نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم
جلد۹، شماره ٤
تاریخ چاپ: زمستان ۱۳۹۰

بررسی میزان رشد و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی خون ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان[1] در شوری‌های مختلف آب

*محمود نفیسی بهابادی: دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس
مهدی سلطانی: دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران
علی فلاحتی مروست: مرکز مطالعات و پژوهش‌های دانشگاه خلیج فارس

چکیده

تأثیر شوری آب بر رشد، درصد بقا و عامل‌های بیوشیمیایی خون ماهیان جوان قزل آلای رنگین‌کمان[1] با وزن اولیهٔ ۴/۶۱ ± ۵۰/۲۹ گرم در دمای۲C±۱۵ بررسی شد. ماهیان جوان به مدت ۱۰ روز و به‌تدریج به شوری آب سازگار شدند. سپس آزمایش‌های مربوط به مدت ۵۰ روز ادامه یافت. شاخص‌های رشد و برخی عامل‌های بیوشیمیایی خون، قبل از شروع عادت‌پذیری به آب شور و ۱، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ روز پس از معرفی به شوری‌های مختلف (صفر ،۱۰،۲۰،۳۰،۴۰ گرم در لیتر) بررسی شدند. این آزمایش در قالب طرحی کاملاً تصادفی با ۵ تیمار شوری و هر تیمار با ۳ تکرار و برای هر تکرار تعداد ۴۰ قطعه ماهی در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان شوری آب تا ۲۰ گرم در لیتر شاخص‌های رشد، شامل وزن نهایی، میزان رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، راندمان تبدیل غذا و میزان بازماندگی کاهش یافت و در شوری‌های بیش از ۲۰ گرم در لیتر تلفات دسته جمعی مشاهده شد. داده‌ها اختلاف معنی‌داری را در سطح % ۹۵ نشان دادند ($P < ۰/۰۵$). با افزایش میزان شوری عامل‌های بیوشیمایی خون شامل اسمولاریته، کلرینیتی، گلوکز، کورتیزول، تری یدو تیرونین و تیروکسین خون افزایش یافت ($P < ۰/۰۵$). یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که امکان پرورش این گونه در این وزن در آب‌هایی با شوری تا ۲۰ گرم در لیتر امکان‌پذیر است، اگر چه میزان رشد در این شرایط کم‌تر از آب شیرین است.

مقدمه

موجودات آب‌زی باید فشار اسمزی سلول‌هایشان را با تنظیم جریان یون‌ها و آب از غشای سلولی که اغلب با صرف انرژی همراه است کنترل کنند. تنظیم اسمزی[2] مکانیسم حفظ هومئوستازی مایعات درونی بدن است که مسئول کنترل اسمولاریته یا فشار اسمزی پلاسماست. ظرفیت تنظیم اسمزی عموماً با استفاده از سنجش عامل‌هایی مانند کمیت هورمون‌ها، الکترولیت‌ها و متابولیت‌ها در ماهیان بررسی می‌شود [۱۲]، [۲۰].

ماهیانی که در معرض تغییر اسمولاریتی محیطی قرار دارند، باید اسمولالیتی و تعادل یونی بدنشان را با

واژه‌های کلیدی: ماهی قزل آلای رنگین‌کمان، شوری آب، شاخص‌های رشد، درصد بقا، عامل‌های بیوشیمیایی خون
دریافت ۸۸/۵/۲۱ پذیرش ۸۹/۸/۲٤

*نویسنده مسئول

۱. Oncorhynchus mykiss ۲. Osmoregulation

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

تغییر رفتارهایی مانند میزان نوشیدن آب، سطح هورمون‌های مختلف و عمل‌کرد سطوح تنظیم اسمزی، حفظ کنند [۱۵]، [۲۴]. چندین هورمون هیپوفیزی و غیرهیپوفیزی فعالیت‌های چنین اندام‌هایی را در حفظ موازنهٔ آب و مواد معدنی در شوری‌های مختلف محیط کنترل می‌کند [۲۶].

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مهم‌ترین گونهٔ آزاد ماهیان پرورشی در آب شیرین است. میزان تولید این گونه در کشور از ۱۵۰۰ تن در سال ۱۳۷۴ به بیش از ۳۰۰۰۰ تن در سال ۱۳۸۳ رسیده است[۶] و در حال حاضر کشور ایران با تولیدی بالغ بر ۶۲۰۰۰ تن، بزرگ‌ترین کشور دنیا در تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب شیرین به شمار می‌رود [۱].این ماهی مقاومت نسبتاً خوبی به شوری آب دارد و پرورش این گونه از آب شیرین تا شوری نزدیك به آب دریا نیز در شرایط و اوزان مختلف گزارش شده است [۵].

در تحقیقی که نفیسی و همکاران در سال ۱۳۸۰ انجام دادند، پرورش این گونه در آب‌های لب شور (۱۵ گرم درلیتر) و در استخرهای خاکی به انجام رسید. این محققان بچه ماهیان قزل‌آلا با وزن اولیه ۰/۸۷± ۱۵/۲۵ گرم را در طول یك دورهٔ پرورشی ۱۵۰روزه به وزن بازاری (حدود ۲۵۰ گرم) رساندند [۴]. محققان دیگری به نام‌های آلکساندروا[۱] و مانولا[۲] در سال ۱۹۷۷ پرورش قزل‌آلا در آب‌های شور و محیط‌های محصور دریایی[۳] را در سواحل بندر بالچیك[۴] در سال‌های ۱۹۷۴ و ۱۹۷۵ به انجام رساندند [۷].

وزن اولیهٔ ماهیان رهاسازی شده در این تحقیق ۳۷ گرم و وزن برداشت ۷۱ گرم بود. در تحقیق دیگری که هرنچ[۵] در سال ۱۹۸۳ انجام داد، پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در کشور فرانسه در آب‌های دریایی گزارش شد[۱۸].کشت و پرورش دریایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان درکشور دانمارك نیز توسط هوفمن[۶] در سال ۱۹۸۱با موفقیت انجام شده است[۲۱]. محقق دیگری به نام سوتویا[۷] در سال ۱۹۸۳ گزارش داد که ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان یك ساله با وزن ۲۵۰-۱۵۰ گرم به قفس‌های دریایی در کشور فرانسه معرفی شدند و در طی یك دورهٔ ۸-۶ ماهه به وزن ۱۰۰۰- ۶۰۰ گرم رسیدند [۳۶].

پرورش قزل‌آلا در آب‌های شور و لب شور در کشور ما که با توجه به متوسط بارندگی ۲۴۵ میلی‌متر در سال جزء کشورهای نیمه خشك دنیا محسوب می‌شود اهمیت زیادی دارد؛ ولی باید خاطرنشان کرد که اگر چه پرورش این گونه در شوری‌های مختلف انجام شده است ولی بررسی میزان رشد و تغییرات سیستم فیزیولوژیك این ماهی در جهت سازگاری با آب شور اهمیت زیادی دارد. این پژوهش در جهت نیل به این هدف و به‌منظور بررسی تغییرات شاخص‌های رشد و عامل‌های بیوشیمیایی خون این ماهی در شوری‌های مختلف انجام شده است.

