بررسی اثرات اسیدهای آمینه متیونین و لایزین بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*)

حمیدرضا پورعلی فشتمی[1*]، محمد علی یزدانی ساداتی[2]، نعمت پیکران ماناً[3]، محمود حافظیه[4]، سجاد دروی قاضیانی[5]

۱- مربی پژوهشی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: pourali_882@yahoo.com

۲- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: yazdanisadati@yahoo.com

۳- کارشناس ارشد شیلات، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: nemat147p@yahoo.com

۴- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: jhafezieh@yahoo.com

۵- کارشناس پژوهشی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، استان گیلان، رشت، پست الکترونیکی: farvahar1388@yahoo.com

** نویسنده مسوول*

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۶ *تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۹*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

این بررسی با هدف تعیین اثرات جیره غذایی حاوی درصدهای مختلف اسیدهای آمینه متیونین و لایزین برعملکرد رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) تحت شرایط پرورشی ایران به‌مدت ۵۰ روز از تاریخ ۱۳۹۰/۳/۲۵ تا ۱۳۹۰/۵/۱۵ در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انجام شد. تیمارها شامل پنج جیره غذایی با سه تکرار بود و بررسی اثر جیره‌های غذایی در طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۲×۲ انجام پذیرفت. جیره غذایی نیمه خالص شامل جیره پایه بدون افزودن اسیدهای آمینه متیونین و لایزین (تیمار شاهد) و چهار جیره غذایی حاوی سطوح یک و سه درصد متیونین و لایزین فرموله شد. تعداد ۳۶۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی با وزن متوسط ۰/۳± ۱/۸ گرم و میانگین طول کل ۲±۷/۱ سانتی متر (میانگین ± انحراف از معیار) به‌طور تصادفی در ۱۸ حوضچه ۵۰ لیتری (۲۰ عدد در هر حوضچه) مجهز به سامانه هوادهی و دبی آب ۰/۲ لیتر در ثانیه، توزیع شدند. نتایج این بررسی نشان می دهد که اختلافات معنی داری در عملکرد رشد در میان تیمارهای مختلف وجود دارد. حداکثر وزن (۲/۵ ± ۱۰/۱گرم)، درصد افزایش وزن بدن (۱۳۸/۶ ± ۴۶۱/۹ درصد) و شاخص رشد ویژه (۰/۷ ± ۱۰/۷ درصد) در سطح ۳٪ لایزین و متیونین حاصل شد. هیچگونه اختلاف معنی داری در بازماندگی ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف متیونین و لایزین و گروه شاهد مشاهده نگردید.

کلمات کلیدی: *تاسماهی ایرانی، متیونین، لایزین، تغذیه، رشد، ضریب تبدیل غذایی.*

۱. مقدمه

تاسماهی ایرانی یکی از با ارزش‌ترین گونه‌های ماهیان خاویاری حوضه جنوبی دریای خزر بوده که طی سال‌های اخیر به‌عنوان گونه‌ی مناسب پرورشی به مزارع پرورش ماهیان خاویاری معرفی شده است (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰a) و حدود ۲۰ تا۳۰ درصد از گله های مولدین پرورشی در مزارع خصوصی را تشکیل می‌دهد (صالحی و همکاران، ۱۳۸۸). تاسماهی ایرانی در شرایط پرورشی و در صورت تغذیه در تمامی فصول در سال هشتم پرورش به میزان ۱۵ درصد وزن بدن خاویار تولید می‌کند (محسنی و همکاران، ۱۳۸۹). به‌دلیل کوتاه‌تر بودن دوره‌ی تولید خاویار در مقایسه با گونه‌ی فیل‌ماهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در شرایط پرورش در حوضچه‌های فایبرگلاس و بتنی در سال اول به میانگین وزنی۵۰۰ گرم، سال دوم ۱۰۰۰ گرم و سال سوم تا ۳ کیلوگرم می‌رسد (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۰a). مهمترین مرحله در پرورش تاسماهیان تولید لارو و بچه ماهی با بازماندگی بالا است. عمده‌ترین مشکل در پرورش ماهیان خاویاری در دنیا عدم تأمین غذای مناسب در دوره‌ی لاروی است که در نهایت منجر به تلفات زیاد در دوره سازگاری لاروها به غذای دستی می‌شود. رقابت برای جذب غذا در لارو تاسماهی ایرانی در مقایسه با لارو سایر گونه‌های ماهیان خاویاری از جمله فیل‌ماهی ضعیف‌تر می‌باشد. در مراکز تکثیر و پرورش تاسماهیان در ایران در مرحله لارو و بچه ماهی از غذاهای زنده مانند ناپلئوس آرتمیا و دافنی استفاده می‌شود. توانایی تاسماهی ایرانی به سازگاری به غذای دستی به‌دلیل ضریب رشد کمتر در مقایسه با گونه فیل‌ماهی کمتر و دوره سازگاری طولانی‌تر است. درصد بازماندگی در لارو تاسماهی ایرانی تغذیه شده با غذای خشک بدون دوره آداپتاسیون طی دوره ۳۰ روزه بسیار پایین و در حدود ۵۷ درصد می‌باشد (Pourali et al., 2009).

کیفیت پروتئین و ترکیب اسیدهای آمینه جیره دو فاکتور مهم اثرگذار بر روی رشد ماهیان هستند. اسید آمینه لایزین به‌عنوان پیش ماده کارنتین به‌کار گرفته می‌شود و زنجیره‌های طویل اسیدهای چرب را برای بتا اکسیداسیون چربی‌ها به میتوکندری حمل می‌کند (Walton et al., 1984). محققان نیازهای لایزین عمده‌ترین ماهیان پرورشی را بین ۳/۲ تا ۶/۲ درصد پروتئین جیره گزارش کردند (Wilson, 2002). لایزین همچنین ساخت کلاژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زیرا هیدروکسی لایزین و هیدروکسی پرولین که محصولات متابولیسم لایزین و پرولین هستند، مولفه‌های اصلی کلاژن هستند (Sandell and Daniel, 1988). اسید آمینه لایزین که به‌دلیل مقدار ناچیز آن در پروتئین‌های گیاهی، نقش مهمی در غذای آبزیان ایفا می‌کند (El-Haroun and Bureau, 2007)، ضروری است تا به مقدار کافی به جیره‌های غذایی با منابع پروتئین گیاهی اضافه شود. همچنین افزایش مقدار لایزین و متیونین می‌تواند کارایی سایر اسیدهای آمینه ضروری و یا ساخت پروتئین را افزایش دهد (Kerr and Easter, 1995). پودرخون یکی از منابع غنی از اسیدآمینه لایزین است (Bureau et al., 1999).

مقدار موثر لایزین و متیونین در جیره غذایی آبزیان با توجه به قابلیت دسترسی زیستی آن‌ها در ترکیبات مختلف غذایی متفاوت است. به همین دلیل تعدادی از محققین اسیدهای آمینه کریستاله را جایگزین آن‌ها معرفی می‌نمایند (Parsons et al., 1985; El-Haroun and Bureau, 2007). استفاده از متیونین به‌صورت Ca-آنالوگ هیدروکسی متیونین (MHA-Ca) به سهولت مورد جذب ماهی قرار می‌گیرد و پس از جذب شدن در خون و انتقال به بافت‌ها به شکل L- متیونین در متابولیسم آلی سلولی شرکت می‌کند. در سال‌های اخیر مشخص گردید که Ca- آنالوگ هیدروکسی متیونین می‌تواند جایگزین مناسبی برای محصول سنتی متیونین با قابلیت اثر بخشی مناسب‌تری در صنعت آبزی پروری باشد (Yang et al., 2010).

