استفاده از اسیدهای‌آمینه متیونین، لایزین و آلانین در رشد، تغذیه و بازماندگی بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) طی دوره سازگاری به غذای دستی

حمیدرضا پورعلی فشتمی[*1]، محمود بهمنی[1]، محمود محسنی[1]، علی حسین‌پور[1] و علیرضا علیپور[1]

۱ مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران. ص.پ: ۳۴۶۴ - ۴۱۶۳۵

چکیده

این مطالعه با هدف تعیین اثرات جیره غذایی حاوی درصدهای مختلف اسیدآمینه متیونین، لایزین و آلانین بر عملکرد رشد، تغذیه و درصد بازماندگی لارو تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) طی دوره سازگاری به غذای دستی برای مدت ۵۰ روز در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انجام شد. جیره غذایی نیمه‌خالص شامل جیره پایه بدون افزودن اسیدهای آمینه (تیمار شاهد) و ۹ جیره غذایی به طور مجزا حاوی سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد از هر اسیدآمینه فوق فرموله شد. تعداد ۳۳۰۰ قطعه بچه‌تاسماهی ایرانی با وزن متوسط ۰/۰۹ ± ۰/۴ گرم در ۳۰ مخزن ۵۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی و جریان آب ۰/۲ لیتر در ثانیه توزیع شدند. نتایج نشان داد با افزایش رشد بچه‌تاسماهیان ایرانی، نیاز آنها به اسیدآمینه متیونین بیشتر می‌شود. یافته‌های این بررسی مشخص نمود، تیمارهای محتوی متیونین در همه سطوح و تیمارهای محتوی اسیدآمینه لایزین و آلانین در دو سطح ۲ و ۳ درصد باعث رشد بیشتر لارو تاسماهی ایرانی می‌شود. حداکثر وزن (۱/۲ ± ۵/۹ گرم) و سرعت رشد ویژه (۰/۴ ± ۵/۴ درصد) در سطح ۳٪ آلانین حاصل شد. اختلاف معنی‌داری در نرخ بازماندگی ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدهای آمینه و گروه شاهد مشاهده نگردید. از این‌رو، توصیه می‌شود که برای سازگاری لارو تاسماهی ایرانی از متیونین به مقدار حداقل یک درصد و از اسیدهای آمینه لایزین و آلانین در سطح دو و سه درصد در جیره غذایی لارو تاسماهیان ایرانی استفاده گردد.

کلمات کلیدی: تاسماهی ایرانی، اسیدهای‌آمینه، تغذیه و رشد

[1] * نویسنده مسئول: h.pourali@areeo.ir

مقدمه

تولید لارو و بچه ماهی با بازماندگی بالا و دارای توجیه اقتصادی از مهم‌ترین مراحل پرورش ماهیان خاویاری می باشد. توسعه آبزی‌پروری می‌توانست با بررسی بحث سازگاری لاروها به غذای دستی و دستیابی به غذای مناسب رشد از سرعت مطلوب‌تری برخوردار باشد. عمده‌ترین مشکل در مرحله پرورش لاروی که حتی کشورهای دارای صنعت پرورش ماهیان خاویاری با آن مواجه اند، عدم تامین غذای مناسب در دوره لاروی می‌باشد که در نهایت تلفات زیاد در دوره سازگاری لاروها به غذای دستی را سبب می‌شود. افزودن مواد جاذب غذایی باعث بهبودی و کارآیی غذای کنسانتره برای گونه‌های آبزی‌پروری مخصوصاً گونه‌های گوشتخوار در مرحله لاروی و انگشت قد می‌شود.

نوزاد تاسماهی ایرانی در مقایسه با لارو سایر گونه‌ها از جمله فیل‌ماهی درخصوص رقابت جذب غذا ضعیف‌تر می‌باشد. یعنی بچه تاسماهی ایرانی غذای ته نشین شده در بستر حوضچه را پس از مدت طولانی دریافت می‌نماید. این گونه به دلیل رژیم گوشتخواری و ویژگی‌های رفتاری که توانایی کمتری در مقایسه با گونه فیل‌ماهی در گرفتن غذا دارد با مشکلات بیشتری در دوره سازگاری مواجه می‌شود. درصد بقاء در لارو تاسماهی ایرانی تغذیه شده با غذای خشک بدون دوره سازگاری طی دوره ۳۰ روزه بسیار پایین و در حدود ۵۷ درصد می‌باشد (Pourali *et al.*, 2009) و توجیه اقتصادی ندارد. لارو تاسماهی ایرانی از نظر بینایی بسیار ضعیف است و بیشتر غذای مورد نیاز خود را با استفاده از حس بویایی جستجو نموده و با حس چشایی تشخیص می‌دهد و مشاهده نشده است که به گرانول‌های غذا در هنگام سقوط در ستون آب حوضچه حمله‌ور شود، بلکه مکرراً مشاهده گردیده که ذرات غذایی را بلعیده و مجدداً به آب برمی‌گرداند.

صرف نظر از فن‌آوری و تجهیزات مورد نیاز برای تولید غذای مناسب، کیفیت شیمیایی غذا نیز عامل مهمی در افزایش مطلوبیت غذا است. از سوی دیگر استفاده طولانی مدت از یک نوع غذا، برای تغذیه لارو ماهیان خاویاری مفید نمی باشد. لذا تولید غذا کنسانتره محتوی عصاره غذای زنده و یا اسیدهای آمینه آزاد، می‌تواند در مرحله اول حس بویایی تاسماهی ایرانی را تحریک نماید و سپس با افزایش مطلوبیت غذا باعث تحریک سیستم چشایی و دریافت غذا شود. بر اساس تحقیقات انجام شده افزودن عصاره دافنی و آرتمیا در جیره غذایی فیل‌ماهی باعث برتری معنی‌دار نسبت به گروه شاهد شد (درویشی و همکاران، ۱۳۸۷). افزودن مواد جاذب از نوع اسیدهای آمینه (گلایسین و ال-آلانین) بر رفتار لارو تاسماهی روسی (چالباش) و سیبری موثر بود (Kasumyan, 1995) و استفاده از اسیدهای آمینه متیونین و لایزین در جیره غذایی ماهیان منجر به تحریک سیستم چشایی و افزایش نرخ رشد می شود (Kasumyan, 2002) و حتی افزایش رشد فیل‌ماهیان جوان می شود (محسنی و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به تحقیقات بعمل آمده در کشور در خصوص بررسی رشد و درصد بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی با انواع مختلف غذای کنسانتره (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰ الف و ب : 2007 و 2006 ,Pourali *et al.*) با بررسی‌های انجام شده در خصوص تعیین زمان مناسب شروع غذادهی (کردجزی و همکاران، ۱۳۸۳) به نظر می‌رسد، زمان آن فرارسیده تا غذای کنسانتره با کیفیت مطلوب و جاذب هاب غذای موثر، تهیه و به عنوان مطلوب ترین جیره غذایی، طی دوره سازگاری غذای لارو تاسماهی ایرانی و یا بدون طی دوره سازگاری معرفی گردد. هدف از این مطالعه تسریع غذاگیری توسط لارو و تعیین تاثیر آنها بر رشد و میزان بقاء در بچه تاسماهی ایرانی بود.

مواد و روش کار

تهیه لارو

این مطالعه با پرورش لارو تاسماهی ایرانی در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر برای مدت ۶۰ روز انجام شد. لاروها از جمعیت ۶۰۰۰ عددی لارو تاسماهیان ایرانی تکثیر شده از مولدین موجود از مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر استان گیلان تهیه شد. ۱۰ روز پس از ذخیره‌سازی لاروها در مخازن ۵۰ لیتری و تغذیه

روزانه از آرتمیا (*Artemia fransiscana*) و دافنی (*Daphnia spp.*) برای انتخاب تصادفی در تیمارهای مورد بررسی آماده شدند. آزمایش با ۳۳۰۰ عدد لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با وزن اولیه متوسط ۰/۰۹ ± ۰/۴ گرم و میانگین طول کل اولیه ۸/۲۹±۳/۰ سانتی‌متر (میانگین ± انحراف از معیار) آغاز شد و این لاروها در ۳۰ مخزن ۵۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی و دبی آب ۰/۲ لیتر در ثانیه، توزیع شدند. تعداد لاروها در هر مخزن ۱۱۰ قطعه بود. تراکم اولیه لاروها ۲۶۰ گرم در مترمربع در نظر گرفته شد. لاروها روزانه در ۱۲ نوبت غذایی از جیره‌های غذایی با سطوح مختلف متیونین، لایزین و آلانین تغذیه شدند. تمام فاکتورهای کیفی آب از قبیل درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH به صورت روزانه ثبت گردید.

