بررسی ترکیبات لاشه و اسیدهای چرب عضلات کپور علفخوار *(Ctenopharyngodon idella)* تغذیه شده با غذاهای مختلف گیاهی (عدسک آبی، آزولا و یونجه) و پلت (حاوی ۲۵ و ۳۵ درصد پروتئین)

- **حامد نکوبین***: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۱۵۷۳۹– ۴۹۱۳۸
- **محمد سوداگر**: گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق‌پستی: ۱۵۷۳۹– ۴۹۱۳۸

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

هدف از تحقیق حاضر تعیین ترکیبات لاشه و اسیدهای چرب بافت عضلانی ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) با میانگین وزن ۰/۵۱±۱۵/۴۱ گرم، تغذیه شده با غذاهای مختلف گیاهی (عدسک، آزولا و یونجه) و پلت (با میزان پروتئین ۲۵ و ۳۵ درصد) به‌مدت ۹۰ روز در مرکز تحقیقات آبزی‌پروی شهید فضلی برآبادی، دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بود. آنالیز تقریبی نمونه‌ها نشان داد که به‌جز چربی لاشه هیچ تفاوت معنی‌داری در بین سایر شاخص‌های لاشه (پروتئین، رطوبت و خاکستر) وجود نداشت ($P>0/05$). در تمام تیمارهای مورد مطالعه اسید پالمتیک و اسید اولئیک به‌ترتیب بیش‌ترین اسیدهای چرب اشباع و تک غیراشباع بودند. مقایسه ترکیب اسید چرب تیمارهای مورد مطالعه حاکی از تفاوت معنی‌دار بین اسیدهای چرب تیمارها به‌جز C16:0 ، C18:1(n-7) ، C22:0 و $\sum$SFA بود. بیش‌ترین مجموع اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ و امگا-۶ به‌ترتیب در تیمار تغذیه شده از یونجه (۱/۷±۲۳/۶۸) و غذای پلت حاوی ۳۵ درصد پروتئین (۰/۳±۱۳/۲۲) و کم‌ترین آن به‌ترتیب در تیمار تغذیه شده از پلت حاوی ۲۵ درصد پروتئین (۱/۷±۶/۸۵) و تیمار تغذیه شده از آزولا (۰/۷±۱۰/۷۸) مشاهده گشت و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($P<0/05$).

کلمات کلیدی: کپور علفخوار، *Ctenopharyngodon idella*، غذاهای گیاهی، غذای پلت، ترکیبات لاشه و اسید چرب

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: nekoubin.hs@gmail.com

مقدمه

ارزش غذایی بالای گوشت ماهی در مقدار مناسب پروتئین، چربی، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها منعکس شده است (Cirkovic و همکاران، ۲۰۰۲a). هم‌چنین به‌عنوان منبع مهمی از امگا-۳ و اسیدهای چرب غیراشباع (HUFA)، است که نقش مهمی در تغذیه انسان دارد. به‌علاوه پروتئین‌های ماهی‌ها حاوی همه اسیدآمینه‌های ضروری برای بدن برای انسان است که می‌توان آن را به‌عنوان تنها منبع مورد استفاده پروتئین قرار داد (Calder و Grimble، ۲۰۰۲).

اسیدهای چرب نقش بسیار زیادی در بین ماهیان آب شیرین و شور به‌خصوص در شرایط مختلف فیزیولوژیک دارند (Alasalvar و همکاران، ۲۰۰۲؛ Tocher، ۲۰۰۳؛ Imanpoor و همکاران ۲۰۰۹). امروزه مشخص شده که اسیدچرب گوشت ماهی بیش‌ترین مزیت را برای سلامتی انسان دارد، زیرا چربی‌های حیوانی شامل مقادیر زیادی اسید چرب اشباع شده می‌باشند. اثرات سودمند اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA) و اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA) در سلامتی انسان به اثبات رسیده است (Tansby، ۱۹۹۰؛ Gurr، ۱۹۹۳؛ Turkmen و همکاران، ۲۰۰۵). از جمله اثرات مثبت اسیدهای چرب امگا-۳ می‌توان به کاهش خطرات بیماری‌های قلبی عروقی، فشار خون و برخی سرطان‌ها اشاره نمود. هم‌چنین اثرات درمانی این ترکیبات شناخته شده است (Gladyshev و همکاران، ۲۰۰۶)، به‌طوری‌که طی بررسی‌های گذشته درباره اسکیموهای گرینلند نشان‌دهنده سطح پایین بیماری‌های قلبی در مقایسه با مردم سایر کشورها مانند دانمارک و هلند می‌باشد. رژیم غذایی اسکیموها حاوی مقادیر بیش‌تری از امگا-۳ و امگا-۶ است که باعث کاهش کلسترول خون، کاهش‌تری گلیسرید و افزایش زمان دم و بازدم و نهایتاً کاهش مرگ ومیرمی‌شود(Kromhout و همکاران، ۱۹۸۵). از این رو مصرف حداقل دوبار ماهی در هفته برای تأمین نیازهای بدن به اسیدهای چرب امگا-۳ توصیه شده است (Ojagh و همکاران، ۲۰۰۹). نیاز بدن به اسیدهای چرب امگا-۳ را می‌توان با مصرف گیاهان و به‌خصوص دانه‌های روغنی نیز تأمین نمود اما نکته قابل اشاره آن است که چربی‌های گیاهی حاوی اسید لینولنیک بالایی بوده و اسیدهای چرب بلند زنجیره در آن‌ها مشاهده نشده است. از طرفی بدن انسان قادر به ساخت اسیدهای چرب بلند زنجیره مانند EPA و DHA نیست لذا برای تأمین نیاز بدن به این دسته از اسیدهای چرب، نیاز به مصرف ماهی به‌عنوان منبع مهم حاوی دو اسید فوق می‌باشد (Al-Arrayed و همکاران، ۱۹۹۹). اسیدهای چرب جدا شده از روغن ماهی در سه گروه اصلی اسیدهای چرب اشباع شده (SFA)، اسیدهای چرب تک غیراشباعی (با یک پیوند مضاعف، MUFA) و اسیدهای چرب چند غیراشباعی (با ۶-۲ پیوند مضاعف، PUFA) طبقه‌بندی می‌شوند (Razavi Shirazi، ۲۰۰۱). جنبه‌های تغذیه‌ای اسیدهای چرب ضروری (EFA) در ماهی به‌طور وسیعی بررسی شده است (Tocher، ۲۰۰۳). ترکیب اسیدچرب ماهی عموماً به ترکیب آن در جیره غذایی ارتباط دارد. در حقیقت تشکیل اسیدچرب در بافت‌ها با فاکتورهای متابولیک مختلف (فرآیندهای ساخت اسیدچرب، توانایی ازدیاد زنجیره اسیدچرب، از حالت غیراشباع خارج کردن اسیدچرب و غیره) که براساس نوع ماهی متفاوت می‌باشد تلفیق شده است و ترکیب نهایی آن به ترکیب اسیدچرب اولیه بستگی خواهد داشت. اما با توجه به فاکتورهای متابولیک که در بدن ماهی اتفاق می‌افتد پیش‌بینی ترکیب نهایی اسیدچرب لاشه ماهی از روی ترکیب آن در جیره غذایی امری دشوار خواهدبود(Robin و همکاران، ۲۰۰۳؛ Imanpoor و همکاران، ۲۰۰۹).

