Archive of SID

**مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی**
سال چهارم، شماره اول، پیاپی سیزدهم، تابستان ۱۳۹۴ (۷۸-۶۷)

# تغییرات اسمولاریته، کورتیزول و هورمون‌های تیروئیدی ($T_3$, $T_4$) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در پاسخ به سطوح مختلف شوری

**محمود نفیسی بهابادی[۱*]، وحید مرشدی[۲]**
۱. دانشیار گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس، بوشهر
۲. پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/٤/۹، تاریخ تصویب: ۱۳۹٤/٦/۱۰)

**چکیده**
در تحقیق حاضر اثرات شوری آب بر عملکرد رشد و تغذیه و فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پیش‌پرواری با وزن اولیه ٤/۱۱±۹۳/۲۲ گرم به مدت ٦۰ روز بررسی شد. پس از ۱۰ روز سازگاری به شوری آب، ٤۵۰ قطعه ماهی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در ۵ تیمار و ۳ تکرار توزیع شدند. شاخص‌های رشد، تغذیه و برخی فاکتورهای بیوشیمیایی خون، قبل از مرحله سازش‌پذیری به آب شور و ۱، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ روز پس از معرفی به شوری‌های مختلف (صفر ،۱۰،۲۰،۳۰،٤۰ گرم در لیتر) مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج حاصل از این تحقیق با افزایش میزان شوری آب تا ۲۰ گرم در لیتر شاخص‌های رشد و تغذیه شامل میزان رشد روزانه، ضریب رشد ویژه و بازده تبدیل غذا به صورت معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵) و شوری‌های بالاتر (۳۰ و ٤۰ گرم در لیتر) به تلفات دسته جمعی منجر شد. در طول آزمایش، فاکتورهای بیوشیمیایی خون شامل اسمولاریته، کورتیزول، کلرینیتی، گلوکز، تری یدو تیرونین و تیروکسین خون با افزایش میزان شوری به صورت معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). به طور کلی، نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان با وزن اولیه ۹۰ گرم می‌تواند، در آب‌هایی با شوری حدود ۲۰ گرم در لیتر به صورت موفقیت‌آمیز پرورش یابد، اگرچه میزان رشد در این شرایط کمتر از آب شیرین است.

**واژه‌های کلیدی:** ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، شوری آب، شاخص‌های رشد و تغذیه، درصد بقاء، فاکتورهای بیوشیمیایی خون.

# Changes osmolarity, cortisol and thyroid hormones ($T_3$, $T_4$) of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to different salinity levels

**Mahmoud Nafisi Bahabadi[1]*, Vahid Morshedi[2]**
1. Department of Fishery, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Persian Gulf
2. Persian Gulf Research Center, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran
(Received: Jun. 30, 2015; Accepted: Aug. 23, 2015)

**Abstarct**
At the present study effects of salinity were studied on growth and feeding performance, survival rate and blood biochemical parameters of pre on-growing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with initial weight 93.22±4.11 g for 60 days. After adaptation for 10 days to water salinity, 450 fish were distributed in 5 treatments and 3 replicates according to completely randomized design. Before adaptation to water salinity and 1, 10, 25 and 50 days after introduction to different salinity (10, 20, 30 and 40 ppt), growth and feeding parameters and some blood biochemical parameters were investigated. According to the obtained results from this study, salinities up to and including 20 ppt significantly decreased growth and feeding parameters including daily growth rate, specific growth rate, feed conversion efficiency between salinity groups and control group (P<0/05) and higher salinities (30 and 40 ppt), caused gregarious mortality. During the experiment, blood biochemistry parameters including osmolality, chlorine, sugar, cortisol, tri-iodo thyronin($T_3$), and Tetra–iodo–_thyronin ($T_4$) significantly increased with increasing in water salinity (P<0/05). Overall, the obtained results indicated that rainbow trout with initial weighing 90 g could be cultured successfully in water with salinity up to 20 ppt, although fish growth rate is lower than that in the fresh water.

**Keywords:** Rainbow trout, Water salinity, Survival rate, Growth and feeding parameters, Blood biochemical parameters.

* نویسنده مسئول: E-mail: nafisi2002@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID



## مقدمه

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مقاومت نسبتاً خوبی به شوری آب دارد و پرورش این گونه از آب شیرین تا شوری نزدیک به آب دریا نیز در شرایط و اوزان مختلف گزارش شده است (Nafisi–Bahabadi, 2006). شوری یکی از مهم ترین فاکتورهای مؤثر بر رشد، بازماندگی، جذب غذا و فیزیولوژی ماهیان می‌باشد که این عمل از طریق تنظیم فشار اسمزی صورت می‌گیرد (Likongwe *et al*., 1996; Rubio *et al*., 2005). موجودات آبزی باید فشار اسمزی سلول‌هایشان را بوسیله تنظیم جریان یون‌ها و آب از غشاء سلولی که اغلب با صرف انرژی همراه است کنترل کنند. تنظیم اسمزی مکانیسم حفظ هومئوستازی مایعات درونی بدن است که مسئول کنترل اسمولاریته یا فشار اسمزی پلاسما می‌باشد. در تنظیم اسمزی هورمون‌های مختلفی دخالت دارند که در بین آنها هورمون‌های تری یدوتیرونین ($T_3$) و تیروکسین ($T_4$) و همچنین کورتیزول نقش مهمی در میزان رشد، تکامل، متابولیسم و تنظیم اسمزی ماهی ها بر عهده دارند (Hazen and Balment, 1997; Evans *et al*., 2005). ظرفیت تنظیم اسمزی عموماً با استفاده از سنجش فاکتورهایی مانند کمیت هورمون‌ها، الکترولیت‌ها و عوامل بیوشیمیایی خون در ماهیان مورد بررسی قرار می‌گیرد (Gelencross *et al*., 2003; Mckay & Gjerde, 1985). ماهیانی که در معرض تغییر اسمولاریتی محیطی قرار دارند، باید اسمولالیتی و تعادل یونی بدنشان را بوسیله تغییر رفتارهایی مانند میزان نوشیدن آب، سطح هورمون‌های مختلف و عملکرد سطوح تنظیم اسمزی حفظ کنند (Hoffman, 1981; Nilsen *et al*., 2008). نحوه تنظیم غلظت یون‌ها و عوامل بیوشیمیایی خون برای مواجه با تغییرات شوری در هرگونه ماهی متفاوت و اختصاصی است (Wedemeyer, 1996).