مواد و روش کار

۱. ماهی

ماهیان قزل‌آلای مورد نیاز با وزن متوسط ۴/۶۱±۵۰/۲۹ گرم از استان کهگیلویه و بویراحمد تهیه و پس از

۱. Aleksandrova ۲. Manolov ۳. pen ۴. Balchick ۵. Harache
۶. Hoffman ۷. Sottovia

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

حمل و عادت‌پذیری به تعداد ۴۰ قطعه به هر یك از تانك‌ها معرفی شدند. محل اجرای این تحقیق سالن آکواریم دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس بود. محل نگه‌داری ماهی‌ها ۱۵ تانك پلی اتیلن به قطر ۶۰ سانتی‌متر، ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و حجم آب‌گیری ۲۲۶ لیتر بود. تانك‌ها در ۳ ردیف ۵ تایی مستقر و به منظور جلوگیری از تبادلات حرارتی، محیط استقرار تانك‌ها بر اساس یافته‌های نفیسی و سلطانی در سال ۲۰۰۸ با پلاستیك پوشانده و حالت گل‌خانه‌ای ایجاد شد[۳۱]. ماهی‌های مربوط به هر یك از تیمارهای شوری و تکرارهای مربوط به هر تیمار با توزیع کاملاً تصادفی در تانك‌ها قرار گرفتند.

۲. تأمین آب مورد نیاز

آب مورد نیاز از طریق یك حلقه چاه آب شیرین موجود در محل تأمین و سطح شوری انتخاب شده برای هر یك از تیمارها صفر (آب شیرین) ، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر بود. تنظیم شوری با استفاده از نمك دریاچهٔ مهارلو در تانك‌های پلی اتیلنی به حجم ۱۰۰۰ لیتر انجام و پس از تنظیم شوری به تانك‌های پرورشی پمپاژ شد. آب در گردش مورد نیاز هر یك از تانك‌ها بر اساس یافته های کلونتز[۱] در سال ۱۹۹۱ [۲۵] محاسبه گردید. جهت کاهش آب در گردش از یك سیستم مرکزی هوادهی از نوع هواده حلزونی با قدرت ۰/۴ کیلووات، دبی هوای خروجی ۱/۳ متر مکعب در دقیقه و فشار خروجی ۱۱۰ میلی بار استفاده شد [۳۱]. این هواده میزان اکسیژن تانك‌ها را در طول دورهٔ آزمایش در حد اشباع نگه داشت.

۳. عامل‌های کیفی آب

عوامل فیزیکی و شیمیایی آب شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول، pH و شوری همه روزه به وسیله دستگاه‌های دیجیتال قابل حمل مارك WTW با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. اکسیژن محلول به‌وسیلهٔ دستگاه اکسیژن‌متر (مدل Oxi 330/SET) اندازه‌گیری و دامنه آن بین۹-۷ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد. pH آب به‌وسیلهٔ دستگاه pH متر (مدل pH 330/ SET-1) اندازه‌گیری و دامنهٔ تغییرات آن بین ۸/۱۵ -۷/۲۵ ثبت گردید. شوری آب به‌وسیلهٔ دستگاه شوری‌سنج (مدل Cond 330i / SET) اندازه‌گیری شد دامنه تغییرات درجهٔ حرارت آب نیز بین ۱۷-۱۳ درجهٔ سانتی‌گراد ثبت گردید.

۴. اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

به منظور آگاهی از عمل‌کرد رشد بچه ماهیان در هر یك از تیمارهای شوری در هر بار خون‌گیری، زیست‌سنجی ماهی‌ها نیز انجام شد. بدین‌منظور بچه ماهی‌ها با استفاده از عصارهٔ پودر گل میخك با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بر اساس یافته‌های مهرابی در سال ۱۳۸۱ [۳] بی‌هوش شدند و اندازه‌گیری طول و وزن انفرادی آن‌ها برای تعیین شاخص‌های رشد انجام شد. طول انفرادی ماهی‌ها با استفاده از تخته زیست‌سنجی و

۱. Klontz

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

وزن انفرادی آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال (مارك AND ساخت کشور ژاپن مدل C0006) با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد.

میزان رشد روزانه (DGR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، راندمان تبدیل غذا (FCE) و درصد بقا با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد:

تعداد روزهای پرورش / (وزن اولیه – وزن نهایی) = رشد روزانه

تعداد روزهای پرورش/ (لگاریتم طبیعی وزن اولیه – لگاریتم طبیعی وزن نهایی) ۱۰۰ = ضریب رشد ویژه

(غذای خورده شده / افزایش وزن)۱۰۰= راندمان تبدیل غذا

(تعداد ماهی‌های برداشت شده – تعداد ماهی‌های ذخیره‌سازی شده) ۱۰۰ = درصد بقا

۵. اندازه‌گیری عامل‌های بیوشیمیایی خون

قبل از شروع دورهٔ عادت‌پذیری و پس از قرار گرفتن ماهی‌ها در تانك‌های پرورشی مورد نظر، خون‌گیری از آن‌ها در چهار نوبت (۱، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ روز پس از معرفی به شوری‌های مختلف) به‌منظور تعیین میزان اسمولاریته، کلرینیتی، گلوکز، کورتیزول، تری یدوتیرونین (T_3) و تیروکسین (T_4) پلاسمای خون انجام شد. تعداد ۱۰ قطعه از ماهیان هر یك از تانك‌ها (تکرارها) به صورت تصادفی انتخاب و به‌وسیلهٔ سرنگ هپارینه ۲ میلی‌لیتری از رگ ساقهٔ دمی آن‌ها خون‌گیری شد [۱۱و۱۶و۲۳]. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ کردن به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و جدا شدن سرم آن‌ها در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد [۲۳] تا زمان سنجش عامل‌های خونی نگه‌داری شدند. اسمولاریتی با استفاده از دستگاه اسمومتر، گلوکز و کلر به شیوهٔ رنگ‌سنجی با استفاده ازآنالیزور (Technicon RA-1000 Analyzer) و با کیت MAN اندازه‌گیری شد. کورتیزول، تری یدوتیرونین (T_3) و تیروکسین(T_4) به روش رادیو ایمونواسی (RIA) سنجیده شد.

۶. غذادهی

غذادهی به ماهی‌ها با استفاده از غذای پلت تجارتی ساخت کارخانه چینه انجام شد. میزان غذای مصرفی با استفاده از جداول ارائه شده توسط کارخانه سازنده و حدود ۳% وزن تودهٔ زنده[۱] بود که ۳ مرتبه در روز به مصرف ماهی‌ها می‌رسید. برای جلوگیری از سقوط پلت‌های غذایی به کف تانک‌ها، غذادهی تا زمانی که ماهی‌ها حرکات فعال تغذیه‌ای را نشان می‌دادند ادامه یافت. به‌منظور مشخص شدن غذای خورده نشدهٔ احتمالی قبل و بعد از هر غذادهی کف تانک‌ها سیفون و پلت‌های غذایی خورده نشده شمارش و وزن آن‌ها محاسبه می‌شد.

رژیم نوری در نظر گرفته شده در طول دورهٔ پرورش ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی (۲D : ۱۲L) بود و غذادهی ماهی‌ها در طول دورهٔ روشنایی روزانه انجام می شد.

جدول ۱ نتایج تجزیهٔ تقریبی جیرهٔ غذایی مورد استفاده در طول دورهٔ پرورش را نشان می‌دهد.

۱. Biomass

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول۱. تجزیهٔ تقریبی جیرهٔ غذایی مورد استفاده برای ماهیان جوان قزل‌آلای‌رنگین‌کمان پرورشی در شوری‌های مختلف آب

آنالیز تقریبی / نوع خوراک	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر	فیبر	فسفر	رطوبت
GFT_1	%۳۹	%۱۴	%۱۴	%۳/۵	% ۰/۷	%۱۰

همچنین به منظور استمرار سلامتی ماهی‌ها در طول دورهٔ پرورش فضولات ماهی‌ها همه روزه به‌وسیلهٔ سیفون کردن تانك‌ها از محیط پرروشی خارج و حجم کل آب تانك‌ها تعویض می‌شد.

