مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

اثر افزودن پودر ضایعات خرما (*Phoneix dactylifera*) در جیره غذایی بر روی ترکیب شیمیایی، ارزش غذایی و پروفایل اسیدهای چرب بدن ماهیان کپور معمولی انگشت‌قد (*Cyprinus carpio*)

مهرداد کمالی سنزیقی، رضا اکرمی*، افشین قلیچی، مهشید شاملوفر

گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۰۷/۰۳
اصلاح: ۹۶/۰۸/۲۵
پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۹

کلمات کلیدی:
اسیدهای چرب
ترکیب لاشه
تغذیه
خرما
کپور معمولی

چکیده

اثر افزودن پودر ضایعات خرما در جیره بر ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب بدن ماهیان کپور معمولی تغذیه‌شده با ۴ تیمار مختلف شاهد (تیمار ۱)، خرمای ۵٪ (تیمار ۲)، خرمای ۱۰٪ (تیمار ۳) و خرمای ۱۵٪ (تیمار ۴) آزمایش گردید. تعداد ۱۶۸ قطعه بچه ماهی با وزن اولیه ۲/۴۴±۰/۰۲ گرم به مدت ۱۲ هفته با ۳ نوبت غذادهی در روز و ۵٪ وزن بدن مورد تغذیه قرار گرفتند. در نتایج، هیچ اختلاف معنی‌داری بین فاکتورهای مختلف ترکیب شیمیایی بدن ماهیان کپور معمولی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). تمام شاخص‌های ترکیب اسیدهای چرب لاشه بدن تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۵). تیمار شاهد بیشترین میزان MUFA+PUFA، PUFA/SFA، MUFA+PUFA/SFA، ω3 و EPA+DHA و تیمار خرمای ۵ درصد کمترین میزان MUFA، PUFA، MUFA+PUFA، PUFA/SFA، MUFA+PUFA/SFA، ω3، ω3/ω6، DHA/EPA و EPA+DHA و به‌طور استثنا بیشترین فاکتورهای SFA و ω6/ω3 را دارا بودند. شاخص آتروژنیک بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) ولی شاخص ترومبوژنیک دارای اختلاف معنی‌دار با تیمارهای آزمایشی دیگر بود (P<۰/۰۵) و تیمارهای خرمای ۵ درصد و شاهد دارای بیشترین و کمترین مقادیر بودند. همچنین تیمارهای ۱۰ و ۱۵ درصد خرما عملکرد حد واسطی بین تیمارهای آزمایشی دیگر داشتند. درمجموع افزودن پودر ضایعات خرما به جیره غذایی ماهیان کپور معمولی انگشت‌قد سبب بهبود غیرمعنادار ترکیب شیمیایی بدن و پروفایل اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع به‌صورت معنی‌دار می‌گردد.

مقدمــه

در آینده‌ای نه‌چندان دور با افزایش جمعیت کره زمین و نیازهای غذایی، چالش‌های بسیار بزرگی چون کمبود زمین، خاک، آب، غذا و سوخت‌های فسیلی با توجه به تغییرات مختلف اقلیمی همراه خواهد بود. میزان انبوهی از ضایعات حاصل از میوه‌ها، سبزیجات و محصولات جانبی از صنایع فرآوری میوه‌ها و سبزیجات در سراسر جهان در دسترس می‌باشد. بسیاری از این ضایعات یا در محل مشخص دفن یا در مسیر رودخانه‌ها تخلیه شده که باعث بروز حوادث خطرناک زیست‌محیطی دیگری می‌شوند. بنابراین می‌توان بخشی از این انبوه ضایعات را به‌عنوان غذای حیوانات مختلف مصرف و یا به محصولات با ارزش افزوده دیگری تبدیل نمود. به‌عبارت‌دیگر تبدیل ضایعات به فرصت، جهت توسعه پایدار صنایع مرتبط و تولید بیشتر بسیار

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Akrami.aqua@gmail.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

ضروری می‌باشد (Wadhwa and Bakshi, 2013). بنابراین عدم استفاده یا استفاده اندک از محصولات فرعی نه‌تنها سبب کاهش پتانسیل درآمدزایی شده بلکه سبب افزایش هزینه‌های دسترسی به محصولات مورد نیاز نیز می‌گردد (Jayathilakan *et al*., 2012).

خرما با نام علمی (*Phoneix dactylifera*) یکی از میوه‌های با ارزش غذایی بالا به‌حساب می‌آید و دارای درصد بالایی از کربوهیدرات، چربی، ماده معدنی و نمکی، پروتئین، ویتامین‌ها و فیبر غذایی می‌باشد. علاوه بر این هسته و گوشت خرما به‌طور جداگانه دارای ارزش غذایی منحصربه‌فردی می‌باشد (Amoughli Tabrizi *et al*., 2009). خرما در کتاب قرآن کریم نیز به‌عنوان یکی از میوه‌های بهشتی معرفی شده است. کشور ایران یکی از عمده‌ترین تولیدکنندگان خرمای جهان بشمار آمده و به‌تنهایی حدود ۲۰ درصد از کل تولید خرمای جهان را در اختیار دارد (Karimifard *et al*., 2011). خرما به‌دلیل رطوبت و چسبندگی بالا دارای ضایعات زیادی است و تنها در حدود ۳۰ درصد از آن به‌عنوان خرمای درجه‌یک مورد استفاده قرار می‌گیرد و بقیه آن را خرمای درجه دو، سه و ضایعات تشکیل می‌دهند (Entezari *et al*., 2003; Majzobi *et al*., 2015). علاوه بر آن به دلایل مختلفی همچون رعایت نکردن موازین بهداشتی در هنگام برداشت و مراحل پس از برداشت، عدم سرمایه‌گذاری مناسب در صنایع بسته‌بندی و فرآوری، شرایط حمل و نقل نامناسب، عدم آشنایی تولیدکنندگان به روش‌های نوین بازاریابی و تکیه بر بازارهای سنتی سبب افزایش ضایعات محصول خرمای کشور شده است. به‌عنوان‌مثال فقط هسته خرما به‌طور متوسط حدود ۱۰ درصد وزن خرما را تشکیل می‌دهد (Azizi and Yazdani, 2007; Ataye Salehi *et al*., 2010b). به‌هرحال هنوز آمارهای مشخصی از حجم ضایعات تولید شده در کشور وجود ندارد ولی با توجه به تولید بیش از ۱ میلیون تن خرما در کشور حجم ضایعات آن نیز می‌تواند بسیار چشمگیر باشد. این مسئله نیاز به توجه هر چه بیشتر محققین مختلف جهت یافتن روش‌ها و کاربردهای نوین محصول ضایعات خرمای کشور جهت بهبود ارزش افزوده آن دارد (Karimifard *et al*., 2011). یکی از این کاربردها استفاده از ضایعات خرما در صنایع غذایی و تبدیلی مرتبط با انسان، دام، طیور و آبزیان جهت غنی‌سازی می‌باشد (Ahmadi *et al*., 2010; Ataye Salehi *et al*., 2010a; Majzobi *et al*., 2015).

ماهی کپور معمولی با نام علمی (*Cyprinus carpio*) جزو یکی از گونه‌های اصلی آبزی‌پروری ایران با رژیم غذایی همه‌چیز خواری بشمار می‌آید. این ماهی از نظر فراوانی و پراکنش جهانی دارای رتبه سوم می‌باشد. همچنین به‌دلیل ارزش اقتصادی فوق‌العاده و استقبال از گوشت آن، از سال‌های دور بر روی پرورش این ماهی سرمایه‌گذاری بسیاری شده و امروزه از نظر میزان تولید نهایی به شکل پرورش توأم در مزارع پرورش آبزیان رتبه دوم را به خود اختصاص داده است (Garcia-Berthou, 2001; Faridpak, 2008). بنابراین با توجه به دامنه وسیع رژیم غذایی این ماهی استفاده از ضایعات مختلف بخش کشاورزی همچون خرما در جیره غذایی آن می‌تواند کمک بسزایی در جهت کاهش هزینه‌های تولید و بهبود ترکیب شیمیایی گوشت تولیدی آن‌ها جهت مصارف انسانی در سطح کشور گردد. این امر نیازمند انجام تحقیقات بیشتر بر روی جیره غذایی مصرفی این ماهیان می‌باشد.

