



تغییرات بیوشیمیایی و خونشناسی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با گلوتن ذرت

فاطمه قادری رمازی^{۱*}، عبدالرضا جهانبخشی^۱ و محمد سوداگر^۲

۱- کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

۲- دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان، گرگان

پذیرش: ۱۳۹۱/۰۹/۲۰

دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۱۱

*- نویسنده مسئول مقاله: Email: Ghaderi_aqu20@yahoo.com

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی جایگزینی گلوتن ذرت به جای پودر ماهی در جیره غذایی کپور ماهی و تأثیر این جایگزینی بر شاخص‌های بیوشیمیایی و خونشناسی خون کپور ماهی معمولی جوان انجام شد. ماهیان جوان با وزن متوسط $11/5 \pm 0/5$ گرم و طول متوسط 9 ± 1 سانتیمتر به مدت ۸ هفته با تیمارهای آزمایشی تغذیه شدند. جیره‌های غذایی با پروتئین خام ۳۱٪، انرژی خام ۳۱۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم در سه سطح جایگزینی ۱۵۰، ۲۷۰ و ۴۹۰ (گرم بر کیلوگرم) و یک جیره شاهد بدون گلوتن ذرت ساخته شدند. در پایان آزمایش شاخص‌های بیوشیمیایی خون شامل گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید و همچنین هموگلوبین، هماتوکریت، گلبولهای سفید (WBC) و گلبولهای قرمز خون (RBC) در بچه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معناداری داشتند ($P < 0/05$). اما ماهیان جوان تغذیه شده با جیره‌های غذایی ۱ تا ۴ در مقدار پروتئین کل و شاخص‌های MCH، MCV و MCHC تفاوت‌های معناداری با یکدیگر نداشتند ($P > 0/05$). همچنین با جایگزینی مقادیر گلوتن ذرت در جیره‌ها این نتیجه حاصل شد که عوامل رشد و تغذیه‌ای در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با گروه شاهد به طور معناداری کاهش یافته است ($P < 0/05$). جمع‌بندی نهایی نشان می‌دهد که منبع پروتئینی گیاهی گلوتن ذرت جایگزین مناسبی به جای پودر ماهی نیست و باید سطح جایگزینی کمتر از جایگزین صورت گرفته در این تحقیق باشد.

کلید واژگان: جایگزینی، جیره، پروتئین گیاهی، کپور معمولی.

مقدمه

تأمین خوراک بخش عمده‌ای از هزینه‌های یک واحد پرورشی را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین برای دستیابی به تولید بیشتر در یک واحد پرورشی لازم است که توجه بیشتری به این مقوله شود. کپور ماهی از گونه‌های مهم پرورشی به شمار می‌رود و در اکثر نقاط دنیا پرورش داده می‌شود (Tokur et al., 2006). به دلیل مقاومت زیاد در مقابل نوسان‌های محیطی و استفاده از محدوده وسیعی از مواد غذایی قابل دسترس، یکی از گونه‌های مهم پرورشی در ایران نیز محسوب می‌شود (Salehi, 2003). از مهمترین مسائل در پرورش به صورت مصنوعی توجه به امر تغذیه می‌باشد، به طوری که در آبی‌پروری بیش از ۵۰٪ از هزینه‌های جاری یک مزرعه پرورش ماهی به این امر اختصاص داده می‌شود. کیفیت جیره غذایی در روند رشد ماهیان بسیار با اهمیت است. بنابراین می‌توان با دستیابی به ترکیبات بهینه مواد غذایی و مقادیر مناسب آنها در یک جیره بالانس شده به این روند بهبود بخشید (Falahatkar et al., 2006).

برای دستیابی به تولید پایدار در صنعت آبی‌پروری، غذای ماهیان احتیاج به جایگزینی مناسب دارد تا بتوان به تولید این صنعت کمک کرد (Hardy, 2008). در ارتباط با جایگزینی پروتئین‌های گیاهی به جای پودر ماهی به دلیل دسترس بودن و پایین بودن قیمت آن‌ها، تحقیقات زیادی صورت گرفته است (Hasan et al., 1997). بنابر گزارش Liner (۱۹۸۰) یکی از منابع پروتئین گیاهی کنجاله کنجد است که دارای سطوح نسبتاً خوبی از متیونین است و فاقد هرگونه عامل سمی شناخته شده می‌باشد. آردهای گلوتن ذرت و تخم پنبه‌دانه نیز در کنار کنجاله کنجد قابلیت دسترسی بالایی دارند و جایگزینی مناسب به جای پودر ماهی در جیره غذایی انواع ماهیان می‌باشند (Robinson and Li., 1994).