تهیه جیره‌های غذایی

پروفیل اسیدهای آمینه جیره پایه برای تغذیه لاروها و بچه‌ماهیان در جدول ۱ ارائه شده است. به منظور جیره-نویسی و تکمیل بانک اطلاعاتی در نرم‌افزار Excel از تجارب موجود در خصوص تهیه جیره‌های غذایی برای تغذیه تاسماهیان استفاده شد. سطوح مختلف مواد مغذی استفاده شده در تهیه جیره پایه، برگرفته از فرمولاسیون غذایی ارائه شده توسط پورعلی و همکاران (۱۳۸۲) می باشد. نیازمندیهای غذایی تاسماهی ایرانی براساس مطالعات محسنی و همکاران (۲۰۱۱)، سیدحسنی و همکاران (۲۰۱۱) تنظیم گردید. به منظور تهیه جیره‌های غذایی از ترکیبات غذایی شامل آرد ماهی (تهیه شده از ضایعات ماهی کیلکا)، کازئین، پروتئین هیدرولیز شده (تهیه شده از کلاژن پوست دام)، کنجاله سویا، آرد گندم، گلوتن گندم، پودرگوشت، نشاسته ذرت، روغن ذرت، ویتامین و مواد معدنی استفاده شد. تیمارهای غذایی شامل جیره غذایی محتوی اسیدآمینه متیونین، لایزین و آلانین با سه تکرار که در جیره‌های مجزا با سطوح ۱، ۲، ۳ درصد و جیره شاهد بدون افزودن اسیدهای آمینه تهیه شد. ابتدا جیره غذایی پایه نیمه‌خالص با سطوح پروتئین، چربی و کربوهیدرات خام به ترتیب ۴۹/۵، ۱۸/۵ و ۲۰ درصد تهیه شد. از این ترکیب ۹ قسمت مساوی برای تهیه جیره‌های مورد بررسی در تیمارهای غذایی جدا شد. با توجه به نوع و مقدار اسیدآمینه پیش‌بینی شده، متیونین، لایزین و آلانین (L-Methionin, C5H11NO2S, Merck ; L-Lysine Monohydrochloride, C6H15CIN2O2, Merck ; L-Alanin, C3H7NO2, Merck) خریداری شده از شرکت SIGMA به طور مجزا با درصدهای ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد (Mai *et al.*, 2006) به وسیله ترازوی دیجیتال (Sartorius, CP 124S, d=0.1) ۰/۰۰۱ گرم توزین و به ترکیب غذایی اضافه گردید. ترکیب غذایی برای مدت ۴۵ دقیقه در شرایط نیمه تاریک مخلوط و با چرخ گوشت دستی بصورت رشته تبدیل شده و به خشک کن با دمای ۵۵ درجه سانتیگراد منتقل شد. در مدت ۱۲ ساعت جیره های غذایی خشک و با بسته‌بندی نایلون های دوجداره به آزمایشگاه منتقل گردید. غذای تهیه شده با استفاده از الک ۲۵۰ میکرون یکنواخت شدند. فهرست اسیدهای-آمینه جیره پایه بشرح جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مقادیر اسیدهای آمینه موجود در پروتئین جیره‌های پایه مورد استفاده براساس وزن خشک جیره* (درصد یا میلی‌گرم در گرم)

اسیدآمینه های ضروری	جیره پایه لارو تاسماهی ایرانی (CP=۴۹٪/۵)	
	٪	mg/g
آرژنین	۶/۹	۶/۹
هیستیدین	۲/۳	۶/۵
لوسین	۸	۲۲/۷
ایزو لوسین	۴/۳	۱۲/۴
لایزین	۳/۹	۱۱/۲
متیونین	۲/۵	۷/۱
فنیل آلانین	۵	۱۴/۲
ترئونین	۴/۴	۱۲/۶
والین	۵/۸	۱۶/۵
تریپتوفان	-	-

اسید آسپارتیک	۶/۲	۱۷/۶
اسید گلوتامیک	۱۵/۶	۴۴/۶
سرین	۷/۴	۲۱/۲
پرولین	۸/۷	۲۴/۷
گلایسین	۸	۲۲/۷
آلانین	۵/۹	۱۶/۸
تیروزین	۳/۱	۸/۸
سیستئین	۲/۲	۶/۲

*آنالیز پروفیل اسیدهای آمینه جیره پایه در آزمایشگاه محیط زیست سازمان انرژی اتمی ایران انجام شد.

آنالیز آماری شاخص‌های رشد و تغذیه

بررسی اسیدهای آمینه در طرح کاملاً تصادفی در ده تیمار و شاهد در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (Ver.17) در سطح اعتماد ۹۵ درصد انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) انجام شد. وجود و عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (P=0.05) تعیین گردید. سنجش دقیق وزن به وسیله ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۰۱ (برای توزین لاروها) و با حساسیت ۰/۰۱ گرم (برای توزین بچه‌ماهی) انجام شد. شاخص‌های رشد و تغذیه مانند درصد افزایش وزن بدن، سرعت رشد ویژه، نرخ رشد روزانه و ضریب چاقی یا شاخص وضعیت، ضریب تبدیل غذا، اثربخشی غذا، بازدهی پروتئین و درصد بازماندگی (Ronyai *et al.*, 1990; Abdelghany and Ahmad, 2004; Akbulut *et al.*, 2002; Oprea and Oprea, 2008; Wahli *et al.*, 2003; Hung & Deng, 2002; Hung *et al.*, 1989) و نسبت ضریب رشد به ضریب تبدیل غذا (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۲) محاسبه گردید.

مرحله سازگاری لارو و بچه ماهی به غذای دستی

لاروها به صورت تدریجی از غذای زنده گرفته و در ادامه با هریک از تیمارهای غذایی با قطر ۲۵۰ میکرون حاوی ۴۹٪/۵ پروتئین و با رشد لاروها، از تیمارهای غذایی با قطر ۰/۸ میلی‌متر حاوی ۴۴٪ پروتئین، ۱۹-۱۶٪ چربی خام در ۱۲ نوبت در مرحله لاروی و با رشد لارو ها، ۶ نوبت در مرحله بچه ماهی در روز و به میزان ۱۰-۵ درصد وزن بدن در روز (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹؛ پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰الف) تغذیه شدند. تغذیه در روزهای آغازین براساس ۱۰ درصد وزن بدن در روز انجام شد و به تدریج با رشد ماهیان از مقدار آن کاسته شده و در روزهای پایانی به ۵ درصد وزن بدن در روز رسید (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰ الف). به طورکلی برنامه سازگاری لارو تاسماهی ایرانی به غذای دستی به شرح جدول ۲ انجام شد.

جدول ۲: برنامه سازگاری به غذای دستی لارو و بچه تاسماهی ایرانی

مراحل سازگاری	نوع غذا	وزن تر به درصد	توضیحات
۱	زنده (آرتمیا، دافنی و لارو شیرونومیده)	در مجموع تا ۳۰	از وزن ۲۸ میلی‌گرم تا ۳۵۰ میلی‌گرم
۲	مخلوط غذای زنده و تیمار های غذایی	۱۰ ٪ وزن بیوماس (۹۰٪ غذای زنده +۱۰٪ تیمارهای غذایی)	تقدم تغذیه ابتدا غذای زنده و ۱۵ دقیقه بعد غذای کنسانتره هر روز فاصله غذادهی کاهش یافت تا همزمان انجام

شد.

