

## تاثیر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا در جیره غذایی ماهی پاکوی قرمز (*Piaractus brachypomus*) بر روی عملکرد رشد و مورفولوژی روده

مجید ساعدی<sup>۱\*</sup>، میرمسعود سجادی<sup>۲</sup>، همایون حسین زاده صفافی<sup>۳</sup>، حسین عمادی<sup>۴</sup>

۱. جهاد کشاورزی شهرستان تنکابن
۲. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان
۳. موسسه تحقیقات شیلات ایران
۴. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

### چکیده

جهت ارزیابی تاثیر جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا در جیره غذایی ماهی پاکوی قرمز بر روی عملکرد رشد و مورفولوژی روده یک آزمایش تغذیه ای به مدت ۸ هفته انجام شد. ۵ جیره غذایی ایزونیترژنیک و ایزوکالریک ( $32/04 \pm 0/46$  درصد پروتئین و  $17/26 \pm 0/31$  KJ/g انرژی ناخالص) فرموله شدند. تیمار شاهد حاوی ۵۰ درصد آرد ماهی بود، درحالیکه ۴ جیره غذایی دیگر حاوی ۱۶/۵، ۳۳، ۴۹/۵ و ۶۶ درصد آرد سویا یا جایگزینی ۲۵ (SMP۲۵)، ۵۰ (SMP۵۰)، ۷۵ (SMP۷۵) و ۱۰۰ درصد (SMP۱۰۰) پروتئین آرد ماهی بودند. ۱۹۵ قطعه بچه ماهی انگشت قد با میانگین وزنی  $0/07 \pm 1/8$  گرم در ۵ تیمار (هر تیمار حاوی ۳ تکرار) به طور تصادفی تقسیم شدند. پس از ۸ هفته غذادهی، وزن بدست آمده و ضریب رشد ویژه در تیمارهای SMP۲۵ و SMP۵۰ به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود ( $P < 0/05$ ). ماهیان تیمار SMP۵۰ به طور معنی داری مقدار مصرف غذای بیشتری از سایر تیمارها داشتند ( $P < 0/05$ ). تیمار SMP۱۰۰ بیشترین (ضعیفترین) مقدار ضریب تبدیل غذایی را نسبت به سایر تیمارها داشت ( $P < 0/05$ )، ولی اختلاف معنی داری در ۴ تیمار دیگر مشاهده نشد. التهاب و آتروفی در روده ماهیان تیمارهای مختلف مشاهده نشد، اما طول پرز روده تیمارهای SMP۲۵ و SMP۵۰ به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بودند ( $P < 0/05$ ). نتایج آزمایش موجود نشان داد که می توان پروتئین آرد سویا را تا ۵۰ درصد جایگزین پروتئین آرد ماهی در جیره غذایی پاکوی قرمز نمود و این می تواند اجازه تولید یک جیره اقتصادی بدون عملکرد منفی در رشد را فراهم کند.

واژگان کلیدی: پاکوی قرمز (*Piaractus brachypomus*)، جایگزینی آرد ماهی، آرد سویا، عملکرد رشد

\* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: saedi.majid@yahoo.com

## ۱. مقدمه

شدن چین های موکوسی، از دست دادن یکپارچگی موکوسی، پهن شدن بافت پیوندی مرکزی و فساد پذیری شده است (Van den Ingh *et al.*, 1991; Escaffre *et al.*, 2007). ماهی پاکوی قرمز (*Piaractus brachyomus* Cuvier 1818) از خانواده کاراسین ها (Characidae) و بومی مناطق آمریکای جنوبی و آمازون می باشد. این ماهی همه چیزخوار و از منابع گیاهی، بی مهرگان و دتریتوس ها تغذیه می کند (Fishbase). پاکوی قرمز شرایط فوق العاده ای را برای آبی پروری به علت رشد بالا، قابلیت پرورش متراکم، تحمل بالا به شرایط فیزیکی و شیمیایی آب و سازگاری مناسب به غذای دستی دارد (Lochmann *et al.*, 2010; Nascimento *et al.*, 2009; *al.*), به طوری که این ماهی در بیشتر کشورهای آمریکای جنوبی و به تازگی در برخی کشورهای آسیایی از قبیل چین، هند و سنگاپور پرورش داده می شود. تولید این ماهی در کشور چین در طول ۹ سال به ۱۲۷۲۶۸ تن در سال ۲۰۱۰ رسیده است (FAO, 2010). به نظر می رسد این ماهی با توجه به داشتن شرایط مناسب آبی پروری، می تواند در سیستم پرورش ماهیان گرمابی در ایران مورد استفاده قرار گیرد. هدف از این مطالعه تعیین بهترین درصد جایگزینی پروتئین آرد ماهی با پروتئین آرد سویا در جیره غذایی ماهی پاکوی قرمز با توجه به اثر این جایگزینی بر روی عملکرد رشد و مورفولوژی روده بود.

