

بررسی ترکیب اسیدهای چرب و کیفیت روغن استخراج شده از پساب پخت مقدماتی تون ماهیان در کارخانجات کنسرو سازی، اسکپ جک (*Katsuwonus pelamis*) و یلوفین (*Thunnus albacares*)

وجیهه محمودی^{۱*}، جواد کرامت^۲، محمد حجت الاسلامی^۳، هومان مولوی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد شهرکرد

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد شهرکرد

۴- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۸)

چکیده

تون ماهیان از جمله مهمترین ماهیان تجاری مورد استفاده در تولید کنسرو ماهی در ایران می باشد. مرحله پخت مقدماتی ماهی یکی از مراحل مهم تولیدکننده ضایعات آبی در کارخانجات کنسرو سازی است. پساب خروجی از این مرحله محتوی مقادیر متفاوتی چربی خروجی از بدن ماهی می باشد. روغن ماهی محتوی اسیدهای چند غیر اشباع بلند زنجیر (PUFA) خصوصاً ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA)، دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) و آراشیدونیک اسید (AA) است. روغن استحصال شده از پساب خروجی اتوکلاوهای پخت دو ماهی اسکپ جک و یلوفین از نظر ترکیب اسیدهای چرب، مقادیر عدد یدی، اسیدیته، پراکسید، بازده روغن و پساب پخت مورد آنالیز قرار گرفت. بازده کلی پساب از ماهی یلوفین (۲۲/۵٪) افزایش معنی داری نسبت به اسکپ جک (۲۰/۴٪) نشان داد ($p < 0.05$). بازده روغن پساب یلوفین (۱/۵۵٪) از مقدار اندازه گیری شده برای اسکپ جک (۰/۸۱٪) بیشتر بود ($p < 0.05$). از نظر عدد یدی روغن اسکپ جک و از نظر پراکسید روغن یلوفین ($p < 0.05$) مقادیر بالاتری را نشان داد. اسید چرب های عمده در هر دو روغن اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) ۲۱/۱۲٪ و ۲۴/۱۱٪، (C۱۸:۱C ۹ω) ۱۵/۴۶٪ و ۱۲/۳۵٪ و (C۲۲: ۶ω ۳DHA) ۲۳٪ و ۲۳/۱۵٪ به ترتیب در پساب پخت ماهی اسکپ جک و یلوفین بود. مجموع PUFA، و نسبت PUFA/SFA در اسکپ جک و میزان SFA در یلوفین بیشتر بود ($p < 0.05$). در نهایت با توجه به غیراشباعیت بالاتر و همچنین پراکسید کمتر در اوزان مساوی، روغن پساب پخت اسکپ جک مناسب تر ارزیابی می شود ولی در مقیاس صنعتی بدلیل بازده بیشتر روغن از پساب پخت یلوفین، ماهی یلوفین ارجحیت تر بیشتر دارد.

کلید واژگان: ضایعات آبی، ترکیب اسیدهای چرب، روغن ماهی، تون ماهیان

* مسئول مکاتبات: vm23062015@gmail.com

۱- مقدمه

که ذکر شد ماهی و فراورده های دریایی در حال حاضر مهمترین منبع تامین این اسید های باارزش هستند و با در نظرگیری ملاحظیات اقتصادی استفاده از ضایعات ماهی می تواند یکی از بهترین گزینه ها برای دستیابی به این چربی های سودمند باشد. طی فرآیند کردن ماهی معمولا تا ۵۰٪ وزن بدن ضایعات ایجاد می شود که برای تولید غذای آبزیان، روغن، و کود استفاده می شود. محتوای روغن این ضایعات بین ۱/۴ تا ۴۰/۱٪ متغیر است و مقدار آن بسته به نوع بافت، رسیدگی جنسی، رژیم غذایی و فصل، منطقه ی دریا و نوع زندگی ماهی از نظر مهاجر یا غیر مهاجر بودن متفاوت است [۷ و ۸]. یکی از متداولترین ضایعات قابل بازیافت در این زمینه طی فرایند کردن انواع ماهی تون جهت تولید کنسرو ماهی ایجاد می شود. در این مورد جدای از ضایعات جامد که شامل پوست، گوشت تیره، استخوان، سر، دم و باله ها می باشد بخش قابل ملاحظه ای هم از ضایعات مایع حین پخت مقدماتی از دیگ های پخت ماهی تولید می شود. پخت ماهی در این دیگ های دوجداره توسط بخار مرطوب تحت فشار با دمایی حدود ۱۰۶°C و زمان ۴۵ تا ۶۰ دقیقه که بر حسب نوع و اندازه ماهی ممکن است بیشتر شود انجام می شود [۹]. در این مدت دما به صورتی افزایش می یابد که دمای مرکز ماهی و نزدیک ستون فقرات C ۷۰° باشد [۱۰]. پخت مقدماتی علاوه بر اینکه به قرارگیری بهتر ماهی در قوطی کمک می کند با حذف آب خروجی^۶ از گوشت ماهی از ایجاد ظاهر نامناسب در محصول نهایی جلوگیری می کند [۱۰]. فیله حین پخت ۱۷ تا ۲۳ درصد وزن خود را از دست می دهد [۹]. این کاهش وزن بصورت پساب همراه بخار کندانس شده از اتوکلاو پخت خارج و وارد فاضلاب می شود. تاکید این بررسی بر استخراج و شناسایی ترکیب اسید های چرب روغن حاصل از پساب پخت دو گونه ماهی متداول در کارخانجات تولید کنسرو ماهی تون به اسامی اسکپ جک^۷ با نام علمی *Katsuwonus pelamis* و