۳	مخلوط غذای زنده و تیمارهای غذایی	۵ ٪ وزن بیوماس (کاهش تدریجی غذای زنده به ۱۰ درصد و افزایش غذای کنسانتره به ۵ درصد وزن بدن)	تقدم تغذیه ابتدا غذای کنسانتره و ۱۵ دقیقه بعد غذای زنده هر روز از مقدار غذای زنده کاسته شد.
۴	غذای کنسانتره	۵ درصد وزن بدن	تغذیه از غذای کنسانتره بدون تلفات

نتایج

بررسی اثر اسیدآمینه متیونین بر روند رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی

تجزیه واریانس یکطرفه تیمارهای غذایی نشان داد که تمامی گروه‌های محتوی افزودنی متیونین بر تیمار غذایی شاهد از جهت تمامی شاخص‌های مورد بررسی به استثنای طول کل، ضریب چاقی و میزان بازماندگی لاروها اختلاف معنی‌دار دارند ($p\leq0.05$). از سوی دیگر بین گروه‌های محتوی متیونین ۱، ۲ و ۳ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد ($p\geq0.05$). در خصوص شاخص-های وزن نهایی، تولید، ضریب تبدیل غذا، سرعت رشد ویژه، اثربخشی غذا، بازدهی پروتئین، درصد افزایش وزن نسبت به وزن اولیه و نسبت ضرایب رشد به تبدیل غذا مربوط به گروه‌های دارای متیونین، نسبت به گروه شاهد (فاقد متیونین) برتری معنی‌دار دارند ($p\leq0.05$) (جداول ۳ و ۴).

جدول ۳: نتایج تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه متیونین بر لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف

تیمارها	تکرار	وزن نهایی(گرم)	طول کل (سانتیمتر)	تولید (گرم)	ضریب تبدیل غذا	سرعت رشد ویژه (درصد)	ضریب چاقی(درصد)
M3	۳	۳/۰±۶/۸^{a}	۸/۰±۱/۷	۲۲±۱۳۰^{a}	۰/۰±۷/۱ ^{a}	۴/۰±۰/۴ ^{a}	۰/۰±۴۸/۱
M2	۳	۳/۰±۱/۹^{a}	۷/۰±۸/۸	۲۵±۱۱۳^{a}	۰/۰±۷/۱ ^{a}	۳/۰±۵/۴ ^{a}	۰/۰±۴۸/۱
M1	۳	۳/۰±۴/۵^{a}	۸/۲ ± ۱	۱۸±۱۲۰^{a}	۰/۰±۶/۱ ^{a}	۴/۰±۱/۵ ^{a}	۰/۰±۵۲/۱
M0	۳	۱/۰±۵/۵^{b}	۷/۰±۵/۷	۱۲±۶۸^{b}	۱/۰±۰/۰ ^{b}	۲/۰±۸/۱ ^{b}	۰/۰±۴۰/۰

حروف غیرهم نام درستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد. ستون بدون حروف انگلیسی، اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴: اثر سطوح مختلف اسید آمینه متیونین بر لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف

تیمارها	تکرار	بازماندگی (درصد)	اثربخشی غذا (درصد)	بازدهی پروتئین (درصد)	نسبت ضرایب رشد به تبدیل غذا	افزایش وزن نسبت به وزن اولیه (درصد)
M3	۳	۱۰±۸۰	۳۰±۱۵۷^{a}	۶/۱±۶/۴^{a}	۲/۰±۸/۶^{a}	۲۰۰±۱۰۵۰^{a}

M2	۳	۱۲±۷۵	۲۴±۱۴۸^{a}	۵/۱±۹/۵^{a}	۲/۰±۵/۵^{a}	۲۰۰±۱۰۰۶^{a}
M1	۳	۱۵±۶۸	۱۵۹ ۳۵±^{a}	۷/۲±۵/۰ ^{a}	۲/۰±۴/۵^{a}	۲۶۰±۱۱۵۰^{a}
M0	۳	۸±۷۵	۸±۹۸^{b}	۴/۰±۱/۴^{b}	۲/۰±۸/۲^{b}	۲۰±۶۲۰^{b}

حروف غیرهم نام در ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد. ستون بدون حروف انگلیسی، اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی اثر اسیدآمینه لایزین بر روند رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی

در خصوص شاخص‌های وزن نهایی، تولید، ضریب تبدیل غذا، سرعت رشد ویژه، اثربخشی غذا، بازدهی پروتئین، درصد افزایش وزن نسبت به وزن اولیه و نسبت ضرایب رشد به تبدیل غذا مربوط به گروه‌های دارای لایزین، نسبت به گروه‌های فاقد لایزین و گروه لایزین یک درصد برتری معنی‌دار دارند ($p\leq0.05$) (جداول ۵ و۶). عدم تفاوت معنی‌دار در شاخص‌های طول‌کل بچه ماهیان، ضریب چاقی و میزان بازماندگی مشاهده شد ($p\geq0.05$). از سوی دیگر گروه‌های محتوی لایزین ۲ و ۳ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد ($p\geq0.05$).

جدول ۵ : نتایج تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه لایزین بر لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف

تیمارها	تکرار	وزن نهایی(گرم)	طول کل (سانتیمتر)	تولید (گرم)	ضریب تبدیل غذا	سرعت رشد ویژه (درصد)	ضریب چاقی (درصد)
L3	۳	۴/۱±۲/۰ ^{a}	۹/۱±۷/۰	۲۱±۱۵۲^{a}	۰/۰±۹/۱ ^{a}	۴/۰±۰/۴ ^{a}	۰/۰±۶/۱
L2	۳	۴/۱±۰/۰ ^{a}	۹/۱±۵/۰	۲۰±۱۴۴^{a}	۰/۰±۹/۱ ^{a}	۴/۰±۱/۴ ^{a}	۰/۰±۶/۱
L1	۳	۲/۰±۷/۶^{b}	۸/۰±۵/۴	۱۵±۹۹^{b}	۱/۰±۰/۰ ^{b}	۳/۰±۱/۴ ^{b}	۰/۰±۶/۱
L0	۳	۱/۰±۷/۱ ^{c}	۷/۰±۲/۴	۸±۷۰^{bc}	۱/۰±۱/۰ ^{c}	۳/۰±۰/۲^{c}	۰/۰±۴۰/۱

حروف غیرهم نام در ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد. ستون بدون حروف انگلیسی، اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۶ : اثر سطوح مختلف اسید آمینه لایزین بر لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف

تیمارها	تکرار	بازماندگی (درصد)	اثربخشی غذا (درصد)	بازدهی پروتئین (درصد)	نسبت ضرایب رشد وتبدیل غذا	افزایش وزن نسبت به وزن اولیه (درصد)
L3	۳	۱۵±۷۴	۳۴±۱۷۰^{a}	۱±۵/۰ ^{a}	۳/۰±۶/۴^{a}	۱۶۰±۹۶۰^{a}
L2	۳	۱۴±۷۴	۳۵±۱۷۰^{a}	۱±۵/۰ ^{a}	۳/۰±۷/۴^{a}	۱۵۰±۸۰۰^{a}
L1	۳	۱۹±۷۳	۲۰±۱۳۰^{b}	۱±۴/۰^{b}	۲/۰±۸/۳ ^{c}	۸۹±۶۰۰^{b}
L0	۳	۱۵±۷۳	۲۰±۱۰۰^{bc}	۳/۰±۳/۷^{bc}	۳/۰±۳/۲^{c}	۷۵±۴۰۰^{bc}

حروف غیرهم نام در ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد. ستون بدون حروف انگلیسی، اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی اثر اسیدآمینه آلانین بر روند رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی

وزن نهایی و طول کل تاسماهی ایرانی در تیمار محتوی ۳ درصد آلانین (۱/۲±۵/۹ گرم) و محتوی۲ درصد آلانین (۳/۲±۵/۱ گرم)، افزایش معنی‌داری را نسبت به تیمار محتوی یک درصد آلانین و گروه شاهد (بدون افزودنی) نشان داد ($p\leq0.05$). حداکثر طول کل (۰/۹±۱۰/۹ سانتی‌متر) مربوط به تیمار A2 می‌باشد (جدول ۷). بررسی نتایج میزان تولید در تیمارهای مورد بررسی بیانگر اختلاف معنی‌دار تیمار A3 و A2 با سایر تیمارها می‌باشد ($p\leq0.05$). بین تیمارهای A3 و A2 اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ($p\geq0.05$). بررسی شاخص تغذیه در خصوص ضریب تبدیل غذا و سرعت رشد ویژه مشخص نمود که چهار تیمار مورد بررسی در گروه‌های جداگانه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p\leq0.05$). تیمارهای A2 و A3 فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p\geq0.05$). بررسی نتایج شاخص وضعیت یا ضریب چاقی بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در تمامی تیمارهای مورد بررسی می باشد ($p\geq0.05$).