در یک بررسی مشخص شد که با افزودن پودر سویای حاوی میزان بالای چربی به جای پودر ماهی و پودر گوشت در جیره غذایی تاس ماهی سیبری *A. baerii* کاهش معناداری در عوامل رشد ایجاد می‌شود (Ronyai et al., 2002). مطالعه دیگری که روی ماهی استرلیاد *ruthenus* *Acipenser* صورت گرفت، نشان داد که می‌توان بخشی از پودر ماهی جیره غذایی را با آرد سویا و آرد دانه شلغم روغنی جایگزین کرد بدون اینکه هیچ اثر منفی در رشد ماهی ایجاد شود (Przyby et al., 2006). همچنین مطالعات متعددی بر قابلیت هضم کنجاله گلوتن ذرت منتشر شده است که نشان می‌دهد جایگزینی مقادیر کمتر از ۴۰٪ پروتئین جیره با گلوتن ذرت نتایج مطلوبی در انواع ماهیان دارد (Alexis et al., 1985). به طور کلی قابلیت هضم کنجاله گلوتن ذرت بالاست که در این خصوص مقادیر ۹۵ و ۹۶ درصد به ترتیب برای ماهی کپور و قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش شده است (Kissil et al., 2000).

شاخص‌های خونی ماهی ارتباط نزدیکی با واکنش ماهی در برابر عوامل محیطی و بیولوژیکی دارد (Deng et al., 2006). در واکنش به شرایط اکولوژیکی و فیزیولوژیکی تغییرات عمده‌ای در ترکیب خون ماهی صورت می‌گیرد، مانند نوسانهایی که در مقادیر گلبول‌های قرمز خون، گلبول‌های سفید، هورمونها، هموگلوبین، همتوکریت و دیگر اجزای خون ایجاد می‌شود؛ در نتیجه آنالیز شاخص‌های خونی در ارزیابی وضعیت فیزیولوژیکی ماهی بسیار مؤثر است (Alyakrinskyaya & Dolgova, 1984). بنابراین هدف از این بررسی تأثیر جایگزینی گلوتن ذرت به جای پودر ماهی در جیره غذایی کپور ماهی معمولی جوان بر عوامل بیوشیمیایی سرم خون و شاخص‌های خون‌شناسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز تحقیقات آبی پروری شهید ناصر فضلی برآبادی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به مدت دو ماه طی ماههای آبان و آذر سال ۱۳۹۰ انجام شد. از آکواریم‌های با ابعاد $1 \times 0.5 \times 0.8$ متر به تعداد ۱۲ عدد که به میزان ۴۰ لیتر آبیگری شدند به منظور سازگار کردن و پرورش ماهیان استفاده شد. پس از یک هفته بچه‌ماهیان با شرایط آزمایشگاهی سازگار شدند. در داخل هر آکواریم ۱۰ بچه ماهی با میانگین وزنی 11.5 ± 0.5 گرم و طول متوسط 9.1 ± 1 قرار داده شد. آب آکواریمها روزانه به میزان ۵۰٪ تعویض می‌شد. برای هوادهی و تأمین اکسیژن به هر آکواریم ۱ عدد سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود، نصب گردید. میزان اکسیژن محلول آب 7.80 ± 0.06 میلی گرم بر لیتر، pH آب 7.21 ± 0.05 و همچنین دمای آب $25 \pm 1^\circ\text{C}$ بود. در ابتدا بچه‌ماهیان با جیره‌های پایه به منظور سازگاری تغذیه شدند و بعد از مرحله سازگاری در ابتدای آزمایش ماهیان زیست‌سنجی شدند. پس از گذشت یک هفته جیره‌های آزمایشی با استفاده از چرخ گوشت صنعتی به صورت پلت با قطر ۵ میلی‌متر ساخته و جایگزین غذای پایه شدند. سپس بچه‌ماهیان به مدت دو ماه با این جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی شامل جیره شاهد حاوی پودر ماهی و جیره‌های حاوی گلو تن ذرت در سه سطح ۲۷۰، ۱۵۰ و ۲۹۰ گرم بر کیلوگرم بود که جایگزین پودر ماهی در جیره شاهد شدند (۴ جیره) و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بررسی شدند (جدول ۱).

ماهیان روزانه دو بار، صبح و بعد از ظهر با غذایی که به صورت پلت تهیه شده بود به میزان ۲٪ وزن بدن تغذیه شدند. مدفوع و دیگر مواد باقیمانده هر روز از مخازن آبشویه می‌شد. برای بررسی عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد، ماهیان در ابتدای دوره پرورش و طی دوره پرورش هر ۱۵ روز یکبار زیست‌سنجی شدند.