روش آماری

اختلاف موجود بین تیمارها در قالب یك طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار شوری و سه تکرار تعیین و نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS روش آنوا[۱] [۳۵] تجزیهٔ واریانس شد. مقایسهٔ میانگین‌ها نیز به‌وسیلهٔ آزمون چند دامنهٔ دانکن [۱۴] در سطح ۹۵ درصد (P <۰/۰۵) و نرم افزار Mstat-C [۳۰] انجام شد.

نتایج

جدول ۲ نتایج شاخص‌های رشد را که در پایان دورهٔ پرورشی اندازه‌گیری و ثبت شده است نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های جدول ۲ با افزایش میزان شوری آب وزن نهایی، میزان رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، راندمان تبدیل غذا و درصد بقا در ماهیان جوان قزل‌آلای‌رنگین‌کمان کاهش می‌یابد. اختلاف بین تیمارها در سطح ۹۵ درصد (P<۰/۰۵) معنی‌دار است. بر اساس نتایج منعکس شده در جدول ۲، حداکثر وزن نهایی معادل۶/۷۲ ± ۸۶/۵۴ گرم مربوط به تیمار آب شیرین و حداقل آن معادل ۴/۷۴± ۶۶/۵۲ گرم مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است. حداکثر میزان رشد روزانه ۰/۰۹± ۰/۷۴ گرم مربوط به تیمار آب شیرین و حداقل آن ۰/۱۰±۰/۳۴ مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است. حداکثر ضریب رشد ویژه ۰/۰۸±۱/۱۱ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آب شیرین و حداقل آن ۰/۱۵ ± ۰/۵۷ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آبی با شوری ۲۰ گرم در لیتر است. حداکثر راندمان تبدیل غذا ۱/۸۶ ± ۵۳/۹۱ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آب شیرین و حداقل ۲/۰۹ ± ۱۸/۷۳ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آبی با شوری ۲۰ گرم در لیتر است. حداکثر ماندگاری و بقا ۰/۵۸ ± ۹۸/۶۷ درصد مربوط به آب شیرین و حداقل آن ۰/۵۸ ± ۸۷/۶۶ مربوط به شوری ۲۰ گرم در لیتر است. همچنین ماهیان پرورشی در شوری‌های ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر پس از طی دوره ۱۰ روزه عادت‌پذیری به آب شور و رسیدن شوری به ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر به تدریج تلف شدند.

۱. One Way ANOVA

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول ۲. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی در شوری‌های مختلف آب (میانگین ± انحراف معیار)

تیمارهای شوری / شاخص‌های رشد	آب شیرین	شوری ۱۰ گرم در لیتر	شوری ۲۰ گرم در لیتر	شوری ۳۰ گرم در لیتر	شوری ۴۰ گرم در لیتر	واریانس	انحراف معیار(SE)
وزن اولیه (گرم)	۴۹/۵۱±۵/۵۱[a]*	۴۷/۴۱± ۴/۸۳[a]	۴۹/۹۶± ۴/۹۱[a]	۵۳/۴۷ ± ۳/۳۹[a]	۵۱/۱۲ ± ۵/۴۸[a]	۲۰/۸۵	۱/۵۲
وزن نهایی (گرم)	۸۶/۵۴ ±۶/۷۲[a]	۷۹/۲۸ ±۴/۵۲[b]	۶۶/۵۲ ± ۴/۷۴[c]	**	**	۹۹/۱۳	۳/۳۲
میزان رشد روزانه (گرم)	./۷۴ ± ./۰۹[a]	./۶۴ ± ./۰۸[a]	./۳۴ ± ./۱۰[b]	**	**	۰/۰۴	۰/۰۷
ضریب رشد ویژه (%)	۱/۱۱ ± ./۰۸[a]	۱/۰۱ ± ./ ۱۱[a]	۰/۵۷ ± ./۱۵[b]	**	**	۰/۰۷	۰/۰۹
راندمان تبدیل غذا (%)	۵۳/۹۱ ± ۱/۸۶[a]	۴۳/۳۸ ± ./۳۶[b]	۱۸/۷۳ ±۲/۰۹[c]	**	**	۲۴۶/۴۳	۱/۷۸
میزان بقاء (%)	۹۸/۶۷ ± ۰/۵۸[a]	۹۷/۶۷ ± ۱/۵۲[a]	۸۷/۶۶ ±۰/۵۸[b]	**	**	۲۸/۵۰	۱.۷۸

***حروف مشترک در جدول مقایسهٔ میانگین‌ها در هر ردیف نشان‌گر نبودن اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰۵) و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها (تیمارها) در سطح ۹۵ درصد است (P<۰/۰۵).**

**** در شوری‌های ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر پس از پایان دورهٔ عادت‌پذیری تلفات دسته‌جمعی مشاهده شد.**

نتایج حاصل از اندازه‌گیری عوامل بیوشیمیایی خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان قبل از شروع دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور در جدول۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان قبل از شروع دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور (میانگین ± انحراف معیار)

عوامل بیوشمیایی خون	اسمولاریته (mOsmol/kg)	کلرینیتی (mEq/L)	گلوکز (mg/100 ml)	کورتیزول (mg /100 ml)	T_3 (ng /mg)	T_4 (ng /mg)
مقدار	۷۲/۷ ± ۴۷/۲۹۰	۳۰/۷ ± ۹۰/۵۸	۴۲/۱۲ ± ۶۷/۴۶	۳۵ ± ./۹۷/۴	۲۶ ± ./۱۳/۲	۳۷ ± ./۱۱/۶
واریانس	۵۹/۶۲	۵۹/۸۳	۱۵٤/۳۲	./۱۲	./۰۷	./۱٤
انحراف معیار (SE)	٤/٤٦	٤/٤٧	۷/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۲۱

بر اساس داده‌های جدول ۴ با افزایش میزان شوری آب عامل‌های بیوشیمیایی خون، شامل اسمولاریته، کلرینیتی، کورتیزول، گلوکز، تری یدوتیرونین (T_3) و تیروکسین (T_4) افزایش یافت (P<۰/۰۵). از طرفی میزان تغییرات و نوسان عامل‌های بیوشیمیایی خون در طول دورهٔ عادت‌پذیری بچه ماهی‌ها به آب شور زیاد و پس از طی این دوره کم است.

داده‌های جدول ۴ نشان می‌دهد که اسمولاریتهٔ خون ماهیان جوان قزل‌آلا در روز اول پس از طی دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور معادل ۵/۳۱ ± ۲۸۷/۵۳ مربوط به تیمار آب شیرین و ۸/۲۷ ± ۲۹۶/۴۷ مربوط به تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۳/۰۶ ± ۳۰۱ مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از طی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

دوره ۵۰ روزه پرورش به ترتیب به ۵/۱۸ ±۲۸۵/۵۹، ۴/۶۴ ± ۳۰۶/۰۹ و ۴/۷۰ ± ۳۲۷/۶۹ (mOsmol/kg) رسیده است.

میزان ($T_۳$) خون ماهیان در روز اول پس از طی دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور ۰/۲۹ ± ۲/۳۷ در تیمار آب شیرین و ۰/۱۱ ± ۲/۴۴ در تیماری شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۰/۰۸ ± ۲/۸۹ در تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دورهٔ پرورش به ترتیب ۰/۲۹ ± ۲/۸۸ و ۰/۱۶ ± ۳/۱۷ و ۰/۱۷ ± ۳/۲۵ (ng/mg) رسیده است.

