نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
ISSN: 2423-6349
دوره ۱۳، شماره ۱، صفحات ۱۱-۲۶
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

اثرات روغن زیتون و بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) بر اسیدهای چرب لاشه، جیره و ماندگاری غذای تاسماهی ایرانی جوان (*Acipenser persicus*)

اسماعیل حسین‌نیا[۱]، حسین خارا[۲]، مسعود فرخ روز[۲]، ایوب یوسفی جوردهی[۱]، محمود محسنی[۱]، ذبیح‌الله پژند[۱]، فاطمه فداکارماسوله[۱]، علیرضا عاشوری[۱]

۱. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

۲. گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۶

نویسنده مسئول مکاتبه:
اسماعیل حسین‌نیا، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران
ایمیل:
esmaeilhosseinnia@yahoo.com

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین اثرات فیزیولوژیک آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی روغن زیتون و مصنوعی بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) بر اسیدهای چرب جیره و لاشه و تعیین شاخص‌های ماندگاری جیره (TVN و پراکسید) در تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) پرورشی انجام شد. ۳۱۵ عدد ماهی با وزن اولیه ۰/۰۲± ۱۰۸ گرم انتخاب و در هفت تیمار ذخیره‌سازی شدند. سه تیمار جیره با غلظت‌های ۱، ۳ و ۵ درصد از روغن زیتون و سه تیمار دیگر با غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره از BHT و تیمار شاهد بدون روغن زیتون و BHT، و هر تیمار با سه تکرار به مدت دو ماه به ماهیان تغذیه شد. نتایج نشان داد سطوح اسیدهای چرب جیره‌های غذایی حاوی روغن زیتون و لاشه ماهیانی که از این جیره‌ها استفاده کردند، نسبت به جیره‌های غذایی حاوی BHT و ماهیان تغذیه شده با آن اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < ۰/۰۵$). جیره‌های غذایی حاوی ۱٪ و ۳٪ روغن زیتون، ماندگاری بیشتری داشتند. میزان TVN در همه تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافت. کمترین میزان TVN به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۲ (۰/۳۸ ± ۵۶/۹ و ۰/۲۳ ± ۵۹/۸ میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم) مشاهده گردید ($p < ۰/۰۵$). کمترین میزان پراکسید به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۴ (۰/۱۷ ± ۶/۸ و ۰/۲۱ ± ۷/۲۳ میلی‌اکی والان در ۱۰۰۰ گرم) مشاهده گردید که به طور معنی‌داری کمتر از شاهد و سایر تیمارها بود ($p < ۰/۰۵$). به طور کلی، افزودن آنتی‌اکسیدان طبیعی روغن زیتون با غلظت‌های ۱ و ۳ درصد به جیره باعث افزایش ماندگاری جیره غذایی و حفظ کیفیت لاشه تاسماهی ایرانی در مقایسه با جیره حاوی بوتیل هیدروکسی تولوئن گردید و افزودن آن به جیره توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: روغن زیتون، بوتیل هیدروکسی تولوئن، اسید چرب، ماندگاری غذا، تاسماهی ایرانی

۱ | مقدمه

ماهیان خاویاری یکی از باارزش‌ترین ماهیانی هستند که در دنیا یافت می‌شوند و دریای خزر مأمن اصلی این ماهیان است. دریای خزر بعنوان زیستگاه اصلی ماهیان خاویاری و بزرگترین منبع آب لب شور در شمال کشور، اراضی کم بازده ساحلی را برای بهره‌برداری بهینه در زمینه پرورش ماهیان خاویاری فراهم نموده است. وضعیت فیزیولوژیک گونه‌های تاسماهیان برای رشد در محیط آب لب شور دریای خزر سازگار شده است. ذخایر تاسماهیان به دلایل متعدد در معرض انقراض می‌باشند و اغلب متخصصین معتقدند که ذخایر فعلی وابسته به تکثیر مصنوعی و پرورش بچه‌ماهیان در مراکز تکثیر و پرورش می‌باشد (Pourkazemi, 2006). بهبود کیفیت جیره متناسب با نیازهای غذایی گونه پرورشی، نقش مهمی در رشد و پیشگیری از عوامل بیماریزا و کاهش هزینه‌های پرورش دارد. ماهی و فرآورده‌های آن (آرد ماهی) از جمله غذاهای بسیار فسادپذیر هستند. فساد این فرآورده‌ها به صورت فساد میکروبی و شیمیایی است که سبب افت کیفیت پروتئین‌ها و اسیدهای چرب غیراشباع آن‌ها می‌شود (Wenjiao, 2009). مواد شیمیایی سنتزی مانند بوتیل هیدروکسی آنیزول (BHA) و بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) برای

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

کنترل فساد در این فرآورده‌ها به کار می‌رود (Jeon, 2002)، اما به دلیل اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدانهای مصنوعی مانند خطرات جهش‌زایی، ایجاد مسمومیت، مشکلات معده و سرطانزایی (Cadun, 2008)، تمایل به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی افزایش یافته است (Burt, 2004). آنتی‌اکسیدان‌ها نقش بسیار مهمی در حفاظت از موجودات در مقابل استرس‌های اکسایشی دارند. بطور کلی، بسیاری از آنتی‌اکسیدانهای مصنوعی از قبیل بوتیلیتد هیدروکسی آنیزول، بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن، ترت بوتیل هیدروکوئینون، و پروپیل گالات به محصولات غذایی اضافه شده تا اکسیداسیون چربی را مهار کند. نگرانی‌هایی در مورد استفاده از آنتی‌اکسیدانهای مصنوعی به عنوان افزودنی‌های غذایی ایجاد شده است (Peyghambary *et al.*, 2009). امروزه، در صنعت آبزی-پروری از آنتی‌اکسیدانهای مصنوعی و سنتتیک مانند بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) به صورت افزودنی جهت جلوگیری از تشکیل رادیکال‌های پراکسید چربی‌هایی که بعنوان منبع اصلی تأمین انرژی در تغذیه آبزیان بکار می-روند، استفاده می‌گردد. برخی از این ترکیبات خاصیت سرطانزایی و اثرات نامطلوبی بر سلامتی آبزیان و مصرف-کنندگان آنها بویژه انسان دارد (He and Ackman, 2000). به منظور جلوگیری از این اثرات سمی، آنتی-اکسیدان‌های طبیعی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. آنتی اکسیدانهای طبیعی گروه وسیعی از ترکیبات هستند که اغلب به گیاهان تعلق دارند و به عنوان محصولات فرعی کشاورزی محسوب می‌شوند (Moure *et al.*, 2001). برخی از این آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در تغذیه حیوانات بعنوان محافظ غذا، جهت بهبود سلامت موجود و تولید موجودات ارگانیک و بهبود کیفیت و کمیت فرآورده نهایی بکار می‌روند (Sigurgisladottir *et al.*, 1994). فنل‌های هیدروفیلیک عمده‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های روغن زیتون می‌باشند که همچنین در آن توکوفرول وکاروتن‌ها هم وجود دارد. انواع فنل‌های هیدروفیل که در روغن زیتون یافت می‌شوند، شامل الکل‌ها و اسیدهای فنلی، فلاونوئیدها، لیگنان‌ها و سکروئیدها می‌باشند. روغن زیتون دارای آنتی-اکسیدان‌های قوی مثل پلی فنول‌ها و فلاوونوئیدها می‌باشد که این آنتی‌اکسیدان‌ها باعث کاهش پراکسیداسیون چربی-ها در بدن و به دنبال آن کاهش استرس اکسیداتیو می-شوند. بوتیل هیدروکسی تولوئن با فرمول شیمیایی C15H24O (BHT) یک آنتی‌اکسیدان از نوع فنولیک و هیدروفوبیک بوده که در صنایع غذایی کاربرد زیادی دارد. این ماده به صورت جامد یا بلوری سفید و بدون بو یا دارای بوی ضعیفی می‌باشد (Soudagar *et al.*, 2014). در آب نامحلول بوده، ولی قابلیت انحلال در چربی و حلال‌های غیر قطبی را داراست. این تحقیق با هدف تعیین تأثیر آنتی اکسیدان‌های طبیعی روغن زیتون و آنتی‌اکسیدان مصنوعی بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) از طریق مطالعه اسیدهای چرب جیره و لاشه تاسماهی ایرانی جوان و ماندگاری غذا مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

۲ | مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات تاسماهیان گیلان واقع در چابکسر و با استفاده از آب لب شور دریای خزر طی دو ماه انجام شد. برای این کار تعداد ۳۱۵ تاسماهی ایرانی جوان با وزن اولیه ۰/۰۲± ۱۰۸ گرم و طول اولیه ۰/۰۱± ۹ /۳۲ سانتیمتر در ۲۱ مخزن فایبرگلاس نیم تنی با دبی آب ورودی حدود ۹ لیتر در دقیقه، عمق آبگیری نیم‌متر، مساحت یک مترمربع و حجم آبگیری ۳۵۰ لیتر در شرایط یکسان پرورشی به مدت ۶۰ روز با جیره غذایی محتوی ۱۱ درصد چربی، ۱۸ درصد کربوهیدرات و ۴۲ درصد پروتئین تغذیه و پرورش یافتند. برای ساخت جیره ابتدا مواد اولیه شامل آرد ماهی، پودر گوشت، آرد گندم، روغن، مکمل معدنی، مکمل ویتامینی و نشاسته به ترتیب با مقادیر ۴۰، ۲۰، ۲۰، ۱۱، ۱/۵، ۱/۵ و ۱۲ درصد تهیه و در سالن غذاسازی ایستگاه تحقیقات تاسماهیان گیلان ساخته شد. مواد اولیه تیمارهای آزمایشی با درصدهای مشخص از روغن زیتون و بوتیل هیدروکسی تولوئن، و مواد اولیه تیمار شاهد بدون روغن زیتون و بوتیل هیدروکسی تولوئن، توسط مخلوط‌کن با هم ترکیب گردید. سپس توسط چرخ گوشت به صورت پلت درآمد و با استفاده از جعبه‌های توری در خشک‌کن قرار گرفت و برای تغذیه ماهی استفاده شد. برای هر مخزن، یک شیر ورود آب (در بالا) و مجرای خروج آب در کف مخزن تعبیه شده بود که با تنظیم میزان ورود و خروج آب، حجم آب در یک سطح ثابتی قرار می‌گرفت؛ همچنین امکان تعویض آب و دفع فضولات ناشی از غذا و مدفوع به راحتی امکان‌پذیر بود. پس از طی دوره سازگاری، ماهیان زیست‌سنجی شدند و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی، در شرایط یکسان پرورشی با یکدیگر مقایسه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