پس از ۶۰ روز از شروع پرورش به منظور بررسی شاخص‌های خونشناسی و بیوشیمیایی خون، ۳ ماهی از هر آکواریم صید و بررسی گردید. برای خونگیری ابتدا

ساقه دمی بچه‌ماهیان قطع شد و برای بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی خون، ۳ ماهی از هر تکرار در داخل لوله‌های غیرهپارینه (اپندروف) ریخته شد. برای هر تکرار نیز یک اپندروف در نظر گرفته شد. سپس در دمای 20°C تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی نگهداری گردیدند. برای سنجش شاخصهای خونشناسی نمونه خون ۳ ماهی از هر تکرار به داخل تیوبهای هپارینه $1/5$ سی‌سی که دارای ماده ضد انعقاد اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید (EDTA) است، ریخته شد. بعد از آن لوله‌ها داخل دستگاه سانتریفیوژ با دور ۱۳۰۰۰ به مدت ۳ دقیقه قرار داده شدند تا پلاسما آنها جداسازی شود.

با استفاده از روش آنزیمی، کالریمتری (GOD-PAP)، مقدار کلستروکل، تری‌گلیسرید و گلوکز پلاسما در طول موج ۵۴۶ نانومتر با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون انجام شد. همه شاخص‌های بیوشیمیایی به وسیله دستگاه Labsystem Photic ۱۰۰ اندازه‌گیری شدند. مقدار کلستروکل، تری‌گلیسرید و گلوکز برحسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر محاسبه شد. از روش میکروهماتوکریت برای تعیین مقدار هماتوکریت (Hct) استفاده گردید (Rehulka, 2000). بیش از دو سوم لوله هماتوکریت از خون منعقد نشده پر شد و لوله‌های هماتوکریت در داخل دستگاه سانتریفیوژ میکروهماتوکریت قرار گرفت و پس از ۳ دقیقه با دور (rpm) ۱۳۰۰۰ به وسیله صفحه مدرج مخصوص مقدار هماتوکریت قرائت شد. مقدار هموگلوبین (Hb) با استفاده از روش استاندارد سیانومت هموگلوبین^۱ تعیین گردید. مقدار ۲۰ میکرولیتر خون منعقد نشده با ۵ mL محلول درابکین مخلوط و به مدت ۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد. سپس به وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر مقدار جذب قرائت شد و سرانجام به وسیله منحنی استاندارد که قبلاً تهیه شده بود و براساس رابطه زیر، مقدار هموگلوبین نمونه مورد نظر محاسبه گردید (Goldenfarb et al., 1971).

غلظت استاندارد $\times$ (جذب استاندارد/جذب نمونه) = Hb (g/dL)^{-1}

1. Cyanmethemoglobin

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به دست آمده به شکل میانگین $\pm$ انحراف معیار تعداد ماهیان در هر گروه نمایش داده شدند. شاخص‌های خون‌شناسی و بیوشیمیایی با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مقایسه شدند. مقادیر $P \leq 0/05$ به عنوان مبنای معنادار بودن تفاوت‌ها مدنظر واقع شد.

از ملانژور شمارش سفید برای شمارش تعداد گلبول‌های سفید (WBC) استفاده گردید. بعد از رقیق‌سازی خون منعقد نشده با محلول ریس (با رقت ۵۰:۱) تعداد گلبولهای سفید با استفاده از لام نئوبار شمارش شد. از ۴ مربع کناری لام نئوبار برای شمارش گلبول سفید استفاده گردید و عدد به دست آمده در عدد ۵۰ ضرب شد. برای محاسبه اندیس خونی میانگین درصد غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز (MCHC) از رابطه زیر استفاده گردید (Lee et al., 1998).

$$(MCHC)(\%) = 100 \times (\text{هماتوکریت}) / (\text{مقدار هموگلوبین})$$

جدول ۱ ترکیب مواد اولیه غذایی در جیره‌های مختلف آزمایشی (گرم بر ۱۰۰ گرم)

مواد غذایی	تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (۱۵ گرم گلوتن ذرت)	تیمار ۳ (۲۷/۷۹ گرم گلوتن ذرت)	تیمار ۴ (۴۹ گرم گلوتن ذرت)
پودر ماهی	۴۴/۳۱	۳۱	۲۰	۰
گلوتن ذرت	۰	۱۵	۲۷/۷۹	۴۹
سلولز	۲۷/۷۱	۲۹/۳۰	۳۰	۲۸/۰۵
آرد گندم	۱۸/۳۶	۱۴/۳۵	۱۱/۱۲	۱۰
روغن سویا	۲/۳۵	۳/۱۵	۳/۸۳	۵/۰۱
روغن ماهی	۲	۲	۲	۲
مکمل (معدنی و ویتامینه)	۲	۲	۲	۲
لیزین	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
متیونین	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
ضد قارچ	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی				
انرژی خام (کالری بر گرم)	۳/۲	۳/۲	۳/۲	۳/۳
پروتئین (%)	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱
چربی (%)	۸	۸	۸	۸

