اثرات سطوح مختلف اسیدآمینه گلیسین بر شاخص‌های رشد، غذاگیری، درصد بازماندگی و مقاومت در برابر تنش شوری در ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*)

- **ولی‌اله جعفری***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سعید نورقلی‌پور**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **محمدرضا ایمانپور**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **سیدحسین حسینی‌فر**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

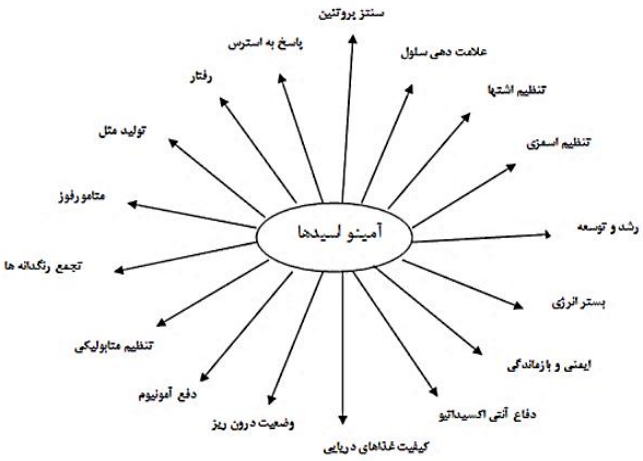
هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثرات اسیدآمینه گلیسین بر شاخص‌های رشد، غذا گیری و درصد بازماندگی در مواجهه با تنش شوری در بچه‌ماهیان ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) بود. به این منظور بچه‌ماهیان با میانگین وزن ۰/۱۸±۱۵/٦٤ گرم به چهار گروه تقسیم شدند و با جیره‌های حاوی صفر (گروه شاهد)، ۰/۵ (تیمار ۱)، ۱ (تیمار ۲) و ۱/۵ (تیمار ۳) درصد گلیسین به‌مدت ٦۰ روز تغذیه شدند و سپس در معرض شوری ۱۵ ppt به‌مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel صورت گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد اسیدآمینه گلیسین اثر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد (وزن نهایی، شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی) نداشت (P>۰/۰۵). درصد افزایش وزن بدن به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر اسیدآمینه گلسین قرار گرفت (P<۰/۰۵). هم‌چنین افزودن اسیدآمینه گلیسین به جیره غذایی باعث افزایش بقاء و مقاومت به تنش شوری در بچه‌ماهیان کپورمعمولی گردید. از این‌رو بر طبق نتایج حاصل از تحقیق حاضر، می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که افزودن اسیدآمینه گلیسین می‌تواند سبب افزایش درصد بقاء و بازماندگی بچه‌ماهیان کپو معمولی در مواجه با تنش شوری گردد.

کلمات کلیدی: گلیسین، کپور معمولی، شاخص‌های رشد، بازماندگی، تنش شوری

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: v.jafari.sh110@gmail.com

مقدمه

آبزی‌پروری به‌لحاظ بهبود سطح کیفی تغذیه جوامع انسانی، سوددهی بالا، کسب درآمدهای ارزی (صادرات) و ایجاد فرصت‌های شغلی در بسیاری از کشورها نقش حیاتی ایفا می‌کند. با این وجود باید اذعان کرد که در حال حاضر ضعف اطلاعاتی در زمینه تغذیه آبزیان پرورشی در ایران چه از نظر علمی و چه از جنبه عملی، کاملاً محسوس است. تغذیه صحیح از مهم‌ترین ارکان موفقیت در صنعت آبزی‌پروری است چرا که حدود ۵۰ درصد هزینه‌ها را شامل شده و از طرف دیگر تضمین کننده بقا، رشد مناسب و سلامت آبزی می‌باشد (Cahu و همکاران، ۲۰۰۳). شواهد اخیر نشان می‌دهد که برخی از اسیدهای امینه غیرضروری و متابولیت‌های آن‌ها در مسیرهای سوخت‌وساز بدن تنظیم‌کننده‌های مهمی هستند، که برای رشد، نگه‌داری، مصرف غذا، استفاده از مواد مغذی، سیستم ایمنی، رفتار و تولیدمثل و هم‌چنین مقاومت به تنش‌های محیطی و ارگانیسم‌های بیماری‌زا در ماهی‌های مختلف لازم است (Wu و همکاران، ۲۰۱۱؛ ۲۰۱۲). مطالعات متعدد در مورد تورین، پرولین، گلوتامین و گلیسین ثابت کرده‌اند که رشد، نمو و سلامت حیوانات آبزی را بهبود بخشیده، که تعاریف مرسوم در اسیدهای امینه ضروری و غیرضروری را برای ماهی و میگو به چالش کشیده‌اند (Li و همکاران، ۲۰۰۹؛ Wang و همکاران، ۲۰۱۳؛ Wu و همکاران، ۲۰۱۱). چند اسید آمینه غیرضروری در پودر ماهی غنی هستند، اما منابع پروتئینی گیاهی کمبود دارند، به‌طوری‌که جیره غذایی بر پایه آرد ذرت یا بر پایه سویا ممکن است به کمبود دچار شود وقتی که سرعت سنتز نمی‌تواند تقاضای سوخت و ساز بدن به برخی از حیوانات برآورده کند (Park، ۲۰۰۶). کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از ماهیان استخوانی و متعلق به خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) است. این ماهی در حوضه‌های دریای مازندران، تجن و تمام حوضه‌های آبریز ایران پراکنش دارد (ستاری، ۱۳۸۲). ماهی کپور یکی از مهم‌ترین ماهیان پرورشی به‌شمار می‌رود. پرورش ماهی کپور به‌علت صرفه‌اقتصادی و گوشت خوشمزه آن در اغلب کشورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۵). افزودن محرک‌های تغذیه‌ای به جیره غذائی ماهیان امکان استفاده از منابع پروتئینی غیرمطلوب و ارزان را برای آبزی‌پروری معنی‌دار می‌سازد (Jobling و همکاران، ۲۰۰۱). متعاقب عمل هضم، اسیدهای آمینه آزاد از روده جذب شده و به‌وسیله جریان خون در دسترس تمام اعضاء و بافت‌های بدن قرار می‌گیرند. نیازهای اسیدآمینه‌ای گونه‌های مختلف ماهی عمدتاً از طریق آزمایش‌های رشد و تغذیه تعیین شده‌اند (Belghit و همکاران، ۲۰۱۴). اسیدهای آمینه آزاد از محرک‌های بویایی و چشایی بوده که می‌توانند باعث افزایش مصرف و نیز سرعت غذاشوند. افزایش سرعت مصرف غذا باعث شده که پلت‌های غذایی مدت کم‌تری در آب بماند و از فروپاشی یا از دست رفتن مواد سازندهٔ آن جلوگیری شود. مواد جاذب و محرک‌های تغذیه‌ای از مهم‌ترین ابزارها برای کاهش پلت غذا بوده که منجر به بهبود تغذیه آغازین و جذابیت غذایی می‌شوند (شکل ۱) (Lee و Meyers، ۱۹۹۵).



