

بهینه‌سازی تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از طریق استفاده از پساب استخرهای خاکی (مطالعه موردی: شهرستان بافق، استان یزد)

- اکرم بمانی‌خرانق*: گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
- مرتضی علیزاده: مرکز تحقیقات آبزیان آب‌های شور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بافق، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۸

چکیده

این تحقیق با هدف امکان بهره‌برداری از آب خروجی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در بافق انجام گرفت. برای این منظور ۴ استخر خاکی پرورش قزل‌آلا هر یک به مساحت ۰/۵ هکتار در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل تیمار ۱) پرورش در شرایط متعارف در استخرهای خاکی بدون استفاده مجدد از آب خروجی و تیمار، ۲) پرورش در شرایط متعارف در استخرهای خاکی با استفاده مجدد از آب خروجی در حوضچه‌های گرد بتنی در انتهای استخرهای خاکی بودند. وزن اولیه رها سازی با میانگین ۲۵ گرم و تراکم رها سازی در استخرهای خاکی یک عدد در مترمربع و در حوضچه‌های بتنی تیمار دو، ۷۰ عدد در مترمربع در نظر گرفته شد. دوره پرورش حدود ۴/۵ ماه و در نیمه دوم سال انجام گرفت. میزان متوسط تولید در تیمار یک ۲۱۹۳ کیلوگرم و در مورد تیمار دو ۲۸۳۱ کیلوگرم بود. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که هیچ‌یک از فاکتورهای فیزیکی‌شیمیایی آب در حوضچه‌های بتنی محدودیت‌زا و بحرانی نبودند. مقایسه فاکتورهای رشد دو تیمار نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار از لحاظ بیوماس نهایی، درصد افزایش وزن، درصد بازماندگی نهایی و ضریب تبدیل غذا وجود دارد ($P < 0/05$) و تیمار دوم از این لحاظ شرایط بهتری نسبت به تیمار اول داشت. براساس نتایج تحقیق، از طریق استفاده مجدد از آب خروجی استخرهای خاکی، امکان افزایش تولید به میزان حدود ۳۱٪ و امکان افزایش در آمد به میزان حدود ۴۱٪ وجود دارد.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، استخر خاکی، آب لب‌شور، آب خروجی، حوضچه بتنی



مقدمه

استفاده مجدد از پساب در کشورهای توسعه یافته، یکی از مهم‌ترین مباحث مطرح در نگرش جامع به منابع آب است. بهره جستن از پساب تصفیه شده، علاوه بر حل بحران‌های محیط‌زیستی ناشی از ورود فاضلاب به محیط‌های پذیرنده، کمک شایانی به بهره‌برداری از منابع آب غیرمتداول کرده و موجب حفظ منابع آب می‌گردد (Rashid و همکاران، ۲۰۰۵). از کل آب‌های موجود در طبیعت تنها ۰/۱۶ درصد شامل آب‌های شیرین سطح زمین می‌باشد و بقیه به صورت یخ‌های قطبی و یا به صورت آب‌های شور دریاها و اقیانوس‌ها خارج از دسترس بشر است. پیشرفت صنعت از یک طرف باعث افزایش روز افزون مصرف آب و از طرف دیگر باعث آلودگی آب شده است به طوری که همین مقدار اندک آب شیرین قابل دسترس در معرض خطر جدی ناشی از استفاده بیش از حد و آلودگی قرار گرفته است. آبی که پس از یک‌بار استفاده به طبیعت بازگردانده می‌شود، در حدود ۷۷۰۰ سال زمان لازم دارد تا دوباره به عنوان یک منبع پاک در اقیانوس‌ها قرار گیرد (EPA، ۲۰۰۶). ایران با متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی‌متر جزو کشورهای نیمه خشک دنیاست و مشکل کمبود آب از گذشته بسیار دور وجود داشته است. حجم منابع آب تجدیدپذیر حدود ۱۰۰ میلیارد مترمکعب است که ۷۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). در این میان، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را نیز شامل می‌شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راهگشا باشد. لذا استفاده بهینه و چندمنظوره از منابع آبی و توسعه بخشی از صنعت کشاورزی از جمله صنعت تکثیر و پرورش آبزیان از طریق بهره‌گیری از منابع آب غیرقابل استفاده در شرب، کشاورزی، بهداشت و صنعت می‌تواند به عنوان یک راهکار مناسب مطرح شود (Edwards، ۱۹۹۰). اخیراً آبریز پروری در آب‌های شور و لب‌شور با توجه به محدودیت بهره‌برداری از منابع آب‌های شیرین گسترش قابل توجهی پیدا کرده و تحقیقات زیادی نیز در این خصوص انجام شده است (مهندسين مشاور یکم، ۱۳۸۶). در همین راستا و در پی انجام مطالعات اولیه، پرورش قزل‌آلا در استخرهای خاکی آب لب‌شور در استان یزد به مرحله اجرا در آمد و سپس از طریق بخش‌های تعاونی و خصوصی گسترش یافت. پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای خاکی با استفاده از آب لب‌شور زیرزمینی برای اولین بار در کشور در سال ۱۳۷۴ در ایستگاه تحقیقات شیلاتی آب‌های شور داخلی بافق انجام شد (علیزاده، ۱۳۷۵) و سپس از گسترش قابل توجهی در سطح منطقه برخوردار گردید. در تحقیقی دیگر افزایش تولید در استخرهای خاکی آب لب‌شور پرورش قزل‌آلا از طریق استفاده از هواده مورد بررسی قرار گرفت (نفیسی و همکاران،

