پارامترهای بیوشیمیایی و فاکتورهای خونی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در مواجهه با شوری‌های مختلف آب

محمود قانعی تهرانی[1*]، عباس متین فر[2]، سید محمد وحید فارابی[1]، محمود حافظیه[2]، منصور شریفیان[2]، محمد بینایی[1]

۱-پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، فرح آباد

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۲۱

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی قابلیت سازگاری بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان از طریق پارامترهای بیوشیمیایی و خونی در آب‌هایی با دامنه شوری ۲۰- ۰ در هزار به‌منظور فراهم آوردن امکان معرفی و پرورش این گونه در محیط های آبی با درجات شوری مختلف بوده است. بچه ماهیان از یک کارگاه ماهیان سرد آبی در استان مازندران تهیه و جهت انجام آزمایش‌ها به پژوهشکده اکولوژی دریای خزر منتقل شدند. بچه ماهیان با متوسط وزن ۰/۷۰±۳۱/۵۶ گرم و متوسط طول چنگالی ۰/۱۵±۱۳/۸۰ سانتی‌متر، در ۳ تیمار آزمایشی در آب با شوری‌های (شیرین ،۱۳ و ۲۰ گرم در لیتر) با تراکم ۱۵ عدد به تانک پلی اتیلنی ۳۰۰ لیتری حاوی ۲۵۰ لیتر از آب مورد آزمایش معرفی گردیدند. آب شیرین از رودخانه تجن و آب ۱۳گرم در لیتر از دریای خزر و آب ۲۰گرم در لیتر از اختلاط آب دریای خزر و نمک دریائی تهیه شد. روزانه به میزان ۵۰ درصد از آب وان ها تعویض شد. طول دوره آزمایش ۷ شبانه روز بود. سنجش پارامتر های اندازه گیری شده آب در طول مدت آزمایش شامل: اکسیژن محلول ۶ میلی گرم در لیتر، pH برابر ۸/۲، نیتریت کمتر از ۰/۱، نیترات کمتر از ۱۶ میلی گرم بر لیتر، آمونیوم ۱۷/۵۲ میلی گرم بر لیتر و دما ۱۵/۵ درجه سانتی گراد بود. در دوره آزمایش تلفاتی در گروه های آزمایشی مشاهده نشد. نتایج نشان داد که بطور نسبی میانگین پارامترهای اسمولاریته، سدیم، کلراید، منیزیم، کورتیزول، کلسیم، هماتوکریت، هموگلوبین، تعدادگلبول قرمز و سفید در محیط آب شور نسبت به محیط آب شیرین بالاتر بود ($P<0/05$). نتایج بررسی پارامترهای بیوشیمیایی و فاکتورهای خونی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بیانگر سازگاری فیزیولوژیک بچه ماهیان همسو با تغییرات شوری، جهت فراهم آوردن امکان سازگاری و پرورش این ماهیان در آب لب شور و شور است.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، شاخص‌های بیوشیمیایی و خونی، پرورش، شوری، دریای خزر.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). salamyaran60@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

مقدمه

در دنیا گرایش به ماهیانی که مناسب پرورش در آب های لب شور و شور باشند از مدت ها قبل مورد توجه بوده است. حدود نیمی از تولیدات آبزی پروری جهان به محیط‌های آبی‌لب شور و شور اختصاص دارد (FAO, 2012)، به‌طوریکه سهم کل آن از ۱ میلیون تن تولید سالانه در اوایل دهه ۱۹۵۰ به ۷۴ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است (FAO, 2016). تعیین تأثیر میزان شوری محیط، بر زندگی ماهیان آب شیرین، برای پرورش این آبزیان در سیستم‌های پرورشی بسیار مهم است و زمانیکه شوری آب در دسترس، با ماهیان موردنظر سازگار باشد، می‌توان استفاده از آب لب شور را به عنوان یک مزیت در توسعه آبزی پروری یاد کرد. ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از مهمترین گونه‌های آزادماهیان، با ارزش اقتصادی بالا برای پرورش جهانی بوده و بخش بزرگی از میزان تولید آبزیان را به خود اختصاص می‌دهد (Azewedo *et al.*, 2004). ازتولید جهانی قزل‌آلای رنگین‌کمان به میزان ۷۳۰۹۵۴ هزار تن، حدود ۵۰ درصد درآب لب شور وآب شور دریایی به‌ترتیب به میزان ۳۰۱۲۹۵ و۱۰۶۱۶تن تولید شده و سهم تولید در آب شیرین ۴۲۰۵۲۱ شیرین بوده است (FAO, 2012).

کشور ایران در سال ۱۳۹۵ با تولید حدود ۱۶۰۰۰۰تن قزل‌آلای رنگین‌کمان، رتبه نخست تولید را در جهان به‌خود اختصاص داده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۹۵- ۱۳۹۲ و FAO, 2014). ولی باید توجه داشت که در این صنعت میزان قابل توجهی از آب شیرین با کیفیت بالا (برای تولید هر تن ماهی ۱۰ لیتر در ثانیه) از منابع آب کشور مورد مصرف قرار می‌گیرد.

از یک سو محدودیت منابع آب شیرین در کشور و از سوی دیگر روند رو به رشد آبزی‌پروری کشور، این ضرورت را ایجاب نموده‌است که اساس توسعه آبزی‌پروری به‌جای اتکا بر منابع آب شیرین و رودخانه ها بر استفاده از منابع آب غیر شیرین متمرکز شود. دریای خزر بواسطه دارا بودن شوری حدود یک سوم دریاهای آزاد (شوری ۱۳-۱۲گرم در لیتر) می‌تواند منبع آبی مطمئن برای توسعه آبزی‌پروری در مناطق ساحلی و در محدوده آبی ایران باشد.

قزل‌آلای رنگین‌کمان دارای دو نوع ماهی ساکن آب‌شیرین و ماهی دریارو[1] است که بترتیب رنگین کمان (Rainbow) و سر فولادی (Steelhead) نامیده می‌شوند. نوع ماهی آب شیرین معمولاً از اندازه کوچکتری نسبت به نوع آب شور آن برخوردار است (Burgner *et al.*, 1992). با توجه به بررسی‌های Sedgwick (۱۹۷۰) و Johnston و Cheverie (۱۹۸۵) ،ماهی قزل‌آلای ساکن آب شیرین در محیط مصبی و سواحل دریا از رشد بهتری نسبت به محیط آب شیرین برخوردار است. بنابراین ماهی قزل‌آلای ساکن آب شیرین (غیر مهاجر) می‌تواند برای پرورش در آب دریا به شوری محیط آداپته گردد و این آداپتاسیون وابسته به مکانیسم تنظیم یونی- اسمزی ماهی است.

