



اثر درجه حرارت آب بر زنده مانی، رشد، عوامل بیوشیمیایی خون و تحمل به استرس دستکاری حاد در بچه ماهی قزل آلا ی رنگین کمان

سعید زاهدی^{۱*}، نیکتا میرحسینی^۲

۱- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد(* نویسنده مسئول:saeedzahedi@um.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

طی سال‌های اخیر، استفاده از پروتکل خنک نمودن آب و استفاده از آن، طی بازه انکوباسیون تخم تا ابتدای شروع تغذیه فعال، در برخی از مراکز پرورش قزل آلا ی رنگین کمان کشور رواج یافته است. اما کیفیت بچه ماهی حاصله، در مقایسه با بچه ماهیانی که بازه شروع انکوباسیون تا مرحله انگشت قدی را در دمای یکسان و پایین بوده‌اند، از موضوعات مورد ابهام است. به همین منظور، بچه ماهیان نورس به تغذیه افتاده قزل آلا در دو تیمار دمایی شامل تیمار دمایی ۱۱ درجه سانتی‌گراد و تیمار دمایی ۱۵ درجه سانتی‌گراد و هر کدام با سه تکرار به مدت ۹۰ روز مورد پرورش قرار گرفتند. نتایج حاصله، اختلاف معنی‌داری را در مرگ و میر بچه ماهیان بین دو تیمار آزمایشی نشان نداد. در مقابل، افزایش معنی‌دار درصد افزایش وزن، افزایش وزن روزانه و نرخ رشد ویژه در بچه ماهیان تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با تیمار ۱۱ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. در مقابل، اختلاف معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی و نیز مقادیر گلوکز، پروتئین کل، تری گلیسرید، کلسترول و کورتیزول پلاسما بین دو تیمار آزمایشی در پایان آزمایش مشاهده نشد. در پایان، اعمال استرس دستکاری روی بچه ماهیان، اثر معنی‌داری بر مرگ و میر آنها نداشت. افزایش خوراک گیری در درجه حرارت‌های بالاتر، به رشد بیشتر بچه ماهیان نورس کمک نموده و مهم‌تر، تحلیل بهتر اثر درجه حرارت، نیازمند بازه‌های زمانی بزرگتر و بررسی فراسنجه‌های بیشتر است.

مقدمه

دمای زیست جانوران آبزی اثرات متنوع و بسیار مهمی بر جنبه‌های گوناگون زیست آنها، همچون زنده مانی، فیزیولوژی، رشد، ایمنی، تولید مثل و رفتار آنها دارد (Coutant, 1987). گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی، دارای نیازمندی‌های متفاوت دمایی بوده و هر گونه، در محدوده دمایی قابل تحمل خود، دارای محدوده دمایی رشد و نیز، بهینه دمایی رشد بوده که بهترین عملکرد خود از لحاظ رشد را در این دما دارا می‌باشد (نفیسی بهابادی و فلاحتی مروست، ۱۳۸۷). نوسانات زیاد دما طی شبانه روز و مهم‌تر، رسیدن دما به نقطه‌ای که خارج از محدوده تحمل گونه است، می‌تواند باعث استرس شدید در ماهی شود که قطع تغذیه، کاهش رشد، تغییرات شدید رفتاری، افزایش احتمال بروز بیماری و مرگ و میر از عواقب آن می‌باشد (نفیسی بهابادی و فلاحتی مروست، ۱۳۸۷؛ رفیعی و همکاران، ۱۴۰۲).

دیدگاه عموم پرورش دهندگان بر این است که بچه ماهیانی که کل بازه زمانی انکوباسیون تا انگشت قدی را در آبی با دمای پایین و بدون نوسان دمایی پرورش یافته‌اند، از زنده مانی، رشد و مقاومت به بیماری بالاتری در مقایسه با بچه ماهیان پرورش یافته در دماهای بالاتر برخوردار می‌باشند. البته برخی این موضوع را محافظه کارانه‌تر عنوان نموده (Gisbert *et al.*, 2007) و فقط انجام انکوباسیون تخم در دمای پایین را مرتبط با کیفیت بالاتر لارو و بچه ماهی حاصله می‌دانند. هنوز اطلاعات جامعی در رابطه با این موضوع مطرح نشده است که آیا نگهداری لارو و بچه ماهی نورس در دمایی مشابه دوران انکوباسیون و تا انتهای مرحله انگشت قدی، بر کیفیت آن اثر دارد؟

