



University of Guilan

University of Guilan with collaboration of Iranian  
Aquaculture Society

## Aquatic Animals Nutrition

Vol. 8, No. 3, 2022, pages: 55-66  
DOI: 10.22124/janb.2023.24102.1194



### Effects of relative replacement of different levels of dehulled soybean meal (DHSM) with fish meal on growth performance of adult Persian sturgeon, *Acipenser persicus*

Mahmoud Mohseni\*, Zabihallah Pazhand, Mirhamed Seyed Hosni, Ayoub Yousefi, Ali Halajian, Reza Ghorbani Vaghei, Toraj Sohrabi, Houshang Yeganeh, Sajjad Ghasemian  
International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Guilan, Iran

Received 20 June 2022

Revised 11 September 2022

Accepted 14 September 2022

#### KEYWORDS ABSTRACT

Persian  
sturgeon  
(*Acipenser  
persicus*)  
Dehulled  
soybean meal  
Growth  
Body  
chemical  
composition

The present study was designed and implemented to evaluate the effects of relative replacement of different levels of dehulled soybean meal (DHSM) instead of fish meal on growth performance of adult Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). In this study, a total of eighty 4-year-old Persian sturgeons (*Acipenser persicus*), with an average weight of 3850 g were fed with 8 isonitrogenetic and isolipidic diets for 52 weeks. Experimental diets include different percentages of dehulled soybean meal include 0, 10, 15, 20% without amino acid, 15 and 20% replacement with lysine and methionine, and 15 and 20% replacement with lysine and methionine and L-carnitine supplement (DHSM0, DHSM10, DHSM15, DHSM20, DHSM20+AA, DHSM15+AA, DHSM20+AA+L.car. DHSM15+ AA+L.car.). After 52 weeks, no significant difference was observed between weight gain (WG), specific growth rate (SGR), LX and PV in different treatments. The protein efficiency ratio and feed efficiency (FE) in DHSM0 was significantly higher than that of DHSM20+AA and DHSM15+AA. Hepatosotic index of fish in DHSM0, DHSM10, DHSM15, DHSM20 + AA+L.car. DHSM30 + AA+L.car. was significantly higher than that in DHSM30 + AA. Gonadosomatic index exhibited alterations under the influence of the diet. Effect of diets containing dehulled soybean meal with L-carnitine supplement on the reproductive system of female fish was significant and positive. The somatic growth in female Persian sturgeon was higher than that of males. However, their gonadic growth and stages of sexual maturity were significantly lower than that in males. The highest sexual maturity index of male fish was observed in DHSM15 + AA+L.car diet, so that at the end of the rearing period, 75% of fish were in stage IV of sexual maturity and 25% in stage III-IV. Addition of L-carnitine and essential amino acid supplement such as lysine and methionine to the diet containing soybean meal displayed a positive effect on the growth and reproductive indicators in the functional diet of Persian sturgeon and probably can improve significantly the production of Persian sturgeon fry.

\*Corresponding author: mahmoudmohseni73@gmail.com





## تغذیه آبزیان

سال هشتم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۱، صفحات ۶۶-۵۵

DOI: 10.22124/janb.2023.24102.1194

"مقاله پژوهشی"

### ارزیابی اثرات جایگزینی نسبی سطوح مختلف کنجاله سویا به جای آرد ماهی بر عملکرد رشد تاسماهی بالغ (*Acipenser persicus*) پرورشی

محمود محسنی\*، ذبیح اله پزند، میرحامد سید حسنی، ایوب یوسفی، علی حلاجیان، رضا قربانی واقعی، تورج

سهرابی، هوشنگ یگانه، سجاد قاسمیان

انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، گیلان

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰

#### کلمات کلیدی

#### چکیده

بررسی حاضر به منظور ارزیابی اثرات جایگزینی نسبی سطوح مختلف کنجاله سویای روغن کشتی شده به جای آرد ماهی بر عملکرد رشد تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) پرورشی طراحی و اجرا شد. در این راستا تعداد ۸۰ عدد تاسماهی ایرانی پرورشی ۴ ساله با میانگین وزنی ۳۸۵۰ گرم با ۸ جیره ایزونیتروژنتیک و ایزولیپیدیک به مدت ۵۲ هفته تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی حاوی درصد‌های مختلف کنجاله سویای روغن کشتی شده شامل صفر، ۱۰، ۱۵، ۲۰٪ بدون آمینو اسید، ۱۵ و ۲۰٪ جایگزینی با اسید آمینه‌های لایزین و متیونین و ۱۵ و ۲۰٪ جایگزینی با اسید آمینه‌های لایزین و متیونین و مکمل ال-کارنیتین بودند. بعد از ۵۲ هفته هیچ اختلاف معنی داری بین SGR، WG، LX و PV ماهیان تیمارهای مختلف مشاهده نشد. نسبت بازده پروتئین و FE ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM0 به طور معنی‌دار بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM20+AA و DHSM15+AA بود. شاخص هیپاتوسوماتیک ماهیان تغذیه شده DHSM0، DHSM10، DHSM15 و DHSM20 + DHSM30 + AA+L.car. به طور معنی دار نسبت به ماهیان تغذیه شده با تیمار DHSM30 + AA+L.car. بزرگ‌تر بود. شاخص رشد غدد جنسی تحت تأثیر جیره غذایی دارای تغییراتی بودند. در این مطالعه، مشخص شد که اثر جیره‌های غذایی حاوی کنجاله سویای روغن کشتی شده دارای مکمل ال-کارنیتین بر دستگاه تولید مثل ماهیان ماده معنی دار و مثبت بود. نتایج مبین این مهم است که رشد سوماتیک در تاسماهیان ماده از جنس نر بیش‌تر، ولی رشد غدد جنسی و مراحل رسیدگی جنسی آن نسبت به جنس نر به میزان قابل توجهی کمتر بوده است. بیش‌ترین شاخص رسیدگی جنسی ماهیان نر در ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM15 + AA+L.car. ملاحظه شد، به طوری که در پایان دوره پرورش نشان داد که ۷۵٪ آن‌ها در مرحله چهار و ۲۵٪ بقیه در مرحله III-IV رسیدگی جنسی قرار داشتند. افزودن مکمل ال-کارنیتین و مکمل اسیدهای آمینه ضروری مانند لایزین و متیونین به جیره غذایی حاوی کنجاله سویا تأثیر مثبت بر شاخص‌های رشد و تولید مثلی در جیره کاربردی تاسماهی ایرانی داشت و احتمالاً ممکن است به نحو قابل ملاحظه‌ای تولید بچه ماهیان را نیز بهبود بخشد.

## مقدمه

هر چند سرعت رشد تاسماهی ایرانی در مقایسه با فیلماهی کمتر است (محسنی و همکاران، ۱۳۸۴)، اما می‌توان با ایجاد شرایط مساعد محیطی (نوسانات درجه حرارت، شرایط فتوپریود و جیره غذایی مخصوص) این گونه را در سنین ۶ تا ۸ سالگی در شرایط فیزیولوژیک و رسیدگی جنسی مناسب قرار داد و با القای هورمون جنسی GnRH صناعی در سال‌های بعد امکان استحصال تخمک و خاویار به وجود آورد (بهمنی و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین لزوم تحقیقات دامنه‌دار در زمینه پرورش این گونه در محیط‌های محصور به منظور تولید گوشت و استحصال خاویار و حفظ جایگاه خاویار ایران از طریق تولید خاویار پرورشی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

در گذشته کمبود اطلاعات در زمینه احتیاجات غذایی اغلب گونه‌های مختلف تاسماهیان و فقدان جیره‌های تجاری مناسب موجب شد تا پرورش دهندگان برای تغذیه تاسماهیان از جیره آزاد ماهیان استفاده کنند. این امر در دراز مدت باعث رشد ضعیف، خمیدگی جانبی ستون فقرات (Scoliosis)، عدم تعادل و عوارض دیگر تغذیه‌ای شد. تولید تاسماهیان در مقیاس تجاری نیازمند غذایی با ترکیب ارزان‌تر و مؤثرتر است که هنگام استفاده، رشد مناسب و کمترین مقدار FCR را در آن‌ها ایجاد کند (Hung and Deng, 2002). تاسماهیان به دلیل رژیم گوشتخواری به درصد بالایی پروتئین در جیره غذایی نیاز دارند.