بر اساس جستجوی‌های صورت گرفته، مطالعات متنوعی در مورد اثر مصرف خرما به اشکال مختلف روغن و عصاره خرما روی عملکرد رشد، تغذیه، فاکتورهای خونی و ایمنی گونه‌های مختلف ماهیان انجام شده است که همگی دلالت بر اثر مثبت افزودن خرما بر جیره‌های آزمایشی به‌همراه داشته است (Legendre *et al*., 1995; Ng *et al*., 2000; Tortensen *et al*., 2000; Varghese and Oommen, 2000; Azaza *et al*., 2009; Delavarian *et al*., 2014; Hoseinifar *et al*., 2016). علیرغم استفاده از شکل‌های مختلف خرما در جیره آبزیان پرورشی، تحقیق جامعی در خصوص اثر افزودن پودر ضایعات خرما در جیره غذایی مصرفی ماهیان و مشاهده تغییرات ترکیب بیوشیمیایی بدن، پروفایل اسیدهای چرب و مقایسه ارزش‌های غذایی آن انجام نشده است. لذا هدف مطالعه حاضر بررسی اثر افزودن پودر ضایعات خرما به جیره غذایی بچه ماهیان کپور معمولی انگشت‌قد و بررسی مقایسه‌ای ترکیب شیمیایی بدن و پروفایل اسیدهای چرب آن‌ها است.

مواد و روش‌ها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

پژوهش حاضر در کارگاه پرورش ماهیان زینتی خورشید در شهرستان گنبدکاووس از استان گلستان و طی بازه زمانی ۱۲ هفته (۲ هفته سازگاری و ۱۲ هفته آزمایش) انجام شد. به‌منظور شروع آزمایش از ۱۲ آکواریوم با حجم ۵۰ لیتر استفاده شد. منبع تأمین آب مورد نیاز کارگاه، از آب لوله‌کشی شهری بود که بعد از ۲۴ ساعت هوادهی برای آبگیری و تعویض آب روزانه آکواریوم‌ها به میزان ۵۰ درصد مورد استفاده قرار می‌گرفت. در تمام مدت انجام این آزمایش، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب مخازن برای همه تیمارها اندازه‌گیری شد که تقریباً به‌طور یکسان بودند (دمای آب ۲۵-۲۳ درجه سانتی‌گراد؛ pH آب ۷/۲-۶/۸؛ دمای محیط کارگاه ۳۱-۲۹ درجه سانتی‌گراد). اکسیژن هر یک از مخازن توسط کمپرسور هواده فشار قوی تأمین شد. در ابتدای دوره آزمایش ۱۶۸ عدد بچه ماهی کپور معمولی انگشت‌قد با میانگین وزن ۰/۰۲±۲/۴۴ گرم و با نسبت ۱۴ عدد به ازای هر آکواریوم (Sotoudeh *et al*., 2015) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به آکواریوم‌ها معرفی گردیدند. جهت ارزیابی اثر افزودن پودر ضایعات خرما بر عملکرد ترکیب شیمیایی بدن و پروفایل اسیدهای چرب در مطالعه حاضر، از پودر تجاری ترکیب ضایعات هسته و گوشت خرما متعلق به شرکت سپهر صنعت سهند تبریز با ترکیبات مشخص غذایی خریداری تا به میزان موردنظر در ساخت جیره‌های آزمایشی به کار گیرد (جدول ۱). به‌طوری‌که ۴ تیمار مختلف غذایی در نظر گرفته شد که شامل غذای شاهد (تیمار ۱) و جیره حاوی پودر خرما به میزان مختلف ۵۰ گرم در کیلوگرم (تیمار ۲ و سطح ۵٪)، ۱۰۰ گرم خرما در کیلوگرم (تیمار ۳ و سطح ۱۰٪) و میزان ۱۵۰ گرم خرما در کیلوگرم (تیمار ۴ و سطح ۱۵٪) که به ترتیب برای هریک از تیمارها، ۳ تکرار اختصاص داده شده است (جدول ۲) (Khoshkholgh *et al*., 2013; Navidpour Aghke Mashhad *et al*., 2016). به‌طورمعمول ماهیان در طول دوره آزمایش با ۳ نوبت و به میزان ۵٪ وزن بدن غذادهی شدند (Kamali and Kamali, 2014; Adeli *et al*., 2016).

در ابتدای دوره تحقیق جیره‌های غذایی مصرفی و در انتهای دوره آزمایش جهت مقایسه میزان اثربخشی مصرف پودر ضایعات خرما در ترکیب شیمیایی بدن و پروفایل اسیدهای چرب بدن ماهیان تیمارهای مختلف، تعداد ۵ عدد بچه ماهی از هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب و بعد از انجام مراحل باله زنی، تخلیه امعا و احشاء و برداشتن کامل پوست، گوشت ماهی در کوتاه‌ترین زمان ممکن در فریزر و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد منجمد و سپس به آزمایشگاه منتقل و فاکتورهایی همچون رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر با استفاده از روش استاندارد AOAC (۲۰۰۰) محاسبه شدند. در این روش‌ها درصد رطوبت و ماده خشک از طریق خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، پروتئین خام به روش کِجلدال (پروتئین خام = نیتروژن × ۶/۲۵)، چربی خام به روش حل کردن در اِتر و با استفاده از دستگاه سوکسله، خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی موفل به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، مقدار فیبر بعد از استخراج چربی و رقیق‌سازی در اسید سولفوریک ۰/۲ نرمال و جوشاندن در سود ۰/۳ نرمال و کربوهیدرات از طریق مجموع عصاره فاقد نیتروژن با فیبر تعیین گردید. همچنین عصاره فاقد نیتروژن از تفاضل ماده خشک با مجموع مقادیر پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر و میزان انرژی جیره (GE) با استفاده از ضرایب موجود برای پروتئین، چربی و کربوهیدرات (به ترتیب ۵/۶۴، ۹/۴۳ و ۴/۱۱ کیلوکالری در گرم) در وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد.

جدول ۱. آنالیز تقریبی پودر ضایعات خرما

پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	فیبر خام (٪)	رطوبت (٪)	انرژی (کیلوکالری)
۷/۴۸	۳/۵	۱/۲۵	۲۱/۷۵	۱۳/۵	۳۰۵۸

جهت آنالیز پروفایل اسیدهای چرب تیمارهای مختلف، ابتدا نمونه چربی به‌دست آمد. برای استخراج چربی از حلال اتردوپترول استفاده گردید، به‌طوری‌که ماده اولیه پس از یکنواخت شدن در مجاورت این حلال قرار گرفته و درنتیجه کلیه چربی نمونه، حل شده و توزین گردید. آنالیز اسیدهای چرب با استفاده از روش Murph (۱۹۹۳) انجام شد. نتایج اسیدهای چرب به‌صورت درصد هر اسید چرب با توجه به کل اسیدهای چرب بیان گردیده است. برای این منظور حدود ۰/۵ گرم از چربی استخراج شده به‌منظور متیلِ نمودن، با نسبت‌های مناسب از متانول، بنزن و اسیدسولفوریک مخلوط شد. سپس حدود

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

۱ میکرولیتر از نمونه آماده را به دستگاه گاز کروماتوگرافی با مشخصات (Varian مدل ۳۴۰۰؛ طول ستون ۶۰ متر، قطر خارجی ستون ۰/۳۲ میلی‌متر و قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلی‌متر) (GC Instrument: Varian model 3400 – GC column: DB23, 60MID 0.32 mm, Film: 0.25µm) و دمای ۱۹۸ درجه‌سانتی‌گراد استفاده شد و ردیاب دتکتور از نوع شعله‌ای با دمای ۳۲۰ درجه‌سانتی‌گراد بود (Murph, 1993; Ziaeyan Noorbakhsh, 2012). همچنین کیفیت ارزش غذایی اسیدهای چرب از نظر شاخص‌های آتروژنیک[1] و ترومبوژنیک[2] بر اساس محاسبه فرمول‌های معتبر به‌دست آمد (Ulbricht and Southgate, 1991).

$$TI = [(14:0 + 16:0 + 18:0) / (0.5 \times \sum MUFAs + 0.5 \times PUFA\text{-}n6 + 3 \times PUFA\text{-}n3) + [\sum PUFA\text{-}n3 / \sum PUFA\text{-}n6)]$$

$$AI = [(12:0 + (4 \times 14:0) + 16:0)] / [\sum MUFAs + \sum PUFA\text{ - }n6 + \sum PUFA\text{ - }n3]$$

ازنظر تجزیه و تحلیل آماری، تیمارهای مختلف ترکیب شیمیایی و اسیدهای چرب بدن بچه ماهیان کپور معمولی انگشت‌قد با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way - ANOVA) بررسی شد. علاوه بر آن جهت مقایسه معنی‌دار بودن نتایج میانگین‌های به‌دست‌آمده از آزمون دانکن (Duncan) با سطح اطمینان ۵٪ و نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد.