میزان ($T_۴$) خون ماهیان در روز اول پس از طی دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور ۰/۵۸ ± ۵/۶۷ در تیمار آب شیرین و ۰/۴۳ ± ۶/۷۶ در تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۰/۴۲ ± ۷/۷۹ در تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دورهٔ پرورش به ترتیب ۰/۳۶ ± ۶/۰۴ و ۰/۲۷ ± ۶/۲۷ و ۰/۵۴± ۱۰/۲۶ (ng/mg) رسیده است.

کلرینیتی خون ماهیان در روز اول پس از طی دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور ۱/۲۷ ± ۸۳/۴۰ مربوط به تیمار آب شیرین و ۲/۴۹ ± ۹۹ مربوط به تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۱/۹۷ ± ۱۰۷/۴۳ مربوط به تیمارشوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دورهٔ پرورش به ترتیب به ۳/۸۲ ± ۸۵/۷۶ و ۲/۴۶ ± ۱۰۰/۹۴ و ۳/۷۴ ± ۱۱۰/۵۸(mEq/L) رسیده است. میزان کورتیزول خون ماهیان در روز اول پس از طی دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور ۰/۵۷ ± ۴/۶۷ مربوط به تیمار آب شیرین و ۰/۲۳ ± ۵/۹۱ مربوط به تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۰/۴۷ ± ۶/۴۵ مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دورهٔ پرورش به ترتیب به ۰/۴۹ ± ۶/۰۹ و ۰/۴۴ ± ۸/۵۴ و ۰/۲۰ ± ۱۰/۹۹ (mg /10ml) رسیده است.

میزان گلوکز خون ماهیان در روز اول پس از دورهٔ عادت‌پذیری به آب شور ۲/۵۸ ± ۴۴/۱۵ مربوط به تیمار آب شیرین و ۳/۳۰ ± ۵۰/۲۶ مربوط به تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۴/۶۷ ± ۵۶/۱۱ مربوطه به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دورهٔ پرورش به ترتیب به ۴/۸۴ ± ۶۱/۴۴ ۶/۸۸ ± ۷۸/۹۳ و ۴/۹۳ ± ۷۸/۲۷ (mg /10ml) رسیده است.

جدول ۴. نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتور بیوشیمیایی خون ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی در شوری‌های مختلف آب (میانگین± انحراف معیار)

عوامل بیوشیمیایی خون	اسمولاریته (mOsmol/kg)				کلرینیتی (mEq/L)			
	زمان نمونه‌گیری بر حسب روز				زمان نمونه‌گیری بر حسب روز			
تیمار	۱	۱۰	۲۵	۵۰	۱	۱۰	۲۵	۵۰
آب شیرین	۲۸۷/۵۳±۵/۳۱^{d}	۲۸۸/۸۷±۵/۸۴^{e}	۲۹۰/۹۷±۴/۵۵^{c}	۲۸۵/۵۹±۵/۱۸^{c}	۸۳/۴۰±۱/۲۷^{d}	۸۲/۵۳±۵/۱۴^{c}	۸۳/۴۳±۴/۴۶^{b}	۸۵/۷۶±۳/۸۲^{c}

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

شوری ۱۰گرم در لیتر	۲۹۶/۴۷±۸/۲۷^{cd}	۳۰۷/۸۶±۳/۶۱^{d}	۳۱۲/۸۳±۵/۵۵^{b}	۳۰۶/۰۹±۴/۶۴^{b}	۹۹±۲/۴۹^{c}	۱۰۶/۲۳±۵/۰۶^{b}	۱۰۳/۵۰±۵/۶۴^{a}	۱۰۰/۹۴±۲/۴۶^{b}
شوری ۲۰ گرم در لیتر	۳۰۱±۳/۰۶^{bc}	۳۲۴/۸۰±۴/۸۱^{c}	۳۲۸/۳۳±۵/۵۶^{a}	۳۲۷/۶۹±۴/۷۰^{a}	۱۰۷/۴۳±۱/۹۷^{b}	۱۱۷/۲۷±۲/۹۱^{b}	۱۰۹/۵۷±۴/۶۱^{a}	۱۱۰/۵۸±۳/۷۴^{a}
شوری ۳۰ گرم در لیتر	۳۰۶/۸۰±۲/۰۳^{ab}	۳۶۱/۳۳±۱۰/۲۹^{b}	**	**	۱۰۹/۲۳±۴/۰۸^{b}	۱۴۸/۱۳±۵/۰۵^{a}	**	**
شوری ۴۰ گرم در لیتر	۳۱۱/۳۷±۲/۳۹^{a}	۳۸۷/۲۷±۴/۱۸^{a}	**	**	۱۱۶/۱۷±۲/۶۹^{a}	۱۵۹/۷۰±۹/۲۸^{a}	**	**
واریانس	۹۰/۴۶	۱۳۹۶/۷۶	۲۸۴/۹۴	۳۵۰/۰۶	۱۴۰/۵۴	۸۶۶/۷۱	۱۵۸/۵۴	۱۲۶/۰۱
انحراف معیار (SD)	۹/۵۱	۳۷/۳۷	۱۶/۸۸	۱۸/۷۱	۱۱/۸۵	۲۹/۴۴	۱۲/۵۹	۱۱/۲۲
انحراف استاندار (SE)	۲/۴۶	۹/۶۵	۵/۶۳	۶/۲۴	۳/۰۶	۷/۶۱	۴/۱۹	۳/۷۴

ادامهٔ جدول۴

عوامل بیوشیمیایی خون	T_3(ng /mg)				T_4(ng /mg)			
تیمار	زمان نمونه‌گیری بر حسب روز				زمان نمونه‌گیری بر حسب روز			
	۱	۱۰	۲۵	۵۰	۱	۱۰	۲۵	۵۰
آب شیرین	۲/۳۷±۰/۲۹^{c}*	۲/۷۳±۰/۰۴^{e}	۲/۲۷±۰/۰۹^{b}	۲/۸۸±۰/۲۹^{a}	۵/۶۷±۰/۵۸^{d}	۶/۸۷±۰/۴۹^{e}	۶/۸۳±۰/۴۲^{c}	۶/۰۴±۰/۳۶^{b}
شوری ۱۰ گرم در لیتر	۲/۴۴±۰/۱۱^{c}	۲/۹۵±۰/۰۵^{d}	۳/۱۱±۰/۵۷^{a}	۳/۱۷±۰/۱۶^{a}	۶/۷۶±۰/۴۳^{c}	۸/۸۶±۰/۵۱^{d}	۸/۰۳±۰/۲۱^{b}	۶/۲۷±۰/۲۷^{b}
شوری ۲۰ گرم در لیتر	۲/۸۹±۰/۰۸^{b}	۳/۱۱±۰/۰۷^{c}	۳/۱۳±۰/۰۹^{a}	۳/۲۵±۰/۱۷^{a}	۷/۷۹±۰/۴۲^{b}	۱۱/۶۷±۰/۶۸^{c}	۱۱/۵۰±۰/۶۶^{a}	۱۰/۲۶±۰/۵۴^{a}
شوری ۳۰ گرم در لیتر	۳/۱۱±۰/۰۹^{ab}	۳/۶۹±۰/۰۵^{b}	**	**	۸/۵۲±۰/۲۲^{a}	۱۳/۳۳±۰/۸۷^{b}	**	**
شوری ۴۰ گرم در لیتر	۳/۲۳±۰/۰۶^{a}	۳/۸۵±۰/۰۶^{a}	**	**	۸/۷۳±۰/۲۵^{a}	۱۴/۸۶±۰/۳۵^{a}	**	**
واریانس	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۰۶	۱/۵۱	۹/۳۲	۴/۵۶	۴/۳۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

انحراف معیار(SD)	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۲۵	۱/۲۳	۳/۰۵	۲/۱۴	۲/۰۸
انحراف استاندارد(SE)	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۳۲	۰/۷۸	۰/۷۱	۰/۶۹