امروزه ماهی رایج ترین منبع امگا - ۳ در رژیم انسانی است، روغن ماهی بالاترین مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع امگا۳ (PUFA^۱) را نسبت به روغن دانه ها و میکروآلگ ها دارد در این بین ماهیان روغنی مثل خانواده اسکامبروئید و سالمونوئید ها گونه هایی با بالاترین درصد ایکوزاپنتانویک اسید (EPA^۲) و C20:5 ω3 و دوکوزاهگزانویک اسید (DHA ω3 C22:6) در بخش غذایی هستند [۱]. EPA و DHA اسیدهای چرب ضروری برای انسان بوده و باعث توسعه بافت مغزی و عصبی نوزادان، افزایش عملکرد بینایی و کاهش درصد شیوع بیماریهای قلبی عروقی می شود [۲]. از دیگر اسیدهای چرب ضروری برای انسان می توان به لینولئیک اسید (C18:3 ω6^۳) و LA و آلفا لینولئیک اسید (C18:3 ω3 ALA) اشاره کرد. غیاب لینولئیک اسید در رژیم غذایی باعث توسعه ناهنجاریهایی مثل دیابت، افسردگی، آرتریت روماتیسمی، بیماری های تناسلی و اختلالات خودایمنی می شود [۱ و ۳]. آراشیدونیک اسید (C20 : 4^۴ω6AA) نیز نقش مهمی بر رشد داشته پیش ساز پروستا گلاندین و ترمبوکسان است [۴]. کاهش مصرف غذاهای دریایی در جوامع صنعتی طی دهه های اخیر باعث کاهش میزان جذب این اسیدهای چرب ضروری شده که نشان دهنده تغییر قابل ملاحظه ای در نسبت اسیدهای چرب غیر اشباعی امگا - ۶ به امگا - ۳ در رژیم غذایی بشر می باشد. کم بودن تعادل میان این اسید های چرب در رژیم غذایی منجر به بی نظمی هایی در سامانه ای ایمنی بدن می شود [۵]. نسبت امگا ۶ به امگا ۳ ضریب خوبی برای مقایسه ی نسبی ارزش تغذیه ای چربی های مختلف است و بالانس اپتیمم برای آن در بدن انسان ۱:۱ است در حالیکه سازمان بهداشت جهانی^۵ ماکسیم مقدار این نسبت را ۵ در کل رژیم غذایی انسان تعیین کرده است. همانطور

1 Omega-3 polyunsaturated fatty acids

2 Eicosapentaenoic acid

3 Linoleic acid

4 Arachidonic acid

5 WHO: World Health Organisation

6 Liquor
7 Skipjack

۲-۳ - تهیه روغن ماهی

استخراج روغن از لایه چربی بالایی به کمک مخلوطی از حلال هگزان: اتانول (۱:۳، حجمی /حجمی) صورت گرفت. ۱۰۰ گرم از چربی جمع‌آوری شده از پساب با ۳۰۰ میلی لیتر از مخلوط حلال طی ۳ مرحله استخراج گردید. هر بار لایه هگزان بالایی (فاز آلی) به ظرف دیگر منتقل و فاز آبی پایین با ۱۰۰ میلی لیتر حلال تازه بوسیله دکانتور استخراج گردید. میسلا (حلال و روغن) با سولفات سدیم بدون آب، آبگیری شده و بعد از ۱۰ دقیقه برای جداسازی سولفات سدیم بکمک کاغذ صافی، فیلتر شد. در نهایت با استفاده از تبخیر کننده چرخان تحت خلاء و در دمای حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد حلال حذف گردید [۷،۳]. روغن استحصالی تا زمان انجام آزمون در فریزر ۱۰- نگهداری شد.

۲-۴ - اندازه گیری پارامتر های شیمیایی روغن

وزن روغن استحصالی در سه تکرار بعد از حذف هگزان تعیین شد و سپس از نظر پارامترهای شیمیایی عدد یدی، عدد پراکسید، و اسیدیته بر اساس روشهای (AOCS⁴ Methods Cd 1b- Cd 8-53; Cd 3d-63) مورد بررسی قرار گرفت [۱۲].

۲-۵ - آنالیز با گاز کروماتوگرافی

آماده سازی روغن ها برای تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی مطابق (۲۰۰۵) IUPAC⁵ شامل تشکیل متیل استر اسید های چرب به کمک متیلاسیون با اسید سولفوریک غلیظ و متانول و سپس استخراج متیل استر ها با اتر بود [۱۳]. متیل استر اسید های چرب بعد از حذف حلال مطابق برنامه حرارتی زیر به دستگاه تزریق شد. دمای اولیه ستون ۱۶۰°C زمان نگهداری ۱۵ دقیقه، درجه حرارت نهایی: ۲۰۰°C زمان نگهداری ۲۵ دقیقه، نسبت افزایش دما: ۳°C بر دقیقه، درجه حرارت تزریق: ۲۵۰ درجه

ماهی تون یلوفین^۱ با نام علمی *Thunnus albacares* و تعیین ویژگی های کیفی روغن حاصل جهت بررسی امکان استفاده مجدد از آن بعنوان مکمل غذایی می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

نمونه های پساب پخت از کارخانه کنسرو ماهی در اصفهان جمع آوری و تا زمان مصرف در یخچال نگهداری گردید. کلیه حلال ها و مواد شیمیایی گردید آزمایشگاهی و از شرکت مرک یا شارلوت آلمان بودند. استاندارد متیل استر اسید های چرب با مشخصات (Supelco TM 37 Component FAME Mix, Catalog No. 18919-1AMP) و شامل متیل استر ۳۷ اسید چرب از C۴ تا C۲۴ بود.

۲-۲ - تهیه پساب و جمع آوری فاز چربی

سرنشین

در این مطالعه به فاز بالایی سرنشین شده در پساب بدلیل ماهیت جامد در دمای اتاق چربی^۲ و به روغن استحصال شده از آن بخاطر مایع بودن روغن^۳ گفته می شود [۱۱]. پساب از لوله خروجی اتوکلاو های پخت طی ۳ تکرار جمع آوری و جهت جداسازی چربی بر اساس اختلاف وزن مخصوص چربی و پساب مورد استفاده قرار گرفت. فاز چربی به دلیل چگالی پایین تر روغن (۰/۹ : ρ) نسبت به فاز آبی (۱ : ρ) g/cm^3 پس از نگهداری برای ۱۲ ساعت به ۳ بخش لجن ته نشین شده در کف، آب در وسط و چربی در بالا تقسیم شد. چربی سرنشین شده که محتوی بافت های پیوندی، پروتئین، و خونابه خروجی می باشد بعد از حذف کامل فاز مایع به کمک صافی، توزین و تا زمان آزمون در یخچال نگهداری گردید.

4. American Oil Chemists Society
2. International Union of pure and Applied chemistry

8 Yelloofin tuna
2. Fat
3. Oil

۳-۱- بازده پساب و روغن

پساب حاصل از پخت ماهی یلوفین ۲۲/۵ درصد به طور معنی دار ($p < 0.05$) از پساب حاصل از ماهی اسکپ جک ۲۰/۴ درصد بیشتر است. زیاده‌تر بودن مقدار پساب حاصل از پخت ماهی یلوفین به بالاتر بودن میزان رطوبت در آن مربوط می‌باشد. Putro (۲۰۰۹)، میزان رطوبت در ماهی یلوفین را ۷۴/۲ درصد و در ماهی اسکپ جک ۷۰/۴ درصد گزارش کرد [۱۶]. میزان بازده روغن استخراج شده از پساب بکمک هگزان نیز در ماهی یلوفین ۱/۵۵ درصد به طور معنی دار ($p < 0.05$) از روغن استخراجی از پساب حاصل از پخت ماهی اسکپ جک (۰/۸ درصد) بیشتر است بالاتر بودن میزان روغن پساب یلوفین نیز به میزان کل چربی موجود در این ماهی مرتبط است. در مطالعات قبلی میزان چربی در ۱۰۰ گرم بافت این ماهیان به ترتیب ۲/۱ و ۲ درصد در یلوفین و اسکپ جک عنوان شده است [۱۶]. بنابراین از آنجا که میزان روغن استحصالی از ماهی تون یلوفین از اسکپ جک بیشتر است از نظر بازده کلی استخراج روغن از پساب پخت، یلوفین مناسب‌تر ارزیابی می‌گردد.

