نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

# تأثیر سطوح مختلف قلیائیت آب بر شاخص‌های رشد، آنالیز لاشه و پارامترهای خونی ماهی سفید انگشت قد (*Rutilus frisii*, Kamensky, 1901)

**میناجباری[1]، محمدکاظم خالصی[2]، سارا حق‌پرست[3]*، سهراب اسکندری کوهستان[4]**

[1] دانش آموخته کارشناسی‌ارشد بوم‌شناسی آبزیان، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[2] دانشیار، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[3] استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[4] مربی، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

**نوع مقاله:**
پژوهشی اصیل

**تاریخچه مقاله:**
دریافت: ۰۰/۰۲/۲۷
پذیرش: ۰۰/۰۶/۰۸
DOI: 10.22034/jair.9.3.1

**نویسنده مسئول مکاتبه:**
سارا حق‌پرست، استادیار، گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

ایمیل: s.haghparast@sanru.ac.ir

**چکیده**

**هدف از این پژوهش بررسی اثر سطوح مختلف قلیائیت بر شاخص‌های رشد، آنالیز لاشه و پارامترهای خونی ماهی سفید انگشت قد بود. ماهیان مورد آزمایش در پنج سطح مختلف قلیائیت شامل آب سالن با قلیائیت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، ۵۰ درصد آب مقطر + ۵۰ درصد آب سالن با قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر، آب سالن + ۱۰ گرم بیکربنات سدیم با قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر، آب سالن + ۲۰ گرم بیکربنات سدیم با قلیائیت ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر، و آب سالن + ۳۰ گرم بیکربنات سدیم با قلیائیت ۵۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌مدت ۸ هفته و در سه تکرار پرورش داده شدند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش غلظت جوش‌شیرین، مقادیر pH، شوری، EC و TDS در آب افزایش یافت. با افزایش غلظت جوش‌شیرین، مقادیر آمونیاک و نیترات آب بالا رفت و کمترین میزان آمونیاک و نیترات به‌ترتیب در تیمار حاوی (۱۱۰ mg/lCaco3) و تیمارهای فاقد جوش‌شیرین ثبت گردید. همزمان با افزایش قلیائیت ناشی از جوش‌شیرین، مقادیر گلوکز خون و کورتیزول سرم به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. تغییر در میزان قلیائیت آب سبب تغییرات معنی‌داری در شاخص‌های رشد و تغذیه بچه‌ماهیان نشد. با افزایش غلظت جوش شیرین، مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت، گلبول قرمز و گلبول سفید خون افزایش معنی‌داری یافت. نتایج حاصل از آنالیز ترکیب لاشه حاکی از اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف بود. باتوجه به افزایش سطح آمونیاک و پارامترهای خونی در ماهیان پرورش یافته در سطوح بالاتر قلیائیت، به‌نظر می‌رسد که پرورش ماهی سفید در آب‌هایی با قلیائیت پایین‌تر اولویت دارد. عدم معنی‌دار بودن اختلافات در بین تیمارهای مورد بررسی از لحاظ شاخص‌های رشد، می‌توان دریافت که این گونه باارزش در آب‌هایی با شرایط قلیائیت مشابه با پژوهش حاضر قابلیت پرورش دارد.**

***واژه‌های کلیدی:***
**قلیائیت، بهبود رشد، آنالیز لاشه، فراسنجه‌های خونی، ماهی سفید**

## ۱ | مقدمه

امروزه کنترل مناسب فاکتورهای کیفی آب (کیفیت آب) با هدف نگهداری غلظت فاکتورهای مختلف زیست‌محیطی آب در دامنه بهینه سبب افزایش سرعت رشد ماهیان، کارآیی غذا و کاهش بروز بیماری در مقیاس وسیع می‌گردد (Sim, 2008; Stigebrandt, 2004). باتوجه به اهمیت کیفیت آب، عدم جمع‌آوری اطلاعات و آگاهی از وضعیت فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب و فاکتورهای بوم‌شناختی، سبب می‌گردد تا مدیریت و کنترل مناسب اکوسیستم‌های پرورش آبزیان در زمان و مکان مورد نیاز، تقریباً غیرممکن شود (Li and Liu, 2013). بنابراین موفقیت در آبزی‌پروری تنها با انتخاب گونه و تغذیه صحیح به دست نمی‌آید و این مهم تا حد بسیار زیادی به شرایط پرورش ماهی مانند تراکم پرورش، سختی، قلیائیت و میزان آب قابل‌استفاده برای ماهی نیز بستگی دارد که تمامی این موارد به‌طور مستقیم و غیر-مستقیم کیفیت آب را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند و در طول دوره پرورش باید مدیریت شوند. کاهش کیفیت آب باعث افزایش استرس، رشد ضعیف، شیوع بیشتر بیماری‌ها، افزایش تلفات و کاهش تولید در آبزی-پروری می‌گردد. استرس باتوجه به برنامه‌های تولیدی و مدیریتی رایج در پرورش آبزیان همواره به‌عنوان یکی از چالش‌های اجتناب‌پذیر در صنعت آبزی‌پروری محسوب می‌شود (Wendelaar Bonga, 1997;


© ۱۴۰۰ | دانشگاه گنبدکاووس

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]
[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

Ashley, 2007). در سیستم‌های پرورشی ماهی ممکن است شرایط استرس‌زا تداوم داشته باشد که تهدیدی برای سلامت ماهیان و همچنین میزان تولید خواهد بود (Barcellos *et al*., 2011).ماهیان سازگاری‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی تکامل یافته‌ای تحت‌عنوان پاسخ استرس برای مقابله با این چنین محدودیت‌هایی دارند که مانع اثرات زیان آور استرس می‌شود و یا آن‌ها را به حداقل می‌رساند (Koeypudsa and Jongjareanjai, 2011). آن‌ها طی فرآیندی تحت عنوان پاسخ به استرس، تطابق‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را در مواجهه با استرس از خود نشان می‌دهند که منجربه کاهش یا حذف اثر عامل استرس‌زا می‌شود (Koeypudsa and Jongjareanjai, 2011). پاسخ به استرس در مراحل مختلفی انجام می‌گیرد که شامل آزاد کردن هورمون‌های استرس و به‌دنبال آن پاسخ‌های فیزیولوژیکی متناسب با این هورمون‌ها است و در مراحل بعدی در رشد و نمو خود جاندار و همچنین در سطح جمعیت نمود پیدا می‌کند (Ham *et al*., 2003; Davis, 2004). یکی از شاخص‌های خونی مناسب در تشخیص تنش-های محیطی در ماهیان، بررسی خصوصیات سلول‌های خونی (تعداد، شکل و ترکیب) آن‌ها است (Liorente *et al*., 2002). به‌طورکلی تغییر در سطح هماتوکریت یا تعداد گلبول‌های قرمز یک روش رویارویی ماهیان با شرایط تنش‌زا است (Ziegeweid and Black, 2010). علاوه‌براین، سطح کورتیزول پلاسما و تغییرات در متابولیسم کربو-هیدرات، مانند غلظت گلوکز و لاکتات پلاسما به‌عنوان شاخص‌های اصلی استرس در ماهیان در نظر گرفته می‌شوند (Santos and Pacheco, 1996). اثر تغییرات فاکتورهای محیطی بر شاخص‌های خونی ممکن است در یک محدوده به‌صورت افزایشی و در محدوده دیگر به‌صورت کاهشی باشد که این وضعیت به محدوده‌های بهینه هر ماهی و ویژگی‌های تطابقی آن بستگی دارد (Morgan and Iwama, 1991). از این‌رو، آگاهی از ویژگی‌های زیست‌شناختی ماهیان به‌عنوان اطلاعات پایه در تمامی فعالیت‌های تحقیقاتی اجرایی و مدیریتی شیلات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عوامل شیمیایی بر توانایی حلالیت آب تأثیرگذار بوده و می‌تواند برخی از ترکیبات را به‌صورت محلول در بیاورد، املاح موجود در آب بخشی از این ترکیبات را تشکیل می‌دهند (Wachinski, 2003). یکی از عوامل مربوط به کنترل کیفیت شیمیایی آب، میزان قلیائیت آن است (Selong and Helfrich, 1998). میزان اسیدی که باید به یک نمونه آب اضافه گردد تا pH آن به ۴/۵ کاهش یابد، به‌عنوان یک روش کاربردی در تعیین قلیائیت به کار می‌رود. محققان اظهار نمودند که آب با قلیائیت ۱۵۰-۲۰ میلی‌گرم در لیتر حاوی مقادیر کافی دی اکسید کربن بوده که تولید پلانکتون را برای پرورش ماهی فراهم می‌نماید (Boyd and Lichtkoppler, 1979). طبق برخی از مطالعات، مقدار مجاز قلیائیت در پرورش ماهیان گرمابی ۴۰۰-۵۰ میلی‌گرم برلیتر است (Esmaeili Sari, 2004). میزان قلیائیت آب به‌طور روشنی برروی میزان تولیدات فیتوپلانکتونی در آب‌های طبیعی و کنترل‌شده از طریق تغییر پارامترهای کیفی آب اثر دارد. در آب‌های شیرین غیرآلوده تولیدات فیتوپلانکتونی در قلیائیت ۱۵۰ میلی‌گرم درلیتر به حداکثر میزان خود می‌رسد (Boyd and Tucker, 1998). باید توجه داشت که باروری آب‌های غیرآلوده طبیعی نسبت به آب‌های سیستم‌های پرورش آبزیان به‌مراتب کمتر است. تولیدات فیتوپلانکتونی در آب‌هایی با میزان قلیائیت بالای ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌گرم درلیتر کاهش می‌یابد؛ چراکه با افزایش قلیائیت میزان سختی نیز افزایش پیدا می‌کند. به‌هرحال به‌نظر می‌رسد بهینه تولیدات فیتوپلانکتونی در آب‌هایی با میزان قلیائیت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست می‌آید (Boyd and Tucker, 1998). زیستگاه اصلی ماهی سفید (*Rutilus kutum*) در سواحل‌جنوبی دریای خزر از رودخانه کورا (Kura) تا منطقه گمیشان است و درمجموع ۹۰ درصد ذخایر آن بومی آب‌های ایران است (Gholi'of, 1997). این ماهی از زمان قدیم به‌دلیل گوشت لذیذ و ارزش اقتصادی بالا، جایگاه خاصی در میان مناطق شمالی کشور داشته و از نظر رژیم‌غذایی در گروه ماهیان همه‌چیزخوار قرار دارد. ماهیان کوچک‌تر سفید از دیاتومه‌ها و سخت‌پوستان و ماهیان بزرگ‌تر از لارو و شفیره حشرات و بی‌مهرگان تغذیه می‌کنند (Safari *et al*., 2009). اهمیت صید این ماهی در میان صیادان بسیار زیاد بوده به‌طوری‌که نزدیک به ۶۰ درصد درآمد صیادان پره را تأمین می‌نماید (Razavi Sayad, 1999). متأسفانه در سال‌های اخیر ذخایر این ماهی به‌دلیل صید بی‌رویه مولدین، تغییر بستر رودخانه‌ها، کاهش جریان آب رودخانه‌ها، افزایش آلودگی و برداشت شن و ماسه کاهش یافته است (Fallahi Kapoorchali *et al*., 2009). به‌همین دلیل سازمان‌شیلات ایران اقدام به بازسازی ذخایر آن از سال ۱۳۶۴ نمود و هرساله برای حفظ ذخایر این گونه باارزش، ۲۰۰ میلیون بچه‌ماهی انگشت قد تولید کرده و در رودخانه‌های اطراف دریای‌خزر رها می‌کند (Paykan Heyrati *et al*., 2007). لذا در تولید و پرورش مصنوعی این گونه، بهینه‌سازی شرایط پرورش ماهی سفید به‌ویژه از لحاظ عوامل فیزیکوشیمیایی آب، با اثری که در افزایش رشد ماهی و کاهش هزینه-های تولید دارد، لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. تاکنون اثر قلیائیت در سطوح مختلف برروی نرخ رشد بچه‌ماهی سفید در کشور مطالعه‌نشده است، از این‌رو پژوهش حاضر باهدف تعیین سطح مطلوب قلیائیت آب از میان سطوح موردمطالعه، ضمن بررسی اثر آن بر رشد، برخی از فاکتورهای خونی بدن بچه‌ماهی سفید و عوامل فیزیکوشیمیایی محیط پرورش طراحی و اجرا شد.

