وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

ISSN: 2423-6349

دوره ۱۲، شماره ۲، صفحات ۸۹-۷۹.

اثر گاما آمینوبوتریک اسید (Gamma aminobutyric acid) بر شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت استرس تراکم بالا

نرگس علیشاه[۱،۲]، فرید فیروزبخش*[۱]، خسرو جانی خلیلی[۱]، زیبنده محرابی[۳]

[۱] گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

[۲] پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

[۳] سازمان شیلات، تهران، ایران.

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۳/۰۵/۰۶
پذیرش: ۰۳/۰۶/۲۶

نویسنده مسئول مکاتبه:
فرید فیروزبخش، گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

ایمیل: f.firouzbakhsh@yahoo.com

چکیده

بازماندگی بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نگه‌داری شده در تراکم بالا بود، به این منظور ۷۵۰ قطعه بچه ماهی با میانگین وزنی ۰/۰۶ ± ۵ گرم در۵ تیمار شامل تیمار کنترل مثبت با تراکم بالا و بدون دریافت مکمل گابا (۹/۸کیلوگرم بر متر مکعب)، تیمار کنترل منفی با تراکم نرمال (۴/۹کیلوگرم بر متر مکعب) و ۳ تیمار تغذیه شده با مکمل گاما آمینوبوتریک اسید (GABA) به میزان۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره با تراکم بالا (۹/۸کیلوگرم بر متر مکعب) طی ۷ هفته غذادهی و در آکواریوم‌هایی با ابعاد۵۰×۲۶×۵۲ سانتی‌متر که تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر آب‌گیری شدند غذادهی شدند. در انتهای دوره پرورش شاخص‌های رشد شامل، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، نرخ رشد ویژه ، فاکتور وضعیت، نسبت بازدهی پروتئین و نیز درصد بازماندگی مورد بررسی قرارگرفت. طی دوره پرورش با تعویض آب (۲ بار در روز تا میزان ۹۰ درصد) و هوادهی میزان اکسیژن محلول و PH ترتیب۰/۶± ۶/۹ میلی‌گرم در لیتر و۰/۱± ۷/۱ به ثبت رسید. میانگین دمای آب نیز در طول دوره پرورش۰/۵± ۱۳ بود در تمامی شاخص‌های رشد افزایش معنی‌داری در تیمارهای تغذیه شده با مکمل گاما آمینوبوتریک اسید نسبت به تیمار کنترل منفی مشاهده شد که بیشترین آن مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم مکمل GABA بود(۰/۰۵ > p). کمترین ضریب تبدیل غذایی نیز در بین تیمارهای آزمایش مربوط به تیمار تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بود که با تیمار کنترل مثبت دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود(۰/۰۵ >p)، نتایج بررسی ترکیبات شیمیایی بدن نیز نشان داد که میزان بیشترین میزان آب و کمترین میزان چربی و پروتئین در تیمار شاهد مثبت مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی دار آماری داشت(۰/۰۵ >p). نتایج به‌دست آمده نشان داد افزودن مکمل گاما آمینو بوتریک اسید به میزان ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورش یافته در تراکم بالا باعث تعدیل اثرات منفی استرس حاصل از تراکم بالا بر شاخص‌های رشد و بهبود این شاخص‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گابا ، قزل آلای رنگین کمان،تراکم ، رشد، بازماندگی

۱ | مقدمه

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های جهانی برطرف کردن نیازهای تغذیه‌ای ۸ میلیارد انسانی می‌باشد، به طوریکه سازمان ملل متحد با تبیین هدف (گرسنگی صفر) در سراسر جهان تا سال ۲۰۳۰ برنامه‌های خود را برمبنای پایان دادن به گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی و تغذیه، و حمایت از کشاورزی پایدار در سراسر جهان قرار داده است.برای دست‌یابی به این هدف نیاز به تحول اساسی در سیستم‌های غذایی و کشاورزی است که بتواند بهره‌وری کشاورزی و تولید غذای پایدار را ارتقا دهد تا نیازهای غذایی را در سطح جهانی برآورده کند (Das *et al.*, 2017; Kumar *et al.*, 2023). آبزی‌پروری نقش بسیار مهمی در دستیابی به اهداف مربوط به امنیت غذایی و تأمین غذای پایدار را دارد و یکی از موثرترین بخش‌ها با پتاسیل مناسب برای برآوردن تقاضای رو به رشد جهانی

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

در ارتباط با مصرف آبزیان است (Thilsted *et al*., 2016)، به‌طوری‌که پیش‌بینی می‌شود طی سال‌های ۲۰۳۰ تا ۲۰۵۰ تقاضا برای گوشت آبزیان به شدت افزایش می‌یابد (Willett *et al*., 2019). همچنین اطلاعات و مطالعات بر ارزش غذایی بالا و سلامت زیست محیطی گوشت ماهی در مقایسه با سایر حیوانات تاکید دارد. به همین سبب صید و تولید آبزیان درسال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است (Kwasek *et al*., 2020). تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های اخیر در ایران و جهان باعث کاهش ذخیره و منابع آبی شده است (گرگانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶) که این امر می‌تواند بر حجم تولیدات آبزی‌پروری و گونه‌های تولیدی اثرگذار باشد (Torres-Orozco *et al*., 2006). باتوجه به کاهش منابع آبی، از سویی و افزایش میزان تقاضای جهانی برای گوشت آبزیان و نیز سودآور بودن تولیدات آبزی‌پروری، توجه تولیدکنندگان را به افزایش تولید در واحد سطح و استفاده از سیستم‌های پرورش متراکم به جای سیستم‌های نیمه متراکم جلب کرده است که رسیدن به این امر مستلزم رعایت مدیریت صحیح تغذیه، مدیریت محیط و بهداشت و در دهه اخیر رعایت الزامات زیست محیطی، ایمنی زیستی و امنیت زیستی است، زیرا افزایش تراکم در واحد سطح موجب افزایش استرس و بیماری‌های واگیرخصوصا در گونه‌های حساس به تغیرات فیزیک و شیمیایی آب مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌شود و سطح بالایی را از مدیریت محیط و بهداشت می‌طلبد. در سیستم‌های پرورشی متراکم که هدف افزایش تولید در واحد سطح می‌باشد تراکم ماهیان عاملی است که باید به آن توجه شود و افزایش تراکم تا اندازه‌ای درنظر گرفته شود که سلامت و ایمنی ماهی را تحت تاثیر قرار ندهد. زیرا ماهی در تراکم بالا دچار تنش می‌شود که این تنش باعث افزایش کورتیزول در جریان خون شده و فعال شدن واکنش‌های زنجیره ای مقابله با استرس در پاسخ به افزایش کورتیزول فعال می‌شود، درپی واکنش‌های مقابله با استرس تولید و عرضه گلوکز به بافت‌ها افزایش یافته تا انرژی لازم برای مقابله با استرس دربافت‌ها تأمین شود ، علاوه بر این بالا بودن سطح کورتیزول خون باعث سرکوب سیستم ایمنی شده (Ganesh, 2021) و ماهیان در این شرایط از ایمنی و مقاومت کمتری در برابر بیماری‌ها دارند ، در نتیجه ماهیان پرورش یافته در تراکم‌های بالا رشد و ایمنی محدودتری نسبت به ماهیان پرورش یافته در تراکم بهینه دارند