شدند. آب ورودی مخازن به شکلی در نظر گرفته شد که در هر ساعت یک بار آب مخازن به طور کامل تعویض می-شد تا موجبات حفظ کیفیت آب در حد مطلوب فراهم گردد. مخازن دارای سایبان و مجهز به سیستم هوادهی بودند. غذای تیمارهای آزمایشی با درصدهای مشخص از روغن زیتون (تیمار ۱ به مقدار ۱درصد، تیمار ۲ به مقدار ۳ درصد و تیمار ۳ به مقدار ۵ درصد در جیره غذایی) و بوتیل هیدروکسی تولوئن (تیمار ۴ به مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا، تیمار ۵ به مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم درکیلوگرم غذا و تیمار ۶ به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا) و غذای تیمار شاهد بدون روغن زیتون و بوتیل هیدروکسی تولوئن بود. جیره غذایی پس از ساخته شدن آنالیز و ترکیبات آن مشخص گردید. آنالیز پروتئین و خاکستر به ترتیب با دستگاه کجلدال مدلBAP 40 ساخت آلمان و به روش AOAC (۱۹۹۵) و آنالیز چربی و رطوبت به ترتیب با دستگاه سنجش چربی سوکسله مدل BOHR ساخت آلمان و آون (Parvaneh, 1998) اندازه‌گیری و مقدار آن‌ها در جیره مشخص شد (Chimezie *et al.*, 2008). درصد غذای روزانه با توجه به شرایط محیطی، درجه حرارت آب و وزن توده زنده در مقاطع زمانی مختلف (معمولاً پس از هر بار زیست‌سنجی) بر حسب وزن بدن (Faridpak, 2008) بین ۱ تا ۳ درصد زی‌توده متغیر بود. غذادهی به صورت دستی و طی ۳ بار در شبانه‌روز انجام می‌شد. به منظور حفظ شرایط مناسب فیزیکی و شیمیایی آب، بعضی از پارامترها از جمله درجه حرارت، اکسیژن، شوری و pH آب به صورت روزانه اندازه‌گیری شدند. قبل از شروع آزمایش جیره شاهد و جیره‌های آزمایشی از لحاظ پارامترهای چربی، پروتئین، کربوهیدرات، رطوبت، خاکستر و میزان پروفیل اسیدهای چرب مورد آنالیز قرارگرفتند. در پایان دوره آزمایش از هر تیمار سه ماهی به منظور اندازه-گیری میزان ترکیبات لاشه و پروفیل اسیدهای چرب به آزمایشگاه فرستاده شد (Abdelghany and Ahmad, 2002). برای اطمینان از کارایی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی جهت کاهش اکسیداسیون چربی‌ها و سالم بودن جیره غذایی ماهی، شاخص‌های ماندگاری غذا مانند TVN و پراکسید، ۳ بار اندازه‌گیری گردید (نوبت اول در زمان تولید، نوبت دوم ۳ ماه پس از تولید و نوبت سوم ۶ ماه پس از تولید).

TVN (Total volatile nitrogen) (نیتروژن آزاد کل)

در اثر فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک ساختمان پروتئینی تجزیه شده و باعث آزادشدن مواد فرار و آمونیاک آزاد و فساد ماده غذایی می‌شود. با اندازه‌گیری این فاکتور می‌توان درباره فساد یا عدم فساد پروتئین قضاوت نمود.

روش اندازه‌گیری TVN

۱۰ گرم از نمونه در بالن ۵۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد و سپس ۲ گرم اکسید منیزیم و ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر را به بالن اضافه گردید و به ست تقطیر متصل شد. در ارلن جمع‌آوری بخار کندانس شده،۱۰۰ میلی‌لیتر بوریک اسید ۴ درصد به همراه شناساگر ریخته شد و تقطیر را تا ۲۰۰ الی ۲۵۰ میلی‌لیتر ادامه یافت. آنگاه با سولفوریک اسید ۰/۱ نرمال تیتر گردید (Cunnia, 1995).

$$\text{TVN میلی‌گرم درصد گرم نمونه} = \frac{14\times \text{میلی لیتر مصرفی سولفوریک اسید}}{\text{(گرم)نمونه}}$$

پراکسید

برای روغن‌های سالم اندیس پراکسید باید زیر ۶ باشد. طبق استاندارد دیگری تا عدد ۱۰ هم قابل قبول است. هدف از این کار تعیین کیفیت چربی، بررسی فساد اکسیداتیو، اندازه‌گیری میزان پراکسید در روغن و بررسی کهنگی روغن می‌باشد. عواملی چون نور، اکسیژن، دما و غیره در شدت اکسیداسیون اثرگذار است. عدد پراکسید شاخص خوبی برای بیان اکسیداسیون چربی‌ها نمی‌باشد. چون در مراحل اولیه اکسیداسیون ممکن است عدد پراکسید بالا به دست آید و با گذشت زمان و تبدیل پراکسید به آلدئید، کتون و ... باعث کاهش میزان عدد پراکسید گردد (www. azmayeshgah shimi – roghan).

روش اندازه‌گیری پراکسید

ابتدا ۵ گرم از نمونه روغن وزن شد. سپس ۳۰ میلی‌لیتر اتانول و ۱۵ میلی‌لیتر یدید پتاسیم اشباع (KI) به ظرف اضافه شده و به مدت۲۰ دقیقه در تاریکی (کابینت تاریک) نگهداری گردید. پس از طی‌شدن مرحله تاریکی، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شده، و چند قطره معرف چسب نشاسته (محلول نشاسته) که می‌تواند یک یا پنج درصد باشد، به محلول اضافه گردید. نمونه آماده شده را که رنگ تیره‌ای دارد، با تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیتر شد تا بی‌رنگ شود (Parvaneh, 1998).

- برای محاسبه پراکسید از فرمول زیر استفاده می‌شود:

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

$N\times(S-B)\times 1000$

S: حجم تیوسولفات مصرف شده توسط نمونه روغن

B: حجم تیوسولفات مصرف شده توسط شاهد

N: نرمالیته تیوسولفات

W: وزن نمونه

روش اندازه‌گیری اسیدهای چرب

برای استخراج چربی، مقدار یک گرم نمونه به درون دکانتور انتقال یافت. سپس ۷ میلی‌لیتر متانول به نمونه اضافه گردید. دکانتور به مدت ۱ دقیقه به شدت تکان داده شد. سپس ۱۴ میلی‌لیتر محلول کلروفرم به آن اضافه گردید و دوباره به مدت ۱ دقیقه به شدت هم زده شد. در ادامه دکانتورها در یک مکان تاریک به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. جهت جداسازی چربی از حلال، ظرف‌هایی شیشه-ای که محتوی چربی و حلال بودند، درحمام آب گرم قرار گرفت و گاز ازت به درون ظرف وارد گردید. به این ترتیب پس از چند دقیقه حلال تبخیر و از ظرف خارج گردید و نهایتاً چربی باقی ماند (Folch *et al.*, 1957). به منظور استری‌کردن چربی از روش Firestone و همکاران (1998) استفاده شد. ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲٪ (۲گرم NaOH در ۱۰۰ گرم متانول) به چربی استخراج شده اضافه گردید. سپس درب ظرف بسته و به شدت تکان داده شد و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از خنک شدن محلول، ۳ میلی‌لیتر محلول BF3 (تری بور فلوراید) به ترکیبات فوق اضافه شد و به مدت ۲-۳ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. به مواد حاصل ۱ میلی‌لیتر هگزان نرمال اضافه و بعد از تکان‌دادن مواد به آن ۱ میلی‌لیتر محلول نمک اشباع (۳۰۰ گرم NaCl در ۱ لیتر آب مقطر) اضافه گردید. محلول بدست‌آمده به شدت تکان داده شد و در جایی ساکن، مستقر گردید. بعد از پدیدارشدن دو فاز جداگانه، فاز بالایی به دقت جدا گردید. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) فیلیپس مجهز به ستون کاپیلاری از نوع BPX70 SGE (60 m × 0.32mm ID×0.25 µm film thickness -) و آشکار ساز یونش شعله‌ای (Flame Ionization Detector) FID استفاده گردید. ۰/۲ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. بعد از مدت ۵ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه رسانده شد. به مدت ۱۰ دقیقه دما در این درجه باقی ماند و سپس با سرعت ۱ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید. پس از یک دقیقه، دمای ستون با سرعت ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا دمای ۲۳۰ افزایش یافت. در انتها ستون به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۳۰ باقی ماند تا تمام ترکیبات از آن خارج گردد. در این روش از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹ درصد) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام‌های نمونه مجهول با کروماتوگرام‌های بدست آمده از محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب شناسایی شده، و نتایج به صورت درصد گزارش گردید (جدول ۱).

جدول ۱: ترکیب اسید چرب روغن زیتون (٪)

اسید چرب (٪)	تعداد اتم کربن	روغن زیتون
پالمیتیک	۱۶:۰	۱۳/۵
پالمیتولئیک	۱۶:۱	۱/۹
هپتاد کانوئیک	۱۷:۰	۰/۳
هپتاد سنوئیک	۱۷:۱	۰/۲
استئاریک	۱۸:۰	۲/۸
اولئیک	۱۸:۱	۶۳/۲
لینولئیک	۱۸:۲	۱۲/۲
لینولنیک	۱۸:۳	۰/۹
آراشیدونیک	۲۰:۰	۰/۵
ایکوزنوئیک	۲۰:۱	۰/۳
بهنیک	۲۲:۰	۰/۲
لیگنوسریک	۲۴:۰	۰/۲

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها در گروه‌ها و تکرارها جهت تشکیل تیمارها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها به منظور مقایسه آماری بین گروه‌ها در تیمارها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (Oneway anova) و پس از بررسی همگنی داده‌ها در گروه‌ها با آزمون Test of Homogeneity of Variances جهت مقایسه گروه‌ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel۲۰۰۷ استفاده شد.

