View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز تحقیقات آرتمیای کشور

عنوان :

# مطالعه افزایش تولید در واحد سطح مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان استان آذربایجان غربی با تاکید بر کاربرد سیستمهای هوادهی و تصفیه فیزیکی آب برگشتی

مجری:
علی نکوئی فرد

شماره ثبت
٤٢٨٤٧

**وزارت جهاد کشاورزی**
**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات آرتمیای کشور**

---

**عنوان پروژه :** مطالعه افزایش تولید در واحد سطح مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان استان آذربایجان غربی با تاکید برکاربرد سیستمهای هوادهی وتصفیه فیزیکی آب برگشتی

**شماره مصوب پروژه :** ۸۷۰۳۲-۱۲-۷۹-۴

**نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان :** علی نکوئی فرد

**نام و نام خانوادگی مجری مسئول ( اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد ) :** -

**نام و نام خانوادگی مجری / مجریان :** علی نکوئی فرد

**نام و نام خانوادگی همکار(ان) :** محمد شیرولیلو ،یوسفعلی اسدپور، میریوسف یحیی زاده ، رحمان وهاب زاده ، افشین فریور، ژاله علیزاده،همایون حسین زاده صحافی

**نام و نام خانوادگی مشاور(ان) :** -

**نام و نام خانوادگی ناظر(ان) :** -

**محل اجرا :** استان آذربایجان غربی

**تاریخ شروع :** ۸۷/۷/۱

**مدت اجرا :** ۱ سال

**ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور**

**تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۲**

**حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .**

**«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»**

**پروژه : مطالعه افزایش تولید در واحد سطح مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان استان آذربایجان غربی با تاکید برکاربرد سیستمهای هوادهی وتصفیه فیزیکی آب برگشتی**

**کد مصوب : ۸۷۰۳۲-۱۲-۷۹-۴**

**شماره ثبت (فروست) : ۴۲۸۴۷ تاریخ : ۹۲/۲/۲**

**با مسئولیت اجرایی جناب آقای علی نکوئی فرد دارای مدرک تحصیلی دکتری تخصصی در رشته بهداشت وبیماریهای آبزیان می‌باشد.**

**پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر وپرورش آبزیان مورد ارزیابی و با نمره ۱۶/۶ و رتبه خوب تأیید گردید.**

**در زمان اجرای پروژه، مجری در :**

**ستاد □ پژوهشکده □ مرکز■ ایستگاه□**

**با سمت کارشناس مسئول فیزیولوژی وتغذیه آرتمیادر مرکز تحقیقات آرتمیای کشور مشغول بوده است.**

**به نام خدا**

| عنوان | « فهرست مندرجات » | صفحه |
|---|---|---|


چکیده ..... ۱

۱-مقدمه ..... ۲

۲- مواد و روشها ..... ۲۲

۳- نتایج ..... ۲۵

۴- بحث و نتیجه گیری ..... ۲۹

منابع ..... ۳۴

پیوست ..... ۳۶

چکیده انگلیسی ..... ۴۲

## چکیده

این تحقیق با هدف دستیابی به حداکثر توان بهره گیری مجدد ازتوانایی های بالقوه آب برپایه حداقل تاثیرگذاری در شاخص های رشد درماهیان قزل آلای رنگین کمان به اجرا در آمد.بدین منظور ۴گروه از ماهیان شامل گروههای: شاهد( پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان با استفاده از ۱۰۰ ٪آب تازه)، آزمون ۱ ( پرورش ماهی با استفاده از ۳۰ ٪آب برگشتی(باتصفیه فیزیکی) و ۷۰ ٪آب تازه) ،آزمون۲ ( پرورش ماهی با استفاده از ۷۰ ٪آب برگشتی(باتصفیه فیزیکی) و ۳۰ ٪آب تازه)،آزمون ۳(پرورش با استفاده از ۱۰۰ ٪آب برگشتی) انجام شد. ماهی دار کردن گروههابا درنظر گرفتن ۶۲ عددماهی درهرمترمربع با وزن متوسط (۱/۵±۱۵) گرم صورت گرفت.شاخص های رشد:ضریب رشدویژه (SGR)، ضریب چاقی(CF)،ضریب تبدیل غذای واقعی(FCR)،میزان بازماندگی (SR) بین گروه های آزمون درهرماه محاسبه و تعیین شد، مقایسه میانگین افزایش رشد ماهیانه گروههای مختلف مبین کاهش معنی دار رشد ماهیان گروههای آزمون نسبت به گروه شاهداست ونیزبین گروه های آزمون ۱و۲ با گروه آزمون ۳ میباشد($p<۰/۰۵$).درمقایسه همین فاکتور بین گروههای آزمون۱و۲ اختلاف معنی دار نمی باشد($p>۰/۰۵$). مقایسه میانگین FCR, SR در تمام گروه ها نشان دهنده اختلاف معنی دار با یکدیگر میباشد($p<۰/۰۵$) با توجه به نتایج بدست آمده میتوان بیان کرد که با افزایش درصد جایگزینی آب درجریان استخرهای پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان با آب برگشتی سبب افزایش معنی دار در ضریب تبدیل غذایی ، کاهش معنی دار درمیزان بازماندگی و ضریب چاقی ،افزایش معنی دار درمیزان تلفات ماهیان ونهایتا کاهش میزان تولید نهایی وتراکم در واحدسطح می شود($p<۰/۰۵$).

لغات کلیدی: قزل آلای رنگین کمان ، *Oncorhynchus mykiss* ، برگشت آب ، تصفیه فیزیکی ، پرورش،شاخصهای رشد

## ۱- مقدمه

آبزی پروری در دو دهه اخیر بیشترین رشد را بین سایربخش های تولید غذا نشان می دهد. بر اساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی بین بیش از ۷۰ سیستم پرورش انواع موجودات زنده تامین کننده غذای جامعه بشری،آبزی پروری تنهامنبعی است که بیشترین انگیزش را برای فقرزدایی دارد ( FAO, 2002) .اهمیت این موضوع با توجه به نقش مصرف گوشت ماهی در تامین سلامت افراد و همچنین مقایسه سرانه اندک مصرف آن در قیاس با ممالک توسعه یافته عیان تر خواهد شد.توسعه این حرفه به عوامل مختلفی بستگی دارد و در نتیجه هر کدام از این عوامل موجب بروز تنگناهایی در راه توسعه گشته اند .از جمله ، فاکتورهای عدم سهولت دسترسی به آب، زمین مناسب، شرایط اقلیمی مساعد وتغییرات فصلی در کمیت یا کیفیت آب در دسترس، در بسیاری از مناطق باعث ایجاد مشکلاتی درتوسعه مزارع پرورش ماهی قزل آلا با روشهای متداول شده است. بمنظور مقابله با این مسائل ،تمایل پرورش دهندگان آبزیان به افزایش تراکم کشت و کاهش میزان آب مصرفی و حتی پرورش آبزیان در نقاط کم آب و یا در بحرانهای خشکسالی محققان را به طراحی و ساخت انواع سیسمتهای پالایشی مکانیکی وبکارگیری از دستگاههاوروشها وهوادهی ترغیب نموده است (هدایتی،۱۳۸۴)..استفاده ازچنین سیستمهایی موجب حذف موادمعلق جامد ، افزایش اکسیژن محلول وحذف گازهای مضر ونهایتا کاهش آب مصرفی سیستم تا ۹۰٪ شده است (*et al*., 1976; Burrows, 1964; Colt, 1986; Harris, 1977; Siddal, Broussard 1974).یکی از پارامترهای مهم که در این سیستم به آن توجه می شود ،غلظت مواد جامد معلق در آب است که تا ۸۰ میلی گرم درلیتر وبه اندازه ۵-۱۰ میکرون برای ماهی قزل آلا قابل تحمل می باشد (Chen *et al*., 1976 ). این درحالی است که ۲۰۰ میلی گرم درلیتر را بمدت ۱۰ ماه تحمل می کند ودر۴۰۰ میلی گرم درلیتر دچار یک واکنش استرس فیزیولوژیک وکاهش مقاومت در برابر عفونتهای بعدی می شوند مواد ذره ای معلق آب می توانند بطور فیزیکی آبششها را خراشیده یا بپوشانند(Alabaster & Lloyd, 1982 ; Wedemeyer,1996) . عواقب

فیزیولوژیک کدر بودن آب شامل استرس و کاهش مقاومت در برابر بیماریها وکاهش دیدبرای اخذ غذا در ماهی هستند . ونهایتا شاخص های رشد در این ماهیان نامطلوب می شود(Colt, 1986). از آنجا که افزایش تراکم ذخیره سازی ماهی به منظور بالا بردن میزان تولید توده زنده ، نیاز به کاهش میزان بار ذخیره سازی ماهی و رساندن آن به حدی دارد که اغلب مقدار زیادی آب مصرف می کند کاهی اوقات از اکسیژن دهی مکمل به عنوان یک روش جایگزین برای تامین نیازهای تولید ( پرورش ماهی ) استفاده می شود . می توان به آسانی از تزریق اکسیژن ( معمولا اکسیژن مایع ) برای نگهداشتن میزان اکسیژن محلول در حد اشباع یا بالاتر ( افزایش میزان اکسیژن ) برای افزایش تراکم ذخیره سازی ماهی و استفاده مجدد ازآب خروجی استفاده کرد بنابر این ، می توان بدون استفاده از آب بیشتر یا توسعه مزرعه ، میزان تولید ماهی را بالا برد(Colt *et al*., 1991) .

افزایش تراکم را می توان بامقادیر بالای تعویض آب به منظور تامین نیازهای فیزیولوژیک برای تنفس و رقیق کردن متابولیتها یا با پرورش ماهی در محیطهای محصور به صورت قابل قبول در آورد بی آنکه اثرات نامطلوب بر روی شاخص های رشد از قبیل: رشد ، ضریب چاقی یا سایر علایم کلینیکی دال بر وقوع استرس فیزیولوژیک داشته باشد (Kebus *et al*., 1992). هدف از این تحقیق که به سفارش وحمایت مالی اداره کل شیلات آذربایجانغربی انجام شد، دستیابی به حداکثر توان بهره گیری مجدد ازتوانایی های بالقوه آب برپایه حداقل تاثیرگذاری در شاخص های رشد درماهیان قزل آلای رنگین کمان ، استفاده بهینه از آب و ایجادانگیزه برای سرمایه گذاری بخش خصوصی و سودآورکردن آن می باشد.

لذا فاکتورهای مهم دخیل در روند استفاده مجدد از آب جهت ارتقا تولید در ذیل توضیح داده می شوند که برپایه اطلاعات بدست آمده بطور علمی درجهت نیل به اهداف پروژه از آنها بهره برداری لازم بعمل می آید.

## ۱-۱ - اکسیژن محلول

فراهم آوردن مقدار کافی اکسیژن محلول برای ماهی در پرورش متراکم ، امری الزامی است . غلظتهای اکسیژن محلول بسیار پایین منجر به اثرات نامطلوب جدی بر سلامتی ماهی شامل بی اشتهایی ، استرس تنفسی ، کمبود اکسیژن بافتی ، بیقراری و در نهایت مرگ می شوند . هر چند ، حفظ غلظتهای اکسیژن محلول در حد بالا ، پر هزینه است . در آبزی پروری ، آنچه با آن مواجه هستیم متعادل کردن سود اقتصادی با سلامتی عمومی ، ضریب تبدیل غذایی و رشد است که برای بالا بردن میزان اکسیژن محلول ، باید هزینه زیادی را صرف فراهم آوردن هوا دهی مورد نیاز کنیم .اکسیژن از طریق انتشار غیر فعال از اتمسفر وارد آب می شود . فرآیندی که اساس آن را اختلاف فشار جزئی در آب و هوا تشکیل می دهد ) در سطح دریا ، اکسیژن اتمسفر فشار جزئی ($PO_2$) تقریبی ۱۵۷ میلی متر جیوه ( از مجموع فشار کل ۷۶۰ میلی متر جیوه ) را نشان می دهد . اکسیژن در آبی که با هوا در حالت تعادل است بطور تقریبی همان فشار جزئی ( ۱۵۷ mmHg) را نشان می دهد . فشار جزئی اکسیژن در خون و بافتهای ماهی قدری کمتر از این مقدار است . اگر چه یک فشار جزئی در حد فقط ۹۰ mmHg ، هموگلوبین ماهیان سردابی را اشباع خواهد کرد . در این شرایط طبیعی ، همیشه یک شیب ذاتی اکسیژن محلول بین آب و خونی که در آبششها در گردش است وجود دارد . حداکثر مقدار اکسیژن که در آب به حالت محلول در خواهد آمد تابعی از چندین متغیر شامل ارتفاع از سطح زمین ، درجه حرارت و شوری آب است.در مقادیرکمتراز ۶ میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول در آب در سطح دریا برای ماهیان سردآبی علاوه بر اثرات کمبود اکسیژن مشکلات بهداشتی ماهی نیزآغاز می گردد(Viadero *et al.*,2005 ).

