# کارایی گلوتن ذرت به عنوان یک منبع پروتئین جایگزین بجای پودر ماهی در تغذیه فیلماهی (*Huso huso*) در دوران رشد (growth up)

میرحامد سیدحسنی*، 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 محتوی۴۰٪ پروتئین و ۱۸ کیلوژول در گرم انرژی خام تهیه گردید. گلوتن ذرت (CGM) در سطوح ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰٪ ($CGM_0$، $CGM_{20}$، $CGM_{40}$ و $CGM_{60}$) جایگزین پودرماهی گردید. تعداد۱۲۰عدد فیلماهی با میانگین وزن (۶۳/۴±۶/۹۴SD) گرم در ۱۲ وان فایبرگلاس در درجه حرارت با میانگین (±SD) ۲ ±۲۰ درجه سانتیگراد به مدت۱۰ 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 $CGM_{20}$ و $CGM_{60}$ بطور معنی داری از تیمار شاهد بالاتر بود، در حالیکه ماهیان تغذیه شده با جیره های $CGM_{40}$ و$CGM_{60}$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$CGM_{60}$ بطور معنی داری افزایش یافت. سطوح اسپارتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و تری گلیسرید پلاسما از سطوح جایگزینی گلوتن ذرت تاثیر نپذیرفتند، درصورتیکه کلسترول پلاسما در ماهیان تغذیه شده از جیره های $CGM_{40}$ و $CGM_{60}$ در مقایسه با تیمار شاهد بطور معنی داری کمتر بود. نتایج این آزمایش نشان می دهد که گلوتن ذرت پتانسیل مناسبی جهت جایگزینی با پودرماهی دارد و امکان جایگزینی آن در جیره فیلماهی در دوران رشد تا سطح۶۰٪بدون تاثیر منفی برکارایی رشد، تغذیه، آنزیمهای کبدی و شاخصهای بیوشیمیایی وجود دارد.

**لغات کلیدی:** فیلماهی، پودرماهی، گلوتن ذرت، شاخص های رشد، ترکیب لاشه و شاخصهای بیوشیمیایی.

*نویسنده مسئول

## مقدمه

پودرماهی منبع عمده تامین کننده پروتئین (۴۵ تا۵۰٪) وگرانترین در جیره غذایی آبزیان است (Yigit *et al* ., 2006). با توجه به رشد سریع آبزی پروری در طی سالهای۱۹۹۰ تا۲۰۱۰ روند استفاده از پودرماهی همواره رو به افزایش بوده است ، صنعت آبزی پروری در سال ۱۹۹۹ به ۳۲٪پودرماهی تولید شده در جهان نیاز داشت (New & Wijkstom , 2002)، این نیاز در سال۲۰۱۰، به ۷۳٪ رسید (Tacon *et al*., 2011) و تخمین زده می شود که درسال ۲۰۱۵، ۷۰٪ پودر ماهی تهیه شده صرف تامین غذای آبزیان گردد (New & Wijkstom , 2002). روند رو به رشد آبزی 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 تا۵۰٪) به جیره غذایی منحصر به مراحل آغازین و مولدسازی خواهد بود (Jackson, 2007). براین اساس متخصصان آبزی 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 تا۵۰٪ پروتئین نیاز دارند که قسمت عمده آن(۵۰ تا۶۰٪) از آرد ماهی تامین می شود (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵). هزینه تولید گوشت ماهیان خاویاری به دلیل طولانی بودن دوره پرورش ( ۳تا۴ 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 نشاسته وشیره ذرت تهیه شده و با توجه به نوع فراوری و واریته گیاه بکار رفته در فرایند استخراج منبعی غنی از پروتئین (۴۳ تا۸۰٪) 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)، تیلاپیا (Pereira & Oliva –Teles, 2003) و ماهی سیم دریای سخت سر (Robaina *et al*., 1997 :Ebiary, 2005) به انجام رسیده است و نتایج حاکی از آن است که صرف نظر از دادن رنگ صورتی به

گوشت آبزیان پرورشی، سطوح بالای جایگزینی این منبع پروتئینی با پودرماهی امکان پذیر می باشد (Menghe *et al.*, 2012).

