

تاثیر جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی بر شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و برخی شاخص‌های سیستم ایمنی فیلماهی (*Huso huso*) در دوران رشد

میرحامد سیدحسینی^{*}، محمدعلی یزدانی ساداتی^۱، ایوب یوسفی^۱، علی حلاجیان^۱، هوشنگ یگانه^۱

۱- موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران، صندوق پستی ۴۱۶۳۵-۳۴۶۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۸

چکیده

در این پژوهش تاثیر جایگزینی پودر ضایعات بجای پودر ماهی بر شاخص‌های رشد، ترکیب بیوشیمیایی لاشه و برخی پارامترهای ایمنی فیلماهی ($SD \pm 5/95 / 108$ گرمی) پرورش یافته در وانهای فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری به مدت ۱۸ هفته مورد آزمایش قرار گرفت. شش جیره آزمایشی محتوی ۴۲ درصد پروتئین و ۱۸/۵ کیلوژول در گرم انرژی خام تهیه گردید که در آن پودر ضایعات مرغ (PBM) در سطوح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد با عناوین (PBM₀، PBM₂₀، PBM₄₀، PBM₆₀، PBM₈₀ و PBM₁₀₀) جایگزین پودر ماهی گردید. در پایان دوره تغذیه تا حد سیری، شاخص‌های وزن نهایی (FW)، درصدافزایش وزن بدن (WG) و ضریب رشد ویژه (SGR) ماهیان تیمار شاهد (PBM₀) اختلاف معنی داری آماری با ماهیان تیمارهای PBM₂₀، PBM₄₀، PBM₆₀ و PBM₈₀ نداشت ($P > 0.05$). اختلاف معنی داری در پروتئین لاشه ماهیان تغذیه شده از تیمارهای PBM₀، PBM₂₀، PBM₄₀، PBM₆₀ و PBM₈₀ مشاهده نشد ($P > 0.05$). اما با افزایش جایگزینی مقدار چربی لاشه کاهش یافت ($P < 0.05$). پروتئین کل پلاسما در ماهیان تیمارهای ۰ تا ۸۰٪ جایگزینی دارای اختلاف معنی دار آماری نبود ($P > 0.05$). سطوح آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) از سطوح جایگزینی پودر ضایعات مرغ تاثیر نپذیرفت ($P > 0.05$)، در صورتی که لایزوزیم پلاسما در ماهیان تغذیه شده از جیره های PBM₂₀ بطور معنی داری از تیمار شاهد (PBM₀) و تیمارهای (PBM₈₀ و PBM₁₀₀) بالاتر بود ($P < 0.05$). نتایج این آزمایش نشان می دهد که جایگزینی پودر ضایعات مرغ در سطوح بالا بجای پودر ماهی تاثیر منفی بر شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و پارامترهای ایمنی فیلماهی در دوران رشد ندارد.

کلمات کلیدی: فیلماهی، پودر ماهی، پودر ضایعات مرغ، جایگزینی، شاخص‌های رشد، شاخص‌های ایمنی.

مقدمه

بخش زیادی از پروتئین موجود در غذای آبزیان از طریق آرد ماهی تأمین می‌شود (سجادی و همکاران، ۱۳۹۷). محدودیت منابع آرد ماهی به دلیل رشد سریع توسعه صنایع وابسته آبی پروری باعث شده که آرد ماهی به عنوان یک منبع پروتئین ثابت در جیره غذایی آبزیان بکار رفته و قیمت آن رو به افزایش باشد. در طی ۲۰ سال گذشته تولید آرد ماهی در حد ۶۰ میلیون تن ثابت بود ولی میزان استفاده آن در بخش آبی-پروری در سال ۲۰۰۲ به ۴۵ درصد و در سال ۲۰۰۶ به ۵۷ درصد افزایش یافت (Jackson, 2007). بخش آبی پروری در سال ۲۰۰۷، ۶۸/۲ درصد کل آرد ماهی و ۸۸/۵ درصد کل روغن ماهی مصرفی را بخود اختصاص داد (Tacon and Metian, 2008). تخمین زده شد که در سال ۲۰۱۵، ۷۰ درصد پودر ماهی تهیه شده صرف تأمین غذای آبزیان شود (New and Wijkstom, 2002) و صنایع آبی پروری چین تا پایان سال ۲۰۱۵، ۳۰ درصد پودر ماهی تولیدی را جهت آبی پروری بخود اختصاص دهد (New, 2002). در این وضعیت اگر منابع جدید و یا منابع جایگزین بجای پودر ماهی شناخته نشود، بازار تمام رقابت و تلاش خود را جهت صید آبزیان پلاژیک دریایی خواهد گذاشت که به دلیل افزایش هزینه و کاهش صید موجب افزایش قیمت غذای تولید شده آبزیان و عدم توسعه این صنعت خواهد گردید (New, 2002). صنعت پرورش ماهیان خاویاری در کشور ما صنعتی جوان، اما به سرعت در حال رشد است (پورعلی فستمی و همکاران، ۱۳۹۶). اگرچه قبل از سال ۱۳۸۸ پرورش تاسماهیان در مقیاس تجاری صورت نمی گرفت، اما با افزایش صدور پروانه های بهره برداری و استقبال عمومی، میزان تولید گوشت

و خاویار از سال ۹۱ به ۹۲ از ۴۵۶ به ۶۰۰ تن و از ۴۰۰ به ۱۲۰۰ کیلوگرم افزایش یافت، به طوری که در سال ۱۳۹۰ تعداد ۴۵ مزرعه پرورش ماهی خاویاری در کشور مشغول به کار بود و ۳۴۷۸ تن گوشت و بیش از ۱۵ تن خاویار تولید شد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۰). گونه های عمده پرورشی در این مزارع فیلماهی (Huso huso) و تاسماهی سیری (Acipenser baerii) بودند که جهت رشد مطلوب به ۴۰ تا ۵۰ درصد پروتئین در جیره (۶۰ تا ۶۵ درصد تأمین شده از پودر ماهی) و دوره پروراندی طولانی (۲ تا ۳ سال) نیاز دارند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴). اگرچه در حال حاضر به دلیل بالا بودن قیمت گوشت ماهیان خاویاری در کشور، پرورش دهندگان نسبت به افزایش قیمت پودر ماهی اعتراضی ندارند، اما با توجه به جهانی شدن پرورش ماهیان خاویاری، تولید انبوه آن در سالیان آینده و کاهش قیمت در سطح جهانی، هرگونه تلاطم بازار، گسیختگی منابع و یا مشکلات احتمالی در زمینه تأمین پودر ماهی، برای پرورش دهنده ایرانی ضررهای هنگفت در پی خواهد داشت و در صورت تداوم، آینده این صنعت را زیر سوال خواهد برد. امروزه، یکی از راه های کاهش وابستگی به پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان، استفاده از جایگزین های جانوری و گیاهی ارزان قیمت، پایدار، مناسب، دارای عناصر ضروری غذایی همانند پودر ماهی است که کمترین آثار منفی را در دوره پرورش بر روند رشد، کاهش سلامت و تغییر در کیفیت محصول تولیدی داشته باشد (Seierstad et al., 2005; Barlo and Pike, 2001). یکی از جایگزین های احتمالی که از دیرباز تحقیقات زیادی در مورد آن صورت گرفته است پودر ضایعات مرغ می باشد (Fowler, 1991). افزایش قابلیت جایگزینی

در این تحقیق تلاش گردید که امکان جایگزین نمودن پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در جیره تجاری فیلماهی در مدلی مشابه پروار بندی در یک دوره طولانی مدت مورد بررسی قرار گیرد تا پتانسیل رشد، ترکیب یوشیمیایی لاشه و شاخصهای سیستم ایمنی این گونه در مقابل کاهش پودر ماهی جیره مورد سنجش قرار گیرد.

مواد و روش ها

الف: تهیه مواد اولیه غذایی

پودر ضایعات مرغ (امعاء و احشاء، پا و سر مرغهای ضایعاتی) از شرکت قائم ساحل پودر، پودر ماهی آنچوی، پودر گوشت و روغن ماهی از شرکت یگانه خزر، کنجاله سویا و گلوتن گندم از شرکت خوشه زرین و ویتامین پرمیکس، معدنی، لایزین و متیونین از شرکت سیانس تهیه گردید. پودر ضایعات مرغ دارای ۶۸/۸۶ درصد پروتئین، ۱۱/۰۲۵ درصد چربی، ۳/۷ درصد رطوبت، ۱/۷۹ درصد فیبر، ۲/۲ درصد کربوهیدرات و ۸/۱ درصد خاکستر و میزان ازت فرار (T.V.N) آن بین ۸۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم محصول بود (جدول ۱) ترکیب شیمیایی جیره های غذایی و پرو فایل آمینو اسید پودر ضایعات مرغ، پودر ماهی و جیره های غذایی در جداول ۲ و ۳ ارائه گردیده است.