## ۲ | مواد و روش‌ها

تعداد ۳۰۰ قطعه بچه ماهی سفید انگشت قد با وزن ۰/۴۱±۲ گرم از مرکز تکثیر و بازسازی آبزیان شهید رجایی ساری تهیه شد و طی۲ هفته جهت سازگاری در محیط با غذای دستی تغذیه شدند. آب مورد استفاده برای پرورش بچه ماهی‌ها از آب شهری تأمین شده، به طوری که ابتدا در یک مخزن ۵۰۰ لیتری برای مدت ۲۴ ساعت جهت کلرزدایی و هوادهی نگهداری و سپس مورد استفاده قرار می‌گرفت. آزمایش در یک سالن سرپوشیده در ۱۵ عدد آکواریوم و با حجم آب ۶۰ لیتر و به ابعاد ۳۰×۴۰×۷۰ سانتی‌متر به‌عنوان واحدهای آزمایش انجام گرفت. چینش آکواریوم‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب شده بود تا تیمارها و تکرارهای مختلف در شرایط یکسان محیط آزمایشگاهی قرار گیرند برای

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]
[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

جلوگیری از آلودگی محیط، ضایعات غذایی و مدفوع به‌کمک سیفون خارج گردید. در طول اجرای آزمایش بچه ماهیان از نظر ظاهری بررسی گردیدند. تلفات معمول برای کلیه تیمارها به‌طور متوسط ۱۰ درصد در کل دوره درنظر گرفته شد و در محاسبات مربوط به تعداد بچه‌ماهی موردنیاز لحاظ گردید.

غذادهی به‌مدت ۸ هفته و به‌صورت دستی و براساس مشاهدات و مدت زمان مصرف غذا توسط بچه‌ماهیان تاحد سیری به میزان ۸ درصد وزن بدن آن‌ها و با درنظر گرفتن سطح دمای آب صورت گرفت. ماهیان روزانه در ۳ وعده (صبح زود، ظهر و عصر) غذادهی شدند و غذا حداکثر ظرف مدت ۲۵ دقیقه مورد مصرف ماهیان قرار می‌گرفت. غذا به‌خوبی در حاشیه آکواریوم پخش شد تا شرایط درشت سالاری در بین ماهیان پیش نیاید و هدر رفت غذایی به‌حداقل ممکن خود برسد. اقلام غذایی و درصد استفاده هریک در جیره غذایی مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. از نرم‌افزار UFFDA جهت تنظیم و بالانس انرژی در جیره غذایی ساخته شده استفاده شد. برای آگاهی از عملکرد جیره‌های غذایی و چگونگی رشد بچه‌ماهیان، در ابتدا و انتهای دوره تحقیق ماهیان با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. جهت انجام زیست‌سنجی در هر ۱۵ روز یکبار، ۲۴ ساعت قبل از اندازه‌گیری و ۲۴ ساعت بعد از توزین جهت کاهش استرس و تلفات ماهیان، غذادهی قطع گردید.

**جدول ۱- اجزای غذایی و درصد هریک در ترکیب جیره غذایی بچه ماهیان سفید**

| ترکیبات جیره | پودر ماهی | آرد سویا | آرد گندم | آرد ذرت | ژلاتین | روغن آفتابگردان | مکمل ویتامینه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (درصد) | ۲۷ | ۱۸ | ۱۶ | ۱۷ | ۲/۰۴ | ۵ | ۲ |
| **ترکیبات جیره** | **مکمل معدنی** | **ویتامین C** | **دی کلسیم فسفات** | **فیلر (ماسه)** | **چربی** | **پروتئین** | |
| (درصد) | ۲ | ۰/۲ | ۰/۵ | ۱۰/۲۶ | ۱۴ | ۳۵ | |

این پژوهش در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار طی ۸ هفته با دوره نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی با لامپ در سالن پرورش دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام پذیرفت و برای هر تکرار ۲۰ عدد بچه‌ماهی انگشت قد در نظر گرفته شد. تیمارهای مختلف آزمایشی شامل تیمار اول: آب سالن پرورش (حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم برلیتر کربنات کلسیم)، تیمار دوم: آب سالن پرورش+ آب مقطر (حاوی ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر کربنات کلسیم)، تیمار سوم: آب سالن پرورش+ ۱۰ گرم جوش شیرین (حاوی ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر کربنات کلسیم)، تیمار چهارم: آب سالن پرورش+ ۲۰ گرم جوش شیرین (حاوی ۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر کربنات کلسیم) و تیمار پنجم: آب سالن پرورش+ ۳۰ گرم جوش شیرین (حاوی ۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر کربنات کلسیم) بودند.

تعیین سطح قلیائیت با اندازه‌گیری قلیائیت آب سالن پرورش آغاز شد که برابر ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم بود. چهار تیمار دیگر بر اساس سطح قلیائیت مذکورو با استفاده از بی‌کربنات‌سدیم (جوش شیرین) با درجه خلوص ۹۸/۹ درصد تهیه شدند. علت انتخاب این ماده سهولت در تغییر سطح قلیائیت آب متناسب با تیمارهای مورد نظر بود (Yim and Kim, 2006). با محاسبه دقیق مقدار موردنیاز نمک بی‌کربنات سدیم برحسب حجم آکواریوم، آکواریوم‌ها با غلظت‌های مذکور آماده شدند. قلیائیت کل با استفاده از معرف متیل اورانژ اندازه‌گیری شد (AOAA, 1990).

درصد افزایش وزن بدن، رشد روزانه (گرم/ روز) (Hung *et al.*, 1989) نرخ رشدویژه (درصد در روز) و ضریب تبدیل‌غذایی (Ronyai *et al.*, 1990) مطابق فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$\%BWI=(BWf-Bwi)/BWi\times100$ (درصد افزایش وزن بدن)

$SGR(\%/day)=(LnW_t-LnW_o)/t\times100$ (نرخ رشد ویژه)

$G.R=(BWf-Bwi)/T$ (رشد روزانه)

$FCR=F/(Wt-Wo)$ (ضریب تبدیل غذایی)

که در آن BWi=متوسط وزن اولیه، BWf= متوسط وزن‌نهایی، Wo= میانگین بیوماس‌اولیه (گرم)، Wt= میانگین بیوماس نهایی (گرم)، T=تعداد روزهای پرورش، F=مقدار غذای مصرف‌شده توسط ماهی می‌باشد.

تعداد ۳ عدد ماهی از هر تکرار برای آنالیز لاشه در پایان دوره پرورش به‌طور تصادفی انتخاب شدند. جهت تعیین درصد ترکیبات شیمیایی لاشه ماهیان، نمونه‌ها به میزان تقریبی۲۰ گرم چرخ و سپس هموژن شدند. درصد رطوبت و خاکستر نمونه‌هاه گیری گردید. میزان پروتئین نمونه‌ها با روش کجلدال و درصد چربی کل با کمک دستگاه سوکسله سنجش شد (AOAC, 1990).