شوری عمده ترین عامل محیطی است،که می‌تواند روی روند تنظیم اسمزی در ماهیان اثر بگذارد (Likongwe *et al.*, 1996). آداپتاسیون ماهی قزل‌آلای غیر مهاجر به آب دریا و محیط هیپراسموتیک به اندازه ماهی و شرایط انتقال (به‌عنوان مثال شوری محیط)

[1] Sea-run

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

بستگی دارد (Fuentes *et al.*, 1996). بنابراین در ماهی غیر مهاجر قزل‌آلای رنگین‌کمان گروه‌ای از مکانیسم های تنظیمی برای سازگاری با آب دریا و ژن‌های درگیر در فیزیولوژی تنظیم اسمزی وجود دارد (Le Bras *et al.*, 2011). مطالعه تنظیم اسمزی راهکاری است که توان سازگاری ماهی با محیط آب لب شور را مشخص می‌کند (Jurd, 2000).

یکی دیگر از روش‌های بررسی سازگاری و تطابق پذیری فیزیولوژیک ماهیان در سازگاری با محیط های آبی مختلف، بررسی تغییرات در فاکتورهای خونی است (رحیمی بشر و همکاران، ۱۳۸۶). تغییرات فاکتورهای خونی همراه با تغییر در فاکتورهای محیطی، امری غیر قابل انکار است و این امر در ماهیان به دلیل خونسرد بودن آن‌ها مشخص تر می‌باشد (جمال زاده وهمکاران، ۱۳۸۱). تغییر در پارامترهای بیوشیمیایی نیز از جمله واکنش هایی است که ماهی در پاسخ به تنش شوری از خود نشان می‌دهد. به طور کلی بخشی از پاسخ‌های مختلف به تغییرات شوری، وابسته به تفاوت‌های خاص مربوط به هر گونه و ویژگی‌های گلبول‌های قرمز خون است مانند تغییر در اندازه سلول و میزان ذخیره هموگلوبین و بخشی دیگر نیز به غلظت پلاسما بستگی دارد (حسینی وهمکاران، ۱۳۹۱) که می تواند اثر خود را به صورت تغییر در تعداد گلبول‌ها در واحد حجم و همچنین تغییرمیزان هماتوکریت نشان دهد (روضاتی و همکاران،۱۳۹۲). تأثیر تغییرات فاکتورهای محیطی بر شاخص‌های خونی به ویژگی‌های تطابقی هر ماهی بستگی دارد (Morgan and Iwama, 1991). تغییرات محیطی مانند شوری هم بر غلظت یون ها و هم بر تعداد سلول های خون موثراست (Chen *et al.*,2004).

تحقیقات مختلفی روی ماهیان رودکوچ (تاسماهیان و ماهیان استخوانی) برای سازگاری با آب شور در کشور ایران صورت گرفت (فارابی، ۱۳۸۵؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۱؛ صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ اشرف و همکاران؛ ۱۳۹۵) اما این گونه تحقیقات روی قزل‌آلای رنگین‌کمان بسیار محدود بود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱؛ نفیسی بهابادی و همکاران، ۱۳۹۳). تحقیق حاضر با توجه به جایگاه غالب این ماهی در صنعت پرورش ماهیان سرد آبی کشور و همچنین بررسی اثرات شوری بر بعضی فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما و خونی ماهیان درفرآیند سازگاری فیزیولوژیک، درآب های غیر شیرین انجام گردید تا با تکیه بر دستاورد حاصل ضمن حفظ منابع با ارزش آب شیرین کشور، با بهره گیری از منابع آب لب شور زمینه معرفی این گونه پرورشی به محیط های آبی با شوری‌های مختلف به‌ویژه با آب دریای خزر در جهت توسعه صنعت آبزی پروری کشور فراهم گردد .

مواد و روش ها

تهیه بچه ماهی و شرایط آزمایش

بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از کارگاه منطقه سوادکوه استان مازندران تهیه شد و جهت انجام آزمایش به پژوهشکده اکولوژی دریای خزر منتقل گردید. بچه ماهیان پس از نگهداری درمخازن ۴تنی فایبرگلاس به مدت ۴۸ ساعت و سازگاری با آب محیط جدید پس از بیهوشی (با اسانس گل میخک با غلظت ppm ۱۰۰) در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و pH برابر ۸/۲، زیست‌سنجی شدند و به تانک‌های آزمایشی ۳۰۰ لیتری با حجم آبی ۲۵۰ لیتر معرفی گردید. بچه ماهیان با متوسط وزنی(SE)۰/۷۰±۳۱/۵۶ گرم و متوسط طول

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

چنگالی (SE)۰/۱۵±۱۳/۸۰ سانتی‌متر، در ۳ تیمار آزمایشی با تراکم ۱۵ عدد در هر تانک به آب با شوری‌های مختلف (شیرین ،۱۳ و ۲۰ گرم درلیتر) معرفی شدند. آب شیرین از رودخانه تجن و آب لب‌شور۱۳گرم در لیتر از آب دریای خزر و آب لب‌شور ۲۰ گرم در لیتر از اختلاط آب دریای خزر و نمک دریائی تهیه شد. طول آزمایش به مدت ۷ شبانه روز بود (McKenzi *et al*., 1999). جهت ایجاد محیط مناسب به لحاظ فاکتور های کیفی آب، روزانه به میزان حداقل ۵۰ درصد از آب وان‌ها با سیفون کردن از کف تعویض گردید. تهویه هوای آب تانک ها با استفاده از پمپ هواساز مرکزی انجام شد. فاکتورهای آب با استفاده از دستگاه دیجیتال (Palintest مدل ۷۵۰۰ ساخت کشور انگلستان و مولتی پارامتر PCD650 ساخت سنگاپور) اندازه گیری شد.

اندازه گیری شاخص های بیوشیمیایی و خونی

در پایان دوره آزمایش به منظور ارزیابی تأثیر شوری بر برخی شاخص‌های خونی، بیوشیمیایی بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان، ابتدا ماهیان با استفاده از اسانس گل میخک (غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بیهوش شده وسپس از محل ساقه دمی با استفاده از سرنگ استریل خونگیری انجام شد. خون گرفته شده با سرنگ ۲سی‌سی در ظروف ۱/۵ سانتی متر مکعبی[1] حاوی ماده ضد انعقاد هپارین با غلظت ۱۵ میکروگرم در هرمیلی‌لیتر ریخته شد (گرانسر،۱۳۷۹؛ Klontz,1994) و سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید.

