13 (1) 259-268, Spring 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effects of Histidine on growth performance, Survival, some blood parameters and amino acid profile of body composition of Beluga (*Huso huso*)

Mohammad Sudagar *, Hamideh Zakaryaei, Ali Hajibegloo

Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Key Words

Huso huso
Histidine
Feed attractant
Blood parameters
Amino acid

Abstract

Introduction: A 9-week feeding trial was conducted to estimate effect of Histidin as a feed attractant on growth performance, blood parameters and amino acid profile of great Sturgeon (*Huso huso*).

Materials & Methods: One hundred and eighty juvenile great sturgeons (26.3±0.98 g) were stocked in 18, 500-L polyethylene tanks (10 fish per group) in a completely randomized design trial (n=3). Fish were fed three daily meals *ad libitum* at 7h, 14 h and 17h, for 63 days.

Result: The best weight gain(WG), percentage weight gains (Wg%), feed conversion ratio (FCR), specific growth rate (SGR), daily growth rate (DGR), condition factor (CF), were recorded with treatment feed having Histidin 1.5 %. ($P<0.05$), and phenylalanine had no significant differences between treatments ($P>0.05$). At the end of experiment, hematological parameters, such as red blood cell (RBC), white blood cell (WBC), hematocrit (Hct), hemoglobin (Hb) and complementary activities were determined. Results suggested that, mean and complementary activities were determined (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) had no significant differences between treatments. Results indicated that Histidin had no significant effects on some hematological parameters in beluga, also the results showed that survival rate of fish fed with diets containing Histidine had significant difference between treatments and amino acid profile of body composition had no significant differences between treatments ($P>0.05$).

Conclusion: According to the results, the addition of this amino acid as a food absorber in the diet of juvenile *Huso huso* is recommended to promote health and improve the growth performance of this species.

* Corresponding Author's email: sudagar_m@gau.ac.ir
Received: 3 November 2020; Reviewed: 10 January 2021; Revised: 20 January 2021; Accepted: 7 February 2021
(DOI): 10.22034/aej.2020.133644

مقاله پژوهشی

بررسی تاثیر اسیدآمینه هیستیدین بر رشد، بقا، برخی شاخص‌های خونی و پروفیل اسیدآمینه لاشه بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*)

محمد سوداگر*، حمیده زکریایی، علی حاجی‌بگلو

گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

کلمات کلیدی

فیل‌ماهی
هیستیدین
جاذب غذایی
پارامترهای خونی
اسیدآمینه

چکیده

مقدمه: اسیدهای آمینه آزاد به‌عنوان موادی که می‌توانند رفتار جستجوی غذا را به‌خصوص در گونه‌هایی که برای یافتن طعمه متکی به حس بویایی و چشایی هستند، تحریک کرده و نقش جاذب را ایفا کند، شناخته شدند. این طرح آزمایشی به‌مدت ۹ هفته به‌منظور تعیین اثر اسیدآمینه هیستیدین به‌عنوان جاذب در جیره غذایی فیل‌ماهی جوان (*Huso huso*) بر عملکرد رشد، پارامترهای خونی و پروفیل اسیدهای آمینه انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای انجام این آزمایش، تعداد ۱۸۰ قطعه فیل‌ماهی جوان با میانگین وزنی ۰/۹۹±۲۶/۳ گرم در ۱۸ تانک پلی‌اتیلنی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی قرار داده شد (تعداد ۱۰ قطعه ماهی در هر تانک). ماهیان روزانه در سه وعده غذایی در حد سیری در ساعت‌های ۷، ۱۴ و ۱۷ با جیره غذایی آزمایشی شامل: ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد اسیدآمینه هیستیدین تغذیه شدند.

نتایج: نتایج این آزمایش نشان داد که بالاترین میزان افزایش وزن (WG)، درصد افزایش وزن (WG٪)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، نرخ رشد روزانه (DGR) و فاکتور وضعیت (CF)مربوط به تیمار تغذیه شده با جیره آزمایشی حاوی۱/۵ درصد اسیدآمینه هیستیدین به‌عنوان جاذب غذایی بود (P<۰/۰۵)، در پایان آزمایش شاخص‌های خون‌شناسی مانند: تعداد سلول‌های گلبول قرمز (RBC)، گلبول سفید (WBC)، هماتوکریت (Htc)، هموگلوبین (Hb) و فعالیت‌های کمپلمان مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد میانگین فعالیت‌های کمپلمان، حجم متوسط گلبول‌های قرمز (MCV)، میزان متوسط هموگلوبین (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCHC) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نداشت (P>۰/۰۵). هم‌چنین نتایج نشان داد که در نرخ رشد تمامی گروه‌های ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی درصدهای متفاوت هیستیدین تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵)، هم‌چنین، پروفیل اسیدهای آمینه ترکیبات بدن در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری و بحث: با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزودن این اسیدآمینه به‌عنوان جاذب غذایی در جیره غذایی فیل‌ماهی جوان جهت ارتقای سلامتی و بهبود عملکرد رشد این گونه اقتصادی توصیه می‌گردد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: sudagar_m@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳ آبان ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۱ دی ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱ بهمن ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۹ بهمن ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.133644

