

تاثیر جایگزینی پودر ضایعات مرغ بجای پودر ماهی بر روند رشد، سامانه‌ی ایمنی، شاخص‌های خونی و آنزیم‌های کبدی کبدی فیل ماهی (*Huso huso*) انگشت قد

میرحامد سید حسنی^{۱*}، داوود طالبی حقیقی^۲، محمدعلی یزدانی ساداتی^۳، حمیدرضا پورعلی^۴، هوشنگ یگانه^۵

۱- کارشناس ارشد، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: mirhamedhassani@yahoo.com

۲- استادیار پژوهشی، ایستگاه تخصصی تغذیه و غذای زنده آبزیان، استان گیلان، بندر انزلی، پست الکترونیکی: davoudir@yahoo.com

۳- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: myazdanisadati@yahoo.com

۴- مربی پژوهشی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: pourali_882@yahoo.com

۵- کارشناس، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: hooshang.yegane@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۷

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۲۶

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۳، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

جهت بررسی امکان جایگزین نمودن پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در جیره غذایی فیل ماهی، ۶ جیره غذایی بر پایه پودر ماهی (حاوی ۴۵ درصد پروتئین و ۲۰ مگاژول انرژی در کیلوگرم) ساخته و پودر ضایعات مرغ در سطوح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد (PBM_0 , PBM_{20} , PBM_{40} , PBM_{60} , PBM_{80} , PBM_{100}) جایگزین آن گردید. ۱۸۰ عدد فیل ماهی انگشت قد با متوسط وزن ($28/42 \pm 0/17$ گرم) در ۶ تیمار (هر تیمار دارای ۳ تکرار) در ۱۸ تانک فایبرگلاس به حجم ۵۰۰ لیتر به مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی تا حد سیری تغذیه شدند. در پایان دوره اگرچه آزمایش، اختلاف معنی‌دار آماری در شاخص‌های رشد (وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه) ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد جایگزینی مشاهده نشد ($P > 0/05$)، اما شاخص‌های رشد در ماهیان تغذیه شده از جیره‌هایی که ۸۰ و ۱۰۰ درصد از سهم پودر ماهی کاسته و پودر ضایعات مرغ جایگزین شده بود به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/05$). جایگزین نمودن پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی تا سطح ۶۰ درصد تاثیر سویی بر میزان کل پروتئین (TP)، آلبومین (AL)، تری گلسیرید (TG) و کلسترول (CL) نداشت. همچنین جایگزینی کامل موجب کاهش و یا افزایش معنی‌دار آنزیم‌های کاتابولیک (تجزیه) کننده آمینواسیدها در کبد، اسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) نسبت به تیمار شاهد نگردید، میزان لایزوزیم سرم خون ماهیان تا سطح ۶۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد ($P > 0/05$). نتایج حاصل نشان

می‌دهد که جایگزین نمودن پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی تا سطح ۶۰ درصد تاثیر منفی بر شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا، سامانه ایمنی و آنزیم‌های کبدی فیل‌ماهی در مرحله انگشت قد نداشته و منبعی مناسب برای جایگزینی در جیره تجاری فیل‌ماهی در این دوره به‌شمار می‌آید.

کلمات کلیدی: فیل‌ماهی، جایگزینی، پودر ضایعات مرغ، رشد، سامانه ایمنی، آنزیم‌های کبدی.

۱. مقدمه

به دلیل طولانی بودن دوره پرورش (۳ تا ۴ سال) در مقایسه با سایر آبزیان پرورشی کشور بالاتر است، هرگونه تلاطم بازار، گسیختگی منابع و یا مشکلات احتمالی در زمینه تامین پودر ماهی، برای پرورش دهنده ضررهای هنگفت در پی خواهد داشت و در صورت تداوم آینده این صنعت را زیر سوال خواهد برد. این در حالی است که به اعتقاد بسیاری از کارشناسان، صید آبزیان پلاژیک به‌منظور تامین غذای ماهیان پرورشی در بلندمدت قابل دوام نبوده و نمی‌توان به آن امید بست (Naylor et al., 2000). بنابراین با توجه به وضعیت موجود، یکی از راه‌های کاهش وابستگی به پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان، استفاده از آلترناتیوهای حیوانی و گیاهی ارزان بجای آن است. این جایگزینی علاوه بر آن که منجر به کاهش وابستگی به پروتئین با منشاء دریایی می‌شود، هزینه غذا را نیز کاهش می‌دهد (Thompson et al., 2007).

پودر ضایعات مرغ یکی از مهم‌ترین منابع حیوانی مورد استفاده در غذای حیوانات اهلی در کنار پودر گوشت و استخوان، پودر خون، پودر پر و آرد ماهی است (Meeker et al., 2009). این محصول از ترکیب ضایعات به‌دست آمده از کشتارگاه‌های صنعتی ماکیان به‌دست می‌آید. بر اساس تعاریف ارائه شده از اداره کنترل غذای ایالات متحده آمریکا^۱ پودر ضایعات مرغ پودری است که از بقایای غیرقابل استفاده ماکیان سلاخی شده نظیر نوک، سر، پا، تخم‌های نرسیده، سنگدان و روده و احیاناً مقدار اجتناب‌ناپذیری پر به‌دست می‌آید (AAFCO Cited by Watson, 2006) این محصول دارای پروتئین بالا و از پروفیل آمینواسید نسبتاً مناسبی در تغذیه ماهیان پرورشی برخوردار است (Gaylord and Rawles, 2005). امکان جایگزینی پودر ضایعات مرغ به‌جای نیمی از پودر ماهی در جیره غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان^۲ (Fowler, 1991; Steffen, 1994)، مارماهی اروپایی^۳

پودر ماهی محصولی متغیر در قیمت (Tacon and Matian, 2008)، وابسته به صید ماهیان پلاژیک، منبع عمده تامین کننده پروتئین جیره آبزیان و غذایی گران است (Gill, 2000). از سوی دیگر هر ساله قیمت آن به‌دلیل کاهش صید ماهیان پلاژیک، افزایش بهای انرژی و توسعه آبی‌زی پروری در حال افزایش است (Tacon and Mtian, 2008). ۲۳ درصد منابع پودر ماهی جهان در سال ۱۹۹۹ نیاز آبی‌زی پروری را برطرف می‌ساخت (New and Wijkstom, 2002)، این میزان در سال ۲۰۰۲ به ۳۷ درصد رسید (Chamberlain, 2000) و پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که در سال ۲۰۱۵، ۷۵ درصد منابع تامین کننده پودر ماهی (ماهیان پلاژیک) در صنایع آبی‌زی پروری مورد استفاده قرار خواهد گرفت (Jackson, 2007). گزارشات FAO حاکی از آن است که میزان صید ماهیان پلاژیک در جهان در نقطه‌ای ثابت بوده و به حداکثر میزان ظرفیت خود رسیده است، بنابراین افزایش تقاضا جهت دریافت پودر و روغن ماهی و مشتقات آن در مقایسه با سایر منابع منجر به افزایش قیمت در محل صید بالاتر از تقاضا و بازارهای جهانی خواهد شد (Giencross et al., 2007). از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین بحران‌ها در صنایع آبی‌زی پروری و تولید پودر و روغن ماهی، ناکارآمد بودن ضریب تبدیل ماهی به پودر ماهی جهت تامین غذای ماهیان گوشتخوار است؛ به‌طوری‌که در حال حاضر چند کیلوگرم ماهی پلاژیک صید شده باید به پودر و روغن ماهی تبدیل گردد تا بتوان از آن یک کیلوگرم ماهی پرورشی تولید نمود. پاره‌ای از محققین ضریب تبدیل ماهیان پلاژیک به آزاد ماهیان پرورشی را ۱۰:۱ و در بعضی موارد ۵:۱ و ۵:۲ عنوان می‌کنند (Pinto and Fuci, 2006). این در حالی است که ماهیان خاویاری به‌دلیل گوشتخوار بودن جهت رشد مطلوب به ۴۰ تا ۵۰ درصد پروتئین نیاز دارند که قسمت عمده آن (۶۰ تا ۶۵ درصد) از پودر ماهی تامین می‌گردد (محسینی و همکاران، ۱۳۸۴). با توجه به این که هزینه تولید گوشت ماهیان خاویاری