- پودر ماهی، لیزین و متیونین از شرکت پارس کیلکای شهرک صنعتی میرود شهرستان بابلسر تهیه گردید.
- آرد گندم با خریداری گندم و آسیاب آن تهیه گردید.
- روغن ماهی و روغن سویا از شرکت سوبابین شهرستان گرگان واقع در توسکستان خریداری گردید.
- مکمل معدنی و ویتامینی از شرکت ارس بازار شهرستان آمل تهیه گردید.
- گلوتن ذرت و کنجاله کنجد از شرکت کیمیا رشد شهرک صنعتی آق‌قلا تهیه گردید.
- ضد قارچ از شرکت پخش دارویی کلیاد تهران تهیه گردید.
- هرکیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۱۸ میلیگرم روی؛ ۰/۶ میلیگرم ید؛ ۷/۸ میلیگرم منگنز؛ ۰/۵ میلیگرم کبالت؛ ۰/۱۵ میلیگرم سلنیوم؛ ۱/۸ میلیگرم مس؛ ۱۲ میلیگرم آهن.
- هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل: ۱۸۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A؛ ۱۲۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_۳؛ ۱۲۰ میلیگرم ویتامین E؛ ۲۴ میلیگرم ویتامین B_{۱۲}؛ ۱۵ میلیگرم ریوفلاوین؛ ۹۰ میلیگرم نیاسین؛ ۲۷ میلیگرم اسید پانتوتینیک؛ ۳ میلیگرم منادیون؛ ۴/۸ میلیگرم اسید فولیک؛ ۹ میلیگرم پیردوکسین؛ ۹ میلیگرم تیامین؛ ۰/۴۸ میلیگرم بیوتین؛ ۳۶۰ میلیگرم کولین کلراید؛ ۲۴ میلیگرم کوپالامین؛ ۱۵۶ میلیگرم اسید اسکوربیک، ۹۰ میلیگرم اسید نیکوتینیک؛ ۷۲ میلیگرم اینوزیتول؛ ۱۵ میلیگرم آنتی‌اکسیدانت.

نتایج

پروتئین کل در تیمارهای آزمایشی مشاهده نگردید
($P > 0.05$).

مقدار گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید خون در ماهیان تغذیه شده با جیره ۴ که حاوی بیشترین مقدار گلوتن ذرت بود، مقادیر پایین تری را نشان دادند و همچنین مقدار گلوکز و کلسترول در تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معناداری با یکدیگر نشان ندادند.

کپور ماهیان جوان به خوبی از جیره های آزمایشی تغذیه کردند. عوامل بیوشیمیایی و خونشناسی خون کپور ماهیان جوان تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح مختلف گلوتن ذرت به ترتیب در جدول های شماره ۲ و ۳ آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده عوامل بیوشیمیایی گلوکز، کلسترول و تری گلیسرید خون در تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معناداری را با یکدیگر نشان دادند ($P < 0.05$). در حالی که تفاوت معناداری در مقدار

جدول ۲ تأثیر سطوح مختلف گلوتن ذرت در جیره غذایی بر شاخص های بیوشیمیایی سرم خون کپور ماهیان جوان

تیمارهای غذایی	۱ (شاهد)	۲ (% گلوتن ذرت)	۳ (% گلوتن ذرت)	۴ (% گلوتن ذرت)
گلوکز (mg/dl)	$75/3 \pm 3/70^a$	$81/52 \pm 1/52^b$	$83/66 \pm 1/00^b$	$91/66 \pm 1/52^c$
کلسترول (mg/dl)	$3/37 \pm 2/51^a$	$3/16 \pm 4/00^b$	$3/10 \pm 10/06^b$	$2/96 \pm 4/00^c$
تری گلیسرید (mg/dl)	$319/00 \pm 1/70^a$	$310/33 \pm 1/00^b$	$307/67 \pm 1/50^b$	$264/33 \pm 1/52^c$
پروتئین کل (g/dl)	$3/9 \pm 0/34^a$	$3/7 \pm 0/00^a$	$3/7 \pm 0/00^a$	$3/6 \pm 0/10^a$

* حروف مشابه در هر ردیف بیانگر نبود اختلاف معنادار است.