در مطالعه حسینی و همکاران (Hoseini *et al*., 2020b) و ژائو و همکاران (Zhao *et al*., 2024) نتایج به‌دست آمده بیانگر سرکوب رشد و ایمنی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورش یافته در تراکم بالا بود. در بحث پرورش ماهیان در سیستم‌های متراکم ، علاوه بر مدیریت صحیح و کارآمد استفاده از مکمل‌ها و محرک‌های ایمنی و رشد نقش مؤثری در تعدیل کاهش اثرات تراکم بالا بر رشد و ایمنی آنها دارد. مطالعه تاثیر آرژنین بر کاهش اثرات استرس ناشی از تراکم بالا بر سیستم ایمنی و رشد ماهی کپور را نشان داد. مطالعه (Cho *et al*., 2024) نیز نشان داد استفاده از شفیره مگس سیاه (*Hermetia illucens*) باعث تعدیل اثر استرس نگهداری درتراکم بالا در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شد (Hoseini *et al*., 2019a). گاما آمینوبوتیریک اسید یک آمینو اسید غیر پروتئینی چهار کربنه است که برای اولین بار توسط آواپارا و همکاران (Awapara *et al*., 1950) در مغز پستانداران شناسایی شد. GABA به‌طور گسترده‌ای در باکتری‌ها، گیاهان و مهره‌داران. با اثر گلوتامیک اسید دکربوکسیلاز از اسید گلوتامیک سنتز می‌شود (Watanabe, 2002).

گاما آمینوبوتیریک اسید یک آمینو اسید غیر پروتئینی چهار کربنه است که برای اولین باردر گیاهان شناسایی شد (Koike *et al*., 2013)، سپس در مغز پستانداران (Roberts and Frankel, 1950)، و سایر حیوانات (Roberts and Eidelberg, 1960) و نیز برخی از گونه‌های باکتری و قارچ شناسایی شد.(Bouche *et al*., 2003). سنتز GABA (γ-Amino butyric acid) توسط واکنش آلفا-دکربوکسیلاسیون غیرقابل برگشت اسید ال-گلوتامیک یا نمک های آن انجام می‌شود (Hepsomali *et al*., 2020) که این فرآیند توسط آنزیم گلوتامیک اسید دکربوکسیلاز کاتالیز می‌شود (Satya Narayan and Nair, 1990) GABA یک جزء زیست فعال با عملکردهای فیزیولوژیکی متعدد است که به‌عنوان یک انتقال دهنده عصبی مهاری عمل می‌کند و نقش مهمی در رفتار، شناخت و پاسخ بدن به استرس دارد، که در نهایت منجر به کاهش و تعدیل شدت استرس می‌شود.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

GABA علاوه بر نقش مهاری و تضعیف تحرکات نورون‌ها در شرایط استرسی، می‌تواند موجب بهبود استفاده از مواد مغذی و افزایش اشتها نیز شود و در چندین بافت محیطی یافت شده است (Erdö, 1985). تغییرات روی میزان اشتها و راندمان مصرف خوراک با تغییر در سطح هورمون‌های مربوط به اشتها مانند نوروپپتید Y، گرلین و لپتین توسط گابا انجام می‌شود (Feng *et al.*, 2013). گابا علاوه بر پراکنش در سیستم عصبی مرکزی در سیستم عصبی محیطی نیز وجود دارد و با فعال کردن گیرنده‌های گابا رفتارهای هضمی را نیزکنترل می‌کند، در پی تنش‌های محیطی میزان اکسیژن در دسترس بافت‌ها کاهش می‌یابد ، همچنین میزان تولید رادیکال‌های آزاد و سایتوکین‌های التهابی زیاد می‌شود که می‌تواند مسمومیت و آسیب بافتی را ایجاد کند، یکی از بافت‌های آسیب‌پذیر در جریان استرس روده است که تغییراتی ازجمله کاهش تعداد و طول و عرض پرزها، کاهش تعداد سلول‌های جامی،جدا شدن سلول‌های اپی‌تلیال و کاهش ضخامت موکوس در آن ایجاد می‌شودکه در نتیجه این تغییرات میزان هضم و جذب کاهش می‌یابد. استفاده از مکمل گابا با تعدیل دریافت تنش‌های محیطی می‌تواند باعث کاهش تغییرات فیزیولوژیکی بافت‌ها شود و میزان تخریب و تغییر آنها را کاهش دهد و باعث حفظ سلامت روده در شرایط استرس شود و در نتیجه اثرات منفی استرس بر روی رشد را تعدیل کند (Chen *et al.*, 2015).