جدول ۲. ترکیبات جیره‌های مختلف غذایی مورد استفاده در تحقیق حاضر (در ۱۰۰ گرم غذا)

نام تیمارها	شاهد	خرما		
اجزای جیره		خرما ۵٪	خرما ۱۰٪	خرما ۱۵٪
پودر ماهی	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
پودر سویا	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷
آرد گندم	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷
آرد ذرت	۲۰	۱۹	۱۶	۱۵
سبوس برنج	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
ضایعات خرما	-	۵	۱۰	۱۵
روغن ماهی	۴	۴	۴	۴
روغن سویا	۱	۱	۱	۱
مکمل معدنی و ویتامینی	۳	۳	۳	۳
نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
نان خشک	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
انرژی جیره*	۳/۹۸	۳/۹۴	۳/۹۰	۳/۸۶
خاکستر	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
پروتئین	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
چربی	۸/۲۴	۸/۲۸	۸/۲۹	۸/۳۳
عصاره فاقد نیتروژن	۴۵/۱۹	۴۵/۵۴	۴۵/۵۰	۴۵/۸۶
فیبر	۰/۳	۰/۶	۰/۹	۱/۲
کربوهیدرات	۴۵/۴۹	۴۶/۱۴	۴۶/۴۰	۴۷/۰۶
رطوبت	۴/۲۷	۳/۵۸	۳/۳۱	۲/۶۱
ماده خشک	۹۵/۷۳	۹۶/۴۲	۹۶/۶۹	۹۷/۳۹

* انرژی جیره برحسب (کیلوکالری بر کیلوگرم) (Kcal/kg)

[1] Atherogenic index (AI)
[2] Thrombogenic index (TI)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

نتایــج

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده اختلاف معنی‌داری بین فاکتورهای مختلف ترکیب شیمیایی بدن ماهیان کپور معمولی انگشت‌قد تغذیه شده با جیره‌های مختلف غذایی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) (جدول ۳). به‌طوری‌که تیمار شاهد بیشترین میزان فاکتورهای مختلف درصد پروتئین، چربی و خاکستر نسبت به تیمارهای دیگر را به خود اختصاص داده است ولی درباره درصد رطوبت تیمار حاوی خرمای ۱۰ درصد دارای بیشترین میزان نسبت به تیمارهای دیگر بود. علاوه بر آن، تیمار حاوی خرمای ۱۰ درصد دارای کمترین میزان درصد چربی و خاکستر نیز بود. همچنین کمترین میزان درصد پروتئین متعلق به تیمار ۵ درصد خرما بود (جدول ۳).

جدول ۳. آنالیز ترکیبات شیمیایی بدن ماهیان کپور معمولی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی مختلف (میانگین ± انحراف معیار)

ترکیب شیمیایی	شاهد	خرما ۵٪	خرما ۱۰٪	خرما ۱۵٪	سطح معنی‌داری
پروتئین (٪)	۱۸/۲۹±۰/۲۳ [a]	۱۸/۰۲±۰/۵۱ [a]	۱۸/۰۹±۰/۱۹ [a]	۱۸/۰۵±۰/۱۵ [a]	۰/۸۱۵
چربی (٪)	۲±۰/۰۴ [a]	۱/۹۲±۰/۱۹ [a]	۱/۴۹±۰/۰۷ [a]	۱/۹۵±۰/۴۱ [a]	۰/۲۵۴
خاکستر (٪)	۲/۰۸±۰/۰۳ [a]	۲±۰/۰۷ [a]	۱/۶۷±۰/۲۹ [a]	۲/۰۲±۰/۲۱ [a]	۰/۲۶۲
رطوبت (٪)	۷۶/۶۱±۰/۰۹ [a]	۷۶/۳۸±۰/۵۷ [a]	۷۶/۷۴±۰/۱۱ [a]	۷۶/۴۰±۰/۷۴ [a]	۰/۸۵۰

* حروف کوچک مشترک در هر ردیف بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P>۰/۰۵).

نتایج پروفایل اسیدهای چرب لاشه بدن بچه ماهیان کپور معمولی انگشت‌قد تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی شاهد و خرما با درصدهای مختلف در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. در مجموع تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده برای ترکیب اسیدهای چرب لاشه بدن بچه ماهیان تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بودند (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که تیمار شاهد بیشترین میزان فاکتورهای MUFA+PUFA، PUFA/SFA، MUFA+PUFA/SFA، ω3 و EPA+DHA را در مقایسه با تیمارهای دیگر به خود اختصاص داده است. از طرفی تیمار حاوی خرمای ۵ درصد کمترین میزان فاکتورهای مختلف MUFA، PUFA، MUFA+PUFA، PUFA/SFA، MUFA+PUFA/SFA، ω3، ω3/ ω6، DHA/EPA و EPA+DHA را در مقایسه با دیگر تیمارها نشان داده است ولی به‌طور استثنا نیز در فاکتورهای SFA و ω6/ω3 بیشترین میزان را نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی به خود اختصاص داده بود. درمجموع دو تیمار شاهد و خرمای ۵ درصد به‌طور نسبی بیشترین و کمترین میزان فاکتورهای مختلف اسیدهای چرب را از خود نشان دادند. البته به‌طور محدود تیمار حاوی خرمای ۱۵ درصد بیشترین میزان فاکتورهای ω6 و DHA/EPA و تیمار حاوی خرمای ۱۰ درصد نیز دارای کمترین میزان ω6 بود. درنهایت بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان ابراز نمود که تیمارهای حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد خرما دارای عملکرد حد واسطی بین تیمارهای آزمایشی دیگر داشتند (جدول ۵). بر اساس اطلاعات به‌دست آمده بیشترین تا کمترین میزان مقادیر اسیدهای چرب متعلق به گروه‌های MUFA، SFA و PUFA به میزان دامنه ۷۴/۲۲-۷۱/۵۷، ۲۴/۴۷-۲۲/۱۳ و ۳/۶۴-۳/۱۸ درصد بود (جدول ۵). همچنین بیشترین درصد اسیدهای چرب مستخرج از بافت بدن ماهیان کپور متعلق به سه اسید چرب اولئیک (C18:1cis MUFA)، پالمتیک (C16:0 SFA) و پالمیتولئیک اسید (C16:1 MUFA) به ترتیب به میزان ۶۱-۵۹، ۱۸-۱۶ و ۹-۸ درصد می‌باشد (جدول ۴). نتایج آنالیز کیفیت ارزش غذایی اسیدهای چرب نشان از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در شاخص آتروژنیک بین تیمارهای مختلف داشت (P>۰/۰۵) ولی میزان شاخص ترومبوژنیک دارای اختلاف معنی‌دار با تیمارهای آزمایشی دیگر بود (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که در هر دو شاخص تیمارهای خرمای ۵٪ و شاهد دارای بیشترین و کمترین مقادیر به‌دست‌آمده بودند. همچنین عملکرد حد واسطی در مقادیر دو شاخص موردنظر در تیمارهای خرمای ۱۰ و ۱۵٪ مشاهده گردید (جدول ۵).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

جدول ۴. ترکیب اسیدهای چرب مختلف بافت ماهیان کپور معمولی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی مختلف (میانگین ± انحراف معیار)