پروتئین ماده اصلی تشکیل دهنده بافت‌های ماهیان است که حدود ۶۵-۷۵٪ از کل ماده خشک بدن را شامل می‌شود، در واقع ماهیان پروتئین را برای بدست آوردن اسیدهای آمینه مصرف می‌کنند. پروتئین در بدن هیدرولیز شده و اسیدهای آمینه را آزاد می‌کند، اسیدهای آمینه از روده جذب می‌شوند و توسط جریان خون در بافت‌ها و اندام‌های بدن پخش می‌شوند، اما جذب و مصرف پروتئین در ماهیان به وجود منابع انرژی غیرپروتئینی و میزان پروتئین وابسته است بگونه‌ای که پروتئین اضافی جیره در فعالیت‌های حرکتی ویژه به عنوان منبع انرژی مصرف شده و اضافه‌تر از آن به صورت نیتروژن آمونیومی دفع می‌شود. بنابراین، افزایش پروتئین جیره مازاد نیاز ماهی، موجب تنش در موجود زنده، افزایش هزینه تولید و در نهایت کاهش رشد می‌گردد.

آرد ماهی به دلیل داشتن پروتئین مرغوب و قابلیت دان شدن مناسب به طور سنتی عمده‌ترین منبع تامین‌کننده پروتئین در غذای آبزیان است، هر چند که به دلیل افزایش تقاضا، قیمت بالا و در دسترس نبودن همیشگی آن تحقیقات زیادی برای جایگزین منبع دیگر تامین‌کننده پروتئین با قابلیت دسترسی همیشگی و قیمت نازل‌تر صورت گرفته است. علاوه بر این، نیاز به تهیه جیره‌ای که دفع فسفر با آن برای ماهیان به حداقل برسد و فرایند بیوتروفیکاسیون آب نیز به تعویق بیفتد، سبب جایگزین شدن آرد ماهی با منابع کم پروتئین می‌شود (Qinghui et al. 2004).

باید اذعان کرد که استفاده از مواد گیاهی مانند دانه بقولات (legume seed)، انواع مختلف آرد دانه‌های روغنی، آرد برگ و جوانه، کنسانتره پروتئینی برگ‌ها و آرد تکمه ریشه (root tuber meal) به دلیل داشتن مواد ضدتغذیه در جیره غذایی آبزیان محدود است. از این مواد ضد تغذیه‌ای می‌توان به پلی‌ساکاریدهای پروتئاز، فیتات‌ها، گلوکوزینات‌ها، تانن‌های ساپونین، لسیتین، اولیگوساکاریدها و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، فیتواسترول‌ها، الکل‌وئیدها، ترکیبات آنتی‌ژن و غیره اشاره کرد. ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که در تأثیر عوامل ضدتغذیه‌ای بر روند رشد ماهیان اتفاق نظر وجود ندارد و این مورد در مواقعی بیشتر خود را نشان می‌دهد که در آزمایش‌های تغذیه فقط به تأثیر یک فاکتور ضد تغذیه در ماهیان پرداخته می‌شود و به تأثیر متقابل فاکتورهای ضدتغذیه دیگر موجود در جیره غذایی توجهی نمی‌گردد. تولید آرد ماهی نیز در بعضی از نقاط جهان به طور سنتی انجام می‌شود، اما گران شدن و تهیه کردن آن در بسیاری از نقاط جهان در آینده، آن را به معضلی جدی برای آبزی‌پروری تبدیل خواهد کرد. از این رو ضرورت جایگزین کردن منابع پروتئین گیاهی به جای آرد ماهی در غذای آبزیان قابل مشاهده است.

متیونین و سیستئین از گروه اسیدآمینه‌های گوگرددار هستند. وجود مقادیر کافی متیونین و سیستئین برای ساخت پروتئین و دیگر اعمال فیزیولوژیک بدن لازم است. به نظر می‌رسد، سیستئین در ماهیان یک اسید آمینه غیرضروری است که ماهی قادر است آن را از طریق اسیدآمینه‌های ضروری مانند متیونین جبران کند، در صورتی که متیونین یک اسیدآمینه ضروری و مورد نیاز

بعد از اتمام دوره سازگاری (آداپتاسیون)، ماهیان از جیره‌های غذایی تهیه شده برای اجرای پروژه تغذیه شدند. در این تحقیق تعداد ۸۰ عدد تاسماهی ایرانی پرورشی ۴ ساله شامل ۳۲ عدد نر و ۴۸ عدد ماده، بر اساس مراحل رسیدگی جنسی و جنسیت با میانگین وزنی ۳۸۵۰ گرم با ۸ جیره ایزونیتروژنتیک و ایزولیپیدیک در سه تکرار به مدت ۵۲ هفته تغذیه شدند. این تقسیم‌بندی برای تعیین اثر جیره‌های غذایی بر روند رشد گنادیک (گنادو-گامتوز) آن‌ها صورت گرفت، مبنای تقسیم‌بندی بر اساس جنسیت (نر-ماده) و مرحله رسیدگی جنسی آن‌ها بود.

ماهی‌ها ۳ بار در روز (۱-۱۷-۹) با دست تا حد سیری غذایی شدند (برای تغذیه در ساعات تاریکی از نور مصنوعی استفاده نشد). در طول دوره آزمایش متوسط درجه حرارت آب  $21.02 \pm 1.28$  درجه سانتی‌گراد و اکسیژن محلول  $0.35 \pm 6.64$  میلی‌گرم در لیتر بود. دوره روشنایی و تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت در نظر گرفته شد. در ابتدا مقدار ماده خشک، پروتئین، چربی، کربوهیدرات، خاکستر و فیبر هر یک از اجزای غذایی اندازه‌گیری و سپس با استفاده از برنامه‌ریزی خطی در محیط Excel و با در نظر گرفتن میزان انرژی آزاد شده از سه منبع پروتئین، عصاره عاری از ازت و چربی به ترتیب برابر با ۵/۲، ۴/۱ و ۹/۵ کیلوکالری در گرم هشت جیره آزمایشی حاوی درصد‌های مختلف کنجاله سویای روغن‌کشی شده (Dehulled Soybean Meal) شامل صفر، ۱۰، ۱۵، ۲۰٪ بدون آمینواسید و ۱۵ و ۲۰٪ جایگزینی با آمینواسید لایزین و متیونین و ۱۵ و ۲۰٪ جایگزینی با آمینواسید لایزین و متیونین و مکمل ال کارنتین (DHSM10, DHSM0, DHSM15, DHSM20, DHSM15+AA, DHSM20+AA, DHSM15+AA+L.car, DHSM20+AA+L.car) طراحی و تولید شد (جدول ۱ و ۲). بررسی‌های آماری بر اساس وزن انفرادی ماهیان بر این نکته اذعان داشت که وزن متوسط اولیه ماهیان در تمامی تیمارها یکسان و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده نگردید ( $p > 0.05$ ). مشخصات وزن کل، طول کل، طول فورک، PV (فاصله بین باله سینه‌ای و باله شکمی)، LX (فاصله بین پایه باله مخرجی تا فورک) و دور شکم اندازه‌گیری و ثبت گردید. اندازه طول به وسیله متر نواری با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، وزن کل توسط ترازوهای پاندولی (قیان) با دقت ۱۰۰ گرم محاسبه گردید.

