

تأثیر خوراکی افزودنی لیورگل بر شاخص‌های رشد و پیشگیری از عارضه کبد چرب ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه‌شده با رژیم غذایی حاوی سطوح مختلف چربی

چکیده

در این آزمایش به بررسی اثرات خوراکی لیورگل بر شاخص‌های رشد و پیشگیری از عارضه کبد چرب در سطوح مختلف چربی جیره ماهی کپور معمولی پرداخته شد. برای این آزمایش ۹ جیره غذایی مختلف با ۳ سطح ۰، ۵/۵ و ۱ درصد لیورگل با سه سطح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد چربی در سال ۱۳۹۵ تهیه گردید. غذاهای به ماهیان به مدت ۱۸۰ روز انجام شد. پس از پایان دوره پرورش، شاخص‌های رشد ماهی (وزن انتهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی) و نمونه‌برداری از بافت کبد ماهیان موردبررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در میان تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود ($P < 0.05$)، درحالی‌که بازماندگی در میان تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$). از تیمار ۳ تا ۸ افزایش معنی‌داری در وزن نهایی ماهیان مشاهده شد ($P < 0.05$). بالاترین شاخص‌های رشد در تیمار ۸ (چربی ۲۰ درصد + داروی لیورگل ۱ درصد) مشاهده شد. از بین ماهیانی که از جیره غذایی حاوی ۵ درصد چربی تغذیه شدند، بیشترین عارضه کبدی در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین از بین ماهیانی که از جیره غذایی حاوی ۱۰ درصد چربی استفاده کرده بودند بیشترین و کمترین عارضه کبدی به ترتیب در تیمار ۳ (حاوی جیره غذایی ۱۰ درصد چربی و بدون داروی لیورگل) و ۵ (حاوی جیره غذایی ۱۰ درصد چربی + داروی لیورگل ۱) مشاهده شد. همچنین نتایج آزمایش نشان داد که در بین تمام تیمارهای آزمایش بیشترین عارضه کبدی در تیمار ۶ که حاوی جیره غذایی ۲۰ درصد چربی و بدون داروی لیورگل بود مشاهده شد. نتیجه نهایی تحقیق نشان داد در تمام تیمارهای چربی جیره غذایی (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) اضافه کردن داروی لیورگل به جیره غذایی احتمالاً به علت وجود سیلی مارین باعث کاهش ضایعات کبدی در ماهی کپور معمولی گردید.

واژگان کلیدی: کپور معمولی، لیورگل، شاخص رشد، کبد چرب.

مقدمه

دلیل اصلی انجام مطالعات وسیع در تغذیه ماهیان، پرورش متراکم ماهی به صورت صنعتی است. تاکنون به منظور تولید جیره‌های غذایی مصنوعی که هم رشد سریع ماهی را فراهم آورد و هم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، کوشش‌های فراوانی صورت گرفته است. با توجه به هزینه

علی صادقی^۱

عبدالرضا جهانبخشی^۲

سعید تمدنی جهرمی^۳

محسن گذری^۴

محمد زمانی^۴

سجاد پورمظفر^۵

رضا نیاوندی^۶

۱. گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران.

۲. مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور، مؤسسه تحقیقات

علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، چابهار، ایران.

۳. پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه

تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

۴. گروه شیلات، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر،

ایران.

۵. ایستگاه تحقیقات نرم‌تنان خلیج فارس، پژوهشکده

اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم

شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

بندرلنگه، ایران.

۶. مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

*مسئول مکاتبات:

Sajjad5550@gmail.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۱۰۸۷۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۳۰

مقاله پژوهشی و برگرفته از طرح پژوهشی است.

بالای تأمین منابع پروتئینی بایستی تا حد امکان برای تأمین انرژی جیره غذایی از منابع غیر پروتئینی شامل چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها استفاده شود (Abdel-Tawwab and Ahmad, 2009). از طرفی وجود مقادیر کافی این منابع غیر پروتئینی در جیره از اکسیداسیون پروتئین به‌منظور تولید انرژی جلوگیری می‌نماید و پروتئین برای رشد و تولید بافت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hardy, 2002). چربی‌ها دارای بالاترین میزان انرژی (تقریباً ۹/۴ کیلوکالری انرژی به ازای هر گرم) در مقایسه با کربوهیدرات‌ها (۴/۱ کیلوکالری انرژی به ازای هر گرم) و پروتئین (۵/۶ کیلوکالری انرژی به ازای هر گرم) هستند. همچنین چربی‌ها در جیره غذایی به‌عنوان منبعی برای اسیدهای چرب ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی (A, D, E و K) از اهمیت زیادی برخوردارند و سبب سهولت در هضم و جذب این ویتامین‌ها می‌شوند (Webster and Lim, 2002). چربی می‌تواند از استفاده پروتئین به‌عنوان منبع انرژی جلوگیری کند و باعث محدود کردن تولید آمونیاک شود (Subhadra et al., 2006). چربی نقش مهمی را به‌عنوان منبع تأمین‌کننده انرژی برای رشد و تکامل ماهیان ایفا می‌کند (López et al., 2009). چربی بالای جیره همچنین ممکن است باعث افزایش ذخیره چربی در بدن شود. در بیشتر ماهیان ذخیره کردن چربی محدود بوده و چربی اضافی در جیره می‌تواند به داخل کبد نفوذ کند و در داخل آن تجمع یابد و باعث ایجاد بیماری لیپوئیدوزیس (کبد چرب) گردد (حقیقی، ۱۳۸۶). در گونه‌های مختلف ماهی توانایی ذخیره کردن و متابولیسم چربی‌های اضافی موجود در جیره غذایی تا حد زیادی متفاوت است. در کپور ماهیان این توانایی محدود است و چربی اضافی موجود در جیره می‌تواند به داخل کبد نفوذ کند و در داخل آن تجمع یابد و باعث ایجاد بیماری لیپوئیدوز گردد (Spanò et al., 2004). به‌طور کلی غذای مصرفی ماهی باید تمام نیازمندی‌های سوخت‌وساز بدن آن‌ها را تأمین نماید و متناسب با ویژگی‌های گوارشی باشد تا آنزیم‌های بدن ماهی بتوانند آن‌ها را هضم و جذب نمایند. کمبود هریک از مواد غذایی مثل پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌تواند موجب بیماری‌های تغذیه‌ای شوند. از طرف دیگر افزایش بیش‌ازحد مواد فوق در جیره غذایی هم می‌تواند باعث بروز ضایعات مختلف مانند دژنراسانس چربی کبد شود (Ogata and Oku, 2001).