۳ | نتایج

میانگین اسیدهای چرب جیره‌های غذایی تاسماهی ایرانی بین تیمارها و شاهد در پایان دوره اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲ : تغییرات سطوح اسیدهای چرب جیره غذایی در غلظت‌های مختلف روغن زیتون و BHT

Fatty acid	شاهد	زیتون ۱٪	زیتون ۳٪	زیتون ۵٪	تولوئن ۱۰۰	تولوئن ۱۵۰	تولوئن ۲۰۰
C14:0	۲/۷۳ ± ۰/۰۲^{c}	۱/۶۹ ± ۰/۰۲^{e}	۲/۱۶ ± ۰/۰۲^{d}	۱/۷۶ ± ۰/۱۷^{f}	۳/۶۶ ± ۰/۰۲^{b}	۳/۹۶ ± ۰/۰۲^{a}	۳/۹۵ ± ۰/۰۲^{a}
C15:0	۰/۴ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۳۶ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۱۷ ± ۰/۰۱^{g}	۰/۶۵ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۲۲ ± ۰/۰۲^{f}	۰/۲۸ ± ۰/۰۱^{e}	۰/۳۲ ± ۰/۰۲^{d}
C16:0	۱۷ ± ۰/۰۲^{b}	۱۶/۸ ± ۰/۰۲^{d}	۱۱/۲ ± ۰/۰۲^{d}	۱۸ ± ۰/۰۲^{a}	۱۶/۶ ± ۰/۰۱^{f}	۱۷ ± ۰/۰۲^{c}	۱۶/۷ ± ۰/۰۲^{e}
C16:1	۳/۰۴ ± ۰/۰۲^{a}	۲/۹۱ ± ۰/۰۲^{b}	۲/۹۴ ± ۰/۰۱^{b}	۲/۸۴ ± ۰/۰۲^{c}	۲/۲۵ ± ۰/۰۱^{d}	۲/۱۶ ± ۰/۰۲^{f}	۲/۲ ± ۰/۰۳^{e}
C17:0	۰/۹۶ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۸۵ ± ۰/۰۲^{c}	۱/۰۶ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۹۳ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۴۶ ± ۰/۰۲^{f}	/۵۲۰ ± ۰/۰۲^{e}	۰/۵۵ ± ۰/۰۲^{d}
C17:1	۰/۳۵ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۳۴ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۳۹ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۳۵ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۱۸ ± ۰/۰۱^{cd}	۰/۲ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۱۷ ± ۰/۰۲^{d}
C18:0	۱۰/۵ ± ۰/۰۵^{c}	۹/۳۴ ± ۰/۰۱^{f}	۴/۱۴ ± ۰/۰۲^{g}	۱۱/۲ ± ۰/۰۲^{a}	۱۰/۴ ± ۰/۰۲^{d}	۹/۴۶ ± ۰/۰۲^{e}	۱۰/۷ ± ۰/۰۲^{b}
C18:1(n-9)c	۴۴/۵ ± ۰/۰۷^{e}	۴۳/۱ ± ۰/۰۲^{f}	۴/۶ ± ۰/۰۱^{a}	۴۳/۱ ± ۰/۰۱^{g}	۴۶/۳ ± ۰/۰۲^{d}	۴۶/۹ ± ۰/۰۲^{b}	۴۶/۶ ± ۰/۰۳^{c}
C18:2(n-6)c	۱۰/۶ ± ۰/۰۱^{c}	۴/۴۵ ± ۰/۰۳^{e}	۱/۸۶ ± ۰/۰۱^{g}	۵/۴۷ ± ۰/۰۲^{f}	۱۰/۳ ± ۰/۰۱^{d}	۱۰/۸ ± ۰/۰۲^{b}	۱۱/۵ ± ۰/۰۴^{a}
C18:2(n-6)t	۰	۰	۱۲/۳ ± ۰/۰۱^{a}	۷ ± ۰/۰۱^{b}	۰	۰	۰
C18:3 n6	۰/۱۵ ± ۰/۰۳^{c}	۰/۱۹ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۵۷ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۱۵ ± ۰/۰۲^{c}	۰	۰	۰
C18:3 n3	۲/۶۶ ± ۰/۰۱^{b}	۲/۱۳ ± ۰/۰۳^{f}	۳/۳۷ ± ۰/۰۱^{a}	۲/۲۳ ± ۰/۰۳^{e}	۲/۲۳ ± ۰/۰۲^{e}	۲/۳۶ ± ۰/۰۲^{c}	۲/۲۸ ± ۰/۰۱^{d}
C20:0	۰/۲۴ ± ۰/۰۱^{b}	۰	۰	۰/۳۵ ± ۰/۰۲^{a}	۰ ± ۰	۰/۰۶ ± ۰/۰۱^{d}	۰/۰۸ ± ۰/۰۱^{c}
C20:1	۰/۳۵ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۴۱ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۵۲ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۳۷ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۱۸ ± ۰/۰۱^{e}	۰/۳۷ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۲۴ ± ۰/۰۲^{d}
C20:2	۰/۵۶ ± ۰/۰۱^{bc}	۰/۵۴ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۵۷ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۶۸ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۴۴ ± ۰/۰۲^{d}	۰/۴۵ ± ۰/۰۳^{d}	۰/۴۶ ± ۰/۰۱^{d}
C20:3 n3	۰	۰	۰	۰/۰۷ ± ۰/۰۱	۰	۰	۰
C20:3 n6	۰	۰	۰	۰/۱۸ ± ۰/۰۱	۰	۰	۰
C20:4 n6 ARA	۰/۱۸ ± ۰/۰۱^{a}	۰/۰۷ ± ۰/۰۲^{b}	۰	۰/۰۷ ± ۰/۰۱^{b}	۰	۰	۰
C20:5 n3 EPA	۱/۴۲ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۰۷ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۳۳ ± ۰/۰۲^{d}	۱/۰۸ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۰۲ ± ۰/۰۱^{c}	۱/۰۶ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۰۲ ± ۰/۰۲^{c}
C22:4 n6 DTA	۰/۱۷ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۲۷ ± ۰/۰۲^{a}	۰	۰/۱۲ ± ۰/۰۱^{c}	۰	۰	۰
C22:5 n6	۰/۲۷ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۲۸ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۲۲ ± ۰/۰۳^{c}	۰/۳۲ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۲۱ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۲۳ ± ۰/۰۳^{c}	۰/۲۳ ± ۰/۰۲^{c}
C22:5 n3 DPA	۰/۱۳ ± ۰/۰۱^{c}	۰/۱۷ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۱۲ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۲۳ ± ۰/۰۳^{a}	۰	۰	۰
C22:6 n3 DHA	۳/۹۵ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۷ ± ۰/۰۲^{f}	۰/۲۷ ± ۰/۰۲^{g}	۲/۶۸ ± ۰/۰۱^{e}	۳/۱۶ ± ۰/۰۲^{b}	۳/۱۲ ± ۰/۰۳^{c}	۳/۰۷ ± ۰/۰۱^{d}

حروف نامتشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (۰/۰۵ > p).

نتایج آنالیز شیمیایی جیره غذایی

میزان خاکستر در کلیه تیمارها نسبت به شاهد و تیمار ۱ افزایش مشاهده شد؛ اما میزان خاکستر در تیمارهای ۵ و ۶ به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها و شاهد از میزان بیشتری برخوردار بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (۰/۰۵ > p). میانگین رطوبت، چربی، پروتئین و کربوهیدرات جیره غذایی بین تیمارها و شاهد در پایان دوره اختلاف معنی‌داری نداشت (۰/۰۵ < p) (جدول ۳).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

جدول ۳ : تغییرات شاخص‌های شیمیایی جیره غذایی حاوی درصدهای مختلف روغن زیتون و بوتیل هیدروکسی تولوئن در پایان دوره آزمایش

نوع شاخص (درصد)	تیمار شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
رطوبت	۸/۷۸±۰/۲۱	۷/۹۰±۰/۰۰۶	۸/۵۵±۰/۰۸	۸/۸۱±۰/۱۵	۸/۲۳±۰/۰۶	۸/۵۷±۰/۱۶	۷/۷۹±۰/۲۸
خاکستر	۸/۷۴±۰/۱۰^{d}	۸/۴۱±۰/۰۴^{d}	۹/۵۹ ±۰/۰۳^{b}	۹/۲۵±۰/۱۳^{c}	۹/۲۲±۰/۰۷^{c}	۱۰/۷۱±۰/۰۳^{a}	۱۰/۶۸±۰/۱۵^{a}
چربی	۱۱/۰۲±۰/۰۱	۱۱/۰۶±۰/۰۰۵	۱۱/۱۵±۰/۰۱	۱۱/۱۵±۰/۰۱	۱۱/۱۸±۰/۰۴	۱۱/۵۶±۰/۳۹	۱۱/۱۷±۰/۰۴
پروتئین	۴۲/۳۸±۰/۰۳	۴۲/۴۷±۰/۰۲	۴۲/۳۲±۰/۰۷	۴۲/۵۹±۰/۰۳	۴۲/۵۷±۰/۰۵	۴۲/۱۶±۰/۰۵	۴۲/۸۶±۰/۰۹
کربوهیدرات	۱۸/۱۶±۰/۰۶	۱۸/۸۲±۰/۲۶	۱۸/۷۱±۰/۰۳	۱۸/۲۸±۰/۰۷	۱۸/۷۴±۰/۳۸	۱۸/۱۱±۰/۰۴	۱۸/۷۵±۰/۰۹

حروف نامتشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است (p < ۰/۰۵).