شاخص‌های خونی، درصد هماتوکریت، تعداد گلبول قرمز و سفید، غلظت هموگلوبین در آزمایشگاه بلافاصله بر اساس روش Feldman و همکاران (۲۰۰۰) تعیین گردید. سپس توسط سانتریفوژ :Hettich D_7200 Tuttlingen (ساخت آلمان،۱۹۹۰) پلاسما از خون هپارینه جدا و در ظروف ۱/۵ سانتی متر مکعبی درب دار انتقال داده شد. ظروف حاوی پلاسما کاملاً با پارافیلم مسدود شده و در فریزر (۲۰°c-) برای سنجش یونی، هورمونی و اسمولاریته نگهداری شد (Altinok *et al*., 1998; Feldman *et al*., 2000). رسوبگذاری سلول‌های خونی در حجم کل خون موجود در لوله های موئینه هپارینی (هماتوکریت) با استفاده از سانتریفوژ Hettich _D7200 (ساخت آلمان) انجام شد و درصد حجم گلبول قرمز خون با استفاده از خط کش مخصوص قرائت گردید. شمارش گلبولی با استفاده از لام نئوبار آینه‌ای و میکروسکوپ نوری انجام شد. در این آزمایش از پیپت ملانژور قرمز و محلول رقیق کننده ریس_اِکر استفاده گردید (Blaxhall and Daisley, 1973). هموگلوبین به روش سیان مت‌هموگلوبین توسط دستگاه اسپکتروفتومتر(CECIL_ CE1020) ساخت آلمان تعیین گردید (عامری مهابادی،۱۳۷۸). متوسط حجم گلبولی (MCV) برحسب میکرومترمکعب یا فمتولیتر(fl) ، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH) بر حسب پیکوگرم (pg) و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی (MCHC) بر حسب درصد، محاسبه گردید (عامری مهابادی، ۱۳۷۸ ,Blaxhall and Daisley 1973; Klontz,1994;). غلظت یون‌های تک ظرفیتی (سدیم و پتاسیم) پلاسمای هپارینه با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (Corning 405C:IRI) تعیین گردید. اندازه‌گیری غلظت یون‌های دو ظرفیتی (کلسیم و منیزیم) و یون کلر با دستگاه اتوآنالایزر(ساخت اتریش:

[1] Microtube

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

مدلBelgium,Eurolyser) و با کیت پارس آزمون انجام شد (گرانسر،۱۳۷۹). برای اندازه‌گیری کورتیزول از کیت کمپانی رادیم استفاده شد. قرائت غلظت نمونه ها پس از آماده سازی نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر بیکروماتیک (Stat fax – Avernest, 330plus: USA) انجام شد. سپس منحنی استاندار ترسیم و مقدار غلظت کورتیزول برحسب نانوگرم‌برمیلی‌لیتر محاسبه گردید (ملک نیا، ۱۳۸۰). اسمولاریته بر حسب میلی‌اسمول برکیلوگرم به روش انجماد سنجی و با استفاده از دستگاه اسمومتر (Osmomat 030-gonotec companey : Germany) از روی ۱۰۰ میکرولیتر پلاسمایی اندازه گیری شد (Altinok *et al*., 1998).

تجزیه و تحلیل آماری

برای ثبت اطلاعات و تعیین آمار توصیفی داده ها از نرم افزار Excel (۲۰۱۰) و جهت تجزیه و تحلیل آماری داده ها از طرح کاملاً تصادفی (CRD) و برنامه آماری Spss (Version.18) استفاده شد. جدول آنالیز واریانس داده های پارامترهای خونی و پلاسما در سطح پنج درصد تحت آزمون F تعیین گردید. مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمارهای آزمایشی پس از معنی‌دار بودن، به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد (p<۰/۰۵) انجام شد.

نتایج

نتایج آزمون F در بررسی پارامتر های خونی اندازه گیری شده در تیمار های مختلف نشان داد که اختلاف معنی دار بین آن ها وجود دارد (P<۰/۰۵). مقایسه میانگین پارامتر های خونی در تیمار های مختلف تحت آزمون دانکن در سطح پنج درصد به شرح جدول ۱ آمده است. دراین بررسی با افزایش شوری آب، تعدادگلبول قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین و و غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی افزایش یافته است (p<۰/۰۵). همچنین حجم گلبولی در شوری ۲۰گرم در لیتر کاهش یافته است. تعداد گلبول سفید و متوسط هموگلوبین گلبولی۲۰گرم در لیتر در بالاترین مقدار نسبت به شاهد و شوری دیگر برخوردار بود (P<۰/۰۵).

نتایج آزمون F در بررسی میزان پارامتر های یونی و هورمونی پلاسمای خون در تیمارهای مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین آن ها وجود دارد (P<۰/۰۵). مقایسه میانگین این پارامترها در تیمارهای مختلف تحت آزمون دانکن در سطح پنج درصد به شرح جدول۲ و ۳ آمده است. در این بررسی با افزایش شوری آب، غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم، کلر و سدیم و همچنین اسمولاریته و هورمون کورتیزول پلاسمای خون افزایش داشته است (P<۰/۰۵).

همچنین غلظت کورتیزول پلاسمای خون و دیگر فاکتورهای مورد سنجش در شوری ۲۰گرم در لیتر از بالاترین مقدار نسبت به شاهد و شوری ۱۳ گرم در لیتربرخوردار بود ه است (P<۰/۰۵). مقدار یون پتاسیم، در شوری های مختلف دارای اختلاف معنی دار نبوده است (P>۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

جدول۱: فاکتورهای خون ماهی قزل آلا در شوری های مختلف (میانگین±خطای استاندارد)

فاکتور / خونی / تیمار	HCT (%)	Hb (g/dl)	RBC ($\times10^6$/ml)	WBC ($\times10^3$/ml)	MCV (ft)	MCH (pg)	MCHC (%)
شاهد (آب شیرین)	۳۲/۲±۰/۳^{c} (۳۱/۰–۳۳/۰)	۶/۲±۰/۲^{c} (۵/۷–۶/۸)	۱/۲±۰/۱^{c} (۱/۲–۱/۳)	۱۵/۶±۰/۶^{c} (۱۴/۰–۱۷/۰)	۲۶۱/۲±۲/۵^{a} (۲۵۶–۲۶۸)	۵۰/۳± ۱/۵^{ab} (۴۶/۷–۵۴/۴)	۱۹/۲±۰/۷^{b} (۱۷/۴–۲۱/۳)
شوری ۱۳گرم در لیتر	۳۷/۵±۰/۴^{b} (۳۷/۰–۳۹/۰)	۷/۷±۰/۳^{b} (۷/۱–۸/۲)	۱/۵±۰/۳^{b} (۱/۴–۱/۶)	۱۷/۸±۰/۳^{ab} (۱۷/۲–۱۸/۴)	۲۶۰/۳±۵/۸^{a} (۲۴۲–۲۷۲)	۵۲/۹±۲/۸^{a} (۴۵/۶–۵۸/۲)	۲۰/۳±۰/۶^{ab} (۱۸/۱–۲۱/۵)
شوری ۲۰گرم در لیتر	۳۸/۸±۰/۷^{a} (۳۷/۰–۴۱/۰)	۸/۶±۰/۱^{a} (۸/۳–۸/۹)	۱/۷±۰/۱^{a} (۱/۷–۱/۸)	۱۸/۴±۰/۲^{a} (۱۷/۷ –۱۸/۹)	۲۲۳/۳±۳/۷^{b} (۲۱۰–۲۳۳)	۴۹/۴±۰/۶^{b} (۴۷/۲–۵۰/۶)	۲۲/۲±۰/۳^{a} (۲۰/۲–۲۴/۱)

* حروف لاتین بالا نویس در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین شوری‌های مختلف تحت آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

جدول۲: فاکتورهای یونی و هورمونی پلاسمای خون ماهی قزل آلا در شوری های مختلف (میانگین±خطای استاندارد)