جدول ۳ تأثیر سطوح مختلف گلوتن ذرت در جیره غذایی بر شاخص های خون شناسی کپور ماهیان جوان

تیمارهای غذایی	۱ (شاهد)	۲ (% گلوتن ذرت)	۳ (% گلوتن ذرت)	۴ (% گلوتن ذرت)
Hb (g/dL)	$8/26 \pm 0/20^a$	$7/86 \pm 0/20^b$	$7/30 \pm 0/20^c$	$7/26 \pm 0/20^c$
Hct (%)	$24/56 \pm 0/64^a$	$22/83 \pm 0/25^b$	$22/26 \pm 0/20^b$	$22/16 \pm 0/25^b$
WBC (mm^3)	$10200 \pm 100/00^a$	$10150 \pm 100/00^a$	$10100 \pm 100/00^a$	$10100 \pm 125/83^a$
RBC (mm^3)	$1/32 \pm 0/00^a$	$1/28 \pm 0/03^b$	$1/25 \pm 0/02^b$	$1/20 \pm 0/00^c$
MCV (fl)	$178/7 \pm 7/23^a$	$177/6 \pm 5/13^a$	$178/6 \pm 6/18^a$	$178/1 \pm 4/76^a$
MCH (Pg)	$59/42 \pm 2/58^a$	$59/42 \pm 2/58^a$	$59/15 \pm 2/26^a$	$58/76 \pm 2/86^a$
MCHC (gdl^{-1})	$33/59 \pm 0/79^a$	$33/47 \pm 0/77^a$	$33/31 \pm 0/84^a$	$33/25 \pm 0/85^a$

* حروف مشابه در هر ردیف بیانگر نبود اختلاف معنادار است.

با توجه به نتایج به دست آمده (جدول ۳) شاخصهای خون شناسی شامل هماتوکریت، هموگلوبین، WBC و RBC دارای اختلاف معناداری بین تیمارهای آزمایشی بودند ($P < 0/05$). در حالی که شاخصهای MCH، MCHC و MCV اختلاف معناداری را در میان تیمارهای آزمایشی نشان ندادند ($P > 0/05$).

عوامل هماتوکریت، هموگلوبین، WBC و RBC در ماهیان تغذیه شده با جیره ۴ دارای مقادیر پایینتری نسبت به سایر تیمارها بودند. مقادیر MCH، MCV و MCHC هر چند اختلاف معناداری با یکدیگر نشان ندادند، ولی دارای مقدار بالاتری در جیره ۱ (شاهد) بودند.

بررسی نتایج آماری عوامل رشد کپور ماهی معمولی در سطوح مختلف منابع پروتئین گیاهی در مدت ۸ هفته نشان داد که میانگین افزایش وزن بدن، میزان رشد ویژه و میزان کارایی پروتئین طی دوره پرورش در تیمار شاهد بیشترین میزان را داشت و با سایر تیمارها اختلاف معناداری را نشان داد ($P < 0/05$). همچنین تیمار شاهد ضریب تبدیل غذایی

پایینتری نسبت به سایر تیمارها داشت و دارای اختلاف معنادار بود ($P < 0/05$) (جدول ۴).

بحث

در چند دهه اخیر آبروی پروری از بخشهای با رشد سریع تولید غذا بوده و در کنار این رشد سریع، همواره مشکلاتی را در پیش رو داشته است؛ از جمله می توان به تغییرات کیفیت آب، شیوع بیماریها، مشکلات تغذیه ای و هزینه های سنگین ساخت غذا اشاره کرد. به گونه ای که هزینه ساخت غذا به عنوان مشکل عمده آبروی پروری، گسترش اقتصادی این بخش را در بسیاری از کشورهای جهان تحت تأثیر قرار داده است و همواره راه حل هایی نیز برای برطرف کردن این مشکلات ارائه شده است. بررسی عوامل بیوشیمیایی می تواند نقش مهمی در تشخیص بیماری های عفونی، خونی و مسمومیت های آبزیان داشته باشد. به طور کلی محققان بر این باورند که عوامل خونی و سرمی در ماهیان مختلف با هم تفاوت داشته و ارتباط زیادی با شرایط محیط پرورش، اندازه و سن ماهی، نوع گونه، کمیت و کیفیت غذا دارند.

جدول ۴ تأثیر سطوح مختلف گلوتن ذرت جیره غذایی بر شاخص های رشد و تغذیه ای کپور ماهیان جوان