۳-۱-۱- ویژگی‌های روغن‌های پساب پخت در جدول ۱ آورده شده است.

۳-۲- اسیدهای چرب آزاد

حضور اسیدهای چرب آزاد (FFA) در روغن اولین نشانه هیدرولیز روغن می‌باشد [۷]. طی هیدرولیز اسیدهای چرب از گلیسرول جدا شده باعث تندی روغن و طعم رنسید در آن می‌شود. محتوای بالاتر رطوبت در روغن باعث هیدرولیز سریع‌تر و کیفیت کمتر روغن می‌شود [۱۵]. روغن‌های در معرض دمای بالاتر اسید چرب آزاد بیشتر دارند زیرا هیدرولیز باندهای استر تری گلیسرید در دماهای پایین‌تر اتفاق می‌افتد. این FFA ها طی تصفیه روغن حذف می‌شوند [۱۷]. مقدار اسیدهای چرب آزاد هر دو ماهی مطابق IFOMA² [۱۸] در رنج قابل قبول می‌باشد. و تفاوت معنی‌داری بین روغن حاصل از پساب پخت اسکپ جک و یلوفین دیده نمی‌شود ولی برای ماهی یلوفین به طور جزئی از روغن ماهی اسکپ جک بیشتر بود

سانتی گراد، گاز حامل هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹٪ با سرعت جریان عبور ۰/۸ ml/min، و دستگاه گاز کروماتوگرافی با شناساگر FID، ستون Capillary از نوع 50m×0.25mm cp-sil 88mm (Acme GC-6000 ID, 0.2μm film thickness) مارک ساخت شرکت younglin کره جنوبی.

۲-۶- آنالیز آماری

داده‌ها در سه تکرار آزمون شد و نتایج بصورت میانگین \pm انحراف معیار گزارش گردید. مقادیر میانگین با آزمون t-test ارزیابی و تفاوت معنی‌دار در سطح $p < 0.05$ مشخص شد جداول ستونی در نرم افزار Excel رسم شد.

۳- نتایج و بحث

علت انتخاب دو گونه ماهی اسکپ جک و یلوفین به این علت است که این دو گونه از پر مصرف‌ترین ماهیان صنعتی، تجاری در ایران برای تولید کنسرو می‌باشد. بر طبق گزارش Chaverri از هر ۱۰۰۰ کیلوگرم ماهی ورودی به پروسه تولید کنسرو ۴۰۰ کیلوگرم ضایعات جامد شامل استخوان امعاء و احشاء و سر، و ۱۷۰ تا ۲۳۰ کیلوگرم کاهش وزن بصورت ضایعات آبی در اتوکلاوهای پخت مقدماتی ماهی ایجاد می‌شود [۹]. مقادیر اسیدهای چرب چند غیر اشباع امگا ۳ خصوصاً EPA و DHA در ماهیان مهاجر به طور وسیع بیشتر از انواع غیر مهاجر می‌باشد. مقادیر بالای DHA مشخصه اساسی خانواده تون ماهیان است و نتیجه تجمع پیوسته آن از ماهیان شکار شده توسط آنها می‌باشد چراکه تون ماهیان در صدر زنجیره غذایی قرار می‌گیرند [۱۴]. همچنین مطالعات متعدد نشان داده که گونه‌های مانند

تون ماهیان، آنچویی، تروت و سالمون مقادیر بالایی از EPA و DHA داشته و خواص تغذیه‌ای بالایی دارند [۸ و ۱۵]. بنابراین در کنار فراوانی و تولید ضایعات زیاد حین فرایند، ارزش تغذیه‌ای بالا از دلایل انتخاب این ماهیان می‌باشد.

1. Free fatty acid

1. International Fish Meal & Oil Manufacturers Association

Table 1 chemical characteristic of fish Oil from Tuna Processing Byproducts Liquid Waste

Component	Fish name	Oil from liquid waste	IFOMA
FFA (%Oleic acid)	Skipjack	2/71±0/42 ^{ns}	1-7%
	Yellowfin tuna	3/53±0/31 ^{ns}	2-5%
PV(meq / Kg)	Skipjack	31/41±1/41 ^s	3-20
	Yellowfin tuna	37/46±1/15 ^s	
IV (g I2 100g-1)	Skipjack	159/73±1/03 ^s	-----
	Yellowfin tuna	149/7±0/82 ^s	

Each value in the table represents the mean ± standard deviation. NS are non significantly different and S are significantly different (P < 0.05). Free fatty acid (FFA), peroxide value (PV) and iodine value (IV).

اکسایش بالا است. محصولات اولیه اکسایش هیدروپراکسید هستند اندازه‌گیری هیدروپراکسید پایه اندازه‌گیری عدد پراکسید (PV) می‌باشد و به‌طور رایج برای تخمین عمر نگهداری روغن به عنوان یک شاخص ارزیابی می‌شود [۲۰]. عدد پراکسید روغن حاصل از پساب پخت هر دو ماهی از مقادیر استاندارد IFOMA برای روغن های خام بیشتر است. و مقادیر عدد پراکسید برای روغن ماهی یلوفین به طور معنی دار (p<0.05) از پراکسید ماهی اسکپ جک بیشتر بود. مطابق گزارشات قبلی و استاندارد IFOMA مقادیر مجاز برای روغن خام تصفیه نشده بین ۳ تا ۲۰ meq₂ kg⁻¹ می‌باشد [۱۸] و ماکسیمم مقدار قابل قبول برای مصرف انسانی ۸ meq₂ kg⁻¹ در مورد روغن تصفیه نشده ماهی ذکر شده است [۴]. در مطالعه Suriani و همکاران (۲۰۱۴) بر روی روغن پساب کارخانه کنسرو سازی مقدار پراکسید ۱۵/۸۱ ± ۰/۰۵۳ meq₂ kg⁻¹ گزارش گردید [۱۵]. در حالیکه در مطالعه Chantachum و همکاران (۲۰۰۰) میزان پراکسید روغن استخراجی از سرهای ماهی اسکپ جک که ۱۰۰ °C و ۶۰ دقیقه حرارت دیده بودند بیشتر از ۱ mgkg⁻¹ ۲۰۰ معادل ۲۵ meq₂ kg⁻¹ گزارش شد [۱۷]. بنابراین از آنجایی که در این بررسی نیز حرارت پخت مقدماتی ماهی ها نزدیک به ۱۰۰ °C بود عمده ترین دلیل افزایش پراکسید را می توان قرارگیری چربی در مجاورت اکسیژن ذکر کرد زیرا پساب خروجی برای ۱۲ ساعت در دمای ۴ °C نگهداری گردید تا فاز چربی بصورت لایه چربی فوقانی قابل جداسازی گردد. حضور اکسیژن در این مدت و اتصال با رادیکال‌های آزاد سبب تشکیل رادیکال پراکسید و تشدید اکسایش می‌شود، همچنین از دلایل

