

## کارایی گلوتن ذرت به عنوان یک منبع پروتئین جایگزین بجای پودر ماهی در

### تغذیه فیلماهی (*Huso huso*) در دوران رشد (growth up)

میرحامد سیدحسینی\*، محمود محسنی، محمد علی یزدانی ساداتی، حمیدرضا پورعلی و محمود شکوریان

\* mirhamedhassani@yahoo.com

موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۲

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

#### چکیده

کارایی گلوتن ذرت به عنوان جایگزینی قسمتی از پودر ماهی در جیره غذایی فیلماهی در دوران رشد مورد بررسی قرار گرفت. چهار جیره آزمایشی محتوی ۴۰٪ پروتئین و ۱۸ کیلوژول در گرم انرژی خام تهیه گردید. گلوتن ذرت (CGM) در سطوح ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰٪ (CGM<sub>0</sub>، CGM<sub>20</sub>، CGM<sub>40</sub> و CGM<sub>60</sub>) جایگزین پودر ماهی گردید. تعداد ۱۲۰ عدد فیلماهی با میانگین وزن (۶۳/۴±۶/۹۴SD) گرم در ۱۲ وان فایبرگلاس در درجه حرارت با میانگین (±SD) ۲۰±۲ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ هفته با جیره های فوق الذکر تغذیه شدند. در پایان دوره آزمایش شاخصهای رشد (وزن ثانویه، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه) ماهیان تغذیه شده با جیره CGM<sub>20</sub> و CGM<sub>60</sub> بطور معنی داری از تیمار شاهد بالاتر بود، در حالیکه ماهیان تغذیه شده با جیره های CGM<sub>40</sub> و CGM<sub>60</sub> از ضریب تبدیل غذای پایینتری نسبت به تیمار شاهد برخوردار بودند. اختلاف معنی دار آماری در ضریب چاقی، نسبت بازده پروتئین و پروتئین لاشه در تیمارها مشاهده نشد، اما چربی لاشه ماهیان تغذیه شده از CGM<sub>60</sub> بطور معنی داری افزایش یافت. سطوح اسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و تری گلیسرید پلازما از سطوح جایگزینی گلوتن ذرت تاثیر نپذیرفتند، در صورتیکه کلسترول پلازما در ماهیان تغذیه شده از جیره های CGM<sub>40</sub> و CGM<sub>60</sub> در مقایسه با تیمار شاهد بطور معنی داری کمتر بود. نتایج این آزمایش نشان می دهد که گلوتن ذرت پتانسیل مناسبی جهت جایگزینی با پودر ماهی دارد و امکان جایگزینی آن در جیره فیلماهی در دوران رشد تا سطح ۶۰٪ بدون تاثیر منفی بر کارایی رشد، تغذیه، آنزیمهای کبدی و شاخصهای بیوشیمیایی وجود دارد.

**نکات کلیدی:** فیلماهی، پودر ماهی، گلوتن ذرت، شاخص های رشد، ترکیب لاشه و شاخصهای بیوشیمیایی.

\*نویسنده مسئول

## مقدمه

پودرماهی منبع عمده تامین کننده پروتئین (۴۵ تا ۵۰٪) و گرانترین در جیره غذایی آبزیان است (Yigit *et al.*, 2006). با توجه به رشد سریع آبی پروری در طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ روند استفاده از پودرماهی همواره رو به افزایش بوده است، صنعت آبی پروری در سال ۱۹۹۹ به ۳۲٪ پودرماهی تولید شده در جهان نیاز داشت (New & Wijkstom, 2002)، این نیاز در سال ۲۰۱۰، به ۷۳٪ رسید (Tacon *et al.*, 2011) و تخمین زده می شود که در سال ۲۰۱۵، ۷۰٪ پودر ماهی تهیه شده صرف تامین غذای آبزیان گردد (New & Wijkstom, 2002). روند رو به رشد آبی پروری و ثابت ماندن میزان صید ماهیان پلاژیک جهان موجب افزایش قیمت پودر ماهی در هر سال می گردد و به نظر می رسد که این روند در دراز مدت نمی تواند مداوم و به صرفه باشد. به یقین در آینده سطوح استفاده از آرد و روغن ماهی در جیره غذایی آبزیان کاهش یافته و این مواد در حد کم بمنظور تامین احتیاجات غذایی گونه های ارزشمند در دوران رشد به کار گرفته خواهد شد و افزودن سطوح بالایی از آن (۴۵ تا ۵۰٪) به جیره غذایی منحصر به مراحل آغازین و مولدسازی خواهد بود (Jackson, 2007). براین اساس متخصصان آبی پروری بمنظور حفظ، ثبات و پایداری این صنعت در دو دهه آینده تلاش زیادی در جهت کاهش آرد ماهی در جیره و تولید غذایی ارزان قیمت با منابع پروتئین جایگزین شونده گیاهی و جانوری خواهند داشت (Owen, 2011).

پرورش ماهیان خاویاری در کشور صنعتی نوپا و رو به رشد است. ماهیان خاویاری به دلیل گوشتخوار بودن جهت رشد مطلوب به ۴۰ تا ۵۰٪ پروتئین نیاز دارند که قسمت عمده آن (۵۰ تا ۶۰٪) از آرد ماهی تامین می شود (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵). هزینه تولید گوشت ماهیان خاویاری به دلیل طولانی بودن دوره پرورش (۳ تا ۴ سال) در مقایسه با سایر آبزیان پرورشی کشور بالاتر است و هر گونه تلاطم بازار، گسیختگی منابع و یا مشکلات احتمالی

در خصوص تامین پودرماهی منجر به ضررهای هنگفت خواهد گردید و آینده این صنعت را زیرسوال خواهد برد. در کشور روند کشت دانه های روغنی جهت تامین مصارف انسانی و دامپروری هر ساله رو به گسترش بوده و گستردگی صنایع تولید روغن از دانه های روغنی قابل توجه است. روغن و کنجاله به دست آمده منبعی قبل دسترس و ارزان جهت جایگزینی روغن و پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان و تاسماهیان به شمار می آید.