قزل آلا ی رنگین کمان به عنوان یک گونه سردابی، مهمترین گونه پرورشی در ایران است که بخش قابل توجهی از سبد مصرف آبزیان ایرانیان را به خود اختصاص داده است (Zahedi *et al.*, 2019). ایران طی سال‌های اخیر، یکی از بزرگترین پرورش دهندگان این ماهی در آب‌های داخلی در سطح جهانی شناخته می‌شود که مقداری از تولید داخلی را صادر نیز می‌نماید (زاهدی و همکاران، ۱۴۰۲). محدوده دمایی مناسب برای انکوبه کردن تخم این ماهی بین ۸ الی ۱۲ درجه سانتی‌گراد و محدوده دمایی پرورش، بین ۱۰ الی ۲۰ درجه سانتی‌گراد (نفیسی بهابادی و فلاحتی مروست، ۱۳۸۷) و بهترین دما برای پرورش بچه ماهیان ۱۲ الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد اعلام شده است (Dou *et al.*, 2005) که در این بازه بیشترین میزان رشد، ضریب تبدیل غذایی و به تبع آن بهترین بازده اقتصادی تولید حاصل خواهد شد (2007, . Bear *et al*). به همین منظور، در این مطالعه و به عنوان گام نخست، با انجام انکوباسیون تخم چشم زده در دمای پایین و مناسب، و پس از آن، نگهداری و پرورش بچه ماهیان در دو دمای مشابه با انکوباسیون (تیمار ۱۱ درجه سانتی گراد) و دمای بالا (۱۵ درجه سانتی گراد)، زنده مانی، رشد و تحمل استرس در بچه ماهیان حاصله مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

برای انجام این پژوهش، تخم چشم زده وارداتی (اسپانیا) قزل آلا ی رنگین کمان خریداری و به مزرعه صدف (تربت حیدریه) منتقل و در انکوباتورهای عمودی، انکوبه گردید. پس از مشاهده شروع شنای افقی، بچه ماهیان نورس از سینی‌های انکوباتور به ترف‌های کالفرنمایی منتقل شده تا تغذیه فعال آنها شروع شود. پس از گذشت چند روز از آغاز غذاگیری، با انجام توزین و شمارش (تعداد ۳۰۰ قطعه به ازای هر تیمار و در سه تکرار) از ترف به دو استخر مستطیلی نوزادگاهی (و تقسیم شده به سه قسمت) انتقال داده شدند. در استخر تیمار ۱۱ درجه سانتی‌گراد، تغییری در دمای آب داده نشد. اما در تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد، دمای آب استخر بچه ماهیان طی یک روز توسط گرمکن برقی از ۱۱ به ۱۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. در بازه ۹۰ روزه آزمایش، خوراک دهی به میزان ۴ درصد وزن بدن انجام می‌شد. زیست‌سنجی‌ها با فاصله زمانی یک هفته انجام و بر اساس آن، غذادهی تنظیم می‌گردید. در پایان آزمایش، بچه ماهیان بیهوش شده و مجدداً شمارش و توزین گردیدند. خون‌گیری از بچه ماهیان با قطع ساقه دمی انجام شد. نمونه‌های حاصله در لوله‌های آغشته به ماده ضد انعقاد روی یخ و داخل یونولیت نگهداری و به آزمایشگاه دامپزشکی در تربت حیدریه منتقل و سانتریفیوژ گردیده و پلاسمای حاصله داخل فریزر نگهداری گردید. برای سنجش گلوکز، پروتئین کل، تری گلیسرید و کلسترول از کیت مخصوص رنگ سنجی و برای سنجش کورتیزول از کیت الایزا استفاده گردید. برای مقایسه میانگین داده‌های حاصل از آزمایش، از آزمون *t*-student استفاده گردید. داده‌های آزمایش بصورت انحراف معیار ± میانگین نشان داده شده‌اند. برای آنالیز آماری از نرم افزار اس پی اس اس استفاده گردید.

نتایج و بحث

اندازه گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب طی بازه آزمایش، تغییر معنی داری را در هیچکدام از پارامترهای سنجش شده، بین دو تیمار آزمایشی نشان نداد (جدول ۱). میانگین وزن نهایی بچه ماهیان در تیمار ۱۵ درجه سانتی گراد، افزایش ۱٫۶ برابری را نسبت به گروه دیگر نشان داد (جدول ۲). درصد بقای بچه ماهیان در دو تیمار آزمایشی، اختلاف معنی داری را نشان نداد. درصد افزایش وزن، افزایش وزن روزانه و نرخ رشد ویژه در تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد بطور معنی داری بالاتر از تیمار ۱۱ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۲). ضریب تبدیل غذایی و همچنین، مقادیر گلوکز، پروتئین کل، تری گلیسرید، کلسترول و هورمون کورتیزول پلاسمای خون بچه ماهیان نگهداری شده در دو دمای متفاوت اختلاف معنی داری را با هم نشان نداد (جدول ۳). انجام چالش دستکاری بچه ماهیان، مرگ و میری را حتی پس از گذشت ۳۰ دقیقه در آنها ایجاد نکرد.