¹ Association of American Feed Control Officials (AAFCO)

² *Oncorhynchus mykiss*

³ *Anguilla anguilla*

پودر ماهی در جیره تجاری صورت گرفته تا پتانسیل این گونه در مقابل کاهش پودر ماهی در جیره و جایگزین شدن آن توسط پودر ضایعات مرغ مورد سنجش قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. تهیه مواد اولیه غذایی

پودر ضایعات مرغ (امعا و احشا، 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 سپانس تهیه گردید. پودر ضایعات مرغ دارای ۶۷ درصد پروتئین، ۸/۵ درصد چربی، ۳/۴ رطوبت، ۲/۱۲ درصد فیبر، ۷/۵ درصد کربوهیدرات و ۱۲/۵ درصد خاکستر و میزان ازت فرار (T.V.N) آن بین ۸۰ تا ۸۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم محصول گزارش شد. ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی و پروفیل آمینواسید پودر ضایعات مرغ، پودر ماهی و جیره‌های غذایی در جدول ۱ ارائه گردیده است.

۲-۲. فرمولاسیون و ساخت غذا

بر اساس انرژی آزاد شده از اجزای اولیه غذایی (پروتئین: ۵/۶۵، چربی: ۹/۵ و کربوهیدرات: ۴/۱ کیلوکالری بر گرم) و با استفاده از برنامه ریزی خطی در محیط Excel، ۶ جیره غذایی با سطوح پروتئین و انرژی یکسان (۴۵ درصد پروتئین و ۲۰ مگاژول انرژی در کیلوگرم) 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 به ترتیب ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین پودر ماهی گردید.

جهت ساخت غذا، اجزای بزرگ شامل پودر سویا، پودر ماهی، پودر ضایعات مرغ، پودر گوشت و گلوتن گندم در آسیاب مدل (Damico Co., Tehran, Iran) آسیاب و مخلوط شدند. در مرحله بعد اجزای خرد غذا شامل L-carnitine، نمک و سلولز آسیاب و مخلوط گردیدند. 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.

(Gallagher and Degani., 1988)، گربه ماهی آفریقایی^۱ (Abdel-Yigit et al., 2001) و توربوت دریای سیاه^۲ (Warith et al., 2006)، ۷۵ درصد در گروپر گوژپشت^۳ (Shapawai et al., 2007) و جایگزینی کامل در گونه‌های^۴ (Nengas et al., 1999)، سیم قرمز دریایی^۵ (Takagi et al., 2000)، هیبرید سی باس^۶ (Pine et al., 2008; Rawls et al., 2011) و تیلایپای نیل^۷ (Hernandez et al., 2009) گزارش شده است. در صورتی که مرجعی در مورد استفاده از آن در ماهیان خاویاری و تاثیرات جنبی آن بر روند رشد و شاخص‌های ایمنی در دست نیست. از سوی دیگر اگر به یک گزینه‌ی پروتئینی مناسب به جای پودر ماهی و تعیین پتانسیل آن به عنوان غذا در آبی پروری پرداخته شود، باید به تاثیر آن پروتئین جایگزین بر کارکرد سامانه ایمنی و پایداری ماهی تغذیه شده در مقابل بیماری‌ها نیز توجه گردد (Brandson et al., 2001) به طوری که مناسب و یا مناسب نبودن منابع جایگزین در تغذیه آبزیان پرورشی بر اساس شاخص‌های رشد و علائم آسیب‌شناسی گونه مورد نظر تعیین (Owen et al., 2011) و یا به عبارت دیگر ایمنی و سلامتی ماهیان پرورش یافته در محیط متراکم بر اساس قدرت مقابله ماهی با شرایط تنش‌زای محیط، حذف عوامل بیماری‌زای خارجی و درون سلولی و توانایی حفظ تعادل اسمزی در شرایط متراکم تضمین گردد (Sealey and Gatlin, 1999; Gatlin, 2002).

لایزوزیم یکی از ترکیبات مهم در سامانه ایمنی دفاعی بدن در مهره‌داران و نرم‌تنان است (Owen et al., 2011). فعالیت لایزوزیم و کمپلومینت دلالت بر سلامت عمومی و سامانه همورال در ماهی دارد (Tort et al., 2003) و منابع پروتئین و چربی جایگزین موجود در جیره غذایی بر سامانه همورال ماهی تاثیرگذارند (Rawles et al., 2011). تاکنون تحقیقات اندکی در خصوص جایگزینی پروتئین‌های حیوانی و تاثیر بر شاخص‌های فیزیولوژیک و نحوه ارتباط آن با میزان جذب پروتئین‌های حیوانی در ماهیان خاویاری صورت گرفته است (Zhu et al., 2008)، با توجه به دوره طولانی پروار بندی فیل ماهی، این مطالعه به منظور بررسی امکان جایگزین نمودن پودر ضایعات مرغ به

¹ *Clarias garipinus*

² *Psetta maeotica*

³ *Cromileptes altivlis*

⁴ *Sparus aurata*

⁵ *Pagrus major*

⁶ (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*)

⁷ *Oreochromis niloticus*

جدول ۱: اجزا و ترکیب شیمیایی جیره های غذایی (n=3)