فاکتور / تیمار	Na-mmol/l	Cl-mmol/l	K-mmol/l	Mg-mmol/l	Ca-mg/dl
شاهد (آب شیرین)	۱۵۰/۸± ۰/۴^{c} (۱۴۸/۰–۱۵۳/۰)	۱۲۱/۴±۲/۰^{c} (۱۱۷/۰–۱۲۷/۰)	۱/۶±۰/۱ (۱/۵ –۲/۰)	۰/۷±۰/۶^{c} (۰/۵–۰/۸)	۱۳/۲±۰/۴^{c} (۱۲/۱–۱۴/۲)
شوری ۱۳ گرم در لیتر	۱۷۴/۸±۱/۹^{b} (۱۷۰/۰–۱۸۰/۰)	۱۴۱/۰±۱/۸^{b} (۱۳۵/۱–۱۴۶/۲)	۱/۸ ±۰/۲ (۱/۴ –۲/۱)	۲/۱±۰/۱^{b} (۲/۰–۲/۳)	۱۸/۷±۰/۳^{b} (۱۷/۷–۱۹/۴)
شوری ۲۰ گرم در لیتر	۲۱۱/۴±۱/۴^{a} (۲۰۷/۰–۲۱۵/۰)	۱۶۵/۰±۳/۵^{a} (۱۵۵/۰–۱۷۵/۰)	۱/۸ ±۰/۱ (۱/۶–۲/۱)	۳/۳±۰/۲^{a} (۳/۰–۴/۰)	۲۱/۸±۰/۶^{a} (۱۹/۷–۲۳/۱)

*حروف لاتین بالا نویس در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین شوری‌های مختلف تحت آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

جدول۳: اسمولاریته و هورمون کورتیزول پلاسمای خون ماهی قزل آلا در شوری های مختلف (میانگین± خطای استاندارد)

فاکتور / تیمار	Cortisol (mmol/l)	Osmolarity (mosmol/kg)
شاهد (آب شیرین)	۵۲/۶±۲/۳^{b} (۴۸/۰–۶۰/۰)	۲۸۱/۴±۲/۷^{c} (۲۷۵/۰–۲۹۱/۰)
شوری ۱۳گرم درلیتر	۵۹/۲±۲/۵^{b} (۵۵/۰–۷۲/۰)	۳۵۹/۸±۱/۷^{b} (۳۵۵/۰–۳۶۵/۰)
شوری ۲۰ گرم درلیتر	۸۷/۲±۲/۹^{a} (۷۷/۰–۹۵/۰)	۴۴۹/۸±۴/۲^{a} (۴۳۶/۰–۴۶۱/۰)

*حروف لاتین بالا نویس در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین شوری های مختلف تحت آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

نتایج سنجش پارامتر های اندازه گیری شده آب در طول مدت آزمایش شامل: اکسیژن محلول ۶ میلی گرم در لیتر، pH برابر ۸/۲، نیتریت کمتر از ۰/۱، نیترات کمتر از ۱۶ میلی گرم بر لیتر، آمونیوم ۱۷/۵۲ میلی گرم بر لیتر و دما ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد بود که بیانگر تحمل و سازگاری بچه ماهیان مورد آزمایش در مقادیر بدست آمده است.

بحث و نتیجه گیری

یکی از اهداف پرورش دهندگان ماهی برای تولید بیشتر، فراهم آوردن امکان قدرت سازگاری ماهیان با شرایط حاکم بر محیط پرورش و کاهش استرس حاصل از تغییر است. از آنجائیکه خون مستقیماً در بسیاری از فرآیندهای سوخت و سازی نقش داشته و منعکس کننده تغییرات بدن جانور است، ارزیابی‌های خونی و هورمونی در امر تشخیص وضعیت فیزیولوژیک ماهیان از اهمیت بالایی برخوردار است (McCormick *et al*., 1998) مهاجرت ماهیان بین دو محیط متفاوت از نظر شوری نیازمند مکانیسم تنظیم اسمزی فعال می‌باشد، هنگام انتقال ماهیان از آب شیرین به آب شور به دلیل بالا رفتن سطوح یونی پلاسمای خون در ماهیان و تغییرات هورمونی ناشی از استرس مانند کورتیزول، دیگر فاکتورهای خونی نیز دستخوش تغییر می گردند (Morgan *et al*., 1997).

قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از گونه های مقاوم به شوری است و عملکرد رشد مناسبی در آب‌های لب شور و حتی شور دارد (FAO, 2012). مطالعاتی طی دهه اخیر بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط آب با شوری‌های مختلف بانجام رسیده است، ولی با توجه به تنوع بالای کیفیت منابع آب‌های شور داخلی لازم است تحقیقات در این زمینه ادامه یافته و راهکارهای مختلف متناسب با شرایط آبی هر منطقه مورد بررسی قرار گیرند. بر اساس مطالعات انجام شده تنظیم غلظت یون‌ها در شرایطی که ماهی در محیط‌هایی با شوری مختلف قرار می‌گیرد برای هر گونه متفاوت و اختصاصی است (Wedemeyer *et al*., 1996).

برخی از ماهی‌ها که دامنه تحمل شوری آن‌ها گسترده است مانند خامه ماهی می‌تواند اسمولاریته خون خود را در دامنه وسیعی از شوری‌های محیط ثابت نگه دارد (Denson *et al*., 2003) و این موضوع در تحقیقات دیگری روی سایر گونه های مقاوم به شوری نیز به اثبات رسیده است. موحدی نیا و همکاران (۱۳۹۱)، طی انجام مطالعه‌ای روی ماهیان یک ساله شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) که از انواع ماهیان مقاوم به شوری است، نشان دادند که این ماهی می‌تواند شوری‌های از ۵ تا ۶۰ گرم در لیتر را بدون تغییر عمده در الکترولیت‌های خون تحمل نماید.

در تحقیق حاضر مجموعه ای از فعا لیت باهدف بررسی شاخص های فیزیولوژیک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب تا شوری ۲۰ در هزار مورد بررسی قرار گرفت. یکی از سنجش‌های اصلی در سازش‌پذیری بچه ماهیان به محیط جدید، درصد بازماندگی قابل قبول است. که در طول هفت روز آزمایش بچه ماهیان در همه تیمارها بازماندگی ۱۰۰ درصد بدست آمد. هر چند بقاء در یک آزمون بعنوان شاخص اصلی سازگاری مطرح است. توانائی رسیدن به تعادل فیزیولوژی با محیط جدید در ماهیان مستقیماً به قابلیت‌های انفرادی آن‌ها وابسته است. این قابلیت‌های هرگونه، به سن و اندازه هر ماهی بستگی دارد. توانائی انفرادی ماهیان در برابر شرایط محیطی با افزایش اندازه بیشتر می گردد

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

(Sanchez *et al*., 1998; Farabi *et al*., 2009). نتایج تحقیق Altinok و Grizzle (۲۰۰۴) از پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در شوری‌های مختلف نشان داد که قزل‌آلاهای ۱۴ و ۲۰ گرمی تحمل تنش شوری ۱۸ گرم در لیتر را ندارند، ولی میزان بازماندگی در بچه‌ماهیان ۳۰ گرمی به‌طور قابل توجه به‌میزان ۸۸ درصد بیشتر بود. مطالعات Altinok و Grizzle (۲۰۰۱) نشان داد در بین ماهیان پرورشی مختلف، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان توانایی تحمل شوری‌های بالا داشته و نسبت به آب شیرین از عملکرد رشد و تغذیه‌ای بالاتری برخورد ار بوده است . در این بررسی از ماهیان ۳۰ گرمی برای سازش‌پذیری با شوری‌های مختلف استفاده گردید. زیرا این وزن از تحمل تنش شوری بالاتری نسبت به اوزان پایین‌تر آن برخوردار است. در ادامه بررسی تنش شوری روی بچه‌ماهیان آزمایشات خونی و سرمی انجام می‌گیرد تا تمایز فاکتورها در شوری‌های مختلف و احتمال سازش پذیری آن با محیط جدید بدست آید. در این بررسی فاکتورهای خونی و سرمی (یونی، هورمونی) در تیمارهای مختلف دارای تغییراتی نسبت به گروه شاهد (آب شیرین) بود (جداول . ۱، ۲ و ۳).

