بررسی تاثیر سطوح مختلف اسیدآمینه ال-آرژنین بر شاخص‌های رشد و مقاومت بچه‌ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) در مواجهه با تنش شوری

- **ولی‌اله جعفری***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **اسلام بحری**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **محمد مازندرانی**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **عباسعلی حاجی بگلو**: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

چکیده

آرژنین یکی از اسیدهای آمینه‌ای است که تأثیر آن بر بهبود رشد و سیستم ایمنی انسان و بسیاری از حیوانات، همواره موردتوجه محققان بوده است. در تحقیق حاضر تأثیر اسیدآمینه آرژنین بر شاخص‌های رشد و مقاومت درمواجهه با تنش شوری در ماهی کپورمعمولی مورد بررسی قرارگرفته است. به این منظور ماهیان به چهار تیمار (هر تیمار با سه تکرار) تقسیم شدند و با جیره‌های غذایی شامل مقدار آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد، به‌مدت ۶۰ روز تغذیه شدند. در طی این مدت ماهی‌ها سه بار زیست‌سنجی شدند.آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با مقایسه میانگین تیمارها در قالب طرح کاملاً تصادفی به کمک آزمون دانکن صورت گرفت ($P<0/05$). مطابق نتایج به‌دست آمده اسیدآمینه آرژنین بر ضریب تبدیل غذایی (FCR)، افزایش وزن بدن (BWG) و درصد افزایش وزن (BWG%) بدن کپور ماهیان، تأثیر معنی‌داری داشت ($p<0/05$) به‌طوری‌که در تیمارهای آزمایشی افزایش وزن و کاهش ضریب تبدیل غذایی مشاهده گردید ($P<0/05$)، با این‌حال شاخص‌های فاکتور وضعیت (CF)، شاخص رشد ویژه (SGR) و درصد بازماندگی (SR%)، اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ($p>0/05$). نتایج اعمال تنش شوری بر تیمارهای مختلف نشان داد که وجود اسیدآمینه آرژنین در جیره غذایی کپور ماهیان می‌تواند تأثیر چشمگیری بر مقاومت و بقای آن‌ها داشته باشد به‌طوری‌که تیمارهای تغذیه شده با ۱/۵ و ۲ درصد آرژنین در طی ۷۲ ساعت تلفاتی نداشت.بنابراین برطبق نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر، استفاده از جیره غذایی حاوی ۲ درصد اسید آمینه ال‌آرژنین جهت دستیابی به افزایش وزن ماهی کپورمعمولی پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: اسیدآمینه، آرژنین، ماهی کپور معمولی، شاخص‌های رشد، نرخ بقاء، استرس شوری

