تاثیر سطوح مختلف بتائین جیره بر مقاومت بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در برابر استرس های محیطی

محمد نیرومند[۱]*؛ میر مسعود سجادی[۲]؛ مازیار یحیوی[۱]؛ محمد اسدی[۱]

Mohamad_niromand@yahoo.com

۱ – دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندر عباس، صندوق پستی: ۱۳۱۱ – ۷۹۱۵۹

۲- دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، کد پستی : ۳۹۹۵

تاریخ دریافت: بهار ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۹

چکیده

این آزمایش به مدت چهار هفته به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف بتائین جیره بر میزان مقاومت بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در برابر استرس های محیطی شامل کمبود اکسیژن، شوری بالا، دمای بالا، pH بالا و پایین، انجام شد. این آزمایش در قالب چهار جیره با سطوح مختلف بتائین شامل صفر(C)، ۰/۴٪ ($B_{.4}$) ، ۰/۸٪ ($B_{.8}$) و ۱/۲٪ ($B_{1.2}$) به طور جداگانه در سه تیمار آزمایشی و یک تیمار شاهد و هر تیمار شامل سه تکرار انجام شد. در هر تکرار چهل قطعه بچه ماهی با وزن متوسط ۰/۱۵±۰/۶۷ گرم ذخیره سازی شده و روزانه طی ۵ وعده غذادهی شدند. میزان غذادهی روزانه ۴ تا ۴/۵ درصد وزن بدن بود. با بررسی فاکتورهای بقا و مقاومت در برابر فاکتورهای محیطی در پایان دوره مشخص شد که کلیه تیمارهای بتائین از نظر مقاومت در برابر pH بالا و پایین و مقاومت در برابر دمای بالا به طور معنی داری از تیمار کنترل بهتر بودند. همچنین تیمار $B_{.4}$ از لحاظ مقاومت در برابر شوری بالا و تیمار $B_{.8}$ از لحاظ مقاومت در برابر کمبود اکسیژن به طور معنی داری از تیمار کنترل بهتر بودند($P<0/05$). آزمایش حاضر نشان داد که اضافه نمودن بتائین به جیره می تواند تاثیر مطلوبی بر مقاومت در برابر استرس ها در بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان داشته باشد.

لغات کلیدی: بتائین، قزل آلای رنگین کمان، استرس های محیطی، غذادهی، مقاومت، جیره

*نویسنده مسئول

۱. مقدمه

در حال حاضر حدود ۴۰ درصد از کل تولید جهانی آبزیان از طریق آبزی پروری تامین می شود و پیش بینی می شود که در آینده ای نه چندان دور(سال های۲۰۲۰ تا۲۰۳۰) سهم تولید آبزی پروری از صید جهانی آبزیان پیشی بگیرد. تولید جهانی آزاد ماهیان نیز در سطح جهانی از توسعه مناسبی برخوردار بوده است به طوری که میزان تولید جهانی آزاد ماهیان از ۳۳۰ هزار تن در سال ۱۹۹۰ به ۱۴۴۰ هزار تن در سال ۲۰۰۲ میلادی بالغ شده است. صنعت پرورش ماهی قزل آلای ایران در مقایسه با پرورش سایر آبزیان، صنعتی پویا بوده و علی رغم مشکلات بسیاری که بر سر راه پرورش دهندگان قرار داشته، تا کنون قوام خود را حفظ نموده است و این به دلیل گوشت لذیذ، بدون بو و ظاهر خوب این ماهی می باشد.