از جمله تحقیقاتی که در زمینه اثرات شوری بر روی شاخص‌های رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی خون در آزاد ماهیان صورت گرفته است می‌توان، به تحقیقی که توسط Nafisi–Bahabadi (2001) بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اشاره کرد که پرورش این گونه در آب‌های لب شور (۱۵ گرم در لیتر) و در استخرهای خاکی به انجام رسید. همچنین Young *et al*. (1989)، Prunet *et al*. (1998)، Nilsen *et al*. (2008) و Ojima *et al*. (2009) به ترتیب اثرات شوری را بر روی رشد، فاکتورهای بیوشیمیایی و هورمون‌های خون ماهی آزاد کوهو (*Oncorhynchus kisutch*)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) و ماهی چار قطبی (*Salvelinus alpinus*) مطالعه کردند.

رشد شامل تغییر فزاینده در اندازه، وزن و یا تغییر در محتوای انرژی بدن ماهی است و مهمترین هدف آبزی‌پروری محسوب می‌شود (Jobling, 1994) که در بسیاری از جنبه‌های اساسی نظیر زیست‌شناسی ماهیان، مدیریت و حفاظت ذخایر ماهیان دخیل است (Nislow, 2001). یکی از مسایل عمده در آبزی‌پروری استرس است و ماهیان در معرض عوامل استرس زا هم در محیط طبیعی و هم محیط پرورشی قرار دارند (Bayunova *et al*., 2002). بنابراین با توجه به روند رو به رشد آبزی‌پروری و اهمیت این فعالیت اقتصادی در ایران، عنایت به مساله رشد و استرس اثر غیرقابل انکاری بر آینده و توسعه این صنعت پایدار دارد. از طرفی با توجه به شرایط خشکسالی و کمبود بارندگی سال‌های اخیر در کشور و پرورش قزل‌آلا رنگین‌کمان در آب‌های شور و لب شور، لزوم مطالعه تاثیرات افزایش شوری بر این ماهی ضروری به نظر می‌رسد. لذا، این تحقیق در راستای نیل به این هدف و در جهت بررسی تغییرات شاخص‌های رشد و فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شوری‌های مختلف انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID



## مواد و روش‌ها

### ماهی و شرایط آزمایش

ماهیان قزل‌آلای مورد نیاز با وزن متوسط ۴/۱۱±۹۳/۲۲ گرم از استان کهگیلویه و بویراحمد تهیه و پس از حمل و سازگاری با شرایط پرورش به تعداد ۴۰ قطعه با توزیع کاملاً تصادفی به هر یک از تانکها معرفی شدند. محل اجرای این تحقیق سالن اکواریم دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج فارس بود. محل نگهداری ماهی‌ها ۱۵ تانک پلی‌اتیلن به قطر ۶۰ سانتی متر، ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و حجم آبگیری ۲۲۶ لیتر بود. تانک‌ها در ۳ ردیف ۵ تایی مستقر و به منظور جلوگیری از تبادلات حرارتی، محیط استقرار تانک‌ها با پلاستیک پوشانده و حالت گلخانه‌ای ایجاد شد (Nafisi & Soltani, 2008).

### تأمین آب مورد نیاز

آب مورد نیاز از طریق یک حلقه چاه آب شیرین موجود در محل تأمین و سطح شوری انتخاب شده برای هر یک از تیمارها شامل آب شیرین (تیمار شاهد) و شوری‌های ۱۰ (تیمار ۱)، ۲۰ (تیمار ۲)، ۳۰ (تیمار ۳) و ۴۰ (تیمار ۴) گرم در لیتر بود. تنظیم شوری با استفاده از نمک دریا در تانکهای پلی اتیلنی به حجم ۱۰۰۰ لیتر انجام و پس از تنظیم شوری به تانک‌های پرورشی پمپاژ شد.

### فاکتورهای کیفی آب

عوامل فیزیکی و شیمیایی آب شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول، pH و شوری همه روزه به وسیله دستگاههای دیجیتال قابل حمل مارک WTW با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. اکسیژن محلول به وسیله دستگاه اکسیژن‌متر مدل Oxi 330/SET اندازه گیری و دامنه آن بین ۸-۶ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد. pH آب به وسیله دستگاه pH متر مدل pH 330/ SET-1 اندازه‌گیری و دامنه تغییرات آن بین ۸/۱۵-۷/۲۵ ثبت گردید. شوری آب بوسیله دستگاه شوری سنج مدل Cond 330i/ SET اندازه‌گیری شد. دامنه تغییرات درجه حرارت آب نیز بین ۱۷-۱۳ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید.

### اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

به منظور آگاهی از عملکرد رشد بچه ماهیان در هر یک از تیمارهای شوری در هر بار خون‌گیری، زیست سنجی ماهیها نیز انجام شد. بدین منظور بچه ماهی‌ها با استفاده از عصاره پودر گل میخک با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم درلیتر بی‌هوش و اندازه‌گیری طول و وزن انفرادی آنها جهت تعیین شاخص‌های رشد انجام شد. میزان رشد روزانه (DGR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، بازده تبدیل غذا (FCE) و درصد بقاء با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید.

تعداد روزهای پرروش / (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= بازده تبدیل غذا

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

### اندازه گیری فاکتورهای بیوشیمیایی خون

تعداد ۱۰ قطعه از ماهیان هر یک از تانک‌ها (تکرارها) به صورت تصادفی انتخاب و بوسیله سرنگ هپارینه ۲ میلی‌لیتری قبل از شروع دوره سازش‌پذیری و در چهار نوبت (۱، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ روز پس از معرفی به شوری‌های مختلف) از رگ ساقه دمی آنها خون‌گیری به عمل آمد. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ کردن به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و جدا شدن سرم آنها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان سنجش فاکتورهای خونی نگهداری شدند. اسمولاریتی با استفاده از دستگاه اسمومتر، گلوکز و کلرینیتی به شیوه رنگ

www.SID.ir

Archive of SID



سنجی با استفاده از Technicon RA-1000 Analyzer و با کیت MAN اندازه‌گیری شد. کورتیزول، تری یدوتیرونین ($T_3$) و تیروکسین ($T_4$) به روش رادیو ایمونواسی[1] (RIA) و با استفاده از کیت تجاری Immuno Tech (IRIA Kit، فرانسه) مورد سنجش قرار گرفت.