خارمریم یا Gaertn بانام علمی *Silybum marianum* گیاهی است یک تا دوساله با رنگ بنفش و خاردار که ساقه‌ای به طول ۱۲۵-۳۵ سانتی‌متر دارد (حسنلو و همکاران، ۱۳۸۶). این گیاه در فارسی به نام خار مریم نامیده می‌شود. اعضای مختلف گیاه خار مریم دارای تانن و فنول می‌باشند (Shah et al., 2011). همچنین بذر آن حاوی اسیدهای چرب (۲۰ تا ۳۰ درصد)، پروتئین (۲۵ تا ۳۰ درصد)، توکوفرول، استرول و موسیلاژ است. تحقیقات جدید وجود ماده‌ای به نام کنسین را در برگ‌ها و ماده تیرامین را در دانه‌های آن ذکر کرده‌اند. از میوه‌های (دانه و بذر) خار مریم ماده‌ای به نام سیلی مارین که خود شامل چهار ایزومر اصلی به نام های سیلی‌بین، ایزو سیلی‌بین، سیلی‌دی‌انین و سیلی کریستین می‌باشد استخراج‌شده‌اند که بیشترین اثرات گیاه را به این دسته از مواد نسبت داده‌اند (Vogel et al., 1975). از آنجایی که آسیب‌های کبدی معمولاً به دلیل ایجاد رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون چربی به وقوع می‌باشد، محققین ترکیبات خاصی مثل تثبیت‌کننده‌های عشاء، آنتی اکسیدانت‌های طبیعی و مصنوعی و مهارکننده‌های مسیر متابولیسم را به‌عنوان مواد محافظ و درمان‌کننده در مقابل مسمومیت‌های کبدی مورد استفاده قرار داده‌اند (Hall et al., 1994). مطالعات نشان می‌دهند که گیاهان دارویی می‌توانند به دلیل داشتن آنتی‌اکسیدان‌ها و ترکیبات فلاونوئیدی نقش به سزایی در بهبود بیماری‌های کبدی ایفا کنند (پورامیر و همکاران، ۱۳۸۵). در این خصوص سیلی مارین داروی گیاهی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه بوده و سبب کاهش رادیکال‌های آزاد و مهار پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود. به‌علاوه دارای اثرات ضدالتهابی بوده و سبب مقاومت در برابر تخلیه ذخایر گلوکاتایون شده و به هنگام آسیب پارانشیم کبد، سنتز پروتئین توسط هپاتوسیت‌ها را افزایش می‌دهد (Škottová et al., 2003). امروزه آسیب‌های مزمن کبدی یکی از بیماری‌های شایع در جهان است. از علائم مشخصه این عارضه التهاب، نکروز و فیروزه شدن کبد می‌باشد. اخیراً نقش چربی‌ها و استرس‌های اکسیداتیو در بروز بیماری‌های کبدی به اثبات رسیده است. تحقیقات نشان داده‌اند که مصرف مواد غذایی حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی یا اسیدهای چرب غیراشباع می‌تواند در پیشگیری از این عارضه مؤثر باشند. اثر محافظت کبدی سیلی مارین در چندین تحقیق حیوانی و انسانی گزارش شده است. در این گزارش‌ها آسیب‌های کبدی ایجادشده توسط تتراکلریدکربن، گالاتوآمین و الکل

توسط سیلی‌مارین محافظت و ترمیم‌شده است (Muriel and Mourelle, 1990). یکی از مهم‌ترین اثرات محافظت کبدی سیلی‌مارین در مہار مسمومیت شدید توسط قارچ‌های سمی آمینتافالویدیسی می‌باشد. آمینتین و فالودین در پیتید موجود در قارچ سمی از قوی‌ترین مواد نابودکننده سلول‌های کبدی می‌باشند. سیلی‌مارین اثر محافظت کبدی ۱۰۰ درصد در برابر این مواد سمی را از خود نشان می‌دهد. در مطالعات بالینی مصرف سیلی‌مارین در درمان بیماری‌های کبدی از جمله سیروز، هپاتیت ویروسی و سمی مزمن، کبد چرب و التهاب مجرای صفرا اثرات شفا بخشی نشان داده است که ادعا می‌شود این اثرات به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، آنتی لیپید پر اکسیداز، آنتی فیبروتیک، ضدالتهاب، تنظیم ایمنی بدن، اثر بازسازی سلولی کبد و کاهش متابولیسم کلسیم توسط سیلی‌مارین می‌باشد. داروی لیورگل قرص‌های روکش دار حاوی گرانول عصاره خشک میوه خار مریم (*Silybum marianum*) می‌باشد. خار مریم محتوی فلاوانولیگنان‌ها مانند سیلی‌بین، سیلی کریستین، سیلی دیانین و مشتقات ۲ و ۳ دهیدرو می‌باشد (ناصری، ۱۳۹۵). مجموعه این فلاوانولیگنان‌ها را سیلی‌مارین می‌نامند و همگی دارای اثرات محافظت‌کننده کبدی می‌باشند. هدف از انجام این آزمایش تعیین اثرات اضافه نمودن مقادیر مختلف لیورگل در جیره غذایی حاوی سطوح مختلف چربی روی شاخص‌های رشد و پیشگیری از عارضه کبد چرب در ماهی کپور معمولی است

مواد و روش‌ها

در این آزمایش بچه ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با میانگین وزنی 10 ± 1 گرم در خردادماه سال ۱۳۹۵ از مرکز تکثیر ماهیان گرمابی خریداری شده و به سالن آبی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال داده شدند. بچه ماهیان پس از گذراندن یک دوره ۱۴ روزه برای سازگاری با شرایط محیط پرورش، در تانک‌های ۳۰۰ لیتری ذخیره‌سازی شدند. بچه ماهیان به صورت تصادفی در ۹ گروه تیمار تقسیم شدند. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد و در هر تکرار ۲۰ عدد بچه ماهی کپور معمولی ذخیره گردید. در مجموع از ۵۴۰ بچه ماهی کپور معمولی استفاده شد. ماهی‌ها ۳ نوبت در هر روز به مقدار ۳ درصد وزن بدن با دست تغذیه شدند. غذادهی به ماهیان به مدت ۱۸۰ روز انجام گردید. روزانه ۲۵ درصد حجم تانک‌ها به منظور خروج فضولات و غذای خورده نشده تعویض شد. در این آزمایش به منظور بررسی اثرات اضافه نمودن مقادیر مختلف لیورگل (حاوی ۱۴۰ میلی گرم سیلی‌مارین، گل دارو، ایران) در جیره غذایی حاوی سطوح مختلف چربی در پیشگیری از بیماری کبد چرب، ۹ جیره غذایی مختلف با ۳ سطح ۰، ۰/۵ و ۱ درصد داروی لیورگل و سه سطح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد چربی به غذای ماهی کپور معمولی اضافه شد. مواد تشکیل دهنده جیره از کارخانه تولید خوراک دام، طیور و آبزیان تهیه شد. پس از آماده نمودن اقلام مورد نیاز، ۹ جیره آزمایش با مقادیر مختلف داروی لیورگل و چربی ساخته شد. جیره‌های غذایی پس از ساخته شدن، بسته بندی و تا زمان مصرف در فریزر در دمای ۲۰- سانتی گراد نگهداری شدند. در جدول ۱: اجزای غذایی و آنالیز جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف چربی همراه با مقادیر مختلف داروی لیورگل ارائه شده است.

جدول ۱: اجزای غذایی و آنالیز جیره‌های غذایی حاوی سطوح مختلف چربی همراه با مقادیر مختلف داروی لیورگل در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سال ۱۳۹۵.

تیمار شاهد	تیمار یک	تیمار دو	تیمار سه	تیمار چهار	تیمار پنج	تیمار شش	تیمار هفت	تیمار هشت	اجزای جیره
(۵٪)	(۵٪)	(۵٪)	(۱۰٪)	(۱۰٪)	(۱۰٪)	(۲۰٪)	(۲۰٪)	(۲۰٪)	چربی و لیورگل
۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۵	۲۵	پودر ماهی
۱۸/۷	۱۸/۷	۱۸/۷	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱/۵	۲۱/۵	۲۱/۵	پودر سویا
۱	۱	۱	۳	۳	۳	۵	۵	۵	بایندر
۷/۸۵	۷/۸۵	۷/۸۵	۶/۸۵	۶/۵۵	۶/۳۵	۵	۵	۵	آرد جو
۶/۵۰	۶/۵۰	۶/۵۰	۴	۴	۴	۲/۲	۲/۲	۲	گلوتن
۲۶/۸	۲۶/۵	۲۶/۳	۲۴	۲۴	۲۴	۲۲/۸	۲۲/۸	۲۲/۸	آرد گندم
۹	۹	۹	۱۲	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵	روغن ماهی
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	متیونین
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	لیزین
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	مکمل ویتامینه
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	مکمل معدنی
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	آنتی‌اکسیدان
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	ضد قارچ
۰	۰/۵	۱	۰	۰/۵	۱	۰	۰/۵	۱	داروی لیورگل
آنالیز جیره‌ها (درصد)									
۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۲	پروتئین
۵	۵	۵	۱۰	۱۰	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	چربی
۶/۱	۶/۱	۶/۱	۶/۱۵	۶/۱۵	۶/۱۵	۶/۹۵	۶/۹۵	۶/۹۵	رطوبت
۴/۸	۴/۸	۴/۸	۴/۶۰	۴/۶۰	۴/۶۰	۴/۱۰	۴/۱۰	۴/۱۰	خاکستر
۳۸۰۰	۳۸۰۰	۳۸۰۰	۳۸۵۰	۳۸۵۰	۳۸۵۰	۳۹۰۰	۳۹۰۰	۳۹۰۰	انرژی (کیلوژول بر کیلوگرم)

بچه ماهیان هر ۳۰ روز یک‌بار بعد از بیهوشی با گل میخک زیست‌سنجی شدند و متعاقباً مقدار غذای متناسب با دوره ۳۰ روزه بعدی محاسبه شد. پس از پایان دوره پرورش، شاخص‌های رشد ماهی (افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی) و میزان بازماندگی آن‌ها از طریق معادلات زیر محاسبه گردید (Yang et al., 2006; Tamadoni Jahromi et al., 2020; Jahanbakhshi et al., 2021).