شکل۱: وظایف اسیدهای امینه در رشد، توسعه و سلامت ماهی (Li و همکاران، ۲۰۰۹)

گلیسین یکی از ۲۰ اسید آمینه‌ای است که پروتئین می‌سازد. این اسیدآمینه غیرقطبی و آب‌دوست است. گلیسین از نظر ساختمان مولکولی ساده‌ترین اسیدآمینه است و تنها اسیدآمینه‌ای است که در مولکول آن کربن نامتقارن وجود ندارد. این اسیدآمینه برای جوجه ضروری و جهت پستانداران غیرضروری است (ایپکچی، ۱۳۶۷). گلیسین و سرین در درجه اول در کبد و کلیه به‌وسیله آنزیم هیدروکسی متیل ترانسفراز (Hydroxy methyl transferase) و کوآنزیم‌های تتراهیدرو فولات (Tetrahydrofolate) قابل تبدیل هستند. این دو اسیدآمینه در گلوکونئوژنز، سوخت و ساز اسیدآمینه گوگرددار، سوخت و ساز کربوهیدرات‌های یک کربنه و هضم چربی شرکت دارند (Fang و همکاران، ۲۰۰۲) و هم‌چنین به‌عنوان محرک تغذیه‌ای توسط بسیاری از ماهیان مصرف می‌شوند. هم‌چنین تاثیر بتائین بر رشد و بازماندگی لارو ماهی سوف توسط Azimirad و همکاران (۲۰۰۳)، بر ماهی کلمه توسط Fatahi و همکاران (۲۰۰۵) و ماهی سوف توسط Akrami و همکاران (۲۰۱۴) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. Asadi و همکاران (۲۰۱۰) و Niroomand و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر اسیدآمینه بتائین را بر میگوی سفیدهندی (*Fenneropenaeus indicus*) و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) را بررسی نمودند. Yang و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تاثیر اسیدآمینه آلانین

بررشدو بازماندگی ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) پرداختند. از این‌رو با توجه به اهمیت اسیدهای آمینه در آبزی‌پروری، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تاثیر اسیدآمینه گلیسین بر شاخص‌های رشدودرصدبازماندگی در کپورمعمولی(*Cyprinuscarpio*)انجام گردید.

مواد و روش‌ها

جهت انجام آزمایش تعداد ۱۲۰ قطعه بچه ماهی کپورمعمولی تهیه شدند. بچه ماهی‌ها پس از تحویل در مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهید ناصرفضلی‌برآبادی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، به‌مدت ۲ هفته جهت سازگاری با محیط جدید در مخازن پرورشی ذخیره شدند و در این مدت با غذای اکسترود کپور معمولی شرکت بهدانه شمال تغذیه شدند. آنالیز جیره غذایی مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: آنالیز ترکیبات جیره غذایی بهدانه شمال

اجزا	درصد
پروتئین خام	٪۳۳
چربی خام	٪۸
فیبرخام	٪۶
رطوبت	٪۱۰
خاکستر	٪۱۰
فسفر	٪۱

پس از دوره سازگاری، بچه‌ماهی‌ها زیست‌سنجی شدند و با میانگین وزنی ۱/۳۰±۱۵/۶۷گرم و با تراکم ۱۰ عدد بچه‌ماهی در هر مخزن ذخیره سازی شدند.ازحوضچه‌های‌فایبرگلاس فشرده با ابعاد ۱×۱ متر با عمق ۵۰ سانتی‌متر به‌منظور پرورش ماهیان استفاده گردید. حوضچه‌های مذکور به‌میزان ۴۰۰ لیتر آبگیری شدند. برای تامین اکسیژن مناسب درحوضچه‌ها از پمپ‌های هوادهی و سنگ هوا استفاده شد. میانگین وزن ماهیان در هر تیمار در جدول ۲ آورده شده است. این پژوهش با توجه به دوره پرورش (۱۴روز سازگاری و ۶۰ روز پرورش) از تیر ماه تا مهر ماه سال ۱۳۹۵و به‌مدت ۳ ماه در مرکز مذکور انجام شد. میزان غذای داده شده به ماهیان براساس زیست‌سنجی‌های منظم ۳۰ روزه، محاسبه شد. غذادهی به بچه‌ماهی‌ها به‌صورت دستی به‌میزان ۳ درصد وزن بدن و ۲ وعده در روز (صبح و بعد از ظهر) صورت پذیرفت. در طول مدت غذادهی واکنش بچه‌ماهی به پلت‌ها، نحوه مصرف و اشتهای آن به‌طور دقیق بررسی شد. هوادهی آب‌ازطریق‌سنگ‌هوا متصل به کمپرسور مرکزی انجام شد.برای جلوگیری از آلودگی و خارج کردن غذای باقی‌مانده و فضولات، روزانه یک تا دو بار (صبح و عصر) آب حوضچه‌های ونیرو سیفون می‌شد. لازم به ذکر است آب مورد استفاده برای انجام این تحقیق آب شهری بود که جهت کلرزدایی به‌مدت ۲۴ ساعت درون حوضچه‌های ذخیره هوادهی شد. اسیدامینه آزاد مورد استفاده در این تحقیق گلیسین (آمینواستیک اسید) ساخت شرکت سیگما- آلدریخ (Aldrich -Sigma) تهیه گردید.