اثر بخشی معنی‌دار بتائین به مقدار ۰/۵ درصد و متیونین در سطح یک درصد در جیره غذایی فیل‌ماهیان ۲۸ گرمی با بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه مشخص گردید (سوداگر و همکاران، ۱۳۸۴). علاوه بر آن تأثیر بررسی کمی و کیفی بتائین و متیونین بر شاخص‌های رشد و تغذیه بچه میگوی سفید هندی ۰/۹ گرمی (*Fenneropenaeus indicus*) مشخص نمود که ضریب تبدیل غذا به‌طور معنی‌داری بهبود می‌یابد (فکراندیش و همکاران، ۱۳۸۵). اثر لایزین در جیره غذایی بر فیل‌ماهی پرورشی (ناطقی و همکاران، ۱۳۸۶) و اثر متیونین بر شاخص‌های رشد و ترکیب بدن (پیک موسوی و همکاران، ۱۳۸۹) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که لایزین باعث کاهش ضریب تبدیل غذا و افزایش رشد می‌گردد. با توجه به عملکرد مناسب اسیدهای آمینه در جیره غذایی فیل‌ماهیان پرورشی و همچنین نتایج مطلوب سازگاری لارو تاسماهی ایرانی به غذای کنسانتره (پورعلی و

همکاران، ۱۳۹۰b)، زمان استفاده از اسیدهای آمینه به‌عنوان جاذب‌های غذایی به‌منظور ارتقای کیفی جیره‌های لاروی تاسماهیان فرا رسیده است. هدف این مطالعه، بررسی اثرات اسیدهای آمینه لایزین و متیونین بر روند رشد، بازماندگی بچه تاسماهی ایرانی به‌منظور تولید و معرفی غذایی با کیفیت در آبزی پروری تاسماهیان است.

۲. مواد و روش کار

۲-۱. تهیه لارو

این بررسی در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر از تاریخ ۱۳۹۰/۳/۲۵ تا ۱۳۹۰/۵/۱۵ برای مدت ۵۰ روز انجام شد. تعداد ۱۰۰۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی تکثیر شده از مولدین مشابه از مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر در استان گیلان تهیه شد. ده روز پس از ذخیره‌سازی لاروها در حوضچه‌های ۵۰ متری و تغذیه روزانه از دافنی (*Daphnia* spp.) و آرتمیا (*Artemia fransiscana*)، تعداد۳۶۰ عدد بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با وزن اولیه متوسط ۰/۳± ۱/۸ گرم و میانگین طول کل اولیه ۲±۷/۱ سانتی‌متر (میانگین ± انحراف از معیار) به‌طور تصادفی زیست‌سنجی و در ۱۸ حوضچه ۵۰ لیتری مجهز به سامانه‌ی هوادهی ۳/۷ کیلووات و دبی آب ۰/۲ لیتر در ثانیه، توزیع شدند. تعداد لارو در هر حوضچه۲۰ عدد بود. کلیه ماهیان روزانه در شش نوبت غذایی از جیره‌های غذایی با سطوح مختلف متیونین و لایزین تغذیه شدند. کلیه عوامل کیفی آب از قبیل درجه حرارت، اکسیژن محلول و pH روزانه ثبت گردید.

۲-۲. تهیه جیره‌های غذایی

معرفی کلیه تیمارهای غذایی در جدول شماره یک و درصد ترکیبات مختلف غذایی جهت فرموله کردن جیره‌های غذایی و پروفیل اسیدهای آمینه جیره‌های آزمایشی و پایه به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. سطوح مختلف مواد مغذی استفاده شده در تهیه جیره پایه، برگرفته از فرمولاسیون غذایی ارائه شده توسط پورعلی و همکاران (۱۳۸۲) است. نیازمندی‌های غذایی تاسماهی ایرانی بر اساس مطالعات محسنی و همکاران (۲۰۱۱) و سیدحسنی و همکاران (۲۰۱۱) تنظیم گردید. کلیه فرایند تهیه جیره‌های آزمایشی و خشک کردن آن‌ها در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انجام شده است. به‌منظور تهیه جیره‌های غذایی از ترکیبات غذایی شامل آرد ماهی، کازئین، پروتئین هیدرولیز شده، کنجاله سویا، آرد گندم، گلوتن گندم، پودر گوشت، نشاسته ذرت، روغن ذرت، ویتامین و مواد معدنی استفاده شد. جیره غذایی پایه نیمه خالص با سطوح پروتئین، چربی و کربوهیدرات خام به‌ترتیب ۴۳/۵، ۱۸/۸ و ۱۹/۵ درصد تهیه شد. این ترکیب به‌طور مساوی برای تهیه ۵ جیره با سطوح صفر (شاهد)، یک و ۳ درصد متیونین و لایزین به‌شرح جدول ۱ استفاده شد.

جدول ۱: معرفی تیمارهای مختلف غذایی مورد بررسی

شماره تیمار	شرح تیمارها	کد تیمار	تکرار
۱	متیونین و لایزین به میزان یک درصد در غذا (۱۰گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک)	M1 L1	۳
۲	متیونین سه درصد در غذا (۳۰ گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک) و لایزین به میزان یک درصد در غذا (۱۰گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک)	M3 L1	۳
۳	متیونین یک درصد در غذا (۱۰گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک)و لایزین به میزان سه درصد در غذا (۳۰ گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک)	M1 L3	۳
۴	متیونین و لایزین به میزان سه درصد در غذا (۳۰ گرم در هر ۱۰۰۰ گرم غذای خشک)	M3 L3	۳
۵	جیره غذای بدون افزودن متیونین و لایزین	M0 L0	۳

جدول ۲: اجزای غذایی مورد استفاده در جیره‌های پایه و آزمایشی و ترکیب کیفی جیره‌ها براساس وزن خشک *

ماده غذایی	جیره پایه (گرم در هر کیلوگرم)	جیره های آزمایشی (گرم در هر کیلوگرم)
آرد ماهی	۳۸۵	۳۸۵
کازئین	۹۰	۹۰
پروتئین هیدرولیز شده	۸۰	۸۰
کنجاله سویا	۱۰۰	۱۰۰
آرد گندم	۳۰	۳۰
گلوتن گندم	۶۰	۶۰
پودر گوشت	۸۰	۸۰
نشاسته ذرت	۵۰	۵۰
روغن ذرت	۱۰	۱۰
مولتی ویتامین ۱	۱۵	۱۵
مواد معدنی	۱۰	۱۰
سلولز ، نمک و کربنات کلسیم	۹۰	با اسیدهای آمینه جایگزین شد
وزن خشک (٪)	۹۲/۱ ± ۱/۷	۹۲/۱ ± ۱/۷
خاکستر (٪)	۷/۸ ± ۲/۷	۷/۸ ± ۲/۷
چربی خام (٪)	۱۸/۸ ± ۱/۶	۱۸/۸ ± ۱/۶
پروتئین خام (٪)	۴۳/۵ ± ۱/۱	۴۳/۹ ± ۱/۲
کربوهیدرات (٪)	۱۹/۵ ± ۱/۶	۱۹/۱ ± ۲/۶
انرژی کل (Kcal/Kg) ۲	۴۵۹۰ ±۶۵	۴۵۸۰ ±۵۵

* آنالیز شیمیایی غذای کنسانتره در آزمایشگاه دکتر میراعلمی، رشت انجام شد.

۱- هر ۱۰۰ گرم ویتامین شامل : A, 160000 I.U.; D_3 40000 I.U.; E, 4 g ; K_3 0.2; B_1, 0.6 g; B_2, 0.8 g ; B_3, 1.2g ; B_5, 4 g; B_6, 0.4 g; B_9, 0.2 g; B_{12}, 0.8 g; H_2, 0.02 g; Ascorbic acid, 6 g; Inositol, 2 g; B.H.T., 2 g

۲- مقادیر انرژی کل به توجه به مقادیر سطوح پروتئین، چربی و کربوهیدرات محاسبه شد.