فرمول کربن	شاهد	خرما ۵٪	خرما ۱۰٪	خرما ۱۵٪	سطح معنی‌داری
SFA					
C12:0	۰/۰۶±۰/۰۱ c	۰/۰۸±۰/۰۱ bc	۰/۱۱±۰/۰۱ ab	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۰۱۸
C13:0	۰/۰۱±۰ a	۰/۰۱±۰/۰۱ a	۰/۰۱±۰/۰۱ a	۰/۰۱±۰/۰۱ a	۰/۸۹۱
C14:0	۱/۷۰±۰/۰۱ a	۱/۷۸±۰/۰۳ a	۱/۷۷±۰/۱۳ a	۱/۷۷±۰/۰۲ a	۰/۷۷۰
C15:0	۰/۳۴±۰/۰۱ a	۰/۳۴±۰/۰۱ a	۰/۳۶±۰/۰۱ a	۰/۳۷±۰/۰۱ a	۰/۲۰۷
C16:0	۱۶/۱۶±۰/۰۵ c	۱۸±۰/۰۸ a	۱۶/۸۷±۰/۰۳ b	۱۷/۶۵±۰/۱۲ a	۰/۰۰۵
C17:0	۰/۲۶±۰/۰۱ c	۰/۲۸±۰/۰۱ b	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۳۰±۰/۰۱ a	۰/۰۰۰
C18:0	۲/۹۹±۰/۰۱ b	۳/۹۳±۰/۰۵ a	۳/۱۰±۰/۰۵ b	۳/۳۸±۰/۰۵ a	۰/۰۰۲
C20:0	۰/۰۳±۰/۰۲ ab	۰/۰۶±۰/۰۱ ab	۰±۰ b	۰/۰۸±۰/۰۱ a	۰/۰۷۸
C21:0	۰/۴۹±۰/۰۱ a	۰/۴۳±۰/۰۱ b	۰/۴۶±۰/۰۱ b	۰/۴۵±۰/۰۱ b	۰/۰۳۸
C24:0	۰/۰۵±۰/۰۱ b	۰/۰۵±۰/۰۱ b	۰/۰۶±۰/۰۱ a	۰/۰۶±۰/۰۱ a	۰/۰۰۶
MUFA					
C14:1	۰/۲۰±۰/۰۱ a	۰/۱۴±۰/۰۲ b	۰/۱۸±۰/۰۲ ab	۰/۱۶±۰/۰۱ ab	۰/۰۹۹
C15:1	۰/۰۴±۰/۰۱ a	۰±۰ b	۰±۰ b	۰±۰ b	۰/۰۰۰
C16:1	۸/۹۵±۰/۰۳ a	۸/۷۸±۰/۰۵ a	۹/۰۴±۰/۲۳ a	۸/۶۷±۰/۰۷ a	۰/۲۱۷
C17:1	۱/۰۸±۰/۰۱ b	۰/۹۱±۰/۰۱ d	۱/۱۰±۰/۰۱ a	۱±۰/۰۱ c	۰/۰۰۰
C18:1n9 trans	۰/۳۸±۰/۰۴ a	۰/۳۷±۰/۰۱ a	۰/۳۸±۰/۰۱ a	۰/۳۲±۰/۰۳ a	۰/۵۰۸
C18:1cis	۶۱/۵۰±۰/۰۲ a	۵۹/۴۸±۰/۴۸ b	۶۰/۷۵±۰/۶۹ ab	۶۰/۱۰±۰/۱۵ ab	۰/۰۶۹
C20:1n9	۱/۹۲±۰/۰۱ a	۱/۷۶±۰/۰۳ bc	۱/۷۴±۰/۰۵ c	۱/۸۷±۰/۰۲ ab	۰/۰۳۶
C22:1n9	۰/۰۸±۰/۰۱ ab	۰/۰۶±۰/۰۱ b	۰/۰۸±۰/۰۱ a	۰/۰۷±۰/۰۱ ab	۰/۱۵۹
C24:1n9	۰/۰۴±۰/۰۱ ab	۰/۰۴±۰/۰۱ b	۰/۰۴±۰/۰۱ b	۰/۰۵±۰/۰۱ a	۰/۰۴۷
PUFA	شاهد	خرما ۵٪	خرما ۱۰٪	خرما ۱۵٪	سطح معنی‌داری
C18:2n6 trans	۰/۱۴±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۲ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۲۶۵
C18:2n6 cis	۱/۳۴±۰/۰۱ c	۱/۴۱±۰/۰۱ b	۱/۳۶±۰/۰۱ c	۱/۵۰±۰/۰۱ a	۰/۰۰۱
C18:3n6	۰/۱۰±۰/۰۱ b	۰/۱۰±۰/۰۱ b	۰/۱۰±۰/۰۱ b	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۰۰۳
C18:3n3	۰/۰۳±۰/۰۲ a	۰/۰۳±۰/۰۱ a	۰±۰ a	۰/۰۴±۰/۰۱ a	۰/۳۳۵
C20:2	۱/۱۳±۰/۰۴ a	۰/۸۸±۰/۰۱ c	۱/۰۳±۰/۰۳ ab	۰/۹۳±۰/۰۳ bc	۰/۰۱۱
C20:3n6	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۰±۰/۰۱ c	۰/۱۱±۰/۰۱ b	۰/۱۱±۰/۰۱ b	۰/۰۱۸
C20:3n3	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۱۷±۰/۰۱ b	۰/۲۰±۰/۰۱ b	۰/۱۹±۰/۰۱ b	۰/۰۲۰
C22:2	۰/۱۰±۰/۰۱ a	۰/۰۸±۰/۰۱ a	۰/۰۹±۰/۰۱ a	۰/۱۰±۰/۰۱ a	۰/۱۸۰
C20:5n3 (EPA)	۰/۱۸±۰/۰۱ a	۰/۱۴±۰/۰۱ b	۰/۱۵±۰/۰۱ b	۰/۱۴±۰/۰۱ b	۰/۰۰۶
C22:5n3	۰/۰۲±۰/۰۱	nd	nd	۰/۰۱±۰/۰۱	-
C22:6n3 (DHA)	۰/۱۹±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ c	۰/۱۶±۰/۰۱ b	۰/۱۸±۰/۰۱ ab	۰/۰۱۴

* nd: نمونه‌ای شناسایی نشده است (تشخیص داده نشده).

* حروف غیرمشترک در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

جدول ۵. آنالیز ترکیب و شاخص کیفیت اسیدهای چرب بافت بدن ماهیان کپور معمولی تغذیه‌شده توسط جیره‌های آزمایشی (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌ها	شاهد	خرما ۵٪	خرما ۱۰٪	خرما ۱۵٪	سطح معنی‌داری
∑ SFA	۲۲/۱۳±۰/۱۰ c	۲۴/۴۷±۰/۰۹ a	۲۳/۰۶±۰/۵۳ b	۲۴/۲۲±۰/۱۸ a	۰/۰۰۴
∑ MUFA	۷۴/۲۲±۰/۰۵ a	۷۱/۵۷±۰/۶۱ c	۷۳/۳۴±۰/۵۸ ab	۷۲/۲۷±۰/۱۵ bc	۰/۰۱۳
∑ PUFA	۳/۶۴±۰/۰۵ a	۳/۱۸±۰/۰۲ c	۳/۳۵±۰/۱۲ bc	۳/۵۰±۰/۰۲ ab	۰/۰۱۲
MUFA+PUFA	۷۷/۸۶±۰/۱۰ a	۷۴/۷۶±۰/۶۳ c	۷۶/۶۹±۰/۷۱ ab	۷۵/۷۷±۰/۱۸ bc	۰/۰۱۳
PUFA/SFA	۰/۱۶±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱ c	۰/۱۴±۰/۰۱ b	۰/۱۴±۰/۰۱ b	۰/۰۰۸
MUFA+ PUFA/SFA	۳/۵۱±۰/۰۲a	۳/۰۵±۰/۰۳c	۳/۳۲±۰/۱۰b	۳/۱۲±۰/۰۳c	۰/۰۰۵
ω3	۰/۶۸±۰/۰۱ a	۰/۴۷±۰/۰۲ c	۰/۵۲±۰/۰۳ c	۰/۶۱±۰/۰۱ b	۰/۰۰۲
ω6	۱/۷۲±۰/۰۱ b	۱/۷۳±۰/۰۳ b	۱/۶۹±۰/۰۴ b	۱/۸۵±۰/۰۱ a	۰/۰۱۷
ω3/ω6	۰/۳۹±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۲ c	۰/۳۰±۰/۰۱ b	۰/۳۳±۰/۰۱ b	۰/۰۰۲
ω6/ω3	۲/۵۱±۰/۰۲ c	۳/۶۶±۰/۲۹ a	۳/۲۲±۰/۱۰ bc	۳/۰۲±۰/۰۲ b	۰/۰۰۹
EPA+DHA	۰/۳۸±۰/۰۲ a	۰/۲۶±۰/۰۲ c	۰/۳۲±۰/۰۱ b	۰/۳۲±۰/۰۲ b	۰/۰۱۱
DHA/EPA	۱/۰۵±۰/۰۸ b	۰/۸۶±۰/۰۲ c	۱/۰۲±۰/۰۲ b	۱/۲۵±۰/۰۲ a	۰/۰۰۵
AI	۰/۲۹±۰/۰۴ b	۰/۳۳±۰/۰۵ a	۰/۳۱±۰/۰۴ ab	۰/۳۲±۰/۰۵ ab	۰/۱۱۱
TI	۰/۵۱±۰/۰۳ c	۰/۶۰±۰/۰۳ a	۰/۵۴±۰/۰۲ b	۰/۵۷±۰/۰۳ ab	۰/۰۰۵