عوامل خونی تعیین شده در تیمار شاهد (آب شیرین) با نتایج بررسی های صورت گرفته در منابع مختلف مشابه بود (Zorriehzahra *et al*., 2010 ؛ احمدی و همکاران، ۱۳۹۰؛ احمدی فر و همکاران، ۱۳۸۹) اما کاملاً منطبق نمی‌باشد، زیرا در شرایط مختلف آزمایشی (تغذیه، فاکتورهای فیزیکی‌وشیمیائی، تراکم و غیره)، نحوه خون‌گیری و حتی نژادها و سنین مختلف می‌تواند سبب تغییر در مقادیر اندازه گیری پارامترهای خونی شود (Wells and Weber, 1991).

Rehulka و همکاران (۲۰۰۸و۲۰۰۴) در بررسی شاخص‌های خونی (گلبول سفید و قرمز، هماتوکریت، هموگلوبین و ...) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دریافتندکه عوامل تغذیه‌ای، محیطی و شوری آب بر شاخص‌های خونی (Hb, RBC, Hct) و شاخص های بیوشیمیایی پلاسمای خون تأثیرگذار می‌باشند. لذا در این بررسی تیمارهای تحت تنش با شوری‌های مختلف با گروه شاهد مورد مقایسه قرارگرفت و تنها روند تغییرات آن با منابع مقایسه گردید.

نتایج حاصل از تعیین فاکتورهای خونی در تیمارهای مختلف نشان داد که اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار است. به‌طوری که میزان هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز،گلبول سفید و متوسط غلظت هموگلوبین گلبولی با افزایش شوری از روند افزایشی برخوردار بود ($P<0/05$). این تغییر با توجه به کاهش نسبی آب بدن به‌دلیل قرارگرفتن ماهیان در آب با شوری بیشتر که منجر به از دست دادن آب بیشتری از بدن شده، پذیرفته می‌باشد. اما در شوری ۲۰ در هزار که کاهش حجم گلبول قرمز مشاهده شده است، روند تغییرات تا حدودی متفاوت است. تغییرات گلبول‌های خونی بدلیل ایجاد شرایط مختلف (تغییرات شوری) با نوساناتی همراه بود. در تحقیقات Martinez و همکاران (۲۰۰۲) روی *Acipenser naccarii* و plaut (۱۹۹۸) در ماهیان استخوانی در بررسی سیستم تنظیم اسمزی نیز نشان داده شد که با افزایش شوری محیط، تغییراتی در روند کاهش حجم آب بدن و به تبعه آن در حجم پلاسمای خون رخ داد. در این بررسی نیز تغییرات هموگلوبین در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبتاً جزئی و در سه تیمار مشابه بود (جدول.۱). این میزان ثبات هموگلوبین در افزایش ویسکوزیته خون، جهت تأمین

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

اکسیژن مورد نیاز ماهی با افزایش تعداد گلبول قرمز و همچنین درصد هماتوکریت قابل توجیه است که با نتایج Wells و Weber (۱۹۹۱) بر روی ماهی قزل آلای رنگین‌کمان مطابقت دارد.

در مراحل اولیه انتقال ماهی به آب لب شور، غلظت هماتوکریت، هموگلوبین و تعداد گلبول قرمز افزایش می‌یابد و هنگامی که بتدریج ماهی با محیط جدید سازگار شد، این مقادیر نسبت به میزان اولیه کاهش می‌یابد، اما به سطح اولیه بر نمی گردند (Plaut, 1998; Martinez *et al*., 2002). در این مطالعه تنها شاخص هماتوکریت در مواجهه با شوری روند افزایشی داشته است (جدول ۱). همچنین نتیجه این تحقیق با مطالعات حافظ امینی (۱۳۸۲) بر روی ماهی کپور معمولی و ایمانپور (۱۳۸۴) بر روی بچه ماهیان سفید و فارابی (۱۳۸۵) بر روی چهارگونه بچه ماهیان خاویاری که به نوعی شوری محیط را تحمل نمودند، مطابقت نداشت. بنظر می رسد که با روند افزایش شوری محیط، این اندازه (وزن) از ماهی نتواند کاملاً خود را با شرایط جدید سازگار نموده واحتمال عدم تحمل و رشد مناسب در این اندازه از ماهیان درشوری بالا، ممکن است حادث گردد. Altinok و Grizzle (۲۰۰۴)، در نتایج تحقیقات خود نشان دادند که قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱۴ و ۲۰ گرمی تحمل تنش شوری ۱۸گرم در لیتر را ندارد. اما ماهی ۳۰ گرمی دارای تحمل بهتری نسبت به شوری مذکور است. بنابراین می‌توان عنوان نمود که با افزایش وزن در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، سیر تحمل در برابر شوری محیط در این ماهی افزایش یابد. زیرا در انتقال ماهیان از آب شیرین به آب شور و در زمان آداپته شدن در محیط جدید غلظت هموگلوبین و هماتوکریت کاهش یافته و تغییر معنی داری در تعداد گلبول های قرمز رخ نداد (Sanchez *et al*., 1998; Altinok *et al*., 1998).

در این بررسی همچنین غلظت های یونی پلاسمای خون اندازه گیری شد که بجز یون پتاسیم با افزایش شوری دارای روند افزایشی بودند که با مطالعات Al-Jandal و Wilson (۲۰۱۱) مطابقت داشت. طبیعی است که با افزایش مقادیر یونی پلاسمای خون (جدول. ۲) اسمولاریته پلاسما نیز افزایش یابد (جدول. ۳). Al-Jandal و Wilson (۲۰۱۱) با تحقیق و بررسی سیستم تنظیم اسمزی و فاکتورهای یونی پلاسمای خون قزل‌آلای رنگین‌کمان، در انتقال مستقیم از آب شیرین به آب شور (۳۵- ۲۵ گرم در لیتر) به این نتیجه رسیدند که میزان سدیم، کلر، کلسیم، منیزیم و اسمولاریته پلاسمای خون در این انتقال افزایش می‌یابد، ولی تغییری در میزان پتاسیم حاصل نمی‌شود. پتاسیم یکی از کاتیون های داخل سلولی می‌باشد، عدم اختلاف معنی‌دار و تغییرات آن در بررسی حاضر با نتایج تحقیق James و Peter (۲۰۰۳) بر روی تاسماهی *Acipencer brevirostrum* نشان داد که میزان سدیم و کلراید با افزایش شوری افزایش یافت، اما میزان پتاسیم تحت تأثیر افزایش شوری قرار نگرفت. روند افزایشی غلظت یون‌های پلاسمای خون و اسمولاریته در این بررسی با نتایج مطالعات صورت گرفته بر روی گونه های مختلف با اندازه و سنین متفاوت که توسط محققین ایرانی و خارجی بانجام رسید، مطابقت دارد. این محققین بیان داشته اند که با افزایش شوری روند افزایش غلظت یون های پلاسمای خون نیز روند افزایشی داشته ولی در مرحله‌ای به ثبات رسیده و با غلظت مشخصی از اسمولاریته پلاسمای خون با محیط آب به تعادل می‌رسد (کاظمی و همکاران،۱۳۸۱ ; ایمانپور، ۱۳۸۴;