مطالعات محدودی درخصوص جایگزینی گلوتن ذرت بجای پودرماهی در جیره غذایی ماهیان خاویاری صورت گرفته است و از آن جایی که فیلماهی مهمترین گونه پرورشی در صنعت پرورش تاسماهیان در کشور محسوب می گردد، آزمایش حاضر بمنظور بررسی مقدماتی امکان جایگزینی گلوتن ذرت به جای پودرماهی در جیره غذایی و تاثیر آن بر روند رشد، ترکیب لاشه، آنزیمهای کبدی و شاخصهای بیوشیمیایی فیلماهی در دوره رشد طراحی و اجرا گردید.

## مواد و روش ها

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

۱۲۰ عدد فیلماهی با میانگین (±SD) وزن (۶۳/۴±۶/۹۴) گرم که در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان به غذای کنسانتره سازگار شده بودند انتخاب و به هر وان فایبرگلاس۵۰۰لیتری (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 (حاوی۴۰٪ پروتئین و ۱۸ مگاژول بر کیلوگرم انرژی) طراحی و تهیه گردید. در تیمار شاهد از پودرماهی بعنوان منبع اصلی پروتئین استفاده شد و جهت بررسی مقدماتی امکان جایگزینی بخشی از گلوتن ذرت بجای پودرماهی در تیمارهای ۲، ۳ و ۴ گلوتن ذرت به نسبتهای۲۰ ،۴۰ و۶۰٪ جایگزین پودرماهی گردید (جدول۱) ($CGM_0$، $CGM_{20}$، $CGM_{40}$ و $CGM_{60}$). جهت ساخت غذا اجزای اصلی غذا (کنجاله سویا، پودرماهی، پودرگوشت 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 کاملا 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 انتهای۱۰ هفته پرورش۳۰٪ 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، جیره‌های آزمایشی و لاشه ماهیان با استفاده از روشهای استاندارد AOAC (1990) انجام شد. نمونه های آزمایشی در دمای ۱۰۵درجه سانتیگراد بمدت۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند. پروتئین با اندازه‌گیری نیتروژن‌کل (۶/۲۵ ×N) با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین شد. چربی با استفاده از حلال کلروفروم با نقطه جوش۵۰ 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

Labofuge ساخت شرکت Heraeus sepatch آلمان) با استفاده از کیتهای شرکت پارس آزمون بروش کالریمتریک دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت۱۰ دقیقه و سرم خون با

**جدول ۱: اجزا وترکیب شیمیایی جیره های غذایی (n=3)**

| اجزای غذایی | تیمار های غذایی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $CGM_0$ | $CGM_{20}$ | $CGM_{40}$ | $CGM_{60}$ |
| پودر ماهی [۱] | ۵۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۲۰ |
| گلوتن ذرت [۲] | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ |
| آرد سویا [۳] | ۱۰ | ۷/۵ | ۵ | ۵ |
| پودر گوشت [۱] | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ |
| آرد گندم | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ |
| روغن ماهی [۱] | ۱۴ | ۱۵ | ۱۵/۵ | ۱۶ |
| پرمیکس ویتامینی* [۴] | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ |
| پرمیکس معدنی[۴++] | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ویتامین C[۴] | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ |
| ویتامین E[۴] | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ |
| لایزین [۴] | ۰ | ۰/۵ | ۰/۷۵ | ۱ |
| ملاس | ۱ | ۲ | ۳/۷۵ | ۳ |
| **جمع کل** | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| **ترکیب شیمیایی** | | | | |
| ماده خشک ( ٪) | ۹۳/۶ | ۹۳/۶ | ۹۳/۵ | ۹۱/۲ |
| پروتئین( ٪) | ۴۱/۹ | ۴۲/۰۰ | ۴۱/۹ | ۴۱/۸ |
| چربی ( ٪) | ۱۹/۶ | ۱۹/۷۹ | ۱۹/۴۵ | ۱۹/۱۱ |
| خاکستر( ٪) | ۱۲/۶ | ۱۱/۴ | ۱۰/۱۲ | ۱۰/۸ |
| فیبر ( ٪) | ۱/۷۲ | ۱/۶۲ | ۱/۴۹ | ۰/۹۲ |
| کربوهیدرات ( ٪) | ۱۳/۹ | ۱۵/۳ | ۱۶/۷۵ | ۹/۴۵ |
| انرژی کل (مگاژول برکیلوگرم) | ۱۸/۰۰ | ۱۸/۰۴ | ۱۷/۹۱ | ۱۷/۶۴ |