به‌منظور تعیین کیفیت جیره پایه، ۳ نمونه از این غذا برای تعیین سطوح پروتئین، چربی، کربوهیدرات، انرژی، فیبر، خاکستر و برای تهیه پروفیل اسیدهای آمینه تهیه شد. تهیه پروفیل اسیدهای آمینه توسط آزمایشگاه محیط زیست سازمان انرژی اتمی ایران انجام شد. پروفیل اسیدهای آمینه به‌وسیله دستگاه

HPLC مدل Waters, 1525 و آشکارساز Waters 2487, dual λ absorbance انجام شد. تجزیه‌ی تقریبی مواد اولیه جیره‌های آزمایشی و لاشه ماهی با روش‌های استاندارد جز به جز (Association of Official Analytical Chemists, AOAC, 2000) انجام شد. جیره‌های غذایی در ºC ۱۰۵ به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به یک وزن ثابت برای اندازه‌گیری رطوبت خشک شدند (بر اساس استاندارد جز به جز AOAC, 2000، آزمایشگاه محیط زیست سازمان انرژی اتمی). پروتئین با اندازه‌گیری نیتروژن کل (N×۶/۲۵) با استفاده از روش کجلدال (Vepodest: 40 Ver: 1.05) تعیین شد. چربی با روش سوکسله با استفاده از حلال کلروفروم با نقطه جوش ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد به‌مدت ۴ تا ۶ ساعت استخراج شد. میزان انرژی موجود در ترکیبات غذایی به‌وسیله بمب کالریمتر مدل (Gallenkamp Auto Bomb,UK) و میزان خاکستر با سوزاندن در کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سانتیگراد به‌مدت ۱۲ ساعت اندازه‌گیری شد (بر اساس استاندارد جز به جز AOAC, 2000، آزمایشگاه محیط زیست سازمان انرژی اتمی).

جدول ۳: مقادیر اسیدهای آمینه موجود در جیره پایه مورد استفاده براساس وزن خشک جیره* (Yang et al., 2010)

ردیف	اسید آمینه‌های ضروری	جیره پایه (گرم در هر کیلوگرم جیره)
۱	آرژنین	۳/۵
۲	هیستیدین	۰/۲
۳	لوسین	۳/۳۳
۴	ایزو لوسین	۲
۵	لایزین	۱/۵
۶	متیونین	۱/۷
۷	فنیل آلانین	۲/۱۵
۸	ترئونین	۲/۷
۹	والین	۲/۶۹
۱۰	تریپتوفان	۰/۷
	اسید آمینه‌های غیر ضروری	
۱	آسپارتیک اسید	۴/۸۹
۲	گلوتامیک اسید	۷/۸
۳	سرین	۲/۴
۴	پرولین	–
۵	گلایسین	۲/۱
۶	آلانین	۲
۷	تیروزین	–
۸	سیستئین	۰/۴

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

شاخص‌های رشد و تغذیه مانند درصد افزایش وزن بدن (%BWI)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، شاخص رشد ویژه (SGR)، رشد روزانه (Gr) و شاخص ضریب چاقی یا عامل وضعیت (CF) بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

درصد بازماندگی= ۱۰۰ × نسبت تعداد لارو اولیه/ نسبت لارو زنده مانده در پایان دوره (Hung et al., 1989)

FCR (Food Conversion Ratio) = F/(Wf -Wi) (Ronyai et al., 1990; Abdelghany and Ahmad, 2002; Akbulut et al., 2002)

F : مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی Wi و Wf: میانگین زی‌توده اولیه و نهایی

SGR (Specific Growth Rata) = (lnWf -lnWi)/t ×100 (Ronyai et al., 1990; Wahli et al., 2003; Oprea and Oprea, 2008; Akbulut et al., 2002)

Wi و Wf : میانگین زی‌توده اولیه و نهایی، t: مدت زمان پرورش

% BWI (Body Weight Increase) = 100 × (BWf - BWi) / BWi (Hung et al., 1989)

BWi و BWf : متوسط وزن اولیه و وزن نهایی در هر حوضچه

Gr (Growth Rate) = (BWf - BWi) / n (Hung et al., 1989)

n : تعداد روزهای پرورش

K (Condition Factor) = 100 × (BW/TL^3) (Hung and Deng, 2002)

BW : وزن (g)، TL : طول کل (cm)

Food Efficiency (FE) = اثربخشی غذا (Hung et al., 1989) (1/FCR) ×100

نسبت بازدهی پروتئینی:

PER=Wet weight gain (g) / Total food intake (g) × food Protein percent (Oprea and Oprea, 2008)

۲-۳ *آنالیز آماری*

این بررسی در طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۲×۲ انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و بررسی اثرات متقابل تیمارها از آنالیز واریانس دو طرفه (two-way analysis of variance) و با استفاده از نرم افزار آماری Spss (Ver.17) انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. وجود و عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (P=۰/۰۵) تعیین گردید.

۳. نتایج

با توجه به اهمیت عوامل محیطی از جمله اکسیژن محلول، دما، pH و تاثیر آن بر تغذیه و رشد بچه تاسماهی ایرانی، این

عوامل روزانه اندازه‌گیری شد. در این بررسی نتایج پارامترهای کیفی آب اختلاف معنی‌دار آماری را در مدت بررسی نشان نداد (P≥۰/۰۵). میانگین دمای آب در حوضچه‌های پرورشی ۰/۴± ۱۸/۵ سانتی‌گراد و میانگین اکسیژن محلول ۰/۷±۸/۱ میلی‌گرم در لیتر و میانگین pH، ۰/۲±۷/۱ اندازه‌گیری و ثبت شد.

۳-۱. *بررسی اثرات جیره‌های مکمل شده با اسیدهای آمینه متیونین و لایزین بر روند رشد و تغذیه بچه تاسماهیان ایرانی*

بررسی آماری وزن نهایی بچه ماهیان نشان می‌دهد که دو تیمار M3L3 (محتوی ۳ درصد از هر دو نوع اسیدآمینه) و M3L1 (محتوی۳ درصد از اسیدآمینه متیونین و یک درصد لایزین) با تیمارهای M1L1 (یک درصد متیونین و یک درصد لایزین) و M0L0 (فاقد اسیدهای آمینه) اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P≤۰/۰۵)، اگرچه تیمار M3L1 با تیمار M1L3 از نظرآماری اختلافی نشان نداده‌اند (P≥۰/۰۵). ادامه‌ی تجزیه واریانس یک‌طرفه وزن نهایی بچه تاسماهیان مشخص نمود که بین تیمارهای غذایی M0L0،M1L1 وM1L3 اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). تجزیه‌ی واریانس یک‌طرفه طول کل بچه تاسماهیان حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها است (P≥۰/۰۵). حداکثر طول کل (۱/۱±۱۲/۵ سانتی‌متر) در ماهیان تغذیه شده با یک درصد متیونین و یک درصد لایزین (تیمار M1L1) به‌دست آمد (جدول ۴).

بررسی نتایج میزان تولید در تیمارهای مورد بررسی بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری میان تیمارهای غذایی M3L1 (۳٪ متیونین و یک درصد لایزین) و M3L3 (۳٪ متیونین و ۳٪ لایزین) با تیمار M0L0 است (P≤۰/۰۵). بین جیره‌های M0L0، M1L1 و جیره M1L3 تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵) (جدول ۴).

بررسی آماری شاخص تغذیه در خصوص ضریب تبدیل غذا مشخص نمود که تمامی تیمارهای غذایی M3L3،M3L1، M1L3 و تیمار M1L1 با تیمارM0L0 اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P≤0.05). مطلوب‌ترین ضریب تبدیل غذایی به مقدار ۰/۴ ± ۱/۳ در ماهیان تغیه شده با ۳٪ متیونین و ۳٪ لایزین ثبت شد، اگرچه که با سایر تیمارهای محتوی دو نوع از اسیدهای آمینه‌های فوق هیچ اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P≥۰/۰۵) (جدول ۴).

تجزیه واریانس یک‌طرفه نتایج شاخص رشد ویژه (SGR) نشان می‌دهد که بالاترین این شاخص مربوط به تیمار M3L3 (۰/۷±۱۰/۷٪) است و این تیمار از نظر آماری به استثنای تیمار M3L1 با سایر تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌دار آماری دارد (P≤۰/۰۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری در میان تیمارهای M0L0،M1L1،M1L3 مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). همچنین بین تیمار M1L3 با تیمار M3L1 نیز اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشده است (P≥۰/۰۵) (جدول ۴).

