شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
صفحات ۱۶-۱

اثر فرایند خشک کردن با روش‌های خورشیدی و آون بر تغییرات اسید چرب و ویژگی‌های بافتی میگوی سر تیز *(Metapenaeus affinis)* شور خشک

سارا فالحصیری [۲و۱]، مهران جواهری بابلی [۳*]

۱-گروه صنایع غذایی، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲-گروه صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۵**

چکیده

در این تحقیق ویژگی‌های بافتی و تغییرات ترکیب اسید چرب عضله میگو سرتیز (Metapenaeus affinis) تحت تاثیر روش‌های خشک کردن نورخوشید و آون مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور نمونه‌های میگو بعد از شستشو و آبکشی در دمای ۳۱ درجه سانتی‌گراد با محلول ۱۰-۵ درصد نمک طعام به مدت ۳۰ دقیقه پخته شدند و سپس بوسیله نور خورشید (دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد برای ۲ روز) و آون (دمای ۶۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) خشک شدند و در بسته بندی پلی‌اتیلنی در دمای اتاق (میانگین ۲۷ درجه سانتی گراد) به مدت شش ماه نگهداری شدند. نمونه‌های تازه و خشک شده طی ماه‌های ۱ تا ۶ بوسیله دستگاه تکسچر آنالایزر مورد سنجش قرار گرفتند و ترکیب اسید چرب در عضله میگو خام و خشک شده بوسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی در زمان صفر و ماهانه (۶ ماه) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که خصوصیات سختی و وضعیت ارتجاعی عضله خشک شده میگو بوسیله دو روش تفاوت معنی‌داری را در زمان صفر با هم نداشتند ($p>0/05$). میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع عضله میگو خام نسبت به میگوی خشک شده در هر دو روش کاهش معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$) ولی میگوهای خشک شده با هر دو روش در زمان صفر تفاوت معنی داری باهم نشان ندادند ($p>0/05$). میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع عضله میگوی خشک شده با روش نور خورشید و آون در طول دوره نگهداری روند ثابت و افزایشی را به ترتیب نشان دادند. میزان مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع عضله میگو خام نسبت به میگوی خشک شده در هر دو روش تغییرات معنی‌داری را نشان ندادند ($p<0/05$) و میگوهای خشک شده با هر دو روش در زمان صفر تفاوت معنی داری باهم نشان ندادند ($p>0/05$). میزان مجموع اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه عضله میگوی خشک شده با روش نور خورشید و آون در طول دوره نگهداری روند افزایشی و ثابت را به ترتیب نشان دادند. مجموع اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه عضله میگو خام نسبت به میگوی خشک شده در هر دو روش کاهش معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$) ولی میگوهای خشک شده با هر دو روش در زمان صفر تفاوت معنی‌داری باهم نشان ندادند ($p>0/05$). به طور کلی تحقیق حاضر هر دو روش را جهت حفظ ترکیب اسیدهای چرب مفید و ویژگی‌های بافتی عضله میگو پیشنهاد داد.

واژگان کلیدی: اسید چرب، میگو سرتیز (*Metapenaeus affinis*)، خشک کردن، ویژگی‌های بافتی.

نویسنده مسئول، مهران جواهری بابلی Email: mehranjavaheri@gmail.com

Journal of Fisheries
Vol. 73, No. 1, Spring 2020
pp. 1-16

The effect of drying process using solar and own methods on changes in fatty acid and texture properties of shrimp (*Metapenaeus affinis*)

Sara Falhasiri [1,2], Mehran Javaheri Baboli *[3]
1. Department of Food Science and Technology, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Iran
3. Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Iran

Received: 07-Feb-2018 **Accepted: 06-Mar-2020**

Abstract
In this study, the textual properties and changes in the composition of fatty acid of *Metapenaeus affinis* muscle were evaluated under the influence of light and moisture drying methods. For this purpose, shrimp samples were cooked after washing and rinsing at 31 ° C with 5-10% salt solution for 30 minutes and then by sunlight (29 ° C for 2 days) and oven (61 ° C for 24 hours) and stored in a polyethylene package at room temperature (average 27 ° C) for six months. The fresh and dried specimens were analyzed by Texture Analyzer in Months 1 to 6, and the fatty acid composition of raw and dried shrimp muscle was evaluated by a gas chromatography machine at zero and monthly (6 months) they got. The results showed that the stiffness and elasticity of shrimp dried muscle were not significantly different at zero time by two methods ($p> 0.05$). The total amount of crude shrimp muscle saturated fatty acids decreased significantly in both methods compared to dried shrimp ($p<0.05$). The total amount of crude shrimp muscle saturated fatty acids showed a significant decrease in both shrimp drying methods, but, dried shrimp did not show any significant difference in both methods at zero time. The total amount of saturated fatty acids of shrimp muscle dried by sunlight and oven method showed a constant and incremental trend during the maintenance period. The total amount of unsaturated fatty acids of crude shrimp muscle was not significantly different from that of dried shrimp in both methods. Dry shrimps did not show any significant difference at zero time with both methods. The total amount of fatty acids with a double bond of shrimp muscle dried by sunlight and oven method during the maintenance period showed an incremental and constant trend, respectively. Total fatty acids with multiple dendrite's of shrimp muscle showed a significant decrease compared to dried shrimp in both methods. However, dried shrimp did not show any significant difference in both methods at zero time. The total amount of unsaturated fatty acids of muscle shrimp dried with sunlight showed a decrease trend during the maintenance period. In the case of omega-3 fatty acids, the fresh samples showed a higher value compared to the dry specimen of zero and dry specimens in the sun and dried specimens in the oven in the 6th month. In general, the present research proposes both methods to maintain the composition of beneficial fatty acids and muscle tissue properties of shrimp.
Keywords: Fatty Acid, *Metapenaeus affinis*, Drying, Tissue Properties.

Corresponding author: Mehran Javaheri baboli Email: mehranjavaheri@gmail.com

۱. مقدمه

Fuentes (۱۹۹۸) نشان داد که، در رژیم های غذایی که در آنها اسیدهای چرب غیر اشباع جایگزین اشباع شده اند، بیماری های عروق کرونر کاهش می یابد. از این رو به منظورکاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی مصرف آبزیان غنی از اسیدهای چرب اشباع نشده، به خصوص حاوی گروه امگا ۳ ، (Sargent,1996) راتوصیه کرده اند. از این رو مطالعات متعددی روی ترکیب شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب گونه‌های مختلف آبزیان انجام شده است (Chandrashekar and Desthale, 1993; Eun *et al*., 1994; Wanasundara and Shahidi,1998; Uauy and Valenzuela, 2000). امروزه میگو به عنوان یک غذای ممتاز تجاری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از میان گونه های مختلف میگو موجود در خلیج فارس، گونه میگو سرتیز *Metapenaeus affinis* (Milme Edwards'1837) فراوانی بالایی دارد و از صید خوبی برخوردار است. این امر اهمیت پژوهش در زمینه بهینه سازی فرآوری این گونه را دو چندان کرده است. با این حال، محصولات دریایی پس از مرگ از طریق واکنش های بیوشیمیایی متعدد با یک تخریب سریع مواجه اند و این امر منجر به از دست دادن کیفیت و ارزش تجاری آنها می شود. بسیاری از پژوهش ها و برنامه های کاربردی بر بکار گیری روش هایی برای حفظ کیفیت غدا های دریای بعد از صید متمرکز بوده است روش های خشک کردن یکی از آنهاست Duan *et al*., 2004; Djendouble *et al*., ,2009; Deng *et al*., 2011). برای حفظ کیفیت آبزی و خواص غذایی آن ، روش های ذخیره سازی و فرآوری نظیر نمک سود کردن و خشک کردن در خورشید در بسیاری از فرهنگ ها به طور گسترده ایی مورد استفاده قرار می‌گیرد Clack and Goldblith,1974; Rodrigo et al.,1998). روش های مختلف خشک کردن (خورشید و آون) اثرات متفاوتی روی ترکیب مواد مغذی دا رد و این امر محصولاتی با کیفیت متفاوتی را تولید می کند. انتخاب، فرایند خشک کردن به گونه آبزی، امکانات در دسترس و تقاضای مصرف کننده بستگی دارد Clucas) and Sutcliffe,1981). در مناطق گرمسیری و مناطق خشک با رطوبت کم و انرژی گرمایی خورشید بالا، اغلب از آفتاب جهت خشک کردن آبزیان استفاده می شود. زیرا با کاهش سطح آب در نمونه، فساد کاهش می‌یابد (Bala and Mondol, 2001). خشک کردن در آفتاب گرچه ارزان است، اما محدودیت هایی دارد،زیرا، زیان های قابل توجهی را در محصول ایجاد کرده و کیفیت محصول حاصله به دلیل آلودگی توسط مواد خارجی، حشرات و میکروارگانسیم ها و همچنین تغییر رنگ تحت تاثیر تابش نور خورشید کاهش می آید(Basha and Pancholy, 1982; Fennema,1996). از این رو سایر روش‌های خشک کردن منجمله آون مورد توجه قرار گرفته است، به عنوان روشی مناسب تر برای تولید محصولات برای ذخیره سازی طولانی استفاده می شود (Eyo,1998; Andrew,2001; Edijala *et al*., 2009). در سال های اخیر، روش های خشک کردن با در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی و اکولوژیکی و افزایش قیمت سوخت اهمیت بیشتری پیدا کرده است، بخصوص اینکه خشک کردن مواد غذایی یک روش قدیمی است و قدمتی بسیار طولانی دارد و هنوز به عنوان روش علمی و کاربردی در اغلب کشورهای پیشرفته ار آن استفاده می شود. با توجه به اینکه میگو سرتیز یکی از آبزیان مهم اقتصادی و ارز آور آب‌های استان بوشهر است و از آنجا که سالیانه این آبزی در حجم بالایی صید می شود، بررسی علمی خشک کردن این میگو جهت ذخیره سازی طولانی اهمیت زیادی دارد. از این رو این مطالعه با هدف بررسی تاثیر دو روش خشک کردن در خورشید (سنتی) و در آون (صنعتی) بر ترکیب اسیدهای چرب بافت میگوی سفید سرتیز انجام شد.