سه مشکل عمده در مصرف منابع پروتئین گیاهی توسط ماهیان گوشتخوار پایین بودن میزان پروتئین؛ بالانس نبودن ترکیب آمینواسید و وجود فاکتورهای ضدتغذیه ای است (Krogdahl *et al.*, 2003). گلوتن ذرت محصولی است که از ضایعات ناشسته و شیره ذرت تهیه شده و با توجه به نوع فراوری و وارسته گیاه بکار رفته در فرایند استخراج منبعی غنی از پروتئین (۴۳ تا ۸۰٪) بشمار می آید (Menghe *et al.*, 2012). این محصول در مقایسه با سایر منابع پروتئین گیاهی از لحاظ پروفیل آمینواسید و اسیدهای چرب وضعیت مطلوبتری دارد، منبعی غنی از میتونین (۱/۵-۱/۶٪) (Barely *et al.*, 1971; NRC, 1994)، اسیدهای چرب غیراشباع (اسیدلینولئیک) و کارتنوئیدها (گزانتوفیلها) محسوب می گردد (Parkhurst & Mounteney, 1987)، و به دلیل فراوری و تغلیظ پروتئین در این محصول، فاکتورهای ضدتغذیه ای در آن کم و یا ناچیز می باشد (Parson, 1998).

مطالعات متعددی در خصوص جایگزینی گلوتن ذرت بجای پودرماهی در قزل الای رنگین کمان (Gomes *et al.*, 1995)، ماهی دم زرد (Shimeno *et al.*, 1993b)، ماهی سی باس اروپایی (Ballestazzi *et al.*, 1994) فلاندر ژاپنی (Kikuchi, 1999)، ماهی توربوت (Regost *et al.*, 1999)، تیلایپا (Pereira & Oliva-Teles, 2003) و ماهی سیم دریای سخت سر (Robaina *et al.*, 2005)؛ Ebiary, 1997 به انجام رسیده است و نتایج حاکی از آن است که صرف نظر از دادن رنگ صورتی به

(al., 2012).

سویا، پودر ماهی، پودر گوشت و گلوتن ذرت) در سه نوبت آسیاب شدند. مواد ویتامینه و مواد معدنی در ۲۵۰ سی سی آب ترکیب شده و به مخلوط مواد غذایی اضافه گردید. پس از افزودن روغن، کل مواد غذایی توسط یک هم زن برقی کاملاً با هم مخلوط شدند. مخلوط خمیری وارد چرخ گوشت شده و رشته های تولید شده غذا به خشک کن منتقل گردید.

ماهیان سه بار در روز تا حد سیری تغذیه شدند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵). بیومتری در فواصل ۱۵ روزه انجام گرفت، اکسیژن، pH و درجه حرارت روزانه کنترل شد. در انتهای ۱۰ هفته پرورش ۳۰٪ جمعیت ماهیان از هر تیمار برداشت و از آنها نمونه خون تهیه شد. پس از خونگیری ماهیان کشته شده، سپس لاشه چرخ شده ماهیان نمونه برداری شده جهت تعیین میزان چربی، پروتئین، خاکستر و رطوبت به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه های خون نیز جهت اندازه گیری شاخصهای خونی و کبدی به آزمایشگاه انتقال یافت.

### ج: آنالیز شیمیایی

آنالیز شیمیایی مواد اولیه غذایی، جیره های آزمایشی و لاشه ماهیان با استفاده از روشهای استاندارد AOAC (1990) انجام شد. نمونه های آزمایشی در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد بمدت ۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت برای اندازه گیری رطوبت خشک شدند. پروتئین با اندازه گیری نیتروژن کل ( $N \times 6.25$ ) با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین شد. چربی با استفاده از حلال کلروفورم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ تا ۶ ساعت در دستگاه سوکسله استخراج و خاکستر با سوزندان در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۹ ساعت مورد سنجش قرار گرفت. انرژی کل اجزا و جیره غذایی با استفاده از بمب کالریمتر اندازه گیری شد. میزان کلسترول و تری گلیسرید پس از منعقد شدن نمونه خون توسط ماده ضد انعقاد هپارین و انتقال به سانتریفوژ (مدل ۷۹

گوشت آبزیان پرورشی، سطوح بالای جایگزینی این منبع پروتئینی با پودر ماهی امکان پذیر می باشد (Menghe et al., 2012). مطالعات محدودی در خصوص جایگزینی گلوتن ذرت بجای پودر ماهی در جیره غذایی ماهیان خاویاری صورت گرفته است و از آن جایی که فیلمهای مهمترین گونه پرورشی در صنعت پرورش تاسماهیان در کشور محسوب می گردد، آزمایش حاضر بمنظور بررسی مقدماتی امکان جایگزینی گلوتن ذرت به جای پودر ماهی در جیره غذایی و تاثیر آن بر روند رشد، ترکیب لاشه، آنزیمهای کبدی و شاخصهای بیوشیمیایی فیلمهای در دوره رشد طراحی و اجرا گردید.

### مواد و روش ها

#### الف - آماده سازی ماهیان و سیستم پرورش:

۱۲۰ عدد فیلمهای با میانگین ( $\pm SD$ ) وزن ( $63/4 \pm 6/94$ ) گرم که در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان به غذای کنسانتره سازگار شده بودند انتخاب و به هر وان فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری (عمق ۶۵ سانتیمتر، حجم ۴۸۰ لیتر) با شدت جریان آب ۰/۵ لیتر در دقیقه (مخلوطی از آب چاه نیمه عمیق و رودخانه) ۱۰ عدد ماهی معرفی گردید. دوره روشنایی و تاریکی پرورش بر اساس سیکل طبیعی شبانه روز در فصل بهار تعیین شد که شامل ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی بود.

#### ب: طراحی و ساخت جیره های غذایی، نحوه تغذیه

##### و پرورش:

چهار جیره ایزوکالریک و ایزوپروتئین (حاوی ۴۰٪ پروتئین و ۱۸ مگاژول بر کیلوگرم انرژی) طراحی و تهیه گردید. در تیمار شاهد از پودر ماهی بعنوان منبع اصلی پروتئین استفاده شد و جهت بررسی مقدماتی امکان جایگزینی بخشی از گلوتن ذرت بجای پودر ماهی در تیمارهای ۲، ۳ و ۴ گلوتن ذرت به نسبتهای ۲۰، ۴۰، و ۶۰٪ جایگزین پودر ماهی گردید (جدول ۱) ( $CGM_0$ ،  $CGM_{20}$ ،  $CGM_{40}$  و  $CGM_{60}$ ). جهت ساخت غذا اجزای اصلی غذا (کنجاله

Labofuge ساخت شرکت Heraeus sepatch (آلمان) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون بروش کالریمتریک دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه و سرم خون با