افزایش وزن بدن = میانگین وزن نهایی - میانگین وزن ابتدایی

نرخ رشد ویژه (%) = $\frac{[(\text{لگاریتم طبیعی وزن نهایی} - \text{لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی}) \times (\text{طول دوره پرورش})]}{100} \times 100$

ضریب تبدیل غذایی = میانگین غذای خورده شده $\times$ (میانگین وزن به دست آمده)

بازماندگی (%) = $[(\text{تعداد تلفات} - \text{تعداد کل ماهیان}) \times \text{تعداد کل ماهیان}] \times 100$

بچه ماهیان به مدت ۱۸۰ روز با جیره‌های آزمایش مورد تغذیه قرار گرفتند. نمونه‌برداری از بافت کبد ماهیان در انتهای دوره آزمایش انجام گرفت. برای این کار ۴ ماهی از هر تیمار انتخاب شد. کبدها ابتدا از نظر ظاهری بررسی شده و پس از ثبت وضعیت ظاهری بلافاصله در فرمالین ۱۰ درصد فیکس می‌شوند تا به آزمایشگاه آسیب‌شناسی انتقال داده شوند. در آزمایشگاه آسیب‌شناسی، از بافت‌ها مقاطعی به ضخامت ۵ میکرون تهیه شد و پس از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ئوژین مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی اسلایدهای بافتی تهیه‌شده، از میکروسکوپ نوری (Olympus CX21، ژاپن) مجهز به دوربین استفاده گردید (Pourmozaffar et al., 2019).

تمام داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد ارائه شده‌اند. پراکنش نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرنوف مورد سنجش قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش هجدهم و با استفاده از آزمون واریانس یک‌طرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. از آزمون دانکن به منظور مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد (Azarin et al., 2020; Tamadoni Jahromi et al., 2020).

نتایج

شاخص‌های رشد ماهیان کپور معمولی تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در جدول (۲) بیان شده است. وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در میان تیمارهای آزمایشی دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$)، ولی بازماندگی در میان تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$). بالاترین وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در ماهیان تغذیه‌شده با جیره آزمایشی هشت (چربی ۲۰ درصد + داروی لیورگل ۱ درصد) مشاهده شد.

انواع و شدت ضایعات کبد در تیمارهای مختلف در جدول زیر آورده شده است (جدول ۳). نتایج به دست آمده از جدول زیر نشان می‌دهد از بین ماهیانی که از جیره غذایی حاوی ۵ درصد چربی تغذیه شدند (تیمار شاهد، تیمار ۱ و تیمار ۲) بیشترین عارضه کبدی در تیمار شاهد که حاوی جیره غذایی ۵ درصد چربی و بدون داروی لیورگل بود مشاهده شد. همچنین از بین ماهیانی که از جیره غذایی حاوی ۱۰ درصد چربی استفاده کرده بودند (تیمار ۳ تا تیمار ۵) بیشترین عارضه کبدی در تیمار ۳ که حاوی جیره غذایی ۱۰ درصد چربی و بدون داروی لیورگل بود مشاهده شد. از طرفی کمترین عارضه کبدی در تیمار ۵ که حاوی جیره غذایی ۱۰ درصد چربی + داروی لیورگل ۱ درصد بود؛ مشاهده شد. همچنین از بین ماهیانی که از جیره غذایی حاوی ۲۰ درصد چربی استفاده کرده بودند (تیمار ۶ تا تیمار ۸) کمترین عارضه کبدی در تیمار ۸ که حاوی جیره غذایی ۲۰ درصد چربی + داروی لیورگل ۱ درصد بود مشاهده شد. در بین تمام تیمارهای آزمایشی بیشترین عارضه کبدی در تیمار ۶ که حاوی جیره غذایی ۲۰ درصد چربی و بدون داروی لیورگل بود مشاهده شد. همچنین در تیمار ۱ و تیمار ۲ که به ترتیب حاوی جیره غذایی ۵ درصد چربی + داروی لیورگل ۰/۵ درصد و جیره غذایی ۵ درصد چربی + داروی لیورگل ۱ درصد بود هیچ‌گونه عارضه کبدی مشاهده نشد.

نتایج بافت‌شناسی کبد در ماهیان تیمار شاهد (شکل ۱) و مقایسه آن با بافت کبد سایر تیمارها، نشان‌دهنده آسیب‌های بافتی در کبد مانند: تورم ابری (شکل ۲)، دژنره شدن بافت (شکل ۳)، لپیدوزیس (شکل ۴)، و نکروز در بافت کبد (شکل ۵) بود.

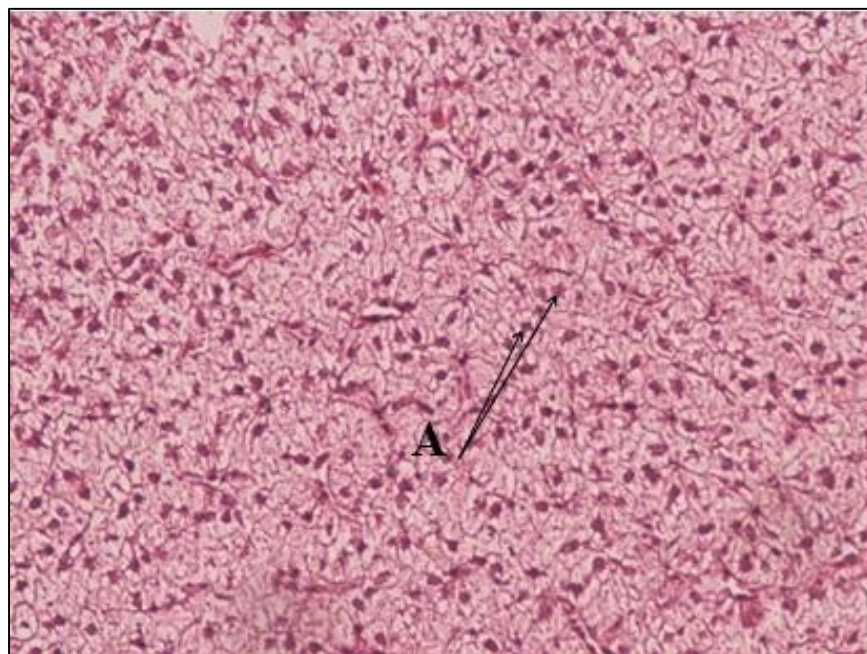
جدول ۲: وضعیت رشد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در طول دوره تغذیه با جیره‌های آزمایشی در سال ۱۳۹۵.