ب: فرمولاسیون و ساخت غذا

بر اساس انرژی آزاد شده از اجزای اولیه غذایی (پروتئین: ۵/۶۵، چربی: ۹/۵ و کربوهیدرات: ۴/۱) کیلو کالری بر گرم) و با استفاده از برنامه ریزی خطی در محیط Excel، ۶ جیره غذایی با سطوح پروتئین و انرژی یکسان (محتوی ۴۲ درصد پروتئین و ۱۸/۵ کیلوژول در

پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان تا حد زیادی مرهون افزایش شیوه های فراوری در دو - سه دهه اخیر است که احتمالاً به دلیل بهبود تکنولوژی تولید پودر ضایعات مرغ جهت تامین نیازهای غذایی حیوانات خانگی می باشد (Hernandez et al., 2009). همچنین بهبود کلاسه بندی (Grading) مواد خام، بهینه کردن شرایط پخت و خشک نمودن فاکتورهایی است که موجب افزایش قابلیت هضم - پذیری پودر ضایعات مرغ در جانوران و آبزیان می گردد (Miller, 1996). نتایج مثبتی در مورد جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی در جیره غذایی کفشک ماهی دریای سیاه، *Scophthalmus maeoticus*، گونه *Nibea miichthioides* (Turker et al., 2005)، *Morone* (Wang et al., 2006) و هیبرید باس مخطط *chrysops* × *M. saxatilis* (Gaylord and Rawles, 2005) به دست آمده است. در ماهی پمپانوی فلوریدا (*Trachinotus carolinus*)، قابلیت هضم مناسبی از پودر ضایعات مرغ توسط Williams و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شد، اما علاوه بر قابلیت هضم مناسب، تشخیص مناسب و یا مناسب نبودن منابع جایگزین در تغذیه آبزیان باید بر اساس شاخصهای رشد و علائم آسیب شناسی گونه مورد نظر تعریف گردد (Owen et al., 2011). بر این اساس مفهوم سلامت و کارایی سیستم ایمنی در ماهیان پرورش یافته در محیط متراکم بر اساس قدرت مقابله ماهی با شرایط استرسزای محیط، حذف عوامل بیماریزای خارجی و درون سلولی و نگهداری تعادل اسمزی تعریف می شود (Sealey and Galtin, 1999; Galtin, 2002) و در این زمینه منابع پروتئین و چربی موجود در جیره غذایی بر سیستم همورال ماهی تأثیر گذار است (Rawles et al., 2011).

گرم انرژی خام) ساخته شد که در تیمار اول پودر ماهی دربرگیرنده ۵۰ درصد کل جیره و ۶۳ درصد منبع تامین کننده پروتئین و در ۵ جیره بعد بترتیب ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین پودر ماهی گردید.

جهت ساخت غذا، اجزای کلان شامل پودر سویا، پودر ماهی، پودر ضایعات مرغ، پودر گوشت و گلوتن گندم در آسیاب مدل (Damico Co., Tehran, Iran) آسیاب و مخلوط شد. در مرحله بعد اجزای خرد غذا شامل L-carnitine، نمک و سلولز آسیاب و مخلوط گردید. مواد ویتامینه، معدنی، لایزین و متیونین در ۵۰۰

سی سی آب مقطر مخلوط و به تدریج در هنگام مخلوط شدن اجرای ریز و اصلی به غذا اضافه شد. به کل مخلوط بدست آمده روغن اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در همزن مخلوط گردید. پس از اضافه نمودن آب مقطروارد دستگاه پلت زن مدل (California Pellet Mill Co., San Francisco, CA, USA) گردید. رشته های خارج شده به خشک کن منتقل و به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از خشک شدن جیره ها، بسته بندی و تا هنگام غذادهی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

جدول ۱: ترکیب بیوشیمیایی پودر ضایعات مرغ و پودر ماهی بکار رفته در پژوهش

ترکیب بیوشیمیایی و بار میکروبی ^۱	پروتئین (%)	چربی (%)	رطوبت (%)	خاکستر (%)	کربو هیدرات (%)	فیبر (%)	TVN (g/100gr)
پودر ماهی	۶۸/۸۶	۱۱/۰۲۵		۱۰/۸۵	۱/۷۹	۲/۰۸	۹۵
پودر ضایعات مرغ	۶۴/۲۵	۱/۵	۷/۳	۸/۱	۲/۲	۲/۱	۷۷/۳

۱- آزمایش شده در آزمایشگاه علوم حیاتی دکتر میراعلمی

جدول ۲: فرمولاسیون و ترکیب شیمیایی جیره های غذایی در فاز اول پرورش (n=3) (%)

اجزای غذایی						جیره (%)
PBM ₁₀₀	PBM ₈₀	PBM ₆₀	PBM ₄₀	PBM ₂₀	PBM ₀	
۰/۰۰	۱۰/۰۰	۲۰/۰۰	۳۰/۰۰	۴۰/۰۰	۵۰/۰۰	پودر ماهی
۵۰/۰۰	۴۰/۰۰	۳۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۰/۰۰	۰/۰۰	پودر ضایعات مرغ
۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	پودر گوشت
۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	پودر سویا
۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	گلوتن گندم
۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	روغن ماهی
۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	پرمیکس ویتامینی ^۷
۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	پرمیکس معدنی ^۸
۱/۰۰	۰/۵	۰	۰/۰۰	۰	۰	متیونین
۱/۲۵	۰/۷۵	۰	۰/۰۰	۰	۰	لازین
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	ال- کارنتین
۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	نمک
۰/۴۵	۱/۴۵	۲/۷	۲/۷	۲/۷	۲/۷۵	سلولز
۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	جمع کل
ترکیب شیمیایی						جیره
PBP ₁₀₀	PBP ₈₀	PBP ₆₀	PBP ₄₀	PBP ₂₀		
۹۴/۵۵	۹۴/۰۲	۹۳/۴۸	۹۲/۹۵	۹۲/۴۷	۹۱/۹۳	ماده خشک (%)
۴۵/۱۲	۴۵/۳	۴۵/۴۷	۴۵/۶۵	۴۵/۸۲	۴۶	پروتئین (%)
۲۰/۴۷	۱۹/۵۵	۱۹/۴۴	۱۸/۹۲	۱۸/۴۱	۱۷/۸۹	چربی (%)
۵/۵	۵/۹۸	۶/۵۲	۷/۰۵	۷/۵۳	۸/۰۷	رطوبت (%)
۷/۲	۷/۴۴	۷/۱۶۹	۷/۹۴	۸/۱۹	۸/۴۶	خاکستر (%)
۲/۱۳	۲/۱۲۸	۲/۱۲۴	۲/۱۱	۲/۱۱۶	۲/۱	فیبر (%)
۱۶/۶۳	۱۶/۱۹	۱۵/۷۵	۱۵/۳۹	۱۴/۹۳	۹/۸۸	کربوهیدرات
۱۹/۸۷	۱۹/۷۱	۱۹/۵۴	۱۹/۳۸	۱۹/۲۲	۱۹/۰۶	انرژی کل (مگاژول بر کیلوگرم)

۱- PBM₀: جیره ساخته شده بر پایه پودر ماهی (۶۵ درصد پروتئین)، تهیه شده از شرکت قائم ساحل پودر- بندرانزلی.۲- PBM₂₀: جیره ساخته شده که ۲۰ درصد پودر ضایعات مرغ دارای ۶۷ درصد پروتئین جایگزین پودر ماهی شده بود.۳- PBM₄₀: جیره ساخته شده که ۴۰ درصد پودر ضایعات مرغ دارای ۶۷ درصد پروتئین جایگزین پودر ماهی شده بود.۴- PBM₆₀: جیره ساخته شده که ۶۰ درصد پودر ضایعات مرغ دارای ۶۷ درصد پروتئین جایگزین پودر ماهی شده بود.۵- PBM₈₀: جیره ساخته شده که ۸۰ درصد پودر ضایعات مرغ دارای ۶۷ درصد پروتئین جایگزین پودر ماهی شده بود.۶- PBM₁₀₀: جیره ساخته شده که ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ دارای ۶۷ درصد پروتئین جایگزین پودر ماهی شده بود.