## ۲. مواد و روش ها

## ۲-۱. ماهی و محیط آزمایشگاهی

این پروژه به مدت ۸ هفته در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی خزر ماهی آراد واقع در شهرستان تنکابن در استان مازندران انجام شد. به این منظور ۱۵ آکواریوم با ابعاد ۴۰×۳۰×۶۰ سانتی متر با حجم آبیگری ۵۰ لیتر در نظر گرفته شد. ۱۹۵ بچه ماهی پاکوی قرمز با میانگین وزنی  $0.07 \pm 1/8$  گرم به طور تصادفی در داخل ۱۵ مخزن با تراکم ۱۳ قطعه در هر آکواریوم ذخیره سازی شدند. فاکتورهای فیزیکی و

غذا ۴۰ تا ۵۰ درصد هزینه تولید را در آبی پروری به خود اختصاص می دهد و در میان مواد مغذی پروتئین گرانترین بخش موجود در جیره های غذایی آبیان می باشد (Craig and Helfirch, 2002; Nasim Khan *et al.*, 2003). آرد ماهی مهمترین ترکیب غذایی موجود در جیره های غذایی آبیان با توجه به داشتن پروتئین بالا، بالانس مناسب اسید های آمینه، طعم و خوشمزگی، قابلیت هضم بالا، مواد معدنی و ویتامین مناسب می باشد (Zhou *et al.*, 2005). با توجه به کاهش تولید جهانی، افزایش تقاضا و محدودیت منابع آرد ماهی در برخی از کشورها (Francis *et al.*, 2001) و همچنین افزایش قیمت آرد ماهی (El-Sayed, 1999) نیاز به جایگزینی کامل یا بخشی از این ترکیب غذایی با پروتئین های دیگر در جیره های غذایی ماهیان می باشد. پروتئین های گیاهی بعلا قابلیت دسترسی بالا و ارزان بودن، گزینه مناسبی برای جایگزین با آرد ماهی در جیره های غذایی می باشند (Ostaszewska *et al.*, 2005). آرد سویا بهترین پروتئین گیاهی بر حسب مقدار پروتئین و بالانس اسید آمینه در بین پروتئین های گیاهی می باشد (Gatlin *et al.*, 2007). مطالعات زیادی در خصوص استفاده از آرد سویا در جیره های غذایی ماهیان پرورشی در جایگزینی با آرد ماهی انجام شده است (Murai *et al.*, 1986; Webster *et al.*, 1995; Refstie *et al.*, 1997; Lim *et al.*, 2004; Goda *et al.*, 2007; Venou *et al.*, 2007; Hernandez *et al.*, 2007). مقدار قابل تحمل آرد سویا در جیره غذایی ماهیان به اندازه و گونه ماهی، سیستم پرورشی، فرآوری آرد سویا و سطوح پروتئین جیره و بسیاری از عوامل دیگر بستگی دارد (El-Sayed, 1999). گزارشاتی از تاثیر مواد ضد تغذیه ای موجود در آرد سویا بر روی کاهش بهره وری مواد مغذی موجود در آرد سویا و همچنین تغییرات و ایجاد آسیب هایی بر روی سلول های انتروسیست روده ای از قبیل تاثیر بر روی عملکرد و مورفولوژی اپیتلیوم انتهای روده، کوتاه

کل غذای مصرفی ماهیان در تیمارهای غذایی در طول دوره پرورش (گرم) = مقدار غذای مصرف شده (وزن ماهیان مرده + وزن اولیه - وزن نهایی ماهیان) / کل غذای مصرفی = ضریب تبدیل غذایی (روز) / زمان / (لگاریتم طبیعی وزن اولیه - لگاریتم طبیعی وزن نهایی)  $\times 100$  = ضریب رشد ویژه وزن بدست آمده / پروتئین مصرفی = ضریب بازده پروتئین

#### ۲-۴. بررسی مورفولوژی بافت روده

جهت بررسی مورفولوژی بافت روده ای در پایان آزمایش از هر تانک ۳ قطعه ماهی به طور تصادفی گرفته و برای بررسی بافت روده ماهیان به آزمایشگاه فیزیولوژی موسسه تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان (سنگر، رشت) انتقال داده شدند. در این بررسی پس از تکه برداری از بافت انتهایی روده، نمونه ها در ابعاد ۱ تا ۲ سانتی متری در محلول فرمالین ۱۰ درصد فیکس شدند. پس از برش های میکرونی از بافت مورد نظر و رنگ آمیزی از طریق روش همتوکسیلین - ائوزین، تغییرات مورفولوژیک روده شامل طول پرز روده، آتروفی و تجمع سلول های جامی از طریق میکروسکوپ نوری مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت (تصویر ۱-۲).