جدول ۲: میانگین وزن ماهیان در تیمارهای مورد بررسی

تیمار	وزن
شاهد	۱/۲±۱۵/۴۵
گلیسین ۰/۵	۱/۱±۱۵/۵۰
گلیسین ۱	۱/۱±۱۵/۴۰
گلیسین ۱/۵	۱/۲±۱۵/۴۷

اسیدآمینه گلیسین را باتوجه به‌میزان تیمار(۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) با یک درصد ژلاتین مخلوط کرده و به غذا اسپری شد، هم‌چنین ژلاتین جیره شاهد هم اضافه شد تا شرایط مشابهی با سایر جیره‌ها داشته باشد. بعد از اسپری کردن اسیدآمینه بر روی جیره تجاری بهدانه شمال، غذاها در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و سپس دردمای ۴ درجه در یخچال نگه‌داری شدند. غذاها پس از خشک شدن جمع‌آوری شدند و درون پلاستیک‌های‌دربسته شماره‌گذاری‌و تا آخر دوره دردمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (عنایت غلام‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).برای آگاهی از عملکرد جیره غذایی، چگونگی رشد بچه‌ماهیان و تعیین میزان غذای مورد نیاز، بچه‌ماهیان در فواصل زمانی ۳۰ روزه زیست‌سنجی شدند. بدین‌منظور پس از پایین آوردن سطح آب کلیه ماهیان هر تیمار با استفاده از ساچوک صید می‌شدند. بچه‌ماهیان پس ازانتقال به میز زیست‌سنجی با استفاده از ظرف یک‌بار مصرف ۱ لیتری،با ترازویی‌با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردیدند. هم‌چنین طول کل آن‌ها با استفاده از خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. براساس میانگین وزن به‌دست آمده مقدار غذای روزانه هریک از تیمارها محاسبه گردید. لازم به ذکر است که به‌دلیل تحت استرس بودن و امکان وقوع تلفات، غذادهی قبل و بعد از زیست‌سنجی صورت نمی‌گرفت. پس از انجام زیست‌سنجی و قبل از انتقال بچه‌ماهی‌های زیست‌سنجی شده به ونیروها، کلیه شیلنگ‌ها، سنگ‌های هوا و خود ونیروها به‌طور کامل نظافت می‌گردید. درطول دوره آزمایش (۸ هفته) همه روزه بچه‌ماهی‌ها از نظر وضعیت ظاهری به‌صورت چشمی بررسی شدند.مشاهده‌مستقیم بچه‌ماهی‌ها در مخازن جهت نظارت بر حرکات، نحوه شنا، رفتارهای تغذیه‌ای، اشتها، تحرک بیش از حد یا کم تحرکی انجام شد. به‌منظور برررسی چگونگی عملکرد سطوح مختلف اسید آمینه گلیسین در جیره غذایی و مقایسه آن‌ها، داده‌های به‌دست آمده از زیست‌سنجی‌ها براساس فرمول‌های موجود آنالیز شده و برخی از فاکتورهای رشد به‌شرح زیر تعیین گردید (Tacon، ۱۹۹۰):

= نرخ رشد ویژه (درصد)
۱۰۰×(طول دوره پرورش/ (لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی-لگاریتم طبیعی وزن نهایی))

۱۰۰ × (میانگین طول استاندارد۳/میانگین وزن) = ضریب چاقی

میانگین وزن به‌دست آمده/میانگین غذای خورده شده=ضریب تبدیل غذایی

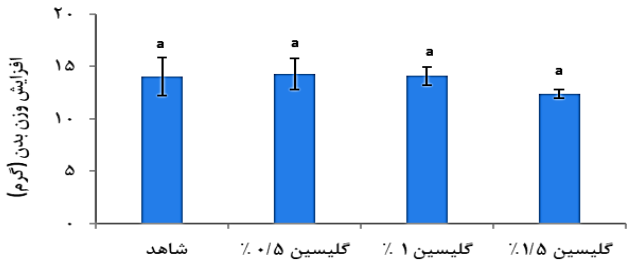
وزن اولیه (میلی‌گرم) - وزن نهایی (میلی‌گرم) = افزایش وزن بدن

۱۰۰ × تعداد اولیه/تعداد نهایی = درصد بقاء

جهت بررسی مقاومت بچه‌ماهی در برابر تنش شوری، در انتهای دوره (هفته هشتم) تعداد ۸ عدد ماهی از هر تکرار به‌صورت تصادفی انتخاب شدندو در معرض شوری ppt ۱۵ به‌مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند. پس از آن میزان مقاومت (درصد بازماندگی=survival rate) بچه‌ماهیان بررسی و ثبت شد (Soleimani و همکاران، ۲۰۱۳). تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس روش آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) انجام‌شدو جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی (Tuky) استفاده شد. اختلاف بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف با سطح اطمینان ۹۵٪ تعیین گردید. برای عملیات آماری از نرم‌افزار SPSS ۱۸ و در محیط ویندوز ۷ انجام شد. تمام داده‌های متن براساس میانگین±انحراف معیار ارائه شدند.