اجزای غذایی (درصد)	FM ^۸	PBM ^۹	PBM ₀ ^{۱۰}	PBM ₂₀ ^{۱۰}	PBM ₄₀ ^{۱۰}	PBM ₆₀ ^{۱۰}	PBM ₈₀ ^{۱۰}	PBM ₁₀₀ ^{۱۰}
آرد ماهی ^۱	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰	۴۰/۰۰	۳۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۰/۰۰	۰/۰۰
پودر ضایعات مرغ ^۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰/۰۰	۲۰/۰۰	۳۰/۰۰	۴۰/۰۰	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰
پودر گوشت ^۳	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰
کنجاله سویا ^۴	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰
گلوتن گندم ^۵	۱۰/۰۰	۹/۵۰	۹/۵۰	۹/۵۰	۹/۵۰	۸/۵۰	۸/۵۰	۸/۵۰
روغن ماهی ^۶	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰
پریمیکس ویتامینی ^۷	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۲۵
پریمیکس معدنی ^۸	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵
متیونین ^۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
لازین ^{۱۰}	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
الکارنتین ^{۱۱}	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵
نمک	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
سلولز	۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰
جمع کل	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰
ترکیب شیمیایی								
ماده خشک (%)	۸۹/۴۱	۸۷/۵	۹۰/۷	۹۲/۸	۹۲/۸	۹۱/۴۶	۹۱/۴۶	۹۰/۸۷
پروتئین (%)	۶۶/۵۲	۶۶/۶۸	۶۵/۱۳	۶۵/۸۴	۶۵/۸۴	۶۵/۹۷	۶۵/۹۷	۶۵/۹۶
چربی (%)	۱۱/۳۵	۸/۵	۱۶/۷	۱۷/۴۹	۱۷/۴۹	۱۷/۲۴	۱۷/۲۴	۱۴/۰۶
خاکستر (%)	۲/۰۸	۲/۱۲	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۹/۵	۹/۵	۹
فیبر (%)	۸/۷۵	۳/۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲
کربوهیدرات	۱۷/۹	۱۵/۶	۱۵/۶	۱۴/۲۲	۱۴/۲۲	۱۴/۸۳	۱۴/۲۴	۱۵/۵۳
انرژی کل (مگاژول بر کیلوگرم)	۲۰/۹۹	۱۹/۸۳	۲۰/۴	۲۰/۹۲	۲۰/۹۲	۲۰/۴	۲۰/۸	۲۰/۷
پروفیل آمینو اسید ۱۱								
Aspartic acid	۵/۷۱	۴/۱۰	۳/۱۳	۲/۹۷	۲/۸۱	۲/۶۵	۲/۴۹	۲/۳۳
Glutamic acid	۱۰/۲۲	۷/۳۸	۵/۳۹	۵/۱	۴/۸۲	۴/۵۳	۴/۳۵	۳/۹۷
Serine	۳/۲۵	۴/۵۸	۱/۹۰	۲/۰۳	۲/۱	۲/۳۰۴	۲/۴۳	۲/۵۷
Histidine	۱/۸۵	۱/۲۱	۱/۲	۱/۴	۱/۰۷	۱/۰۱	۰/۹۴	۰/۸۸
Glycine	۱/۲۱	۲/۵۹	۰/۸۴	۰/۹۸	۱/۱۳	۱/۲۸	۱/۴۳	۱/۵۷
Threonine	۸/۶۶	۷/۹۲	۴/۶۱	۴/۵۳	۴/۴۶	۴/۳۹	۴/۳۱	۴/۲۴
Arginine	۸/۲۵	۶/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۴۶	۴/۳۹	۴/۳۱	۴/۲۴
Taurine	۵/۳۱	۴/۵۹	۲/۹۳	۲/۸۶	۲/۷۹	۲/۷۲	۲/۶۴	۲/۵۷
Alanine	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۳
Tyrosine	۱/۸۵	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
Tryptophan	۹/۳۶	۱۷/۳۶	۴/۹۶	۵/۷۶	۶/۵۶	۷/۳۶	۸/۱۶	۸/۹۶
Methionine	۱/۹۹	۰/۸۵	۱/۲۷	۱/۱۶	۱/۰۴	۰/۹۳	۰/۸۲	۰/۷۰
Valine	۳/۹۹	۳/۱۵	۲/۲۷	۲/۱۹	۲/۱	۲/۰	۱/۹۳	۱/۸۵
Phenylalanine	۲/۳۹	۱/۷	۱/۹۷	۱/۸	۱/۳۳	۱/۴۶	۱/۳	۱/۱۳
Isoleucine	۲/۴۱	۲/۱۵	۱/۹۸	۱/۸۵	۱/۷۳	۱/۶	۱/۴۸	۱/۳۵
Lucien	۴/۹۶	۳/۴۵	۲/۷۶	۲/۶۱	۲/۴۶	۲/۳۱	۲/۱۵	۲/۰۰
Lysine	۴/۴۸	۱/۸۵	۲/۵۲	۱/۲	۱/۹۹	۱/۷۳	۱/۴۷	۱/۲

۱) آرد ماهی (۵۰ درصد پروتئین)، پودر گوشت (۵۰ درصد پروتئین) و روغن ماهی تهیه شده از شرکت یگانه خزر-بندر کیشهر.

۲) پودر ضایعات مرغ (۶۷ درصد پروتئین) تهیه شده از شرکت قائم ساحل پودر-بندر انزلی.

۳) کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین) و گلوتن گندم (۶۵ درصد پروتئین) تهیه شده از شرکت خوشه زین - بجنورد.

۴) ویتامین پریمیکس (بر حسب IU یا میلی‌گرم در کیلوگرم): د-آل-آلفا توکوفرول استات ۶۰۰ یو.دی.آل - کوکلسرفول ۳۰۰۰ ای.یو. تیامین ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، ریبوفلاوین ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیروکسین ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، ویتامین B12 ۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، نیکوتینیک اسید ۱۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، اسید فولیک ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، اسیداسکوربیک ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، لینوستول ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیوتین ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، کلسیم پنتوتات ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، کولین کلراید ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تهیه شده از شرکت سیانس- قزوین.

۵) پریمیکس معدنی (بر حسب میلی‌گرم یا گرم در کیلوگرم): کربنات کلسیم ۴۰ درصد ۲/۸۵ گرم در کیلوگرم، اکسید منیزیم ۱/۲۴ گرم در کیلوگرم، سترات فریک ۰/۲ گرم در کیلوگرم، یدید پتاسیم ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم، سولفات روی ۰/۴ میلی‌گرم 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 کالیت ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم، سلنیت سدیم ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم، کلرید پتاسیم ۰/۹ گرم در کیلوگرم، کلرید سدیم ۰/۴ گرم در کیلوگرم، تهیه شده از شرکت سیانس- قزوین

۶) متیونین و لازین تجاری تهیه شده از شرکت سیانس.

۷) ال کارنتین (Company LONZA, Switzerland) خریداری شده از شرکت طب آزما، تهران

۸) FM: پودر ماهی.

۹) PBM: پودر ضایعات مرغ.

۱۰) PBM 0-100 (جیره‌های غذایی که در آن پودر ضایعات مرغ از ۰ تا ۱۰۰ درصد جایگزین پودر ماهی شده بود).

۱۱) مقادیر بر اساس گرم در کیلوگرم. ماده خشک، اندازگیری شده در موسسه بیوتکنولوژی کرج (ABRII)

۳-۲. تهیه بچه ماهی و پرورش

تعداد ۲۴۰ عدد بچه ماهی با متوسط وزن ۱۵ گرم به مدت ۱۰ روز در یک تانک فایبرگلاس ۲۰۰۰ لیتری نگهداری و با جیره شاهد حاوی ۴۵ درصد پروتئین و ۲۰ مگاژول انرژی تغذیه شدند. جهت آدآپتاسیون از غذای خمیری کنسانتره مخلوط با گاماروس قیمة شده استفاده گردید، سپس به تدریج پلت خشک جایگزین غذای خمیری شد. پس از آدآپتاسیون ماهیان به غذای مصنوعی،

به کل مخلوط به دست آمده روغن اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در همزن مخلوط گردید. به مخلوط حاصل، آب مقطر اضافه گردید و سپس وارد دستگاه پلت زن مدل (California Pellet Mill Co., Sanfrancisco, CA, USA) گردید. رشته‌های خارج شده به خشک کن منتقل و به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از خشک شدن جیره‌ها، بسته‌بندی و تا مرحله غذادهمی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون بروش کالریمتریک با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (UV/VIS-6505 Model, Jenway Company, Made in England) با طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. اسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و لایوزیم پلازما با استفاده از دستگاه Technicon Auto Analyzer, Technicon Made in USA با استفاده از کیت‌های پارس آزمون نوع ISC و R.A.1000 مورد سنجش قرار گرفت. 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 کج‌جدال 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 مواد 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 چربی 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) در استخراج کننده سوکسله (Made in USA) Gerhart soxthoterm SOX, Model, Germany) اندازه‌گیری و انرژی کل با استفاده از بمب کالری متر (Bak model, Made in USA) به دست آمد.