جهت حل این مشکل یکی از گامهای نخست در سیستم پرورش با آب برگشتی هوا دهی به منظور حفظ اکسیژن محلول درآب در حد فوق اشباع است که این کار با افزایش ظرفیت حمل ( پذیرش توده زنده ماهی ) توسط آب موجود ، ظرفیت تولید استخر را افزایش می دهد . بنابراین ، میتوان توده زنده ماهی را بدون نیاز به

توسعه مزرعه پرورش ماهی یا افزایش مقدار مصرف آب ، بالا برد . در حال حاضر ، در سیستم پرورش متراکم که از اکسیژن به عنوان مکمل استفاده می کنند غلظت اکسیژن محلول درآب در حد ۱۵-۲۰ میلی گرم در لیتر به کار میرودکه در این راستا برای جلوگیری از عارضه حباب گازی بایدمدیریت وکنترل اشباعیت گازهای محلول(اکسیژن ، دی اکسیدکربن ، ازت) صورت گیرد(علیزاده ،۱۳۸۰).

## تنفس و مصرف اکسیژن در ماهی

اصطلاح « تنفس » اشاره به تبادل گازها (غالبا اکسیژن و دی اکسید کربن ) بین سلولهای یک ارگانیسم و محیط زیست آن دارد . در جانوران تک سلولی ، مقدار تبادل گازی مورد نیاز ، صرفا می تواند از طریق انتشارساده به انجام برسد ولی در موجودات پیچیده ای نظیر ماهی هم ساختار تشریحی خاص (آبشش) برای تبادل گاز و هم سیستم انتقال گاز ( خون و گردش خون ) برای تامین مقدار اکسیژن مورد نیاز بافتها و دور کردن دی اکسید کربن از آنها ،مورد نیاز هستند .آبشش ماهی وظیفه دیگری نیز دارد که در بخشهای بعد مورد بحث قرار می گیرند نظیر تبادل یونی بین آب و بافتها (بدن ماهی) که برای تنظیم فشار اسمزی وتنظیم اسیدی – قلیایی بدن مورد نیاز است . درک فرآیندهایی که طی آنها دستگاه تنفسی ماهی دریافت ، حمل و تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن را بین آب ، خون و بافتها انجام می دهد با طراحی و اجرای قابل قبول سیستمهای پرورش با برگشت آب( که نیاز های فیزیولوژیک ماهی را برآورده سازد و بطور مستمر وضیعت بهداشتی و شرایط ماهیها را ارتقاء دهد ) رابطه خاصی دارد . اگر چه همه جنبه های تنفس مهم هستند اما در شرایط بالا بودن تراکم ( که نمونه بارز آن را در سیستم های پرورش متراکم ماهی می بینیم ) ،تاثیر برتبادلات گازی می تواند منجر به تلفات سریع گردد.مقدار اکسیژنی که باید ازجدار آبششها(از آب )عبور کند و نیاز بافتها را تامین نماید ،جنبه حیاتی دارد برای ماهیان سردابی فعال نظیر آزاد ماهیان ،حتی در حالت استراحت ، میزان مصرف اکسیژن می تواند ۱۰۰ میلی گرم اکسیژن به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ساعت یا بیشتر باشد در ماهیانی که دارای شنای فعال هستند ،

دستگاه تنفسی باید در حد ۸۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی در ساعت (در حدود ۲۰ میلی لیتر در دقیقه ) اکسیژن تامین کند و در برابر ، مقادیر زیادی دی اکسید کربن را از بافتهای بدن ماهی دور کند . همانطوری که در بخش یک گفته شد ، بهرحال آب بطور اساسی یک محیط فقیر از اکسیژن است که حداکثر مقدار اکسیژن محلول آن از ۱۰-۱۲ میلی گرم در لیتر فراتر نمی رود . غلظت نمکهای محلول ، از مقدار اکسیژن محلول قابل دسترسی می کاهد وآن را به ۸-۹ میلی گرم در لیتر می رساند .بنابراین ماهی باید حجمهای نسبتا زیادی از آب را از روی آبششهای خود عبور دهد تا مقدار اکسیژن کافی برای حمایت از حیات خود را از آن استخراج کند .مورد آزاد ماهیان در حال استراحت ، میزان عبور آب از روی آبششها بطور متوسط به میزان ۵-۲۰ لیتر آب به ازای هر کیلو گرم وزن بدن ماهی در ساعت است . در حالت استراحت ، اغلب ماهیها می توانند از طریق پمپ کردن آب با دهان و حرکات سرپوش آبششی ، مقدار آب مورد نیاز خود را از روی آبششها عبور دهند . دهان و سرپوشهای آبششی به عنوان پمپهای نیرو و مکش به صورتی می کنند که در نتیجه آن ،آب جریان دار با فشار نسبتا زیادی تولید گردد . برای ماهی در شرایط یک مرکز تکثیر ، میزان ضربان پره های آبششی در محدوده ۴۰-۶۰ بار در دقیقه ، آب مورد نیاز جهت گذر از روی آبشش برای تولید اکسیژن مورد نیاز ، به میزان ۵- ۲۰ لیتر به ازای هر کیلو گرم وزن بدن ماهی در ساعت را تولید می کند. به دلیل بالا بودن تراکم و چسبندگی آب ، مصرف انرژی برای تهویه آبششی ، دست کم ۱۰ درصد از اکسیژن مصرف شده است . ماهیان فعال نظیر آزاد ماهیان ، کوسه ها و تون ماهیان می توانند میزان جریان مورد نیاز را که باید از روی آبششها عبور کند ، با تهویه تلمبه ای ( باز کردن ساده دهان در هنگام شنا ) بدست آورند . برای مثال ، آزاد ماهی اقیانوس اطلس ، هنگام شنا با سرعتهای بالاتر از معادل طول بدن در هر ثانیه ، از تهویه تلمبه ای استفاده می کند . بعضی از کوسه ماهیان ، محدود به تهویه تلمبه ای هستند و برای زنده ماندن باید بطور مداوم شنا کنند . در هر یک از روشهای تهویه آبششی از دیدگاه نظری ، تا ۸۰درصد از اکسیژن محلول در آب ، قابل استفاده است .

زیرا وضعیت آناتومی آبشش به نحوی است که در جهت مخالف جریان آب قابل استفاده است که در جهت مخالف جریان آب قرار میگیرد (جریان آب بر روی آبششها مخالف جهت جریان خون داخل آنهاست . میزان واقعی مصرف اکسیژن بستگی به گونه ماهی دارد و بطور میانگین درقزل آلای رنگین کمان ۳۰-۴۰ درصد است (Randall *et al.*, 2002).

برای ماهیان در سیستم پرورش متراکم وبااستفاده از برگشت آب مشکلات کاهش انتقال اکسیژن به بافتها که از قانون بور یا روت به واسطه اسیدوز ایجاد می گردد که این اسیدوز میتواند در اثر بالا بودن غلظت اسید لاکتیک در خون (هیپر لاکتمی )یا بالا بودن دی اکسید کربن خون (هیپر کاپنی ) به وجود اید . عوامل ایجاد کننده متداول شامل شنای فعال به مقدار زیاد ( ناشی از هیجان ) یا شرایط پایین بودن میزان اکسیژن محلول ( که به آن فرصت توسعه داده شود) ، می باشند علاوه بر آن استفاده از روش هوا دهی با اکسیژن خالص به منظور دستیابی به تراکمهای بالاتر پرورش (در طی پرورش یا حمل و جابجایی ماهی می تواند منجر به رسیدن مقدار اکسیژن محلول به حد فوق اشباع ، همراه با افزایش میزان دی اکسید کربن خون ( به عنوان یک اثر جانبی ) گردد زیرا با بودن میزان اکسیژن محلول ، باعث کاهش میزان تنفس آبششی  می شود . در این حالت منجر به تجمع دی اکسید کربن در خون و افزایش فشار آن در خون سرخرگی می گردد . ممکن است اکسیژن به نحو قابل توجه تحت تاثیر قرار نگیرد زیرا بالاتر بودن فشار اکسیژن سرخرگی ، کاهش فشار ناشی از قانون بور راجبران میکند . علاوه بر این فقط در صورتی افزایش میزان دی اکسید کربن با افزایش انتقال اکسیژن به بافتها هم جهت خواهد شد که افزایش اسیدیته حاصله ، ظرفیت بافری طبیعی خون را تحت شعاع قرار دهد. درسیستم پرورش ماهی که کیفیت آب آن در وضیعت مناسب باشد مسائل مربوط به کاهش انتقال اکسیژن ( به واسطه قانون بور ) احتمالا از اسیدوز متابولیک ناشی از اسید لاکتیک که در نتیجه شنای فعال بیش از حد  ایجاد میشود .شدت و چگونگی رابطه استرس تنفسی ناشی از اثر بور با غلظتهای واقعی دی اکسید کربن و اکسیژن محلول در اب در ابتدا توسط

باسو و تحت عنوان میزان اکسیژن محلول لازم برای فراهم آوردن اکسیژن کافی برای بافتها جهت حمایت از فعالیت شنای ملایم مورد استفاده قرار گرفته است.همانطور که نشان داده شده این حداقل میزان از ۶میلی گرم در لیتر شروع میشود (در حضور میزان کم یا نبود آن ) و تا بیش از ۱۱ میلی گرم در لیتر افزایش می یابد ( در حالتی که میزان دی اکسیدکربن محلول افزایش یابد و به ۳۰ میلی گرم در لیتر برسد ). بنابر این می توان ادعا کرد که در شرایط معمول ، تا زمانی که مقدار اکسیژن محلول درآب بیش از ۸۰ درصد حد اشباع باشد ،قزل آلای رنگین کمان به مقدار کافی اکسیژن در دسترس خواهد داشت.در صورتی که مقدار دی اکسید کربن محلول در آب پایین تر از ۳۰-۴۰ میلی گرم در لیتر نگه داشته نشود ظرفیت حمل اکسیژن در خون تا حدی کاهش خواهد یافت که حتی ممکن است غلظتهای بالای اکسیژن محلول برای جلوگیری از ایجاد حالت کمبود اکسیژن در بافتها کافی نباشد.استرس تنفسی ناشی از قانونهای بور و روت را می توان به جابجایی توام با دقت ماهیها به منظور کاهش هیجان و فعالیت شنا و یا توسط تعویض آب به میزان مناسب یا طراحی سیستم هوا دهی ، به حداقل رساند . اجرای عملیات اخیر ، باعث حذف سریع دی اکسید کربن محلول از آب می شود به نحوی که اکسیژن محلول به میزان کافی فراهم گردد . در عمل برای دستیابی به نیازهای فیزیولوژیک ماهی در پرورش متراکم ، این دو مورد از مهمترین مواردی هستند که باید مد نظر قرار گیرند سرعت مصرف اکسیژن محول آب توسط ماهی در یک مرکز تکثیروپرورش نیز یکی از موارد قابل توجه در مدیریت سیستمهای پرورش مداربسته ونیمه مداربسته قزل آلای رنگین کمان است . مصرف اکسیژنرا پارامترهای اساسی نظیر میزان تعویض آب مورد نیاز برای پشتیبانی از تراکم های مطلوب و مقدار هوا دهی مورد نیاز تعیین میکند . همانطور که ذکر شد ، قزل آلا در شرایط پرورش در کانالهای دراز ، بسته به میزان فعالیت شنای خود ، درجه حرارت آب ، مدت زمان بعد از آخرین نوبت غذادهی و درجه هیجان یا استرس می توانند مصرف اکسیژن معادل ۱۰۰ تا ۸۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلو گرم توده زنده در ساعت داشته باشند . برای کنترل میزان مصرف اکسیژن و فراتر از آن ،سازگار نمودن

آن با نیازهای متابولیک ناشی از هیجان ،استرس یا درجه حرارت آب از مکانیسمهای هورمونی استفاده میشود.در ماهیان سردابی بر خلاف مهره دارن خشکی زی ، افزایش میزان دی اکسی کربن خون نمی تواند باعث تحریک تنفس ماهی شود اما به جای آن ، کاهش میزان اکسیژن خون به عنوان یک عامل محرک سرعت تنفس ماهی است (Colt *et al.*, 1986).فرآیندهای طبیعی تغذیه و هضم نیز بطور قابل توجه ، مصرف اکسیژن ماهی را افزایش می دهند زیرا مصرف کالری برای هضم ، جذب و ترکیب غذا ، میتواند تا حد ۴۰ درصد مصرف انرژی متابولیسم پایه (نسبت به حالت استراحت ) برسد (Risa *et al*.,1975) .میزان این تاثیر برمصرف اکسیژن که به نام فعالیت دینامیک ویژه غذا (SDA) نامیده میشود ، همیشه بطور کامل مد نظر قرار نمی گیرد زیرا تغذیه نیز یک فعالیت معمولی قلمداد می گردد. برای آزاد ماهیان ، گربه ماهی روگاهی و تیلاپیا ،می توانیم با احتیاط ادعا کنیم که در هرنوبت غذادهی به ماهی برای چندین ساعت ، مصرف اکسیژن ۴۰تا ۵۰درصد افزایش می یابد.سایر عوامل عمده که میتوانیم با اداره کردن آنها در سیستمهای برگشت آب میزان مصرف اکسیژن را تحت تاثیر قرار دهیم، درجه حرارت آب و فعالیت شنا هستند . افزایش درجه حرارت آب ، بطور ساده با افزایش متابولیسم کل ، بر میزان مصرف اکسیژن ماهی می افزاید . در مورد فعالیت شناگری ، فقط در صورتی که ماهی با فعالیت عظلانی اکسیژن خون را به حدی مصرف نماید که میزان اشباع هموگلوبین را کاهش دهد ، مقدار مصرف اکسیژن افزایش می یابد. در قزل آلای رنگین کمان در حالت استراحت ، فقط ۶۰ درصد از تیغه های آبششی از خون اشباع میشوند (Randall *et al.*, 2002). فعالیت عضلانی در حالت شنای فعال ،باعث تحریک آزاد شدن آدرنالین و سایر هورمونهای کاتکولامین به داخل خون میگردد. همراه با افزایش تروش آبششی ،تحریک آدرنالینی فرآیند تبادل یون سدیم با هیدروژن در گلبولهای قرمز خون به وقوع می پیوندد که اسیدیته داخل سلولی را افزایش می دهد . دراین حالت ، اثر بور نقصان یافته و اکسیژن گیری خون و میزان قرار گرفتن اکسیژن در اختیار بافتها نیز افزایش می یابند (Thomas *et al*.,1992 ). . افزایش درجه حرارت تا حد معینی باعث افزایش

میزان مصرف اکسیژن می شود. معمولا میزان فعالیت شنای ماهی در سیستمهای پرورش با استفاده از آب برگشتی ومتراکم بسیار کمتر است . مقادیر مصرف اکسیژن مورد انتظار در مورد آزاد ماهی جوان وقزل آلای رنگین کمان که در کانالهای دراز پرورش داده شوند در جدول ۱-۱( ستاری ، ۱۳۷۶ ) برای محدوده دمایی مورد نظر در پرورش ماهیان سردآبی ارائه شده است .