**غذادهی**

غذادهی به ماهی‌ها با استفاده از غذای پلت تجارتی $GFT_2$ (۳۹٪ پروتئین، ۱۴٪ چربی، ۳/۵٪ فیبر،۱۴٪ خاکستر، ۱۰٪ رطوبت و ۰/۷ ٪ فسفر، ساخته شده توسط کارخانه چینه) انجام شد. میزان غذای مصرفی با استفاده از جداول ارائه شده توسط کارخانه سازنده و حدود ۳٪ وزن توده زنده بود که ۳ مرتبه در روز به مصرف ماهیها رسید. جهت جلوگیری از سقوط پلت‌های غذایی به کف تانک‌ها، غذادهی تا زمانی که ماهی‌ها حرکات فعال تغذیه‌ای را نشان می‌دادند، ادامه یافت. به منظور مشخص شدن غذای خورده نشده احتمالی، قبل و بعد از هر غذادهی کف تانک‌ها سیفون و پلت‌های غذایی خورده نشده شمارش و وزن آنها محاسبه می‌شد. دوره نوری در نظر گرفته شده در طول دوره پرورش ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی (۱۲D : ۱۲L) بود و غذادهی ماهی‌ها در طول دوره روشنایی روزانه انجام می شد. همچنین به منظور استمرار سلامتی ماهی‌ها در طول دوره پرورش فضولات ماهی‌ها همه روزه به وسیله سیفون کردن تانک‌ها از محیط پرروشی خارج و حجم کل آب تانک‌ها تعویض می‌شد.

**روش آماری مورد استفاده**

اختلاف موجود بین تیمارها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار شوری و سه تکرار تعیین و نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS و با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز به وسیله آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۹۵ درصد ($P<۰/۰۵$) انجام شد.

## نتایج

نتایج شاخص‌های رشد و تغذیه که در پایان دوره پرورشی اندازه‌گیری و ثبت شده در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس داده‌های جدول ۱ با افزایش میزان شوری آب وزن نهایی، میزان رشد روزانه، ضریب رشد ویژه و بازده تبدیل غذا در ماهیان قزل‌آلای‌رنگین‌کمان به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد ($P<۰/۰۵$). درصد بقاء ماهیان آزمایشی در پایان آزمایش اختلاف معنی داری را بین تمام تیمارها نشان نداد ($P>۰/۰۵$). بر اساس نتایج بدست آمده، حداکثر وزن نهایی معادل ۱/۲۹±۱۶۶/۳۹ گرم مربوط به تیمار آب شیرین و حداقل آن معادل ۴/۷۴±۱۱۶/۴۲ گرم مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است. حداکثر میزان رشد روزانه ۰/۰۶±۱/۱۹ گرم مربوط به تیمار آب شیرین و حداقل آن ۰/۰۱±۰/۳۷ مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است. حداکثر ضریب رشد ویژه ۰/۰۷±۱/۱۳ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آب شیرین و حداقل آن ۰/۰۱±۰/۴۲ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آبی با شوری ۲۰ گرم در لیتر است. حداکثر بازده تبدیل غذا ۱۱/۳۸±۶۵/۳۷ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آب شیرین و حداقل ۲/۱۳ ± ۲۷/۸۷ درصد مربوط به ماهیان پرورشی در آبی با شوری ۲۰ گرم در لیتر است. ماندگاری و بقاء نیز در بین تیمارها اختلاف معنی داری را نشان نداد. همچنین ماهیان پرورشی در شوری‌های ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر پس از طی دوره ۱۰ روزه سازش‌پذیری به آب شور و رسیدن شوری به ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر به تدریج تلف شدند.

1. Radioimmunoassay

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۱.** نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد ماهیان پیش‌پرواری قزل‌آلای رنگین‌کمان در شوری‌های مختلف آب (میانگین ± انحراف استاندارد)

| | تیمار شاهد | تیمار ۱ | تیمار ۲ | تیمار ۳ | تیمار ۴ |
|---|---|---|---|---|---|
| وزن اولیه | ۹۴/۷۱±۴/۵۱$^{a}$ | ۹۷/۹۵± ۱/۹۴$^{a}$ | ۹۴/۲۹± ۴/۷۷$^{a}$ | ۸۹/۱۴ ± ۶/۱۹۲$^{a}$ | ۹۳/۲۵± ۴/۵۹۶$^{a}$ |
| وزن نهایی | ۱۶۶/۳۹ ±۱/۲۹$^{a}$ | ۱۴۳/۲۱ ±۷/۶۷$^{b}$ | ۱۱۶/۴۲ ± ۰/۹۴$^{c}$ | ** | ** |
| میزان رشد روزانه | ۱/۱۹ ± ۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۷۵ ± ۰/۱۱$^{b}$ | ۰/۳۷ ± ۰/۰۱$^{c}$ | ** | ** |
| ضریب رشد ویژه | ۱/۱۳ ± ۰/۰۷$^{a}$ | ۰/۷۶ ± ۰/۰۸ $^{b}$ | ۰/۴۲± ۰/۰۱$^{c}$ | ** | ** |
| بازده تبدیل غذا | ۶۵/۳۷ ± ۱۱/۳۸$^{a}$ | ۴۲/۳۷ ± ۲/۳۳$^{b}$ | ۲۷/۷۸ ±۲/۱۳$^{c}$ | ** | ** |
| درصد بقاء | ۹۶/۶۷ ± ۲/۸۹$^{a}$ | ۹۶/۶۷ ± ۰/۵۸$^{a}$ | ۹۵±۱/۰۱$^{a}$ | ** | ** |

* حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر سطر نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف غیرمشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۸٪ ($P<۰/۰۵$) می‌باشد.

** در شوری‌های ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر پس از پایان دوره عادت‌پذیری تلفات دسته جمعی مشاهده شد.

بر اساس داده‌های جدول ۲ و ۳ با افزایش میزان شوری آب فاکتورهای بیوشیمیایی خون شامل اسمولاریته، کلرینیتی، کورتیزول، گلوکز، تری یدوتیرونین ($T_3$) و تیروکسین ($T_4$) به صورت معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). از طرفی میزان تغییرات و نوسان فاکتورهای بیوشیمیایی خون در طول دوره سازش‌پذیری ماهی‌ها به آب شور زیاد و پس از طی این دوره کم است.

**جدول ۲.** نتایج حاصل از اندازه گیری فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهیان پیش پرواری قزل آلای رنگین کمان قبل از شروع آزمایش‌ها (میانگین ± انحراف معیار)

| عوامل بیوشیمیایی خون | اسمولاریته (mOsmol/kg) | کلرینیتی (mEq/L ) | گلوکز (mg/100 ml) | کورتیزول (mg /100 ml) | $T_3$ (ng /mg) | $T_4$ (ng /mg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار | ۲۹۹/۳۳ ± ۱۰/۴۱ | ۸۸/۶۷ ± ۵/۸۶ | ۶۱/۶۷ ± ۱۰/۶۹ | ۵/۴۷ ±۰/۷۵ | ۲/۵۵ ± ۰/۳۶ | ۶/۷۷± ۰/۴۷ |

داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که اسمولاریته خون ماهیان قزل‌آلا در روز اول پس از طی دوره سازش‌پذیری به آب شور معادل ۱/۵۳±۲۸۵/۶۷ مربوط به تیمار آب شیرین و ۷/۸۱ ± ۳۰۴ مربوط به تیماری شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۱/۵۳±۳۱۷/۳۳ مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از طی دوره ۵۰ روزه پرورش به ترتیب به ۳/۴۷±۲۸۶/۱۰، ۲/۵۲±۳۱۰/۵۰ و ۴/۷۰±۳۳۱/۶۰ (mOsmol/kg) رسیده است.