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

مقدمه

در پرورش ماهی، غذا، با توجه به این‌که درصد بالایی از هزینه‌ها را شامل می‌شود، فاکتور بسیار مهمی در رشد و تولید ماهی محسوب می‌شود. هم‌چنین در جیره غذایی آبزیان پروتئین از مواد مغذی بسیار مهم‌به‌شمار می‌رود. پروتئین‌ها بخش اصلی اعضای بدن، بافت‌های نرم و مایعات بدن را تشکیل می‌دهند (Halver و همکاران، ۱۹۸۹). پروتئین‌ها مواداصلی در بافت‌های ماهیان می‌باشند که حدود ۷۵-۶۵ درصد از کل وزن بدن (ماده خشک) را شامل می‌شوند (Kahu و همکاران، ۲۰۰۳). کمبود پروتئین تأثیر زیادی بر رشد آبزی دارد، بنابراین پروتئین یک ترکیب بسیار مهم در جیره غذایی ماهیان می‌باشد و تعیین احتیاجات پروتئینی برای به‌دست آوردن بیش‌ترین رشد، اولین گام در جهت دستیابی به یک غذای کم هزینه و مؤثر در رشد ماهی است (Moore و همکاران، ۲۰۰۸). باگذشت دهه‌ها، آبزی‌پروری جهانی و تقاضا برای آن سرعت فزاینده‌ای داشته است مانند قیمت و رقابت برای علوفه و خوراک با ارزش آبزیان. با رشد فزاینده در استفاده از منابع پروتئینی برای تهیه خوراک آبزیان با صرف نظر از پودر ماهی، وجود سطح پایدار غذای دریافتی، ضریب تبدیل غذایی مثل نرخ رشد و بازماندگی در ماهیان حائز اهمیت است. پودر ماهی با وجود تولید ثابت جهانی و تغییر در کیفیت و ترکیب آن با تغییر فصل و منطقه جغرافیایی و نگرانی به‌عنوان ناقل آلودگی به‌عنوان منبع اصلی و ایده‌آل پروتئین برای موجودات آبزی مطرح شده‌است (Trushenski و همکاران، ۲۰۰۶). پودر ماهی به‌دلیل این‌که یک منبع متعادل از اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی است، از منابع اصلی پروتئین خوراکی در غذاهای فرموله تجاری برای گونه‌های ماهیان گوشت‌خوار محسوب می‌شود. با گسترش صنعت آبزی‌پروری، تقاضا برای پودر ماهی جهت تغذیه آبزیان افزایش یافت و عرضه نامتعادل و افزایش قیمت پودر ماهی، سبب استفاده از منابع پروتئین گیاهی ارزان‌تر در فرمولاسیون جیره شد. منابع پروتئین گیاهی به‌دلیل ناکارآمد بودن ترکیب اسیدهای آمینه ضروری، هنگامی‌که در فرمولاسیون جیره جایگزین پودرماهی می‌شوند باعث کاهش رشد و کارایی تغذیه می‌گردند. منبع پروتئین گیاهی نسبت به پودر ماهی به‌دلیل حضور فاکتورهای ضدتغذیه‌ای و عدم‌داشتن پروفایل اسیدآمینه ضروری کافی برای تغذیه موجودات آبزی از اهمیت کم‌تری برخوردار است. به‌طورکلی افزایش استفاده از منابع پروتئین گیاهی در غذای ماهی به‌دلیل گران بودن و در دسترس‌نبودن پودرماهی، سبب ضرورت استفاده از مکمل‌های غذایی اسیدهای آمینه در جیره غذایی آبزیان شد. مکمل غذایی اسیدآمینه یا مشتقات غذایی به‌عنوان پیش‌ساز متابولیسم و یا ترکیبی از این دو، راه‌های جدیدی را برای تهیه غذاهایی با اسیدهای آمینه متعادل ایجاد می‌کنند که می‌تواند اثرات زیست‌محیطی را بر موجودات آبزی جبران کند، عملکرد رشد را بهبود دهد و باعث سودآوری صنعت آبزی‌پروری گردد (Li و همکاران، ۲۰۰۹). در نتیجه در امر تغذیه افزودن اسیدهای آمینه آزاد به جیره غذایی فرموله شده آبزی به‌ویژه در مورد جایگزینی منبع پروتئین گیاهی به‌جای پودر ماهی و دیگر مکمل‌های پروتئین جانوری به یک عمل رایج تبدیل‌شده است (Zhou و همکاران، ۲۰۱۵). کیفیت پروتئین و ترکیب اسیدهای آمینه جیره دو فاکتور مهم اثرگذار بر روی رشد ماهیان می‌باشند. پروتئین جیره‌های غذایی که حتی فقط یک نوع اسیدآمینه ضروری را نداشته باشد برای رشد کافی نمی‌باشند (پورعلی‌فشتمی و همکاران، ۱۳۹۳). جایگزینی جزئی یا کلی پودرماهی در جیره آبزیان نشان‌دهنده مزایای مهم ازلحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی است. یکی از مزایای پودر ماهی در مقایسه با منابع پروتئینی گیاهی تعادل اسیدآمینه تشکیل‌دهنده آن است. گرچه مکمل اسیدآمینه ضروری (EAA) در یک جیره غذایی با پودر ماهی پایین رشد حیوانات آبزی را بهبود می‌بخشد، پودر ماهی را هنوز هم نمی‌توان با موفقیت جایگزین کرد و عوامل دیگر را باید درنظر گرفت (Shi و همکاران، ۲۰۱۴). به‌دنبال هضم غذا، اسیدهای آمینه آزاد حاصل از تجزیه پروتئین‌ها از جدار روده جذب می‌شوند و به‌وسیله جریان خون در اختیار بافت‌ها قرار می‌گیرد. مقدار ازت مواد پروتئینی به‌طور نسبی ثابت بوده و ۱۶ درصد می‌باشد. اسیدهای آمینه دوراه مختلف را طی می‌کنند. در درجه‌اول ممکن است به پروتئین‌های مورد نیاز برای رشد بدن تبدیل شوند (مسیر آنابولیسم) و یادر صورت کافی نبودن انرژی جیره غذایی، فعالیت‌های حیاتی ماهی به‌عنوان منبع تولید انرژی به‌کار روند (مسیر کاتابولیسم). اسیدآمینه آرژنین واجد نقش بسیار مهم تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی می‌باشد و در رژیم تغذیه‌ای بسیاری از گونه‌های ماهیان ضروری می‌باشد. در عین‌حال آرژنین یکی از پرکاربردترین اسیدهای آمینه در سلول‌های حیوانی است که نه‌تنها به‌عنوان پیش‌ساز برای سنتز پروتئین‌ها عمل می‌نماید، بلکه هم‌چنین برای سنتز پلی‌آمین‌ها، گلوتامات و کراتین نیز عمل می‌کند (جهانیان، ۱۳۸۹). از این رو با توجه به اهمیت وجود اسیدهای آمینه و به‌ویژه اسیدآمینه آرژنین در جیره غذایی ماهیان، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر اسیدآمینه آرژنین در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و درصد بازماندگی در کپور معمولی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌مدت ۲ماه (۸ هفته) در مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهیدناصر فضلی‌برآبادی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. جهت انجام آزمایش بچه‌ماهیان از کارگاه تکثیر سیجوال شهرستان بندرترکمن خریداری شد و پس از انتقال

به مرکز تحقیقات به‌مدت یک هفته سازگاری با محیط انجام شد. از هفته دوم غذادهی با جیره‌های حاوی سطوح مختلف اسیدآمینه ال-آرژنین (۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) انجام شد. در این آزمایش تعداد ۱۳۲ قطعه ماهی با وزن ۱۵ گرم در ۱۲ حوضچه با تراکم ۱۱ عدد در هر حوضچه قرار داده شد. اسیدآمینه مورد استفاده در این تحقیق ال- آرژنین می‌باشد که از شرکت داروسازی ماس گلوبال نوتریشن کانادا تأمین شد. جیره تجاری که شامل ۳۳ درصد پروتئین خام، ۸ درصد چربی خام، ۶ درصد فیبرخام، ۱۰ درصد رطوبت، ۱۰ درصد خاکستر و ۱ درصد فسفر می‌باشد، استفاده شد. اسید آمینه آرژنین را با توجه به درصد نیاز هر تیمار (۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) با یک درصد ژلاتین مخلوط کرده و به غذا اسپری شد، هم‌چنین ژلاتین به جیره شاهد هم اضافه شد تا شرایط مشابهی با سایر جیره‌ها داشته باشد. بعد از اسپری کردن اسیدآمینه بر روی جیره تجاری، غذاها در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و سپس در دمای ۴ درجه در یخچال نگه‌داری شدند. غذاها پس از خشک شدن جمع‌آوری شدند و درون پلاستیک‌های دربسته شماره‌گذاری و تا آخر دوره در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. غذادهی به‌میزان ۳ درصدوزن میانگین هر تانک‌صورت گرفت. در ماه اول وزن میانگین مطابق زیست‌سنجی اولیه محاسبه شد و در ماه دوم زیست‌سنجی دیگری جهت تعیین میانگین وزنی و مقدار غذای لازم صورت گرفت. هوادهی آب از طریق سنگ هوا 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 تانک‌ها سیفون می‌شد. لازم به‌ذکر است آب مورداستفاده برای انجام این تحقیق آب شهری بود که جهت کلرزدایی به‌مدت ۲۴ ساعت درون تانک‌های‌ذخیره هوادهی شد. بچه‌ماهی‌ها براساس میزان آرژنین موجود در جیره غذایی به ۴تیمار دسته‌بندی شدند. جیره غذایی تیمار یک جیره تجاری با ۱/۵ درصد آرژنین، تیمار دو ۲ درصد آرژنین، تیمار سه ۲/۵٪ آرژنین و تیمار شاهد ۰ درصد آرژنین می‌باشد. هر تیمار شامل سه تکرار بوده و در هر تکرار تعداد ۱۱ بچه‌ماهی قرار گرفت. به‌منظور بررسی چگونگی عملکرد سطوح مختلف اسیدآمینه آرژنین در جیره غذایی و مقایسه آن‌ها، داده‌های به‌دست آمده از زیست‌سنجی‌ها براساس فرمول‌های موجود آنالیز شده و برخی از فاکتورهای‌رشد به‌شرح زیر تعیین گردید (Bekan و همکاران، ۲۰۰۶).