* حروف غیرمشترک در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

بحث

در تحقیق حاضر هیچ اختلاف معنی‌داری در ترکیب لاشه بدن ماهیان تغذیه‌شده با سطوح مختلف پودر ضایعات خرما نسبت به تیمار شاهد مشاهده نگردید (*P*>۰/۰۵) ولی بر اساس آنالیز پروفایل اسید چرب بدن ماهیان مورد آزمایش، وجود اختلاف معنادار بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشهود بود (*P*<۰/۰۵). همچنین ارزش غذایی کیفیت اسیدهای چرب شاخص آتروژنیک بین تیمارهای مختلف معنادار نبود (*P*>۰/۰۵) ولی مقادیر شاخص ترومبوژنیک دارای اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف بود (*P*<۰/۰۵). در آبزی‌پروری برای تداوم فعالیت‌های فیزیولوژیکی ماهیان مختلف به اسیدهای چرب ضروری احتیاج است که باید در ترکیب فرمولاسیون جیره این جانداران فراهم شود (Najdegerami, 2015). تحقیقات اخیر نشان داده که اسیدهای چرب موجود در بافت ماهیان تحت تأثیر نوع گونه، جیره غذایی، اندازه، دما، شرایط محیطی، دوره تولیدمثلی و شوری متفاوت است. در بین این عوامل جیره غذایی مصرفی بیشترین تأثیر را ایفا می‌کند (Lee *et al*., 2003; Inhamuns and Franco, 2008; Ackman, 2008; Mazaffarian and Wu, 2012; Ziaeyan Noorbakhsh, 2012; Najdegerami, 2015).

تحقیقات مختلفی روی عصاره و روغن خرما انجام شده است که نتایج مثبتی نشان داده است. استفاده از روغن خرما در سطوح مختلف، در جیره گربه‌ماهی (Legendre *et al*., 1995; Ng *et al*., 2000)، ماهی آزاد اطلس (Tortensen *et al*., 2000)، نوعی ماهی سوف[3] (Varghese and Oommen, 2000)، نیل تیلاپیا (Azaza *et al*., 2009) و کپور معمولی (Delavarian *et al*., 2014; Hoseinifar *et al*., 2016) روی عملکرد رشد، تغذیه و ایمنی مؤثر بوده و در فرمول نویسی یک جیره کاربردی، روغن خرما به‌طور اختصاصی و یا به‌صورت ترکیبی با روغن ماهی در مقایسه با جیره حاوی فقط روغن ماهی با نتایج مثبت گزارش‌شده است. در این میان نیاز به انجام تحقیقات مؤثر درباره اثر افزودن خرما و محصولات جانبی آن روی ارزش غذایی، ترکیب بیوشیمیایی و اسیدهای چرب بدن ماهیان مختلف بسیار احساس می‌گردد.

طبق نتایج تحقیق Safari و Akrami (۲۰۱۵)، تغییر معنی‌داری در محتوای اسیدهای چرب اشباع (SFA)[4] تیمارهای مختلف حاوی درصدهای مختلف زنجبیل و شاهد در فیل‌ماهیان مشاهده نشد. البته بیشترین میزان اسیدهای چرب تک زنجیره

[3] Climbing perch
[4] Saturated fatty acid

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

غیراشباع (MUFA)[5] در تیمار ۱٪ زنجبیل به‌صورت معنی‌دار با تیمارهای دیگر گزارش گردید. همچنین بیشترین میزان اسید چرب چند زنجیره غیراشباع (PUFA)[6] و PUFA/SFA در تیمار ۰/۵٪ عصاره زنجبیل دارای تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد بود (P<۰/۰۵). بیشترین میزان شاخص w3/w6 هم مربوط به تیمار ۰/۵ بود ولی به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). درمجموع این محققین گزارش نمودند که افزودن عصاره زنجبیل سبب افزایش ارزش غذایی پروفایل اسید چرب، عامل تولید ماهی ارگانیک و سالم برای مصرف‌کننده می‌گردد. طبق نتایج تحقیق حاضر هیچ اختلاف معنی‌داری بین ترکیب شیمیایی بدن ماهیان کپور معمولی انگشت قد تغذیه‌شده با درصدهای مختلف پودر ضایعات خرما مشاهده نشد که بتوان به‌طور قطعی تأثیر برتری خرما را نسبت به تیمار شاهد اثبات نمود ولی به جهت ارزش غذایی بالا، دسترسی آسان و انبوه می‌توان کاربرد آن را مؤثر دانست (جدول ۳).

Babaei و همکاران (۲۰۱۶)، ترکیب اسیدهای چرب و محتوای چربی بدن بچه تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) تغذیه شده با سطوح مختلف ماکرونوترینت را مورد ارزیابی خود قرار دادند. طبق نتایج این محققین ترکیب اسیدهای چرب HUFA[7] در جیره‌های با پروتئین بالا و نسبت کربوهیدرات به چربی بالا و جیره پروتئین پایین و نسبت کربوهیدرات به چربی پایین به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بود. همچنین جیره‌های با پروتئین و کربوهیدرات بالا سبب تجمع SFA و MUFA در بافت این ماهیان شده است. در تاس ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی چربی بالا میزان PUFA در بافت بدن افزایش یافت.

در تحقیق حاضر بیشترین و کمترین مقادیر درصد اسیدهای چرب متعلق به گروه‌های MUFA، SFA و PUFA به میزان دامنه ۷۴/۲۲-۷۱/۵۷، ۲۴/۴۷-۲۲/۱۳ و ۳/۶۴-۳/۱۸ درصد بود که منطبق با نتایج تحقیق Babaei و همکاران می‌باشد (Babaei *et al*., 2016). همچنین بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع متعلق به گروه‌های MUFA و PUFA در تیمارهای شاهد و خرمای ۵ درصد بود ولی برعکس این حالت، بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) متعلق به تیمارهای خرمای ۵ درصد و شاهد بود. همچنین تیمارهای دیگر حاوی خرمای ۱۰ و ۱۵ درصد دارای عملکرد حد واسطی بودند (جدول ۵). دلیل احتمالی این امر می‌تواند تأثیر افزودن درصدهای بالاتر ۱۰ و ۱۵ درصد بروی افزایش درصد اسیدهای چرب غیراشباع باشد. از طرفی باوجود آنکه در تیمار شاهد هیچ‌گونه ماده افزودنی از پودر خرما استفاده نشده، می‌تواند اثر درصد بیشتر ترکیب منابع کربوهیدرات و پروتئین جیره تیمار شاهد همچون پودر سویا، آرد گندم و آرد ذرت مورد استفاده در جهت تأمین اسیدهای چرب ضروری برای بدن ماهیان در مقایسه با چربی باشد که اثرگذاری و ارزش غذایی این اقلام در یک جیره غذایی کاربردی و متعادل شده را نمی‌توان انکار نمود (جدول ۲). این موضوع می‌تواند منطبق بر یافته‌های Babaei و همکاران (۲۰۱۶) باشد. از طرفی با بالا بودن درصد اسیدهای چرب غیراشباع، بالا و پایین بودن مقادیر شاخص‌های MUFA+PUFA؛ PUFA/SFA و MUFA+PUFA/SFA نیز به‌طور مشابه و تکراری در تیمارهای شاهد و خرمای ۵ درصد قابل‌مشاهده می‌باشد (جدول ۵). البته در برخی از تحقیقات عامل اصلی افزایش ترکیب MUFA در بافت بدن آبزیان نسبت به جیره را به خاطر سنتز تبدیل زیستی[8] و *de novo* نسبت می‌دهند که طی این فرایند این دسته از اسیدهای چرب در بدن سنتز می‌شوند (Abi-Ayad *et al*., 2004).