جهت اندازه‌گیری پارامترهای خون در پایان دوره، ابتدا تمام ماهیان هر تکرار توسط محلول گل‌میخک (۱۰۰میلی‌گرم در هر لیتر) بیهوش شدند و از با قطع ساقه‌دمی خون‌گیری به‌عمل آمد (Groff and Zinkl, 1999). بدین ترتیب از هر تکرار یک نمونه خون تهیه شد بخشی از نمونه خون به‌دست‌آمده از هرتکرار به‌داخل لوله‌های پلاستیکی (ویال‌ها حاوی EDTA ماده ضد انعقاد) ریخته‌شده و لوله را به‌آرامی تکان داده تا خون و ماده ضد انعقاد کاملاً مخلوط شوند و بخش دیگر را درون لوله‌های پلاستیکی (ویال‌های فاقد ماده ضد انعقاد) ریخته و سپس نمونه خونی به‌همراه کلمن حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد (Ameri Mahabadi, 1999). شمارش گلبول‌های قرمز و سفید خون در هر یک از نمونه‌ها صورت گرفت (Stolen *et al.*, 1994). همچنین اندازه گیری هموگلوبین خون به‌روش سیانومت هموگلوبین (Crestani *et al.*, 2006) و سنجش کورتیزول به‌روش Chemi Luminescence توسط دستگاه خودکار Siemens Advia centaur C.P انجام شد.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]

[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

سنجش گلوکز خون براساس روش (Trinder, 1969) صورت گرفت. سنجش کلسیم و سدیم در پوست و فیله توسط دستگاه فلیم اتمی و به روش جذب فتومتری صورت گرفت (AOAC, 1995).

اندازه‌گیری روزانه دما با دماسنج، و کل جامدات محلول (TDS)، ضریب هدایت الکتریکی (EC)، pH و اکسیژن محلول (DO) هر سه روز یکبار با استفاده از دستگاه پرتابل HACH آمریکایی (مدل HQ40D) انجام شد. هر هفته، سنجش نیترات و آمونیاک به‌روش کالریمتری و با طیف‌نورسنجی به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر به‌ترتیب در طول موج‌های ۴۱۰ و ۶۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. کلسیم، منیزیم و سدیم آب با دستگاه flame photometer (مدل PFP7 ساخت JENWAY انگلستان)، و سختی به‌روش تیتراسیون با محلول EDTA، کدورت توسط دستگاه فتومتر (مدل AL400 از شرکت Aqualytic ساخت آلمان)، به‌طور هفتگی اندازه‌گیری شد. ابتدا نرمال‌بودن داده‌های مربوط به هر تیمار (با سه تکرار) با استفاده از آزمون شاپیرویلک انجام و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد.

با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) در سطح اطمینان (p<۰/۰۵) اختلاف کلی بین تیمارهای مختلف سطح قلیائیت مشخص و سپس با آزمون دانکن گروه‌های معنی‌دار از یکدیگر تفکیک شدند (Zar, 2009). داده‌ها به‌صورت میانگین (± انحراف معیار) آورده شده‌اند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-18 و رسم نمودارها با برنامه Excel-2012 صورت گرفت.

## ۳ | نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و آزمون دانکن جهت مقایسه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در سطوح متفاوت قلیاییت در جدول ۲ ارائه شده است. براساس این جدول، بیشترین سطح اکسیژن محلول مربوط به تیمار قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر (۶/۸۵ میلی‌گرم برلیتر) و کمترین آن در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر (۶/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد (p<0.05). همچنین بیشترین میزان pH (۸/۸۶) و ضریب هدایت الکتریکی (۸۹۸/۱ µs/cm) در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر و کمترین آن‌ها در تیمارهایی با قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر و قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر (به‌ترتیب ۸/۷ و ۸/۷۲ برای pH و ۶۲۸/ ۶ µs/cm و ۶۶۲/۵ برای EC) ثبت شد که باهم اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۵). با افزایش سطح قلیائیت در آکواریوم‌های پرورشی، افزایش معنی‌داری نیز در میزان شوری و TDS تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید (p<0.05).

بیشترین میزان کل موادجامد محلول (۴۴۱/۳ ppm) و شوری (۰/۵ درصد) مربوط به تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین آن‌ها به‌ترتیب با مقادیر ۲۸۱/۶ ppm و ۰/۳ درصد در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر مشاهده شد. همچنین تیمارهای آزمایشی با قلیائیت ۱۱۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری از لحاظ شوری نداشتند (p>0.05) ولیکن با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان دادند (p<0.05) (جدول ۲).

بیشترین میزان کلسیم و سدیم آب به‌ترتیب در تیمار قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر (۱۵۶/۸۵ mg/l) و تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر (۹۵/۱۷ mg/l) اندازه‌گیری شد، درحالی که کمترین مقادیر آن‌ها به‌ترتیب در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر (به‌ترتیب ۱۱۹/۵ mg/l و ۴۵/۷۶ mg/l) مشاهده شد. علاوه‌براین، تیمارهای حاوی سطح قلیائیت بالاتر از ۲۰۰ میلی‌گرم برلیتر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری از لحاظ میزان منیزیم نداشتند(p>0.05)، ولیکن با تیمار حاوی کمترین سطح قلیائیت (۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر) تفاوت معنی-داری نشان دادند (p<0.05) (جدول ۲).

همان‌گونه که در جدول ۳ ارائه شده است، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین حاکی از عدم‌وجود اختلاف معنی‌داری میان وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی ماهیان تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف قلیاییت بود (p>0.05).

**جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف قلیائیت بر برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب پس از پایان دوره پرورش**

| سطوح قلیائیت | ۱۱۰ میلی‌گرم بر لیتر | ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر | ۳۵۰ میلی‌گرم بر لیتر | ۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر | ۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر |
|---|---|---|---|---|---|
| DO (mg/l) | ۶/۷±۰/۰۱$^{c}$ | ۶/۸۵±۰/۰۷$^{d}$ | ۶/۴۶±۰/۰۵$^{b}$ | ۶/۴۶±۰/۰۵$^{b}$ | ۶/۲۳±۰/۰۵$^{a}$ |
| Ph | ۸/۷۰±۰/۰۱$^{a}$ | ۸/۷۲±۰/۰۱$^{a}$ | ۸/۷۵±۰/۰۱$^{b}$ | ۸/۸۲±۰/۰۲$^{c}$ | ۸/۸۶±۰/۰۱$^{d}$ |
| EC (µs/cm) | ۶۲۸/۶±۳/۵$^{a}$ | ۶۶۲/۵±۳/۵۳$^{a}$ | ۷۱۸/۶±۱۹/۲$^{b}$ | ۷۹۳/۳±۳۲/۶$^{c}$ | ۸۹۸/۱±۴۵/۶$^{d}$ |
| TDS (ppm) | ۲۸۱/۶±۶/۰۲$^{a}$ | ۳۲۷±۲/۸۲$^{b}$ | ۳۵۷±۳/۶$^{c}$ | ۴۰۳/۳±۵/۱$^{d}$ | ۴۴۱/۳±۱/۵۲$^{e}$ |
| شوری (٪) | ۰/۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۴±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۴±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۵±۰/۰۱$^{c}$ |
| کدورت (NTU) | ۴/۱±۱/۷$^{b}$ | ۴/۱±۴/۲۴$^{b}$ | ۳/۶±۱/۱۵$^{a}$ | ۴/۳±۰/۵۶$^{b}$ | ۴/۳±۰/۵۷$^{b}$ |
| کلسیم (mg/l) | ۱۱۹/۵±۳$^{a}$ | ۱۵۱/۶۷±۳$^{ab}$ | ۱۵۶/۸۵±۳$^{b}$ | ۱۵۵/۱۲±۲$^{b}$ | ۱۲۵/۸۲±۳$^{ab}$ |
| سدیم (mg/l) | ۴۵/۷۶±۴$^{a}$ | ۵۴/۲۶±۵$^{b}$ | ۶۸/۹۱±۶$^{c}$ | ۸۱/۸۸±۵$^{d}$ | ۹۵/۱۷±۶$^{e}$ |
| منیزیم (mg/l) | ۳۷۰/۴۹±۱۱$^{a}$ | ۴۷۸/۳۲±۱۰$^{b}$ | ۴۵۹/۱۴±۱۳$^{b}$ | ۴۶۴/۸۷±۹$^{b}$ | ۵۳۶±۵/۳$^{b}$ |
| سختی کل ($mg/lCaco_3$) | ۴۷۶±۳/۲$^{a}$ | ۶۴۹±۱/۴$^{e}$ | ۶۲۱±۲/۳$^{d}$ | ۵۷۸±۲/۸$^{c}$ | ۵۳۶±۵/۳$^{b}$ |
| نسبت سختی کل به قلیائیت کل (TH/TA) | ۴/۳۲ | ۲/۶ | ۱/۷۷ | ۱/۳۰ | ۰/۹۷ |
| آمونیاک (ppm) | ۰/۰۳۳±۰/۰۰۰۴$^{a}$ | ۰/۰۶۵±۰/۰۰۰۵$^{c}$ | ۰/۰۴۶±۰/۰۰۰۴$^{b}$ | ۰/۰۶۷±۰/۰۰۰۴$^{d}$ | ۰/۰۷۰±۰/۰۰۰۵$^{e}$ |
| نیترات (ppm) | ۰/۰۰۰۴±۰/۰۰۰۰۱$^{a}$ | ۰/۰۰۰۴±۰/۰۰۰۰۱$^{a}$ | ۰/۰۰۰۵±۰/۰۰۰۰۱$^{b}$ | ۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۰۰۴$^{c}$ | ۰/۰۰۰۸±۰/۰۰۰۰۵$^{d}$ |

- میانگین ± انحراف معیار (Mean ± SD) با حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف اماری معنی‌دار می‌باشند (p<0.05).