با توجه به کم آبی و در بسیاری از موارد، کمبود بستر مناسب برای پرورش ماهی قزل آلا، جهت افزایش تولید می بایست میزان تراکم را بالا برد. افزایش میزان تراکم سبب می شود استرس های محیطی به میزان بیشتری ماهی را تحت تاثیر خود قرار داده و باعث بروز تلفات شوند. بنابراین پیدا کردن راهی برای بالا بردن مقاومت ماهی در برابر استرس های محیطی امری لازم به نظر می رسد؛ تا با این کار میزان تلفات کاهش پیدا کند. همچنین با کم شدن استرس ها، بر میزان رشد و بازماندگی افزوده شود. برعکس این موضوع نیز توسط بسیاری از محققان عنوان شده است به طوری که Tackaert et al., 1989; Paibulkichakul et al., 1998; Rees et al., 1994; Gallardo et al., 1995; Kontara et al., 1997 بیان کردند که جیره های غذایی که سبب رشد و بازماندگی بالاتر می شوند منجر به افزایش مقاومت موجود در برابر تست های استرس نیز خواهند شد. ثابت شده است که بتائین از جمله موادی است که در بسیاری از ماهیان سبب افزایش رشد و بازماندگی می شود(۹، ۱۵، ۱۶، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۳۱ و ۳۴). این ماده به عنوان تنها دهنده مستقیم گروه متیل، نقشی مهم در تامین این گروه در بدن دارد (۲۲ و ۲۳). بتائین از طریق متیل دهندگی می تواند در واکنش های ترانس متیلاسیون برای ساخت موادی مانند کراتین، فسفاتیدیل کولین، کارنیتین، آدرنالین، متیونین و متیل پورین ها مورد استفاده قرار گیرد؛ این مواد در متابولیسم پروتئین و انرژی نیز نقش کلیدی دارند(۲۳ و ۳۲). بتائین در نهایت تبدیل به اسید آمینه گلایسین می شود که یک اسید آمینه مهم در سنتز پروتئین و رشد عضلات است(۴). بتائین با تاثیر بر هموسیستئین، باعث تبدیل این ماده به متیونین می شود و در واقع هموسیستئین که یک ماده سمی بوده و باعث تصلب دیواره رگها می شود؛ از خون حذف میگردد(۱۴). بتائین به طور غیر مستقیم با تولید کارنیتین باعث هضم اسیدهای چرب بلند زنجیره شده و به این ترتیب از بروز نارسایی های کبدی جلوگیری می کند. همچنین بتائین به عنوان حامی فرایند اسمزی معرفی شده است و در آب شور باعث بالا رفتن میزان مقاومت و بازماندگی آبزی می شود (۴). با توجه به این مطالب بتائین از جمله موادی بود که به نظر می رسد ممکن است باعث بالا رفتن میزان مقاومت بچه ماهیان قزل آلا در برابر شرایط نامساعد محیطی شود. این تحقیق به منظور بررسی اثر بتائین افزود شده به جیره، بر مقاومت بچه ماهی قزل آلا در برابر استرس های کمبود اکسیژن، شوری بالا، pH بالا و پایین و دمای بالا، انجام گرفت.

۲. مواد و روش ها

۲-۱ - شرایط آزمایش

این تحقیق در مرداد ماه سال ۱۳۸۷ به مدت ۳۱ روز در کارگاه تکثیر و پرورش قزل آلای ۲۲ بهمن واقع در روستای شش پیر شهرستان سپیدان انجام شد. بچه ماهی های مورد استفاده در این آزمایش دارای میانگین وزنی۰/۱۵± ۰/۶۷ گرم بودند.

این آزمایش شامل ۴ تراف(۴ تیمار) و ۳ سینی(۳ تکرار) قرار گرفته شده در داخل هر یک از تراف ها بود.

این تراف ها از لحاظ ارتفاع از سطح زمین و میزان نور دریافتی، در شرایط کاملا یکسانی قرار داشته و نزدیک هم قرار گرفته بودند. میزان آب ورودی به هر یک از آنها نیز ۲۹/۲۸ لیتر در دقیقه بود. در داخل هر سینی ۴۰ قطعه بچه ماهی قرار داده شده

بود. دمای متوسط آب ۱۰ درجه سانتیگراد و pH آب نیز بین ۷/۸۵ تا ۷/۹۹ در نوسان بود.

۲- ۲- غذادهی

غذای استفاده شده در این تحقیق غذای SFT0 تولید گروه بتا بندر عباس بود. بتائین در ۴ سطح صفر، ۰/۴٪ ، ۰/۸٪ و ۱/۲ به این غذا اضافه و در طول دوره بر اساس وزن ماهی ها، روزانه بین ۴/۵ - ۴ درصد وزن بدنشان در قالب ۵ وعده غذایی به آنها داده شد.

۲- ۳- نحوه انجام تست های استرس

پس از پایان آزمایش، ماهی های هر تیمار دو بار در معرض تست های استرس کمبود اکسیژن، شوری بالا، دمای بالا و pH بالا و پایین قرار گرفتند. برای جلوگیری از بروز اشتباه در نتیجه گیری، هر ماهی فقط یک بار مورد آزمایش استرس قرار گرفت و سی دقیقه پس از پایان استرس میزان بازماندگی آنها بررسی شد. لازم به ذکر است که ماهی ها به تدریج در معرض تست استرس قرار نگرفته و به یکباره در محیط استرس زا قرار داده شدند.