بررسی داده‌های حاصل از میزان بازماندگی لاروها مشخص نمود تیمار (A1) (۱۴±۷۶٪) دارای بیشترین میانگین بازماندگی در مقایسه با سایر تیمارها می‌باشد. اگرچه هیچگونه اختلاف معنی‌دار آماری در تمامی تیمارها مشاهده نشد ($p\geq0.05$). تجزیه واریانس یکطرفه نتایج نرخ اثربخشی غذا، بازدهی پروتئین، نسبت ضرایب رشد به تبدیل غذا و درصد افزایش وزن نسبت به وزن اولیه نشان داد که تیمار A2 و A3 نسبت به تمامی تیمارهای مورد بررسی برتری دارد ($p\leq0.05$)(جداول ۷ و ۸).

جدول ۷ : نتایج تاثیر سطوح مختلف اسید آمینه آلانین بر لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف

تیمارها	تکرار	وزن نهایی(گرم)	طول کل (سانتیمتر)	تولید (گرم)	ضریب تبدیل غذا	سرعت رشد ویژه (درصد)	ضریب چاقی (درصد)
A3	۳	۵/۱±۹/۲ ^{a}	۱۰/۰±۷/۹ ^{a}	۴۶±۲۲۱ ^{a}	۰/۰±۵۹/۱ ^{a}	۵/۰±۴/۴ ^{a}	۰/۰±۴۸/۱
A2	۳	۵/۱±۳/۲ ^{a}	۱۰/۰±۹/۹ ^{a}	۳۹±۲۱۵^{a}	۰/۰±۶۰/۱ ^{a}	۵/۰±۱/۴ ^{a}	۰/۰±۴۹/۱
A1	۳	۴/۰±۸/۵ ^{b}	۹/۰±۸/۶ ^{b}	۲۱±۱۷۴^{b}	۰/۰±۷۳/۱ ^{b}	۴/۰±۹/۲ ^{b}	۰/۰±۵۲/۱
A0	۳	۳/۰±۷/۱ ^{b}	۹/۰±۷/۸ ^{b}	۵±۱۳۰^{b}	۰/۰±۹۷/۰ ^{c}	۴/۰±۴/۱ ^{c}	۰/۰±۴۱/۱

حروف غیرهم نام در ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد.

جدول ۸ : اثر سطوح مختلف اسید آمینه آلانین بر لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف

تیمارها	تکرار	بازماندگی (درصد)	اثر بخشی غذا (درصد)	بازدهی پروتئین (درصد)	نسبت ضرایب رشد و تبدیل غذا	افزایش وزن نسبت به وزن اولیه (درصد)
A3	۳	۱۵±۷۱	۳۶±۱۷۵^{a}	۱±۹/۹ ^{a}	۳/۰±۱/۴ ^{a}	۲۸۸±۱۳۸۰ ^{a}
A2	۳	۱۲±۶۹	۲۸±۱۶۵^{a}	۱±۸/۹ ^{a}	۳/۰±۰/۴ ^{a}	۲۰۵±۱۱۹۲^{a}
A1	۳	۱۴±۷۶	۱۷±۱۳۸ ^{b}	۱±۷/۰ ^{b}	۳/۰±۶/۳ ^{b}	۱۳۵±۱۰۹۰ ^{b}
A0	۳	۷±۷۳	۴±۱۰۳ ^{bc}	۵/۰±۳/۵ ^{bc}	۴/۰±۳/۱ ^{c}	۲۸±۸۱۴ ^{bc}

حروف غیرهم نام در ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) می‌باشد. ستون بدون حروف انگلیسی، اختلاف معنی‌دار ندارند.

بحث

در گذشته مطالعات زیادی درخصوص اهمیت افزودن اسیدهای آمینه بویژه لایزین و متیونین در جیره‌های غذایی ماهیان خاویاری انجام گرفت (Bai & Gatlin, 1994; Cheng *et al*., 2003; Mukhtar *et al*., 2017 : محسنی و همکاران، ۱۳۹۴).

اثرات افزودن اسیدهای آمینه در جیره‌های غذایی ماهیان و سایر موجودات و مقایسه روند رشد در آنها به وضعیت غذایی جیره از نقطه نظر پروتئین و سطوح اسیدهای آمینه برمی‌گردد (Yamamoto *et al*., 2005). در مطالعه حاضر با افزودن مکمل های غذایی اسیدهای آمینه در جیره غذایی لارو تاسماهیان ایرانی مشخص گردید که جیره محتوی متیونین در مقایسه با شاهد تاثیر بسزایی بر پارامترهای رشد و تغذیه دارد. ولی از سوی دیگر، نتایج جیره‌های محتوی متیونین در سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد مشابه هم می‌باشد و در مقایسه با جیره شاهد برتری معنی‌داری دارند. در ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer* Bloch) (Williams *et al*., 2001) اضافه‌کردن اسیدهای آمینه کریستاله به جیره هایی با کمبود اسیدهای آمینه ضروری سبب بهبود عملکرد رشد در جیره‌هایی با پروتئین کم شده است. در بررسی حاضر با در نظر گرفتن سطوح پروتئین خام (۴۹/۵ ٪) و سطوح اسیدهای آمینه متیونین(۲٪/۵)، لایزین (۳٪/۹) و آلانین (۵٪/۹) در جیره پایه لارو تاسماهیان ایرانی مشخص گردید که جیره پایه از لحاظ سطوح متیونین، لایزین و آلانین برای تأمین حداقل نیازهای رشدی لاروهای تاسماهیان کافی می‌باشد ولی نقش جاذب غذایی با مقایسه نتایج گروه شاهد و گروه-های دارای متیونین کاملاً مشهود است. بهبود عملکرد رشد با افزودن اسیدهای آمینه لایزین و متیونین در این بررسی با یافته‌های Yamamoto و همکاران در سال ۲۰۰۵ و همین‌طور در خصوص ماهی سی‌باس (*Sparus aurata*)، Peres و Oliva-Teles در سال ۲۰۰۹ و Wilson در سال ۲۰۰۲ همخوانی داشته است. بهبود سرعت رشد ویژه و وزن نهایی با افزایش سطوح متیونین و لایزین در پاره‌ای از بررسی‌های محققان گزارش شده است (Yang *et al*., 2010; Kim *et al*., 1992; Zhou *et al*., 2009). هر چند که مشاهداتی هم مبنی بر کاهش رشد با افزایش سطوح این اسیدهای آمینه در جیره غذایی صورت گرفته است (Kaushik and Yokoyama and Luquet, 1980; Coloso, 1999; Nakazoe, 1992;). همینطور این نتایج همسو با یافته‌های سوداگر و همکاران (۱۳۸۴) مبنی بر تاثیر متیونین بر نرخ رشد و افزایش مطلوبیت غذای کنسانتره ماهیان خاویاری می‌باشد. در بررسی حاضر کمترین میزان بازماندگی (۶۸٪) در لاروهای تغذیه شده با سطح یک درصد مشاهده گردید، هرچند که این مقدار با سایر تیمارهای غذایی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بطور کلی نیاز به لایزین، متیونین و آلانین در ماهیان دریایی و ماهیان گوشتخوار آب شیرین که نیاز بالای پروتئینی دارند، بیشتر از گونه‌هایی با نیازهای پروتئینی اندک (ماهیان همه چیزخوار و گیاه‌خوار) می باشند (Zhou *et al*., 2007). تفاوت‌های مشاهده شده در میزان نیاز ماهیان به سطوح مختلف اسیدهای آمینه در جیره های غذایی ممکن است به دلیل تفاوت‌های منابع پروتئینی جیره غذایی، فرمولاسیون غذا، پروتئین پایه، سن و اندازه ماهی، تفاوت‌های ژنتیکی، نحوه غذادهی (Kim *et al*., 1992) و شرایط پرورشی باشد (Forster and Ogata, 1998 ; Mai *et al*., 2006). بر اساس مطالعات Luo و همکاران (۲۰۰۵) افزایش متیونین از ۰/۵۵ تا ۱/۳۴ درصد در جیره غذایی باعث افزایش وزن نهایی و سرعت رشد ویژه ماهیان شد ولی از ۱/۳۴ تا ۱/۸۱ درصد تاثیر بیشتری بر نتایج رشد نداشت. این نتایج مشابه یافته‌های این بررسی در خصوص تاثیر مشابه وزن نهایی، ضریب تبدیل غذا و سرعت رشد ویژه، درصد افزایش وزن نسبت