نتایج اسیدهای چرب لاشه ماهی

میانگین اسیدهای چرب لاشه تاسماهی ایرانی بین تیمارها و شاهد در پایان دوره اختلاف معنی‌داری نشان داد (۰/۰۵ > p) (جدول ۴).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

جدول ۴: تغییرات سطوح اسیدهای چرب لاشه تاسماهی ایرانی تغذیه شده با درصدهای مختلف روغن زیتون و بوتیل هیدروکسی تولوئن

Fatty acid	شاهد	زیتون ۱٪	زیتون ۳٪	زیتون ۵٪	تولوئن ۱۰۰	تولوئن ۱۵۰	تولوئن ۲۰۰
C14:0	۱/۶۱ ± ۰/۰۶^{b}	۱/۴۴ ± ۰/۰۳^{c}	۱/۹۲ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۱۷ ± ۰/۰۰۵^{e}	۱/۲۷ ± ۰/۰۲^{d}	۱/۴۵ ± ۰/۰۳^{c}	۱/۳۰ ±۰/۰۰۵^{d}
C15:0	۰	۰/۶۵ ± ۰/۰۳^{f}	۰/۳۱ ± ۰/۰۷۵^{e}	۰/۸۷ ± ۰/۰۱۵^{d}	۱/۱۰ ± ۰/۰۱^{c}	۱/۲۳ ± ۰/۰۲۵^{b}	۱/۴۴ ۰/۰۳^{a}
C16:0	۲۰/۰۷ ± ۰/۰۲^{d}	۱۸/۰۸ ± ۰/۰۳^{e}	۱۲/۳۰ ± ۰/۰۶^{f}	۱۹/۰۳ ± ۰/۰۱^{d}	۲۰/۱۱ ± ۰/۰۰۵^{bc}	۲۰/۲۳ ± ۰/۰۲^{a}	۲۰/۱۵ ± ۰/۰۱۵^{b}
C16:1	۰	۲/۲۶ ± ۰/۰۳^{b}	۲/۶۳ ± ۰/۰۶^{a}	۲/۱۳ ± ۰/۰۲^{c}	۱/۸۳ ± ۰/۰۱^{d}	۱/۷۶ ± ۰/۰۲۵^{e}	۱/۸۵ ± ۰/۰۱۵^{d}
C17:0	۰	۰/۱۷ ± ۰/۰۰۵^{b}	۰/۲۴ ± ۰/۰۴^{a}	۰/۱۹ ± ۰/۰۰۵^{b}	۰	۰	۰
C17:1	۰	۰/۳۶ ± ۰/۰۲۵^{b}	۰/۴۲ ± ۰/۰۲۵^{a}	۰/۳۳ ± ۰/۰۱۵^{c}	۰	۰	۰
C18:0	۷/۴۹ ± ۰/۱۵^{e}	۹/۷۱ ± ۰/۰۴۵^{d}	۴/۵۷ ± ۰/۱۸^{f}	۱۱/۶۳ ± ۰/۰۳۵^{b}	۱۱/۷۷ ± ۰/۰۲^{b}	۱۰/۹۶ ± ۰/۰۲^{c}	۱۲/۳۶ ± ۰/۰۲۶^{a}
C18:1(n-9)c	۵۶/۰۸ ± ۰/۰۶^{b}	۴۲/۵۷ ± ۰/۰۶^{d}	۵۸/۵۳ ± ۰/۰۷^{a}	۴۲/۴۵ ± ۰/۰۲^{e}	۴۲/۲۶ ± ۰/۰۱^{e}	۴۲/۸۵ ± ۰/۰۲۶^{c}	۴۲/۴۷ ± ۰/۰۲^{e}
C18:2(n-6)c	۱۳/۶۵ ± ۰/۲۱^{a}	۶/۶۶ ± ۰/۱۹^{e}	۳/۶۵ ± ۰/۰۳۵^{f}	۷/۸۷ ± ۰/۰۴^{d}	۸/۶۳ ± ۰/۰۲^{c}	۸/۷۲ ± ۰/۰۱۵^{c}	۹/۰۷ ± ۰/۰۰۵^{b}
C18:2(n-6)t	۰	۰	۷/۵۹ ± ۰/۰۱۱	۰	۰	۰	۰
C18:3 n6	۰	۰	۰/۰۳۶ ±۰/۰۱۵	۰	۰	۰	۰
C18:3 n3	۰	۰/۳۳ ± ۰/۰۲^{c}	۱/۴۷۳ ± ۰/۰۴^{a}	۰/۳۷۶۶۶۷ ± ۰/۰۰۵^{b}	۰/۱۵ ± ۰/۰۱۵^{e}	۰/۲۳ ± ۰/۰۲۵^{d}	۰/۱۶ ± ۰/۰۱۵^{e}
C20:0	۰	۰/۱۷ ± ۰/۰۱۵^{b}	۰/۱۴ ± ۰/۰۰۵^{bc}	۰/۲۴ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۱۱ ± ۰/۰۰۵^{c}	۰/۱۶ ± ۰/۰۲۵^{c}	۰/۱۵ ± ۰/۰۳^{d}
C20:1	۰	۲/۱۲ ± ۰/۰۱۵^{e}	۲,۲۷ ± ۰,۰۱۱۵^{c}	۲/۰۳ ± ۰/۰۲^{f}	۲/۱۶ ± ۰/۰۱^{d}	۲/۳۷ ± ۰/۰۰۵^{a}	۲/۳۴ ± ۰/۰۱۵^{b}
C20:2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C20:3 n3	۰	۰/۵۳ ± ۰/۰۲^{e}	۰/۴۵ ± ۰/۰۲۵۱۶۶^{f}	۰/۶۷ ± ۰/۰۰۶^{d}	۰/۸۳ ± ۰/۰۰۵^{b}	۰/۷۴ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۸۸ ± ۰/۰۰۷^{a}
C20:3 n6	۰	۰/۳۳ ± ۰/۰۱^{e}	۰/۱۶ ± ۰/۰۲^{f}	۰/۵۰ ± ۰/۰۰۵^{c}	۰/۴۷ ± ۰/۰۱۵^{b}	۰/۳۶ ± ۰/۰۱۵^{d}	۰/۵۵ ± ۰/۰۲^{a}
C20:4 n6 ARA	۰	۳/۰۴ ± ۰/۰۳^{e}	۰/۱۷ ± ۰/۰۲^{f}	۳/۱۳ ± ۰/۰۲۵^{d}	۳/۳۴ ± ۰/۰۲^{b}	۳/۱۷ ± ۰/۰۲^{c}	۳/۴۶ ± ۰/۰۲^{a}
C20:5 n3 EPA	۰/۱۷ ± ۰/۰۲^{d}	۱/۱۴ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۴۷ ± ۰/۰۰۶^{c}	۱/۵۲ ± ۰/۰۱۵^{a}	۰	۰	۰
C22:4 n6 DTA	۰	۰/۱۶ ± ۰/۰۲۵^{ab}	۰/۱۳ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۲۱ ± ۰/۰۰۶^{ab}	۰/۱۳ ± ۰/۱۱^{b}	۰/۱۳۲ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۲۳ ± ۰/۰۱۵^{a}
C22:5 n6	۰	۰/۱۸ ± ۰/۰۰۶^{b}	۰/۱۵ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۲۳ ± ۰/۰۱۵^{a}	۰	۰	۰
C22:5 n3 DPA	۰/۱۴ ± ۰/۰۴^{d}	۰/۳۶ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۴۷ ± ۰/۰۱۵^{c}	۰/۴۷ ± ۰/۰۱۵^{a}	۰/۱۶ ± ۰/۰۱۵^{d}	۰/۱۷ ± ۰/۰۱^{d}	۰/۱۵ ± ۰/۰۲^{d}
C22:6 n3 DHA	۰/۹۳ ± ۰/۰۴۵^{g}	۳/۸۶ ± ۰/۰۲^{b}	۲/۲۴ ± ۰/۰۲۵^{f}	۵/۲۲ ± ۰/۰۱^{a}	۳/۷۶ ± ۰/۰۰۵^{c}	۳/۶۶ ± ۰/۰۲۵^{d}	۳/۴۸ ± ۰/۰۱۵^{e}

حروف نامتشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($p < ۰/۰۵$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

نتایج آنالیز لاشه ماهی

میانگین رطوبت لاشه تاسماهیان بین تیمارها و شاهد، در پایان دوره اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p > ۰/۰۵$). میزان خاکستر لاشه در کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش یافت؛ اما میزان خاکستر در تیمارهای ۴ و ۶ به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها و شاهد از میزان بیشتری برخوردار بود و کمترین میزان خاکستر در شاهد بود ($p < ۰/۰۵$). میانگین چربی لاشه تاسماهیان بین تیمارها و شاهد در پایان دوره اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). بر اساس نتایج،کمترین میزان چربی در تیمارهای ۳، ۴ و ۶ مشاهده گردید که به طور معنی‌داری کمتر از شاهد و سایر تیمارها بود. میانگین پروتئین لاشه تاسماهیان بین تیمارها و شاهد در پایان دوره اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < ۰/۰۵$). کمترین میزان پروتئین در تیمارهای ۴، ۵ و ۶ مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵: تغییرات میانگین ترکیبات لاشه بچه تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش

نوع فاکتور	تیمار شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶
رطوبت	۷۹/۲۷±۰/۲۸	۸۰/۱۳±۰/۲۳	۷۷/۸۶±۰/۰۹	۸۰/۵۱±۰/۲۰	۷۹/۹۹±۰/۱۹	۸۰/۴۱±۰/۱۳	۷۰/۰۴±۰۱/۳۹
خاکستر	۱۶/۵۰±۰/۳۲^{d}	۲۹/۳۲±۰/۳۵^{b}	۲۰/۵۳ ±۰/۳۱^{c}	۳۰/۰۴±۰/۶۲^{b}	۳۴/۷۷±۰/۳۳^{a}	۳۱/۲۹±۰/۵۰^{b}	۳۶/۵۹±۰/۳۷^{a}
چربی	۵/۶۲±۰/۲۳^{a}	۲/۴۷±۰/۱۴ ^{c}	۳/۵۸±۰/۱۹^{b}	۱/۵۲±۰/۰۶^{d}	۱/۶۳±۰/۱۲^{d}	۳/۵۴±۰/۱۷^{b}	۱/۷۷±۰/۱۱^{d}
پروتئین	۷۵/۶۸±۰/۶۴ ^{b}	۶۱/۳۵±۰/۴۳^{ab}	۶۰/۸۳ ±۰/۶۷^{ab}	۶۴/۷۶±۰/۴۸	۵۹/۴۴±۰/۷۸^{ab}	۵۸/۳۳±۰/۲۷^{b}	۵۸/۴۲±۰/۴۹^{ab}

حروف نامتشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($p < ۰/۰۵$).