همه ماهیان با داشتن اسیدهای چرب غیراشباع اُمگا ۳ به‌ویژه EPA[9] و DHA[10] یک ماده غذایی ارزشمند و مناسب برای تغذیه و سلامت انسان به شمار می‌روند (Ziaeyan Noorbakhsh, 2012) ولی میزان اُمگا ۳ در ماهیان آب‌شور بیشتر از ماهیان آب شیرین است. این تفاوت در میزان EPA و DHA ماهیان مختلف بستگی به نوع گونه، شرایط تغذیه و محیطی، پرورشی و وحشی بودن آن‌ها دارد (Suzuki *et al*., 1995; Kris-Etherton *et al*., 2002). بدن انسان توانایی ساخت اسیدهای چرب غیراشباع گروه اُمگا ۳ را ندارد، بنابراین باید از طریق تغذیه یا مکمل‌های غذایی تأمین گردد (Alasalvar, 2002). از طرفی نسبت ω3/ω6، به‌عنوان بهترین شاخص برای سنجش ارزش غذایی روغن گونه‌های مختلف ماهیان و جهت تعیین رشد و

[5] Mono Unsaturated Fatty Acid
[6] Poly Unsaturated Fatty Acid
[7] High Unsaturated Fatty Acid
[8] Bioconversion
[9] Eicosapentanoic acid
[10] Decosahexanenoic acid

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

سلامت آن‌ها اهمیت دارد (Watanabe, 1982; Tucker and Pigott, 1990). در تحقیق حاضر بیشترین و کمترین مقادیر شاخص‌های مختلف اسیدهای چرب گروه اُمگا ۳ (ω3)، (ω3/ω6)، EPA و DHA در تیمارهای شاهد و خرمای ۵ درصد به میزان ۰/۶۸-۰/۴۷، ۰/۳۹-۰/۲۷، ۰/۱۸-۰/۱۴ و ۰/۱۹-۰/۱۲ درصد بود و تیمارهای حاوی خرمای ۱۰ و ۱۵ درصد نیز دارای مقادیر متوسطی بودند. از طرفی نتایج کیفیت چربی بر اساس شاخص‌های آتروژنیک و ترومبوژنیک حاکی از مقادیر کمتر در تیمار شاهد بود (جدول ۵). این امر نشان‌دهنده آن است که تیمار شاهد از کیفیت و ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده است ولی تیمارهای خرمای ۱۰ و ۱۵ درصد نیز می‌توانند کاندیدهای مناسبی بعد از شاهد باشند. علاوه بر آن، این احتمال را نیز تقویت می‌نماید که با افزایش درصد پودر ضایعات خرما به میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد یا بیشتر می‌توان شاهد بالا رفتن درصد اسیدهای چرب و ارزش غذایی آن گروه‌ها شد. این احتمال جهت تأیید نیاز به انجام تحقیقات تکمیلی دیگر در آینده دارد.

مخالف این وضعیت در شاخص اُمگا ۶ (ω6)، بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب متعلق به تیمارهای خرمای ۵ درصد و شاهد گزارش گردید. دلیل اصلی این موضوع نیز بالا بودن مقادیر اُمگا ۳ نسبت به اُمگا ۶ بوده که سبب کاهش این شاخص به‌صورت معکوس با شاخص اُمگا ۳ (ω3) به‌طور مقایسه‌ای شده است (جدول ۵).

معمولاً در ماهیان آب شیرین اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتولئیک و آرشیدونیک دارای مقادیر بالایی می‌باشد. در ماهیان پلانکتون‌خوار و گوشت‌خواران بنتیک‌خوار نیز به ترتیب بالاترین و کمترین میزان PUFA را دارا هستند. ماهی کپور معمولی به دلیل رژیم همه‌چیزخواری و کفزی‌خواری هم دارای میزان PUFA کمی می‌باشد (Jorjani *et al*., 2013). در تحقیق حاضر نیز مقادیر اسیدهای چرب گروه PUFA دارای دامنه پایین (۲۷/۳۹-۰/۰) درصد بود (جدول ۵) که حاکی از پایین بودن دامنه مقادیر این گروه اسید چرب در بافت بدن این ماهی به‌صورت طبیعی و حتی در شرایط تغذیه آزمایشگاهی می‌باشد.

درباره این نوع مطالعات Jorjani و همکاران (۲۰۱۳)، ابراز داشتند که در بین چهار گونه مختلف کپور ماهیان پرورشی مورد مطالعه هیچ اختلاف معنی‌داری در بین ترکیب لاشه آن‌ها وجود نداشت. اما درباره ترکیب اسیدهای چرب، پالمتیک اسید (C16:0) و اولئیک اسید (C18:1ω-9cis) جزو فراوان‌ترین اسیدهای چرب متعلق به اسید چرب اشباع و تک غیراشباع بودند. همچنین بیشترین میزان اسید اولئیک و کمترین میزان اسیدهای چرب گروه اُمگا ۳، نسبت ω3/ω6 و شاخص PUFA/SFA در ماهی کپور معمولی نسبت به سه گونه دیگر به‌صورت معنی‌دار گزارش گردید. البته در ماهیان کپور علفخوار و سرگنده میزان DHA و در کپور نقره‌ای آرشیدونیک اسید بیشتر از اسیدهای چرب دیگر بود. به نظر این محققین هر چهار ماهی از نظر منابع شیلاتی و ارزش غذایی به ترتیب کپور علف‌خوار، کپور سرگنده، کپور معمولی و کپور نقره‌ای بسیار ارزشمند معرفی شده است.

بیشترین درصد اسیدهای چرب مستخرج از بافت بدن ماهیان کپور معمولی انگشت‌قد تحقیق حاضر متعلق به سه اسید چرب اولئیک (C18:1cis MUFA)، پالمتیک (C16:0 SFA) و پالمیتولئیک اسید (C16:1 MUFA) به میزان ۶۱-۵۹، ۱۸-۱۶ و ۹-۸ درصد به ترتیب می‌باشد (جدول ۴). دلیل احتمالی این امر درصد بالای اسیدهای چرب مذبور در ساختار خرما می‌باشد که در قالب جیره غذایی مختلف به ماهیان خورانده شده و در آنالیز ترکیب اسیدهای چرب بدن خود را نشان داده است. در جهت تأیید این موضوع و بر اساس تحقیقات صورت گرفته بیشترین میزان اسید چرب به‌دست آمده از خرما متعلق به اسیدهای اولئیک (C18:1 MUFA) و لوریک (C12:0 SFA) به میزان تقریبی بیش از ۵۰ درصد می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که خرما می‌تواند یک منبع سودمندی در کاربردهای صنعتی با قیمت تولید مناسب مطرح باشد (Biglar *et al*., 2012).