= 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

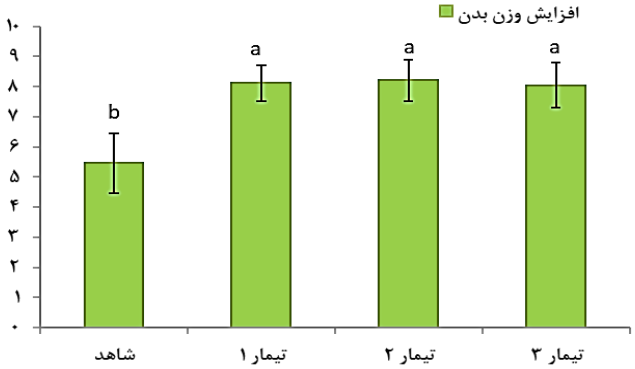
وزن نهایی (میلی گرم) - وزن اولیه (میلی گرم) = افزایش وزن بدن

۱۰۰ × تعداد اولیه/تعداد نهایی = درصد بقاء

تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس روش آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) انجام شد و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن (Duncan) 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 بر اساس میانگین±انحراف معیار ارائه شدند.

نتایج

میزان افزایش وزن بدن تیمارهای شاهد، یک، دو و سه، تغذیه‌شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به‌ترتیب برابر با ۵/۴۶، ۸/۱۲، ۸/۲۱ و ۸/۰۵ می‌باشد. افزایش وزن تیمارهای تغذیه‌شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین رشد مربوط به تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین می‌باشد. افزایش وزن تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به نسبت تیمار شاهد معنی‌دار می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵). در شکل ۱ نمودار مقایسه افزایش وزن تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده‌شده است.



شکل ۱: نمودار افزایش وزن (میانگین±انحراف معیار) کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p>$۰/۰۵)

تأثیر اسیدآمینه آرژنین بر نرخ رشد ویژه ماهی کپور: نرخ رشد ویژه تیمارهای شاهد، یک، دو و سه، تغذیه‌شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به‌ترتیب برابر با ۰/۸۳، ۰/۹۶، ۱/۰۱ و ۰/۹۹ می‌باشد. با وجود این‌که نرخ رشد ویژه تیمارهای تغذیه‌شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین نرخ رشد ویژه مربوط به تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین می‌باشد، ولی اختلاف داده‌ها در تیمارهای۱ ،۲ و۳ به نسبت تیمار شاهد معنی‌دار نمی‌باشد ($p>$۰/۰۵). در شکل ۲ نمودار مقایسه نرخ رشد ویژه تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

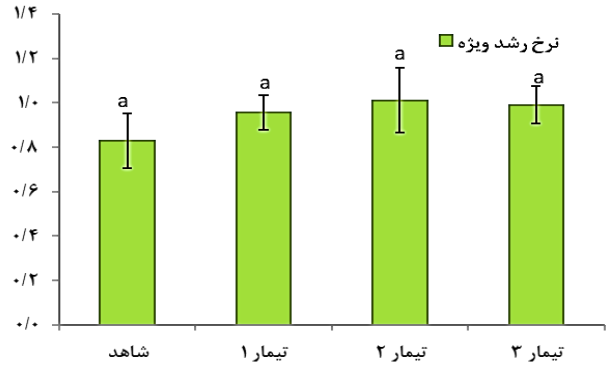
تأثیر اسیدآمینه آرژنین بر درصد افزایش وزن بدن ماهی کپور: درصد افزایش وزن بدن تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳، تغذیه شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به‌ترتیب برابر با ۶۴/۶۶، ۷۷/۶۶، ۸۳/۹۷ و ۸۱/۴۱ می‌باشد. بر طبق نتایج بیش‌ترین درصد افزایش وزن بدن مربوط به تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین می‌باشد. افزایش وزن تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به نسبت تیمار شاهد معنی‌دار می‌باشد ($p\leq$۰/۰۵). در شکل ۳ نمودار مقایسه درصد افزایش وزن تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده‌شده است.

تأثیر اسیدآمینه آرژنین بر فاکتور وضعیت ماهی کپور: میزان فاکتور وضعیت تیمارهای شاهد، یک، دو و سه، تغذیه‌شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به‌ترتیب برابر با ۱/۳۴، ۱/۳۷، ۱/۳۸ و ۱/۳۸ می‌باشد. فاکتور وضعیت تیمارهای تغذیه‌شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین فاکتور وضعیت مربوط به تیمارهای ۲ و ۳ با ۲ و ۲/۵ درصد آرژنین می‌باشد. بااین‌حال اختلاف داده‌های تیمارهای مختلف باهم معنی‌دار نمی‌باشد ($p>$۰/۰۵). در شکل ۴ نمودار مقایسه فاکتور وضعیت تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

تأثیر اسیدآمینه آرژنین بر درصد بازماندگی ماهی کپور: درصد بازماندگی تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳، تغذیه شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به‌ترتیب برابر با ۸۷/۸۸، ۱۰۰، ۹۰/۹۱ و ۹۳/۹۴ می‌باشد. درصد بازماندگی تیمارهای تغذیه‌شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین درصد بازماندگی مربوط به تیمار ۱ با ۱/۵ درصد آرژنین می‌باشد. درحالی‌که اختلاف داده‌ها در تیمارهای تغذیه شده با آرژنین با تیمار شاهد معنی‌دار نمی‌باشد ($p>$۰/۰۵). در شکل ۵ نمودار مقایسه درصد بازماندگی تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