تیمارها	تیمار جیره شاهد	تیمار جیره یک	تیمار جیره دو	تیمار جیره سه	تیمار جیره چهار	تیمار جیره پنج	تیمار جیره شش	تیمار جیره هفت	تیمار جیره هشت
وزن ابتدایی	۱۰/۳۸ ± ۱	۱۰/۴۳ ± ۱/۱	۱۰/۴۳ ± ۱/۲۳	۱۰/۴۲ ± ۰/۸۹	۱۰/۴۴ ± ۱	۱۰/۴۵ ± ۰/۹	۱۰/۴۳ ± ۱	۱۰/۴۵ ± ۱/۳	۱۰/۴۴ ± ۱/۱
وزن انتهایی	^d ۴۷/۲۷ ± ۲/۵	^d ۴۷/۲۴ ± ۱/۵	^{cd} ۴۸/۵۴ ± ۱/۷	^c ۵۰/۲۰ ± ۱/۴۴	^b ۵۱/۴۶ ± ۱/۶۰	^b ۵۲/۱۷ ± ۱/۵۴	^{ab} ۵۳/۶۰ ± ۲/۳۲	^a ۵۴/۳۲ ± ۲/۱۰	^a ۵۵/۵۷ ± ۱/۹۵
افزایش وزن بدن	^f ۳۷/۵۶ ± ۱/۲۳	^{ef} ۳۷/۳۲ ± ۱/۴۶	^e ۳۸/۳۸ ± ۱/۲۳	^d ۴۰/۳۲ ± ۱/۵۴	^c ۴۱/۲۶ ± ۱/۸۵	^c ۴۲/۱۷ ± ۱/۹۴	^b ۴۲/۱۱ ± ۱/۸۰	^{ab} ۴۴/۶۲ ± ۱/۵۹	^a ۴۵/۷۲ ± ۱/۹۸
نرخ رشد ویژه (%)	^f ۰/۹۲ ± ۰/۰۳	^e ۱/۰۰ ± ۰/۰۴	^{de} ۱/۰۳ ± ۰/۰۲	^{de} ۱/۰۳ ± ۰/۰۴	^d ۱/۰۸ ± ۰/۰۳	^c ۱/۰۹ ± ۰/۰۴	^c ۱/۱۲ ± ۰/۰۶	^b ۱/۱۹ ± ۰/۰۳	^a ۱/۲۵ ± ۰/۰۴
ضریب تبدیل غذایی	^b ۱/۸۰ ± ۰/۱۲	^b ۱/۷۴ ± ۰/۱۶	^b ۱/۷۰ ± ۰/۱۸	^{ab} ۱/۶۱ ± ۰/۱۳	^{ab} ۱/۵۰ ± ۰/۱۶	^{ab} ۱/۴۲ ± ۰/۱۷	^{ab} ۱/۵۳ ± ۰/۲۰	^{ab} ۱/۴۳ ± ۰/۲۰	^a ۱/۳۰ ± ۰/۲۳
بازماندگی (%)	۸۹/۲۲ ± ۱/۵۴	۹۲/۳۲ ± ۳/۳۰	۹۳/۶۵ ± ۲/۴۵	۹۲/۱۷ ± ۱/۹۸	۹۲/۱۰ ± ۲/۴۳	۹۲/۲۱ ± ۳/۱۰	۹۱/۵۴ ± ۱/۹۵	۹۱/۰۰ ± ۳/۰۰	۹۴/۳۱ ± ۲/۳۰

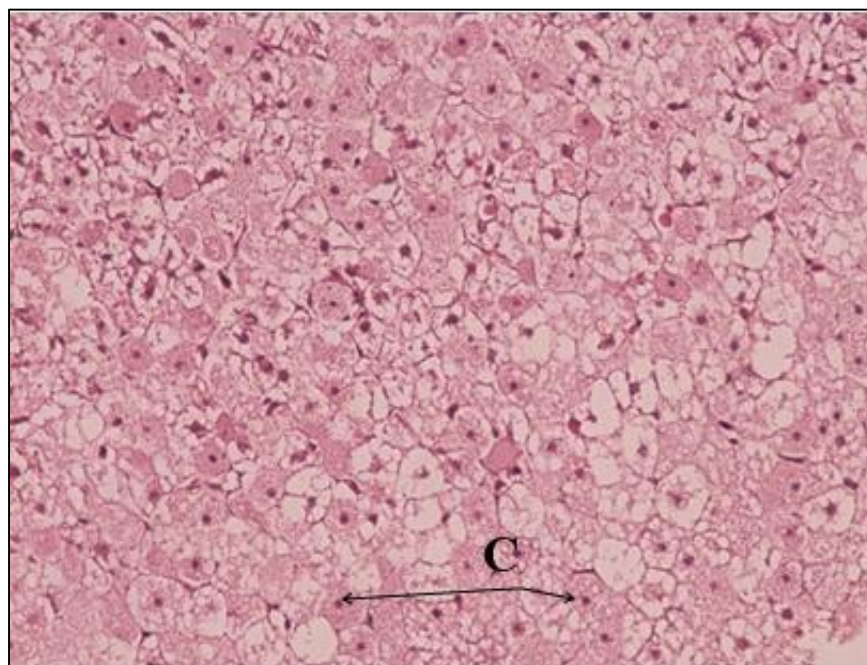
جدول ۳: عوارض هیستوپاتولوژیک مشاهده شده در کبد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در جیره‌های آزمایشی در سال ۱۳۹۵.

ضایعات کبدی						
تیمارها	تورم آبی	تورم ابری	دژنره شدن	چرب شدگی (لیپیدوزیس)	خونریزی	نکروز
شاهد	+	-	-	-	-	-
تیمار ۱	-	-	-	-	-	-
تیمار ۲	-	-	-	-	-	-
تیمار ۳	+	+	+	+	-	-
تیمار ۴	+	+	-	-	-	-
تیمار ۵	+	-	-	-	-	-
تیمار ۶	+	++	+	++	+	++
تیمار ۷	+	+	++	-	-	-
تیمار ۸	+	+	+	-	-	-

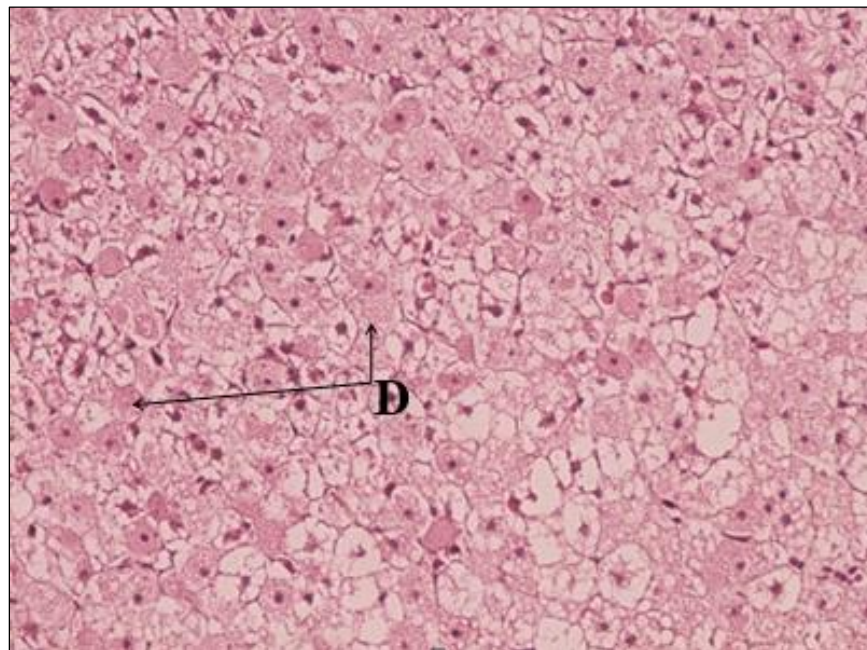
تیمار شاهد: چربی ۵ درصد + داروی لیورگل ۰ درصد؛ تیمار ۱: چربی ۵ درصد + داروی لیورگل ۰/۵ درصد؛ تیمار ۲: چربی ۵ درصد + داروی لیورگل ۱ درصد؛ تیمار ۳: چربی ۱۰ درصد + داروی لیورگل ۰ درصد؛ تیمار ۴: چربی ۱۰ درصد + داروی لیورگل ۰/۵ درصد؛ تیمار ۵: چربی ۱۰ درصد + داروی لیورگل ۱ درصد؛ تیمار ۶: چربی ۲۰ درصد + داروی لیورگل ۰ درصد؛ تیمار ۷: چربی ۲۰ درصد + داروی لیورگل ۰/۵ درصد؛ تیمار ۸: چربی ۲۰ درصد + داروی لیورگل ۱ درصد.