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

تیمار های غذایی				اجزای غذایی
CGM <sub>60</sub>	CGM <sub>40</sub>	CGM <sub>20</sub>	CGM <sub>0</sub>	
۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	پودر ماهی <sup>۱</sup>
۳۰	۲۰	۱۰	۰	گلوتن ذرت <sup>۲</sup>
۵	۵	۷/۵	۱۰	آرد سویا <sup>۳</sup>
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	پودر گوشت <sup>۱</sup>
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	آرد گندم
۱۶	۱۵/۵	۱۵	۱۴	روغن ماهی <sup>۱</sup>
۲	۲	۲	۲	پرمیکس ویتامینی <sup>۴*</sup>
۱	۱	۱	۱	پرمیکس معدنی <sup>۴**</sup>
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	ویتامین C <sup>۴</sup>
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	ویتامین E <sup>۴</sup>
۱	۰/۷۵	۰/۵	۰	لازین <sup>۴</sup>
۳	۳/۷۵	۲	۱	ملاس
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع کل
				ترکیب شیمیایی
۹۱/۲	۹۳/۵	۹۳/۶	۹۳/۶	ماده خشک (%)
۴۱/۸	۴۱/۹	۴۲/۰۰	۴۱/۹	پروتئین (%)
۱۹/۱۱	۱۹/۴۵	۱۹/۷۹	۱۹/۶	چربی (%)
۱۰/۸	۱۰/۱۲	۱۱/۴	۱۲/۶	خاکستر (%)
۰/۹۲	۱/۴۹	۱/۶۲	۱/۷۲	فیبر (%)
۹/۴۵	۱۶/۷۵	۱۵/۳	۱۳/۹	کربوهیدرات (%)
۱۷/۶۴	۱۷/۹۱	۱۸/۰۴		انرژی کل (مگاژول بر کیلوگرم)
				۱۸/۰۰

۱: آرد ماهی: ۶۰٪ پروتئین، پودر گوشت: ۴۹٪ پروتئین و روغن ماهی تهیه شده از شرکت پودر ماهی خزر-کیاشهر.

۲: گلوتن ذرت: ۷۲٪ پروتئین تهیه شده از شرکت گلوکوزان-قزوین.

۳: آرد سویا: ۴۸٪ تهیه شده از شرکت خوشه زرین-مشهد.

۴: پرمیکس ویتامین، معدنی، ویتامین C و E و لازین تهیه شده از شرکت سیانس-قزوین.

\* 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 میلیگرم در کیلوگرم، پیرویدوکسین ۱۵ میلیگرم در کیلوگرم، ویتامین B12 ۰/۰۵ میلیگرم در کیلوگرم،

نیکوتینیک اسید ۱۷۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسیدفولیک ۵ میلی گرم در کیلوگرم، اسیداسکوربیک ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، اینوسیتول ۱۰۰۰ میلیگرم در کیلوگرم، بیوتین ۲/۵ میلیگرم در کیلوگرم، کلسیم پنتوتنات ۵۰ میلیگرم در کیلوگرم، کولین کلراید ۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم،<sup>++</sup> پرمیکس معدنی (بر حسب میلی گرم یا گرم در کیلوگرم): کربنات کلسیم ۴۰٪ / ۲/۱۵ گرم در کیلوگرم، اکسید منیزیوم 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 میلیگرم در کیلوگرم، سلنیت سدیم ۳ میلیگرم در کیلوگرم، کلرید پتاسیم ۰/۹ گرم در کیلوگرم، کلرید سدیم ۰/۴ گرم در کیلوگرم.

**HSI = (Liver weight / bodyweight) × 100**

وزن کبد(گرم) = Liver weight (گرم) / وزن بدن(گرم) × 100

شاخص احشایی

**VSI = (Visceral weight / bodyweight) × 100**

وزن امعا و احشا(گرم) = Visceral weight (گرم) / وزن بدن(گرم) × 100

وزن بدن(گرم) = body weight

به منظور بررسی توزیع نرمال داده ها در گروه ها و تکرارها جهت تشکیل تیمارها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. به منظور مقایسه آماری داده های حاصل از شاخصهای رشد، ترکیب لاشه و شاخصهای بیوشیمیایی بین گروه ها 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 ۱۲ صورت گرفت.

## نتایج

**الف: شاخصهای رشد و ضریب تبدیل غذا:**

در پایان ۱۰ هفته پرورش وزن ثانویه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان تغذیه شده از جیره های CGM20 و CGM60 به طور معنی داری بیشتر از ماهیان تیمار CGM<sub>0</sub> بود که پودرماهی منبع اصلی پروتئین جیره بشمار می رفت (F= 2.8, df=3 P<0.05). ضریب تبدیل غذا در جیره های CGM<sub>20</sub>، CGM<sub>40</sub> و CGM<sub>60</sub> تفاوت معنی داری با هم نداشت، اما ضریب تبدیل غذای ماهیان تغذیه شده با تیمارهای CGM<sub>40</sub> و CGM<sub>60</sub> که در آنها از سهم پودرماهی بمیزان ۴۰ و ۶۰

با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل - UV/VIS 6505، شرکت Jenway، ساخت انگلیس) طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. همچنین اسپارات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) سرم خون با استفاده از دستگاه اتوانالایزر (Auto Analyzer Technicon R.A.1000) و با استفاده از کیتهای شرکت پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفت.

زیست سنجی ماهیان هر ۱۵ روز یک بار و با توجه به اطلاعات به دست آمده از طول و وزن ماهیان شاخصهای رشد و تغذیه بر اساس فرمولهای زیر محاسبه گردید:

شاخص وضعیت (%)

**K = (BWF / TL<sup>3</sup>) × 100**

متوسط وزن نهایی (گرم) = BWF

طول کل (سانتیمتر) = TL

افزایش وزن

**%BWI = 100 × (Bwf - BWi) / BWi**

متوسط وزن اولیه (گرم) = BWi

متوسط وزن نهایی (سانتیمتر) = BWF

ضریب رشد ویژه

**S.G.R = (lnWt - lnW0) / t × 100**

میانگین بیوماس اولیه (گرم) = W0

میانگین بیوماس نهایی (گرم) = Wt

دوره زمانی (روز) = T

نسبت بازده پروتئین

**(Bwf-Bwi) / protein intake PER**

متوسط وزن اولیه (گرم) = BWi

متوسط وزن نهایی (گرم) = BWF

کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم): Protein intake

ضریب تبدیل غذا

**F.C.R = F / (Wt - W0)**

مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی = F

میانگین بیوماس نهایی (گرم) = Wt

شاخص هیاتوسوماتیک

ماهیان تغذیه شده از تیمار ۴ مشاهده شد، هرچند اختلاف معنی دار آماری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $F=$ ) .  
 $1.47, df=3 P>0.05$