با انجام زیست‌سنجی‌های یک ماهه و با توجه به اطلاعات به دست آمده از طول و وزن ماهیان، شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای ماهیان بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید: (Ronyai et al., 1990; Xue et al., 2006; Hung et al., 1989)

$$K = (BWF/TL^3) \times 100 \quad (\%)$$

متوسط وزن نهایی (گرم) = BWF = طول کل (سانتی‌متر) × TL

$$BWI = 100 \times (BWF - BWi) / BWi \quad \% \text{ درصد افزایش وزن بدن}$$

متوسط وزن نهایی (سانتی‌متر) = BWF

متوسط وزن اولیه (گرم) = BWi

$$F.C.R = F / (Wt - W0) \quad \text{ضریب تبدیل غذا}$$

مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی = F

میانگین وزن زی‌توده اولیه (گرم) = W0

تعداد ۱۸۰ قطعه ماهی با متوسط وزن ۲۸ گرم انتخاب و بدون دارا بودن اختلاف معنی‌دار آماری در وزن، در ۱۸ وان فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری در قالب ۶ تیمار (هر تیمار دارای ۳ تکرار) توزیع و با جیره‌های مورد نظر به مدت ۸ هفته، سه بار در روز (ساعات ۱۳، ۸ و ۲۲) تا حد سیری تغذیه شدند. زیست‌سنجی در فواصل ۱۵ روزه انجام شد. اکسیژن و درجه حرارت سه بار در روز و pH روزانه اندازه‌گیری شد. دوره نوری محیط پرورش بر اساس دوره طبیعی شبانه روزی بود.

۲-۴. آنالیز بیوشیمیایی

نمونه‌های ۵۰ گرمی از پودر ضایعات مرغ، پودر ماهی و جیره‌های ساخته شده بلافاصله فریز و جهت تعیین نیم‌رخ آمینواسید به موسسه بیوتکنولوژی کرج (ABRII) فرستاده شد. پروفیل آمینواسید نمونه‌های ارسالی با استفاده از دستگاه HPLC (HPLC, Knauer well chrome Model, Made in Germany) بر اساس روش Koros و همکاران (۲۰۰۷) با کمی تغییرات استخراج و شناسایی شد. ستون اندازه‌گیری از نوع HALOC18 در ۵ سانتی‌متری، دکتور فلوتورسانس در طول موج^۱: ۳۳۰ نانومتر، طول موج^۲: ۴۵۰ نانومتر تنظیم و Flow Rate: 1.1ml/in و Run Time: 25 min بود.

در انتهای دوره تغذیه ۳۰ درصد جمعیت ماهیان هر تانک انتخاب و کبد آنها برداشت شد و شاخص هپاتوسوماتیک تعیین گردید. لاشه کل ماهیان^۳ هر تیمار در یک همزن مخلوط، هموژن و جهت تعیین میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت به آزمایشگاه ارسال گردید. از ۳۰ درصد جمعیت ماهیان بعد از گذشت ۲۴ ساعت از زمان قطع تغذیه، به وسیله سرنگ‌های ۲ سی‌سی از باله دمی خون‌گیری و نمونه‌های خون به تیوپ‌های اپندروف آغشته به ماده ضد انعقاد خون (هپارین) ریخته (Rawls et al., 2011) و به آزمایشگاه فیزیولوژی انستیتو منتقل شد و توسط سانتریفیوژ (Heraeus sepatch company, Made in Germany) با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید تا سرم خون جدا گردد. در ادامه، میزان کلسترول و تری‌گلیسرید، توتال پروتئین و گلوکز سرم خون با

¹ Excitation

² Emmission

³ whole body

فیل ماهیان تیمار شاهد نگردید ($P > 0.05$)، اما نسبت بازده پروتئین در ماهیان تغذیه شده از جیره فاقد پودر ماهی به‌طور معنی‌داری کمتر از ماهیان تیمار شاهد، ۲۰ و ۴۰ درصد جایگزینی (PBM_{40} و PBM_{20} ، PBM_0) بود ($P < 0.05$)، در صورتی که با تیمارهای ۶۰ و ۸۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). بیشترین ضریب چاقی در ماهیان تغذیه شده از تیمار PBM_{20} (۲۰ درصد جایگزینی) مشاهده شد که با تیمارهای ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌دار آماری داشت ($P < 0.05$).

اگرچه ضریب تبدیل غذا در ماهیان تغذیه شده از جیره فاقد پودر ماهی به‌طور معنی‌داری از ضریب تبدیل غذای ماهیان تیمار شاهد و تیمارهای ۲۰ و ۴۰ درصد جایگزینی بیشتر بود، اما در تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P < 0.05$). ضریب تبدیل غذا در تمام تیمارها مطلوب و حدود ۱/۲۱ تا ۱/۳۶ بود.

۳-۲. شاخص‌های خونی و آنزیم‌های کبدی

حذف پودر ماهی و جایگزینی آن با پودر ضایعات مرغ منجر به کاهش معنی‌دار کلسترول پلاسما در مقایسه با تیمار ۲۰ درصد جایگزینی (PBM_{20}) گردید (جدول ۳).

تری‌گلیسرید پلاسما با جانشین شدن ۸۰ درصد پودر ماهی به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و مقادیر تری‌گلیسرید در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی از سایر تیمارها به استثنای تیمار ۸۰ درصد جایگزینی پایین‌تر بود ($P < 0.05$). همچنین گلوکز ماهیان تغذیه شده از تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و میان پروتئین کل پلاسمای ماهیان تغذیه شده از تیمار ۸۰ درصد جایگزینی و ۴۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید ($P < 0.05$). البته آلبومین پلاسما از سطوح جایگزینی تاثیر نپذیرفت و در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). با افزایش سطوح جایگزینی پودر ضایعات مرغ جیره، تغییر معنی‌داری در میزان آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارات آمینوترانسفراز (AST) مشاهده نگردید. به‌علاوه، شاخص‌های فوق در تیمار ۱۰۰ درصد جایگزینی (حذف پودر ماهی و جایگزینی آن با پودر ضایعات مرغ) در مقایسه با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبود ($P > 0.05$).

میانگین وزن زی‌توده نهایی (گرم) $W_t =$

$$S.G.R = (\ln W_t - \ln W_0) / t \times 100$$

دوره زمانی (روز) $T =$

میانگین وزن زی‌توده نهایی (گرم) $W_t =$

میانگین وزن زی‌توده اولیه (گرم) $W_0 =$

$$PER = (Bwf - Bwi) / \text{protein intake}$$

متوسط وزن اولیه (گرم) $BWI =$

متوسط وزن نهایی $BWF =$

کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم): $(\text{Protein intake})(gr)$

به‌منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها در گروه‌ها و تکرارها جهت تشکیل تیمارها، از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. به‌منظور مقایسه آماری داده‌های حاصل از شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و شاخص‌های بیوشیمیایی بین گروه‌ها در تیمارها، آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (Oneway Anova) بکار گرفته شد و پس از انجام آزمون Test of Homogeneity of Variances، جهت مقایسه گروه‌ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 12 صورت گرفت.