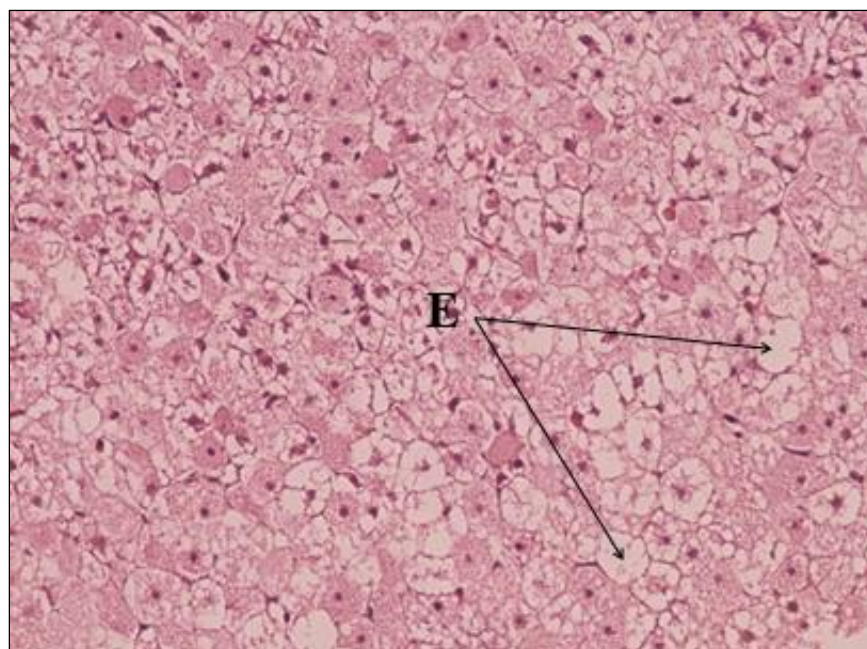
شکل ۱: بافت سالم کبد ماهی (A) کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با بزرگنمایی $\times 40$ ، انجام‌شده در آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵.



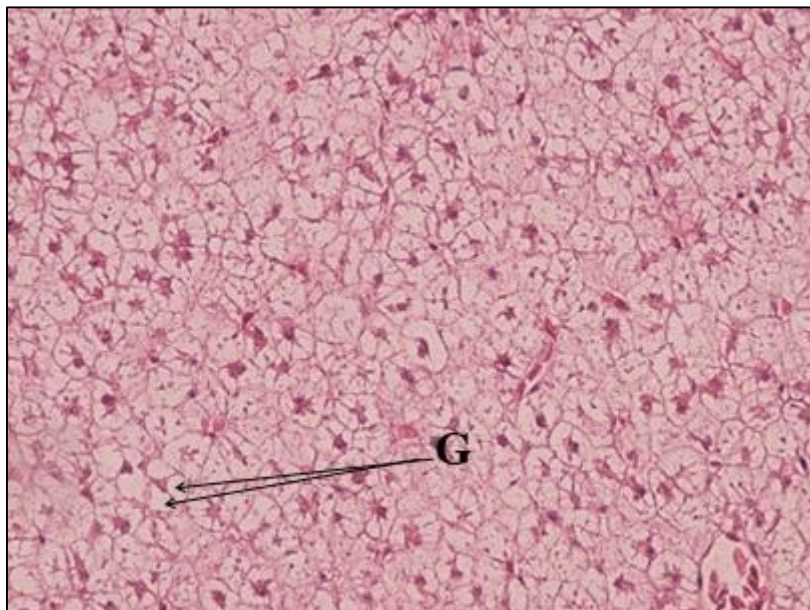
شکل ۲: تورم ابری (C) در بافت کبد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با بزرگنمایی $\times 40$ ، انجام‌شده در آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵.



شکل ۳: دژنره شدن (D) در بافت کبد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با بزرگنمایی $\times 40$ ، انجام شده در آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵.



شکل ۴: لیپیدوزیس (E) در بافت کبد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با بزرگنمایی $\times 40$ ، انجام شده در آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵.



شکل ۵: نکروز (G) در بافت کبد کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با بزرگنمایی ۴۰X انجام‌شده در آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵.

بحث و نتیجه‌گیری

در این آزمایش نشان داده شد که در یک مقدار پروتئین ثابت و انرژی قابل‌هضم بین ۳۸۰۰ تا ۳۹۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم جیره، با افزایش میزان چربی تا سطح ۲۰ درصد تمامی معیارهای شاخص رشد بهبود یافتند. افزایش سطح چربی جیره‌های غذایی از ۵ به ۱۰ و ۲۰ درصد هم‌زمان باعث افزایش میانگین وزن نهایی، افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه گردید و رشد بهتر بچه ماهیان را به دنبال داشته است. افزایش میانگین شاخص‌های فوق متناسب با افزایش سطح چربی جیره‌های غذایی نشان‌دهنده تأمین بهتر انرژی موردنیاز فرآیندهای متابولیکی بوده و از طریق ایجاد امکان قرار گرفتن پروتئین در مسیر اصلی خود بهبود عملکرد رشد جیره‌های غذایی و در نتیجه رشد بهتر بچه ماهی‌ها را به دنبال داشته است. لذا می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش مقدار چربی در جیره‌های غذایی تا حد معینی که تأمین‌کننده نسبت مناسب بین انرژی و پروتئین باشد امکان‌پذیر است. در خصوص ماهی کاراس نیز نتایج مشابهی به‌دست‌آمده و نشان دادند که افزایش میزان چربی جیره می‌تواند رشد بهتر و راندمان بهتر مصرف غذا را نشان دهد. همچنین نویریان و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعاتی که بر روی اثرات سطوح مختلف چربی روی شاخص‌های رشد در ماهی سفید انجام دادند گزارش کردند که بهترین عملکرد رشد در جیره حاوی ۲۰ درصد چربی مشاهده شد که با نتایج به‌دست‌آمده توسط ما همخوانی داشت. Shymaa و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزایش چربی جیره ماهی سیم دریایی (*Diplodus sargus*) از ۸ به ۱۲ درصد، تمامی شاخص‌های رشد افزایش پیدا کرد. Schuchardt و همکاران (۲۰۰۸) با تحقیق خود بر روی ماهی خوراکی دندان دار قرمز (*Pagrus pagrus*) به این نتیجه رسیدند که میزان افزایش وزن با افزایش چربی از ۱۰ به ۲۰ درصد در جیره غذایی بهبود یافت. Li و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعاتی که روی ماهی سیم بدون پوزه (*Megalobrama amblycephala*) انجام دادند نشان دادند که افزایش چربی جیره باعث افزایش رشد در این ماهیان شده است. نتایج مطالعات بالا با نتایج به‌دست‌آمده توسط ما همخوانی داشت.

Chai و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند که افزایش چربی در جیره ماهی شوریده ژاپنی از ۱۰ به ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری در میزان افزایش وزن حاصل نگردید. نتایج مشابه در مطالعات Yuan و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ماهی مکنده چینی (*Myxocyprinus asiaticus*) به دست آمد که نشان داد با افزایش سطح چربی جیره، شاخص‌های رشد کاهش یافت. همچنین Du و همکاران (۲۰۰۵)، کمترین میزان کارایی رشد در ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) را در جیره‌های حاوی بیشترین میزان چربی گزارش کردند که با نتایج به‌دست‌آمده توسط ما همخوانی نداشت. تفاوت در این نتایج نسبت به نتایج به‌دست‌آمده توسط ما ممکن است به دلیل شرایط مختلف پرورش مانند روش‌های تغذیه، گونه، اختلاف در اندازه ماهی، دمای آب، فرمول جیره و تراکم ذخیره‌سازی باشد.