### ج: شاخصهای خونی و آنزیمهای کبدی

جایگزینی سطوح مختلف گلوتن ذرت بجای پودر ماهی تاثیر معنی داری بر آنزیمهای آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) نداشت ( $F= 0.038, df=3 P>0.05$ ) و ( $F= 0.86, df=3 P>0.05$ ) . بیشترین مقدار آسپاراتات آمینوترانسفراز به مقدار  $4/00 \pm 17/00$  میلی گرم بر دسی لیتر در تیمار ۳ (CGM<sub>40</sub>) و بیشترین مقدار آلانین آمینوترانسفراز به مقدار  $0/1 \pm 1/74$  میلی گرم بر دسی لیتر در تیمار ۱ (جیره شاهد) ثبت گردید. میزان کلسترول ماهیان با افزایش سطوح جایگزینی کاهش یافت. میزان کلسترول در تیمارهای ۳ و ۴ که در آنها بترتیب ۴۰ و ۶۰٪ گلوتن ذرت جایگزین پودر ماهی شده بطور معنی داری از تیمار شاهد کمتر بود ( $F= 2.18, df=3 P<0.05$ ) . اما میزان تری گلیسرید ماهیها از جیره های آزمایشی تاثیر پذیرفت ( $F= 3.59, df=3 P>0.05$ ) .

% کاسته و گلوتن ذرت جایگزین آنها شده بود بطور معنی داری از تیمار شاهد کمتر بود ( $F= 0.58, df=3 P>0.05$ ) اختلاف معنی داری در ضریب چاقی و نسبت بازده پروتئین ماهیان تغذیه شده از تیمار غذایی مشاهده نشد، اما با افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره ضریب چاقی و نسبت بازده پروتئین افزایش یافت ( $F=3.3, df=3 P>0.05$ ) ( $F= 2.065, df=3 P>0.05$ ) .

### ب: ترکیب لاشه، شاخص هیپاتوسوماتیک و احشایی

افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره غذایی تاثیر معنی داری بر پروتئین لاشه ماهیان نداشت ( $F= 3.76 P>0.05$ ) . بیشترین لاشه ماهیان تغذیه شده از جیره CGM<sub>60</sub> بیشترین چربی لاشه را دارا بودند ( $F= 1.076, df=3 P<0.05$ ) . افزایش گلوتن ذرت در جیره موجب افزایش معنی دار شاخص هیپاتوسوماتیک و احشایی در ماهیان نگردید ( $F= 1.47, df=3 P>0.05$ ) و ( $F= 1.43, df=3 P>0.05$ ) . بیشترین شاخص هیپاتوسوماتیک در ماهیان CGM<sub>60</sub> (۶۰٪ جایگزینی گلوتن ذرت) مشاهده شد و ماهیان تیمار CGM<sub>20</sub> کمترین شاخص هیپاتوسوماتیک را دارا بودند. در روندی مشابه بیشترین شاخص احشایی در

جدول ۱: شاخصهای رشد فیله ماهی تغذیه شده با سطوح گلوتن ذرت در یک دوره ۱۰ هفته ای (Mean ± SD)

جیره های آزمایشی / سطوح جایگزینی گلوتن ذرت بجای پودر ماهی				
CGM <sub>60</sub>	CGM <sub>40</sub>	CGM <sub>20</sub>	CGM <sub>0</sub>	شاخصها
۶۱/۱۵±۱/۵۱	۶۲/۷۵±۱/۹۲	۶۰/۷۲±۲/۳۶	۶۸/۹۸±۲/۱۲	وزن اولیه
۴۸۹/۱۴±۱۲/۵۲ <sup>a</sup>	۴۷۶/۱۹±۱۳/۱۲ <sup>ab</sup>	۴۸۲/۲۳±۱۱/۳۱ <sup>a</sup>	۴۲۶/۷۶±۱۲/۲۱ <sup>b</sup>	وزن ثانویه (W2)
۲۱/۴۴±۰/۶۴	۲۱/۰۵±۰/۵۴	۲۱/۴۳±۱/۱۲	۲۱/۳۶±۰/۶۵	طول اولیه
۳۹/۹۷±۱/۲۱	۴۸/۵۲±۱/۰۹	۴۶/۶۱±۲/۴۵	۴۷/۳۳±۲/۱۱	طول ثانویه
۰/۴۴±۰/۰۰	۰/۴۱±۰/۰۰	۰/۴۸±۰/۰۰	۰/۴۰±۰/۰۰۱۸	ضریب چاقی (CF)
۷۰/۴۷±۳۲/۱۵ <sup>a</sup>	۶۵۸/۵۹±۴۴/۱۲ <sup>ab</sup>	۶۹۵/۱۲±۳۱/۶۷ <sup>a</sup>	۵۳۷/۴۳±۳۲/۲۴ <sup>b</sup>	درصد افزایش وزن (BWI)
۴۲۷/۷۷±۱۶/۹۵	۴۳۸/۹۶±۱۸/۱۲	۴۲۴/۹۵±۲۰/۹۲	۴۸۲/۹۲±۱۸/۸۱	بیوماس اولیه
۳۴۲۴/۰۰±۸۰/۸۵ <sup>a</sup>	۳۳۳۳/۳۳±۱۰۳/۶۲ <sup>ab</sup>	۳۳۷۵/۶۵±۹۳/۶۲ <sup>a</sup>	۲۹۸۷/۳۳±۸۸/۹۱ <sup>b</sup>	بیوماس ثانویه
۱/۷۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۶۸±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۱/۷۲±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۵۲±۰/۰۲ <sup>b</sup>	ضریب رشد ویژه (SGR)
۱/۳۵±۰/۰۹ <sup>b</sup>	۱/۳±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۱/۳۴±۰/۰۵ <sup>ab</sup>	۱/۵۷±۰/۰۱ <sup>a</sup>	ضریب تبدیل غذا (FCR)
۱/۹۵±۰/۰۳	۱/۸۸±۰/۰۱	۱/۸۲±۰/۰۱	۱/۵۶±۰/۰۲	نسبت بازده پروتئین (PER)

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار آماری هستند ( $P \leq 0.05$ )

جدول ۲: ترکیب شیمیایی لاشه، شاخص هیاتوسوماتیک واحشایی فیلماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف گلوتن ذرت (Mean ±SD)