**جدول ۱-۱ : محدوده دمایی مورد نظر در پرورش ماهیان سردآبی**

| **اندازه ماهی ( گرم )** | **مصرف اکسیژن(گرم به ازای کیلووزن زنده )در درجه حرارتهای مختلف آب (سانتی گراد)** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **دما** | **۵** | **۱۰** | **۱۵** | **۲۰** |
| ۰/۱ | ۲۲۲/۸ | ۴۲۰/۴ | ۵۹۴/۳ | ۸۰۳ |
| ۰/۵ | ۱۶۳ | ۳۰۷/۶ | ۴۳۴/۹ | ۵۸۷/۷ |
| ۱ | ۱۴۲/۵ | ۲۶۸/۹ | ۳۸۰/۲ | ۵۱۳/۷ |
| ۱/۵ | ۱۳۱/۷ | ۲۴۸/۶ | ۳۵۱/۴ | ۴۷۴/۸ |
| ۲ | ۱۲۴/۶ | ۲۳۵/۱ | ۳۳۲/۴ | ۴۴۹/۱ |
| ۳ | ۱۱۵/۲ | ۲۱۷/۳ | ۳۰۷/۲ | ۴۱۵/۱ |
| ۴ | ۱۰۸/۹ | ۲۰۵/۵ | ۲۹۱/۵ | ۳۹۲/۶ |
| ۵ | ۱۰۴/۳ | ۱۹۶/۸ | ۲۷۸/۲ | ۳۷۵/۹ |
| ۱۰ | ۹۱/۲ | ۱۷۲/۱ | ۲۴۳/۲ | ۳۲۸/۶ |
| ۲۵ | ۷۶/۳ | ۱۴۴/۰ | ۲۰۳/۶ | ۲۷۵/۱ |
| ۵۰ | ۶۶/۷ | ۱۲۵/۹ | ۱۷۸/۰ | ۲۴۰/۵ |
| ۷۵ | ۶۱/۷ | ۱۱۶/۴ | ۱۶۴/۵ | ۲۲۲/۳ |
| ۱۰۰ | ۵۸/۳ | ۱۱۰/۱ | ۱۵۵/۶ | ۲۱۰/۲ |

در پرورش قزل آلای رنگین کمان ، معمولا سرعت تعویض آب در کانالهای دراز به نحوی تنظیم می شود که میزان مصرف اکسیژن محلول را در آب خروجی از استخرها به مقادیر کمتر از ۶ میلی گرم در لیتر نرسد .

همچنین می توان برای افزایش ظرفیت نگهداری ماهی ( میزان پذیرش توده زنده ماهی ) در استخرها ، از سیستمهای هوا دهی استفاده نمود( ستاری ، ۱۳۷۶ ).

## ۲-۱- دفع متابولیتها

در عمل تمامی غذایی که توسط حیوان جذب می شود در نهایت متابولیزه و دفع می گردد . حتی اجزاءغذایی که در ساختمانهای سلولی نظیر استخوان و ماهیچه شرکت می کنند در نهایت متابولیزه و دفع می شوند زیرا ترکیبات بافتها بطور دوره ای (متناوب) جایگزین می گردند . در ماهی ، فراورده های نهایی مهم شامل آب ، دی اکسید کربن و آمونیاک همراه با مقادیر ناچیز اوره ، کراتین ، کراتی نین و اسید اوریک هستند . چربیها و کربوهیدراتها بطور مستقیم در اثر متابولیزه شدن به صورت آب و دی اکسید کربن در می آیند .آمونیاک مهمترین فراورده دفعی است که توسط ماهیان آب شیرین دفع می شود.ماهیان سردآبی که با جیره های غذایی خشک تجاری تغذیه میشوند به ازای هر کیلو گرم غذای مصرفی ۲۵-۳۵ گرم آمونیاک تولید می کنند. به عنوان یک نتیجه ، در یک مخزن توزیع ماهی به راحتی امکان رسیدن غلظت کل آمونیاک به حد ۱۰میلی گرم در لیتر یا بیشتر در طی چند ساعت وجود دارد( Boyd *et al*.,1979 ). اگر چه آمونیاک سمی تر است بطور طبیعی مقادیر زیادی آب جهت رقیق کردن و کاهش سمیت آن در دسترس می باشد .بخش اعظم آمونیاک در کبد تولید می شود و در خون به شکل غیر سمی ( گلوتامین ) در می آید و به آبششها منتقل می گردد که بعد از آن بطور سریع به صورت آمونیاک غیریونیزه داخل آب انتشار می یابد . در صورتی که این فراورده دفعی سمی فرصت تجمع در سیستهای پرورش متراکم ماهی را بیابند بیماریهای شدیدی در ماهیان ایجاد خواهند کرد . مخازن حمل ماهی و کانال های بتونی دراز پرورش ماهی در سیستمهای استفاده مجدد از آب ( صافی زیستی برای اکسیداسیون آمونیاک ) محلهای خاصی هستند که احتمال ایجاد این مشکل در آنها وجود دارد.

مقدارآمونیاک سمی که تشکیل خواهد شد تابعی ازاسیدیته آب ، درجه حرارت و شوری غلظت کل مواد جامد محلول در آب است.(Colt *et al.*,1981).

فرآورده دفعی مهم دیگر که در سلامتی و وضعیت ماهی در پرورش متراکم مهم است ، دی اکسید کربن می باشد . عموما آزاد ماهیان به ازای هر میلی گرم اکسیژن که مصرف می کند مقدار تقریبی ۱/۴ میلی گرم دی اکسید کربن تولید می کنند (Colt *et al.*,1981). بنابر این مقداردی اکسیدکربن تولید شده توسط ماهیانی که حتی مصرف اکسیژن آنها در حد میانگین است ، میتواند بسیار بالا باشد و به دلیل حلالیت دی اکسیدکربن ، تجمع آن در سیستمهایپرورش ماهی بابرگشت آب بسیار سریع رخ میدهدمگر آنکه برای پیشگیری از این حالت اقداماتی به عمل آید (Summerfel *et al.*,2004).

## ۱-۲-۱ – سمیت آمونیاک

آزاد ماهیان و گربه ماهیان روگاهی به ازای هر کیلو گرم غذایی که مصرف نمایند در حدود ۳۰ گرم آمونیاک دفع می کنند و در سیستمهای استفاده مجدد ازآب بلافاصله آمونیاک (و سایر مواد دفعی متابولیک )به جای دور شدن و خارج شدن از آب شروع به تجمع در آب می کنند . بسته به زمان گذشته از آخرین نوبت غذا دهی و میزان مسافت در یک استخرپرورش ماهی ، به آسانی امکان رسیدن مقدار غلظت کل آمونیاک به ۱۰ میلی گرم در لیتر یا بیشتر وجود دارد ( اسمیت ۱۹۷۸) .در مدیریت آب مزرعه ، مجموع هر دو شکل موجود آمونیاک ( $NH_3$ و $NH_4^+$) را اندازه گیری می کند و غلظت فرم سمی $NH_3$ که ماهی در حال قرار گرفتن در معرض آن است را باید با محاسبه تعیین نمود .در آبهایی که میزان سختی کل آنها پایین است ، در صورتی که مقدار غلظت کل آمونیاک به ۱۰ میلی گرم در لیتر یا بیشتر برسد معمولا غلطت شکل سمی $NH_3$ پایین تر از میزان حاد ۰/۱ میلی گرم در لیتر خواهد بود که برای قرار گرفتن ماهی به مدت ۴ ساعت در معرض آن قابل قبول است زیرا دی

اکسیدکربن ( که بطور مداوم توسط ماهی نیز تولید می شود ) معمولا اسیدیته را در حد ۷ یا کمتر نگه می دارد .

(Rogers *et al*.,1985).

## ۲-۲-۱ – سمیت دی اکسید کربن

افزایش میزان دی اکسیدکربن آب درآب منجربه افزایش آن درخون و ایجاد حالت اسیدوز می شود و بعد از آن استرس تنفسی ناشی از قوانین بور و روت ، کمبود اکسیژن در بافتها و در نهایت بیهوشی ناشی از تجمع دی اکسیدکربن آب و مرگ رخ می دهد . بطور کلی ، ماهی به ازای مصرف هر میلی گرم اکسیژن ، ۱/۴ میلی گرم دی اکسیدکربن آب تولید می کند (Colt *et al*.,1981) . بنابر این ۱ کیلو گرم توده زنده ماهی در هر ساعت به میزان ۲۰۰ میلی گرم اکسیژن مصرف می کند که در طول این مدت ، حدود ۲۸۰ میلی گرم دی اکسیدکربن آب نیز تولید می نماید. چنانچه افزایش میزان دی اکسیدکربن آب خون شدید باشد ، میزان اسیدیته خون کاهش خواهد یافت ( اسیدوز تنفسی ) و انتقال ل اکسیژن به بافتها مجددا دچار اختلال خواهد شد . در ماهیها که هموگلوبین آنها از قانون روت تبعیت میکند ، وقوع اسیدوز ( با کاهش دادن ظرفیت ایجاد پیوند هموگلوبین با اکسیژن) ، انتقال اکسیژن به بافتها را کاهش خواهد داد . در آزاد ماهیان اکسیژن محلول نیاز برای فراهم آوردن اکسیژن کافی برای بافتها به منظور حمایت از یک فعالیت شناگری ملایم از ۶ میلی گرم در لیتر(در صورت وجود دی اکسیدکربن آب به مقدار کم یا عدم وجود آن ) به بیش از ۱۱ میلی گرم در لیتر ( در صورتی که غلظت دی اکسیدکربن آب محلول به ۳۰میلی گرم در لیتر برسد۹ افزایش می یابد( باسو ۱۹۵۹).افزایش غلظت اسید لاکتیک خون ( هیپرلاکتمی ) در اثر فعالیت شناگری بیش از حد ، می تواند منجر به ایجاد اسیدوز (متابولیک) و همچنین کاهش حمل اکسیژن به بافتها شود . دریک دستورالعمل محافظه کارانه این است که ماهیها ( آزاد ماهیان ) در استفاده آب برگشتی، از اکسیژن کافی برخوردار باشند به نحوی که اکسیژن محلول

آب به کمتر از ۸۰ درصد اشباع کاهش نیابد و میزان دی اکسیدکربن آب محلول به خوبی در حد کمتر از ۳۰-۴۰ میلی گرم در لیتر نگهداشته شود(Hankie *et al*.,1990 ) .

## ۳-۱ - مقدار کل مواد جامد معلق ، کدورت

وجود یک مقدار معین کدورت در آب مصرفی مراکز تکثیر در اثر رس معلق و رسوبات خاک، لجنهای طبیعی یا ناشی از ساخت و ساز ، استخراج معادن و کنده شدن لایه های بستر آب کاملا متداول است . در استخرها و کانالهای بتونی دراز که بطور خودبخود پاک می شوند ، مدفوع جامد ماهیها و غذای خورده نشده نیز در ایجاد کدورت نقش دارند . مواد ذره ای معلق آب می توانند باعث خفگی تخمهای در حال تکامل در طول مدت انکوباسیون شوند و در تغذیه مشاهده ای ایجاد تداخل نموده و بطور فیزیکی آبششها را خراشیده کنند یا بپوشانند . عواقب فیزیولوژیک کدر بودن آب شامل استرس و کاهش مقاومت در برابر بیماریها هستند . برای مثال ، آزاد ماهیان جوان که بطور مزمن در معرض غلظتهای بالای ذرات معلق خاک ، رس و خاکستر آتشفشانی قرار گیرند دچار یک واکنش استرس فیزیولوژیک و کاهش مقاومت در برابر عفونتهای بعدی می شوند (Chen, 1994 ).