تأثیر اسیدآمینه آرژنین بر ضریب تبدیل غذایی ماهی کپور: میزان ضریب تبدیل غذایی تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳، تغذیه شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به‌ترتیب برابر با ۳/۱۴، ۲/۵۶، ۲/۴۸ و ۲/۴۶ می‌باشد که اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی وجود دارد($P<$۰/۰۵). در شکل ۶ نمودار مقایسه ضریب تبدیل غذایی تیمارها و انحراف‌معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

تنش شوری: همان‌طورکه گفته شد ۴ تانک با شوری ۱۵ PPt که نماینده تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳ هستند، به‌مدت ۷۲ ساعت تحت تنش شوری واقع شدند. در شروع تنش در هر تانک ۲۱ ماهی قرار داشت. در ۱۲ ساعت اولیه بعد از شروع تنش، ۶ عدد ماهی در تیمار شاهد و ۱ عدد در تیمار سه تلفات وجود داشت. بعد از ۲۴ ساعت، ۳ عدد در تیمار شاهد و ۷ عدد ماهی در تیمار سه و بعد از ۴۸ ساعت، ۴ عدد ماهی در تیمار شاهد تلفات ایجاد شد. در بازدید نهایی و در ۷۲ ساعت بعد از شروع تنش شوری، ۲ عددد‌رتیمارشاهد تلفات وجود داشت. در شکل ۷ درصد تلفات در چهار تیمار با سطوح مختلف آرژنین مقایسه شده است.

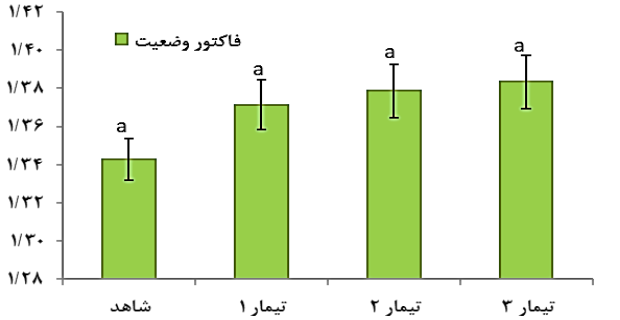


شکل ۲: نمودار نرخ رشد ویژه (میانگین± انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p>۰/۰۵)

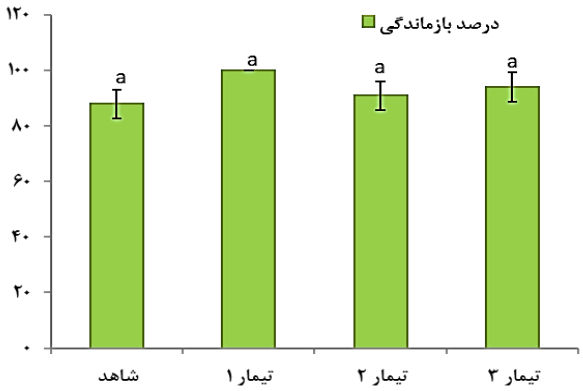
شکل ۳: نمودار درصد افزایش وزن بدن (میانگین± انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p>۰/۰۵)



شکل ۴: نمودار فاکتور وضعیت (میانگین± انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p>۰/۰۵)

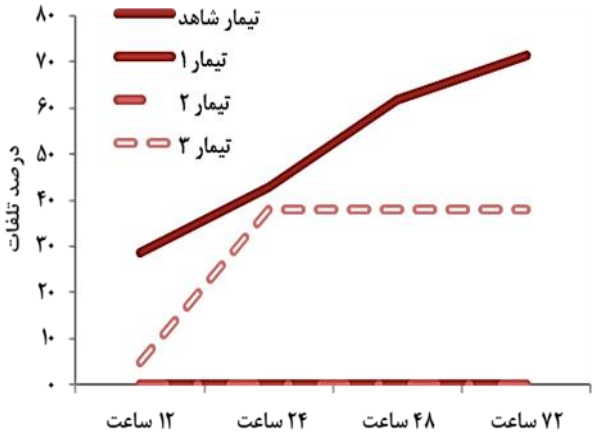


شکل ۵: نمودار درصد بازماندگی (میانگین±انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p>۰/۰۵)

شکل ۶: نمودار ضریب تبدیل غذایی (میانگین± انحراف معیار) کپورمعمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p>۰/۰۵)