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

فارابی، ۱۳۸۵؛ Kazemi ; Jabbarzadeh *et al*., 2000 ; Martinez *et al*., ; Plaut., 1998; *et al*., 2003 (2002.

نفیسی و همکاران (۱۳۹۳)، در بررسی ماهیان جوان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) که در معرض شوری‌های مختلف (۳۰، ۲۰، ۱۰، ۰ گرم در لیتر) قرار داشتند، نشان دادند که یون‌های کلراید و اسمولاریته خون افزایش یافت که در راستای تطابق آن‌ها با شرایط جدید است. بررسی‌های James و Peter (۲۰۰۳) روی تاسماهی *Acipencer brevirostrum* در شوری‌های مختلف (۰، ۵، ۱۰و ۲۰ گرم در لیتر) نشان داد که پارامترهای بیوشیمیایی خون و اسمولاریته پلاسما در ماهیانی که طی ۸ هفته در معرض این شوری‌ها قرار گرفتند، با افزایش شوری افزایش یافته، اما اختلاف معنی‌داری را نشان نداد که این مسئله ناشی از تطابق و سازگاری مناسب ماهی‌ها با تغییرات شوری بود .مطالعه حاضر نشان داد که این ماهی احتمالاً توانائی تحمل شوری‌های بیشتر از ۲۰گرم در لیتر را ندارد (Altinok and Grizzle, 2004). در این بررسی نیز غلظت یون های پلاسمای خون ماهی در شوری ۲۰گرم در لیتر با شوری های پائین‌تر دارای اختلاف معنی دار بوده است.

سازش پذیری ماهیان نسبت به آب شور با دخالت و تحت کنترل دستگاه عصبی هیپوتالاموس، هیپوفیز صورت می‌گیرد که به‌طور یک جانبه هرگونه تغییر شوری را تنظیم می‌کند. تبادلات یونی در سلول های آبششی، تحت کنترل عوامل متفاوتی از غدد مترشحه درون ریز است (Olson, 1998). بالا رفتن سطوح یونی پلاسمای خون در ماهیان طی ایجاد استرس در آن‌ها (سطوح هورمون کورتیزول سرم خون که اولین شاخص پاسخ به استرس بوده و محصول نهائی محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- بین کلیوی است) ایجاد می‌گردد (Wang *et al*., 2003). کاهش اولیه هورمون کورتیزول در خلال مراحل اولیه انتقال ماهی از آب شیرین به آب لب‌شور جهت تطبیق فیزیولوژی بدن ماهی با شرایط جدید است که پس از سازگاری جهت افزایش تراکم آنزیم سدیم_ پتاسیم آدنوزین تری فسفات و تحریک فعالیت پمپ سدیم_ پتاسیم در سطح بالاتری نسبت به سطح اولیه قرار می‌گیرد (Krayushkina, 2005). با افزایش شوری محیط میزان هورمون کورتیزول (Wang *et al*., 2003) و مقادیر یونی و اسمولاریته افزایش می‌یابد (Sanchez *et al*., 1998) ولی به سطح اولیه پارامترهای اندازه‌گیری شده ماهی در محیط آب شیرین بر نمی‌گردد (Krayushkina and Semenova, 2004). در این تحقیق با افزایش شوری محیط تا ۱۳ گرم در لیتر مقادیر هورمون کورتیزول افزایشی بود، اما با شاهد دارای اختلاف معنی دار نبود (P>۰/۰۵)، اما در شوری ۲۰گرم در لیتر مقادیرآن بیشتر افزایش یافت، بطوری که با دو تیمار دیگر دارای اختلاف معنی دار آماری بود (P<۰/۰۵). نفیسی (۱۳۹۳) در تحقیقی روی تغییرات هورمونی پلاسمای خون بچه ماهی انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان در فرآیند تطابق پذیری در آب با شوری‌های مختلف بیان داشت که همسو با افزایش در شوری آب، میزان سطح کورتیزول در پلاسمای خون ماهی افزایش یافت. در این بررسی تنها در شوری ۲۰ گرم در لیتر میزان غلظت هورمون کورتیزول نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر و دارای اختلاف معنی‌دار بود (p<۰/۰۵) و بچه ماهیان ۳۰ گرمی در شوری ۱۳ گرم در لیتر سطوح هورمونی خود را برای سازگاری و

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

راندمان بقاء بهتر، نسبت به شوری ۲۰ گرم در لیتر تنظیم نمودند. با توجه به بررسی‌های انجام شده و خاصه نتایج حاصله از تحقیق حاضر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در وزن ۳۰ گرم قابلیت سازگاری مناسبی برای امکان پرورش در آب با شوری دریای خزر (۱۳ گرم در لیتر) را دارا می‌باشند.

سپاسگزاری

با احترام، مطلب حاضر بخشی از پروژه مصوب در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور می باشد. لذا بر خود لازم میدانم از مساعدت مسئولین محترم موسسه علوم شیلاتی کشور، ریاست محترم پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، معاونت محترم تحقیقاتی و همکاران محترم در بخش های تخصصی که انجام تحقیق و فرآیند آزمایشات را محقق نموده‌اند،کمال تشکر و قدردانی را نمایم.

منابع

۱. احمدی، ک.، میرواقفی، ع.، بنایی، م.، موسوی. م.، ۱۳۹۰ . مطالعه فاکتورهای خونی و آسیب شناسی بافتی ناشی از آئروموناس هیدروفیلا (*Aeromonas hydrophila*) در قزل‌آلای رنگین-کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۴ ، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰ ، از صفحه ۲۱۷ تا۲۲۷.

۲. احمدی فر. ا.، اکرمی. ر.، پورعلی مطلق، س. ، قلیچی، ا. ، وری. س.، ۱۳۸۹. استفاده از افزودنی NEXT Enhance150 (تیمول و کارواکرول) به منظور کارآیی رشد ، ترکیبات مغذی بدن ،و شاخص های خونی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر سال چهارم، شماره چهارم.

۳. اشرف، ص.، پذیرا، ع.ر.، نفیسی بهابادی، م.، ۱۳۹۵. اثرات شوری بر بعضی از فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما و بافت روده ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*). نشریه توسعه آبزی پروری، دوره ۱، شماره ۴. صفحه ۲۶-۱۵.