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]

[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

**جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف قلیائیت بر وضعیت شاخص‌های رشد و کارآیی تغذیه بچه‌ماهی انگشت قد سفید**

| سطوح قلیایت | وزن نهایی (گرم) | افزایش وزن (گرم) | نرخ رشد ویژه (SGR) | رشد روزانه (گرم در روز) | ضریب تبدیل غذایی (FCR) |
|---|---|---|---|---|---|
| **۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳/۸۹±۰/۳۸$^{a}$ | ۱/۶۶±۰/۳۴$^{a}$ | ۰/۹۹±۰/۱۴$^{a}$ | ۰/۰۲±۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۷۱±۰/۱۷$^{a}$ |
| **۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر** | ۳/۹۵±۰/۰۵$^{a}$ | ۱/۸۰±۰/۰۲$^{a}$ | ۱/۰۹±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۰۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۷۲±۰/۲۴$^{a}$ |
| **۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳/۹۶±۰/۲۲$^{a}$ | ۱/۷۲±۰/۱۷$^{a}$ | ۱/۰۲±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۰۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۶۸±۰/۱۴$^{a}$ |
| **۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳/۹۵±۰/۱۷$^{a}$ | ۱/۷۴±۰/۰۹$^{a}$ | ۱/۰۳±۰/۰۴$^{a}$ | ۰/۰۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۷۱±۰/۱۵$^{a}$ |
| **۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳/۸۹±۰/۱۳$^{a}$ | ۱/۵۶±۰/۱۵$^{a}$ | ۰/۹۲±۰/۰۸$^{a}$ | ۰/۰۲±۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۷۰±۰/۱۹$^{a}$ |

- میانگین ± انحراف معیار (Mean ± SD) با حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشند ($p<0.05$).

نتایج حاصل از مقایسه اثر سطوح مختلف قلیایی بر فراسنجه های خونی بچه ماهیان انگشت قد سفید در جدول ۴ ارائه شده است. بیشترین میزان هموگلوبین در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر برابر ۹/۲۵ گرم بر دسی‌لیتر به‌دست آمد که با سایر تیمارها تفاوت آماری معنی‌دار داشت ($p<0.05$)، درحالی‌که کمترین سطح هموگلوبین در تیمار قلیائیت ۲۵۰ میلی‌گرم برلیتر برابر ۳/۹۰ گرم بر دسی‌لیتر بود که با تیمارهای قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر و تیمار قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد ($p>0.05$). کمترین درصد هماتوکریت (٪ ۵۱/۵۷) در تیمار قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر مشاهده شد که با سطح هماتوکریت در تیمار قلیائیت ۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر تفاوت آماری معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$). در مقابل، بیشترین درصد هماتوکریت (٪۷۰/۹۸) در تیمار قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر مشاهده شد که با تیمارهای قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر و قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). کمترین تعداد گلبول قرمز شمارش شده در بچه‌ماهیان پرورش یافته در تیمار قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر مشاهده شد (۳۹۰ عدد در میلی-مترمکعب) که با تیمارهای قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر و قلیائیت ۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر اختلاف آماری معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). بیشترین تعداد گلبول‌های قرمز در بچه ماهیان پرورش یافته در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر (به‌ترتیب ۶۹۰۰۰۰ عدد در میلی‌متر مکعب) مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری داشت ($p<0.05$). همچنین بین تمامی تیمارها از لحاظ تعداد گلبول-های سفید تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت ($p<0.05$) به‌جز تیمارهای قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر و قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم بر لیتر که اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند ($p>0.05$). کمترین و بیشترین تعداد گلبول‌های سفید به‌ترتیب در تیمارهایی با قلیائیت ۲۵۰ میلی‌گرم برلیتر(۴۱۲۵ عدد در میلی‌مترمکعب) و قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر (۵۰۵۰ عدد در میلی‌مترمکعب) بدست آمد که با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$)(جدول ۴).

**جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف قلیائیت بر فراسنجه‌های خونی و سرمی بچه‌ماهیان سفید انگشت‌قد (میانگین ± انحراف معیار)**

| سطوح قلیائیت | هموگلوبین (g/dL) | هماتوکریت (٪) | گلبول قرمز (cell/mm$^3$) | گلبول سفید (cell/mm$^3$) | کورتیزول (ng/ml) | گلوکز (mg/dL) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **۱۱۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۴/۱۲±۰/۱۰$^{a}$ | ۴۵/۲۱±۷/۱۲$^{bc}$ | ۶۱۵۰۰۰±۷۰۷۱$^{bc}$ | ۴۳۷۵±۳۶/۳۵$^{b}$ | ۹/۱±۱/۷$^{a}$ | ۶۸±۹/۸۹$^{b}$ |
| **۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر** | ۳/۹۰±۰/۱۰$^{a}$ | ۵۳/۳۳±۲/۸۷$^{c}$ | ۵۲۰۰۰۰±۷۰۷۱$^{ab}$ | ۴۱۲۵±۳۶/۳۵$^{a}$ | ۱۰/۸±۲/۲$^{a}$ | ۵۱/۵±۳/۵۳$^{a}$ |
| **۳۵۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۵/۰۴±۰/۴۱$^{ab}$ | ۳۱/۲۱±۶/۱۰$^{a}$ | ۳۹۵۰۰۰±۷۰۷۱$^{a}$ | ۴۵۰۰±۰/۰۰$^{b}$ | ۱۲/۹۴±۳/۱$^{b}$ | ۶۷/۵±۳/۵۳$^{b}$ |
| **۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۶/۴۲±۰/۹۶$^{b}$ | ۴۱/۶۴±۳/۱۳$^{ab}$ | ۵۲۵۰۰۰±۶۳۶۳$^{ab}$ | ۴۶۵۰± ۷۰/۷۱$^{c}$ | ۱۳/۶±۳/۸$^{b}$ | ۷۲/۵±۲/۱۲$^{b}$ |
| **۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۹/۲۵±۱/۴۸$^{c}$ | ۴۵/۱۷±۴/۳۲$^{bc}$ | ۶۹۰۰۰۰±۵۶۵۶$^{c}$ | ۵۰۵۰± ۷۰/۷۱$^{d}$ | ۱۴/۲۹±۴/۵$^{b}$ | ۸۸±۵/۶۵$^{c}$ |

- میانگین ± انحراف معیار (Mean ± SD) با حروف متفاوت در ستون‌های یکسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($p<0.05$).

بیشترین میزان کورتیزول در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر به میزان ۱۴/۲۹ نانوگرم در میلی‌لیتر دیده شد که اختلاف آماری معنی-داری با تیمارهایی با قلیائیت قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر و قلیائیت ۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر نداشت ($p>0.05$) (جدول ۴). کمترین میزان کورتیزول در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر به میزان ۹/۱ نانوگرم در میلی‌لیتر بود که با تیمار قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر اختلاف آماری معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). به‌طورکلی نتایج بررسی میزان کورتیزول حاکی از افزایش میزان اینشاخص در بچه‌ماهیان سفید انگشت قد با افزایش سطح قلیائیت در تیمارهای آزمایشی بوده است. بیشترین میزان گلوکز در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر به میزان ۸۸ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و کمترین میزان در تیمار قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر به میزان ۵۱/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود ($p<0.05$). همچنین میان تیمارهایی با قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر ، قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر و قلیائیت ۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر تفاوت معنی‌داری از لحاظ مقدار گلوکز مشاهده نشد ($p>0.05$) ولی با سایر تیمارهای آزمایشی اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ($p<0.05$)(جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین درصد وزنی خشک لاشه بچه‌ماهیان انگشت قد سفید نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار میان تیمارها هستند ($p<0.05$) (جدول ۵). بیشترین درصد وزن خشک لاشه در تیمار قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر (۳۴/۵۶) و کمترین آن در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر برابر ۳۲/۲۵ به‌دست آمد ($p<0.05$). همچنین بالاترین درصد وزنی رطوبت مربوط به تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر (۶۷/۷۴) و کمترین آن مربوط به تیمار قلیائیت ۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر (۶۵/۴۳) بود که اختلاف آماری معنی‌داری

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]
[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

با یکدیگر داشتند ($p<0.05$). میان تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر و تیمار قلیائیت ۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر تفاوت آماری معنی‌داری در درصد وزنی رطوبت لاشه وجود نداشت ($p>0.05$). بیشترین درصد وزنی پروتئین لاشه در بچه‌ماهیان پرورش یافته در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر (۴۵/۸۵) و کمترین آن در بچه‌ماهیان پرورش یافته در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر (۳۸/۸۵) مشاهده شده و با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ($p<0.05$). نتایج نشان داد که با کاهش مقدار قلیائیت در تیمارهای مورد بررسی (از ۵۵۰ میلی-گرم برلیتر تا ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر کربنات کلسیم)، درصد وزنی پروتئین لاشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$) (جدول ۵). بالاترین درصد وزنی چربی لاشه (٪ ۴۸/۹۱) در تیمار قلیائیت ۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر و کمترین آن (٪۴۳/۹۵) در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی-گرم برلیتر اندازه‌گیری شد که با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری داشتند ($p<0.05$). میان تیمارهایی با سطح قلیائیت ۲۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر اختلاف آماری معنی داری از لحاظ درصد چربی لاشه وجود نداشت ($p>0.05$). همچنین تیمارهای قلیائیت۲۵۰ ، ۳۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر نیز تفاوت آماری معنی‌داری از این لحاظ با یکدیگر نداشتند ($p>0.05$). باتوجه به جدول ۵، تیمار قلیائیت ۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار قلیائیت ۴۵۰ میلی-گرم برلیتر از نظر درصد وزنی خاکستر لاشه نشان داد ($p<0.05$). بیشترین درصد وزنی خاکستر لاشه (٪ ۹/۴۴) از بچه‌ماهیان پرورش یافته در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر و کمترین درصد آن (٪ ۷/۴۷) در بچه‌ماهیان پرورش یافته در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بوده که با یکدیگر تفاوت داشتند ($p<0.05$).