۷- ترکیب ویتامین پرمیکس (برحسب IU یا میلی گرم در کیلوگرم): د-ال-آلفا توکوفرول استات ۶۰ ای.یو.د-ال-کولکسیفرول ۳۰۰۰ ای.یو. تیامین ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم، ریبوفلاوین ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم، پیرویدوکسین ۱۵ میلیگرم در کیلوگرم، ویتامین B12 ۰/۰۵ میلی گرم در کیلوگرم، نیکوتینیک اسید ۱۷۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسید فولیک ۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسید اسکوربیک ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، اینوسیتول ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، بیوتین ۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم، کلسیم پنتوتئات ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم، کولین کلراید ۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم.

۸- ترکیب پرمیکس معدنی (برحسب میلی گرم یا گرم در کیلوگرم): کربنات کلسیم ۴۰ درصد ۲/۱۵ گرم در کیلوگرم، اکسید منیزیم ۱/۲۴ گرم در کیلوگرم، سترات فریک ۰/۲ گرم در کیلوگرم، یدید پتاسیم ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم، سولفات روی ۰/۴ میلی گرم در کیلوگرم، سولفات مس ۰/۳ گرم در کیلوگرم، سولفات منگنز ۰/۳ گرم در کیلوگرم، کلسیم فسفات دو ظرفیتی ۵ گرم در کیلوگرم، سولفات کبالت ۲ میلی گرم در کیلوگرم، سلنیت سدیم ۳ میلی گرم در کیلوگرم، کلرید پتاسیم ۰/۹ گرم در کیلوگرم، کلرید سدیم ۰/۴ گرم در کیلوگرم.

ج: تهیه بچه ماهی، نحوه پرورش و نمونه

برداری

از بچه ماهیان تحویل گرفته شده از کارگاه شهید

مرجانی گرگان، تعداد ۱۸۰ عدد بچه فیلماهی با میانگین

وزن ۵/۹۵ ± ۸۳ / ۱۰۸ گرم انتخاب و بدون دارا بودن

اختلاف معنی دار آماری در ۱۸ وان فایبرگلاس ۲۰۰۰

لیتری (با عمق متوسط آبگیری ۷۵۰ لیتر) در قالب ۶

تیمار توزیع شدند. ماهیان با جیره های حاوی ۴۲ درصد

پروتئین و ۱۸/۵ مگاژول انرژی تا حد اشباع سه بار در

شبانه روز در ساعات ۸، ۱۳ و ۲۲ غذادهی شدند. با

استفاده از مخلوطی از آب چاه و رودخانه، درجه حرارت آب در محدود دمایی 2 ± 20 درجه سانتی-گراد ثابت نگاه داشته شد. زیست سنجی ماهیان در فواصل یک ماهه انجام گرفت. دوره نوری محیط پرورش ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. دوره روشنایی با استفاده از نور طبیعی و لامپ‌های فلئورسانس و دوره تاریکی با کشیدن پلاستیک سیاه روی سطح وان‌ها تامین می گردید. دوره پرورش ۱۸ هفته ادامه یافت، درانتهای دوره پرورش، ۳۰ درصد جمعیت ماهیان هر تیمار بطور تصادفی انتخاب و کل لاشه (whole body) ماهیان هر تیمار در یک همزن مخلوط، هموژن و جهت تعیین میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به آزمایشگاه ارسال گردید. همچنین ۲۴ ساعت پس از قطع غذا، بوسیله سرنگهای ۲ سی سی از باله دمی ماهیان خون گیری به عمل آمد و نمونه های خون به تیوپهای اپندوف آغشته به ماده ضد انعقاد خون (هپارین) منتقل و به آزمایشگاه ارسال گردید.

د: آنالیز بیوشیمیایی

نمونه‌های ۵۰ گرمی از پودر ضایعات مرغ، پودر ماهی و جیره های ساخته شده بلافاصله فریز و جهت تعیین ترکیب احتمالی (بیوشیمیایی) به آزمایشگاه دکتر میراعلمی - رشت فرستاده شدند. همچنین نمونه های خون به آزمایشگاه فیزیولوژی موسسه منتقل و توسط سانتریفوژ (Lebofuge Model, Heraeus Sepatch Company, Made on Germany) با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید تا سرم خون جدا گردد، میزان توتال پروتئین با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون بروش کالری متریک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS-6505 Model,

Jenway Company, Made in England) با طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و لایزوزیم پلاسما با استفاده از دستگاه Auto Analyzer Technicon R.A.1000, Made in USA پارس آزمون نوع ISC و ILT مورد سنجش قرارگرفت. آنالیز بیوشیمیایی جیره و مواد غذایی با استفاده از دستورالعمل کتابچه Association of Official Analytical Chemists, AOAC, 1995 تعیین گردید، براین اساس ماده خشک با سوزاندن در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت (AOAC Official Method 930.15, 1995)، پروتئین خام با استفاده از روش کج‌لدال در سه مرحله هضم، تقطیر، تیتراسیون و ضرب نمودن ازت به دست آمده از هر گرم ماده خشک در عدد ۶/۲۵ (AOAC Official Method 975.05, 1995)، خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی مدل (Muffle Furnaces, RHF 16/3/3216 P1 Model, Made in England) در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد (AOAC Official Method 942.05, 1995)، چربی خام با استخراج به-روش سوکسله با استفاده از حلال اتر با رسیدن به نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت (AOAC Official Method 932.02, 1995) استخراج کننده سوکسله (Made in Germany) Gerhart soxthoterm SOX, Model, اندازه گیری و انرژی کل با استفاده از بمب کالری متر (Bak model, Made in USA) محاسبه شد.

با انجام زیست سنجی های یک ماهه و با توجه به اطلاعات به دست آمده از طول و وزن ماهیان، شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای ماهیان براساس

آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (Oneway Anova) به کار گرفته شد و پس از انجام آزمون Test of Homogeneity of Variances، جهت مقایسه گروه ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۲ صورت گرفت.

نتایج

الف: شاخص های رشد

اختلاف معنی داری در شاخص های رشد (وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ماهیان) در سطوح ۰ تا ۸۰ درصد جایگزینی مشاهده نگردید ($P > 0.05$). اما ماهیان تغذیه شده با جیره ساخته شده بر پایه پودر ماهی بیشترین وزن نهایی را دارا بودند ($2/44 \pm 844/2$ گرم) که با وزن نهایی ماهیان تغذیه شده از جیره ساخته شده بر پایه پودر ضایعات مرغ (جیره ۶۰ درصد) دارای اختلاف معنی دار آماری بود ($62/27$ و $654/7 \pm$ گرم) ($P < 0.05$). بیشترین درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ($6/29 \pm 683/41$ درصد و $0/62 \pm 1/6$ درصد در روز) در ماهیان تیمار ۲۰ درصد جایگزینی (PBM_{20}) مشاهده گردید که به طور معنی داری بر شاخص های فوق الذکر ماهیان تیمارهای (PBM_{80} و PBM_{100}) برتری داشت ($P < 0.05$). بیشترین ضریب چاقی در ماهیان تیمار شاهد (جیره ساخته شده بر پایه پودر ماهی) ثبت گردید که به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). اختلاف معنی دار آماری در ضریب تبدیل غذای ماهیان تیمار شاهد و تیمارهای (PBM_{20} ، PBM_{40} ، PBM_{60} و PBM_{80}) مشاهده نشد، اما با حذف پودر ماهی و جایگزین نمودن

فرمولهای زیر محاسبه گردید: (Ronyai et al.,

1990; Xue et al., 2006; Hung et al., 1989)

$$K = (BWF / TL^3) \times 100 \text{ (شاخص وضعیت (\%))}$$

متوسط وزن نهایی (گرم) = BWF

طول کل (سانتیمتر) = TL

درصد افزایش وزن بدن

$$\%BWI = 100 \times (BW_f - BW_i) / BW_i$$

متوسط وزن نهایی (گرم) = BW_f

متوسط وزن اولیه (گرم) = BW_i

$$F.C.R = F / (W_t - W_0) \text{ ضریب تبدیل غذا}$$

F = مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی

W_0 = میانگین بیوماس اولیه (گرم)

W_t = میانگین بیوماس نهایی (گرم)

$$S.G.R = (\ln W_t - \ln W_0) / t \times 100 \text{ ضریب رشد ویژه}$$

T = دوره زمانی (روز)

W_t = میانگین بیوماس نهایی (گرم)

W_0 = میانگین بیوماس اولیه (گرم)

نسبت بازده پروتئین

$$PER = (Bw_f - Bw_i) / \text{protein intake}$$

Bw_i = متوسط وزن اولیه (گرم)

Bw_f = متوسط وزن نهایی (گرم)

کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم): (Protein) intake

به منظور بررسی توزیع نرمال داده ها در گروه ها و

تکرارها جهت تشکیل تیمارها از آزمون

Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. به منظور مقایسه

آماري داده های حاصل از شاخص های رشد، ترکیب

لاشه و شاخص های بیوشیمیایی بین گروه ها در تیمارها،

پودر ضایعات مرغ به جای آن ضریب تبدیل غذا بطور معنی داری افزایش یافت ($P < 0.05$) (1.77 ± 0.056).

