



10.30495/JFH.2020.1879716.1234

«مقاله پژوهشی»

بررسی پروفایل اسیدهای چرب و عناصر سنگین (مس، کروم و کبالت) در روغن‌های حیوانی استان ایلام

سهیلا غلامی گیلانی^۱، علیرضا طاهری^{۲*}، غلامرضا غلامی گیلانی^۳، مهتاب شاهماری^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه شیمی، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران

۳. استادیار دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۴. استادیار معاونت غذا و دارو، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: taheri@ilam-iau.ac.ir

(دریافت مقاله: ۹۸/۷/۵ پذیرش نهایی: ۹۸/۱۲/۲۱)

چکیده

میزان فلزات سنگین، اندیس‌های فیزیکی - شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب مخصوصاً اسیدهای چرب ترانس در روغن‌ها، فاکتورهای بسیار مهمی برای تعیین کیفیت آن‌ها می‌باشد. در این تحقیق، روغن‌های حیوانی ۱۹ منطقه مختلف استان ایلام مورد بررسی قرار گرفت و پس از هضم و استخراج به روش هضم اسیدی با کمک امواج ریزموج، میزان فلزات سنگین آن‌ها، توسط یک روش بهبودیافته اسپکتروسکوپی جذب اتمی شعله اندازه‌گیری شده است. پروفایل اسیدهای چرب پس از استخراج و مشتق‌سازی با روش کروماتوگرافی گازی آنالیز گردید. به‌منظور سهولت در نتیجه‌گیری داده‌های حاصل، نمونه‌گیری‌های مناطق مختلف استان به سه قسمت شهرستان‌های شمالی، جنوبی و مرکزی تقسیم شده‌اند. مطابق نتایج به‌دست‌آمده میزان مس، کبالت و کروم به ترتیب در دامنه ۴/۴۷-۰/۰۴، ۲/۳۳-۰/۰۲ و ۳/۵۴-۰/۰۲ mg/Kg گزارش شد که پایین‌تر از سطح بیشینه مجاز برای فلزات می‌باشد. در روش اصلاح‌شده گاز کروماتوگرافی، امکان جداسازی هم‌زمان ۲۷ اسید چرب حاصل شد و جداسازی قابل قبولی برای اسید اولئیک و لینولئیک به‌منظور محاسبه ایزومرهای سیس و ترانس به‌دست آمد. طبق نتایج به‌دست‌آمده از پروفایل اسیدهای چرب در مناطق شمالی، مرکزی و جنوبی استان ایلام، در تمامی مناطق میزان اسیدهای چرب اشباع نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع و سایر اسیدهای چرب دارای مقادیر بالاتری می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: اندیس‌های فیزیکی - شیمیایی، استخراج مایع-مایع، فلزات سنگین، اسیدهای چرب

مقدمه

از نظر ساختار شیمیایی لیپیدها به طور عمده از گلیسرول و اسیدهای چرب تشکیل شده اند و بر مبنای حالت فیزیکی در دمای محیط به انواع روغن ها و چربی ها تقسیم می شوند. روغن ها به طور عمده از اسیدهای چرب غیراشباع و چربی ها از اسیدهای چرب اشباع تشکیل شده اند (Tricon and Yaqoob, 2006). این ترکیبات مهم نه تنها باعث تولید انرژی در بدن می شوند بلکه بر روی خواص حسی و ماندگاری مواد غذایی تأثیر چشم گیری دارند. از طرف دیگر تحولات ایجاد شده در بخش های صنعتی - کشاورزی و ارتقای سطح زندگی بشر در دهه های اخیر، کاربرد فلزات سنگین را در زمینه های مختلف اجتناب ناپذیر نموده است. بنابراین مهم ترین مشکلات زیست محیطی حال حاضر بشر، آلودگی مواد غذایی توسط فلزات سنگین می باشد. به همین منظور شناسایی و تعیین دقیق میزان فلزات سنگین به دلیل اثرات زیان بار آنها بر محیط زیست و همچنین اختلالات و بیماری هایی که این فلزات در اثر تجمع در بدن انسان به وجود می آورند، اهمیت به سزایی دارد (Tchounwou et al., 2012).

فلزات سنگین به روش های مختلف نظیر استخراج، فرآیند ذوب، احتراق مواد سوختی و صنعتی شدن به محیط زیست راه یافته اند، از مسیرهای گوناگون مانند نشت اتفاقی مواد نفتی، نزولات جوی، تخلیه فاضلاب های صنعتی، کشاورزی و خانگی به چرخه غذایی وارد شده و در بافت ها و اندام های گیاهی و حیوانی تجمع می یابند (Filazi et al., 2003). یون مس به صورت آزاد، در خون باعث افزایش گونه های فعال اکسیژنی از جمله رادیکال های آزاد سوپراکسید، آب اکسیژنه و نهایتاً

رادیکال آزاد هیدروکسیل می گردد که همگی به پروتئین ها، چربی ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می رسانند و مسمومیت مزمن با این فلز سبب صدمه به کبد، کلیه ها و دیگر اندام های درونی می گردد (Blasi et al., 2008). همچنین یون کروم موجب ایجاد درماتیت های پوستی و تحریک غشای مخاطی می شود و عامل بروز نارسایی های عروق کرونر قلبی در کشورهای در حال توسعه می باشد. کیفیت و نوع چربی در رژیم غذایی بر روی سلامت مصرف کنندگان تأثیر به سزایی دارد (Turan et al., 2007, Soyeyurt and Gengler, 2008). بنابراین امروزه سازمان های بهداشتی در سراسر جهان برای هر یک از انواع اسیدهای چرب از قبیل اسید چرب اشباع، اسید چرب غیراشباع دارای یک باند دوگانه، اسید چرب غیراشباع دارای چند باند دوگانه و اسیدهای چرب ترانس، میزان روزانه دریافت را مشخص می کنند (Woodside et al., 2008, Van Ruth et al., 2010). زیرا بین سطح اسید چرب اشباع و به خصوص اسید چرب ترانس در رژیم غذایی افراد و خطر بیماری های قلبی رابطه ای مستقیم وجود دارد (Matthan et al., 2004). اسیدهای چرب ترانس به طور طبیعی در گوشت و محصولات لبنی به دست آمده از گاو و گوسفند و دیگر نشخوارکنندگان وجود دارد. مقادیر حداقلی دریافت برخی اسیدهای چرب ترانس در هر وعده غذایی فقط ۳/۲ گرم (بر اساس قوانین کانادا) می باشد و این امر، لزوم استفاده از روش های دقیق، سریع و حساس برای تعیین سطح این ترکیبات را بیش از پیش آشکار و مشخص می کند (Salimon et al., 2017).

روغن حیوانی از چربی شیر گاو، گوسفند و بز به دست می آید. روغن حیوانی شبیه کره حیوانی است

را افزایش می‌دهند و ضریب جذب با ضریب شکست رابطه دارد. در نتیجه اندیس یدی رابطه مستقیم با ضریب شکست و رابطه عکس با نقطه ذوب چربی دارد. هر چه درجه غیراشباعیت چربی بالاتر باشد حساسیت به اکسیداسیون بالاتر است. بر اساس استاندارد ملی ایران مقدار اندیس یدی برای روغن‌ها و چربی‌های خوراکی به روش هانوس باید در دامنه ۲۶ الی ۴۰ باشد (ISIRI, 4886/2016).

اندازه‌گیری عدد صابونی در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی برای مشخص کردن وزن مولکولی اسیدهای چرب و یا مشخص کردن طول زنجیره اسید چرب موجود در روغن به کار می‌رود. عدد صابونی شدن، مقدار KOH جهت خنثی کردن اسیدهای چرب حاصل از هیدرولیز یک گرم چربی است. عدد صابونی نشان‌دهنده آبکافت یک استر به الکل و اسید یا نمک مربوطه است. در مورد چربی‌ها نوع واکنش بین قلیایی و چربی منجر به تشکیل صابون و گلیسرین می‌شود. بر اساس استاندارد ملی ایران مقدار اندیس صابونی روغن‌های خوراکی و حیوانی بایستی در دامنه ۲۲۵ الی ۲۳۵ میلی‌گرم پتاس در گرم باشد (ISIRI, 4886/2016).