#### ۲-۵. محاسبات و آنالیز آماری

از برنامه آماری SPSS (v. 17.0) برای تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده در خصوص فاکتورهای مورد بررسی استفاده شد، به طوری که از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) جهت تعیین اختلاف معنی دار در فاکتورهای مورد بررسی و همچنین برای تعیین سطوح عملکرد نتایج بدست آمده در تیمارها از آزمون چند دامنه Duncan با سطح معنی دار ۹۵ درصد استفاده شد و نتایج بصورت میانگین و انحراف از معیار (Mean  $\pm$  S.D) نشان داده شدند.

#### ۳. نتایج

در این مطالعه، ماهیان تیمارهای مختلف عکس العمل منفی نسبت به مصرف غذا نشان ندادند و

شیمیایی در این آزمایش تحت کنترل بودند، به طوری که درجه حرارت در تیمارهای مختلف در طول آزمایش به طور میانگین  $25.36 \pm 0.19$  °C، pH  $7.2 \pm 0.5$  و مقدار اکسیژن محلول تقریباً در حد اشباع بود.

#### ۲-۲. غذا و غذادهی

در این آزمایش ۵ جیره غذایی با پروتئین  $46 \pm 0$  درصد و انرژی  $17.26 \pm 0.31$  KJ/g (ایزونیترژنیک و ایزوکالریک) فرموله شدند. جیره غذایی شاهد حاوی ۵۰ درصد آرد ماهی بود، در حالی که ۴ جیره غذایی دیگر حاوی ۱۶/۵، ۳۳، ۴۹/۵ و ۶۶ درصد آرد سویا یا جایگزینی ۲۵ (SMP۲۵)، ۵۰ (SMP۵۰)، ۷۵ (SMP۷۵) و ۱۰۰ درصد (SMP۱۰۰) پروتئین آرد ماهی بودند. پایه انرژی ترکیبات غذایی بر اساس انرژی خام با مقادیر ۱۶/۷، ۱۶/۷ و ۳۷/۷ کیلو ژول در گرم برای پروتئین، کربوهیدرات و چربی تعیین شد (Garling and Wilson, 1976). درصد و مقدار خوراک های غذایی و مواد مغذی تیمارهای مختلف در جدول ۱-۲ نشان داده شده است. جیره های غذایی با استفاده از دستگاه پلت ساز (Feed Processing Machinery Model Khze 2508) با سایز ۲ میلی متر تهیه شدند. غذادهی به ماهیان دو وعده در روز بر اساس سیری در ساعات ۹/۰۰ و ۱۷/۰۰ انجام گرفت. میزان غذای مصرفی در هر نوبت غذادهی یادداشت می گردید.

#### ۲-۳. بررسی عملکرد رشد ماهیان

در طول ۸ هفته آزمایش، به منظور سنجش میزان رشد، ماهیان تیمارهای مختلف دوهفته یک بار وزن می شدند و در زمان (روز) بیومتری غذادهی به ماهیان انجام نمی گرفت. پس از اتمام آزمایش جهت بررسی عملکرد رشد در تیمارهای مختلف، فاکتورهای رشد از طریق فرمول های زیر محاسبه شدند (Biswas et al., 2007; Wang et al., 2006).

(تعداد اولیه ماهیان / کل وزن اولیه - تعداد در پایان آزمایش / کل وزن نهایی ماهیان) = وزن بدست آمده (گرم)

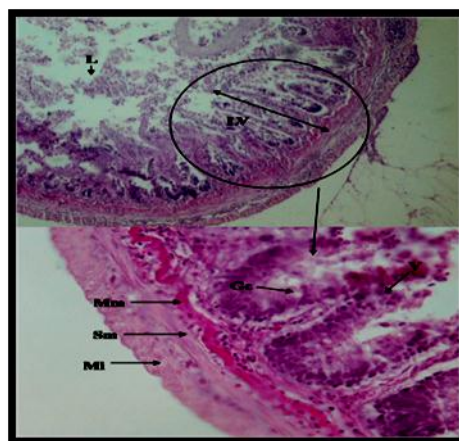
#### ۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، جایگزینی ۵۰ درصد پروتئین آرد ماهی با پروتئین آرد سویا بهترین عملکرد رشد را در بین تیمارهای غذایی نشان داد. تیمار SMP۵۰ مقدار غذای مصرفی بیشتری در بین تیمارها در طول دوره آزمایش داشت. ماهی شانک پوزه تیز (*Diplodus puntazzo*) با اضافه شدن آرد سویا تا ۴۰ درصد منجر به بروز پاسخ های مشابه شد که در این تیمار ماهیان مقدار غذای مصرفی بیشتری از سایر تیمارهای غذایی و تیمار شاهد (آرد ماهی) داشتند (Hernandez et al., 2007). Refstie و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که ماهیان کاد اقیانوس اطلس (*Gadus morhua*) با جایگزین شدن آرد ماهی با آرد سویا در جیره غذایی، مقدار غذای بیشتری را نسبت به تیمار شاهد (آرد ماهی) مصرف نمودند. Cuneat drum با جایگزینی آرد ماهی با آرد سویا اختلاف معنی داری را در مقدار غذای مصرفی با تیمار شاهد (آرد ماهی) نشان داد و جایگزینی ۱۰۰ درصد آرد ماهی با آرد سویا بیشترین مقدار مصرف غذایی را به دنبال داشت (Wang et al., 2006). از طرف دیگر، برخی مطالعات نشان داده است که اضافه نمودن آرد سویا بیش از یک حد مشخص در جیره باعث کاهش مقدار مصرف غذا می گردد (Chong Carter and Romarheim et al., 2006; et al., 2003; Hauler, 2000). در مطالعه کنونی افزایش مقدار مصرف غذا در طول دوره پرورش در تیمار SMP۵۰ را می توان مربوط به خوشمزگی و قابلیت هضم بالای آرد سویا و پروفیل مناسب اسید آمینه ها با توجه به مخلوط آرد ماهی و آرد سویا عنوان کرد. Kikuchi و همکاران (۱۹۹۹) با مخلوط کردن آرد سویا با آرد خون و آرد نرمتن ماسل آبی عملکرد بهتری را در خصوص فاکتورهای رشد ماهی فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) نسبت به تیمار شاهد (آرد ماهی) گزارش کردند. در ماهی تیلاپیا (*Oreochromis spp*) ترکیب آرد سویا با یک پروتئین حیوانی باعث بهتر شدن عملکرد رشد شده است (Elsayed., 1999).