۱۳۸۱). در این مطالعه افزایش تراکم تا حد ۴ عدد در مترمربع با استفاده از هواده‌های 7-force نتیجه قابل قبولی در جهت کاهش شدت تعویض آب و افزایش تولید به همراه نداشت که دلیل اصلی آن افزایش کدورت آب در اثر فعالیت هواده‌ها بود. هم‌چنین در تحقیقی که توسط فلاحتی و همکاران (۱۳۸۲) انجام گرفت روند تکامل گنادهای جنسی قزل‌آلای رنگین‌کمان در آب لب‌شور و شیرین مقایسه و بررسی شد. نتایج نشان داد که روند تکامل گنادهای در آب لب‌شور نسبت به آب شیرین سریع‌تر است ضمن این‌که این نتایج با تغییرات شاخص‌های گنادوسوماتیک (GSI) و هپاتوسوماتیک (HIS) مطابقت داشت. در مطالعه‌ای دیگر لیمنولوژی استخرهای خاکی آب لب‌شور پرورش ماهی قزل‌آلا نیز توسط مشائی و همکاران (۱۳۸۲) مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی برخی فاکتورهای لیمنولوژیک استخر طی دو دوره پرورش سنجش گردید و هیچ‌گونه مشکل خاصی که جنبه آلاینده‌ای داشته باشد در پساب خروجی استخرها مشاهده نگردید. در تحقیقی دیگر احتیاجات غذایی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط آب لب‌شور مورد بررسی قرار گرفت (علیزاده، ۱۳۸۰). نتایج نشان داد که این ماهی با دریافت جیره غذایی حاوی ۳۵٪ پروتئین خام، ۲۰/۶٪ چربی خام و ۴۳۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم بهترین رشد را خواهد داشت. این تحقیق با هدف امکان بهره‌برداری مجدد از آب خروجی استخرهای خاکی در طول دوره پرورش جهت افزایش تولید انجام شد. برای این منظور ۲ تیمار شامل تیمار یک: پرورش در شرایط متعارف در استخرهای خاکی بدون استفاده مجدد از آب خروجی و تیماردو: پرورش در شرایط متعارف در استخرهای خاکی با استفاده مجدد از آب خروجی استخرهای خاکی تیمار دوم در حوضچه‌های گرد بتنی احداث شده در انتهای استخرهای خاکی در نظر گرفته شد. توسعه چنین سیستم‌هایی به موازات سیاست‌های کلان اصلاح الگوی مصرف آب در کشور می‌تواند منافع بسیاری را به دنبال داشته باشد و منتج به صرفه‌جویی در استفاده از منابع ارزشمند آب شیرین شود.