به وزن اولیه در تیمارهای حاوی سطوح بالای متیونین است که نتایج ۲ و ۳ درصد مشابه می‌باشد. در مطالعه حاضر هیچ نشانه بالینی مبنی بر کمبود اسیدهای آمینه لایزین، متیونین و آلانین در جیره‌های غذایی شاهد مشاهده نشد. اما برخی مطالعات تغییر الگوهای رنگ (Forster & Ogata,1998) یا ناهنجاری‌های عمودی و افقی ستون فقرات (Montes-Girao & Fracalossi, 2006) و ضایعات چشمی (Walton *et al*., 1982; Rumsey *et al*., 1983; Poston, 1986) را در برخی ماهیان گزارش کرده‌اند. همچنین کاهش متیونین، لایزین و آلانین در جیره های غذایی می تواند باعث کاهش اشتها و نرخ رشد در ماهیان شود که کاهش لایزین در خامه ماهی (*Chanos chanos*) (Borlongan and Benitez, 1990) و کپورهندی (*Labeo rohita*) (Khan and Abidi, 2007; Murthy and Varghese, 1997, Ahmad and Khan, 2004) و باس دریایی ژاپنی (*Lateolabrax japanicus*) (Mai *et al*., 2006) مشاهده شده است.

در مطالعه حاضر نتایج افزایش یک درصد متیونین در جیره‌های غذایی مورد تغذیه تاسماهیان ایرانی، بیانگر بهبود معنی‌دار وزن نهایی، سرعت رشد ویژه، ضریب چاقی، نسبت بازده پروتئین و درصد افزایش وزن نسبت به تیمارهای فاقد اسیدآمینه فوق می‌باشد. نتایج مطالعات Yang و همکاران در سال ۲۰۱۰ نیز مشابه نتایج این بررسی در خصوص افزایش وزن نهایی در ماهیان تغذیه شده با جیره های غذایی مکمل شده با اسید آمینه متیونین می باشد. در مطالعه بر روی ماهی کاد اقیانوس اطلس (*Gadus morhua*) اثر افزایشی بر روند رشد در ماهیانی که از جیره‌هایی با منشاء پروتئین گیاهی مکمل شده با اسیدهای آمینه لایزین و متیونین تغذیه شده بودند در مقایسه با جیره‌های آرد ماهی مشاهده نگردید (Hansen *et al*., 2007). نتایج اثر اسیدآمینه لایزین در لارو تاسماهیان ایرانی نشان می‌دهد که سطوح ۲ و ۳ درصد لایزین باعث برتری و ارتقای کیفی شاخص‌های وزن نهایی، ضریب تبدیل غذا، سرعت رشد ویژه، اثربخشی غذا، بازدهی پروتئین، نسبت ضریب رشد به ضریب تبدیل غذا و درصد افزایش وزن بدن در مقایسه با جیره فاقد اسیدآمینه افزودنی فوق و جیره محتوی یک درصد لایزین شده است. اهمیت استفاده از اسیدآمینه لایزین در منابع علمی، جبران کمبودی است که در جیره‌هایی با منابع پروتئین گیاهی وجود دارد. بررسی Cheng و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان داد که امکان جایگزینی بیش از ۵۰٪ از آرد ماهی با آردهایی با منشأ گیاهی در جیره‌های غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بدون اینکه بر روند رشد آن تأثیر نامناسبی داشته باشد، وجود دارد به شرطی که این جیره‌های غذایی با اسید آمینه لایزین مکمل شوند.

در این بررسی جیره شاهد (بدون افزودنی اسیدآمینه)، برای هر یک از اسیدهای آمینه مورد بررسی، عملکرد رشدی در حد جیره‌های غذایی محتوی سطوح بالای اسیدهای آمینه نشان نداد. در تحقیقات Bicudo و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر روی ماهی pacu (*Piaractus mesopotamicus*) بالاترین وزن نهایی و کارایی غذا به ترتیب در ماهیان تغذیه شده با سطوح ۱/۴۵ ٪ و ۱/۵۱٪ لایزین گزارش شد. مقادیر بالاتر لایزین در مطالعات این محققان منجر به کاهش وزن نهایی و کارایی غذا شده است. در مطالعه حاضر بهبود ضریب تبدیل غذایی در دو سطح لایزین ۲ و ۳ ٪ در مقایسه با تیمارهای فاقد افزودنی لایزین به چشم می-خورد. چنین روند بهبودی با افزایش سطوح لایزین و متیونین در ضریب تبدیل غذایی در کپور ماهی علفخوار در تحقیقات Yang و همکاران در سال ۲۰۱۰ نیز گزارش شد. یافته‌های این بررسی نشان داد اسیدهای آمینه لایزین حداقل به میزان ۲ درصد در جیره‌های غذایی تاسماهی ایرانی در مرحله لاروی و بچه‌ماهی برای بهبود عملکرد رشد می‌باشد و اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های غذایی می‌توانند در این گونه از ماهیان براحتی مصرف شود. بررسی داده‌های حاصل از تاثیر اسیدآمینه آلانین بر وزن نهایی و مقدار تولید (افزایش زیتوده) بیان می‌کند افزودن اسیدآمینه آلانین در افزایش