براحتی از تمامی جیره های غذایی استفاده نمودند. در طول دوره آزمایش نرخ بازماندگی در تمامی تیمارها ۱۰۰ درصد بود. نتایج بدست آمده عملکرد رشد در تیمارهای مختلف در جدول ۱-۳ نشان داده شده است. وزن بدست آمده و ضریب رشد ویژه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری را نشان دادند ( $P < 0/05$ ), به طوری که ماهیان تغذیه شده با تیمارهای SMP۲۵ و SMP۵۰ وزن بدست آمده و ضریب رشد ویژه بیشتری نسبت به تیمارهای شاهد، SMP۷۵ و SMP۱۰۰ داشتند. تیمار SMP۵۰ بیشترین مقدار مصرف غذایی را در بین تیمارها داشت، به طوری که اختلاف معنی داری با تیمارهای شاهد، SMP۷۵ و SMP۱۰۰ از خود نشان داد ( $P < 0/05$ ) ولی اختلاف معنی داری با تیمار SMP۲۵ نداشت. بیشترین مقدار ضریب بازده پروتئینی در تیمار SMP۵۰ مشاهده شد و اختلاف معنی داری با تیمارهای SMP۷۵ و SMP۱۰۰ داشت ولی اختلاف معنی داری با تیمارهای شاهد و SMP۲۵ نداشت. اختلاف معنی داری در فاکتور ضریب تبدیل غذایی در بین تیمارها مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). تیمار SMP۱۰۰ بیشترین (ضعیفترین) مقدار ضریب تبدیل غذایی را در بین تیمارها داشت و سایر تیمارها اختلاف معنی داری نسبت به هم نداشتند. تیمارهای SMP۲۵ و SMP۵۰ بیشترین ارتفاع طول پرز روده را در بافت خلفی روده در بین تیمارها داشتند و این اختلاف معنی دار بود ( $P < 0/05$ ) (جدول ۲-۳). در این مطالعه، ارتفاع میانگین چین خوردگی روده در قسمت های خلفی روده به طور معناداری بیشتر از تیمارهای شاهد و SMP۱۰۰ بود. ضخامت دیواره روده در تیمار SMP۵۰ بیشترین مقدار را در بین تیمارها داشت. این اختلاف بصورت میکروسکوپی قابل مشاهده بود. برش های عرضی تهیه شده از روده ماهیانی که تحت تیمار SMP۱۰۰ قرار گرفته بودند، کم ضخامت بودن دیواره روده را نشان دادند. تجمع و تراکم سلول های جامی تفاوتی را در تیمارهای مورد آزمایش نشان نداد.

جدول ۱-۲. ترکیب و آنالیز تقریبی جیره های آزمایشی جهت انجام آزمایش (ماده خشک)

تیمار	شاهد	SMP۲۵	SMP۵۰	SMP۷۵	SMP۱۰۰
خوراک های غذایی (%)					
آرد ماهی	۵۰/۰۰	۳۷/۵۰	۲۵/۰۰	۱۲/۵۰	-
آرد سویا	-	۱۶/۵۰	۳۳/۰۰	۴۹/۵۰	۶۶/۰۰
سیوس گندم	۱۶/۵۰	۱۴/۰۰	۱۱/۰۰	۱۰/۰۰	۸/۰۰
آرد گندم	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰
نشاسته	۲۰/۰۰	۱۵/۰۰	۱۰/۰۰	۵/۰۰	-
مخلوط ویتامین	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مخلوط معدنی	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
روغن سویا	۳/۰۰	۶/۰۰	۱۰/۰۰	۱۲/۰۰	۱۵/۰۰
آنالیز تقریبی					
پروتئین خام (%)	۳۲/۷۰	۳۲/۳۰	۳۱/۹۰	۳۱/۸۰	۳۱/۵۰
چربی خام (%)	۱۲/۶۰	۱۳/۳۰	۱۵/۲۰	۱۵/۰۰	۱۵/۷۰
انرژی (KJ/g)	۱۷/۸	۱۷/۰۸	۱۷/۳	۱۷/۰۸	۱۷/۰۸