نتایج ماندگاری جیره غذایی

تغییرات مجموع بازهای فرار (TVN)

با توجه به نتایج مشخص گردید جیره‌های حاوی روغن زیتون از ماندگاری بالا برخوردار بودند و ماندگاری آن‌ها به اندازه جیره‌های حاوی بوتیل هیدروکسی تولوئن بود. میانگین TVN جیره در تیمارها با یکدیگر و با شاهد در زمان صفر اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > ۰/۰۵$). میانگین TVN جیره پس از ۳ ماه بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < ۰/۰۵$). براساس نتایج میزان TVN در کلیه تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافت. در این مرحله کمترین میزان افزایش TVN به ترتیب در تیمارهای ۵، ۶ ، ۱ و ۲ مشاهده شد که به طور معنی‌داری کمتر از شاهد و سایر تیمارها بودند. میانگین TVN غذا پس از ۶ ماه ماندگاری بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی-داری داشت ($p < ۰/۰۵$). در این مرحله کمترین میزان افزایش TVN به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده گردید که به طور معنی‌داری کمتر از شاهد و سایر تیمارها بود. میانگین TVN غذا پس از ۶ ماه ماندگاری در شاهد و تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < ۰/۰۵$). و طی دوره ماندگاری روند افزایشی در TVN جیره بین تیمارها و شاهد مشاهده گردید و بیشترین میزان TVN غذا در ماه ششم ماندگاری بود. اما بر اساس نتایج میزان افزایش TVN غذا در پایان دوره در شاهد بیش از سایر تیمارها و در تیمارهای ۱ و۲ کمتر از سایر تیمارها بود (جدول ۶).

جدول ۶: مقایسه میانگین تغییرات TVN (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم) جیره در شاهد و تیمارهای مختلف طی ۶ ماه نگهداری

تیمار	زمان تولید	۳ ماه پس از تولید	۶ ماه پس از تولید
شاهد	۳۴/۰۷±۰/۲۳^{aA}	۶۷/۹۶±۰/۲۶^{aB}	۸۶/۰۷±۰/۳۸^{aC}
تیمار ۱ (روغن زیتون ۱٪)	۳۴±۰/۱۲^{aA}	۴۹/۸۷±۰/۲۹^{dB}	۵۶/۹۰±۰/۳۸^{eC}
تیمار ۲ (روغن زیتون ۳٪)	۳۳/۰۷±۰/۲۳^{aA}	۵۰/۶۷±۰/۶۶^{dB}	۵۹/۸۰±۰/۲۳^{eC}
تیمار ۳ (روغن زیتون ۵٪)	۳۴/۰۳±۰/۱۴^{aA}	۵۸/۷۳±۰/۳۲^{bB}	۶۶/۶۳±۰/۲۹^{cC}
تیمار ۴ (تولوئن ۱۰۰)	۳۴/۱۶±۰/۳۲^{aA}	۶۴/۱۷±۰/۳۵^{bB}	۷۰/۱۳±۰/۵۹^{bC}
تیمار ۵ (تولوئن ۱۵۰)	۳۳/۵۰±۰/۱۲^{aA}	۴۹/۱۳±۰/۳۲^{dB}	۶۷/۸۶±۰/۲۹^{cC}
تیمار ۶ (تولوئن ۲۰۰)	۳۳±۱/۹۴^{aA}	۴۹/۱۳±۱/۶۴^{dB}	۶۵/۳۰±۰/۱۳^{dC}

حروف نامتشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($p < ۰/۰۵$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

تغییرات پراکسید

میانگین پراکسید جیره در تیمارها با یکدیگر و با شاهد در زمان صفر اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p > ۰/۰۵$). میانگین پراکسید جیره در ماه سوم ماندگاری بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($p < ۰/۰۵$). در این مرحله کمترین میزان افزایش پراکسید به ترتیب در تیمارهای ۵، ۴، ۱ و ۲ مشاهده شد که به طور معنی‌داری کمتر از شاهد و سایر تیمارها بودند. میانگین پراکسید غذا در ماه ششم ماندگاری بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($p < ۰/۰۵$). براساس نتایج میزان پراکسید در شاهد و تیمارهای ۳ و ۶ به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود؛ در این مرحله کمترین میزان پراکسید به ترتیب در تیمارهای ۴ و ۱ مشاهده گردید که به طور معنی‌داری کمتر از شاهد و سایر تیمارها بودند. همچنین میانگین پراکسید جیره طی ۶ ماه ماندگاری در شاهد و تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($p < ۰/۰۵$) و روند افزایشی در پراکسید جیره تیمارها و شاهد مشاهده گردید و با افزایش زمان در هر یک از ماه‌های سوم و ششم ماندگاری نسبت به زمان صفر پراکسید افزایش داشت و بیشترین میزان پراکسید غذا در ماه ششم مشاهده گردید. براساس نتایج میزان افزایش پراکسید غذا در پایان دوره در شاهد بیش از سایر تیمارها و در تیمار ۱ کمتر از سایر تیمارها بود (جدول ۷).

جدول ۷ : مقایسه میانگین تغییرات پراکسید (میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰۰ گرم) غذا در شاهد و تیمارهای مختلف در ۳ مرحله

تیمار	زمان تولید	۳ ماه پس از تولید	۶ ماه پس از تولید
شاهد	$۱/۴۷±۰/۱۸^{aC}$	$۸/۷۳±۰/۲۶^{bB}$	$۱۱/۲۷±۰/۱۷^{aA}$
تیمار ۱ (روغن زیتون ۱٪)	$۱/۳۳±۰/۰۹^{aC}$	$۶/۱۰±۰/۱۷^{cB}$	$۶/۸۰±۰/۱۷^{cA}$
تیمار ۲ (روغن زیتون ۳٪)	$۱/۴۷±۰/۱۲^{aC}$	$۶/۹۰±۰/۲۶^{cB}$	$۸/۹۰±۰/۱۵^{bA}$
تیمار ۳ (روغن زیتون ۵٪)	$۱/۵۳±۰/۱۶^{aC}$	$۹/۶۳±۰/۲۶^{aB}$	$۱۱/۴۰±۰/۱۵^{aA}$
تیمار ۴ (تولوئن ۱۰۰)	$۱/۳۰±۰/۱۷^{aB}$	$۶/۲۳±۰/۳۹^{cA}$	$۷/۲۳±۰/۲۱^{cA}$
تیمار ۵ (تولوئن ۱۵۰)	$۱/۶۰±۰/۱۵^{aC}$	$۴/۳۷±۰/۲۰^{dB}$	$۹/۱۰±۰/۲۰^{bA}$
تیمار ۶ (تولوئن ۲۰۰)	$۱/۵±۰/۰۵^{aC}$	$۸/۱۳±۰/۳۸^{bB}$	$۱۰/۴۷±۰/۴۰^{aA}$

حروف نامتشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($p < ۰/۰۵$).

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد جیره‌هایی که حاوی لینولئیک اسید 18: 2(n-6) و آلفا لینولنیک اسید 18: 3(n-3) می‌باشند، در طی یک مسیر متابولیکی متوالی، غیر اشباع‌سازی (Desaturation) و طویل‌سازی (Elongation) به اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع (HUFA) تبدیل می‌شوند (Zheng *et al.*, 2005). لینولئیک اسید طی فرآیند متابولیکی غیراشباع‌سازی و طویل‌سازی می‌تواند به اسید گامالینولنیک اسید (C18:3n-6) و آراشیدونیک اسید (C20:4n-6) تبدیل شود. آلفا لینولنیک اسید هم طی یک مسیر متابولیکی ابتدا به C20:5 n-3 و سپس به C22:5 n-3 و C22:6 n-3 تبدیل می‌شود (Dantagnan *et al.*, 2007). بیشترین میزان اسید چرب امگا، EPA و DHA در لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن زیتون (۳ ٪ و ۱٪) مشاهده شد که با تیمارهای BHT دارای اختلاف معنی‌داری بود. آنزیم‌های desaturase Δ-5 و Δ-6 مسئول غیراشباع سازی اسید چرب لینولنیک به EPA و DHA و نیز اسید چرب لینولئیک به آراشیدونیک در ماهیان هستند (Turchini *et al.*, 2009). در ماهیانی که فعالیت آنزیم های desaturase Δ-5 و Δ-6 بالا است، میزان تبدیل اسیدهای چرب ضروری (اسید لینولنیک و لینولئیک) به اسیدهای چرب بلند زنجیره هم بالا می‌باشد.