کمبود علوفه در استخرهای خاکی سبب می‌شود تا ماهی آمور از غذای پلت تهیه شده برای کپور معمولی مصرف کند. ماهی آمور از جمله ماهیان بدون معده می‌باشد که در محیط طبیعی از گیاهان عالی مانند نی، علف مرغ و از گیاهان علوفه‌ای مانند شبدر، یونجه (Shireman و Smith، ۱۹۸۳؛ Vossoughi و Mostajeer، ۲۰۰۶؛ Amirkolaie و همکاران، ۲۰۱۰) هم‌چنین گیاهان آبزی (Du و همکاران، ۲۰۰۵) روزانه به‌مقدار بیش‌تر از وزن بدنش تغذیه می‌کند، هر چند که ماهی آمور منحصراً گیاه‌خوار نیست و به غذاهای با منشاء حیوانی، نیز نیازمند است (Cross، ۱۹۶۹؛ Opuszynski، ۱۹۷۲).

طبق آمار و مطالعات پیشین، از این ماهی به‌دلیل محدودیت‌های تغذیه‌ای و در دسترس نبودن گیاهان آبی و زمینی، بیش‌تر جهت کنترل گیاهان آبزی ناخواسته استفاده می‌شد اما، به‌دلیل مرغوبیت گوشت و بازارپسند بودن ماهی آمور امکان تحقیق و آزمایش در زمینه یافتن غذای جایگزین و پرورش به‌صورت انبوه را فراهم ساخته است. تحقیقات پیشین نشان داده که این ماهی توانایی تغذیه از طیف وسیعی از گیاهان، بسته به خوش‌خوراکی و نوع بافتشان را دارد (Filizadeh و همکاران، ۱۹۹۰؛ Prinsloo و Schoonbee، ۲۰۰۰؛ Essa و همکاران، ۲۰۰۴؛ Tuan و همکاران، ۲۰۰۷). استفاده انحصاری از علوفه برای پرورش ماهی آمور

می‌تواند کاهش تراکم این ماهی با ارزش و بازارپسند را در استخرهای خاکی به‌دنبال داشته باشد، بنابراین تهیه غذای کنسانتره مناسب این ماهی باعث گسترش پرورش این گونه شده و سهم آن را در پرورش توأم کپور ماهیان افزایش می‌دهد و یا امکان پرورش تک گونه‌ای این ماهی را فراهم می‌کند.

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر غذاهای مختلف گیاهی و پلت بر ترکیب لاشه و پروفیل اسیدچرب ماهی آمور است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مراحل اجرای آزمایش