با توجه به اثبات اثرات گاما آمینوبوتریک اسید بر تعدیل اثرات استرس اخیرا استفاده از این ماده در صنعت آبزی‌پروری نیز رایج شده است و با اهدافی چون افزایش میزان رشد، افزایش ایمنی و توان دفاع آنتی اکسیدانی در آبزیان و سایر حیوانات به جیره غذایی اضافه شده است. بررسی اثر گابا بر تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) توسط تیمو و همکاران (Temu *et al.*, 2019) انجام شد که نتایج آن نشان داد که استفاده از مکمل گابای به‌دست آمده از لاکتوباسیلوس طی۸ هفته آزمایش، باعث افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، بازده خوراک و نسبت کارایی پروتئین در ماهی های تغذیه شده با GABA نسبت به تیمار شاهد شد. بررسی تزریق گابا به مقدار ۱۰۰۰ میکرومول به خرچنگ‌های جوان چینی (*Eriocheir sinensis*) که تحت استرس بی غذایی قرار گرفتند نشان داد که گابا به میزان موثری باعث بهبود عملکرد پانکراس و تنظیم غلظت گلوکز در شرایط بی‌غذایی شده و یک هموئستاز متابولیکی پایدار را ایجاد می‌کند، همچنین میزان فعالیت کاتالاز (CAT) و محتوای گلوتاتیون (GSH)، سوپراکسید دیسموتاز کل (T-SOD) افزایش یافت (Zhang *et al.*, 2021). با توجه به این‌که تا کنون مطالعه‌ای ازبررسی اثر گابا بر ماهی قزل‌آلای تحت استرس مزمن انجام نشد و با توجه به هدف پرورش‌دهندگان و صنعت آبزی‌پروری برای افزایش تولید در واحد سطح و استفاده از سیستم‌های متراکم پرورش، در این مطالعه اثر گاما آمینوبوتریک اسید اضافه شده به جیره غذایی بر شاخص‌های رشد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان تحت استرس مزمن نگهداری در تراکم بالا مورد بررسی قرار گرفت.

۲ | مواد و روش‌ها

تعداد از ۷۵۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۰/۰۶ ± ۵ از مرکز معتبر خریداری و به سالن آکواریوم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد . قبل از ورود ماهیان به آکواریوم‌ها به منظور ضدعفونی سطح بدن آنها از آلودگی های احتمالی، به‌مدت یک دقیقه در حمام نمک ۵٪ قرار گرفتند. همچنین ۱۰ روز به منظور سازگاری ماهیان با آب و شرایط محیط پرورشی جدید در نظر گرفته شد که طی این مدت، ماهیان با غذای پایه تجاری بیضاء تغذیه شدند. سپس ۷۵۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۰/۰۶ ± ۵ گرم در۴ تیمار آزمایشی با تراکم بالا (۹/۸کیلوگرم بر متر مکعب) (Cho *et al.*, 2022) و با سه تکرار ۵۳ تایی و یک تیمار شاهد منفی با تراکم تراکم نرمال (۴/۹ کیلوگرم بر متر مکعب) با سه تکرار ۲۷ تایی با دریافت مقادیر صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و۳۰۰ میلی‌گرم به ازای هر یک کیلوگرم خوراک به مدت ۷ هفته در آکواریوم‌هایی با ابعاد۵۰×۲۶×۵۲ سانتی‌متر که تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر آب‌گیری شدند نگهداری و تغذیه شدند. در طی ۷ هفته تغذیه با جیره حاوی ترکیبات مغذی با مقادیر استاندارد و اضافه کردن مقادیر مشخص شده از مکمل گابا خریداری شده از شرکت شیمی‌گرام به روش اسپری کردن با روغن،

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

سه بار در روز و براساس جدول استاندارد مطابق وزن انجام شد. در ابتدای دوره ، انتهای هفته چهارم و نیز در پایان دوره (انتهای هفته هفتم) زیست سنجی ماهیان برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، شاخص وضعیت و نسبت بازدهی پروتئین بر اساس فرمول‌های زیر انجام شد. طی دوره پرورش با تعویض آب (۲ بار در روز تا میزان ۹۰ درصد) و هوادهی میزان اکسیژن محلول و PH به‌ترتیب ۰/۶± ۶/۹ میلی‌گرم در لیتر و۰/۱± ۷/۱ به ثبت رسید. میانگین دمای آب نیز در طول دوره پرورش ۰/۵± ۱۳ بود. شاخص‌های مربوط به رشد از فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Cho *et al.*, 2022). برای نمونه¬برداری از لاشه ماهیان ۲۴ ساعت قبل تغذیه ماهیان قطع شد. از هر تکرار ۳ قطعه ماهی برای نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انتخاب و برای آنالیز ترکیبات لاشه در عصاره گل میخک (۳۰۰ میلی¬گرم در لیتر) بیهوش گردید (Abedi *et al.*, 2019). رطوبت، چربی،پروتئین و محتوای کل بدن ماهی قزل¬آلای رنگین¬کمان اندازه گیری شد.

ضریب رشد ویژه

$$SGR\ (\%\ day^{1-}) = (\ln W_f - \ln W_i) / t \times 100$$

ضریب تبدیل غذایی

$$FCR = \text{feed consumed} / WG$$

نسبت بازدهی پروتئین

$$\text{Protein efficiency ratio (PER)} = WG / \text{crude protein intake}$$

فاکتور وضعیت

$$\text{Condition factor (CF)}\ (\%) = 100 \times (\text{wet weight} / (\text{length})^3)$$

نرخ رشد ویژه

$$\text{Weight gain (WG)}\ (\%) = (W_f - W_i) / W_i \times 100$$

درصدبازماندگی

$$[\text{Number of survived fish/initial number of fish}] \times 100$$

$$\text{افزایش درصد وزن} = WG\ \% = W_1 - W_0 / W_0 \times 100$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-21 و آزمایش نیز در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و آزمایش آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام شد. اختلاف بین میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ صورت گرفت. تمامی داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شد.