**جدول ۵- تأثیر سطوح مختلف قلیائیت بر آنالیز لاشه بچه‌ماهی انگشت قد سفید**

| سطوح قلیائیت | وزن خشک (درصد) | رطوبت (درصد) | پروتئین خام (٪ در ماده خشک) | چربی خام (٪ در ماده خشک) | خاکستر (٪ در ماده خشک) |
|---|---|---|---|---|---|
| **۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳۲/۲۵±۰/۵۹$^{a}$ | ۶۷/۷۴±۰/۵۹$^{b}$ | ۴۵/۸۵±۰/۴۹$^{d}$ | ۴۳/۹۵±۰/۵۴$^{a}$ | ۹/۴۴±۰/۰۹$^{b}$ |
| **۲۵۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳۴/۵۶±۰/۲۶$^{b}$ | ۶۵/۴۳±۰/۲۶$^{a}$ | ۴۳/۵۷±۰/۲۴$^{c}$ | ۴۷/۶۹±۱/۱۴$^{bc}$ | ۸/۷۲±۰/۶۱$^{ab}$ |
| **۳۵۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳۳/۱۸±۰/۳۴$^{ab}$ | ۶۶/۸۱±۰/۳۴$^{ab}$ | ۴۴/۸۰±۰/۴۹$^{cd}$ | ۴۶/۴۵±۰/۵۴$^{b}$ | ۸/۲۱±۰/۱۴$^{ab}$ |
| **۴۵۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳۴/۲۲±۱/۰۲$^{b}$ | ۶۵/۷۷±۱/۰۲$^{a}$ | ۴۱/۸۲±۰/۷۴$^{b}$ | ۴۸/۹۱±۰/۶۸$^{c}$ | ۹/۳۹±۰/۵۷$^{b}$ |
| **۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر** | ۳۴/۰۹±۰/۶۹$^{b}$ | ۶۵/۹۱±۰/۶۹$^{a}$ | ۳۸/۸۵±۰/۴۹$^{a}$ | ۴۷/۴۷±۰/۵۹$^{bc}$ | ۷/۴۷±۱/۱۷$^{a}$ |

- میانگین ± انحراف معیار (Mean ± SD) با حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($p<0.05$).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین درصد کلسیم و سدیم در پوست و فیله بچه‌ماهیان انگشت قد سفید در جدول ۶ ارائه‌شده است. بیشترین میزان کلسیم در پوست در تیمارهایی با قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر و قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر به-ترتیب به میزان ۳۶/۱۳ و ۳۳/۹۵ مشاهده شد که اختلاف آماری معنی-داری با یکدیگر نداشتند ($p>0.05$) ولیکن با سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ($p<0.05$). در این آزمایش در طی دوره ۸ هفته، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در تیمارهای قلیائیت آب ماهیان از لحاظ درصد کلسیم فیله، سدیم پوست و سدیم فیله مشاهده نشد ($p>0.05$) (جدول۶).

**جدول ۶- تأثیر سطوح مختلف قلیائیت بر درصد سدیم و کلسیم در پوست و فیله بچه‌ماهیان سفید انگشت قد**

| سطوح قلیائیت | کلسیم پوست (درصد) | کلسیم فیله (درصد) | سدیم پوست (درصد) | سدیم فیله (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| **۱۱۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۳۶/۱۳±۳/۲۹$^{b}$ | ۲۶/۰۹±۳/۹۳$^{a}$ | ۶/۵۴±۱/۰۲$^{a}$ | ۲/۴۰±۳/۸۷$^{a}$ |
| **۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر** | ۳۳/۹۵±۲/۶۲$^{b}$ | ۲۴/۷۸±۰/۰۰$^{a}$ | ۷/۲۶±۰/۶۷$^{a}$ | ۴/۴۵±۱/۲۵$^{a}$ |
| **۳۵۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۲۳/۰۳±۰/۷۵$^{a}$ | ۲۳/۴۷±۱/۳۱$^{a}$ | ۶/۴۰±۰/۸۷$^{a}$ | ۴/۰۹±۰/۹۷$^{a}$ |
| **۴۵۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۲۱/۲۸±۰/۷۵$^{a}$ | ۲۲/۵۹±۲/۷۲$^{a}$ | ۵/۸۴±۱/۳۲$^{a}$ | ۴/۶۶±۰/۹۳$^{a}$ |
| **۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر** | ۲۶/۰۹±۴/۷۲$^{a}$ | ۲۳/۴۷±۲/۶۲$^{a}$ | ۷/۳۴±۰/۴۰$^{a}$ | ۶/۱۲±۱/۱۴$^{a}$ |

## ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

کیفیت آب و کنترل آن از مهم‌ترین فاکتورها در پرورش ماهی است و پرورش موفق ماهی، از تعادل شیمیایی آب متأثر می‌شود. در عرصه پرورش ماهی قلیائیت آب بسیار حائز اهمیت است و دی‌اکسیدکربن یکی از عوامل مهم نگهداری قلیائیت آب می‌باشد (Ghovati *et al.*, 2011). قلیائیت باید از طریق افزودن مواد شیمیایی حاوی یون‌های هیدروکسید، کربنات یا بی‌کربنات در۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم درلیتر $CaCO_3$ حفظ شود و برای این کار معمولاً بی‌کربنات سدیم (جوش شیرین) استفاده می‌شود؛ زیرا نسبتاً ایمن است، به‌راحتی به‌دست می-آید و به‌سرعت و به‌طور کامل در آب حل می‌شود (Loyless and Malone, 1997). در مورد تأثیر غلظت‌های مختلف جوش‌شیرین جهت تغییر سطوح قلیاییت تاکنون مطالعه‌ای روی ماهی سفید صورت نگرفته است.

ماهیان نیتروژن دفعی را به شکل‌های مختلف از جمله آمونیاک، اوره، آمین‌ها و آمینواسیدها دفع می‌کنند که سهم زیادی از این نیتروژن دفعی را آمونیاک تشکیل می‌دهد (Wood, 1958). اندازه گیری آمونیاک ترشحی به‌عنوان شاخصی برای سنجش میزان اثر عوامل مختلف محیطی و تغذیه‌ای در متابولیسم پروتئین به‌کار گرفته می‌شود (Beamish and Thomas, 1984). در این پژوهش، بیشترین مقادیر

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]
[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

آمونیاک و نیترات آب در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر (به‌ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۰۸ میلی‌گرم برلیتر) و کمترین آن‌ها به‌ترتیب در تیمار قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر (۰/۰۳۳ میلی‌گرم برلیتر) و تیمار قلیائیت۲۵۰ میلی‌گرم درلیتر (۰/۰۰۴ میلی‌گرم برلیتر) ثبت شدند. از سوی دیگر، تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر با بالاترین مقدار آمونیاک دارای کمترین مقدار پروتئین خام لاشه در مقایسه با سایر تیمارها بود. از آنجا که آمونیاک محصول نهایی اصلی کاتابولیسم اسیدهای آمینه در ماهیان است (Bajgai and Hoque, 2014)، یافته مذکور ممکن است نشانگر تأثیر بالاترین قلیائیت آب بر افزایش نرخ کاتابولیسم و در نتیجه کاهش معنی‌دار پروتئین خام لاشه باشد. در این راستا، بیف و پایان (Boeuf and Payan, 2001) نشان دادند که در قلیائیت بالا، ماهیان انرژی بیشتری برای تنظیم اسمزی مصرف می‌کنند. همچنین ورتس و استیکنی (Wurts and Stickney, 1989) نشان دادند که پروتئین‌های فعال‌شده توسط کلسیم آن دسته از فرآیندهای غیرفعال و وابسته به انرژی را در آبشش‌های ماهی کنترل می‌کنند که در متابولیسم یونی (تنظیم اسمزی) نقش دارند. افزون بر این، وقتی کورتیزول بالا می‌رود (تیمارهایی با قلیائیت ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر)، غلظت‌های گلوکز، آمینواسیدها و آمونیاک در پلاسما و دفع آمونیاک از آبشش‌ها افزایش می‌یابد (Chan and Woo, 1978)؛ در نتیجه، مقادیر آمونیاک در هر سه تیمار مذکور با افزایش قلیائیت به‌طور معنی‌داری بالا رفت. برای پرورش ماهی قزل‌آلا مقدار آمونیاک در آب نباید از ۰/۰۲ تا ۰/۰۳ میلی‌گرم برلیتر بالاتر رود و ماهیان به‌ندرت می‌توانند تا غلظت ۰/۰۵ میلی‌گرم برلیتر را تحمل نمایند (Verhuest, 1997). تحت استرس ازت آمونیاکی، عمل خوردن و هضم غذا در ماهی‌ها به‌خوبی صورت نمی‌گیرد (Skov *et al.*, 2011). در نتیجه، خوراک بیشتری به‌صورت جیره تغذیه نشده و مدفوع ماهی در مخزن یا محیط به هدر می‌رود و افزایش مقدار مواد آلی درحال پوسیدگی در آب باعث افزایش غلظت ازت آمونیاکی می‌شود. به‌علاوه، تنظیم نسبت سختی/قلیائیت آب برابر با ۱، ابزاری مهم برای مدیریت کیفیت آب به‌منظور کنترل غیرمستقیم سطح آمونیاک در آب است (Cavalcante *et al.*, 2014). اورام (Oram, 2000) و روی و همکاران (Roy *et al.*, 2007) گزارش کردند که مدیریت قلیائیت و سختی آب تغییرات pH را پایدار می‌سازد. کاهش پایدار قلیائیت (کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$) سبب افزایش ازت آمونیاکی می‌شود و با افزایش قلیائیت به بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم برلیتر، روند نیترات‌سازی بهبود می‌یابد. لذا تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر حاوی بالاترین (۰/۰۰۸ میلی‌گرم برلیتر) مقدار نیترات بود که کمتر از دامنه مطلوب (۴-۰/۱ میلی‌گرم برلیتر) برای آب پرورش ماهی قرار دارد (Santhosh and Singh, 2007). مانسیس و همکاران (Monsees *et al.*, 2017) گزارش دادند که مقادیر نیترات زیر ۵۰۰ میلی‌گرم برلیتر رشد و سلامت مطلوب تیلاپیا نیل را تضمین می‌کند. چن و همکاران (Chen *et al.*, 2006) قلیائیت ۲۰۰ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$ را برای پشتیبانی از نیتریفیکاسیون زمانی که نرخ تبادل آب حداقل است پیشنهاد کردند. برخلاف مشاهدات ما، در مطالعه ساهو و همکاران (Sahoo *et al.*, 2020) روی ماهیان انگشت‌قد *Catla catla* مقدار $NO_3$ در کنترل و تیمارهای مختلف قلیائیت تفاوت معنی‌داری نداشت که می‌تواند ناشی از اختلاف مقادیر قلیائیت در مطالعه آن‌ها (۸۰، ۱۵۰، و ۲۰۰ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$) با تیمارهای مطالعه جاری باشد.