۲-۳ – ۱ - تست استرس کمبود اکسیژن :

در این آزمایش۱۰ قطعه بچه ماهی از هر تیمار در معرض استرس کمبود اکسیژن قرار گرفتند؛ به این ترتیب که ماهی های تیمارها به طور همزمان و جداگانه در خارج از آب و در هوا به مدت ۹ دقیقه نگاه داشته شده، به آب تازه برگردانده شدند؛ سپس تلفات لاروها و در نتیجه میزان مقاومت آنها در برابر کمبود اکسیژن مورد بررسی قرر گرفت (۱).

۲-۳ – ۲ - تست استرس pH پایین :

در این آزمایش pH آب توسط اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال به ۳/۸ رسانده شد و از هر تیمار ۱۰ قطعه بچه ماهی به طور همزمان در تشت آزمایش رها سازی شده و بعد از گذشت ۱۳۵ دقیقه، ماهی ها به آب تازه و پر اکسیژن منتقل شده و پس از چند دقیقه میزان بازماندگی آنها مورد مقایسه قرار گرفت . این آزمایش یک بار دیگر نیز تکرار شد(۳).

۲-۳ – ۳ - تست استرس pH بالا :

در این آزمایش، pH آب با استفاده از کریستال های سود(NaoH) به ۱۰/۸ رسانده شد. ماهی ها به مدت ۷ دقیقه در معرض این pH قرار گرفتند؛ سپس به آب تازه و پر اکسیژن منتقل شده و میزان تلفات آنها با یکدیگر مقایسه گردید. این آزمایش یک بار دیگر نیز تکرار شد(۳).

۲-۳ – ۴ - تست شوری بالا :

برای انجام تست های شوری، دما و pH یک تشت آب با ظرفیت ۵ لیتر بوسیله توری ریز به چهار قسمت مساوی تقسیم شد و شماره تیمارها از یک تا چهار به ترتیب روی لبه تشت در هر یک از چهار قسمت مذکور درج گردید.

از آنجا که ماهی قزل آلا تا شوری ppt ۳۰ را تحمل می کند (۵) با اضافه کردن نمک طعام به آب، شوری به ppt ۳۵ رسانده شده و به طور همزمان ۱۰ قطعه بچه ماهی از هر تیمار در آب تشت رها سازی شد. آزمایش، ۲ ساعت به طول انجامید؛ سپس ماهی ها به آب تازه منتقل گردیدند و در نهایت میزان بازماندگی تیمارها مورد مقایسه قرار گرفت(۱۸ و ۲۷).

۲-۳ – ۵ - تست دمای بالا :

از هر تیمار ۱۰ قطعه ماهی به طور همزمان در تشت آب قرار داده شد؛ دمای آب تشت ۲۴ درجه سانتیگراد بود که ماهی ها مدت زمان ۳۰ دقیقه را در این دما سپری نمودند. سپس ماهی ها به آب تازه و پر اکسیژن برگردانده شده و بعد از چند دقیقه میزان بازماندگی تیمارها با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت(۱ و ۳).

۲-۳ – ۶ - نحوه محاسبه درصد بازماندگی یا SR(۱۲):

$$SR\% = \frac{S - D}{S} * 100$$

D = تعداد تلفات

S = تعداد نمونه های مورد آزمایش

۲-۴ - روش تجزیه وتحلیل آماری داده ها :

این تحقیق در قالب طرح بلوک های کاملا تصادفی انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها با بدست آوردن جدول تجزیه واریانس یک طرفه (One-Way-ANOVA) و سپس مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون دانکن و با استفاده از نرم افزار SPSS(ver.16) انجام شد. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد(خطا) تعیین گردید. برای ثبت داده ها از برنامه نرم افزاری Excel استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از این آزمایش نشان می دهد که میزان بازماندگی نهایی تیمار $B_{.۴}$ به طور معنی داری در سطح ۵ درصد از تیمار شاهد و تیمار $B_{۱/۲}$ بیشتر بود؛ اما با تیمار $B_{.۸}$ تفاوت معنی داری نداشت.

میزان مقاومت در برابر کمبود اکسیژن در تیمار $B_{.۸}$ به طور معنی داری در سطح ۵ درصد از تیمار شاهد و تیمار $B_{۱/۲}$ بیشتر بود، اما تفاوت معنی داری با تیمار $B_{.۴}$ نداشت.

میزان مقاومت در برابر pH بالا و پایین در کلیه تیمارهای بتائینی بطور معنی داری در سطح ۵٪ از تیمار شاهد بیشتر بود.