وزن بچه‌ماهیان تاثیر بسزایی داشته است. بر اساس منابع علمی نیز آلانین از جمله اسیدهای‌آمینه جاذب‌غذایی می‌باشد (Kasumyan, 1995). از سوی دیگر تمامی تیمارهای غذایی محتوی آلانین در خصوص ضریب تبدیل غذا برتری آماری بر تیمار شاهد و افزودنی آلانین در سطح یک درصد دارد و تیمار آلانین یک درصد هم باعث بهبودی شاخص تغذیه نسبت به شاهد شده‌است. بنابراین، افزودن اسیدآمینه آلانین به جیره‌های غذایی که با کمبود این اسید آمینه روبرو هستند باعث بهبود شاخص تغذیه و در سطح ۲ و ۳ درصد بهبود وزن ماهیان می‌شود. از آنجاییکه غذای فرموله شده با سطوح یک درصد در وزن نهایی تأثیر معنی‌داری در مقایسه با جیره شاهد (A0) ندارد، این می‌تواند به دلیلی ناکافی بودن و نرسیدن به سطح آستانه تاثیر باشد. در خصوص تاثیر اسیدآمینه آلانین اطلاعات محدودی در دسترس می‌باشد ولی اثرات مشابه در سایر اسیدهای آمینه گزارش شده است. در بررسی Luo و همکاران در سال ۲۰۰۵ نیز، با افزایش مقدار متیونین در جیره‌های غذایی از سطح ۱/۳۴٪ تا ۱٪/۸۱ شاخص سرعت رشد ویژه و وزن ثابت باقی ماندند. بررسی تمامی شاخص‌های رشد و تغذیه بچه تاسماهیان مورد بررسی مشخص نمود که غذای کنسانتره محتوی ۲ و ۳ درصد آلانین در شاخص‌های وزن نهایی، ضریب تبدیل غذا، سرعت رشد ویژه، شاخص وضعیت، اثربخشی غذا، نرخ رشد، درصد افزایش وزن بچه‌ماهیان نسبت به وزن اولیه آنها و میزان بازماندگی تاثیر یکسان داشته است. با توجه به نتایج فوق می‌توان برای اسیدآمینه آلانین نقش موثرتری در بهبود شرایط رشد بچه تاسماهیان در سطح ۲ درصد نتیجه‌گیری نمود. اسیدآمینه آلانین به عنوان منبع انرژی در ماهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مطالعات Polat در سال (۱۹۹۸) بر متابولیسم اولیه اسیدهای آمینه در African catfish (*Clarias gariepinus*) مشخص گردید که آلانین یک منبع مهم انرژی در گونه فوق بوده و در ترکیب با والین، سرین، لوسین و ایزولوسین اهمیت بیشتری می‌یابد. از سوی دیگر مشخص گردید که آلانین باعث افزایش توانایی سیستم ایمنی بچه تاسماهیان می‌شود. در بررسی راحتی (۱۳۹۰) در خصوص تاثیر آلانین بر تاسماهیان ایرانی جوان مشخص شد که با افزایش شاخص هماتوکریت در سطح ۲ درصد آلانین در جیره، سلامت و ایمنی تاسماهیان افزایش یافته است. در این بررسی نیز سطوح ۲ و ۳ درصد دارای تاثیر مشابه بر شاخص‌های رشد و تغذیه بودند. حتی در خصوص گونه فیل‌ماهی پرورشی (وزن آغازین ۲۱ گرم) مقدار آلانین تا ۱٪/۵ در جیره اثر معنی‌دار در بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه نداشت (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۷) اما در سطوح بالاتر از ۱/۵ درصد می‌تواند تاثیر معنی‌دار بر شاخص رشد اعمال نماید.

در بررسی حاضر، اثرات متیونین یک درصد، لایزین و آلانین ۲ درصد در جیره ارتقای کیفی رشد را در بچه‌تاسماهیان سبب شده‌اند. از آنجائیکه نیازمندی دقیق اسیدهای آمینه فوق در تاسماهیان به درستی مشخص نشده است، امکان مقایسه دقیق مقادیر مورد نیاز این اسیدهای آمینه در مرحله لاروی و حتی بچه تاسماهی وجود ندارد ولی با توجه به نتایج حاصله انتظار می رود که لارو تاسماهیان ایرانی به سطوح بالاتری از اسیدهای آمینه لایزین و آلانین در جیره‌های غذای برای نشان دادن حداکثر استعداد رشد نیاز داشته باشد. برخی مطالعات میزان نیازمندی ماهیان را به اسیدآمینه لایزین ۲٪/۳۳ (۵/۳۰ درصد پروتئین جیره) برای ماهی Cobia (*Rachycentron canadum*) (Zhou *et al*., 2007)، ماهی Chum salmon (*Oncorhynchus ket*a) (Akiyama and Arai, 1993) و تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Ng and Hung, 1995) گزارش کردند، در حالیکه نیازهای غذایی ماهی آزاد اقیانوس‌اطلس با وزن‌های مختلف نظیر ۴/۷ گرم (Anderson *et al*., 1993)، ۳۶۷ گرم (Berg *et al*., 1998) و ۶۴۲ گرم (Espe *et al*., 2007) به لایزین به ترتیب ۳/۹۸ ، ۳/۶۵- ۳/۲۵ و ۵/۰۴ ٪ پروتئین جیره گزارش شده است. در گونه کاتلا (Ravi and Devaraj, 1991) و Red drum (Brown *et al*., 1988 ; Moon and Gatlin, 1991) و کفشک ماهی (Luo *et al*.,

2006) مقادیر مورد نیاز لایزین کمتر از ۲/۳۳ درصد گزارش شده است. در مطالعه حاضر اسیدهای آمینه با وجود نقش مهم آنها در افزایش رشد و بهبود تغذیه، در بازماندگی تأثیری نشان ندادند. این نتیجه با دستاوردهای میزان بازماندگی در ماهیان pacu (Bicudo *et al.*, 2009) و ماهی Croaker (*Pseudosciaena crocea*) نیز مشابهت دارد. تغییر تدریجی رژیم غذایی لاروها و بچه تاسماهیان در برنامه غذایی سازگاری آنها به غذای کنسانتره بسیار موثر است. درصد بازماندگی در تمامی تیمارهای غذایی مطلوب بوده و از ۱۵±۶۸ درصد در جیره با یک درصد میتونین تا ۱۰±۸۰ (M3) و ۱۲±۷۵ درصد برای جیره (M2) محتوی ۲ درصد اسیدآمینه میتونین در مرحله لاروی در نوسان بوده است. مشخص می‌باشد که میزان بازماندگی بطور مستقیم به مکمل‌های مورد بررسی مربوط نمی‌باشد و بدیهی است تحت تاثیر برنامه سازگاری و تغییر تدریجی رژیم غذایی زنده به غذای دستی صورت می‌گیرد.

توصیه ترویجی

استفاده از اسیدآمینه متیونین در سطح یک، ۲ و ۳ درصد در مرحله لاروی برتری آماری بر روند رشد و تغذیه و سازگاری لاروها به غذای دستی دارد. از اینرو توصیه می-شود که برای سازگاری لارو تاسماهی ایرانی از متیونین به مقدار حداقل یک درصد در جیره غذایی لارو تاسماهیان ایرانی استفاده نمائید تا از نظر افزایش نرخ رشد و بهبود کیفیت غذا موثر و کافی باشد. استفاده از اسیدهای آمینه لایزین و آلانین در سطح ۲ و ۳ درصد در مرحله لاروی برتری آماری بر روند رشد و تغذیه و سازگاری لاروها به غذای دستی دارند، لذا توصیه می‌شود از لایزین و آلانین استفاده نمائید تا در سطح ۲ درصد در جیره غذایی لارو تاسماهیان ایرانی از نظر افزایش نرخ رشد و بهره‌وری اقتصادی و بهبود کیفیت غذا بسیار موثر باشند. بهترین برنامه سازگاری به غذای دستی برای پرورش لارو ماهیان خاویاری برنامه‌ای است که تغییرات رژیم غذایی طی دوره سازگاری بسیار تدریجی و متناسب با نیازمندی‌های غذایی لاروها باشد. از آنجا که برنامه ارائه شده در این بررسی دارای نتایج قابل قبول در بازماندگی لاروها داشته است، لذا استفاده از برنامه سازگاری ارائه شده در جدول ۳ توصیه می‌شود. بررسی ظاهری روزانه و نمونه‌برداری از لاروها بمنظور اطمینان از مصرف غذا توسط لاروها و وجود غذا در لوله گوارشی ضرورت دارد تا تصمیم‌گیری برای کیفیت اجرای هر ردیف از دستورالعمل اجرایی (برنامه سازگاری به غذای دستی) میسر گردد. پیشنهاد می‌گردد تا تجهیزات ساخت غذای لاروی با فن‌آوری متناسب با اندازه گرانول‌های غذایی در اندازه گرانول غذا ۴۰۰ میکرون برای افزایش کیفیت و فرمول جیره‌های لاروی و بچه ماهی تهیه و بکارگرفته شود. در این بررسی برای نخستین بار اقدام به تولید جیره ویژه سازگاری لارو تاسماهی‌ایرانی به غذای دستی در کشور شود.

منابع

آذری تاکامی، ق.، ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش تاسماهیان. موسسه انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ صفحه.

پورعلی، ح.ر.، محسنی، م.، آق‌تومان، و.، توکلی، م. ۱۳۸۲. پرورش بچه فیل ماهیان با درصدهای مختلف غذای کنسانتره فرموله شده. مجله علمی شیلات ایران، ویژه نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، صفحات ۴۸-۳۷.