اسید چرب ترانس یک اسید چرب غیراشباع در روغن‌های حیوانی می‌باشد که مشابه با اسیدهای چرب اشباع عمل می‌کند. گزارشات سازمان بهداشت جهانی WHO و سازمان غذا و کشاورزی FAO در مورد رژیم، تغذیه و پیشگیری از بیماری‌های مزمن، اثرات مصرف اسیدهای چرب غیراشباع ترانس را بر لیپوپروتئین‌های خون و خطر بیماری‌های کرونری قلب تأیید می‌کند (Willett, 2006). اثرات مصرف اسیدهای چرب ترانس که به‌طور ثابتی در مطالعات کنترل‌شده و مشاهده‌ای

که مقدار چربی آن از ۰/۲ تا ۹۹/۸ درصد است. مقاومت حرارتی این روغن در برابر تخریب شدن در حدود ۲۵۰ درجه سلسیوس می‌باشد. روغن‌ها در اثر عوامل مختلف از جمله روش‌های نگهداری و امکان آلودگی به‌مرورزمان دست‌خوش تغییرات کیفی شده و یکی از شاخص‌های این تغییرات، اندیس اسیدی می‌باشد. پژوهش‌های مشابه نشان می‌دهد. این اندیس معیاری برای تعیین سالم بودن نمونه مورد آزمایش است و در روغن‌هایی که در آن‌ها واکنش هیدرولیز صورت گرفته مقدار اندیس اسیدیته بالاتر است (Sağdıç et al., 2004). در صورت عدم رعایت شرایط بهینه در استخراج و نگهداری روغن، این مقدار افزایش می‌یابد (Kardash and Tur'yan, 2005). بر اساس استاندارد ملی ایران حداکثر اسیدیته برحسب اسید اولئیک برای روغن‌ها و چربی‌های خوراکی نباید از ۰/۴ گرم در ۱۰۰ گرم تجاوز کند. تحقیقات اخیر نشان داده است اکسیژن، نور، ترکیب چربی مصرفی، فلزات، زمان، رطوبت سطح تماس و بسته‌بندی بر سرعت اکسیداسیون تأثیرگذار است (Al-Khalifah and Al-Kahtani, 1993). بر اساس استاندارد ملی ایران حداکثر مجاز پراکسید برای روغن‌ها و چربی‌های خوراکی ۱/۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم می‌باشد (ISIRI, 10085/2014).

عدد یدی تعداد پیوندهای دوگانه موجود در چربی بوده و درجه غیر اشباعیت چربی را نشان می‌دهد. در روغن‌هایی که مقدار اندیس یدی بالاتر است مستعد فساد اکسیداسیونی هستند عدد یدی تعداد پیوندهای دوگانه موجود در چربی بوده و درجه غیراشباعیت چربی را نشان می‌دهد. ترکیبات آلی حاوی پیوندهای دوگانه یا سه‌گانه به دلیل انتقالات n به π^* ضریب جذب

تحقیق حاضر باهدف بررسی میزان فلزات سنگین (کروم، کبالت و مس)، اندیس های فیزیکی- شیمیایی و بررسی دقیق پروفاایل اسیدهای چرب موجود در روغن های حیوانی واقع در استان ایلام گردیده است.

مواد و روش ها

کلیه محلول های شیمیایی مورد استفاده از شرکت شیمیایی مرک (Merck, Germany) و محلول های استاندارد اسیدهای چرب در اندازه گیری پروفاایل اسیدها، از شرکت شیمیایی ارنست هوفر (Ernest Hoffer, Germany) تهیه گردیدند.

- معرفی نمونه ها

در این تحقیق استان ایلام به سه بخش شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم بندی شده است (شکل ۱). علت تقسیم استان به این سه بخش به دلیل تفاوت فراوان در اقلیم آب و هوایی آن ها می باشد و بنابراین امکان حصول نتایج علمی تر را ممکن می سازد. از ۱۹ منطقه استان ایلام نمونه برداری گردید. جدول (۲) لیست مناطق نمونه گیری در این پژوهش را نشان می دهد.

دیده شده است که شامل افزایش LDL کلاسترول و کاهش HDL کلاسترول و افزایش نسبت کلاسترول تام بر HDL کلاسترول، ممانعت از طولانی شدن و غیراشباع شدن اسید لینولئیک و لینولنیک می شود (Brown et al., 1993). بر طبق استانداردهای ملی و جهانی، مقدار پیشینه مجاز مجموع اسیدهای چرب ترانس در روغن های خوراکی ۲ درصد تعیین شده است (Dashti et al., 2002). با توجه به این که اسیدهای چرب اشباع و ترانس سبب افزایش چربی های مضر (LDL) شده و بیماری های قلبی عروقی را سبب می شوند. مقدار پیشینه مجاز برای اسید چرب اشباع در روغن های خوراکی طبق استانداردهای مختلف ملی ایران، ۳۰٪ وزنی است (Micha and Mozaffarian, 2010). یکی از مهم ترین محصولات استان ایلام، محصولات دامی و به طور ویژه روغن های حیوانی می باشد. با وجود رغبت مردم غرب کشور به مصرف روغن های حیوانی به ویژه روغن حیوانی و اسید چرب موجود در این ماده غذایی، متأسفانه تاکنون بررسی و ارزیابی دقیقی از میزان آلودگی فلزات سنگین موجود در روغن های حیوانی موجود در این ناحیه از کشور نشده است. از این رو



شکل (۱)- تقسیم بندی استان ایلام به سه منطقه شمالی، مرکزی و جنوبی

روش آماده می‌شود. محاسبه اندیس پراکسید بر طبق معادله (۳) انجام شد:

$$(3) \quad \frac{10 \times (V1 - V2)}{m} : \text{مقدار پراکسید}$$

در این معادله V_1 و V_2 حجم تیرانت برای تیتراسیون محلول نمونه و شاهد برحسب میلی لیتر می‌باشد و m جرم نمونه برحسب گرم می‌باشد.

اندیس یدی با استفاده از محلول هانوس و بر اساس روش ارائه شده توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران آنالیز و محاسبه گردید (ISIRI, 165/2005). اندیس صابونی به روش استاندارد AOCS به شماره Cd 3-25 اندازه‌گیری شد (Society and Firestone, 1994).

- استخراج و مشتق‌سازی اسیدهای چرب

به منظور استخراج اسیدهای چرب، ۱/۵ گرم از نمونه‌های روغن به ظرف مخصوص منتقل گردیدند و در ۳۰ میلی لیتر از حلال ترکیبی کلروفرم: متانول با نسبت حجمی ۱:۲، حاوی ۰/۱ درصد (Butylated BHT (hydroxytoluene به عنوان آنتی‌اکسیدان به مدت ۳ دقیقه ورتکس شدند. نمونه‌ها پس از عبور از صافی، در لوله‌های آزمایش، به سه قسمت برابر تقسیم و به هر کدام ۲ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد. سیستم دوفازی حاصل به مدت ۴ دقیقه سانترفیوژ (۴۰۰۰ دور بر دقیقه) گردید. فاز آبی حاوی آب و ناخالصی‌های غیرلیپیدی دور ریخته شد و فاز آلی جمع‌آوری گردید. این فرایند سه مرتبه تکرار گردید تا فاز آلی خالص‌سازی گردد و در پایان فازهای آلی سه لوله جمع‌گردیدند. سپس محلول در دستگاه بن ماری تحت خلأ، آب‌گیری و پس از افزودن مقدار مناسب از نرمال هگزان درون ظرف

- اندازه‌گیری اندیس‌های فیزیکی - شیمیایی

به منظور تعیین اندیس اسیدیته، ۱ گرم از هر نمونه روغن در ۵۰ میلی لیتر مخلوط اتر- اتانول حل شد. سپس نمونه در حضور فنل فتالین به عنوان شناساگر توسط محلول پتاسیم هیدروکسید با غلظت ۰/۱ مولار تیترا گردید (Dini and Carapetian, 2008). مقدار اندیس اسیدیته برحسب معادله (۱) محاسبه شد:

$$(1) \quad AV = \frac{56.1 \times V \times C}{m}$$

در این معادله، ۵۶/۱ وزن اکی‌والان KOH می‌باشد، V حجم برحسب میلی لیتر KOH مصرفی، C غلظت تیرانت و m وزن نمونه روغن می‌باشد.