جیره های آزمایشی				شاخصها
CGM <sub>60</sub>	CGM <sub>40</sub>	CGM <sub>20</sub>	CGM <sub>0</sub>	
۱۷/۳۲±۰/۹۱	۱۶/۳±۰/۲۴	۱۶/۱±۰/۸۲	۱۶/۰۱±۱/۰۲	پروتئین (%)
۶/۸۸±۰/۲۶ <sup>a</sup>	۵/۶±۰/۳۲ <sup>b</sup>	۵/۲±۰/۴۸ <sup>b</sup>	۴/۸۵±۰/۵۴ <sup>b</sup>	چربی (%)
۷۲/۹۹±۰/۲۷ <sup>b</sup>	۷۵/۵۴±۰/۸۱ <sup>ab</sup>	۷۶/۲±۰/۵۲ <sup>a</sup>	۷۵/۳۲±۱/۸۸ <sup>ab</sup>	رطوبت (%)
۱/۶۱±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۱/۹۵±۰/۷۶ <sup>a</sup>	۱/۵۵±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۳۵±۰/۰۷ <sup>c</sup>	خاکستر (%)
۳/۰۱±۰/۴۱	۲/۹۵±۰/۴۲	۲/۸۵±۰/۴۱	۲/۹۱±۰/۳۱	شاخص هیاتوسوماتیک (%)
۱۸/۳۱±۳/۱۱	۱۵/۳۶±۴/۳۹	۱۶/۲±۰/۶۵	۱۵/۵۱±۰/۵۴	شاخص احشایی (%)

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار آماری هستند (P ≤ 0.05)

جدول ۳: شاخصهای خونی و آنزیمهای کبدی فیلماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف گلوتن ذرت جیره های آزمایشی (Mean ±SD)

جیره های آزمایشی / سطوح جایگزینی گلوتن ذرت بجای بودر ماهی				شاخصها
CGM <sub>60</sub>	CGM <sub>40</sub>	CGM <sub>20</sub>	CGM <sub>0</sub>	
۱۶۵/۳±۶/۶۱	۱۷۰/۰۰±۴/۰۰	۱۶۸/۰۰±۶/۰۰	۱۶۲/۶۶±۵/۰۳	آسپارات آمینو ترانسفراز (AST)
۱/۶۳±۰/۰۱	۱/۵۷±۰/۰۸۲	۱/۶۶±۰/۰۵	۱/۷۴±۰/۰۱	آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)
۶۱/۳۶±۳/۴۵ <sup>c</sup>	۶۸/۱۶±۴/۸۴ <sup>b</sup>	۷۲/۰۰±۶/۵۵ <sup>ab</sup>	۷۴/۳۱±۱/۲۱ <sup>a</sup>	کلسترول (TC)
۴۳۱/۶۶±۲۵/۶۲	۴۵۸/۳۳±۱۸/۹۲	۴۲۵/۳±۱۸/۵۸	۴۶۰/۳±۲/۵۴	تری گلیسرید (TG)

اعداد با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار آماری هستند (P ≤ 0.05)

## بحث

مصرف پروتئینهای گیاهی برخوردار است. البته ذکر این نکته ضروری است که گلوتن ذرت بکار رفته در این آزمایش دارای ۷۲٪ پروتئین بود که بیشتر از پروتئین گلوتن ذرت استفاده شده توسط Yigit و همکاران (۲۰۰۶) و Pereira و Oliva-Teles (۲۰۰۳) بود که بترتیب ۴۵ و ۶۶/۴٪ پروتئین خام داشت و بترتیب در تغذیه کفشک دریایی *Psetta maotica* و سیم دریایی *Sparus aurata* L بکار رفته بود. ضریب تبدیل غذای به دست آمده در این مطالعه ۱/۲۵ تا ۱/۵۷ گزارش شد که قابل مقایسه با ضریب تبدیل غذای ثبت شده در تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵) (۱/۴۵) و تاسماهی ایرانی (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸) (۱/۶۸) بود.

وزن نهایی و درصد افزایش وزن بدن در فیلماهیان تغذیه شده از CGM<sub>60</sub> و CGM<sub>20</sub> بطور معنی داری بیشتر از جیره شاهد بود. نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با دیگر مطالعات در خصوص حد مطلوب جایگزینی گلوتن ذرت بمیزان ۱۲ تا ۲۶٪ در جیره غذایی قزل الای رنگین کمان (Alexis et al., 1985; Moyano et al., 1992) ۲۰، درصد در ماهی سی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) (Alliot et al., 1979)، ۴۰٪ در فلاندر ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) (Kikuchi, 1999)، ۲۰٪ برای کفشک ماهی *Psetta maxima* (Regost et al., 1999) و ۶۰٪ در سیم دریایی *Sparus aurata* L (Pereira & Oliva-Teles, 2003) همخوانی داشته و نشان می دهد که فیلماهی از پتانسیل بالایی در خصوص

بالایی دارند (NRC, 1993). Oliva- Teles و Perieira (۲۰۰۳) قابلیت هضم جیره ای را که گلوتن ذرت ۵۴/۲٪ آن را تشکیل می داد ۹۳/۷٪ تخمین زدند که بیشتر از قابلیت هضم جیره تشکیل شده بر پایه پودرماهی بود.

مطالعات محسنی و همکاران (۲۰۱۱) در خصوص تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی نشان داد که فیلماهی در مقایسه با تاسماهی سفید و سیبری گونه‌ای است که می توان آن را با درصدهای بالای کربوهیدرات مورد تغذیه قرار داد بدون این که در روند رشد آن اختلالی ایجاد شود. همچنین قابلیت هضم مخلوطی از پروتئینهای گیاهی در تاسماهی سیبری ۸۳/۷٪ برآورد شد (Liu et al., 2008) ، بنابراین احتمالا ماهیان خاویاری به ویژه فیلماهی برخلاف ماهیان تک معده ای (قزل الا) توانایی بیشتری در هضم گلوتن ذرت دارند.

در مطالعه حاضر افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره تاثیر معنی داری بر شاخص هیپاتوسوماتیک و احشایی نداشت، هر چند روند افزایشی جزئی در شاخص هیپاتوسوماتیک با افزایش سطوح گلوتن ذرت مشاهده شد. Regest و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره، کاهش شاخص هیپاتوسوماتیک به همراه کاهش معنی دار روند رشد ملاحظه می گردد که دلیل آن را توانایی اندک کفشک ماهی در استفاده از گلوتن ذرت به عنوان منبع پروتئین و انرژی و آزادسازی منابع انرژی از بافتهای ذخیره کننده چربی و کبد دانستند، در آزمایش حاضر با افزایش گلوتن ذرت در جیره، شاخصهای رشد از روند افزایشی برخوردار بود که این امر احتمالا نشاندهنده استفاده بهینه از گلوتن ذرت به عنوان یک منبع پروتئین و انرژی توسط فیلماهی است.