Jorjani و همکاران (۲۰۱۴)، اثر جایگزینی روغن‌های ماهی با گیاهی را بر پارامترهای پروفایل اسیدهای چرب عضله ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی نمودند. در این تحقیق هیچ اختلاف معنی‌داری بین ترکیب لاشه ماهیان مورد آزمایش مشاهده نگردید. این امر مشابه با نتایج تحقیق حاضر بود. همچنین این جایگزینی سبب کاهش محتوای اسیدهای چرب اُمگا ۳ (ω3) به‌ویژه EPA و DHA و افزایش اسیدهای چرب اُمگا ۶ (ω6) مثل اسید لینولئیک شده بود. نسبت PUFA/SFA برای تمامی تیمارها بیشتر از نسبت توصیه‌شده توسط HMSO (۱۹۹۴) بود. بنابراین با توجه به سطوح مختلف اُمگا ۳ (همچون EPA و DHA) که در سلامت انسان مهم دانسته می‌شود، ترکیبی از روغن ماهی با روغن گیاهی کانولا و سویا به جهت داشتن مقادیر مناسب از اسیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک در جیره ماهی قزل‌آلا توصیه نموده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

Yildiz و همکاران (۲۰۰۶)، به مطالعه اثر فصول و جیره‌های غذایی مختلف تجاری پلت و اکسترود روی اسیدهای چرب و ترکیب لاشه بدن ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) و سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) ترکیه پرداختند (Yildiz *et al*., 2006). این محققین گزارش نمودند که هیچ اختلاف معنی‌داری بین میزان ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهیان در فصول مختلف به‌استثنای MUFA مشاهده نشد. همچنین بیشترین میزان این فاکتور در فصول زمستان، تابستان و بهار به ترتیب ارزیابی شد، همچنین میزان اسیدهای چرب فیله ماهیان تحت تأثیر ترکیب اسیدهای چرب جیره غذای مصرفی ماهیان می‌باشد. درنهایت میزان سطوح EPA، DHA و اسید آرشیدونیک را در جیره‌های غذایی مختلف تجاری را کافی معرفی نمودند. در ادامه تحقیقات قبلی صورت گرفته این محقق به بررسی میزان اسیدهای چرب جیره غذایی مراحل مختلف زندگانی ماهیان سیم دریایی و سی‌باس پرداخت و در پایان اظهار نمود که این جیره‌های غذایی از نظر فاکتورهای اسید چرب مختلف همچون EPA، DHA، DHA/EPA و آرشیدونیک اسید جهت تأمین فاکتورهای رشد و تولیدمثل این ماهیان بسیار مناسب می‌باشد (Yildiz, 2008). دلیل احتمالی مناسب بودن فاکتورهای مختلف ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب بدن بچه ماهیان کپور معمولی تیمار شاهد نسبت به تیمارهای دیگر، کامل و مناسب بودن اجزای تشکیل‌دهنده جیره غذایی موردنظر در جهت تأمین اکثر نیازهای غذایی ماهیان مورد آزمایش باشد. بنابراین این عملکرد مناسب در پروفایل اسیدهای چرب به‌وضوح اتفاق افتاد (جدول ۲، ۴ و ۵).

Ljubojevic و همکاران (۲۰۱۶)، میزان ترکیب لاشه و اسیدهای چرب ماهیان دودی شده را با نمونه‌های شاهد مقایسه نموده و اظهار داشتند که فرآیند فرآوری و دودی کردن ماهیان سبب کاهش درصد رطوبت و افزایش ترکیب درصد پروتئین و چربی لاشه می‌گردد. همچنین میزان اسیدهای چرب غیراشباع (UFA)[11] در نمونه‌های دودی شده بیشتر از نمونه‌های شاهد بود ولی محتویات ω3 و ω3/ω6 تحت تأثیر این فرآیند نبوده است. بنابراین محققین اعلام نمودند که علاوه بر ترکیب اسید چرب جیره، روش فرآوری و پخت نیز سبب تغییر اسیدهای چرب لاشه بدن ماهیان کپور معمولی می‌شود (Ljubojevic *et al*., 2016). این نکته در زمان فرآوری از ضایعات محصولات کشاورزی مختلف باید مدنظر قرار گیرد تا کمک به حفظ ارزش غذایی نهفته در محصولات مختلف گردد.

به‌طورکلی الگوی استفاده از ضایعات مختلف بخش کشاورزی همچون خرما در صنعت آبزی‌پروری کشور ما هنوز گسترده نشده است. بنابراین امید است که با انجام تحقیق‌های متنوع بین ضایعات مختلف بخش کشاورزی کشور بتوان کاندیدهای مناسب را جهت افزودن به جیره‌های غذایی آبزیان مختلف معرفی نمود. در مجموع افزودن پودر ضایعات خرما به جیره غذایی ماهیان کپور معمولی انگشت قد تحقیق حاضر سبب بهبود غیر معنی‌دار ترکیب لاشه و معنی‌دار ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع و ارزش غذایی آن‌ها شده بود. لذا می‌توان بر اساس شرایط موجود در هر منطقه جغرافیایی و دسترسی به مواد اولیه موردنظر نسبت به تهیه و افزودن به جیره غذایی ماهیان کپور معمولی در دامنه مختلف وزنی اقدام گردد. اقدامات این‌چنینی سبب بهبود خاصیت ترکیبات غذایی جیره، کاهش نسبی هزینه ساخت جیره، کاهش آلودگی‌های حاصل از ضایعات موردنظر در محیط زندگی انسان و بهبود روش‌های بازیافت ضایعات و ارزش افزوده خرمای با کیفیت پایین قابل استفاده در کشور با تولید انبوه می‌گردد.

در پایان به‌عنوان پیشنهاد می‌توان ابراز نمود که مطالعه جایگزینی روغن و پودر ضایعات خرما در جیره غذایی آبزیان مختلف و بررسی تأثیر آن در ترکیب لاشه و پروفایل اسیدهای چرب بدن و مقایسه ارزش غذایی آن می‌تواند نتایج کاربردی بسیاری برای صنعت آبزی‌پروی کشور به همراه داشته باشد.

منابـع

Abi-Ayad, S.M.E.A., Boutiba, Z., Melard, C., Kestemont, P. 2004. Dynamics of total body fatty acids during early ontogeny of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. Fish Physiology and Biochemistry. 30: 129-136.

[11] Unsaturated Fatty Acid

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

Ackman, R.G. 2008. Fatty acids in fish and shellfish. In C.K. Chow (Ed.), Fatty acids in foods and their health implications (3rd ed., pp. 155-185). Boca Raton: CRC Press.

Adeli, M., Ghelichi, A., Ahmadi, Z., Kamali Sanzighi, M. 2016. Effect of different feeding frequency on feed consumption, growth and feed conversion ratio of common carp fingerlings (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). Journal of New Technologies in Aquaculture Development. 10(1): 55-60. (in Persian)

Alasalvar, C. 2002. Seafoods: quality technology and nutraceutical application an overview. In Seafoods-quality, technology and nutraceutical application. ed. Cesarettin Alasalvar and Tony Taylor, New York, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, P: 1-5.

Amadi, H.A., Azizi, M.H., Jahanian, L., Kaveie, S.E. 2011. The effect of liquid date sugar substitute with invert sugar in the layer cake. Iranian Journal of Food Science and Technology. 8(28): 57-64. (in Persian)

Amoughli Tabrizi, B., Hassanpour, A., Kohi, V., Osttovar, A., Alizade, A. 2009. The effects of date consumption on serumic levels of glucose, lipids and lipoproteins in diabetic rats. Journal of Veterinary Clinical Pathology. 3(1): 367-375. (in Persian)

AOAC (Association of official analytical chemists). 2000. Official method of analysis AOAC, Washington, D.C. 1263p.

Ataye Salehi, E., Hadad Khodaparast, M.H., Lame, S.H., Habibi Najafi, M.B., Fatemi, S.H. 2010a. Utilization of date seed powder as supplementary nutrient in the Alcoholic fermentation of cider vinger production. Journal of Food Technology & Nutrition. 7(3): 28-35. (in Persian)

Ataye Salehi, E., Hadad Khodaparast, M.H., Lame, S.H., Habibi Najafi, M.B., Fatemi, S.H. 2010b. Determination of chemical fatty acids profile of date seed. Journal of Food Science & Technology. 7(4): 85-90. (in Persian)

Azaza, M.S., Mensi, F., Kammoun, W., Abdelouaheb, A., Brini, B., Kraïem, M. 2009. Nutritional evaluation of waste date fruit as partial substitute for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquaculture Nutrition. 15(3): 262-272.