پورعلی‌فشتمی، ح.ر.، پورکاظمی، م.، بهمنی، م.، یگانه، ه.، نظامی، ا. ۱۳۹۰الف. بررسی مقایسه‌ای وضعیت رشد و بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تحت تأثیر غذای کنسانتره و غذای زنده. مجله اقیانوس‌شناسی، سال دوم. شماره ۶. صفحات ۴۲-۳۱.

پورعلی‌فشتمی، ح. ر.، محسنی، م.، عاشوری، ع. ۱۳۹۰ب. پرورش گوشتی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstadti*) در مخازن فایبرگلاس. مجموعه مقالات همایش ارمنستان در سال ۲۰۱۱. ص ۱۴۱.

پورعلی فشتمی، ح.ر.، یزدانی، م.ع.، پیکران‌مانا، ن.، حافظیه، م.، دروی‌قاضیانی، س. ۱۳۹۲. بررسی اثرات

اسیدهای آمینه متیونین و لایزین بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی بچه‌تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله اقیانوس‌شناسی، سال چهارم. شماره ۱۶. صفحات ۷۵-۶۳.

درویشی بسطامی، ک.، سوداگر، م.، ایمانپور، م. و سید علی طاهری. ۱۳۷۸. تأثیر سطوح مختلف عصاره دافنی و آرتمیا بعنوان مواد جاذب غذایی بر غذاگیری و شاخص‌های رشد در بچه فیل‌ماهی پرورشی (*Huso huso Linnaeus*). مجله علمی شیلات. سال ۷. شماره ۴. صفحات ۴۳ - ۳۵.

راحتی، م.، ۱۳۹۰. تأثیر اسید آمینه ال- آلانین بر روی برخی شاخص‌های خونی و کبدی بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزاد شهر. ۱۱۰ صفحه.

شفچنکو، و. ۱۳۷۵. بیوتکنیک پرورش گوشتی ماهیان خاویاری. کارشناس علمی کاسپنیرخ روسیه. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان. ۱۵ص.

سوداگر، م.، جعفری شموشکی، و.، حسینی، س.، گرگین، س. و عقیلی، ک. ۱۳۸۷. اثر اسیدآمینه‌های آسپارتیک و آلانین به عنوان ماده جذب غذایی بر شاخص‌های رشد و بقاء بچه فیل‌ماهیان (*Huso huso* Linnaeus 1758). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی . جلد ۱۵. شماره ۱.

سوداگر، م.، ۱۳۸۴. بررسی مقایسه‌ای تأثیر افزایش برخی از مواد جاذب (بتائین، متیونین و مخلوط بتائین و متیونین) در جیره غذایی فیل‌ماهیان پرورشی به منظور افزایش تحریک غذاگیری و بالا بردن میزان رشد و بازماندگی. رساله دکتری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۷۹ ص.

کردجزی، ض.، کمالی، ا.، نظری، ر. و یغمایی، ف. ۱۳۸۳. اثر زمان شروع غذادهی روس رشد و بقاء لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱. صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۸.

محسنی، م.، بهمنی، م.، پورعلی، ح.، کاظمی، ر.، حلاجیان، ع.، صالح‌پور، م.، جعفری،ع. ۱۳۸۹. مطالعه امکان تولید گوشت، خاویار و بچه‌ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل‌ماهی، شیپ و ازون‌برون). گزارش نهایی پروژه مصوب موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۳۱ صفحه.

محسنی، م.، پورکاظمی،م.، حسنی، م.ح.، پورعلی، ح.ر. ۱۳۹۵. اثر مکمل متیونین و لایزین بر روند رشد، کارایی غذا، قابلیت هضم و ترکیب بدن فیل ماهی پرورشی (*Huso huso*) تغذیه شده با جیره محتوی پروتئین سویا. مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۵. شماره ۱. صفحات ۱۳۴-۱۱۹.

Abdelghany, A.E. and Ahmad, H. M., 2002. Effects of feeding rate on growth and production of Nile tilpia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. Aquaculture Research, 33: 415-423.

Ahmad, I. and Khan, M.A., 2004. Dietary lysine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). Aquaculture, 235: 499-511.

Ahmad, I., Khan, M.A. and Jafri, A.K., 2003. Aquaculture International, 11: 449-462.

Akbulut, B., Sahin, T., Aksungur, N. and Aksungur, M., 2002. Effect of initial size on growth rate of Rainbow Trout, *Oncorynchus mykiss*, reared in cages on the Turkish Black Sea coast. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2: 133-136.

Akiyama, T. and Arai, S. 1993. Amino acid requirements of chum salmon fry and supplementation of amino acids to diet. In: Collie, M.R., McVey, J.P. (Eds.), Proceedings of the Twentieth US-Japan Symposium on Aquaculture Nutrition, USA. pp: 35-48.

Anderson, J.S., Lall, S.P., Anderson, D.M. and McNiven, M.,1993. Quantitative dietary lysine requirement of Atlantic salmon

(*Salmo salar*) fingerlings. Canadian Journal of Fish Aquaculture Science, 50: 316-322.

Bai, S.C. and Gatlin, D. M., 1994. Effects of l-lysine supplementation of diets with different protein levels and sources on Channel catfish, *Ictaluris punctatus* (Rafinesque). Aquaculture Fish Management, 25 : 465-474.

Berg, G.E., Sveier, H. and Lied, E. 1998. Nutrition of Atlantic salmon (*Salmo salar*): the requirement and metabolic effect of lysine. Comparative Biochemistry Physiology, 120: 477-485.

Bicudo, A.J.A., Sado, R.Y. and Cyrino, J.E.P., 2009. Dietary lysine requirement of juvenile pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Aquaculture, 297: 151-156.

Borlongan, I.G., Benitez, L.V., 1990. Quantitative lysine requirement of milkfish (*Chanos chanos*) juveniles. Aquaculture, 87: 341–347.

Brown, P.B., Davis, D.A. and Robinson, E.H., 1988. An estimate of the dietary lysine requirement of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. Journal of world Aquaculture Society, 19: 109-112.

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 apparent digestibility coefficients of nutrients. Aquaculture, 215: 225-265.

Coloso, R.M., Murillo-Gurrea, D.P., Borlongan, I.G., Catacutan, M.R., 1999. Sulphur amino acid requirement of juvenile Asian sea bass *Lates calcarifer*. Journal of Applied Ichthyology, 15: 54– 58.

Espe, A. , Lemme, A. , Petri, A. and El-Mowafi, A. ,2007. Assessment of lysine requirement for maximal protein accretion in Atlantic salmon using plant protein diets. Aquaculture, 263: 168-178.

Forster, I. and Ogata, H.Y., 1998. Lysine requirement of juvenile Japanese flounder Paralichthys *olivaceus* and juvenile red sea bream *Pagrus major*. Aquaculture, 161: 131-142.

Hansen, A.C., Rosenlund, G., Karlsen, O., Koppe, W. and Hemre, G.I., 2007. Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I - Effects on growth and protein retention. Aquaculture, 272: 599-611.

Hung, S.S.O., Deng, D.F., 2002. Sturgeon Acipenser spp. In Lim, C. and Webster, C.D. (eds). Nutrient requirements and feeding of finfish for Aquaculture, CAB Inter, Wallingford, UK. 418 P.

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

Kasumyan, A.O., 1995. Olfaction and gustatory responsibility of young sturgeon and paddlefish to natural and artificial chemical stimuli. Proceeding og the international Sturgeon Symposium, VNIRO, 1995.

Kaushik, S.J. and Luquet, P., 1980. Influence of bacterial protein incorporation and sulphur amino acid supplementation to such diets on growth of rain bow trout, *Salmo gairdneri* R. Aquaculture, 19: 163-175.

Ketola, H. G. ,1983. Requirements of dietary lysine and arginine by fry of rainbow trout. Journal of Animal Science, 56: 101-107.

Khan, M. A., Abidi, S. F. 2007. Total aromatic amino acids requirement of Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton) fry. Aquaculture, 267: 111–118.