میزان مقاومت در برابر استرس شوری در تیمار $B_{.۴}$ به طور معنی داری در سطح ۵ درصد از تیمار شاهد بیشتر بود، اما تفاوت معنی داری با دو تیمار $B_{.۸}$ و $B_{۱/۲}$ نداشت.

میزان مقاومت در برابر استرس دمای بالا در تیمارهای $B_{.۴}$ و $B_{۱/۲}$ به طور معنی داری در سطح ۵ درصد از تیمار شاهد بیشتر بود.

۴. بحث

در این تحقیق میزان مقاومت تیمارهای بتائینی در برابر کمبود اکسیژن از تیمار کنترل بیشتر بود. Virtanen و همکارانش در سال ۱۹۸۹ و Clarke و همکارانش نیز در سال ۱۹۹۴ گزارش کردند که اضافه کردن یک درصد فین استیم به غذای قزل آلا، سطح بتائین ماهیچه را ۵ تا ۸ میلی مول در کیلوگرم افزایش میدهد اگر چه این مقدار سهم کوچکی در فعالیت های اسمزی کلی دارد اما ممکن است برای ثبات میتوکندری کافی باشد.

جدول ۱ : میزان بازماندگی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان در تیمارهای مختلف، پس از ۳۰ روز دوره آزمایش، در برابر تست های استرس(n=2؛ انحراف از معیار ± میانگین)

تیمار / شاخص	C	$B_{.۴}$	$B_{.۸}$	$B_{۱/۲}$
کمبود اکسیژن	۸۶/۶۷ ± ۱/۶۵ b	۸۸/۸۱ ± ۱/۳۷ ab	۹۲/۵۹± ۲/۲۵ a	۸۵/۰۲ ± ۱/۱۹ b
pH بالا	صفر b	۶۰± ۶۱/۹۷ a	۵۰± ۱۵/۵۵ a	۴۰ ± ۱۱/۳۱ a
pH پایین	۸۳ ±۴/۷۱ b	۱۰۰ a	۱۰۰ a	۱۰۰ a
شوری بالا	۳۳/۳۳ ± ۷/۵۴ b	۶۶/۶۷ ± ۸/۸۰ a	۵۰± ۶/۵۱ ab	۵۰ ± ۶/۲۵ ab
دمای بالا	۱۶/۶۷ ± ۶/۶۰ c	۳۳/۳۳ ± ۴/۷۱ ab	۲۵ ± ۴/۹۵ bc	۴۱/۶۶ ± ۶/۵۹ a
بازماندگی	۹۵/۱۷ ± ۲/۲۵ b	۹۹/۱۷ ± ۱/۴۴ a	۹۶/۱۷± ۱/۲۶ ab	۹۵/۸۳ ± ۱/۴۴ b

حروف لاتین غیر مشابه بالای اعداد هر ردیف، نشانه معنی دار بودن تفاوت بین تیمارها می باشد (P<۰/۰۵).

زمانی که ماهی در معرض استرس کمبود اکسیژن قرار می گیرد دیگر اکسیژنی به سلول نرسیده و سلول ها از طریق گلیکولیز بی هوازی تولید انرژی می کنند؛ از آنجا که میزان بتائین در سلول های ماهیانی که در جیره غذاییشان بتائین اضافه شده، ۵ تا ۸ میلی مول در کیلوگرم افزایش می یابد شاید مقاوم تر بودن ماهی های تیمار بتائین نسبت به گروه کنترل به دلیل تاثیر بتائین موجود در سلول بر گلیکولیز بی هوازی باشد که مدت زمان بیشتری باعث تداوم چرخه تولید انرژی می شود. مقاوم تر بودن ماهیان تیمار بتائین نسبت به تیمار کنترل در برابر کمبود اکسیژن را شاید بتوان به این صورت بیان کر که بتائین ممکن است باعث انحلال بیشتر اکسیژن در پلاسمای خون شده یا اینکه بتائین باعث افزایش میل ترکیبی هموگلوبین با اکسیژن شده باشد یا به طور کلی سبب بالا رفتن کشش اکسیژنی سرخرگ های ماهیان در برابر شرایط استرس کمبود اکسیژن شود.