ادامهٔ جدول ۴

عوامل بیوشیمیایی خون	کورتیزول(mg /100 ml)				گلوکز(mg/100 ml)			
تیمار	زمان نمونه‌گیری بر حسب روز				زمان نمونه‌گیری بر حسب روز			
	۱	۱۰	۲۵	۵۰	۱	۱۰	۲۵	۵۰
آب شیرین	۴/۶۷±۰/۵۷^{c}	۵/۹۳±۰/۱۳^{e}	۵/۵۵±۰/۳۸^{c}	۶/۰۹±۰/۴۹^{c}	۴۴/۱۵±۲/۵۸^{c}	۵۸/۵۷±۲/۸۷^{d}	۵۸/۵۳±۰/۶۱^{b}	۶۱/۴۴±۴/۸۴^{b}
شوری ۱۰ گرم در لیتر	۵/۹۱±۰/۲۳^{b}	۸/۵۳±۰/۲۹^{d}	۸/۴۱±۰/۴۶^{b}	۸/۵۴±۰/۴۴^{b}	۵۰/۲۶±۳/۳۰^{bc}	۶۹/۴۳±۱/۴۶^{c}	۷۰/۳۰±۲/۶۸^{a}	۷۸/۹۳±۶/۸۸^{a}
شوری ۲۰ گرم در لیتر	۶/۴۵±۰/۴۷^{b}	۱۰/۶۳±۰/۶۱^{c}	۱۱/۰۲±۰/۴۳^{a}	۱۰/۹۹±۰/۲۰^{a}	۵۶/۱۱±۴/۶۷^{ab}	۶۹/۶۷±۳/۶۶^{c}	۷۲/۰۹±۴/۱۱^{a}	۷۸/۲۷±۴/۹۳^{a}
شوری ۳۰ گرم در لیتر	۷/۵۷±۰/۵۲^{a}	۱۴/۴۴±۰/۹۷^{b}	**	**	۶۱/۱۲±۵/۵۰^{a}	۷۸/۸۶±۲/۵۳^{b}	**	**
شوری ۴۰ گرم در لیتر	۷/۸۹±۰/۲۲^{a}	۱۶/۱۲±۰/۳۸^{a}	**	**	۵۹/۷۴±۱/۲۱^{a}	۹۳/۷۳±۷/۸۵^{a}	**	**
واریانس	۱/۵۹	۱۵/۲۱	۵/۷۴	۴/۶۲	۵۲/۷۳	۱۶۱/۱۷	۴۶/۸۲	۹۷/۴۹
انحراف معیار(SD)	۱/۲۶	۳/۹۰	۲/۳۹	۲/۱۵	۷/۲۶	۱۲/۶۹	۶/۸۴	۹/۸۷
انحراف معیار(SE)	۰./۳۲	۱/۰۱	./۷۹	۰/۷۲	۱/۸۷	۳/۲۸	۲/۲۸	۳/۲۹

*** حروف مشترك در جدول مقایسهٔ میانگین‌ها در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبودن اختلاف معنی‌دار (p >۰/۰۵) و حروف غیرمشترك نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها (تیمارها) در سطح ۹۵ درصد است (p >۰/۰۵).**

**** در شوری‌های ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر پس از پایان دورهٔ عادت‌پذیری تلفات دسته‌جمعی مشاهده شد.**

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش میزان شوری آب به ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر وزن نهایی ماهیان به ترتیب به میزان ۸/۳۹% و ۲۳/۱۳% نسبت به تیمار آب شیرین کاهش یافت. چنین کاهشی موجب

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

کاهش رشد روزانه به میزان ۹/۱۰ % و ۴۸/۵۶% و ضریب رشد ویژه به میزان ۱۰/۰۹ % و ۲۰/۵۶% نسبت به تیمار آب شیرین گردید. همچنین راندمان تبدیل غذا در شوری‌های ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر به ترتیب به میزان ۱۹/۵۳% و۶۵/۲۵% نسبت به تیمار آب شیرین کاهش یافت، که اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵). به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش شاخص‌های رشد ماهیان در شوری‌های (۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر) نسبت به ماهیان آب شیرین و همچنین کاهش راندمان تبدیل غذا در آن‌ها به‌واسطهٔ افزایش میزان مصرف انرژی برای تنظیم اسمزی ماهیان بوده است.

خون ماهی آب شیرین دارای فشار اسمزی معادل با محلول کلرید سدیم با غلظت ۷ گرم بر لیتر است. بنا بر این از نظر تئوری بسیاری از ماهیان آب شیرین می‌توانند در آب‌های تا شوری نزدیك به ۷ گرم در لیتر زنده بمانند، اگر چه رشد آن‌ها کم‌تر خواهد شد[۳۹]. وقتی که ماهی در محیط هیپرتونیك قرار گیرد، از طریق مصرف انرژی و پدیدهٔ انتقال فعال سعی دارد یون‌های اضافی موجود در محیط را که به همراه آب ورودی به خون راه یافته‌اند مبادله و تغییرات فشار اسمزی را تعدیل کند. انتقال فعال این یون‌ها می‌تواند درصد چشم‌گیری از انرژی به‌دست آمده از غذا را به مصرف رساند و از یک سو باعث کاهش راندمان تبدیل غذا و از سوی دیگر باعث کاهش میزان رشد ماهی شود. بدیهی است انرژی‌ای که در این زمینه مصرف می‌شود به شیب غلظتی یون‌ها، بین خون ماهی و آب بستگی دارد [۴۰]. محققانی مانند هانگ[۱] و لی[۲] در سال ۲۰۰۷ چنین اظهار می‌دارند که ماهی‌ها در مقایسه با حیوانات خشکی‌زی قدرت مقابله بیش‌تری با تغییرات شوری محیط زندگی خود دارند [۲۲]. مطالب منتشر شدهٔ تسنگ[۳] و هانگ در سال ۲۰۰۸ نشان می‌دهد که افزایش مصرف اکسیژنی ماهی در تنظیم اسمزی بیان‌گر افزایش مصرف انرژی است که عمدتاً از طریق کربوهیدرات‌ها تأمین می‌شود. میزان مصرف انرژی به محیط زیست ماهی، میزان تغییر فشار اسمزی محیط و گونهٔ ماهی بستگی دارد[۳۸]. نتایج رشد به دست آمده در تحقیق حاضر با یافته‌های مکی[۴] و جرد[۵] در سال ۱۹۸۵ نیز مطابقت دارد. در تحقیقی که این محققان انجام دادند آن‌ها ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱۸-۱۰ ماهه با وزن متوسط ۱۵۳-۵۱ گرم را به مدت ۱۲ هفته در شوری‌های ۵، ۱۰ ، ۲۰، ۲۴، ۲۸ و ۳۲ گرم در لیتر پرورش دادند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد که با افزایش میزان شوری از صفر(آب شیرین) تا شوری ۳۲ گرم در لیتر در صد بقا کاهش و میزان تلفات افزایش می‌یابد. میزان تلفات از صفر در تیمار آب شیرین تا ۱۳ درصد در شوری ۳۲ گرم در لیتر متغیر بود. همچنین با افزایش شوری میزان رشد کاهش یافت. اشتهای ماهیانی که در آب شیرین پرورش یافتند بهتر از ماهیانی بود که در آب با شوری ۱۰ ، ۲۰ و ۳۲ گرم در لیتر رشد کرده بودند. آن‌ها خاطرنشان کردند افزایش شوری بیش از ۲۰ گرم در لیتر تاثیر زیان‌باری بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دارد [۲۷]. علاوه بر این طول دورهٔ سازگاری با آب شور نیز از دیگر عوامل مؤثر در میزان بقا و مصرف انرژی (راندمان تولید) محسوب می‌شود، بـه طوری که در ایـن مواقع دوران سازگاری ماهـی‌ها با تـوجه بـه سن آن‌ها بـه زمان زیادتری

۱. Hwang ۲. Lee ۳. Tseng ۴. Mckay ۵. Gjerd

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

نیاز دارد تا ماهی بتواند خود را با شرایط جدید سازگار کند و در این شرایط از فعالیت‌های بیولوژیك و رشد مناسبی برخوردار گردد. به طوری که در این تحقیق ماهیان قزل‌آلای جوانی که در شوری‌های ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر قرار گرفتند پس از پایان دورهٔ سازگاری تلف شدند.