ماهیان است (Lovell, 1998). متیونین در ماهیان سه وظیفه عمده بر عهده دارد: در سنتز پروتئین مورد نیاز است، برای سنتز ترکیبات بیوشیمیایی سولفور ضروری است، یک دهنده متیل در واکنش‌های شیمیایی است که می‌تواند متیل مورد نیاز را برای واکنش‌های متیل‌سازی مهیا سازد (Wu & Davis, 2005). مقدار مورد نیاز اسید آمینه‌های گوگردار برای اکثر ماهیان ۲ تا ۳٪ پروتئین باشد.

لایزین یکی از ۱۰ آمینواسید ضروری است که باید در غذای ماهیان موجود باشد. همچنین، در ترکیب شیمیایی لاشه بسیاری از گونه‌های ماهیان، مقادیر بالای لایزین وجود دارد. از سوی دیگر، لایزین یکی از مهم‌ترین آمینواسیدهای محدود کننده موجود در پروتئین آرد غلات است و بنابراین بایستی مقادیر بهینه آن در جیره‌های غذایی، به ویژه جیره‌هایی غذایی حاوی مقادیر زیاد پروتئین گیاهی به دقت تعیین شود (Murillo-Gurrea et al. 2001; Tantikitti and Chimsung, 2001).

مطالعه حاضر با اهداف ارزیابی اثرات سطوح مختلف کنجاله سویای روغن‌کشی شده، کنجاله سویای روغن‌کشی شده حاوی آمینواسیدهای ضروری (لایزین و متیونین) و کنجاله سویای روغن‌کشی شده حاوی مکمل‌های آمینواسید ال-کارنتین روی شاخص‌های سوماتیک و گنادیک به منظور امکان معرفی جیره غذایی بهینه (حداقل ضریب تبدیل غذا و قیمت تمام شده غذا) طراحی و انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### ماهی و شرایط پرورش

در شروع آزمایش ماهیان به مدت ۲۴ ساعت گرسنه نگهداری شدند و بعد از بیهوش شدن با گل میخک (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) (محسنی و همکاران، ۱۳۸۲)، به صورت انفرادی وزن شدند. پیش از شروع آزمون، ماهیان به مدت دو هفته با شرایط آزمایشی سازگار شدند. بررسی فوق در مخازن فایبرگلاس ۴۰۰۰ لیتری در فضای سرپوشیده مجهز به سیستم هوادهی، تخلیه آب مرکزی و شیرهای تنظیم آب (به صورت فواره‌ای) که آب آن توسط رودخانه سفیدرود تامین می‌شد، انجام شد. برای جلوگیری از بیرون پریدن ماهیان، روی مخازن با توری‌های مخصوص پوشانده شد.

دمایی با دمای اتاق، با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن و به ماهیان داده شد.

آنالیز تقریبی ترکیبات و مواد اولیه جیره، جیره‌های آزمایشی و لاشه ماهیان با روش‌های اندازه‌گیری ترکیب تقریبی جیره‌های غذایی AOAC (۱۹۹۵) انجام شد. بدین منظور نمونه جیره‌ها و ماهی در  $105^{\circ}\text{C}$  به مدت ۶ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت، برای اندازه‌گیری رطوبت، خشک شدند. پروتئین با اندازه‌گیری نیتروژن کل ( $N=6/25$ ) با استفاده از دستگاه کلدال، چربی با استفاده از دستگاه سوکسله با استفاده از حلال کلروفرم با نقطه جوش  $50^{\circ}\text{C}$  تا  $60^{\circ}\text{C}$  به مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج و خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی با دمای  $550^{\circ}\text{C}$  به مدت ۹ ساعت و انرژی با استفاده از بمب کالریمتر اندازه‌گیری شد. با اطلاعات به دست آمده از طول و وزن ماهیان، مقادیر ضریب چاقی (CF)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، نسبت بازده پروتئین (PER)، کارایی غذا (FE) و شاخص هیپاتوسوماتیک (HSI) بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

برای ساخت غذا ابتدا کلیه ترکیبات (آرد ماهی، کنجاله سویا، آرد گندم، پودر گوشت و استخوان و غیره) با استفاده از دستگاه آسیاب بصورت پودر در آمد و به مدت ۲۰ دقیقه با استفاده از دستگاه میکسر، با یکدیگر مخلوط شدند. بعد به مخلوط حاصل، ترکیبات با مقادیر کم از قبیل نمک، ویتامین پریمکس، مکمل معدنی، ویتامین C، کولین، میتونین، ال-کارنتین و غیره... به ازای هر کیلوگرم جیره خشک در  $700$  سی‌سی آب مقطر مخلوط و سپس به مدت ۲۰ دقیقه با جیره خشک به طور همگن مخلوط شدند، سپس روغن (گیاهی و جانوری) به مخلوط جدید افزوده و به مدت ۱۵ دقیقه کل ترکیب مجدداً با یکدیگر مخلوط شد. مخلوط به‌دست آمده وارد دستگاه چرخ گوشت تجاری شد و به صورت پلت بیرون آمد و در دستگاه خشک‌کن به مدت ۲۴ ساعت در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  خشک شد. پس از خشک شدن غذا، بسته بندی و شماره گذاری و در فریزر در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  تا زمان مصرف، نگهداری شدند. یک ساعت قبل از توزیع غذا در مخازن، جیره‌های ساخته شده از فریزر خارج و در دمای اتاق نگهداری و پس از هم

$$\text{وضعیت} = (\text{BWF} / \text{TL}^3) \times 100 \quad (\text{Martinez- Liornes et al. 2007})$$

متوسط وزن نهایی (گرم) = BWF

طول کل (سانتی‌متر) = TL

$$\text{BWI} = 100 \times (\text{Bwf} - \text{BWi}) / \text{BWi} \quad (\text{Hung et al. 1989})$$

متوسط وزن اولیه (گرم) = BWi

متوسط وزن نهایی (سانتی‌متر) = BWF

$$\text{SGR} = (\ln \text{Wt} - \ln \text{W0}) / t \times 100 \quad (\text{Ronyai et al. 1990})$$

میانگین بیوماس اولیه (گرم) = W0

میانگین بیوماس نهایی (گرم) = Wt

دوره زمانی (روز) = T

$$\text{PER} = (\text{Bwf} - \text{Bwi}) / \text{TF} \times \text{CP} \quad (\text{Moore et al. 1988})$$

$$\text{FE} = (\text{Bwf} - \text{Bwi}) \times 100 / \text{TF} \quad (\text{Kofi et al. 1992})$$

کل خوراک مصرفی هر ماهی = TF، کل پروتئین مصرفی هر ماهی = CP

$$\text{HSI} = (\text{liver weight} / \text{body weight}) \times 100 \quad (\text{Hillestad et al. 2001})$$

وزن کبد (گرم) = Liver weight

وزن بدن (گرم) = Body weight

قرمز (MCV)، میانگین هموگلوبین یک گلبول قرمز (MCH) و میانگین درصد غلظت هموگلوبین در یک گلبول قرمز محاسبه شد. شمارش افتراقی گلبول‌های سفید و درصد فراوانی آن‌ها نیز محاسبه شد.

در انتهای دوره آزمایش ۲۰٪ جمعیت ماهیان از هر مخزن جمع‌آوری و برای تعیین ترکیب تقریبی لاشه در  $20^{\circ}\text{C}$  - منجمد شد.

داده‌های به دست آمده از هر تیمار تحت آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و آنالیز همبستگی قرار گرفتند، وقتی که تفاوت‌ها معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ )، از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌های تیمارهای مختلف استفاده شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵٪ تعیین گردید. آنالیز آماری با استفاده از SPSS ۱۴ انجام شد.