در این تحقیق تیمارهای بتائین به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد، مقاومت بیشتری را در برابر استرس بالا رفتن دما نشان دادند. زمانی که ماهی در معرض تست افزایش دما قرار می گیرد از یک طرف شدت سوخت و ساز بدن بالا رفته و نیاز اکسیژنی ماهی افزایش می یابد و از طرف دیگر با افزایش دمای آب، میزان اکسیژن محلول در آن کاهش می یابد پس در واقع با قرار گرفتن ماهی در برابر استرس افزایش دما، ماهی در معرض کمبود اکسیژن قرار می گیرد. شاید مقاوم تر بودن ماهیان تیمار بتائین نسبت به شاهد در برابر استرس افزایش دما به همان دلایلی باشد که سبب می شوند ماهی در برابر تست کمبود اکسیژن مقاومت بیشتری از خود نشان دهد.

در آزمایش استرسpH پایین، تیمارهای بتائین هیچ تلفاتی نداشتند فقط تلفات کمی در تیمار کنترل رخ داد.

pH پایین باعث حل شدن فلزات سنگین مثل آهن و قرار گرفتن این فلزات بر روی آبشش ماهی و به تبع آن کاهش تبادلات اکسیژنی می شود(۵). از آنجا که میزان آهن در آب مورد آزمایش ما بسیار کم بود(۰/۰۴ ppm)بعد از گذشت ۱۳۵ دقیقه که ماهیان در آب با pH پایین قرار داشتند؛ فقط تلفات اندکی در تیمار کنترل مشاهده شد. شاید در طولانی مدت همان میزان اندک فلزات سنگین بر روی آبشش ها تاثیر منفی گذاشته باشند و تفاوت بین تیمارهای بتائین با تیمار شاهد به دلیل مقاومت بیشتر این ماهیان در برابر کمبود اکسیژن باشد که احتمالات آن قبلا مورد بررسی قرار گرفت.

در آزمایش استرس pH بالا، مقاومت ماهیان تیمار های بتائین به طور معنی داری از تیمار شاهد بیشتر بود.

آمونیاک مهمترین ماده دفعی حاصل از متابولیسم ترکیبات نیتروژن دار(پروتئین) در بدن ماهی است. این ماده از طریق آبشش ها و کلیه ها به محیط آب دفع میشود. حال اگر محیط اسیدی باشد آمونیاک تبدیل به یون آمونیوم بی خطر می شود؛ اما اگر محیط قلیایی باشد آمونیاک در محیط آب باقی می ماند. با افزایش غلظت آمونیاک در محیط آبی توانایی آبشش ها برای دفع آمونیاک کاهش می یابد و به دنبال آن غلظت آمونیاک در خون ماهی بالا رفته و ظرفیت تبادل اکسیژنی نیز کاهش می یابد و افزایش نیاز اکسیژنی بافت ها را به دنبال خواهد داشت(۵).

پس مقاومت ماهی های تیمارهای بتائینی نسبت به تیمار شاهد شاید به همان دلایلی باشد که در بحث تست کمبود اکسیژن بیان شد.

بتائین مقاومت اسمزی درون سلولی را افزایش(۱۱) و به سلول کمک میکند در سطح خودش باقی بماند(۲۹) و در این فرایند جانشین پتاسیم می شود(۸ و ۲۹) و آنزیم ها را در برابر واکنش های اسمزی به حالت موازنه نگه می دارد(۶).

در تحقیق حاضر، میزان مقاومت تیمارهای بتائین در برابر استرس شوری، از تیمار کنترل بیشتر بود و تیمار۰/۴B. به طور معنی داری از تیمار شاهد بهتر بود.

همانگونه که در قسمت کلیات بیان شد زمانی که موجود در معرض استرس شوری قرار می گیرد پمپ سدیم پتاسیم فعال شده و افزایش میزان پتاسیم در سلول پس از ۵ الی ۶ ساعت،

باعث اختلال در کار آنزیم های میتوکندری و به تبع آن کاهش تولید انرژی خواهد شد و این استرس سبب می شود که بتائین به جای پمپ سدیم پتاسیم عمل کرده و وارد سلول شود؛ از آنجا که بتائین تاثیر منفی بر آنزیم های میتوکندری ندارد پس باعث کاهش روند تولید انرژی نخواهد شد و به این صورت سبب افزایش مقاومت تیمارهای بتائینی در برابر استرس شوری می گردد.