۳ | نتایج

نتایج به‌دست آمده از بررسی شاخص‌های رشد و بازماندگی در جدول ۱ ارائه شده است. تمامی تیمارهای تغذیه شده با گاما آمینوبوتریک اسید افزایش وزن معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد مثبت داشتند که از بین تیمارهای تغذیه شده با GABA بیشترین میزان افزایش وزن مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بود ($p<۰/۰۵$)، بیشترین افزایش وزن در بین تیمارها مربوط به تیمار کنترل منفی بود که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p< ۰/۰۵$). بیشترین و کمترین میزان رصد افزایش وزن به ترتیب در تیمارهای شاهد منفی و مثبت مشاهده شده که تیمار شاهد منفی با همه تیمارها بجز تیمار ۳۰۰ دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p< ۰/۰۵$)،. در تیمار شاهدمثبت هم اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها مشاهده شد ($p< ۰/۰۵$)، از بین تیمارهای آزمایش نیز بیشترین میزان درصد افزایش وزن مربوط به تیمار ۳۰۰ بود که با تیمارهای تغذیه شده با گابا اختلاف معنی‌دار نداشت ($p> ۰/۰۵$). کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی نیز مربوط به تیمار کنترل منفی بود که با تمامی تیمارها بجز تیمار۳۰۰ میلی‌گرم GABA اختلاف معنی‌دار آماری داشت ($p< ۰/۰۵$). تمامی تیمارهای تغذیه شده با گاما آمینوبوتریک اسید دارای ضریب تبدیل غذایی کمتری نسبت به تیمار کنترل مثبت بودند ($p<۰/۰۵$). درشاخص‌های نسبت بازدهی پروتئین و ضریب رشد ویژه بیشترین مقدار مربوط به تیمار کنترل منفی بود که با تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دارآماری داشت($p<.۰/۰۵$). از بین تمامی تیمارها بیشترین مقادیر مربوط به شاخص وضعیت و نرخ رشد ویژه در تیمار کنترل منفی مشاهده که با همه تیمارها به‌جز تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم GABA اختلاف معنی‌دار آماری داشت($p<.۰/۰۵$). در مقایسه تمامی شاخص‌ها بین تیمار کنترل مثبت و تیمارهای تغذیه شده با GABA بهبود شاخص‌های رشد به‌صورت معنادار به‌ویژه در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم گابا نسبت به تیمار کنترل منفی مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). در هیچ کدام از تیمارها تلفات مشاهده نشد و اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها وجود نداشت ($p>۰/۰۵$).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

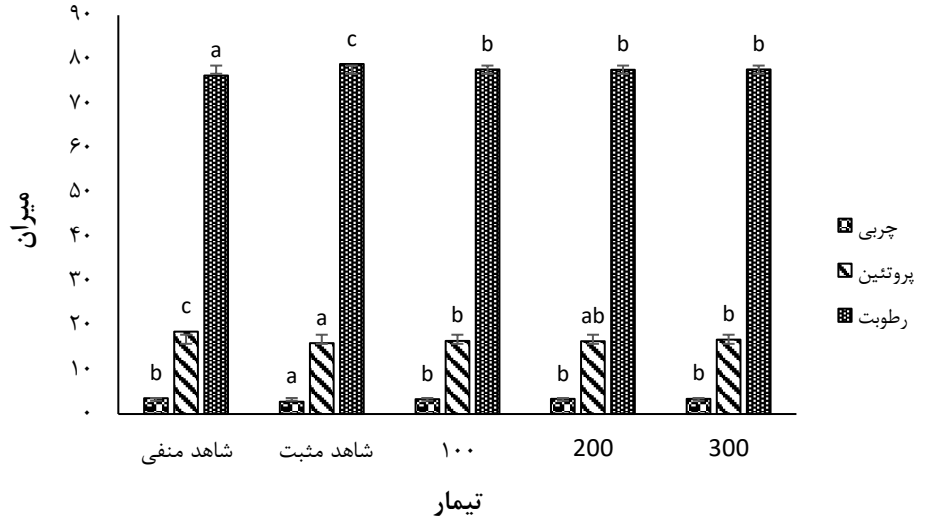
[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

جدول ۱- مقایسه میانگین(Mean±SD) شاخص‌های رشد در قزل‌آلای تغذیه شده با سطوح ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم گاما آمینوبوتریک اسید بر کیلوگرم غذا و تیمارهای شاهد پس از ۷هفته تغذیه

شاخص/ تیمار	شاهد منفی (تراکم نرمال بدون گابا)	شاهد مثبت (تراکم بالا بدون گابا)	GABA(100mg/kg)	GABA(200mg/kg)	GABA(300mg/kg)
وزن اولیه (g)	۴/۹۴ ± ۰/۰۰ ^{a}	۴/۹۴ ± ۰/۰۰ ^{a}	۴/۹۴ ± ۰/۰۰ ^{a}	۴/۹۴ ± ۰/۰۰ ^{a}	۴/۹۵ ± ۰/۰۰ ^{a}
افزایش وزن(g)	۱۸/۱۸ ± ۰/۱۳^{d}	۱۳/۴۵ ± ۰/۳۴ ^{a}	۱۶/۲۴ ± ۰/۱۷^{b}	۱۶/۵۰ ± ۰/۵۶^{b}	۱۷/۳۱ ± ۰/۰۳^{c}
درصد افزایش وزن	۳۶۷/۷۲ ± ۱۲/۹۳^{c}	۲۷۲/۴۴ ± ۳/۷۹ ^{a}	۳۲۸/۲۴ ± ۱/۷۹^{b}	۳۳۳/۵۶ ± ۶/۷۶^{b}	۳۴۹/۵۲ ± ۵/۸۱^{bc}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{a}	۱/۱۸ ± ۰/۰۲^{d}	۱/۰۹ ± ۰/۱۰^{c}	۱/۰۴ ± ۰/۱۱^{b}	۱/۰۲ ± ۰/۰۰^{a}
ضریب رشد ویژه (% day-1)	۳/۱۳ ± ۰/۰۶^{d}	۲/۷۰ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۹۶ ± ۰/۲۰^{b}	۳/۰۱ ± ۰/۰۰^{c}	۳/۰۶ ± ۰/۲۰^{c}
فاکتور وضعیت(%)	۱/۱۸ ± ۰/۰۰^{c}	۱/۰۶ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۰۷ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۱۲ ± ۰/۰۰^{b}	۱/۱۴ ± ۰/۰۰^{bc}
نرخ رشد ویژه(%)	۳/۶۷ ± ۰/۰۷^{d}	۲/۷۴ ± ۰/۰۸^{a}	۳/۲۷ ± ۰/۰۲^{b}	۳/۳۸ ± ۰/۱۱^{bc}	۳/۴۸ ± ۰/۰۹^{cd}
نسبت بازدهی پروتئین	۲/۱۱ ± ۰/۰۵^{c}	۱/۷۲ ± ۰/۰۱^{a}	۲/۰۱ ± ۰/۰۱^{b}	۲/۰۱ ± ۰/۰۱^{b}	۲/۰۴ ± ۰/۰۲^{b}
بازماندگی(%)	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}