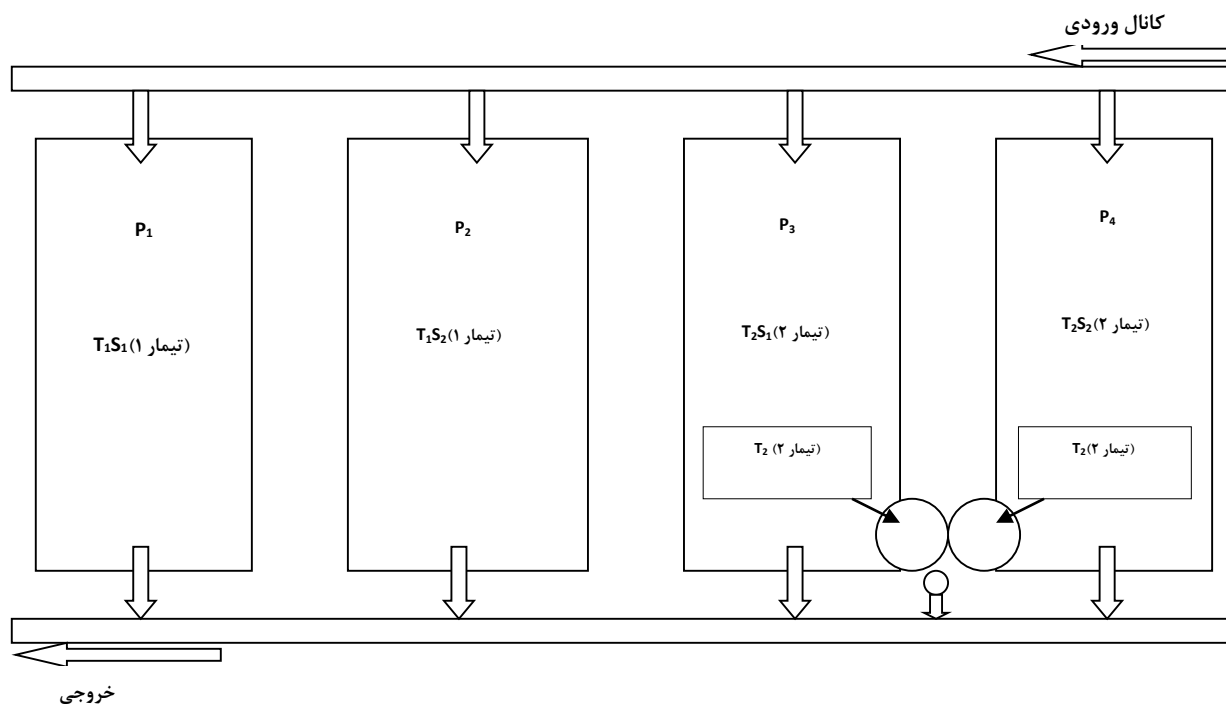
مواد و روش‌ها

عملیات اجرایی این تحقیق در مزرعه پرورشی ماهی سعید در مجاورت مرکز تحقیقات آبزیان شور بافق اجرا گردید. محدوده طرح در غرب شهر بافق، در موقعیت جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. محدوده مورد نظر واقع در شمال غربی دشت کویر درانجیر واقع شده و به طور کلی بخشی از اراضی پست پایین دست حوضه آبریز مزبور را تشکیل می‌دهد. از نظر تقسیمات منابع آب کشور، محدوده مطالعاتی در واحد هیدرولوژیک



($P_1 - P_4$) برای هر چهار استخر (۱۰×۵×۲/۵ متر) انتخاب گردید. برای شرایط متعارف یکسان پرورش قزل آلا در منطقه از نظر میزان جریان ورودی آب، میزان تعویض آب، تعداد و وزن بچه‌ماهی‌های رهاسازی شده و نیز دوره پرورش در نظر گرفته شد.

بافق که جزو زیر حوضه کویر در انجیر (کد ۵-۲) است، قرار دارد. وسعت کلی حوضه آبریز در حدود ۲۶۵۸۷ کیلومترمربع و مساحت ارتفاعات آن حدود ۲۰۳۵۱ کیلومترمربع، مساحت دشتهای حوضه بالغ بر ۶۲۳۶ کیلومتر مربع می‌باشد (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۸۶). برای انجام این تحقیق چهار استخر خاکی ۰/۵ هکتاری با ابعاد مشابه



شکل ۱: شمای کلی طرح

آب چاه مورد استفاده مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بچه‌ماهی‌های مورد نیاز طی دو مرحله از یک مرکز تکثیر واقع در شهرستان اقلید استان فارس تهیه شد. در مرحله اول تعداد ۲۴۰۰۰ بچه‌ماهی قزل آلا به وزن متوسط حدود ۲۵ گرم با استفاده از مخازن پلی اتیلن ویژه حمل بچه ماهی به محل انتقال یافته و پس از آدآپتاسیون اولیه به تعداد مساوی بین چهار استخر خاکی (هر استخر ۶۰۰۰ عدد) توزیع شد. در مرحله دوم تعداد ۴۲۰۰ بچه‌ماهی قزل آلا با وزن حدود ۳۱ گرم تهیه و پس از آدآپتاسیون اولیه به تعداد مساوی بین دو حوضچه بتنی آزمایشی توزیع شد (هر حوضچه ۲۱۰۰ عدد). برای تغذیه ماهی‌ها از خوراک GFT1 و GFT2 شرکت چینه استفاده شد. دفعات غذایی هم در مورد استخرهای خاکی و هم حوضچه‌های بتنی در یک ماه اول دوره پرورش ۴ بار در روز و سپس ۳ بار در روز بود. تغذیه ماهی‌ها به صورت دستی انجام شد. به منظور آگاهی از وضعیت رشد و غذای داده شده به استخرها هر ۱۵ روز یک بار نسبت به نمونه برداری از ماهی‌ها و زیست‌سنجی آن‌ها اقدام و عواملی نظیر افزایش طول و وزن، رشد روزانه و ضریب