۲. مواد و روش ها

میگو های ۶۵ تا ۳۰۰ گرمی توسط صیادی معتمد صید شد. میگوهای سرتیز *Metapenaeus*)

(*affinis*) بر اساس خصوصیات مورفولوژی و با استفاده از کلید شناسایی موجود (Fischer and Bianchi , 1984) مورد بررسی قرار گرفتند و پس از شناسایی گونه‌ای جداسازی شدند. در این تحقیق جهت خشک کردن در خورشید از پروتکل محلی در استان بوشهر استفاده شد، بدین صورت که ۲ کیلوگرم میگو صید شده را پس از شستشوی اولیه با محلول ۱۰-۵ درصد نمک طعام (NACL) به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده و سپس درون آبکش قرار داده و در محل مناسب انتخابی زیر نور آفتاب به مدت ۴۸ ساعت قرار می دهند. مکان مورد نظر دارای رطوبت کم و نور مستقیم خورشید در طول روز است و با حصارکشی و توری زدن از ورود حیوانات به محل خشک کردن میگو جلوگیری می شود. پس از این کار برای جلو گیری از آلودگی احتمالی ، منطقه مورد نظر توسط حصیری از برگ درخت نخل فرش خواهد شد و لایه نازکی از نمک طعام بر روی آن ریخته می شواین کار در دو روز انجام ی شود. سپس نمک اضافی از روی پوسته میگو با تکان دادن نمونه ها جدا می شود و نمونه ها در کیسه هایی از جنس پلی اتیلن جمع آوری و لبه کیسه با بست هایی پلاستیکی محکم بسته شده و در جای خشک و دمای اتاق با میانگین ۲۷ درجه سانتیگراد نگه داری می شود. در گروه دوم میگوها، بعد از جوشانده شدن در آون و در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند.

۱،۲. شاخص های میگوی شور خشک

در این پژوهش، بعد از عمل آوری میگو ها به دو روش خشک کردن، از عضله میگو ها نمونه برداری شد و ترکیب اسیدهای چرب، سختی و وضعیت ارتجاعی بافت میگو در یک دوره شش ماهه مورد ارزیابی قرار گرفت. در مرحله اول میگو سالم و تازه نیز ، سپس میگوی آب پز شور شده و در آخرین مرحله پس از خشک کردن شاخص های ذکر شده بررسی شدند.

۲،۲. روش بافت سنجی

آزمایش TPA توسط دستگاه CT3 (پروب Texture Analyzer, Brookfield, TA25/1000 و بار ۱۰ انجام شد. ابتدا عضله محصول خشک شده (آون، خورشید) از پوسته میگو ها جدا شدند و به ارتفاع ۱ سانتی متر برش داده شد. شاخص های سختی (بیشترین نیرو در اولین مرحله فشردن) و وضعیت ارتجاعی (مسافتی که در طی زمان ماده غذایی ارتفاع اولیه خود را بازیابی می کند) مورد بررسی قرار گرفت (Tokur *et al*., 2004).

۳،۲. اندازه گیری اسید چرب

بعد از هموژن کردن نمونه‌ها در یک هاون، از نمونه ها ۰/۵ گرم برداشت شد و به‌دقت به لوله‌آزمایش دارای درب پیچ‌دار منتقل شدند و سپس حلال استخراج‌کننده (متانول: کلرفرم به نسبت حجمی ۲:۱) به آنها اضافه گردید (Folch *et al*., 1957). بعد از مخلوط نمودن حلال و نمونه، نمونه ها سانتریفیوژ شد و حلال حاوی چربی به داخل لوله آزمایشی که قبلاً توزین شده بودند منتقل شد و دو باره سانتریفیوژ شدند. سپس توسط گاز نیتروژن محتوی لوله تبخیر شد تا چربی در داخل لوله باقی بماند. میزان چربی نمنه با کم کردن وزن لوله از وزن نمون و چربی به دست آمد و محاسبه شد. به چربی استخراج‌شده ۳ میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی (۲ مولار) صابونی شده افزوده شد و با افزودن ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک متانولی (۲ مولار)، چربی به متیل استر تبدیل گردید (Carvalho and Malcata, 2005). متیل استر اسیدهای چربی در یک میلی‌لیتر هپتان نرمال استخراج شد و جهت آنالیز پروفیل اسیدهای چرب یک میکرو لیتر از فاز هپتان نرمال به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. جهت شناسایی تک‌تک اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید. ار دستگاه کروماتوگراف گازی مدل Agilent-6890 ساخت کمپانی Agilent آمریکا، مجهز به دریچه تزریق

کاپیلاری، ستون کاپیلاری ویژه تجزیه اسیدهای چرب (DB-225 MS)به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر با فاز ساکن پلی‌اتیلن گلیکول به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر، دتکتور یونش شعله‌ای (FID) استفاده شد. دمای اولیه آون ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بود و آون به مدت یک دقیقه در این دما نگه‌داشته شد. سپس دما با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و ۱۲ دقیقه در همان دما باقی ماند. از گاز نیتروژن نیز به عنوان گاز حامل به ترتیب با سرعت جریان ۱ و ۴۵ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده گردید. دمای دریچه تزریق در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز در ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پردازش داده‌های دستگاه با استفاده از نرم افزار Chemstation در محیط ویندوز انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت و وجود و عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ در صد تعیین شد.

۴،۲. تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری میانگین متغییرها بین دو روش خشک کردن (سریال زمانی) از تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد. برای مقایسه میزان اسیدهای چرب بین دو روش و بافت سنجی از آزمون تی و همچنین برای تعیین سطح معنی داری معنادار بین شاخص ها در زمانهای مختلف از آزمون Duncan,s new multiple testnv سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

۳. نتایج

بر اساس نتایج جدول ۱ اسید های چرب اشباع غالب در عضله خام و خشک شده میگوی سرتیز اسید پالمتیک (C ۱۶:۰) و اسید استئاریک (C ۱۸:۰) بودند. هر دو اسید چرب غالب در نمونه خام با اختلاف معنی دار در مقایسه با نمونه های خشک صفر مقدار بالاتری را نشان دادند ($p<۰/۰۵$). در مورد اسید پالمتیک مقایسه دو روش خشک کردن نشان داد که بجز در زمان صفر، در ماه های مختلف ۴، ۵ و ۶ در بافت عضله به طور معنی داری تغییر کرد($p<۰/۰۵$) ولی در بین دو روش اختلاف معنی دار ی را نداشت($p>۰/۰۵$). میزان اسید استئاریک نیز بجز در زمان صفر، در ماه های مختلف ۴، ۵ و ۶ در بافت عضله به طور معنی داری تغییر کرد($p<۰/۰۵$) ولی در بین دو روش اختلاف معنی دار ی را نداشت($p>۰/۰۵$). بررسی روند تغییرات اسید های چرب غالب در عضله میگو خشک شده با دو روش خشک کردن خورشیدی و اون اختلاف معنی داری را در طول شش ماه نگهداری نشان ندادند . از بین اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه، اسید پالمیتولئیک (C ۱۶:۱n-۷) و اسید اولئیک (C ۱۸:۱n-۹) بالاترین میزان اسید چرب را در نمونه تازه نشان دادند. اسید پالمیتولئیک در نمونه خام (۱۰/۳۷ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه خشک صفر و نمونه خشک شده خورشیدی (۹/۱۴ درصد از اسید چرب) با اختلاف معنی دار مقدار بالاتری را نشان داد($p>۰/۰۵$). اما در روش خشک کردن با آون اختلاف معنی داری بین نمونه خام و نمونه خشک صفر مشاهده نشد. مقایسه دو روش نشان داد، به جز در ماه ۲ در سایر ماه‌ها بین دو روش اختلاف معنی داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$) و در ماه ۶، میزان اسید اولئیک در نمونه خشک با آون (۹/۵۶ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه خشک شده خورشیدی (۹/۱۴ درصد از اسید چرب) با اختلاف معنی دار مقدار بیشتری را نشان داد. ز بین اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه، اسید پالمیتیک (C ۱۶:۱n-۷) و اسید اولئیک (C ۱۸:۱n-۹) بالاترین میزان اسید چرب را در نمونه تازه نشان دادند. اسید پالمیتیک در نمونه خام (۱۰/۳۷ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه خشک صفر و نمونه خشک شده خورشیدی (۹/۱۴ درصد از اسید چرب) با اختلاف معنی دار مقدار بالاتری را نشان داد($p>۰/۰۵$). اما در روش خشک کردن با آون اختلاف معنی داری بین

نمونه خام و نمونه خشک صفر مشاهده نشد. مقایسه دو روش نشان داد، به جز در ماه ۲ در سایر ماه‌ها بین دو روش اختلاف معنی دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$) و در ماه ۶، میزان اسید اولئیک در نمونه خشک با آون (۹/۵۶ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه خشک شده خورشیدی (۹/۱۴ درصد از اسید چرب) با اختلاف معنی دار مقدار بیشتری را نشان داد. در مورد اسید اولئیک مقدار این اسید چرب در نمونه خام (۱۲ درصد از اسید چرب) با میزان آن در نمونه خشک صفر اختلاف معنی دار داشت ($p< ۰/۰۵$). همچنین مقایسه بین دو روش خشک کردن نشان داد، این اسید چرب فقط در ماه های ۱ و ۲ دارای اختلاف معنی دار بود و در سایر ماه ها بین دو روش اختلاف معنی داری مشاهده نشد($p>۰/۰۵$). در بین اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه، اسید ایکوزاپنتانوئیک (۳-۵n:۲۰ C) و اسید دوکوزاهگزانوئیک (۳-۶n:۲۲ C) بالاترین درصد از اسید چرب را داشتند. اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید دوکوزاهگزانوئیک در نمونه خام (۱۴/۵۰ درصد از اسید چرب) با نمونه خشک صفر در روش خشک کردن خورشیدی اختلاف معنی داری را نشان ندادند($p>۰/۰۵$). مقایسه بین دو روش خشک کردن نشان داد به جز ماه ۱ در سایر ماه ها بین دو روش اختلاف معنی دار وجود داشتند ($p<۰/۰۵$). اسید دوکوزاهگزانوئیک. در طول دوره بین نمونه تازه و نمونه خشک صفر و ماه های ۲، ۳، ۴ و ۵ و نمونه های خشک صفر اختلاف معنی داری نداشت ($p>۰/۰۵$). اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه (∑MUFA) بین نمونه خام و نمونه خشک صفر در هر دو روش آون و خورشیدی اختلاف معنی داری مشاهده نداشتند($p>۰/۰۵$). مقایسه دو روش با یکدیگر نشان داد که میزان مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه (∑MUFA)، در ماه ۱ بین دو روش اختلاف معنی داری داشت($p<۰/۰۵$). در مجموع اسیدهای چرب اشباع (∑SFA)، نمونه خام (۳۵/۰۱ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه خشک صفر مقدار کمتری را نشان داد که در مورد روش خشک کردن خورشیدی اختلاف معنی دار نداشت($p>۰/۰۵$). همچنین مقایسه بین دو روش خشک کردن نشان داد در ماه های ۳، ۵ و ۶ بین دو روش اختلاف معنی دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$) و در ماه ۶ نمونه میگو خشک شده در آون با اختلاف معنی دار در مقایسه با نمونه خشک شده در آفتاب مقدار بالاتری را نشان داد($p<۰/۰۵$). در مورد اسیدهای چرب امگا ۶، نمونه خام (۶/۸۷ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه خشک صفر با اختلاف معنی دار مقدار کمتری را نشان داد($p<۰/۰۵$). در مورد مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (∑PUFA)، میزان این شاخص در نمونه خام (۳۴/۷۳ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه تازه خشک مقدار کمتری را نشان داد($p<۰/۰۵$). همچنین مقایسه دو روش خشک کردن آون و خورشیدی نشان وجود اختلاف معنی‌دار بین دو روش خشک کردن را در ماه های ۱، ۴ بین مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (∑PUFA) نشان داد ($p<۰/۰۵$). اما در سایر ماه ها این اختلاف معنی دار نبود($p>۰/۰۵$). در مورد اسیدهای چرب امگا ۳، نمونه تازه (۲۷/۸۶ درصد از اسید چرب) در مقایسه با نمونه خشک صفر و نمونه خشک شده در خورشید (۲۳ درصد از اسید چرب) و نمونه خشک شده در آون (۲۲/۵۵ درصد از اسید چرب) در ماه ۶ با اختلاف معنی دار مقدار بالاتری را نشان دادند($p<۰/۰۵$). همچنین مقایسه دو روش در نمونه تازه، انتهای ماه ۱،۳،۵ و ۶ بین دو روش اختلاف معنی داری را نشان نداد($p>۰/۰۵$). در مورد نسبت ∑n3/n6 نمونه خام (۴/۰۷ درصد از اسید چرب) با اختلاف معنی دار در مقایسه با نمونه های خشک صفر مقدار بالاتری را نشان داد($p<۰/۰۵$). همچنین مقایسه