پروتئین لاشه بطور معنی داری از ترکیب جیره تاثیر پذیرفت، ولی چربی لاشه با افزایش گلوتن ذرت در جیره افزایش یافت و میزان آن در لاشه ماهیان تغذیه شده از جیره ۶۰٪ گلوتن ذرت جایگزین شده بجای پودرماهی بطور معنی داری از تیمار شاهد بیشتر بود. تاثیر

عامل احتمالی دیگر در جایگزینی موفقیت آمیز گلوتن ذرت به جای پودرماهی در این آزمایش افزایش سطوح لایزین افزوده شده به جیره ها بود. گلوتن ذرت از لحاظ دو آمینواسید محدود کننده (لایزین و آرژنین) کمبود دارد (Amerio et al., 1998). در آزمایشی که Perieira و Oliva-Teles (۲۰۰۳) در خصوص جایگزینی سطوح مختلف گلوتن ذرت (۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰٪) بجای پودرماهی انجام دادند، مشاهده نمودند که در سطح جایگزینی ۸۰٪، رشد و کارایی غذا بطور معنی داری کاهش یافته که دلیل آنرا کمبود و عدم بالانس آمینواسیدها بخصوص لایزین و آرژنین اذعان نمودند. نتایج مشابهی از جایگزینی گلوتن ذرت تا حد ۴۰٪ بجای پودرماهی در قزل الای رنگین کمان (Morales et al., 1994) و ۳۵٪ در سی باس اروپایی (Ballestrazzi et al., 1994) غنی شده با مکملهای آرژنین، لایزین و تریپتوفان به دست آمده است. همچنین در قزل آلی رنگین کمان افزودن لایزین به گلوتن گندم موجب بهبود شاخصهای رشد گردید و باعث شد که گلوتن گندم ۵۰٪ پروتئین جیره را تامین نماید (Davies et al., 1997).

از سوی دیگر باید به این نکته توجه داشت که افزودن لایزین یک عامل تعیین کننده و قطعی در افزایش سطح جایگزینی گلوتن ذرت در جیره آزیان نمی باشد. بعنوان مثال در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) جایگزینی تا حد ۲۰٪ با گلوتن ذرت تاثیر منفی بر شاخصهای رشد داشت و جایگزینی تا حد ۴۰٪ با وجود آن که لایزین به جیره اضافه شده بود موجب کاهش رشد گردید (Pongmaneerat et al., 1993) ، همچنین در خامه ماهی (*Chanus chanus*) در مرحله fry شاخصهای رشد با اضافه کردن مخلوطی از آمینواسید ها به گلوتن ذرت تغییر نمود (Seneriches & Chiu, 1988). هرچند در آزمایش حاضر قابلیت هضم گلوتن ذرت در جیره های مختلف غذایی تعیین نشد، ولی نتایج مطالعات حاکی از آن بود که برخلاف سایر پروتئینهای گیاهی (Regost et al., 1999) بطور معمول پروتئین گلوتن ذرت قابلیت هضم

در جيره، چربى لاشه و ميزان ترى گليسريد پلاسما افزايش يافت. ترى گليسريد سرم بعنوان يك نشانگر کوتاه مدت در مورد وضعيت تغذيه بكار مى رود (Bucolo & David, 1973). افزايش چربى كل بهمهراه افزايش ترى گليسريد پلاسماى كپور ماهيان تغذيه شده از سطوح بالای *Jatropha curcas* را نشاندهنده توانايى بالای ماهى در استفاده و جذب اين منبع پروٲئين گياهى دانستند كه هماهنگ با نتايج به دست آمده در اين آزمايش است. البته بايد به اين نكته اذعان نمود كه در تيمار ۴ (CGM<sub>60</sub>) بدليل بالانس جيره غذايى از لحاظ انرژى ميزان روغن ماهى ۱/۵٪ بيش از تيمار شاهد بود اما به نظر نمى رسد كه بر تركيب لاشه بطور معنى دارى تاثيرگذار بوده باشد (Kumar et al., 2010). در تحقيقى مشابه Regost و همكاران (۱۹۹۹) بترتيت ۳۵ و ۷۰، ۱۰۰٪ پودر ماهى را در جيره کاهش و گلوٲن ذرت را جاىگزىن و جهت بالانس انرژى در جيره ۱۰۰٪ جاىگزىنى در مقايسه با تيمار شاهد، ۳/۵٪ روغن ماهى را افزايش دادند اما چربى لاشه در اين تيمار بطور معنى دارى كمتر از چربى لاشه ماهيان تيمار شاهد بود. از سوى ديگر در تحقيق حاضر اختلاف معنى دارى در سطوح آسپاراتات آمينو ترانسفراز (AST) و آلانين آمينو ترانسفراز (ALT) ماهيان تغذيه شده از سطوح مختلف گلوٲن ذرت مشاهده نشد. وظيفه اين آنزيمها كاتابوليسم آمينو اسيد در كبد و انتقال گروههاى آمينو اسيد از آلفا آمينو اسيدها به آلفا كتواسيدها مى باشد. افزايش آنزيمهاى ALT و AST در خون حاصل اندامهاى آسيب ديده در كبد است (Racicotic et al., 1975). Kumar و همكاران (۲۰۱۰) در تغذيه كپور معمولى با آرد *Jatropha curcas* افزايش معنى دارى در اين آنزيمها را در خون مشاهده نمودند كه آن را به تخرىب بافت كبد توسط استرهاى فروبول و نشٲ AST و ALT در خون نسبت دادند، همچنين Hemre و همكاران در سال ۲۰۰۵ و Sanden در سال ۲۰۰۶ نتايج مشابهى در خصوص افزايش آنزيمهاى ALT