مقدمه

ماهیان خاویاری (*Acipenseridae*) ازجمله ماهیانی هستند که از ۲۰۰ میلیون سال قبل می‌زیسته‌اند و درحال حاضر،حدود ۹۰ درصد جمعیت این ماهیان در دریای خزر زیست می‌نمایند (Pikitch و همکاران، ۲۰۰۵). فیل‌ماهی یکی از گونه‌های این خانواده بوده که زیستگاه اصلی آن دریای خزر، دریای سیاه، دریای آزوف و حوضه‌های اطراف آن می‌باشد (Berg، ۱۹۴۸). ماهیان خاویاری به‌دلیل داشتن گوشت بسیار لذیذ که سرشار از اسیدآمینه‌های ضروری بوده از یک طرف‌و هم‌چنین وجود خاویار (اشبل) با درصد بسیار بالایی از پروتئین و چربی از سوی دیگر، دارای ارزش اقتصادی دو چندانی می‌باشند. در میان انواع گونه‌های آب شیرین، فیل‌ماهی احتمالاً بزرگ‌ترین گونه‌ای است که در طول تکامل به حیات خود ادامه داده است (Freedman، ۱۹۹۹).خاستگاه اصلی فیل‌ماهیان، دریای‌خزر بوده که با بیش از ۱۰۰ رود بزرگ و کوچک تغذیه می‌گردد و مهم‌ترین آن رود ولگا در روسیه می‌باشد که حدود ۷۵ درصد از صید ماهیان خاویاری در این رودخانه انجام می‌گیرد (Khodorevskaya و همکاران، ۱۹۹۹؛ Artyukhin، ۱۹۹۷). رود اورال تنها رودی است که امکان تکثیر طبیعی فیل‌ماهی در آن وجود دارد اگرچه صید قاچاق و مشکلاتی ازجمله: آلودگی‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری سبب از بین‌رفتن ۵۰ درصداز محل‌های تخم‌ریزی فیل‌ماهیان گشته است (Verinaو Persidi ، ۱۹۹۷)، احتمال می‌رود صید غیرقانونی و قاچاق ماهیان خاویاری در دریای خزر و رود ولگا ده برابر صید مجاز باشد (Traffic، ۲۰۰۰). از آن‌جایی‌که صیادان و قاچاقچیان تمامی فیل‌ماهیان را قبل از این‌که به مرگ طبیعی بمیرند، صید می‌کنند، بررسی تکامل این ماهیان هنوز ناشناخته مانده است (Raspopov، ۱۹۹۳). لذا امروزه بقاء نسل ماهیان خاویاری بستگی به بهبود سالن‌های هچری، تکثیر مصنوعی و پرورش آن‌ها دارد(Khodorevskaya و همکاران، ۱۹۹۹؛Secor و همکاران، ۲۰۰۰). در دهه‌های اخیر تلاش‌های زیاد توسط محققین سایر نقاط جهان در خصوص پرورش ماهیان خاویاری صورت گرفته و تعدادی از کشورها خاویار پرورشی تولید و به بازار عرضه‌نموده‌اند. یافته‌های‌علمی محققین حاکی از آن است که مهم‌ترین عامل در پرورش ماهیان خاویاری تغذیه و هزینه‌های مربوط به آن است. پیشرفت در زمینه روش‌های پرورش متراکم گونه‌های آبزیان نیاز به ارزیابی و تعیین فاکتورهای محیطی مناسب ازجمله تغذیه و غذادهی دارد. از آن جایی‌که هزینه غذا در سیستم‌های متراکم پرورشی ۶۰ - ۴۰ درصد هزینه‌های اجرایی سیستم را شامل می‌شود (Anderson و همکاران، ۱۹۹۷). توجیه اقتصادی و آبزی‌پروری پایدار در امر پرورش ماهی وابسته به ترکیب شیمیایی غذا (محتوای پروتئین و چربی غذا)، محتوای انرژی، اندازه پلت، شکل پلت، رنگ و بافت پلت (Higurea، ۲۰۰۱)، مطلوبیت و جذابیت پلت، دفعات غذادهی و زمان غذادهی می‌باشد که بر مصرف غذا و رشد ماهیان موثر است. لذا برای داشتن یک سیستم پرورشی موفق داشتن یک جیره غذایی متعادل، تعداد و زمان دفعات غذادهی مناسب امری ضروری است (Hasan، ۲۰۰۱). جهت سودمندکردن امر پرورش ماهیان‌خاویاری نیاز به‌دقت جدی در مراحل‌غذادهی‌و استفاده از غذاهای مصنوعی با جذابیت بالا می‌باشد (سوداگر و همکاران، ۲۰۰۸).مطالعات آزمایشگاهی Kasumyan و همکاران (۱۹۹۲)، حاکی از آن است که لاروهای ماهیان خاویاری غذا را به‌وسیله بو و طعم مخمر موجود در غذا جذب کرده و غذای محتوی آرد ماهی که به عنوان منبع اصلی پروتئین در بیش‌تر غذاهای آغازین قزل‌آلا مورد استفاده‌قرار می‌گیرد را دفع‌کرده و نمی‌خورند.افزودن‌عصاره موجودات مختلف، روغن ماهی و اسیدهای آمینه در جیره غذایی می‌تواند سبب تحریک گیرنده‌های شیمیایی (بویایی و چشایی) و بلعیدن غذا شود (Dongmeza و همکاران، ۲۰۰۶ ؛Kasumyan و Doving، ۲۰۰۳؛ Carr و همکاران، ۱۹۹۶). اسیدهای آمینه مولکول‌هایی هستند که عملکردهای هر دو گروه آمین‌ها و کربوکسیلیک‌ها را شامل می‌شوند. عملکرد اصلی اسیدهای آمینه ساختن پروتئین‌ها می‌باشد. در طبیعت ۸۰ اسیدآمینه وجود دارد که تنها ۲۰ عدد از آن‌ها در ساختن پروتئین‌ها شرکت دارند، یک دوم از این اسیدهای آمینه محدودکننده یا ضروری می‌باشند که حضورشان در جیره غذایی الزامی است، زیرا زنجیره کربنی آن‌ها توسط بدن حیوانات قابل ساختن نمی‌باشد (Rønnestad و همکاران، ۲۰۰۰). بیش‌تر اسیدهای آمینه ضروری در تمام حیوانات ازجمله در ماهیان مشابه است و شامل: متیونین، لیزین، آرژنتین، ترئونین، لوسین، ایزولوسین، فنیل‌آلانین، والین، تریپتوفان و هیستیدین می‌باشد (Dabrowski و Guderley، ۲۰۰۲). در مقابل، اسیدهای آمینه‌ای که توسط بدن قابل ساختن می‌باشند، به‌عنوان غیر محدودکننده یا غیرضروری محسوب می‌شوند که شامل: آلانین، آسپارژین،آسپارتات،سیستئین،گلوتامات،گلوتامین،گلایسین، پرولین، سرین و تیروزین می‌باشند. سیستئین و تیروزین به‌عنوان اسیدهای آمینه غیرضروری شناخته شده‌اند، زیرا در برخی از شرایط متیونین و فتیل‌آلانین به‌ترتیب قابل‌تبدیل‌شدن به سیستئین‌و تیروزین می‌باشند که این تبدیل در جهت عکس امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین وقتی متیونین و فنیل‌آلانین در جیره وجود داشته باشند، ممکن است نیاز به سیستئین و تیروزین کاهش یابد (Rønnestad و همکاران، ۲۰۰۱). اسیدهای آمینه به‌صورت خالص در مطالعات تغذیه‌ای، بسیار مورد توجه می‌باشند. یکی از کاربردهای اسیدهای آمینه به‌صورت خالص، تلاش پرورش‌دهندگان جهت کاهش منابع پروتئینی می‌باشد. بدین صورت که وقتی از اسیدهای آمینه خالص در نسبت‌های بالا استفاده می‌شود، تثبیت نیتروژنی نسبت به جیره با پروتئین حاصل از پودر

ماهی،کاهش می‌یابد (Guo و همکاران، ۲۰۱۲). کاربرد دیگر اسیدهای آمینه استفاده آن‌ها در جیره غذایی به‌عنوان جاذب است. دلیل اصلی استفاده از جاذب‌های غذایی بهبود رژیم غذایی می‌باشد که در عین حال، با تحریک موجود سبب استفاده سریع‌تر مواد غذایی شده که در نهایت مدت زمان باقی‌ماندن خوراک در آب به‌دلیل مصرف سریع موجود کاهش می‌یابد. هم‌چنین، هدر رفت غذا در آب به‌حداقل میزان خود رسیده و مواد مغذی به‌جای انحلال در آب و از دسترس خارج شدن، توسط موجود گرفته می‌شوند. در نتیجه هدررفت مواد مغذی به‌حداقل رسیده که سبب بازده حداکثری در مصرف جیره می‌گردد که در نهایت سبب کاهش آلودگی آب مخازن پرورش و نگه‌داری می‌شود (Polat و Beklevik، ۱۹۹۸). اسیدهای آمینه آزاد یکی از بهترین و قوی‌ترین محرک‌های جیره غذایی آبزیان به‌خصوص در ماهیان خاویاری به‌شمار می‌روند. اطلاعات در مورد خوش طعم بودن مواد غذایی سبب بهبود دانش بنیادی در فیزیولوژی ماهی شده که استفاده از این اطلاعات کاربردی در آبزی‌پروری پایدار می‌تواند از ارزش قابل توجهی برخوردار باشد. استفاده روزافزون ماهی و هم‌چنین آبزی‌پروری پایدار مستلزم یافتن منابع ارزان‌تر و با کیفیت بیش‌تر برای تهیه خوراک ماهی می‌باشد که استفاده از مواد افزودنی که سبب بهبود چاشنی و طعم جیره غذایی ماهی شود، یک تکنیک کاربردی است که می‌توان با آگاهی از رفتار تغذیه‌ای ماهیان، از آن به‌خوبی بهره جست به گونه‌ای که تنها با بهبود طعم جیره غذایی می‌توان سبب جذب و تحریک موجود برای مصرف حداکثری جیره، بهبود هضم و جذب مواد غذایی و در نهایت رشد و بقاء بیش‌تر شد و در عین‌حال، هزینه انرژی متابولیکی در تغذیه به حداقل کاهش خواهد یافت (Jobling، ۱۹۹۴). هم‌چنین، عدم پذیرش موادغذایی از سوی ماهیان به‌خصوص در بحث پرورش لاروها،سبب آلودگی محیط پرورشی شده که خسارات سنگینی را در اثر مرگ و میر ماهیان در پی خواهد داشت (De la Higuera ، ۲۰۰۱). اسیدهای آمینه آزاد در آب‌های طبیعی مختلف انتشار دارند به‌طوری که غلظت آن‌ها به 10^{-7} و 10^{-8} مول و در برخی موارد 10^{-5} می‌رسد. از طرف دیگر، اپیتلیوم دستگاه بویایی ماهیان در حد بالایی دارای گیرنده‌های ویژه اسیدهای آمینه‌اند. به‌عنوان مثال آستانه غلظت محرک اسیدهای آمینه برای قزل‌آلای قهوه‌ای 10^{-2} و 10^{-3} مول بیان شده است (Kasumyan و همکاران، ۱۹۹۹؛ جعفری‌شموشکی و همکاران، ۱۳۸۵). هیستیدین یکی از اسیدهای آمینه ضروری با فرمول مولکولی $C_6H_9N_3O_2$ و جرم مولی ۱۵۵/۱۵ $g\ mol^{-1}$ می‌باشد. این اسیدآمینه در آب محلول بوده که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد میزان ۴/۱۹ گرم از آن در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب انحلال می‌یابد. این اسیدآمینه از لحاظ رشد و فعالیت‌های فیزیولوژیکی دارای اهمیت می‌باشد (Li و همکاران، ۲۰۰۹).