Azizi, J., Yazdani, S. 2007. Investigation stability income of export date of Iran. Journal of Agricultural Sciences. 13(1): 1-18. (in Persian)

Babaei, S., Abedian Kenari, A.M., Hedayati, M., Yazdani-Sadati, M.A. 2016. Fatty acids profile, body lipid content and lipase activity in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) fed on different dietary macronutrients. Fisheries Sciences & Technology. 4(4): 35-50. (in Persian)

Biglar, M., Khanavi, M., Hajimahmoodi, M., Hassani, S., Moghaddam, G., Sadeghi, N., Oveisi, M.R. 2012. Tocopherol content and fatty acid profile of different Iranian date seed oils. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 11(3): 873-878.

Delavarian, R., Abroomand, A., Ziaienejad, S., Javaheri Baboli, M. 2014. Effect of diet fish oil replacement with plant sources oil (Soybean and Date) on growth performance, feed utilization and survival rate of common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Aquaculture Development. 8(3): 43-51. (in Persian)

Entezari, M.H., Hagh, N.S., Haddad Khodaparast. M.H. 2003. The direct effect of ultrasound on the extraction of date syrup and its micro-organism. Ultrasonics Sonochemistry. 11: 379-384.

Faridpak, F. 2008. Spawning and culture of warmwater fishes. 4th edition, Abzian Scientific Press, 308 p. (in Persian)

Garcia-Berthou, E. 2001. Size and depth dependent variation in habitat and diet of the common carp (*Cyprinus carpio*). Aquatic Sciences. 63(4): 466-476.

HMSO, U.K. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease (Report on health and social subjects, 1994. No 46) London: HMSO.

Hoseinifar, S.H, Khalili, M., Rufchaei, R., Raeisi, M. 2016. Investigating the effects of date palm extract on growth performance and mucus immune parameters in Common Carp *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 fingerlings. Journal of Applied Ichthyological Research. 3(4): 89-100. (in Persian)

Inhamuns, A.J., Franco, M.R.B. 2008. EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from central Amazonia. Food Chemistry. 107: 587-591.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K., Bawa, A.S. 2012. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. Journal of Food Science and Technology. 49(3): 278-293.

Jorjani, S., Ghelichi, A., Jorjani, H. 2013. A comparison of the chemical composition and fatty acids profile of muscle in cultivated cyprinids. Journal of Applied Ichthyological Research. 1(3): 85-98. (in Persian)

Jorjani, S., Ghelichi, A., Baghdadi, A. 2014. Effect of complete replacement of fish oil with plant sources oil on growth performance, feed utilization and fatty acids profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. Journal of Aquaculture Development. 8(3): 13-30. (in Persian)

Kamali, M., Kamali, M. 2014. Effect of biomar and poultry diets on growth parameters and survival rate of Texas cichlid fish (*Cyanoguttatus herichthys*, Baird & Girard 1854). Journal of Fisheries. 8(1): 77-86. (in Persian)

Karimifard, S., Abdshahi, E., Moghadasi, R. 2011. Study of marketing and export problems of dates in Khozestan province. Journal of Agricultural Economics Research. 4(3): 153-169. (in Persian)

Khoshkholgh, M.R., Noverian, H., Mousapour Shajani, M., Mahammadi, M., Azizi, S. 2013. The effect of olive oil cake on growth, body composition and sensory evaluation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Fisheries. 66(2): 133-144. (in Persian)

Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., Apel, L.J. 2002. Fish consumption, fish oil, omega 3 fatty acids and cardiovascular disease. Circulation. 106: 2747-2757.

Lee, S.M., Lee, J.H., Kim, K.D. 2003. Effect of dietary essential fatty acids on growth, body composition and blood chemistry of juvenuile starry flounder (*Platichthys stellatus*). Aquaculture. 225: 269-281.

Legendre, M., Kerdchuan, N., Corraze, G., Bergot, P. 1995. Larval rearing of an African catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. Aquatic Living Resources. 8: 355-363.

Ljubojevic, D., Radosavljevic, V., Pelic, M., Dordevic, V., Zivkov Balos, M., Cirkovic, M. 2016. Fatty acid composition, chemical composition and processing yield of traditional hot smoked common carp (*Cyprinus carpio*, L). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 15(4): 1293-1306.

Majzobi, M., Mansoury, H., Falsafi, S.R., Farahnaki, A. 2015. Effects of date stone powder on characteristics of biscuit dough and hard biscuit. Food Technology & Nutrition. 12(2): 5-14. (in Persian)

Mozaffarian, D., Wu, J.H.Y. 2012. n-3 Fatty acids and cardiovascular health: Are effects of EPA and DHA shared or complementary. Journal of Nutrition. 142: 614S-625S.

Murph, R.G. 1993. Handbook of lipids research. 7, Mass spectrometry of lipids. Plenum press. 290 p.

Najdegerami, E. 2015. Total replacement of fish oil by vegetable oil with a return to fish oil in Caspian Sea salmon (*Salmo trutta caspius*): Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. Iranian Scientific Fisheries Journal. 23(1): 95-108. (in Persian)

Navidpour Aghjeh Mashhad, F., Mirdar Harijani, J., Gharaei, A., Rahdari, A. 2016. Effect of different levels of tomato waste powder on blood serum biochemical parameters and growth indices of Common Carp *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. Journal of Applied Ichthyological Research. 3(4): 101-114. (in Persian)

Ng, W.K., Tee, M.C., Boey, P.L. 2000. Evaluation of crude palm oil and refined palm olein as dietary lipids in pelleted feed for a tropical bagrid catfish *Mystus nemurus* (Cuvier and Valencienns). Aquaculture Research. 31: 337-347.

Safari, S., Akrami, R. 2015. Study on Fatty Acid Combination of Giant Sturgeon (*Huso huso*) Juveniles Carca which Fed different Levels of Gingar (*Zingiber officinale*). Breeding and Aquaculture Sciences Journal. 3(6): 49-56. (in Persian)

Sotoudeh, E., Amiri Moghadam, J., Shahhoseini, G.R., Bagheri, D. 2015. Changes in final weight, survival and fatty acids composition of Caspian brown trout (*Salmo caspius*) fed gamma-irradiated and fermented soybean meal. Journal of Aquatic Nutrition & Biochemistry. 2(1): 25-38. (in Persian)

Suzuki, H., Tamura, M., Wada, S. 1995. Comparison of docosahexaenoic acid with eicosapentaenoic acid on the lowering effect of endogenous plasma cholesterol in adult mice. Fisheries Science. 61: 525-526.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]

Tortensen, B.E., Lino, O., Froyland, I. 2000. Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) effects of capelin oil, palm oil and oleic – enriched sunflower oil as dietary lipid sources. Lipids. 35: 653-664.

Tucker, B.W., Pigott, G.M. 1990. Effects of technology on nutrition. Marcel Decker Pub., New York. 243 p.

Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. The Lancet. 338(8773): 985-992.

Varghese, S., Oommen, O.V. 2000. Long term feeding of dietary oil alters lipid metabolism, lipid peroxidation, and antioxidant enzyme activities in a teleost (*Anabas testudineus* Bloch). Lipids. 35: 757-762.

Wadhwa, M., Bakshi, M.P.S. 2013. Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. FAO, RAP Publication, 67 p. ISBN: 978-92-5-107631-6.

Watanabe, T. 1982. Lipid nutrition in fish. Comparative Biochemistry and Physiology. 73B: 3-15.

Yildiz, M., Sener, E., Timur, M. 2006. The effects of seasons and different feeds on fatty acid composition in fillets of cultured Gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) in Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 30(1): 133-141.

Yildiz, M. 2008. Fatty acid composition of some commercial marine fish feeds available in Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science. 32(3): 151-158.

Ziaeyan Noorbakhsh, H. 2012. Determining the fatty acid profile and nutritional ingredients in tiger tooth croaker fish (*Otolithes ruber*). Journal of Food Technology and Nutrition. 9(4): 77-84. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-06-07]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1397.8.1.12.4]