*حروف غیرهمنام در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

در بررسی ترکیبات شیمیایی لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بیشترین میزان پروتئین در تیمار شاهد منفی مشاهده شد که با تمامی تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود ($p<0/05$). کمترین میزان پروتئین نیز در تیمار شاهد مثبت مشاهده شد که با تیمارهای تغذیه شده با مکمل گابا به‌جز تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌دار آماری داشت ($p<0/05$).کمترین میزان چربی و بیشترین میزان رطوبت نیز در تیمار شاهد مثبتمشاهده شد که با تمامی تیمارها اختلاف معنی دار آماری داشت ($p<0/05$).



نمودار ۱- مقایسه میانگین(Mean±SD) آنالیز ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلای تغذیه شده با سطوح ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم گاما آمینوبوتریک اسید بر کیلوگرم غذا و تیمارهای شاهد پس از ۷هفته تغذیه.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

*حروف غیرهمنام در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

پرورش و تولید در تراکم بهینه فیزیولوژیکی در آبزی-پروری برای بهبود تولید و افزایش سودآوری اهمیت بالایی دارد. به‌خصوص در گونه‌های حساس پرورشی که نسبت به تغییرات محیط آسیب‌پذیرتر هستند. تراکم یک پارامتر شاخص بسیار مهمی است. تراکم بالا معمولاً منجر به بدتر شدن کیفیت آب و سایر شرایط محیطی مانند کاهش سهم غذا، کاهش اکسیژن و مسمومیت با آمونیاک می‌شود (Naiel *et al*., 2019; Khafaga *et al*., 2020). تغییرات ایجاد شده در اثر تراکم بالا در صورتی عدم مدیریت می‌تواند بر عملکرد رشد ماهی و میزان بقا تاثیر منفی بگذارد (li *et al*., 2021). تناوب تراکم بالا معمولاً منجر به ایجاد استرس فیزیولوژیکی، نقص ایمنی و کاهش رشد می‌شود اگرچه تراکم بالا به‌طور کلی بر فیزیولوژی ماهی تأثیر می‌گذارد و منجر به وضعیت رشد ضعیف می‌شود، بسیاری از مطالعات در گونه‌های مختلف مانند (*Takifugu rubripes*)، (*Colossoma macropomum*) و (*Plecoglossus altivelis*) نشان داده است که تراکم بالا معمولاً تأثیر نامطلوبی بر عملکرد رشد آبزیان دارد (Costa *et al*., 2019; Iguchi *et al*., 2003; Kikuchi *et al*., 2006).

نگهداری ماهی در تراکم بالا برای طولانی مدت منجر به ایجاد مجموعه‌ای از واکنش‌های رفتاری و فیزیولوژیکی می‌شود تا بتواند تعادل شرایط هموئستاز و آلوستاز خود را حفظ کند. در نتیجه این واکنش‌ها ترشح کورتیزول از قسمت فوق کلیه و از طریق محور هیپوتالاموس - هیپوفیز- اینتررنال آغاز شده و تا تداوم شرایط نامطلوب ترشح آن ادامه یافته و سطح آن در خون زیاد می‌شود (Bae *et al*., 2024) که اختلال در عملکرد اندام‌ها ، التهابات گسترده و کاهش رشد و ایمنی و... را به‌دنبال دارد (Hannibal and Bishop, 2014). رسیدن به تولیدات بالا همزمان با حفظ سلامت ظاهری و فیزیولوژیک ماهی موضوع بسیار مهمی است که باید در سیستم‌های پرورش متراکم و فوق متراکم مورد توجه قرار گیرد، رسیدن به این امر در صنعت آبزی‌پروری مستلزم رعایت مدیریت محیط و بهداشت و مدیریت صحیح تغذیه است که در این راستا استفاده از مکمل‌ها و محرک‌های رشد و ایمنی می‌تواند در بهبود شرایط فیزیولوژی و ارتقای سلامت ماهی اثرگذار باشد.

گاما آمینوبوتریک اسید (*Gama-Amin butyric Acid*)(GABA) یکی از انواع این محرک‌ها است که استفاده از آن طی چند سال اخیر در خوراک دام و طیور و آبزی‌پروری رایج شده است. GABA یک اسید آمینه غیر پروتئینی است که در باکتری‌ها، گیاهان و مهره‌داران، از گلوتامات از طریق آنزیم گلوتامیک اسید دکربوکسیلاز سنتز می‌شوند (Temu *et al*., 2019). GABA به‌عنوان مهارکننده انتقال دهنده‌های عصبی در سیستم عصبی مرکزی، سیستم عصبی محیطی و برخی بافت‌های غیر عصبی عمل می‌کند (Watanabe et al., 2002) که در نهایت منجر به کاهش و تعدیل شدت استرس و تحریک پذیری حیوان در برابر تنش‌های محیطی می‌شود (Dai, 2011). GABA علاوه بر نقش مهاری و تضعیف تحرکات نورون‌ها در شرایط استرسی ، میتواند موجب بهبود استفاده ازمواد مغذی و افزایش اشتها نیز شود (Cherubini, 1991). در مطالعه انجام شده بیشترین و کمترین میزان افزایش وزن و ضریب رشد ویژه از میان تیمارهای پرورش یافته در تراکم بالا مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم گابا و تیمار کنترل مثبت بود. در میزان ضریب رشد ویژه بین تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم وتیمار کنترل مثبت نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در واقع استرس تراکم در آبزیان می‌تواند بر رشد ماهی از طریق تأثیر بر چرخه TCA (تری کربوکسیلیک اسید) که مرکزتبدیل سه ماده مغذی اصلی (کربوهیدرات – پروتئین و چربی) است و انرژی مورد نیاز ماهی را فراهم می‌کند اثرگذار باشد در واقع اثر استرس موجب تعدیل آنزیم‌های موثر مانند CS (سیترات سنتاز)، IDH (ایزوسیترات دهیدروژناز) و a-KGDH (آلفا- گلوتامات دی‌هیدروژناز) در این چرخه شده و موجب کاهش رشد می‌شود. گاما آمینو بوتریک اسید قابلیت کاهش تحریک‌پذیری ماهی و کاهش ترشح کورتیزول و به‌دنبال آن تخفیف واکنش‌های استرس را در برابر شرایط تنش‌زا دارد به‌طوری‌که در مطالعه بائی و همکارانش (Bae *et al*., 2024) که به بررسی اثر گاما آمینوبوتریک اسید بر شاخص ایمنی و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