امروزه به‌خوبی مشخص شده که ترکیب شیمیایی و عملکرد رشد در ماهی می‌تواند با تغییر جیره غذایی تحت تأثیر قرار گیرد. گنجاندن چربی در رژیم غذایی ممکن است نه‌تنها رشد و وضعیت تغذیه‌ای را بهبود بخشد، همچنین می‌تواند خوش‌خوراکی غذا را افزایش دهد. از طرف دیگر وجود چربی در غذا ماندگاری غذا را در دستگاه گوارش بیشتر می‌کند که موجب افزایش کارایی پروتئین و غذا و درنهایت ابقای پروتئین بیشتر می‌گردد (Yuan et al., 2010). Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است که سیلی‌مارین سبب افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین می‌شود. به‌علاوه این محققین بیان کردند که اثرات سیلی‌مارین در کل دوره پرورش بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی معنی‌دار بود. Tedesco و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند افزایش ۶۰۰ میلی‌گرم سیلی‌مارین به جیره آلوده به آفلاتوکسین سبب افزایش معنی‌دار وزن بدن جوجه‌ها شد. این محققین بیان کردند افزایش وزن جوجه‌ها احتمالاً به دلیل اثرات ایمنی‌زایی خار مریم و بهبود سیستم ایمنی می‌باشد که موجب جذب بهتر مواد مغذی شده است. سیلی‌مارین از طریق فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی باعث بهبود اشتها و تحریک ترشح مواد هضمی و نیز بهبود مصرف خوراک و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی می‌شود (Jamroz et al., 2005). بر اساس یافته‌های پژوهشگران، استفاده از خار مریم و ترکیبات مؤثر آن، به دلیل اثرات مثبت بر فعالیت دستگاه گوارش و کاهش میکروب‌های بیماری‌زا، باعث افزایش مقاومت حیوانات در برابر تنش‌های گوناگون می‌شود (Thyagarajan et al., 2002). این امر همراه با افزایش جذب مواد مغذی ضروری از جیره بوده که باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل خوراک می‌شود (Windisch et al., 2008). این نتایج با آزمایش ما همخوانی داشت. در این تحقیق بالاترین وزن نهایی، افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۸ که حاوی چربی ۲۰ درصد + ۱ درصد داروی لیورگل بود مشاهده شد. همان‌طور که گفته شد چربی جیره نقش مهمی در تأمین انرژی و فراهم کردن اسیدهای چرب ضروری برای رشد ماهی بر عهده دارد و افزایش چربی جیره تا حد مشخصی باعث افزایش تمامی معیارهای شاخص رشد می‌شود و از طرفی داروی لیورگل که حاوی سیلی‌مارین است و سیلی‌مارین از طریق فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی باعث بهبود اشتها و تحریک ترشح مواد هضمی و نیز بهبود مصرف خوراک می‌شود و در کل اثرات مثبتی روی بهبود شاخص‌های رشد دارد. همین عوامل باعث شد که جیره ۸ که حاوی چربی ۲۰ درصد + ۱ درصد داروی لیورگل بود، بالاترین معیارهای شاخص رشد را نسبت به تیمارهای دیگر داشته باشد. به نظر می‌رسد که جیره‌های کمتر از ۲۰ درصد چربی در آزمایش حاضر، به دلیل کمبود سطح چربی و عدم تأمین انرژی موردنیاز بدن، توانایی تأمین نیاز متابولیسمی ماهی را نداشته باشد لذا بخشی از انرژی موردنیاز ماهی از طریق قرار گرفتن پروتئین در مسیر کاتابولیسمی تأمین شده است که این امر موجبات کاهش رشد در ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های کمتر از ۲۰ درصد چربی در مقایسه با ماهیان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۲۰ درصد چربی می‌شود.

در این تحقیق بهترین ضریب تبدیل غذایی و بالاترین نرخ رشد ویژه هم‌زمان با افزایش سطح چربی جیره‌های مورد آزمایش تا سطح ۲۰ درصد نشان‌دهنده بهبود کیفیت غذا و در نتیجه افزایش میزان رشد در این سطح از چربی می‌باشد. افزایش ضریب تبدیل غذایی در سطح ۹ درصد چربی نشان می‌دهد که اولاً این میزان چربی کمتر از نیاز بچه ماهی‌ها بوده و عدم تناسب بین میزان انرژی و پروتئین باعث کاهش کیفیت غذا و افزایش ضریب تبدیل آن گردیده است و ثانیاً می‌تواند ناشی از خشن (زبر بودن) و سخت بودن دانه‌های غذایی و در نتیجه بروز مشکل در دریافت غذا و قابلیت هضم و جذب مناسب آن باشد. گلعلی پور و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعاتی که روی تأثیر سطوح مختلف چربی روی شاخص‌های رشد در

بچه تاس ماهی سبیری انجام دادند گزارش کردند که پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی در جیره محتوی ۲۰ درصد چربی مشاهده شد که نشان از کارایی تغذیه و قابلیت هضم عالی جیره می‌باشد. می‌توان اذعان نمود وجود چربی در جیره تاس ماهی سبیری باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل خوراک می‌شود، زیرا سهم منابع انرژی‌زایی غیر پروتئینی در جیره افزایش می‌یابد. افزایش بهینه چربی در جیره منجر به افزایش ذخیره پروتئین در بدن گشته و این نشان می‌دهد که چربی‌ها در تأمین انرژی برای فعالیت‌های متابولسمی اهمیت ویژه‌ای دارند و در صورت متعادل بودن چربی، پروتئین جیره به‌منظور تأمین اسیدهای آمینه ضروری برای سنتز بافت‌های جدید مصرف می‌شود.