جدول ۴: شاخص های رشد فیلمهای تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات مرغ در یک دوره ۱۲۸ روزه (دوره رشد)

جیره های آزمایشی / سطوح جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی

شاخص ها	جیره ۱ (PBM ₀)	جیره ۲ (PBM ₂₀)	جیره ۳ (PBM ₄₀)	جیره ۴ (PBM ₆₀)	جیره ۵ (PBM ₈₀)	جیره ۶ (PBM ₁₀₀)
	(درصد ۰)	(درصد ۲۰)	(درصد ۴۰)	(درصد ۶۰)	(درصد ۸۰)	(درصد ۱۰۰)
وزن اولیه (W ₁) (گرم)	108.8 ± 6.4 ^a	106.43 ± 5.14 ^a	107.92 ± 5.8 ^a	106.63 ± 5.43 ^a	108.36 ± 5.32 ^a	109.00 ± 7.48 ^a
وزن نهایی (W ₂) (گرم)	844.2 ± 91.85 ^a	841.77 ± 47.22 ^a	820.3 ± 563.07 ^a	815.23 ± 58.69 ^a	808.33 ± 52.97 ^a	654.7 ± 62.27 ^b
ضریب چاقی (K)	0.51 ± 0.35 ^a	0.45 ± 0.14 ^b	0.46 ± 0.09 ^b	0.45 ± 0.16 ^b	0.46 ± 0.06 ^b	0.39 ± 0.071 ^c
درصد افزایش وزن (WG)	673.44 ± 47.7 ^{ab}	683.41 ± 6.29 ^a	659.18 ± 7.6 ^{ab}	659.77 ± 0.11 ^{ab}	647.01 ± 11.61 ^b	504.04 ± 24.67 ^c
ضریب رشد ویژه (SGR)	1.59 ± 0.047 ^a	1.597 ± 0.017 ^a	1.583 ± 0.073 ^a	1.577 ± 0.012 ^a	1.571 ± 0.011 ^a	1.401 ± 0.039 ^b
(درصد در روز)						
ضریب تبدیل غذا (FCR)	1.55 ± 0.23 ^a	1.51 ± 0.042 ^a	1.48 ± 0.056 ^a	1.54 ± 0.012 ^a	1.57 ± 0.021 ^a	1.77 ± 0.056 ^b
نسبت بازده پروتئین (PER)	1.60 ± 0.23 ^a	1.65 ± 0.04 ^a	1.69 ± 0.066 ^a	1.61 ± 0.025 ^a	1.59 ± 0.031 ^a	1.41 ± 0.041 ^b

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی دار آماری نیستند ($P > 0.05$)

ب: ترکیب بیوشیمیایی لاشه و شاخص هپاتوسوماتیک ماهیان

بیشترین میزان پروتئین از آن لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره ۲ (PBM₂₀) (16.97 ± 0.36) درصد بود که از لحاظ آماری با مقدار پروتئین لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره ۴ (PBM₆₀) دارای اختلاف معنی دار آماری بود ($P < 0.05$). در سطوح مختلف جایگزینی، چربی لاشه بطور معنی داری تغییر نمود و در سطوح ۸۰ و ۱۰۰

درصد جایگزینی (PBM₈₀ و PBM₁₀₀) کاهش یافت (16.97 ± 0.36 و 17.49 ± 0.17) ($P < 0.05$). همچنین لاشه ماهیان تغذیه شده از جیره ۵ (PBM₈₀) بیشترین رطوبت را دارا بود که از لحاظ آماری با رطوبت اندازه گیری در لاشه ماهیان تغذیه شده از جیره های ۳ و ۴ (PBM₄₀ و PBM₆₀) دارای اختلاف معنی دار آماری بود ($P < 0.05$).

جدول ۵: ترکیب بیوشیمیایی لاشه، شاخص هپاتوسوماتیک و احشایی فیلمهای تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات مرغ در یک دوره ۱۲۸ روزه

شاخص ها	جیره ۱ (PBM ₀)	جیره ۲ (PBM ₂₀)	جیره ۳ (PBM ₄₀)	جیره ۴ (PBM ₆₀)	جیره ۵ (PBM ₈₀)	جیره ۶ (PBM ₁₀₀)
	(درصد ۰)	(درصد ۲۰)	(درصد ۴۰)	(درصد ۶۰)	(درصد ۸۰)	(درصد ۱۰۰)
پروتئین	16.58 ± 0.58 ^{ab}	16.97 ± 0.36 ^a	15.89 ± 0.073 ^{ab}	15.41 ± 0.67 ^b	16.04 ± 0.56 ^{ab}	16.39 ± 0.42 ^{ab}
چربی	9.8 ± 0.12 ^a	8.1 ± 0.042 ^c	9.7 ± 0.25 ^a	8.99 ± 0.44 ^b	6.63 ± 0.16 ^c	7.49 ± 0.17 ^d
رطوبت	71.00 ± 1.55 ^b	72.9 ± 0.14 ^{ab}	71.38 ± 0.45 ^b	71.46 ± 0.75 ^b	73.96 ± 0.65 ^a	72.75 ± 0.77 ^{ab}
خاکستر	1.95 ± 0.2 ^{ab}	1.69 ± 0.27 ^b	2.07 ± 0.068 ^{ab}	1.92 ± 0.049 ^{ab}	2.14 ± 0.14 ^b	1.9 ± 0.045 ^{ab}
شاخص	2.72 ± 0.45 ^{cd}	2.56 ± 0.41 ^d	3.11 ± 0.38 ^{bcd}	3.17 ± 0.35 ^{bc}	3.52 ± 0.49 ^b	4.2 ± 0.63 ^a

هپاتوسوماتیک (%)

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی دار آماری نیستند ($P > 0.05$)

ج: شاخص‌های خونی، ایمنی و آنزیمهای کبدی فیلماهی

اختلاف معنی‌داری در میزان تری گلیسرید پلاسمای ماهیان مشاهده نگردید ($P>0.05$). میزان توتال پروتئین سرم خون ماهیان تیمار شاهد، ۶۰، ۴۰، ۲۰ و ۸۰ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P>0.05$)، اما جانشین شدن پودر ضایعات مرغ به-میزان ۱۰۰ درصد به جای پودر ماهی موجب گردید تا میزان توتال پروتئین پلاسمای ماهیان بطور معنی‌داری کمتر از ماهیان تیمار شاهد و ۲۰ درصد جایگزینی (FM) و PBM_{20} باشد ($P<0.05$). بیشترین میزان کمپلایمنت در پلاسمای ماهیان تغذیه شده با جیره ۲ (PBM_{20}) بمیزان $13/5 \pm 2/1$ میلی گرم/ دسی لیتر و ماهیان تیمار

شاهد (FM)، بیشترین مقدار آسپاراتات آمینو ترانسفراز را به میزان $221/00 \pm 2/00$ IU/L دارا و بیشترین میزان آلانین آمینو ترانسفراز به مقدار $2/00 \pm 0/00$ IU/L در تیمارهای (PBM_{100} و PBM_{60} ، PBM_{40}) مشاهده شد، اما دارای اختلاف معنی‌داری آماری نبودند ($P>0.05$). بیشترین میزان لایزوزیم در ماهیان تیمار ۲۰ درصد جایگزینی (PBM_{20}) ثبت گردید که با تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰٪ جایگزینی دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P>0.05$)، مقایسه مقدار لایزوزیم پلاسمای ماهیان تیمارهای دیگر با هم نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P>0.05$).