جیره های آزمایشی				
تیمار ۱ (شاهد)	تیمار ۲ (۱۵٪ گلوتن ذرت)	تیمار ۳ (۲۷/۷۹٪ گلوتن ذرت)	تیمار ۴ (۴۹٪ گلوتن ذرت)	
۱۱/۶۶ ± ۰/۳۷	۱۱/۲۷ ± ۰/۱۰	۱۱/۷۱ ± ۰/۱۵	۱۱/۷۶ ± ۰/۰۵	میانگین وزن اولیه (g)
۱۹/۵۳ ± ۰/۲۰	۱۸/۹۷ ± ۰/۹۱	۱۹/۰۲ ± ۰/۴۹	۱۷/۸۹ ± ۰/۴۷	میانگین وزن ثانویه (g)
۷/۸۹ ± ۰/۵۲ ^a	۷/۳۹ ± ۰/۸۹ ^b	۷/۱۹ ± ۰/۵۷ ^c	۶/۶۴ ± ۰/۸۵ ^d	افزایش وزن (g)
۰/۸۶ ± ۰/۰۶ ^a	۰/۷۹ ± ۰/۰۷ ^{ab}	۰/۸۰ ± ۰/۰۵ ^{ab}	۰/۷۰ ± ۰/۰۴ ^b	SGR (%)
۱/۳۷ ± ۰/۰۹ ^a	۱/۲۸ ± ۰/۱۲ ^{ab}	۱/۳۰ ± ۰/۰۹ ^{ab}	۱/۱۳ ± ۰/۰۷ ^b	PER (%)
۱/۵۳ ± ۰/۱۱ ^a	۱/۶۳ ± ۰/۲۳ ^{ab}	۱/۷۵ ± ۰/۱۷ ^{ab}	۱/۸۴ ± ۰/۱۶ ^b	FCR (%)
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	Survival (%)

* میانگین مقادیر وزن ماهیان هر آکواریوم (Mean ± SE) به عنوان واحد آزمایشگاهی برای تجزیه و تحلیل آماری شاخص های رشد استفاده شد. حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنادار در هر ردیف می باشد.

بررسی نتایج آماری عوامل رشد بچه ماهیان در مدت ۸ هفته نشان داد که منابع پروتئین گیاهی در سطوح مختلف باعث کاهش رشد شده‌اند. Taghizadeh و همکاران (۲۰۱۰) با جایگزین کردن پودر سویا و گلوتن ذرت در سطوح مختلف در جیره غذایی فیل ماهی، نشان دادند که رشد صورت گرفته در ماهیان مورد آزمایش به صورت معناداری در مقایسه با گروه شاهد کاهش می‌یابد. همچنین Deng و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که جایگزینی بیش از ۲۵٪ پروتئین کنسانتره سویا به جای پودر ماهی باعث کاهش رشد در کفشک ماهی ژاپنی می‌شود. Kissil و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی بیان کردند که استفاده بیش از ۳۰٪ پروتئین کنسانتره سویا موجب کاهش رشد در ماهی سیم دریایی می‌شود که نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج فوق همخوانی دارد. Gohel (۱۹۸۱) دلیل این کاهش رشد را به دلیل حضور اسیدفیتیک (فیتات فسفر) در پروتئین‌های گیاهی دانست که توانایی اتصال و انتقال یون‌های دو و سه ظرفیتی مثل فسفر، کلسیم، منیزیم، منگنز و آهن به شکل نمک نامحلول در طی فرآیند هضم را کاهش می‌دهند. شاخص‌های خونی ابزار مفیدی برای نظارت بر رشد و سلامتی ماهی است که توسط تعداد زیادی از عوامل داخلی و خارجی مانند میزان متابولیک، درجه حرارت آب و تغذیه و دیگر شرایط تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

نتایج بیوشیمیایی و خونشناسی حاصل از تحقیق اخیر نشان داد که شاخص‌های گلوکز، کلسترول و تری‌گلیسرید خون و همچنین هماتوکریت و هموگلوبین در تیمارهای مختلف آزمایشی اختلاف معناداری با یکدیگر نشان می‌دهند ($p < 0.05$) و با افزایش میزان پروتئین گیاهی در جیره غذایی مقدار کلسترول، تری‌گلیسرید خون، پروتئین کل، هماتوکریت و هموگلوبین، WBC و RBC به صورت چشمگیری کاهش می‌یابد. مطالعه Lim و Lee (۲۰۰۸) به

طور واضح نشان می‌دهد که جیره حاوی پنبه‌دانه به طور قابل ملاحظه‌ای مقادیر تری‌گلیسرید و کلسترول تام پلاسما ماهیان را کاهش می‌دهد. کاهش مقدار کلسترول پلاسما در ماهیانی که با پروتئین گیاهی تغذیه شدند، به وسیله محققان گزارش شده است.

Kaushik و همکاران (۱۹۹۵) با مطالعه بر سطوح کلسترول پلاسما قزل‌آلای رنگین‌کمان گزارش کردند، در ماهیانی که با جیره حاوی پروتئین سویا تغذیه شده‌اند در مقایسه با ماهیانی که از جیره پودر ماهی مصرف کرده‌اند، میزان کلسترول پایین‌تر می‌باشد. همچنین آنها تأثیر هیپوکلسترولومیک ناشی از جیره حاوی سویا را در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مشاهده کردند.