میزان ($T_3$) خون ماهیان در روز اول پس از طی دوره سازش پذیری به آب شور ۰/۰۱±۲/۰۸ در تیمار آب شیرین و ۰/۳۵±۲/۴۷ در تیماری شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۰/۰۷±۲/۶۲ در تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دوره پرورش به ترتیب ۰/۰۷±۲/۲۰ و ۰/۰۳±۲/۵۴ و ۰/۱۴±۲/۶۹ (ng/mg) رسیده است.

میزان ($T_4$) خون ماهیان در روز اول پس از طی دوره سازش پذیری به آب شور ۰/۱۱±۶/۵۴ در تیمار آب شیرین و ۰/۱۲±۶/۹۸ در تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۰/۱۰±۷/۳۰ در تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دوره پرورش به ترتیب ۰/۱۱±۶/۵۳ و ۰/۵۱±۶/۷۷ و ۰/۵۴±۷/۱۱ (ng/mg) رسیده است.

کلرینیتی خون ماهیان در روز اول پس از طی دوره سازش‌پذیری به آب شور ۳/۶۱ ± ۹۶ مربوط به تیمار آب شیرین و ۴/۵۱ ± ۱۲۱/۶۷ مربوط به تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۴/۵۱ ± ۱۳۳/۶۶ مربوط به تیمارشوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دوره پرورش به ترتیب به ۱/۵۶±۹۶/۱۰ و ۳/۶۵± ۱۲۰/۵۳ و ۳/۷۴ ± ۱۲۹/۳۷ (mEq/L) رسیده است. میزان

www.SID.ir

Archive of SID



کورتیزول خون ماهیان در روز اول پس از طی دوره سازش‌پذیری به آب شور ۰/۴۱ ± ۵/۲۶ مربوط به تیمار آب شیرین و ۰/۴۳ ± ۶/۵۰ مربوط به تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۷/۷۷±۰/۱۱ مربوط به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دوره پرورش به ترتیب به ۰/۰۵ ±۵/۳۹ و ۰/۰۴±۶/۶۵ و ۰/۰۹ ± ۷/۸۷ (mg/100ml) رسیده است.

میزان گلوکز خون ماهیان در روز اول پس از دوره سازش‌پذیری به آب شور ۲/۶۱ ± ۶۳/۱۶ مربوط به تیمار آب شیرین و ۳/۳۰±۶۵/۵۰ مربوط به تیمار شوری ۱۰ گرم در لیتر و ۴/۶۷±۷۲/۴۰ مربوطه به تیمار شوری ۲۰ گرم در لیتر است که پس از پایان دوره پرورش به ترتیب به ۱/۵۲±۶۱/۶۲ و ۱/۲۷±۶۸/۶۶ و ۳/۳۹±۷۴/۳۳ (mg/100ml) رسیده است.

**جدول ۳.** نتایج حاصل از اندازه گیری فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهیان پیش پرواری قزل آلای رنگین کمان در شوریهای مختلف آب (میانگین±انحراف معیار)

| عوامل بیوشیمیایی خون | اسمولاریته (mOsmol/kg) | | | | کلرینیتی ( mEq/L) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تیمار | زمان نمونه گیری بر حسب روز | | | | زمان نمونه گیری بر حسب روز | | | |
| | ۱ | ۱۰ | ۳۵ | ۶۰ | ۱ | ۱۰ | ۳۵ | ۶۰ |
| تیمار شاهد | ۲۸۵/۶۷±۱/۵۳$^{d}$ | ۲۸۲/۳۳±۲/۵۲$^{e}$ | ۲۸۱±۱$^{c}$ | ۲۸۶/۱۰±۳/۴۷$^{c}$ | ۹۶±۳/۶۱$^{d}$ | ۹۷/۳۳±۲/۰۸$^{e}$ | ۹۴/۶۷±۴/۰۴$^{b}$ | ۹۶/۱۰±۱/۵۶$^{b}$ |
| تیمار ۱ | ۳۰۴±۷/۸۱$^{c}$ | ۳۱۶±۷/۹۴$^{d}$ | ۳۰۱/۶۷±۲/۵۲$^{b}$ | ۳۱۰/۵۰±۲/۵۲$^{b}$ | ۱۲۱/۶۷±۴/۵۱$^{c}$ | ۱۲۴±۲/۶۵$^{d}$ | ۱۲۲/۳۳±۳/۷۹$^{a}$ | ۱۲۰/۵۳±۳/۶۵$^{a}$ |
| تیمار ۲ | ۳۱۷/۳۳±۱/۵۳$^{b}$ | ۳۴۲/۳۳±۵/۱۳$^{c}$ | ۳۳۳/۳۳±۵/۱۳۲$^{a}$ | ۳۳۱/۶۰±۳/۷۷$^{a}$ | ۱۳۳/۶۶±۱/۱۵$^{b}$ | ۱۲۹/۶۷±۳/۷۹$^{c}$ | ۱۲۵/۳۳±۳/۰۵$^{a}$ | ۱۲۹/۳۷±۷/۵۷$^{a}$ |
| تیمار ۳ | ۳۲۱±۶/۰۸$^{b}$ | ۳۷۱/۳۳±۴/۵۱$^{b}$ | ** | ** | ۱۴۰/۳۳±۵/۵۱$^{b}$ | ۱۳۷±۴/۵۸$^{b}$ | ** | ** |
| تیمار ۴ | ۳۳۶±۲/۵۲$^{a}$ | ۳۹۶/۳۲±۵/۶۹$^{a}$ | ** | ** | ۱۵۳±۲$^{a}$ | ۱۴۹/۶۷±۵/۰۳$^{a}$ | ** | ** |