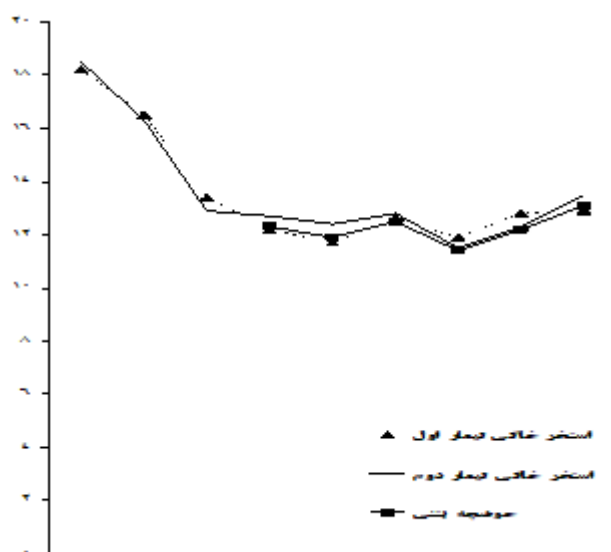
استخرهای ۱ و ۲ به تیمار یک با دو تکرار (T_1S_1, T_1S_2) و استخرهای ۳ و ۴ به تیمار دو با دو تکرار (T_2S_1, T_2S_2) اختصاص یافت. استخرهای تیمار یک بدون حوضچه پرورشی انتهائی و استخرهای تیمار دو دارای حوضچه گرد پرورشی انتهائی به قطر ۶ متر و عمق متوسط ۱/۲۵ متر (در مرکز) با شیب بستر حدود ۱۵٪ به سمت مرکز با جنس دیواره بلوکی بودند. آبیگری استخرهای خاکی در اواسط مهر انجام شد. آب مورد نیاز استخرهای خاکی پرورشی مورد مطالعه جمعاً به میزان حدود ۱۸-۱۶ لیتر در ثانیه (هر استخر ۴-۴/۵ لیتر در ثانیه) از طریق بخشی از آب چاه مزرعه تأمین شد. مقدار EC آب چاه مورد استفاده حدود ۱۹۸۰۰ میکروموس بر سانتی متر، مقدار اولیه pH آن ۷/۱ و دمای اولیه آن ۲۲/۵ درجه سانتی گراد بود. میزان تعویض آب در استخرهای خاکی در هر دو تیمار حدود ۵٪ حجم آب استخر در شبانه‌روز بود. آب خروجی استخرهای خاکی تیمار دو هم به صورت ثقلی و هم از طریق سیستم پمپاژ به حوضچه‌های بتنی پرورشی منتقل و سپس به کانال زهکش اصلی هدایت گردید. برخی فاکتورهای



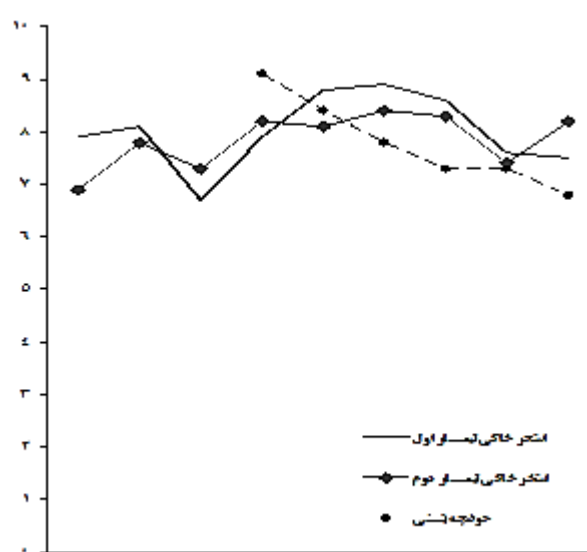
نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب: نتایج حاصل از برخی فاکتورهای ثبت شده آب در فواصل زمانی ذکر شده در شکل‌های ۲ تا ۵ و جداول ۱ تا ۴ آورده شده است:

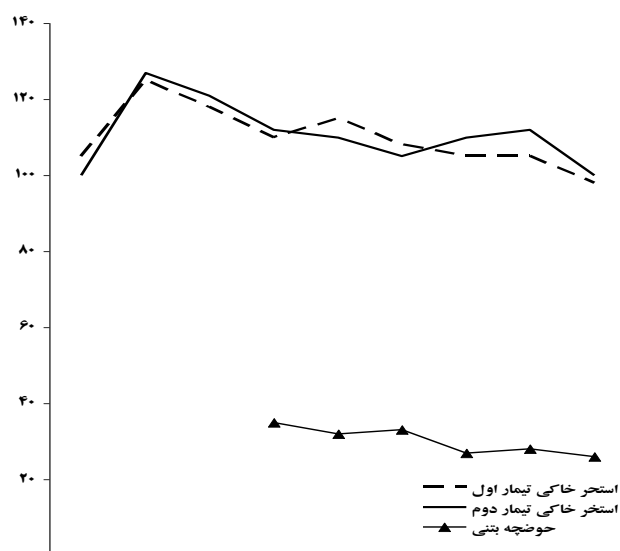
تبدیل غذایی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری از ماهی‌ها هنگام صبح و پس از حدود ۲۴ ساعت عدم غذادهی انجام گرفت. هوا دهی حوضچه‌های بتنی از ساعت ۱۰ شب تا ۸ صبح روز بعد با استفاده از دستگاه Splash انجام گرفت. برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب نظیر دمای هوا، دمای آب، pH، اکسیژن محلول و EC آب به‌صورت روزانه و فاکتورهای آمونیوم، نیتريت، نترات و سولفات و عمق سشی دیسک به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. برداشت کلیه ماهی‌ها در ۴ استخر خاکی پرورشی تحت تیمار در اسفندماه انجام گردید.