پروٲئينهاى گياهى بر تركيب لاشه ماهيان پرورشى بسيار متفاوت است، در حاليكه Nengas و همكاران (۱۹۹۶) و Davies و همكاران (۱۹۷۶) اختلاف معنى دارى در تركيب لاشه ماهى سيم دريايى سخت سر تغذيه شده با جيره هاى كه در آن پروٲئينهاى گياهى (محصولات سويا و گلوٲن گندم) جاىگزىن پودر ماهى شده بود نيافتند، Robiana و همكاران (۱۹۹۷) دريافتند كه ميزان پروٲئين و چربى بطور معنى دارى از نوع و سطوح پروٲئينهاى گياهى (كنجاله سويا و آرد لوپن) بكار رفته در جيره تاثير مى پذيرد. Kissil و همكاران (۲۰۰۴) اختلاف معنى دارى در ميزان پروٲئين لاشه سيم دريايى سخت سر تغذيه شده با جيره حاوى سطوح بالای پروٲئين گياهى (سويا و پروٲئين كسانتره كانولا) نيافتند، در صورتى كه ميزان چربى و انرژى در لاشه ماهيان کاهش يافته بود. همچنين تحقيقات اندكى در خصوص اثر متقابل شاخصهاى فيزيولوژيك و نحوه ارتباط آن با جذب پروٲئينهاى گياهى در ماهيان پرورشى صورت گرفته، اما ثابت شده است كه پروٲئينهاى گياهى بر روى سطوح كلسترول و هورمونهاى تيروئيدى ماهى تاثيرگذار هستند (Regost et al., 1999). Kaushik و همكاران (۱۹۹۵) هايپوكلستروميا (كاهش شديد كلسترول) در قزل الاى رنگين كمان تغذيه شده از پروٲئين سويا را مشاهده نمودند، از سوى ديگر غلضت كلسترول پلاسما در كفشك ماهيان تغذيه شده از سطوح بالای گلوٲن ذرت كمتر از تيمار شاهد گزارش شد (Regost et al., 1999) كه مطابق با نتايج به دست آمده در مطالعه حاضر است. همچنين کاهش در ترى گليسريد پلاسما با افزايش سطوح جاىگزىنى گلوٲن ذرت در ماهى دم زرد (Shimino et al., 1993) و كفشك ماهى (Regost et al., 1999) مشاهده شده است. کاهش چربى لاشه به همراه کاهش ترى گليسريد بمعنى انتقال و حركت ليپيد جهت تامين انرژى و نيازهاى حياتى است كه با رشد ضعيف ماهيان خود را نشان مى دهد (Kaushik et al., 1995)، اما در مطالعه حاضر با افزايش سطوح گلوٲن ذرت

végétales et des levures cultivées sur alcanes pour l'alimentation du bar (*Dicentrarchus labrax*), Vol. II. Proc. World Symposium. on Fin-fish Nutrition and Fish Feed Technology, Hamburg, 20-23 June, 1978, pp. 229-238.

**Alexis M.N., Papapaskeva-Papoutsoglou E., and Theochari V., 1985.** Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by-products and certain plant by-products. *Aquaculture*, **50**: 61-73.

**Amerio M., Vignali C., Castelli L., Fiorentini L., and Tibaldi E., 1998.** Vegetable protein sources, protein evaluation indexes and 'ideal protein' of sea bream (*Sparus aurata*). *Rivista Italiana di Acquacoltura*, **33**: 135-145.

**Ballestrazzi R., Lanari D., D'Agaro E., and Mion A., 1994.** The effect of dietary protein level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, **127**: 197-206.

**Barley H. S., Summers J. D., and Slinger S. J., 1971.** A nutritional evaluation of corn wheat milling by-products with growing chicks, turkey poultry, adult roosters, turkeys, rats and swine. *Cereal Chem*, **48**: 27-33.

**Bucolo G. , David H., 1973.** Quantitative

و AST بترتیب در آزاد ماهی آتلانتیک *Salmo salar* تغذیه شده با جیره های حاوی آرد سویا گزارش نمودند. با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش می توان ادعان نمود که گلوتن ذرت پتانسیل مناسبی جهت جایگزینی با پودر ماهی داشته و امکان الحاق آن به جیره غذایی فیلماهی در دوره رشد در اوزان ۶۰ تا ۵۰۰ گرم بعنوان جایگزین قسمتی از پودر ماهی امکان پذیر است.

## تشکر و قدردانی

نگارندگان کمال تشکر را از دکتر محمد پورکاظمی ریاست وقت انستیتو دارند، همچنین مراتب سپاسگزاری خود را از کلیه همکاران بخش آبی پروری موسسه خصوصا مهندس هوشنگ یگانه و علی هوشیار و آرش شهبازی که پرورش و تغذیه بچه ماهیان را بر عهده داشتند ابراز می دارند.

## منابع

محسنی، م.؛ پورکاظمی، م.؛ بهمنی، م.؛ پورعلی، ح.؛ کاظمی، ر. و علیزاده، م.، ۱۳۸۵. گزارش نهایی پروژه تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله لاروی تا مرحله عرضه به بازار. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۲۲۴ صفحه .

حسینی، م.؛ زاهدی فر. م.؛ پورعلی، ح.؛ علیزاده، م. و شاهی فر، ر. ۱۳۸۸. تعیین احتیاجات غذایی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در مراحل انگشت قد (Fingerling) و دوران رشد (grow-out) (فاز اول): تعیین سطوح بهینه پروتئین و انرژی). انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۰۷ صفحه ..

**Alliot E., Pastoreaud A., Pelaez J. and Métailler R., 1979.** Utilization des farinea

determination of serum triglycerides by the Use of enzymes. *Clinical-Chemistry*, 19:476-482.

**Davies S.J., Morris P.C. and Baker R.T.M.,**

**1997.** Partial substitution of fishmeal and full fat soyabean meal with maize gluten and influence of lysine supplementation in diets for the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) . *Aquaculture Research*, **28**: 317-328.

**Gomes E.F., Rema P. and Kaushik S.J.,**

**1995.** Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Digestibility and growth performance. *Aquaculture*, **130**: 177-186.

**Hemre G.I., Sanden M., Bakke-Mckellep A.M., Sagstad A.,and Krogdahl, A.,**

**2005.** Growth, feed utilization and health of Atlantic salmon (*Salmo salar* L). fed genetically modified compared to nonmodified commercial hybrid soybeans. *Aquaculture Nutrition*. **11**:157-167.

**Jackson A.J., in press.** Global production of fishmeal and fish oil. Review presented at the FAO Expert Workshop on the use of wild fish and/or other aquatic species of feed cultured fish and its importance, its implications to food security and poverty alleviation, Kochi (India, 16-18 November, 2007.

**Kaushik S.J., Cravedi J.P., Lalles J.P., Sumpter J., Fauconneau B.,and**

**Laroche M., 1995.** Partial or total replacement of fish meal by soya protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout. *Aquaculture*, **133**: 257-274.

**Kikuchi K., 1999.** Partial replacement of fishmeal with corn gluten meal in diets for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Journal of World Aquaculture Society*, **30**(3):357-363.

**Kissil W.M., and Lupatsch G.W., 2004.** Successful replacement of fish meal by plant proteins in diets for the Gilthead sea bream *Sparus aurata*, *The Israeli Journal of Aquaculture- Bamidgeh*, **56**: 188-199.

**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 species of feed cultured fish and its important its implications to food security and poverty alleviation, Kochi (India, 16-18 November, 2007.