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات آبزی شهید فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان به‌مدت ۹۰ روز انجام شد. به‌منظور اجرای این پروژه، از ۲۳ حوضچه فایبرگلاسی حاوی ۴۵۰ لیتر آب که ۸ عدد آن جهت مخزن ذخیره آب و کلرزنی و ۱۵ عدد آن که جهت معرفی بچه‌ماهی بود استفاده گردید. جهت جلوگیری از آلودگی، قبل از شروع آزمایش حوضچه‌ها به‌وسیله‌ی ماده ضدعفونی کننده هیپوکلرید سدیم ضدعفونی شدند. آب مورد نیاز از مخزن ذخیره سالن حوضچه با ۷۲ ساعت تأخیر جهت کلرزدایی، تأمین می‌شد. ماهی‌های مورد استفاده در این آزمایش از استخر پرورش ماهیان گرمابی (گلوگاه، استان مازندران) تهیه و به سالن حوضچه انتقال داده شد. ماهی‌ها قبل از شروع آزمایش به منظور تطبیق با شرایط جدید به‌مدت دو هفته نگهداری و با غذای پلت حاوی ۲۵ درصد پروتئین تغذیه شدند. در این پروژه، با توجه به هدف آزمایش، پنج تیمار انتخاب و برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. برای تیمار اول گیاه عدسک آبی از شالیزارهای برنج اطراف گرگان هر سه روز یک بار تهیه می‌گردید (جدول ۱). برای تیمار دوم گیاه آزولا از برکه‌های آب اطراف کردکوی جمع‌آوری می‌گردید که ترکیب تقریبی آن در جدول ۲ آمده است. عدسک‌ها و آزولاها پس از جمع‌آوری در تشت‌های حاوی آب، جداگانه نگه‌داری می‌شدند. برای تیمار سوم گیاه یونجه از زمین‌های کشاورزی اطراف گرگان تهیه می‌گردید. برای تیمار چهارم و پنجم غذای کنسانتره تجاری ماهی کپور(SFK) از مرکز تکثیر ماهیان گرمابی سیجوال تهیه گردید و نسبت به آماده‌سازی آن (جهت بالانس دو سطح پروتئین) اقدام گردید. غذاهای آردی توسط چرخ گوشت به صورت پلت در می‌آمد و مورد تغذیه ماهی‌ها قرار می‌گرفت.

جدول ۱: ترکیب مواد مغذی پنج نوع غذای مورد استفاده برای پرورش بچه ماهی آمور براساس ماده خشک

آنالیز غذا	عدسک آبی	یونجه	آزولا	پلت ۱	پلت ۲
پروتئین ٪	۲۸	۵۰/۸	۳۱	۲۵	۳۵
چربی ٪	۱۱/۴	۱۰/۲	۹/۹	۱۴	۱۳
فیبر ٪	۲/۷	۱۴/۴	۲/۸	۱۸	۱۸
خاکستر ٪	۶	۸	۴/۱	۱۱	۱۱

غذادهی بچه‌ماهیان در طول دوره ۹۰ روزه هر روز در سه نوبت صبح، ظهر و شب در ساعات ۶، ۱۴ و ۲۲ با توجه به نوع غذای مصرفی با دست انجام می‌گرفت. در این تحقیق از سه نوع غذای گیاهی یونجه، عدسک آبی و آزولا (روزانه به میزان ۲۰ درصد وزن بدن) و دو نوع پلت (با میزان پروتئین ۲۵ و ۳۵ درصد) به میزان ۵ درصد وزن بدن با سه تکرار و در هر تکرار ۱۵ قطعه بچه‌ماهی (با میانگین وزن ۰/۵۱±۱۵/۴۱ گرم) استفاده گردید.

روش‌های آنالیز بافت و اسید چرب

آنالیز ترکیبات بافت و غذا به‌روش‌های زیر و بر طبق AOAC انجام شد. قسمتی از بافت ماهی پس از خرد کردن و یکنواخت شدن برای اندازه‌گیری پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر جدا شد. برای اندازه‌گیری رطوبت مقداری از بافت را در پلت‌های شیشه‌ای قرار داده و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت خشک گردید، برای گرفتن خاکستر از نمونه‌های خشک شده استفاده شد این نمونه‌ها را در بوته چینی قرار داده و به‌مدت ۸ ساعت در کوره الکتریکی در دمای ۵۴۶ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پروتئین با استفاده از روش کلدال و چربی با استفاده از روش سوکسله اندازه‌گیری شد. تمام آزمایشات در سه تکرار انجام شد.

دستگاه اندازه‌گیری پروتئین خام: پروتئین خام از طریق تعیین نیتروژن کل به روش کلدال با استفاده از دستگاه

بخش هضم مدل EBL و بخش تقطیر مدل VAP ساخت کمپانی Gerhardt آلمان تعیین شد.

دستگاه اندازه‌گیری چربی خام: چربی خام از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به‌روش سوکسله به‌وسیله دستگاه سوکسله مدل VAP40 ساخت کمپانی Gerhardt آلمان انجام گرفت.

دستگاه اندازه‌گیری خاکستر: از طریق قرار دادن نمونه در کوره الکتریکی مدلLV/5/11/B170 ساخت کمپانی Nabertherm آلمان در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۸ ساعت اندازه‌گیری شد.

دستگاه اندازه‌گیری رطوبت: از طریق خشک کردن نمونه‌ها در آون (مدلFD115 ، ساخت کمپانی BINDER آلمان) با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد.

توده‌های خشک شده به ظروف درب‌دار منتقل و تا استخراج چربی (روش Ether extract) و آنالیز آن در فریزر با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از یخ خشک جهت اندازه‌گیری اسیدهای چرب به آزمایشگاه موسسه تحقیقات شیلات منتقل گردیدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای تعیین توزیع نرمال داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده گردید سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و وجود یا نبود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد تعیین گردید. برای انجام محاسبات فوق از نرم‌افزار آماری SPSS18 و EXCEL استفاده گردید

نتایج

مقادیر حاصل از آنالیز تقریبی لاشه در جدول ۲ مشاهده می‌شود. مطابق جدول، تغذیه ماهی آمور با غذاهای مختلف گیاهی و پلت حاوی پروتئین‌های ۲۵ و ۳۵ درصد، به‌جز چربی لاشه هیچ تفاوت معنی‌داری روی سایر شاخص‌های لاشه (پروتئین، رطوبت و خاکستر) ایجاد نکرد (P>۰/۰۵).