دو روش در ماه های مختلف حاکی از اختلاف معنی دار در ماه های ۲،۴ و ۵ و ۶ دارد. همچنین در انتهای دوره نگهداری این نسبت در روش خشک کردن با آون با اختلاف معنی دار بالاتر از روش خشک کردن در خورشید داشت ($p<۰/۰۵$). در مورد شاخص IA و IT هیچ اختلاف معنی داری بین نمونه های تازه، خشک صفر و خشک شده در آون و خورشید اختلاف معنی داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).

۱،۳. بررسی شاخص های سختی و وضعیت ارتجاعی بافت میگوی خشک شده

مطابق جدول ۲، سختی و وضعیت ارتجاعی بین دو روش خشک کردن با نور خورشید و خشک کردن در آون در انتهای دوره بررسی اختلاف معنی داری نداشت ($P<۰/۰۵$).

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد اسید پالمتیک (C ۱۶:۰) و اسید استئاریک (C ۱۸:۰) دو اسید چرب غالب در اسیدهای چرب اشباع ($\sum$SFA) در عضله میگو خام و خشک شده با دو روش در طول نگهداری بودند. Eskandari و همکاران (۲۰۱۴)، بیان کردند که اسیدهای چرب پالمتیک (C ۱۶:۰) با ۱۶/۶ درصد و اسید استئاریک (C ۱۸:۰) با ۱۰/۷۸ درصد اسیدهای چرب اشباع غالب در عضله میگوی سرتیز (*Metapeneus affinis*) بودند که با نتایج تحقیق حاضر هم خوانی دارد. مقایسه این دو اسید چرب بین نمونه های تازه و نمونه های خشک در زمان صفر، کاهش معنی داری را در مقدار این اسید چرب در نمونه های خشک نشان داد. همچنین اسید پالمتیک (C۱۶:۰) و اسید استئاریک(C ۱۸:۰) هم در نمونه خشک شده با روش خورشیدی و هم در نمونه خشک شده در آون کاهش معنی داری ($P <۰/۰۵$)را در ماه ۶ نگهداری نشان دادند، که در مورد اسیداستئاریک درصد این اسید چرب در نمونه خشک شده با آون در مقایسه با نمونه خشک شده با روش خورشیدی مقدار بالاتری را نشان داد. Shah و همکاران (۲۰۰۹) نیز روند کاهشی در اسید پالمتیک (C ۱۶:۰) و اسید استئاریک در ماهی هرینگ خشک شده گزارش نمودند. در میان مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه ($\sum$MUFA) اسید اولئیک (C ۱۸:۱n-۹) بالاترین درصد را در عضله میگو خام و خشک شده با دو روش در طول نگهداری را نشان داد. در بررسی Eskandari و همکاران (۲۰۱۴)، روی میگوی سرتیز (*Metapeneus affinis*)، اسید اولئیک بالاترین حضور را در میان اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه داشت. در یافته‌های Li و همکاران (۲۰۱۱) روی میگوی‌ها و ماهی‌ها در چین و Sriket و همکاران (۲۰۰۷) روی میگوی (*Penaeus monodon*) نیز برتری این اسید چرب در این گروه را گزارش کردند. نتایج همچنین نشان داد که روش خشک کردن تفاوت معنی داری را در درصد اولئیک اسید بین دو روش در انتهای ماه ۶ در آون (۱۱/۶۸ درصد) و خورشید (۱۱/۸۶ درصد) ایجاد نکرد و مقادیر در ماه ششم نگهداری، در مقایسه با نمونه تازه نیز اختلاف معنی داری نداشت ($P<۰/۰۵$). این اسید چرب به دلیل خاصیت پایین آورندگی کلسترول تاثیر مثبتی بر مصرف کننده دارد، که این عدم کاهش معنی دار یک امتیاز مثبت در نگهداری طولانی مدت محسوب می شود (Akintola, 2015).

اسید اولئیک در نمونه خشک صفر در مقایسه با نمونه تازه کاهش معنی‌داری را در هر دو روش داشت، اما در ادامه روند نگهداری (به جز ماه های ۱ و ۲) اختلاف بین نمونه های خشک شده و آون معنی‌دار نبود. Shah و همکاران (۲۰۰۹) روند کاهشی و سپس افزایشی را در اسید اولئیک در طی روند خشک کردن فیله ماهی هرینگ مشاهده کردند. Tvrzicka و همکاران (۲۰۱۱)، بیان داشتند که اسید چرب اولئیک به عنوان یک ضد لخته برای لیپوپروتئین های با زنجیره بلند عمل می کند. مقدار این اسید چرب در میگوهای مختلف بین ۱۵/۸ -۱۰/۷ درصد اسید چرب کل را (Sriket *et al.*, 2007; Chedoloh *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2011) شامل شده است. در تحقیق حاضر

مقدار این اسید چرب در روش خشک کردن با آون بین ۹/۷۶-۱۱/۶۸ درصد از اسید چرب و در روش خشک کردن با خورشید بین ۱۰/۶۲-۱۳/۱۹ درصد بود و همچنین در نمونه تازه ۱۲ درصد بود. DHA و EPA از اسیدهای چرب ضروی اند که در خانواده اسیدهای چرب n3 قرار دارند (Feliz *et al*., 2002). این دو اسید چرب اعضای مهم اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) هستند. در تحقیق حاضر، اسید چرب دوکوزاهگزانوئیک (۳-n ۲۲:۶ C) و ایکوزاپنتانوئیک (۳-n۵: ۲۰ C) دو اسید چرب غالب در میان اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (∑PUFA) بودند.

در بررسی اسیدهای چرب اشباع در میگوی سرتیز خلیج فارس، دو اسید چرب دوکوزاهگزانوئیک (۳-n ۲۲:۶ C) و ایکوزاپنتانوئیک (۳-n۵: ۲۰ C) بالاترین درصد اسیدهای چرب را در این گروه داشتند (Eskandari *et al*., 2014). EPA در هر دو روش و نمونه تازه نسبت به DHA غالبت‌تر بود. البته در شرایط طبیعی نیز چنین حالتی برقرار است و در سخت پوستان و نرم تنان اسید ایکوزاپنتانوئیک (۳-n۵: ۲۰ C) در مقایسه با اسیددوکوزاپنتانوییک (۳-n ۲۲:۶ C) غالب‌تر است (Ackman, 2000). گزارش شده است که اسید پالمتیک، اسید استئاریک، DHA و EPA بیشترین فراوانی را در اسیدهای چرب گونه‌های *Nephrops norvegicus*، *Parapenaeus longirstris*، *P. semisulcatus*، *Aristeus antennatus* و *Metapenaeus monoceros* را دارا هستند Rosa و Nunes (۲۰۰۳) و Yanar و Celik (۲۰۰۵). در پژوهش حاضر نیز این ۴ نوع اسید چرب نیز درصد حضور بالایی را نشان دادند. روند نگهداری کاهش در محتوی این اسید چرب را نشان داد در ماه ۶، میزان DHA در مقایسه با نمونه تازه و خشک صفر کاهش معنی دار داشت اما بین دو روش اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

در پژوهش حاضر، اسید ایکوزاپنتانوئیک(۳-n۵: ۲۰ C)(EPA) در هر دو روش خشک کردن در مقایسه با نمونه تازه در تمام ماه های نگهداری کاهش نشان داد. همچنین مقایسه اسید ایکوزاپنتانوئیک در دو روش خشک کردن در نمونه خشک صفر، نشان داد که روش خشک کردن خورشیدی در مقایسه با روش آون، به شکل معنی داری سبب حفظ این اسید چرب در نمونه خشک صفر خواهد شد. اما در مورد اسید دوکوزاهگزانوئیک (C22:6n-3)(DHA) بین نمونه تازه و نمونه خشک صفر هیچ اختلاف معنی داری مشاهده نشد. Akintola و همکاران (۲۰۱۳)، در بررسی تاثیرات دودی کردن و خشک کردن خورشیدی میگوی ببری (*Penaeus monodon*) عنوان کردند که اسیدهای چرب EPA و DHA تحت تاثیر فرآیند خشک کردن در نور خورشید قرار نگرفتند. از این رو عنوان کردند که محصول حاصل از این فرایندها به آسانی تحت تاثیر اکسیداسیون قرار نمی‌گیرد. این امر در مورد نمونه خشک صفر و نمونه تازه به جز در EPA در آون بر قرار بود.