ماهیان هر دو هفته یک‌بار بصورت انفرادی با استفاده از ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم وزن و بر اساس آن مقدار جیره غذایی برای دو هفته بعد تنظیم شد. همچنین به منظور کاهش استرس بعد از توزین، تغذیه به مدت یک روز متوقف شد (Hung and Lutes, 1987).

از انتهای بله مخرجی و در زیر ساقه دمی مقدار حدود ۵۰۰ میکرولیتر خون به وسیله سرنگ گرفته شد و در ظرف ۱/۵ میلی لیتر اپندورف آغشته به ضد انعقاد هیپارین ریخته شد و پس از مخلوط شدن از آن گسترش تهیه شد و برخی از تست‌های هماتولوژی در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. تعداد اریتروسیت‌ها (RBC) و تعداد لکوسیت‌ها (WBC) در میلی متر مکعب خون به وسیله محلول رقیق کننده رنگی و لام هموسیتومتر محاسبه و درصد هماتوکریت به روش سانتریفیوژ میکروهماتوکریت و هموگلوبین به روش اسپکتروفتومتریک و حجم یک گلبول

جدول ۱ ترکیب جیره‌های آزمایشی (درصد از وزن خشک)

| جیره‌های آزمایشی               |                     |               |               |                    |                    |                    |                   | ترکیبات غذایی |
|--------------------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------|
| DHSM<br>20+AA+Lcar.            | DHSM<br>15+AA+Lcar. | DHSM<br>20+AA | DHSM<br>15+AA | DHSM <sub>20</sub> | DHSM <sub>15</sub> | DHSM <sub>10</sub> | DHSM <sub>0</sub> |               |
| آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی |                     |               |               |                    |                    |                    |                   |               |
| ۱۰/۶                           | ۱۰/۸                | ۱۰/۱          | ۱۰/۸          | ۱۰/۵               | ۱۰/۸               | ۱۰/۷               | ۱۰/۲              | رطوبت         |
| ۴۴/۷                           | ۴۴/۶                | ۴۴/۳          | ۴۴/۷          | ۴۴/۷               | ۴۴/۶               | ۴۴/۹               | ۴۵/۰              | پروتئین خام   |
| ۱۳/۵                           | ۱۳/۲                | ۱۳/۵          | ۱۳/۳          | ۱۳/۶               | ۱۳/۶               | ۱۳/۵               | ۱۳/۴              | لیپید خام     |
| ۱۱/۷                           | ۱۱/۴                | ۱۱/۶          | ۱۱/۲          | ۱۱/۵               | ۱۲/۰               | ۱۱/۵               | ۱۱/۶              | خاکستر        |

جدول ۲ پروفیل آمینو اسیدهای ضروری جیره‌های غذایی مورد بررسی (درصد از وزن خشک)

| جیره‌های آزمایشی    |                     |               |               |                    |                    |                    |                   | آمینواسید  |
|---------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------|
| DHSM<br>20+AA+Lcar. | DHSM<br>15+AA+Lcar. | DHSM<br>20+AA | DHSM<br>15+AA | DHSM <sub>20</sub> | DHSM <sub>15</sub> | DHSM <sub>10</sub> | DHSM <sub>0</sub> |            |
| ۳/۳۱                | ۳/۳۰                | ۳/۳۱          | ۳/۳۰          | ۳/۲۹               | ۳/۲۹               | ۳/۳۶               | ۳/۳۷              | Arginine   |
| ۱/۲۰                | ۱/۱۸                | ۱/۲۰          | ۱/۱۸          | ۱/۱۸               | ۱/۱۷               | ۱/۱۸               | ۱/۱۵              | Histidine  |
| ۲/۲۱                | ۲/۲۰                | ۲/۲۱          | ۲/۲۰          | ۲/۱۹               | ۲/۲۰               | ۲/۲۶               | ۲/۲۸              | Isoleucine |
| ۴/۶۸                | ۴/۶۳                | ۴/۶۸          | ۴/۶۳          | ۴/۶۶               | ۴/۶۰               | ۴/۶۲               | ۴/۴۹              | Leucine    |
| ۴/۳۵                | ۴/۲۲                | ۴/۳۵          | ۴/۲۲          | ۳/۲۳               | ۳/۲۸               | ۳/۵۱               | ۳/۵۱              | Lysine     |
| ۲/۵۹                | ۲/۴۲                | ۲/۵۹          | ۲/۴۲          | ۱/۷۹               | ۱/۸۲               | ۱/۵۹               | ۱/۹۴              | Methionine |
| ۳/۸۴                | ۳/۸۸                | ۳/۸۴          | ۳/۸۸          | ۳/۸۸               | ۳/۸۴               | ۳/۸۸               | ۳/۸               | Phe + Tyr  |
| ۲/۱۳                | ۲/۱۲                | ۲/۱۳          | ۲/۱۲          | ۲/۱۱               | ۲/۱۱               | ۲/۱۵               | ۲/۱۵              | Threonine  |
| ۰/۵۶                | ۰/۶                 | ۰/۵۶          | ۰/۶           | ۰/۵۱               | ۰/۵                | ۰/۵۱               | ۰/۴۹              | Tryptophan |
| ۲/۶۶                | ۲/۵۸                | ۲/۶۶          | ۲/۵۸          | ۲/۵۶               | ۲/۵۶               | ۲/۶۱               | ۲/۶۱              | Valine     |



## نتایج

همچنین هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در مقادیر متوسط (LX)، ضریب چاقی (CF)، تعداد یاخته‌های سفید (WBC)، قرمز (RBC) و میزان پروتئین کل خون ملاحظه نشد ( $p > 0.05$ ). فاکتورهای توتال پروتئین، WBC و RBC هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در مراحل مختلف رسیدگی در فصول مختلف نشان ندادند ( $p > 0.05$ ).

جدول ۴ نتایج روند رشد و کارایی غذا تغذیه شده با سطوح مختلف جایگزینی کنجاله سویای روغن کشی شده حاوی آمینو اسیدهای ضروری و مکمل ال-کارنتین بر روند رشد و ترکیب بدن تاسماهی ایرانی نر پرورشی را نشان می‌دهد. وزن ثانویه (W2)، شاخص وزن (WG) و شاخص رشد ویژه (SGR) ماهیان نر تغذیه شده با جیره  $DHSM15 + AA + L.car.$  و  $DHSM10$  بطور معنی‌داری بزرگتر از ماهیان تغذیه شده با تیمار  $DHSM20$  بود ( $p < 0.05$ ). رچند هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در بین ماهیان تغذیه شده با جیره های  $DHSM0$ ,  $DHSM10$ ,  $DHSM15$ ,  $DHSM15 + AA$ ,  $DHSM20 + AA$ ,  $DHSM20 + AA + L.car.$  و  $DHSM15 + AA + L.car.$ ، میزان کارایی پروتئین ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی  $DHSM15$  و  $DHSM20$  بطور معنی‌داری کوچک‌تر از ماهیان تغذیه شده با تیمار  $DHSM15 + AA + L.car.$  بود ( $p < 0.05$ ). هر چند هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در شاخص فوق الذکر بین ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی‌های  $DHSM0$ ,  $DHSM10$ ,  $DHSM15 + AA$ ,  $DHSM15 + AA + L.car.$ ,  $DHSM20 + AA$ ,  $DHSM20 + AA + L.car.$  و  $DHSM15 + AA + L.car.$  ملاحظه نشد ( $p > 0.05$ ). هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در مقادیر متوسط LX, PV, CF, تعداد یاخته‌های سفید، قرمز و میزان پروتئین کل خون ماهیان نر تغذیه شده با جیره‌های مختلف غذایی ملاحظه نشد ( $p > 0.05$ ).