در خصوص تغییرات سطح هورمون‌ها در پلاسمای خون ماهیان تحت آزمایش باید خاطر نشان کرد که کورتیزول نقش فیزیولوژیك مهمی در شرایط استرس از جمله تنظیم کلوگز خون دارد. به طوری که در شرایط استرس محیطی از قبیل افزایش شوری آب، میزان کورتیزول خون افزایش می‌یابد که متعاقب آن افزایش غلظت گلوکز خون ماهی و افزایش متوسط فشار خون را برای مقابله با استرس تحمیل شده به دنبال دارد [۹]. بنا بر این افزایش میزان کورتیزول و گلوکز خون در این آزمایش در مورد ماهیانی که تحت شرایط افزایش شوری آب قرار داشتند می‌تواند ناشی از دوران کوتاه سازگاری (۱۰ روزه) به شوری‌های فوق باشد.

همچنین کورتیزول به‌عنوان یك هورمون تطابق دهندهٔ سیستم فیزیولوژیك ماهی با آب شور است، نشان داده شده است که مقاومت ماهی نسبت به آب شور در اثر تیمار با کورتیزول افزایش می‌یابد [۴۰]. تحقیقی که در مورد آزاد ماهیان انجام شده نشان می‌دهد میزان کورتیزول پلاسمای خون در زمان رهسپاری به دریا یعنی تبدیل از مرحله پار[۱] به اسمولیت (بچه ماهی رهسپار شونده به دریا)[۲] افزایش می‌یابد که خود بیان‌گر استرس دوران سازگاری است، به هر حال مطالعات بیش‌تری مورد نیاز است تا سن و وزن ماهی قزل‌آلا و دورهٔ زمان سازگاری آن را در شوری‌های مختلف تعیین گردد. با توجه به دورهٔ ۱۰ روزهٔ سازگاری در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که ماهیان فرصت کافی برای تنظیم اسمزی پیدا نکرده‌اند و این موضوع موجب بروز استرس و در نتیجه صرف انرژی زیاد برای ادامهٔ حیات گردیده که نهایتاً کاهش رشد ماهی را به دنبال داشته است؛ برای مثال سلول‌های کلراید آبشش که نقش مهمی در تنظیم اسمزی در زمان انتقال ماهی به آب شور ایفا می‌کنند، به دورهٔ زمانی طولانی برای تکثیر و رشد نیاز دارند و به همین دلیل در زمان انتقال آزاد ماهیان نظیر ماهی آزاد اقیانوس اطلس[۳] و ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به دریا (برای اهداف پرورشی در قفس‌های شناور[۴]) سازگاری ماهی با آب شور در مدت زمان طولانی تری انجام می گیرد [۳۹]. بر اساس بررسی‌های مومسن[۵] و همکاران در سال ۱۹۹۹ نیز میزان کورتیزول پلاسما با شروع فرآیند تطابق با غلظت‌های بالای شوری محیط افزایش می‌یابد [۲۸]. یافته‌های این محققان نیز با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. بر اساس بررسی‌های انجام شدهٔ توسط بارتن[۶] و همکاران در سال ۱۹۸۷ استرس یك فرآیند مخرب در مورد انرژی است و میزان متابولیسم و انتقال اکسیژن را افزایش می‌دهد [۱۰]. کورتیزول افزایش یافته در طول استرس ممکن است در تولید سریع گلوکز به‌وسیلهٔ افزایش گلیکونئوژنز نقش داشته باشد. افزایش میزان گلوکز خون ماهیانی که در شوری بالاتری نگه داشته شدند نسبت به ماهیان آب شیرین نیز با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. تحقیقات انجام شدهٔ اوجیما[۷] و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز مؤید نتایج تحقیق حاضر است. آن‌ها تأثیر تیمار کردن ماهی قزل‌آلای قطبی[۸] با

۱. Parr ۲. Smolt ۳. *Salmo salar* ۴. Cage culture ۵. Mommsen
۶. Barton ۷. Ojima ۸. Salvelinus alpines

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

هورمون‌های رشد و کورتیزول را در دو سویهٔ مهاجر آب شیرین و مهاجر آب شور را بر قدرت سازگاری آن‌ها به شوری آب بررسی کردند. این محققان ۱۴ و ۲۸ روز پس از تیمار کردن ماهی‌ها با هورمون رشد و کورتیزول آن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در معرض استرس شوری (آب دریا با شوری ۳۵ گرم در لیتر) قرار دادند و بیان داشتند که افزایش سطح هورمون‌های مذکور باعث افزایش قدرت سازگاری این ماهی‌ها به آب شور شده و این قدرت سازگاری در سویهٔ مهاجر آب شور این گونه مشهودتر است. آن‌ها همچنین اظهار می‌دارند که کاهش قدرت سازگاری سویهٔ‌های مهاجر آب شیرین این گونه می‌تواند به دلیل کم‌تر بودن سطح ترشح این هورمون‌ها در سویه‌های آب شیرین باشد [۳۳]. در تحقیق دیگری که گراول[۱] و همکاران در سال ۲۰۰۹ انجام دادند. تأثیر داروهای غیراستروئیدی را بر افزایش میزان کورتیزول و افزایش میزان سازگاری ماهی قزل‌آلا با آب شور بررسی و نشان داده شد که تیمار این گونه با این داروها، افزایش سطح کورتیزول خون و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر آب شور را به دنبال دارد[۱۷].

در تحقیق حاضر ماهیان جوان قزل‌آلایی که در معرض شوری ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر قرار گرفتند میزان کلر و اسمولاریته خون آن‌ها افزایش یافت، ($P<۰/۰۵$). افزایش میزان کلر و اسمولاریته خون نتیجه قرار گرفتن ماهیان آب شیرین مانند قزل‌آلای‌رنگین‌کمان در شرایط آب شور و به منظور تطابق آن‌ها با این شرایط است.