۱: آرد ماهی:۶۰٪ پروتئین، پودر گوشت: ۴۹٪ پروتئین و روغن ماهی تهیه شده از شرکت پودرماهی 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 ، ویتامینC و E و لایزین 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 – کولکلسیفرول ۳۰۰۰ ای . یو. تیامین ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم ، ریبوفلاوین ۳۰ میلیگرم در کیلوگرم، پیرودوکسین 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 پنتوتئات ۵۰ میلیگرم در کیلوگرم، کولین کلراید ۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم.

++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، سیترات 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.

با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV/VIS – 6505، شرکت Jenway ، ساخت انگلیس) طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. همچنین آسپارتات 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 (٪)**

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

BWF =متوسط وزن نهایی( گرم)

TL=طول کل( سانتیمتر)

**افزایش وزن**

$$\%BWI = 100 \times (BWf - BWi)/BWi$$

BWI =متوسط وزن اولیه( گرم)

BWF =متوسط وزن نهایی( سانتیمتر)

**ضریب رشد ویژه**

$$S.G.R = (lnWt - lnW0)/t \times 100$$

W0=میانگین بیوماس اولیه ( گرم)

Wt=میانگین بیوماس نهایی( گرم)

T=دوره زمانی(روز)

**نسبت بازده پروتئین**

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

BWI =متوسط وزن اولیه( گرم)

BWF =متوسط وزن نهایی( گرم)

Protein intake:کل پروتئین مصرفی هر ماهی (گرم)

**ضریب تبدیل غذا**

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

F=مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی

Wt=میانگین بیوماس نهایی( گرم)

**شاخص هپاتوسوماتیک**

$$HSI = (Liver\ weight / bodyweight) \times 100$$

Liver weight =وزن کبد(گرم) body weight =بدن(گرم)

**شاخص احشایی**

$$VSI = (Visceral\ weight / bodyweight) \times 100$$

Visceral weight =وزن امعا و احشا(گرم)

body weight =وزن بدن(گرم)

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 نسخه۱۲صورت گرفت.

## نتایج

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

در پایان۱۰ هفته پرورش وزن ثانویه و درصد افزایش وزن بدن ماهیان تغذیه شده از جیره های CGM20 وCGM60 به طور معنی داری بیشتر از ماهیان تیمار $CGM_0$ بود که پودرماهی منبع اصلی پروتئین جیره بشمار می رفت ($F= 2.8$ ,$df=3$) ($F= 3.125$ ,$df=3$ $P<0.05$) $P<0.05$). ضریب تبدیل غذا در جیره های $CGM_{20}$، $CGM_{40}$ و$CGM_{60}$ تفاوت معنی داری با هم نداشت، اما ضریب تبدیل غذای ماهیان تغذیه شده با تیمارهای $CGM_{40}$ و $CGM_{60}$ که در آنها از سهم پودرماهی بمیزان۴۰و۶۰

% 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 ۴ 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 هپاتوسوماتیک و احشایی**

افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره غذایی تاثیر معنی داری بر پروتئین لاشه ماهیان نداشت (F= 3.76 P>0.05 df=3)،ماهیان تغذیه شده از جیره $CGM_{60}$ بیشترین چربی لاشه را دارا بودند (F= 1.076 ,df=3 P<0.05). افزایش گلوتن ذرت در جیره موجب افزایش معنی دار شاخص هپاتوسوماتیک و احشایی در ماهیان نگردید (F= 1.43 ,df=3 P>0.05) و ( F= 1.47 ,df=3 P>0.05). بیشترین شاخص هپاتوسوماتیک در ماهیان $CGM_{60}$ (۶۰٪ جایگزینی گلوتن ذرت) مشاهده شد و ماهیان تیمار$CGM_{20}$ کمترین شاخص هپاتوسوماتیک را دارا بودند. در روندی مشابه بیشترین شاخص احشایی در ماهیان تغذیه شده از تیمار۴ 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 پودرماهی تاثیر معنی داری بر آنزیمهای آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) نداشت F= 0.038 ,df=3 P>0.05) و(F= 0.86 ,df=3 P>0.05) . بیشترین مقدار آسپارتات آمینوترانسفراز به مقدار۴/۰۰ ±۱۷۰/۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر در تیمار۳ ($CGM_{40}$) و بیشترین مقدار آلانین آمینوترانسفراز به مقدار۰/۰۱ ±۱/۷۴ میلی گرم بر دسی لیتر در تیمار ۱ (جیره شاهد) ثبت گردید. میزان کلسترول ماهیان با افزایش سطوح جایگزینی کاهش یافت. میزان کلسترول در تیمارهای۳ و ۴ که در آنها بترتیب۴۰ و۶۰٪ گلوتن ذرت جایگزین پودرماهی 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 نپذیرفت(F= 3.59 ,df=3 P>0.05) .

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

| | جیر ه های آزمایشی/ سطوح جایگزینی گلوتن ذرت بجای پودر ماهی | | | |
|---|---|---|---|---|
| شاخصها | $CGM_0$ | $CGM_{20}$ | $CGM_{40}$ | $CGM_{60}$ |
| وزن اولیه | ۶۸/۹۸± ۲/۱۲ | ۶۰/۷۲±۲/۳۶ | ۶۲/۷۵±۱/۹۲ | ۶۱/۱۵±۱/۵۱ |
| وزن ثانویه (W2 ) | ۴۲۶/۷۶±۱۲/۲۱$^{b}$ | ۴۸۲/۲۳±۱۱/۳۱$^{a}$ | ۴۷۶/۱۹±۱۳/۱۲$^{ab}$ | ۴۸۹/۱۴±۱۲/۵۲$^{a}$ |
| طول اولیه | ۲۱/۳۶±۰/۶۵ | ۲۱/۴۳±۱/۱۲ | ۲۱/۰۵±۰/۵۴ | ۲۱/۴۴±۰/۶۴ |
| طول ثانویه | ۴۷/۳۳±۲/۱۱ | ۴۶/۶۱±۲/۴۵ | ۴۸/۵۲±۱/۰۹ | ۳۹/۹۷±۱/۲۱ |
| ضریب چاقی (CF) | ۰/۴۰±۰/۰۰۱۸ | ۰/۴۸±۰/۰۰ | ۰/۴۱±۰/۰۰ | ۰/۴۴±۰/۰۰ |
| درصد افزایش وزن (BWI) | ۵۳۷/۴۳±۳۲/۲۴$^{b}$ | ۶۹۵/۱۲±۳۱/۶۷$^{a}$ | ۶۵۸/۵۹±۴۴/۱۲$^{ab}$ | ۷۰۰/۴۷±۳۲/۱۵$^{a}$ |
| بیوماس اولیه | ۴۸۲/۹۲±۱۸/۸۱ | ۴۲۴/۹۵±۲۰/۹۲ | ۴۳۸/۹۶±۱۸/۱۲ | ۴۲۷/۷۷±۱۶/۹۵ |
| بیوماس ثانویه | ۲۹۸۷/۳۳±۸۸/۹۱$^{b}$ | ۳۳۷۵/۶۵±۹۳/۶۲$^{a}$ | ۳۳۳۳/۳۳±۱۰۳/۶۲$^{ab}$ | ۳۴۲۴/۰۰±۸۰/۸۵$^{a}$ |
| ضریب رشد ویژه (SGR) | ۱/۵۲±۰/ ۰۲$^{b}$ | ۱/۷۲±۰/۰۳$^{a}$ | ۱/۶۸±۰/۰۴$^{a}$ | ۱/۷۳±۰/۰۳$^{a}$ |
| ضریب تبدیل غذا (FCR) | ۱/۵۷±۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۳۴±۰/۰۵$^{ab}$ | ۱/۳±۰/۰۳$^{b}$ | ۱/۲۵±۰/۰۹$^{b}$ |
| نسبت بازده پروتئین (PER) | ۱/۵۶±۰/۰۲ | ۱/۸۲±۰/۰۱ | ۱/۸۸±۰/۰۱ | ۱/۹۵±۰/۰۳ |