شکل ۱-۲. اپیتلیوم روده (بزرگنمایی ۱۰X و ۴۰X): L: حفره داخلی روده، V: پرزهای روده ای، GC: گابلت سل، Mm: لایه ماهیچه ای مخاطی، Sm: لایه زیر مخاطی، Mi: لایه عضلانی و LV: طول پرز روده

جدول ۱-۳. نتایج پارامترهای مورد بررسی در پایان آزمایش (Mean ± S.D, n = 3)

SMP <sub>۱۰۰</sub>	SMP <sub>۷۵</sub>	SMP <sub>۵۰</sub>	SMP <sub>۲۵</sub>	شاهد	تیمار
۱/۷ ± ۰/۰۱	۱/۷ ± ۰/۰۱	۱/۸ ± ۰/۰۳	۱/۷ ± ۰/۰۱	۱/۸ ± ۰/۰۷	وزن اولیه (گرم)
۱۶/۰۶ ± ۱/۸ <sup>b</sup>	۱۵/۵ ± ۰/۴۵ <sup>b</sup>	۲۳/۳ ± ۲/۲۸ <sup>a</sup>	۲۱/۵ ± ۱/۴ <sup>a</sup>	۱۷/۷ ± ۱/۷۹ <sup>b</sup>	وزن نهایی (گرم)
۱۴/۳۰ ± ۱/۸۱ <sup>b</sup>	۱۳/۷۹ ± ۰/۵۶ <sup>b</sup>	۲۱/۴۸ ± ۲/۲۵ <sup>a</sup>	۱۹/۷۵ ± ۱/۳ <sup>a</sup>	۱۵/۹۱ ± ۰/۷ <sup>b</sup>	وزن بدست آمده (گرم)
۳۳۴/۵ ± ۱۳/۲ <sup>bc</sup>	۳۰۰/۲۶ ± ۶/۵ <sup>c</sup>	۳۸۹/۳ ± ۲۴/۷ <sup>a</sup>	۳۵۷/۸ ± ۸/۳ <sup>ab</sup>	۳۰۰/۵ ± ۲/۱ <sup>c</sup>	غذای مصرفی (گرم)
۱/۸۱ ± ۰/۲۳ <sup>a</sup>	۱/۶۷ ± ۰/۰۴ <sup>ab</sup>	۱/۴۰ ± ۰/۰۷ <sup>b</sup>	۱/۴۰ ± ۰/۱۲ <sup>b</sup>	۱/۴۶ ± ۰/۱۶ <sup>b</sup>	ضریب تبدیل غذایی
۳/۹۳ ± ۰/۲۱ <sup>b</sup>	۳/۸۷ ± ۰/۱۶ <sup>b</sup>	۴/۵۲ ± ۰/۱۵ <sup>a</sup>	۴/۴۶ ± ۰/۱۲ <sup>a</sup>	۴/۰۳ ± ۰/۱۵ <sup>b</sup>	ضریب رشد ویژه
۱/۷۶ ± ۰/۲۱ <sup>c</sup>	۱/۸۸ ± ۰/۰۴ <sup>bc</sup>	۲/۲۴ ± ۰/۱۲ <sup>a</sup>	۲/۲۲ ± ۰/۱۹ <sup>a</sup>	۲/۱۰ ± ۰/۲۳ <sup>ab</sup>	ضریب بازده پروتئین
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بازماندگی (درصد)

میانگین ها و انحراف از معیار (Mean ± S.D) با حروف متفاوت در ردیف های یکسان نشان دهنده اختلاف معنی دار در تیمار ها می باشند (P < ۰/۰۵).

جدول ۲-۳. طول پرز روده (میلی متر) در ماهیان پاکو قرمز تغذیه شده با جیره های غذایی مختلف (mean ± SD, n=3)

SMP <sub>۱۰۰</sub>	SMP <sub>۷۵</sub>	SMP <sub>۵۰</sub>	SMP <sub>۲۵</sub>	شاهد	تیمار
۰/۶۴ ± ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۶۱ ± ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۹۰ ± ۰/۰۸ <sup>a</sup>	۱/۰۰ ± ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۰/۷۱ ± ۰/۰۴ <sup>b</sup>	طول پرز روده

میانگین ها و انحراف از معیار (Mean ± S.D) با حروف متفاوت در ردیف های یکسان نشان دهنده اختلاف معنی دار در تیمار ها می باشند (P < ۰/۰۵).