جدول ۶: شاخصهای خونی و آنزیمهای کبدی فیلماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات مرغ در یک دوره ۱۰ هفته ای

شاخصها	جیره ۱ (PBM_0) (۰ درصد)	جیره ۲ (PBM_{20}) (۲۰ درصد)	جیره ۳ (PBM_{40}) (۴۰ درصد)	جیره ۴ (PBM_{60}) (۶۰ درصد)	جیره ۵ (PBM_{80}) (۸۰ درصد)	جیره ۶ (PBM_{100}) (۱۰۰ درصد)
توتال پروتئین (میلیگرم/ دسی لیتر)	$1/9 \pm 0/35^a$	$2/05 \pm 0/35^a$	$1/8 \pm 0/14^{ab}$	$1/4 \pm 0/42^{ab}$	$1/45 \pm 0/07^{ab}$	$1/15 \pm 0/07^b$
کمپلایمنت (میلی گرم/ دسی لیتر)	$5/53 \pm 4/7^{ab}$	$13/5 \pm 2/1^b$	$6/4 \pm 5/5^{ab}$	$2/2 \pm 1/1^b$	$5/0 \pm 3/95^{ab}$	$4/5 \pm 1/41^{ab}$
آسپاراتات آمینو ترانسفراز (IU/L) (AST)	$221/00 \pm 2/00^a$	$152/00 \pm 57/98^a$	$190/00 \pm 42/42^a$	$225/00 \pm 1/41^a$	$202/00 \pm 31/2^a$	$195/5 \pm 41/71^a$
آلانین آمینو ترانسفراز (IU/L) (AST)	$1/5 \pm 0/07^a$	$1/5 \pm 0/0^a$	$2/00 \pm 0/00^a$	$2/00 \pm 0/00^a$	$1/5 \pm 0/00^a$	$2/00 \pm 0/00^a$
لایزوزیم (U/ ML/MI)	$12/5 \pm 3/53^b$	$48/5 \pm 2/12^a$	$20/2 \pm 9/7^{ab}$	$26/00 \pm 5/3^{ab}$	$16/5 \pm 3/43^b$	$13/5 \pm 40/93^b$

اعداد با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار آماری نیستند ($P>0.05$)

بحث

الف: شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل

غذا

بمنظور بررسی تأثیر جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی در یک دوره طولانی مدت، دوره پرورش ۱۲۸ روز در نظر گرفته شد که عوارض ناشی از

کاهش رشد بدلیل جایگزینی پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی هویدا گردد. در این آزمایش شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین فیلماهیان تیمار ۸۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌داری با فیلماهیان تیمار شاهد نداشت، به عبارت دیگر افزایش جایگزینی تا سطوح

بالای ۵۰ درصد تاثیر منفی بر شاخصهای رشد ماهی نداشت که متضاد با مطالعات پیشین در خصوص کاهش شاخصهای رشد در گونه قزل آلا رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) در سطوح جایگزینی بالای ۵۰٪ (Gallagher and Degani, 1994; Fowler, 1991; Steffen, 1988)، به دلیل روشهای پایین فراوری و یا ماده خام به کار رفته بود (Miller, 1996)، اما در دهه اخیر به دلیل ارتقای فراوری، بهبود سورت بندی مواد خام و بهینه کردن شرایط پخت در تولید پودر ضایعات مرغ جهت تامین نیازهای غذایی حیوانات خانگی (-pet food grade poultry by product) (El Boushy et al., 2000)، قابلیت هضم پودر ضایعات مرغ در دو دهه اخیر در طیور و آبزیان به طور معنی داری بهبود یافته است (Bureau et al., 2000). Kureshy و همکاران (۲۰۰۰) دریافتند که امکان جایگزینی ۶۷ درصد پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی بدون آسیب رساندن به شاخصهای رشد نظیر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، کارایی غذا و نسبت بازده پروتئین در ماهی *red drum* (*Sciaenops ocellatus*) امکان پذیر است. Davis و Arnold (۲۰۰۰) گزارش دادند که امکان جایگزینی نمودن ۸۰ درصد پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در جیره غذایی *L. vannamei* وجود دارد. در روندی مشابه Yu و Hao (۲۰۰۳) ثابت نمودند که کاهش ۸۰ درصدی پودر ماهی در جیره غذایی و جایگزین نمودن آن با پودر ضایعات مرغ و پودر گوشت و استخوان تاثیر منفی بر شاخصهای رشد گربه ماهی (*Pangasianodon hypophthalmus*) ندارد. Rawles و همکاران (۲۰۰۶) توانستند با غنی سازی جیره با متیونین و لایزین، ۳۵ تا ۷۵ درصد پودر ضایعات

مرغ را جایگزین پودر ماهی در هیبرید باس مخطط (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) نمایند. حذف پودر ماهی در این گونه با استفاده از مخلوطی از منابع پروتئین حیوانی نظیر پودر ضایعات مرغ و پودر گوشت و استخوان نیز امکان پذیر بود (Webster et al., 1999). Pine و همکاران (۲۰۰۸) تحقیقی در خصوص جایگزینی پودر ضایعات مرغ با پودر ماهی در جیره گونه (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) در استخرهای خاکی انجام و بعد از ۲۴۶ روز اختلاف معنی داری در رشد، کیفیت فیله، لاشه، کبد و چربی احشایی مشاهده نمودند. با این وجود در مطالعه حاضر حذف پودر ماهی از جیره فیلماهی منجر به کاهش معنی دار شاخصهای وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین در مقایسه با تیمار شاهد گردید. ارزش غذایی هر منبع پروتئین که مورد تغذیه جاندار قرار می گیرد به مقدار، نسبت و قابلیت دسترسی آمینواسید آن وابسته بوده و قویاً بر رشد ماهی اثرگذار است (Dias et al., 2005). کاهش رشد در گونه *humpback grouper, Cromileptes altivelis* به کمبود متیونین و سیستئین در جیره حاوی ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ نسبت داده شد (Shapawi et al., 2006). Gaylord و Rawles (۲۰۰۵) با مقایسه پروفایل آمینواسیدهای موجود در پودر ضایعات مرغ و عضله ماهی سی باس طلایی (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) دریافتند که پودر ضایعات مرغ در چند آمینواسید ضروری (متیونین و لایزین) کمبود دارد. در آزمایش حاضر به جیرههایی که در آنها ۸۰ و ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین پودر ماهی شده بود (PBM_{80} و PBM_{100}) تا ۲۱ درصد لایزین و متیونین تجاری اضافه شد، اما اطلاعات

کمی در خصوص حد بهینه نیازمندی فیلماهی به آمینواسیدهای ضروری در دست است (محسنی و همکاران، ۱۳۹۲)، از این رو به دلیل عدم شناسایی و تعیین نیاز فیلماهی به آمینواسیدهای ضروری امکان بالانس دقیق پروفایل آمینواسیدهای جیره های آزمایشی عملاً وجود نداشت و بنظر می رسد که عدم بالانس پروفایل آمینواسید در جیره های غذایی منجر به کاهش رشد ماهی در سطوح بالای جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی گردیده است. در این زمینه باید تحقیقات بیشتری در مورد پروفایل آمینواسید پودر ماهی و کل لاشه فیلماهی انجام شود تا بتوان نیازمندی آمینواسیدهای ضروری را در این گونه تعیین نمود (Twibell et al., 2003). اما در آزمایش حاضر میانگین ضریب تبدیل غذا و سرعت رشد ویژه فیلماهیان در تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد جایگزینی (PBM_{60} و PBM_{80}) به ترتیب برابر با $1/54 \pm 0/12$ و $1/57 \pm 0/11$ درصد در روز) و $1/57 \pm 0/21$ و $1/57 \pm 0/21$ درصد در روز) بود، که قابل مقایسه با ضریب تبدیل غذا و ضریب رشد ویژه فیلماهیان تغذیه شده با جیره تنظیم شده بر اساس پودر ماهی حاوی ۴۰ درصد پروتئین و ۱۸/۵ مگاژول انرژی توسط محسنی و همکاران (۱۳۸۴) می باشد. در آن آزمایش میزان ضریب تبدیل غذا $1/35 \pm 0/03$ و ضریب رشد ویژه $1/75 \pm 0/04$ درصد در روز به دست آمده بود که نشان دهنده پتانسیل بالای پودر ضایعات مرغ بعنوان جایگزینی برای پودر ماهی در گونه فیلماهی می باشد.