این تحلیل از آنجا که مدت زمان آزمایش ما کمتر از ۵ ساعت بود منطقی به نظر نمی رسد؛ مقاومت تیمارهای بتائینی شاید به این دلیل باشد که حتی در استرس های اسمزی کمتر از ۵ ساعت نیز ممکن است بتائین جای پمپ سدیم پتاسیم را بگیرد یعنی اینکه استرس ناشی از ازدیاد پتاسیم در درون سلول باعث ورود بتائین به سلول نمی شود یا اگر هم میشود زمان آن کمتر از ۲ ساعت است . یک نوع تحلیل دیگر نیز می توان به شرح ذیل در مورد مقاومت تیمارهای بتائینی در برابر استرس شوری بیان کرد:

Stagy و همکارانش در سال ۱۹۸۹ گزارش کردند که در ساعات اولیه انتقال ماهی آزاد به آب دریا، کشش اکسیژن سرخرگها کاهش و غلظت اسیدلاکتیک افزایش می یابد؛ همچنین Bath & Eddie در سال ۱۹۷۹ بیان کردند که در ماهی قزل آلا در ۵ ساعت پس از انتقال ماهی به آب دریا میزان حمل اکسیژن خون تا ۳۰ درصد کاهش می یابد؛ پس زمانی که ماهی در آب شور قرار می گیرد با کمبود اکسیژن هم مواجه می شود که این کمبود اکسیژن نیز بنا به فرضیاتی که در بحث استرس اکسیژنی بیان شد ممکن است در اثر حضور بتائین بر طرف شود.

در این تحقیق میزان بازماندگی تیمارهای بتائینی از تیمار کنترل بیشتر بود اما فقط تیمار۰/۴B. به طور معنی داری از تیمار کنترل بهتر بود. Shankar و همکارانش در سال ۲۰۰۸ بیان کردند که افزودن بتائین در سطح ۰/۲۵ درصد به غذای ماهی major carp، به طور معنی داری باعث افزایش نرخ بقا می شود. سوداگر و همکارانش در سال ۱۳۸۳ بیان کردند که بتائین در سطح ۰/۵ درصد به طور معنی داری باعث افزایش درصد بازماندگی در فیل ماهی جوان می شود. Przybyt و همکارانش در سال ۱۹۹۹ بیان کردند که افزودن بتائین به میزان ۰/۲ درصد به جیره ماهی کپور باعث افزایش میزان بازماندگی می شود. بتائین بنا به دلایل مختلفی که در بحث تست های استرس بیان شد باعث مقاومت موجود در برابر شرایط استرس زا و به تبع آن افزایش میزان بازماندگی موجود می شود.

نتیجه گیری

آزمایش حاضر نشان داد که بتائین در سطح ۰/۴ درصد باعث افزایش میزان بازماندگی بچه ماهی ها در دمای پایین می شود. همچنین بتائین سبب افزایش مقاومت بچه ماهی قزل آلا در برابر استرس های کمبود اکسیژن، دمای بالا، شوری بالا و pH بالا و پایین می شود. پس با بالا رفتن مقاومت ماهی در برابر استرس های فوق الذکر و به تبع آن بالا رفتن میزان رشد ماهی، می توان در مدت زمانی کمتر، تراکم بیشتری از ماهیان را پرورش داد.

تشکر و قدر دانی

لازم میدانیم از زحمات آقای مهندس مسعود نیکوکار مدیر مرکز تکثیر و پرورش ماهی قزل آلای ۲۲ بهمن واقع در منطقه شش پیر شهرستان سپیدان فارس، همچنین آقای ابوذر قاسمی و خانم ها مهندس معصومه سمیعی، مهندس زهرا چیت ساز، مهندس پروانه مقدم و مهندس مریم برنجکار که در انجام مراحل عملی تحقیق ما را یاری نمودند کما ل تشکر و قدردانی را به عمل آوریم.

منابع

۱ - آذری تاکامی،ق. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تغذیه ای ناپلیوسهای *Artemia urmiana* غنی شده با ویتامین C روی رشد، درصد بقا و مقاومت در برابر استرس های محیطی در لاروهای قزل آلای رنگین کمان.مجله پژوهش و سازندگی. شماره۶۶: ص۳۲-۲۵.

۲ - سوداگر،م. ۱۳۸۳. بررسی اثرات سطوح مختلف بتائین و متیونین به عنوان جاذب بر شاخصهای رشدو بازماندگی فیل ماهی جوان. مجله علمی شیلات ایران. شماره۲: ص ۵۰-۴۱.

۳ - علوی یگانه،م.ص. ۱۳۸۳. افزایش مقاومت به تنش های محیطی pH و دما در لاروهای قزل آلای رنگین کمان از طریق تغذیه با مکمل پودر گاماروس. مجله علوم دریایی ایران. ص: ۶۶-۵۷.