جدول ۲: مقایسه میانگین ترکیبات بدن ماهی آمور(درصد) نسبت به غذاهای مختلف

تیمار / شاخص	عدسک	آزولا	یونجه	پلت حاوی ۳۵٪ پروتئین	پلت حاوی ۲۵٪ پروتئین
رطوبت	۷۸/۵±۲۳/۹^{a}	۷۸/۴±۲۰/۹^{a}	۷۸/۸۷±۱۷/۲^{a}	۷۴/۱۶±۲۲/۲^{a}	۷۵/۴۲±۲۱/۲^{a}
پروتئین	۱۴/۱۲±۳/۹^{a}	۱۴/۶۲±۴/۱۲^{a}	۱۴/۹۶±۳/۶^{a}	۱۴/۸۸±۴/۲۲^{a}	۱۴/۱۰±۴/۱۴^{a}
چربی	۴/۷±۱/۳۷^{b}	۴/۸±۱/۲۱^{b}	۴/۱۲±۱/۱۷^{b}	۷/۲۱±۲/۲۸^{a}	۷/۴۷±۱/۷۸^{a}
خاکستر	۲/۷۱±۰/۸۶^{a}	۲/۱۹±۰/۶۱^{a}	۲/۸±۰/۹۵^{a}	۲/۷۹±۱/۲۳^{a}	۳/۱±۱/۲۳^{a}

اعداد (SD ± میانگین با ۳ تکرار) در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).

کم‌ترین میزان چربی در تیمار عدسک و بیش‌ترین آن در تیمار پلت ۲۵ درصد پروتئین مشاهده شد و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵)، اما تیمار پلت ۲۵ درصد پروتئین با پلت ۳۵ درصد پروتئین و تیمار عدسک با تیمارهای آزولا و یونجه اختلاف معنی‌دار نداشتند (P>۰/۰۵). هم‌چنین کم‌ترین میزان پروتئین در تیمار پلت ۲۵ درصد پروتئین و بیش‌ترین آن در تیمار یونجه مشاهده شد ولی بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

مقایسه پروفیل اسیدچرب بین تیمارها حاکی از تفاوت معنی‌دار در بین تمامی شاخص‌های مورد مطالعه به جز C۱۶:۰، C۱۸:۱(n-۷) ،C۲۲:۰ و ∑SFA بود (جدول ۳).