آزاد ماهیان مهاجر از دریا به رودخانه[۲] مانند ماهی آزاد اقیانوس اطلس در مقایسه با آزاد ماهیان رود رو مانند قزل‌آلای رنگین کمان قدرت مقابله بیش‌تری با تغییر میزان کلرینیتی و افزایش میزان کلر خون دارند. در تحقیقی که مک‌کورمیک[۳] و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام دادند نشان داده شد که تیمار ماهی آزاد اقیانوس اطلس به مدت ۱۴-۶ روز با کورتیزول باعث افزایش فیزیولوژیکی کورتیزول خون شده و به دنبال آن کارآیی پمپ سدیم - پتاسیم آبششی[۴] (NKA) افزایش یافته و توانایی این ماهی در جلوگیری از تغییرات شدید کلرینیتی خون افزایش می‌یابد، بدین ترتیب قدرت مقابله این گونه‌ها با تغییرات شوری آب افزایش می‌یابد [۱۳]، در صورتی که در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که افزایش سطح کورتیزول خون نتوانسته از تغییرات شدید کلرینیتی خون جلوگیری کند. از همین رو با افزایش میزان کلر خون بخصوص در شوری‌های زیاد (۳۰ و ۴۰ گرم درلیتر) موجب بروز تلفات و مرگ ماهی‌ها شده است. تحقیقات نیلسن[۵] و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر روی سویه‌های مهاجر آب شیرین و مهاجر آب شور ماهی آزاد اقیانوس اطلس در طول سال و همچنین در مدت عادت‌پذیری به آب دریا در مرحلهٔ بچه ماهی رهسپار شونده[۶] نشان داد که سطح کورتیزول پلاسما در فصل بهار، یعنی در زمان رهسپاری آن‌ها به دریا در ماهیان مهاجر افزایش یافت؛ در حالی که در ماهیان غیرمهاجر تغییری نشان نمی‌دهد. این محققان خاطرنشان می‌سازند که کمی میزان کورتیزول در پلاسمای خون ماهیان مهاجر آب شیرین خود می‌تواند دلیلی بر ناتوانی آن‌ها در عادت‌پذیری به آب شور دریا باشد [۳۲].

---

۱. Gravel ۲. Anadromous ۳. McCormic ۴. Anadromous ۱. Nilsen
۲. smolt

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

بر اساس یافته‌های ودمایر[1] در سال ۱۹۹۶ نحوهٔ تنظیم غلظت یون‌ها در شرایطی که ماهی در محیط‌هایی با شوری متفاوت قرار می‌گیرد، برای هر گونه متفاوت و اختصاصی است. بعضی از ماهی‌ها که دامنهٔ تحمل شوری آن‌ها گسترده است، مانند خامه ماهی[2]، می‌توانند اسمولاریتهٔ خون خود را در محدودهٔ وسیعی از شوری‌های محیط در حد ثابت نگه دارند [۳۹]. این موضوع در تحقیقات دیگری بر روی سایر گونه‌های مقاوم به تغییرات شوری[3] نیز به اثبات رسیده است. در تحقیقی که بر روی ماهیان یک ساله شانک[4] که از انواع ماهیان مقاوم به شوری است انجام شده است، نشان داده شد که این ماهی می‌تواند شوری‌های از ۵ تا ۶۰ گرم در لیتر را بدون تغییر عمده در الکترولیت‌های خون تحمل کند [۲۹].

در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که یک گونه کاملاً مقاوم نسبت به تغییرات شوری نیست، به‌نظر می‌رسد که وضعیت تطابق با آب شور متفاوت است.

چنان‌که از نتایج این تحقیق برمی‌آید، ماهیان جوان قزل‌آلا ابتدا با قرار گرفتن در شرایط آب شور (شوری های ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر) با تغییر عامل‌های خونی مانند اسمولاریته و کلرخون مواجه شده و سعی می‌کنند تا با مصرف بیش‌تر انرژی بقا خود را حفظ کند. کاهش شاخص‌های رشد (وزن نهایی، میزان رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، کاهش راندمان تبدیل غذا و درصد بقا) نیز نتیجهٔ منطقی مصرف بیش‌تر انرژی در چنین شرایطی است. با افزایش شوری آب به بیش از ۲۰ گرم در لیتر و رسیدن شوری به ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر دیگر ماهی حتی با مصرف انرژی بیش‌تر نیز قادر به جلوگیری از ورود یون‌های اضافی آب به محیط خون نبوده و بدین ترتیب اسمولاریته و کلر خون به سرعت افزایش یافته و در چنین شرایطی تلفات دسته‌جمعی ماهی‌ها آغاز شده است.

هورمون‌های تیروئیدی در کنترل رشد، متابولیسم و تنظیم اسمزی ماهیان اهمیت خاصی دارند و اغلب در ارتباط با سایر هورمون‌ها مانند کورتیزول این فعالیت را انجام می‌دهند [۱۹]. شناخته شده‌ترین اثر هورمون‌های تیروئیدی، تحریک میزان متابولیک پایه است که این موضوع از نقش آن‌ها در فرآیند تنظیم اسمزی قابل استنباط است. مدارک بیش‌تر برای اثبات دخالت هورمون‌های تیروئیدی در تنظیم اسمزی از بررسی‌هایی که در آن ماهی‌ها به شوری‌های مختلف منتقل و تغییرات مورفولوژیک غدهٔ تیروئید و سطوح پلاسمایی (T_3) و (T_4) اندازه‌گیری شده [۸] به‌دست آمده است. در آزاد ماهیان ثابت شده است که به هنگام مهاجرت به آب شور میزان تیروکسین آن‌ها افزایش می‌یابد [۳۷]؛ زیرا سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها و افزایش میزان گلوکزخون نیز تحت تأثیر هورمون‌های تیروئیدی قرار دارد. هورمون‌های تیروئیدی موجب هیدرولیز چربی‌ها شده و پروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار داده، همچنین سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها را نیز افزایش می‌دهند. این پدیده منجر به افزایش گلوکز خون می‌شود [۳۴]. گلوکز تحت تأثیر این هورمون‌ها سریع‌تر اکسیده می‌شود و این عمل منجر به افزایش میزان متابولیسم پایه خواهد شد [۲]. روند و شدت چنین تغییراتی می‌تواند متأثر از اندازه و دورهٔ زمانی سازگای

۱. Wedemeyer ۲. Chanos chanos ۳. Euryhaline ۴. Acanthopargus latu

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

آزاد ماهیان باشد. افزایش چشمگیر هورمون‌های تیروئیدی شامل تری یدوتیرونین (T_3) و تیروکسین (T_4) در شوری‌های مختلف بررسی شده در این تحقیق نیز احتمالا بیان‌گر این واقعیت است که دورهٔ زمانی سازگاری به شوری و یا احتمالاً وزن ماهی‌ها برای انتقال به شوری‌های بررسی شده مناسب نبوده است. تلفات دسته‌جمعی ماهی‌ها در شوری‌های بیش از ۲۰ گرم در لیتر نیز مؤید این مطلب است.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج این تحقیق اگر چه امکان پرورش ماهیان جوان قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن حدود۵۰ گرم در شوری‌هایی تا ۲۰ گرم در لیتر امکان‌پذیر است، اما در مقایسه با شرایط آب شیرین، رشد و راندمان تولید به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با پشتیبانی مالی معاونت پژوهشی دانشگاه خلیج فارس و با همکاری گروه شیلات دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی این دانشگاه اجرا شده است. از کارشناسان آزمایشگاه گروه شیلات، آقایان مهندس جواد پاپری مقدم و مهندس مصطفی رمضان پور تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱. *سالنامه آماری سازمان شیلات ایران*، انتشارات سازمان شیلات ایران، دفتر برنامه و بودجه، گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی (۱۳۸۷-۱۳۷۹) ۵۶ صفحه.

۲. مهدی شکوری، *مهاجرت در ماهیان*، سمینار کارشناسی‌ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (۱۳۷۱) ۷۴ صفحه.

۳. یداله مهرابی، *بیهوشی و روش عمل تکثیر دوبار در سال ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان*، انتشارات اصلانی (۱۳۸۱)۱۰۰ صفحه.

۴. محمود نفیسی، شریفیان، منصور، دهموبد، داریوش، *گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (O.mykiss) در استخرهای خاکی آب لبشور در استان یزد*، انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۰) ۴۵ صفحه.

۵. محمود نفیسی بهابادی، *راهنمای عملی تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان* (جلد دوم)، انتشارات دانشگاه هرمزگان (۱۳۸۵) ۲۸۲ صفحه.