مقدار کل مواد جامد معلق و میزان کدورت آب که وضعیت بهداشتی مناسب را برای ماهی فراهم می آورد ، تاکنون شناخته نشده است ؛ اما مقدار کل مواد جامد معلق ۱۰۰-۸۰ قسمت در هزار ، برای قرار گرفتن مزمن ماهی در برابر آن معقول به نظر می رسد که آزاد ماهیان و سایر گونه های حساس را در برابر وارد شدن صدمه به آبششها محافظت می کند . متاسفانه مقدار بی خطر مواد جامد معلق با لبه های تیز نامنظم ( که می تواند باعث ایجاد صدمات فیزیکی در آبششها شود) نظیر خاکستر آتشفشانی تازه و گرده گلها تعیین نشده است ( Klontz , 1993;Chen,1994). در مورد میزان کدورت آب نیز دستورالعملی تعیین نشده است . توصیه می شود در مراکز تکثیر که از سیستم اشعه فرابنفش برای ضد عفونی آب و صافی شنی برای کاهش کدورت و رساندن آن به

کمتر از ۲۰ واحد کدورت ناتلسون استفاده می کنند .برای آزاد ماهیان ، محدود کردن افزایش کدورت آب به کمتر از ۲۰ واحد در مقادیر محدود ، تداخل با تغذیه مشاهده ای را به حداقل خواهد رساند(Klontz, 1979 ) .

## ٤-۱ – سیستم هوا دهی

بسیاری از گونه های ماهی حتی در شرایط طبیعی ، به ازای هر کیلو گرم وزن در هر ساعت ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم اکسیژن مصرف می کنند و در صورتی که ماهی تحت شرایط هیجان و استرس قرار گیرد یا بطور سریع شنا کند ، این مقدار می تواند به دو برابر برسد . یک سیستم هوا دهی که بطور ممتد اکسیژن مصرف شده توسط ماهی را جایگزین کند ، یک نیاز مطلق در طراحی سیستمهای استفاده مجدداز آب است . نارسایی در تامین مقدار کافی اکسیژن ، به سرعت منجر به بیهوشی و مرگ ماهی می شود . اگر چه وظیفه دیگر سیستم هوا دهی که از اهمیت نسبتا یکسان برخوردار می باشد خارج کردن دی اکسیدکربن تنفسی ومیزان ترکیبات ازته از آب است، که این مهم اغلب کمتر مورد ارزیابی قرار می گیرد (Hosseinzadeh *et al*.,2011).

## ۱-٤-۱- حالتهای مختلف نیتروژن موجود در سیستم های پرورشی

بزرگترین منبع تولید نیتروژن ناشی از غذای ماهی است ( حدوداً ۹۰٪ ) که در مراحل سوخت و ساز معمولی غذای تولید می شود . آمونیاک از فساد مواد آلی و ترکیبات نیتروژنی و اسیدهای آمینه نیز تولید می شود . شیمی نیتروژن بسیار پیچیده است زیرا حالتهای مختلفی از ترکیبات نیتروژنی وجود دارد : $NH_3$ _ $NH_4^+$ - $N_2$ _ $N_2O_3$ _ $N_2O$ _ $N_2$ _ $NO_2$ _ $N_2O_5$ , $NO_3$

مهمترین ترکیبات نیتروژنی شامل حالت گازی N2 ، آمونیاک یونیزه شده(+NH4 ) و آمونیاک غیریونیزه ( NH3 ) ، نیتریت ( $NO_2$ ) و نیترات ( $NO_3$ ) می باشند . مجموع $NH_3$ و $NH_4^+$ آمونیاک کل نامیده می شود وکه به TAN معروف است . حالتهای اکسیده این ترکیبات معمولاً اهمیت کمتری در پرورش آبزیان دارند . گاز نیتروژن

بسادگی در یک سیستم پرورش آبزیان داخل و یا از سیستم خارج می گردد . گاز نیتروژن مهمترین گاز موجود در جو بوده و حدود ۷۸٪ از آن را تشکیل می دهد اگر چه نیتروژن در آب نسبتاً غیر قابل حل می باشد ولی غلظتهای تعادل آن خیلی بیشتر از اکسیژن می باشد. در درجه حرارتهای معمول پرورش ماهی ، میزان گازنیتروژن در حال تعادل حدود ۱۰-۲۰ میلی گرم در لیتر می باشد . (Russo *et al*.,1985 ).

## ۵-۱- اثرات ناشی از عملیات پرورش ماهی در سیستم برگشت آب

افزایش متابولیتهای سمی ، مواد جامد معلق ، وبار میکروبی در سیستمهای استفاده مجدد از اب به روش پالایش فیزیکی از عمده عوامل مخاطره آمیز وضعیت بهداشتی ومتاثرکننده شاخصهای رشدی در ماهی می باشد.اغلب مشکلات پاتو فیزیولوژیک ناشی از عملیات پرورش ماهی در اینگونه سیستمها ،بطور نسبتا سریع خود را به صورت افزایش میزان تلفات یا کاهش رشد بروز می دهند (هر چند بعضی از آنها می توانند به صورت غیر مشهود باشند ) . خوشبختانه ،امروزه راه حل بسیاری از مشکلات کیفی فیزیولوژیک و بهداشتی همراه با عملیات پرورش ماهی ، در دسترس می باشد . این علم می تواند به عنوان مبنایی برای تدابیر مدیریتی ( که کاهش زیانبار میزان تولید را به حداقل رسانده یا مانع از آن می شود و اغلب به طرق مختلف رخ می دهد) ، قرار گیرد ) .Wedemeyer ,1996)

## ٦-۱- تراکم

از بین همه شرایط پرورشی که می توانند در پرورش متراکم تاثیر نامطلوب بر وضعیت فیزیولوژیک و سلامتی عمومی ماهی داشته باشند بدون شک ، تراکم بیش از حد ( نزدیک به حد تحمل تراکم در گونه های مورد بحث یا فراتراز آن ) ، یکی از متداولترین آنهاست . اصطلاح « تراکم بیش از حد » اغلب بطور ساده برای توصیف یک تراکم بالا از ماهی ( محاسبه بر اساس وزن به ازای واحد جریان آب ) به کار می رود . بهر حال این اصطلاح

بطور صحیح تر نیازهای رفتاری ماهی به فضای فیزیکی را توضیح میدهد و بر اساس تراکم وزنی ماهی به ازای واحد حجم آب بیان می شود با وجود این که دو جزء یاد شده به هم مرتبط هستند ، تراکم بارگیری ماهی ( وزن به ازای واحد جریان ) در واقع معیاری برای ظرفیت حمل آب است .ظرفیت حمل از دیدگاه بوم شناسی به عنوان حداکثر تعداد ماهی است که منابع با یک بستر زیست ویژه می توانند آنها را در خود بپذیرند و مورد پشتیبانی قرار دهند . در مدیریت یک مرکز تکثیر ماهی ، ظرفیت حمل ، اشاره به آب در یک واحد پرورشی دارد و معمولا به جای تعداد ماهی ، به صورت بار وزنی ( وزن ماهی به ازای واحد جریان آب ) بیان میشود . ظرفیت حمل مقدار معینی از آب ، بر اساس میزان مصرف اکسیژن ماهی و میزان تحمل آنها در برابر آمونیاک ، دی اکسیدکربن آب و سایر مواد دفعی ناشی از سوخت و ساز ( که توسط آنها تولید می شود ) قابل تعیین است . در پرورش ماهیان گرمابی در استخر و در سیستمهای استفاده مجدد از آب که در آن به منظور حذف آمونیاک از صافیهای زیستی تثبیت کننده ازت استفاده می شود ، ممکن است ظرفیت حمل در اثر تجمع نیتریت محدود گردد . بنابر این ،تحمل بار ماهی بالا به تحمل تراکم بیش از حد مرتبط است اما متفاوت از آن می باشد و عبارت است از نیازهای رفتاری ماهی خاص به فضای فیزیکی ( به صورت وزن ماهی به ازای واحد حجم ماهی بیان می شود (Wedemeyer ,1996) .

هم تراکم ماهی ( تراکم بالا ) و هم میزان توده ماهی (ظرفیت حمل آب ) معیارهای زیست شناختی بسیار مهم و معنی دار برای سیستمهای پرورش متراکم ماهی هستند زیرا معمولا ملاحظات اقتصادی حکم می کنند که حداکثر استفاده هم از آب و هم از فضا به عمل آید . در سیستمهای پرورش متراکم میزان توده زنده که مقدار معینی از جریان آب می تواند از آن حمایت کند ، معمولا در درجه اول به سوخت و ساز ماهی بستگی دارد . زیرا میزان سوخت و ساز ماهی ، مقدار مصرف اکسیژن و تولید مواد دفعی را تعیین می کند . معمولا نیازهای رفتاری از نظر مقدار فضا ، دومین عامل محدود کننده هستند . اگر چه فضا مهم است ، اما معمولا فضای فیزیکی

( حجم ) در دسترس ، عامل محدود کننده رشد نیست بلکه در دسترس بودن آب با کیفیت بالا و میزان جریان مورد نیاز برای فراهم آوردن اکسیژن و رقیق کردن مواد دفعی ناشی از سوخت و ساز در میزان رشد تاثیر دارند (Wedemeyer ,1996).در کانالهای بتونی دراز و حوضچه های پرورشی ، میزان تعویض آب (R ) ( که تابعی از جریان آب است ) پارامتری است که در واقع ظرفیت نگهداری را محدود می سازد زیرا مقدار اکسیژنی که تامین خواهد شد و میزان خارج کردن آمونیاک و دی اکسید کربن از آب را تحت کنترل دارد . برای مثال یک محاسبه ساده نشان می دهد که یک جریان آب معادل ۱ لیتر در دقیقه ، در صورتی که غلظت اکسیژن محلول درآبآب معادل ۱۰میلی گرم در لیتر باشد در حدود ۶۰۰ میلی گرم اکسیژن در هر ساعت تامین خواهد کرد و یا هر میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول موجود در آب به ازای هر ۲۴ ساعت ، میزان ۱/۴ گرم اکسیژن تامین می کند . در پرورش ماهی در استخر ، اکسیژن از طریق انتشار از سطح نیز تامین می شود و اهمیت میزان جریان در تعیین ظرفیت حمل ( پذیرش استخر ، به اندازه ناحیه سطحی آب و حجم استخر نیست ). میزان بار عوامل بیماریزای ماهی در آب مورد استفاده نیز یک عامل بسیار مهم است که بر ظرفیت حمل آب مراکز تکثیر تاثیر می گذارد . اما سنجش کمیت آن دشوار است و به ندرت بطور مستقیم مورد توجه قرار می گیرد( Summerfel *et* . *al*.,2004 )

به عنوان اولین تخمین ، میزان جریان ( سرعت تعویض ) آبی که حداقل نیازهای فیزیولوژیک یک ماهی را تامین خواهد کرد را میتوان از روی میزان مصرف اکسیژن و حساسیت گونه های مورد بحث برای قرار گرفتن در معرض آمونیاک محاسبه نمود . برای آزاد ماهیان ، عاملی که در آب خروجی از سیستم پرورش ، غلظت اکسیژن محلول درآب را در حد بالاتر از ۶ میلی گرم در لیتر و آمونیاک غیر یونیزه را کمتر از ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر حفظ می کند ، سرعت تعویض آب است . حداکثر بار جریان آب را نیز می توان بطور تجربی با یک ارزیابی زیستی ساده تعیین نمود . میزان جریان آب به داخل یک واحد پرورش حاوی مقدار وزن معینی از ماهی

را بطور پیشرونده کاهش می دهیم تا زمانی که غلظت اکسیژن محلول درآبدر آب خروجی به ۶-۵ میلی گرم درلیترکاهش و غلظت آمونیاک به ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر ( برای آزاد ماهیان ) افزایش یابد . هر چند ،ارزیابی زیستی مصرف اکسیژن تجمعی که توسط مید (۱۹۹۱) ابداع شده و در آن نتیجه حذف اکسیژن منجر به کاهش از پیش تعیین شده در رشد می شود. بر این مبنا ، در یک جریان معین از آب ، بر اساس اصول تئوری ، نسبت به آزاد ماهیان با اندازه یکسان ، تعداد قزل آلای کمتری می توان پرورش داد جدول ۳-۱- رابطه مصرف اکسیژن واندازه ماهی قزل آلای رنگین کمان را نشان می دهد(Summerfel *et al*.,2004 ).