رشد و استرس ماهی فلاندر (*Paralichthys olivaceus*) نگهداری شده در تراکم بالا پرداخت میزان کورتیزول خون در تیمار با چگالی بالا و فاقد مکمل گابا بیشتر از تیمارهای تغذیه شده با مکمل گابا بود. افزایش شاخص‌هایی مانند ضریب رشد ویژه و افزایش وزن تحت تاثیر استفاده ازمکمل گابا در مطالعات وو و همکاران (Wu *et al*., 2016) در ماهی کپور علف‌خوار (*Ctenopharyngodon idellus*)، مطالعه ژی و همکاران (Xie *et al*., 2015) در میگوی سفید مشاهده شد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت. اثر مکمل گابا بر افزایش نرخ تغذیه و مصرف خوراک می‌تواند به ارتباط این ماده با هورمون‌های موثر در تغذیه مثل NPY (نوروپپتید Y) و گرلین که عوامل مرکزی تحریک کننده اشتها (اورکسیوژنیک) هستند مرتبط باشد. به‌طوری‌که اثرات معنی دار GABA بر بیان ژن NPY و گرلین در مغز ماهی کپور علف‌خوار مشاهده شد (Liu *et al*., 2014; Wu *et al*., 2015). در نتیجه استفاده از مکمل گابا در جیره غذایی آبزیان باعث بهبود فاکتورهای رشد می‌شود ، از طرفی با کاهش اثرات پاسخ استرس در برابر شرایطی مانند تراکم بالا و سایر تنش‌های محیطی از اثرات منفی هورمون‌های دخیل در استرس بر فعالیت، ترشح آنزیم گوارشی و ریخت‌شناسی اندام‌های دخیل در گوارش کم کرده و موجب بهبود شرایط هضم و جذب مواد مغذی می‌شود به‌طوری‌که به‌دنبال استفاده از گابا در ماهیان میزان فعالیت آمیلاز لیپاز و تریپسین روده بهبود یافت (Farris *et al*., 2022; Zhang *et al*., 2018). در نتیجه این عوامل فاکتورهایی نظیر PER نرخ تغذیه، نرخ رشد ویژه و سایر شاخص‌های مرتبط با رشد بهبود می‌یابد،در این مطالعه نیز بهبود معنی‌دار شاخص PER و نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای تغذیه شده با گابا نسبت به تیمار کنترل منفی مشاهده شد به‌طوری‌که تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم گابا حتی با تیمار کنترل مثبت نیز در میزان ضریب‌تبدیل غذایی اختلاف معنی‌داری نداشت. از این رو در بهبود شاخص‌های رشد با مطالعه (Farris *et al*., 2022; Wu *et al*., 2015) مطابقت داشت. همچنین گابا به صورت مستقیم بر روی سوماتوتروپ‌های هیپوفیز اثر می‌گذارد و باعث تحریک ترشح هورمون‌های رشد می‌شود (Powers, 2012).

ترکیبات بدن ماهی بیانگر متابولیسم انرژی است (Hoseini *et al*., 2018). در مطالعه حاضر افزایش تراکم منجر به افزایش میزان آب در لاشه ماهی قزل‌آلا شد به‌طوری‌که میزان آب در تیمار شاهد مثبت به صورت معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود از این رو با مطالعه لیو و همکاران (Liu *et al*., 2016) که به بررسی اثر تراکم بر ترکیبات شیمیایی ماهی قزل‌آلا پرداخت، مطابقت داشت. پایین بودن استرس در بدن منجر به کاهش مصرف انرژی و ذخیره شدن ماکرونوترینت‌ها در بدن می‌شود از این رو می‌توان بالاتر بودن میزان پروتئین و چربی تیمارهای تغذیه شده با گابا را نسبت به تیمار شاهد مثبت توجیه کرد که با مطالعه حسینی و همکاران (Hoseini *et al*., 2020) در بررسی اثر تریپتوفان بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نگهداری شده در تراکم بالا مطابقت داشت.

با توجه به نتایج مشاهده شده از مطالعه حاضر افزودن مکمل گاما آمینو بوتریک اسید به جیره غذایی بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در تراکم بالا منجر به تعدیل اثرات منفی استرس تراکم و بهبود شاخص‌های رشد خصوصا در میزان افزایش وزن و کاهش میزان ضریب تبدیل غذایی دارد، از بین غلظت‌های استفاده شده بهترین اثر مربوط به غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره غذایی بود، از این‌رو توصیه می‌شود از مکمل گاما آمینوبوتریک اسید در سیستم‌های پرورش متراکم برای تعدیل اثر استرس ناشی از تراکم بالا و افزایش میزان رشد و در نتیجه تولید در واحد سطح استفاده شود.

۶| ملاحظات اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

EFERENCES

Abedi S.Z., Yeganeh S., Moradian F., Ouraji H. 2019. Isolation and Identification of Lactobacillus Strains from Dairy Products and Evaluation of Carbon Sources Effects on Bacterial Growth and Phytase Activity: Supplement for Fish Feed ournal of Agricultural Science and Technology. 21(4): 845-855.AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 15th ed, Washington, USA.