مقدار اسیدهای چرب آزاد W_{fa} برحسب گرم اولئیک اسید در هر ۱۰۰ گرم چربی با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$(2) \quad W_{fa} = \frac{282 \times AV}{100}$$

عدد پراکسید (PV) بر اساس روش استاندارد AOCS Cd 8-53 اندازه‌گیری گردید (Society and Firestone, 1994). به منظور تعیین اندیس پراکسید، ۵ گرم از نمونه روغن حیوانی توزین و ۵۰ میلی لیتر محلول اسید استیک: ایزوانتان به نسبت ۳:۲ به نمونه اضافه گردید. نمونه به مدت ۳۰ دقیقه به طور کامل حل شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول یدید پتاسیم اشباع به محلول نمونه اضافه و مجدد به مدت ۵ دقیقه نمونه هم زده شد. در مرحله پایانی، محلول نمونه در بالن ۱۰۰ توسط آب مقطر به حجم رسانده شد و در حضور محلول نشاسته به عنوان شناساگر توسط محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا ناپدید شدن رنگ زرد تیترا گردید. یک محلول شاهد نیز به طور موازی با این

(Silvestre et al., 2009, Rosenfeld, 2002, Motevalli and Mirzajani, 2019, Itodo et al., 2019).

- آنالیز پروفایل اسیدهای چرب با استفاده از GC-FID شناسایی و تعیین مقدار اسیدهای چرب با سیستم GC واریان مدل CP-3800 انجام گردید. به منظور حصول حداکثر تفکیک در سیستم کروماتوگرافی، شرایط دستگاهی برای جداسازی اسیدهای چرب از نمونه های روغن بهینه سازی گردید (جدول ۱). محلول استوک استاندارد حاوی تمامی اسیدهای چرب مورد بررسی با غلظت ۱۰ میلی گرم بر میلی لیتر برای هراسید چرب در متانول تهیه گردید. به منظور رسم منحنی کالیبراسیون محلول های با غلظت های ۰/۱ الی ۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر از اسید چرب و ۱۰ میلی گرم بر میلی لیتر از محلول تری دکانوئیک اسید به عنوان استاندارد داخلی تهیه شد. به منظور تعیین پروفایل اسیدهای چرب روغن ها، آنالیز هر نمونه ۳ بار تکرار و پس از محاسبه میانگین درصد های نتایج، به عنوان درصد نهایی برای هر نمونه مورد آزمایش گزارش شد.

مناسب تا زمان استفاده، در دمای ۴ درجه نگهداری گردید (Folch et al., 1957).

فرایند مشتق سازی اسیدهای چرب بر اساس دستورالعمل AOAC انجام گردید (Brühl, 1997) مقدار ۲۰۰ میکرو لیتر از نمونه و ۵۰۰ میکرو لیتر از محلول تری دکانوئیک اسید (Tridecanoic acid) با غلظت ۵ میلی گرم بر میلی لیتر به عنوان استاندارد داخلی درون لوله آزمایش به ۲ میلی لیتر از سود متانولی با غلظت ۰/۵ مولار اضافه شد. نمونه ها به مدت ۱/۵ دقیقه ورتکس و ۱۵ دقیقه در دمای ۸۵ درجه حرارت داده شدند تا محلول صورتی رنگ گردیده و واکنش متیلاسیون کامل شود. سپس نمونه ها سرد شده و ۳ میلی لیتر محلول تری فلورید برم متانولی ۱۴٪ (BF₃) به محلول بالا اضافه و مجدد ۱/۵ دقیقه ورتکس و ۱۰ دقیقه در حرارت ۱۰۰ درجه قرار داده شد. در پایان، به نمونه های سرد شده، ۳ میلی لیتر هگزان نرمال و ۱۰ میلی لیتر محلول NaCl اشباع اضافه و پس از سانتی فیوژ، در دمای ۴۵ درجه آب گیری شدند. به هر نمونه ۲۰۰ میکرو لیتر نرمال هگزان اضافه و سپس به دستگاه GC تزریق گردیدند

جدول (۱)- مشخصات دستگاهی و شرایط بهینه شده GC-FID برای جداسازی اسیدهای چرب از نمونه روغن

انژکتور	Split/Splitless, دما: ۲۶۰ °C, نوع کنترل جریان: سرعت خطی, نسبت اسپیلیت: ۱:۱۰
ستون	CP-Sil 88, طول ۱۰۰ متر, ID: ۰/۲۵ میلی متر, ضخامت فاز ساکن: ۰/۲۵ میکرون
دما	۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه, ۱۰ درجه افزایش دما در دقیقه تا دمای ۲۴۰ درجه و تثبیت دما به مدت ۱۵ دقیقه
برنامه	
آشکارساز	FID, دما: ۲۶۵ درجه سلسیوس
گاز حامل	هلیوم با جریان خطی ۲۵ میلی لیتر در دقیقه
گاز میک آپ	هلیوم با جریان ۲۵ میلی لیتر در دقیقه
سوخت	هیدروژن با جریان ۳۵ میلی لیتر در دقیقه
اکسیدانت	هوا با جریان ۳۰۰ میلی لیتر در دقیقه

مشابه تهیه گردید (Alisher et al., 2019,)
 (Mohammadi et al., 2018).

- نرم افزار و آنالیزهای آماری

نتایج با استفاده از طرح کاملاً تصادفی برای نمونه‌های روغن حیوانی و در ۳ تکرار به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش گردید. آنالیز t-test برای شناسایی تفاوت معنی داری ($P < 0/01$) بین گروه‌ها انجام گرفت. با استفاده از نرم افزار minitab و SPSS 20 به روش آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD صورت پذیرفت. در نهایت کلیه منحنی‌ها توسط نرم افزار Excell نسخه ۲۰۰۷ ترسیم گردید.

- هضم اسیدی همراه با امواج ریزموج و اندازه‌گیری فلزات سنگین با استفاده از دستگاه FAAS

برای اندازه‌گیری فلزات سنگین، نمونه‌ها به روش اسیدی همراه با امواج ریزموج، هضم و با دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی شعله (FAAS) اندازه‌گیری شده‌اند. مقدار ۱ گرم از نمونه با ۶ میلی‌لیتر از اسید نیتریک غلیظ (۶۵٪) و ۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳۰٪ به مدت ۳۰ دقیقه در ماکروویو قرار داده شد و نمونه‌ها با ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۲٪ رقیق شدند. شرایط هضم با سیستم ماکروویو به صورت، ۳ دقیقه در ۵۰۰ وات، ۵ دقیقه در ۸۰۰ وات، ۸ دقیقه در ۱۰۰۰ وات و نهایتاً ۱۰ دقیقه در ۱۳۰۰ وات بوده است. نمونه شاهد به روش

جدول (۲)- معرفی نمونه‌های روغن حیوانی استان ایلام

ردیف	منطقه نمونه برداری	ناحیه
۱	سراب	شهرستان‌های شمالی
۲	چوار	
۳	سرابله	
۴	شباب	
۵	آسمان‌آباد	
۶	خوران	شهرستان‌های مرکزی
۷	چالانچی	
۸	میشخاص	
۹	ملکشاهی	
۱۰	بدره	
۱۱	عباس‌آباد	
۱۲	هفت چشمه	
۱۳	سراب میمه	شهرستان‌های جنوبی
۱۴	مورموری	
۱۵	دره شهر	
۱۶	آبدانان	
۱۷	دهلران	
۱۸	مازین	
۱۹	زنجیره	

یافته‌ها

- اندیس‌های فیزیکی-شیمیایی

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن حیوانی شامل اندیس یدی، اندیس اسیدی، اندیس پراکسید و عدد صابونی بررسی شد. جدول شماره (۳) اندیس فیزیکی - شیمیایی نمونه‌های روغن را به تفکیک ناحیه‌های شمالی، مرکزی و جنوبی نشان می‌دهد.

- اندازه‌گیری فلزات سنگین در نمونه‌های روغن حیوانی
میزان فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد و نتایج به تفکیک هر ناحیه در جدول (۴) ارائه شده است. هر آزمایش سه بار انجام شده و انحراف استاندارد نتایج هر آنالیز نیز گزارش گردید.