**ادامه جدول۳.**

| عوامل بیوشیمیایی خون | $T_3$(ng /mg) | | | | $T_4$(ng /mg) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تیمار | زمان نمونه گیری بر حسب روز | | | | | | | |
| | ۱ | ۱۰ | ۳۵ | ۶۰ | ۱ | ۱۰ | ۳۵ | ۶۰ |
| تیمار شاهد | ۲/۰۸±۰/۰۱$^{b}$ | ۲/۵۹±۰/۲۵$^{c}$ | ۲/۴۸±۰/۲۴$^{b}$ | ۲/۲۰±۰/۰۷$^{c}$ | ۶/۵۴±./۱۱$^{d}$ | ۶/۴۳±۰/۱۲$^{d}$ | ۶/۴۰±۰/۱۰$^{b}$ | ۶/۵۳±۰/۱۱$^{c}$ |
| تیمار ۱ | ۲/۴۷±۰/۳۵$^{b}$ | ۲/۳۶±۰/۵۴$^{c}$ | ۲/۵۷±۰/۲۹$^{ab}$ | ۲/۵۴±۰/۰۲$^{b}$ | ۶/۹۸±۰/۱۲$^{c}$ | ۶/۷۷±۰/۰۶$^{c}$ | ۶/۸۰±۰/۲۶$^{a}$ | ۶/۷۷±۰/۵۱$^{b}$ |
| تیمار ۲ | ۲/۶۲±۰/۰۷$^{ab}$ | ۲/۸۵±۰/۱۲$^{bc}$ | ۲/۷۹±۰/۰۷$^{a}$ | ۲/۶۹±۰/۱۴$^{a}$ | ۷/۳۰±۰/۱۰$^{b}$ | ۷/۵۳±۰/۰۶$^{b}$ | ۷/۱۰±۰/۱۰$^{a}$ | ۷/۱۱±۰/۰۲$^{a}$ |
| تیمار ۳ | ۲/۴۱±۰/۴۱$^{b}$ | ۳/۲۱±۰/۰۹$^{ab}$ | ** | ** | ۷/۴۳±۰/۱۵$^{b}$ | ۷/۷۰±۰/۱۰$^{b}$ | ** | ** |
| تیمار ۴ | ۳/۱۵۳±۰/۵۴$^{a}$ | ۳/۴۳±۰/۱۴$^{a}$ | ** | ** | ۸/۳۰±۰/۱۷$^{a}$ | ۸/۴۳±۰/۲۱$^{a}$ | ** | ** |

**ادامه جدول۳.**

| عوامل بیوشیمیایی خون | کورتیزول (mg /100 ml) | | | | گلوکز(mg/100 ml) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تیمار | زمان نمونه گیری بر حسب روز | | | | | | | |
| | ۱ | ۱۰ | ۳۵ | ۶۰ | ۱ | ۱۰ | ۳۵ | ۶۰ |
| تیمار شاهد | ۵/۲۶±۰/۴۱$^{e}$ | ۵/۳۳±۰/۴۲$^{d}$ | ۵/۴۷±۰/۳۵$^{c}$ | ۵/۳۹±۰/۰۵$^{c}$ | ۶۳/۱۶±۲/۶۱$^{c}$ | ۵۵/۶۱±۴/۲۲$^{c}$ | ۶۳/۴۰±۵/۷۲$^{b}$ | ۶۱/۶۲±۱/۵۲$^{c}$ |
| تیمار ۱ | ۶/۵۰±۰/۴۳$^{d}$ | ۶/۹۷±۰/۲۱$^{c}$ | ۶/۶۶±۰/۳۲$^{b}$ | ۶/۶۵±۰/۰۴$^{b}$ | ۶۵/۵۰±۱/۶۵$^{c}$ | ۶۴/۸۰±۳/۴۸$^{b}$ | ۷۴/۶۷±./۰۴$^{a}$ | ۶۸/۶۶±۱/۲۷$^{b}$ |
| تیمار ۲ | ۷/۷۷±۰/۱۱$^{c}$ | ۸/۹۱±۰/۳۷$^{b}$ | ۸/۲۰±۰/۱۰$^{a}$ | ۷/۸۷±۰/۰۹$^{a}$ | ۷۲/۴۰±۲/۸۷$^{b}$ | ۶۹/۶۳±۲/۲۸$^{b}$ | ۷۵/۳۳±۴/۷۳$^{a}$ | ۷۴/۳۳±۳/۳۹$^{a}$ |
| تیمار ۳ | ۸/۴۶±۰/۳۸$^{b}$ | ۹/۶۵±۰/۲۲$^{a}$ | ** | ** | ۷۶/۱۳±۱/۶۷$^{b}$ | ۸۶/۰۷±۴/۳۳$^{a}$ | ** | ** |
| تیمار ۴ | ۹/۲۸±۰/۲۷$^{a}$ | ۹/۸۱±۰/۱۷$^{a}$ | ** | ** | ۸۳/۲۰±./۱۳$^{a}$ | ۸۵/۷۳±/۳۳$^{a}$ | ** | ** |

* حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین‌ها در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار ($p>0/05$) و حروف غیر مشترک نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد می‌باشد ($p<0/05$).

** در شوری‌های ۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر پس از پایان دوره عادت‌پذیری تلفات دسته جمعی مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID



## بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان شوری آب به ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر وزن نهایی ماهیان به ترتیب به میزان ۱۳/۸۵٪ و ۳۰/۱۳٪ نسبت به تیمار آب شیرین کاهش یافت. این افزایش شوری موجب کاهش رشد روزانه و ضریب رشد ویژه به میزان به ترتیب ۳۶/۹۷٪ و ۶۸/۹۱٪ ، ۳۲/۷۴٪ و ۶۲/۸۳٪ نسبت به تیمار آب شیرین نیز گردید. همچنین بازده تبدیل غذا در شوری‌های ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر به ترتیب به میزان ۳۵/۱۸٪ و ۵۷/۵۱٪ نسبت به تیمار آب شیرین کاهش یافت، که این کاهش اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$). به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش شاخص‌های رشد و تغذیه ماهیان در شوریهای ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر و همچنین کاهش بازده تبدیل غذا نسبت به ماهیان آب شیرین به واسطه افزایش میزان مصرف انرژی برای تنظیم اسمزی ماهیان بوده است. به طور کلی در یک محیط ایزواسموتیک کمترین میزان انرژی صرف تنظیم اسمزی می‌شود. علاوه بر این مقدار انرژی که برای رشد مورد نیاز است، بیشتر از میزان انرژی می‌باشد که صرف تنظیم اسمزی می‌شود (۲ درصد از کل متابولیسم)، لذا این انرژی صرف رشد و نمو موجود می‌گردد (Jobling, 1994; Likongwe *et al*., 1996).