۳. نتایج

۳-۱. شاخص‌های رشد

نتایج مربوط به شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذا در جدول ۲ ارائه شده است. در طول دوره پرورش تلفاتی مشاهده نشد. در پایان ۸ هفته پرورش شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ماهیان تیمار شاهد با ماهیان تغذیه شده از جیره‌هایی که در آن‌ها به‌ترتیب ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین پودر ماهی شده بود، تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). اما شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در ماهیان تغذیه شده با جیره PBM_{80} و PBM_{100} (به‌ترتیب ۸۰ و ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین شده با پودر ماهی) به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد و تیمارهای PBM_{20} ، PBM_{40} و PBM_{60} بود ($P < 0.05$). اگرچه جایگزین نمودن مقادیر ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد پودر ضایعات مرغ به‌جای پودر ماهی موجب کاهش نسبت بازده پروتئین فیل ماهی پرورشی در مقایسه با

آفتابی^۳ (Muzinic et al., 2006; Rawles et al., 2011) گزارش شده است.

روند رشد و ضریب تبدیل غذای به دست آمده در این آزمایش بر کیفیت مناسب پودر ضایعات مرغ الحاق شده به جیره غذایی (Hernandez et al., 2009) و توانایی فیل ماهی در استفاده از آن به عنوان جایگزین مناسب پروتئینی دلالت دارد. ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذای ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پودر ضایعات مرغ اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشت و به آن‌ها بسیار نزدیک بود. ضریب چاقی (۰/۴۷-۰/۴۴)، درصد افزایش وزن بدن (۱۱۳۳-۱۰۴۰ درصد)، ضریب رشد ویژه (۳/۷۴-۳/۶) درصد در روز، ضریب تبدیل غذا (۱/۲۶-۱/۲۱) و نسبت بازده پروتئین (۱/۷۲-۱/۷۹) به دست آمده قابل مقایسه با نتایج محسنی و همکاران (۱۳۸۴) در زمینه تعیین احتیاجات غذایی این گونه است که فیل ماهی انگشت قد را با جیره فرموله شده بر پایه پودر ماهی (۴۵ درصد پروتئین و ۲۱/۱ مگاژول انرژی در کیلوگرم) پرورش داده و ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و ضریب تبدیل غذایی معادل ۲/۸۳ درصد در روز، ۱/۲۹ و ۱/۵۵ را گزارش نمودند.

از سوی دیگر افزایش جایگزینی پودر ضایعات مرغ فراتر از سطوح ۶۰ درصد و حذف پودر ماهی از جیره موجب شد که روند رشد ماهی به طور معنی داری کاهش یابد. نتایج مشابهی از الحاق سطوح بالای ۵۰ درصد پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در گونه‌های گوشت‌خوار نظیر سیم دریایی سرتیز^۴ (Nengas et al., 1999) و کفشک دریای سیاه^۵ (Yigit et al., 2006) گزارش شده است که به عواملی نظیر قابلیت هضم و پروفیل آمینواسید جیره غذایی و عادات رفتاری ماهی بستگی دارد (Nengas et al., 1999; Muzinic et al., 2006; Thompson et al., 2007).

Bureau و همکاران (۱۹۹۹) و Cheng و Hardy (۲۰۰۲) گزارش کردند که قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام پودر ضایعات مرغ مخصوص حیوانات خانگی^۶ در قزل‌آلای رنگین‌کمان^۷ بین ۸۷ تا ۹۱ و ۸۷/۱ درصد است. Liu و همکاران (۲۰۰۸) قابلیت هضم ماده خشک پودر ضایعات مرغ، پودر ماهی

لایزیوزیم سرم خون ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد (پودر ماهی به عنوان منبع اصلی پروتئین جیره) با تیمارهایی که در آنها به ترتیب ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پودر ضایعات مرغ جانشین پودر ماهی شده بود، اختلاف معنی دار آماری نداشت ($P > 0/05$). در حالی که لایزیوزیم پلاسما ماهیان با افزایش جایگزینی به میزان ۸۰ درصد و حذف پودر ماهی از جیره در مقایسه با ماهیان تیمار شاهد، ۲۰ و ۴۰ درصد جایگزینی کاهش یافت ($P > 0/05$).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پودر ضایعات مرغ یک محصول فرآوری شده است که از ضایعات لاشه طیور در مرغداری‌ها به دست می‌آید. این محصول دارای پروتئین بالا و بسته به نوع فرآوری حاوی نیمی نسبتاً مناسب آمینواسید در تغذیه ماهیان پرورشی است (Gaylord and Rawles, 2005). تاکنون مطالعات گسترده‌ای در زمینه جایگزینی پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در جیره آبزیان صورت گرفته و نتایج تا حد زیادی امیدوار کننده است (Yigit et al., 2006). اگرچه پودر ضایعات مرغ دارای اجزای متفاوت تشکیل دهنده (نظیر استخوان، گوشت، خون و غیره) و ترکیبات غذایی مختلف بوده و روش‌های فرآوری و قابلیت هضم آن متفاوت است (Nengas et al., 1999; Webster et al., 2000)، ولی اگر در جیره پودر ضایعات مرغ با کیفیت به کار گرفته شود، بسیاری از گونه‌ها می‌توانند ۱۰۰ درصد جایگزینی را تحمل کنند (Steffens, 1994; Nengas et al., 1999; Kureshy et al., 2000; Webster et al., 2000).

در پایان ۸ هفته پرورش شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه فیل ماهیان تغذیه شده با جیره‌هایی که در آنها به ترتیب ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین پودر ماهی شده بود، اختلاف معنی داری با فیل ماهیان تیمار شاهد نداشت ($P > 0/05$). نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابق با نتایج Yang و همکاران (۲۰۰۴) است که پودر ضایعات مرغ می‌تواند جایگزین نیمی از پودر ماهی در جیره غذایی *Carassius auratus gibelio* گردد. نتایج مشابهی از الحاق سطوح ۵۰ درصد پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در بعضی از گونه‌های گوشت‌خوار نظیر سیم دریایی سرتیز^۱ (Nengas et al., 1999)، کفشک دریای سیاه^۲ (Yigit et al., 2006) سی باس

³ *Morone chrysops* × *M. saxatilis*

⁴ *Sparus aurata*

⁵ *Psetta maeotica*

⁶ pet food grade

⁷ *Onchorhynchus mykiss*

¹ *Sparus aurata*

² *Psetta maeotica*

موجود در پودر ضایعات مرغ و عضله ماهی سی باس طلاپی *Morone chrysops* × *M. saxatilis* دریافتند که پودر ضایعات مرغ در چند آمینواسید ضروری کمبود دارد که مهم‌ترین آنها متیونین و لایزین است که بر رشد تاثیرگذار بوده و اصطلاحاً آمینواسیدهای محدود کننده رشد نامیده می‌شوند. Nengas و همکاران (۱۹۹۹) خاطر نشان نمودند که اولین آمینواسید محدودکننده رشد در پودر ضایعات پرچرب طیور متیونین است. Shapawi و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کمبود متیونین و لایزین در جیره فاقد پودر ماهی و جانشین شده به جای پودر ماهی موجب کاهش رشد در گونه *Cromileptes altivelis* گردیده است.

در آزمایش حاضر به جیره‌هایی که در آن‌ها ۸۰ و ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین پودر ماهی شده بود، ۱ تا ۲ درصد لایزین و متیونین تجاری اضافه شد. البته اطلاعات کمی در خصوص حد بهینه نیازمندی فیل ماهی به آمینواسیدهای ضروری در دست است (محسنی و همکاران، ۱۳۹۱)؛ از این رو به دلیل عدم شناسایی و تعیین نیاز فیل ماهی به آمینواسیدهای ضروری، امکان متعادل ساختن دقیق نیمرخ آمینواسیدهای جیره‌های آزمایشی عملاً وجود نداشت و به نظر می‌رسد که عدم متعادل ساختن نیمرخ آمینواسید در جیره‌های غذایی منجر به کاهش رشد ماهی در سطوح بالای جایگزینی پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی گردیده است.

