Hui Tan (۲۰۰۹) در استخراج روغن پالم نیز گزارش شده است. Sheibani و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی مقایسه ای استخراج روغن پسته با روش‌های سوکسله و سیال تحت فشار دریافتند که تفاوت آماری معنی داری مابین بازده استخراج و ترکیب اسیدهای چرب روغن پسته استخراجی با دو روش متفاوت وجود ندارد. از آنجا که نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که ترکیب اسیدهای چرب در روغن پسته استخراج شده با دو روش سوکسله و خیساندن یکسان است لذا با نتایج آنها همخوانی دارد. Mezzomo و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر حلال‌های متفاوت (هگزان، دی کلرومتان، اتیل استات، اتانول، هگزان/ دی کلرومتان، اتانول/ آب) و تکنیک‌های متفاوت استخراج (سوکسله، خیساندن، تقطیر و استخراج تحت فشار با سیال فوق بحرانی) بر استخراج روغن هسته هلو دریافتند که مابین ترکیب اسیدهای چرب استخراج شده در روش سوکسله با حلال‌های مختلف تفاوت آماری معنی داری وجود ندارد. اما مابین دو روش سوکسله و خیساندن از نظر ترکیب اسیدهای چرب تفاوت آماری معنی دار وجود دارد. بطوریکه روش سوکسله سبب استخراج بیشتر UFA و استخراج میزان کمتر SFA می‌گردد. Sahena و همکاران (۲۰۱۰)، ترکیب اسیدهای چرب روغن قسمت‌های مختلف ماهی که با روشهای متفاوت سیال فوق بحرانی و روش سوکسله استخراج گردیده بود را با یکدیگر مقایسه نمودند. نتایج آنها نشان داد که تفاوت آماری معنی داری مابین درصد اسیدهای چرب استخراج شده در روشهای سیال فوق بحرانی در مقایسه با روش سوکسله وجود ندارد. نمودار ۱ و ۲ مقایسه روش‌های سوکسله و خیساندن در استخراج اسیدهای چرب روغن پسته را نشان می‌دهد.

**جدول٤ – مقدار کل اسیدچرب اشباع و غیر اشباع روغن پسته استخراج شده با روشهای سوکسله و خیساندن**

| روش استخراج | مقدار کل اسید چرب اشباع (درصد) | مقدار کل اسید چرب غیر اشباع (درصد) |
|---|---|---|
| سوکسله | ۱۲/۰۰۴ | ۸۷/۸۵۰۰ |
| خیساندن | ۱۲/۱۰۸۷ | ۸۷/۷۵۲۵ |




**شکل ۱ – نمودار مقایسه میانگین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع (درصد) روغن پسته استخراج شده با روش‌های سوکسله و خیساندن**




**شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین مقدار اسیدهای چرب اشباع (درصد) روغن پسته استخراج شده با روش‌های سوکسله و خیساندن**

بنابراین تکنیک استخراج روغن بر میزان استحصال اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع از پسته بسیار موثر است. از آنجا اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک و لینولنیک جزء اسیدهای چرب ضروری محسوب می‌شوند لذا در صنعت استخراج روغن پسته جهت مصارف غذایی و دارویی باید به این مهم توجه نمود که فراهم نمودن شرایطی چون جوشش و گردش حلال آلی در زمان استخراج (نظیر شرایط روش سوکسله) در خروج هر بیشتر آنها از بافت دانه روغنی ارزشمندی چون پسته، بسیار موثرند. همچنین استفاده از حلال اتیل استات که دارای شاخص قطبیت (PI=4.4)[1] بالاتری از حلال هگزان (PI=0) می‌باشد در خروج مقدار کل اسیدهای چرب غیر اشباع موثر تر است. هگزان حلالی است که بطور معمول در صنعت روغن کشی از دانه‌های روغنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا توجه به نوع حلال در زمانی که ارزشهای تغذیه ای روغن مورد نظر است بسیار ضروری است.