بالاترین ضریب هدایت الکتریکی یا EC (۸۹۸/۱ µs/cm) در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر اندازه‌گیری شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. از EC آب می‌توان به‌عنوان شاخص یوتروفیکاسیون استفاده کرد؛ چراکه آب‌های غنی از مواد مغذی دارای غلظت‌های بیشتری از کاتیون‌ها و آنیون‌ها مانند $Ca^{2+}$، $Mg^{2+}$، $K^{+}$، $SO4^{-2}$ و $NO_3$ هستند (Akkoyunlu and Akiner, 2012). فرض بر این است که آب استخرهایی با EC تا ۱۰۰۰ $\mu S/cm^{-1}$ برای پرورش ماهی مناسب است (Boyd and Tucker, 1998). بنابراین، مقدار EC در تیمار مذکور (حدود ۹۰۰ µs/cm) در محدوده مجاز پرورش قرار دارد، ضمن این که EC مطلوب برای تولید ماهی از یک گونه به گونه دیگر متفاوت است (Verhuest, 1997). به‌علاوه، مقدار کدورت (به استثنای تیمار ۱۰ گرم جوش شیرین) در تمام تیمارها مشابه بود و بسیار کمتر از دامنه ۳۰-۲۰ NTU مناسب برای پرورش ماهی است (Zweigh, 1989). اختلافات معنی‌داری بین مقادیر اکسیژن محلول (DO) در تیمارهای مطالعه حاضر ثبت گردید و در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر با بالاترین سطح قلیائیت به کمترین مقدار (۶/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر) رسید. این مقادیر اکسیژن بالاتر از حداقل مقدار بهینه (< ۴ میلی‌گرم برلیتر) برای استخرهای ماهی مناسب هستند (Nduka, 2008).

ایمان‌پوز و همکاران (Imanpoor *et al.*, 2014) اثر مقادیر مختلف آهک‌پاشی صبحگاهی را بر کیفیت آب استخرهای کپورماهیان پرورشی بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که آهک‌پاشی صبحگاهی تأثیر مثبتی بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب داشت و موجب افزایش بهبود شرایط پرورش کپور ماهیان شد. آهک‌پاشی باعث افزایش یون‌های کلسیم و منیزیم آب می‌شود که در عملکرد آبزیان مهم هستند. در تحقیق حاضر، سطوح کلسیم و منیزیم در تیمارهای حاوی بیشترین و کمترین سطوح قلیائیت تقریباً برابر بودند و اختلاف معنی‌داری میان وزن نهایی، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی ماهیان مشاهده نشد.

مشابه با نتایج ما، قوتی و همکاران (Ghovati *et al.*, 2011) نیز افزایش معنی‌دار سطوح گلوکز و پروتئین را در تیمار قلیائیت در ماهی کپور معمولی مشاهده کردند. در مطالعه مارتینز و همکاران (Martins *et al.*, 2017) بر روی تیلاپیای نیل، مقدار قلیائیت کل و pH در تیمار استفاده شده از جوش شیرین ($NaHCO_3$) بیشتر از مقادیر آن‌ها در سایر تیمارها بود. در تیمار جوش شیرین، مقدار سدیم بالاتر و کلسیم و سختی کل کمتر از سایر تیمارها گزارش شد که با نتایج حاضر مطابقت دارد. مقادیر گلوکز و هماتوکریت ماهیان در تیمار جوش‌شیرین اختلاف معناداری با سایر تیمارها نداشتند که با یافته‌های ما همخوانی ندارد. مشابه با یافته‌های ما، آن‌ها نیز اختلاف معناداری از نظر رشد نهایی، بازماندگی، و ضریب‌تبدیل غذایی ماهیان بین تیمار جوش‌شیرین و دیگر

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]

[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

و دیگر تیمارها مشاهده نکردند. کاوالکانته و همکاران (Cavalcante *et al*., 2009) مشاهده کردند که TA ≥ 50 mg $L^{-1}$ $CaCO_3$ (قلیائیت کل) و TH ≥ 140 mg $L^{-1}$ $CaCO_3$ (سختی‌کل) منجربه بهترین عملکرد رشد در ماهیان تیلاپیای نیل انگشت‌قد شد. در مطالعه دیگری در مورد تأثیر قلیائیت کل و سختی‌کل بر روی بچه‌ماهیان تیلاپیای نیل، مشاهده شد که با افزایش TA و کاهش نسبت TH/TA از ۶/۳۸ به ۱/۶۱، وزن نهایی بدن، نرخ رشد ویژه، و ضریب تبدیل غذایی ماهیان به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (Cavalcante *et al*., 2012). از سوی دیگر، در تیمار دیگر با نسبت TH/TA ۰/۶۱، تغییر معنی‌داری در این متغیرها مشاهده نشد. در واقع، pH آب در نسبت‌های TH/TA کمتر از ۱ نسبتاً بالا می‌رود که می‌تواند بدون تأثیر یا با تأثیر منفی بر فراسنجه‌های رشد ماهی باشد. آنها نتیجه گرفتند که فراتر از مقادیر حداقل TA و TH (هر کدام ≤ ۲۰ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$)، وجود نسبت TH/TA برابر با ۱یا بالاتر از آن در آب‌های پرورش ماهی جهت دستیابی به نتایج مناسب برای عملکرد رشد ماهیان حائز اهمیت است. در واقع، لازم است که pH، قلیائیت، سختی، و نسبت TH/TA جهت ارزیابی آب پرورش ماهی باهم درنظر گرفته شوند. در تحقیق جاری، مقادیر pH همراه با افزایش قلیائیت آب و کاهش نسبت TH/TA روند افزایشی داشت و بالاترین مقدار pH در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر با نسبت TH/TA برابر با ۰/۹۷ ثبت شد (جدول ۲). همچنین کمترین افزایش وزن و نرخ رشد ویژه نیز در همین تیمار (با بالاترین قلیائیت) به‌دست آمد؛ هر چند که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت. پس می‌توان نتیجه گرفت که بالاترین قلیائیت (۵۵۰ میلی‌گرم برلیتر) در آزمایش حاضر فاقد تأثیر مهمی بر عملکرد رشد بچه‌ماهیان سفید بود، هر چند که فراتر از دامنه قلیائیت مناسب (۱۵۰-۲۰ میلی-گرم برلیتر $CaCO_3$) برای آبزی‌پروری (Boyd and Tucker, 1998) و نیز مقدار مجاز قلیائیت (۴۰۰-۵۰ میلی‌گرم برلیتر) در پرورش ماهیان گرمابی است (Esmaeili Sari, 2004). مطابق با سانتوش و سینگ (Santhosh and Singh, 2007)، قلیائیت ۳۰۰-۵۰ میلی‌گرم برلیتر دامنه بهینه برای پرورش ماهی است و قلیائیت آب > ۳۰۰ ppm به دلیل عدم‌دسترسی به $CO_2$ نامطلوب است (Bhatnagar *et al*. 2004). به‌طورکلی، قلیائیت در محدوده ۳۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم برلیتر برای تولید ماهی و میگو قابل قبول است. با این‌حال، آب‌هایی که قلیائیت بالایی دارند به‌دلیل سختی بیش از حد یا غلظت زیاد نمک‌های سدیم در آنها مطلوب نیستند (McNeely, 1979).