شکل ۷: نمودار درصد تلفات تیمارهای مختلف در مواجهه با تنش شوری

بحث

آرژنین حاوی نیتروژن بسیار زیادی بوده که شامل آنزیم‌های کلیدی مانند آرژیناز، آنزیم نیتریک اکساید سنتاز، سنتتاژ می‌باشد (Wu، ۲۰۰۳a)،بنابراین، آرژنین به‌عنوان پیش‌ماده برای سنتز کراتین، اورنیتین، پرولین، گلوتامات، پلی و نیتریک اکسید و تطبیق‌پذیری تعدیلی در سلول‌های ماهی عمل می‌کند (Buentello و همکاران، ۱۹۹۹؛ Bogdan، ۲۰۱۵). در تحقیق حاضر مقدار آرژنین در نظر گرفته شده برای ماهی کپور در تیمارهای مختلف، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد بوده که مطابق آن‌چه در فصل نتایج گفته شد میزان افزایش وزن ماهیان تیمارهای تغذیه شده‌باآرژنین اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارد (p<۰/۰۵). با وجود این‌که وزن و طول اولیه ماهی‌های ۴ تیمار درنظر گرفته شده با هم اختلاف معنی‌داری ندارد (p>۰/۰۵) ولی بعد از انجام آزمایشات و تغذیه ۳ تیمار توسط آرژنین، در پایان دوره آزمایش، افزایش وزن ماهیان و نیز درصد افزایش وزن تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به نسبت تیمار شاهد افزایش داشته و اختلاف معنی‌داری دارد (p<۰/۰۵). این نتایج با تحقیقی که Zhou و همکاران (۲۰۱۱) انجام دادند، هم‌سو می‌باشد. آن‌ها اثرات سطوح مختلف لیسین و آرژنین بر روی کارایی رشد و تغذیه و پروفایل بیوشیمیایی بافت‌های بدن ماهیان انگشت‌قد پرداختند. در این آزمایش ماهیان تغذیه‌شده با سطوح ناکافی لیسین و آرژنین کاهش رشد معنی‌داری را نشان دادند (p<۰/۰۵) که این منجر به کاهش دریافت غذا و کاهش مواد مغذی (لیسین و آرژنین) در دسترس بدن ماهی شد و کاتابولیسم اسیدهای آمینه جذب‌شده را افزایش داد. درنتیجه این آزمایش بیان شد که برای فرموله کردن غذا برای مزارع تجاری ماهیان دریایی و برای اطمینان از رشد مطلوب این‌گونه سطوح اسیدهای آمینه لیسین و آرژنین جیره باید باهم درنظر گرفته شود. Sung و همکاران (۱۹۹۱) دریافتند که تولید اکسیدنیتریک توسط ماکروفاژها، با استفاده مقطعی از اسیدآمینه ال-آرژنین در جیره، افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین مطالعات مشابهی نشان داده‌اند که استفاده از آرژنین در جیره حیوانات (اعم از انسان و حیوانات اهلی) باعث بهبود میزان افزایش وزن و عمل کرد تیموس، تحریک تقسیمات سلولی لنفوسیت‌ها، بهبود عملکرد ایمنی در برابر تومورها و تسریع التیام جراحات و سوختگی‌ها می‌گردد (Efron و همکاران، ۱۹۹۸؛ Evoy و همکاران، ۱۹۹۸؛ Jahanian ۲۰۰۹). مطالعات مشابهی نیز بر روی سایر حیوانات انجام شده است که با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر هم‌سو میباشد. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) اثرات مکمل ال- آرژنین بر رشد، تولید ماهیچه و ذخیره چربی در جوجه‌های گوشتی را بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که افزودن ۱/۶۸ درصد آرژنین قابل‌هضم براساس توصیه

برنامه غذایی رأس، به جیره جوجه‌های گوشتی، بهبود وزن و ضریب تبدیل غذایی،افزایش تولید ماهیچه سینه‌ای، افزایش وزن نسبی قلب و ران، بهبود وزن نسبی و طول سه قسمت روده کوچک، افزایش محتوای چربی و پروتئین ماهیچه به‌همراه بهبود فراسنجه‌های خونی را در پی داشت، درحالی‌که چربی لاشه کاهش یافت. طبق مطالعات Brown و همکاران (1991a) تزریق اسیدآمینه به ماهی منجر به رشد عضلانی آن می‌شود. آرژنین یکی از قوی‌ترین اسیدهای‌آمینه درزمینه افزایش سوخت‌وساز و رشد می‌باشد. حتی گزارش‌شده است که تأثیر آرژنین بر رشد از گلوکز نیز بیش‌تر می‌باشد (Ronner و همکاران، ۲۰۱۴). تحقیقات متعددی در زمینه تأثیر اسیدهای آمینه در رشد و سلامت و میزان سوخت‌وساز ماهی‌ها انجام‌شده است که نتایج حاصل از آن‌ها هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر می باشد (Kiron، ۲۰۱۲؛ Wu، ۲۰۱۴). باتوجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از آرژنین در سطح ۲ درصد می‌تواند منجر به رشد بیش‌تری نسبت به جیره غذایی حاوی ۱/۵ و ۲/۵درصد شود درحالی‌که در تحقیقی که Pereira و همکاران (۲۰۱۷) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که استفاده از آرژنین به همراه اسیدآمینه گلوتامین در سطح ۱٪ می‌تواند نسبت به سایر سطوح آرژنین و استفاده مجزای این دو اسیدآمینه، تأثیر بیش‌تری بر رشد و تقویت سیستم ایمنی بدن ماهی تیلاپیای نیل بگذارد. در تحقیق حاضر، باوجود معنی‌دار بودن اختلاف ضریب تبدیل غذایی (FCR)، افزایش وزن بدن (BWG) و درصد افزایش وزن (BWG%) تیمارهای تغذیه شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد ($p<0/05$)، شاخص‌های‌رشدنظیر فاکتور وضعیت(CF)، شاخص رشد ویژه (SGR) و درصد بازماندگی (SR%) در این تیمارهای با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ندارد ($p>0/05$). البته این فاکتورها بهبود یافته و به نسبت تیمار شاهد به مقادیر مطلوب‌تری رسیده‌اند، با این‌حال از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد ندارند ($p>0/05$). رستمخانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر افزودن مکمل اسیدآمینه ال-آرژنین در غذا بر شاخص کبدی(HSI) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداختند. طبق آزمایشات آن‌ها استفاده از مکمل اسیدآمینه‌ای سبب رشد شاخص کبدی در ماهیان در زمان‌های مشخصی شد. هرچند درمجموع تفاوت مقدار شاخص کبدی در ماهیانی که از اسیدآمینه ال- آرژنین مصرف کرده بودند با ماهیان شاهد از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p>0/05$). هم‌چنین مطالعات Tibaldi و همکاران (۲۰۱۵) بر روی سطوح مختلف آرژنین و لیزین در رژیم غذایی ماهی سی‌باس نشان می‌دهد که این گونه ماهی مانند بسیاری از ماهیان گرمابی به تغییرات سطوح مختلف آرژنین حساس نبوده و تغییر درصدهای مختلف آرژنین در رشد این گونه ماهیان تأثیر معنی‌داری ندارد ($p>0/05$) که با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر که معنی‌دار نبودن برخی از فاکتورهای رشد را نشان می‌دهد، هم‌سو می‌باشد. مطالعات مختلفی در رابطه با نیاز ماهی‌های مختلف به آرژنین و تأثیر آن بر رشد ماهی انجام‌شده است که نتایج حاصل از برخی مطالعات عدم اختلاف معنی‌دار و برخی دیگر اختلاف معنی‌دار در رشد ماهی را نشان می‌دهند (Tacon و همکاران، ۱۹۸۵؛Kimو همکاران، ۱۹۹۲؛ Tibaldi و همکاران، ۲۱۵). همان‌طور که در مطالعه حاضر نیز برخی فاکتورهای رشد نظیر ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن دارای اختلاف معنی‌دار بوده و برخی دیگر اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. در این تحقیق مقدار ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد آرژنین برای تیمارهای مختلف درنظر گرفته شد تا تأثیر درصدهای مختلف بررسی شده و تعیین شود که کدام درصد بازدهی بیش‌تر و رشد بهتری دارد. در رابطه‌با ضریب تبدیل غذایی و فاکتور وضعیت، تیمار ۳ با ۲/۵ درصد آرژنین بهترین عملکرد را داشته است اما درصد بازماندگی تیمار ۱ با ۱/۵ درصد آرژنین از سایر تیمارها بیش‌تر بوده است. تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین دارای درصد افزایش وزن، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت مطلوب‌تری نسبت به تیمارهای دیگر می‌باشد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که استفاده‌از ۲درصدآرژنین‌به نسبت درصدهای کم‌تر یا بیش‌تر می‌تواند بازدهی بیش‌تری داشته باشد. در مطالعات متعدد دیگری نیز میزان نیاز ماهی‌های مختلف به آرژنین بررسی شده است، میزان نیاز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به آرژنین در مطالعه Kaushik و همکاران (۲۰۱۲)، حدود ۱/۲٪، در مطالعه Kim و همکاران (۲۰۰۹)، ۷/۴-۱/۱٪، در آزمایشات Ketola (۲۰۱۱) ۲/۸٪ میزان غذای خشک تخمین زده شد. برای ماهی سالمون نقره‌ای و ماهی چینوک میزان نیاز به آرژنین حدود ۲/۳ تا ۲/۴٪ غذای خشک، تخمین زده‌شد (Klein و همکاران، ۲۰۰۹). مصرف بیش‌از حد آرژنین موجب کاهش رشد و مصرف غذا در ماهیان می‌شود. میزان آرژنین موردنیاز در مطالعات مختلفی که در این زمینه انجام‌شده بین ۰/۵ تا ۴٪ برای تیلاپیا (Yue و همکاران، ۲۰۱۳؛ Neu و همکاران، ۲۰۱۶). ماهی پوزه بلانت (Liang و همکاران، ۲۰۱۶)، جیان کپور (Chen و همکاران، ۲۰۱۵؛ Hu و همکاران، ۲۰۱۵)، ماهی پامپانو طلایی (Lin و همکاران، ۲۰۱۵)، گربه‌ماهی زرد (Zhou و همکاران، ۲۰۱۵)، گربه‌ماهی (Pohlenz و همکاران، ۲۰۱۲a؛ ۲۰۱۲b، ۲۰۱۲c؛ ۲۰۱۴) و گربه‌ماهی راه‌راه (Cheng و همکاران، ۲۰۱۲) گزارش‌شده است. در مطالعه حاضر اختلاف اکثر فاکتورهای رشددر تیمارهای مختلف‌ازنظر آماری‌معنی‌دار نمی‌باشد ($p>0/05$) اما به‌هرحال هم‌راستا با مطالعات رستمخانی و همکاران (۱۳۹۰) که از ۲ درصد آرژنین در رژیم غذایی ماهی‌ها استفاده کرده بود و به نتایج مطلوب ولی غیرمعنی‌دار رسیده بود،نتایج فاکتورهای رشد تحقیق حاضر نیز مطلوب بوده و نشان‌دهنده تأثیر به‌سزای آرژنین در رشد و بازماندگی ماهی‌ها می‌باشد.