جدول (۳)- اندیس‌های فیزیکی - شیمیایی نمونه‌های روغن حیوانی (انحراف استاندارد ± میانگین)

ردیف	ناحیه	منطقه نمونه برداری	اسیدیته (%)	اندیس پراکسید (میلی‌کی‌والان بر کیلوگرم)	اندیس صابونی (میلی‌گرم پتاس در گرم)	اندیس یدی (گرم ید در ۱۰۰ گرم)
۱	شهرستان‌های شمالی	سراب	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ b	۰/۲۸ ± ۰/۰۱ b	۲۲۶/۲۰ ± ۱۱/۳۱ a	۱/۵۰ ± ۲۹/۹۷ a
۲		چوار	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۲۰ ± ۰/۰۱ a	۲۲۵/۰۰ ± ۱۱/۲۵ a	۱/۵۱ ± ۳۰/۳۰ a
۳		سرابله	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ b	۰/۲۵ ± ۰/۰۱ b	۲۲۸/۱۰ ± ۱۱/۴۱ a	۱/۸۵ ± ۳۷/۰۸ a
۴		شباب	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۶ ± ۰/۰۱ a	۲۲۹/۰۰ ± ۱۱/۴۵ a	۱/۹۲ ± ۳۸/۳۴ a
۵		آسمان آباد	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۲۱ ± ۰/۰۱ a	۲۲۵/۰۰ ± ۱۱/۲۵ a	۱/۶۱ ± ۳۲/۲۳ a
۶	شهرستان‌های مرکزی	خوران	۰/۰۲ ± ۰/۰۲ b	۰/۳۸ ± ۰/۰۱ b	۲۲۷/۵۰ ± ۱۱/۳۸ a	۱/۶۸ ± ۳۳/۶۰ a
۷		چالانچی	۰/۰۲ ± ۰/۰۲ b	۰/۳۵ ± ۰/۰۱ b	۲۲۵/۱۰ ± ۱۱/۲۶ a	۱/۴۴ ± ۲۸/۸۷ a
۸		میشخاص	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۲۲ ± ۰/۰۱ a	۲۲۴/۷۰ ± ۱۱/۲۴ a	۱/۶۱ ± ۳۲/۲۳ a
۹		ملکشاهی	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۲۰ ± ۰/۰۱ b	۲۲۹/۱۰ ± ۱۱/۴۶ a	۱/۷۸ ± ۳۵/۶۷ a
۱۰		بدره	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ b	۰/۲۶ ± ۰/۰۱ b	۲۲۷/۵۰ ± ۱۱/۴۳ a	۱/۸۴ ± ۳۶/۷۴ a
۱۱		عباس آباد	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ b	۰/۳۰ ± ۰/۰۲ b	۲۲۸/۱۰ ± ۱۱/۴۱ a	۱/۷۲ ± ۳۴/۴۶ a
۱۲		هفت چشمه	۰/۰۲ ± ۰/۰۲ b	۰/۳۷ ± ۰/۰۱ a	۲۳۰/۳۰ ± ۱۱/۵۲ a	۱/۶۸ ± ۳۳/۵۶ a
۱۳		سراب میمه	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۲۰ ± ۰/۰۲ b	۲۳۵/۰۰ ± ۱۱/۷۵ a	۱/۴۶ ± ۲۹/۱۴ a
۱۴		مورموری	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۷ ± ۰/۰۲ b	۲۳۴/۰۰ ± ۱۱/۷۰ a	۱/۹۳ ± ۳۸/۶۸ a
۱۵	شهرستان‌های جنوبی	دره شهر	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۲۳ ± ۰/۰۲ b	۲۳۷/۰۰ ± ۱۱/۸۰ a	۱/۹۶ ± ۳۹/۲۳ a
۱۶		آبدانان	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۷ ± ۰/۰۱ a	۲۳۵/۰۰ ± ۱۱/۷۵ a	۱/۵۲ ± ۳۰/۴۰ a
۱۷		دهلران	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۸ ± ۰/۰۱ a	۲۳۹/۰۰ ± ۱۱/۹۵ a	۱/۸۶ ± ۳۷/۱۸ a
۱۸		مازین	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۲۰ ± ۰/۰۲ b	۲۳۱/۰۰ ± ۱۱/۵۵ a	۱/۹۹ ± ۳۹/۸۴ a
۱۹		زنجریره	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ b	۰/۲۶ ± ۰/۰۲ b	۲۳۴/۰۰ ± ۱۱/۷۰ a	۱/۶۵ ± ۳۳/۰۷ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت آماری معنی‌داری ندارند. (p<۰/۰۱)

جدول (۴)- اندازه‌گیری فلزات سنگین در نمونه‌های روغن حیوانی (انحراف استاندارد \pm میانگین)

ردیف	ناحیه	منطقه نمونه‌برداری	Cu (mg/Kg)	Co (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)
۱	شهرستان‌های شمالی	سراب	۰/۲۷ \pm ۰/۰۱۳ a	۰/۱۳ \pm ۰/۰۰۷ a	۰/۳۹ \pm ۰/۰۱۹ a
۲		چوار	۰/۳۷ \pm ۰/۰۱۹ a	۰/۴۷ \pm ۰/۰۲۴ a	۰/۶۰ \pm ۰/۰۳۰ a
۳		سرایله	۰/۴۸ \pm ۰/۰۲۴ a	۰/۶۸ \pm ۰/۰۳۴ a	۰/۳۶ \pm ۰/۰۱۸ a
۴		شباب	۰/۳۵ \pm ۰/۰۱۸ a	۰/۴۶ \pm ۰/۰۲۳ a	۰/۱۹ \pm ۰/۰۱۰ a
۵		آسمان آباد	۰/۷۵ \pm ۰/۰۳۸ a	۰/۶۶ \pm ۰/۰۳۳ a	۰/۴۷ \pm ۰/۰۲۳ a
۶	شهرستان‌های مرکزی	خوران	۰/۴۵ \pm ۰/۰۲۳ a	۰/۳۹ \pm ۰/۰۲۰ a	۰/۸۷ \pm ۰/۰۴۴ c
۷		چالانچی	۰/۱۹ \pm ۰/۰۱۰ a	۰/۵۶ \pm ۰/۰۲۸ a	۰/۰۲ \pm ۰/۰۰۱ a
۸		میشخاص	۰/۹۴ \pm ۰/۰۴۷ c	۰/۰۶ \pm ۰/۰۰۳ a	۰/۱۳ \pm ۰/۰۰۶ a
۹		ملکشاهی	۰/۸۴ \pm ۰/۰۴۲ c	۰/۰۸ \pm ۰/۰۰۴ a	۰/۳۹ \pm ۰/۰۲۰ a
۱۰		بدره	۰/۹۷ \pm ۰/۰۴۹ c	۰/۵۳ \pm ۰/۰۲۶ a	۰/۹۳ \pm ۰/۰۴۶ c
۱۱		عباس آباد	۰/۴۰ \pm ۰/۰۲۰ a	۰/۰۲ \pm ۰/۰۰۱ a	۰/۹۷ \pm ۰/۰۴۸ c
۱۲		هفت چشمه	۰/۰۴ \pm ۰/۰۰۲ a	۰/۳۵ \pm ۰/۰۱۷ a	۰/۵۵ \pm ۰/۰۲۷ a
۱۳		شهرستان‌های جنوبی	سراب میمه	۴/۰۴ \pm ۰/۲۰۲ b	۲/۲۱ \pm ۰/۱۱۱ c
۱۴	مورموری		۲/۲۹ \pm ۰/۱۱۴ c	۱/۵۵ \pm ۰/۰۷۸ c	۱/۹۹ \pm ۰/۰۹۹ c
۱۵	دره شهر		۴/۴۷ \pm ۰/۲۲۴ b	۲/۳۳ \pm ۰/۰۶۱ b	۳/۵۴ \pm ۰/۱۷۷ b
۱۶	آبدانان		۱/۵۶ \pm ۰/۰۷۸ c	۱/۲۲ \pm ۰/۱۱۷ c	۰/۵۷ \pm ۰/۰۲۸ a
۱۷	دهلران		۳/۵۱ \pm ۰/۱۷۵ b	۱/۴۲ \pm ۰/۱۰۲ c	۰/۴۷ \pm ۰/۰۲۳ a
۱۸	ماژین		۳/۹۲ \pm ۰/۱۹۶ b	۲/۰۴ \pm ۰/۰۷۱ B	۲/۵۰ \pm ۰/۱۲۵ b
۱۹	زنجیره		۳/۳۵ \pm ۰/۱۶۸ b	۰/۱۶ A	۰/۷۶ \pm ۰/۰۳۸ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، تفاوت آماری معنی‌داری ندارند. ($p < 0.01$)

- پروفایل اسید چرب

کروماتوگرام روغن حیوانی نمونه ۱ (شهرستان سراب) نشان داده شده است. میانگین درصد اسیدهای چرب کل (TFA)، اسیدهای چرب اشباع (SFA)، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک باند دوگانه (MUFA)، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند باند دوگانه (PUFA) و اسیدهای چرب ترانس کل (TTFA) برای همه ۱۹ نمونه روغن حیوانی به تفکیک نواحی، در جدول (۶)، نشان داده شده است.