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

**جدول۲: ترکیب شیمیایی لاشه، شاخص هپاتوسوماتیک واحشایی فیلماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف گلوتن ذرت (Mean ±SD)**

| شاخصها | جیر ه های آزمایشی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $CGM_0$ | $CGM_{20}$ | $CGM_{40}$ | $CGM_{60}$ |
| پروتئین (٪) | ۱۶/۰۱±۱/۰۲ | ۱۶/۱±۰/۸۲ | ۱۶/۳±۰/۲۴ | ۱۷/۳۲±۰/۹۱ |
| چربی (٪) | ۴/۸۵±۰/۵۴$^{b}$ | ۵/۲±۰/۴۸$^{b}$ | ۵/۶±۰/۳۲$^{b}$ | ۶/۸۸±۰/۲۶$^{a}$ |
| رطوبت (٪) | ۷۵/۳۲±۱/۸۸$^{ab}$ | ۷۶/۲±۰/۵۲$^{a}$ | ۷۵/۵۴±۰/۸۱$^{ab}$ | ۷۲/۹۹±۰/۲۷$^{b}$ |
| خاکستر (٪) | ۱/۳۵±۰/۰۷$^{c}$ | ۱/۵۵±۰/۰۱$^{b}$ | ۱/۹۵±۰/۷۶$^{a}$ | ۱/۶۱±۰/۰۲$^{b}$ |
| شاخص هپاتوسوماتیک (٪) | ۲/۹۱±۰/۳۱ | ۲/۸۵±۰/۴۱ | ۲/۹۵±۰/۴۲ | ۳/۰۱±۰/۴۱ |
| شاخص احشایی (٪) | ۱۵/۵۱±۰/۵۴ | ۱۶/۲±۰/۶۵ | ۱۵/۳۶±۴/۳۹ | ۱۸/۳۱±۳/۱۱ |

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

**جدول۳: شاخصهای خونی و آنزیمهای کبدی فیلماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف گلوتن ذرت جیره های آزمایشی (Mean ±SD)**

| شاخصها | جیر ه های آزمایشی/ سطوح جایگرینی گلوتن ذرت بجای پودر ماهی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $CGM_0$ | $CGM_{20}$ | $CGM_{40}$ | $CGM_{60}$ |
| آسپارتات آمینو ترانسفراز ( AST) | ۱۶۲/۶۶±۵/۰۳ | ۱۶۸/۰۰±۶/۰۰ | ۱۷۰/۰۰±۴/۰۰ | ۱۶۵/۳±۶/۶۱ |
| آلانین آمینو ترانسفراز ( ALT) | ۱/۷۴±۰/۰۱ | ۱/۶۶±۰/۰۵ | ۱/۵۷±۰/۰۸۲ | ۱/۶۳±۰/۰۱ |
| کلسترول ( TC) | ۷۴/۳۱±۱/۲۱ $^{a}$ | ۷۲/۰۰±۶/۵۵$^{ab}$ | ۶۸/۱۶±۴/۸۴$^{b}$ | ۶۱/۳۶±۳/۴۵$^{c}$ |
| تری گلیسرید(TG) | ۴۶۰/۳±۲/۵۴ | ۴۲۵/۳±۱۸/۵۸ | ۴۵۸/۳۳±۱۸/۹۲ | ۴۳۱/۶۶±۲۵/۶۲ |

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

## بحث

وزن نهایی و درصد افزایش وزن بدن در فیلماهیان تغذیه شده از CGM20 وCGM60 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 ۱۲تا ۲۶ ٪ در جیره غذایی قزل الای رنگین کمان (Alexis *et al*., 1985; Moyano *et al*., 1992 ) ۲۰، درصد در ماهی سی باس اروپایی (*Dicentrurchus 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 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 maeotica* 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.