بررسی بافت اندام‌های گوارشی اطلاعات مهمی از وضعیت تغذیه‌ای آبی می‌دهد (Tamadoni Jahromi et al., 2020; Pourmozaffar et al., 2019a, Pourmozaffar et al., 2019b). کبد ماهیان نسبت به آلودگی‌ها و مواد شیمیایی بسیار حساس و آسیب‌پذیر می‌باشد (Akbari and Jahanbakhshi, 2019; Khalil et al., 2019). بیشترین میزان مرگ‌ومیر در ماهیان جوان به‌واسطه آسیب‌های جبران‌ناپذیری چون خون‌ریزش کبد و نیز نکروزه شدن سلول‌های کبدی می‌باشد. در ماهیان آب شیرین و آب‌شور که از جیره‌های ترکیبی استفاده می‌کنند، بیماری کبد چرب عمده‌ترین علت برای کاهش رشد، بیماری‌های مختلف و مرگ می‌باشد (Rais-Jalali et al., 2007). بیماری کبد چرب یک بیماری جدی و اغلب کشنده ماهیان پرورشی می‌باشد که قبلاً در کارگاه‌های پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان مطالعه شده است (Hinton et al., 1988). تغییرات کبدی بسته به شدت عارضه و عوارض ثانویه ایجادشده به ۲ دسته تغییرات برگشت‌پذیر و تغییرات برگشت‌ناپذیر تقسیم می‌شوند. تغییرات برگشت‌پذیر، ضایعاتی هستند که سبب کاهش فعالیت و عملکرد سلول‌ها و بافت‌ها می‌شوند ولی منجر به مرگ سلول نمی‌شوند. از مهم‌ترین ضایعات برگشت‌پذیر در بافت کبد می‌توان به تورم سلولی، چرب شدن کبد (لیپیدوزیس) و دژنراس کبد اشاره کرد. در تغییرات برگشت‌ناپذیر کبد، تغییراتی به‌مراتب حادتر و پیش‌رونده‌تر از دسته قبلی هستند که در صورت برطرف شدن استرس نیز در سلول قابل‌رویت هستند و در موارد حاد منجر به مرگ سلولی می‌شوند. از مهم‌ترین ضایعات برگشت‌ناپذیر در بافت کبد می‌توان به خونریزی و نکروز کبد اشاره کرد. داروی لیورگل حاوی عصاره خشک میوه خار مریم (*Silybum marianum*) می‌باشد. خار مریم محتوی فلاوانولیگنان‌ها مانند سیلیبین، سیلی کریستین، سیلی‌دیانین و مشتقات ۲ و ۳ دهیدرو می‌باشد. مجموعه این فلاوانولیگنان‌ها را سیلی‌مارین می‌نامند و همگی دارای اثرات محافظت‌کننده‌ی کبدی می‌باشند. سیلی‌مارین فعالیت آنزیم RNA پلی‌مراز را در هسته سلولی افزایش داده و موجب تحریک سنتز پروتئین‌های ریبوزومال می‌شود که این عمل به‌نوبه خود قدرت نوسازی سلولی کبد را افزایش می‌دهد. لذا یک درمان کمکی کاملاً مؤثر برای جلوگیری از پیشرفت سیروز کبدی و بخصوص کبد چرب خواهد بود (ناصری، ۱۳۹۲). نتایج آزمایش نشان داد که در تمام تیمارهای چربی جیره غذایی (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) اضافه کردن داروی لیورگل به جیره غذایی به علت وجود سیلی‌مارین باعث کاهش ضایعات کبدی گردید و نتایج این آزمایش با مطالعاتی Lettéron و همکاران (۱۹۹۰) همخوانی داشت. در مطالعاتی که Lettéron و همکاران (۱۹۹۰) روی اثرات محافظتی سیلی‌مارین در برابر پراکسیداسیون چربی و سمیت کبدی در موش انجام دادند گزارش کردند که سیلی‌مارین به‌عنوان عامل نابودکننده رادیکال‌های آزاد عمل کرده و باعث کاهش ضایعات کبدی در موش‌ها گردید. در ارتباط با اثرات پودر خار مریم بر جوجه‌های گوشتی، مشخص شده است که این گیاه اثرات حفاظتی بر بافت کبد اعمال نموده و از سیروز کبدی جلوگیری می‌نماید و تغییرات متابولیکی مرتبط با آنزیم‌های کبدی را در جهت اصلاح تغییرات نامطلوب سطح چربی خون اعمال می‌نماید (Sobolová et al., 2006). اثرات حفاظتی از کبد توسط سیلی‌مارین شامل موارد زیر می‌باشد: ۱- خاصیت خنثی کردن رادیکال‌های آزاد ۲- خاصیت ضد اکسیدانی آن چندین برابر ویتامین E است و از این‌رو محافظ خوبی برای کبد می‌باشد ۳- سیلی‌مارین از طریق خنثی کردن الکل، گالاکتوز آمین، تتراکلرید کربن و سموم دیگر، کبد را محافظت می‌کند ۴- سیلی‌مارین سبب سنتز پروتئین‌ها در کبد می‌شود.

تأثیر سیلی‌مارین بر ترانس آمینازهای کبدی توسط بسیاری از محققان گزارش شده است. سیلی‌مارین موجب درمان و ترمیم هپاتوسیت‌های آسیب‌دیده و عملکرد نرمال کبدی می‌شود (Muriel and Mourelle, 1990) که با تثبیت غشا و تکثیر مجدد سلول‌های کبدی، کبد را در

برابر اثرات مضر و زیان‌آور و انواع سموم و اکسیدان‌ها محافظت می‌کند. Saller و همکاران (۲۰۰۷) در طی تحقیقی بیان کردند که سیلی‌مارین در بازسازی سلول‌های آسیب‌دیده کبدی و دفع سمیت ایجادشده در کبد نقش دارد. به نظر می‌رسد تأثیر محافظت‌کنندگی سیلی‌مارین به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فلی و مواد مؤثره موجود در آن باشد که مسئول مهار رادیکال‌های آزاد شرکت‌کننده در پراکسیداسیون لیپید شده و از صدمات ایجادشده جلوگیری می‌کند.

نتایج آزمایش مشخص کرد که افزایش چربی به جیره غذایی به همراه اضافه کردن داروی لیورگل باعث افزایش شاخص‌های رشد در ماهی کپور معمولی شد و همچنین در تمام تیمارهای چربی جیره غذایی (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد) اضافه کردن داروی لیورگل به جیره غذایی احتمالاً به علت وجود ماده سیلی‌مارین باعث کاهش ضایعات کبدی در ماهی کپور معمولی گردید. به‌طور کلی اضافه کردن داروی لیورگل به جیره غذایی هم روی رشد ماهی و هم روی جلوگیری از ضایعات کبدی ناشی از مصرف بالای چربی جیره غذایی تأثیر مستقیم دارد.

منابع

- پورامیر، م.، سجادی، پ.، شهبابی، س.، رضایی، س. و صمدی، پ.، ۱۳۸۵. تأثیر رژیم غذایی حاوی هویج و گوجه‌فرنگی بر میزان لیپیدهای سرم موش صحرایی. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، دوره ۱۳، شماره ۲، صفحات ۹-۱۵.
- حقیقی، ع.، ۱۳۸۶. آسیب‌شناسی ماهی و میگو. ویراستار: سهرابی حقدوست، ا.، تهران، ایران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی. ۴۱۱ ص.
- حسینلو، ط.، خاوری‌نژاد، ر. و مجیدی، ا.، ۱۳۸۶. بررسی صفات مرفولوژیکی و انباشت انواع فلاونولیکان‌ها در گیاه خار مریم کشت‌شده و بومی ایران. فصل‌نامه گیاهان دارویی، دوره ۶، شماره ۲۲، صفحات ۷۷-۹۰.
- گلعلی‌پور، ی.، خارا، ح. و محسنی، م.، ۱۳۹۵. تأثیر سطوح مختلف چربی روی رشد و ترکیب لاشه بچه تاس ماهی سبیری (*Acipenser baerii*). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، دوره ۵، شماره ۳، صفحات ۱۰۲-۹۱.
- ناصری، م.، ۱۳۹۵. حفظ سلامتی از دیدگاه طب سنتی ایران. ویراستار: پرویز، م.، طب سنتی ایران. تهران، ایران. ۱۸۹ ص.
- نویریان، ع.، شعبانی‌پور، ن.، زمانی، ح. و خادم، ه.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات سطوح مختلف چربی بر روی معیارهای شاخص رشد بچه ماهی سفید جنوب دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۶، صفحات ۳۲-۳۵.

Abdel-Tawwab, M. and Ahmad, M. H., 2009. Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture Research*, 40 (13): 1532–1537.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02254.x>

Akbary, P. and Jahanbakhshi, A., 2019. Nano and macro iron oxide (Fe_2O_3) as feed additives: Effects on growth, biochemical, activity of hepatic enzymes, liver histopathology and appetite-related gene transcript in goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 510: 191–197. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.052>

Azarin, H., Imanpour, M. R., Karamad, A., Jebeleh, A. R. and Pourmozaffar, S., 2020. In vitro oocyte maturation and blood-circulating steroid hormones in Sterlet (*Acipenser ruthenus*) and Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquaculture Research*, (April), pp.1–7. <https://doi.org/10.1111/are.14683>

Chai, X. J., Ji, W. X., Han, H., Dai, Y. X. and Wang, Y., 2013. Growth, feed utilization, body composition and swimming performance of giant croaker, *Nibea japonica* Temminck and Schlegel, fed at different dietary protein and lipid levels. *Aquaculture Nutrition*, 19 (6): 928–935.

Du, Z. Y., Liu, Y. J., Tian, L. X., Wang, 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 (2): 139–146.