در این تحقیق پروفایل اسید چرب ۱۹ نمونه روغن حیوانی گرفته‌شده از مناطق مختلف استان ایلام به تفکیک شمالی، جنوبی و مرکزی با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی مورد بررسی قرار گرفت. پروفایل اسید چرب و کروماتوگرام کلیه روغن‌های حیوانی در فایل تکمیلی ضمیمه شده است. به‌عنوان یک نمونه در جدول (۵)، پروفایل اسید چرب و در نمودار (۱)،

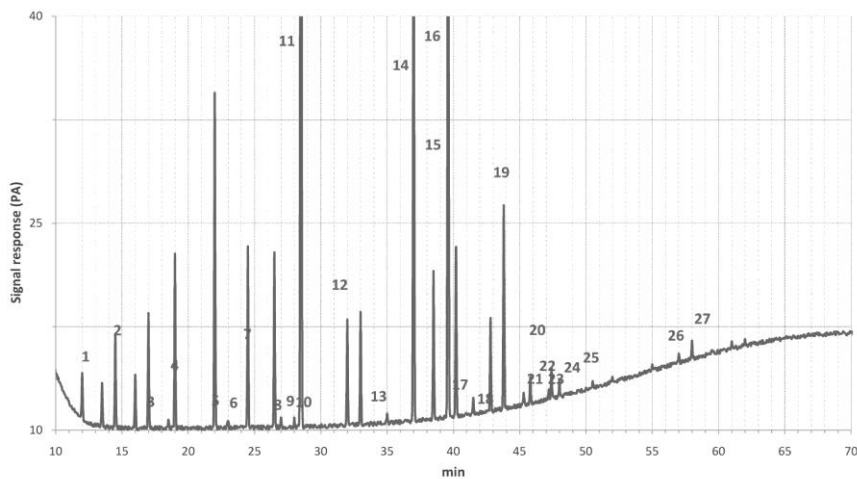
جدول (۵)- پروفایل اسید چرب روغن حیوانی نمونه شماره ۱ (شهرستان سراب)

دسته	کد	نام سنتزی	نام تجاری	نتایج (W/W%)	±RSD	
اسیدهای چرب اشباع (SFA)	C4:0	butanoic acid	butyric acid	۰/۶۹	۰/۰۳	
	C5:0	pentanoic acid	valeric acid	۰/۶۰	۰/۰۱	
	C6:0	hexanoic acid	caproic acid	۱/۵۰	۰/۰۵	
	C7:0	heptanoic acid	enanthic acid	۰/۷۹	۰/۰۱	
	C8:0	octanoic acid	caprylic acid	۱/۵۴	۰/۰۲	
	C9:0	nonanoic acid	pelargonic acid	۰/۱۴	۰/۰۲	
	C10:0	decanoic acid	capric acid	۲/۳۵	۰/۰۳	
	C12:0	dodecanoic acid	lauric acid	۴/۲۵	۰/۰۳	
	C13:0	tridecanoic acid	Tridecanoic acid	۰/۱۳	۰/۰۲	
	C14:0	tetradecanoic acid	myristic acid	۲/۴۳	۰/۰۴	
	C15:0	pentadecanoic acid		۰/۱۳	۰/۰۲	
	C16:0	hexadecanoic acid	palmitic acid	۲۲/۵۵	۰/۱۵	
	C17:0	heptadecanoic acid	margaric acid	۱/۰۱	۰/۰۵	
	C18:0	octadecanoic acid	stearic acid	۱۲/۰۳	۰/۱۱	
	C19:0	methylene octadecanoic acid	methylene stearic acid	۰/۲۵	۰/۰۳	
	C20:0	eicosanoic acid	arachidic acid	۰/۱۳	۰/۰۲	
	C21:0	Methyl Henicosaneate	Heneicosanoic acid	۰/۰۸	۰/۰۱	
	C22:0	docosanoic acid	behenic acid	۰/۱۷	۰/۰۲	
	C23:0	tricosanoic acid	tricosanoic acid	۰/۱۷	۰/۰۳	
	C24:0	tetracosanoic acid	lignoceric acid	۰/۲۰	۰/۰۲	
	اسیدهای چرب دارای یک باند دوگانه (MUFA)	C14:1	cis-9-tetradecenoic acid	myristoleic acid	۲/۳۶	۰/۰۲
		C16:1	cis-9-hexadecenoic acid	palmitoleic acid	۱/۷۰	۰/۱۶
		C18:1	trans-9-octadecenoic acid	elaidic acid	۱/۳۶	۰/۰۴
			cis-9-octadecenoic acid	oleic acid	۱۵/۲۳	۰/۰۴
C20:1		cis-11-octadecenoic acid	vaccenic acid	۲/۶۲	۰/۰۴	
		cis-11-eicosenoic acid	gondoic acid	۰/۱۱	۰/۰۲	
C22:1		cis-13-docosenoic acid	erucic acid	۰/۲۸	۰/۰۴	
اسیدهای چرب دارای چند باند دوگانه (PUFA)	C18:2	all trans-9,12-octadecadienoic acid (1)	linolelaidic acid	۱/۹۳	۰/۰۱	
		cis-9,12-octadecadienoic acid (1)	linoleic acid	۲/۶۰	۰/۰۵	
		all Trans-9,12,15-octadecatrienoic acid	octadecatrienoic acid	۰/۰۲	۰/۰۱	
	C18:3	cis-9,12,15-octadecatrienoic acid (2)	α-linolenic acid	۰/۵۳	۰/۰۲	
		cis-6,9,12-octadecatrienoic acid (1)	γ-linolenic acid	۰/۶۶	۰/۰۲	
	C20:2	cis-11,14-eicosadienoic acid (1)	eicosadienoic acid	۰/۱۲	۰/۰۴	
	C20:3	cis-5,8,11-eicosatrienoic acid	mead acid	۰/۰۵	۰/۰۱	
	C20:4	cis-5,8,11,14-eicosatetraenoic acid (1)	arachidonic acid	۰/۰۶	۰/۰۱	
	C20:5	cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid (2)		۰/۱۰	۰/۰۱	
	C22:2	cis-13,16-docosadienoic acid (1)		۰/۰۵	۰/۰۱	
C22:3	cis-13,16,19-docosatrienoic acid (2)		۰/۰۵	۰/۰۱		
نتایج	اسیدهای چرب اشباع (SFA)			۵۱/۱۶	۰/۷۱	
	اسیدهای چرب دارای یک باند دوگانه (MUFA)			۲۳/۶۵	۰/۳۵	
	اسیدهای چرب دارای چند باند دوگانه (PUFA)			۶/۱۶	۰/۲۰	
	اسیدهای چرب کل ترانس (TTFA)			۳/۳۱	۰/۰۶	
کل اسیدهای چرب				۸۰/۹۷	۱/۲۶	

(۱) اسید چرب امگا ۶، (۲) اسید چرب امگا ۳

Peaks:

- 1 C4:0
- 2 C6:0
- 3 C8:0
- 4 C10:0
- 5 C12:0
- 6 C13:0
- 7 C14:0
- 8 C14:1
- 9 C15:0
- 10 C23:0
- 11 C16:0
- 12 C16:1
- 13 C17:0
- 14 C18:0
- 15 C18:1
- 16 C18:1
- 17 C18:1
- 18 C19:0
- 19 C20:0
- 20 C22:1
- 21 C18:3
- 22 C20:1
- 23 C18:3
- 24 C21:0
- 25 C20:2
- 26 C22:0
- 27 C22:1



نمودار (۱)- نتایج روغن حیوانی شهرستان سراب، در خصوص اعداد بالای پیکها به جدول (۵) مراجعه شود.