شکل ۱: ساختار اسیدآمینه هیستیدین

در دهه‌های اخیر تلاش‌های زیادی توسط محققین سایر نقاط جهان درخصوص پرورش‌ماهیان‌خاویاری صورت گرفته است و تعدادی از کشورها خاویار پرورشی تولید و به بازار عرضه کرده‌اند. یافته‌های علمی محققین حاکی از ان است که بهترین عامل در پرورش ماهیان خاویاری تغذیه و هزینه‌های مربوط به آن می‌باشد. داشتن اطلاعات در زمینه مطلوبیت غذایی می‌تواند شناخت پایه‌ای در امر فیزیولوژی تغذیه ماهیان را منعکس کرده و دارای ارزش زیادی باشد (Jobling، ۱۹۹۴). لذا، هدف از تحقیق حاضر، بررسی میزان مطلوبیت جیره غذایی کنسانتره غنی شده با سطوح متفاوت اسید آمینه هیستیدین به‌عنوان محرک اشتها و جاذب غذایی بر پارامترهای رشد و بازماندگی، فاکتورهای خون‌شناسی و پروفیل اسیدهای‌آمینه فیل‌ماهی جوان بود. در دهه‌های اخیر پژوهشگران فیزیولوژی گیرنده‌های شیمیایی در کنار مطالعه مورفولوژی، بافت‌شناسی و نوروفیزیولوژی، کاربرد اسیدهای آمینه را به‌عنوان مواد اصلی برای سنجش حساسیت‌ها و قابلیت‌های دستگاه حسی شیمیایی، مورد توجه قرار داده و روی رفتار تغذیه‌ای ماهیان با استفاده از اسیدهای آمینه کار ارزشمندی انجام گرفته است. سوداگر (۱۳۸۴) بیان کرد که اسیدآمینه متیونین بر نرخ رشد و افزایش مطلوبیت غذای کنسانتره به‌عنوان جاذب غذایی در فیل‌ماهی اثر مثبت داشت. همچنین سوداگر و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی اثر اسیدآمینه‌های آسپارتیک و آلانین به‌عنوان ماده جذب غذایی بر شاخص‌های رشد و بقاء بچه فیل‌ماهیان (*Huso huso*) پرداختند. نوری و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به بررسی ترجیح چشایی و رفتار تغذیه‌ای ماهی سفید (*Rutilus frisii* kutum) با استفاده از غلظت‌های متفاوت اسیدهای آمینه آزاد پرداختند. نتایج نشان داد که نفاوت در پاسخ چشایی گونه‌های مختلف ماهی به اسیدهای آمینه مشابه، به اختصاص گونه‌ای در ترجیح چشایی نسبت داده شده است. پورعلی فشتمی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای در ارتباط با تاثیر جاذب‌های غذایی (متیونین، لیزین و آلانین) در رشد و نرخ بازماندگی لارو و بچه ماهی انگشت‌قد تاس‌ماهی ایرانی بیان کردند که با افزودن این مکمل‌های غذایی در جیره غذایی، جیره غذایی حاوی ۳ درصد اسیدآمینه متیونین و آلانین و یک درصد لایزین بیش‌ترین تاثیر معنی‌دار را بر پارامترهای رشد و تغذیه داشت. Kasumyan و همکاران (۱۹۹۴) بیان کردند که

در بچه‌ماهیان تاس‌ماهی روسی، تاس‌ماهی سیبری، تاس‌ماهی سبز، ازون‌برون و فیل‌ماهی اسیدهای آمینه ال-گلایسین و ال- آلانین رفتار جستجوی غذا را تحریک کرده و سبب افزایش غذای خورده شده در این ماهیان می‌شد. هدف از این تحقیق تعیین اثر سطوح متفاوت اسیدآمینه هیستیدین در جیره غذایی به‌عنوان جاذب‌های غذایی بر پارامترهای رشد، فاکتورهای خونی و پروفیل اسیدآمینه در فیل‌ماهیان جوان بود

مواد و روش‌ها

زمان و مکان انجام طرح آزمایشی: این آزمایش از اواسط آبان تا اوایل دی‌ماه ۹۸ در سالن آبزی‌پروری شهیدناصرفضلی‌برآبادی انجام شد. تعداد ۱۸۰ قطعه فیل‌ماهی جوان در ۱۸ مخزن مدور پلی‌اتیلنی ۲۵۰ لیتری با قطر یک متر برای این آزمایش در نظر گرفته شد. هر یک از این مخازن با حجم آبی ۱۲۵ لیتر آبگیری شدند. جهت هوادهی به هریک از مخازن یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود، نصب گردید. فیل‌ماهیان جوان به‌مدت یک‌هفته در مخازن پرورشی نگه‌داری و با جیره غذایی بدون اسیدهای آمینه مورد تغذیه قرار گرفتند تا عمل سازگاری صورت پذیرد. پس از پایان سازگاری، ماهیان بیومتری شده و بهطور تصادفی به تعداد ۱۰ قطعه فیل‌ماهی جوان در هر مخزن (با میانگین وزن ۰/۹۹±۲۶/۳ گرم تفکیک شدند. آزمایش در یک سالن مسقف و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار با سه تکرار طراحی گردید. هم‌چنین، یک گروه با جیره پایه و فاقد افزودنی (اسیدآمینه مورد آزمایش) به‌عنوان گروه شاهد درنظر گرفته شد.

آماده‌سازی جیره غذایی: جیره‌های غذایی آزمایشی از مواد اولیه محلی ساخته شد که فرمولاسیون آن توسط نرم‌افزار Lindo تهیه و تنظیم شدند. مواد اولیه خشک جیره غذایی شامل: پودر ماهی، آرد سویا، مکمل‌های آلی (ویتامین‌ها)، مکمل‌های معدنی، آرد گندم و اسیدآمینه هیستیدین به‌عنوان جاذب غذایی در سه سطح مختلف ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به جیره اضافه گردید. سپس مواد اولیه مایع شامل: لسیتین، روغن ماهی و ملاس به مواد خشک اضافه شد (جدول ۱). در انتها جیره غذایی آزمایشی بسته‌بندی شده و در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. ترکیبات مورد استفاده در جیره غذایی و درصد تقریبی آن‌ها در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است.

غذادهی ماهیان: در طول آزمایش، بچه‌فیل ماهیان جوان تا حد سیری روزانه (ساعات ۷، ۱۴ و ۱۷) تغذیه شدند. مدفوع و دیگر مواد باقی‌مانده هر روز صبح از مخازن سیفون و جمع‌آوری شد و آب نیز یک‌ساعت قبل از غذادهی به‌میزان ۲۰- ۱۵ درصد تعویض می‌گردید. زیست‌سنجی بچه فیل‌ماهیان هر ده روز یک‌بار انجام گردید، برای این منظور تمامی فیل‌ماهیان جوان از مخزن خارج شده و با استفاده از تخته‌بیومتری (بادقت ۱ میلی‌متر) و ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) طول و وزن آن‌ها ثبت گردید. زمانی که فیل‌ماهیان جوان جهت زیست‌سنجی از مخازن خارج شدند، مخازن و سنگ‌های هوا کاملاً شسته و تمیز می‌شد. برخی شاخص‌های کیفی آب مانند: دما، اکسیژن، pH و شوری هر روز اندازه‌گیری و ثبت می‌شد.