**جدول۲-۱ رابطه مصرف اکسیژن واندازه ماهی قزل آلای رنگین کمان در ۱۵ درجه سانتی گراددرجه حرارت آب**

| اندازه ماهی | طول (سانتی متر) | | مصرف اکسیژن (میلی گرم در کیلوگرم در ساعت) | |
|---|---|---|---|---|
| (گرم) | قزل آلا | ماهی آزاد | قزل آلا | ماهی آزاد |
| ۰/۵ | ۳/۵ | ۳/۹ | ۴۲۱/۷ | ۳۰۷/۶ |
| ۱/۰ | ۴/۵ | ۴/۹ | ۳۸۳/۲ | ۲۶۸/۹ |
| ۱/۵ | ۵/۱ | ۵/۶ | ۳۶۲/۳ | ۲۴۸/۶ |
| ۲/۰ | ۵/۷ | ۶/۲ | ۳۴۸/۲ | ۲۳۵/۱ |
| ۳/۰ | ۶/۴ | ۷/۱ | ۳۲۹/۳ | ۲۱۷/۳ |
| ۴/۰ | ۷/۱ | ۷/۸ | ۳۱۶/۵ | ۲۰۵/۵ |
| ۵/۰ | ۷/۷ | ۸/۵ | ۳۰۶/۹ | ۱۹۶/۸ |
| ۱۰/۰ | ۹/۷ | ۱۰/۶ | ۲۷۸/۹ | ۱۷۲/۱ |
| ۲۵ | ۱۳/۱ | ۱۴/۴ | ۲۴۵/۸ | ۱۴۴/۰ |
| ۵۰ | ۱۶/۵ | ۱۸/۰ | ۲۲۳/۳ | ۱۲۵/۹ |
| ۷۵ | ۱۸/۸ | ۲۰/۷ | ۲۱۱/۱ | ۱۱۶/۴ |
| ۱۰۰ | ۲۰/۸ | ۲۲/۹ | ۲۰۲/۹ | ۱۱۰/۱ |

برای مثال ، خوراندن ۱ کیلو گرم از یک جیره تجارتی نمونه به قزل آلای رنگین کمان ، منجر به مصرف ۲۰۰ گرم اکسیژن ، تولید ۲۸۰ گرم (دی اکسیدکربن آب) و دفع ۳۰ گرم آمونیاک می گردد ( مید ۱۹۹۱) . بنابراین

در صورتی که میزان اکسیژن محلول در آب ورودی ۱۰ میلی گرم در لیتر یا بیشتر باشد ، محدود کردن مقدار غذا دهی به ۰/۲ پوند در روز جیره خشک به ازای هر گالن در دقیقه جریان آب نیز غلظت اکسیژن محلول آب را بالاتر از ۵۰ میلی گرم و مقدار کل آمونیاک آب کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر نگه می دارد (Meade,1989) .در قزل آلای رنگین کمان تا زمانی که تراکم از Kg/m3 ۲۶ فراتر نرود هیچگونه عوارض فیزیولوژیک نامطلوب نشان نمی دهند(Wedemeyer ,1996 ) .

از مدتها قبل مشخص شده که قزل آلارا می توان در تراکمهای بسیار بالا Kg/m3 ۵۴۰ در سیلوهای عمودی پرورش داد ( باس ۱۹۸۱) . تراکم بسیار بالا را می توان با استفاده از مقادیر بالای R به منظور تامین نیازهای فیزیولوژیک برای تنفس و رقیق کردن متابولیتها ) یا با پرورش ماهی در محیطهای محصور به صورت قابل قبول در آورد. در حالت اخیر ، معمولا R پایین است اما حجم آب به اندازه ای است که برای رقیق کردن نامحدود متابولیتهای دفعی آنها کافی است. بنابراین ، قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در حوضچه های مدور را که جریان آب در آنها کافی باشد و بار ماهی را در حد g/Lpm ۸۰۰ یا کمتر حفظ کند می توان در تراکم بالا در حد Kg/m3 ۲۶ ؛ بی آنکه اثرات نامطلوب بر روی رشد ، ضریب چاقی یا سایر علایم کلینیکی دال بر وقوع استرس فیزیولوژیک داشته باشد(Kebus *et al*.,1992). البته در مراکز تکثیر ماهی برای فروش به مزارع پرورش ، تراکمهای بالا و در این حد نمی تواند عملی گردد .بطور سنتی ، اغلب مراکز تکثیر به منظور بازسازی ذخایر آبهای طبیعی برای پرورش ماهیان سردآبی با تراکمهای بسیار پایین تر و در حد Kg/m3 ۵۰-۳۰ طراحی شده اند زیرا سرعت آب در آنها بسیار پایینتر است( کمتر از ۳ سانتی متر در ثانیه ) که به مواد جامد فرصت ته نشین شدن خواهد داد . هر چند از دیدگاه زیست شناختی ، تجربه نشان داده که تراکمهای حداکثر تا Kg/m3 ۱۲۰ به آسانی دست یافتنی می باشد(Wedemeyer ,1996). قزل آلای دریاچه ای در تراکمهای تقریبی حداکثر Kg/m3 ۱۶۰ ، گربه ماهی در کانالهای بتونی دراز با تراکم Kg/m3 ۳۵۰ یا بیشتر و کپور در استخر با تراکم Kg/m3 ۲۷۸ پرورش داده شده اند .

برعکس ، بر اساس شواهدی که نشان میدهد در بچه ماهیان رهاسازی شده به دریای آزاد ماهی چینوک که با تراکم ۴۰-۳۰ Kg/m3 یا بیشتر در کانالهای بتونی دراز پرورش داده شده اند میزان بقای در اقیانوس می تواند کاهش یابد ، ممکن است توصیه تراکم ۱۵-۱۰ Kg/m3 برای پرورش آزاد ماهی مهاجر اقیانوس اطلس در کانالهای بتونی دراز محتاطانه تر باشد . یک اتفاق نظر دیگر نیز در حال شکل گرفتن است مبنی بر اینکه سایر آزاد ماهیان مهاجر ، بویژه آزاد ماهی اقیانوس اطلس و آزاد ماهی کوهو نیز باید در تراکمهای پایین پرورش داده شوند(Wedemeyer ,1996 ).همانطور که ذکر شد ، سرعت آب معادل ۳ سانتی متر بر ثانیه ، حداقل سرعتی است که از ته نشین شدن مواد جامد نظیر مدفوع و غذای مصرف نشده جلوگیری کرده و به تمیز نگهداشتن یک حوضچه بتونی دراز کمک می کند . از آنجا که سرعت آب ( V ) یک تابع مستقیم از سرعت تعویض آب ( R ) و طول حوضچه بتونی دراز ( L ) است ، برای دستیابی به سرعت معادل ۳ سانتی متر بر ثانیه در حوضچه های بتونی دراز مستطیلی با طول معمول ، نیاز به مقادیر بسیار بالا از R می باشد (Suantika *et al*.,2003 ) .

## ۲- مواد وروشها

این تحقیق به سفارش وحمایت مالی اداره کل شیلات آذربایجان غربی از فروردین تا پایان آذرماه ۱۳۸۷ در مرکزپرورش ماهیان سردآبی قائم( کیلومتر۱۵ ارومیه، روستای سارالان) انجام گرفت.ابتدا سیستم آبرسانی ، هوادهی و تصفیه مکانیکی براساس ظرفیت تولیدی با حداکثر ۳۰ لیتربرثانیه دبی منبع آبی(۲حلقه چاه نیمه عمیق) طراحی وراه اندازی شد.دامنه درجه حرارت آب در طول دوره تحقیق ۰/۵± ۱۲/۴درجه سانتیگرادبود.گردش آب دراین سیستم طوری بود که آب استحصالی (۱۱۶لیتربرثانیه )پس از پمپاژ وعبور از یک برج هواده ۲متری با ۵ صفحه ۱× ۱ به یک استخر مخزنی بتنی با ابعاد ۴×۲/۵×۳ وارد شده و توسط لوله های ۱ اینچی به طرف استخرهای پرورشی بتنی به ابعاد ۱×۲۰×۲هدایت می شد. ۴ گروه شامل : شاهد (W) پرورش بدون استفاده از آب برگشتی، آزمون ۱(C1) با استفاده از ۷۰٪ آب تازه و۳۰٪ آب برگشتی ، آزمون ۲(C۲ ) با استفاده از ۳۰٪ آب تازه و۷۰٪ آب برگشتی وآزمون۳ (C۳)پرورش فقط با آب برگشتی مورد بررسی قرارگرفت . ضریب تعویض آب برای هر گروه حداقل ۱/۵وسرعت جریان آب حداقل ۲سانتی متر برثانیه بود. تصفیه فیزیکی توسط یک دستگاه درام فیلتر (ساخت صاحب مزرعه) با توانایی پالایش حداقل ۲۰۰ لیتر برثانیه برای ذرات بالای ۵۰ میکرون وهمچنین حوضچه هایی بتنی در خروجی استخرها با ابعاد ۱/۵×۱/۵×۱ با توانایی خروج مستقل آب وضایعات بطور انفرادی (خروجی سیفوناژ) انجام شد. به منظورانتقال هواازدستگاه هواده(رینگ بلوئر) به استخرهاازلوله های پلی اتیلنی استفاده شدبه طوریکه دارای یک لوله اصلی بودوسپس انشعاباتی ازآن گرفته شدوبه کف استخرهامنتقل گردید.برروی لوله های هوایی که در کف استخر تعبیه شدندسوراخهایی با قطر۲میلیمتروبا فواصل۸سانتیمتر ازیکدیگرایجادگردیدوبه اینصورت هوا از این سوراخ ها به داخل آب استخردمیده می شد(لاوسون،۱۳۸۰). ماهی دار کردن گروههابا درنظر گرفتن ۶۲ عددماهی درهرمترمربع با وزن متوسط (۱/۵±۱۵) گرم صورت گرفت.جهت تعیین توده زنده (Biomass)،هر۲۰روزیکبار متوسط وزن ماهیان

درهر استخر اندازه گیری می شد ومیزان مصرفی از طریق توده زنده هر استخربا روش نمونه برداری تصادفی وجمعیت موجود درهر تکرارمحاسبه گردیده وباتوجه به جداول توصیه شده ،ماهیان موجود درهراستخر مورد تغذیه قرارمیگرفتند(Klontz,1979). درطول دوره پرورش میزان خوراک دهی از ۲تا۴درصدودفعات خوراک دهی از۵تا۳ نوبت درروز متغیربود. به طوریکه با گذشت طول دوره پرورش، از میزان ودفعات خوراک دهی کاسته می شد(Ruohonen *et al*.,1998). خوراک اکسترود آماده رایج در بازار (بامشخصات مندرج درجدول۱-۳) به عنوان خوراک مصرفی درآزمایش مورد استفاده قرارگرفت.درجه حرارت آب ،اسیدیته، اکسیژن محلول ، دی اکسیدکربن، نیتریت ، نیترات ، آمونیوم، آمونیاک و TAN بطور روزانه مخصوصا در زمان حداکثر مخاطره آمیزی (بعد از غذادهی) توسط دستگاه فتومتر PF11 به روش نانوکالری با کیتهای MN ساخت آلمان و PALINTEST ساخت انگلستان اندازه گیری وثبت وکنترل شد (Wedemeyer, 1996). درپایان دوره اطلاعات بدست آمده به سه مقطع وزنی شامل۱۵تا۵۰،۵۰تا۱۵۰،۱۵۰تا۳۰۰ گرم تقسیم شدو درنهایت داده های حاصله درقالب طرح بلوک کاملا تصادفی وبا استفاده ازنرم افزار SAS موردتجزیه وتحلیل قرار گرفت.همچنین شاخص های رشد با فرمولهای زیر محاسبه شدند (Turchini *et al*., 2003):

میانگین رشدروزانه : طول دوره رشد ÷ [وزن اولیه – وزن پایان دوره)]، ضریب رشدویژه(SGR):[(طول دوره ÷ (لگاریتم طبیعی وزن اولیه – لگاریتم طبیعی وزن نهایی)] وضریب تبدیل خوراک(FCR) : (افزایش وزن ÷ خوراک مصرفی)، میزان بازماندگی (SR):(تعداد ماهیان در انتهای دوره پرورش÷ تعداد ماهیان در ابتدای دوره پرورش) و فاکتوروضعیت (CF): [۳( طول ماهی( سانتی متر) ÷ وزن (گرم)] درکل دوره ، بااستفاده ازآزمون چند دامنه ای دانکن بایکدیگرمورد مقایسه قرارگرفتند.

**جدول ۱-۲: مشخصات کیفی جیره غذایی مورد استفاده در تحقیق(درصد برحسب ماده خشک)**

| نوع خوراک | پروتئین خام (درصد) | چربی خام (درصد) | حداکثر رطوبت (درصد) | حداکثر فیبر خام (درصد) | حداکثر خاکستر (درصد) | حداکثر انرژی (کالری) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| غذای انگشت قد | ٤٤-٤٢ | ١١-١٠ | ١٢-١٠ | ٣/٥-٣ | ١٠-٩ | ٤٢٠٠-٤١٠٠ |
| *غذای رشد | ٤١-٣٩ | ١٢-١٠ | ١١-١٠ | ٣/٥-٣ | ١١-١٠ | ٣٩٠٠-٣٨٠٠ |

*غذای رشد، شامل: GFT١، GFT٢، GFT٣

## ۳- نتایج

اطلاعات بدست آمده طی نمونه برداریهای مختلف مربوط به هر گروه در جداول زیر آورده شده است .

جدول ۱-۳: میانگین (± انحراف از معیار) پارامترهای فیزیکی وشیمیایی آب استخرهای موردبررسی

| گروه | دمای آب (°C) | DO لیتر/ میلی گرم | pH | *TSS لیتر/ میلی گرم |
|---|---|---|---|---|
| W | ۱۲/٤±۰/٤$^{a}$ | ۷/۹۳±۰/۵۷$^{a}$ | ۷/٤±۰/۲$^{a}$ | ۱۳٦/۳۷±٤۳/۱$^{a}$ |
| $C_1$ | ۱۲/٤±۰/٤$^{a}$ | ۷/٦۸±۰/٦۳$^{a}$ | ۷/٤±۰/۲$^{a}$ | ۱۷۱/۱٦±۳۲/٤$^{b}$ |
| $C_2$ | ۱۲/٤±۰/۷$^{a}$ | ۷/۵۷±۰/۵۱$^{a}$ | ۷/٦±۰/۲$^{b}$ | ۱۹۲/۲۲±۲۹/۹٦$^{c}$ |
| $C_3$ | ۱۲/۲±۰/٦$^{a}$ | ۷/۵۲±۰/۵۲$^{a}$ | ۷/۸±۰/۲$^{c}$ | ۳۱٤/۰۸±۳۹/٤$^{d}$ |

* آزمایشات از خروجی استخرانجام شده است.