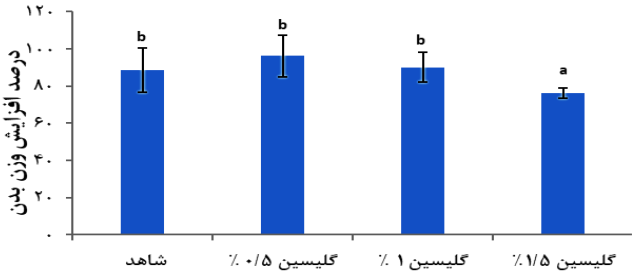
نتایج

نتایج حاصل از تاءثیر سطوح مختلف اسیدامینه گلیسین موجود در جیره غذایی بچه‌ماهیان کپور معمولی بر شاخص‌های رشد و تغذیه در شکل‌های ۱ تا ۵ ارائه شده‌است. از نظر پارامترهای رشد شامل افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، شاخص وضعیت، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت که بیش‌ترین میزان در تیمار ۰/۵ درصد گلیسین در مقایسه با سایر تیمارها بود (P>۰/۰۵). نتایج اثر سطوح مختلف اسیدآمینه گلیسین بر افزایش وزن بدن ماهیان نشان داد بین ۰/۵ درصد و ۱ درصد با تیمار ۱/۵ درصد اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). شکل ۲ افزایش وزن در تیمارهای مختلف گلیسین در بچه‌ماهی کپورمعمولی را نشان می‌دهد. بر طبق نتایج مشخص گردید بیش‌ترین افزایش وزن در تیمار ۰/۵ درصد گلیسین وجود دارد.



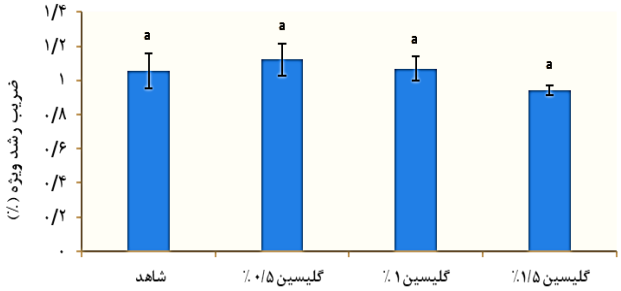
شکل ۲: افزایش وزن بدن (میانگین±انحراف معیار) کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف گلیسین. حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P>۰/۰۵).

نتایج اثر سطوح مختلف اسیدآمینه گلیسین بر درصدافزایش وزن بدن ماهیان نشان داد درصد افزایش وزن در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که کم‌ترین درصد افزایش وزن بدن در تیمار ۱/۵ درصد گلیسین مشاهده شد (P<۰/۰۵). ولی بین تیمار شاهد و تیمار ۰/۵ و ۱ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (شکل ۳).



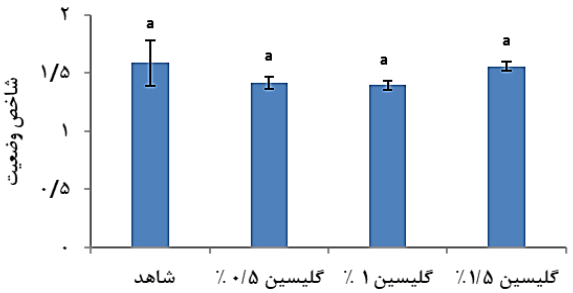
شکل ۳: درصد افزایش وزن بدن (میانگین± انحراف معیار) کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف گلیسین. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

نتایج اثر سطوح مختلف اسیدآمینه گلیسین بر نرخ رشد ویژه نشان داد نرخ رشد ویژه در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). ولی بیش‌ترین میزان آن در تیمار ۰/۵ درصد نسبت به سایر تیمارها بود. شکل ۴ نرخ رشد ویژه در تیمارهای مختلف گلیسین در بچه‌ماهی کپورمعمولی را نشان می‌دهد.

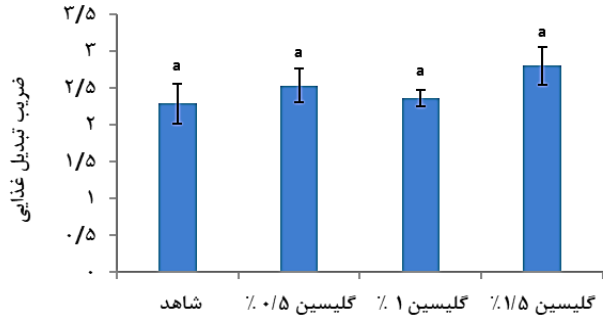


شکل ۴ : نرخ رشد ویژه (میانگین± انحراف معیار) کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف گلیسین. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

نتایج اثر سطوح مختلف اسیدآمینه گلیسین بر شاخص وضعیت نشان داد شاخص وضعیت بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). شکل ۵ افزایش وزن در تیمارهای مختلف گلیسین در بچه‌ماهی کپورمعمولی را نشان می‌دهد. نتایج اثر سطوح مختلف اسیدآمینه گلیسین بر ضریب تبدیل غذایی نشان داد بین تیمارهای تغذیه شده با اسیدآمینه گلیسین و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). شکل ۶ ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای مختلف گلیسین در بچه‌ماهی کپورمعمولی را نشان می‌دهد.