۴. ایمانپور، م.ر.،۱۳۸۴. اثرات طیف نور، دوره های نوری و غنی سازی روی پرورش لاروی و تنظیم اسمزی بچه ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*). رساله دوره دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۸ صفحه.

۵. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۵- ۱۳۹۲. سازمان شیلات ایران، معاونت برنامه ریزی و توسعه مدیریت. ۶۰ صفحه.

۶. صیادبورانی، م.، احمدنژاد، م.، مقصودیه کهن، ح.، دژندیان، س.، شریفیان، م.، ۱۳۹۳. بررسی فراوانی و پراکنش سلول‌های کلراید آبشش بچه‌ماهیان سفید در مواجهه با شوری آب دریای‌خزر. نشریه توسعه آبزی پروری. دوره ۸، شماره ۲. صفحات ۳۵-۴۴.

۷. رحیمی بشر، م.، تهرانیفرد، ا.، قاسمی نژاد، ا.، علیپور، و.، فلاح چای، م.، ۱۳۸۶. تعیین برخی از فاکتورهای خونی ماهی سفید دریای خزر *Rutilus frissii kutum*) در مراحل مختلف رشد گنادی . مجله علوم زیستی، ۱ (۳) ۵۶ – ۴۵ .

۸. روضاتی، ع.، حقی، ن.، آورجه، س. ، ۱۳۹۲. اثرات استرس شوری و دما بر فاکتورهای خونی بچه ماهی کپور (*Cyprinus carpio*). مجله

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، ۱ (۲)، ۹۵ – ۱۱۳ .

۹. جمال زاده، ح.، کیوان، ا.، جمیلی، ش. ، عریان، ش.، ۱۳۸۱. بررسی فاکتورهای خونی آزاد ماهی دریای خزر(*Salmo trutta caspius*) . مجله علمی شیلات ایران،۱۱(۱)،۲۵ – ۳۴ .

۱۰. حافظ امینی، پ.، عریان، ش.، پریور، ک.، ۱۳۸۲. بررسی اثرات ناشی از استرس کلرور سدیم روی قند خون و هورمون کورتیزول در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علمی پژوهشی شیلات، دوره دوازدهم، شماره۳، صفحه ۳۵.

۱۱. حسینی، پ.، وهابزاده رودسری، ح.، صیاد بورانی، م.، کاظمی، ر.، زمینی، ع.، ۱۳۹۱. بررسی اثرات ناشی از افزایش شوری آب بر برخی از فاکتورهای خونی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مجله زیست شناسی دریا، ۴ (۱۴)،۴۱۷ – ۴۲۹ .

۱۲. عامری مهابادی، م.، ۱۳۷۸. روشهای آزمایشگاهی هماتولوژی دامپزشکی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۲۶ص.

۱۳. فارابی، س.م.و. ۱۳۸۵. تغییرات فیزیولوژیک ناشی از شوری محیط درچهار گونه از بچه ماهیان خاویاری خزر جنوبی: اثر سن و اندازه. رساله دکترا دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،.۱۱۴ صفحه.

۱۴. گرانسر، ع.، ۱۳۷۹. بیوشیمی بالینی و آزمایشگاهی.انتشارات چهر. ۳۰۸ صفحه.

۱۵. محمدی، م.، تجری، م.، شانسی، ن.، کلنگی میاندره، ح.، عظیمی، ع.، هاشمی رستمی، ا.، ۱۳۹۱. نوسانات شوری بر برخی فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون بچه تاس ماهی انگشت قد ایرانی (*Acipenser persicus*). نشریه توسعه آبزی پروری. دوره ۶، شماره ۲. صفحات ۷۹-۶۷.

۱۶. موحدی نیا، ع.، سواری، ا.، سلاطی، ا.، ۱۳۹۱. سازگاری‌های فراساختاری آبشش ماهی شانک زرد باله تحت شرایط اسمزی مختلف (*Acanthopagrus latus*). مجله تحقیقات دامپزشکی . ۶۲ (۲)،۱۶۵ – ۱۷۴ .

۱۷. ملک نیا، ن.، ۱۳۸۰. کتاب جامع الایزا، معاونت فنی شرکت تولیدی تحقیق گستر. نشرکتاب میر. چاپ سیاوش. صفحه ۱۵۴_۱۴۳.

۱۸. نفیسی بهابادی، م.، سلطانی، م.، فلاحتی مروست، ع.، ۱۳۹۳. تغییر شاخص‌های رشد و پاسخ‌های هورمونی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در مرحله انگشت قدی در سازش با شوری‌های مختلف محیط پرورشی. مجله پژوهشهای جانوری، جلد ۲۷، شماره ۳، صفحات ۴۲۹-۴۱۷.

19. Altinok, I., Galli. S.M., Chapman, F.A., 1998. Ionic and osmotic regeulation capabilities of juvenil Gulf of Mexico sturgeon, Acipenser oxyrinchus de sotoi. Comparative Biochemistry and physiology part A ,120(1998)609_616.

20. Altinok, I., Grizzle, M., 2001. Effects of brakish water on growth, feed conversion and energy absorption efficiency by juvenile euryhaline and fresh water stenohaline fish Fish Biology, 59: 1142-1152.

21. Altinok, I., Grizzle, J.M., 2004. Excretion of ammonia and urea by phylogenetically diverse fish species in low salinities. Aquaculture, v. 238, n. 1-4, p. 499-507

22. Al-Jandal, N.J., Wilson. R.W., 2011. A comparison of osmoregulatory responses in

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

plasma and tissues of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) following acute salinity challenges. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. Jun;159(2): 175-81