جدول ۴: تأثیر سطوح مختلف اسید آمینه‌های متیونین و لایزین در روند رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی

تیمارها	وزن نهایی (گرم)	طول کل (سانتیمتر)	تولید (گرم)	ضریب تبدیل غذا	شاخص رشد ویژه (%)
M1 L1	۶/۸±۱/۰ ^{c}	۱۲/۵±۱/۱ ^{a}	۱۰۲/۹±۳۳/۹ ^{ab}	۲/۰±۰/۶ ^{a}	۹/۴±۰/۵ ^{c}
M3 L1	۹/۵±۲/۵ ^{ab}	۱۱/۵±۱/۲ ^{a}	۱۶۶/۰±۶۷/۸ ^{a}	۱/۴±۰/۵ ^{a}	۱۰/۵±۰/۸ ^{ab}
M1 L3	۷/۴±۰/۸ ^{bc}	۱۱/۸±۰/۵ ^{a}	۱۱۳/۵±۳۴/۳ ^{ab}	۱/۸±۰/۷ ^{a}	۹/۷±۰/۴ ^{bc}
M3 L3	۱۰/۱±۲/۵ ^{a}	۱۱/۹±۰/۹ ^{a}	۱۵۵/۳±۵۲/۲ ^{a}	۱/۴±۰/۴ ^{a}	۱۰/۷±۰/۷ ^{a}
M0 L0	۵/۸±۱/۸ ^{c}	۱۱/۱±۱/۲ ^{a}	۵۸/۱±۵۰/۰ ^{b}	۳/۰±۱/۲ ^{b}	۸/۸±۱/۰ ^{c}

M1L1 : متیونین و لایزین به‌میزان یک درصد در غذا (۱۰گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک) است.
M3L1 : متیونین سه درصد در غذا (۳۰ گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک) و لایزین به میزان یک درصد در غذا (۱۰گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک) است.
M1L3 : متیونین یک درصد در غذا (۱۰گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک)و لایزین به میزان سه درصد در غذا (۳۰ گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک) است.
M3L3 : متیونین و لایزین به میزان سه درصد در غذا (۳۰ گرم در هر ۱۰۰۰گرم غذای خشک) است.
M0L0 : جیره غذای بدون افزودن متیونین ولایزین.
حروف غیرهمسان در هرستون نشانه اختلاف معنی دار است (P≤۰/۰۵ ، میانگین ± انحراف معیار)

بررسی نتایج شاخص وضعیت یا ضریب چاقی بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار آماری میان تیمارهای M1L1، M0L0، M1L3 با تیمارهای M3L3 وM3L1 است (P≥۰/۰۵) (جدول ۵).

مطالعات آماری صورت گرفته بر روی ضریب کارایی غذا مشخص نمود که اگرچه تیمار M3L1 و تیمار M3L3 با تیمار M0L0 اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P≤۰/۰۵)، اما با سایر تیمارها اختلاف آماری نشان ندادند (P≥۰/۰۵) (جدول ۵).

اگرچه بررسی داده‌های درصد افزایش وزن بدن نشان می‌دهد که تیمار M3L3 با تیمارهای M1L1، M1L3 و M0L0 اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P≥۰/۰۵)، اما با تیمار M3L1 اختلاف آماری مشاهده نگردید (P≥۰/۰۵). تجزیه واریانس یک‌طرفه درصد افزایش وزن بدن نشان می‌دهد که تیمارهای M1L3 و M0L0 اختلاف آماری ندارند (P≥۰/۰۵) (جدول ۵).

تجزیه واریانس یک‌طرفه داده‌های مربوط به نرخ رشد روزانه (Gr) نشان داد که تیمارهای M3L3 و M3L1 با تیمارهای M1L1، M0L0 اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P≤۰/۰۵)، ولی این دو تیمار با تیمار M1L3 اختلاف معنی‌دار آماری نشان ندادند (P≥۰/۰۵) (جدول ۵). تیمار M1L3 نیز با تیمارهای M0L0،

M1L1، M3L1، M3L3 اختلاف آماری معنی‌دار نشان نداد (P≥۰/۰۵) (جدول ۵).

بررسی آماری در خصوص درصد بازماندگی مشخص نمود که بین تیمارهای غذایی اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد (P≥۰/۰۵). حداقل بازماندگی مربوط به تیمار M0L0 (٪۶۳/۳±۸/۸) و حداکثر آن مربوط به تیمار M1L1 (٪۷۷/۸±۱۴/۴) است (جدول ۵).

جدول ۵: ادامه نتایج تاثیر سطوح مختلف اسید آمینه‌های متیونین و لایزین در تیمارهای مورد بررسی

تیمارها	ضریب چاقی (%)	کارآیی غذا (%)	افزایش وزن نسبت به وزن اولیه %	نرخ رشد (گرم)	بازماندگی %
M1 L1	۰/۴±۰/۱ b	۵۴/۸±۱۸/۱ ab	۲۷۵۹±۵۵/۳ c	۰/۲±۰/۰ b	۷۷/۸±۱۴/۴ a
M3 L1	۰/۶±۰/۱ a	۸۸/۴±۳۶/۱ a	۴۲۷/۳±۱۳۶/۵ ab	۰/۳±۰/۱ a	۷۶/۷±۸/۲ a
M1 L3	۰/۵±۰/۰ b	۶۰/۴±۱۸/۲ ab	۳۱۳/۸±۴۴/۳ bc	۰/۲±۰/۰ ab	۷۵/۶±۱۵/۶ a
M3 L3	۰/۶±۰/۱ a	۸۲/۶±۲۷/۸ a	۴۶۱/۹±۱۳۸/۶ a	۰/۳±۰/۱ a	۶۹/۴±۱۰/۴ a
M0 L0	۰/۴±۰/۰ b	۳۰/۹±۲۶/۶ b	۲۱۹/۸±۹۷/۵ c	۰/۱±۰/۱ b	۶۳/۳±۸/۸ a

حروف غیرهمسان در هرستون نشانه اختلاف معنی‌دار است (P≤۰/۰۵ ، میانگین ± انحراف معیار)

۳-۲. اثر اسید آمینه متیونین بر عملکرد رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی

اگرچه بررسی آماری نتایج نشان می‌دهد که با افزایش متیونین در جیره‌های غذایی در سطح ۳ درصد شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی(Wf)، شاخص رشدویژه (SGR) و ضریب چاقی (CF)، افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ کارایی پروتئین (PER) و نرخ رشد روزانه (Gr) نسبت به تیمارهای یک درصد و شاهد به‌طور معنی‌داری اختلاف آماری دارد (P≤۰/۰۵)، اما تیمار یک درصد در شاخص‌های فوق با تیمار شاهد یکسان است (P≥۰/۰۵) (جداول ۶ و ۷).

جدول ۶: تاثیر سطوح مختلف اسید آمینه لایزین در روند رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی

تیمارها	متیونین (%)	وزن نهایی (گرم)	طول کل (سانتیمتر)	ضریب تبدیل غذا	شاخص رشد ویژه (%)	ضریب چاقی (%)
M3	۳	۹/۸±۲/۴ a	۱۱/۶±۱/۰	۱/۳±۰/۵ a	۱۰/۶±۰/۷ a	۰/۶۳±۰/۱a
M1	۱	۷/۱۹±۰/۹ b	۱۲/۱±۰/۹	۱/۹±۰/۶ a	۹/۵±۰/۵ b	۰/۴۰±۰/۱b
M0(شاهد)	۰	۵/۷±۱/۸ b	۱۱/۱±۱/۲	۳/۰±۱/۲ b	۸/۸±۱/۰ b	۰/۴۰±۰/۰b
اثر متقابل	–	۰/۹۷	–	–	–	–

حروف غیرهمسان در هرستون نشانه اختلاف معنی‌دار است (P≤0.05 ، میانگین ± انحراف معیار)

تجزیه واریانس یک‌طرفه طول کل بچه تاسماهیان حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها است (P≥۰/۰۵). در بررسی آماری ضرایب تبدیل غذا (FCR) در تیمارهای یک و ۳ درصد لایزین اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (P≥۰/۰۵) و این دو تیمار نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار آماری دارد (P≤۰/۰۵) (جدول ۶).