و پروتئین آن را در تاسماهی سیبری به ترتیب ۷۷/۹ و ۷۹/۹، ۹۰/۴ و ۹۴/۵ ذکر نمودند. متاسفانه در این آزمایش قابلیت هضم پودر ضایعات مرغ مصرفی در تغذیه فیل ماهی مورد سنجش قرار نگرفت که باید در مطالعات آتی به آن پرداخته شود.

در آزمایش حاضر جیره‌هایی که در آن به ترتیب ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین پودر ماهی شده بود، مزه پودر ماهی را از دست داده و مزه پودر ضایعات مرغ به خود گرفته بودند. نگارنده در بیومتری‌های اولیه و مشاهدات روزانه شاهد بود که غذای داده شده به این تیمارها با کندی و تعلل توسط ماهی مصرف می‌شود و ماهیان در گرفتن غذا در مقایسه با تیمارهای ۲۰ و ۴۰ درصد جایگزینی اشتیاق کمتری در گرفتن غذا داشتند. البته بعد از گذشت مدتی از دوره پرورش و عادت پذیری ماهیان به جیره های فوق، میزان غذاگیری افزایش و روند رشد بهبود یافت. علاوه بر آن ماهیان تغذیه شده از جیره حاوی ۶۰ درصد پودر ضایعات مرغ جایگزین شده به جای پودر ماهی شاخص‌های رشد قابل قبولی از خود نشان دادند، هر چند که این شاخص‌های رشد مطلوب در ماهیان تغذیه شده از تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی مشاهده نشد.

ارزش غذایی هر منبع پروتئین که مورد تغذیه جاندار قرار می‌گیرد به میزان، نسبت و قابلیت دسترسی آمینواسید آن وابسته بوده و به شدت بر رشد ماهی اثرگذار است (Dias et al., 2005). Rawles و Gaylord (۲۰۰۵) با مقایسه نیمرخ آمینواسیدهای

جدول ۲: شاخص‌های رشد و ضریب تبدیل غذای فیل ماهی تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات مرغ در یک دوره ۸ هفته‌ای

شاخص‌ها	جیره ۱ (۰ درصد)	جیره ۲ (۲۰ درصد)	جیره ۳ (۴۰ درصد)	جیره ۴ (۶۰ درصد)	جیره ۵ (۸۰ درصد)	جیره ۶ (۱۰۰ درصد)
وزن اولیه (گرم)	2842±0.17 ^a	2819±0.121 ^a	2818±0.21 ^a	2844±0.16 ^a	2819±0.29 ^a	2828±0.145 ^a
وزن نهایی (گرم)	3505±21.86 ^a	3367±24.47 ^a	3355±12.09 ^a	3247±15.83 ^a	2871±45.89 ^b	2667±58.28 ^b
طول اولیه (سانتی متر)	20.8±0.132 ^a	19.97±0.058 ^a	19.97±0.13 ^a	19.8±0.18 ^a	19.84±0.16 ^a	19.9±0.17 ^a
طول نهایی (سانتی متر)	42.32±1.8 ^a	41.83±0.48 ^a	41.78±0.5 ^a	41.85±0.45 ^a	40.46±0.7 ^a	39.42±0.73 ^a
ضریب جایی	0.46±0.019 ^{ab}	0.47±0.017 ^a	0.45±0.01 ^{ab}	0.44±0.015 ^b	0.43±0.017 ^b	0.42±0.01 ^b
درصد افزایش وزن	1133±74.84 ^a	1130.26±9.0 ^a	1088.3±34.03 ^a	1040.4±48.87 ^a	924.5±19.87 ^b	842.34±4.76 ^b
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	2.74±0.09 ^a	2.74±0.09 ^a	2.69±0.043 ^a	2.6±0.063 ^a	2.47±0.028 ^b	2.34±0.07 ^b
ضریب تبدیل غذا	1.21±0.01 ^b	1.24±0.095 ^b	1.21±0.05 ^b	1.26±0.05 ^{ab}	1.29±0.024 ^{ab}	1.36±0.06 ^a
نسبت بازده پروتئین	1.79±0.19 ^a	1.75±0.13 ^a	1.78±0.07 ^a	1.72±0.07 ^{ab}	1.67±0.021 ^{ab}	1.59±0.07 ^b

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

جدول ۳: شاخص‌های خونی و آنزیم‌های کبدی فیل ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف پودر ضایعات مرغ در یک دوره ۸ هفته‌ای

شاخص‌ها	جیره ۱ (۰ درصد)	جیره ۲ (۲۰ درصد)	جیره ۳ (۴۰ درصد)	جیره ۴ (۶۰ درصد)	جیره ۵ (۸۰ درصد)	جیره ۶ (۱۰۰ درصد)
کلسترول (میلی گرم / دسی لیتر)	80.9±22.5 ^{ab}	91.9±35.7 ^a	87.7±16.9 ^{ab}	85.57±14.57 ^{ab}	62.45±14.2 ^{ab}	48.22±8.7 ^b
تری گلیسرید (میلی گرم / دسی لیتر)	50.239±25.73 ^a	40.784±16.43 ^{ab}	41.707±8.14 ^{ab}	40.413±5.11 ^{ab}	32.156±7.18 ^{bc}	22.962±6.28 ^c
آلبومین (میلی گرم / دسی لیتر)	2.7±1.7 ^a	1.8±0.12 ^a	1.5±0.23 ^a	0.92±0.88 ^a	0.83±0.7 ^a	0.83±0.63 ^a
گلوکز (گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)	92.5±15.81 ^a	87.76±29.94 ^a	72.62±19.07 ^{abc}	85.92±12.21 ^{ab}	61.77±9.44 ^{bc}	57.02±14.9 ^c
توتال پروتئین (میلی گرم / دسی لیتر)	4.96±0.67 ^{ab}	5.77±1.08 ^{ab}	5.5±0.26 ^a	5.17±0.2 ^{ab}	4.78±0.79 ^b	4.72±0.11 ^b
آسپارات آمینو ترانسفراز (AST) (IU/L)	176.66±9.07 ^a	166.66±18.23 ^a	162.66±10.5 ^a	179.66±44.6 ^a	194.66±43.66 ^a	177.59±59.8 ^a
آلانین آمینو ترانسفراز (AST) (IU/L)	1.66±0.054 ^a	1.66±0.054 ^a	1.66±0.052 ^a	2.0±0.073 ^a	1.66±0.054 ^a	1.66±0.068 ^a
لایپوپروتئین (U/ ML/MIN)	49.0±1.3 ^a	47.0±1.2 ^a	62.3±1.5 ^a	34.3±21.0 ^{ab}	6.6±2.51 ^b	21.66±21.0 ^b

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

از سوی دیگر اگر به یک گزینه‌ی پروتئینی مناسب به‌جای پودر ماهی و تعیین پتانسیل آن در آبی پروری پرداخته شود باید به تاثیر آن پروتئین جایگزین بر کارکرد سامانه ایمنی و پایداری ماهی تغذیه شده در مقابل بیماری‌ها توجه شود، زیرا کارخانجات تولید کننده غذا و پرورش دهندگان همواره در مورد الحاق منابع پروتئین جانشین به‌دلیل تاثیر منفی آنها بر شاخص‌های ایمنی آبی مورد نظر در شک و تردید هستند، اگرچه ثابت شود که ماهی تغذیه شده از این منابع روند رشد خوبی داشته است (Brandsen et al., 2001).