جدول ۱: تیمارهای مختلف اسیدآمینه هیستیدین به‌ازای جیره غذایی

تیمارهای اسیدآمینه	درصد جیره
هیستیدین	۰/۵، ۱ و ۱/۵
شاهد	۰

جدول ۲: ترکیبات تقریبی جیره مورد استفاده در تغذیه فیل‌ماهی جوان

ترکیبات تقریبی جیره	درصد (٪)
پروتئین خام	۴۵/۲
چربی خام	۱۴/۸
رطوبت	۹/۸
کربوهیدرات	۱۹/۷
خاکستر	۷/۹
فیبر	۲/۶
انرژی (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۴۵۸

جدول ۳: مواد خام مورد استفاده برای تهیه جیره آزمایشی فیل‌ماهیان جوان

موادخام	درصد (٪)
پودر ماهی	۴۴
آرد گندم	۱۱/۰۲
سبوس برنج	۱/۷۳
آردسویا	۱۴
روغن ماهی	۵
روغن سویا	۵
آرد ذرت	۹/۹۷
همبند	۲
ویتامین ث	۰/۳
مکمل آلی (ویتامین)	۲
مکمل معدنی	۲
آنتی‌اکسیدان	۰/۲
ضدقارچ	۰/۲

شکل۲: فیل‌ماهیان جوان موجود در مخزن نگه‌داری

تجزیه و تحلیل فاکتورهای رشد: پس از اتمام دوره پرورش هر تکرار براساس طول و وزن، میزان SGR (درصد)، افزایش وزن بدن

(گرم)، درصد افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، فاکتور وضعیت(CF)، درصدرشدروزانه‌و درصدبازماندگی از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Tacon، ۱۹۹۷):

$$BWI = BW_f - BW_i$$

$$PBWI = (BW_f - BW_i)\ 100/BW_i$$

$$CF = 100 * BW/ L^3$$

$$DGI = (W_f^{1/3} - W_i^{1/3}) \times 100/days$$

$$SGR = (LnW_f - LnW_i) \times 100/ day$$

$$DGR = W_i \times (W_f - W_i) \times 100/ day$$

$$SR = 100 \times (W_f - W_i)/W_i$$

SGR=ضریب‌رشدویژه، W_i=وزن اولیه، W_f=وزن نهایی، DGI= شاخص رشد روزانه، PBWI= درصد افزایش وزن بدن، CF= فاکتور وضعیت، DGR= نرخ رشد روزانه

افزایش وزن/ مقدار غذای داده شده= ضریب تبدیل

تجزیه‌و تحلیل فاکتورهای خونی: هماتوکریت (Hct) با استفاده از روش میکروهماتوکریت و براساس روش براون تعیین شد (سوداگر، ۱۳۸۴). میزان هموگلوبین (Hb) با استفاده از روش سهلی تخمین زده شد (سوداگر، ۱۳۸۴). حجم متوسط گلبول قرمز، میزان متوسط هموگلوبین و غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز مطابق فرمول‌های زیر به‌دست آمد:

$$MCH = Hb/RBC$$

$$MCHC = (Hb \times 10)/ Hct$$

$$MCV = (PCV \times 1000)/ RBC$$

MCH= میزان متوسط هموگلوبین، Hb= هموگلوبین، RBC= گلبول قرمز، MCHC= غلظت‌متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز، MCV= حجم متوسط گلبول‌های قرمز، Hct= هماتوکریت و PCV= حجم گلبول‌های قرمز فشرده شده می‌باشد.

جهت سنجش پروفیل اسیدآمینه کل، لاشه ماهیان بعد از صید به‌صورت کامل و یکنواخت توسط آسیاب چرخ شده و سپس میزان ده گرم از آن با دستگاه فریزدرایر خشک و پس از دو مرحله هضم و اشتقاق به‌وسیله دستگاه HPLC با روش لیندورث و موپر (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۷) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه‌علوم‌کشاورزی و منابع طبیعی گرگان موردسنجش قرار گرفت.طول ستون ۴×۲۵۰ میلی لیتر، دما ۳۰ درجه سانتی‌گراد و نوع آن C18 بود. از آشکارساز فلوروسنس بین دو طول موج ۳۳۰ و ۴۵۰ نانومتر جهت شناسایی اسیدهای آمینه استفاده شد.

ثبت اطلاعات و تجزیه‌و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری Excel و Spss انجام گردید. مقایسه میانگین تیمارها در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌کمک آزمون دانکن و آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) انجام شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (P<۰/۰۵) تعیین گردید. ابتدا جهت برقراری طرح کاملاً تصادفی، نرمال بودن توزیع داده‌ها با کمک آزمون Anderson-Darling در سطح اطمینان ۵ درصد (P<۰/۰۵) و هم‌چنین یکنواختی محیط داده‌ها با استفاده از آزمون‌های Bartlet و Leven بررسی شد.

نتایج

فاکتورهای رشد: شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده در این آزمایش در جدول ۴ آورده شده است. براساس این جدول بیش‌ترین میزان افزایش وزن در فیل‌ماهیان جوان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱/۵ درصد اسیدآمینه هیستیدین مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵).

فاکتورهای خونی: نتایج نشان‌داد میانگین فعالیت‌های کمپلمان، حجم متوسط گلبول‌های قرمز (MCV)، میزان متوسط هموگلوبین (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCHC) تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نداشت (P>۰/۰۵). طبق نتایج به‌دست آمده مشخص گردید که سطوح مختف اسیدآمینه هیستیدین اثر معنی‌داری بر برخی شاخص‌های خون‌شناختی در فیل‌ماهیان جوان نداشت (P>۰/۰۵).

پروفیل اسیدآمینه: پروفیل اسیدهای آمینه اندازه‌گیری شده در این آزمایش در جدول ۶ آورده‌شده است. براساس این جدول اختلاف معنی‌دار در پروفیل اسیدآمینه در فیل‌ماهیان جوان مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۴: شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده فیل‌ماهیان جوان تغذیه شده با جیره غذایی آزمایشی حاوی سطوح متفاوت اسید هیستیدین

جیره غذایی	شاهد	٪۰/۵	٪۱	٪۱/۵
وزن اولیه (گرم)	۲۶/۳±۱/۲۳^{a}	۲۶/۱±۱/۱۰^{a}	۲۶/۱±۰/۹۸^{a}	۲۶/۳±۱/۲۱^{a}
وزن نهایی (گرم)	۹۹/۷±۳/۷۸^{a}	۱۱۷/۶±۲/۸۸^{b}	۱۲۷/۷±۲/۶۸^{b}	۱۳۹/۸±۴/۹۱^{c}
متوسط افزایش وزن (گرم)	۷۳/۴±۳/۲۸^{a}	۹۱/۵±۴/۷۸^{b}	۱۰۱/۶±۲/۸۹^{ab}	۱۱۳/۵±۶/۰۱^{c}
شاخص رشد روزانه	۴/۰۴±۰/۴۱^{a}	۴/۹۱±۰/۴۱^{b}	۵/۲۸±۰/۲۶^{b}	۶/۱۱±۰/۲۲^{c}
نرخ رشد روزانه	۶/۱۱±۰/۲۱^{a}	۶/۷۲±۰/۴۱^{b}	۷/۰۸±۰/۲۹^{b}	۷/۷۴±۰/۲۲^{c}
درصد افزایش وزن بدن (٪)	۲۷۹/۱±۱۱/۲^{a}	۳۵۰/۶±۱۱/۳^{b}	۳۸۹/۳±۲۰/۸^{b}	۴۳۱/۶±۹/۸^{c}
فاکتور وضعیت	۰/۳۷±۰/۰۱^{a}	۰/۴۱±۰/۰۱^{ab}	۰/۴۳±۰/۰۲^{b}	۰/۴۵±۰/۰۱^{b}
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۳/۰۷±۰/۰۹^{a}	۳/۵۹±۰/۲۱^{b}	۳/۹۱±۰/۰۷^{b}	۴/۲۹±۰/۲۳^{c}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۵۷±۰/۰۳^{a}	۱/۴۹±۰/۰۱^{ab}	۱/۲۵±۰/۰۱^{b}	۱/۱۸±۰/۰۲^{b}
بازماندگی (٪)	۸۲±۳^{a}	۹۸±۲^{b}	۱۰۰±۰^{b}	۹۸±۲^{b}

*حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

جدول ۵: شاخص‌های خونی اندازه‌گیری شده فیل‌ماهیان جوان تغذیه شده با جیره غذایی آزمایشی حاوی سطوح متفاوت اسیدآمینه هیستیدین