۶. محمود نفیسی بهابادی، علی فلاحتی مروست، *اصول تکثیر ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان*، انتشارات دانشگاه خلیج فارس (۱۳۸۷) ۴۰۴ صفحه.

7. K. Aleksandrvoa, Zh. Manolov, "First attempts to pen-rearing rainbow trout in seawater", Varna -Proc, Inst. Fish, Varna (1977) 25-34.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

8. B. Baldisserotto, J. M. Mancera, B.G. Kapoor, "Fish osmoregulation", Science Publishers, Enfield, USA (2007).

9. C. M. Bamberger, H. M. Schulte, G. P.Chrousus, "Molecular determination of glucocorticoid receptor function and tissue sensivity to glucocorticoids", Endocrine, Rev 17 (1996) 245-261.

10. B. A Barton, C.Schreck, L. D. Barton, "Effect of chronic cortisol administration and daily acute stress on growth physiological condition and stress response in juvenile rinbow trout", Dis Aquat, Org. 2 (1987) 173-185.

11. J. G. Bell, J. McEvoy, D. R. Tocher, F. McGhee, P. J. Campbell, J. R. Sargent, "Replacement of fish oil rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (Salmo salsar): affect tissue lipid composition and hepatocyte fatty acid metabolism", Journal of Nutrition 131 (2001) 1535-1543.

12. I. Boutet, C. L. Long Ky, F. Bonhomme, "9 A transcriptomic approach of salinity response in the euryhaline teleost", Dicentrarchus labrax, Gene, 379 (2006) 40–50.

13. Mc S. D. Cormic, A. O. Regish , M. F. Dea, J. M. Shrimpton, "Are we missing a mineralocorticoid in teleost fish? Effect of cortisol,deoxy corticosterone and aldosterrone on osmoregulation, gill Na^+, K^+-ATPase activity and isoform mRNA levels in Atlantic salmon", Gen. Comp. Endocrinol, 157 (2008) 35-40.

14. D. B. Duncan, "Multiple range and multiple F tests", Biometrics, 11 (1955) 1-24.

15. D. S. Fielder, G. L. Allan, D. Pepperall, P. M. Pankhurst, "The effects of changes in salinity on osmoregulation and chloride cell morphology of juvenile Australian snapper", Pagrus auratus, Aquaculture, 272 (2007) 656-666.

16. B. D. Gelencross, W. E. Hawkins, and J.C Curnow, "Nutritional assessment of Australian canola meals, II, Evaluation of the influence of the canola oil extraction method on the protein value of canola meal fed to the red seabream (Pagrus auratus)" Aquaculture Research 35 (2003) 25-34.

17. A. Gravel, j. M. Wilson, D. F. N. Pedro, and M. M. vijayan, "Non-steroidal anti-inflamatory drugs disturb the Osmoregulatory, metabolic and cortisol responses associated with seawater exposure in rainbow trout", Comp, Biochem, physiol, 149 (2009) 481-490.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

18. Y. Harache, "Intensive culture of salmonidae in the marine environment", Book Conference (Aquaculture System and Technology) Vol. 1 (1980).

19. N. Hazen, R.G. Balment, "The physioilogy of fishes, 2nd ed", (ed. D.H. Evans), CRC Press, BocaRaton, Florida (1997) 441-463.

20. S. Hirose, T. Kaneko, N. Naito, Y. Takei, "Molecular biology of major components of chloride cells, Comp, Biochem", Physiol (part B: Biochem,), 136 (2003) 593-620.

21. E. Hoffman, "Marine aquaculture in Denmark", J. World Mariculture Society Vol 12. No. 2 (1981) 3-8.

22. P. P. Hwang, T. H. Lee, "New insights in to fish ion regulation and mitochondrion-rich cells",Comp, Biochem, Physiol, 148 (2007) 49-474.

23. S. J. Kaushik, J. P. Cravedi, J. Sumpter, B. Fauconneau, M. Laroche, "Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects", cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout (Oncorhychus mykiss) Aquaculture 133 (1995) 257-274.

24. S. P. Kelly, I. N. K. Chow, N. Y. S. Woo, "Haloplasticity of Black Seabream (Mylio macrocephalus): Hypersaline to Freshwater Acclimation", J. Exp. Zoo, 283 (1999) 226-241.

25. G. W, Klontz, "Manual for rainbow trout production on the family-owend Farm", Department of Fish and Wild life Resources, University of Idaho, Moscow, Idaho (1991).

26. W. Lee, C. Y. Huang, H. C. Lin, "The source of lamellar mitochondria-rich cells in the air-breathing fish", Trichogaster leeri, J. Exp. Zool, 309A (2008) 198-205.

27. L. R. Mckay, B. Gjerde, "The effect of salinity on growth of rainbow trout", Aquaculture 46 (1985) 325-331.

28. T. P. Mommsen, ، M. M. Vijayan, T. W. Moon, "Cortisol in teleost: dynamics, mechanism of action, and metabolic regulation", Rev. Fish Biol, Fish, 82 (1999)369-376.

29. A. A. Movahedinia, A. savari, H. Morovati, P. koochanin, J. G. Marammazi, M. Nafisi, "The effect of change in salinity on gill mitochondria-rich cells of juvenile yellowfin seabream (Acanthopagrus latus)", J. Biol, Sci (2009) 9 (7) 701-720.

30. MSTAT-C Russe 11 D. freed, "MSTATC Director, Scott P, Eisensmith, Deputy, Director crop and soil Science", Department Michigan State University.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

31. M., Nafisi -Bahabadi, M. Soltani, "Effect dietary energy levels and feeding rates on growth and body composition of fingerling rainbow trout (Oncorhychus mykiss)", Iranian Journal of Fisheries Sciences, 7(2008) 171-186.

32. T. O. Nilsen, L. O. E. Ebbesson, P. Kiilerich, B. T. Bjornsson, S. S. Madsen, S. D. Mc Cormick, S. O. Stefansson, "Endocrinc system in juvenile anadromous and landlocked Atlantic salmon (salmo salar): Seasonal development and seawater", Gen. comp, Endocrinol, 155 (2008) 762-772.

33. D. Ojima, R. J. pettersen, j. Wolkers, H. K. Johnsen, E. H. Jorgensensen, "Growth hormone and cortisol treatment stimulate seawater tolerance in both anadromous and land locked Arctic charr (Salvelinus alpinus)", Comp, Biochem, Physiol, Part A 153 (2009) 378-385.

34. P. Prunet, G. Boeuf, J. P. Bolton, G. Young, "Smotification and seawater adaptation in Atlantic salmon", plasma prolactin growth hormone and thyroid hormones-Gen, Com. Endocrinol, 74 (1989) 355-364.

35. SAS Institute, "SAS User Guide: Statistics" ed. SAS Inst, Cary, NC (1986).

36. J. L. Sottovia, "Trout culture in marine waters", Book (Thesis, Doct, Vet) (1981).

37. J.L. Specker, "Preadaptive role of thyroid hormones in larval and juvenile salmon: Growth, the gut and evolutionary considerations", American Zoologist 23(1988) 337-349.

38. Y. C. Tseng , P. P. Hwang, "Some insights into energy metabolism for osmoregulation in fish, Comp", Biochem, Physiol, 148 (2008) 419-429.

39. G. A. Wedemeyer, "Physiology of Fish In Intensive Culture System",Chapman and Hall Publication, Chapter 3 (1996) 60-98.

40. G.Young, B. T. Bjornsson, P. Prunet, R. J. Lin, H. A. Bern, "Smoltification and seawater adaptation in coho salmon (Oncorhynchus kisutch)", plasma prolactin, growth hormone, thyroid hormones, and cortisol, Gen. Comp, Endocrinoal, 74 (1998) 335-345.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]