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 و۱۰۰٪) بجای پودرماهی انجام دادند، مشاهده نمودند که در سطح جایگزینی۸۰٪، 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 حد۴۰٪ 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 آلای 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 آبزیان نمی باشد. بعنوان مثال در کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) جایگزینی تا حد۲۰٪ با گلوتن ذرت تاثیر منفی بر شاخصهای رشد داشت و جایگزینی تا حد۴۰٪ 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 ننمود (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 سایرپروتئینهای گیاهی (Regost *et al*., 1999) بطور معمول پروتئین گلوتن ذرت قابلیت هضم بالایی دارند (NRC, 1993). Perieira و Oliva- Teles (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 می‌توان 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 هپاتوسوماتیک و احشایی نداشت، هر چندروند افزایشی جزئی در شاخص هپاتوسوماتیک با افزایش سطوح گلوتن ذرت مشاهده شد. Regest و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره، کاهش شاخص هپاتوسوماتیک 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 نپذیرفت، ولی چربی لاشه با افزایش گلوتن ذرت در جیره افزایش یافت و میزان آن در لاشه ماهیان تغذیه شده ازجیره۶۰٪ گلوتن ذرت جایگزین شده بجای پودرماهی بطور معنی داری از تیمار شاهد بیشتر بود. تاثیر

پروتئینهای گیاهی بر ترکیب لاشه ماهیان پرورشی بسیار متفاوت است، در حالیکه Nengas و همکاران (۱۹۹۶) و Daviesو همکاران (۱۹۷۶) اختلاف معنی داری در ترکیب لاشه ماهی سیم دریایی سخت سر تغذیه شده با جیره هایی که در آن پروتئینهای گیاهی (محصولات سویا و گلوتن گندم) جایگزین پودر ماهی شده بود نیافتند، Robiana و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند که میزان پروتئین و چربی بطور معنی داری از نوع و سطوح پروتئینهای گیاهی (کنجاله سویا و آرد لوپن) بکار رفته در جیره تاثیر می پذیرد. Kissil و همکاران (۲۰۰۴) اختلاف معنی داری در میزان پروتئین لاشه سیم دریایی سخت سر تغذیه شده با جیره حاوی سطوح بالای پروتئین گیاهی ( سویا و پروتئین کنسانتره کانولا) نیافتند، در صورتی که میزان چربی و انرژی در لاشه ماهیان کاهش یافته بود. همچنین تحقیقات اندکی در خصوص اثر متقابل شاخصهای فیزیولوژیک و نحوه ارتباط آن با جذب پروتئینهای گیاهی در ماهیان پرورشی صورت گرفته، اما ثابت شده است که پروتئینهای گیاهی بر روی سطوح کلسترول و هورمونهای تیروئیدی ماهی تاثیرگذار هستند (Regost *et al*., 1999 ). Kaushik و همکاران (۱۹۹۵ )هایپوکلسترومیا (کاهش شدید کلسترول) در قزل الای رنگین کمان تغذیه شده از پروتئین سویا را مشاهده نمودند، از سوی دیگر غلظت کلسترول پلاسما در کفشک ماهیان تغذیه شده از سطوح بالای گلوتن ذرت کمتر از تیمار شاهد گزارش شد (Regost *et al*., 1999) که مطابق با نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر است.