Awapara J., Landua A.J., Fuerst R., Seale B. 1950. FREE γ-AMINOBUTYRIC ACID IN

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

improves growth, digestive enzyme activity, non-specific immunity and disease resistance against Streptococcus iniae in juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Animals, 12(3), 248.

Feng K.E., Zhang G.R., Wel K.J., Xiong B. X. 2013. Molecular cloning, tissue distribution, and ontogenetic expression of ghrelin and regulation of expression by fasting and refeeding in the grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology, 319(4): 202-212.

Ganesh C.B. 2021. The stress–reproductive axis in fish: the involvement of functional neuroanatomical systems in the brain. Journal of Chemical Neuroanatomy, 112, 101904.

Hannibal K.E., Bishop M.D. 2014. Chronic stress, cortisol dysfunction, and pain: a psychoneuroendocrine rationale for stress management in pain rehabilitation. Physical therapy journal, 94(12), 1816-182.

Hepsomali P., Groeger J. A., Nishihira J., Scholey A. 2020. Effects of oral *gamma-aminobutyric acid* (GABA) administration on stress and sleep in humans: A systematic review. Frontiers in neuroscience, 14, 559962.

Hoseini S. M., Yousefi M., Hoseinifar S. H., Van Doan H. 2019. Effects of dietary arginine supplementation on growth, biochemical, and immunological responses of common carp (Cyprinus carpio L.), stressed by stocking density. Aquaculture, 503, 452-459.

Hoseini S. M., Mirghaed A. T., Ghelichpour M., Pagheh E., Iri Y., Kor A. 2020b. Effects of dietary tryptophan supplementation and stocking density on growth performance and stress responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 519, 734908.

Hoseini S.M., Mirghaed A.T., Iri Y., Ghelichpour M. 2018. Effects of dietary cineole administration on growth performance, hematological and biochemical parameters of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Aquaculture. 495, 766-772.

Iguchi K., Ogawa K., Nagae M., Ito F. 2003. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). Aquaculture. 220, 515–523.

Khafaga A. F., Naiel M. A., Dawood M. A., Abdel- Latif H. M.2020. Dietary Origanum vulgare essential oil attenuates cypermethrin-induced biochemical changes, oxidative

BRAIN. Journal of Biological Chemistry, 187(1): 35-39.

Bae J., Moniruzzaman M., Je H. W., Lee S., Choi W., Min T.,Bai, S. C. 2024. Evaluation of Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) as a Functional Feed Ingredient on Growth Performance, Immune Enhancement, and Disease Resistance in Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) under High Stocking Density. Antioxidants, 13(6), 647.

Bouche N., Lacombe B., Fromm H. 2003. GABA signaling: a conserved and ubiquitous mechanism. Trends in cell biology. 13, 607–610.

Chen Z., Xie J., Hu M.Y., Tang, J., Shao, Z.F., Li M.H. 2015. Protective effects of *γ-aminobutyric acid* (GABA) on the small intestinal mucosa in heat-stressed Wenchang chicken. JAPS. Journal of Animal and Plant Sciences, 25(1): 78-87.

Cherubini E., Gaiarsa J.L., BenA.Y. 1991. GABA: an excitatory transmitter in early postnatal life. trends in neuroscience,14(2):515-519.

Cho J. H., Bae J., Hwang I. J.2022. Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal on the growth, stress, and immune responses of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared at different stocking densities. Aquaculture Reports, 25, 101202.

Costa O.T.F.D., Dias L.C., Malmann C.S.Y., Ferreira C.A.D., Do Carmo I.B., Wischneski A.G., de Sousa R.L., Cavero B.A.S., Lameiras J.L.V. , Dos-Santos M.C. 2019. The effects of stocking density on the hematology, plasma protein profile and immunoglobulin production of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) farmed in Brazil. Aquaculture. 499, 260–268,

Dai S.F., Gao F., Zhang W.H ., Song X.S ., Xu X.L. Zhou G.H. 2011. Effect of Dietary glutamine and *gamma-aminobutyric* on performance, carcass characteristics and serum parameters in broilers. Anim. Animal Feed Science and Technology, 168:51-60,

Das S., Mondal K., Haque S. 2017. A review on application of probiotic, prebiotic and synbiotic for sustainable development of aquaculture, Journal of Entomology and Zoology Studies ,5:422–429

Erdö S.L. 1985. Peripheral GABAergic mechanisms. Trends in pharmacological sciences. 6, 205–208.

Farris N. W., Hamidoghli A., Bae J., Won S., Choi W., Biró J. , Bai S. C. 2022. Dietary supplementation with *γ-aminobutyric acid*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

Roberts E., Eidelberg E. 1960. Metabolic and neurophysiological roles of gamma-aminobutyric acid. International Review of Neurobiology. 2, 279–332.

Roberts E., Frankel S. 1950. *gamma-aminobutyric acid* in brain: its formation from glutamic acid. Journal of biological chemistry. 187, 55–63.

Satya Narayan V., Nair P.M. 1990. Metabolism, enzymology and possible roles of 4-aminobutyrate in higher plants. Phytochemistry 29, 367–375

Temu V., Kim H., Hamidoghli A., Park M., Won S., Oh M., Han J.K., Bai S.C. 2019. Effects of dietary *gamma-aminobutyric acid* in juvenile Nile tilapia (*Orechromis niloticus*). Aquaculture, 507:475-480.

Thilsted S. H., Thorne-Lyman A., Webb P., Bogard J. R., Subasinghe R., Phillips M. J., Allison E. H. 2016. Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. Food Policy, 61, 126-131.

Watanabe M., Maemura K., Kanbara K., Tamayama T., Hayasaki H. 2002. GABA and GABA receptors in the central nervous system and other organs. International review of cytology, 213:1-47.

Willett W., Rockström J., Loken B. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393:447–492.

Wu F., Liu M., Chen, C., Chen J., Tan Q. 2016. Effects of dietary *gamma aminobutyric acid* on growth performance, antioxidant status, and feeding-related gene expression of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*. Journal of the World Aquaculture Society, 47(6), 820-829.