در مطالعه حاضر، میزان اسیدهای چرب بشدت غیر اشباع (HUFA) از قبیل اسید گامالینولنیک اسید (C18:3n-6) و آراشیدونیک اسید (C20:4n-6) در لاشه ماهیان تغذیه شده با روغن زیتون در سطوح ۱ و ۳ درصد به طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان تیمار شاهد بود. این به آن معنی است که در این آزمایش تاسماهی ایرانی توانسته است با استفاده از آنزیم‌های تبدیل کننده Δ-6 و Δ-5، اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFA) نظیر اسیدلینولنیک و اسیدلینولئیک را تبدیل و بر تعداد پیوندهای دوگانه آنها بیافزاید. مطالعات نشان داده است که تاسماهی سفید *Acipenser transmontanus*، (XU *et al.*, 1993)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) (Sener *et al.*, 2005)، تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) (Imanpour *et al.*, 2011)، فیلماهی (*Huso huso*) (Nikzad *et al.*, 2013) قادر به افزایش اسید لینولئیک و اسید α- لینولنیک به اسید آراشیدونیک، ایکوزاپنتانوئیک اسید و دیکوزا هگزانوئیک اسید هستند. به نظر می‌رسد که این ویژگی در ماهیان خاویاری منجر به استفاده بهینه از روغن زیتون به عنوان یک مکمل غذایی گردیده است. روغن زیتون به علت دارا بودن اسیدهای چرب فراوان و به دلیل قابلیت اسیدهای چرب غیراشباع موجود در ساختار روغن زیتون که توسط آنزیم‌های 5-Δdesaturase و 6-Δ به زنجیره بلند تبدیل می‌شوند، می‌توان گفت میزان تبدیل اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFA) (دارای یک یا سه پیوند دو گانه) به اسیدهای چرب غیر اشباع (HUFA) (بیش از سه پیوند دو گانه) در بچه ماهیانی که با جیره‌های حاوی روغن زیتون تغذیه شدند، بیشتر بود. بخاطر وجود اسیدهای چرب غیراشباع لاشه ماهیانی که از جیره‌های حاوی روغن زیتون تغذیه کردند، نسبت به تیمار شاهد و لاشه ماهیانی که از جیره های حاوی BHT تغذیه شدند، کیفیت بالاتر و مرغوب‌تری داشت. به نظر می‌رسد ویژگی آنتی‌اکسیدانی روغن زیتون می‌تواند باعث افزایش فعالیت آنزیم‌هایی شود که مسئول طویل-سازی اسیدهای چرب غیراشباع در بدن ماهی می‌باشند. اسیدهای چرب غیراشباع تک زنجیره روغن زیتون باعث سرعت بخشیدن در سوختن چربی‌های ذخیره شده در لاشه می‌شوند که این از خواص بسیار خوب روغن زیتون می‌باشد. Ruiz-Gutierrez و همکاران (۱۹۹۹)، اثرات چربی‌های جیره (روغن‌های ماهی، زیتون و آفتابگردان حاوی میزان اسید اولئیک بالا) بر ترکیب چربی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پلاسما و کبد موش را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که غلظت تری اسیل گلیسرول کل در موش‌هایی که از جیره‌های غذایی حاوی روغن زیتون و روغن آفتابگردان با میزان اسید اولئیک بالا تغذیه کرده بودند، افزایش یافت. در حالیکه در آنهایی که از روغن ماهی تغذیه نمودند، کاهش یافت. موش‌هایی که از جیره حاوی روغن ماهی تغذیه نمودند، بیشترین سطح کلسترول در کبد و کمترین سطح کلسترول در پلاسما را در مقایسه با دو تیمار دیگر دارا بودند. موش‌های تغذیه شده با جیره حاوی روغن ماهی، بالاترین سطح اسیدهای چرب غیراشباع چند زنجیره از نوع ۳ - n و پایین‌ترین سطح از نوع ۶ - n را در کبد نشان دادند. آنها در مجموع بیان داشتند که تغییرات در ترکیب اسید چرب کبد در اصل بخاطر وجود اسید چرب ۳ - n می‌باشد که ممکن است سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشید. همچنین دریافتند که دو منبع روغن زیتون و روغن آفتابگردان از نظر غنی‌بودن از اسیدهای چرب غیر اشباع و نیز فعالیت آنزیمی مشابه، ولی از نظر محتوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی متفاوت بودند. Fatima و همکاران (۲۰۱۸)، اثر روغن‌های تازه، اکسیده شده کم و اکسید شده زیاد و مکمل‌شده با ۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E در جیره بر عملکرد رشد و پراکسیداسیون چربی و پروفایل اسیدهای چرب ماهی انگشت‌قد *Labeo rohita* را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که میزان رشد ویژه و وزن حاصل ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی روغن تازه و روغن با درصد اکسیداسیون پایین بطور معنی‌داری بالاتر از روغن با درجه اکسیداسیون بالا بود. اکسیداسیون روغن منجر به کاهش معنی‌داری در غلظت‌های آلفا - توکوفرول و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در کبد و عضله گردید. SENO-O و همکاران (۲۰۰۸)، جایگزینی روغن ماهی جیره با روغن زیتون در ماهی دم زرد جوان (*Seriola quinqueradiata*) و اثرات آن بر رشد، ترکیب اسید چرب عضله و ممانعت از تغییر رنگ عضله تیره طی نگهداری در یخچال را مورد مطالعه قرار دادند. ماهیان با جیره حاوی ۸۰ گرم در کیلوگرم روغن ماهی و جیره حاوی ۴ سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) روغن زیتون برای مدت ۴۰ روز تغذیه شدند. تغییر معنی‌داری در رشد بین گروه‌های مختلف جیره مشاهده نشد. بعلاوه، این جیره‌های آزمایشی تأثیر بر ترکیبات تقریبی عضله پشتی، عضله شکمی و نیز کبد در این ماهیان نداشت. سطوح گلوکز، پروتئین کل و کلسترول کل اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با این وجود، سطوح تری‌گلیسرید سرم در ماهیانی که از جیره حاوی ۵۰ و ۱۰۰ درصد روغن زیتون تغذیه نموده بودند، بیشتر بود. ترکیب اسید چرب عضله شکمی منعکس‌کننده ترکیب جیره‌های مورد نظر بود. رنگ‌زدایی عضله تیره در ماهیانی که از جیره‌های حاوی روغن زیتون تغذیه کرده بودند، پس از ۱۲ تا ۱۸ ساعت نگهداری در دمای یخچال ۴ ^{o}C کاهش یافت. نتایج نشان داد که جایگزینی بخشی یا کل روغن زیتون بجای روغن ماهی در جیره از رنگ‌زدایی عضله تیره

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

بدون اثر بر رشد ماهی دم زرد پس از ۴۰ روز غذادهی جلوگیری می‌نماید. افزایش انرژی در جیره غذایی ماهیان پرورشی عمدتاً منجر به افزایش رسوب چربی در بدن می‌گردد. نتایج مطالعات در مورد قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Lee and Putnam,1973; Reinitz and; Brague *et al.*,1995)، گربه‌ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) Garling andWilson, 1976)، هیبرید سی باس راه راه (Nematipour *et al.*,1992)، گربه ماهی راه‌رونده (*Clarias catfish*) Large yellow croacker Jantrarotai *et al.*,1994) Atlantic Croaker.گونه، (Duan *et al.*, 2001) و ماهی Red drum (Davis and Arnold, 1997) (McGoogan and Galtin, 1999) نشان داد که با افزایش چربی جیره غذایی، رسوب چربی در بدن ماهیان مشاهده شد. در تمامی این ماهیان با افزایش انرژی در جیره غذایی رسوب چربی مشاهده شد. اما مسئله حائز اهمیت در تغذیه یک گونه پرورشی درصد استفاده از انرژی موجود در جیره غذایی به منظور سوخت و ساز و سنتز بافت‌های پروتئین و در مرحله بعد میزان چربی ذخیره شده در بدن می‌باشد. در بسیاری از گونه‌ها، چربی موجود در جیره‌های غذایی در ترکیب شیمیایی ماهیان اثر می‌گذارد. اما ماهی قادر نیست که از چربی موجود در جیره غذایی استفاده کند و این چربی عمدتاً در امعاء و احشاء ماهی انباشته می‌شود (Einen and Roem, 1997; Hillested *et al.*, 2001). نتایج تغییرات پروفایل اسیدهای چرب جیره و لاشه ماهیان نشان داد که جیره‌های حاوی روغن زیتون و ماهیانی که از این جیره‌ها استفاده کردند، از تنوع اسیدهای چرب بیشتری برخوردار بودند. درنتیجه می‌توان از روغن زیتون به عنوان یک منبع غذایی مفید و نیز یک آنتی‌اکسیدان خوب و بی‌ضرر استفاده کرد که باعث سلامت مصرف کننده می‌شود. نتایج آنالیز لاشه تاسماهی ایرانی نشان داد که بیشترین مقدار خاکستر در تیمارهای ۴ و ۶ مشاهده شد. بیشترین مقدار چربی در تیمار شاهد و کمترین میزان آن به ترتیب در تیمارهای ۳، ۴ و ۶ مشاهده شد. بیشترین مقدار پروتئین در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن به ترتیب در تیمارهای ۴، ۵ و ۶ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری داشتند. اما از نظر مقدار رطوبت بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج آنالیز جیره غذایی تاسماهی ایرانی نشان داد که بیشترین مقدار خاکستر در تیمارهای ۵ و ۶ مشاهده شد و بین مقدار رطوبت، چربی، پروتئین و کربوهیدرات در تیمارهای آزمایشی و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

خوش‌خلق و همکاران (۱۳۹۲)، تأثیر سطوح مختلف تفاله زیتون (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) در جیره بر رشد، ترکیب لاشه و ارزیابی حسی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پرورشی (*Onchorhynchus mykiss*) را مورد مطالعه قرار دادند و بیان داشتند که افزودن تا ۵ درصد تفاله زیتون به جیره برای رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مفید می‌باشد و با افزایش سطوح تفاله زیتون به ۱۰ و ۱۵ درصد میزان رشد ماهی کاهش یافت. از نظر ترکیب لاشه نیز تیمار ۱۵ درصد تفاله زیتون وضعیت نامناسب‌تری نسبت به بقیه تیمارها داشت. همچنین دریافتند که با افزایش درصد تفاله زیتون در جیره غذایی میزان پروتئین و چربی لاشه کاهش، ولی طعم و مزه آن بهبود یافت. با توجه به اینکه تاسماهیان کفزی‌خوار هستند و غذا را بوسیله سبیلک‌های بسیار حساس در زیر پوزه حس و جستجو می‌کنند (Buddington and Doroshov, 1986)؛ بنابراین، هر چقدر بو و مزه غذا به غذای طبیعی شباهت بیشتری داشته باشد، آن را بهتر جذب می‌کنند. Kaushik و همکاران (۱۹۹۱)، گزارش کردند تاسماهی سیبری غذاهای حاوی درصد بالای روغن را بهتر جذب می‌کند. اما تمایلی برای مصرف کردن غذاهای حاوی کربوهیدرات بالا ندارد. مطالعات Medale و همکاران (۱۹۹۱)، نشان داد که قابلیت هضم چربی‌ها در تاسماهی سیبری بیشتر از کربوهیدرات‌ها می‌باشد؛ بنابراین، ماهی توانایی زیادی در استفاده از انرژی به دست آمده از منابع روغن نسبت به کربوهیدرات دارد و نیز می‌تواند از منابع انرژی غیرپروتئینی تأمین شده از روغن‌های گیاهی و جانوری انرژی مورد نیاز خود را تأمین نماید و از پروتئین موجود در جیره غذایی برای نیازهای رشد خود استفاده کند (Salhi *et al.*, 2004). ماهیان گوشتخوار جهت فعالیت‌های آنابولیکی (تولید بافت و رشد از راه فراهم کردن مداوم اسیدهای آمینه، به ویژه اسیدهای آمینه ضروری جهت رشد) و فعالیت‌های کاتابولیکی (تأمین انرژی) از پروتئین، چربی و کربوهیدرات استفاده می‌کنند (Brague *et al.*,1994). اگر میزان انرژی در جیره غذایی کمتر از حد مطلوب باشد، ماهی ناچار است که از پروتئین بیشتر به عنوان منبع تأمین کننده انرژی استفاده کند و قسمت اعظم پروتئین صرف