جدول (۶)- فاکتورهای اسید چرب در نمونه‌های روغن حیوانی (انحراف استاندارد \pm میانگین)

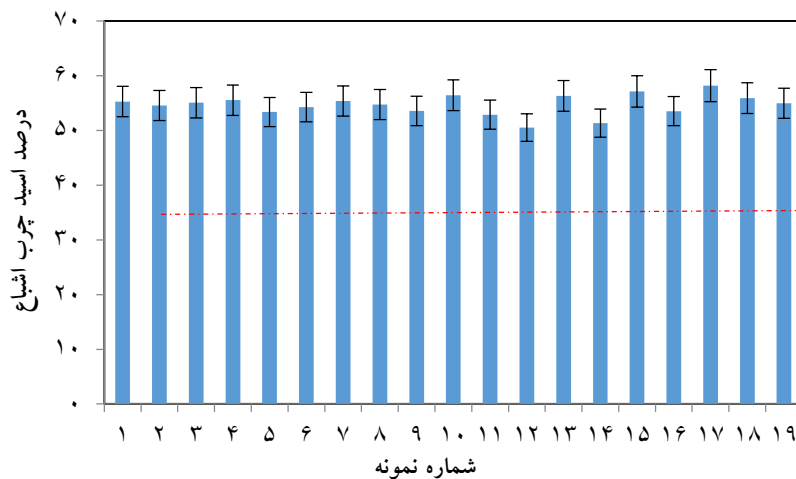
P:S	TFA	TFA	SFA	PUFA	MUFA	منطقه نمونه برداری	ناحیه	ردیف	
۰/۱۰	۳/۴۸ \pm ۰/۱۷ c	۸۵/۲۷ \pm ۴/۲۶ a	۵۵/۲۹ \pm ۲/۷۶ a	۵/۶۱ \pm ۰/۲۸ a	۲۴/۳۷ \pm ۱/۲۲ a	سراب	شهرستان‌های شمالی	۱	
۰/۱۰	۳/۰۳ \pm ۰/۱۵ a	۹۰/۱۶ \pm ۴/۵۱ c	۵۴/۵۶ \pm ۲/۷۳ a	۵/۵۹ \pm ۰/۲۸ a	۲۷/۸۱ \pm ۱/۳۹ c	چوار		۲	
۰/۰۸	۲/۶۳ \pm ۰/۱۳ b	۸۶/۴۷ \pm ۴/۳۲ a	۵۵/۰۶ \pm ۲/۷۵ a	۴/۶۱ \pm ۰/۲۳ a	۲۶/۸۰ \pm ۱/۳۴ c	سرایله		۳	
۰/۰۸	۳/۳۷ \pm ۰/۱۷ c	۹۰/۰۲ \pm ۴/۵۰ c	۵۵/۵۳ \pm ۲/۷۸ a	۴/۵۷ \pm ۰/۲۳ a	۲۵/۴۳ \pm ۱/۲۷ a	شیاب		۴	
۰/۰۹	۳/۲۰ \pm ۰/۱۶ a	۸۶/۳۴ \pm ۴/۳۲ a	۵۳/۳۷ \pm ۲/۶۷ a	۴/۸۶ \pm ۰/۲۴ a	۲۸/۱۰ \pm ۱/۴۱ c	آسمان آباد		۵	
۰/۰۹	۳/۱۴ \pm ۰/۱۶ a	۸۴/۵۹ \pm ۴/۲۳ a	۵۴/۲۷ \pm ۲/۷۱ a	۵/۰۴ \pm ۰/۲۵ a	۲۵/۲۸ \pm ۱/۲۶ a	خوران	شهرستان‌های مرکزی	۶	
۰/۰۷	۲/۵۷ \pm ۰/۱۳ b	۸۵/۰۰ \pm ۴/۲۵ a	۵۵/۳۹ \pm ۲/۷۷ a	۳/۸۱ \pm ۰/۱۹ b	۲۵/۸۰ \pm ۱/۲۹ a	چالانچی		۷	
۰/۰۸	۳/۱۴ \pm ۰/۱۶ a	۸۴/۷۵ \pm ۴/۲۴ a	۵۴/۷۴ \pm ۲/۷۴ a	۴/۴۵ \pm ۰/۲۲ a	۲۵/۵۶ \pm ۱/۲۸ a	میشخاص		۸	
۰/۱۱	۳/۱۰ \pm ۰/۱۶ a	۸۸/۲۲ \pm ۴/۴۱ c	۵۳/۵۶ \pm ۲/۶۸ a	۵/۸۳ \pm ۰/۲۹ a	۲۴/۴۱ \pm ۱/۲۲ a	ملکشاهی		۹	
۰/۱۲	۳/۲۳ \pm ۰/۱۶ a	۹۰/۵۴ \pm ۴/۵۳ c	۵۶/۴۴ \pm ۲/۸۲ c	۶/۶۶ \pm ۰/۳۳ a	۲۵/۳۴ \pm ۱/۲۷ a	بدره		۱۰	
۰/۰۸	۲/۷۹ \pm ۰/۱۴ a	۸۶/۲۴ \pm ۴/۳۱ a	۵۲/۸۹ \pm ۲/۶۴ a	۴/۴۰ \pm ۰/۲۲ b	۲۵/۹۵ \pm ۱/۳۰ a	عباس آباد		۱۱	
۰/۱۰	۲/۸۴ \pm ۰/۱۴ a	۸۰/۱۹ \pm ۴/۰۱ b	۵۰/۵۱ \pm ۲/۵۳ b	۵/۱۸ \pm ۰/۲۶ a	۲۴/۵۱ \pm ۱/۲۳ a	هفت چشمه		۱۲	
۰/۱۳	۲/۷۶ \pm ۰/۱۴ a	۸۴/۰۰ \pm ۴/۲۰ a	۵۶/۳۳ \pm ۲/۸۲ c	۷/۱۶ \pm ۰/۳۶ c	۲۴/۶۹ \pm ۱/۲۳ a	سراب میمه		شهرستان‌های جنوبی	۱۳
۰/۱۴	۳/۰۴ \pm ۰/۱۵ a	۸۱/۳۰ \pm ۴/۰۷ b	۵۱/۳۴ \pm ۲/۵۷ b	۷/۰۹ \pm ۰/۳۵ c	۲۲/۸۷ \pm ۱/۱۴ a	مورموری			۱۴
۰/۱۳	۳/۰۳ \pm ۰/۱۵ a	۸۱/۹۳ \pm ۴/۱۰ b	۵۷/۱۴ \pm ۲/۸۶ c	۷/۵۲ \pm ۰/۳۸ c	۲۳/۲۷ \pm ۱/۱۶ a	دره شهر			۱۵
۰/۱۳	۲/۸۰ \pm ۰/۱۴ a	۸۴/۷۶ \pm ۴/۲۴ a	۵۳/۵۳ \pm ۲/۶۸ a	۷/۱۲ \pm ۰/۳۶ c	۲۱/۰۰ \pm ۱/۰۵ b	آبدانان			۱۶
۰/۱۳	۳/۰۵ \pm ۰/۱۵ a	۸۶/۴۴ \pm ۴/۳۲ a	۵۸/۱۸ \pm ۲/۹۱ c	۷/۳۳ \pm ۰/۳۷ c	۲۰/۹۳ \pm ۱/۰۵ b	دهلران			۱۷
۰/۱۱	۲/۷۳ \pm ۰/۱۴ a	۸۵/۲۱ \pm ۴/۲۶ a	۵۵/۹۲ \pm ۲/۸۰ a	۶/۲۷ \pm ۰/۳۱ a	۲۶/۰۲ \pm ۱/۳۰ a	ماژین	۱۸		
۰/۱۳	۳/۱۱ \pm ۰/۱۶ a	۸۱/۹۵ \pm ۴/۱۰ b	۵۴/۹۸ \pm ۲/۷۵ a	۷/۰۱ \pm ۰/۳۵ c	۲۱/۸۸ \pm ۱/۰۹ b	زنجیره	۱۹		

MUFA: مجموع اسید چرب اشباع نشده با یک باند دوگانه، PUFA: مجموع اسید چرب اشباع نشده، TFA: مجموع اسید چرب

ترانس، SFA: مجموع اسید چرب اشباع شده، TFA: مجموع اسید چرب، P:S: PUFA/SFA

می باشد. در مطالعات گذشته نشان داده شده است دما اثر کمی بر اکسیداسیون اکسیژن یگانه داشته اما اثر معنی داری روی اکسیداسیون اکسیژن سه گانه دارد که انرژی فعال سازی بالایی را برای واکنش می طلبد، در اکسیداسیون با اکسید سه گانه PUFA مستعدتر از MUFA هستند.