همچنین Shah و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی روند تغییرات اسیدهای چرب در طول خشک کردن، کاهش معنی دار در DHA را گزارش کردند. از آنجائیکه چربی‌ها به واسطه داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع، از استعداد فسادپذیری بالایی برخوردارند این موضوع می‌تواند فساد پذیری آبزی را به هنگام نگهداری افزایش دهد (Telahigue *et al*., 2013). از این رو کاهش سطح این اسیدهای چرب در طی جریان خشک کردن می تواند عاملی مثبت برای کاهش فساد باشد. نتایج ذکر شده در این پژوهش نشان داد، فرآیند خشک کردن در آون و خورشید، تاثیر زیادی بر روی میزان انواع اسیدهای چرب میگو (,MUFA,∑SFA ∑∑PUFA) در مراحل انتهایی دوره نگهداری در مقایسه با نمونه تازه نداشت. میزانPUFA بین نمونه های تازه و نمونه خشک صفر اختلاف معنی داری را داشت، ∑MUFA و ∑SFA بین نمونه تازه و نمونه خشک صفر اختلاف معنی داری نداشت. اما در هر سه مورد ∑PUFA ,∑MUFA,∑SFA دو روش خشک کردن تفاوت معنی داری در محتوی این اسیدهای چرب در نمونه های خشک صفر، ایجاد نکرد. Shah و همکاران (۲۰۰۹)، کاهش معنی داری در محتوی

اسیدهای چرب را در فیله خشک شده هرینگ در طول دوره خشک کردن را نشان دادند در حالی که اسیدهای چرب با چندین پیوند دوگانه در دوره خشک کردن بدون تغییر باقی ماندند. در تحقیق حاضر در هر دو روش خشک کردن، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه (∑PUFA) (بالاترین درصد در نمونه خشک شده در آون ۴۰/۲۶ و بالاترین درصد در نمونه خشک شده در خورشید ۴۱/۶۷) و اسیدهای چرب اشباع (∑SFA)(بالاترین درصد در نمونه آون ۳۴/۷۳ و بالاترین درصد در نمونه خشک شده در خورشید ۳۳/۱۰) در مقایسه با اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه (∑MUFA)(بالاترین درصد در نمونه خشک شده در آون ۲۲/۰۸ و بالاترین درصد در نمونه خشک شده در خورشید ۲۳/۴۱)، اسیدهای چرب برتر بودند. Akintola و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات اسیدهای چرب را ناشی از دودی کردن و خشک کردن را در میگوی ببری سیاه *Penaeus monodon* مورد بررسی قرار دادند، نتایج آنها نشان دهنده برتری مجموع اسیدهای چرب اشباع (∑SFA) با ۲۹/۲۴ درصد در میگوی خشک شده خورشیدی بود که در مقایسه با تحقیق حاضر مقدار کمتری را نشان داد. همچنین نتایج آن ها نشان داد که دودی کردن به سبب کاهش، سطح این گونه اسیدهای چرب سلامتی بیشتری را برای مصرف کننده در مقایسه با نمونه خشک شده خورشیدی دارد، زیرا سطح بالایی از ∑SFA در غذا، سطح LDL- کلسترول را بالا برده، که نتیجه آن بیماریهای قلبی برای انسان است (Stanley, 2009). در این مجموع اسیدهای چرب اشباع (∑SFA) در آون در مقایسه با روش خشک کردن در برابر خورشید اختلاف معنی داری نداشت.

نسبت ∑n3/∑n6 به عنوانی فاکتوری مهم برای سلامت مصرف کننده، پس از ۶ ماه در اثر روش خشک کردن خورشیدی (۱/۸۱ درصد) و آون (۲/۱۲ درصد) در مقایسه با نمونه تازه (۴/۰۷) کاهش معنی داری پیدا کردند($P < ۰/۰۵$)، در هر دو روش خشک کردن، کاهش این نسبت با افزایش زمان نگهداری قابل مشاهده بود اما در روش خشک کردن خورشیدی این کاهش به طور معنی داری در مقایسه با آون بیشتر بود، حتی در نمونه های خشک صفر نیز این کاهش مشاهده شد با این تفاوت که در نمونه خشک شده خورشیدی کاهش نسبت به نمونه تازه معنی دار نبود. افزایش این نسبت در رژیم غذایی انسان با کاهش لپیدهای پلاسما به پیشگیری از بیماری های قلبی کمک کرده و ریسک سرطان را کاهش می دهد (Pigott and Tucjer, 1990). مقدار توصیه شده نسبت ∑n3/∑n6 بیشتر از ۱:۴ است (Valencia *et al.*, 1990).

Cengiz و همکاران (۲۰۱۰)، نسبت ∑n3/∑n6 را در ماهیان دریایی در محدوده ۴/۷ تا ۱۴/۴ گزارش کرد، که حداقل تعیین شده از مقدار این نسبت در نمونه تازه در میگوی سرتیز بیشتر است. در مورد نسبت n6/n3، مطالعات نشان می دهد که در جیره انسان نسبت ۱:۱ نشان دهنده سلامت ماده غذایی برای مصرف انسان است (Pigott and Tucjer, 1990). در این مطالعه در نمونه تازه ۰/۲۵ و در نمونه های خشک شده در خورشید محدوده ایی بین ۰/۵۵-۰/۲۷ و در نمونه خشک شده در آون بین ۰/۵۷-۰/۴۴ بود. همچنین بر خلاف نسبت ∑n3/∑n6 که در نمونه خشک صفر در هر دو روش کاهش نشان دادند، n6/n3 در هر دو روش در نمونه خشک صفر افزایش نشان داد. روند این نسبت ها در طول دوره مورد بررسی نیز تایید کننده این مطلب است، به گونه ایی که نسبت ∑n6/∑n3، با افزایش زمان نگهداری روند افزایش را نشان داد، در حالی که نسبت n3/n6 دارای روند کاهشی در هر دو روش خشک کردن بود.

Wu و Mao (۲۰۰۸)، اثر خشک کردن با استفاده از مایکرو و هوا را در فیله ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idellus*) مورد بررسی قرار دادند. در بررسی آنها این نسبت در نمونه های تازه ۱/۰۳، نمونه خشک شده در هوا ۰/۷۶ و نمونه خشک شده در ماکروویو ۰/۸۳ بود که نشان می دهد هر سه نمونه برای مصرف انسان مفید هستند. در مورد شاخص (DHA+EPA)/C16 یا پلی ائن یا PI، که شاخص خوبی برای تعیین اکسیداسیون لپید است (Pirestani *et al.*, 2010)، در هر دو روش خشک کردن نمونه تازه

و نمونه خشک صفر در مقایسه با نمونه های میگو خشک شده در ماه ۶، با اختلاف معنی دار میزان کمتری را نشان داد و روند کاهشی در تمام دوره برقرار بود. چنین روند کاهشی در مطالعات Lubis و همکاران (۱۹۹۰) روی روند اکسیداسیون چربی در روش خشک کردن – نمک سود کردن در جریان ۶ هفته نگهداری دو گونه *Sardinops australia* و *Sardinops australia* نیز مشاهده شد.

با توجه به کاهش مشاهده شده در این شاخص می توان گفت، که خشک کردن موجب کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه و تبدیل آنها به اسیدهای چرب با اشباعیت کمتر خواهد شد. تخریب اسیدهای چرب غیر اشباع رابطه مستقیمی با دما و مدت زمان حرارت دهی دارد و هر چه درجه و مدت زمان این دو فاکتور بیشتر باشد، میزان اکسید شدن اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر می‌شود (Cakli *et al.*, 2006). همچنین در تحقیقی که روی خشک کردن گل آذین ماهی (*Atherina boyeri*) انجام گرفت، مجموع اسیدهای چرب نمونه تازه ۴/۹۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی پس از خشک کردن به ۰/۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم چربی رسید (Ben Smida *et al.*, 2014). شاخص های IA و IT شاخصی برای بررسی وضعیت هستند که در هر دو روش خشک کردن با آون (برای IA در ماه ۶، ۰/۵۱ و برای IT در ماه ۶، ۰/۳۸) و خورشید (برای IA در ماه ۶، ۰/۴۸ و برای IT در ماه ۶، ۰/۳۵) میزان این شاخص ها در مقایسه با نمونه تازه (برای IA در ماه ۶، ۰/۴۹ و برای IT در ماه ۶، ۰/۳۳) هیچ اختلاف معنی داری نداشتند($P > ۰/۰۵$). میزان این شاخص در روش خشک کردن خورشیدی در میگوی *Penaeus monodon* (IA، ۰/۷۱ و IT، ۰/۲۳) در مقایسه با نمونه تازه (IA، ۰/۶۷ و IT، ۰/۲۶) (Akintola *et al.*, 2013) همانند تحقیق حاضر هیچ اختلاف معنی داری را نشان نداد. Telahigue و همکاران (۲۰۱۳)، عنوان کردند که در ماهی *Sardinella aurita* خشک شده در آون و در معرض نور یا تابش خورشیدی، میزان IA و IT را در مقایسه با نمونه تازه افزایش خواهد داد، که با یافته های تحقیق حاضر مغایرت دارد.مطالعات نشان می دهد که افزایش شاخص های IA وIT همراه با کاهش نسبت n3/n6 نشانه کاهش کیفیت چربی است. که در تحقیق حاضر نیز این امر دیده شد. هنگامی که یک فرآورده دریایی مصرف می شود کیفیت آن از طریق ایجاد ارتباط بین مجموعه ای از ویژگی های ارگانولپتیک یا حسی سنجش می گردد، بسیاری از این تغییرات به وسیله حواس انسان یعنی دیدن، بوییدن، لمس کردن و چشیدن قابل جستجو خواهند بود(Veland and Torrissen, 1999).

در این آزمایش وضعیت ارتجاعی و سختی به عنوان عوامل کیفی مد نظر قرار گرفت و نتایج نشان دادکه هر دو روش خشک کردن از نظر سختی و وضعیت ارتجاعی اختلاف معنی داری نداشتند. بافت ماهیچه ماهی عمدتاً شامل فیبرهای یا سلول ها و فضاهای بین سلولی است. سلولهای ماهیچه عمدتا شامل فیبر، سارکوپلاسم و بافت های ارتباطی است، که عمدتا شامل کلاژن است (Veland and Torrissen, 1999). فاکتور وضعیت بافتی با توجه به بافت های ارتباطی و پروتئین میوفیبریل که شامل اکتین و میوزین هستند مورد ارزیابی قرار می گیرد. خشک کردن به واسطه تغلیظ مواد و ایجاد تغییرات غیر قابل بازگشت در ساختار، سبب دناتوره شدن پروتئین نیز می شود.