بالتر بودن جزئی اسیدیته روغن پساب پخت ماهی یلوفین نسبت به اسکپ جک را می‌توان به بزرگ‌تر بودن سائز این ماهی در مقایسه با ماهی اسکپ جک نسبت داد زیرا در زمان مشابه ماهی یلوفین دیرتر از ماهی اسکپ جک منجمد و دیرتر نیز انجماد زدایی می‌شود. تأثیر فعالیت باکتری‌ها و آنزیم ها در مراحل قبل از انجماد بر روی سکوه‌های ماهی گیری می تواند باعث افزایش اسیدیته در یلوفین شود [۴]. در مطالعه Suriani و همکاران (۲۰۱۴) مقدار اسیدیته روغن حاصل از ضایعات آبی کنسرو سازی ۰/۱۷ ± ۳/۹۹ درصد گزارش شد که نزدیک به مقادیر اسیدیته اندازه گیری شده در این مطالعه است [۱۵]. مقدار اسیدهای چرب آزاد بر حسب پالمیتیک اسید (اسید غالب در پروفایل اسیدهای چرب) در سه قسمت سر، روده و کبد ماهی تون زرده (*EuthynnuaaffiniS*) به ترتیب ۰/۰۳ ± ۴/۰۸، ۰/۰۷ ± ۶/۰۶ و ۷/۲۱ ± ۰/۳ درصد گزارش گردید [۴]. در حالیکه Toistu و همکاران (۲۰۱۴) مقدار اسیدهای چرب آزاد را در روغن ضایعات ماهی تون اسکپ جک را به ترتیب در سر، پوست، جگر و تخمدان ۱/۱، ۱/۹۹، ۳/۸۳، درصد گزارش کرد [۱۹].

۳-۳- عدد پراکسید

تشکیل پراکسید نشانگر آغاز اتواکسایش چربی است، اکسایش مسئله مهم در جابجایی و حمل روغن حاصل از ضایعات می باشد و انبار داری سرد گرچه می تواند اتواکسایش را به تاخیر بیندازد ولی نمی تواند آن را متوقف کند [۷]. در روغن ماهی بدلیل حضور پیوند های دوگانه زیاد در EPA و DHA احتمال

دیگر می تواند دنا تورا سیون حرارتی پروتئین های محتوی آهن خصوصاً میوگلوبین باشد که باعث افزایش آهن در محیط و افزایش سرعت اکسایش می شود [۱۷]. از آنجا که پساب محتوی خونابه خروجی از ماهی است محتوی میوگلوبین و هموگلوبین است. بنابراین لزوم جداسازی سریع چربی از فاز آبی در شرایط خلاء و به روش هایی مثل سانتریفوژ از افزایش پراکسید نمونه جلوگیری می کند. همچنین پوشاندن سطح پساب جمع آوری شده با یک لایه حلال هگزان برای حذف اکسیژن قابل دسترسی نیز پیشنهاد می گردد. به جز موارد ذکر شده بالاتر بودن عدد پراکسید در روغن استحصالی از پساب پخت ماهی یلوفین را می توان به بیشتر بودن تراکم بافت عضلانی ماهی یلوفین نسبت به ماهی اسکپ جک نیز نسبت داد چرا که این موضوع باعث می شود این ماهی معمولاً در کارخانجات کنسرو سازی در قطعات بزرگتر و زمان بیشتری نسبت به ماهی اسکپ جک پخته شود و در نهایت میزان پراکسید پساب پخت آن بالاتر خواهد بود.

۳-۴- عدد یدی

نیز می تواند برای تخمین پایداری اکسیداتیو چربی ها مورد استفاده قرار گیرد [۲۱]. مقادیر عدد یدی (IV) برای روغن های استخراجی از پساب پخت اسکپ جک و یلوفین به ترتیب ۱۵۹/۷۳ و ۱۴۹/۷۰ بود که بطور معنی دار ($p < 0.05$) در مورد ماهی اسکپ جک بیشتر بود. طبق مطالعه Endo و همکاران (۲۰۰۵) روغن های ماهی رنج گسترده ای از عدد یدی از ۵۵ تا ۱۸۸ گرم I₂ بر ۱۰۰ گرم روغن و چربی خانواده تون ماهیان ۱۶۲ گرم I₂ بر ۱۰۰ گرم رادارند [۲۱]. در استاندارد IFOMA مقدار عدد یدی برای ماهیان مختلف (به غیر از انواع تون ماهیان) ۹۵ تا ۲۰۰ ذکر شده است [۱۸]. مقادیر عدد یدی برای روغن استحصال شده از ضایعات ماهی ماکرل ۱۳۳ تا ۱۳۴ [۷] و در مطالعه Khodami و همکاران (۲۰۱۲) [۴] بر روی ضایعات ماهی زرده (از خانواده تون ماهیان) (*Euthynnus affinis*) ۱۴۳ تا ۱۴۹ گزارش شد.