فاکتورهای خون‌شناسی	هموگلوبین (گرم در دسی لیتر)	هماتوکریت (٪)	گلبول قرمز (×۱۰^۶ میکرو/لیتر)	گلبول سفید (×۱۰^۳ میکرو/لیتر)	میزان متوسط گلبول قرمز (فمتولیتر)	میزان متوسط هموگلوبین (پیکوگرم)	میزان متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (گرم در دسی‌لیتر)
شاهد	۱۰/۲±۰/۱۱^{a}	۳۱/۴±۲/۱۱^{a}	۱/۳۸±۰/۱۱^{a}	۳۱±۰/۱۹^{a}	۲۲۶±۱۲^{a}	۶۵/۷۲±۱/۶۸^{a}	۲۹/۰۱±۳/۲۰^{a}
٪۰/۵	۱۰/۴±۰/۲۲^{a}	۳۰/۱±۲/۰۶^{a}	۱/۳۳±۰/۲۲^{a}	۳۲±۱/۳۰^{a}	۲۳۱±۱۰^{a}	۶۳/۱۱±۱/۹۹^{a}	۳۰/۱۱±۲/۴۱^{a}
٪۱	۱۰/۱±۰/۱۹^{a}	۳۲/۲±۲/۰۱^{a}	۱/۴۰±۰/۲۰^{a}	۳۰±۰/۲۵^{a}	۲۲۸±۱۴^{a}	۶۲/۵۱±۱/۰۱^{a}	۳۱/۴۱±۲/۵۲^{a}
٪۱/۵	۱۰/۴±۰/۱۱^{a}	۳۱/۷±۳/۰۱^{a}	۱/۳۸±۰/۲۳^{a}	۳۲±۱/۲۱^{a}	۲۳۹±۱۱^{a}	۶۴/۲۱±۳/۰۲^{a}	۳۰/۹۱±۲/۱۳^{a}

*حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

جدول ۶: پروفیل اسیدهای آمینه اندازه‌گیری شده فیل ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی آزمایشی حاوی سطوح متفاوت اسیدآمینه هیستیدین

	۰٪/۵	۱٪	۱٪/۵
آلانین	۷/۶۶^{a}	۷/۶۱^{a}	۷/۵۵^{a}
آرژنین	۶/۴۳^{a}	۶/۵۸^{a}	۶/۵۲^{a}
آسپارتیک	۷/۳۲^{a}	۷/۴۰^{a}	۷/۳۳^{a}
سیستئین	۳/۱۲^{a}	۳/۳۸^{ab}	۳/۷۳^{b}
گلوتامیک	۹/۷۱^{a}	۹/۵۲^{a}	۹/۷۱^{a}
گلایسین	۷/۴۴^{a}	۷/۵۱^{a}	۷/۴۶^{a}
هیستیدین	۴/۳۸^{a}	۴/۳۲^{a}	۴/۴۱^{a}
ایزولوسین	۷/۹۱^{a}	۷/۸۹^{a}	۷/۸۴^{a}
لوسین	۹/۱۲^{a}	۹/۲۳^{a}	۹/۰۴^{a}
لایزین	۶/۹۱^{a}	۶/۹۴^{a}	۶/۸۰^{a}
متیونین	۲/۶۳^{a}	۲/۵۷^{a}	۲/۷۰^{a}
فنیل آلانین	۵/۵۴^{a}	۵/۵۰^{a}	۵/۵۲^{a}
سرین	۴/۷۰^{a}	۴/۵۲^{a}	۴/۶۱^{a}
سرونین	۵/۴۴^{a}	۵/۳۸^{a}	۵/۴۳^{a}
تریپتوفان	۱/۲۴^{a}	۱/۲۲^{a}	۱/۲۴^{a}
تیروزین	۳/۶۸^{a}	۳/۷۳^{a}	۳/۵۹^{a}
والین	۶/۷۷^{a}	۶/۷۰^{a}	۶/۵۲^{a}
سیدآمینه کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

*حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

بحث

داشتن اطاعات مورد نیاز در زمینه مطلوبیت غذایی در علم تغذیه آبزیان می‌تواند شناختی را در فیزلوژی تغذیه در متخصصین علوم مربوطه ایجاد نموده و تاثیر به‌سزایی در موفقیت اقتصادی آبزی پروری داشته‌باشد.در سال‌های اخیر از موادزیادی به‌عنوان ماده جاذب در جیره غذایی آبزیان استفاده گردید که ازجمله آن‌ها می‌توان اسیدهای آمینه، آمین‌ها، الکل‌ها، آلدئیدها و مواد چشایی کلاسیک، نوکلئوتیدها و نوکلئوسیدها، شکر و دیگرکربوهیدرات‌ها، اسیدهای آلی و مخلوطی از این مواد را نام برد (Kasumyan و Doving، ۲۰۰۳). اسیدهای آمینه مولکول‌هایی هستندکه عملکردهای هر دو گروه آمین وکربوکسیلیک‌ها را شامل‌می‌شوند. اسیدهای آمینه می‌توانند به‌صورت پروتئین دست نخورده یا خالص به حالت کریستاله به‌عنوان مکمل غذایی فراهم گردند (غفله‌مرمضی و همکاران، ۱۳۹۵). استفاده از مواد جاذب در جیره غذایی آبزیان جهت افزایش مطلوبیت غذایی به‌عنوان یک‌ضرورت اجتناب‌ناپذیر درکاهش‌هزینه‌های‌مربوط به‌تغذیه‌می‌باشد. به‌ویژه در لاور ماهیان دریایی و هم‌چنین ماهیانی که تمایل کمی به خوردن‌غذای‌کنسانتره‌نشان‌می‌دهند و این‌عدم‌پذیرش‌غذای مصنوعی توسط آن‌ها به‌عنوان یک مشکل اساسی در امر آبزی‌پروری مطرح می‌باشد (De la Higuera، ۲۰۰۱). مواد جاذب از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. جاذب‌های غذایی موادی هستند که گرفتن یک ذره غذایی را توسط شکارچی تشویق نموده تا از آن ماده غذایی استفاده نماید، اگرچه گروهی دیگر از مواد هم وجود دارند که تاثیری در رفتارهای تغذیه‌ای ماهی نداشته و سبب تحریک سیستم چشایی بیرون دهانی و درون دهانی ماهی نمی‌شوند که این مواد را جزو مواد بی اثر معرفی می‌کنند. هم‌چنین برخی از اسیدهای آمینه دارای اثرات