نتایج بررسی‌های بافت شناسی از اسلایدهای میکروسکوپی گنادهای تاسماهی ایرانی پرورشی نشان داد که از کل آن‌ها، ۵۴٪ نر و ۴۶٪ ماده بودند. در پایان دوره آزمون میانگین وزن ماهیان نر ۵۲۵۰ و ماده ۶۵۰۰ گرم بود. همچنین بین وزن کل جنس‌های نر و ماده اختلاف معنی‌دار وجود داشت ( $p > 0.05$ ) در مجموع، به میزان

در طول مدت آزمایش تلفاتی در تیمارها مشاهده نشد. بیشترین مقادیر وزن نهایی متعلق به تاسماهیان ماده تغذیه شده با جیره محتوی  $DHSM15$  حاوی مکمل لایزین و میتونین و ال-کارنتین بود. شاخص WG و شاخص SGR ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی  $DHSM15$  حاوی مکمل لایزین و میتونین و ال-کارنتین بطور معنی‌داری بزرگتر از ماهیان تغذیه شده با تیمار  $DHSM20$  و  $DHSM15$  بود ( $p < 0.05$ ). هر چند هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در شاخص‌های فوق‌الذکر بین ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی  $DHSM0$ ,  $DHSM10$ ,  $DHSM15 + AA$ ,  $DHSM20 + AA + L.car.$  و  $DHSM15 + AA + L.car.$  مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). کارایی غذای ماهیان ماده تغذیه شده با تیمار  $DHSM0$  و  $DHSM15 + AA + L.car.$  و  $DHSM20 + AA + L.car.$  به طور معنی‌داری بزرگتر از ماهیان تغذیه شده با تیمار  $DHSM15$  و  $DHSM20$  بود ( $p < 0.05$ ). هر چند هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در بین ماهیان تغذیه شده با جیره‌های  $DHSM0$ ,  $DHSM10$ ,  $DHSM15 + AA$ ,  $DHSM20 + AA$ ,  $DHSM15 + AA + L.car.$ ,  $DHSM20 + AA + L.car.$  مشاهده نشد ( $p < 0.05$ ). همچنین میزان کارایی پروتئین ماهیان تغذیه شده با جیره  $DHSM15 + AA + L.car.$  به طور معنی‌داری بزرگتر از ماهیان تغذیه شده با جیره  $DHSM20$  بود ( $p < 0.05$ ). اما هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در میزان کارایی پروتئین (PER) ماهیان ماده تغذیه شده با جیره‌های  $DHSM0$ ,  $DHSM10$ ,  $DHSM15 + AA$ ,  $DHSM15 + AA + L.car.$ ,  $DHSM20 + AA + L.car.$  و  $DHSM20 + AA + L.car.$  ملاحظه نشد ( $p < 0.05$ ).

جدول ۳.

PV ماهیان ماده تغذیه شده با تیمار با جیره‌های  $DHSM15 + AA + L.car.$ ,  $DHSM20 + AA + L.car.$  بطور معنی‌داری کوچک‌تر از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های  $DHSM0$ ,  $DHSM10$ ,  $DHSM15$  و  $DHSM20$  بود ( $p < 0.05$ ). هر چند بین ماهیان تغذیه شده با تیمارهای  $DHSM15 + AA + L.car.$ ,  $DHSM20 + AA + L.car.$  و  $DHSM20 + AA + L.car.$  اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشد ( $p > 0.05$ ).

در جنس نر تاسماهی ایرانی نسبت به جنس ماده کوتاه تر و سریعتر رخ داد. بالاترین مرحله رسیدگی جنسی در ماهیان نری مشاهده شد که از جیره ای غذایی حاوی DHSM15 + AA+L.car. تغذیه کرده بودند ( $p < 0.05$ ). کمترین مقدار شاخص فوق‌الذکر در ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد DHSM0 مشاهده شد ( $p < 0.05$ ) بیشترین شاخص رسیدگی جنسی ماهیان نر در ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM15 + AA+L.car. ملاحظه گردید، به طوری که بررسی بافت شناسی این ماهیان در پایان دوره پرورش نشان داد که ۷۵٪ آنها در مرحله چهار رسیدگی و ۲۵٪ آن در مرحله III-IV قرار داشتند. بررسی بافت شناسی ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM20 + AA+L.car. نیز نشان داد که ۲۵٪ ماهیان در مرحله III-IV، ۲۵٪ آن‌ها در مرحله II-III و ۵۰٪ آنها در در مرحله II رسیدگی جنسی قرار داشتند.

بررسی بافت شناسی ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM20+AA نشان داد که ۲۵٪ در مرحله II-III، ۵۰٪ در مرحله II و ۲۵٪ در مرحله I-II رسیدگی جنسی قرار داشتند. این در حالی است که ۲۵٪ ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM15 + AA در مرحله II-III و مابقی ماهیان بدون هیچ‌گونه پیشرفتگی در مرحله II رسیدگی جنسی بودند. همچنین ۵۰٪ ماهیان تغذیه شده با جیره‌های محتوی DHSM20 و DHSM15 در مرحله I-II و ۵۰٪ مابقی در مرحله II رسیدگی جنسی بودند. ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM10 و DHSM0 نشان داد که ۷۵٪ در مرحله II و ۲۵٪ در مرحله I-II رسیدگی جنسی را به خود اختصاص دادند.

بسیار ناچیز شاخص‌های رشد سوماتیک ماهیان نر نسبت به ماهیان ماده از مقادیر کمتری برخوردار بودند. در فصل زمستان ماهیان جراحی و بیوپسی شدند. نتایج جراحی همچنین، عدم همسانی مراحل رشد عدد جنسی در دو جنس را تأیید می‌کند. پس رفتی را در مراحل رسیدگی جنسی در ماهیان ماده تغذیه شده با جیره محتوی DHSM0 و DHSM20 نشان داد به طوری که ماهیان از مرحله II به مرحله I به II رسیدگی جنسی تنزل یافته بودند. در مورد ماهیان تغذیه شده با تیمار محتوی DHSM15 و DHSM10 نیز یک سکون و عدم پیش رفت در مراحل رسیدگی جنسی مشاهده شد ( $p > 0.05$ ). بررسی بافت شناسی ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM15+AA نشان داد که ۵۰٪ ماهیان در مرحله II و ۵۰٪ آن‌ها در مرحله II-III رسیدگی جنسی قرار داشتند. بررسی بافت شناسی ماهیان تغذیه شده با جیره DHSM20+AA نیز نشان داد که ۲۵٪ ماهیان در مرحله I به II رسیدگی جنسی، ۵۰٪ ماهیان در II رسیدگی جنسی و ۲۵٪ آن‌ها در مرحله II-III رسیدگی جنسی قرار داشتند. این در حالی است که بررسی بافت شناسی ماهیان تغذیه شده با تیمار حاوی DHSM15+AA+L.car. نشان از پیشرفت مرحله رسیدگی جنسی در این ماهیان داشته و تمامی آن‌ها در مرحله رسیدگی جنسی انتهای II و II-III رسیدگی جنسی قرار داشتند. در حالی که تنها ۵۰٪ ماهیان تغذیه شده با تیمار محتوی DHSM20 + AA+L.car. در انتهای مرحله II و II-III رسیدگی جنسی قرار داشتند و بقیه در مرحله II رسیدگی جنسی بودند. زمان سکون و گذر از مرحله دوم رسیدگی جنسی