اگرچه بررسی میزان کارایی غذا (FE) در تیمارهای مورد بررسی مشخص نمود که تیمار ۳ درصد با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری دارد (P≤۰/۰۵)، اما بین تیمار یک درصد و شاهد اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (P≥۰/۰۵). تجزیه واریانس یک‌طرفه شاخص درصد بازماندگی در کلیه تیمارهای مورد بررسی یکسان بود و هیچ‌گونه اختلاف آماری در بین تیمارها مشاهده نگردید (P≥۰/۰۵). حداکثر درصد بازماندگی به میزان ٪۷۶/۷±۱۴/۴ در ماهیان تغذیه شده با سطح یک درصد متیونین مشاهده گردید (جدول ۷).

جدول ۷: ادامه نتایج اثرات سطوح مختلف اسید آمینه متیونین در روند رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی

تیمار	متیونین (%)	نسبت بازدهی پروتئین(%)	کارآیی غذا (%)	افزایش وزن نسبت به وزن اولیه %	نرخ رشد (گرم)	بازماندگی %
M3	۳	۲/۱±۰/۶ a	۸۵/۵±۳۰/۸ a	۴۴۴/۶±۱۳۲ a	۰/۳±۰/۱ a	۷۳/۱±۹/۷ a
M1	۱	۱/۴±۰/۲ b	۵۷/۶±۱۷/۵ ab	۲۹۴/۸±۵۲ b	۰/۲±۰/۰ b	۷۶/۷±۱۴/۴ a
M0 (شاهد)	۰	۱/۱±۰/۵ b	۳۰/۹±۲۶/۶ b	۲۱۹/۸±۹۷ b	۰/۱±۰/۱ b	۶۳/۳±۸/۸ a

حروف غیرهمسان در هرستون نشانه اختلاف معنی‌دار است (P≤۰/۰۵ ، میانگین ± انحراف معیار)

۳-۳. اثر اسید آمینه لایزین بر عملکرد رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی

بررسی آنالیز آماری نشان می‌دهد که با افزایش لایزین در جیره‌های غذایی از صفر(شاهد) تا ۳ درصد شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی (W)، شاخص رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و ضریب چاقی (CF)، افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ کارایی پروتئین (FE) و رشد روزانه (Gr) به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داده است (P≤۰/۰۵) (جدول ۸). بررسی آماری وزن نهایی نشان می‌دهد که محتوی ۳ درصد لایزین نسبت به دو تیمار یک درصد لایزین و گروه شاهد اختلاف معنی‌دار آماری دارد (P≤۰/۰۵) و تیمارهای یک درصد و شاهد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند (P≥۰/۰۵).تجزیه واریانس یک‌طرفه طول کل بچه تاسماهیان حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها است (P≥۰/۰۵). تجزیه واریانس یک‌طرفه ضرایب تبدیل غذا بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری بین جیره‌های محتوی یک و ۳ درصد لایزین با شاهد است (P≤۰/۰۵). تجزیه واریانس یک‌طرفه سرعت رشد روزانه (SGR) نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌دار

آماری بین جیره‌های محتوی یک و ۳ لایزین با جیره شاهد وجود دارد (P≤۰/۰۵).با بررسی تجزیه واریانس یک‌طرفه شاخص وضعیت،اختلاف معنی‌دار آماری بین جیره‌های محتوی ۳ درصد لایزین با جیره‌های یک درصد و شاهد مشاهده شد (P≤۰/۰۵) (جدول ۸).

جدول ۸: نتایج اثر سطوح مختلف اسید آمینه لایزین در روند رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی

تیمارها	لایزین (%)	وزن نهایی (گرم)	طول کل (سانتیمتر)	ضریب تبدیل غذا	شاخص رشد ویژه (%)	ضریب چاقی (%)
L3	۳	۸/۸±۲/۲^{a}	۱۱/۸±۰/۷ ^{a}	۱/۶±۰/۶ ^{a}	۱۰/۲±۰/۷^{a}	۰/۵۹±۰/۱ ^{a}
L1	۱	۸/۲±۲/۳ ^{b}	۱۲/۰±۱/۲ ^{a}	۱/۸±۰/۷ ^{a}	۹/۹±۰/۹^{a}	۰/۵۰±۰/۲^{b}
L0 (شاهد)	۰	۵/۸±۱/۸ ^{b}	۱۱/۱±۱/۲ ^{a}	۳/۶±۱/۲ ^{b}	۸/۸±۱/۰ ^{b}	۰/۴۰±۰/۰^{b}
اثر متقابل	–	۰/۹۰	–	–	–	–

حروف غیرهمسان در هرستون نشانه اختلاف معنی‌دار است (P≤۰/۰۵ ، میانگین ± انحراف معیار)

اگرچه با بررسی نتایج شاخص نسبت بازدهی پروتئین (PER)، بین جیره ۳ درصد لایزین و شاهد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P≤۰/۰۵)، اما تیمار محتوی یک درصد لایزین با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری ندارد (P≥۰/۰۵) (جدول ۹).

جدول ۹: ادامه نتایج اثر سطوح مختلف اسید آمینه لایزین در روند رشد و بازماندگی بچه تاسماهیان ایرانی

تیمار	لایزین (%)	نسبت بازدهی پروتئین(%)	کارآیی غذا (%)	افزایش وزن نسبت به وزن اولیه %	نرخ رشد (گرم)	بازماندگی %
L3	۳	۱/۹±۰/۶ ^{a}	۷۱/۵±۲۵/۲ ^{a}	۳۸۸±۱۲۵ ^{a}	۰/۲±۰/۱ ^{a}	۷۲/۵±۱۳ ^{a}
L1	۱	۱/۷±۰/۶ ^{ab}	۷۱/۶±۳۲/۴ ^{a}	۳۵۲±۱۲۷ ^{ab}	۰/۲±۰/۰^{ab}	۷۷/۲±۱۱/۲ ^{a}
L0 (شاهد)	۰	۱/۱±۰/۵ ^{b}	۳۰/۹±۲۶/۶ ^{b}	۲۲۰±۹۷ ^{b}	۰/۱±۰/۱ ^{b}	۶۳/۲±۸/۸ ^{a}

حروف غیرهمسان در هرستون نشانه اختلاف معنی دار است (P≤۰/۰۵ ، میانگین ± انحراف معیار)

تجزیه واریانس یک‌طرفه کارایی غذا (FE) نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌دار آماری بین جیره‌های محتوی ۱ و ۳ درصد لایزین با جیره مورد استفاده در گروه شاهد وجود دارد (P≤۰/۰۵) (جدول ۹). اگرچه با بررسی آماری شاخص افزایش وزن بدن (BWI)، مشخص شد تیمارهای محتوی ۱ و ۳ درصد لایزین با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری ندارند (P≥۰/۰۵)، اما نسبت به جیره شاهد اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P≤۰/۰۵). با بررسی نتایج شاخص‌های نرخ رشد (Gr) بین جیره ۳ درصد لایزین و شاهد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P≤۰/۰۵)، اما تیمار محتوی یک درصد لایزین با شاهد اختلاف معنی‌دار آماری ندارد (P≥۰/۰۵) (جدول ۹). در بررسی داده‌های درصد بازماندگی درکلیه تیمارها هیچ‌گونه اختلاف آماری در بین تیمارها مشاهده نگردید (P≥۰/۰۵). به‌علاوه حداکثر درصد بازماندگی به میزان ۱۱/۲±۷۷/۲ ٪ در ماهیان تغذیه شده با سطح یک درصد لایزین مشاهده شد (جدول ۹).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در سراسر دنیا دست‌یابی به فرمولاسیون غذایی استاندارد برای تهیه جیره‌های غذایی تاسماهیان مطابق با نیازهای تغذیه‌ای آن‌ها در طی مراحل مختلف رشد (لارو، بچه ماهی، جوان، پرواری و مولد) توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. اما متأسفانه تاکنون چنین جیره‌های استانداردی به دنیا معرفی نشده است و تهیه جیره‌های غذایی تاسماهیان در هر کشور صرفاً وابسته به صنعت آبزی پروری خاص آن کشور است. در سال‌های گذشته مطالعات زیادی به اهمیت افزودن اسیدهای آمینه به ویژه لایزین و متیونین در جیره‌های غذایی تاسماهیان اشاره کرده‌اند (El- Dahhar Kim et al., 1992; Webster et al.,1992; and El-Shazly, 1993; Bai and Gatlin, 1994; Cheng et al., 2003; Meng and Robinson, 1998).