Kim, K. L., Kayes, T.B., Amundson, C.H., 1992. Requirements for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 106: 333-344.

Ng, W.K. and Hung, S.S.O.,1995. Estimating the ideal dietary essential amino acid pattern for growth of white sturgeon, *Acipenser transmontanus* (Richardson). Aquaculture Nutrision, 1: 85-94.

Oprea, D. and Oprea, L., 2008. The effect of density on bester (*H.huso×A.ruthenus*) larvae reared in a superintensive system, Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Iaşi Lucrări, 25: 655-660.

Peres, H. and Oliva-Teles, A., 2009. The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. Aquaculture, 296: 81-86.

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

Poston, H.A., 1986. Response of rainbow trout to source and level of supplemental dietary methionine. Comparative Biochemistry of Physiology, 82: 739-744.

Pourali Foshtomi, H. R., Mohseni M., Arshad, U., Bahmani M. and Pourkazemi, M., 2006. Larval growth in Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) during adaptation period to artificial feed. Applied Ichthyology, 22: 303-306.

Pourali Foshtomi, H. R., Mohseni M., Arshad, U., Bahmani M. and Pourkazemi, M., 2007. Larval growth in Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) using by artificial feed. Proceeding of International larvae Culture Workshop, Artemia and Aquatic Animals Research Institute, Urmia University, Iran, 2007.

Pourali Foshtomi, H. R., Yazdani, M, Yeganeh, H., Shakorian, M. , Mohseni, M., Bahmani, M. and Pourkazemi, M., 2009. Larval growth in Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) during adaptation

Luo Z., Liu, Y.J., Mai, K.S., Tian, L. X., Yang, H.J., Liang, G.Y. and Liu, D.H., 2006. Quantitative L-lysine requirement of juvenile grouper Epinephelus coioides. Aquaculture Nutrition, 12:165-172.

Luo, Z., Liu, Y., Mai, K.,Tian, L., Yang, H., Tan, X. and Liu, D., 2005. Dietary L-methionine requirement of juvenile grouper Epinephelus coioides at a constant dietary cyctine level. Aquaculture, 249: 409-418.

Mai, K.S., Zhang, L., Ai, Q. H., Duan, A.Y., Zhang, C. X. , Li, H.T., Wan, J.L. and Liufu, Z.G., 2006. Dietary lysine requirement of juvenile Japanese seabass, (*Lateolabrax japanicus*). Aquaculture, 258: 535-542.

Mohseni, M., Pourkazemi, M., Hosseni, M. H., Sayed Hassni, M. H., Bai, S., 2011. Effects of the dietary protein levels and the protein to energy ratio in sub-yearling Persian sturgeon, *Acipenser persicus* (Borodin), 44(3): 378-387.

Montes-Girao, P.J. and Fracalossi, D.M., 2006. Dietary lysine requirement as basis to estimate the essential dietary amino acid profile to jundia, Rhamdia quelen. Journal of World Aquaculture Society, 37: 388-396.

Moon, H.Y. and Gatlin, D.M., 1991. Total sulfur amino acid requirement of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatuus*. Aquaculture, 95: 97-106.

Mukhtar, B., Malik, M.F., Hussain shah, S., Azzam, A., Slahuddin., Liaqat, I., 2017. Lysine supplementation in fish feed. International Journal of Applied Biology and Forensics, 1(2): 20-31.

Murthy, H.S. and Varghese, T. J., 1997. Dietary requirement of juveniles of the Indian major carp, Labeo rohita, for the essential amino acid lysine. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 49: 19-24.

period to artificial feed. Paper presented at the 6th International Symposium on Sturgeon. Wuhan, Hubei province, China, 2009.

Ravi, J. and Devaraj, K. V., 1991. Quantitative essential amino acid requirements for growth of catla, *Catla catla* (Hamilton). Aquaculture, 96: 281-291.

Ronyai, A., Peteri A. and Radics, F., 1990. Cross breeding of sterlat and LenaRiver' s sturgeon. Aquaculture, 6:13-18.

Rumsey, G. L. , Page, J. W. and Scott, M. L., 1983. Methionine and cystine requirements of rainbow trout. The Progressive Fish Culturist, 45: 139-143.

Sayed Hassani., H., Mohseni, M., Hosseni, M. H., Yazdani Sadati, M.H., Pourkazemi, M., 2011. The effect of various levels of dietary protein and lipid on growth and body composition of *Acipenser persicus* fingerlings, Journal of Applied Ichthyology, 27: 737–742.

Wahli, T., Verlhac, V., Girling, P., Gabaudan, J., Aebischer, C., 2003. Influence of dietry vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 225: 371-386.

Walton, M. J., Cowey, C.B. and Adron, J. W., 1982. Methionine metabolism in rainbow trout fed diets of differing methionine and cyctine content. Journal of Nutrition, 112: 1525-1535.

Williams, K., Barlow, C., Rodgers, L., 2001. Efficacy of crystalline and protein-bound amino acids for amino acid enrichment of diets for Barnamundi-Asian seabass (*Lates calcarifer* Bloch). Aquaculture Research, 32 (1): 415-429.

Wilson, R.P. 2002. Amino acids and proteins, In: Halver, J.E., Hardy, R.W.(ed) Fish Nutrition, 3rd ed. Academic Press. San Diego, CA. pp: 144-175.

Yamamoto, T., Sugita, T. and Furuita, H., 2005. Essential amino acid supplementation to fish mealbased diets with low protein to energy ratios improves the protein utilization in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture, 246: 379-391.

Yang, H. , Liu, Y. , Tian, L. , Liang, G. and Lin, H., 2010. Effects of supplemental lysine and methionine on growth performance and body composition for Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). American J. Agricultural and Biological Science, 5 (2): 222-227.

Yokoyama, M., Nakazoe, J., 1992. Utilization of methionine supplemented to diet in rainbow trout. Nippon Suisan Gakkaishi, 58: 1347– 1349.

Zhou, Q. , Wu, Z. , Chi, S. H. and Yang, Q., 2007. Dietary lysine requirement of juvenile cobia (Rachycentron *canadum*). Aquaculture, 273: 634-640.

Zhou, X., Li, M., Abbas, K. and Wang, W., 2009. Comparison of haematology and serum biochemistry of cultured and wild Dojo loach *Misgurnus anguillicaudatus*. Fish Physiology Biochemistry. 35: 435–441.

Using of supplemental lysine, Alanine and methionine on growth performance and survival rates in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fingerlings

Hamidreza Pourali Fashtomi[1*]., Mahmoud Bahmani[1]., Mahmoud Mohseni[1]., Ali Hosseinpour[1] and Alireza Alipour[1]

1- International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO). Rasht, Iran, Postal Code: 41635-3464.

Abstract

A study was conducted to evaluate the effects of dietary supplementation of Methionine, Lysine and Alanine on growth performance, Feed Conversion Ratio (FCR) and survival rates in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fingerlings reared under weaning period in Iran for fifty days. Experimental fish were fed ten practical diets supplemented with 0 (as a control diet), 1,2 and 3 % of Methionine, Lysine and Alanine in a design experiment. The experimental groups were fed in triplicate. A total of 3300 *A.persicus* larvae with an average weight of 0.4 ± 0.09 g (mean ± SD) and an average total length of 3.8 ± 0.29 (mean ± SD) cm were randomly allocated to thirty 50-L aerated tanks (110 fish in each tank) with flow rate of about 0.2 l/min. The results show that when growth of Persian sturgeon juveniles increases, they will need more methionine. The results indicated that there were significant differences in growth performance of all methionine level, the 2 and 3 level of Lysine and Alanine groups. Maximum weight gain (5.9± 1.2 g), special growth rate (5.4± 0.4%) occurred at 3% dietary Alanine. But the survival rates were not significantly affected by dietary amino acids levels and the control groups. Therefore, in order to adaptation of Persian sturgeon larvae, it is suggested to apply at least one, two and three percent of methionine, lysine and alanine in larval diet, respectively.

Keywords: *Acipenser persicus*, Amino acids, Growth, Feeding

[1] Corresponding author: h.pourali@areeo.ir