عدم مشاهده تغییرات معنی‌دار در عملکرد رشد ماهیان سفید در این تحقیق با مقادیر متفاوت قلیائیت آب مشابه با یافته‌های کاوالکانته و همکاران (Cavalcante *et al*., 2012) است که اثرات معنی‌داری را بر عملکرد رشد تیلاپیا همراه با افزایش قلیائیت آب مشاهده نکردند. از سوی دیگر، مقادیر بالای سختی بدون افزایش قلیائیت کل منجر به بهبود معنی‌دار شاخص‌های عملکرد رشد تیلاپیا در مطالعه آن‌ها گردید که با نتایج ما مطابقت ندارد. بنابراین، عدم تعادل ناچیز نسبت TH/TA در آب به‌سمت بالا یا پایین ممکن است به‌طور قابل توجهی بر عملکرد رشدماهی تأثیر نگذارد. ازطرف‌دیگر، عدم تعادل عمده نسبت TH/TA در آب پرورش می‌تواند اثرات منفی شدیدی بر رشد ماهی و بازده خوراک ایجاد کند (Cavalcante *et al*., 2014). در گزارش سادربرگ و همکاران (Soderberg *et al*., 2000) نیز تأثیر افزایش مقادیر قلیائیت بر رشد، بازماندگی، یا تولیدماهی walleye (*Sander vitreus*) مشاهده نشد. در میگوی وانامی، مقادیر بالای قلیائیت آب (< ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر $CaCO_3$) منجربه افزایش معنی‌دار افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، و ضریب تبدیل غذایی شد (Maicá *et al*., 2018). آندراده و همکاران (Andrade *et al*., 2007) اختلاف آشکاری را در عملکرد رشد جوونایل‌های گربه‌ماهی نقره‌ای (*Rhamdia quelen*) پرورش یافته در ۳۰، ۸۰ یا ۱۳۰ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$ مشاهده نکردند. در مقابل، لاروهای *Prochilodus lineatus* و تیلاپیای نیل در معرض ۳۲ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$ در مقایسه با ۱۵ یا ۵۵ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$ رشد بیشتری داشتند (Rojas *et al*., 2001; Rojas and Rocha, 2004). علت تفاوت بین این تحقیقات به سن ماهی (پرورش ماهیان نوجوان و یا لارو ماهیان) ارتباط داده شده است و به‌نظر می‌رسد که ماهیان فقط در مرحله لارو به قلیائیت آب حساس هستند. پس از آن، سختی آب احتمالاً مهم‌تر از قلیائیت آب در ایجاد اثرات قابل‌توجه بر رشد ماهی است (Cavalcante *et al*., 2014).

در میان سطوح مختلف قلیائیت، فراسنجه‌های خونی و سرمی (به جز هماتوکریت) بچه‌ماهیان سفید در تیمار قلیائیت۵۵۰ میلی‌گرم بر لیتر با نسبت TH/TA برابر با ۰/۹۷ بیشتر از سایر تیمارها بودند و مقادیر هموگلوبین، گلبول‌های سفید، و گلوکز در این تیمار (همراه با کورتیزول در همه تیمارهای جوش شیرین) به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. افزایش سطح گلوکز پلاسما اغلب یک پاسخ استرس ثانویه ناشی از افزایش سطح کورتیزول پلاسما است و نقش تأمین انرژی به بافت‌ها را دارد (Wiseman *et al*., 2007). باتوجه به کمتر بودن سختی آب نسبت به قلیائیت آن در تیمار مذکور، این یافته بیانگر آن است که مقادیر سختی آب بالاتر از قلیائیت آن برای رشد ماهی بی‌ضرر است (Boyd, 1979) و مطابق با یافته کاوالکانته و همکاران (Cavalcante *et al*., 2014) است که آب با قلیائیت کل بالاتر از سختی آن (و ۹ <pH) می‌تواند برای پرورش ماهی استرس‌آور باشد، همان‌طور که سبب افزایش معنی‌دار برخی از فراسنجه‌های خونی در پژوهش جاری گردید. کوپاتی و همکاران (Copatti *et al*., 2019) تغییرات اندکی را در متغیرهای بیوشیمیایی و خون‌شناسی ماهی pacu (*Piaractus mesopotamicus*) نسبت به آنهایی که تحت pH حدود خنثی قرار داشتند، مشاهده کردند و نتیجه گرفتند که آب دارای سختی بالا (۱۲۰ میلی‌گرم برلیتر $CaCO_3$، نزدیک به تیمار با قلیائیت ۱۱۰ میلی‌گرم برلیتر در مطالعه حاضر) دارای اثر محافظتی بر ماهی در برابر آب‌های اسیدی بود.

نتایج پژوهش حاضر بیانگر عدم حساسیت معنی‌دار عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و سایر ویژگی‌های مورد آزمایش بچه‌ماهی سفید به مقادیر قلیائیت بالای آب است، برخلاف نتایجی که توسط بسیاری از نویسندگان در سایر گونه‌ها گزارش شده است (Rojas *et al*., 2001; Rojas and Rocha, 2004; Andrade *et al*., 2007; Cavalcante

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]
[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

et al., 2014). بنابراین، گونه مذکور می‌تواند در دامنه معمول قلیائیت در آبزی‌پروری و با درنظر گرفتن نسبت مناسب قلیائیت/سختی بدون افزایش زیاد قلیائیت آب پرورش داده شود.

**پست الکترونیک نویسندگان**

مینا جباری: mani.jabbari.mp@gmail.com
محمدکاظم خالصی: m.khalesi@sanru.ac.ir
سارا حق‌پرست: s.haghparast@sanru.ac.ir
سهراب اسکندری کوهستان: s.kohestan@sanru.ac.ir

**REFERENCES**

Ameri Mahabadi M. 1999. Laboratory methods of veterinary hematology. University of Tehran Press.

Bhatnagar A., Jana S.N., Garg S.K., Patra B.C., Singh G., Barman U.K. 2004. Water quality management in aquaculture, In: Course Manual of summerschool on development of sustainable aquaculture technology in fresh and saline waters, CCS Haryana Agricultural, Hisar (India): pp:203-210.

Boeuf P., Payan P. 2001. How should salinity influence fish growth? Comparative Biochemistry and Physiology, Part C, 130: 411-423.

Boyd C.E., Lichtkoppler F. 1979. Water quality management in pond fish culture Agricultural Experiment Station, Auburn University, Research and Development Series, No. 22. Auburn, Alabama. 30p.

Boyd C.E., Tucker C.S. 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publishers, London, UK. 700p.

Cavalcante D.H., Poliato A.S., Ribeiro D.C., Magalhães F.B., Sá M.V.C. 2009. Effects of CaCO3 liming on water quality and growth performance of fingerlings of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 31(3): 327-333.

Cavalcante D.H., da Silva S.R., Pinheiro P.D., Akao M. M.F., Sá M.V.C. 2012. Single or paired increase of total alkalinity and hardness of water for cultivation of Nile tilapia juveniles, *Oreochromis niloticus*. Acta Scientiarum. Technology, 32 (2): 177-183.

Cavalcante D.H., Caldini N.N., da Silva J.L.S., Santos Lima F.R., Carmo e Sá M.V. 2014. Imbalances in the hardness/alkalinity ratio of water and Nile tilapia's growth performance. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, 36(1): 49-54.

Chan D.K.O., Woo N.Y.S. 1978. Effect of cortisol on the metabolism of the eel, Anguillajapomca. General and Camparative Endocrinology, 35: 205-215.

Chen S., Ling J., Blancheton J.P. 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors Aquacultural Engineering, 34: 179-197.

Copatti C.E., Baldisserotto B., Souza C., de F., Monserrat J. M., Garcia L. Water pH and hardness alter ATPases and oxidative stress in the gills and kidney of pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Neotropical Ichthyology, 17(4): 1-11.

Crestani M.C., Menezes L., Glusczak D., Miron R., Lazzari M., Duarte V., Morsch A., Pippi V. 2006. Effects of Clomazone Herbicide on hematological and some parameters of protein and carbohydrate metabolism of silver catfish Rhamdiaquelen. Ecotoxicology and Environmental Safety, 65:48-55.

Esmaeili Sari A. 2004. Hydrochemistry, Foundation of Aquaculture, Aslani Publication, 1st edition, Tehran, 249 p (In Persian).

Fallahi Kapoorchali M., Fatemi S.M.R., Vosoghy G., Matinfar M., Sharifian M. 2009. Increasing in Growth of *rutilus frisii kutum* larvae with using slurry (Fermented Organic Manure) in Yosefpoor Propagation and Rearing Center (Iran). Journal of Fisheries and Aquatic Science, 4(1): 22-31.

Gholi′of Z.M. 1997. Cyprinids and Perch of southern and central parts of the Caspian Sea (population structure, ecology, distribution and strateges for stock recruitment. Translated by: Unes Adeli, 1998, Fisheries Research Center of Guilan, Anzali Port, 44p (In Persian).

Ghovati N., Mohammadi S., Mohammadi V. 2011. Comparison and study of hardness and alkalinity changes with zinc poisoning on common carp (*Cyprinus carpio*). Wetland Journal, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 2(8): 21-28 (In Persian).

Groff J.M., Zinkl J.G. 1999. Hematology and clinical chemistry of Cyprinid fish. Common carp and Goldfish.Veterinary clinics of North America Exotic Animal Practice, 2(3):741-776.

Ham E.H.V., Anholt R.D.V., Kruitwagen G., Imsland A.K., Foss A., Sveinsbo B.O., FitzGerald R., Parpoura A.C., Stefansson S.O., Bonga S.E.W. 2003. Environment affects stress in exercised turbot. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A. 136: 525-538.

Hung S.S.O., lutes P.B., Storebakken T. 1989. Growth and feed efficiency of whitesturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub yearling at different feeding rates. Aquaculture, 80:147-153.

Imanpoor M.R., Mahdi Nejad N., Ahmadi A.R. 2014. Effects of different levels of limning at morning on water quality of cultured carp ponds, Utilization and Cultivation of Aquatics, 3(3): 111-119. (In Persian).

Koeypudsa W., Jongjareanjai M. 2011. Impact of water temperature and sodium chloride (NaCl) on stress indicators of hybrid catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell x *C. macrocephalus*, Gunther). Songklanakarin Journal of Science and Technology, 33(4): 369-374.