23. Azewedo, P.A., Leeson, S., Cho, C.Y., Bureau, D.P., 2004. Growth and feed utilization of large size rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in fresh water: diet and species effects, and responses over time. Aquaculture Nutrition, 10, 401-411.
24. Blaxhall, P.C., Daisley, K.W., 1973. Routine haematological methods for use with fish blood, J. Fish Biol., 5: 771.
25. Burgner, R.L., Light, J.T., Margolis, L., Okazaki, T., Tautz, A. and Ito, S., 1992. Distribution and origins of steelhead trout (Oncorhynchus mykiss) in offshore waters of the North Pacific Ocean. International North Pacific Fisheries Commis- Sion, Bulletin 51: 73.
26. Chen, C., Wooster, G.A., Bowser, P.R., 2004. Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with Vibrio vulnificus or Streptococcus iniae or exposed to carbon tetrachloride, gentamicin or copper sulfate. Aquaculture, 239, 421-443.
27. Denson, M.R., Stuart, K.R., Smith, T.I.J., Weirich, C.R., Segars, A., 2003. Effects of Salinity on Growth, Survival, and Selected Hematological Parameters of Juvenile Cobia *Rachycentron canadum*. Journal of the world Aquaculture Society, 34(4), 496-504.
28. FAO (Food and Agriculture Organization), 2012. Fisheries and Aquaculture Department. Cultured Aquatic Species Information Programme. http://www.fao.org/ fishery/ culturedspecies /Oncorhynchus_mykiss.
29. FAO (Food and Agriculture Organization), 2016. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Review fisheries and aquaculture world. http://www.fao.org
30. FAO (Food and Agriculture Organization), 2014. Cultured Aquatic Species Information Programme Oncorhynchus mykiss. http://www.fao.org/ fishery culturedspecies/ Oncorhynchus_mykiss/en.
31. Farabi. S.M.V., Najafpour Sh., Najafpour, G. D., 2009. Aspect of Osmotic-ions Regulation in Juvenile Ship, Acipenser nudiventris (Lovetsky, 1828) in the Southeast of Caspian Sea. World applied sciences Journal. 7(9). 1090-1096.
32. Feldman, B.F., Zinkl, J.G., Jian, N.C., 2000. Schalm's veterinary hematology, 3nd edn. Lippincott Williams and Wilkins publication, Philadelphia, USA. pp. 32-36.
33. Fuentes, J., Soengas, J.L., Buceta, M., Otero, J., Rey, P., Rebolledo, E., 1996. Kidney ATPase response in seawater-transferred rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Effect of salinity and fish size. Rev Esp Fisiol 1996, 52:231-238.
34. Jurd, R.D., 2000. Instant Notes in Animal Biology. Bios Sci Pub. pp.
35. Jabbarzadeh Shiadeh, S.M., Mojazi Amiri, B., Abtahi, B., Nazari, R.M., 2000. Study on the changes of some physiological factors during osmoregulation of juvenile Persian sturgeons (Acipenser persicus). Iranian Journal of Fisheries Sciences, 2(1):61_74,112.
36. Johnston, C.E., Cheverie, J.C., 1985. Comparative analysis of ionoregulation in rainbow trout (Salmo gairdneri) of different sizes following rapid and slow salinity adaptation. Can J Fish Aquat Sci, 42:1994-2003.
37. Kazemi, R., Bahmani, M., Krayushkina, L. S., Pourkazemi, M., Ogorzalek, A., 2003. Changes in blood serum osmolarity and ulterastracture of gill chloride cells in young Persian sturgeon Acipenser (Borodin) of different sizes during adaptation to sea water. Zoological poloniae 48/1_4:5_30.
38. Krayushkina, L.S., 2005. Level of serum cortisol and Na+/K+_ATPase activityof gills and kidney in different species of acipenserids. 5th International Symposiom on Sturgeon.General biology life history.GB14.328p.179_182.
39. Krayushkina, L.S., Semenova, O.G., 2004. Feature of osmotic regulation in Caspian Acipenserids.proceeding of the fourth

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

Fisheries and Aquatic Sciences, 48, 2083-2094.
47. Morgan, J.D., Iwama, G.K., 1997. Measurements of stressed states in the field. In: Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (Eds.). Fish stress and health in aquaculture. Cambridge University Press, Cambridge, pp 247-268.
48. Olson, K. R., 1998. The cardiovascular system. In: Evans.D.H, editor. The physiology of fishes. Boca Raton: CRC Press.Vol. p129_154.
49.Plaut, I., 1998. Comparison of salinity tolerance and osmoregulation in two closely related species of blennies from different habitats. Fish Physiol. Biochem. 19,181 _188.
50.Peter, L.J., James, S.B., 2003. Metabolic responses to salinity acclimation in juvenile shortness sturgeon (*Acipenser brevirostrum*). Aquaculture, 219(1-4), 891–909.
51. Rehulka, j., Bohumil, M., Rehulkova, E., 2004. Red blood cell indices of rainbow trout Oncorhynchus mykiss (Walbaum) in aquaculture. Aquaculture Research. Volume 35, Issue 6, pages 529-546.
52. Rehulka, j., Bohumil, M., 2008. Total calcium and inorganic phosphate in the blood plasma of farmed rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture Research, Volume 39, pages 1161-1168.
53. Sanchez de Lamadrid, A., Garcia_Gallego, M., Sanz.A., Munos, J.L., Domezain, J., Soriguer, M.C., Domezain, A., Hernando. J.A., 1998. Acclimation of the sturgeon, Acipenser naccarii Bonaparte 1836 to saltwater: Effect of age and weight.6p.
54.Sedgwick, SD., 1970. Rainbow trout farming in Scotland. Farming trout in salt water. Scott Agric, 49:180-185.
55. Wang, Y.S., Gonzalez, R.J., Patrick, M. L., Grosell, M., Zhang, C., Feng, Q., Du, J., Walsh, P. J., Wood, C.M., 2003. Unusual physiology of scale_less carp Gymnocypris przewalskii in Lake Qinghai: Ahigh altitude alkaline saline lake. Comparitive Biochemistery and Physiology Part A 134,409_421.
56. Wells, R.M.G., Weber, R.E., 1991. Is there an optimal haematocrit for rainbow trout, international Iran and Russia Conference,In the shahrecord.:1501_1505.
40. Klontz, G.W., 1994. Fish hematology. In: Techniques in fish immunology. Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Rowley, A.F., Kelikoff, T.C., Kaatari, S.L. and Smith, S.A. (eds). Vol. 3. SOS Publications, Fair Haven, New Jersey, USA. pp.121-132.
41. Likongwe, J.S., Stecko, T.D., Stauffer, J.R., Carline, R.F., 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 146, 37- 46
42.Le Bras, Y., Dechamp, N., Krieg, F., Filangi, O., Guyomard, R., Boussaha, M., Bovenhuis, H., Pottinger, T.G, Prunet, P., Le Roy, P., Quillet., E., 2011. Detection of QTL with effects on osmoregulation capacities in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). BMC Genetics. 12:46.
43. Martinez_Álvarez1, R. M., Hidalgo, M. C., Domezain, A., Morales, A. E., García_Gallego, M., Sanz, A., 2002. Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. Journal of Experimental Biology 205, 3699–3706.
44. McKenzi, D.J., Cataldi, E., Di Marco, P., Mandlich, A., Romano, P., Ansferri, S., Bronzi, P., Cataudella, S., 1999. Some aspects of osmotic and ionic regulation in Adriatic sturgeon Acipenser naccarii. II: Morpho_physiological adjustments to hyperosmotic environment.J. Appl.Ichthyol.15,61_66.
45. McCormick, S.D., Shrimpton, J.M., Carey, J.B., Odea, M.F., Sloan, K.E. Moriyama, S., Bjornsson, B.T.H., 1998. Repeated acute stress reduces growth rate of Atlantic salmon parr and alters plasma levels of growth hormone, insulin-like growth factor I and cortisol. Aquaculture 168: 2, 221-235.
46. Morgan, I.D., Iwama, G.K., 1991. Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow and steelhead trout (Oncorhynchus mykiss) and fall Chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha). Canadian Journal of

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]

Oncorhynchus mykiss (Walbaum)? An interpretation of recent data based on blood viscosity measurements Journal Of'Fish Biology 38, 53-65.

57. Wedemeyer, G.A., 1996. Physiology of fish in intensive culture system. In: (Eds.), Chapman and Hall publication, 60-98 pp.
58. Zorriehzahra, M.J, Hassan, M.D., Gholizadeh. M., Saidi, A.A., 2010. Study of some hematological and biochemical parameters of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry in western part of Mazandaran province, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 9(1) 185-198.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.3.3]