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین ها در هر سطر نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده وجود اختلاف معنی داربین میانگین داده ها در سطح ۹۵ درصد می باشد ($p<۰/۰۵$).

**جدول ۲-۳ : تحلیل واریانس و مقایسه میانگین ( ± انحراف از معیار) ترکیبات ازته(میلی گرم در لیتر) آب استخرهای مورد بررسی**

| معیار | گروه | | | |
|---|---|---|---|---|
| | شاهد | آزمون ۱ | آزمون ۲ | آزمون ۳ |
| | W | C1 | C2 | C3 |
| *NO3 | ۰/۰۰۶±۰/۰۰$^{a}$ | ۰/۰۵۱±۰/۰۴۵$^{b}$ | ۰/۱۸±۰/۱۶$^{c}$ | ۰/۴۵۶±۰/۳۲۵$^{d}$ |
| *NO2 | ۰/۱۹±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۲۶±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۲۶±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۲۹±۰/۰۱$^{d}$ |
| *N-NO3 | ۰/۰۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۲۳±۰/۲۰$^{b}$ | ۰/۸۴±۰/۷۳$^{c}$ | ۲/۰۲±۱/۴۴$^{d}$ |
| N-NO2* | ۰/۰۶±۰/۰۲$^{a}$ | ۰/۰۸±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۰۸±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۰۹±۰/۰۰$^{d}$ |
| *N-NH4 | ۰/۱۱±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۱۶±۰/۰۷$^{a}$ | ۰/۲۳±۰/۲۴$^{b}$ | ۰/۲۵±۰/۱۱$^{b}$ |
| *NH4 | ۰/۰۷۷±۰/۰۴$^{a}$ | ۰/۱۱±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۳۴±۰/۰۸$^{c}$ | ۰/۴۲±۰/۰۹$^{d}$ |
| *NH3$^{+}$ | ۰/۰۷۱±۰/۰۵$^{a}$ | ۰/۱۰±۰/۰۹$^{b}$ | ۰/۳۰±۰/۱۵$^{c}$ | ۰/۳۹±۰/۱۵$^{d}$ |
| *N-NH3$^{+}$ | ۰/۰۵±۰/۰۳$^{a}$ | ۰/۰۸±۰/۰۲$^{b}$ | ۰/۲۶±۰/۰۷$^{c}$ | ۰/۳۲±۰/۰۷$^{d}$ |
| *TAN | ۰/۲۱±۰/۱$^{a}$ | ۰/۶۴±۰/۴۳$^{b}$ | ۱/۲±۰/۷۹$^{c}$ | ۲/۳۷±۱/۵۶$^{d}$ |

* آزمایشات از خروجی استخرانجام شده است.

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین ها در هر سطر نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده وجود اختلاف معنی داربین میانگین داده ها در سطح ۹۵ درصد می باشد ($p<۰/۰۵$).

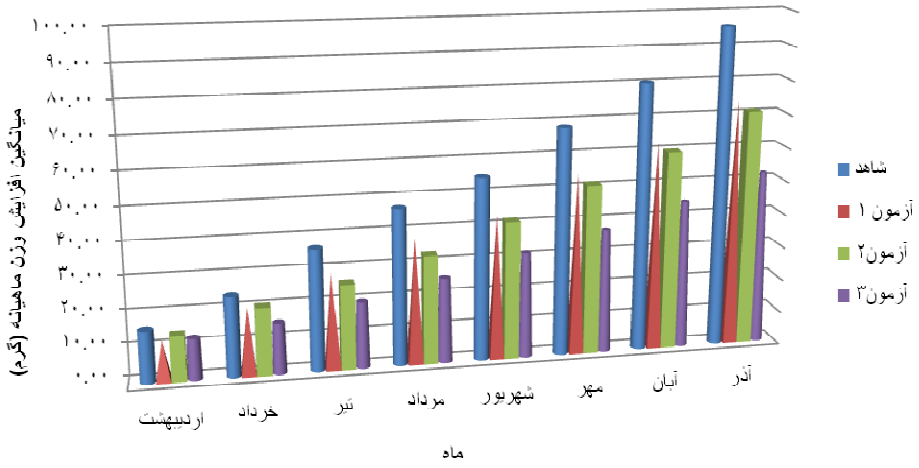
تحلیل آماری داده های مندرج در جدول ۳ و۲ نشان دهنده تاثیرمعنی داراستفاده از آب برگشتی بربرخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب است(p<۰/۰۵).طبق جدول ۴ مقایسه شاخص ضریب چاقی اختلاف معنی را بین گروه شاهد باگروههای آزمون نشان می دهد(p<۰/۰۵) ،ولی مقایسه این شاخص بین گروههای آزمون معنی دار نبود(p>۰/۰۵).مقایسه میانگین ضریب رشد ویژه نشان دهنده معنی دارنبودن اختلاف بین گروه شاهد با سایر گروههای آزمون بود(p>۰/۰۵).

**جدول ۳-۳ : آنالیزواریانس ومقایسه میانگین های(میانگین ± انحراف از معیار) شاخص های رشدماهی قزل آلای رنگین کمان در گروههای مختلف**

| گروه | ضریب چاقی (CF) | ضریب رشد ویژه (SGR) | رشد روزانه (گرم) | ضریب تبدیل غذایی (FCR) | میزان بازماندگی (%SVR) | میزان تلفات (%MR) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| W | ۱/۲۳±۰/۳۷$^{a}$ | ۰/۱۵±۰/۰۵$^{a}$ | ۲/۱۳±۰/۷۵$^{a}$ | ۱/۲٦±۰/۰۵۷$^{a}$ | ۹٦/۷۵±۰/۱۹$^{a}$ | ۳/۲٤±۰/۱۹$^{a}$ |
| $C_1$ | ۱/۲۱±۰/۰٤$^{b}$ | ۰/۱٤±۰/۰۵$^{a}$ | ۱/۷±۰/٦$^{b}$ | ۱/۲۹±۰/۰٤$^{b}$ | ۹٤/۳۱±۰/۳۱$^{b}$ | ۵/٦۸±۰/۳۱$^{b}$ |
| $C_2$ | ۱/۲۱±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۱٤±۰/۰٤$^{a}$ | ۱/٦۳±۰/۵۹$^{b}$ | ۱/۳۳±۰/۰۳$^{c}$ | ۹۰/۲۵±۱/۲۹$^{c}$ | ۹/۷۵±۱/۲۹$^{c}$ |
| $C_3$ | ۱/۲±۰/۳۷$^{b}$ | ۰/۱۳±۰/۰۳$^{a}$ | ۱/۲±۰/٤۲$^{c}$ | ۱/۳۸±۰/۰۱$^{d}$ | ۸۱/۲۵±۰/۵٦$^{d}$ | ۱۸/۷٤±۰/۵٦$^{d}$ |

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین ها در هر سطر نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده وجود اختلاف معنی داربین میانگین داده ها در سطح ۹۵ درصد می باشد (p<۰/۰۵).

مقایسه میانگین ضریب تبدیل غذایی و میزان بازماندگی و تلفات نشان دهنده اختلاف معنی دار تمامی گروهها با یکدیگر بود(p<۰/۰۵).




**نمودار ۱-۳ : میانگین افزایش وزنی(گرم) ماهیانه ماهیان گروههای مورد بررسی**

**جدول ٤-۳: میانگین وزنی(± انحراف از معیار )،تولید وتراکم نهایی برداشت شده گروههای مختلف در پایان دوره**

| معیار / گروه | وزن نهایی (کیلوگرم) | تولید نهایی (کیلوگرم) | تراکم نهایی ( مترمربع / کیلوگرم) |
|---|---|---|---|
| شاهد | ٤١٢±٢٤/٦ | ١٤٦١ | ٣٦/٥ |
| آزمون ١ | ٣٢٩±٢٠/٥ | ١١٣٥ | ٢٨/٤ |
| آزمون ٢ | ٢٨٩±١٣/٥ | ٩٤١ | ٢٣/٥ |
| آزمون ٣ | ٢٣٨±١٧ | ٧١٨ | ١٨ |

## ٤- بحث ونتیجه گیری

هم تراکم ماهی ( تراکم بالا ) و هم میزان توده ماهی(ظرفیت حمل آب)معیارهای زیست شناختی بسیار مهم و معنی دار برای سیستمهای پرورش متراکم ماهی هستند زیرا معمولا ملاحظات اقتصادی حکم می کنند که حداکثر استفاده هم از آب و هم از فضا به عمل آید . در سیستمهای پرورش متراکم میزان توده زنده که مقدار معینی از جریان آب می تواند از آن حمایت کند ، معمولا در درجه اول به سوخت و ساز ماهی بستگی دارد . زیرا میزان سوخت و ساز ماهی ، مقدار مصرف اکسیژن و تولید مواد دفعی را تعیین می کند . معمولا نیازهای رفتاری از نظر مقدار فضا ، دومین عامل محدود کننده هستند . اگر چه فضا مهم است ، اما معمولا فضای فیزیکی ( حجم ) در دسترس ، عامل محدود کننده رشد نیست بلکه در دسترس بودن آب با کیفیت بالا و میزان جریان مورد نیاز برای فراهم آوردن اکسیژن و رقیق کردن مواد دفعی ناشی از سوخت و ساز در میزان رشد تاثیر دارند. لذا براورده کردن فاکتورهای کیفی آب موردنیاز برای تولیداز ضروریات مدیریت تولیددر سیستمهای برگشت آب بشمار می آید.(Wedemeyer1996). درتحقیق حاضر فاکتورهای فیزیکی وشیمیایی از جمله درجه حرارت آب با دامنه ۰/۵± ۱۲/۴درجه سانتیگراد برای تمامی گروهها درطول دوره پرورش یکسان بود .بر اساس نتایج بدست آمده در طول دوره تحقیق اسیدیته آب بطورمتوسط با دامنه ۰/۳± ۷/۳ اندازه گیری شد،این موضوع بیانگراین است که آب ماهیان آزمایشی از اسیدیته مطلوبی درکل دوره برخورداربود(Sedgwick , 1995; Sniesko & Axelord, 1976) .برای پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان حداقل اکسیژن محلول موردنیازبرابر۵ میلی گرم درلیتردر محل خروجی استخرومیزان اکسیژن مطلوب برای این ماهی ۹ میلی گرم درلیتر است لذا با کاربری دستگاههای هواده مانع ازنوسانات شدید اکسیژن شده ومقداراکسیژن تامین شده برای ماهیان آزمایشی تقریباًدردامنه قابل قبولی مدیریت شد(Meade, 1989; Risa & Skjervold , 1975). دامنه تغییرات اکسیژنی بدست آمده حداکثر۰/۵۷

±۷/۹۳میلی گرم درلیتربرای قسمت ورودی آب گروه شاهد و حداقل ۰/۲ ± ۶/۱ در خروجی اندازه گیری شد که تفاوت معنی داری بین کلیه گروههای آزمون طی دوره پرورش مشاهده نشد .

میزان مواد تام مواد وقابل رسوب (TSS) ،غلظت هایی دلخواه برای سلامتی ماهی مشخص نیست ،به نظر می رسد که مجاورت مستمر ماهیان با ۱۰۰ میلی گرم در لیتر از متغیرفوق حداکثرمقدارقابل تحمل برای اغلب ماهیان باشد.مجاورت چندین ماهه ماهی قزل آلای رنگین کمان پرواری با ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در لیتر TSS باعث بروز آسیب هایی نظیر پوسیدگی باله و دم به همراه ضایعاتی در آبشش می گردد (Redding J *et al.*۱۹۸۷ )حضور مواد آلی بیش از حد مجاز باعث افزایش بار میکروبی و کاهش اکسیژن محلول شده که اثرات آن بروی باله ها شامل؛ پوسیدگی این اندامها و نیز ضایعات متنوع آبشش است که در نهایت منجر به مرگ ماهیان شود.استفاده مجدد از آب برای پرورش ماهی قزل آلا ممکن است منجر به ضایعات و آسیبهای ناشی از آمونیاک و محصولات جانبی آن یعنی نیتریت و نیترات در ماهیان قزل آلا بویژه در آبشش آنها می گردد( Blackburn& Clarke,1990). مکانیسم تأثیر مسمومیت با آمونیاک و نیتریت بروی فیزیولوژی ماهیان استخوانی هنوز ناشناخته است، اما ضایعات آبشش ماهیان قزل آلا در اثر مسمومیت با آمونیاک دارای مدارک زیادی است. بعلاوه افزایش مصرف اکسیژن، تنفس سریعتر ماهی و جلوگیری از رشد سریع ماهیان قزل آلا نیز از اثرات مسمومیت با آمونیاک محسوب می گردد و بالاخره کاهش توانایی هموگلوبین گلبولهای قرمز خون ماهی در انتقال اکسیژن نیز از دیگر عوارض افزایش آمونیاک بیش از حد مجاز است. افزایش آمونیاک درآب دارای اثر مستقیم بروی آبشش ماهیان می باشد که پس از طی فرآیندهایی منجر به مرگ ماهیان در اثر نقص در تعادل اسمزی می گردد. نیتریت باعث تولید موادی مانند مت هموگلوبین در خون ماهیان می گردد ( Colt *et al.*,1991; Viadero *et al.,* *2005*) .بررسی آماری میزان موادتام وقابل رسوب ،آمونیاک نشان دهنده این است که با افزایش جایگزینی آب برگشتی بر میزان این مواد افزوده شده وپیرو وجود آنها مشکلات پرورشی ناشی از آن به طور معنی داری بر

میزان شاخص های رشد قزل الای رنگین کمان تاثیر گذار می گردد که با نتایج تحقیقات Broussard *et al*., 1976; Kebus *et al*., 1992; Mario, 1976; Sniesko & Axelord,1976; Wedemeyer,1996 مطابقت دارد.