شکل ۵: شاخص وضعیت (میانگین± انحراف معیار) کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف گلیسین. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).



شکل ۶: ضریب تبدیل غذایی(میانگین± انحراف معیار) کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف گلیسین. حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

نتایج استرس شوری: پس از پایان دوره جهت مواجهه با تنش شوری از شوری ۱۵ گرم در لیتر استفاده شد. در ۱۲ ساعت اول تیمار شاهد شروع به تلفات نمود(۵۰درصد)به‌نحوی‌که بعد از بررسی مخازن در طی ۲۴ ساعت تیمار شاهد به‌جز یک عدد در هر مخزن از بین رفت. در سایر تیمارها، تیمار ۱ و ۱/۵ درصد در زمان ۲۴ ساعت دوم شروع به تلفات و در طی ۱۲ ساعت بعدی ماهیان تلفات بالای ۵۰ درصددادند(از هر مخزن بیش از ۵ماهی).اما تیمار ۰/۵ درصد گلیسین تلفات کم‌تری داده به‌صورتی‌که یک مخزن بدون تلفات و مخازن دیگر ۵۰درصد تلفات دادند و در ۲۴ ساعت‌نهایی در تیمارهای ۱ و ۱/۵درصد

جدول ۳: تعداد تلفات بچه‌ماهی کپورمعمولی در مواجهه با تنش شوری

بازماندگی	سطوح گلیسین			
	شاهد	۰/۵ درصد	۱ درصد	۱/۵ درصد
۱۲ ساعت	۳/۶۴±۰/۵۸	۰/۰±۰/۰	۰/۰±۰/۰	۰/۰±۰/۰
۲۴ ساعت	۱/۸۹±۰/۵۸	۲/۶۷±۰/۵۸	۴/۷±۰/۵۸	۳/۶۴±۰/۵۸
۴۸ ساعت	۱۰/±۰/۰	۲/۰±۱/۰	۳/۰±۰/۰	۳/۶۴±۰/۵۸
۷۲ ساعت	۰/۰±۰/۰	۲/۳۳±۴/۰	۰/۰±۰/۰	۰/۰±۰/۰

گلیسین و تیمار شاهد حذف شدند و تیمار ۰/۵ درصد تک مخزن بدون تلفات شروع به تلفات نمود (کم‌تر از ۵۰ درصد: ۳ ماهی) و ۲ مخزن دیگر هم تلفات کامل شد. در روز سوم هم تلفات کامل و تیمار۰/۵ درصد گلیسین نیز حذف شدند. قابل ذکر است که جهت تنش شوری منبع ذخیره آب با شوری ppt ۱۵ به‌طور دقیق و براساس حجم آب و پرت نمک محاسبه و تنش صورت گرفت.

بحث

باتوجه به‌رشدسریع آبزی‌پروری نسبت‌به بخش‌های‌دیگرهم‌چون کشاورزی و دامپروری، نیاز به تولید غذا برای آبزیان پرورشی بالا می‌رود. در کنار این رشد سریع، همواره مشکلاتی را در پیش رو داشته است‌ازجمله می‌توان به‌تغییرات کیفیت‌آب، شیوع بیماری‌ها، مشکلات تغذیه‌ای و هزینه‌های سنگین ساخت غذا اشاره کرد. به گونه‌ای که هزینه‌ساخت غذا به‌عنوان مشکل عمده آبزی‌پروری، گسترش اقتصادی این بخش را در بسیاری از کشورهای جهان تحت تاثیر قرار داده است و همواره راه حل‌هایی نیز برای برطرف کردن این مشکلات ارائه شده است. یکی از این راه حل‌های ارائه شده استفاده از محرک‌های رشد و جاذب‌های غذایی است. از این میان می‌توان به اسیدامینه گلیسین اشاره کرد. همان‌طورکه دربخش‌نتایج نشان داده شده است، در انتهای دوره آزمایش بین تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدآمینه گلیسین (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) از نظر وزن نهایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.درصد افزایش وزن بدن بچه‌ماهیان کپورمعمولی در طول دوره آزمایش به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر اسیدآمینه گلسین قرار گرفت (P<۰/۰۵). از نظر سایر پارامترهای رشد نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت که بیش‌ترین میزان افزایش وزن بدن در تیمار ۰/۵ درصد در جیره در مقایسه با سایر تیمارها بود. علت این امر را می‌توان این‌گونه بیان نمود که از یک‌سو ممکن است جیره آزمایشی پایه مورد استفاده در تحقیق حاضر مطلوب نبوده است و از سوی دیگر این امر را می‌توان به موثر نبودن مقادیر اسیدآمینه گلیسین که در تحقیق حاضر به‌کار گرفته شده است، نسبت داد که هم‌راستا با بررسی پیک‌موسوی و همکاران (۱۳۸۹) می‌باشد که اعلام کردند که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف متیونین در شاخص‌های درصد افزایش وزن بدن، بازده پروتئین، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و شاخص کبدی مشاهده نشد. آنالیز ترکیبات لاشه فیل‌ماهیان حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف بود و تیمار حاوی متیونین ۱/۵ درصد بهترین نتیجه را به‌دست آورد. نتایج حاصل بر اهمیت نقش اسیدهای آمینه ضروری بر روند شاخص‌های کیفی رشددربچه‌فیل‌ماهیان (*Huso huso*) پرورشی تاکیددارد.هم‌چنین پورعلی‌فشتمی‌وهمکاران(۱۳۹۲)نیزاعلام‌نمودندکه هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در بازماندگی بچه تاس‌ماهیان ایرانی *Acipenser persicus*