همچنین کاهش در تری گلیسرید پلاسما با افزایش سطوح جایگزینی گلوتن ذرت در ماهی دم زرد (Shimino *et al*., 1993) و کفشک ماهی ( Regost *et al*., 1999 مشاهده شده است. کاهش چربی لاشه به همراه کاهش تری گلیسرید بمعنی انتقال و حرکت لیپید جهت تامین انرژی و نیازهای حیاتی است که با رشد ضعیف ماهیان خود را نشان می دهد ( Kaushik *et al*., 1995)، اما در مطالعه حاضر با افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره، چربی لاشه و میزان تری گلیسرید پلاسما افزایش یافت. تری گلیسرید سرم بعنوان یک نشانگر کوتاه مدت در مورد وضعیت تغذیه بکار می رود (Bucolo & David, 1973). افزایش چربی کل بهمراه افزایش تری گلیسرید پلاسمای کپور ماهیان تغذیه شده از سطوح بالای *Jatropha curcas* را نشاندهنده توانایی بالای ماهی در استفاده و جذب این منبع پروتئین گیاهی دانستند که هماهنگ با نتایج به دست آمده در این آزمایش است. البته باید به این نکته اذعان نمود که در تیمار ۴ ($CGM_{60}$) بدلیل بالانس جیره غذایی از لحاظ انرژی میزان روغن ماهی۱/۵٪ بیش از تیمار شاهد بود اما به نظر نمی رسد که بر ترکیب لاشه بطور معنی داری تاثیرگذار بوده باشد (Kumar *et al*., 2010 ). در تحقیقی مشابه Regost و همکاران(۱۹۹۹) بترتیت ۳۵ ،۷۰ و ۱۰۰٪ پودر ماهی را در جیره کاهش و گلوتن ذرت را جایگزین و جهت بالانس انرژی در جیره ۱۰۰٪ جایگزینی در مقایسه با تیمار شاهد، ۳/۵٪ روغن ماهی را افزایش دادند اما چربی لاشه در این تیمار بطور معنی داری کمتر از چربی لاشه ماهیان تیمار شاهد بود. از سوی دیگر در تحقیق حاضر اختلاف معنی داری در سطوح آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) ماهیان تغذیه شده از سطوح مختلف گلوتن ذرت مشاهده نشد. وظیفه این آنزیمها کاتابولیسم آمینواسید در کبد و انتقال گروههای آمینواسید از آلفا آمینواسیدها به آلفا کتواسیدها می باشد. افزایش آنزیمهای ALT و AST در خون حاصل اندامهای آسیب دیده در کبد است (Racicotic *et al*., 1975). Kumar و همکاران (۲۰۱۰) در تغذیه کپور معمولی با آرد *Jtropha curcas* افزایش معنی دار این آنزیمها را در خون مشاهده نمودند که آن را به تخریب بافت کبد توسط استرهای فروبول و نشتAST وALT درخون نسبت دادند، همچنین Hemre و همکاران در سال ۲۰۰۵ و Sanden در سال ۲۰۰۶ نتایج مشابهی در خصوص افزایش آنزیمهای ALT

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 اذعان نمود که گلوتن ذرت پتانسیل مناسبی جهت جایگزینی با پودر ماهی داشته و امکان الحاق آن به جیره غذایی فیلماهی در دوره رشد در اوزان۶۰ تا۵۰۰ 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 آبزی 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 بین‌المللی 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 بین‌المللی ماهیان خاویاری. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۱۰۷ صفحه. .**

**Alliot E., Pastoreaud A., Pelaez J. and Métailler R., 1979.** Utilization des farinea végétales et des levures cultivées sur alcanes pour l'alimentation du bar (*Dicentrurchus 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., Papaparaskeva-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 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

determination of serum triglycerides by the Use of enzymes. Clininical-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 specifies 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 struc-ture, 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 Fisher-ies 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, Fayetterille, 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 ehanos*) 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 (isonitrogenus 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 $CGM_0$, CGM20, $CGM_{40}$ and $CGM_{60}$, respectively. Fingerlings great sturgeon with an initial body weight of ± ۶۳,۳۷6.94gr (mean ±SD) were reared in 12 fiberglass tanks and fed with diets for10 weeks at 20.00± 2 $^{oC}$. At the end of experiment, growth performance (final weight, body increase weight, specific growth rate) of fish fed CGM20 and CGM40 were significantly higher than fish fed control diet, While feed conversion ratio were lower than fish fed $CGM_{40}$ and $CGM_{60}$ compared with control diet. There were not 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 no significantly affect Aspartat amino transferas (AST), Alanin amino transferas (ALT) and Triglyceride, but amount of cholesterol in fish fed diets $CGM_{40}$ and $CGM_{60}$ 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