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

تأمین فعالیت‌های کاتابولیک (تأمین انرژی) ماهی می‌گردد و چون مصرف انرژی در ماهی به صورت مداوم انجام می‌گیرد، کاتابولیسم پروتئین به منظور تأمین انرژی و نه رشد موجب مصرف انرژی زیادی می‌شود که بر ماهی تحمیل می‌گردد (Halver, 1989). همچنین دفع ازت‌های حاصل از آمین‌زدایی فشار متابولیکی زیادی را بر ماهی وارد می‌کند (Hillested *et al.*, 2001). در نتیجه کارایی پروتئین (نسبت بازده پروتئین) در روند رشد (وزن نهایی و ضریب رشد ویژه) کاهش پیدا می‌کند (Salhi *et al.*, 2004). بنابراین، در تغذیه بچه تاسماهیان با جیره‌های حاوی نسبت‌های پروتئین به انرژی در نظرگرفتن حد مطلوب انرژی و پروتئین در جیره غذایی به گونه‌ای که موجب افزایش زیاد بافت چربی در لاشه نگردد، بسیار اهمیت دارد. از نتایج حاصل چنین استنباط می‌شود که تیمار ۲ جیره غذایی تاسماهی ایرانی (روغن زیتون ۳٪) علاوه بر افزایش رشد و نمو باعث مطلوبیت و کیفیت فیزیکی پلت‌های غذایی شد و میل به مصرف غذا را در بچه‌ماهیان افزایش داد؛ بنابراین، با توجه به نتایج می‌توان اظهار نمود چون تیمارهای غذایی حاوی روغن زیتون از نظر رشد و نداشتن چربی زیاد در بافت بالاتر از تیمارهای غذایی حاوی BHT و شاهد هستند، پس روغن زیتون باعث خوش طعم شدن و خوش خوراک شدن جیره غذایی شده و تاسماهی ایرانی تمایل به خوردن غذاهای حاوی روغن زیتون دارند. با توجه به روند رشد مطلوب و اقتصادی ماهیان در تیمار ۲ (که از جیره حاوی روغن زیتون ۳٪ تغذیه کردند) به نظر می‌رسد که استفاده از این جیره غذایی در پرورش تاسماهی ایرانی کارآمدتر باشد. براساس نتایج آنالیز لاشه تیمارهای روغن زیتون مرغوب‌تر از BHT بود. با توجه به اینکه چربی و پروتئین تیمار شاهد بیشتر از بقیه تیمارها بود می‌توان گفت چربی بالای لاشه تیمار شاهد از مرغوبیت لاشه می کاهد و نیز میزان چربی غیراشباع در تیمار ۳٪ روغن زیتون بیشتر از تیمار شاهد بود، چربی تیمار ۳٪ روغن زیتون با چربی تیمار BHT (۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا) برابر بود و اختلاف معنی‌داری نداشت، اما میزان اسیدهای چرب غیراشباع در تیمار روغن زیتون بیشتر بود. همچنین پروتئین لاشه تیمارهای روغن زیتون بالاتر ولی خاکستر لاشه کمتر از تیمارهای BHT بود، در نتیجه به طور کلی باید گفت لاشه ماهیان تیمار روغن زیتون از نظر کیفیت و مرغوبیت بهتر از لاشه ماهیان تیمارهای BHT و شاهد بود.

روغن زیتون باعث کنترل اشتها می‌شود در نتیجه ماهی به اندازه کافی غذا مصرف می‌کند و مانع ورود کالری اضافی به بدن می‌گردد، و می‌تواند چربی سوزی را آسانتر انجام دهد، باتوجه به اینکه وجود انرژی اضافی در غذا باعث رسوب چربی در بدن می‌شود در نتیجه تیمارهای روغن زیتون از چربی کمتری نسبت به تیمارهای دیگر برخوردارند. در خصوص پایین‌تر بودن پروتئین چون روغن زیتون باعث کاهش اشتها می‌گردد، ماهی غذای کمتری استفاده کرد در نتیجه سطح پروتئین لاشه کمتر از تیمارهای دیگر بود.

نتایج نشان داد روغن زیتون می‌تواند ماندگاری جیره‌های غذایی را افزایش دهد. تجزیه شدن ساختمان پروتئین باعث آزاد شدن مواد فرار و آمونیاک آزاد و در نتیجه باعث فساد مواد غذایی می‌شود. با اندازه‌گیری TVN (زیر ۱۰۰ میلی-اکی‌والان در گرم) می‌توان درباره فساد یا عدم فساد پروتئین مواد غذایی قضاوت نمود. در این خصوص کمترین میزان افزایش TVN به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده شد. TVN اندازه‌گیری شده در جیره‌های غذایی شاهد و تیمارهای آزمایشی پایین‌تر از (%mg) ۱۰۰ بود و برای تغذیه ماهی مناسب بود (Parvaneh, 1998). اکسیداسیون یکی از روش‌های فساد مواد غذایی است و ماده حاصل در این روش پراکسید است و بیشتر در اسیدهای چرب غیر اشباع رخ می‌دهد و باعث ایجاد طعمی نامطبوع در مواد غذایی می‌گردد. مقدار پراکسید تولید شده در ماده غذایی تا حد معینی قابل قبول بوده و بیش از آن بیانگر فساد ماده غذایی است. روغن‌ها و چربی‌های مختلف از نظر اکسیداسیون و تندشدن متفاوت هستند. برای روغن-های سالم این مقدار باید زیر (mEq/kg) ۶ باشد. اما طبق استاندارد دیگری این مقدار تا ۱۰ هم قابل قبول است. عواملی چون نور، اکسیژن، دما و غیره در شدت اکسیداسیون اثرگذار است. عدد پراکسید شاخص خوبی برای بیان اکسیداسیون چربی‌ها نمی‌باشد. چون در مراحل اولیه اکسیداسیون ممکن است عدد پراکسید بالا به دست آید و با گذشت زمان و تبدیل پراکسید به آلدئید، کتون و ... باعث کاهش میزان عدد پراکسید گردد (www. Azmayeshgah shimi – roghan). کمترین میزان پراکسید به ترتیب در تیمارهای ۴ و ۱ مشاهده گردید. اما پراکسید تیمار شاهد و تیمارهای ۳ و ۶ بیشتر از ۱۰ بود. بنابراین، روغن زیتون هم مانند بوتیل هیدروکسی تولوئن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

در یک مقدار معین می‌تواند باعث پایداری چربی‌ها شده و اکسیداسیون آن‌ها را به تأخیر اندازد. پس می‌توان از روغن زیتون به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی بجای آنتی-اکسیدان‌های مصنوعی که دارای عوارض جبران‌ناپذیری می‌باشند، برای جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها استفاده کرد که عوارض آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی را ندارد. Sicuro و همکاران (۲۰۰۹)، اثرات فرآورده جانبی روغن زیتون بعنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی در جیره غذایی ماهی سیم (*Sparus aurata*) را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند مدت زمان ماندگاری غذا و فیله ماهی افزایش یافت. Officioso و همکاران (۲۰۱۶)، اثرات حفاظتی هیدروکسی تیروزل موجود در روغن زیتون را در برابر سمیت جیوه موجود در جیره غذایی مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که استفاده از روغن زیتون می‌تواند بطور معنی-داری تغییرات اکسیداتیو را مختل نموده و به عنوان یک ابزار جاذب برای کاهش سمیت جیوه پیشنهاد شد. Ruff و همکاران، همچنین Tocher و همکاران (۲۰۰۳)، دریافتند که مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها در غذای ماهی می‌تواند کیفیت محصول نهایی را افزایش دهد. نجفی و همکاران (۱۳۹۰)، اثر آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی فرآورده‌های جانبی زیتون بر پایداری روغن‌های خوراکی و فرآورده‌های گوشتی را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که این عصاره‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی در مقایسه با آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ در جلوگیری از اکسیداسیون روغن‌ها دارا می‌باشند و همچنین باعث پایداری قابل توجه فرآورده‌های گوشتی در برابر فساد و اکسیداسیون می‌شوند. همانطور که در نتایج مشاهده گردید میزان TVN و پراکسید تیمار روغن زیتون در حد تیمارهای BHT و حتی پایین‌تر از BHT بود و این به دلیل وجود مواد آنتی‌اکسیدانی موجود در روغن زیتون می‌باشد. با توجه به اینکه BHT دارای عوارض نامطلوب و سوئی می‌باشد و باعث ایجاد عوارض جبران‌ناپذیری در مصرف کننده می‌گردد، در نتیجه می‌توان از روغن زیتون به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی با کارایی بالا به جای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی برای جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها استفاده کرد.

۶| ملاحظات اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

REFERENCES

Abdelghany A.E., Ahmad H.M. 2002. Effects of feeding rates on growth and production of Niletilapia, commoncarp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33: 415– 423.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official methods of analysis.12th edn. AOAC, Washington, DC. P: 215.

Burt S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-53.

Bohne V.J.B., Hamre K., Arukwe A. 2006. Hepatic biotransformation and metabolite profile during a 2-week depuration period in Atlantic salmon fed graded levels of the synthetic antioxidant, ethoxyquin. Toxicolgical Sciences. Sci, 93: 11–21.

Brague C., Corraze G., Medale F. 1995. Effect of dietary levels of carbohydrate and lipid on gloucoseoxidation and lipogenesis from glucose in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in freshwater or in seawater. Comp Bioshim Physiol (in press).

Buddington R.K., Doroshov S.I. 1986. Structural and functional relations of the white sturgeon alimentary canal (*Acipenser transmontaus*). Journal of Morphology, 190: 201-213

Cadun A., Cakli D., Çakli S. 2008. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. Food Chem, 109: 81-7

Chimezie A., Ibukun A. Teddy, E. Francis, O. 2008. HPLC analysis of nicotinamide, pyridoxine, riboflavin and thiamin in some selected food products in Nigeria. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2(2): 29-036.

Davis D.A., Arnold C.R. 1997. Response of Atlantic croaker fingerlings to practical diet formulations with varying protein and energy contents. Journal of World Aquaculture.Society, 28: 241-248.

Duan Q., Mai K., Zhong H., Si L., Wang X. 2001. Studies on nutrition of large yellow croacker, Pseudosciaena crocea R.: 1. Growth response to graded levels of dietary protein and lipid. Aquaculture Research, 32: 46-52.

Einen O., Roem A.J. 1997. Dietary protein/energy ratios for Atlanmtic salmon

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

ratio in hybrid Clarias catfish (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) diets containing raw broken rice. Aquaculture, 127: 61-68.

Lee D.J., Putnam G.B. 1973. The response of rainbow trout to varying protein and energy ratios in test diet. Journal o Nutrition, 103: 916-922.

Moure A., Cruz J.M., Franco D., Dominguez J.M., Sineiro J., Domínguez H., José Nunez M., Parajo J.C. 2001. Natural antioxidants from residual sources. Food Chemistry, 72(2): 145-171. http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146 (00)00223-5.