تغذیه شده با سطوح مختلف متیونین و لایزین و گروه شاهد مشاهده نگردید. از سوی دیگر، جباری و همکاران (۱۳۹۶) نیز عدم تاثیر بتائین بر رشد و بازماندگی در برابر استرس را در بچه ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) گزارش نمودند. Gan و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی نشان دادند که افزودن اسیدهای آمینه لایزین و متیونین در جیره ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) با سطوح مختلف پروتئین باعث بهبود عملکرد رشد و کارایی تغذیه می‌شود. از طرف دیگر Virtannen و Hole (۱۹۹۴) نشان دادند که افزودن بتائین به جیره قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*) بیش‌ترین رشد در سطح ۱ درصد بتائین در ماهیان می‌شود. هم‌چنین نتایج حاصل از رشد و استفاده از غذا در میگوی سفید اقیانوس آرام (*Litopenaeus vannamei*) جوان تغذیه شده با سطوح گلیسین مختلف نشان داده شده است که درصد افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، فاکتور وضعیت (CF) و شاخص کبدی (HSI) در سطوح گلایسین غذایی از ۲/۲۶٪ به ۲/۵۸٪ به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. با این‌حال، همه آن‌ها با افزایش بیش‌تر در سطوح گلایسین کاهش یافته‌است. بازماندگی، کارایی تغذیه (FE=Feed efficiency) و نسبت کارایی پروتئین (PER= Protein efficiency ratio) با سطوح گلیسین رژیم غذایی به‌طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار نگرفته‌اند که‌با‌بررسی مذکور که‌درصدبازماندگی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد (P>۰/۰۵) هم‌خوانی دارد. تحقیقات در انسان نشان داده است که گلیسین نیز نقش مهمی در کنترل عملکرد هیپوتالاموس- هیپوفیز و آزاد شدن هورمون رشد دارد (Eklund و همکاران، ۲۰۰۵). تاکنون هیچ‌گونه بررسی علمی در زمینه کاربرد اسیدآمینه گلیسین درجیره غذایی ماهی کپورمعمولی و تعیین اثرات‌آن بر رشد و بازماندگی به‌عمل نیامده است. هم‌چنین تأثیر دیگر اسیدهای‌آمینه‌نظیربتائین درکاهش مرگ و میر دربرابراسترس‌شوری و دما در میگوی سفید هندی (*Fenneropenaeus indicus*) (Asadi و همکاران، ۲۰۱۰) و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) (Niroomand و همکاران، ۲۰۱۱) به‌اثبات رسیده است. در تحقیق انجام شده توسط Yang و همکاران (۲۰۱۰) مشخص گردید افزایش سطوح اسیدآمینه آلانین در جیره غذایی سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش رشد و بازماندگی در ماهی کپورعلف‌خوار (*Ctenopharyn godonidella*) گردیده است. هم‌چنین تاثیر بتائین بر رشد و بازماندگی لاروماهی‌سوف‌توسط Azimirad و همکاران (۲۰۱۳)، ماهی کلمه توسط Akrami و همکاران (۲۰۱۴) و ماهی کلمه توسط Fatahi و همکاران (۲۰۱۵) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. این محققین بیان نمودند بتائین تاثیر معنی‌داری بر رشد و بازماندگی ماهیان مورد مطالعه نداشته است. به‌طوری‌که در تحقیق حاضر نیز گلیسین تاثیر معنی‌داری بر رشد ماهیان نداشت ولیکن بازماندگی در برابر استرس شوری را افزایش داد. از سوی دیگر Mohseni و همکاران (۲۰۱۶) اذعان نمودند استفاده از جیره غذایی دارای حداقل ۱/۵ و حداکثر ۲ درصد بتائین منجر به‌رشدمطلوب‌ومناسبی‌در بچه‌فیل‌ماهی پرورشی شده است. دلیل این اختلاف درنتایج به‌دست آمده را می‌توان به تفاوت در نوع گونه، اندازه، سن، شرایط محیطی و بهداشتی، نوع جیره، سطوح مختلف اسیدآمینه مورد بررسی، نوع جاذب غذایی و قابلیت دسترسی آن برای گونه آبزی و طول دوره پرورش نسبت داد. افزایش بازماندگی تحت تنش شوری در این مطالعه می‌تواند نشان دهنده‌وضعیت سلامت یا ایمنی بهتر در تیمارهای اسیدآمینه گلیسین باشد. در مجموع نتایج بررسی حاضر نشان داد که اسیدآمینه گلیسین سبب افزایش معنی‌دار مقاومت در برابر تنش شوری در بچه‌ماهی کپور معمولی شد که قابل توجه است و نیازمند مطالعات بیش‌تر جهت مشخص شدن تاثیر گلیسین بر افزایش ایمنی و مقاومت ماهیان در مواجه شدن با تنش‌های مختلف می‌باشد که در مطالعات انجام شده تأثیر بتائین در کاهش مرگ و میر در برابر استرس شوری و دما در میگـوی سفیدهندی (*Fenneropenaeus indicus*)(Asadiو همکاران، ۲۰۱۰)، ماهی قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*) (Niroomand و همکاران، ۲۰۰۶؛ Polat و Beklevik، ۱۹۹۹؛ Virtannen و همکاران، ۱۹۹۸) به‌اثبات رسیده است. درحالی‌که ۱۲ ساعت پس از تنش شوری ppt ۱۵، کم‌ترین تلفات متعلق به تیمارهای ۰/۵و بیش‌ترین تلفات متعلق به تیمارهای شاهد بود. ۲۴ ساعت پس از تنش شوری تلفات گروه شاهد به ۱۰۰ درصد رسید. پس از ۷۲ ساعت میزان تلفات در تمامی گروه‌ها به ۱۰۰ درصدرسیدو فقط مدت‌زمانی‌که میزان تلفات به ۱۰۰ درصد برسد در گروه‌های مختلف متفاوت بود، به‌طوری‌که گروه شاهد زودتر از سایر گروه‌ها (۲۴ساعت) و تیمارهای ۰/۵ درصد بیش‌ترین مدت زمان ماندگاری (۷۲ ساعت) در این شوری را نشان دادند. تحقیق حاضر نشـان داد گلیسین به‌عنوان یک مکمل تغذیه‌ای می‌تواند تحمل ماهی را نسبت به استرس شوری افزایش دهد. Hoseini و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر تریپتوفان در کنترل استرس اسمزی ماهی‌کپور گزارش دادندکه تریپتوفان می‌تواند تحمل ماهیان را نسبت به تغییرات شوری افزایش دهد. هم‌چنین اثر تریپتوفان جیره بر تنظیم اسمزی بچه‌ماهیان کپور، گزارش کردند که گروه‌های تغذیه شده با تریپتوفان، مقاومت بالاتری نسبت به بالارفتن شوری داشتند.