در مطالعه Ortiz و همکاران (۲۰۱۳)، که خشک کردن در هوا را روی ویژگی های فیله ماهی سالمون اطلس مورد بررسی قرار داد، نشان داد که مقدار سختی بافت سالمون تازه (۲/۵۹N/mm) به شکل معنی داری کمتر از فیله های خشک شده در دمای ۴۰، ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد است و سختی در آنها به N/mm ۷۷/۰۵ در ۶۰ درجه سانتی گراد رسید در مجموع،

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان اسیدهای چرب اشباع (∑SFA)، امگا ۳ و اسیدهای چرب غیر اشباع (∑PUF) در بافت میگو، در طول دوره خشک کردن با تابش خورشیدی و در آون در مقایسه با میگوی تازه کاهش می یابد. میزان اسیدهای چرب غیر اشباع (∑PUF)، امگا ۳ و DAH در میگوهای خشک شده با هر دو روش در زمان خشک صفر اختلاف معنی داری نداشتند. همچنین در طول نگهداری میگو خشک شده میزان اسیدهای چرب غیر اشباع (∑PUF) روند کاهشی معنی داری را نشان دادند. شاخص های P/S، n3/n6 در طول روند خشک شدن کاهش پیدا کردند. با توجه به تغییرات یکسان در اسید های چرب در بافت میگو ی خشک شده در مدت نگه داری، به دو روش خشک کردن و قابل قبول بودن این تغییرات از نظر بهداشت انسانی، هر دو روش خشک کردن میگو قابل پیشنهاد است.

جدول ۱ (ادامه در صفحات بعد) - مقایسه میانگین (انحراف معیار ± میانگین) اسیدهای چرب در میگو خشک شور در دو روش خشک کردن با نور خورشید و آون (درصد از اسید چرب)

		تازه	خشک صفر	ماه ۱	ماه ۲	ماه ۳	ماه ۴	ماه ۵	ماه ۶
اسید مریستیک (C ۱۴:۰)	خورشید	۱/۰±۶۶/۱۵ A	۰±/۱۲ Ba ۲/۱۷	۱/۰±۶۱/۳۳ Aa	/۰±۸۷/۰۲ Aa ۱	۲/۰±۲۱/۱۹ Ba	/۰±۷۷/۲۱ Aa ۱	/۰±۸۵/۱۱ Aba ۱	/۰±۹۱/۰۹ ABa ۱
	آون	۱/۰±۶۶/۱۵ A	۱/۰±۹۷/۰۹ Ba	/۰±۲۷/۰۷ Cb ۲	/۰±۹۶/۱۴ Ba ۱	۱/۰±۶۳/۰۲ Ab	/۰±۹۲/۰۲ Ba ۱	۰±۹۸/۰۱۰ Bb ۱/	/۰±۰۴/۰۰۶ Bb ۲
اسید پالمتیک (C ۱۶:۰)	خورشید	/۰±۷۵/۵۱ C ۲۱	/۰±۱۹/۵۰ Ba ۲۰	/۰±۳۴/۲۸ Aa ۱۸	/۰±۵۳/۲۲ Aa ۱۸	۲۰/۰±۷۰/۲۹ Ba	/۰±۹۶/۵۹ Ba ۱۹	/۰±۰۰/۷۲ Ba ۲۰	/۰±۴۱/۶۲ Ba ۲۰
	آون	/۰±۷۵/۲۱ B ۲۱	/۰±۸۰/۴۴ Aa ۱۹	/۰±۳۵/۳۲ Ab ۱۹	/۰±۰۱/۰۹ Ab ۱۹	/۰±۲۱/۰۷ Ab ۱۹	/۰±۴۵/۳۲ Aa ۱۹	/۰±۱۸/۵۸ Aa ۱۸	/۰±۹۸/۳۶ Aa ۱۹
اسید استئاریک (C ۱۸:۰)	خورشید	/۰±۳۶/۶۱ E ۱۱	/۰±۷۰/۱۳ BCa ۷	/۰±۸۲/۰۱ ABa ۷	/۰±۷۳/۱۱ Aa ۷	۸/۰±۸۰/۲۲ Ca	/۰±۲۸/۲۴ Da ۹	/۰±۰۵/۰۵ Da ۹	/۰±۳۳/۰۹ Da ۹
	آون	/۰±۳۶/۶۱ D ۱۱	/۰±۸۴/۲۹ Aa ۸	/۰±۲۳/۳۴ Ab ۸	/۰±۱۰/۲۴ Ab ۸	۹/۰±۴۷/۱۰ Bb	/۰±۵۵/۲۱ Cb ۱۰	/۰±۶۵/۱۵ Cb ۱۰	/۰±۷۴/۳۵ Cb ۱۰
اسید آراشیدیک (C ۲۰:۰)	خورشید	۰/۰±۲۷/۰۸ A	۰/۰±۴۱/۰۶ Ba	۰/۰±۳۹/۰۴ Ba	۰/۰±۶۷/۰۶ Ca ۰	۰/۰±۵۷/۰۶ Ca	۰/۰±۵۷/۰۷ Ca ۰	۰/۰±۵۷/۰۹ Ca	۰/۰±۶۰/۰۸ Ca
	آون	۰/۰±۲۷/۰۸ A	/۰±۴۸/۰۷ BCa ۰	۰/۰±۳۷ ۰۷A Ba	/۰±۴۲/۰۷ Bb ۰	/۰±۳۹/۰۱ Bb	/۰±۴۵/۰۸ Ba ۰	۰/۰±۵۵/۱۰ Ca	۰/۰±۶۰/۰۴ Ca
اسید بهنیک (C ۲۲:۰)	خورشید	۰/۰±۶۴/۰۴ A	۰/۰±۶۵/۰۷ Aa	/۰±۷۰/۰۴ ABa ۰	/۰۵ ABa ۰/۰±۷۱	۰/۰±۸۶/۱۰ Ba	Ba ۰/۰±۸۶/۰۹	۰/۰±۸۰/۲۱ Ba	۰/۰±۸۷/۰۹ Ba
	آون	۰/۰±۶۴/۰۴ B	/۰±۰۲/۱۷ Cb ۱	۰/۰±۷۰/۰۴ Ba	/۰±۴۶/۰۵ Ab ۰	۰/۰±۶۲/۰۲ Bb	/۰±۴۹/۱۴ Db ۱	/۰±۴۸/۰۴ Db ۱	/۰±۴۳/۰۸ Db ۱
اسید لیگنوسریک (C ۲۴:۰)	خورشید	C ۰/۰±۶۶/۶۰	۲/۰±۱۰/۱۴ Ba	/۰±۲۹/۰۳ Aa ۰	/۰۰۶ Aa ۰/۰±۲۴	۰/۰±۶۴/۱۲ Ca	/۰±۴۹/۱۳ Ca ۰	۰/۰±۵۲/۲۰ Ca	۰/۰±۶۹/۱۳ Ca
	آون	۰/۰±۶۶/۰۵ A	/۰±۲۲/۰۸ Cb ۱	/۰±۸۵/۰۳ Bb ۰	/۰±۳۰/۱۹ Cb ۱	۰/۰±۵۷/۰۹ Aa	/۰±۶۰/۰۳ Aa ۰	۰/۰±۶۱/۰۵ Aa	۰/۰±۶۲/۰۴ Aa