خون ماهیان آب شیرین دارای فشار اسمزی معادل با محلول کلرید سدیم با غلظت ۷ گرم در لیتر است. بنابراین از نظر تئوری بسیاری از ماهیان آب شیرین می‌توانند، در آب‌های تا شوری نزدیک به ۷ گرم در لیتر زنده بمانند، اگرچه رشد آنها کمتر خواهد شد (Wedemeyer, 1996). وقتی که ماهی در محیط هیاپرتونیک قرار گیرد، از طریق مصرف انرژی و پدیده 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 نماید. انتقال فعال این یون‌ها می‌تواند، درصد قابل توجهی از انرژی بدست آمده از غذا را به مصرف رساند و از یک سو باعث کاهش بازده تبدیل غذا و از سوی دیگر باعث کاهش میزان رشد ماهی شود. محققین بیان کرده‌اند با افزایش شوری ماهی نیاز بیشتری به اکسیژن پیدا می‌کند و تغییراتی در فیزیولوژی ماهی رخ می‌دهد تا انرژی لازم برای تنظیم فشار اسمزی فراهم شود (Yagi & Ceccald, 1990). تحقیقات صورت گرفته توسط Tseng & Hwang (2008) نشان می‌دهد که افزایش مصرف اکسیژن توسط ماهی در تنظیم اسمزی، بیانگر افزایش مصرف انرژی است که عمدتاً از طریق کربوهیدرات‌ها تأمین می‌شود. میزان مصرف انرژی بستگی کامل به محیط زیست ماهی، میزان تغییر فشار اسمزی محیط و گونه ماهی دارد (Tseng & Hwang, 2008). نتایج به دست آمده مربوط به شاخص‌های رشد و تغذیه در تحقیق حاضر با یافته‌های Mckay & Gjerd (1985) مطابقت دارد. در تحقیقی که توسط این محققین صورت گرفت، 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 داده شدند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که با افزایش میزان شوری از صفر (آب شیرین) تا شوری ۳۲ گرم در لیتر در صد بقاء کاهش و میزان تلفات افزایش یافت. میزان تلفات از صفر درصد در تیمار آب شیرین تا ۱۳ درصد در شوری ۳۲ گرم در لیتر متغیر بود و با افزایش شوری میزان رشد نیز 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. این محققین خاطر نشان کردند، افزایش شوری بیش از ۲۰ گرم در لیتر تأثیر زیانباری بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دارد (Mckay & Gjerd,

www.SID.ir

Archive of SID



1985). علاوه بر این طول دوره سازگاری با آب شور نیز از دیگر عوامل مؤثر در میزان بقا و مصرف انرژی (بازده تولید) محسوب می شود.

مطالعه Parry (1960) نشان داده است با بررسی میزان بقاء گونه‌های مختلف آزاد ماهیان پس از انتقال مستقیم به شوری‌های مختلف ۳ دلیل عمده را در میزان بقاء آنها مؤثر دانست. در وهله اول اندازه ماهی می‌تواند با تغییر میزان نسبت سطح به حجم ماهی، در تغییر میزان فشار اسمزی مؤثر باشد. در وهله بعد افزایش سن ماهی احتمالاً با افزایش ضخامت پوست و آبشش و کاهش میزان نفوذپذیری این اندام ها همراه خواهد شد. در این حالت دفع آب بدن از غشاهای نفوذپذیری همچون آبشش و پوست با شدت کمتری صورت خواهد گرفت. در نهایت با افزایش سن مکانیسم‌های دخیل در تنظیم اسمزی از قبیل تعداد سلول‌های کلراید می‌توانند، تقویت گردند.

با توجه به موارد ذکر شده و نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر و یافته‌های دیگر محققین، پرورش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان ۹۰ گرمی از آب شیرین تا شوری ۲۰ گرم در لیتر امکان‌پذیر است، اگر چه با افزایش میزان شوری میزان رشد و بازده تولید به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. بدیهی است که انتقال ماهیان با چنین وزن اولیه‌ای به آب‌هایی با شوری بیش از ۲۰ گرم در لیتر با افزایش طول دوره سازش‌پذیری میسر می‌باشد، در چنین شرایطی میزان رشد و بازده تبدیل غذای مصرفی و همچنین صرفه اقتصادی در تحقیقات تکمیلی باید مورد بررسی قرار گیرد.

در خصوص تغییرات سطح هورمون‌ها در پلاسمای خون ماهیان تحت آزمایش باید خاطر نشان کرد که کورتیزول نقش فیزیولوژیکی مهمی در شرایط استرس دارد و واکنش اولیه به استرس در ماهیان شامل افزایش رهاسازی این هورمون در خون است (Wendelaar-Bonga, 1997). سرعت پاکسازی کورتیزول از خون ممکن است تأثیر فاکتورهای مختلفی از جمله استرس، شوری، بلوغ و مواد غذایی و ... قرار گیرد (Mommsen *et al*., 1999). از طرفی تغییرات ثانویه شیمی خون و بافت‌ها در نتیجه فعالیت غدد درون‌ریز به وقوع می‌پیوندد، به طوری‌که در شرایط استرس محیطی ازقبیل افزایش شوری آب، میزان کورتیزول خون ماهی افزایش می‌یابد که متعاقب آن افزایش غلظت گلوکز خون و افزایش متوسط فشار خون را برای مقابله با استرس تحمیل شده، به دنبال دارد (Wedmayer, 1996; Bamberger *et al*., 1996). علاوه بر این برخی مطالعات توسط Barton *et al*. (1987) نشان داد که ایجاد استرس به صورت دنباله‌دار و مداوم پاسخ‌های بازخوردی منفی از سوی کورتیزول ترشح شده را خنثی کرده و در نتیجه ترشح کورتیزول ادامه می یابد. بنابراین در تحقیق حاضر یکی از عوامل افزایش کورتیزول در ماهیان استرس دیده (ماهیان تحت شرایط افزایش شوری) می‌تواند تکرار عامل استرس زا باشد. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که افزایش میزان کورتیزول و گلوکز خون در ماهیانی تحت استرس شوری آب نسبت به ماهیان شاهد حاکی از واکنش فیزیولوزیکی اولیه و ثانویه ماهیان نسبت به شرایط استرس‌زا می‌باشد (Mommsen *et al*., 1999). از سوی دیگر افزایش هورمون کورتیزول نقش آن را به عنوان یک هورمون سازگارکننده نسبت به آب دریا را تایید می‌کند (Tsuzuki *et al*., 2001) و افزایش میزان گلوکز را نیز به جهت تأمین انرژی برای مقابله با استرس ایجاد شده توجیه نمود می‌نماید (Lim *et al*., 2005).