در پژوهش حاضر بررسی‌های آماری عوامل کیفی آب اختلافی در میزان اکسیژن محلول، درجه حرارت آب و pH در تمامی تیمارها و تکرارهای مورد بررسی نشان نداد و آزمایش در شرایط استاندارد با حداقل انحراف از معیار ۰/۲ تا ۰/۷ انجام شد.

بررسی آماری داده‌های حاصل از وزن نهایی و مقدار تولید (افزایش زی‌توده) بیان می‌کند افزودن اسیدهای آمینه متیونین و لایزین در افزایش وزن بچه ماهیان تأثیر بسزایی داشته است. بر اساس منابع علمی نیز متیونین و لایزین دو اسیدآمینه محدود کننده در جیره‌های غذایی انواع ماهیان از جمله ماهیان گرمابی هستند (Lovell, 1989). از سوی دیگر تمامی تیمارهای غذایی محتوی اسیدهای آمینه مورد بررسی در خصوص ضریب تبدیل غذا برتری آماری بر تیمار شاهد دارد و افزایش متیونین و لایزین در سطح یک درصد هم باعث بهبودی شاخص تغذیه شده است. افزودن اسیدآمینه لایزین به جیره‌های غذایی که با کمبود این اسید آمینه روبرو هستند باعث بهبود وزن در گربه ماهی کانالی (Robinson, 1991; Robinson and Li, 1994 ; Zarate and Lovell, 1997) و کپور معمولی (Viola and Lahav, 1991) پرورش یافته در استخر و آکواریوم شده است. از آنجایی‌که غذای فرموله شده با سطوح یک درصد از هر دو اسیدآمینه (M1L1) در وزن نهایی تأثیر معنی‌داری در مقایسه با جیره شاهد ندارد و این

می‌تواند به‌دلیلی ناکافی بودن و نرسیدن به سطح آستانه تاثیر باشد. در بررسی Luo و همکاران (۲۰۰۵)، با افزایش مقدار متیونین در جیره‌های غذایی از سطح ۱/۳۴٪ تا ۱/۸۱٪، شاخص سرعت رشد ویژه و وزن ثابت باقی ماندند، ولی بررسی تمامی شاخص‌های رشد و تغذیه بچه تاسماهیان مورد بررسی مشخص نمود که غذای کنسانتره محتوی ۳ درصد از هر دو اسیدآمینه متیونین، لایزین (M3L3) و غذای کنسانتره محتوی ۳ درصد متیونین و یک درصد لایزین (M3L1) در شاخص‌های وزن نهایی، ضریب تبدیل غذا، سرعت رشد ویژه، عامل وضعیت، کارایی غذا، نرخ رشد، درصد افزایش وزن بچه ماهیان نسبت به وزن اولیه آنها و میزان بازماندگی تأثیر یکسان داشته است و بر اساس متغیر مورد بررسی (سطوح متفاوت اسیدهای آمینه) میزان متیونین در هر دو تیمار یکسان بود. در بررسی Luo و همکاران (۲۰۰۵)، با افزایش مقدار متیونین در جیره‌های غذایی از ۰/۵۵٪ تا ۱/۳۴٪ ، شاخص رشد ویژه و وزن افزایش یافت، ولی از سطح ۱/۳۴٪ تا ۱/۸۱٪ تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. این یافته‌ها مطابق با نتایج بررسی حاضر در مورد بچه تاسماهی ایرانی است. با توجه به نتایج فوق می‌توان برای اسیدآمینه متیونین نقش موثرتری در بهبود شرایط رشد بچه تاسماهیان نتیجه‌گیری نمود. میزان اثر بخشی متیونین در آنالیز رگرسیون خطی (۰/۹۷+) نیز به‌طور معنی‌دار قابل توجه بوده و نقش آن را برجسته‌تر می‌سازد. از سوی دیگر بررسی آماری در مطالعه حاضر با افزایش درصد متیونین در جیره‌های غذایی شاخص سرعت رشد ویژه، کارایی غذا، نسبت بازده پروتئین و وزن نهایی به بالاترین مقادیر خود نسبت به سایر تیمارها رسیدند. نتایج مطالعات Yang و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشابه نتایج این بررسی در خصوص افزایش وزن نهایی در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی مکمل شده با اسیدهای آمینه متیونین و لایزین است. برخلاف نتایج ما در برخی مطالعات افزایش متیونین در جیره‌های غذایی سبب کاهش رشد در ماهیان می‌شود (Kaushik and Luquet, 1980; Jackson and Caper, 1982; Thebault et al., 1985). علائم کمبود متیونین در جیره های غذایی ماهیان منجر به کدورت چشم در برخی از گونه های ماهیان (Walton et al., 1982; Rumsey et al., 1983; Poston, 1986) می‌شود که چنین وضعیتی در مطالعه حاضر مشاهده نشده است. سوداگر و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی تأثیر بتائین و متیونین به‌عنوان جاذب‌های غذایی بر روند رشد بچه فیل‌ماهیان نشان دادند که این مواد می‌توانند سبب افزایش خوش خوراکی غذا شده و عوامل رشد را در این گونه از تاسماهیان بهبود ببخشند. مطلوب‌ترین سطح مورد بررسی بتائین و متیونین در جیره غذایی فیل‌ماهی ۲۸ گرمی به‌ترتیب ۰/۵ و یک درصد گزارش شد (سوداگرو همکاران، ۱۳۸۴). اگرچه پیک موسوی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمود که سطوح مختلف اسیدآمینه متیونین در جیره غذایی (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و تغذیه نداشته است، اما در سطح ۱/۵ درصد بیشترین تأثیر معنی‌دار آماری در فیل‌ماهیان به‌دست آمد. Williams و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که جیره‌هایی با منبع پروتئین کم که با اسیدهای آمینه غنی شده‌اند می‌توانند تولید را در سامانه‌ی پرورش ماهی *Lates calcarifer* نوجوان بهبود ببخشند. نتایج حاضر و محققین فوق اهمیت تأثیر اسیدآمینه متیونین در کمیت و کیفیت رشد بچه تاسماهیان را می‌رساند. بر اساس بررسی‌های آماری افزایش ۳ درصد اسید آمینه لایزین در غذای کنسانتره نیز شاخص‌های رشد (Gr، SGR، BWI) و تغذیه (FE، FCR،PER) را بهبود معنی‌داری بخشید. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از لایزین حتی در سطح یک درصد باعث برتری و ارتقای کیفی شاخص FCR ، SGR و FE نسبت به جیره شاهد شده است. اهمیت استفاده از اسیدآمینه لایزین در منابع علمی و پژوهشی، جبران کمبودی است که در جیره‌ها با منابع پروتئین گیاهی وجود دارد. بررسی Cheng و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که امکان جایگزینی بیش از۵۰٪ از آرد ماهی با آردهایی با منشأ گیاهی در جیره‌های غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بدون اینکه بر روند رشد آن تأثیر نامناسبی داشته باشد، وجود دارد به شرطی که این جیره‌های غذایی با سطوح ۰/۴٪ یا بیشتر لایزین مکمل شوند. در مطالعه‌ی حاضر با افزایش سطوح لایزین در جیره‌های غذایی روند افزایش رشد و افزایش بازدهی تغذیه در بچه تاسماهیان ایرانی مشخص شد. بررسی Zhou و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که حداکثر وزن، شاخص رشد ویژه و بازدهی پروتئین در سطح لایزین ۲/۳۸٪ برای ماهی Cobia (*Rachycentron canadum*) اتفاق افتاده است که سطوح استفاده شده لایزین در آن (۳/۲۵ – ۱/۱۵٪) گزارش شد و با بررسی حاضر تقریباً مشابه است. در مطالعه آنها افزایش لایزین از ۲/۳۸ تا ۳/۲۵٪ هیچ اثر معنی‌داری بر عوامل رشد نداشته است. همچنین نتایج این بررسی در خصوص بهبود عملکرد رشد با افزایش لایزین تا سطح ۳٪ با یافته‌های Akiyama و Arai (۱۹۹۳) در مورد ماهی سالمون Chum و تحقیقات Ng و