در مطالعات قبلی که به وسیله محققان انجام گرفته بود، ملاحظه شد ماهیانی که با جیره پنبه‌دانه تغذیه شده‌اند مقادیر هماتوکریت و هموگلوبین پایین‌تری دارند (Blom et al., 2001). Braham و Bressani (۱۹۷۵) علت این امر را تأثیر معکوس گسی‌پول بر جذب روده‌ای آهن در ماهیان عنوان کردند که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر همخوانی دارد.

براساس گزارش Khanna و Singh (۱۹۷۱)، گلوکز خون شاخصی متغیر است که به میزان بسیار زیادی تحت تأثیر استرس دستکاری و حمل و نقل، استرس محیطی، تغییرات فصلی، وضعیت تغذیه‌ای و بلوغ جنسی قرار دارد که جایگزینی گلوتن ذرت به جای پودر ماهی در جیره غذایی کپور معمولی باعث افزایش میزان گلوکز به صورت معنادار بود و نتایج حاصل موافق نتایج Wilson (۱۹۹۴) می‌باشد که گزارش کردند مصرف جیره‌های حاوی پروتئین‌های گیاهی باعث ایجاد هیپرگلیسمی ناپایدار در ماهیان می‌گردد. همچنین بنابر گزارش Robaina و همکاران (۱۹۹۹)، ماهیان سی‌باس اروپایی که با جیره‌های

4. Braham, J. E. and Bressani, R. 1975. Effect of different levels of gossypol on transaminase activity, on nonessential to essential amino acid ratio, and on iron and nitrogen retention in rats, *Journal of Nutrition*, Vol. 105: 348-355.
5. Deng, J., Mai K., Ai, Q., Zhang, Z., Wang, X., Xu, W., Liufu, Z. 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, *Aquaculture*, 258: 503-513.
6. Falahatkar, B., Soltani, M., Abtahi, B., Kalbassi, M. R., Poorkazemi, M., Yasemi, M. 2006. Effect of vitamin C on Growth Performance, Survival Rate and Liver Somatic Index in Great Sturgeon (*Huso huso*) Juvenile. *Iranian Journal of Research and development in Livestock and Aquaculture*, 72: 98-103.
7. Furuichi, M. and Yone Y. 1981. Changes in blood sugar and plasma insulin levels of fishes in glucose tolerance test, *Bulletin Japan; Society Science Fisheries*, 47: 761-764.
8. Goldenfarb, P. B., Bowyer, F. P., Hall, T., Brosious, E. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination; *American Journal of Clinical Pathology*, 56: 35-39.
9. Hardy, R. W. 2008. Utilization of plant proteins in fish diets, Effects of global demand and supplies of grains and oilseeds; *Proceedings of the Aquaculture Europe 08 15-18 September 2008, Krakow, Poland*; pp 5-8.
10. Hasan, M. R., Macintosh, D. j., jauncey K. 1997. Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry, *Aquaculture*, 151: 55-70.
11. Kaushik, S. J., Cravedi, J. P., Lalle's, J. P., Sumpter, J., Fauconneau, B., Laroche, M. 1995. Partial or total replacement of fish meal by soya protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in

حاوی پروتئین‌های گیاهی تغذیه شده بودند، میزان گلوکز خون بالاتری نسبت به گروه شاهد داشتند. Furuichi و Yone (۱۹۸۱) اعلام کردند که استفاده از پروتئین‌های گیاهی موجب افزایش گلوکز خون می‌گردد که این افزایش گلوکز مربوط به عدم توانایی ماهیان در فسفریلاسیون گلوکز و عدم ترشح میزان کافی انسولین برای کنترل غلظت قند خون می‌باشد.

در مجموع، نتایج حاصل نشان می‌دهد که منبع پروتئینی گیاهی گلوتن ذرت جایگزین مناسبی به جای پودر ماهی نیست و باید سطح جایگزینی کمتر از جایگزینی صورت گرفته در این تحقیق باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مدیریت و کارکنان محترم دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که امکانات انجام این تحقیق را فراهم کردند و همچنین از مسئولان آزمایشگاه مرکزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Alexis, M. N., Papaparaskeva, E., Theochari V. 1985. Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by-products and certain plant by-products, *Aquaculture*, 50: 61-73.
2. Alyakrinskyaya, I. O. and Dolgova, S. N. 1984. Hematological features of young sturgeons. *Vopr Ikhtiol*, 4:135-139.
3. Blom, J. H., Lee, K. J., Rinchard, J., Dabrowski K., Ottobre J. 2001. Reproductive efficiency and maternal offspring transfer of gossypol in rainbowtrout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing cottonseed meal. *Journal of Animal Science*, Vol. 79: 1533-1539.