۳-۵- ترکیب اسیدهای چرب روغن پساب پخت

میانگین و انحراف معیار مقادیر بدست آمده طی سه تکرار از اسید های چرب روغن حاصل از پساب دو ماهی در جدول ۲ آورده شده است. درصد ترکیب اسید های چرب در مورد هر دو روغن مطابق (شکل ۱) بصورت اسیدهای چند غیر اشباع-اسید های اشباع <SFA<MUFA<PUFA مشاهده شد که با نتایج قبلی در مورد ترکیب اسید های چرب ماهی تون زرده (*Euthynnus affinis*) [۴]، Tenore و همکاران (۲۰۱۴) بر روی کنسرو گوشت ماهی تون یلوفین [۲۲]، Saito و همکاران (۱۹۹۷) بر روی ماهی تون بونیتو [۲۳] و Karunarathna و همکاران (۲۰۱۰) بر روی اسکپ جک و یلوفین مطابقت دارد [۶]. در گزارش Suriani و همکاران (۲۰۱۴)، بر روی ضایعات مایع (پساب) کارخانه کنسرو سازی در اندونزی (شکل ۲) ترکیب اسید های چرب به صورت $SFA = 33/71$ ، $PUFA = 27/64$ ، $MUFA = 17/79$ درصد گزارش شد [۱۵]. مطابق نمودار شکل (۲) نتایج مطالعه حاضر در مورد مجموع اسیدهای چرب MUFA، PUFA، و اسیدهای چرب امگا ۳ (3ω) از نتایج Suriani و همکاران (۲۰۱۴) بطور مشخص بیشتر و در مورد مجموع اسیدهای چرب امگا ۶ (6ω)، SFA، نسبت PUFA/SFA و 3ω/6ω تفاوت قابل ملاحظه ای مشاهده نمی شود. در توضیح این تفاوت ها بایستی توجه شود که همانطور که قبلاً ذکر شد ترکیب و درصد اسیدهای چرب بسته به گونه ماهی، فصل صید، نوع تغذیه، رسیدگی جنسی، محل صید و دمای آب متفاوت است [۸]. همچنین قابل ذکر است که نتایج گزارش شده توسط Suriani و همکاران (۲۰۱۴) از پساب حاصل از گونه های ماهی تون بدون ذرنوع ماهی و حاصل مجموع ضایعات ناشی از مرحله پخت مقدماتی، ماهی های حذف شده و ضایعات جامد می باشد.

1. Monounsaturated fatty acids
2. Saturated fatty acids
3. Bluefin Tuna

Table 2 Fatty Acid Profile of Fish Oil from Tuna Processing Byproducts Liquid Waste of Skipjack and Yellowfin tuna

Fatty Acid Profile (% Relative)	Oil from liquid waste of Skipjack	Oil from liquid waste of Yellowfin tuna
C14:0	2.57± 0.38 ^{ns}	3/11±0/43 ^{ns}
C16:0	21.12± 0.16 ^{ns}	24/11 ±0/84 ^{ns}
C17:0	0.60± 0.01 ^{ns}	0/52±0/19 ^{ns}
C18:0	7.24 ±0.28 ^s	5/63± 0/47 ^s
C20:0	0.59± 0.004 ^s	0/81±0/01 ^s
C14:1	1.11 ± 0.05 ^s	0/71±0/20 ^s
C16:1 ω9	0.91 ±0.06 ^{ns}	0/79±0/08 ^{ns}
C16:1	4.7 ±0.21 ^s	7/27± 0/41 ^s
C18:1 ω9cis	15.46± 0.46 ^{ns}	12/35 ±0/76 ^{ns}
C18:1 ω11cis	2.70± 0.19 ^{ns}	2/37 ±0/06 ^{ns}
C18:1 ω12cis	0.516±0.00	<0.1
C22:1 ω9	<0.1	<0.1
C24:1 ω9	<0.1	<0.1
C16:3	1.44± 0.05 ^{ns}	1/19±0/2 ^{ns}
C16:4	1.55±0.04 ^s	0/34±0/15 ^s
C18:2 ω 6cisLA	1.81 ±0.04 ^{ns}	1/7 ±0/10 ^{ns}
C18:3 ω 3cisALA	1.19 ±0.005 ^{ns}	1/27 ±0/15 ^{ns}
C20:3 ω3	0.9± 0.09 ^s	0/69± 0/07 ^s
C20:4 ω6AA	2.63±0.22 ^{ns}	2/42±0/08 ^{ns}
C20:4 ω3	<0.1	0/44±0/04
C20:5 ω3EPA	6/26±0/20 ^s	5/21±0/02 ^s
C21:5	2.35±0.23 ^{ns}	2/1 ±0/05 ^{ns}
C22:5 ω3DPA	1.59±0.06 ^s	2/35±0/14 ^s
C22:6 ω3 DHA	23.04±0.47 ^{ns}	23/15 ±0/06 ^{ns}
OTHERS	0	1/38 ±0/34
ΣSFA	32/14±0/43 ^s	34/18 ±0/67 ^s
ΣMUFA	24.89±0.98 ^{ns}	23/50 ±0/96 ^{ns}
ΣPUFA	42.76± 0.35 ^s	40/88 ±0/35 ^s
Σ Poly ω3	32.98±0.13 ^{ns}	33/12 ±0/24 ^{ns}
Σ Poly ω6	4/44±0/04 ^{ns}	4/12 ±0/18 ^{ns}
ω6 / ω3	0/13±0/01 ^{ns}	0/12 ±0/03 ^{ns}
PUFA/SFA	1/33±0/01 [*]	1/2 ± 0/03 [*]

Each value in the table represents the mean ± standard deviation. NS are not significantly different and S are significantly different (P < 0.05).

بر روی دو گونه ماهی تون اسکپ جک و آلباکور [۲۴]، Saito و همکاران (۱۹۹۶) بر روی ماهی یلوفین [۲۵] و Shiming و Peng و همکاران (۲۰۱۳) بر روی بافت ماهیچه‌های ماهی یلوفین و ماهی تون بیگ ای^{۱۸} [۸]، مطابقت دارد. اسید های چرب عمده در مطالعه Suriani و همکاران (۲۰۱۴) بر روی ضایعات آبی کنسرو سازی نیز به ترتیب فراوانی بصورت (C16:۰)، (C18:1 ω9)، (C22:6 ω3DHA) و (C20:5ω3EPA) و مشابه مطالعه حاضر بود، درصد مقادیر آن به ترتیب ۱۹/۳۲ و ۱۳/۹۷ ، ۴/۱۶، ۲۱/۳۸ درصد گزارش گردید [۱۵]. مقدار EPA در مطالعه حاضر به ترتیب ۶/۲ و ۵/۲ درصد و مقدار DHA ۲۳/۱ و ۲۳ درصد کمی بیشتر از مقادیر آن در گزارش های قبلی بر روی روغن پساب کارخانه کنسرو سازی که مقدار EPA و DHA را به ترتیب ۴/۱۶ و ۲۱/۳ درصد گزارش کرده بود می باشد [۱۵]. در مطالعه ای دیگر بر روی پساب حاصل از فرایند تولید آرد ماهی^{۱۹} از ضایعات تون ماهیان مقدار EPA و DHA به ترتیب ۴/۸ و ۲۲/۴ درصد گزارش شد [۱۵]. یک احتمال در مورد بیشتر بودن مقادیر EPA و DHA در مطالعه حاضر نسبت به دو مطالعه قبلی کمتر بودن مقدار اسید های چرب آزاد در این مطالعه نسبت به گزارش Suriani و همکاران (۲۰۱۴) (۳/۹۹ درصد) می باشد زیرا اسیدهای غیر اشباع بلند زنجیر در حضور اسید های چرب آزاد زیاد، سریعتر دچار اکسایش و تخریب می شوند [۱۵]. از طرفی مقادیر بالای DHA در چربی تون ماهیان از ویژگی های بارز در آنها می باشد در یک بررسی مقادیر DHA در ترکیب اسید های چرب خانواده تون ماهیان بیش از ۲۵ درصد (۲۶/۹) درصد از کل ترکیب اسید های چرب این خانواده را شامل می شود [۲۳].