جدول ۳ مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و خون تاسماهی ایرانی ماده پرورشی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به مدت ۵۲ هفته

| SEM <sup>3</sup> | جیره‌های آزمایشی    |                     |               |               |                    |                    |                    |                   |                              |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
|                  | DHSM<br>20+AA+Lcar. | DHSM<br>15+AA+Lcar. | DHSM<br>20+AA | DHSM<br>15+AA | DHSM <sub>20</sub> | DHSM <sub>15</sub> | DHSM <sub>10</sub> | DHSM <sub>0</sub> | شاخص‌های رشد                 |
|                  | ۲۷۲۵                | ۲۶۸۰                | ۲۶۴۵          | ۲۶۴۰          | ۲۸۵۵               | ۲۷۸۰               | ۲۹۵۰               | ۲۷۵۰              | وزن اولیه (گرم)              |
|                  | ۵۴۹۴ ab             | ۵۶۰۰ a              | ۵۱۰۰ ab       | ۵۲۶۴ ab       | ۴۷۹۳ b             | ۵۰۳۳ ab            | ۵۵۹۰ a             | ۵۲۰۰ ab           | وزن ثانویه (گرم)             |
| ۱/۰۵             | ۹۲ ab               | ۱۱۵ a               | ۹۲ ab         | ۱۰۹ ab        | ۷۱ b               | ۸۹ ab              | ۱۱۰ a              | ۹۹ ab             | WG(%) <sup>4</sup>           |
| ۱/۸              | ۵۵                  | ۵۶                  | ۵۰            | ۵۰            | ۴۵                 | ۴۸                 | ۴۷                 | ۵۹                | FE(%) <sup>5</sup>           |
| ۰/۱۱             | -۰/۵۴ ab            | -۰/۶۱ a             | -۰/۵۲ ab      | -۰/۵۴ ab      | -۰/۴۲ b            | -۰/۵۵ ab           | -۰/۵۸ a            | -۰/۵۰ ab          | SGR(%) <sup>6</sup>          |
| ۰/۰۸             | -۰/۷۹ ab            | -۰/۸۳ a             | -۰/۷۰ ab      | -۰/۷۲ ab      | -۰/۵۲ b            | -۰/۵۴ b            | -۰/۷۴ ab           | -۰/۷۵ ab          | PER <sup>7</sup>             |
| ۰/۰۱             | -۰/۶۵               | -۰/۷۰               | -۰/۶۹         | -۰/۶۶         | -۰/۶۹              | -۰/۷۱              | -۰/۷۲              | -۰/۷۱             | CF <sup>9</sup>              |
| ۰/۲۱             | ۲۲                  | ۲۲                  | ۱۹            | ۲۰            | ۲۱                 | ۲۰                 | ۲۲                 | ۱۹                | LX                           |
| ۰/۰۱             | ۳۵                  | ۳۶                  | ۳۷            | ۳۹            | ۳۷                 | ۳۶                 | ۳۸                 | ۳۹                | PV                           |
| ۰/۰۲             | ۲۹/۳                | ۲۸/۴                | ۲۹/۴          | ۲۸/۱          | ۲۸/۴               | ۲۸/۹               | ۲۹/۶               | ۳۰/۲              | WBC                          |
| ۰/۰۳             | ۲/۴۴                | ۳/۰۲                | ۳/۷۳          | ۲/۵۲          | ۳/۶۸               | ۳/۶۹               | ۳/۷۵               | ۳/۸۴              | RBC                          |
| ۰/۱۳             | ۴/۱                 | ۳/۵                 | ۳/۷           | ۳/۷           | ۳/۵                | ۳/۹                | ۳/۸                | ۳/۶               | پروتئین کل<br>(۱۰۰ میلی‌گرم) |

جدول ۴ مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و خون تاسماهی ایرانی نر پرورشی تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی به مدت ۵۲ هفته

| SEM  | جیره‌های آزمایشی    |                     |               |               |                    |                    |                    |                   |                              |
|------|---------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
|      | DHSM<br>20+AA+Lcar. | DHSM<br>15+AA+Lcar. | DHSM<br>20+AA | DHSM<br>15+AA | DHSM <sub>20</sub> | DHSM <sub>15</sub> | DHSM <sub>10</sub> | DHSM <sub>0</sub> | شاخص‌های رشد                 |
|      | ۳۱۲۵                | ۳۰۶۰                | ۳۴۰۵          | ۳۲۲۵          | ۳۵۰۰               | ۳۳۰۵               | ۳۲۲۵               | ۳۲۵۸              | وزن اولیه (گرم)              |
|      | ۶۴۸۳ ab             | ۶۸۶۳ a              | ۶۴۵۷ ab       | ۶۵۷۰ ab       | ۶۴۹۰ ab            | ۶۲۱۷ ab            | ۶۶۶۹ ab            | ۶۷۴۴ a            | وزن ثانویه (گرم)             |
| ۱/۰۵ | ۹۹ ab               | ۱۱۴ a               | ۱۰۲ ab        | ۱۰۴ ab        | ۸۶ b               | ۸۵ b               | ۱۰۷ ab             | ۱۰۷ ab            | WG(%) <sup>4</sup>           |
| ۱/۸  | ۶۰/۵ a              | ۵۸/۷ a              | ۴۸/۹ ab       | ۴۷/۲ ab       | ۴۱/۷ b             | ۴۱/۷ b             | ۴۸/۸ ab            | ۵۸/۵ a            | FE(%) <sup>5</sup>           |
| ۰/۱۱ | -۰/۷۰ ab            | -۰/۷۹ a             | -۰/۶۷ ab      | -۰/۶۵ ab      | -۰/۶۱ b            | -۰/۶۲ b            | -۰/۶۹ ab           | -۰/۶۸ ab          | SGR(%) <sup>6</sup>          |
| ۰/۰۸ | -۰/۷۴ ab            | -۰/۷۸ a             | -۰/۶۳ ab      | -۰/۶۴ ab      | -۰/۵۳ b            | -۰/۵۷ ab           | -۰/۷۳ ab           | -۰/۷۲ ab          | PER <sup>7</sup>             |
| ۰/۰۱ | -۰/۷۸               | -۰/۷۹               | -۰/۶۶         | -۰/۶۸         | -۰/۷۲              | -۰/۶۹              | -۰/۷۵              | -۰/۷۶             | CF <sup>9</sup>              |
| ۰/۲۱ | ۲۰                  | ۲۱                  | ۲۲            | ۲۰            | ۱۹                 | ۲۰                 | ۲۱                 | ۲۲                | LX                           |
| ۰/۰۱ | ۳۳/۴ b              | ۳۲/۳ b              | ۳۵/۱ ab       | ۳۶/۴ ab       | ۳۹/۱ a             | ۳۷/۶ a             | ۳۸/۵ a             | ۳۹/۵ a            | PV                           |
| ۰/۰۲ | ۳۱                  | ۲۸/۹                | ۲۹            | ۲۸/۷          | ۲۹/۸               | ۳۱                 | ۳۱/۱               | ۳۱/۲              | WBC                          |
| ۰/۰۳ | ۳/۴۶                | ۳/۴۸                | ۳/۵۵          | ۲/۹۹          | ۳/۶۲               | ۳/۵۹               | ۳/۶۴               | ۳/۷۷              | RBC                          |
| ۰/۱۳ | ۱/۴                 | ۳/۸                 | ۴/۰           | ۳/۷           | ۳/۸                | ۳/۶                | ۳/۷                | ۳/۵               | پروتئین کل<br>(۱۰۰ میلی‌گرم) |