Hung (۱۹۹۵) در تاسماهی سفید مشابهت دارد، ولی با یافته‌های گزارش شده در خصوص ماهیان کاتلا (Ravi and Devaraj, 1991)، drum قرمز (Brown et al., 1988; Moon and Gatlin, 1991)، سالمون آتلانتیک (Rollin, 1999) و grouper (Luo et al., 2006) تفاوت دارد. تفاوت‌های مشاهده شده در میزان نیاز ماهیان به سطوح مختلف لایزین در جیره‌های غذایی ممکن است به‌دلیل تفاوت‌های منابع پروتئینی جیره، 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). برای مثال نیازهای غذایی ماهی سالمون آتلانتیک با وزن‌های مختلف ۴/۷ گرم (Anderson et al., 1993)، ۳۶۷ گرم (Berg et al., 1998) و ۶۴۲ گرم (Espe et al., 2007) به‌ترتیب ۳/۹۸ ، ۳/۶۵-۳/۲۵ و ۵/۰۴ ٪ پروتئین جیره گزارش شده است. به‌طور کلی، نیاز غذایی لایزین در ماهیانی که به منابع پروتئینی بالا نیازمندند (ماهیان دریایی و ماهیان گوشتخوار آب شیرین) از گونه‌هایی که به پروتئین کمتری احتیاج دارند (ماهیان همه چیز خوار و گیاهخوار) بالاتر است (Zhou et al., 2007). در مطالعه‌ی حاضر هیچ نشانه بالینی مبنی بر کمبود لایزین در جیره‌های غذایی مشاهده نشد، اما برخی مطالعات مرگ و میر بالا و تخریب باله (Ketola, 1983)، تغییر الگوهای رنگ (Forster and Ogata, 1998) یا ناهنجاری‌های عمودی و افقی ستون فقرات (Montes-Girao and Fracalossi, 2006) را برای برخی ماهیان گزارش کرده اند. در تحقیقات Bicudo و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ماهی pacu (*Piaractus mesopotamicus*) بالاترین وزن نهایی و کارایی غذا به‌ترتیب 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 مطالعه‌ی حاضر بهبود کارایی غذا در دو سطح لایزین یک و ۳٪ در مقایسه با سایر تیمارهای غذایی به‌چشم می‌خورد، این در حالی است که تیمارهای حاوی لایزین یک و ۳٪ در این شاخص با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. این می‌تواند به این معنی باشد که درصد لایزین استفاده شده برای بچه تاسماهیان ایرانی برای نشان دادن اختلاف میان تیمارها کافی نبوده است و یا نیاز به لایزین در این گونه با ارزش ماهی خاویاری در این پژوهش حتی کمتر از یک درصد است. در مطالعات Robinson و Li (۱۹۹۴) کارایی غذای گربه ماهیان ۱۲ گرمی پس از تغذیه با جیره‌های حاوی ۲۴٪ پروتئین مکمل شده با لایزین بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های بدون لایزین گزارش شده است. مکمل اسیدهای آمینه کریستاله بسیار سریع‌تر از اسیدهای آمینه موجود در منابع پروتئینی جذب می‌شوند. از اینرو ماهیان تغذیه شده با جیره‌های خالص رشد ضعیف تر و کارایی غذای پایین‌تری در مقایسه با ماهیان تغذیه شده با جیره‌های کاربردی و یا ماهیان پرورش یافته در استخرها نشان می‌دهند (Bicudo et al., 2009). نتایج بررسی حاضر در خصوص بی‌تأثیر بودن افزودن لایزین بر درصد بازماندگی با یافته‌های Bicudo و همکاران (۲۰۰۹) در خصوص ماهی pacu و تحقیق Zhang و همکاران (۲۰۰۸) در ماهی Croaker (*Pseudosciaena crocea*) مشابهت دارد.

در بررسی حاضر بهبود ضریب تبدیل غذا با افزایش لایزین در جیره تاسماهیان ایرانی کاملاً به‌چشم می‌خورد. چنین روند بهبودی با افزایش سطوح لایزین و متیونین در ضریب تبدیل غذایی کپورماهی علف‌خوار در تحقیقات Yang و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شد. یافته‌های این بررسی نشان دهنده ضرورت حضور اسیدهای آمینه لایزین و متیونین در جیره‌های غذایی تاسماهی ایرانی برای بهبود عملکرد رشد است و اسیدهای آمینه کریستاله مکمل شده در جیره‌های غذایی می‌توانند در این گونه از ماهیان براحتی مصرف شود.

برای دست‌یابی به حداکثر ظرفیت بازدهی رشد و تغذیه و بازماندگی بچه تاسماهی ایرانی می‌توان بدون کاهش کیفیت غذای کنسانتره حاوی ۴۳ درصد پروتئین به‌ویژه با منابع پروتئینی گیاهی، از اسیدهای آمینه متیونین و لایزین به مقدار ۳ درصد برای هر دو نوع اسید آمینه استفاده نمود که این مسئله می‌تواند سبب کاهش هزینه‌های تولید، بهبود عملکرد رشد و کارایی غذای مصرفی در صنعت آبزی پروری تاسماهیان گردد. بدیهی است که کیفیت غذاهای مصرفی در تاسماهی ایرانی با مقادیر ۳۷ تا ۴۳ درصد پروتئین با افزایش متیونین و لایزین در جیره افزایش می‌یابد.

۵. سپاسگزاری

بدینوسیله از ریاست محترم و معاونت محترم موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر که امکان انجام چنین تحقیقی را در آن مرکز فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

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

پورعلی فشتمی، ح. ر.؛ محسنی، م.؛ عاشوری، ع.، ۱۳۹۰a. پرورش گوشتی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedti*) در وان فایبرگلاس. مجموعه مقالات همایش ارمنستان در سال ۲۰۱۱، ۱۴۱ صفحه.

پورعلی فشتمی، ح.ر.؛ پورکاظمی، م.؛ بهمنی، م.؛ یگانه، ه.؛ نظامی، ا.، ۱۳۹۰b. 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.

پیک موسوی، م.؛ بهمنی، م.؛ سواری، ا.؛ محسنی، م.؛ حقی، ن.، ۱۳۸۹. بررسی سطوح مختلف اسیدآمینه متیونین بر فاکتورهای رشد و ترکیبات بدن بچه فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*). نشریه دامپزشکی (پژوهش و سازندگی)، شماره ۸۹، زمستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۹-۱۲.

سوداگر، م.؛ آذری تاکامی، ق.؛ پانوماریوف، س.؛ محمودزاده، ه.؛ عابدیان، ع.؛ حسینی، س.، ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف بتائین و متیونین به‌عنوان جاذب‌های غذایی بر شاخص‌های رشد و بازماندگی فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso* Linnaeus, 1758). مجله علمی شیلات، شماره ۲، صفحات ۵۰-۴۱.