تحقیق انجام‌شده یک‌تحقیق مقدماتی‌بوده که نیازمند تحقیقات بیش‌تر در زمینه کاربرد استفاده از اسیدآمینه گلیسین در جیره غذایی ماهیان می‌باشد. در مجموع نتایج مطالعه حاضر حاکی از این بود که اسیدآمینه گلیسین در سطوح مورد مطالعه و با این جیره غذایی و در مدت‌زمان استفاده‌شد، تاثیری برشاخص‌های رشد به‌جز درصد افزایش وزن بدن بچه‌ماهی کپورمعمولی نداشت. به‌طوری‌که سطوح

پایین‌تر اسیدآمینه گلسین درصد افزایش وزن بدن بهتری را نشان دادند. از این‌رو پیشنهاد می‌گردد مطالعات بیش‌تری در زمینه‌های اعمال اسیدهای آمینه روی مواردی نظیر بررسی اثرات ایمنی‌زایی اسیدآمینه گلیسین در پرورش لارو ماهیان، بررسی مخلوطی از اسید آمینه مذکور با دیگر اسیدهای آمینه بر رشد، ایمنی و فاکتورهای خون‌شناسی ماهی کپورمعمولی و غنی‌سازی روتیفر یا آرتمیا با اسید آمینه گلیسین و تاثیر آن بر فیزیولوژی، ایمنی و رشد لارو ماهیان انجام گردد.

منابع

۱. **ایپکچی، م.، ۱۳۶۷.** زیست‌شیمی عمومی. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی (مشهد). جلد۲. ۴۷۲ صفحه .

۲. **پورعلی‌فشتمی، ح.ر.؛ یزدانی‌ساداتی، م.ع.؛ پیکران‌مانا، ن.؛ حافظیه، م. و دروی‌قاضیانی، س.، ۱۳۹۲.** بررسی اثرات اسیدهای آمینه متیونین و لایزین بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی بچه تاس‌ماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله اقیانوس‌شناسی. دوره ۱۶، شماره ۴، صفحات ۶۳ تا ۷۵.

۳. **پیک‌موسوی، م.؛ بهمنی، م.؛ سواری، ا.؛ محسنی، م. و 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، صفحات ۱۲ تا ۱۹.

۴. **جباری، ا.؛ اکرمی، ر. و چیت‌ساز، ح.، ۱۳۹۶.** اثر بتائین به‌عنوان جاذب غذا بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب شیمیایی بدن و مقاومت به استرس در بچه‌ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۲۶، شماره ۱، صفحات ۸۳ تا ۹۳.

۵. **عنایت‌غلام‌پور، ط.؛ جعفری، و.؛ ایمانپور، م.ر. و کلنگی‌میاندره، ح.، ۱۳۹۵.** تأثیر عصارهٔ هیدروالکلی گیاه پنج انگشت (*Vitex agnus castus* L.) بر شاخص‌های رشد و نرخ بقاء در گورخر ماهی (*Danio rerio*). یافته‌های نوین در علوم زیستی. سال ۳، شماره ۴، صفحات ۲۶۹ تا ۲۷۸.

۶. **وثوقی، غ. و مستجیر، ب.، ۱۳۸۵.** ماهیان آب‌شیرین. چاپ هفتم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۷ صفحه.

۷. **Akrami, R.; Chitsaz, H.; Dashtian, S. and Razeghi, M., 2014.** Single or combined effects of inulin and mannan oligosaccharide supplements on the growth performance, survival, body composition and salinity resistance of Kutum (*Rutilus frisii kutum*) fry. Fisher. Scie. and Technol. Vol. 2, No. 3, pp: 17-29.

۸. **Asadi, M.; Azari-Takami, G.H.; Sajjadi, M.; Moezi, M. and Niroomand, M., 2010.** The effects of enriched Rotifers with Betaine and Concentrate diet supplemented by Betaine on the growth, survival and stress-resistance in Indian white shrimp larvae (*Fenneropenaeus indicus*). Iranian journal of fisheries. Vol. 3, pp:1-10.

۹. **Azimirad, M.; Farhangi, M.; Mojazi-Amiri, B.; Effatpanah, I. and Mansouri Taee, H., 2013.** Effects of different levels of betaine supplementation in diet on growth, feed efficiency indices and survival rate of pikeperch (*Sander luciopreca*) larvae. Iranian journal of fisheries. Vol. 66, No. 3, pp: 347-358.