دراین تحقیق گروه شاهد با کمینه میانگین موادتام وقابل رسوب ۴۳/۱±۱۳۶/۳۷ وآزمون ۳ با بیشینه میانگین۳۹/۴±۳۱۴/۰۸ نشان دهنده روند افزایشی این مواد علیرغم استفاده از درآم فیلتر(تصفیه کننده فیزیکی آب برگشتی) با چشمه ۵۰ میکرون ،حوضچه های ترسیب بعد از خروجی وسیفوناژ روزانه آنها با افزایش استفاده از آب برگشتی بطور معنی داری در گروههای مختلف تحقیق می باشد($p<۰/۰۵$).

ازطرفی مقایسه میانگین های مربوط به گازهای ازته مندرج در جدول ۳ بیانگر این واقعیت است که هرچند اکسیژن آب توسط سیستمهای مختلف هوادهی در فازهای متفاوت بطور مطلوبی متوازن نگهداری شد ولی به واسطه استفاده مجدد از آب برگشتی در سیستم چرخشی ازت نیتریته و آمونیاکی بطور معنی داری به ترتیب افزایش استفاده از آب برگشتی درگروههای مختلف تحقیق افزایش یافت($p<۰/۰۵$).

Blackburn وهمکارانش در سال ۱۹۹۰ نشان دادند که تراکم ذخیره سازی بالا و در حد ۲۵ کیلو گرم در هر متر مکعب ، در صورتی که مقادیر اکسیژن محلول را با تزریق اکسیژن در حد نزدیک به اشباع نگهداریم تاثیری بر رشد و وارد شدن ماهی آزاد کوهوی مرحله صفر به مرحله بچه ماهی رهاسازی شده به دریا ندارد . بنابر این ، اگر چه می توان مقدار توده زنده تولید شده به ازای واحد حجم آب را با تزریق اکسیژن افزایش داد در مقابل سلامتی ، رشد و میزان بقای ماهی الزاما افزایش نمی یابد و ممکن است در بعضی از گونه های ماهی کاهش داشته باشد (Hosseinzadeh sahhafi *et al*.2011 )

باستناد نتایج بدست آمده در جدول ۴ اثرات نامطلوب این فاکتورها بر ماهی قزل آلای رنگین کمان سبب افزایش معنی دار در ضریب تبدیل غذایی ، میزان تلفات ماهیان وکاهش معنی دار درمیزان بازماندگی ، ضریب چاقی ماهی قزل آلای رنگین کمان گردید($p<۰/۰۵$). از آنجائیکه هدف نهایی استفاده از اب برگشتی در راستای

افزایش حجم آب برای افزایش تولید می باشد لذا مقایسه تولید نهایی و تراکم در واحدسطح (جدول ۵) نشان دهنده اختلاف معنی داربین گروه شاهد وگروههای آزمون بود(p<۰/۰۵). بطوریکه با افزایش استفاده از آب برگشتی میزان تولید ومتعاقب آن تولید در واحدسطح کاهش معنی داری پیداکرد(p<۰/۰۵).مقایسه میانگین افزایش رشد ماهیانه گروههای مختلف دراین تحقیق( نمودار۱) مبین کاهش معنی دار رشد ماهیان گروههای آزمون نسبت به گروه شاهد وگروه آزمون ۱و۲ با گروه آزمون ۳ بود(p<۰/۰۵).درمقایسه همین فاکتوراختلاف معنی داری بین گروههای آزمون۱و۲ مشاهده نشد که با یافته هایBlackburn وهمکارانش درسال ۱۹۹۰ همخوانی داشته ودر قزل آلای رنگین کمان هم مصداق دارد (p>۰/۰۵).

جمع بندی نتایج بدست آمده مبین آن است که استفاده از آب برگشتی نیازمند محاسبه دقیق ونظارت کارشناسانه آب از لحاظ کنترل فاکتورهای منفی براساس تعیین ظرفیت مطلوب برای دستیابی به تولید معقول ومدیریت صحیح غذادهی می باشد(Mcsweeny, 1977) .با ستناد نتایج این تحقیق پیشنهاد می گرددر صورت راه اندازی سخت افزاری تجهیزات موردنیاز برای راه اندازی سیستم نیمه مداربسته ، بکاربردن خوراک با کیفیت ،مدیریت صحیح غذادهی ومدیریت بهداشتی مناسب در کنار آن از ضروریات دستیابی به تولید بوده و با رعایت موارد ذکر شده می توان حداکثر با ۷۰درصد آب برگشتی باضافه ۳۰٪ آب تازه در این سیستم به نتایج تولیدی مناسبی باتوجه به افزایش توان تولیدی در واحدسطح دست یافت .

## تشکر وقدردانی

ازآقای فخرالدین فریدی مدیر مزرعه قائم که در اختیار گذاشتن مزرعه وتهیه ،تامین تجهیزات ونهاده های لازم ما را یاری کردند سپاسگزاری می شود.از آقایان دکتر یوسفعلی اسدپور ،دکتر یحیی زاده، صابرشیری وخانم مهندس ژاله علیزاده که در انجام مراحل تحقیق همکاری داشته اند تشکر وقدردانی بعمل می آید.

## منابع


۱) ستاری ،م و معتمد ،م . ۱۳۷۶ . پرورش متراکم ماهی ،انتشارات دانشگاه گیلان .صفحه ۱۳۹ .

۲) علیزاده ،م و دادگر ، ش .۱۳۸۰ .مدیریت تعذ یه در پرورش مترا کم آبز یان . معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، اداره کل آموزش و ترویج صفحه ۱۹۰ .

۳) لاوسون، ت.۱۳۸۰. اصول مهندسی آبزیان، وزارت جهاد کشاورزی، شرکت سهامی شیلات ایران، ۵۰۵صفحه.

۴) هدایتی، ع .۱۳۸۴ .چالش ها و فرصت های افزایش مصرف، www.iranfisheries.net Cited 20 Feb 2000

5) Alabaster J.S. and Lloyd R . , 1982. Ammonia. *In*: Water Quality Criteria for Freshwater Fish, pp. 85–102. London: Butterworth.
6) Blackburn j. and Clarke W., 1990. Lack of density effect on growth and smolt quality in zero-age *coho salmon*. Aquaculture Engineering, 9:121-130.
7) Boyd , C.E.1979. Determination of total ammonia nitrogen and chemical oxygen demand in Fish culture systems . Transactions of the American Fisheries Society. 108(3):314-319. (223-660).
8) Brinker A., Koppe, W. and Rosch R., 2005. Optimized effluent treatment by stabilized trout faeces. Aquaculture, pp.125-144.
9) Broussard M.C. and Simco B.A., 1976. High density culture of channel catfish in a recirculation system, Prog. Fish Culturist, 38:138-41.
10) Burrows R. E., 1964. Controlled environments for salmon propagation, Prog. Fish culture, 30: 123-36.
11) Chen S., Stechey D. and Malone R.F., 1994. Suspended solids control in recirculating aquaculture systems. *In*: (M.B Timmons & T.M. Losordo eds), Aquaculture Water Reuse Systems: Engineering Design and Management. Elsevier, New York, NY. pp. 61-100.
12) Colt J.E ., Orwicz K. and Bouk G.L., 1991. Water quality considerations and criteria for high-density fish culture with supplemental oxygen. *In:* American Fisheries Society Symposium Vol. 10. pp. 372–385.
13) Colt J. E. and Armestrong D.A. 1981. Nitrugen toxicity to crustaceans, fish and mollusks. In: Proceeding of the bio-Engineering Symposium for fish Culture (ed.By L.J. Allen & E.C. Kinney) pp. 34-47. Fish Culture Section, Norheast Spciety of Cnservation Engineers, Bethesda, MD.
14) Colt J., 1986. Gas supersaturation - impact on the design and operation of aquatic systems. Aquacultural Engineering, 5: 49-85.
15) FAO., 2002. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome. 150 p.
16) Hankie K., Wantawin, C. 1990. Nitrification at low levels of dissolved oxygen with and without organic loading in a suspended – growet reactor . Wat. Res., 24,3,297-302 .
17) Harris L.E., 1977. Clarifying bacterial substrates for hatchery water reuse ColoradC' DiI'isiOlr of Wildlife Special Report, No. 40.
18) Hosseinzadeh sahhafi H., Negarestan H., Nafari yazdi M.,Shakouri,M. and F., Farahani 2011. Fluctuation of important chemical parameters in inlet and outlet waters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms with respects to fish growth and production in North-Iran. Advances in Environmental Biology. Vol.5. pp.1150-1155.
19) Kebus M .J., and five coauthors.,1992. Effects of rearing density on the response and growth of rainbow trout. Journal of Aquatic Animal Health ,Vol. 4.pp1-6.
20) Klontz G.W., 1979. Fish for the future: Concepts and methods of intensive aquaculture. Pub: University of Idaho,192P.
21) Mario R.D., 1976. Technical and economic review of the use of reconditioned water in aquaculture. *In:* (T. V. R Piuay and W.A Dill., eds), Alliances ill Aquaculture, pp508-520.
22) Mcsweeny D.S., 1977. Intensive culture systems, *In:* Shrimp Prawn Fanni"gill the Western Hemisphere, (eds) J. A Hansen and H. L. Goodwin, Dowden Hulchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, pp255-272.
23) Meade, J.W., 1989. *Aquaculture Management*, Van Nostrand Reinhold, New York,
24) New York.

25) Randall D.J. and Tsui T.K.N 2002. Ammonia toxicity in fish , Elsevier, Marine pollution Bulletine 45. pp. 17-32.
26) Redding J. W., Schreck C. B., and Everest F. H., 1987. Physiological effects on *coho salmon* and steelhead of exposure to suspended solids. Trans. Am. Fish. Soc. pp737-744.
27) Risa ,S. and Skervold, H. 1975. Water reuse system for small production, Aqua eulrure,6,191-5
28) Risa S., and Skjervold H., 1975. Water reuse system for small production, Aquaculture vol.6,pp191-195
29) Rogers G.L., Klemetson S.L., 1985. Ammonia Removal in Selected Aquaculture Water Reuse biofilters Aquaculture Engineering 4, 135-154.
30) Ruohonen,K.,Vielma j., and Grove D.J., 1998. Effects of feeding frequency on growth and food utilization of ranbow trout fed lpw-fat herring or dry pellets. Aquaculture, 165:111-121.
31) Russo, R.C.,1985. Ammonia, Nitrite and nitrate . pages 455-471 in G.M. Rand and S.R. petro celli, editors. Fundamentals of aquatic toxicology Hemisphere New York.
32) Sedgwick S.D., 1995. "Trout Farming Handbook" by fishing news books in oxford, Cambridge.164P.
33) Siddal J., 1974. Studies of closed marine culture systems, Prog. Fisk Culturist, 36: 8-15.
34) Sniesko S.F and Axelord, H.R 1976. Diseases of fish. Vol. 5. Environmental stress and fish diseases. T. F. H Publication. Nepton City. USA.
35) Suantika, G., Dhert, P., Sweetman , E., O'Brein, E. and Sorgeloos,P., 2003. Technical and economical feasibility of a rotifer reciculation system. Aquacultur 227,173-189.
36) Summerfel S., Wilton G., Roberts D., Rimmer T., Fonkalsrud K., 2004. Development in recirculation systems for Arctic char culture in North America, Elsevier , Aquaculture Engineering 30.31-71.
37) Thomas, S.,Perry, S. F. (1992). Control and consequences of adrenergic activation of red blood cell Na+/H+ exchange of blood oxygen and carbon dioxide transport. J. exp. Zool. 263.,160–175.
38) Turchini G.M., Mentasti T., Froyland L., Orban E., Caprino F., Moretti V.M. and Valfre F., 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout. Aquaculture.pp251-267.
39) Viadero R.C., Cunningham J.H., Semmens K.J and Tierney A.E., 2005. Effluent and production impacts of flow-through aquaculture operations in West Virginia., 3red ed,Aqua Engineering, Virginia.pp.258-270.
40) Wedemeyer G.A., 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman and Hall, New York, 232P