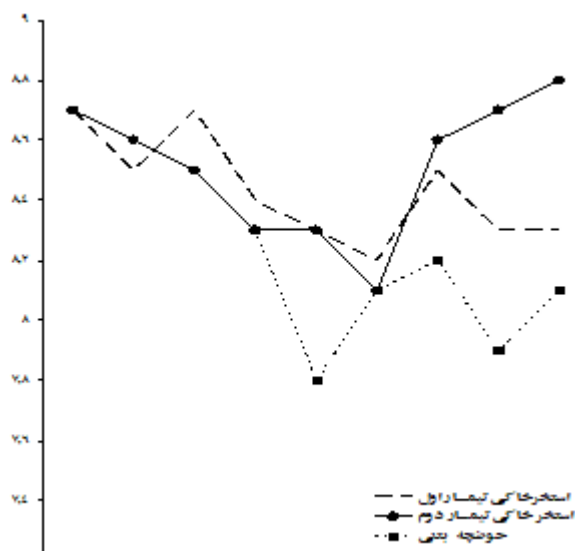
شکل ۳: مقدار اکسیژن آب



شکل ۴: نمودار دمای آب



شکل ۵: نمودار عمق سشی دیسک



شکل ۴: نمودار مقدار PH آب

جدول ۱: میزان تغییرات شوری (EC)

دوره‌های اندازه‌گیری	مقدار تیمار اول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (حوضچه بتنی)
نیمه دوم مهر	۰/۱	۰/۲۲	-
نیمه اول آبان	۰/۳	۰/۱۵	-
نیمه دوم آبان	۰/۲۶	۰/۲۰	-
نیمه اول آذر	۰/۴۵	۰/۵۷	۱/۱۲
نیمه دوم آذر	۰/۲۱	۰/۳۱	۱/۱
نیمه اول دی	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۹۵
نیمه دوم دی	۰/۳۲	۰/۴۹	۱/۰۵
نیمه اول بهمن	۰/۴۴	۰/۴۱	۱/۷۲
نیمه دوم بهمن	۰/۳۲	۰/۲۱	۱/۴

جدول ۲: میزان تغییرات آمونیوم

دوره‌های اندازه‌گیری	مقدار تیمار اول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (حوضچه بتنی)
نیمه دوم مهر	۱۳/۲	۱۳/۱	-
نیمه اول آبان	۱۳/۱	۱۳/۱	-
نیمه دوم آبان	۱۳/۲	۱۲/۹	-
نیمه اول آذر	۱۲/۹	۱۲/۷	۱۲/۷
نیمه دوم آذر	۱۲/۷	۱۲/۶	۱۲/۶
نیمه اول دی	۱۲/۸	۱۲/۴	۱۲/۵
نیمه دوم دی	۱۲/۶	۱۲/۵	۱۲/۵
نیمه اول بهمن	۱۲/۴	۱۲/۳	۱۲/۴
نیمه دوم بهمن	۱۲/۵	۱۲/۴	۱۲/۴

جدول ۳: میزان تغییرات نیتريت

دوره‌های اندازه‌گیری	مقدار تیمار اول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (حوضچه بتنی)
نیمه دوم مهر	۰/۵۹	۰/۵۶	-
نیمه اول آبان	۰/۷	۰/۶۱	-
نیمه دوم آبان	۰/۷۸	۰/۶۸	-
نیمه اول آذر	۰/۸۸	۰/۷۲	۰/۷۹
نیمه دوم آذر	۰/۷۶	۰/۹۲	۰/۸۷
نیمه اول دی	۰/۶۹	۰/۶۴	۰/۷۱
نیمه دوم دی	۰/۵۸	۰/۹۳	۰/۷۹
نیمه اول بهمن	۰/۴۲	۰/۶۲	۰/۸۸
نیمه دوم بهمن	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۵۸

جدول ۴: میزان تغییرات نیترات

دوره‌های اندازه‌گیری	مقدار تیمار اول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم (حوضچه بتنی)
نیمه دوم مهر	۱۱/۳	۹/۲	-
نیمه اول آبان	۱۰/۲	۹/۵	-
نیمه دوم آبان	۱۲/۳	۱۰/۸	-
نیمه اول آذر	۱۱/۵	۹/۷	۱۱/۲
نیمه دوم آذر	۱۰/۵	۱۲/۸	۱۳/۵
نیمه اول دی	۱۰/۷	۹/۵	۱۱/۷
نیمه دوم دی	۱۰/۱	۱۰/۹	۱۲/۵
نیمه اول بهمن	۷/۳	۱۱/۲	۱۰/۵
نیمه دوم بهمن	۶/۲	۶/۵	۹/۱