- fed pelleted or extruded diets with or without wheat gluten, *Aquaculture*, 179: 45-56.
20. Robinson, E. H. and Li, M. H. 1994. Use of plant proteins in catfish feeds: replacement of soybean meal with cottonseed meal and replacement of fish meal with soybean meal and cottonseed meal, *Journal of World Aquaculture Society*, Vol. 25: 271-276.
 21. Ronyai, A., Csengeri, I., Varadi, I. 2002. Partial substitution of animal protein with full-fat soybean meal and amino acid supplementation in the diet of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 682-684.
 22. Salehi, H. 2003. Market perspective on cultured carp products in Iran, *Asia Pacific Conference on Aquaculture*, Bangkok, Thailand; 45 p.
 23. Taghizade, V., Imanpoor, M. R., Asadi, R., Chaman Ara, V., Sharbati, S. 2010. Effects of replacement plant protein sources (Soybean meal and Corn Gluten) instead of Fish meal on Growth Performance, Body Composition and Blood biochemical Parameters in Great Sturgeon (*Huso huso*) Juvenile, *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 19 (4).
 24. Tokur, B., Ozkutuk, S., Atici, E., Ozyurt, G., Ozyurt, C. E. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18C), *Food Chemistry*, 99: 335-341.
 25. Wilson, R. 1994. Use of Plant Proteins in Catfish feeds: replacement of soybean meal with cottonseed meal and replacement of fish meal with soybean meal and cottonseed meal, *Journal of the World Aquaculture Society*, 20: 45-55.
 - rainbow trout, *Aquaculture*, Vol. 133: 257-274.
 12. Khanna, S. S. and Singh, T. 1971. Studies on the blood glucose level in *Channa punctatus* (Bloch) 6. *Acta Zoology*, 52: 97-101.
 13. Kissil, G. W., Lupatsch, I., Higgs, D.A., Hardy, R. W. 2000. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead sea bream *Sparus aurata*, *L. Aquaculture Research*, 31: 595-601.
 14. Liener, I. E. 1980. Toxic Constituents of Plant Foodstuffs, Academic press, NewYork, USA., 502 p.
 15. Lim, S. J. and Lee, K. J. 2008. Supplemental iron and phosphorus increase dietary inclusion of cottonseed and soybean meal in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), *Aquaculture Nutrition*, 14: 423-430.
 16. Lee, R. G., Foerster, J., Jukens, J., Paraskevas, F., Greer, J. P., Rodgers, G. M. 1998. Wintrobe's-Clinical Hematology, 10th ed., Lippincott Williams & Wilkins, New York.
 17. Przyby, A., Mazurkiewicz J., Rozek W. 2006. Partial substitution of fish meal with soybean protein concentrate and extracted rapeseed meal in the diet of sterlet (*Acipenser ruthenus*), *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 298-302.
 18. Rehulka, J. 2000. Influence of astaxanthin on growth rate, condition, and some blood indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 190: 27-47.
 19. Robaina, L., Corraze, G., Aguirre P., Blanc, D., Melcion j., Kaushik S. 1999. Digestibility, postprandial ammonia excretion and selected plasma metabolites in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*)

Hematological and biochemical changes in Common carp (*Cyprinus carpio*) fed with corn gluten

Fatemeh Ghaderi Ramazi^{*1}, Abdolreza Jahanbakhshi¹ and Mohammad Soudagar²

1- M. Sc. of Fisheries Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Fisheries, Gorgan, Iran

2- Associate Prof, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Fisheries, Gorgan, Iran

*Corresponding author: ghaderi_aqu20@yahoo.com

Abstract: This study was carried out to investigate the replacement of corn gluten meal in fish diets and the effects of it on blood biochemical and hematological parameters of common carp juvenile. Juvenile's carp with an average of 11.5 ± 0.5 g and 9 ± 1 cm weights and length respectively, were fed with experimental diets for 8 weeks. Diets with 31% crude protein and 3100 kcal kg⁻¹ raw energy and alternative levels of 150, 270 and 490 (gr kg⁻¹) and a control diet without corn gluten were made. At the end of the experiment, blood biochemical parameters including glucose, cholesterol, triglycerides, and also hemoglobin, hematocrit, white blood cells (WBC) and red blood cells (RBC) in juveniles fed the experimental diets showed a significant difference ($P < 0.05$) compared to the control group. However, juveniles fed with diets 1 to 4 did not have any significant difference in the amount of total protein and MCV, MCH and MCH ($P > 0.05$). Furthermore, with replacing the amounts of corn gluten in experimental diets, it was concluded that growth and nutritional factors in treatments compared with the control group decreased significantly ($P < 0.05$). The results show that plant protein source of corn gluten meal is not a good alternative for fish meal and must be replaced in a level less than the one used in this research.

Keywords: Replacement, Diet, Plant protein, Common carp.