۱۰. **Belghit, I.; Skiba-Cassy, S.; Geurden, I.; Dias, K.; Surget, A.; Kaushik, S.; Panserat, S. and Seiliez, I., 2014.** Dietary methionine availability affects the main factors involved in muscle protein turnover in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Brit. J. of Nutri. Vol. 112, pp: 493-503.

۱۱. **Cahu, C.L.; Zambonino Infante, J.L. and Barbosa, V., 2003.** Effect of dietary phospholipid level and phospholipid: neutral lipid value on the development of seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet. British Journal of Nutrition. Vol. 90, pp: 21-28.

۱۲. **Eklund, M.; Bauer, E.; Wamatu, J. and Mosenthin, R., 2005.** Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. Nutr. Res. Rev. Vol. 18, pp: 31-48.

۱۳. **Fang, Y.Z.; Yang, S. and Wu, G., 2002.** Free radicals, antioxidants, andnutrition. Nutrition. Vol. 8, pp: 872-879.

۱۴. **Fatahi, S.; Sudagar, M.; Mazandarani, M. and Khani, F., 2015.** Growth, feeding factors and the effect of salinity stress on thesurvival rate on roach (*Rutilus rutilusca spicus*) juveniles fed with different levels of betaine and tryptophan. Iranian journal of fisheries. Vol. 4, No. 2, pp: 65-77.

۱۵. **Gan, L.; Lio, Y.J.; Tian, L.; Yang, H.; Yue, Y.; Chen, Y.; Liang, J.J. and Liang, G.Y., 2012.** Effect of dietary protein reduction with lysine and methionnine supplementation on growth performance, body composition and total ammonia nitrogen excretion of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Aquaculture Nutrition. Vol. 18, pp: 589-598.

۱۶. **Hoseini, S.M.; Hosseini, S.A. and Soudagar, M., 2010.** Dietary tryptophan changes serum stress markers, enzyme activity, and ions concentration of wild common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to ambient copper. Fish Phys. and Biochem. Vol. 38, pp: 1419-1426.

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

۱۸. **Lee, P. and Mayers, S., 1996.** Chemoattraction and feeding stimulation in crustaceans. Aquaculture Nutrition. Vol. 2, pp: 157-164.

۱۹. **Li, P.; Mai, K.; Trushenski, J. and Wu, G., 2009.** New developments infish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino Acids. Vol. 37, pp: 43-53.

۲۰. **Mohseni, M.; Pourkazemi, M.; Seyed Hassani, M. and Pourali, H., 2016.** Effects of different dietary betaine supplementation levels on the growth, carcass compositions and some haematological- biochemical parameters of the blood serum in juvenile beluga (*Huso huso*). J. jair. Gonbad. Vol. 4, No. 3, pp: 65-80.

۲۱. **Niroomand, M.; Sajjadi, M.; Yahyavi, M.; Asadi, M., 2011.** The impact of different levels of Betaine on growth factors of ration, survival, the chemical composition of the body and the resistance of the rainbow trout (*Oncorhynchos mykiss*) fry. Iran. J. of fisher. Vol. 1, pp: 135-146.

۲۲. **Park, B., 2006.** Amino acid imbalance-biochemical mechanism and nutritional aspects. Asian Australas.J. Anim. Sci. Vol. 19, pp: 13-21.

۲۳. **Polat, A. and Beklevik, G., 1999.** The importance of betaine and some attractive substances as fish feed additives, In: Feed Manufacturing in the Mediterranean Regiaon: Recent

Advances in Research and Technology Zaragoza (Brufu, J. and Tacon, A., eds), Ciheam, Iamz, Spain. pp: 217-220.

۲۴. **Soleimani, N.; Hoseinifar, S.H.; Merrifield, D.L.; Barati, M. and Abadi, Z.H., 2013.** "Dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) improves the innate immune response, stress resistance, digestive enzyme activities and growth performance of caspian roach (*Rutilus rutilus*) Fry." Fish and Shellfish Immunology. Vol. 32, No. 2, pp: 316-321.

۲۵. **Tacon, A.G., 1990 .** Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Feeding Methods. Agent Laboratories Press, Redmond. Taoka. 30 p.

۲۶. **Virtannen, E.; Hole, R.; Resink, J.W.; Slinning, K.E. and Junnia, M., 1994.** Betaine/ amino acid additive enhances the seawater performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed standard fish-meal- based diets. Aquaculture. Vol. 124, No. 22, pp: 17-28.

۲۷. **Wang, W.; Wu, Z.; Dai, Z.; Yang, Y.; Wang, J. and Wu, G., 2013.** Glycine metabolism in animals and humans: implications for nutrition and health. Amino Acids. Vol. 1, No. 15, pp: 1-14.

۲۸. **Wu, G.; Bazer, F.W.; Burghardt, R.C.; Johnson, G.A.; Kim, S.W.; Knabe, D.A.; Li, P.; Li, X.; McKnight, J.R. and Satterfield, M.C., 2011.** Proline and hydroxyproline metabolism: implications for animal and human nutrition. Amino Acids. Vol. 40, pp: 1053-1063.

۲۹. **Wu, G.; Wu, Z.; Dai, Z.; Yang, Y.; Wang, W.; Liu, C.; Wang, B.; Wang, J. and Yin, Y., 2012.** Dietaryrequirements of nutritionally non-essential amino acids by animals and humans. Amino Acids. Vol. 1, No. 7, pp: 15-24.

۳۰. **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*). Americ. J. Agri. and Biol. Scie. Vol. 5, No. 2, pp: 222-227.