در آزمایش حاضر تری‌گلیسرید و کلسترول پلاسما با افزایش جایگزینی تا حد ۶۰ درصد اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت ($P > 0.05$). تری‌گلیسرید سرم به‌عنوان یک نشانگر کوتاه‌مدت در مورد وضعیت تغذیه به‌کار می‌رود (Bucolo and David, 1973). در جایگزین نمودن پروتئین‌های آلترناتیو گیاهی و جانوری، افزایش چربی کل همراه با افزایش تری‌گلیسرید پلاسما در ماهیان نشان‌دهنده متابولیسم بالای چربی و جواب مثبت به پروتئین آلترناتیو است، هر چند متابولیسم کلسترول در پستانداران و ماهی با هم متفاوت است، اما گزارش شده که جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به‌دلیل افزایش ترشح نمک‌های صفراوی مانع از جذب کلسترول و یا منجر به جذب و بازگیری در دیواره روده می‌شود و بدین ترتیب کاهش کلسترول یا هایپوکلسترومی رخ می‌دهد (Kaushik et al., 2004).

در آزمایش حاضر غلظت گلوکز خون از تیمارهای غذایی تاثیر گرفت ($P < 0.05$). گزارشاتی در دست است که نشان می‌دهد غلظت گلوکز پلاسمای ماهیانی که با تیمارهای گیاهی تغذیه شده بودند به‌مراتب بیشتر از تیمار شاهد بود، چون مقدار کربوهیدرات جیره‌های غذایی تنظیم شده بر اساس پروتئین‌های گیاهی بیشتر است. از سوی دیگر به‌دلیل این که کربوهیدرات به قندهای کوچکتر شکسته می‌شود، سطوح گلوکز در خون بالا خواهد رفت. نتایج مشابهی از ماهیان تغذیه شده از جیره‌های حاوی پودر سویا و گلوتن ذرت گزارش شده است (Kikuchi, 1999)، البته در مطالعه حاضر سطوح گلوکز و تری‌گلیسرید خون ماهیان با افزایش پودر ضایعات مرغ در جیره کاهش یافت که دلیل آن مشخص نیست و نیاز به مطالعات و تحقیقات بیشتر دارد.

غلظت پروتئین کل در خون به‌عنوان شاخصی جهت بررسی سلامت وضعیت تغذیه‌ای ماهی به‌کار گرفته می‌شود (Martinez, 1976)، همچنین کاهش معنی‌دار پروتئین کل خون در جایگزینی پروتئین‌های گیاهی دلالت بر عدم کارایی تغذیه و اختلال در کاهش پروتئین در کبد دارد (Kumar et al., 2010). در آزمایش حاضر جایگزینی کامل پودر ضایعات مرغ به‌جای پودر ماهی تاثیر معنی‌داری بر آلبومین و پروتئین کل سرم خون ماهیان نداشت که نشان‌دهنده تطابق‌پذیری مناسب فیل‌ماهی به پروتئین آلترناتیو است. از سوی دیگر جایگزینی سطوح پودر ضایعات مرغ به‌جای پودر ماهی موجب افزایش و یا کاهش معنی‌دار آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) نگردید. ALT و AST یکی از دو هزار آنزیمی هستند که در کبد وجود دارند. وظیفه آنها کاتابولیسم آمینواسید در کبد و انتقال گروه‌های آمینواسید از آلفا آمینواسیدها به آلفا کتواسیدها است (Soltan, 2009). افزایش آنزیم‌های ALT و AST در خون حاصل از اندام‌های آسیب دیده در کبد است (Racicotic et al., 1975) میزان AST با انسداد مجرای صفراوی و بیماری زوال دهنده کبد (intrahepatic infiltrative disease) بالا می‌رود (Goel et al., 1984) و ALT هنگامی که سلول‌های کبد تخریب می‌شود به خون منتقل می‌گردد. همچنین میزان آنزیم ALT به‌طور قابل توجهی در کبد آسیب دیده که به‌حالت بحرانی رسیده است، افزایش می‌یابد (Racicotic et al., 1975).

فعالیت لیزوزیم و کمپلومینت دلالت بر سلامت عمومی و سامانه همورال در ماهی دارد (Tort et al., 1996) و منابع پروتئین و چربی موجود در جیره غذایی بر سامانه همورال ماهی تاثیرگذار است. Subhadra و همکاران (۲۰۰۶) در دو آزمایش دریافتند که با جایگزینی پودر ضایعات مرغ به‌جای پودر ماهی در سطوح بالا در جیره باس دهان درشت^۱ فعالیت کامپلومنت و لیزوزیم کاهش می‌یابد که چنین پدیده‌ای (کاهش لیزوزیم) در ماهیان تغذیه شده با تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰ درصد جایگزینی مشاهده شد.

سرانجام با توجه به شاخص‌های رشد، ضریب تبدیل غذا، شاخص‌های خونی و سامانه ایمنی می‌توان نتیجه گرفت که امکان جایگزین نمودن ۶۰ درصد از پودر ماهی توسط پودر ضایعات مرغ در جیره غذایی فیل‌ماهی انگشت بدون اختلال در روند رشد و شاخص‌های فیزیولوژیک وجود داشته و مطالعات آینده باید بر فرموله کردن جیره‌ای با حداقل پودر ماهی و جایگزین شده با پودر ضایعات مرغ بر اساس متعادل کردن نیمرخ آمینواسیدهای

¹ *Micropterus salmoides*

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.

Bucolo, G.; David, H., 1973. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clinical Chemistry*, 19: 476-482.

Bureau, D.P.; Harris, A .M.; Cho, C.Y., 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout. *Aquaculture*, 180: 345- 358.

Cheng, Z.J.; Hardy, W.R., 2002. Apparent digestibility coefficients of nutrients and nutritional value of poultry byproduct meals for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) measured in vivo using settlement. *Journal of World Aquaculture Society*, 33: 458-465.

Chamberlain, G.W., 2000. Aquaculture projections for use of fishmeal and oil. Oral presentation at the Annual Meeting of FOMA, Lima, Pery (30 October-3 November, 2000).

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.

Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biochemical Chemistry*, 226:497-509.

Fowler, L.G., 1991. Poultry by-product meal as a dietary protein source in fall Chinook salmon diets. *Aquaculture*, 99: 309-321.

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.

Gatlin, D.M., 2002. Nutrition and fish health. In: Halver, J. (Ed). *Fish nutrition*. (Third ed) Elsevier Science, pp

ضروری و یا ترکیبی از پروتئین‌های حیوانی در دوره‌های طولانی مدت صورت پذیرد که موجب کاهش هزینه غذا و کاهش وابستگی به پودر ماهی جهت تامین پروتئین مورد نیاز ماهیان خاویاری خواهد شد.

۵. سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از "پروژه بررسی امکان جایگزینی پودر ضایعات مرغ به جای پودر ماهی در جیره غذایی فیل ماهی" است که با حمایت موسسه تحقیقات شیلات ایران به مرحله اجرا در آمده است. نگارندگان کمال تشکر را از حمایت‌های موسسه مزبور و آقای دکتر محمد پورکاظمی ریاست وقت انستیتو تحقیقات ماهیان خاویاری دکتر دامان دارند، همچنین مراتب سپاس‌گزاری خود را از آقایان علی هوشیار، آرش شهبازی و احمد باقری که پرورش و تغذیه ماهیان را برعهده داشتند، ابراز می‌دارند.

منابع

محسنی، م؛ بهمنی، م؛ پورعلی، ح؛ ارشد، آ؛ علیزاده، م؛ جمالزاد، ف؛ صوفیانی، ن؛ حقیقیان، م؛ زاهدی فر، م، ۱۳۸۴. تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۲۴۵ صفحه.