دافع برای موجود می‌باشند که میل موجود را برای تحریک و گرفتن یک ذره غذایی کاهش می‌دهند (گلی، ۱۳۹۸). از سویی دیگر، افزودن محرک‌های تغذیه‌ای به جیره غذایی ماهیان امکان استفاده از منابع پروتئینی که ارزش زیادی نداشته و هم‌چنین ارزان می‌باشند در آبزی پروری به‌صرفه می‌باشد(Jobling و همکاران، ۲۰۰۱). به‌علاوه، استفاده از موادجاذب، ضایعات غذا را در محیط‌های آبی به حداقل رسانده که این خود سبب جلوگیری از تغییرات شدید کیفیت آب شده و مانع کاهش ارزش اقتصادی غذا می‌گردد. با افزودن اسیدهای آمینه به عنوان جاذب غذایی به جیره که سبب خوش خوراکی غذا می‌گردد، بخش عمده‌ای از غذا در دقایق اولیه توسط ماهی مورد مصرف قرار می‌گیرد.در مطالعات پیشین نشان‌داده شده است که غذاهای مصنوعی حاوی محرک‌های غذایی در دستگاه گوارش ماهی به‌طور موثرتری هضم می‌گردد (Takeda و همکاران، ۱۹۸۴). غذای آبزیان شامل گونه‌هایی از موجودات زنده و گیاهان آبزی است که همه این مواد غذایی داری مقادیر قابل توجهی از اسیدهای آمینه آزاد می‌باشند (Dabrowski و Poczyczynski، ۱۹۸۳). هم‌چنین گزارش شده است که ماهیانی که از یک جیره غذایی با مطلوبیت غذایی پایینی تغذیه شده‌اند زودتر از ماهیانی که با یک جیره غذایی با مطلوبیت بالا تغذیه گردیده‌اند، سیر می‌شوند و اگر به ماهی که با یک جیره غذایی با مطلوبیت کم تا حد سیری غذا داده شود و مجدداً با یک جیره غذایی با مطلوبیت بالا تغذیه شود، دوباره شروع به تغذیه نموده تا این‌که به یک حد سیری جدید برسد (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۵). در تحقیقات دیگر نشان دادند که غذاهای مصنوعی که به ماهی خورانده می‌شود، اگر از سطح مطلوبیت خوب برخوردار باشد، به‌طور موثری هضم می‌گردد (Takeda و Takii، ۱۹۹۲). امکان استفاده از محرک‌های تغذیه‌ای، در غذای آبزیان می‌تواند سبب پوشاندن اثر عناصری شود که باعث کاهش مطلوبیت غذا می‌گردند، لذا در جیره غذایی می‌توان از اسیدهای آمینه آزاد به‌جای پروتئین حیوانی مانند: پودر ماهی جهت مطلوبیت غذایی استفاده نمود. از آن‌جایی‌که تعدادی از محققین ثابت کرده‌اند که آنتی‌بیوتیک‌ها سبب کاهش مطلوبیت غذایی می‌گردند می‌توان با استفاده از خاصیت محرک‌های تغذیه‌ای، مطلوبیت غذایی جیره را افزایش داده و میل به غذاگیری را بهبود بخشید. Kasumyan (۱۹۹۷)، اثر اسیدسیتریک را بر تعدادی از گونه‌های ماهی مورد آزمایش قرارداد. در تعدادی از ماهیان مانند: کپور و کلمه این ماده به‌عنوان یک ماده بازدارنده بود و سبب کاهش خوش‌خوراکی جیره غذایی گردید ولی در ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای و ماهی سالولینوس، اسیدسیتریک به‌عنوان یک ماده جاذب و محرک رشد شناسایی گردید. به‌نظر می‌رسد که اسیدسیتریک در ماهیان گوشت‌خوار به‌عنوان یک ماده جاذب می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد. این نتایج به‌دست آمده توسط Kasumyan (۱۹۹۷) با نتایج حاصل از تحقیق حاضر هماهنگی دارد با افزایش درصد اسیدآمینه جیره میل به غذاگیری و در نتیجه وزن ماهیان افزایش یافت. Kasumyan و همکاران (۱۹۹۳) تاثیر اسیدسیتریک را به‌عنوان یک جاذب غذایی روی تاس‌ماهیان جوان مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که این ماده در جیره غذایی سبب تحریک سبیلک‌ها و گرفتن غذا توسط ماهی می‌شود که با نتایج تحقیق اخیر تشابه دارد. در تحقیقی دیگر که توسط Jones (۱۹۸۲)، انجام گردید اسیدهای آمینه ال-لوسین وال-ایزولوسین به‌عنوان ماده جاذب و محرک غذاگیری در جیره غذایی ماهی قزل‌آلا استفاده شد که با تحقیق حاضر مطابقت دارد. در تحقیقی که توسط Fuller و همکاران (۱۹۸۷) روی موادی چون ساکارز، اسیدسیتریک و گلایسین به‌عنوان مواد جاذب انجام گردید، نشان داده شد که این مواد می‌توانند سبب تحریک سیستم چشایی ماهی جهت افزایش غذاگیری شود که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر که اسیدآمینه موجود در جیره دارای خاصیت جاذب غذایی بود، مطابقت دارد. Higurea (۲۰۰۱) با تحقیق روی ماهی فوگل، نشان داد که با استفاده از موادجاذبی چون: ال-آلانین، گلایسین، ال- پروپین، ال- سرین، بتائین سبب تحریک گیرنده‌های چشایی اطراف لب می‌گردد و در تحریک‌پذیری ماهی از غذا موثر بودند که شباهت زیادی با نتایج حاصل از تحقیق حاضر دارد. در تحقیقی که توسط Kasumyan (۱۹۹۹) انجام گردید نشان داده شد که اسید سیتریک و اسیدگلوتامیک به‌عنوان جاذب‌های تغذیه‌ای بسیار قوی در جیره غذایی تاس‌ماهیان سیبری می‌باشند که با کاربرد اسیدسیتریک در جیره غذایی مورد استفاده در تحقیق اخیر مشابهت دارد. در آزمایشات دیگری که توسط Johnsen و Adams (۱۹۸۶) انجام گردیده نشان داده شد که اسیدآسپارتیک و اسید گلوتامیک، سرین و آلانین محرک تغذیه‌ای خوبی در ماهی تیلاپیا هستند که این نتایج با تحقیق انجام شده هم‌سو می‌باشد. Adams و همکاران (۱۹۸۸)، با بررسی اثر اسیدسیتریک در جیره غذایی ماهی تیلاپیا دریافتند این ماده سبب تحریک تغذیه‌ای ماهی می‌گردد که تطبیق این نتایج دلالت بر هم‌سویی کارکرد جاذب‌های غذایی در تحقیق حاضر دارد. Kasumyan و Doving (۲۰۰۳) اسیدآمینه آزاد گلایسین را به‌عنوان ماده جاذب برای کپور علف‌خوار مورد استفاده قرار دادند و نتیجه گرفتند که تاثیر مثبت روی فاکتورهای رشد داشته‌است در نتایج حاصل از تحقیق اخیر نیز این تاثیر مثبت دقیقاً مشاهده گردید. Guo و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر اسیدهای آمینه روی هیبرید ماهیان خاویاری نشان داده‌اند که استفاده از اسیدهای آمینه آزاد در جیره غذایی سبب افزایش غذاگیری در ماهیان می‌گردد. که این نتایج هم راستا با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق می‌باشد. Wu و Davis (۲۰۰۵)، به جیره غذایی ماهی قزل‌آلا با سه سطح ۰/۵، ۱ و۱/۵درصد بتائین اضافه نمودند و

در یک‌دوره دو ماهه آن‌ها را پرورش دادند. در دوره پرورش فاکتورهای رشد و بازماندگی ماهی مورد بررسی قرار گرفت. در تحقیق به این نتیجه رسیدند که افزودن بتائین بررشد و بازماندگی ماهی تاثیر دارد، به‌طوری‌که حداکثر نتیجه رشد ۱ درصد بتائین به‌دست آمده و مرگ و میر به میزان ۶۰ درصد کاهش یافته است و هم‌چنین نرخ رشد ویژه ۱۲ درصد افزایش یافته است، در تحقیق اخیر بهترین فاکتورهای رشد در هیستیدین ۱/۵ درصد مشاهده گردید. Kerr و Easter (۱۹۹۵) با مطالعه‌ای‌رو اسیدهای آمینه به‌عنوان موادجاذب به این نتیجه رسیدند که افزودن بتائین به جیره غذایی ماهی (آغازین) سبب افزایش رشد بیش‌تر نسبت به شاهد گردیده است که نتایج حاصل از پژوهش حاضر دلالت بر مشابهت با آن دارد. سوداگر (۱۳۸۴) با بررسی تاثیر بتائین و متیونین روی بچه فیل‌ماهیان بیان کردند این مواد می‌توانند سبب افزایش خوش‌خوراکی غذا شده و باعث بهبود فاکتورهای رشد در بچه فیل‌ماهیان گردند که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. با این وجود، هم‌چنان اطاعات کمی درخصوص تاثیر اسیدهای آمینه به‌عنوان محرک یا باز دارنده و اثرات آن بر شاخص‌های رشد و خونی موجود می‌باشد و نیاز به مطالعات بیش‌تر دارد. با بررسی پروفیل اسیدآمینه موجود در ترکیب لاشه فیل‌ماهی مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری در بسیاری از اسیدهای آمینه ضروری با اسیدهای آمینه مورد استفاده در جیره وجود داشت. می‌توان چنین استنباط کرد که پروفیل اسیدآمینه ترکیب لاشه تحت تاثیر جیره غذایی مصرفی می‌باشد (Wilson، ۲۰۰۳). افزایش پروفیل اسیدهای آمینه مورد استفاده در این تحقیق نشان‌دهنده عدم ایجاد اختلال متابولیسمی این اسیدهای آمینه و تثبیت آن‌ها در بدن می‌باشد (Li و همکاران، ۲۰۰۹). در تحقیق حاضر بیش‌ترین میزان بازماندگی مربوط به تیمار تغذیه شده با جیره غذایی حاوی اسیدآمینه هیستیدین بود که با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار داشت. درویش‌بسطامی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر عصاره دافنی و آرتیما بر غذاگیری و شاخص‌های رشد و باز ماندگی بچه فیل‌ماهیان نتایجی را به‌دست آوردند که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی داشت. استفاده از عصاره گیاهان و جانوران و تغلیظ سازی آن‌هاجهت استفاده‌در جیره‌غذایی ماهیان می‌تواندسبب افزایش سرعت غذاگیری در ماهیان گردد خصوصاً در ماهیانی مانند ماهیان خاویاری که در غذاگیری تنبل بوده و مدت زمان زیادی را نیاز دارند تا غذا را از محیط دریافت نمایند. چون با ماندن غذا در محیط، ریز مغذی‌ها و پروتئین‌های محلول در آب از غذا و دسترس ماهی خارج شده، راندمان غذا کاهش و ضریب تبدیل غذایی افزایش می‌یابد که از نظر اقتصادی می‌تواند به پرورش‌دهندگان این صنعت کمک شایانی کند. در نتیجه استفاده از اسیدهای آمینه به‌عنوان یک محرک غذایی در جیره ماهیانی که در غذاگیری تنبل می‌باشند، توصیه می‌گردد.