۴ - گروه علمی و تحقیقی بیوشم.۱۳۸۲. بتافین. شرکت بیوشم تهران.

۵ - نفیسی بهابادی،م.۱۳۸۵.راهنمای عملی تکثیر و پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان. انتشارات دانشگاه هرمزگان، تهران.

6-Bagnasco, S., Balaban, R., Fales, H., Yang, Y.-M., Burg, M., 1986. Predominant osmotically active organic solutes in rat and rabbit renal medullas. J. Biol. Chem. 261, 5872–5877.

7-Bath, R.N., Eddie, F.B., 1979. Ionic and respiratory regulation in rainbow trout during rapid transfer to sea water. J. Comp. Physiol. 134, 351–357.

8-Bowlus, R.D., Somero, G.N., 1979. Solute compatibility with enzyme function and structure: rationales for the selection of osmotic agent and end products anaerobic metabolism in marine invertebrates. J. Exp. Zool. 208, 137–152.

9-Carr, W.E.S., Chaney, T.B., 1976. Chemical stimulation of feeding behavior in the pinfish, *Lagodon rhomboides*: characterization and identification of stimulatory substances extracted from shrimp. Comp.Biochem. Physiol. 54A, 437–441.

10-Clarke, W.C., Virtanen, E., Blackburn, J., Higgs, D.A., 1994. Effects of dietary betaine/amino acid additive on gowth and seawater adaptability in yearling chinook salmon. Aquaculture 121, 137– 145.

11-Daikoku, T., 1980. Changes in osmotic and ionic concentrations of various tissues of the guppy, *Poecilia reticulata*, with adaptation to sea water, and the effect of dietary trimethylamine on these changes. Comp.Biochem. Physiol. 66A, 189–195.

12-Felix , N. and Sudharsan, M., 2004 . Effect of glycine betaine, a feed attractant affecting gowth and feed convesion of juvenile freshwhter prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture Nutrition. 10, 193-197.

13-Gallardo, P. P., Alfonso, E., Gaxiola, G., Soto, L. A and Rosas, C., 1995. Feeding schedule for *Penaeus setiferus* larvae based on diatom (*Chaetoceros ceratosporum*), flagellates (*Tetraselmis chuii*) and Artemia nauplii. Aquaculture 131: 239-252.

14-Hankey, G. J., & Eikelboom, J. W., 1999. Homocysteine and vascular disease. The Lancet 354, 407–413.

15-Knights, B., 1996. Studies of feeding stimulation in young eels, *Anguilla anguilla* L., before and after firstfeeding using a novel rapid-screening method. Aquacult. Res. 27, 379– 385.

16-Kolkovski, S., Arieli, A., Tandler, A., 1997. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in sea bream larvae. Aquacult. Int. 5, 527– 536.

17-Kontara, E., Lavens, P. and Sorgeloos, P., 1997. Dietary effects of DHA/EPA on culture performance and fatty acid composition of *penaeus monodon* postlarvae. In Lavens, P., Iaspers, E., Roeland, I. (Eds), Larvi 95 Fish and Shellfish Larviculture Symposium.Europ Aquaculture Society, Ghent, pp.204-208.

18-Krogdahl, A., Sundby, A., Olli, J. J., 2004. Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) digest and metabolize nutrients differently. Effect of water salinity and dietary starch level. Aquaculture 229, 335-360.

19-Mackie, A.M., Mitchell, A.I., 1985. Identification of gustatory feeding stimulants for fish—applications in aquaculture. In: Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G. (Eds.), Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press, London, pp. 177–189.

20-Paibulkichakul, C., Piyatiratitivorakul , S ., kittakoop , P ., Viyakam , V., Fast, A. W. and Menasveta, P., 1998. Optimal dietary levels of lecithin and cholesterol for black tiger prawn *Penaeus monodon* larvae and postlarvae. Aquaculture 167, 273-281.

21-Papatryphon, E. and Soares Jr., J. H., 2000a. The effect of dietary feeding stimulants on gowth performance of striped bass, *Morone saxatilis*, fed-aplant feedstuff-based diet. Aquaculture 185, 329-338.

22-Papatryphon, E., Soares, J.H., 2000b. Identification of feeding stimulants for striped bass, *Morone saxatilis.* Aquaculture 185, 339–352.

23-Polat, A. & Beklevik, G., 1999. The importance of betaine and some attractive substances as fish feed additives. In: Feed Manufacturing in the Mediterranean Region : Recent Advances in Research and Technology Zaragoza (Brufu, J. & Tacon, A. eds), PP. 217-220. CIHEAM, IAMZ, Spain.