**Krogdahl A., Bakke-McKellep A.M., and Baeverfjord G., 2003.** Effects of graded levels of standard soybean meal on intestinal structure, mucosal enzyme activities, and pancreatic response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Nutrition*, **9**: 361-371.

- Kumar V. P.S., Makkar H.P.S., Amselgruber W., and Klaus Becker K., 2010.** Physiological, hematological 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.
- Liu H., Wu X., Zhao W., Xue M., Guo L., Zheng X., and Xu Y., 2008.** Nutrient apparent digestibility of selected protein source for juvenile Siberian Sturgeon *Acipenser baerii*, Brandt, compared by two chromic oxide analysis. *Aquaculture nutrition*, **15**: 650-656.
- Menghe H., Edwin H., Robinson R., Daniel F., and Penelope M., 2012.** Evaluation of corn gluten feed and cottonseed meal as partial replacements for soybean meal and corn in Diets for pond-raised hybrid catfish, *Ictalurus punctatus* × *I. furcatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, **43**:107-113.
- Mohseni M., Sayed Hassani M.H., Pourali H.R., Pourkazemim M., and Bai S.C., 2011.** The optimum dietary carbohydrate / lipid ratio can spare protein in growing beluga (*Huso huso*). *Applied Ichthyology*, **27**: 775-780.
- Morales A. E., Cardenete G., De la Higuera M., and Sanz, A., 1994.** Effect of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **124**: I 17-1 26.
- Moyano F.J., Cardenete G., and De la Higuera M., 1992.** Nutritive value of diets containing high percentage of vegetable proteins for trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Living Resources*, **5**: 23-29.
- Nengas I., Alexis M.N., and Davies S.J., 1996.** Partial substitution of fishmeal with soybean meal products and derivatives in diets for the gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Research*, **27**: 147-156.
- New M.B., Wijkstöm U.N., 2002.** Use of fishmeal and fish oil in aquafeeds: further thoughts on the fishmeal trap. *FAO Fisheries Circular*, No. 975 FIPP/C975. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- N.R.C. (National Research Council), 1993.** Nutrient Requirements of Poultry. 9th revised edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- Owen M.A.F., 2011.** The effect of dietary inclusion of category 3 animal by-product meals on rainbow trout (*O. mykiss* Walbaum) mineralized tissues and immune function. Thesis of Doctor of Philosophy. University of Plymouth, 173P.

- Parkhurst C. R., and Mountney G. J., 1987.** Poultry meat and egg production. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Parson C.M., 1998.** Variation in proteins quality of soybean meal for poultry. *In*: Proceeding: Arkansas Nutrition Conferences, Sept 15-17, Fayetteville, Arkansas, USA.
- Pereira T.G., and Oliva-Teles, A., 2003.** Evaluation of corn gluten meal as a protein source in diets for gilthead sea bream *Sparus aurata* L. juveniles. *Aquaculture Research*, **34**: 1111-1117.
- Robaina L., Moyano F.J., Izquierdo M.S., Socorro J., Vergara J.M., and Montero, D., 1997.** Corn gluten and meat and bone meals in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implications. *Aquaculture*, **157**:347-359.
- Regost C., Arzel J., and Kaushik, S.J., 1999.** Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, **180**: 99-117.
- Racicot J.G., Gaudet M. and 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.
- Sanden M., Krogdahl A., Bakke-McKellup A.M., Buddington R.K., and Hemre, G.I., 2006.** Growth performance and organ development in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) Parr fed genetically modified (GM) soybean and maize. *Aquaculture Nutrition*, **740** (12): 1-14.
- Seneriches M. L. M., Chiu, and Y. N. 1988.** Effect of fishmeal on the growth, survival and feed efficiency of milkfish (*Chanos chanos*) fry. *Aquaculture*, **71** :61-69.,
- Shimeno S., Mima T., Imanaga T., and Tomaru, K., 1993b.** Inclusion of combination of defat-ted soybean meal, meat meal, and corn glu-ten meal to yellowtail diets. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**: 1889-1895.
- 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.
- Tacon A.G.J., Hasan M.R., and Metian M., 2011.** Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Press by: Food and Agriculture Organization Of The United Nations Rome, 2011, 87 P.
- Yigit M., Erdem M., Koshio S., Ergün S., Tür-ker A., and Karaali B., 2006.** Substituting fish meal with poultry by-product meal in diets for Black Sea turbot *Psetta maeotica*, *Aquaculture Nutrition* **12**: 340-347.

## Utilization of corn gluten meal as a protein source in great sturgeon (*Huso huso*) diets in growth up stage

Sayed Hassani M.H.\*; Mohseni M; Yazdani Sadati M.A; Pourali H.M; Shakorian, M.

\* mirhamedhassani@yahoo.com

Caspian Sea International Sturgeon Research Institute

**Key words:** *Huso huso*, Fish meal, Corn Gluten, Growth index, Body composition, Biochemical index.

### Abstract

The utilization of corn gluten meal (CGM) was evaluated as a replacement for fish meal (FM) in practical diets for beluga *Huso huso* in growth up stage. Four experimental diets (isonitrogenous and isocaloric, 40% protein and 18 kJ/g diet) were formulated. Fish meal was replaced by CGM at 0%, 20%, 40% and 60% being named as CGM<sub>0</sub>, CGM<sub>20</sub>, CGM<sub>40</sub> and CGM<sub>60</sub>, respectively. Fingerlings great sturgeon with an initial body weight of  $\pm 63,376.94$ gr (mean  $\pm$ SD) were reared in 12 fiberglass tanks and fed with diets for 10 weeks at  $20.00 \pm 2$  °C. At the end of experiment, growth performance (final weight, body increase weight, specific growth rate) of fish fed CGM<sub>20</sub> and CGM<sub>40</sub> were significantly higher than fish fed control diet, while feed conversion ratio were lower than fish fed CGM<sub>40</sub> and CGM<sub>60</sub> compared with control diet. There were no significant difference in condition factor, protein efficiency ratio and body protein in different experimental groups, but body lipid increased as dietary gluten meal increased ( $P < 0.05$ ). Different levels of corn gluten meal did not significantly affect Aspartate amino transferase (AST), Alanine amino transferase (ALT) and Triglyceride, but amount of cholesterol in fish fed diets CGM<sub>40</sub> and CGM<sub>60</sub> were significantly lower than control diet ( $P < 0.05$ ). The present study revealed that CGM is a suitable source as replacement with fish meal and might be included in great sturgeon commercial diet up to 60% with no adverse effect on nutrition efficiency, liver enzymes and biochemical parameters.

\*Corresponding author