اسید تترادسنوییک C ۱۴:۱n-۵ (۰)	خورشید آون	۰/۰±۲۵/۰۱^{A} ۰/۰±۲۵/۰۱^{B}	۰/۰±۲۴/۰۱^{Aa} ۰/۰±۲۳/۰۳^{Ba}	۰/۰±۴۷/۰۲^{Ca} ۰/۰±۱۷/۰۲^{Aa}	۰/۰±۲۱/۰۳^{Aa} ۰/۰±۲۶/۰۲^{Ba}	۰/۰±۲۰/۰۵^{Aa} ۰/۰±۱۷/۰۲^{Aa}	۰/۰±۳۹/۰۲^{Ba} ۰/۰±۲۷/۰۱^{Bb}	۰/۰±۳۹/۰۴^{Ba} ۰/۰±۲۸/۰۱^{Bb}	۰/۰±۴۰/۰۲^{Ba} ۰/۰±۲۸/۰۱^{Bb}
اسید پالمیتولئیک C ۱۶:۱n-۷ (۱۰)	خورشید آون	۰/۰±۳۷/۱۴^{D} ۰/۰±۳۷/۱۴^{AB}	۹/۰±۴۴/۰۶^{Ba} ۰/۰±۰۸/۱۸^{Bb}	۰/۰±۱۹/۱۵^{Aa} ۰/۰±۳۶/۲۹^{ABb}	۱۱^{BDa} ۹/۰±۹۷ /۲±۰۵/۳۵^{Ba}	۰/۰±۳۰/۱۱^{Da} ۸/۰±۵۳/۲۶^{Ab}	۰/۰±۸۷/۲۰^{Aa} ۸ ۰۸^{ABb} ۹/۰±۳۸	۰/۰±۱۰/۰۲^{Aa} ۹ ۰±۲۰/۴۰^{ABb} ۹/	۰/۰±۱۴/۰۴^{Aa} ۹ ۰/۰±۵۶/۳۰^{ABb} ۹
اسید اولئیک C ۱۸:۱n-۹ (۱۱)	خورشید آون	۰±۱۲/۶۰^{B} ۰±۱۲/۶۰^{C}	۰/۰±۶۲/۰۹^{Aa} ۰/۰±۳۸/۷۸^{ABa}	۰/۰±۷۵/۳۵^{Aa} ۰/۰±۴۵/۲۵^{Cb}	۰/۰±۱۹/۱۴^{Ca} ۱۳ ۰/۰±۷۶/۴۹^{Ab} ۹	۱۰/۰±۶۴/۳۱^{Aa} ۱۰/۰±۹۳/۰۸^{Ba}	۳۰^{ABa} ۱۱/۰±۵۲ ۰/۰±۲۹/۰۲^{Ca} ۱۱	۰/۰±۴۳/۲۷^{Aba} ۱۱ ۰/۰±۱۱/۱۰^{Ca} ۱۱	۰/۰±۸۶/۱۸^{ABa} ۱۱ ۰/۰±۶۸/۰۶^{Ca} ۱۱
اسید لینولئیک C ۱۸:۲n-۶ (۲)	خورشید آون	۰/۰±۳۵/۴۲^{AB} ۴/۰±۳۵/۴۲^{B}	۰/۰±۹۵/۱۵^{ABa} ۰±۴/۱۴^{Bb}	۰/۰±۳۶/۵۷^{ABa} ۴/۰±۰۲/۶۰^{Ba}	۰/۰±۸۶/۰۵^{Aa} ۴ ۰/۰±۹۵/۲۵^{Bb} ۳	۴/۰±۲۶/۰۴^{Ba} ۳/۰±۸۵/۱۷^{Bb}	۰/۰±۳۶/۱۹^{Ba} ۴ ۰/۰±۵۹/۰۹^{Ab} ۲	۴/۰±۴۸/۰۷^{Ba} ۰/۰±۱۰/۱۴^{Ab} ۲	۴/۰±۳۱/۱۲^{Ba} ۰/۰±۷۹/۰۹^{Ab} ۲
اسید گامالینولئیک C ۱۸:۳n-۶ (۳)	خورشید آون	۰/۰±۳۸/۰۳^{B} ۰/۰±۳۸/۰۳^{A}	۰/۰±۶۳/۲۳^{Aa} ۱/۰±۲۹/۱۳^{Ca}	۰/۰±۷۶/۲۹^{Aa} ۰/۰±۳۶/۱۳^{Aa}	۰/۰±۹۱/۶۰^{Aa} ۰ ۰/۰±۳۴/۰۱^{Cb} ۱	۰/۰±۶۱/۰۸^{Aa} ۰/۰±۶۸/۱۷^{Ba}	۰/۰±۷۴/۰۸^{Aa} ۰ ۰/۰±۶۲/۰۵^{Ba} ۰	۰/۰±۷۳/۰۱^{Aa} ۰ ۰/۰±۶۰/۱۰^{Bb}	۰/۰±۷۳/۰۲^{Aa} ۰ ۰/۰±۶۴/۰۵^{Bb}
اسید آلفالینوئیک C ۱۸:۳n-۳ (۱)	خورشید آون	CD ۱/۰±۰۹/۱۲ B ۱/۰±۰۹/۱۲	۱/۰±۲۴/۰۶^{Da} ۰/۰±۰۷/۲۷^{Cb} ۲	۰/۰±۹۸/۰۱^{BCa} ۱/۰±۰۸/۰۶^{Bb} ۰	۰/۰±۵۵/۰۷^{Aa} ۰ ۰/۰±۹۱/۰۹^{Bb} ۰	۰/۰±۸۶/۰۸^{Ba} ۰/۰±۸۷/۰۸^{Ba}	۰±۱/۱۱^{BCa} ۰/۰±۹۱/۰۵^{Ba} ۰	۰±۱/۰۱^{BCa} ۰/۰±۵۰/۱۲^{Ab} ۰	۰/۰±۰۳/۱۱^{BCa} ۱ ۰/۰±۵۳/۰۲^{Ab} ۰
اسید ادکتاتترانوئیک C ۱۸:۴n-۳ (۴)	خورشید آون	۰/۰±۴۵/۰۶^{A} ۰/۰±۴۵/۰۶^{A}	۰/۰±۷۴/۰۵^{Ba} ۱/۰±۲۴/۰۶^{Eb}	۱/۰±۶۰/۲۲^{Ca} ۰±۸۷/۱۴^{CDb} ۰/	۰±۱/۲۰^{Ba} ۰/۰±۸۳/۰۷^{Ca} ۰	۰/۰±۷۷/۱۰^{Ba} ۰/۰±۶۴/۰۱^{Ba}	۰/۰±۶۹/۰۷^{Ba} ۰ ۰±۷۳/۱۱^{BCa} ۰/	۰/۰±۷۰/۰۴^{Ba} ۰±۱/۰۲^{Db}	۰/۰±۷۷/۰۷^{Ba} ۰±۱/۱۰^{Db}
اسید ایکوزاترینوئیک C ۲۰:۳n-۳ (۶)	خورشید آون	۱/۰±۱۸/۲۳^{C} ۱/۰±۱۸/۶۳^{B}	۰/۰±۷۸/۰۳^{BCa} ۰/۰±۷۲/۰۷^{Ba}	۰/۰±۶۸/۰۴^{Ba} ۰/۰±۷۷/۰۹^{Ba}	۰/۰±۱۳/۰۱^{Aa} ۰ ۰/۰±۱۲/۰۴^{Aa} ۰	۰/۰±۶۲/۰۱^{Ba} ۰/۰±۲۰/۰۴^{Ab}	۰±۷۵/۰۵^{BCa} ۰/ ۰/۰±۷۵/۰۹^{Ba} ۰	۰/۰±۷۴/۰۷^{BCa} ۰ ۰/۰±۷۵/۰۶^{Ba}	۰/۰±۷۵/۰۵^{BCa} ۰ ۰/۰±۷۸/۰۵^{Ba}
اسید دیهموگامالینولئیک C ۲۰:۳n-۶ (۸)	خورشید آون	۰/۰±۸۲/۱۵^{B} ۰/۰±۸۲/۱۵^{CD} ۰	۰/۰±۸۳/۰۴^{Ba} ۰/۰±۶۳/۱۷^{BCa} ۰	۰/۰±۷۰/۰۷^{Ba} ۰/۰±۷۹/۰۴^{CDa} ۰	۰/۰±۴۲/۲۳^{Aa} ۰ ۰/۰±۲۳/۱۵^{Aa} ۰	۰/۰±۷۳/۰۶^{Ba} ۰/۰±۴۷/۱۹^{ABb} ۰	۰/۰±۷۲/۰۸^{Ba} ۰ ۰/۰±۹۸/۱۵^{Da} ۰	۰/۰±۷۳/۰۸^{Ba} ۰/۰±۹۸/۱۹^{Da} ۰	۰/۰±۷۵/۰۹^{Ba} ۰±۱/۱۶^{Da} ۰
اسید آراشیدونیک C ۲۰:۴n-۶ (۵)	خورشید آون	۰/۰±۶۴/۰۹^{A} ۰/۰±۶۴/۰۹^{A}	۰/۰±۷۹/۰۶^{Aa} ۰/۰±۲۳/۸۵^{Ab} ۵	۰/۰±۱۶/۱۴^{CDa} ۶ ۰/۰±۴۶/۱۲^{Ab} ۵	۰۰۴^{Da} ۶/۰±۳۴ ۰/۰±۲۰/۹۱^{Aa} ۶	۴/۰±۶۷/۳۹^{B} ۵/۰±۷۲/۳۴^{Aa}	۰/۰±۸۴/۳۰^{Ca} ۵ ۰/۰±۵۶/۱۷^{Aa} ۵	۰/۰±۹۰/۱۰^{CDa} ۵ ۰/۰±۵۲/۲۷^{Aa} ۵	۰/۰±۹۴/۳۰^{CDa} ۵ ۵/۰±۶۵/۳۷^{Aa} ۵