۳-۷- مجموع اسیدهای چرب امگا ۳

مقادیر اسید های چرب امگا ۳ در مورد روغن های مختلف متفاوت و به طور وسیع در مورد ماهیان مهاجر مثل انواع تون ماهیان بیشتر از انواع غیر مهاجر می باشد [۸]. مجموع این اسید ها در مطالعه حاضر به ترتیب برای اسکپ جک و یلوفین ۳۲/۹۸ و ۳۳/۱۲ درصد (شکل ۱) و شامل مجموع اسید های چرب آلفا لینولنیک اسید (C18:3ALA)، الئو استئاریک اسید (C20:3)،

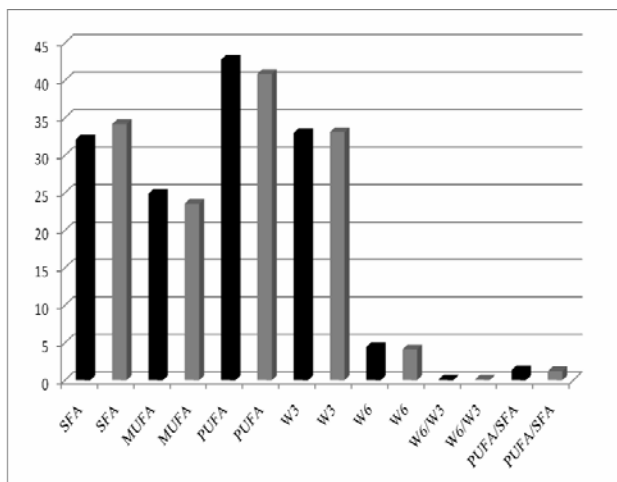


Fig 1 Compare the proportion of fatty acids in liquid waste fish oil of Skipjack and Yellowfin tuna gas chromatographic analyses liquid waste fish oil of Skipjack ■ gas chromatographic analyses liquid waste fish oil of Yellowfin tuna ■

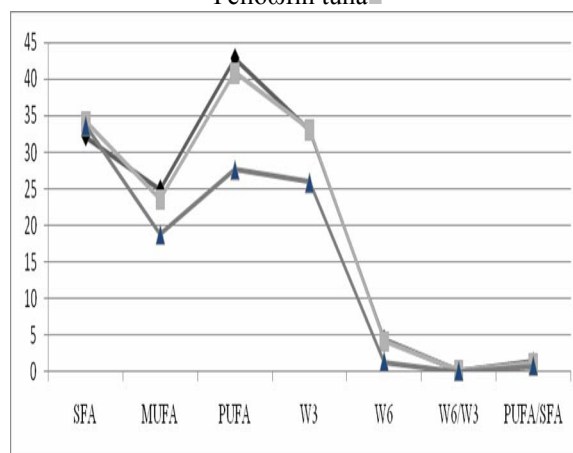


Fig 2 Compare the ratio of fatty acids in liquid waste fish oil of Skipjack and Yellowfin tuna with results of Suriani et al. (2014) ■ gas chromatographic analyses liquid waste fish oil of Skipjack ■ gas chromatographic analyses liquid waste fish oil of Yellowfin tuna ▲ gas chromatographic analyses fish Oil of Tuna Processing Byproducts Liquid Waste from research Suriani et al (2014)

۳-۶- اسید های چرب شاخص در هر گروه

مطابق جدول (۲) در هر دو ماهی در بین SFA (C16:۰) در MUFA (C18:1 ω9) و در بین PUFA بیشترین درصد اسید های چرب مربوط به (C22:6 ω3 DHA) سپس (C20:5 ω3EPA) و (C20:4 ω6AA) می باشد. این یافته ها با نتایج خدای و همکاران (۲۰۱۲) بر روی ضایعات ماهی زرده (Euthynnus affinis) [۴]، Parrish و همکاران (۲۰۱۴)

18. Big eye Tuna
19. Fish meal

مطالعه Suriani و همکاران (۲۰۱۴) (شکل ۲) بر روی ضایعات آبی (پساب) کارخانجات کنسرو سازی ۰/۰۵ و در مطالعه ای دیگر ۰/۰۲ درصد گزارش شده است [۱۵]. در مطالعه ی Karunarathna و همکاران (۲۰۱۰) این نسبت برای عضلات سفید، قرمز و پوست ماهی اسکپ جک به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۲۵، ۰/۴۲، و برای ماهی یلوفین ۰/۳۴، ۰/۰۳، و ۰/۳۵، درصد ذکر شده است [۶]. ملاحظه می شود که مقادیر این نسبت در مطالعه حاضر در مورد پساب پخت هر دو ماهی از مقدار ماکسیم توصیه شده ۵ خیلی کمتر است.

۳-۱۰- نسبت اسیدهای چند غیراشباع به اسیدهای اشباع (PUFA/SFA)

مینیم مقدار برای این نسبت ۰/۴۵ گزارش شده است [۶]. بیشتر بودن این نسبت در بررسی حاضر برای روغن پساب پخت ماهی اسکپ جک (۱/۳۳ درصد) نشان دهنده ی غیر اشباعیت بالاتر آن نسبت به روغن پساب پخت ماهی یلوفین (۱/۲ درصد) است. این نسبت در مطالعه قبلی بر روی ضایعات آبی (پساب) کارخانه کنسرو سازی ۰/۸۱ درصد (شکل ۲) گزارش شد [۱۵]. در گزارشات قبلی مقادیر این نسبت برای عضلات ماهی یلوفین (۰/۶۴ درصد، برای ماهی تون بیگ ای (*Thunnus Obesus*) ۰/۸۲ درصد و برای تون بلفون (*Thunnus orientalis*) ۱ درصد گزارش شد [۸]. Karunarathna و همکاران (۲۰۱۰) مقدار این نسبت را برای عضلات سفید، قرمز و پوست اسکپ جک به ترتیب ۶/۲۳، ۱/۷۹ و ۲/۱۸ درصد و برای یلوفین ۵/۸۸، ۲/۴۶ و ۱/۵۸ درصد گزارش کرد [۶]. کمتر بودن این نسبت در مطالعه حاضر نسبت به گزارش Karunarathna را می توان به نوع ماده اولیه و شرایط حرارتی موجود در مرحله پخت مقدماتی نسبت داد. حضور آب در پساب پخت با هیدرولیز روغن و افزایش اسیدهای چرب آزاد زمینه اکسایش و تخریب اسیدهای غیر اشباع را فراهم می کند و حرارت، نور، اکسیژن و فلزات در تمامی مراحل پخت مقدماتی ماهی و جداسازی روغن از فاز چربی سر نشین شده باعث تخریب اسیدهای چرب چند غیر اشباع می شود [۱۵].