جدول۳: مقایسه ترکیبات اسید چرب لاشه ماهی آمور (درصد) نسبت به غذاهای مختلف

اسید چرب	جیره‌های غذایی				
	عدسک	آزولا	یونجه	پلت ۳۵ درصد پروتئین	پلت ۲۵ درصد پروتئین
C۱۲:۰	^{b}۰/۱۱±۰/۰۲	۰/۱۱±۰/۰۲^{b}	^{b}۰/۱۲±۰/۰۳	^{a}۰/۱۳±۰/۰۲	^{a}۰/۱۳±۰/۰۲
C۱۴:۰	^{b}۰/۲۸±۰/۰۶	^{b}۰/۳۰±۰/۰۸	۰/۳۲±۰/۱^{b}	۰/۷۶±۰/۲^{a}	۰/۶۵±۰/۲^{a}
C۱۴:۱(n-۵)	^{b}۰/۱۶±۰/۰۱	^{b}۰/۱۶±۰/۰۱	۰/۱۶±۰/۰۱^{b}	^{a}۰/۱۸±۰/۰۱	^{a}۰/۱۸±۰/۰۱
C۱۶:۰	^{a}۲۰/۳۶±۱/۵	^{a}۱۹/۵۶±۱/۳	^{a}۲۰/۳۳±۱/۶	^{a}۱۹/۳۰±۰/۶	^{a}۱۸/۳۸±۰/۶
C۱۶:۱(n-۷)	^{b}۲/۸۸±۰/۱	^{b}۲/۵۹±۰/۲	^{b}۲/۶۹±۰/۳	^{a}۴/۱۱±۰/۳	^{a}۳/۹۳±۰/۳
C۱۸:۰	^{b}۲/۶۶±۱/۲	^{b}۲/۵۶±۱/۲	^{b}۳/۰۲±۱/۱	^{a}۴/۰۶±۰/۶	^{a}۳/۸۶±۰/۹
C۱۸:۱(n-۷)	۲/۹۲±۰/۱^{a}	^{a}۲/۷۳±۰/۱	^{a}۲/۶۸±۰/۰۲	^{a}۲/۸۰±۰/۰۱	^{a}۲/۶۰±۰/۰۱
C۱۸:۱(n-۹)	^{c}۱۵/۸۸±۰/۵۳	^{c}۱۴/۰۳±۰/۷	۱۵/۰۶±۰/۷۱^{c}	^{a}۲۱/۳۱±۰/۶۱	^{b}۱۸/۳۱±۰/۶۱
C۱۸:۲(n-۶)	^{c}۷/۳۰±۱/۶	^{c}۶/۸۴±۱/۴	^{c}۷/۱±۱/۴	^{a}۱۲/۲۹±۰/۳	۱۰/۲۹±۰/۲^{b}
C۱۸:۳(n-۳)	۳/۶۰±۰/۰۴^{a}	^{a}۳/۴۳±۰/۰۵	^{a}۳/۲۳±۰/۰۵	^{b}۲/۲۳±۰/۰۸	^{b}۲/۱۸±۰/۰۸
C۲۰:۰	^{a}۰/۲۴±۰/۰۱	^{a}۰/۲۳±۰/۰۲	^{a}۰/۲۶±۰/۰۱	^{b}۰/۱۷±۰/۰۲	^{b}۰/۱۶±۰/۰۲
C۲۰:۴(n-۶)	^{a}۲/۵۰±۰/۲	^{a}۲/۴۱±۰/۲	۲/۲۲±۰/۳^{a}	^{b}۱/۵۳±۰/۴	^{b}۱/۳۵±۰/۹
C۲۰:۵(n-۳)	^{a}۱/۴۲±۰/۴	^{a}۱/۳۹±۰/۱	^{a}۱/۴۹±۰/۱	^{b}۰/۶۵±۰/۱	^{b}۰/۶۳±۰/۱
C۲۲:۰	^{a}۳/۸۹±۱/۳	^{a}۳/۲۱±۱/۱	^{a}۳/۱۱±۱/۴	^{a}۴/۵±۱/۹	^{a}۳/۵۶±۱/۷
C۲۲:۵(n-۳)	^{a}۲/۶۷±۰/۰۴	^{a}۲/۳۵±۰/۰۲	۲/۸۸±۰/۰۴^{a}	^{b}۰/۷۳±۰/۰۶	^{b}۰/۷۳±۰/۰۶
C۲۲:۶(n-۳)	^{a}۱۰/۶۴±۰/۳	^{a}۱۰/۲۵±۰/۴	^{a}۱۰/۷۹±۰/۳	^{b}۷/۰۴±۰/۴	^{b}۷/۰۴±۰/۴
∑SFA	^{a}۲۷/۵۴±۳/۲	^{a}۲۸/۹۰±۲/۱	^{a}۲۹/۴۷±۲/۵	^{a}۳۱/۵۲±۱/۳	^{a}۲۹/۸۲±۴/۳
∑MUFA	^{c}۱۹/۶۴±۰/۲	^{c}۲۰/۲۸±۰/۱	^{c}۱۹/۷۶±۰/۵	۲۳/۷۲±۰/۳^{a}	^{b}۲۱/۸۵±۰/۳
∑PUFA	^{a}۳۲/۶۸±۴/۲	^{a}۳۴/۲±۳/۲	^{a}۳۴/۹۴±۳/۹	^{b}۲۰/۹۴±۴/۱	^{b}۱۹/۸۳±۳/۷
∑PUFA n3	^{a}۲۲/۲۴±۳/۵	^{a}۲۳/۴۲±۲/۱	^{a}۲۳/۶۸±۱/۷	^{b}۷/۷۲±۱/۳	^{b}۶/۸۵±۱/۷
∑PUFA n6	^{b}۱۰/۴۴±۰/۹	^{b}۱۰/۷۸±۰/۷	۱۱/۲۶±۰/۴^{b}	^{a}۱۳/۲۲±۰/۳	۱۲/۹۸±۰/۳^{a}
n6/n3	^{b}۰/۴۷±۰/۰۲	^{b}۰/۴۵±۰/۰۱	^{b}۰/۴۸±۰/۰۵	^{a}۱/۷±۰/۳	^{a}۱/۸۹±۰/۳
∑PUFA /∑SFA	^{a}۱/۱۸±۰/۳	^{a}۱/۱۸±۰/۴	^{a}۱/۱۸±۰/۵	^{b}۰/۶۶±۰/۰۳	^{b}۰/۶۶±۰/۰۱

اعداد (SD ± میانگین با ۳ تکرار) در یک ردیف با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌داری هستند (P<۰/۰۵).

کم‌ترین میزان C۱۲:۰، اسیدمریستیک (C۱۴:۰) و اسید مریستولئیک ((C۱۴:۱(n-۵) در تیمار عدسک و بیش‌ترین آن در تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین مشاهده شد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). تیمار پلت ۳۵ درصد با تیمار ۲۵ درصد و تیمار عدسک با تیمارهای یونجه و آزولا اختلاف معنی‌دار نداشتند (P>۰/۰۵). بیش‌ترین مقدار اسید پالمتیک (C۱۶:۰) ، اسید واسنیک (C۱۸:۱(n-۷)، C۲۲:۰ و مجموع اسیدچرب غیراشباع (∑SFA) در تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین مشاهده شد و بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (P>۰/۰۵). بیش‌ترین مقدار C۱۶:۱(n-۷) و اسید استئاریک (C۱۸:۰) در تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین و کم‌ترین آن در تیمار آزولا مشاهده گشت و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). اما تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین با پلت ۲۵درصد پروتئین و تیمار آزولا با تیمارهای عدسک و یونجه اختلاف معنی‌دار نداشتند (P>۰/۰۵). همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری از نظر اسیدهای چرب اشباع بین تیمارها و جود نداشت، اما از نظر اسیدهای‌چرب تک‌غیراشباع و چندغیراشباع تفاوت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). در تیمارهای تغذیه‌شده از پلت اسیدهای‌چرب‌تک‌غیراشباع به‌شکل معنی‌داری بیش‌تر از تیمارهای گیاهی بودند و بیش‌ترین مقدار را در بین سایر اسیدهای چرب به‌خود اختصاص دادند درحالی‌که در تیمارهای گیاهی اسیدهای چرب چندغیراشباع، غالب بوده و مقدار آن به‌شکل معنی‌داری بیش‌تر از تیمارهای تغذیه شده از پلت مشاهده گردید (P<۰/۰۵). هم‌چنین اسید چرب‌های