نتایج حاصل از عملکرد رشد ماهی‌ها و مقایسه میانگین آن‌ها در

تیمارهای مختلف در جدول ۵ تا ۷ نشان داده شده است

جدول ۵: نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای رشد

فاکتورهای مورد اندازه‌گیری	تیمار یک		تیمار دو			
	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۱	تکرار ۲
وزن متوسط اولیه (گرم)	۲۵ ± ۳/۵	۲۵ ± ۳/۵	۲۵ ± ۳/۵	۲۵ ± ۳/۵	۳۱ ± ۴/۳	۳۱ ± ۴/۳
وزن متوسط نهائی (گرم)	۴۱۰ ± ۶۳/۵	۴۳۵ ± ۴۲/۶	۳۹۵ ± ۳۸/۳	۴۲۰ ± ۴۷/۲	۳۴۰ ± ۳۴/۵	۳۶۵ ± ۳۱/۸
افزایش وزن (درصد)	۱۵۴۰ ± ۴۸	۱۶۴۰ ± ۳۳/۴	۱۴۸۰ ± ۵۴	۱۰۳۸ ± ۷۳	۹۹۷ ± ۴۲/۵	۱۰۷۷ ± ۵۶/۷
رشد متوسط روزانه (گرم)	۲/۸۷ ± ۰/۵	۳/۰۵ ± ۰/۶	۲/۷۶ ± ۰/۳	۲/۹۴ ± ۰/۳	۳/۳۵ ± ۰/۵	۳/۶۳ ± ۰/۲
بازماندگی نهائی (درصد)	۸۵ ± ۷/۵	۸۸ ± ۶/۶	۹۱ ± ۸/۲	۸۶ ± ۷/۲	۹۲ ± ۳/۵	۸۹ ± ۷/۸
بیوماس نهائی (کیلوگرم)	۲۰۹۱ ± ۸۵/۵	۲۲۹۶ ± ۹۵/۶	۲۱۵۶ ± ۸۸/۲	۲۱۶۷ ± ۹۷/۲	۲۱۵۷ ± ۴۳/۵	۲۸۲ ± ۶۷/۹
ضریب تبدیل غذائی	۱/۳۷ ± ۰/۵	۱/۳۳ ± ۰/۶	۱/۳۰ ± ۰/۲	۱/۳۶ ± ۰/۲	۱/۴۸ ± ۰/۵	۱/۵۳ ± ۰/۹
طول (سانتی‌متر)	۳۱/۱۸ ± ۱/۱۲	۳۲/۲۰ ± ۱/۲۱	۳۰/۹ ± ۱/۷۵	۳۲/۳ ± ۱/۶۸	۲۸/۵ ± ۱/۱۵	۲۹/۱ ± ۱/۵۲
ضریب چاقی	۱/۲۷ ± ۰/۱۷	۱/۳۰ ± ۰/۲۸	۱/۳۳ ± ۰/۱۵	۱/۲۴ ± ۰/۲۵	۱/۴۶ ± ۰/۲۱	۱/۴۸ ± ۰/۱۸

با استفاده از آزمون t جفت شده در سطح معنی‌دار ۵ درصد برخی از فاکتورهای رشد بین دو تیمار و همچنین استخرهای خاکی دو تیمار در نرم‌افزار spss مورد مقایسه قرار گرفتند.

برای مقایسه فاکتورها برای این‌که شرایط یکسانی بین دو تیمار در نظر گرفته شود از شاخص بیوماس استفاده شد و نتایج زیر حاصل شد:



جدول ۶: مقایسه برخی فاکتورهای رشد بین دو تیمار

فاکتورهای مورد نظر	بیوماس نهایی	ضریب تبدیل غذا	درصد افزایش وزن	درصد بازماندگی نهایی
تیمار ۱ (استخر خاکی)	۲۱۹۳٫۵ ^b	۱/۳۵ ^b	۱۵۹۰ ^b	۸۶/۵ ^b
تیمار ۲ (استخر خاکی + حوضچه بتنی)	۲۸۳۱ ^a	۱/۴۱ ^a	۲۵۶۷ ^a	۸۹/۵ ^a

جدول ۷: مقایسه برخی فاکتورهای رشد بین استخرهای خاکی تیمار یک و دو

فاکتورهای مورد نظر	بیوماس نهایی	ضریب تبدیل غذا	درصد بازماندگی نهایی
استخر خاکی تیمار ۱	۲۱۹۳/۵ ^a	۱/۳۵ ^a	۸۶/۵ ^b
استخر خاکی تیمار ۲	۲۱۶۱/۵ ^b	۱/۳۳ ^a	۸۸/۵ ^a

ارائه شده است.

نتایج حاصل از بررسی اقتصادی طرح: نتایج حاصل از ارزیابی

اقتصادی طرح براساس داده‌های به‌دست آمده به‌شرح جداول ۸ تا ۱۰

جدول ۸: بررسی تیمارها از لحاظ اقتصادی

عوامل مورد بررسی	تیمار ۱	تیمار ۲
تولید کل (کیلوگرم)	۴۳۸۶	۱۳۳۹
هزینه کل	۶۴،۴۷۴،۲۰۰	۵،۶۷۰،۰۰۰
فروش کل (۱۹۵۰۰ ریال به‌ازای هر کیلوگرم)	۸۵،۵۲۷،۰۰۰	۲۶،۱۱۰،۵۰۰
سود کل (بر حسب ریال در تیمار)	۲۱،۰۵۲،۸۰۰	۸،۹۲۰،۷۵۰
سود کل (بر حسب ریال در هر تکرار)	۱۰،۵۲۶،۴۰۰	۴،۴۶۰،۳۷۵
سود کل نهایی (بر حسب درصد در تیمار)	٪۲۴/۶۱	٪۳۴/۱۶