ایکوزا تترا انوئیک اسید (C20:4)، ایکوزا پنتا انوئیک اسید (C20:5 EPA)، دوکوزا پنتا انوئیک اسید (C20:5 EPA) : 22 : 5 DPA²⁰، دوکوزا هگزا انوئیک اسید (C22:6 DHA) می باشد. مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ در عضلات ماهی یلوفین در مطالعه ی Shiming Peng و همکاران (۲۰۱۳) ۲۱/۶۴ درصد [۸] در مطالعه Karunarathna و همکاران (۲۰۱۰) بر روی عضلات ماهی اسکپ جک ۴/۵ تا ۶۰/۵ درصد و در عضلات ماهی یلوفین ۴۴/۷ تا ۶۱ درصد گزارش شد، که همانند مطالعه حاضر میزان آن در ماهی یلوفین به طور جزئی بیشتر بود. به طوریکه بیشترین میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در عضله سفید ماهی یلوفین ۶۱/۰۹ درصد گزارش شد [۶]. مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ در مطالعه Suriani و همکاران (۲۰۱۴) (شکل ۲) و مطالعات قبلی بر روی روغن پساب کارخانه کنسرو سازی به ترتیب ۲۵/۹۱ و ۳۲/۵۵ درصد گزارش شده است [۱۵].

۳-۸- مجموع اسیدهای چرب امگا ۶

در بررسی حاضر در روغن پساب اسکپ جک ۴/۴۴ درصد و یلوفین ۴/۱۲ درصد و شامل مجموع اسیدهای چرب لینوئیک اسید (LA C18:2) و آراشیدونیک اسید (C20:4AA) است. در مطالعه Suriani و همکاران (۲۰۱۴) و مطالعه دیگر مقادیر اسیدهای چرب امگا ۶ ۱/۳۹ درصد و ۰/۷۱ درصد گزارش شد [۱۵]. در مطالعه Karunarathna و همکاران (۲۰۱۰) میزان اسیدهای چرب امگا ۶ در اسکپ جک از ۱۵/۳۱ تا ۱۸/۸۷ و در یلوفین از ۱/۳۰ تا ۲۰/۷۷ گزارش شد. کمترین میزان اسیدهای چرب امگا ۶ در عضلات قرمز ماهی یلوفین ۱/۳۰ درصد گزارش شد [۶]. ملاحظه می شود که تنوع اسیدهای امگا ۶ از نظر مقداری در بافت های مختلف ماهی یلوفین بیشتر بوده به طوریکه کمترین و بیشترین مقدار در عضلات مختلف ماهی یلوفین اندازه گیری شده است.

۳-۹- نسبت امگا ۶ به امگا ۳

مقدار این نسبت برای روغن حاصل از پساب پخت مقدماتی ماهی اسکپ جک و یلوفین به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۱۲ درصد تفاوت معنی داری را نشان نداد. مقادیر این نسبت در

African Journal of Biotechnology. 11(7):1683-1689

- [5] Simopoulos, AP. 2006. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 60: 502–507
- [6] Karunarathna, KAA U., Attygalle, M V E. 2010. Nutritional evaluation in five species of tuna. *Vidyodaya J. of sci*. 15 (1&2):7-16
- [7] P. Zutaa ,C., K. Simpson, B., Chan ,H M., and Phillips, L. 2003. Concentrating PUFA from Mackerel Processing waste. *JAOCS*. 80: 9
- [8] Peng S. Chen C. Shi Z Wang.L. 2013. Amino Acid and Fatty Acid Composition of the Muscle Tissue of Yellowfin Tuna (*Thunnus Albacares*) and Bigeye Tuna (*Thunnus Obesus*). *Journal of Food and Nutrition Research*. Vol (1) No 4: 42-45
- [9] Chaverri, RL. September 1999 .Development Of Environmental Performance Indicators:The Case Of Fish Canning Plants . Thesis for the fulfilment of the Master of Science in Environmental Management and Policy Lund. International Institute for Industrial, Environmental Economics (IIEE), Sweden
- [10] Bratt, L. 2010. Fish Canning Handbook. Consultant in Food Technology Cleeve Prior, Worcester, UK . A John Wiley & Sons, Ltd., Publication
- [11] DeMan, John M. 1999 . Principles of food chemistry—3rd ed .A Chapman & Hall Food Science Book Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland
- [12] Official Methods And Recommended Practices Of The American Oil Chemists, Society. 1999. 5th Edn, Edited By D. Firestone, aocspress, Champaign, IL, Metode Cd 1b-87, Cd 8-53, Cd 3d-63
- [13] Paquot, C., & Hanuntfenne, A. 1987. IUPAC standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. Blackwell Scientific Publication Ltd. 143–148.
- [14] Garaffo, M A., Vassallo-Agius, R., Nengas, Y., Lembo, E., Rando, R., Maisano, R., Dugo, G., and Giuffrida, D. 2011. Fatty Acids Profile, Atherogenic (IA) and Thrombogenic (IT) Health Lipid Indices, of Raw Roe of Blue Fin Tuna (*Thunnus thynnus* L.) and Their Salted

۴- نتیجه گیری

با توجه به آنکه در حال حاضر پساب خروجی از مرحله پخت مقدماتی ماهی بعنوان ماده ای بلااستفاده در کارخانجات کنسروسازی وارد فاضلاب می شود و باتوجه به آنکه از نظر مجموع اسیدهای چرب PUFA، و نسبت PUFA/SFA پساب پخت اسکپ جک در اوزان مساوی از دو روغن مقادیر بیشتر در کنار پراکسید کمتر دارد روغن حاصل از پساب پخت ماهی اسکپ جک مناسب تر ارزیابی می شود ولی در مقیاس صنعتی بدلیل استحصال مقادیر بیشتر روغن از پساب پخت یلوفین، ماهی یلوفین ارجحیت تر بیشتر دارد. بنابراین با توجه به مناسب بودن شاخص های تغذیه ای، استفاده از روغن پساب پخت جهت تولید مکمل های غذایی انسانی و دامی به شرط سعی در بهبود فرایند استحصال به منظور کاهش عدد پراکسید نهایی، مناسب ارزیابی شد.