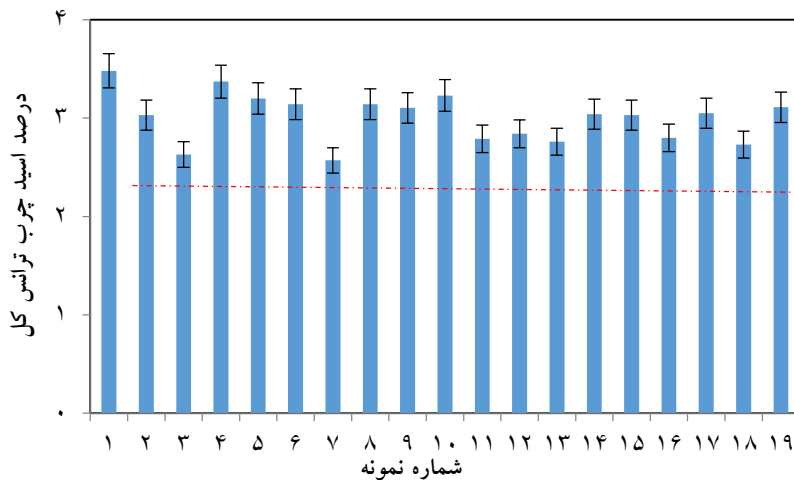
در نمودار (۲)، درصد اسیدهای چرب شهرستان های استان در نواحی مختلف باهم مقایسه شده است. همان طور که مشاهده می شود، میانگین درصد اسیدهای چرب شهرستان های استان در ناحیه های مختلف (مرکزی، شمالی و جنوبی) باهم تفاوت معنی داری نشان ندادند و با میانگین کل ۵۴/۶۹٪، بیانگر درصد بالای این نوع اسید چرب در همه روغن های حیوانی استان



نمودار (۲) - درصد اسید چرب اشباع در نمونه های روغن های حیوانی استان ایلام

کلیه نمونه های روغن های حیوانی از درصد مجاز استاندارد بالاتر می باشد.

در بررسی دیگر، درصد اسید چرب ترانس روغن ها باهم مقایسه شده است. همان طور که در نمودار (۳) نشان داده شده است، میزان درصد اسید چرب ترانس



نمودار (۳) - درصد اسید چرب ترانس کل در نمونه‌های روغن حیوانی استان ایلام

بحث و نتیجه‌گیری

مرکزی بالاتر می‌باشد. افزایش درجه حرارت مهم‌ترین عامل مؤثر بر سرعت اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت در روغن‌های حیوانی مناطق جنوبی استان به‌علت دمای بالا و نگهداری روغن به روش سنتی که اغلب در خیک می‌باشد بیشتر از مناطق مرکزی و شمالی تحت تأثیر عوامل اکسیداسیون قرار گرفته و در نتیجه دارای اندیس پراکسید بیشتر خواهند بود.

بررسی مقدار اندیس یدی روغن‌های حیوانی مناطق مختلف استان ایلام نشان داد که کلیه نمونه‌ها در دامنه استاندارد قرار داشتند. مطابق جدول (۳)، بیشترین و کمترین مقدار اندیس یدی در روغن حیوانی به ترتیب شهرستان‌های ماژین و چالانچی به خود اختصاص داده‌اند. از طرفی میانگین اندیس یدی مناطق شمالی (۳۳/۵۸) با میانگین اندیس یدی مناطق جنوبی (۳۳/۳۶) و مرکزی (۳۳/۳۶) تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

بر طبق جدول (۳)، بیشترین و کمترین مقدار عدد صابونی در روغن حیوانی به ترتیب شهرستان‌های دهلران

در این تحقیق به‌طور گسترده به مطالعه اندیس فیزیکی - شیمیایی، میزان فلزات سنگین و پروفایل اسید چرب در روغن‌های حیوانی پرداخته شد. بررسی مقدار اندیس اسیدیته روغن‌های حیوانی مناطق مختلف استان ایلام نشان می‌دهد که کلیه نمونه‌ها کمتر از حد بحرانی قرار داشتند. مطابق جدول (۳)، در این تحقیق شهرستان‌های خوران و شهاب به ترتیب بیشترین و کمترین اندیس اسیدیته را نسبت به دیگر شهرستان‌های استان داشتند. از طرفی میانگین درصد اندیس اسیدیته مناطق مرکزی از مناطق جنوبی و شمالی اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد ($p < 0/01$).

بررسی مقدار اندیس پراکسید روغن‌های حیوانی مناطق مختلف استان ایلام نشان داد اندیس پراکسید کلیه نمونه‌ها کمتر از حداکثر مجاز قرار داشت و مطابق جدول (۳)، دره شهر و آسمان‌آباد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار اندیس پراکسید را نشان دادند. میانگین اندیس پراکسید مناطق جنوبی نسبت به مناطق شمالی و

دارد (Hua et al., 2008, Rezayati-Zad et al., 2018, Kamari and Taheri, 2018, Jalilian and Taheri, 2018).

میزان این فلزات در کلیه نمونه‌های کمتر از بیشینه مجاز توصیه شده استاندارد ملی است (ISIRI, 12968/2013). میانگین درصد اسیدهای چرب شهرستان‌های استان (۰/۵۴/۶۹) در نواحی مختلف باهم تفاوت معنی داری نشان ندادند. مقایسه اسیدهای چرب غیراشباع نشان داد مناطق جنوبی استان دارای اسید چرب غیراشباع PUFA بیشتری و MUFA کمتری نسبت به مناطق شمالی و مرکزی استان می‌باشند (Salimon et al., 2017). میزان درصد اسید چرب ترانس کلیه نمونه‌های روغن‌های حیوانی از درصد مجاز استاندارد بالاتر می‌باشد. با بررسی اندیس‌های فیزیکی-شیمیایی، میزان فلزات سنگین و فاکتورهای اسید چرب نمونه‌های روغن حیوانی استان ایلام، مصرف روغن حیوانی به‌عنوان روغن جایگزین در مصارف روزانه توصیه نمی‌شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال به خاطر فراهم کردن امکانات اجرای این تحقیق قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

و آسمان‌آباد به خود اختصاص داده‌اند. از نظر آماری تفاوت معنی داری بین نتایج میانگین سه ناحیه مشاهده نمی‌شود (Lin et al., 2005).

مقایسه فلزات سنگین موجود در روغن‌های حیوانی شهرستان‌های شمالی، جنوبی و مرکزی این استان نشان می‌دهد نحوه تغییرات فلزات سنگین همسو بوده و میزان این عناصر در مناطق جنوبی بیش از مناطق شمالی و مرکزی می‌باشد. همان‌طور که از جدول (۴) مشهود است، بین میزان فلز مس در شهرستان‌های مختلف استان ایلام تفاوت معنی داری وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین میزان فلز مس به‌ترتیب به شهرستان‌های دره شهر، سراب میمه و ماژین از شهرستان‌های جنوبی استان تعلق گرفت و کمترین میزان مس در روغن حیوانی در شهرستان‌های شمالی و مرکزی مشاهده شد. اختلاف معنی داری ($p < 0/01$) بین میانگین میزان مس در شهرستان‌های جنوبی استان نسبت به شهرستان‌های شمالی و مرکزی دیده می‌شود. از طرفی بین نتایج شهرستان‌های شمالی و مرکزی اختلاف معنی داری در میزان مس مشاهده نشد. نتایج حاصله در خصوص فلزات سنگین کروم و کبالت رفتار مشابهی را در تقسیم‌بندی ارائه شده نشان می‌دهد. این تغییرات به نحوی می‌تواند ناشی از شرایط اقلیمی، بکر بودن منطقه و خوراک دام باشد که به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم می‌تواند بر سطح فلزات سنگین موجود در روغن‌های حیوانی به‌دست‌آمده تأثیرگذار باشد. نتایج آزمایش حاضر درزمینه بررسی فلزات سنگین در روغن‌های حیوانی با برخی از تحقیقات مشابه در این زمینه مطابقت