اسید ایکوزاپنتانوئیک C ۲۰:۵n-۳) (	خورشید آون	۰/۰±۵۰/۰۵^{C} ۱۴ ۰/۰±۵۰/۰۵^{C} ۱۴	۰/۰±۲۸/۱۴^{Ca} ۱۴ ۰±۲۸/۴۳^{ABb} ۱۱/	۰/۰±۷۲/۶۶^{Ba} ۱۲ ۰/۰±۰۱/۷۹^{Ba} ۱۲	۰/۰±۳۷/۲۵^{Ba} ۱۲ /۳۰^{ABb} ۱۰/۰±۷۴	۹/۰±۹۶/۰۷^{Aa} ۰/۰±۲۹/۲۵^{ABb} ۱۱	۰/۰±۴۲/۲۳^{Aa} ۱۰ ۰/۰±۶۳/۴۲^{Ab} ۹	۰/۰±۴۰/۲۳^{Aa} ۱۰ ۰/۰±۶۸/۳۵^{Ab} ۹	۰/۰±۴۷/۴۳^{Aa} ۱۰ ۹/۰±۷۶/۴۴^{Aa}
اسید دکوزاپنتانوئیک C ۲۲:۵n-۶) (	خورشید آون	۰/۰±۶۵/۲۱^{A} ۰/۰±۶۵/۱۱^{A}	۰/۰±۹۱/۰۴^{Aa} ۰ ۱/۰±۰۶/۱۴^{Ca}	۰/۰±۹۷/۰۸^{Aa} ۰ ۰/۰±۹۷/۰۸^{BCa} ۰	۰/۰±۹۹/۷۵^{Ba} ۱ ۰±۷۶/۱۵^{ABa} ۰/	۰/۰±۸۷/۰۲^{Aa} ۰/۰±۷۲/۰۳^{ABb} ۰	۰/۰±۴۹/۰۱^{Aa} ۰ ۰±۹۶/۱۳^{BCb} ۰/	۰/۰±۵۰/۰۵^{Aa} ۰ ۰/۰±۹۵/۱۷^{BCb} ۰	۰/۰±۵۳/۰۲^{Aa} ۰ ۰/۰±۹۵/۱۲^{BCb} ۰
اسید دوکوزاپنتانوییک C ۲۲:۵n-۳) (	خورشید آون	/۰۹^{BCD} ۱/۰±۲۸ ۰/۰±۲۸/۰۹^{AB} ۱	۰/۰±۴۰/۰۷^{DEa} ۱ ۱/۰±۳۸/۲۰^{Ba}	۰/۰±۳۲/۰۹^{CDa} ۱ ۰/۰±۲۶/۰۸^{ABa} ۱	۰/۰±۵۰/۰۶^{Ea} ۱ /۰۱^{ABb} ۱/۰±۱۸	۱/۰±۰۹/۰۳^{Aa} ۱/۰±۰۹/۰۹^{Aa}	۰±۱۶/۰۹^{ABa} ۱/ ۰/۰±۱۰/۱۱^{Aa} ۱	/۱۰^{ABCa} ۱/۰±۱۷ ۰/۰±۱۸/۱۸^{Aa} ۱	/۰۸^{ABCa} ۱/۰±۲۰ ۰/۰±۱۲/۱۲^{Aa} ۱
اسید دوکوزاهگزانوئیک C ۲۲:۶n-۳) (	خورشید آون	۰/۰±۱۷/۸۶^{B} ۱۲ ۰/۰±۱۷/۸۶^{C} ۱۲	/۱±۵۷/۶۵^{Ba} ۱۱ /۱±۴۴/۱۵^{BCa} ۱۱	۰/۰±۷۱/۲۶^{Ba} ۱۱ ۰/۰±۳۶/۱۵^{ABb} ۱۰	۰/۰±۰۹/۵۶^{Ba} ۱۲ /۱±۳۷/۳۷^{Aa} ۹	۹/۰±۳۰/۳۶^{Aa} ۰/۰±۶۲/۵۸A^{Ba} ۱۰	۰/۰±۷۵/۳۹^{Aa} ۸ ۰/۰±۱۳/۱۰^{Ab} ۹	۰/۰±۷۵/۴۳^{Aa} ۸ ۹/۰±۱۸/۶۳^{Aa}	۸/۰±۷۶/۵۷^{Aa} ۰/۰±۱۰/۷۳^{Aa} ۹
∑SFA	خورشید آون	^{C} ۳۵/۲±۰۱/۸۹ ^{B} ۳۵/۲±۰۱/۸۹	۰/۰±۱۹/۸۱^{BCa} ۳۲ ۰/۰±۵۶/۷۶^{Aa} ۳۱	۰/۰±۴۶/۸۳^{Aa} ۲۹ ۰/۰±۸۳/۲۵^{Aa} ۳۰	۰/۰±۸۹/۴۴^{Aa} ۲۹ /۱±۸۴/۵۲^{Aa} ۳۰	۰/۰±۱۰/۱۰^{BCa} ۳۳ ۰/۰±۴۱/۱۲^{Ab} ۳۱	۰/۰±۴۷/۶۲^{Ba} ۳۲ ۰/۰±۸۸/۴۷^{Ba} ۳۳	۰/۰±۳۸/۲۲^{BCa} ۳۲ /۱±۷۳/۰۴^{Bb} ۳۲	۰/۰±۹۱/۶۲^{BCa} ۳۲ ۰/۰±۷۳/۵۴^{Bb} ۳۴
∑MUFA	خورشید آون	۰/۰±۸۹/۵۲^{AB} ۲۰ ۰/۰±۸۹/۵۲^{AB} ۲۰	۰/۰±۳۱/۰۷^{Aa} ۲۰ ۰/۰±۲۱/۹۸^{Ba} ۲۱	۰/۰±۳۵/۲۷^{Aa} ۲۰ ۰/۰±۰۲/۱۶^{Bb} ۲۲	۰/۰±۴۱/۱۴^{Ca} ۲۳ /۱±۰۸/۵۶^{Ba} ۲۲	۲۱/۰±۲۳/۶۲^{Ba} ۱۹/۰±۶۵/۳۷^{Aa}	۰±۸۰/۴۶^{ABa} ۲۰/ /۰۸^{ABa} ۲۰/۰±۹۵	۰/۰±۳۵/۲۳^{Ba} ۲۱ ۰/۰±۱۳/۵۳^{Ba} ۲۰	۰/۰±۴۱/۱۳^{Ba} ۲۱ ۰/۰±۵۳/۳۳^{Ba} ۲۱
∑PUFA	خورشید آون	/۲±۷۳/۰۵^{AB} ۳۴ /۲±۷۳/۰۵^{A} ۳۴	۰/۰±۳۳/۹۶^{Ca} ۳۸ /۱±۲۶/۶۵^{Ca} ۴۰	۰/۰±۶۷/۶۰^{Da} ۴۱ /۱±۶۷/۴۳^{Bb} ۳۷	۰±۸۸/۱۶^{BCa} ۳۶/ /۶±۸۱/۳۷^{Aa} ۳۳	۰/۰±۷۱/۹۴^{Aa} ۳۳ ۰/۰±۴۷/۵۴^{ABa} ۳۶	/۵۵^{ABa} ۳۵/۰±۵۱ ۰/۰±۵۴/۵۵^{Ab} ۳۲	۰/۰±۱۸/۷۱^{Aba} ۳۴ ۰/۰±۰۸/۷۳^{Aa} ۳۱	۰/۰±۷۱/۸۴^{ABa} ۳۵ /۱±۱۸/۴۳^{Aa} ۳۳
∑n-3	خورشید آون	/۳±۸۶/۳۵^{B} ۲۷ /۳±۸۶/۳۵^{C} ۲۷	/۱±۰۳/۵۲^{Ba} ۳۰ /۱±۱۶/۵۰^{Ca} ۲۸	/۰±۶۹/۳۲^{Ba} ۲۸ /۱±۰۴/۰۶^{BCa} ۲۶	/۰±۵۷/۵۲^{Ba} ۲۷ /۲±۰۸/۸۳^{Ab} ۲۰	۲۲/۰±۶۹/۶۸^{Aa} /۱±۸۶/۱۲^{ABCa} ۲۴	۰/۰±۸۶/۴۳^{Aa} ۲۲ ۰/۰±۲۷/۵۲^{ABb} ۲۲	۰±۲۳/۱۶^{Aa} /۲±۴۶/۰۱^{Aba} ۲۲	۰±۲۳/۸۶^{Aa} /۱±۵۵/۲۲^{ABa} ۲۲
∑n-6	خورشید آون	^{A} ۶/۰±۸۷/۴۵ ^{A} ۶/۰±۸۷/۴۵	۸/۰±۲۹/۵۹^{Ba} ۰/۰±۰۹/۷۸^{Cb} ۱۲	۰/۰±۹۷/۷۰^{Ca} ۱۲ ۰/۰±۶۲/۶۸^{BCa} ۱۱	۰/۰±۳۱/۳۷^{Da} ۹ /۱±۷۳/۵۵^{Db} ۱۳	۱۱/۰±۰۲/۳۴^{Ea} ۰/۰±۶۱/۴۳^{BCa} ۱۱	۰/۰±۶۴/۴۷^{Ea} ۱۲ ۰/۰±۲۲/۳۳^{Bb} ۱۰	۰/۰±۸۵/۵۷^{Ea} ۱۲ ۰/۰±۴۵/۸۶^{Ba} ۱۰	۰/۰±۷۰/۳۷^{Ea} ۱۲ ۰/۰±۶۲/۹۶^{Ba} ۱۱
∑n3/n6	خورشید آون	۴/۰±۰۷/۶۸^{C} ۴/۰±۰۷/۶۸^{B}	۳/۰±۶۴/۴۵^{Ca} ۰/۰±۳۳/۱۹^{Aa}	۰/۰±۲۱/۱۳^{Aa} ۲ ۰/۰±۲۴/۱۳^{Aa}	۰/۰±۹۶/۱۷^{Ba} ۲ ۰/۰±۸۰/۱۷^{Ab}	۲/۰±۰۵/۰۵^{Aa} ۲/۰±۱۴/۰۲^{Aa}	۱/۰±۸۱/۱^{Aa} ۰/۰±۱۶/۰۸^{Ab}	۰/۰±۸۰/۰۴^{Aa} ۱ ۰/۰±۱۵/۱۲^{Ab}	۰/۰±۸۱/۰۹^{Aa} ۱ ۰/۰±۱۲/۱۰^{Ab}

∑n6/n3	خورشید	۰/۰±۲۵/۰۴^{A}	۰/۰±۲۷/۰۳^{Aa}	۰/۰±۴۵/۰۲^{Ca}	۰/۰±۳۳/۰۲^{Ba}	۰/۰±۴۸/۰۱^{Ca}	۰/۰±۵۵/۰۳^{Da}	۰/۰±۵۵/۰۴^{Da}	۰/۰±۵۵/۰۲^{Da}
	آون	۰/۰±۲۵/۰۴^{A}	۰/۰±۴۳/۰۳^{Ba}	۰/۰±۴۴/۰۲^{Ba}	۰/۰±۵۷/۰۲^{Cb}	۰/۰±۴۶/۰۰۶^{Bb}	۰/۰±۴۶/۰۱^{Bb}	۰/۰±۴۷/۰۱^{Bb}	۰/۰±۴۷/۰۲^{Bb}
DHA/EPA	خورشید	/۳۳^{ABC} ۰/۰±۸۷	۰/۰±۸۱/۱۲^{Aa}	۰/۰±۹۲/۰۴^{BCa}	۰/۰±۹۷/۰۳^{Ca}	۰/۰±۹۱/۰۰۳^{BCa}	/۰۲^{ABa} ۰/۰±۸۳	۰/۰±۸۳/۰۲^{ABa}	۰/۰±۸۳/۰۲^{ABa}
	آون	۰/۰±۸۷/۰۱^{A}	۱/۰±۰۱/۰۶^{Ba}	۰/۰±۸۶/۰۴^{Aa}	۰/۰±۸۷/۰۲^{Aa}	۰/۰±۹۴/۰۳^{Ba}	۰/۰±۹۴/۰۱^{Bb}	۰/۰±۹۳/۰۲^{Bb}	۰/۰±۹۳/۰۳^{Bb}
(DHA+EPA)/C16	خورشید	۱/۰±۱۳/۰۵^{A}	۱/۰±۲۶/۰۹^{Aa}	۰/۰±۳۳/۰۷^{Aa}	۰/۰±۳۲/۰۹^{Aa}	۰/۰±۹۴/۰۲^{Ba}	۰/۰±۹۶/۰۴^{Ba}	۰/۰±۹۴/۰۲^{Ba}	۰/۰±۹۵/۰۶^{Ba}
	آون	۰±۱۳/۰۳^{Aba}	۱/۰±۱۴/۰۶^{Aa}	۰/۰±۱۳/۰۳^{Ab}	۰/۰±۸۹/۰۵^{Bb}	۱/۰±۱۴/۰۴^{Ab}	۰/۰±۹۶/۰۲^{Ba}	۰/۰±۹۶/۰۱^{Ba}	۰/۰±۹۴/۰۵^{Ba}
P/S	خورشید	/۰±۱۳/۲۰^{AB}	۱/۰±۲۶/۰۹^{Ba}	۱/۰±۳۳/۰۷^{Ba}	۰/۰±۳۲/۰۹^{Ba}	۰/۰±۹۴/۰۲^{Aa}	۰/۰±۹۶/۰۴^{Aa}	۰/۰±۹۶/۰۷^{Aa}	۰/۰±۹۵/۰۶^{Aa}
	آون	۰/۰±۱۳/۰۳^{Ab}	۱/۰±۱۴/۰۶^{Aa}	۰/۰±۱۳/۰۳^{Ab}	۰/۰±۸۹/۰۵^{Bb}	۱/۰±۱۴/۰۴^{Ab}	۰/۰±۹۶/۰۲^{Ba}	۰/۰±۹۴/۰۲^{Ba}	۰/۰±۹۴/۰۵^{Ba}
IA	خورشید	۰/۰±۴۹/۰۴^{A}	۰/۰±۴۷/۰۳^{Aa}	۰/۰±۴۱/۰۱^{Aa}	۰/۰±۴۴/۰۲^{Aa}	۰/۰±۵۲/۰۲^{Aa}	۰/۰±۴۸/۰۲^{Aa}	۰/۰±۴۸/۰۱^{Aa}	۰/۰±۴۸/۰۵^{Aa}
	آون	۰/۰±۴۹/۰۴^{A}	۰/۰±۴۵/۰۲^{Aa}	۰/۰±۴۵/۰۴^{Aa}	۰/۰±۵۰/۰۸^{Aa}	۰/۰±۴۸/۰۳^{Aa}	۰/۰±۴۹/۰۱^{Aa}	۰/۰±۴۹/۰۲^{Aa}	۰/۰±۵۱/۰۱^{Aa}
IT	خورشید	۰/۰±۳۳/۰۵^{A}	۰/۰±۲۸/۰۱^{Aa}	۰/۰±۲۷/۰۲^{Aa}	۰/۰±۲۸/۰۵^{Aa}	۰/۰±۳۶/۰۶^{Aa}	۰/۰±۳۵/۰۱^{Aa}	۰/۰±۳۵/۰۳^{Aa}	۰/۰±۳۵/۰۱^{Aa}
	آون	۰/۰±۳۳/۰۵^{A}	۰/۰±۲۸/۰۲^{Aa}	۰/۰±۳۰/۰۳^{Aa}	۰/۰±۳۹/۰۹^{Aa}	۰/۰±۳۳/۰۴^{Aa}	۰/۰±۳۷/۰۴^{Aa}	۰/۰±۳۹/۰۱^{Aa}	۰/۰±۳۸/۰۴^{Aa}

-حروف بزرگ به معنی اختلاف معنی دار در طول دوره خشک کردن و حروف کوچک به معنی اختلاف معنی دار بین دو روش خشک کردن خورشیدی و آون است (P<۰/۰۵).