Xie S.W., Li Y.T., Zhou W.W., Tian L.X., Li Y.M., Zeng S.L., Liu Y.J. 2017. Effect of γ-aminobutyric acid supplementation on growth performance, endocrine hormone and stress tolerance of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed low fishmeal diet. Aquaculture Nutrition, 23(1), 54-62.

Zhang C., Wang X., Wang C., Song Y., Pan J., Shi Q. , Chen L. 2021. *Gamma-aminobutyric acid* regulates glucose homeostasis and enhances the hepatopancreas health of juvenile Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) under fasting stress. General and Comparative Endocrinology, 303, 113704.

stress, histopathological alterations, apoptosis, and reduces DNA damage in Common carp (*Cyprinus carpio*). Aquatic Toxicology, 228:105624.

Kikuchi K., Iwata N., Kawabata T., Yanagawa, T. 2006. Effect of feeding frequency, water temperature, and stocking density on the growth of tiger puffer, Takifugu rubripes. World Aquaculture Society. 37, 12–20.

Koike S., Matsukura C., Takayama M., Asamizu, E., Ezura H. 2013. Suppression of *γ-aminobutyric acid* (GABA) transaminases induces prominent GABA accumulation, dwarfism and infertility in the tomato (*Solanum lycopersicum L.*). Plant and cell physiology, 54(5), 793-807.

Kumar S., Verma A. K., Singh S. P., Awasthi A. 2023. Immunostimulants for shrimp aquaculture: paving pathway towards shrimp sustainability. Environmental Science and Pollution Research, 30(10), 25325-25343.

Li L., Shen Y., Yang W., Xu X., Li J. 2021. Effect of different stocking densities on fish growth performance: A meta-analysis. Aquaculture, 544, 737152.

Li Z., G.A.O. Q., Dong S., Dong K., Xu Y., Mei Y., Hou Z. 2024. Effects of Chronic Stress from High Stocking Density in Mariculture: Evaluations of Growth Performance and Lipid Metabolism of Rainbow Trout (*Oncorhychus mykiss*). Biology, 13(4), 263.

Liu L., Liang X. F., Li J., Yuan X., Zhou Y., He Y. 2014. Feed intake, feed utilization and feeding-related gene expression response to dietary phytic acid for juvenile grass carp (Ctenopharyngodon idellus). Aquaculture, 424, 201-206.

Liu Q., Hou Z., Wen H., Li J., He F., Wang J., Guan B., Wang Q. 2016. Effect of stocking density on water quality and (growth, body composition and plasma cortisol content) performance of pen -reared rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Journal of Ocean University of China. 15, 667-675.

Naiel M. A., Negm S. S., Abd El-hameed S. A., A.bdel-Latif H. M.2021. Dietary organic selenium improves growth, serum biochemical indices, immune responses, antioxidative capacity, and modulates transcription of stress-related genes in Nile tilapia reared under sub-optimal temperature. Journal of Thermal Biology, 99:102999.

Powers M.2012. GABA supplementation and growth hormone response. Acute Topics in Sport Nutrition, 59:36–46.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

نحوه استناد به‌مقاله:

فیروزبخش ف.، عالیشاه ن.، محرابی ز.، جانی خلیلی خ. اثر گاما آمینوبوتریک اسید (Gamma aminobutyric acid) بر شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت استرس تراکم بالا. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی‌دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۳. ۱۲(۲): ۸۹-۷۹.

Firouzbakhsh F., Alishah N., Mehrabi Z., Janikhalili Kh. The effect of gamma-aminobutyric acid on the growth and survival indices of rainbow trout fry stressed by high stocking density. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2024, 12(2): 79-89.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]

Journal of Applied Ichthyological Research Vol. 12, No 2, 79-89
Print ISSN: 2423-6349
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

The effect of gamma-aminobutyric acid on the growth and survival indices of rainbow trout fry stressed by high stocking density

Alishah N[1,2].,Firouzbakhsh F[1*]., Janikhalili Kh[1]., Mehrabi Z[3].
[1] Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
[2] Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran.
[3] Fisheries Organization, Tehran, Iran.

Type:
Original Research Paper

Paper History:

Received: 27-07-2024
Accepted: 16-09- 2024

Corresponding author:

Firouzbakhsh F. Department of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

Email: f.firouzbakhsh@yahoo.com

Abstract

The purpose of this research is to investigate the fishing situation, fishing indicators The aim of this research was to investigate the effect of gamma-aminobutyric acid supplementation, which is an inhibitory mediator in the central nervous system, on the growth and survival indicators of rainbow trout fry kept at high density, for this purpose, 750 fry with an average weight 5 ± 0.06 grams in 5 treatments including positive control treatment with high density and without GABA supplementation (9.8 kg/m3), negative control treatment with normal density (4.9 kg/m3) and 3 treatments fed with supplements Gamma aminobutyric acid (GABA) at the rate of 100, 200 and 300 mg/kg of high density diet (9.8 kg/m3) during 7 weeks of feeding and in aquariums with dimensions of 50x26x52 cm that are up to 10 cm high They were watered and fed. At the end of the breeding period, growth indicators including weight gain, food conversion ratio, specific growth factor, specific growth rate, condition factor, and protein yield ratio and survival percentage were investigated. During the breeding period, with water change (2 times a day up to 90%) and aeration, the amount of dissolved oxygen and pH were recorded as 6.9 ± 0.6 mg/liter and 7.1 ± 0.1 mg/liter. The average water temperature during the breeding period was 13±0.5. In all the growth indicators, a significant increase was observed in the treatments fed with gamma-aminobutyric acid supplement compared to the negative control treatment, the highest of which was related to the treatment of 300 mg of GABA supplement. The lowest food conversion factor among the experimental treatments was 300 mg, which had a statistically significant difference with the positive control treatment. The lowest amount of fat and protein was observed in the positive control treatment, which had a statistically significant difference with other treatments. The results showed that the addition of gamma-aminobutyric acid supplement at the rate of 300 mg/kg to the diet Rainbow salmon raised in high density moderates the negative effects of stress resulting from high density on growth indicators and improves these indicators.

Keywords: GABA, Rainbow trout, density, Growth, Survival

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-21]

[DOI: 10.22034/jair.12.2.71]