تورکیب لاشه

با افزایش سطوح جایگزینی پودر ضایعات مرغ در جیره اختلاف معنی داری در میزان پروتئین لاشه

فیلماهیان در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نشد ($P > 0.05$)، اما بیشترین میزان پروتئین از آن لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره ۲۰ (جایگزینی ۲۰ درصد پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی) ($16/97 \pm 0/36$ درصد) بود که با مقدار پروتئین لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره ۴۰ (۶۰ درصد جایگزینی پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی) دارای اختلاف معنی دار آماری بود ($P < 0.05$). نتایج به دست آمده هماهنگ با نتایج Zhu و همکاران (2011) است که گزارش داده بودند جایگزینی مخلوطی از ضایعات پروتئین حیوانی (شامل ۴۰ درصد پودر گوشت و استخوان، ۴۰ درصد پودر ضایعات مرغ، ۲۰ درصد پودر پر هیدرولیز شده) به جای پودر ماهی در جیره تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) تاثیر معنی داری بر پروتئین لاشه نداشت ($P > 0.05$). همچنین Steffens (۱۹۹۴) نیز گزارش نمود که استفاده از پودر ضایعات طیور در سطح جایگزینی ۵۰ درصد (معادل ۲۷٪ کل جیره غذایی) و ۱۰۰ درصد ترکیبات شیمیایی لاشه شامل ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام را تحت تاثیر قرار نمی دهد. نتایج مشابهی از قزل آلائی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) (Sevgili et al., 2004)، گروپر (*Cromileptes altivelis*) (Shapawi et al., 2007) و سیم قرمز دریایی (*Pagrus major*) (Takagi et al., 2000) به دست آمده است. کمترین میزان چربی لاشه در ماهیان تغذیه شده از سطوح ۸۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی به دست آمد ($P < 0.05$). Yigit و همکاران (۲۰۰۶) کاهش معنی دار چربی لاشه کفشک ماهی دریای سیاه (*Psetta maeotica*) در مقایسه با تیمار شاهد را به کمبود انرژی قابل دسترس جیره و یا به عبارت دیگر عدم توانایی ماهی در استفاده از چربی اشباع شده

پودر ضایعات مرغ به عنوان منبع تامین کننده انرژی نسبت دادند. در آزمایش حاضر نیز کمترین شاخص-های رشد در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی ثبت گردید که به معنی ناکارآمد بودن این جیره می باشد زیرا اگر انرژی قابل دسترس جیره کم باشد در سطوح انرژی پایین، ماهی از پروتئین به عنوان منبع انرژی استفاده کرده و پروتئین که در شرایط ایده آل باید صرف رشد و تشکیل بافت شود به منظور تأمین انرژی مورد استفاده قرار می گیرد (Hernandez et al., 2009). اما با توجه به طولانی بودن دوره آزمایش و عدم تغییر در میزان پروتئین بافت به نظر می رسد که سطوح بالای پودر ضایعات مرغ صفت بازده لاشه را تحت تاثیر قرار نمی دهد.

سیستم ایمنی و شاخصهای هماتولوژیک

فیلماهی

سیستم ایمنی ماهیان شباهت زیادی به سیستم ایمنی مهره داران دارد (Uribe et al., 2011). باید به این نکته توجه داشت که در حال حاضر کارخانجات تولید کننده غذای آبزیان با وجود ارائه مستندات در مورد رشد و ضریب تبدیل غذای مناسب از سوی محققین به دلیل بدگمانی در مورد اثرات منفی پروتئینهای جایگزین بر شاخصهای ایمنی ماهیان پرورشی، از جیره های فوق الذکر استقبال نمی کنند (Brandson et al., 2002). بدین منظور در پایان دوره تغذیه تصمیم گرفته شد که برخی از شاخصهای ایمنی فیلماهیان مورد مطالعه قرار گیرد.

غلظت توتال پروتئین پلاسما شاخصی اساسی در چگونگی متابولیسم غذا به شمار می آید، الحاق پروتئین جایگزین در جیره غذایی بر تغییر و تحول

متابولیسم پروتئین جانور اثرگذار و به تبع آن بر غلظت توتال پروتئین پلاسما تاثیر گذار می باشد (Reddy and Bhagyalkshim, 1994). تغییراتی که موجب افزایش سنتز و یا شکسته شدن پروتئین شده و یا اثرات بازدارنده و یا تحریک کننده در بعضی از آنزیمهای معین بجای می گذارد (Canli, 1996). بنابراین غلظت پروتئین کل پلاسما به عنوان یک شاخص جهت بررسی سلامت وضعیت تغذیه ای ماهی به کار گرفته می شود (Martinez, 1976)، میزان توتال پروتئین سرم خون ماهیان تیمار شاهد و تیمارهای ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد فاقد اختلاف معنی دار آماری بود ولی در تیمار ۱۰۰ درصد مقدار توتال پروتئین به طور معنی داری کاهش یافت ($P>0.05$). نتایج مشابهی از کاهش معنی دار پروتئین کل پلاسما گونه ماهی باس طلایی (*Morone chrysops* × *M. Saxatilis*) با جایگزینی کامل پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی گزارش شده است (Rawles et al., 2011)، بنابراین حذف کامل پودر ماهی از جیره غذایی موجب ناکارآمد شدن متابولیسم جیره غذایی و کاهش پروتئین دریافتی ماهی می گردد. همچنین جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی موجب افزایش و یا کاهش معنی دار آنزیم-های آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) نگردید. وظیفه ALT و AST کاتابولیسم آمینواسید در کبد و انتقال گروههای آمینواسید از آلفا آمینواسیدها به آلفا کتواسیدها می باشد (Soltan, 2009). هنگامی که سلولهای کبد تخریب می شود این آنزیمها به خون نشت می کند. میزان آنزیم ALT به طور قابل توجهی در کبد آسیب دیده که به حالت بحرانی رسیده است بالا می رود (Racicot et al., 1975) که چنین پدیده ای در

آزمایش حاضر مشاهده نگردید که دلالت بر بی‌تأثیر بودن سطوح جانشینی پودر ضایعات مرغ بر کبید ماهیان در دوره پرورش ۱۲۸ روزه داشت. همچنین به استثنای ماهیان تیمار ۲۰ درصد جایگزینی (PBM_{20}) که در مقایسه با سایر تیمارها بطور معنی‌داری لایزوزیم بیشتری در پلاسما داشتند ($P < 0.05$)، مقایسه مقدار لایزوزیم پلاسما ماهیان تیمارهای دیگر با هم نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بود ($P > 0.05$). لایزوزیم یک باکتری‌کش است که به‌طور گسترده‌ای در بدن و در قسمتی از مکانیسم سیستم دفاعی غیراختصاصی بسیاری از جانوران از جمله ماهیان وجود دارد. در آزاد ماهیان، لایزوزیم در سرم خون، ترشحات، لایه موکوس و بافت‌های غنی از لوکوسیتها عمدتاً در کلیه و دستگاه گوارش یافت می‌شود (Grinde et al., 1988; Lie et al., 1989). کارکرد باکتریایی این آنزیم در گیر شدن در هیدرولیز پپتیدو گلیکونهای دیواره سلولی باکتریها در سلولهای لایزوزیم است. اولین کارکرد ایمنی دفاع در مقابل باکتریهای گرم مثبت بوده اما نقش مدافع در باکتریهای گرم منفی را نیز بر عهده دارد (Sveinbjornsson et al., 1996). کاهش لایزوزیم سرم خون ماهیان پرورش در محیط‌هایی با تراکم بالا موجب افزایش تلفات و مستعد شدن آنها به بیماری می‌گردد (Magnadottir, 2006). سیستم کمپلمان در ماهیان استخوانی به خوبی مهره داران عمدتاً از طریق از طریق چسبیدن به آنتی‌بادیها در دیواره سلولی عمل می‌کند (Holland and Lambris, 2002). مطالعات زیادی نشان داده است که کمپلمان اهمیت زیادی در پاسخهای سیستم ایمنی ذاتی در ماهیان استخوانی دارد (Yano, 1996). فعالیت کمپلمان مسئول در سیستم ایمنی ماهیان استخوانی در