C:۱۶ ، $C_{18:1(n-9)}$ و $C_{18:2(n-6)}$ عمده‌ترین اسیدچرب‌های لاشه ماهی را در بر گرفته‌اند. مطابق جدول ۳ در بین اسیدهای چرب اشباع و تک غیراشباع اسید پالامتیک و اسید اولئیک به‌ترتیب اسیدهای‌چرب غالب شناخته شده در بین تیمارها بودند. بیش‌ترین مقدار مجموع اسیدچرب چندغیراشباع امگا-۳ (∑PUFA n3) در تیمار یونجه (۱/۷±۲۳/۶۸) و کم‌ترین آن در تیمار پلت ۲۵ درصد پروتئین (۱/۷±۶/۸۵) مشاهده گشت و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). اما تیمار پلت ۲۵ درصد پروتئین با تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین و تیمار یونجه با تیمارهای آزولا و عدسک اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). بیش‌ترین مقدار مجموع اسیدچرب چندغیراشباع امگا-۶ (∑PUFA n6) در تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین (۰/۳±۱۳/۲۲) و کم‌ترین آن در تیمار یونجه (۰/۴±۱۱/۲۶) مشاهده شد و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). اما تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین با تیمار پلت ۲۵ درصد پروتئین و تیمار یونجه با تیمارهای آزولا و عدسک اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵).

بحث

در سال‌های اخیر مطالعه و شناسایی اسیدهای چرب ماهیان به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Akland و همکاران، ۲۰۰۵؛ Mnari و همکاران، ۲۰۰۷؛ Inhamuns و همکاران،۲۰۰۸؛ Ojagh و همکاران، ۲۰۰۹). به‌طورکلی ماهیان آب شیرین به‌عنوان ماهیان با ترکیبات امگا-۶ بالا به ویژه اسید لینولئیک و اسید آراشیدونیک شناخته شده‌اند (Steffens، ۱۹۹۷). در تحقیق حاضر میزان امگا-۶ برای تیمار عدسک ۰/۹±۱۰/۴۴ درصد، تیمار آزولا ۰/۷±۱۰/۷۸ درصد، تیمار یونجه ۰/۴±۱۱/۲۶ درصد، تیمار پلت ۳۵ درصد پروتئین ۰/۳±۱۳/۲۲ درصد و تیمار پلت ۲۵ درصد پروتئین ۰/۳±۱۲/۹۸ درصد مشاهده شد.

در تحقیق حاضر در تیمارهای تغذیه شده از هر دو نوع پلت میزان امگا-۶ نسبت به امگا-۳ بیش‌تر بود که با تحقیقات JUSTI و همکاران (۲۰۰۳) روی ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*)، **Çelik** و همکاران (۲۰۰۵) روی ماهی سوف (*Sander lucioperca*) و Imanpoor و همکاران (۲۰۰۹) روی ماهی کپور پرورشی (*Cyprinus carpio*) که بیان کردند در ماهیان آب شیرین مقادیر امگا-۶ بیش‌تر است هم‌خوانی داشت اما با گزارشات Ojagh و همکاران (۲۰۰۹) روی ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) و Cirkovic و همکاران (۲۰۱۱b) روی ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و لای ماهی (*Tinca tinca*) مطابقت نداشت. میزان امگا-۳ در تیمارهای تغذیه شده از هر سه نوع گیاه نسبت به تیمارهای پلت به مقدار قابل توجهی بالا بود در واقع تفاوت در بین پروفیل اسیدچرب را تنها نمی‌توان به تفاوت‌های گونه‌ای نسبت داد بلکه رژیم‌های غذایی نیز در این زمینه بسیار تأثیرگذار هستند و همان‌طورکه از نتایج مشخص است رژیم غذایی میزان اسیدچرب را دست‌خوش تغییرات معنی‌دار قرار می‌دهد. این نتیجه با گزارش Ojagh و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