## نتیجه گیری

در روش استخراج – حلال‌های مورد استفاده، بیشترین و کمترین مقدار میانگین کل اسیدهای چرب غیر اشباع به ترتیب در سوکسله – اتیل استات (۸۸/۴۹۳۰ درصد) و خیساندن – اتانول (۸۶/۳۶۶۶ درصد) و بیشترین و کمترین مقدار میانگین کل اسیدهای چرب اشباع به ترتیب در خیساندن – اتانول (۱۳/۷۰ درصد) و سوکسله – اتیل استات (۱۱/۵۰۶۰ درصد) بدست آمد. بنابراین با توجه به ارزش‌های تغذیه ای و درمانی اسیدهای چرب ضروری موجود در روغن پسته تکنیک سوکسله و حلال اتیل استات بعنوان تکنیک بهتر و کاراتر در مقایسه با سایر تکنیک‌های مورد بحث در استخراج روغن پسته معرفی می‌گردد.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات و همکاری معاونت غذا و دارو و آزمایشگاه کنترل کیفی و بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی سمنان در انجام این پژوه قدردانی می‌گردد.

## منابع

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.، ۱۳۸۳، تجزیه متیل استرهای اسید چرب به روش گازکروماتوگرافی. استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۹۱

1- Polarity index

Arranz, S., Cert, R., Pérez-Jiménez, J., Cert, A., Saura-Calixto, F., 2008, Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils. Food Chemistry 110, 985–990

Byers, J. A., 2007, Catalogophenomenex. www.phenomenex.com.

Cao, Y., Suo, Y., 2010, Extraction of Microulasikkimensis seed oil and simultaneous analysis of saturated and unsaturated fatty acids by fluorescence detection with reversed-phase HPLC. Journal of Food Composition and Analysis 23 , 100–106.

Ching, L. S., Mohamed, J., 2001, Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (Mauritiaflexuosa) and patawa (Oenocarpusbataua) fruit pulp from the Amazon region JAgric Food Chem, 49 , 3101-3105.

Ersoy, E. and Bysu, N., 1986, Biokim. Ankara University Veteriner Yayinlari.408, Ankara.

Kylene Rodriguez., 2005, Nutritional Differences of Pistachio Nuts and Pistachio Butter. NTRS 519 Summer.

Martin, J. R., Mayes, P. A. and Rodwell, V. W., 2001, Harper in biokimyayabakisi. E.U.TipFak. Yayinlari No 100. Izmir

Mezzomo, N., Mileo, B., Friedrich, M. T., Martínez, J., Ferreira, S. R., 2010, Supercritical fluid extraction of peach (Prunuspersica) almond oil: Process yield and extract composition. Bioresource Technology 101 , 5622–5632.

Pe´rez-Jime´nez, J., Arranz, S., Tabernero, M., 2008, Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. Food Research International 41 , 274–285.

Prandini, A., Sigolo, S., Piva, G., 2011, A comparative study of fatty acid composition and CLA concentration in commercial cheeses. Journal of Food Composition and Analysis 24 , 55- 61.

Ruiz-Rodriguez, A., Reglero, G., Ibanez, E., 2010, Recent trends in the advanced analysis of bioactive fatty acids. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 51 ,305–326.

Sahena, F., Zaidul, I. S. M. S., Jinap, A., Yazid, A. M., Khatib, A., Norulaini, N. A. N., 2010, Fatty acid compositions of fish oil extracted from different parts of Indian mackerel (Rastrelligerkanagurta) using various techniques of supercritical $CO_2$ extraction. Food Chemistry 120 , 879–885.

SchaÈfer, K., 1998, Accelerated solvent extraction of lipids for determining the fatty acid composition of biological material. AnalyticaChimicaActa 358, 69-77.

Sheibani, A., Ghaziaskar, H., 2008, Pressurized fluid extraction of pistachio oil using a modified supercritical fluid extractor and factorial design for optimization. LWT 41 ,1472–1477.

Tan, H., Ghazali, H. M., Kuntom, A., Tan, C., Ariffin, A., 2009, Extraction and physicochemical properties of low free fatty acid crude palm oil. Food Chemistry 113, 645–650.

Waksmundzka, M., Petruczynik, A., Dragan, A., Wianowska, D., Dawidowicz, A. L. J., 2004, Chromatogram 800, 181-187.