جدول ۹: نسبت افزایش فاکتورهای اقتصادی تیمار ۲ نسبت به تیمار یک

فاکتورهای مورد نظر	سود کل نهایی (بر حسب درصد در تیمار)
مقایسه استخرهای خاکی	۲۴/۶۱ a
تیمارهای ۱ و ۲	۲۴/۶۱ a
مقایسه تیمار ۱ و ۲	۲۴/۶۱ b
تیمار ۲ (استخر خاکی + حوضچه بتنی)	۳۴/۷۴ a

جدول ۱۰: مقایسه نهایی تیمارها از لحاظ اقتصادی

مقایسه نهایی تیمارها از لحاظ اقتصادی	میزان افزایش
افزایش تولید تیمار ۲ به تیمار ۱	٪۳۱
افزایش هزینه کل تیمار ۲ نسبت به ۱	٪۲۵/۲۲
افزایش سود کل تیمار ۲ نسبت به ۱	٪۴۰/۹۳
افزایش فروش کل تیمار ۲ نسبت به ۱	٪۲۹/۰۹
افزایش سود کل نهایی تیمار ۲ نسبت به ۱	٪۴۱/۱۶

بحث

تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده نشان داد که هیچ‌یک از فاکتورهای فیزیکی‌وشیمیایی آب در حوضچه‌های بتنی محدودیت‌زا و بحرانی نبودند و تمامی آن‌ها در وضعیت مطلوبی قرار داشتند و با نتایج مشابهی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت داشت. استفاده ریزشی از

آب خروجی استخرهای خاکی برای حوضچه‌های بتنی باعث تعدیل برخی فاکتورها از جمله دما و pH شده و شرایط را مساعدتر کرده است. دلیل پایین‌تر بودن دمای حوضچه‌های بتنی در طول دوره پرورش نسبت به استخرهای خاکی، برداشت آب از قسمت‌های زیرین استخر خاکی و تماس با هوای سرد محیط به‌هنگام ریزش در حوضچه بتنی بود که این مسئله باعث مساعدتر شدن شرایط دمایی



حوضچه‌ها در طول دوره پرورش گردید. هواده‌های Splash هر چند باعث افزایش اکسیژن آب به مقدار حدود ۵-۳ میلی گرم در لیتر نسبت به استخرهای خاکی شدند ولی به هم خوردگی و افزایش توربیدیتی آب را به همراه داشتند. هم‌چنین کاربرد این هواده‌ها با توجه به حجم کم آب و هم‌چنین تراکم بالا احتمالاً باعث افزایش استرس ماهی‌ها نیز می‌شدند که نتایج حاصله با نتایج بررسی انجام شده توسط نفیسی و همکاران (۱۳۸۱) در کاربرد ایرجت مطابقت داشت. هر چند انتظار تولید در هر حوضچه طبق دستورالعمل cho (۱۹۹۰) کمتر از ۴۰۰ کیلوگرم (حدود ۱۳/۵ کیلوگرم در مترمربع) بود ولی متوسط تولید در حوضچه‌ها به حدود ۶۷۰ کیلوگرم (حدود ۲۲/۳ کیلوگرم در مترمربع) بالغ گردید که این افزایش تولید در نتیجه تاثیر شیب ۲۰ درصدی کف حوضچه‌ها به سمت مرکز (با هدف تسهیل در خروج فضولات و بقایای غذایی) و هم‌چنین روشن بودن هواده به هنگام شب بوده است. در طول دوره پرورش هیچ‌گونه علائم بیماری و یا رفتار غیرطبیعی در ماهی‌ها مشاهده نگردید. ماهی‌های صیدشده هم از استخرهای خاکی و هم از حوضچه‌های بتنی دارای رنگ پوست زیتونی روشن و کمان رنگی مشخص بودند.