## بحث

ناچیز شاخص‌های رشد سوماتیک ماهیان نر نسبت به ماهیان ماده از مقادیر کم‌تری برخوردار بودند. نتایج بررسی‌های گندهای تاسماهی ایرانی پرورشی نشان داد که از کل آن‌ها، ۵۴٪ نر و ۴۶٪ ماده بودند. قرار داشتن ماهیان هم‌سن در مراحل رسیدگی جنسی یکسان، بیان‌گر برابری سرعت رشد و نمو غدد جنسی تاسماهی ایرانی در مراحل ابتدایی رشد جنسی و هم‌چنین بیانگر طولانی بودن مرحله II رسیدگی جنسی در هر دو جنس بود. جیره‌های حاوی کنجاله سویا با سطوح مناسب پروتئین بر رسیدگی جنسی ماهیان و روند مثبت رشد آن‌ها در هر دو جنس تاثیرگذار بودند. نقش اجزای غذایی جیره، مانند پروتئین در بسیاری از مولدین گونه‌های آبی به اثبات رسیده است. زیرا بلوغ جنسی، باروری و کیفیت تخمک‌ها و بچه ماهیان به دست آمده به طور مستقیم از چگونگی و

در پایان دوره آزمون، میانگین وزن ماهیان نر ۵۲۵۰ و ماده ۶۵۰۰ گرم بود. هم‌چنین بین وزن کل جنس‌های نر و ماده اختلاف معنی‌دار وجود داشت. به عبارتی شاخص‌های رشد همانند شرایط طبیعی در هر دو جنس فاقد همپوشانی بودند. در این میان شاخص‌های رشد در جنس نر به مقدار ناچیزی کم‌تر از جنس نر می‌باشد که برتری رشد سوماتیک جنس ماده را در این گونه نشان می‌دهد. این نتایج، هم‌پوشانی دو جنس نر و ماده را به اثبات رسانده و نیز مشخص می‌کند که با افزایش سن ماهیان پرورشی، میزان همپوشانی دو جنس نر و ماده کاهش یافته و به عبارتی شاخص‌های رشد سوماتیک در دو جنس به هم در می‌شوند، در مجموع به میزان بسیار

کبد، نمی‌تولند به عملکرد کلی ماهیان آسیب برسانند. ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی  $DHSM20 + AA$  دومین مقدار بزرگی کبد را به خود اختصاص دادند، ولی بیش‌ترین وزن به دست آمده را در آزمایش داشتند.

در مطالعه حاضر، جیره‌ی غذایی حاوی  $DHSM20+AA+L.car.$  برای تاسماهی ایرانی که پروفیل اسیدهای آمینه و مقدار کربوهیدرات آن لحاظ شده باشد، می‌تواند در رشد بهینه و پیشرفت مراحل رسیدگی جنسی در ماهیان نر و ماده مؤثر باشد. به علاوه تحقیقات مواد مغذی استفاده شده در اجزای کاربردی غذا نیازمند اثبات این نتیجه است. در مطالعاتی که به بررسی  $L$ -کارنیتین بر رشد و روند تولید مثل ماهی پرداخته اند، رابطه مثبت مکمل  $L$ -کارنیتین جیره با روند تولید مثلی ماهی ثابت شده است. علاوه بر این مشخص شده است که  $L$ -کارنیتین در افزایش وزن بیضه‌ها و افزایش تراکم یاخته‌های اسپرم در ماهی تأثیر مثبت داشته است (Jayaprakas et al. 1996; Harpaz, 2005). همچنین در برخی مطالعات نشان داده شده است که مکمل  $L$ -کارنیتین جیره تأثیر مثبتی روی اندازه بچه ماهی‌های تولید شده و فاصله زمانی بین تخم‌ریزی داشته است (Dzikowski et al. 2001). بنابراین با توجه به اثرات مثبت مکمل  $L$ -کارنیتین بر تولید مثل مهره‌داران از جمله ماهی، می‌توان از این مکمل به طور خاص برای مولدین، بهبود لقاح و کند کردن روند پیری ماهی استفاده کرد (Harpaz, 2005).

از جمله ترکیبات مفید و مؤثر بر دستگاه تولید مثل آبزیان، مواد غذایی حاوی فایتواستروژن (Phytoestrogen) است که از لحاظ ساختار و عملکرد بسیار شبیه هورمون‌های استروئیدی هستند. همچنین، یکی از مواد غذایی که توجه زیادی از لحاظ وجود عوامل فایتواستروژن به آن شده است، کنجاله سویاست. از جمله ترکیبات مهم فایتواستروژن می‌توان به  $Didzein$  و  $Genistein$  اشاره کرد که به میزان  $3\text{ mg}$  در هر  $100\text{ گرم}$  کنجاله سویا وجود دارد (Latonnelle et al. 2002). اثر مثبت  $Genistein$  به عنوان یک ترکیب فایتواستروژن در عملکرد غدد درون‌ریز و گامتوژن (Gametogenesis) در قزل‌آلای رنگین‌کمان تأیید شده است (Bernard et al. 2001). همچنین، اثر  $Genistein$  و  $Equol$  به

کیفیت تغذیه مولدین ناشی می‌شود. پروتئین ماده‌ای ساختاری و دارای وظایف متعدد و تامین کننده انرژی برای ساخت بافت‌ها است که نقش مهمی در تخم‌ریزی، باروری و تکامل نرمال جنین در ماهیان دارد (Garcia-Guerrero et al. 2003). نتایج به دست آمده در این آزمایش با نتایج به دست آمده در خصوص روند رشد این گونه در مرحله  $pre\text{-adult}$  (محسنی و همکاران، منتشر نشده) در خصوص گونه شیپ پرورشی مطابقت دارد.

در بررسی حاضر سعی شد که جیره‌های غذایی از نقطه نظر نیازهای تغذیه‌ای تاسماهی ایرانی با اسیدهای آمینه متعادل باشند. چربی کبد و وزن آن با افزایش مقادیر بالای کنجاله سویا افزایش یافت و نشان داد که تاسماهی به غلظت‌های بالای کنجاله سویا در رژیم‌های غذایی حساس است. تغذیه و نحوه تغذیه ماهیان مولد برای تولیدمثل بسیار مهم است چون کیفیت تخم و نوزادهای حاصل به جیره غذایی ماهیان مولد وابسته است (Hernandez et al. 2001). پروتئین و منابع پروتئینی جیره غذایی از مهم‌ترین اجزای جیره‌های تجاری محسوب می‌شوند، زیرا از یک طرف گران بوده و از طرف دیگر شاخص‌های رشد به آن وابسته هستند (Thompson et al. 2005). بر اساس گزارش Harrison (۱۹۹۷)، مولدین برای بلوغ اندام‌های جنسی و تولید تخمک در مقایسه با ماهیان در حال رشد به پروتئین بیش‌تری در جیره غذایی نیاز دارند، چون بلوغ گنادها فرآیندی است که در آن پروتئین به شدت به خصوص در دوره وتیلوژنز تولید می‌شود. برای مثال، تمامی جیره‌های غذایی دارای غلظت‌های مشابه چربی و پروتئین بودند، ولی ماهیان تغذیه شده با مقادیر بالای کنجاله سویا، بزرگترین کبدها را داشتند. مقادیر بالای کنجاله سویا منجر به بزرگ شدن کبد در ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio*، تاسماهی سیبری *Acipenser baeri* قزل‌آلای رنگین‌کمان و ماهی ساکر سفید *Catostomus commersoni* و فیل‌ماهی جوان پرورشی شد (محسنی و همکاران ۱۳۸۵)، این ماده سبب افزایش سطوح چربی کبد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Austreng et al. 1977)، افزایش سطوح گلیکوژن کبد در ماهی ساکر سفید (Bandeem, Leatherland, 1997) و همچنین بی‌رنگی کبد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و فیل‌ماهی شد (محسنی و همکاران ۱۳۸۵؛ Austreng et al. 1977). افزایش اندازه و مقدار چربی

تیمارها شاخص‌های تولیدمثلی را در تاسماهی ایرانی کمتر تحریک می‌کند. تیمار محتوی سطوح مناسب پروتئین گیاهی به خوبی توانسته مواد غذایی لازم را برای بلوغ تخمدان و فرآیند اوولاسیون در اختیار ماهیان قرار دهد. مطالعه حاضر به خوبی نشان داد که ترکیب جیره‌های غذایی بر شاخص‌های تولید مثلی ماهیان تأثیرگذار هستند و قابلیت حیات و تفریح تخم‌ها تا حد زیادی وابسته به جیره‌های غذایی است. از این رو، به نظر می‌رسد که پروفیل اسیدهای آمینه در آرد ماهی و کنجاله سویا، یک عامل تعیین‌کننده در بالانس جیره غذایی تاسماهیان مولد پرورشی است.

### تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی را در این پژوهش شناسایی نکردند.

### منابع

بهمنی، م.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، دژندیان، آ.، محسنی، م. ۱۳۸۴. پروژه تحقیقاتی امکان تکثیر مصنوعی ازون برون پرورشی *A. stellatus* انسیتیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، ۶۸ ص.  
محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر. آفتومان، و. ۱۳۸۴. تشکیل و پرورش گله‌های مولد از مولدین پرورش یافته در کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی، فاز اول: بیوتکنیک پرورش گوشتی فیلماهی در آب شیرین. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، ۱۳۶ صفحه.  
محسنی، م.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر.، علیزاده، م. ۱۳۸۵. تعیین احتیاجات غذایی فیلماهی از مرحله نوزادی تا مرحله عرضه به بازار. انسیتیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، ۲۲۴ ص.

عنوان ترکیبات فایتواستروژن در روند تکامل گناد مداکای ژاپنی (*Oryzia Latipes*) به اثبات رسیده است (Gorden et al. 2003).

در مطالعه حاضر با توجه به این که تقریباً پروفیل اسیدهای آمینه در طی این آزمایش مشابه بود، جیره غذایی حاوی سطوح مناسب کنجاله سویا نشان داد که قابلیت هضم بیش‌تری در تاسماهی ایرانی دارد. در حقیقت ماهیان تغذیه شده با جایگزینی بالای ۲۰٪ کنجاله سویا با افزودن اسید آمینه لایزین و متیونین و مکمل L-کارنیتین، دارای رسیدگی جنسی بالاتری بودند. ارتباط مستقیم و تنگاتنگی میان شاخص رسیدگی جنسی و جیره غذایی خصوصاً مکمل L-کارنیتین به کار رفته در جیره غذایی مشاهده شد به طوری که ماهیان تغذیه شده با سطوح یکسان کنجاله سویا بدون افزودن اسیدهای آمینه لایزین و متیونین و مکمل L-کارنیتین، از روند رشد غدد جنسی و سوماتیک کمتری برخوردار بودند. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که وجود عوامل مضر و ضدارزش غذایی همچون عامل بازدارنده تریپسین، نداشتن طعم مطبوع و نبود بالانس در اسیدهای آمینه مثلاً کمبود اسید آمینه متیونین، کمبود ریزمغذی مفید و حیاتی مانند فسفر و دیگر ریزمغذی‌ها در سویا دارد که برای برطرف کردن هر یک از عوامل بالا راه‌هایی مانند استفاده از حلال یا حرارت استفاده می‌شود (Fernandez et al. 1998).

مقایسه روند رسیدگی جنسی در مطالعه حاضر در تیمارهای مختلف نشان داد که ماهیان تغذیه شده از جیره‌های با سطوح بالای کنجاله سویا و هم‌چنین جیره بدون کنجاله سویا (تیمار شاهد) از لحاظ رسیدگی جنسی در مقایسه با دیگر تیمارها در سطح پایین‌تری قرار داشتند که این تفاوت در رسیدگی جنسی نه تنها به خاطر فرمول مواد غذایی (مقادیر آرد ماهی یا کنجاله سویا)، بلکه به خاطر تفاوت در میزان جذب غذا نیز در شاخص‌های رسیدگی جنسی تأثیرگذار بود. همانگونه که بیان شد تیمار شاهد (حاوی پروتئین جانوری) در مقایسه با دیگر

Austreng, E., Risa, S., Edwards, D.J., Hvidsten, H. 1977. Carbohydrate in rainbow trout diets. Influence of carbohydrate levels on chemical composition and feed utilization of fish from different families. *Aquaculture* 11: 39-50.

Bernard, B.B., Catherine, B.P., Bernard, B.S., Genevieve, C., Francoise, L., Blandine, D.C., Sadasivam, J.K. 2001. Effect of genistein-enriched diet on the endocrine process of gametogenesis and on reproduction efficiency of the Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*.

- General and Comparative Endocrinology 121: 173-187.
- García-Guerrero M., Racotta I.S., Villarreal H. 2003. Variation in lipid, protein, and carbohydrate content during the embryonic development of the crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). Journal of Crustacean Biology 23: 1-6.
- Glencross, B.D., Hawkins, W.E., Curnow, J.C. 2003. Nutritional assessment of Australian canola meals. 1. Evaluation of canola oil extraction method, enzyme supplementation and meal processing on the digestible value of canola meals fed to the red seabream (*Pagrus auratus*). Aquaculture Research 35: 15-24.
- Harpaz, S. 2005. L-carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition—a review. Aquaculture 225: 439-449.
- Harrison, E.K. 1997. Broodstock nutrition and maturation diets. In: Dabramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), Crustacean Nutrition. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, 390-410.
- Hernandez, M.D., Egea, M.A., Rueda, F.M., Aguado, F., Martinez, F.J., Garcia, B. 2001. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharp snout sea bream (*Diplodus punctatus*) growth and nutrient utilization. Aquaculture 195: 321-329.
- Hung, S.S.O., Deng, D.F. 2002. Sturgeon Acipenser spp. In: Lim, C., Webster, C.D. (Eds.). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Pub. Wallingford, UK, 418 p.
- Jayaprakas, V., Sambhu, C. 1996. Growth response of white prawn (*Penaeus indicus*) to dietary L-carnitine. Asian Fisheries Science 9: 215-227
- Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish (second edition). Kluwer academic publisher, 108 p.
- Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Falahatkar, B., Pourali, H., Salehpour, M. 2006. Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon (*Huso huso*). Journal of Applied Ichthyology 22: 278-282.
- Mohseni, M., Ozório, R.O.A., Pourkazemi, M., Bai, S.C. 2008. Effects of dietary L-carnitine supplements on growth and body composition in beluga, *H. huso*, juveniles. Journal of Applied Ichthyology 24: 646-649.
- Murillo-Gurrea, D.P., Coloso, R.M., Bolongan, I.G., Serrano, Jr. 2001. lysine and arginine requirement of juvenile Asian Sea bass (*Lates calcarifer*). Journal of Applied Ichthyology 17: 49-53.
- Ozorio, R.O.A., Van Eekeren, T.H.B., Huisman, E.A., Verreth, J.A.J. 2001. Effect of dietary carnitine and protein energy: nonprotein energy ratios on growth, ammonia excretion and respiratory quotient in African catfish, *Clarias garipinus* (Burchell) Juvenile. Aquaculture Research 32: 406-414
- Quinghui, A., Kangsen, M., Huitao, L., Chunxiao, Z., Lu, Z., Qingyuan, D. Beiping, T., Wenbig, Z., Zhigou, L. 2004. Effects of dietary protein to energy ration on growth and body composition of juvenile Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). Aquaculture 230: 507-516.
- Tantikitti, C., Chimsung, N. 2001. Dietary lysine requirement of freshwater (*Mystus nimurus* Cuv. & Val). Aquaculture Research 32: 135-141.
- Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Webster, C.D. 2005. Evaluation of practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, for juvenile Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). Aquaculture 244: 241-249
- Wu, G., Davis, D.A. 2005. Interrelationship among methionine, choline, and betaine in channel catfish *Ictalurus punctatus*, Journal of the World Aquaculture Society 36: 337-345.