رستمخانی و ملک زاده‌ویایه (۱۳۹۳) اثر مکمل یاری با آرژینین‌و اورنتین بر شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی نمودند. نتایج این محققین نشان دهنده تاثیر مثبت استفاده از مکمل‌های اسیدآمینه‌ای، به‌خصوص افزودن‌توام‌دو اسیدآمینه ال- آرژِنین و ال- اورنتین در غذا بر تحریک فرآیند رشد در ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان بودند (رستمخانی و ملک زاده ویایه، ۱۳۹۳). همان‌طورکه در بخش مواد و روش ذکر گردید ۴ تانک با شوری PPt ۱۵ که نماینده تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳ هستند، به‌مدت ۷۲ ساعت تحت تنش شوری واقع شدند. در شروع تنش در هر تانک ۲۱ ماهی قرار داشت. در ۱۲ ساعت اولیه بعد از شروع تنش، ۶ عدد ماهی در تیمار شاهد و ۱ عدد در تیمار سه تلفات وجود داشت. بعد از ۲۴ ساعت، ۳ عدد در تیمار شاهد و ۷ عدد ماهی در تیمار سه و بعد از ۴۸ ساعت، ۴ عدد ماهی در تیمار شاهد تلفات ایجاد شد. در بازدید نهایی و در ۷۲ ساعت بعد از شروع تنش شوری، ۲ عدد در تیمار شاهد تلفات وجود داشت. با توجه به نتایج تنش شوری در تحقیق حاضر، می‌توان به این نتیجه رسید که مصرف اسیدآمینه آرژنین می‌تواند به‌صورت چشمگیری موجب افزایش بازماندگی و تحمل تنش در کپورماهیان شود به‌طوری‌که‌در این تست بعد از ۷۲ ساعت از شروع تنش شوری، ماهیان تیمارهای ۱ و ۲ هیچ‌گونه تلفاتی نداشته و تمام ماهیان زنده ماندند. تعداد تلفات در تیمار ۳ نیز نصف تلفات در تیمار شاهد بوده است.بنابراین آرژنین می‌تواند به‌عنوان یک مکمل قوی جهت افزایش طول عمر ماهیان و استقامت آن‌ها در برابر تنش در جیره غذایی آن‌ها استفاده شود. با توجه به نتایج تنش شوری می‌توان به این نتیجه رسید که مصرف اسیدآمینه آرژنین می‌تواند به‌صورت چشمگیری موجب افزایش بازماندگی و تحمل تنش در کپور ماهیان شود به‌طوری‌که در این تست بعد از ۷۲ ساعت از شروع تنش شوری، ماهیان تیمارهای ۱ و ۲ هیچ‌گونه تلفاتی نداشته و تمام ماهیان زنده ماندند. تعداد تلفات در تیمار۳ نیز نصف تلفات در تیمار شاهد بوده است. بنابراین آرژنین می‌تواند به‌عنوان یک مکمل قوی جهت افزایش طول عمر ماهیان و استقامت آن‌ها در برابر تنش در جیره غذایی آن‌ها استفاده شود.