2006)، شانک سر طلایی (*Sparus aurata*) (Venou *et al.*, 2006)، گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) (Goda *et al.*, 2007) و شانک پوزه تیز (Hernandez *et al.*, 2007) ارائه شده است که این نتایج مربوط به تحمل بالای این ماهیان به مصرف آرد سویا در جیره غذایی و تاثیر آن بر روی مصرف غذا و در نهایت عملکرد رشد می باشد. در مطالعه کنونی، فاکتورهای وزن بدست آمده و ضریب رشد ویژه تحت تاثیر مقدار غذای مصرفی بودند، به طوری که با افزایش مقادیر مصرف غذا در تیمارهای SMP<sub>۲۵</sub> و SMP<sub>۵۰</sub>، ماهیان عملکرد بهتری داشتند. گزارشات متفاوتی از

نتایج ضریب رشد ویژه و وزن بدست آمده در پژوهش حاضر مشابه گزارشات ارائه شده در خصوص استفاده از آرد سویا در جیره های غذایی در ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) (Zhou *et al.*, 2005)، سنگ ماهی کره ای (*Sebastes schlegeli*) (Lim *et al.*, 2004)، هامور هیبرید راه راه (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*) (Gallagher *et al.*, 1994)، تیلاپپای نیل (Gonzales *et al.*, 2007) بود. گزارشاتی هم از عدم تاثیر اضافه نمودن آرد سویا در جیره های غذایی در جایگزینی با آرد ماهی بر روی فاکتور ضریب رشد ویژه در ماهیان Cuneate drum (Wang *et al.*, )

مطلوب موكوس، تشكيل حفرات نامطلوب و فساد سلول های روده ای می باشد (Van den Ingh *et al.*, 1991). اضافه شدن آرد سویا تا ۲۸/۵ درصد اختلاف معنی داری را در فاکتورهای مورفولوژیک روده ماهیان سوکلا نشان نداد (Romarheim *et al.*, 2008). همچنین تغییرات مورفولوژیکی در ماهیان قزل آلاهی رنگین کمان، رشد ماهیان را در تیمارهای غذایی حاوی آرد سویا تحت تاثیر قرار نداد (Heikkinen *et al.*, 2006). Bonaldo و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که اضافه نمودن آرد سویا در جیره غذایی ماهی سول مصری تفاوت قابل ملاحظه ای را در بافت روده ای ماهیان از قبیل ایجاد حفره و آسیب رساندن به میکروویلی ها نشان نداد. ایجاد آسیب های روده ای در تعدادی از ماهیان به بافت روده ای به علت وجود مواد ضد تغذیه ای موجود در آرد سویا از قبیل ساپونین می باشد (Uran *et al.*, 2008; Knudsen *et al.*, 2007). با توجه به عدم تاثیر اضافه نمودن آرد سویا در جیره های غذایی بر روی التهاب بافت اپیتلیال روده ای در این مطالعه، به نظر می رسد که ماهی پاکوی قرمز سازگاری بالایی در بافت روده ای برای جذب مواد مغذی آرد سویا دارد. این احتمال هم می باشد که این ماهیان در ابتدا یک واکنشی در خصوص آسیب های روده ای داشته و سپس ترمیم و بهبود پیدا کرده باشند، به طوری که ماهی کپور معمولی با استفاده از جیره غذایی حاوی آرد سویا فسادپذیری را در بافت روده ای در هفته اول آزمایش نشان داد و پس از هفته دوم به تدریج از این فساد پذیری کاسته شده و تعداد و اندازه های سلول های جامی افزایش پیدا کرد و یک ترمیم و سازگاری نسبت به جیره غذایی حاوی آرد سویا ایجاد نمود (Uran *et al.*, 2008). در نهایت این مطالعه نشان می دهد که ماهی پاکوی قرمز قابلیت مصرف بالایی نسبت به اضافه نمودن آرد سویا در جیره های غذایی دارد و مطالعات مورفولوژی روده در این ماهیان نشان از عدم تاثیر مواد ضد تغذیه ای در جذب مواد مغذی موجود در آرد سویا می باشد. از طرف دیگر توصیه می شود که در تهیه جیره اقتصادی جهت

تاثیر اضافه شدن آرد سویا در جیره های غذایی بر روی ضریب تبدیل غذایی در جایگزینی با آرد ماهی ارائه شده است و در بیشتر موارد اضافه شدن آرد سویا بیش از یک حد آستانه باعث افزایش ضریب تبدیل غذایی در بازدهی جیره های غذایی شده است (Chong *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2006; Hernandez *et al.*, 2003; Nasim Khan *et al.*, 2007). افزایش ضریب تبدیل غذایی ماهیان با اضافه نمودن آرد سویا در جیره غذایی می تواند به دلیل بالانس کمتر از حد مطلوب اسید آمینه، سطوح نامناسب فسفر در آرد سویا، قابلیت هضم پایین، تاثیر مواد ضد تغذیه ای و سطوح نامناسب انرژی در آرد سویا باشد (Webster *et al.*, 1995; Al-Ogaily, 2002; Soltan *et al.*, 2008).