- Ebrahimi, R., Mohammadabadi, T., Sari, M., Salari, S., Zamiri, M. J. and Beigi Nasiri, M. T., 2013.** Effect of silymarin against lead induced oxidative stress in broiler chicken. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 5 (4): 302–312.
- Hall, P. D. E. L. A. M., Plummer, J. L., Ilsley, A. H., Ahern, M. J., Cmielewski, P. L. and Williams, R. A., 1994.** The pathology of liver injury induced by the chronic administration of alcohol and 'low-dose' carbon tetrachloride in Porton rats. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 9 (3): 250–256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.1994.tb01719.x>
- Hardy, R., 2002.** Fish nutrition. Elsevier.
- Hinton, D. E., Lauren, U D. J., Holliday, T. L. and Giam, C.S., 1988.** Liver structural alterations accompanying chronic toxicity in fishes: potential biomarkers of exposure. Preprints of Papers Presented at National Meeting, Division of Water, Air and Waste Chemistry, American Chemical Society;(USA), 28 (CONF-8909236-).
- Jamroz, D., Wiliczekiewicz, A., Wiertelcki, T., Orda, J. and Skorupińska, J., 2005.** Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. *British Poultry Science*, 46(4): 485–493.
- Khalil, H. S., Mansour, A. T., Goda, A. M. A. and Omar, E. A., 2019.** Effect of selenium yeast supplementation on growth performance, feed utilization, lipid profile, liver and intestine histological changes, and economic benefit in meagre, *Argyrosomus regius*, fingerlings. *Aquaculture*, 501: 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.018>
- Lettéron, P., Labbe, G., Degott, C., Berson, A., Fromenty, B., Delaforge, M. and Pessayre, D., 1990.** Mechanism for the protective effects of silymarin against carbon tetrachloride-induced lipid peroxidation and hepatotoxicity in mice: evidence that silymarin acts both as an inhibitor of metabolic activation and as a chain-breaking antioxidant. *Biochemical Pharmacology*, 39(12): 2027–2034.
- Li, X., Jiang, Y., Liu, W. and Ge, X., 2012.** Protein-sparing effect of dietary lipid in practical diets for blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerlings: effects on digestive and metabolic responses. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38 (2): 529–541.
- López, L. M., Durazo, E., Viana, M. T., Drawbridge, M. and Bureau, D. P., 2009.** Effect of dietary lipid levels on performance, body composition and fatty acid profile of juvenile white seabass, *Atractoscion nobilis*. *Aquaculture*, 289 (1–2): 101–105.
- Muriel, P. and Mourelle, M., 1990.** Prevention by silymarin of membrane alterations in acute CCl4 liver damage. *Journal of Applied Toxicology*, 10 (4): 275–279.
- Ogata, H. Y. and Oku, H., 2001.** The effects of dietary retinoic acid on body lipid deposition in juvenile red sea bream (*Pagrus major*); a preliminary study. *Aquaculture*, 193(3–4): 271–279.
- Pourmozaffar, S., Hajimoradloo, A., Paknejad, H. and Rameshi, H., 2019a.** Effect of dietary supplementation with apple cider vinegar and propionic acid on hemolymph chemistry, intestinal microbiota and histological structure of hepatopancreas in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*, 86: 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.12.019>
- Pourmozaffar, S., Tamadoni Jahromi, S., Rameshi, H. and Gozari, M., 2019b.** Evaluation of some haemolymph biochemical properties and F-cell prevalence in hepatopancreas of white leg shrimp (*Litopenaeus vanammei*) after fed diets containing apple cider vinegar and propionic acid. *Aquaculture Research*, 50 (11): 3435–3443. <https://doi.org/10.1111/are.14303>
- Rais-Jalali, G. A., Sagheb, M. M., Daniali, F., Behzadi, S., Roozbeh, J., Nikeghbalian, S. and Malek-Hosseini, S.A., 2007.** Acute renal failure in the first 100 orthotopic liver transplant patients in Southern Iran. *Experimental and Clinical Transplantation: Official Journal of the Middle East Society for Organ Transplantation*, 5 (2): 710–712.
- Saller, R., Melzer, J., Reichling, J., Brignoli, R. and Meier, R., 2007.** An updated systematic review of the pharmacology of silymarin. *Complementary Medicine Research*, 14 (2): 70–80.
- Schuchardt, D., Vergara, J. M., Fernandez, H., Izquierdo, M. S. and Robaina, L., 2008.** Effects of different dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization and body composition of red porgy (*Pagrus pagrus*) fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 14 (1): 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00484.x>

- Shah, S. M. M., Khan, F. A., Shah, S. M. H., Chishti, K. A., Pirzada, S., Khan, M. A. and Farid, A., 2011.** Evaluation of phytochemicals and antimicrobial activity of white and blue capitulum and whole plant of *Silybum marianum*. *World Applied Sciences Journal*, 12 (8):1139–1144.
- Shymaa, M., Shalaby, A. Y., Olfat, M. W. and Saoud, I.P., 2011.** Growth, feed utilization and body composition of white sea bream *Diplodus sargus* juveniles offered diets with various protein and energy levels. *Journal of King Saud University - Science*, 22: 3–17.
- Škottová, N., Večevra, R., Urbánek, K., Vávna, P., Walterová, D. and Cvak, L., 2003.** Effects of polyphenolic fraction of silymarin on lipoprotein profile in rats fed cholesterol-rich diets. *Pharmacological Research*, 47 (1): 17–26.
- Sobolová, L., Škottová, N., Večevra, R. and Urbánek, K., 2006.** Effect of silymarin and its polyphenolic fraction on cholesterol absorption in rats. *Pharmacological Research*, 53 (2): 104–112.
- Spanò, L., Tyler, C. R., Van Aerle, R., Devos, P., Mandiki, S. N. M., Silvestre, F. and Kestemont, P., 2004.** Effects of atrazine on sex steroid dynamics, plasma vitellogenin concentration and gonad development in adult goldfish (*Carassius auratus*). *Aquatic Toxicology*, 66(4): 369–379.
- Subhadra, B., Lochmann, R., Rawles, S. and Chen, R., 2006.** Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, 255(1–4): 210–222.
- Tamadoni Jahromi, S., Pourmozaffar, S., Jahanbakhshi, A., Rameshi, H., Gozari, M., Khodadadi, M. and Moezzi, M., 2020.** Effect of different levels of dietary *Sargassum cristaefolium* on growth performance, hematological parameters, histological structure of hepatopancreas and intestinal microbiota of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 57: 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736130>
- Tamadoni Jahromi, S., Pourmozaffar, S., Rameshi, H., Gozari, M. and Nahavandi, R., 2020.** Evaluation of hemolymph biochemical properties, clearance rate, bacterial microbiota and expression of HSP genes of gulf pearl oyster *Pinctada radiata* in response to salinity changes. *Fisheries Science*, 86 (6): 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12562-020-01459-5>
- Tedesco, D., Steidler, S., Galletti, S., Tameni, M., Sonzogni, O. and Ravarotto, L., 2004.** Efficacy of silymarin-phospholipid complex in reducing the toxicity of aflatoxin B1 in broiler chicks. *Poultry Science*, 83 (11): 1839–1843.
- Thyagarajan, S. P., Jayaram, S., Gopalakrishnan, V., Hari, R., Jeyakumar, P. and Sripathi, M. S., 2002.** Herbal medicines for liver diseases in India. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 17: 370–376.
- Vogel, G., Trost, W., Braatz, R., Odenthal, K. P., Brüsewitz, G., Antweiler, H. and Seeger, R., 1975.** Pharmacodynamics, site and mechanism of action of silymarin, the antihepatotoxic principle from *Silybum mar.* (L) Gaertn. 1. Acute toxicology or tolerance, general and specific (liver-) pharmacology. *Arzneimittel-Forschung*, 25 (1): 82–89. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/1173772>
- Webster, C. D. and Lim, C., 2002.** Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. Auburn, Alabama, USA: CAB International Publishing.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C. and Kroismayr, A., 2008.** Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86 (suppl_14): 140–148.
- Yang, S. D., Lin, T. S., Liu, F.G. and Liou, C.H., 2006.** Influence of dietary phosphorus levels on growth, metabolic response and body composition of juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*, 253 (1–4): 592–601.
- Yuan, Y. C., Gong, S. Y., LUO, Z., Yang, H. J., Zhang, G. B. and Chu, Z. J., 2010.** Effects of dietary protein to energy ratios on growth and body composition of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Aquaculture Nutrition*, 16 (2): 205–212.

تأثیر خوراکی افزودنی لیورگل بر شاخص‌های رشد و پیشگیری از عارضه کبد چرب ماهی کپور معمولی ... / صادقی و همکاران