بررسی و اندازه‌گیری شاخص‌های خونی ماهیان به‌دلیل نقش موثری که در تایید و یا عدم تایید وضعیت سلامت ماهی دارند، بسیار مورد توجه می‌باشند. Khajepour و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی فاکتورهای خونی فیل‌ماهیان تغذیه شده با سیتریک اسید به‌عنوان جاذب غذایی نتیجه گرفتند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات Baruah و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. در این مطالعه، شاخص‌های خون‌شناختی،مانند:گلبول قرمز(RBC)،گلبول‌های سفید (WBC)،هماتوکریت(Htc)،هموگلوبین(Hb)،حجم‌متوسط گلبول‌های قرمز(MCV)،میانگین‌هموگلوبین(MCH)و غلظت هموگلوبین موجود در گلبول قرمز (MCHC) بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت.

با استفاده از مواد جاذب در جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان شاخص‌های رشد اثر معنی‌دار داشتند و نتیجه‌گیری می‌شود افزودن اسیدآمینه هیستیدین به‌میزان ۱/۵ درصد در جیره غذایی فیل‌ماهیان جوان از نظر فیزلوژیک و اقتصادی سبب بهبود کیفیت غذا می‌شود، هم‌چنین‌افزودن‌هیستیدین سبب افزایش‌میزان پروتئین گوشت ماهی شده‌و در نتیجه کیفیت گوشت افزایش می‌یابد. اسیدآمینه هیستیدین هیچ اثر معنی‌داری در شاخص‌های خونی فیل‌ماهیان جوان نداشت.

تشکر و قدردانی

این مقاله در دومین وبینار نشست هم‌اندیشی ماهیان خاویاری که در تاریخ۱۹ بهمن۱۳۹۹، توسط شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی و با مشارکت موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور برگزار گردید، ارائه شد. بدین‌وسیله نگارندگان این مقاله از جناب آقای دکتر سیدمحمد مجابی مدیرعامل محترم شرکت مادر تخصصی خدمات کشاورزی که هزینه چاپ و انتشار این مقاله را در مجله علمی پژوهشی محیط زیست جانوری جهت استفاده متخصصان و محققان شیلاتی فراهم کردند کمال قدردانی و تشکر را دارند.

منابع

۱. **پورعلی‌فشتمی، ح.ر.؛ غقله‌مرمضی، ج.؛ یزدانی، م.؛ شکوریان، م.؛ نظامی، ا.؛ یگانه، ه.؛ سیدحسنی، م.؛ پژند، ذ.؛ پیکران، ن.؛ صادقی‌راد، م.؛ دهقانی، م.؛ یارمحمدی، م. و حافظیه، م.، ۱۳۹۵.** تاثیر جاذب‌های غذایی (متیونین، لیزین و آلانین) در رشد و نرخ بازماندگی لارو و بچه‌ماهی انگشت‌قد تاس‌ماهی ایرانی. طرح تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،موسسه تحقیقاتی‌علوم شیلاتی کشور، انیستتوی تحقیقات بین‌المللی تاس‌ماهیان دریای خزر. ۶۲ صفحه.

۲. **جعفری‌شموشکی، و.؛ کاسومیان، ا.؛ ابطحی، ب. و عابدیان کناری، ع.، ۱۳۸۵.** مطالعه رفتار ترجیح بویایی در بچه تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با استفاده از اسیدهای آمینه آزاد. مجله علوم و فنون دریایی ایران. دوره ۵، شماره‌های ۳ و ۴، صفحات ۱۳ تا ۲۱.

۳. **درویش‌بسطامی، ک.؛ سوداگر، م.؛ ایمانپور، م.ر. و طاهری، ع.، ۱۳۸۷.** تأثیر سطوح مختلف عصاره دافنی و آرتمیا به‌عنوان مواد جاذب غذایی بر روی غذاگیری و شاخص‌های رشد در بچه فیل ماهیان پرورشی*Huso huso*. مجله علمی شیلات. دوره ۱۷، شماره ۴، صفحات ۳۵ تا ۴۴.

۴. **دهقانی، م. و عادلی، ا.، ۱۳۹۵.** تغذیه آبزیان پرورشی و مدیریت آن. همایش ملی آبزی‌پروری و اکوسیستم آبی پایدار. گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۷ مهرماه. ۵ صفحه.

۵. **سوداگر، م.، ۱۳۸۴.** بررسی مقایسه‌ای تاثیر افزایش برخی از مواد جاذب (بتائین، متیونین و مخلوط بتائین و متیونین) در جیره غذایی فیل‌ماهیان پرورشی به‌منظور افزایش تحریک غذاگیری و بالا بردن میزان رشد و بازماندگی. رساله دکترا. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۷۹ صفحه.

۶. **سوداگر، م.؛ جعفری‌شموشکی، و.؛ حسینی، س.؛ گرگین، س. و عقیلی، ک.، ۱۳۸۷.** اثر اسید آمینه‌های آسپارتیک و آلانین به عنوان ماده جذب غذایی بر شاخص‌های رشد و بقاء بچه‌فیل ماهیان (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ۱۵، شماره ۱، صفحات ۱۲ تا ۲۵.

۷. **گلی، ش.، ۱۳۹۸.** بررسی تاثیر سطوح مختلف نانوذرات نقره روی بیان ژن‌های گرلین، فاکتور رشد شبه انسولین و رفتار غذایی در تاس‌ماهی ایرانی. رساله دکترا، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۸. **نوری، گ.؛ جعفری، و.؛ قربانی، ر. و گلی، ش.، ۱۳۹۲.** بررسی ترجیح چشایی و رفتار تغذیه‌ای ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) با استفاده از غلظت‌های متفاوت اسیدهای آمینه آزاد. مجله شیلات (منابع طبیعی ایران). دوره ۶۷، شماره ۱، صفحات ۱۲۳ تا ۱۳۶.

9. **Adams, M.A.; Johnsen, P.B. and Zhou, H.Q., 1988.** Chemical enhancement of feeding for the herbivorous fish *Tilapia zillii*. Aquaculture. Vol. 72, No. 1-2, pp: 95-107.

10. **Anderson, J.S.; Higgs, D.A.; Beams, R.M. and Rowshandeli, M., 1997.** Fish meal quality assessment for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in sea water. Aquaculture Nutrition.Vol. 3, pp: 25-38.

11. **Artyukhin, E.N., 1997.** The current status of commercial sturgeon species in the Black Sea-Caspian Sea basin. Pp. 9-13 in Birstein, V.J.; Bauer, A. and Kaiser-Pohlmann, A., eds. IUCN Species Survival Commision. Sturgeon stocks and caviar trade workshop. Bonn, Germany: Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission. No. 17.

12. **Baruah, K.; Pal, A.K.; Sahu, N.P.; Debnath, D. and Yengkokpam, Y., 2009.** Dietary Crude Protein, Citric Acid and Microbial Phytase Interacts to Influence the Hemato Immunological Parameters of Rohu, *Labeo Rohita*, Juveniles. Journal of the World Aquaculture Society.Vol. 40, No. 6, pp: 824-831.

13. **Berg, L.S., 1948.** Freshwater fishes of the U. S. S. R. and adjacent countries. Akad. Nauk SSSR 2ool. Inst., Vol. 1, 4th ed. 493 p. plus appendix (Translation by Israel Program for Scientific Translations, 1962).