24-Przybyt, A., Mazurkiewicz, J., Madziar, M ., Hallas, M., 1999 . Effect of betafine addition on selected indices of carp fry Rearing inponds. The August ciezkowski Agicultural university in poznan . Archives of Polish Fisheries , vol7.pp:321-328.

25-Rees, J. F., Cure. K., Piyativatitivorakul , S., Sorgeloos , P. and Menasveta, P., 1994. Highly unsaturated fatty acid requirments of *Penaeus monodon* postlarvae, an experimental approach based on Artemia enrichment. Aquaculture, 122: 193-207.

26-Shankar, R., Murthy, H. S., Pavadi, P., Thanuja, K., 2008. Effect of betaine as a feed attractant on gowth, survival and feed utilization in fingerlings of the Indian major carp *Labeo rohita.* The Israeli Journal of Aquacultur- Bemidgeh. 60, 95-99.

27-Singer, T. D., Raptis, S., Sathiyaa, R., Nichols, J. W., Playle, R. C., Vijayan, M. M., 2007. Tissue-specific modulation of glucocorticoid receptor expression in response to salinity acclimation in rainbow trout. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B. 146, 271-278.

28-Stagg, R.L., Talbot, F.B.E., Williams, M., 1989. Seasonal variations in osmoregulatory and respiratory responses to seawater exposure of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) maintained in fresh water. Aquaculture 82, 219–228.

29-Sutherland, L., Cairney, J., Elmore, M., Booth, I., Higgins, C., 1986. Osmotic regulation of transcription: induction of the proU betaine transport gene is dependent on accumulation of intracellular potassium. J. Bacteriol. 168, 805–814.

30-Tackaert, W., Albei, P., Leger, Ph., Sorgeloos, P., 1989. Stress resistance as a criterion to evaluate quality of postlarval shrimp reared under different feeding procedures. In: Proceeding, III Simposio Brasilerio sorbe Cultivo de Camaro, Vol. l. MCR Aquaculture; Jodo Pesoa; Brazil pp. 393-403.

31-Takaoka, O., Takii, K., Nakamura, M., Kumai, H., Takeda, M., 1995. Identification of feeding stimulants for tiger puffer. Fish. Sci. 61, 833– 836.

32-Tiril, S.U., Alagil, F., Yagci, F.B. and Aral, O., 2008. Effects of betaine supplementation in plant protein based diets on feed intake and gowth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Israeli J. Aquac. – Bamidgeh. 60(1), 57-64.

33-Virtanen, E., Junnila, M., Soivio, A., 1989. Effects of food containing betaine/aminoacid additive on the osmotic adaptation of young Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture 83, 109–122.

34-Virtanen, E., Hole, R., Resink, R., Slinning, J.W., Junnila, M., 1994. Betaine/amino acid additive enhances seawater performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed standard fish-meal-based diets. Aquaculture 124, 220– 231.

Effect of level of dietary betaine on stress resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry

Niroomand M.[(1)*]; Sajjadi M.M.[(2)]; Yahyavi M.[(1)] and Asadi M.[(1)]

Mohamad_niromand@yahoo.com

1- Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, P.O.Box: 79159-1311

2- Hormozgan University, P.O.Box: 3995

Received: Aprill 2010 Accepted: July 2010

Abstract

This study was done to investigate the effect of different levels of betaine supplementation in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry on survival and resistance to environmental stresses (hypoxia, high temperature, high salinity, and high and low pH). Four treatments (diets) were used as control (without betaine supplementation), $B_{0.4}$ (0.4% Betaine), $B_{0.8}$ (0.8% Betaine) and $B_{1.2}$ (1.2% Betaine) with three replicates. 40 fish (average weight: 0.67 ± 0.15 g) were stocked in tanks and were fed 5 times daily. Fish were fed 4 – 4.5% body weight per day. There were significant differences in survival and resistance to environmental stresses (hypoxia, high temperature, high salinity, and high and low pH) among different treatments. Resistance to environmental stresses in fish fed experimental diets were higher than control diet ($P < 0/05$). Resistance to hypoxia was significantaly better in $B_{0.4}$ compared with control diet ($P < 0/05$). The results of the present study showed that dietary betaine supplementation have desirable effect on resistance to environmental stresses in rainbow trout fry.

Keywords: betaine, rainbow trout, environmental stress, feeding

*Corresponding author