همچنین کورتیزول به عنوان یک هورمون تطابق‌دهنده سیستم فیزیولوژیک ماهی با آب شور، نشان داده شده است که مقاومت ماهی نسبت به آب شور می‌تواند در اثر تیمار با کورتیزول افزایش می‌یابد (Young *et al*., 1998). تحقیق صورت گرفته بر روی آزاد ماهیان نشان می‌دهد که میزان

www.SID.ir

Archive of SID



کورتیزول پلاسمای خون در زمان رهسپاری به دریا افزایش می‌یابد که خود بیانگر استرس دوران سازگاری است (Wedemeyer, 1996). بر اساس مطالعات انجام شده توسط Barton *et al*. (1987) استرس یک فرآیند مخرب در مورد انرژی است و نرخ متابولیسم و انتقال اکسیژن را افزایش می‌دهد. تحقیقات انجام شده توسط Ojima *et al*. (2009) نیز مؤید نتایج تحقیق حاضر است.

در تحقیق حاضر ماهیان 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 قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط آب شور و به منظور تطابق آنها با این شرایط است. آزاد ماهیان مهاجر از دریا به رودخانه مانند ماهی آزاد اقیانوس اطلس در مقایسه با آزاد ماهیان رودرو مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان قدرت مقابله بیشتری با تغییر میزان کلرینیتی و افزایش میزان کلر خون دارند. در تحقیقی که توسط McCormic *et al*. (2008) صورت گرفت 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[1] (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. در صورتی که در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که افزایش سطح کورتیزول خون نتوانسته از تغییرات شدید کلرینیتی خون در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جلوگیری کند. لذا افزایش میزان کلر خون بخصوص در شوری‌های بالا (۳۰ و ۴۰ گرم در لیتر) موجب بروز تلفات و مرگ ماهیان شده است. تحقیقات Nilsen *et al*. (2008) بر روی سویه‌های مهاجر آب شیرین و مهاجر آب شور ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) در طول سال و همچنین در مدت سازش‌پذیری به آب دریا در مرحله بچه ماهی رهسپارشونده[2] 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 غیر مهاجر تغییری نشان نداد. این محققین خاطر نشان کردند که پایین بودن میزان کورتیزول در پلاسمای خون ماهیان مهاجر آب شیرین خود می‌تواند دلیلی بر ناتوانی آنها در عادت‌پذیری به آب شور دریا باشد (Nilsen *et al*., 2008).

نحوه تنظیم غلظت یون‌ها در شرایطی که ماهی در محیط‌هایی با شوری متفاوت قرار می‌گیرد، برای هرگونه متفاوت و اختصاصی است. بعضی از ماهیها که دامنه تحمل شوری آنها گسترده است مانند خامه ماهی (*Chanos chanos*)، می‌توانند اسمولاریته خون خود را در محدوده وسیعی از شوری‌های محیط در حد ثابت نگهدارند (Wedemeyer, 1996). این موضوع در تحقیقات دیگری بر روی سایر گونه‌های مقاوم به تغییرات شوری[3] نیز به اثبات رسیده است. در تحقیق صورت گرفته بر روی ماهیان یک ساله شانک (*Acanthopargus latus*) که از انواع ماهیان مقاوم به شوری است نشان داده شد که این ماهی می‌تواند شوری‌های از ۵ تا ۶۰ گرم در لیتر را بدون تغییر عمده در الکترولیت‌های خون تحمل نماید (Movahedinia *et al*., 2009). در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که یک گونه کاملاً مقاوم نسبت به تغییرات شوری نمی‌باشد، به نظر می‌رسد که وضعیت تطابق با آب شور متفاوت است.

1. $Na^+$, $K^+$ - ATpase

2. Smolt
3. Euryhaline

www.SID.ir

Archive of SID



چنانچه از نتایج تحقیق حاضر بر می‌آید، ماهیان جوان قزل‌آلا با قرار گرفتن در شرایط آب شور (شوری‌های ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر) ابتدا با تغییر فاکتورهای خونی مانند اسمولاریته و کلرینیتی خون مواجه شده و سعی کردند تا با مصرف بیشتر انرژی بقاء خود را حفظ نمایند. کاهش شاخص‌های رشد و تغذیه (وزن نهایی، میزان رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، کاهش بازده تبدیل غذا و درصد بقاء) نیز نتیجه 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 جریان خون نبوده و بدین ترتیب اسمولاریته و کلرینیتی خون به سرعت افزایش یافته و در چنین شرایطی تلفات دسته‌جمعی ماهیان آغاز شد.

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 (Hazen & Balment, 1997). شناخته‌شده‌ترین اثر هورمون‌های تیروئیدی، تحریک نرخ متابولیک پایه است که این موضوع از نقش این هورمون‌ها در فرآیند تنظیم اسمزی قابل استنباط است. مدارک بیشتر برای اثبات دخالت هورمون‌های تیروئیدی در تنظیم اسمزی از مطالعاتی که در آن ماهیان به شوری‌های مختلف منتقل و تغییرات مرفولوژیکی غده تیروئید و سطوح پلاسمایی ($T_3$) و ($T_4$) اندازه‌گیری شده به دست آمده است (Baldisserotto *et al*., 2007).

در آزاد ماهیان اثبات شده است که به هنگام مهاجرت به آب شور میزان تیروکسین افزایش می‌یابد (Specker, 1988)، زیرا سوخت و ساز کربوهیدراتها و افزایش میزان گلوکز خون نیز تحت تأثیر هورمون‌های تیروئیدی قرار دارد. هورمون‌های تیروئیدی موجب هیدرولیز چربی‌ها شده و پروتئین‌ها را تحت تأثیر قرار داده، همچنین سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها را نیز افزایش می‌دهد، این پدیده منجر به بالا رفتن گلوکز خون می‌شود. گلوکز تحت تأثیر این هورمون‌ها سریع‌تر اکسیده شده و این عمل منجر به افزایش میزان متابولیسم پایه خواهد شد (Prunet *et al*., 1989). روند و شدت چنین تغییراتی می‌تواند متأثر از اندازه و دوره زمانی سازگای آزاد ماهیان باشد. افزایش قابل توجه هورمون‌های تیروئیدی شامل تری یدوتیرونین ($T_3$) و تیروکسین ($T_4$) در شوری‌های مختلف مطالعه شده در این تحقیق نیز احتمالاً بیانگر این واقعیت است که دوره سازگاری به شوری به زمان بیشتری نیاز دارد. تلفات دسته جمعی ماهیان در شوری‌های بیش از ۲۰ گرم در لیتر نیز مؤید این مطلب است.