14. **Carr, W.E.S.; Netherton, J.C.; Gleeson, R.A. and Derby, C.D., 1996.** Stimulants of feeding behavior in fish: Analyses of tissues of diverse marine organisms. Biological Bulletin. Vol. 190, pp: 149-160.

15. **Cheng, Z.J.; Hardy, R.W. and Usry, J.L., 2003.** Effects of lysine supplementation in plant protein-based. diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparaent digestibility coefficients of nutrients. Aquaculture. Vol. 215, pp: 225-265.

16. **Dabrowski, K. and Poczyczynski, P. 1988.** Comparative experiments on starter diets for grass carp and common carp. Aquaculture, 69: 317-332.

17. **Dabrowski, K. and Guderley, H., 2002.** Intermediary metabolism. Fish nutrition. Vol. 3, pp: 309-365.

18. **De la Higuera, M., 2001.** Effects of nutritional factors and feed characteristics on feed intake. In: Food Intake in Fish. (eds Houlihan, D.; Boujard, T. and Jobling, M.,).

19. **Dongmeza, E.; Siddhuraju, P.; Francis, J. and Becker, K., 2006.** Effects of dehydrated methanol extracts of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves and three of its fractions on growth performance and feed nutrient assimilation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (L.)). Aquaculture. Vol. 261, pp: 407-422.

20. **Freedman, B., 1999.** Encyclopedia of Endangered Species. Detroit: International Limited.

21. **Fuller, M.F.; Reeds, P.J.; Cadenhead, A. and Seve, B., 1987.** Protein synthesis and retention in some tissues of the young pig as influenced by dietary protein intake after early weaning. Possible connection to the energy metabolism. British Journal of Nutrition. Vol. 58, pp: 287-300.

22. **Guo, Z.; Zhu, X.; Liu, J.; Han, D.; Yang, Y.; Lan, Z. and Xie, S., 2012.** Effects of dietary protein level on growth performance, nitrogen and energy budget of juvenile hybrid sturgeon, *Acipenser baerii* ♀×*A. gueldenstaedtii* ♂. Aquaculture. Vol. 338-341, pp: 89-95.

23. **Hasan, M.R., 2001.** Nutrition and feeding for sustainable aquaculture development in the third millennium. In Subasingle, R.P.; Bueno, P.; Philips, M.J.; Hough, C.; McGladdery, S.E. and Arthur, J.R., (Eds). Aquaculture in the third millennium. Technical proceedings of the conference on aquaculture in the third millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 Februry 2000. NACA, Bangkok and FAO, Rome. pp: 193-219.

24. **Higurea, M., 2001.** Effects of nutritional factors and feed characteristics on feed intake. In: Houlihan, D.; Boujard, T. Jobling, M., (Eds.) Food intake in fish. Blackwell Science Ltd. Oxford. pp: 250-268.

25. **Jobling, M.; Gomes, E. and Dias, J., 2001.** Feed types, manufacture and ingredients. In: Food Intake in Fish. (eds Houlihan, D.; Boujard, T. and Jobling, M.,). Blackwell Science, Oxford, pp: 25-48.

26. **Jones, H.W.; Jones, G.S.; Andrews, M.C.; Acosta, A.; Bundren, C. and Garcia, J., 1982.** The program for in vitro fertilization at Norfolk. Fertil Steril. Vol. 38, pp: 14-21.

27. **Johnsen, P.B. and Adams, M.A., 1986.** Chemical feeding stimulants for the herbivorous fish, *Tilapia zillii*. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology. Vol. 83, No. 1, pp: 109-112.

28. **Kasumyan, A.O., 2002.** Taste preference in fish. Journal of Ichthyology. Vol. 41, pp: 88-128.

29. **Kasumyan, A.O. and Doving, K., 2003.** Taste preferences in fishes. Fish and fisheries. Vol. 4, pp: 289-347.

30. **Kasumyan, A.O., 1999.** Olfaction and taste in sturgeon behaviour. Journal of Applied Ichthyology. Vol. 15, pp: 228-232.

31. **Kerr, B.J. and Easter, R.A., 1995.** Effect of feeding reduced protein, amino acid supplemented diets on nitrogen and energy balance. Journal of Animal Sciences. Vol. 73, pp: 3000-3008.

32. **Khodorevskaya, R.; Dovgopol, G.; Zhuravleva, O. and Vlasenko, A., 1999.** Present status of commercial stocks of sturgeon in the Caspian Sea basin. Environmental Biology of Fishes. Vol. 48, pp: 209-219.

33. **Khajepour, F.; Hosseini, S.A. and Hoseini, S.M., 2011.** Study on some hematological and biochemical parameters of Juvenile Beluga (*Huso huso*) fed citric acid supplemented diet. Global Veterinaria. Vol. 7, No. 4, pp: 361-364.

34. **Li, P.; Mai, K.; Trushenski, J. and Wu, G., 2009.** New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aqua feeds. Amino acid. Vol. 37, pp: 43-53.

35. **Mok, W.J.; Hatanaka, Y.; Seoka, M.; Itoh, T.; Tsukamasa, Y. and Ando, M., 2014.** Effects of additional cysteine in fish diet on mercury concentration. Food chemistry. Vol. 147, pp: 340-345.

36. **Okumus, I., 2000.** Coastal aquaculture: sustainable development resource use and integrated enviromental management. Turkish journal of Marine Sciences. Vol. 6, pp: 151-174.

37. **Pikitch, E.K.; Doukakis, Ph.; Lauck, L.; Chakrabarty, P. and Erickson, D.L., 2005.** Status, trends and management of sturgeon and paddlefish Fisheries. Fish and Fisheries. Vol. 6, pp: 233-265.

38. **Piste, P., 2013.** Cysteine–master antioxidant. International Journal of Pharmaceutical Chemical and Biological Sciences. Vol. 3, No. 1, pp: 143-149.

39. **Polat, A. and Beklevik, G., 1998.** The importance of betaine and some attractive substances as fish feed additives. Tubitak, Nature, Zoology.

40. **Raspopov, V., 1993.** Growth rate of Caspian Sea beluga. Journal of Ichthyology. Vol. 33, No. 9, pp: 72-84.

41. **Rønnestad, I.; Conceição, L.E.; Aragão, C. and Dinis, M.T., 2000.** Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (*Solea senegalensis*). The Journal of Nutrition. Vol. 130, pp: 2809-2812.

42. **Rønnestad, I.; Conceição, L.E.; Aragão, C. and Dinis, M.T., 2001.** Assimilation and catabolism of dispensible and indispensible free amino acid in post-larval senegal sol (*Solea senagalensis*). Comparative biochemistry and Physioloy, Part C: Toxology and Pharmacology. Vol. 130, pp: 461-466.

43. **Secor, D.; Arefiev, A.; Nikolaev, A. and Sharov, A., 2000.** Restoration of sturgeons: lessons from the Caspian Sea sturgeon ranching programme. Fish and Fisheries. Vol. 1, No. 3, pp: 215-230.

44. **Takeda, M.; Takii, K. and Matsui, K., 1984.** Identification of feeding stimulants for juvenile eel. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. Vol. 50, pp: 645-651.

45. **Takeda, M. and Takii, K., 1992.** Gustation and nutrition in fishes: application to aquaculture. In Fish Chemoreception. pp: 271-287. Springer, Dordrecht.

46. **Takii, K.; Takeda, M. and Nakao, Y., 1984.** Effects of supplement of feeding stimulants to formulated feeds on feeding activity and growth of juvenile eel [Anguilla japonica]. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.

47. **Tacon, A.G.J., 1997.** Global trends in aquacalture and aquafeed production 1984-1995, Internatonal Aquafeed Directory 1997/8.

48. **Traffic. 2000.** Review of 10 species of Acipenseriformes, prepared in the Sixteenth Meeting of the CITES Animals Committee. 18 p.

49. **Verina, I. and Persidi, N., 1979.** On the sturgeon spawning grounds conditions in the Ural River. Sturgeon Culture of Inland Waters, Caspian fisheries Institute, Astrakhan. pp: 33-34.

50. **Wu, G. and Davis, A., 2005.** Interrelationship among methionine, choline, and betaine in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of the World Aquaculture Socciety. Vol. 36, pp: 337-345.

51. **Wilson, R.P., 2003.** 3 amino acid and proteins. In, Hardy, J.E.H.W., (Ed), fish nutrition (third edition). Academic press, San diego. pp: 143-179.