McGoogan B.B., Galtin D.M. 1999. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum (*Scianeops ocellatus*). Effect of dietary protein and energy levels. Aquaculture, 178: 333-348.

Nematipour G.R., Brown M.L., Galtin D.M. 1992. Effect of dietary carbohydrate: lipid ratio ongrowth and body composition of hybride striped bass. Journal of World Aquaculture Society, 23: 128-132.

Nikzad Hassankiadeh M., Khara H., Yazdani Sadati M.A., Parandavar H. 2013. Effects of dietary fish oil substitution with mixed vegetable oils on growth and fillet fatty acid composition of juvenile Caspian great sturgeon (*Huso huso*). Aquaculture International. 21: 143-155.

Najafi A., Karmi F., Azad Mardamirchi P. 2010. Antioxidant effect of phenolic compounds of olive by-products on the stability of edible oils and meat products. 20th National Congress of Food Science and Industry, Tehran, Sharif University of Technology.

Officioso A., Tortora F., Manna C. 2016. Nutritional Aspects of Food Toxicology: Mercury Toxicity and Protective Effects of Olive Oil Hydroxytyrosol, Journal of Nutrition and Food Sciences, 6(4): 1- 8, DOI: 10.4172/2155-9600.1000539.

Pourkazemi M. 2006. Caspian Sea sturgeon conservation and fisheries: past, present, future. In: Proceeding of the 5th International Symposium on Sturgeon, Ramsar, Iran.

Parvaneh V. 1998. Quality control and chemical tests of food. Tehran University Publications. P: 118-116.

Peyghambary Y., Gharache M. 2009. in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality. Aquacult.nutr, 3: 115-126.

Dantagnan H., Borquez A.S., Valdebenito I.N., Salgado I.A., Serrano E.A., Izquierdo M.S. 2007. Lipid and fatty acid composition during embryo and larval development of puye *Galaxias maculatus* Jenyns, 1842, obtained from estuarine, freshwater and cultured populations. Fish Biology, 70(3): 770-781.

Fatima M., Afzal M., Shah S.Z.H. 2018. Effect of dietary oxidized oil and vitamin E on growth performance, lipid peroxidation and fatty acid profile of *Labeo rohita* fingerlings. Aquaculture nutrition, 00:1–11. DOI: 10.1111/anu.12851.

Faridpak F. 2008. Implementation guidelines for artificial propagation and breeding of warm water fish. Abazian Scientific Publications, 4th edition. P: 305.

Garling D.I.Jr., Wilson R.P. 1976. The optimum protein to energy ratio for channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Journal of Nutrition, 106: 1368-1375.

He P., Ackman R.G. 2000. HPLC determination of ethoxyquin and its major oxidation products in fresh and stored fish meals and fish feeds; Journal of the Science of Food and Agriculture. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0010(20000101)80:1<10: AID-JSFA478>3.0.CO. 2-T.

Hillested M., Johnsen F., Asgard T. 2001. Protein to carbohydrate ratio in high energy diet for Atlantic salmon. Aquaculture, 105: 175-190.

Halver J.E. 1989. The vitamins. In: Halver, J.E.(Ed.), Fish Nutrition, 2nd edn. Academic Press, San Diego, pp. 32-109.

Imanpoor M.R., Asghari M., Asadi R. 2011. Requirements for n-3 highly unsaturated fatty acids in feeding juvenile Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*) and its effects on growth, carcass quality, and fatty acid composition. Aquaculture International, 19: 1035–1046.

Jeon Y.J., Kamil J.Y., Shahidi F. 2002. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 50: 5167-78.

Jantrarotai W., Sitasit P., Riachapakdee S. 1994. The optimum carbohydrate to lipid

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

levels. Aquaculture, 231: 435-44.

Sicuro B., Daprà F., Gai F., Palmegiano G.B., Schiavone R., Zilli L., Vilella S. 2009. Olive oil by-product as a natural antioxidant in Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*) nutrition. Aquaculture International, 18: 511-522.

Şener E., Yildiz M., Savaş E. 2005. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) juveniles. Turkish Journal of Veterinary and nimal Sciences, 29: 1101-1107.

Soudagar M., Zikriai H. 2014. Use of natural and synthetic antioxidants in aquaculture. Ornamental Aquatics. second year. number 4. P: 16.

Turchini G.M., Torstensen B.E., Ng W.K. 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. Reviews in Aquaculture, 1: 10-57.

Tocher D.R. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Reviews in Fisheris Science, 11: 107-184.

Wenjiao F., Junxiu, S., Yunchuan C., Jian Q., Yan Z., Yuanlong, C. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of Silver carp during frozen storage. Food Chemistry, 115: 66-70.

Xu R., Hung S.S.O., German J.B. 1993. White sturgeon tissue fatty acid compositions are affected by dietary lipids. The Journal of Nutrition, 123: 1685-1692.

Zheng C.J., Yoo J.S., Lee T.G., Cho H.Y., Kim Y.H., Kim W.G. 2005. Fatty acid synthesis is a target for antibacterial activity of unsaturated fatty acids. FEBS Letters, 579 (23): 5157-5162.

Www. azmayeshgah shimi – roghan.

Antioxidants derived from marine organisms, Persian Gulf International Conference, Bushehr, Islamic Azad University, Bushehr Branch.

Reinitz G., Hitzel F. 1980. Formulation of practical diets for rainbow trout based on desired performance and body composition. Aquaculture, 19: 243-252.

Ruiz-Gutierrez V., Perez-Espinosa A., Vazquez C.M., Santa-Marıa C. 1999. Effects of dietary fats (fish, olive and high-oleic-acid sunflower oils) on lipid composition and antioxidant enzymes in rat liver. British Journal of Nutrition, 82: 233-241.

Ruff N., FitzGerald R.D., Cross T.F., Hamre K., Kerry J.P. 2003. The effect of dietary vitamin E and C level on market-size turbot (*Scophthalmus maximus*) fillet quality. Aquaculture Nutrition, 9(2): 91-103.

Sigurgisladottir S., Parrish C.C., Lall S.P., Ackman R.G. 1994. Effects of feeding natural tocopherols and astaxanthin on Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillet quality. Food Research International, https://doi.org/10.1016/0963-9969(94)90174-0. P: 23-32.

Seno O.A., Takakuwa F., Hashiguchi T., Morioka K., Masumoto T., Fukada H. 2008. Replacement of dietary fish oil with olive oil in young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*: effects on growth, muscular fatty acid composition and prevention of dark muscle discoloration during refrigerated storage. Fisheries Science, 74: 1297-1306.

Salhi M., Bessonart M., Chediak G., Bellagamba M., Carnevia D. 2004. Growth, feed utilization and body composition of black cat fish, Rahmdia quelen, and fry fed diets containing different protein and energy

نحوه استناد به مقاله:

حسین‌نیا ا.، خارا ح.، فرخ روز م.، یوسفی جوردهی ا.، محسنی م.، پژند ذ.، عاشوری ع.، فداکار ف. اثرات روغن زیتون و بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT) بر اسیدهای چرب لاشه، جیره و ماندگاری غذای تاسماهی ایرانی جوان (*Acipenser persicus*). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی. دانشگاه گنبد کاووس. ۱۴۰۴ . ۱۳ (۱): ۲۶–۱۱

Hosseinnia E., Khara H., Farokhroz M., Yousefi Jourdehi A., Pajand Z., Mohseni M., FadakarF., Ashori A. The Effects of Olive Oil and Butyl Hydroxytoluene (BHT) on the Fatty Acids of the Diet and Carcass and the Shelf Life of Juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2025, 13(1): 11-26.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]

Journal of Applied Ichthyological Research
Vol. 13, No 1, 11-26
ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
Ministry of Science Reseach and Technolo
Gonbad-Kavoos University

The Effects of Olive Oil and Butyl Hydroxytoluene (BHT) on the Fatty Acids of the Diet and Carcass and the Shelf Life of Juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*)

Hosseinnia E[1*]., Khara H[2]., Farokhroz M[2]., Yousefi Jourdehi A[1]., Pajand Z[1]., Mohseni M[1]., Fadakar Masouleh F[1]., Ashori A[1].

1. International Sturgeon Research Institute of the Caspian Sea, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
2. Fisheries Department, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Type:
Original Research Paper

Paper History:
Received: 13-08-2024
Accepted: 15-04-2025

Corresponding author:
Hosseinnia E. International Sturgeon Research Institute, National Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

Email:
esmaeilhosseinnia@yahoo.com

Abstract
This research aims to determine the physiological effects of the natural antioxidants of olive oil and the synthetic antioxidant of butyl hydroxytoluene (BHT) by studying the fatty acids of the diet and carcass and determining the food shelf life indicators (TVN and peroxide) in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) breeding was done. For this purpose, 315 juvenile fish with an initial weight of 108 ± 0.02 g were selected and stored in seven treatments after acclimatization to the brackish water of the Caspian Sea. Three dietary treatments with concentrations of 1, 3, and 5% of olive oil and three other treatments with concentrations of 100, 150, and 200 mg/kg of diet from BHT and the control treatment without olive oil and BHT were fed to the fish, and each treatment with three repetitions for two months. The results showed that the fatty acids levels of diets containing olive oil and fish carcasses that used these diets had significant differences compared to diets containing BHT. The results of food shelf-life indicators showed that the shelf life of diets containing 1% and 3% olive oil increased. Based on the results, the amount of TVN decreased in all treatments compared to the control. However, the lowest increase in TVN was observed in treatments 1 and 2 (56.9 ± 0.38 and 59.8 ± 0.23 meq/100 g), respectively; which was significantly lower than the control and other treatments. The amount of peroxide in the control and treatments 3 and 6 meq/1000 g was significantly higher than other treatments; But the lowest amount of peroxide was observed in treatments 4 and 1 (6.8 ± 0.17 and 7.23 ± 0.21 meq/1000 g), respectively, which was significantly less than the control and other treatments. In general, adding the natural antioxidant of olive oil 1 and 3% to the diet increased the shelf life of the diet and preserved the carcass quality of juvenile Persian sturgeon, and its addition to the diet is recommended.

Keywords: Olive oil, Butyl hydroxytoluene (BHT), Fatty acid, diet shelf life, Persian sturgeon

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-09-08]

[DOI: 10.22034/jair.13.1.11]