فکراندیش، ح.؛ عابدیان، ع.؛ متین‌فر، ع.؛ منفرد، ن.؛ دهقانی، ع.، ۱۳۸۵. تاثیر بتائین و متیونین در جیره بر تحریک غذاگیری میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*). مجله امور دام و آبزیان، شماره ۷۳، صفحات ۱۴۱- ۱۳۶.

صالحی، ح.؛ رحمتی، م.؛ ایران، ع.؛ پورعلی فشتمی، ح.؛ حسینی، م.ر.؛ قهرمان‌زاده، م.؛ طلوعی، م.ح.؛ گنجی، ک.؛ بهمنی، م.؛ کریمی، د.، ۱۳۸۸. بررسی اقتصادی پرورش ماهیان خاویاری، گزارش نهایی پروژه موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۶۷ صفحه.

محسنی، م.؛ بهمنی، م.؛ پورعلی، ح.؛ کاظمی، ر.؛ حلاجیان، ع.؛ صالح پور، م.؛ جعفری، ع.، ۱۳۸۹. مطالعه امکان تولید گوشت، خاویار و بچه ماهی از تاسماهیان پرورشی (تاسماهی ایرانی، فیل‌ماهی، شیپ و ازون برون). گزارش نهایی پروژه مصوب موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۳۱ صفحه.

ناطقی شاه رکنی، ا.؛ بهمنی، م. سواری، ا.؛ محسنی، م.؛ پاشا زانوسی، ح.؛ زارع، ر.؛ یونس زاده، م.؛ پیک موسوی، م.، ۱۳۸۶. بررسی اثر احتیاجات اسید آمینه لایزین و تأثیر آن در روند رشد و شاخص‌های تغذیه‌ای بچه فیل‌ماهی (*Huso huso*). دومین کنفرانس سراسری علوم جانوری دانشگاه گیلان، صفحات ۷۹-۷۴.

AOAC (Association of official Analytical Chemists)., 2000. Official methods of analysis. 12th edn.; AOAC, Washington DC.

Abdelghany, A.E.; 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.

Akiyama, T.; 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. UJNR Department of Commerce, Newport, OR, USA, 35-48 pp.

Anderson, J.S.; Lall, S.P.; Anderson, D.M.; McNiven, M., 1993. Quantitative dietary lysine requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fingerlings. Canadian Journal Fish Aquaculture Science, 50: 316-322.

Bai, S.C.; 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.; Lied, E., 1998. Nutrition of Atlantic salmon (*Salmp salar*): the requirement and metabolic effect of lysine. Comparative Biochemistry Physiology Journal, 120: 477-485.

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

Brown, P.B.; Davis, D.A.; Robinson, E.H., 1988. An estimate of the dietary lysine requirement of juvenile

requirements of the tilapia *Sarotherodon mossambicus* for dietary methionine, lysine and arginine in semi-synthetic diets. Aquaculture, 29: 289-297.

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

Kerr, B.J. ; Easter, R.A., 1995. Effect of feeding reduced protein, amino acid supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs, Journal Animal Science, 73:3000-3008.

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

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

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

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

Lovell, T., 1989. Nutrition and Feeding of Fish.Van Nostrand-Reinhold, New York.

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

Meng, H.L.; Robinson E.H., 1998. Effects of supplemented lysine and methionine in low protein diets on weight gain and body composition of young channel catfish *Ictalurus punctatus*. Aquaculture, 163: 297-307.

red drum, *Sciaenops ocellatus*, Journal World Aquaculture Society, 19: 109-112.

Bureau, D.P.; Harris, A.M.; Cho, C.Y., 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 180: 345-358.

Cheng Z.J.; Hardy, R.W.; 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.

El- Dahhar, A.A.; El-Shazly, K., 1993. Effect of essential amino acids (methionine and lysine) and treated oil in fish diet on growth performance and feed utilization of Nile tilapia, *Tilapia nilotica* (L.), Aquaculture Fish Management, 24: 731-739.

El-Haroun, E.; Bureau,D.P., 2007. Comparison of the bioavailability of Lysine in blood meals of various origins to that of L-lysine HCL for Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 263: 402-409.

Espe, A.; Lemme, A.; Petri, A.; 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.; Ogata, H.Y., 1998. Lysine requirement of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* and juvenile red sea bream *Pagrus major*. Aquaculture,161: 131-142.

Hung, S.; Fymn-aikins, F. K.; Lutes, P.B.; Xu, R.P., 1989. Ability of juvenile White Sturgeon (*Acipenser transmotanus*) to utilize different carbohydrate sources. Journal of Nutrition, 119: 727-733.

Hung, S.S.O; Deng, D.F., 2002. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture; Sturgeon *Acipenser* spp. CAB International Publication. Wallingford, UK, 418 pp.

Jackson, A. J.; Capper, B. S.,1982. Investigation into the

catfish. Journal Applied Aquaculture, 1: 1-14.

Robinson, E.H.; Li, M.H., 1994. Use of plant protein in catfish feeds; replacement of soybean meal with cottonseed meal and replacement of fish meal with soybean meal and cottonseed meal. Journal of World Aquaculture Society, 25: 271-276.

Rollin, X., 1999. Critical study of indispensable amino acids requirements of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. PhD Thesis. Universite catholique de Loucain, Louvain, Belgium.

Ronyai, A.; Peteri A.; Radics, F., 1990. Cross breeding of starlet and Lena River' s sturgeon. Aquaculture, 13-18 pp.

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

Sandell, L. J.; Daniel, J.C.,1988. Effect of ascorbic acid on RNA levels in short term chonrocyte cultures. Connect. Tissue Research, 17: 11-22.

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 Applied Ichthyology, 27: 737–742.

Thebault, H.; Alliot, E.; Pastoureaud, A., 1985. Quantitative methionine requirement of juvenile sea bass (*Dicentrachus labrax*). Aquaculture, 50: 75-87.

Viola, S.; Lahav, E., 1991. Effects of lysine supplementation in practical carp feeds on total protein sparing and reduction of pollution. Israeli Journal Aquaculture, 43: 112-118.

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

Walton, M.J.; Cowey, C.B.; Adron, J.W., 1982. Methionine metabolism in rainbow trout fed diets of

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). Aquaculture Research, 44 (3): 378-387.

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

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

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

Oprea, D.; Oprea, L., 2008. The effect of density on bester (*H. huso* × *A. ruthenus*) larvae reared in a super intensive system. Research and Development Center for Fish Culture, Nucet – Dambovita.

Parsons, M.J.; Miller, E.R.; Ku, P.K., 1985. Lysine availability of flash-dried blood meal for swine. Journal Animal Science, 60: 1447-1453.

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

Pourali Foshtomi, H.R.; Yazdani, M.; Yeganeh, H.; Shakorian, M.; Mohseni, M.; Bahmani, M.; Pourkazemi, M., 2009. Larval growth in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) during adaptation period to artificial feed. 6th International Symposium on Sturgeon.Wuhan, Hubei province, Oct. 25-31, China, 153 p.

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

Robinson, E.H., 1991. Improvement of cottonseed meal protein with supplemented lysine in feeds for channel

Academic Press, San Diego, CA, 144-175 pp.

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

Zarate, D.D.; Lovell, R.T., 1997. Bioavailability of free vs. protein-bound lysine in practical diets for young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture, 159: 87-100.

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

Zhang, C.; Ai, Q.; Mai, K.; Tan, B.; Li, H.; Zhang, L., 2008. Dietary lysine requirement of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*, Research Aquaculture, 283: 123-127.

differing methionine and cyctine content. Journal Nutrition, 112: 1525-1535.

Walton, M.J.; Cowey, C.B.; Adron, J.W., 1984. The effect of dietary lysine levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). British Journal Nutrition, 25: 115-122.

Webster, C.D.; Tidwell, J.H.; Goodgame, L.S.; Yancey, D.H.; Mackey, L., 1992. Use of soybean meal and distillers grains with soluble as partial or total replacement of fish meal in diets for Channel catfish, Ictaluris punctatus, Aquaculture, 106: 301-309.

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. (Eds), Fish Nutrition, 3rd ed.