# پیوست

## جدول ۱-۱ : محدوده دمایی مورد نظر در پرورش ماهیان سردآبی

**اندازه ماهی ( گرم )  مصرف اکسیژن(گرم به ازای کیلووزن زنده )در درجه حرارتهای مختلف آب (سانتی گراد)**

| دما | ۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۰ |
|---|---|---|---|---|
| ۰/۱ | ۲۲۲/۸ | ۴۲۰/۴ | ۵۹۴/۳ | ۸۰۳ |
| ۰/۵ | ۱۶۳ | ۳۰۷/۶ | ۴۳۴/۹ | ۵۸۷/۷ |
| ۱ | ۱۴۲/۵ | ۲۶۸/۹ | ۳۸۰/۲ | ۵۱۳/۷ |
| ۱/۵ | ۱۳۱/۷ | ۲۴۸/۶ | ۳۵۱/۴ | ۴۷۴/۸ |
| ۲ | ۱۲۴/۶ | ۲۳۵/۱ | ۳۳۲/۴ | ۴۴۹/۱ |
| ۳ | ۱۱۵/۲ | ۲۱۷/۳ | ۳۰۷/۲ | ۴۱۵/۱ |
| ۴ | ۱۰۸/۹ | ۲۰۵/۵ | ۲۹۱/۵ | ۳۹۲/۶ |
| ۵ | ۱۰۴/۳ | ۱۹۶/۸ | ۲۷۸/۲ | ۳۷۵/۹ |
| ۱۰ | ۹۱/۲ | ۱۷۲/۱ | ۲۴۳/۲ | ۳۲۸/۶ |
| ۲۵ | ۷۶/۳ | ۱۴۴/۰ | ۲۰۳/۶ | ۲۷۵/۱ |
| ۵۰ | ۶۶/۷ | ۱۲۵/۹ | ۱۷۸/۰ | ۲۴۰/۵ |
| ۷۵ | ۶۱/۷ | ۱۱۶/۴ | ۱۶۴/۵ | ۲۲۲/۳ |
| ۱۰۰ | ۵۸/۳ | ۱۱۰/۱ | ۱۵۵/۶ | ۲۱۰/۲ |

**جدول۲-۱ : رابطه مصرف اکسیژن واندازه ماهی قزل آلای رنگین کمان در ۱۵ درجه سانتی گراددرجه حرارت آب**

| اندازه ماهی | طول (سانتی متر) | مصرف اکسیژن (میلی گرم در کیلوگرم در ساعت) | | |
|---|---|---|---|---|
| (گرم) | قزل آلا | ماهی آزاد | قزل آلا | ماهی آزاد |
| ۰/۵ | ۳/۵ | ۳/۹ | ۴۲۱/۷ | ۳۰۷/۶ |
| ۱/۰ | ۴/۵ | ۴/۹ | ۳۸۳/۲ | ۲۶۸/۹ |
| ۱/۵ | ۵/۱ | ۵/۶ | ۳۶۲/۳ | ۲۴۸/۶ |
| ۲/۰ | ۵/۷ | ۶/۲ | ۳۴۸/۲ | ۲۳۵/۱ |
| ۳/۰ | ۶/۴ | ۷/۱ | ۳۲۹/۳ | ۲۱۷/۳ |
| ۴/۰ | ۷/۱ | ۷/۸ | ۳۱۶/۵ | ۲۰۵/۵ |
| ۵/۰ | ۷/۷ | ۸/۵ | ۳۰۶/۹ | ۱۹۶/۸ |
| ۱۰/۰ | ۹/۷ | ۱۰/۶ | ۲۷۸/۹ | ۱۷۲/۱ |
| ۲۵ | ۱۳/۱ | ۱۴/۴ | ۲۴۵/۸ | ۱۴۴/۰ |
| ۵۰ | ۱۶/۵ | ۱۸/۰ | ۲۲۳/۳ | ۱۲۵/۹ |
| ۷۵ | ۱۸/۸ | ۲۰/۷ | ۲۱۱/۱ | ۱۱۶/۴ |
| ۱۰۰ | ۲۰/۸ | ۲۲/۹ | ۲۰۲/۹ | ۱۱۰/۱ |

**جدول۳-۱: مشخصات کیفی جیره غذایی مورد استفاده در تحقیق(درصد برحسب ماده خشک)**

| نوع خوراک | پروئین خام (درصد) | چربی خام (درصد) | حداکثررطوبت (درصد) | حداکثرفیبرخام (درصد) | حداکثرخاکستر (درصد) | حداکثرانرژی (کالری) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| غذای انگشت قد | ۴۲-۴۴ | ۱۰-۱۱ | ۱۰-۱۲ | ۳-۳/۵ | ۹-۱۰ | ۴۱۰۰-۴۲۰۰ |
| *غذای رشد | ۳۹-۴۱ | ۱۰-۱۲ | ۱۰-۱۱ | ۳-۳/۵ | ۱۰-۱۱ | ۳۸۰۰-۳۹۰۰ |

*غذای رشد، شامل: GFT۱، GFT۲، GFT۳

**جدول ۱-۳: میانگین ( ± انحراف از معیار) پارامترهای فیزیکی وشیمیایی آب استخرهای موردبررسی**

| گروه | دمای آب (°C) | DO لیتر/ میلی گرم | pH | *TSS لیتر/ میلی گرم |
|---|---|---|---|---|
| W | ۱۲/۴±۰/۴$^{a}$ | ۷/۹۳±۰/۵۷$^{a}$ | ۷/۴±۰/۲$^{a}$ | ۱۳۶/۳۷±۴۳/۱$^{a}$ |
| $C_1$ | ۱۲/۴±۰/۴$^{a}$ | ۷/۶۸±۰/۶۳$^{a}$ | ۷/۴±۰/۲$^{a}$ | ۱۷۱/۱۶±۳۲/۴$^{b}$ |
| $C_2$ | ۱۲/۴±۰/۷$^{a}$ | ۷/۵۷±۰/۵۱$^{a}$ | ۷/۶±۰/۲$^{b}$ | ۱۹۲/۲۲±۲۹/۹۶$^{c}$ |
| $C_3$ | ۱۲/۲±۰/۶$^{a}$ | ۷/۵۲±۰/۵۲$^{a}$ | ۷/۸±۰/۲$^{c}$ | ۳۱۴/۰۸±۳۹/۴$^{d}$ |

* آزمایشات از خروجی استخرانجام شده است.

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین ها در هر سطر نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده وجود اختلاف معنی داربین میانگین داده ها در سطح ۹۵ درصد می باشد ($p<۰/۰۵$).

**جدول ۲-۳: تحلیل واریانس و مقایسه میانگین ( ± انحراف از معیار) ترکیبات ازته(میلی گرم در لیتر) آب استخرهای مورد بررسی**

| معیار | گروه | | | |
|---|---|---|---|---|
| | شاهد W | آزمون ۱ C1 | آزمون ۲ C2 | آزمون ۳ C3 |
| *NO3 | ۰/۰۰۶±۰/۰۰$^{a}$ | ۰/۰۵۱±۰/۰۴۵$^{b}$ | ۰/۱۸±۰/۱۶$^{c}$ | ۰/۴۵۶±۰/۳۲۵$^{d}$ |
| *NO2 | ۰/۱۹±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۲۶±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۲۶±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۲۹±۰/۰۱$^{d}$ |
| *N-NO3 | ۰/۰۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۲۳±۰/۲۰$^{b}$ | ۰/۸۴±۰/۷۳$^{c}$ | ۲/۰۲±۱/۴۴$^{d}$ |
| N-NO2* | ۰/۰۶±۰/۰۲$^{a}$ | ۰/۰۸±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۰۸±۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۰۹±۰/۰۰$^{d}$ |
| *N-NH4 | ۰/۱۱±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۱۶±۰/۰۷$^{a}$ | ۰/۲۳±۰/۲۴$^{b}$ | ۰/۲۵±۰/۱۱$^{b}$ |
| *NH4 | ۰/۰۷۷±۰/۰۴$^{a}$ | ۰/۱۱±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۳۴±۰/۰۸$^{c}$ | ۰/۴۲±۰/۰۹$^{d}$ |
| *$NH3^{+}$ | ۰/۰۷۱±۰/۰۵$^{a}$ | ۰/۱۰±۰/۰۹$^{b}$ | ۰/۳۰±۰/۱۵$^{c}$ | ۰/۳۹±۰/۱۵$^{d}$ |
| *$N-NH3^{+}$ | ۰/۰۵±۰/۰۳$^{a}$ | ۰/۰۸±۰/۰۲$^{b}$ | ۰/۲۶±۰/۰۷$^{c}$ | ۰/۳۲±۰/۰۷$^{d}$ |
| *TAN | ۰/۲۱±۰/۱$^{a}$ | ۰/۶۴±۰/۴۳$^{b}$ | ۱/۲±۰/۷۹$^{c}$ | ۲/۳۷±۱/۵۶$^{d}$ |

* آزمایشات از خروجی استخرانجام شده است.

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین ها در هر سطر نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده وجود اختلاف معنی داربین میانگین داده ها در سطح ۹۵ درصد می باشد ($p<۰/۰۵$).

**جدول ۳-۳ : آنالیزواریانس ومقایسه میانگین های(میانگین ± انحراف از معیار) شاخص های رشدماهی قزل آلای رنگین کمان در گروههای مختلف**

| گروه | ضریب چاقی (CF) | ضریب رشد ویژه (SGR) | رشد روزانه (گرم) | ضریب تبدیل غذایی (FCR) | میزان بازماندگی (%SVR) | میزان تلفات (%MR) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| W | ۱/۲۳±۰/۳۷$^{a}$ | ۰/۱۵±۰/۰۵$^{a}$ | ۲/۱۳±۰/۷۵$^{a}$ | ۱/۲۶±۰/۰۵۷$^{a}$ | ۹۶/۷۵±۰/۱۹$^{a}$ | ۳/۲۴±۰/۱۹$^{a}$ |
| $C_1$ | ۱/۲۱±۰/۰۴$^{b}$ | ۰/۱۴±۰/۰۵$^{a}$ | ۱/۷±۰/۶$^{b}$ | ۱/۲۹±۰/۰۴$^{b}$ | ۹۴/۳۱±۰/۳۱$^{b}$ | ۵/۶۸±۰/۳۱$^{b}$ |
| $C_2$ | ۱/۲۱±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۱۴±۰/۰۴$^{a}$ | ۱/۶۳±۰/۵۹$^{b}$ | ۱/۳۳±۰/۰۳$^{c}$ | ۹۰/۲۵±۱/۲۹$^{c}$ | ۹/۷۵±۱/۲۹$^{c}$ |
| $C_3$ | ۱/۲±۰/۳۷$^{b}$ | ۰/۱۳±۰/۰۳$^{a}$ | ۱/۲±۰/۴۲$^{c}$ | ۱/۳۸±۰/۰۱$^{d}$ | ۸۱/۲۵±۰/۵۶$^{d}$ | ۱۸/۷۴±۰/۵۶$^{d}$ |

حروف مشترک در جدول مقایسه میانگین ها در هر سطر نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده وجود اختلاف معنی داربین میانگین داده ها در سطح ۹۵ درصد می باشد ($p<۰/۰۵$).

**جدول ٤-۳: میانگین وزنی(± انحراف از معیار )،تولید وتراکم نهایی برداشت شده گروههای مختلف در پایان دوره**

| معیار / گروه | وزن نهایی (کیلوگرم) | تولید نهایی (کیلوگرم) | تراکم نهایی ( مترمربع / کیلوگرم) |
|---|---|---|---|
| شاهد | ۴۱۲±۲۴/۶ | ۱۴۶۱ | ۳۶/۵ |
| آزمون ۱ | ۳۲۹±۲۰/۵ | ۱۱۳۵ | ۲۸/۴ |
| آزمون ۲ | ۲۸۹±۱۳/۵ | ۹۴۱ | ۲۳/۵ |
| آزمون ۳ | ۲۳۸±۱۷ | ۷۱۸ | ۱۸ |

## Abstract

This research was carried out to determined water reuse effects on growth indices of rainbow trout. For this reason 4 groups includes: control (with use of 100% fresh water), Test 1(rearing with use of 30% recycled water (with physical filtration) and 10% fresh water), Test 2(using of 10% recycled water (with physical filtration) and 30% fresh water), Test 3(using of 100% recycled water) was done. Fish stock of each groups were done with 62 fish in each square meter and average weight (15±1.5).The Growth index, SGR,CF, FCR, SR between different groups in each month was calculated and determined. In this research comparison the average of month growth increasment between different groups indicated that significant decrease of growth in test groups with control group and also 1 and 2 groups with 3 group ($p < 0.05$). There were not considerable differences to comparison this factor between groups 1 and 2($p > 0.05$). To comparison FCR, SR, MR has shown a significant difference between different groups to each other ($p < 0.05$). These results shows that with increasing the replacement of water in rainbow trout culture ponds with recycled water cased significant decrease in SR and CF and significant increase in MR and finally decrease in production and density per unit area ($p < 0.05$).

**Keywords**: *Oncorhynchus mykiss*, reused water, growth index

**Ministry of Jihad – e – Agriculture**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Regional Artemia Reference Center**

---

**Project Title :** Study of increasing production in trout rearing farms with focusing on water aeration systems and water physical filtration aspect in west Azarbaigan province
**Apprpved Number:** 4-79-12- 87032
**Author:** Ali Nekuie Fard
**Project Researcher :** Ali Nekuie Fard
**Collaborator(s)** *:* H.Hossainzadeh Sahafe, Y.Asadpoor, M.Yahyazadeh, A.Farivar, , J.Alizadeh, R.Vahabzadeh
M.Shirvalilo
**Advisor(s): -**
**Supervisor: -**
**Location of execution :** West Azarbijan Province
**Date of Beginning :** 2009
**Period of execution :** 1 Year
**Publisher :** ***Iranian Fisheries Research Organization***
**Date of publishing :** ***2014***

**All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference**

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION -**
**Regional Artemia Reference Center**

**Project Title :**

# Study of increasing production in trout rearing farms with focusing on water aeration systems and water physical filtration aspect in west Azarbaigan province

**Project Researcher :**

*Ali Nekuie Fard*

**Register NO.**

*42847*