مطابق جدول ۳ مجموع اسیدهای چرب چندغیراشباع کپور علفخوار تغذیه شده با پلت مشابه مقادیر به‌دست آمده توسط سایر محققین برای کپور معمولی بود و تفاوت چندانی نداشت. در مطالعه حاضر مقادیر نسبت $\sum PUFA/\ \sum SFA$ برای تیمارهای گیاهی ۱/۱۸ و برای تیمارهای پلت ۰/۶۶ مشاهده شد. این مقادیر بالاتر از حداقل میزان توصیه شده یعنی ۰/۴۵ است (HMSO، ۱۹۹۴). Cirkovic و همکاران (۲۰۱۱b) این نسبت را برای کپور علف‌خوار ۰/۶۳، برای کپور نقره‌ای ۰/۷۱، برای لای ماهی ۰/۶۱ و برای کپور معمولی ۰/۴۵ گزارش کردند. هم‌چنین Ojagh وهمکاران (۲۰۰۹) نسبت $\sum PUFA/\ \sum SFA$ را برای ماهی کپور علفخوار ۱/۱۱ و برای کپور معمولی ۰/۷۴ گزارش کردند. اگرچه در این شاخص تیمارهای تغذیه شده از غذاهای گیاهی از شرایط بهتری برخوردارند اما تیمارهای تغذیه شده از پلت نیز با حداقل میزان توصیه شده فاصله دارد. هم‌چنین حداکثر میزان توصیه شده برای نسبت n6/n3 ۴ می‌باشد (De Castro و همکاران، ۲۰۰۷) و مقادیر به‌دست آمده برای تیمارهای گیاهی و پلت به‌ترتیب ۰/۴۶ و ۱/۸ درصد مشاهده شد. Cirkovic و همکاران (۲۰۱۱b) این نسبت را برای کپورعلف‌خوار ۲/۲۳، برای کپورنقره‌ای ۰/۳۳، برای لای‌ماهی ۰/۴۶ و برای کپورمعمولی ۷/۲۸ گزارش کردند. هم‌چنین Ojagh و همکاران (۲۰۰۹) نسبت n6/n3 را برای ماهی کپور علف‌خوار ۳/۴۲ و برای کپورمعمولی ۰/۴۸ گزارش کردند. Imanpoor و همکاران (۲۰۰۹) این نسبت را برای کپور معمولی ۴/۰۶، Niani و Khajeh-Rahimi (۲۰۱۲) برای کپور علف‌خوار ۳/۳۶ گزارش کردند. با توجه به نتایج و نسبت‌های به‌دست آمده اگرچه تیمارهای گیاهی و پلت دارای ارزش‌های تغذیه‌ای بالایی هستند اما به‌نظر می‌رسد تغذیه کپورعلف‌خوار از

غذاهای گیاهی نسبت به پلت ارجحیت دارد هرچند که در مقایسه فاکتورهای رشد بین تیمارهای گیاهی و پلت، تیمارهای پلت رشد و عملکرد قابل قبولی داشتند (Nekoubin و Sudagar، ۲۰۱۲).

منابع

1. **Amirkolaie, A.k.; Lashkarboloky, M. and Abdoli, S., 2010.** Effects of pellet and grass diets on growth and morphology of gastro-intestinal tract in grass carp(*Ctenopharyngodon idella*). Nashrie shilat. Vol. 63, No. 3, pp.209-207.
2. **Akland, H.M.W.; Stoknes, I.S.; Remme, J.F.; Kjerstad, M. and Synnes, M., 2005**. Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranches. Comparativen Biochemistry and Physiology, Part B, 140: 437–443.
3. **Alasalvar, K.D.A.; Taylor, E.; Zubcov, F. and Alexis, M., 2002.** Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) total lipid content. Fatty acid and trace mineral composition, Food Chemistry, 79:145-1.
4. **Al-Arrayed, F.H.; Al Maskati, M. and Abdullah, F.J. 1999.** N3-polyunsaturated Fatty Acid Content of Some Edible Fish from Bahrain Waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 49:109-114.
5. **Calder, P.C. and Grimble, R.F., 2002.** Polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. European Journal of Clinical Nutrition. 5, 6, S14– S19.
6. **Çelik, M.; Diler, A. and Küçükgülmez, A., 2005.** A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (Sander lucioperca) from two different regions and climatic conditions. Food Chem. 92:637-641.
7. **Cirkovic, M.; Spiric, A.; Dordevic, V.; Milosevic, N.; Ljubojevic, D. and Vranic, D., 2002a**. Comparison of meat quality of tench and carp. V Intenational Conference, Aquaculture and Fishery, Conference Proceedings, Beograd, Serbia, pp.60-65.
8. **Circovic, M.; Ljubojevic, D.; Dordevic, V.; Novakov, N. and Petronijevic, R., 2011b.** Fatty acid composition of herbivorous fish species. Mesocosm experiment. Journal of Fish Biology. 57:417–432.
9. **Cross, D.G., 1969.** Aquatic weed control using grass carp. J. Fish Biol. 1:27-30.
10. **De Castro, F.A.; Pinheiro Sant'Ana, F.; Campos, H.M.; Brunoro Costa, F.M.; Coelho Silva, N.M.; Salaro, M.T. and Franceschini, S.D.C., 2007.** Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. Food Chemistry, 103:1080–1090.
11. **Du, Z.Y.; Liu, Y.J.; Tian, J.T.; WANG, Y. and Liang, G.Y., 2005** Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Aquaculture Nutrition. 11:139–146.
12. **Essa, M.; Mabrouk, H. and Zaki, M., 2004**. Growth Performance of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) and Hybrid Grass Carp Fengerlings Fed on Different Types of Aquatic Plants and Artificial Diet in Concrete Basins. Aquatic Research, 30:341-348.
13. **Filizadeh, Y.; Ahmadi, H. and Zolfinejad, K., 2007**. The Feeding Preferences of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) For Ten Aquatic Plants. Iran & Russia Conference, pp. 23-55.
14. **Gladyshev, M.I.; Sushchik, N.N.; Gubanenko, G.A.; Demirchieva, S.M. and Kalachova, G.S., 2006**. Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Food Chemistry, 96:446–451.
15. **Gurr, M., 1993**. Polyunsaturated fatty acids of the n-3 family: influence on inflammatory disease. Lipid Technol. 5:65-68.
16. **HMSO, UK. (1994).** Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). London: HMSO.
17. **Imanpoor, M.R.; Kordjazi, M. and Shabanpoor, B., 2009**. Tissue fatty acids composition of cultured common carp (*Cyprinus carpio* Linneaus 1758). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 16:1-b.
18. **Inhamuns, A.J. and Bueno Franco, M.R., 2008**. EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from central Amazonia. Food Chemistry, Impress.
19. **JUSTI, K.C.; HAYASHI, C.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E. and MATSUSHITA, M., 2003.** The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. Food Chemistry, Vol. 80, No. 4, pp. 489-493.