در مطالعه مورفولوژی روده، تیمارهای ۲۵ SMP و SMP۵۰ طول پرز روده بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. این نتایج مطابق با نتایج بدست آمده در خصوص رشد ماهیان در این تیمارها می باشد که میانگین رشد بالاتری نسبت به سایر تیمارها در طول دوره آزمایش نشان داده اند. با توجه به عدم آتروفی و تفاوت در تراکم سلول های جامی در تیمارها، نتایج نشان دهنده عدم تاثیر مواد ضد تغذیه ای آرد سویا در التهاب بافت پوششی روده می باشد. فضای داخلی لوله گوارش در تمامی تیمارها با پرزهای روده ای اشغال شده بود که علاوه بر افزایش نسبت سطح به حجم، افزایش جایگاه جهت اتصال باکتری های مفید را در روده فراهم می کرد. بافت اپیتلیال روده ای مهمترین قسمت جهت جذب مواد مغذی، بالانس اسمزی و بازگردانی مواد مغذی ضروری و آنزیم ها و بافت انتهایی روده بهترین مکان برای جذب پروتئین ها و هضم درون سلولی در ماهیان استخوانی می باشد (Uran *et al.*, 2008). نتایج مختلفی در خصوص اضافه شدن آرد سویا در جیره های غذایی و تاثیر بر روی بافت روده ای در مطالعات گوناگون ارائه شده است. تغییرات مورفولوژیکی در بافت روده ای ماهیان در بخش انتهایی روده (Escaffre *et al.*, 2007) شامل کوتاه شدن چین های موكوسی، از دست دادن ترشح

FAO -Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. 7/05/2010 Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquacult.* 199: 197–227.

Gallagher, M.L. 1994. The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid

striped bass (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*). *Aquacult.* 127: 119-126.

Garling Jr, D.L., Wilson, R.P., 1976. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish fingerling, *Ictalurus punctatus*. *J. Nutr.* 106,1368–1375.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Braown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealy, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R. and Wurtele, E. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant

products in aquafeeds: a review. *Aquacult. Res.* 38: 551-579.

Goda, A. M., El-Haroun, E.R and Chowdhury, M.A.K. 2007. Effect of totally or partially replacing fish meal by alternative protein sources on growth of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) reared in concrete tanks. *Aquacult. Res.* 38: 279 – 287.

Gonzales, J.M., Hutson, A.H., Rosinski, M.E., Wu, Y.V., Powless, T.F. and Brown, P.B. 2007. Evaluation of Fish meal-free diets for first feeding Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Appl. Aquacult.* 19: 89-99.

Hernandez, M.D., Martinez, F.J., Jover, M. and García García, B. 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquacult.* 263:159–167.

Heikkinen, J., Vielma, J., Kemilainen, O., Tiirola, M., Eskelinen, P., Kiuru, T., Navia-Paldanius, D. and Wright, A. 2006. Effects of soybean meal based diet on growth performance, gut histology and intestinal microbiota of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult.* 261: 259–268.

Kikuchi, K. 1999. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquacult.* 179: 3–11.

Knudsen, D., Uran, P., Arnous, A., Koppe, W. and Frøkiær, H. 2007. Saponin containing subfractions of soybean molasses induced

پرورش این ماهی از ترکیب پروتئین حیوانی (آرد ماهی) به همراه پروتئین گیاهی (آرد سویا) استفاده شود و این ماهی می تواند یک گونه جدید آبی پروری نه تنها در منطقه زادگاه خود بلکه در نقاط مختلف جهان از جمله ایران در استخر های پرورش ماهیان باشد.

## منابع

Al- Ogaily, S. M. 2002. Substitution of fish meal with soybean meal in practical diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Saudi. J. Biol. Sci.* 9: 57-68.

Biswas, A.K., Kaku, H., Ji, S.C., Seoka, M. and Takii, K. 2007. Use of soybean meal and phytase for partial replacement of fish meal in the diet of Red sea bream, *Pagrus major*. *Aquacult.* 267: 284–291.

Bonaldo, A., Roem, A.J., Pecchini, A., Grilli, E. and Gatta, P.P. 2006. Influence of dietary soybean meal levels on growth, feed utilization and gut histology of Egyptian sole (*Solea aegyptiaca*) juveniles. *Aquacult.* 261: 580–586.

Carter, C.G. and Hauler, R.C. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquacult.* 185: 299–311.

Chong, A., Hashim, A. and Ali, A.B. 2003. Assessment of soybean meal in diets for discus (*Symphysodon aequifasciata*) farming through a fishmeal replacement study. *Aquacult. Res.* 34: 913-922.

Craig, S. L. and Helfrich, A. 2002. Understanding fish nutrition, feeds and feeding. Produced by

Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University. Publication: 420-256.