جدول شماره ۱ – میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در دو تیمار ۱۱ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد (خطای استاندارد± میانگین)

پارامترهای آب	تیمار دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد	تیمار دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد
درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۰٫۳ ± ۱۱	۰٫۶ ± ۱۵
اکسیژن (میلی‌گرم بر لیتر)	۰٫۲ ± ۷٫۹	۰٫۳ ± ۷٫۸
بی‌آه	۰٫۲ ± ۷٫۲	۰٫۲ ± ۷٫۳
آمونیاک کل (میلی‌گرم بر لیتر)	۰٫۲ ± ۰٫۲	۰٫۳ ± ۰٫۱
هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	۴۵ ± ۸۶۰	۶۰ ± ۸۸۰

جدول شماره ۲ – نرخ بقا (C)، وزن گیری یا درصد افزایش وزن (C۱)، افزایش وزن روزانه (گرم)، نرخ رشد ویژه (درصد وزن بدن در روز) و ضریب تبدیل غذایی بچه ماهی قزل آلا ی رنگین کمان پرورش یافته در دو تیمار ۱۱ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد (خطای استاندارد± میانگین)

	تیمار ۱۱ درجه سانتی‌گراد	تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد
میانگین وزن اولیه (گرم)	۰٫۱ ± ۰٫۲	۰٫۲ ± ۰٫۲
میانگین وزن نهایی (گرم)	۱٫۱ ± ۶٫۵	۱٫۷ ± ۱۰٫۳
نرخ بقا (درصد)	۹۷	۹۸
درصد افزایش وزن (درصد)	۵۶۱ ± ۳۱۲۵	۸۴۰ ± ۵۰۲۷
افزایش وزن روزانه (گرم)	۰٫۱ ± ۰٫۰۷	۰٫۱ ± ۰٫۱
نرخ رشد ویژه (درصد وزن بدن در روز)	۰٫۲ ± ۳٫۸	۰٫۲ ± ۴٫۴
ضریب تبدیل غذایی	۰٫۲ ± ۰٫۸	۰٫۳ ± ۰٫۸

جدول شماره ۳ – مقادیر گلوکز، پروتئین کل، تری گلیسرید، کلسترول و هورمون کورتیزول پلاسمای خون بچه‌ماهی قزل آلا ی رنگین کمان پرورش یافته در دو تیمار ۱۱ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد (خطای استاندارد± میانگین)

نوع استخر	گلوکز (mg/dL)	پروتئین کل (g/dL)	تری گلیسرید (mg/dL)	کلسترول (mg/dL)	کورتیزول (ng/mL)
تیمار ۱۱ درجه سانتی‌گراد	۶۱٫۷ ± ۷۷	۰٫۲ ± ۴٫۱	۲۱ ± ۳۹۰	۲۰ ± ۳۱۰	۴٫۴ ± ۲۳۴
تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد	۴۰٫۴ ± ۸۰	۰٫۴ ± ۴٫۲	۳۶ ± ۳۷۸	۱۸٫۶ ± ۲۹۰	۴٫۳ ± ۳۶۱



کیفیت لارو و بچه ماهی تولیدی در هجری، اثر مستقیم و بارزی بر فرآیند پرورش و تولید نهایی مزرعه دارد (نفیسی بهابادی و فلاحتی مروست، ۱۳۸۷). در میان عوامل گوناگون زیستی و غیر زیستی موثر بر کیفیت لارو و بچه ماهی، درجه حرارت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و به همین جهت، در این مطالعه به آن پرداخته شد.

مطالعات پیشین دمای مناسب برای تفریخ تخم ماهی قزل آلا ی رنگین کمان را ۷ الی ۱۲ درجه سانتی‌گراد توصیه کرده‌اند (رفیعی و همکاران، ۱۴۰۲). هرچند که برخی بهینه دمایی را ۱۰ الی ۱۲ درجه سانتی‌گراد ذکر نموده‌اند (نفیسی بهابادی و فلاحتی مروست، ۱۳۸۷). مشخصاً، افزایش و یا کاهش دما، باعث افزایش مرگ و میر جنینی در این گونه می‌شود (Carter, 2005). به همین منظور، این مطالعه در شرایط کارگاهی و با آبی با کیفیت و کمّیت مناسب برای دوران انکوباسیون و نوزادگاهی انجام شد. بازماندگی لاروها در هر دو تیمار آزمایشی طی بازه ۸ هفته‌ای، بالا و اندک تلفات مشاهده شده، در محدوده تلفات معمول مرکز، طی سالیان گذشته بود. عوامل گوناگونی بر بازماندگی لاروی و بچه ماهی در تفریخگاه و نوزادگاه اثر دارد (نفیسی بهابادی و فلاحتی مروست، ۱۳۸۷) که شاید یکی از مهمترین آنها، فاکتورهای آب همچون درجه حرارت باشد (Shepherd *et al.*,1984).