Li D., Liu S. 2013. Remote monitoring of water quality for intensive fish culture. (Book title: In smart sensors for real-time water quality monitoring). Springer Berlin, Heidelberg, Germany. 4: 217-238.

Liorente M.T., Martos A., Castano A. 2002. Detection of cytogenetic alterations and blood cell changes in natural populations of carp. Ecotoxicology, 11: 27-34.

Loyless J.C., Malone R.F. 1997. A sodium bicarbonate dosing methodology for pH management in freshwater-recirculating aquaculture systems. Progressive Fish-Culturist, 59: 198-205.

Maicá R.F., Urtado P.S., da Silva Martins A.C., Filho K.C.M., Wasielesky Junior W. 2018. Effect of alkalinity on food consumption of juvenile pacific white shrimp reared in clear water and biofloc system. Boletim do Instituto De Pesca, 44(2): 443-448.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]

[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

Martins G.B., Tarouco F., Eduardo Rosa C., Berteaux Robaldo R. 2017. The utilization of sodium bicarbonate, calcium carbonate or hydroxide in biofloc system: water quality, growth performance and oxidative stress of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 468:10-17.

McNeely R.N., Neimanis V.P., Dweyer L. 1979. Water quality source book: A guide to water quality parameters. Inland waters Directorate, Water quality branch Ottawa, Canada. 88p.

Monsees H., Klatt L., Kloas W., Wuertz S. 2017. Chronic exposure to nitrate significantly reduces growth and affects the health status of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in recirculating aquaculture systems. Aquaculture Research, 48: 3482-3492.

Morgan D., Iwama G.K. 1991. Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow and steelhead trout (*Oncorhynchus myskiss*) and fall Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48: 2083-2094.

Nduka J.K., Orisakwe O.E., Ezenweke L.O. 2008. Some Physiocochemical Parameter of Potable Water Supply inWarri, Niger Delta Area of Nigeria. Scientific Research and Essay, 3(11):547-551.

Oram B. 2000. Partial listing of general surface water physical and chemical standards. Wilkes Universitty, Center for Environmental Quality. 6p.

Paykan Heyrati F., Mostafavi H., Toloee H., Dorafshan S. 2007. Induced spawning of kutum,(*Rutilus frisii kutum*) (Kamenskii, 1901) using GnRHa (D-Ala6, Pro9-NEt) combined with domperidone. Aquaculture, 265: 288-293.

Razavi Sayad B. 1999. An introduction to the ecology of the Caspian Sea, Iran Fisheries Research Institute. 90p. (In Persian).

Rojas N.E.T., Rocha O. 2004. Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 Perciformes, Cichlidae). Acta Scientiarum. Biological Sciences, 26(2): 163-167.

Rojas N.E.T., Rocha O., Amaral J.A.B. 2001. O efeito da alcalinidade da água sobre a sobrevivência e o crescimento das larva's do curimbatá, *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae), mantidas em laboratório. Boletim do Instituto de Pesca, 27(2): 155-162.

Ronyai A., Peteri A., Radics F. 1990. Cross breeding of starlet and Lena river sturgeon. Aquaculture. Hungrica. szarwas, 6:13-18.

Roy L.A., Davis D.A., Saoud I.P., andHenry R.P. 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), reared in low salinity waters. Journal of Aquaculture, 262: 461-469

Safari R., Imanpuor M.R., Shabanpoor B. 2009. The effect of maturity stages of chemical composition of muscles *Rutilus frisii kutum* Kamenskii 1901 in Gorgan bay. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16(1): 28-34.

Sahoo P.R., Das P.C., Nanda S., Mohanta K.N., Sahu B., Kund G.C., Tanuja S. 2020. Influence of Water Alkalinity in Production of Stunted Fingerlings of *Catla catla* (Hamilton). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(04): 1784-1791.

Santhosh B., Singh N.P. 2007. Guidelines for water quality management for fish culture in Tripura, ICAR Research Complex for NEH Region, Tripura Center, Publication. 29p.

Santos M.A., Pacheco M. 1996. *Anguilla anguilla* L. Stress biomarkers recovery in clean water and secondarytreated pulp mill effluent. Ecotoxicology and Environmental Safety, 35: 96-100.

Sim F.S. 2008. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. Ecological Indicators, 8(5): 476-484.

Skov P.V., Larsen B.K., Frisk M., Jokumsen A. 2011. Effects of rearing density and water current on the respiratory physiology and haematology in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, at high temperature. Aquaculture, 319(3-4): 446-452.

Soderberg R.W., Kirby J.M., Marcinko M.T. 2000. Lack of response of juvenile walleyes to increased levels of fertilization or liming in soft-water ponds. North American Journal of Aquaculture, 62: 26-32.

Stigebrandt A. 2004. Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming: III. A model for estimation of the holding capacity in the modelling-on growing fish farm-monitoring system. Aquaculture, 234 (1): 239-261.

Stolen J.S., Fletcher T.C., Rowely A.F., Zelikoff J.T., Kattari S.L., Smith S.A. 1994. Techniques in fish Immunology-3.S.O.S publication, USA. pp: 121-130.

Trinder P. 1969. Determination of glucose concentration in the blood. Annals of Clinical Biochemistry, pp:6-24.

Verhuest L. 1997. Obtaining Basic Information for the Enhancement of small Water Body Fisheries. A Regional Project Viewpoint. Acquatic Resources Management Programme for Local Communities. ALCOM/FAO. Harare, Zimbabwe 22p.

Wendelaar-Bonga S.A. 1997. The stress response in fish. Physiological Reviews, 77: 591-625.

Wiseman S., Osachoff H., Bassett E., Malhotra J., Bruno J., Van A.G., Mommsen T.P., Vijayan M.M. 2007. Gene expression pattern in the liver during recovery from an acute stressor in rainbow trout. Comparative Biochemistry and Physiology Part D Genomics Proteomics, 2: 234-244.

Wurts W.A., Stickney R.R. 1989. Responses of red drum (*Sciaenops ocellatus*) to calcium and magnesium, concentrations in fresh and salt water. Aquaculture 76(1-2): 21-35.

Yim J.H., Kim S.D. 2006. Effects of hardness on acute toxicity of metal mixtures using Daphnia magna. Hazar.Materi, 138:16-21.

Zar J.H. 2009. Biostatistical analysis. 5th Edition, Pearson Publishing Ltd, UK. 960p.

Ziegeweid J.R., Black M.C. 2010. Hematocrit and plasma osmolality values of young-of-year shortnose sturgeon following acute exposures to combinations of salinity and

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]

[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

and temperature. Fish Physiology and Biochemistry, 36: 963-968.

Zweigh R.D. 1989. Evolving water quality in a common carp and blue tilapia high production pond. Hydrobiologia, 171:11-21.

**نحوه استناد به این مقاله:**

جباری م.، خالصی م.ک.، حق‌پرست س.، اسکندری کوهستانی س. تأثیر سطوح مختلف قلیائیت آب بر شاخص‌های رشد، آنالیز لاشه و پارامترهای خونی ماهی سفید انگشت قد (*Rutilus frisii*, Kamensky, 1901). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۴۰۰، ۱۱-۱ :(۳)۹ .

Jabbari M., Khalesi M.K., Haghparast S., Eskandari Kohestan S. Effects of different water alkalinity levels on growth indices, carcass analysis and hematological parameters of the Caspian Kutum fingerlings (*Rutilus frisii*, Kamensky, 1901). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 9(3): 1-11.

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]

[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]

# Effects of different water alkalinity levels on growth indices, carcass analysis and hematological parameters of the Caspian Kutum fingerlings (*Rutilus frisii*, Kamensky, 1901)

**Jabbari M[1]., Khalesi M.K[2]., Haghparast S[3*]., Eskandari Kohestan S[4].**

[1]Ms.C graduated of Aquatics Ecology, Fisheries Dept, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[2] Associated Prof., Fisheries Dept, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[3] Associated Prof., Fisheries Dept, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[4] Coach, Fisheries Dept, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

**Type:**

Original Research Paper

**Paper History:**

Received: 17-05-2021
Accepted: 30-08- 2021

**Corresponding author:**

Haghparast S. Associated Prof., Fisheries Dept, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Email: s.haghparast@sanru.ac.ir

## Abstract

This study aimed to investigate the effects of different alkalinity levels on growth performance, carcass analysis and blood parameters of kutum fingerlings. The examined fish samples were reared in five levels of alkalinity including a Hall water with an alkalinity of 250 mg/l, 50% distilled water+50% Hall water (110 mg/l alkalinity), Hall water + 10 g sodium bicarbonate (soda, 350 mg/l alkalinity), Hall water + 20 g sodium bicarbonate (450 mg alkalinity), and Hall water + 30 g sodium bicarbonate (550 mg alkalinity) with three replications for 8 weeks. Results of the present study showed that with increased concentration of backing soda, levels of water pH, salinity, EC and TDS increased. Concentrations of ammonia and nitrate in water increased followed by increased concentration of backing soda and the lowest ammonia and nitrate levels were recorded in the treatment containing 110 mg/l $CaCO_3$ and treatments with no backing soda addition, respectively ($P<0.05$). Simultaneously, contents of blood glucose and serum cortisol increased significantly with increasing soda-induced alkalinity. Changes in alkalinity level led to no significant changes in growth and feeding indices of the fingerlings. The contents of hemoglobin, hematocrit, red and white blood cells significantly increased with increased level of backing soda. Results of carcass analysis detected significant differences among various treatments. Considering the lack of significant differences in growth indices among various treatments, so it can be concluded that this valuable species is capable of farming in waters with alkalinity conditions similar to the present study.

**Keywords:** Alkalinity, Growth performance, Carcass analysis, blood Parameters, *Rutilus frisii*

[ Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-07-02 ]

[ DOI: 10.22034/jair.9.3.1 ]