El-Sayed, A.M. 1999. Alternative dietary protein source for farmed tilapia, *Oreochromis spp.* *Aquacult.* 179: 149 –168.

Escaffre, A.M., Kaushik, S. and Mambrini, M. 2007. Morphometric evaluation of changes in the

digestive tract of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) due to fish meal replacement with soy

protein concentrate. *Aquacult.* 273: 127–138.



- Storebakken, T. 2006. Comparison of white flakes and toasted soybean meal partly replacing fish meal as protein source in extruded feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult.* 256: 354–364.
- Romarheim, O.H., Zhang, C., Penn, M., Liu, Y.J., Tian, L.X., A. Skrede, A., Krogdahl, A. and Storebakken, T. 2008. Growth and intestinal morphology in cobia (*Rachycentron canadum*) fed extruded diets with two types of soybean meal partly replacing fish meal. *Aquacult. Nut.* 14:174–180.
- Soltan, M.A., Hanafy, M.A. and Wafa, M.I.A. 2008. Effect of replacing fish meal by a mixture of different plant protein sources in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. *J. Glob Veterin.* 2:157-164.
- Uran, P.A., Schrama, J.W., Rombout, J.H.W.M., Obach, A., Jensen, L., Koppe, W. and Verreth, J.A.J. 2008. Soybean meal-induced enteritis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) at different temperatures. *Aquacult. Nut.* 14: 324-330.
- Van den Ingh, T.S.G.A.M., Krogdahl, A., Olli, J.J., Hendriks, H.G.C.J.M. and Koninkx, J.G.J.F. 1991. Effects of soybean-containing diets on the proximal and distal intestine in Atlantic salmon (*Salmo salar*): a morphological study. *Aquacult.* 94: 297–305.
- Venou, B., Alexis, M.N., Fountoulaki, E. and Haralabous, J. 2006. Effects of extrusion and inclusion level of soybean meal on diet digestibility, performance and nutrient utilization of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquacult.* 261: 343–356.
- Wang, Y., Kong, L.J., Li, C. and Bureau, D.P. 2006. Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and carcass composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquacult.* 261:1307– 1313.
- Webster, C.D., Goodgame-Tiu, L.S. and Tidwell, J.H. 1995. Total replacement fish meal by soybean meal, with various percentages of supplemental L-methionine, in fish diets for blue catfish, *Ictalurus furcatus* (Leseur). *Aquacult. Res.* 26: 299 – 306
- Zhou, Q.C., Mai, K.S., Tan, B.P. and Liu, Y.J. 2005. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquacult. Nut.* 11: 175– 182.
- enteritis in the distal intestine of Atlantic salmon. *J. Agricult. Food Chem.* 55: 2261-2267.
- Lim, S.R., Choi, S.M. Wang, X.J., Kim, K.W., Shin, I.S., Min, T.S. and Bai, S.C. 2004. Effects of dehulled soybean meal as a fish meal replacer in diets for fingerling and growing Korean Rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquacult.* 231: 457– 468.
- Lochmann, R., Chen, R., Chu-Koo, F.W., Camargo, W.N., Kohler, C.C., and Kasper, C. 2009. Effects of carbohydrate- rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and nonspecific immune response of black pacu, *Colossoma macropomum*, and red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *J. World Aquacult. Soc.* 40: 33-44.
- Murai, T., Ogata, H., Kosutarak, P., and Arai, S., 1986. Effects of amino acid supplementation and methanol treatment on utilization of soy flour in fingerling carp. *Aquacult.* 56: 197-206.
- Nascimento, A.F., Maria, A.N., Pessoa, N.O., Carvalho, M.A.M., Viveiros, A.T.M., 2010. Out-of- season sperm cryopreserved in different media of the Amazonian freshwater fish pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). *Animal Reproduction Science* 118, 324–329.
- Nasim Khan, M., Parveen, M., Rab, A., Afzal, M., Sahar, L., Ramezan Ali, M. and Naqvi, S.M.H.M. 2003. Effect of replacement of fish meal by soybean and sunflower meal in the diet of *Cyprinus carpio* fingerling. *J. Biol Sci.* 6: 601-604.
- Ostaszewska, T., Dabrowski, K., Palacios, M.E., Olejniczak, M., Wieczorek, M., 2005. Growth and morphological changes in the digestive tract of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*) due to casein replacement with soybean proteins. *Aquacult.* 245: 273-286.
- Refstie, S., Helland, S.J. and Storebakken, T. 1997. Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquacult.* 153: 263-272.
- Refstie, S., Førde-Skjærvik, O., Rosenlund, G. and Rørvik, K.A. 2006. Feed intake, growth, and utilisation of macronutrients and amino acids by 1- and 2-year old Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed standard or bioprocessed soybean meal. *Aquacult.* 255: 279–291.
- Romarheim, O.H., Skrede, A., Gao, Y., Krogdahl, A., Denstadli, V., Lilleeng, E. and