۵- قدردانی

از همکاری شرکت فرآورده های پروتئینی بهشیدان (کنسرو ماهی شیدان)، و شرکت روغن نباتی نهان گل که امکان انجام این پژوهش را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می نمایم.

۶- منابع

- [1] Rubio-Rodríguez, N., Beltrán, S ., Jaime I ., M. de Diego, S., Sanz, MT., Carballido, J R . 2010. Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* . 11: 1–12
- [2] Khoddami, A., Ariffin, A. A., Bakar, J., Ghazali, M. H. 2009. Fatty Acid Profile of the Oil Extracted from Fish waste (Head, Intestine and Liver) (*Sardinella lemuru*). *world applied Sciences Journal*. 7 (1): 127-131
- [3] Patil, D., Nag, A. 2011. Production of PUFA Concentrates from Poultry and Fish Processing waste. *J Am Oil Chem Soc*. 88:589–593
- [4] Khoddami, A., Ariffin, A. A., Bakar, J. and Ghazali, H. M. 2012. Quality and fatty acid profile of the oil extracted from fish waste (head, intestine and liver) (*Euthynnus affinis*).

- the requirements for the degree of Doctor of Philosophyat. Dalhousie UniversityHalifax, Nova Scotia
- [21] Endo ,Y., Endo, MT., Kimura K. 2005. Rapid Determination Of IodineValue and Saponification Value Of Fish Oils By Near-Infraredspectroscopy. J. Food. Sci. 70: No: 2.
- [22] Tenore, G C., Calabrese, G., Ritieni, A., Campiglia, P., Giannetti ,D., Novellino E. 2014 .Canned Bluefin Tuna, An In Vitro Cardioprotective Functional Foodpotentially Safer Than Commercial Fish Oil Based Pharmaceutical Formulations. Food And Chemical Tixicology .71:231-235
- [23] Saito, H., Ishihara ,K ., Murase, T. 1997. The Fatty Acid Composition in Tuna (Bonito,Euthynnus pelamis) Caught at Three DiferentLocalities from Tropics to Temperate. Journal Sci Food Agric, 73: 53-59
- [24] Parrish C C ., Pethybridge, H ., W. Young, J., D. Nichols, P. 2014. Spatial Variation In Fatty Acid Trophic Markers In Albacore Tuna From The southwestern Pacific Ocean—A Potential ‘Tropicalization’ Signal.Deep-Sea Research II .
- [25] Saito, H., Ishihara, K., Murase, T. 1996. effect of fish lipids on the docosaheaxaenoic acid content of total fatty acids in the lipid of thunnus albacares yelliowfin tuna.biosci.biotech. biochem. 60(6): 962-965
- Product “Bottarga” . *Scientific Research*. 2(7): 736-743.
- [15] Suriani, NW, Lawalata, H.J., Komansilan, A. 2014. Urea Crystallization on the Concentrate Making of Omega-3 Fatty Acid from Oil of Tuna Fish (Thunnus Sp) Canning Byproduct. International Journal of PharmTech Research IJPRIF. Vol(6) No7: 1981-1990
- [16] sampeno, putro.2009. Hanlling and processing of tuna for sashimi-shark fin. INFOFISH(project), the university of california. 26 pages
- [17] Chantachum, S, . Benjakul, S., Sriwirat ,N., 2000 .Separation and quality of fish oil from precooked and non-precooked tuna heads. Food Chemistry. 69: 289±294
- [18] Bimbo AP . 1998. Guidelines for Characterizing Food-Grade Fish Oils.International News on Fats, Oils and Related Mater. 9: 473-483.
- [19] Toisuta ,B.R., B. Ibrahim, Herisuseno, S. 2014. Characterization of fatty acid from By Product of Skipjacktuna(Katsuwonus pelamis). Global Journal of Biology,Agrikulture & Health Sciences. vol.3(1) : 278 – 282
- [20] Ritter, J S. 2012. chemical measures of fish oil quality oxidation products and sensory correlation. submitted in partial fulfilment of

Fatty acid profile and Quality of the oil extracted from Tuna Fish (*Katsuwonus pelamis*, *Thunnus albacares*) precooking liquid waste in canning factorys

Mahmoodi, V. ^{1*}, Keramat, J. ², Hojjatoleslami, M. ³, Molavi, H. ⁴

1. M.Sc Graduate Dept. of Food Science & Technology, College of Agriculture, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

2. Assistant Professor, Dept. of Food Science & Technology, College of Agriculture, University of Technology, Isfahan, Iran

3,4. Associate Professor, Dept. of Food Science & Technology, Islamic Azad University, Shahrekord Branch, Shahrekord, Iran,

(Received: 2015/10/21 Accepted: 2016/04/16)

Tuna fishes are among the most important commercial fishes used in Iran fish canning industry. The precooking of fish is one of the important stages of producing liquid wastes in canning factories. The liquid waste by-product obtained at this stage contains different amounts of fat removed from the fish. Fish oil includes some polyunsaturated fatty acids with long chains (PUFA), especially EPA, DHA and AA. The oil obtained from the liquid waste of cooking autoclaves of two tuna fishes, *Katsuwonus pelamis* and *Thunnus albacares*, were investigated in terms of iodine value, acidity, peroxide, oil and cooking liquid waste yield. The total yield of liquid waste showed a significant increase in *Thunnus albacares* (22/5%), as compared with *Katsuwonus pelamis* (20/4%), ($p < 0.05$). The oil of *Thunnus albacares* (1/55%) was found to be more than that of *Katsuwonus pelamis* (0.81%), ($p < 0.05$). In terms of iodine value, the oil of *Katsuwonus pelamis* cooking liquid waste showed higher amounts and in terms of peroxide, *Thunnus albacares* showed higher values ($p < 0.05$). The predominant fatty acids in tuna liquid waste by-product were Palmitic acid (C16:0; 21/12%, 24/11%), oleic acid (C18:1; 9/15/46%, 12/35%), and docosahexaenoic acid (C22: 6; 3DHA; 23%, 23/15%), for *Katsuwonus pelamis* and *Thunnus albacares*, respectively. The highest PUFA, and PUFA/SFA ratio was found in *Katsuwonus pelamis* and the highest SFA was found in *Thunnus albacares*. Finally, due to the higher unsaturation degree and also, the lower peroxide in equal weights, the oil obtained from *Katsuwonus pelamis* is deemed to be more suitable, but in the industrial scale, because of the higher yield of the oil extracted from *Thunnus albacares*, this tuna fish is more preferable.

Keywords: Liquid wastes, Fatty acid profile, Fish oil, Tuna fish

* Corresponding Author E-Mail Address: vm23062015@gmail.com