20. Kromhout, D.; Bosschieter, E.B. and De Lezenne Coulander C., 1985. The inverse relation between fish consumption and 20- year mortality from coronary heart disease. New England Journal of Medicine.312:1205-1209.

21. Mnari, A.; Bouhlel, I.; Chraief, I.; Hammami, M.; Romdhane, M.S.; Cafsi, M.E.l. and Chaouch, A., 2007. Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Food Chemistry, 100:1393–1397.

22. Nekoubin, H. and Sudagar, M., 2012. Effect of Formulate and Plant Diets on Growth Performance and Survival Rate of Juvenile Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 4, No. 4, pp.386-389.

23. Niani, A. and Khajeh-Rahimi, A., 2012. Effect of Gelatin Coating on Fatty Acid Composition of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) During Refrigerated-Storage. World Journal of Fish and Marine Sciences. Vol. 4, No. 5, pp.462-466.

24. Ojagh, S.M.; Rezaei, M. and Khorramgah, M., 2009. The investigation of nutritional composition and fatty acids in muscle of common carp (*Cyprinus carpio*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). JFST, Vol. 6, No. 1.

25. Opuszynski, K., 1972. Use of phytophagous fish to control aquatic plants. Aquaeult. 1:61.

26. Prinsloo, J. and Schoonbee, H., 2000. Comparison of the early larval growth rates of the Chinese grasscarp (*Ctenopharyngodon idella*) and the Chinese silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) using live and artificial feed. Republic of South Africa, 66: 7013-7051

27. Razavi Shirazi, H., 2001. Marine productions technology. Mehr inscription publications, pp. 117-119. (In Persian).

28. Robin, J.H.; Regost, C.; Arzel, J. and Kaushik, S.J., 2003. Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. Aquaculture. 225:283-293.

29. Shireman, J.V. and Smith, C.R., 1983. Synopsis of biological data on the grass carp. FAO press, pp.23-24.

30. Steffens, W., 1997. Effects of variation in essential fatty acids in on fishfeeds nutritive value of freshwater fish for humans. Aquaculture, 151:97-119.

31. Tansby, M.E., 1990. Nutritional properties of fish oil for human consumption-modern aspects. In Fish Oils in Nutrition (M.E. Stansby, Ed.), pp. 289308. Van Nostrand Reinhold, New York.

32. Tocher, D.R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Rev. Fish.Sci. 11:107-184.

33. Tuan, N.; Steinbronn, S.; Brice, D.; Dung, B.; Focken, U. and Becker, K., 2007. Growth and Feed Conversion of the Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) Fed on Fresh Plant Material under Laboratory Conditions in Viet Nam. Tropentag, 44:9-11.

34. Turkmen, A.; Turkmen, M.; Tepe, Y. and Akyurt, I., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. Food Chemistry, 91:167–172.

35. Vossoughi, G. and Mostajeer, B., 2006. Fresh water fishes. Tehran University Press, Tehran, 123 p. (In Persian).

The Investigation of Body Composition and Fatty Acids in Muscle of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) Fed with *Lemna* Sp., *Azolla filiculoides* and *Alfalfa* and Pellet

- **Hamed Nekoubin*:** Department of Fishery Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O. Box: 49175-487, Gorgan, Iran
- **Mohammad Sudagar:** Department of Fishery Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O. Box: 49175-487, Gorgan, Iran

Received: November 2012 Accepted: February 2013

Keyword: Grass carp, plant food**,** pellet food, body composition and fatty acids

Abstract

This study was performed to determine body composition and fatty acids in muscle of Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) with average weight 15.41± 0.51g, fed with different plant diet (*Lemna* Sp., *Azolla filiculoides* and *Alfalfa*) and Pellet (with 25 and 35 percent protein) for 90 days was conducted at the aquatic research center of Shahid Fazli Barabadi Fisheries Faculty in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. There is no significant difference except lipid value in the content of protein, moisture and ash samples of in these treatments (P>0.05). In all treatments in both fish, palmitic acid C16:0 and oleic C18:1 n-9 acid were the principal saturated and monounsaturated fatty acids. In this comparison Muscle fatty acid composition between treatments showed that there are significant difference in among all the fatty acids except for C16:0, C C18:1 (n-7), C22:0 and ∑SFA (P<0.05). the highest of n-3 and n-6 was obtained in Alfalfa treatment (23.61±1.7) and pellet treatment with 35% protein (13.22±0.3) respectively and the lowest was observed in pellet treatment with 25% protein (6.85±1.7) and *Azolla filiculoides* treatment (10.78±0.7) respectively and had significantly different to each other (P<0.05).

* Corresponding author's email: nekoubin.hs@gmail.com