منابع

۱. **ابراهیمی، م.؛ زارع‌شحنه، ا.؛ شیوازاد، م.؛ انصاری‌پیرسرائی، ز.؛ تبیانیان، م.؛ ادیب‌مرادی، م. و نوری‌جلیانی، ک.، ۱۳۹۲.** اثرات مکمل ال- آرژنین بر رشد، تولید ماهیچه و ذخیره چربی در جوجه‌های گوشتی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۵، شماره ۴، صفحات ۲۸۱ تا ۲۹۰.

۲. **پورعلی‌فشتمی، ح.ر.؛ بهمنی، م.؛ شکوریان، م.؛ حسنی، س.ح. و یارمحمدی، م.، ۱۳۹۳.** مطالعه اثر اسیدآمینه آلانین بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی بچه‌تاس‌ماهیان ایرانی انگشت قد. نشریه توسعه آبزی‌پروری. سال ۸، شماره ۱، صفحات ۵۶ تا ۷۰.

۳. **جهانیان، ر.، ۱۳۸۹.** تاثیر سطوح مختلف آرژنین جیره بر زیرمجموعه‌های مختلف پروتئین‌های سرم خون و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی. چهارمین کنگره علوم دامی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۷۹ صفحه.

۴. **رستمخانی، ن.؛ زارع، ص. و ملک‌زاده‌ویایه، ر.، ۱۳۹۰.** بررسی تاثیر افزودن مکمل اسیدآمینه‌ای ال- آرژنین در غذا بر شاخص رشد کبدی HSI در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه. ۱۵۷ صفحه.

۵. **رستمخانی، ن. و ملک‌زاده‌ویایه، ر. ۱۳۹۳.** اثر مکمل یاری با آرژنین و اورنتین بر شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. مجله غدد درون ریز و متابولیسم ایران. دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. دوره ۱۶، شماره ۴، صفحات ۲۹۰ تا ۳۰۲.

۶. **Bekan, S.; Dogankaya, L. and Cakirogullari, G.C., 2006.** Growth and body composition of European catfish fed diet containing different Percentages of Protein.The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh. Vol. 57, pp: 137-142.

۷. **Bogdan, C., 2015.** Nitric oxide synthase in innate and adaptive immunity: an update. Trends Immunology. Vol. 36, pp: 161-178.

۸. **Brown, C.R. and Cameron, J.N., 1991a.** The relationship between specific dynamic action ŽSDA. and Protein synthesis rates in the channel catfish. Physiol. Zool. Vol. 64, pp: 298-309.

۹. **Buentello, J.A. and Gatlin, D.M., 1999.** Nitric oxide Production in activated macrophages from channel catfish (*Ictalurus Punctatus*): influence of dietary arginine and culture media. Aquaculture. Vol. 179, pp: 513-521.

۱۰. **Chen, G.; Liu, Y.; Jiang, J.; Jiang, W.; Kuang, S.; Tang, L.; Tang, W.; Zhang, Y.A.; Zhou, X. and Feng, L., 2015.** Effect of dietary arginine on the immune response and gene expression in head kidney and spleen following infection of Jian carp with Aeromonas hydrophila. Fish and Shellfish Immunology. 44:195-202.

۱۱. **Cheng, Z.; Gatlin, D.M. and Buentello, A., 2012.** Dietary supplementation of arginine and/or glutamine influences growth Performance, immune responses and intestinal morphology of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). Aquaculture. Vol. 362, pp:39-43.

۱۲. **Cowey, C.B. and Luquet, P., 1983.** Physiological basis of Protein requirements of fishes. Critical analysis of allowances. In: Proceedings, IV Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition, Clermont- Ferrand, France. INRA Publ., Les Colloques de l'INRA. Vol. 16, pp: 365-384.

۱۳. **Efron, D.T. and Barbu, A., 1998.** Modulation of inflammation and immunity by arginine supplements. Curr. OPin. Clin. Nutr. Metab. Care. Vol. 1, pp: 531-538.

۱۴. **Evoy, D.M.D.; Lieberman, T.J.; Fashey, J. and Daly, M., 1998.** Immunonutrition: The role of arginine. Nutrition. Vol. 14, pp: 611-617.

۱۵. **Halver, J.H.E., 1989**. Fish Nutrition. Edition; Academic Press, London. 798 p.

۱۶. **Hu, K.; Zhang, J.X.; Feng, L.; Jiang, W.D.; Wu, P.; Liu,**

۱۷. **Jahanian, R., 2009.** Immunological responses as affected by dietary Protein and arginine concentrations in starting broiler chicks. Poult. Sci. Vol. 88, pp: 1818-1824.

۱۸. **Kaushik, S.J.; Fauconneau, B.; Terrier, L. and Gras, J., 2012.** Arginine requirement and status assessed by different biochemical indices in rainbow trout (*Salmo gairdneri R*). Aquaculture. Vol. 70, pp: 75-95.

۱۹. **Ketola, H.G., 2011.** Requirement for dietary lysine and arginine by fry of rainbow trout, Journal of Animal Science. Vol. 56, pp: 101-107.

۲۰. **Kim, K.I.; Kayes, T.B. and Amundsen, C.H., 2009.** Protein and arginine requirement of rainbow trout. Fed. Proc. Vol. 42, pp: 2158.-۲۱۶۹.

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

۲۲. **Kiron, V., 2012.** Fish immune system and its nutritional modulation for Preventive health care. Animal Feed Science and Technology. Vol. 173, pp: 111-133.

۲۳. **Klein, R.G. and Halver, J.E., 2009.** Nutrition of salmonid fishes: arginine and histidine requirement of Chinook salmon. J. Nurr. Vol. 100, pp: 1105-110.

۲۴. **Li, M.H. and Robinson, E.H., 2016.** Effects of supplemental lysine and methionine in low Protein diets on weight gain and body composition of young channel catfish *Ictalurus Punctatus*. Aquaculture. Vol. 163, pp: 297-307.