نتیجه گیری

نتایج حاصله از این مطالعه، افزایش عملکرد رشد بچه ماهیان را با توجه به افزایش دما نشان داد بطوریکه کلیه شاخص‌های رشدی مورد مطالعه همچون افزایش وزن، افزایش وزن روزانه و نرخ رشد ویژه افزایش داشت. بهبود عملکرد رشدی بچه ماهیان را می‌توان به خوراک گیری بالاتر بچه ماهیان در دمای بالاتر آب نسبت داد چراکه افزایش دما، منجر به افزایش متابولیسم ماهیان شده و مصرف غذای بیشتر در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد گواه این موضوع می‌باشد. فراسنجه‌های بیوشیمیایی مورد مطالعه در این تحقیق، تغییری را با افزایش دما نشان ندادند. عدم مشاهده تغییرات معنی دار در مقادیر گلوکز و کورتیزول، نشان از سازگاری بچه ماهیان با دمای بالا طی زمان را دارد. در پایان آزمایش، عدم مشاهده تلفات طی استرس حاد دستکاری طراحی شده، نشان از سلامت بچه ماهیان در هر دو تیمار دمایی طراحی شده را دارد. البته بعد از گذشت ۴ روز از اتمام آزمایش، بچه ماهیان تیمار ۱۵ درجه سانتی‌گراد تغییرات رفتاری را نشان داده و مورد ضدغفونی قرار گرفتند. انجام مطالعات این چینی در بازه‌های زمانی طولانی‌تر و مهم‌تر، بررسی فاکتورهای ایمنی ماهی و بویژه اعمال چالش‌های باکتریایی روی بچه ماهیان به درک بهتر موضوع کمک خواهد نمود.

منابع

رفیعی، غ.، میرزایی نشترودی، م.، غلام زاده، پ.، ۱۴۰۲. تأثیر تغییرات دمای آب بر تکامل جنینی ماهی قزل آلا ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و بررسی میزان تفریخ، بقای لارو و شاخص‌های رشد بچه ماهی. مجله شیلات. ۲۷۶(۲)، ۳۲۹- ۳۴۰.

زاهدی، س.، برخوردار، م.، طاهریور، م.، ۱۴۰۲. امنیت غذایی پایدار به کمک آبزی‌پروری پایدار با استفاده از سامانه‌های نوین آبزی‌پروری (قسمت اول): نقش قوانین و اسناد بالادستی. ۲۷-۳۶، (۱۱۱۰).

نفیسی بهابادی، م.، فلاحتی مروست، ع.، ۱۳۸۷. اصول تکثیر ماهی قزل آلا ی رنگین کمان. انتشارات دانشگاه خلیج فارس.

Bear, E.A., McMahon, T.E., Zale, A.V., 2007. Comparative thermal requirements of wests lope cutthroat trout and rainbow trout: implications for species interactions and development of thermal protection standards. Transactions of the American Fisheries Society 136(4), 1113-1121.

Carter, K., 2005. The effects of temperature on steelhead trout, coho salmon, and Chinook salmon biology and function by life stage. California regional water quality control board, pp: 1-26. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.433.8836&rep=rep1&type=pdf>.

Coutant, C.C., 1987. Thermal preference: when does an asset become a liability??. Environmental Biology of Fishes 18(3), 161-172.

Dou, S.Z., Masuda, R., Tanaka, M.,Tsukamoto, K., 2005. Effects of temperature and delayed initial feeding on the survival and growth of Japanese flounder larvae. Journal of Fish Biology 66(2), 362-377.

Gisbert, E., Conklin, D.B., Piedrahita, R.H., 2004. Effects of delayed first feeding on the nutritional condition and mortality of California halibut larvae. Journal of Fish Biology 64(1), 116-132.

Shepherd, J.G., Pope, J.G. and Cousens, R.D., 1984. Variations in fish stocks and hypotheses concerning their links with climate. Rapp. P.-v Réun. Cons. Int. Explor. Mer 185, 255-267.

Zahedi, S., Akbarzadeh, A., Mehrizad, J., Noori, A. and Harsij, M., 2019. Effect of stocking density on growth performance, plasma biochemistry and muscle gene expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 498, 271-278.