جدول ۲- مقایسه میانگین (انحراف معیار ± میانگین) شاخص های سختی و وضعیت ارتجاعی بافت میگوی خشک شده با روش‌های خورشیدی و آون

	میگوی خشک شده در نور خورشید	میگوی خشک شده در آون
سختی (گرم بر نیوتون)	۴۵۲/۴۸±۳۱/۶۵ ^{a}	۴۶۸/۳۳±۳۶/۶۶^{a}
وضعیت ارتجاع (میلی ژول)	۰/۱۸±۰/۰۶^{a}	۰/۱۹±۰/۰۰۵^{a}

* حروف نامشابه در بالای اعداد در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (p<۰/۰۵).

۵. منابع

References

Ackman, R.G. 2000. Fatty acid in fish and shellfish. in: Fatty Acids in Food and Their Health Implications (ed. C.K. Chow). 2nd ed., Marcel Dekker Inc, USA, pp. 153-174.

Akintola, S.L., 2015. Effects of smoking and sun-drying on proximate, fatty and amino acids compositions of

Southern pink shrimp (*Penaeus notialis*). *Journal of Food Sciences and Technology* 52(5), 2646–2656.

Andrew, A., 2001. Fish Processing Technology, p. 7. University of Ilorin Press, Nigeria

Bala, B.K., Mondol, M.R.A. 2001. Experimental investigation on solar drying of fish using solar tunnel dryer. *Drying Technology* (19), 427-436.

Basha, S.M., Pancholy, S.K. 1982. Composition and characteristics of basic proteins from peanut (*Arachishy pogaea* L). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (30), 1176–1179.

Ben Smida, M.A., Bolje, A., Ouerhani, A., Barhoumi, M., Mejri, H., El Cafsi, M., Fehri-Bedoui, R., 2014. Effects of Drying on the Biochemical Composition of Atherina boyeri from the Tunisian Coast. *Food and Nutrition Sciences* (5), 1396-1404.

Cakli, S. A., Taskaya, L., Celik, U., Atamanic, C. A., Cadun, A. 2006. A study of production of crocket from Tinca tinca and its quality. EU. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* (29), 85-96.

Carvalho, A.P., Malcata, F.X., 2005. Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Gas-Chromatographic Analysis of Marine Lipids: Insight Studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(13), 5049–5059

Chandrashekar, K., Deosthale, Y. G. 1993. Proximate composition, amino acid, mineral, and trace element content of the edible muscle of 20 Indian fish species. *Journal of Food Composition and Analysis* 6(2), 195-200.

Chedoloh, R., Karrila, T.T., Pakdeechanuan, P. 2011. Fatty acid compo¬sition of important aquatic animals in Southern Thailand. *International Food Research Journal* (18), 783-790

Clack, J.A., Goldblith, S.A. 1974. Processing of foods: In ancient Rome. *Journal of Food Technology* 29(l), 30-32.

Clucas, I.J., Sutcliffe, P.J., 1981. An introduction to fish handling and processing. Tropical Products Institute. London. pp.86-91

Deng, Y., Liu, Y., Qian, B., Do, S., Wu, J., Song, X. 2011. Impact of far-infrared radiation-assisted heat pump drying on chemical compositions and physical properties of squid (*Illex illecebrosus*) fillets. *European Food Research and Technology* (232), 761−768.

Djendoubi, N., Boudhrioua, N., Bonazzi, C., Kechaou, N. 2009. Drying of sardine muscles: Experimental and mathematical investigations. *Food and Bioproducts Processing* (87), 115−123.

Duan, Z., Zhang, M., Tang, J., 2004. Thin layer hot-air drying of bighead carp. Fisheries Sciences 23, 29−32.

Edijala, J. K., Egbogbo O., Anigboro, A. A. 2009. Proximate composition and cholesterol concentrations of *Rhynchophorus phoenicis* and *Oryctesmonoceroslarvae* subjected to different heat treatments. *African Journal of Biotechnology* 8(10), 2346-2348

Eskandari, S., Bitaab, M. A., Abtahi, B., Ghaffari, F., Namin, M. M., Khorjestan, S. M. 2014. Determination of fatty acids composition in Persian Gulf shrimp, Metapenaeus affinis. *Journal of Paramedical Sciences* 2, 121-126.

Eun, J. B., Chung, H. J., Hearnsberger, J.O. 1994. Chemical composition and microflora of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) roe and swim bladder. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42(3), 714-717.

Eyo, A.A., 1998. Shelf-life of Moonfish *(Citharinus citharus)* and Tumk Fish *(Mormyrus rume)* during storage at ambient temperature and on Ice. FAO Fisheries Report No. 574. Pp. 35-37.

Feliz, G.L.A., Gatlin, M.D., Lawrence, L.A., Velazquez, P.M. 2002. Effect of dietary phospholipid on essential fatty acid requirements and tissue lipid composition of Litopenaeus vannamei juveniles. *Aquaculture* 207, 151–167

Fennema, R.O. 1996. Food chemistry, 3rd edn. Marcel Dekker, Inc. 270 Food Chemistry (3rd edition). pp.365-369

Firestone, D. 1998. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society (4th ed.). Champaign: American Oil Chemist Society Press.

Fischer, W., Schneider, M., Bauchot, M.L. 1987. Me´diterrane´e et Mer Noire. Fiches FAO d′identification des espe`ces pour les besoins de la. pp 510-580.

Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* (226), 497-509.

Fuentes, J. A. G., 1998. Que alimentos convem ao coracao. *Aliment* 12(53), 7-11.

Li, G., Sinclair, A.J., Li, D. 2011. Comparison of lipid content and fatty acid composition in the edible meat of wild and cultured fresh¬water and marine fish and shrimps from China. *Journal of Agriculter Food Chemistery* (59), 1871-2881.

Lubis, Z., Buckle, K.A. 1990. Rancidity and lipid oxidation of dried – salted sardines. *International Journal of food science and Technology* (25), 295-303.

Ortiz, J., Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Puente-Diaz, L., Zura-Bravo, L, Aubourg, S. 2013. Influence of air-drying temperature on drying kinetics, colour, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (Salmo salar L.) fillets. *Food Chemistry* (139), 162−169

Piggot, G.M., Tucker, B.W. 1990. Effects of Technology on Nutrition. Marcel Decker, Inc., New York, USA. Pp.110-120.

Pirestani, S., Sahari, M.A., Barzegar, M. 2010. Fatty acids changes during frozen storage in several fish species from South Caspian Sea. *Journal of Agriculture Science Technology* (12), 321-329

Rodrigo, J., G. Ros, J. Priago, C. Lopez, Ortuno, J. 1998. Proximate and Mineral Compositions of Dried Salted Roes of Hake (*Merluccius merluccius*, L.) and Ling (*Molva molva*, L.). *Food Chemistry* 63 (2), 221-228.

Rosa, R., Nunes, L.M. 2003. Nutritional quality of red shrimp, Aristeus antennatus (Risso), pink shrimp, Parapenaeus longirostris (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus*). Journal of the Science of Food and Agriculture* (84), 89–94.

Sargent, J. R. 1996. Origins and functions of egg lipid. In: N. R. Bromage & R. J. Roberts (eds.), Broodstock management and egg and larval quality. pp. 353- 372.

Shah, A.K.M.Z., Tokunaga, C., Kurihara, H., Takahashi, K. 2009. Changes in lipids and their contribution to the taste of migaki-nishin (dried herring fillet) during drying. *Food Chemistry* (115), 1011−1018.

Sriket, P., Benjakuls, S., Visessanguan, W., Kijroongrojana, K. 2007. Comparative studies on chemical composition and thermal prop¬erties of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) meats. *Journal of Food Chemistery* (103), 1199–1207.

Stanley, J.C. 2009. Stearic acid or palmitic acid as a substitute for Tran's fatty acids. *Lipids Technology* (21) , 195-198.

Telahigue, K., Hajji, T., Rabeh, I., El Cafsi, M., 2013. The changes of fatty acid composition in sun dried, oven dried and frozen hake (*Merluccius merluccius*) and sardinella (*Sardinella aurita*). *African Journal of Biochemistry Research* (7), 158-164.

Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G., Ozkutuk, S. 2004. Changes in the Quality of Fishbone Produced FromTilapia (*Oreochromis niloticus*) During Frozen Storage (-18°C). *European Food Research and Technology* (218), 420-423.

Tvrzicka, E., Kremmyda, L.S., Stankova, B., Zak, A. 2011. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease—a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions. *Biomed Pap Palacky Olomouc* 155(3),195–218

Uauy, R., Valenzuela, A. 2000. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. *Nutrition* (6), 680-684

Veland, J., Torrissen, O. 1999. The texture of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle as measured instrumentally using TPA and Warner–Bratzler shear test. *Journal of the Science of Food and Agriculture* (79), 1737–1746.

Wanasundara, U.N., Shahidi, F. 1998. Lipase-assisted concentration of n-3 polyunsaturated fatty acids in acylglycerols from marine oils. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 75(8), 945-951.

Wu, T., Mao, L. 2008. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. *Food Chemistry* (110), 647–653.

Yanar, Y., Celik, M. 2005. Seasonal variations of fatty acid composition in wild marine shrimps (Penaeus semisulcatus DeHaan 1844 and Metapenaeus monoceros Fabricus 1789 from the Eastern Mediterranean Sea. *Food Science and Technology International* (11), 391-395.