**نتیجه‌گیری نهایی**

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ماهیان قزل‌آلا با قرار گرفتن در شرایط آب شور ( شوری های ۱۰ و ۲۰ گرم در لیتر ) ابتدا با تغییر فاکتورهای خونی مانند اسمولاریته و کلرینیتی خون مواجه شده و سعی کردند تا با مصرف بیشتر انرژی بقاء خود را حفظ نمایند. کاهش شاخص‌های رشد و تغذیه (وزن نهایی، میزان رشد روزانه، ضریب رشد ویژه، کاهش بازده تبدیل غذا و درصد بقاء) نیز نتیجه منطقی مصرف بیشتر انرژی در چنین شرایطی است. به طور کلی، نتایج بیانگر این است که ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان با وزن اولیه ۹۰ گرم می‌تواند در آب‌هایی با شوری حدود ۲۰ گرم در لیتر به صورت موفقیت‌آمیز پرورش یابد، اگرچه میزان رشد در این شرایط کمتر از آب شیرین است.

## سپاسگزاری

این تحقیق با پشتیبانی مالی معاونت پژوهشی دانشگاه خلیج فارس و با همکاری گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی این دانشگاه اجراء شده است. از کارشناسان آزمایشگاه گروه شیلات

www.SID.ir

Archive of SID



آقایان مهندس جواد پاپری مقدم و مهندس مصطفی رمضان پور و همچنین دانشجوی رشته شیلات این دانشکده سرکار خانم آسیه تقی‌پور دهاقانی و آقای مسعود نسیمی تشکر و قدردانی می‌گردد.

## REFERENCES


Bamberger, CM.; Schulte, HM.; Chrousus, GP.; (1996). Molecular determination of glucocorticoid receptor funection and tissue sensivity to glucocorticoids. Endocrine Reviews; 17: 245-261.

Barton, BA.; Schreck, C.; Barton, LD.; (1987). Effect of chronic cortisol administration and daily acute stress on growth physiological condition and stress response in juvenile rainbow trout. Diseases of Aquatic Organisms; 2: 173-185.

Bayunova, L.; Barannikova, I.; Semenkova, T.; (2002). Sturgeon stress reactions in aquaculture. Journal of Applied Ichthyology; 18: 397-404.

Evans, DH.; Piermarini, PM.; Choe, KP.; (2005). The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmorgulation, acid-base regulation and excretion of nitrogenous waste. Physiological reviews; 85: 97-177.

Gelencross, BD.; Hawkins, WE.; Curnow, JC.; (2003). 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: 25-34.

Hazen, N.; Balment, RG.; (1997). The physioilogy of fishes, 2nd ed", (ed. Evans DH), CRC Press. pp. 441-463.

Hoffman, E.; (1981). Marine aquaculture in Denmark. Journal of the World Aquaculture Society; 12 (2): 3-8.

Jobling, M.; (1994). Fishbioenergetics. Chapman and Hall. pp. 278-299.

Likongwe, JS.; Stecko, TD.; Stauffer, Jr. JR.; Carline, RF.; (1996). Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture; 146: 37- 46.

Lim, C.; Yildirim-Aksoy, M.; Welker, T.; (2005). Effect of feeding duration of sodium chloride containing diets on growth performance and some osmoregulatory parameters of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after transfer to water of different salinities. In: Burright J, Flemming C, Egna H (eds.). Twenty-Second Annual Technical Reports. Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 411-420.

McCormic, SD.; Regish, MFD.; Shrimpton, JM.; (2008). 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. General and Comparative Endocrinology; 157: 35-40.

Mckay, LR.; Gjerde, B.; (1985). The effect of salinity on growth of rainbow trout. Aquaculture; 46: 325-331.

Mommsen, TP.; Vijayan, MM.; Moon, TW.; (1999). Cortisol in teleost: dynamics,mechanism of action and metabolic regulation. Reviews in Fish Biology; 82: 369-376.

Movahedinia, AA.; Savari, A.; Morovvati, H.; Kochanian, P.; Marammazi, JG.; Nafisi, M.; (2009). The Effects of Changes in Salinity on Gill Mitochondria Rich Cells of Juvenile Yellofin Seabream, *Acanthopagrus latus*. Journal of Biological Science; 9: 710-720.

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

Nafisi-Bahabadi, M.; (2006). An applied


www.SID.ir

Archive of SID



guide for propagation and cultivation of rainbow trout. Hormozgan University Press. pp. 200-202.

Nafisi-Bahabadi, M.; (2001). Final report of research design of rainbow trout culture (Oncorhynchus mykiss) in brackish water ponds at Yazd Province. P. 45.

Nilsen, TO.; Ebbesson, LOE.; Kiilerich, P.; Bjornsson, BT.; Madsen, SS.; McCormick, S.D.; et al. (2008). Endocrinc system in juvenile anadromous and landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar*): Seasonal development and seawater. General and Comparative Endocrinology; 155: 762-772.

Nislow, KH.; (2001). International symposium on the implication of salmonid growth variation. Reviews in Biology and Fisheries; 10: 521-527.

Ojima, D.; Pettersen, RJ.; Wolkers, J.; Johnsen, HK.; Jorgensensen, EH.; (2009). Growth hormone and cortisol treatment stimulate seawater tolerance in both anadromous and land locked Arctic charr *Salvelinus alpinus*. Comparative Biochemistry and Physiology; 153: 378-385.

Parry, G.; (1960). The Development of Salinity Tolerance in the Salmon, *Salmo Salar* (L.) and Some Related Species. Journal of Experimental Biology; 37: 425-434.

Prunet, P.; Boeuf, G.; Bolton, JP.; Young, G.; (1989). Smoltification and seawater adaptation in Atlantic salmon, plasma prolactin growth hormone and thyroid hormones. General and Comparative Endocrinology; 74: 355-364.

Rubio, VC.; Sánchez-Vázquez, FJ.; Madrid, JA.; (2005). Effects of salinity on food intake and macronutrient selection in European sea bass. Physiology and Behavior; 85(3): 333-339.

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

Tseng, YC.; Hwang, PP.; (2008). Some insights into energy metabolism for osmoregulation in fish. Comparative Biochemistry and Physiology; 148: 419-429.

Tsuzuki, MY.; Ogawa, K.; Strüssmann, CA.; Maita, M.; Takashima, F.; (2001). Physiological responses during stress and subsequent recovery at different salinities in adult pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Aquaculture; 200: 349-362.

Wedemeyer, GA.; (1996). Physiology of Fish in Intensive Culture System. Chapman and Hall Publication. pp. 60-98.

Wendelaar-Bonga, SA.; (1997). The stress response in fish. Physiological reviews; 77: 591-625.

Young, G.; Bjornsson, BT.; Prunet, P.; Lin, RJ.; Bern, HA.; (1998). Smoltification and seawater adaptation in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), plasma, prolactin, growth hormone, thyroid hormones and cortisol. General and Comparative Endocrinology; 74: 335-345.

Yagi, H.; Ceccald, HJ.; (1990). Combined influence of temperature and salinity oxygen consumption of the larval of the pink shrimp (*Palaemon sersatus*). Aquaculture; 86: 77-92.

www.SID.ir