میانگین رشد ماهی‌ها و هم‌چنین مقدار کل تولید در استخرهای خاکی تیمار یک و دو غیرمعنی‌دار بود. بنابراین می‌توان استنباط نمود که شرایط یکسان در نظر گرفته شده برای استخرهای خاکی مورد مطالعه از جمله شرایط استخرها، تعداد و شرایط بچه‌ماهی‌های رهاسازی شده، شرایط تغذیه‌ای، شرایط تعویض آب نتیجه‌بخش بوده است. با توجه به شرایط فوق در استخرهای خاکی، اجرای یک‌دوره پرورش هم‌زمان از طریق احداث حوضچه‌های گرد بتنی در انتهای استخر و استفاده از آب خروجی استخرهای خاکی حدود ۳۱٪ درصد افزایش تولید در مورد هر استخر خاکی حاصل گردید. این میزان تولید بدون نیاز به منبع آبی جدید و صرفاً از طریق پمپاژ حدود ۴ لیتر در ثانیه از آب استخر خاکی به دست آمد. در مقایسه فاکتورهای رشد بین دو تیمار (جدول ۶) مشاهده شد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری ($p < 0.05$) بین دو تیمار از لحاظ بیوماس نهایی، درصد افزایش وزن، درصد بازماندگی نهایی و ضریب تبدیل غذا وجود دارد و تیمار دوم از این لحاظ شرایط بهتری نسبت به تیمار اول داشت. هم‌چنین در مقایسه‌ای بین نتایج حاصل از دو استخر خاکی (جدول ۷)، تفاوت معنی‌داری بین درصد بازماندگی نهایی و بیوماس نهایی استخر خاکی تیمار دوم با اول به دست آمد که در مورد درصد بازماندگی استخر خاکی تیمار دوم با اول شرایط بهتری داشت که این مسئله نشان‌دهنده مطلوب بودن وجود حوضچه‌های بتنی در انتهای استخرهای خاکی به علت ایجاد شرایط بهتر می‌باشد. در مورد فاکتور بیوماس نهایی، استخر خاکی تیمار شماره یک وضعیت بهتری نسبت به

استخر خاکی تیمار شماره دو داشت (جدول ۷) ولی به دلیل این که در مقایسه این فاکتور بین دو تیمار (مجموع شرایط استخرهای خاکی و بتنی) (جدول ۶)، تیمار شماره ۲ وضعیت بهتری داشت، می‌توان این مسئله را نادیده گرفت (تفاوت موجود بین دو استخر نیز بسیار جزئی می‌باشد (جدول ۷). در مقایسه اقتصادی بین استخرهای خاکی تیمار یک و دو تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی بین تیمارهای یک و دو تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۹). براساس نتایج موجود در جدول شماره ۱۰، از طریق استفاده مجدد از آب خروجی استخرهای خاکی، امکان افزایش تولید به میزان حدود ۳۱٪ و امکان افزایش درآمد خالص پرورش‌دهنده تا حدود ۴۱٪ فراهم گردید. بنابراین با توجه به مشکل کمبود آب در کشور، این شیوه پرورش می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش تولید و هم‌چنین افزایش درآمد اقتصادی پرورش‌دهنده و کاهش آلودگی محیط باشد.

منابع

۱. فلاحتی‌مروست، ع.؛ مجازی‌امیری، ب.؛ علیزاده، م. و ابطحی، ب.، ۱۳۸۴. مقایسه روند توسعه غدد جنسی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در آب لب‌شور و شیرین. مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۴، شماره ۴، صفحات ۱۱۳ تا ۱۲۶.
۲. علیزاده، م.، ۱۳۷۵. پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای خاکی آب لب‌شور. مجله آبی‌پرور، انتشارات سازمان شیلات ایران. شماره ۶، صفحات ۴۵ تا ۵۶.
۳. علیزاده، م.، ۱۳۸۰. روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذایی بر قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در آب لب‌شور. پایان‌نامه دکتری تخصصی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
۴. مشائی، ن.؛ علیزاده، م.؛ رجبی‌پور، ف. و سرسنگی، ح.، ۱۳۸۲. بررسی لیمنولوژیک استخرهای خاکی آب لب‌شور پرورش قزل‌آلا در منطقه بافق یزد. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات شیلات ایران.
۵. مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۶. پروژه تدوین برنامه بهره‌برداری از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف در سطح حوضه‌های آبریز کشور. گزارش شماره ۶: سیاست‌ها و استراتژی‌های مناسب برای استفاده از آب‌های شور، لب‌شور و غیرمتعارف.
۶. ناصری، ا.؛ عباسی، ف. و اکبری، م.، ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به‌روش بیابان آب. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. دوره ۱۸، شماره ۶۸، صفحات ۱۷ تا ۳۲.
۷. نفیسی، م.؛ شریفیان، م.؛ آخوندی، ع.؛ علیزاده، م.؛ خدارحمی، ر. و سرسنگی، ح.، ۱۳۸۳. افزایش تولید در استخرهای خاکی پرورش قزل‌آلا با استفاده از روش‌های هواده‌ای در



منطقه بافق یزد. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات
شیلات ایران.

۸. **Edwards, P., 1990.** Environmental issues in integrated agriculture-aquaculture and waste water-fed fish culture systems. Conference on environment and third world aquaculture development, Rockefeller Foundation, Bellagio, Italy.
۹. **EPA. 2006.** National Recommended Water Quality Criteria.
۱۰. **Rashid, S.; Li, Q.A.; Carr, R. and Buechler, S., 2005.** Managing wastewater agriculture to improve livelihoods and environmental quality in poor countries. Irrigation and Drainage. Vol. 54, pp: 11-22.
۱۱. **Rommelmann, D.W.; Duranceu, S.J.; Stahl, M.W.; Kamnikar, C. and Gonzales, R.M., 2004.** Industrial Water Quality Requirements Reclaimed Water, AWWA Research Foundation. 82- Rhoades, J.D., Kandiah.