گونه‌های متعددی نظیر کپور معمولی (Matsuyama et al., 1992)، گربه ماهی (Jenkins and Ourth, 1993) و آزاد ماهیان (Lammens et al., 2000) ثبت شده است. آنتی‌بادی ماهیان آزاد، در حضور پروتئینهای کمپلمان قادر به خنثی‌سازی ویروسها شامل ویروسهای هماتوپویتیک نکروز ویروس (IHNV) و ویرال هموراژی سپتی سمی ویروس (VHSV) می‌باشد (Lorenzen and La Patra, 1999)، بنابراین می‌توان اذعان نمود که فعالیت لایزوزیم و کمپلمان دلالت بر سلامت عمومی و سیستم همورال در ماهی دارند (Tort et al., 1996) و از سوی دیگر منابع پروتئین و چربی موجود در جیره غذایی بر سیستم همورال ماهی و فعالیت لایزوزیم کمپلمان تأثیرگذار هستند. Subhadra و همکاران در دو آزمایش (۲۰۰۶ a,b) دریافتند که با جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی در جیره باس دهان درشت (*Micropterus salmoides*) فعالیت کمپلمان و لایزوزیم کاهش می‌یابد. همچنین میزان فعالیت لایزوزیم با جایگزینی کامل پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در جیره غذایی باس‌طلایی (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) و کاهش پروتئین از ۴۰ به ۳۶ درصد بطور خطی کاهش یافت (Rawles et al., 2011)، هرچند که چنین پدیده‌ای در تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰٪ جایگزینی (PBM_{80} و PBM_{100}) مشاهده شد، اما اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت و بنابراین نمی‌تواند دلیل نامناسب بودن منبع پروتئین جایگزین به جای پودر ماهی باشد.

شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه، شاخص‌های ایمنی فیلم‌هایان تغذیه‌شده با سطوح مختلف جایگزینی در این آزمایش پیشنهاد می‌کنند که پودر ضایعات مرغ

م. و زاهدی فر، م.، ۱۳۸۴. تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۲۴۵ صفحه.

۴- محسنی، م.؛ پورکاظمی، م.؛ بهمنی، م.؛ پورعلی، ح. م.؛ سپهداری، آ.؛ سیدحسینی، م. ح.؛ کاظمی، ر.؛ حلاجیان، ع. و صالحی، م. ۱۳۹۲. مطالعه پرورش گوشتی فیلماهی (Huso huso) با استفاده از جیره‌های مختلف غذایی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۱۱ صفحه.

۵- یزدانی ساداتی، م. ر.؛ پورکاظمی، م.؛ شکوریان، م.؛ پورعلی، ح. م.؛ پیکران مانا، ن.؛ سیدحسینی، م. ح.؛ یگانه، ه. و پورصفر، م.؛ ۱۳۹۰. ترویج و پرورش فیلماهی به منظور تولید گوشت و خاویار. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۵۹ صفحه.

- 6- AOAC., 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA. Association of Official Analytical Chemists, 1995. 225 pages.
- 7- Bransden, M.P., Carter, C., Nowak, B.F., 2001. Effects of dietary protein source on growth, immune function, blood chemistry and disease resistance of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. Animal Science, 73, 105-113.
- 8- Bureau, D. P., Harris, A. M., Cho, C.Y., 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout. Aquaculture, 180: 345-358.
- 9- Barlow, S. M., Pike I. H., 2001. Sustainability of fish meal and oil supply, paper presented at the Scottish Norwegian Marine Fish Farming Conference, Sustainable Future for Marine Fish Farming, University of Stirling, Stirling, Scotland, June 14-15, 2001.

تولیدی در برخی از کارخانجات به مرحله‌ای از فراوری و کیفیت رسیده‌اند که در جیره آبزیان مورد استفاده قرار گیرند و مسلماً با فرایند اکستروژن قابلیت هضم این منبع پروتئین جایگزین بطور معنی داری در جیره افزایش یافته و به جایگزینی مناسب برای پودر ماهی در جیره غذایی ماهیان خاویاری تبدیل خواهند شد.

سپاسگزاری

نگارندگان کمال تشکر را از آقای دکتر محمد پورکاظمی ریاست وقت موسسه دارند، همچنین مراتب سپاسگزاری خود را از کلیه همکاران بخش آبی- پروری موسسه خصوصاً آقای هوشنگ یگانه و محسن هوشیار که پرورش و تغذیه بچه ماهیان را بر عهده داشتند ابراز می‌دارند.

منابع

- ۱- پورعلی فشمی، ح. ر.؛ یزدانی ساداتی، م. ع.؛ عبدالملکی، ش.؛ محسنی، م.؛ پورغلام،؛ سیدحسینی، م.؛ ۱۳۹۶. مقایسه اقتصادی مزارع ساحلی پرورش ماهیان خاویاری. نشریه توسعه آبی پروری، ۱۱(۲)، ۱۱۱-۱۱۵
- ۲- سجادی، م. م.؛ علاف نویریان، ح.؛ مولودی نیا، ب.؛ ۱۳۹۷. جایگزینی آرد ماهی با پودر ضایعات طیور و تأثیر آن بر عملکرد رشد، نرخ بقا و شاخص‌های خونی بچه تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*, 1869, Brandt). مجله توسعه آبی پروری، نشریه توسعه آبی پروری، ۱۲(۱)، ۷۵-۸۷.
- ۳- محسنی، م.؛ بهمنی، م.؛ پورعلی، ح.؛ ارشد، آ.؛ علیزاده، م.؛ جمالزاد، ف.؛ صوفیانی، ن.؛ حقیقیان،

- replacement of fish meal by procrine and poultry by product meals in practical diets for fingerling Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): digestibility and growth performance. *Aquaculture Nutrition*, 24, 219-235.
- 22- Holland, M.C., Lambris. J. D., 2002. The complement system of teleosts. *Fish and Shellfish Immunology*, 12, 399-420.
- 23- Hung, S.S.O., Groff, J.M., Lutes, P.B., Koffynn-Ailinis, F., 1989. Hepatic and intestinal histology of juvenile white sturgeon fed different carbohydrate. *Aquaculture*, 87, 349-360.
- 24- Kureshy, N., Davis, D.A., Arnold, C.D., 2000. Partial replacement of fish meal with meat- and-bone meal, flash-dried poultry by product meal, enzyme digested poultry by-product meal in practical diets for juvenile red drum. *Nutrition American Journal of Aquaculture*, 62, 266-272.
- 25- Lammens, M., Decostere, A., Haaesebrouck, F., 2000. Effects of *Flavobacterium psychrophilum* strains and their metabolites on the oxidative activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) phagocytes. *Disease of Aquaculture Organism*, 41: 173-179.
- 26- Lie, O., Evensen, O., Sorensen, A., Froyssadal, E., 1989. Study on lysozyme activity in some fish species. *Disease of Aquaculture Organism*, 6: 1-5.
- 27- Lorenzen, N., LaPatra, S. E., 1999. Immunity to rhabdovirus in rainbow trout: the antibody response. *Fish and Shellfish Immunology*, 9, 345-360.
- 28- Magnadottir, B., Jonsdottir, H., Helgason, S., Bjornsson, B., Jorgensen, T.O., Pilstrom, L., 2001: Immuneparameters of immunized cod (*Gadus morhua* L). *Fish and Shell fish Immunology*, 10, 75-89
- 29- Martinez, F., 1976. Aspectos biopatologicos de truchas arcoitis (*Salmo gairdneri* Richardson) alimentadas con diet as hipergrasas. Ph.D. Thesis. University of Madrid.
- 30- Matsuyama, H., Yano, T., Yamakawa, T., Nakao, M., 1992. Opsonic effect of the third complement component (C3) of carp (*Cyprinus carpio*) on phagocytosis by neu-
- 10- Canli, M., 1996. Effects of mercury, chromium and nickel on glycogen reserves and protein levels in tissues of *Cyprinus carpio*. *Journal of Zoology*, 20, 161-168.
- 11- Davis, D. A., Arnold, C. R., 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 185: 291-298.
- 12- Dias, J., Alvarez, M.J., Diez, A., Arzel, J., Corraze, G., Bautista, J.M., Kaushik S.J., 2005. Dietary protein sources affect lipid metabolism in the European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Comparative Biochemical Physiology*, 142A, 19-31.
- 13- El Boushy, R. Y., van der Poel A. F. B., 2000. Handbook of poultry feed from waste: processing and use. Springer-Verlag New York, 428 p.
- 14- Fowler, L.G., 1991. Poultry by-product meal as a dietary protein source in fall Chinook salmon diets. *Aquaculture*, 99, 309-321.
- 15- Jackson, A., 2007. Challenges and opportunities for the fishmeal and fish Oil industry. *Feed Technol* (update, 2007, January, 1-9)
- 16- Jenkins, J. A., Ourth, D.D., 1993. Opsonic effect of the alternative complement pathway on channel catfish peripheral blood phagocytes. *Veterinary Immunology Immunopathology*, 39, 447-459.
- 17- Gallagher, M.L., Degani G., 1988. Poultry meal and poultry oil as sources of protein and lipid in the diet of European eels (*Anguilla anguilla*). *Aquaculture*, 73, 177-187.
- 18- Gatlin, D. M., 2002. Nutrition and fish health. In: Halver, J. (Ed). *Fish nutrition*. (Third ed) Elsevier Science, pp 671-702.
- 19- Gaylord, T.G., Rawles, S.D., 2005. The modification of poultry by product meal for use in hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) diets. *Journal of World Aquaculture Society*, 36, 365-376.
- 20- Grinde, B., Lie, O., Poppe, T Salte, R., 1988. Species and individual variation in lysozyme activity in fish of interest in aquaculture. *Aquaculture*, 68, 299-304.
- 21- Hernandez, C., Olvera-Novoa, M. A., Hardy, R. W., Hermosillo, A., Reyes, C., Gonzalez, B., 2009. Completed

- bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *Aquaculture Nutrition*, 17, 708-721.
- 38- Racicot, J.G., Gaudet, M. Leray C., 1975. Blood and liver enzymes in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) with emphasis on their diagnostic use: Study of toxicity and a case of *Aeromonas* infection. *Journal of Fish Biology*, 7, 825-835.
 - 39- Ronyai, A., Csengeri, I.V., Aradi, L., 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.
 - 40- Sealey, W., Gatlin, D. M., 1999. Overview of the nutritional strategies affecting the health of marine fish. *Journal of Applied Aquaculture*, 9, (2), 11-26.
 - 41- Sevgili, H., 2002. Gokusagi Alabaghi (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında tavuk mezbaha artıklarıununun, balık unu yerine kullanılma olanakları. MSthesis. Antalya: University of Mediterranean
 - 42- Seierstad, S.L., Poppe, T.T., Koppang, E.O., Svindland, A., Rosenlund, G., Frøyland, L., Larsen, S., 2005. Influence of dietary lipid composition on cardiac pathology in farmed Atlantic salmon, (*Salmo salar*). *Journal of Fish Diseases*, 28, 677-690.
 - 43- Shappawi, R., Ng, W.K., Mustafa, S., 2007. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in diets formulated for the humpback grouper, (*Cromileptes altivelis*). *Aquaculture*, 273, 118-126.
 - 44- Soltan, M.A., 2009. Effect of Dietary Fish Meal Replacement by Poultry By-Product Meal with Different Grain Source and Enzyme Supplementation on Performance, Feces Recovery, Body Composition and Nutrient Balance of Nile Tilapia. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(4), 395-407.
 - 45- Steffens, W., 1994. Replacement of fish meal with poultry byproduct meal in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 124, 27-34.
 - 46- Subhadra, B., Lochmann, R., Rawles, S., Chen R., 2006a. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of trophils. *Fish and Shell fish Immuno*. 2: 69-78
 - 31- Miller, T., 1996. Utilizing rendered products: Petfood. In: Franco, D.A., Swanson, W. _Eds., The Original Recyclers. The Animal Protein Industry, the Fats and Proteins Research Foundation and the National Renderers Association, Alexandria, pp. 203-223.
 - 32- New, M. B., 2002. Marine ingredients: challenges to their use in aqua feeds. Aqua challenge: Workshop devoted to Aquaculture Challenges in Asia in response to the Bangkok Declaration on Sustainable Aquaculture, Beijing, April 27-30, 2002
 - 33- New, M.B., Wijkstöm, U.N., 2002. Use of fishmeal and fish oil in aqua feeds: further thoughts on the fishmeal trap. FAO Fisheries Circular, No. 975 FIPP/C975. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
 - 34- Owen, M.A.F., 2011. The effect of dietary inclusion of category 3 animal by-product meals on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) mineralised tissues and immune function. Thesis of Doctor of Philosophy. University of Plymouth, pp: 173.
 - 35- Pine, H., Daniels, W.H., Davis D, A., Jiang M., 2008. Replacement of fish meal with poultry by-product meal as a protein source in pond-raised sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) diets. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39, 568-597.
 - 36- Rawles, S.D., Riche, M., Gaylord, T.G., Webb, J., Freeman, D.W., Davis, M., 2006. Evaluation of poultry by-product meal in commercial diets for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) in recirculated tank production. *Aquaculture*, 259: 377-389.
 - 37- Rawles, S.D., Thompson, K.R., Bradely, I., Metts, L.S., Aksoy, M.Y., Gannam, A.T., Twibell, R.G., Webster C.D., 2011. Effect of replacing fish meal with poultry by product and soybean and reduced protein level on the performance and immune status of pond – grown sunshine

- 54- Uribe1, C., Folch, H., Enriquez, R., Moran, G., 2011. Innate and adaptive immunity in teleost fish: a review. *Veterinari Medicina*. 56, (10), 486–503
- 55- Wang N., Hayward, R.S., Noltie, D.B., 1996. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture*, 165, 261-273
- 56- Webster, C.D., Tiu, L.G., Morgan, A.M., 1999. Effect of partial and total replacement of fish meal on growth and body composition of sunshine bass, *Morone chrysops* × *M. saxatilis* fed. *Journal of World Aquaculture Society*. 30, 443–453.
- 57- Williams, C. M., 2010. Poultry waste management in developing countries: slaughterhouse wastes. *Poultry development review*, FAO, Roma, Italy.
- 58- Xue, M., 2008. Replacement of Fish Meal with Mixed Rendered Animal Protein in Practical Diets for Siberian Sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt). Final report to National Renderers Association to (Fats and proteins Research Foundation). Available in: www.renderers.org.cn/document/20070509231931528966. Doc.
- 59- Yano, T., Matsuyama, H., Mangindaan R.E.P., 1991. Polysaccharide induced protection of carp *Cyprinus carpio* against bacterial infection. *Journal of Fish Disease*, 14, 577–582.
- 60- Zhu, H., Gong, G., Wang, J., Wu, X., Xue, M., Niu, C., 2011. Replacement of fish meal with blend of rendered animal protein in diets for Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt) results in performance equal to fish meal fed fish. *Aquaculture Nutrition*, 17, 389-395.
- largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, 255, 210–222.
- 47- Subhadra, B., Lochmann, R., Rawles S., Chen R., 2006b. Effect of fish-meal replacement with poultry by-product meal on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) fed diets containing different lipids. *Aquaculture*, 260: 221–231.
- 48- Sveinbjornsson, B., Olsen, R., Paulsen, S., 1996. Immunocytochemical localization of lysozyme in intestinal eosinophilic granule cells (EGCs) of Atlantic salmon, (*Salmo salar* L). *Journal of Fish Disease*, 19, 349–355.
- 49- Takagi S.T., Hosokawa, H., Shimino, S., Ukawa, M., 2000. Utilization of poultry by-product in a diet for red sea bream (*Pargus major*). *Nippon Suisan Gakkaishi*, 66, 482-438.
- 50- Tacon, G.J., Metian M., 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil industrially compounded aqua feeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285, 146-158.
- 51- Tort, L., Balasch, S., MacKenzie, S., 2003. Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses. *Immunologia*. 08. 9. Available online at: <http://revista.immunologia.org/Upload/Articles/602.pdf> (Accessed: 11.09.08).
- 52- Turker, A., Yigit, M., Ergun, S., Karaali, B., Erteken, A., 2005. Potential of poultry by-product meal as a substitute for fishmeal in diets for Black Sea turbot (*Scophthalmus maeoticus*): growth and nutrient utilization in winter. *Israeli Journal Aquaculture Bamidgeh*, 57, 49–61.
- 53- Twibell, R.G., Griffin, M.E., Martin, B., Price, J., Brown, P.B., 2003. Predicting dietary essential amino acid requirements for hybrid striped bass. *Aquaculture Nutrition*, 9, 373–381.