محسنی، م؛ سپهداری، آ؛ پورعلی، ح؛ سیدحسینی، م.ح؛ ارشد، ع؛ علیزاده، م؛ کاظمی، ر؛ حلاجیان، ع؛ زارع گشتی، ق؛ پورکاظمی، م؛ بهمنی، م؛ سجادی، م، ۱۳۹۱. مطالعه پرورش گوشتی فیل ماهی (*Huso huso*) با استفاده از جیره‌های مختلف غذایی. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۱۱۴ صفحه.

Abel-Warith, A.; Russell, P.M.; Davis, S.J., 2001. Inclusion of a commercial poultry by- product meal as a protein replacement of fish meal in practical diets for African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). *Aquaculture Research*, 32: 296-305.

AOAC., 1995. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. AOAC, Arlington.

Brandsen, M.P.; Carter, C.G.; Nowak, B.F., 2001. Effects

- specieses of feed cultured fish and its important its implications to food security and poverty alleviation, Kochi (India, 16-18 November, 2007).
- Kaushik, S.J.; Coves, D.; Dutto, G.; Blanc, D., 2004. Almost total replacement of fishmeal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, 230: 391-404.
- Kikuchi, K., 1999. Partial replacement of fishmeal with corn gluten meal in diets for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Journal of World Aquacult.* 30(3): 357-36A.
- Kumar, V.P.S.; Makkar, H.P.S.; Amselgruber, W.; Klaus Becker, K., 2010. Physiological, haematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 2063-2072.
- 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 Amin Journal Aquaculture*, 62: 26 6– 272.
- Liu, H.; Wu, X.; Zhao, W.; Xue, M.; Guo, L.; Zheng, Y.; Yu, Y., 2008. Nutrients apparent digestibility coefficients of selected protein sources for juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii Brandt*), compared by two chromic oxide analyses methods. *Aquaculture Nutrition*, 15: 650–656.
- Meeker, D.L., 2009. North American Rendering - processing high quality protein and fats for feed, *Journal of Revista Brasileira de Zootecniavol.* 38, On-line version <http://dxdoi.org/10.1590/S15163598200901300043>.
- Martinez, F., 1976. Aspectos biopatologicos de truchas arcoitis (*Sulmo gairneri Richurdson*) alimentadas con 671-702 pp.
- 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.
- Gill, T. A., 2000. Waste from processing aquatic animals and animal by-products: implications on aquatic animal pathogen transfer. *FAO Fisheries Circular*, vol. 956. FAO, Rome. FIIU /C956, 26 pp.
- Giencross, B.D.; Booth, M.; Allan, G.L., 2007. A feed is only as good as its ingredients - a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*, 13:(1) 17-34.
- Goel, K.A.; Kalpana, S.; Agarwal, V.P., 1984. Alachlor toxicity to a freshwater fish (*Clarias batrachus*). *Current Science*, 53: 1051–1052.
- Hanczko, R.; Jambor , A.; Quin, Y.; Perl, A.; Molnar-Perl, I., 2007. Analysis of amino acids and biogenic amines in biological tissue as thier o-phthalaldehyde/ethanethiol/flourenylmethyl chloroformate derivatives by high performance liquid chromatography: Adeproteinization study *Journal of Chromatography A*, 1149: 46-55.
- Hernandez, C.; Olvera-Novoa, M.A.; Hardy, R.W.; Hermosillo, A.; Reyes, C.; Gonzalez, B., 2009. Completed 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.
- Hung, S.S.O.; Aikins, K.F.; Lutes, P.B.; Xu, R., 1989. Ability of Juvenile white sturgeon *Acipenser transmontanus* to utilize different Carbohydrate source, *Journal Nutrition*, 119: 272-733.
- Jackson, A.J., in press. Global production of fishmeal and fish oil. Review presented at the FAO Export Workshop on the use of wild fish and/or other aquatic

- the performance and immune status of pond – grown sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *Aquaculture nutrition*, 17: 708-721.
- 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.
- Ronyai, A.; Peteri, A.; Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. *Aquaculture, Hungrica (Szarwas)*, 6: 13-18.
- 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.
- 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.
- 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.
- Steffens, W., 1994. Replacement of fish meal with poultry byproduct meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 124: 27–34.
- Subhadra, B.; Lochmann, R.; Rawles, S.; Chen, R., 2006a. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, 255: 210–222.
- 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 diet as hipergrasas. Ph.D. Thesis. University of Madrid
- Muzinic, L.A.; Thompson, L.S.; Metts, S.; Dasgupta S.J.; Webster, C.D., 2006. Use of turkey meal as partial and total replacement of fish meal in practical diets for sunshine bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) grown in tanks, *Aquaculture*, 12: 71-81.
- Naylor, R.L.; Goldberg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsky, N.; Beveridge, M.C.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H.; Troeli, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *A'atore*, 405: (6790) 1017-1024.
- Nengas, L., Alexis, M., Davies, S.J., 1999. High inclusion levels of poultry meals and related by-product in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 179: 13 –23.
- 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.
- Owen, M.A.F., 2011. The effect of dietary inclusion of category 3 animal by-product meals on rainbow trout (*O. mykiss Walbaum*) mineralised tissues and immune function. Thesis of Doctor of Philosophy. University of Plymouth, 173 pp.
- 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.
- Pinto, P; Furci, G., 2006. *Salmon Piranha Style: feed conversion efficiency in the Chilean salmon farming industry*. Terram Publication, App 34, English Language Version. 21 p.
- 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

- poultry by-product meal, and canola meal in practical diets without fish meal for sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *Aquaculture*, 188: 299–309.
- Xue, M.; Wu, X.; Ren, Z.; Gao, P.; Yu, N.; Pearl, G., 2006. Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*), *Aquaculture*, 206: 206-214.
- Yang, Y.; Xie, S.; Lei, W.; Zhu, X.; Yang, Y., 2004. Effect of replacement of fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal in diets on the growth and immune response of (*Macrobrachium nipponense*). *Fish and Shellfish Immune*, 17: 105–114.
- Yigit, M.; Erdem, M.; Koshio, S.; Ergun, S.; Turker, A.; Karaali, B., 2006. Substituting fish meal with poultry by-product meal in diets for Black Sea turbot *Psetta maeotica*. *Aquaculture Nutrition*, 12: 340–347.
- Zhu, H.; Gong, G.; Wang, J.; Wu, X.; Xue, M.; Niu, C.; Guo, L.; Yu, Y., 2008. Replacement of fish meal with blend of rendered animal protein in diets for Seberian sturgeon (*Acipenser baerii*), results in performance equal to fish meal fed fish, *Aquaculture Nutrition*, 17: 389–395.
- lipids. *Aquaculture*, 260: 221–231.
- 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.
- 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.
- Thompson, K.R.; Metts, L.S.; Muzinic, L.A.; Dascupta, S.; Webster, C.D.; Brady, Y.J., 2007 Use of turkey meal as a replacement for menhaden fish meal in practical diets for sunshine bass grown in cages, *Nutrition Amin Journal Aquaculture*, 69: 351–359.
- 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.inmunologia.org/Upload/Articles/602.pdf>] (Accessed: 11.09.08).
- Watson, H., 2006. Poultry meal vs poultry by-product meal. *Dogs in Canada Magazine*
- Webster, C.D.; Thompson, K.R.; Morgan, A .M.; Grisby, E.J.; Gannam, A.L., 2000. Use of hempseed meal,