۲۵. **Li, P.; Mai, K.; Trushenski, J. and Wu, G., 2009.** Newdevelopments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Journal of Amino Acids. Vol. 37, pp: 43-53.

۲۶. **Liang, H.; Ren, M.; Habte-Tsion, H.M.; Ge, X.; Xie, J.; Mi, H.; Xi, B.; Miao, L.; Liu, B.; Zhou, Q. and Fang, W., 2016.** Dietary arginine affects growth Performance, Plasma amino acid contents and gene expressions of the TOR signaling Pathway in juvenile blunt snout bream, Megalobrama amblycephala. Aquaculture. Vol. 461, pp: 1-8.

۲۷. **Lin, H.; Tan, X.; Zhou, C.; Niu, J.; Xia, D.; Huang, Z.; Wang, J. and Wang, Y., 2015.** Effect of dietary arginine levels on the growth Performance, feed utilization, non-specific immune response and disease resistance of juvenile golden Pompano Trachinotus ovatus. Aquaculture. Vol. 437, pp: 382-389.

۲۸. **Moore, B.J.; Hung. S.S.O. and Medrano, J.F., 2008.** Protein requirement of Hatchery-Produced Juvenile White Sturge on (*Acipenser transmontanus*). Aquaculture. Vol. 71, pp: 235-245.

۲۹. **Neu, D.; Boscolo, W.; Zaminhan, M.; Almeida, F.; Sary, C. and Furuya, W., 2016.** Growth Performance, biochemical responses, and skeletal muscle development of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Fed with Increasing Levels of Arginine. J. World Aquacult. Soc. Vol. 47, pp: 248-259.

۳۰. **Pereira, R.T.; Rosa, P.V. and Gatlin D.M., 2017.** Glutamine and arginine in diets for Nile tilapia: Effects on growth, innate immune responses, Plasma amino acid Profiles and Whole- body composition. Aquaculture. Vol. 473, pp: 135-144.

۳۱. **Pohlenz, C. and Gatlin, D.M., 2014.** Interrelationships between fish nutrition and health. Aquaculture. Vol. 431, pp: 111-117.

۳۲. **Pohlenz, C.; Buentello, A.; Bakke, A.M. and Gatlin, D.M., 2012a.** Free dietary glutamine improves intestinal morphology and increases enterocyte migration rates, but has limited effects on Plasma amino acid Profile and growth Performance of channel catfish Ictalurus Punctatus. Aquaculture. Vol. 370, pp: 32-39.

۳۳. **Pohlenz, C.; Buentello, A.; Criscitiello, M.F.; Mwangi, W.; Smith, R. and Gatlin, D.M., 2012b.** Synergies between vaccination and dietary arginine and glutamine supplementation improve the immune response of channel catfish against Edwardsiella ictaluri. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 33, pp: 543-551.

۳۴. **Pohlenz, C.; Buentello, A.; Mwangi, W. and Gatlin, D.M., 2012c.** Arginine and glutamine supplementation to culture media improves the Performance of various channel catfish immune cells. Fish and Shellfish Immunology. Vol. 32, pp: 762-768.

۳۵. **Ronner, P. and Scarpa, A., 2014.** Isolated Perfused Brockmann body as a model for studying pancreatic endocrine secretion. Am. J. Physiol. Vol. 243, pp: 352-359.

۳۶. **Shi-Wei, X.; Li-Xia, T.; Yan, J.; Hui-Jun, Y.; Gui-Ying, L. and Yong-Jian, L., 2014.** Effect of glycine supplementation on growth Performance, body composition and salinity stress of juvenile Pacific white shrimp, fed low fishmeal diet, Aquaculture. Vol. 418, pp: 159–164.

۳۷. **Sung, Y.; Hotchkiss J.H.; Austic, R.E. and Dietert R.R., 1991.** L-arginine-dependent Production of a reactive nitrogen intermediate by macrophages of a uricotelic species. J. Leukocyte Biol. Vol. 50, pp: 49-56.

۳۸. **Tacon, A.G.J. and Cowey, C.B., 1985.** Protein and amino acid requirements. Fish Energetics: New Perspectives. Croom Helm, London, pp: 155-183.

۳۹. **Tibaldi, E.; Tulli, F.D. and Lam, I., 2015.** Arginine requirement and effect of different dietary arginine and lysine levels for fingerling sea bass. Aquaculture. Vol. 127, pp: 207-218.

۴۰. **Trushenski, J.T.; Kasper, C.S. and Kohler, C.C., 2006.** Challenges and opportunities in finfish nutrition. North American Journal of Aquaculture. Vol. 68, pp: 122-140.

۴۱. **Wu, G.; Bazer, F.W.; Dai, Z.; Li, D. and Wu, Z., 2014.** Amino acid nutrition in animals: Protein synthesis and beyond. Annu. Rev. Anim. Biosci. Vol. 2, pp: 387-417.

۴۲. **Yue, Y.; Zou, Z.; Zhu, J.; Li, D.; Xiao, W.; Han, J. and Yang, H., 2013.** Effects of dietary arginine on growth Performance, feed utilization, haematological Parameters and non-specific immune responses of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus L.*). Aquaculture Resarch. Vol. 2, pp: 15-27.

۴۳. **Zhou, F.; Shao, Q.; Xiao, J.; Peng, X.; Ngandzali, B.; Sun, Zh. and Ng, W., 2011.** Effects of dietary arginine and lysine levels on growth performance, nutrient utilization and tissue biochemical profile of black sea bream, Acanthopagrus schlegelii, fingerlings. Aquaculture. Vol. 319, pp: 72-80.

۴۴. **Zhou, Q.; Jin, M.; Elmada, Z.C.; Liang, X. and Mai, K., 2015.** Growth, immune response and resistance to Aeromonas hydrophila of juvenile yellow catfish, *Pelterobagrus fulvidraco*, fed diets with different arginine levels. Aquaculture. Vol. 437, pp: 84-91.

Y.; Jiang, J. and Zhou, X.Q., 2015. Effect of dietary glutamine on growth Performance, non-specific immunity, expression of cytokine genes, Phosphorylation of target of rapamycin (TOR), and anti-oxidative system in spleen and head kidney of Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). Fish Physiology and Biochemistery. Vol. 41, pp: 635-649.