منابع

- Al-khalifah, A. and Al-kahtani, H. (1993). Composition of ghee (Samn Barri's) from cow's and sheep's milk. *Food Chemistry*, 46(4): 373-375.
- Alisher, K.K., Khamza, T.S. and Ikbol, Y.S. (2019). Quantum-chemical study of geometric and energy characteristics of some bases of shiff gossipol. *Progress in Chemical and Biochemical Research*, 2(1): 1-5.
- Blasi, F., Montesano, D., De angelis, M., Maurizi, A., Ventura, F., Cossignani, L., Simonetti, M. and Damiani, P. (2008). Results of stereospecific analysis of triacylglycerol fraction from donkey, cow, ewe, goat and buffalo milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(1): 1-7.
- Brown, S.A., Morrisett, J.D., Boerwinkle, E., Hutchinson, R. and Patsch, W. (1993). The relation of lipoprotein [a] concentrations and apolipoprotein [a] phenotypes with asymptomatic atherosclerosis in subjects of the atherosclerosis risk in communities (ARIC) Study. *Arteriosclerosis and Thrombosis: A Journal of Vascular Biology*, 13(11): 1558-1566.
- Brühl, L. (1997). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society, Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes, Section I. Ed. The AOCS Methods Editor and the AOCS Technical Department. 54 pages. AOCS Press, Champaign, Lipid / Fett, 99, pp: 197-197.
- Dashti, N., Feng, Q., Freeman, M.R., Gandhi, M. and Franklin, F.A. (2002). Trans polyunsaturated fatty acids have more adverse effects than saturated fatty acids on the concentration and composition of lipoproteins secreted by human hepatoma HepG2 cells. *The Journal of Nutrition*, 132(9): 2651-2659.
- Dini, T.M. and Carapetian, Z. (2008). An investigation of physical and chemical characteristics of seed in ten sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties. *Iranian Journal of Biology*, 20(4): 327-33.
- Filazi, A., Baskaya, R., Kum, C. and Hismiogullari, S.E. (2003). Metal concentrations in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. *Human & Experimental Toxicology*, 22(2): 85-87.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1): 497-509.
- Hua, T., Chunyi, L., Chaohe, Y. and Honghong, S. (2008). Alternative processing technology for converting vegetable oils and animal fats to clean fuels and light olefins. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16(3): 394-400.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2014). Animal and Vegetable Oils and Fats –Crude Corn Oil -Specifications and Test methods. 1st revision, ISIRI No. 8634. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2014) Animal and Vegetable Oils and Fats –Crude Sunflower Oil -Specifications and Test methods. 1st revision, ISIRI No. 10086. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2016) Animal and vegetable fats and oils - Determination of acid value and acidity -Test method. 2^{ed} revision, ISIRI No. 4886. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2005) Pasteurized butter Specification and test method. 6^{ed} revision, ISIRI No. 162. [In Persian]
- Itodo, A.U., Itodo, O.M., Iornumbe, E. and Fayomi, M.O. (2019). Sorptive chelation of metals by inorganic functionalized organic WOX–EDA nanowires: adsorbent characterization and isotherm studies. *Progress in Chemical and Biochemical Research*, 1(1): 50-59.
- Jalilian, R. and Taheri, A. (2018). Synthesis and application of a novel core-shell-shell magnetic ion imprinted polymer as a selective adsorbent of trace amounts of silver ions. *e-Polymers*, 18(2): 123-134.
- Kamari, K. and Taheri, A. (2018). Preparation and evaluation of magnetic core–shell mesoporous molecularly imprinted polymers for selective adsorption of amitriptyline in biological samples. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 86: 230-239.

- Lin, Q., Song, Y., Su, D., Chen, R. and Chen, W. (2005). Study on characteristic indexes of fatty acids in fish oil for feeds. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 20(2): 128-132.
- Matthan, N.R., Welty, F.K., Barrett, P.H.R., Harausz, C., Dolnikowski, G.G., Parks, J.S., et al. (2004). Dietary hydrogenated fat increases high-density lipoprotein apoA-I catabolism and decreases low-density lipoprotein apob-100 catabolism in hypercholesterolemic women. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 24(6): 1092-1097.
- Micha, R. and Mozaffarian, D. (2010). Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. *Lipids*, 45(10): 893-905.
- Mohammadi, S., Taheri, A. & Rezayati-zad, Z. (2018). Ultrasensitive and selective non-enzymatic glucose detection based on Pt electrode modified by carbon nanotubes@ graphene oxide/ nickel hydroxide-Nafion hybrid composite in alkaline media. *Progress in Chemical and Biochemical Research*, 1(1): 1-10.
- Motevalli, S.M. and Mirzajani, F. (2019). Biotic/Abiotic Stress Influences on Human Epidermal Keratinocyte Cells. *Progress in Chemical and Biochemical Research*, 2(1): 53-58.
- Rezayati-zad, Z., Davarani, S.S.H., Taheri, A. and Bide, Y. (2018). A yolk shell Fe₃O₄@PA-Ni@Pd/Chitosan nanocomposite -modified carbon ionic liquid electrode as a new sensor for the sensitive determination of fluconazole in pharmaceutical preparations and biological fluids. *Journal of Molecular Liquids*, 253: 233-240.
- Rosenfeld, J. (2002). Application of analytical derivatizations to the quantitative and qualitative determination of fatty acids. *Analytica Chimica Acta*, 465(1-2): 93-100.
- Sağdıç, O., Dönmez, M. and Demirci, M. (2004). Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butters produced from goats', ewes' or cows' milk. *Food Control*, 15(6): 485-490.
- Salimon, J., Omar, T.A. and Salih, N. (2017). An accurate and reliable method for identification and quantification of fatty acids and trans fatty acids in food fats samples using gas chromatography. *Arabian Journal of Chemistry*, 10: S1875-S1882.
- Silvestre, C.I., Santos, J.L., Lima, J.L. and Zagatto, E.A. (2009). Liquid-liquid extraction in flow analysis: a critical review. *Analytica chimica acta*, 652(1-2): 54-65.
- Society, A.O.C. and Firestone, D. Association of Official Agricultural Chemists (AOAC), (1994). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Vol. 5, pp: 2-93.
- Soyeurt, H. and Gengler, N. (2008). Genetic variability of fatty acids in bovine milk. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 12(2): 203-210.
- Tchounwou, P.B., Yedjou, C.G., Patlolla, A.K. and Sutton, D.J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology*, 133-164.
- Tricon, S. and Yaqoob, P. (2006). Conjugated linoleic acid and human health: a critical evaluation of the evidence. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 9(2): 105-110.
- Turan, S., Topcu, A., Karabulut, I., Vural, H. and Hayaloglu, A.A. (2007). Fatty acid, triacylglycerol, phytosterol, and tocopherol variations in kernel oil of Malatya apricots from Turkey. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(26): 10787-10794.
- Van ruth, S., Villegas, B., Akkermans, W., Rozijn, M., Van der kamp, H. and Koot, A. (2010). Prediction of the identity of fats and oils by their fatty acid, triacylglycerol and volatile compositions using PLS-DA. *Food Chemistry*, 118(4): 948-955.
- Willett, W. (2006). Trans fatty acids and cardiovascular disease-epidemiological data. *Atherosclerosis Supplements*, 7(2): 5-8.
- Woodside, J.V., Mckinley, M.C. and Young, I.S. (2008). Saturated and trans fatty acids and coronary heart disease. *Current Atherosclerosis Reports*, 10(6): 460-466.

“Research article”

 10.30495/JFH.2020.1879716.1234

Fatty acid profile and heavy metal (copper, chromium and cobalt) content in animal oils in Ilam province

Gholami Gilani, S.¹, Taheri, A.^{2*}, Gholami Gilani, G.³, Shahmari, M.⁴

1. M.Sc Graduate, Department of Food Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant professor, Department of Chemistry, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran
3. Assistant professor, Faculty of Veterinary Medicine, Urumia University, Urumia, Iran
4. Assistant professor, Department of Food and Drug, Faculty of Medicine, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran

*Corresponding author: taheri@ilam-iau.ac.ir
(Received: 2019/9/27 Accepted: 2020/3/11)

Abstract

In determining the quality of oils, heavy metal content, physical-chemical indices, and fatty acid profile, especially trans fatty acids are important factors. In this study, animal oil samples of different regions of Ilam province studied. After digestion and extraction by microwave-assisted acid digestion, the heavy metals content of the samples measured by an improved flame atomic absorption spectroscopy method. Moreover, after extraction and derivatization of the oils, the fatty acid profile was analyzed by gas chromatography. To facilitate the conclusion of the data obtained, samples of different regions of the province are divided into three parts: northern, southern, and central cities. According to the results, copper, cobalt, and chromium levels were reported in the range of 0.04-4.47, 0.02-2.33, and 0.02-3.54 mg/kg, respectively, which were below the maximum permissible levels. It was revealed that using the modified gas chromatography method, it is possible to separate and measure 27 fatty acids simultaneously. Besides, an acceptable degree of extraction of oleic and linoleic acid is extracted to calculate the cis and trans isomers, which was achieved.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Physicochemical indices, Liquid-liquid extraction, Heavy metals, Fatty acids