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 ٤ استخر خاکی پرورش قزل‌آلا هر یک به مساحت ۰/۵ هکتار درنظر 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 حوضچه های 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 درنظر گرفته شد. دوره پرورش حدود ٤/۵ 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 فیزیکوشیمیایی 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 به‌میزان حدود ۳۱ ٪ و امکان افزایش در آمد به‌میزان حدود ٤۱٪ وجود دارد.

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

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a.bemani@ardakan.ac.ir

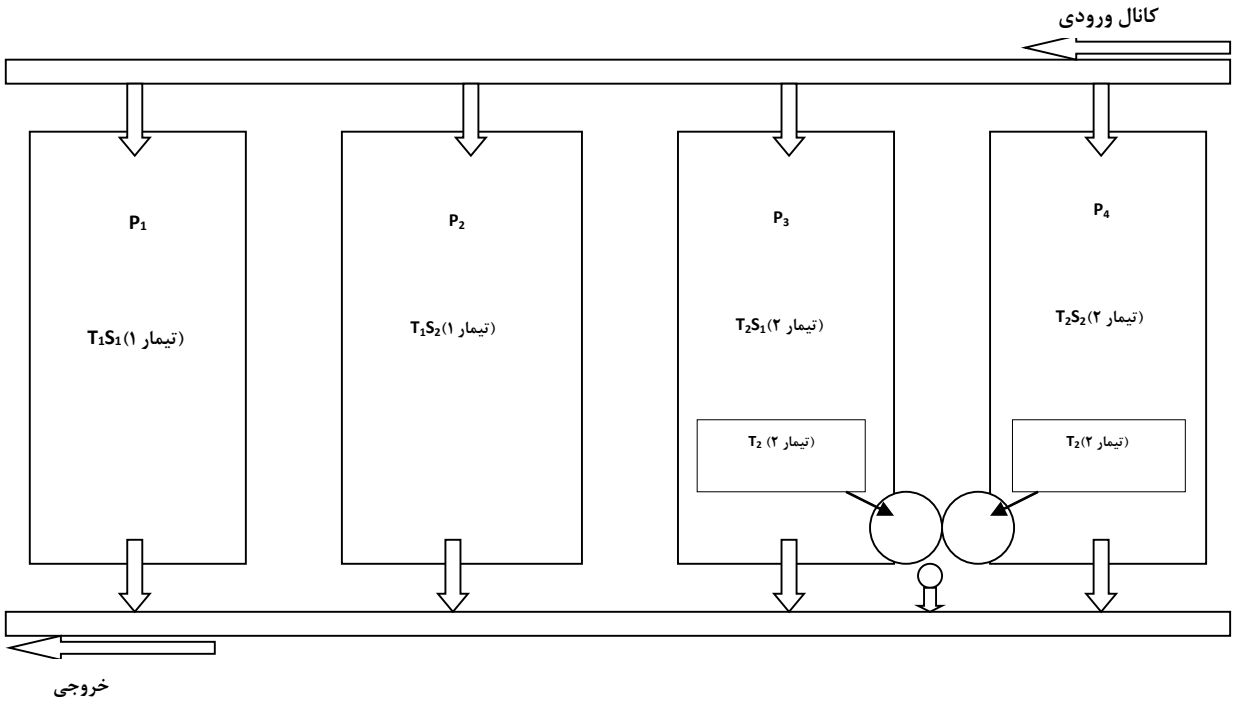
مقدمه

استفاده مجدداز پساب‌درکشورهای توسعه‌یافته،یکی‌ازمهم‌ترین 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 درطبیعت تنها ۰/۰۱۶ درصد شامل آب‌های شیرین سطح زمین می‌باشد و بقیه به‌صورت یخ‌های قطبی و یا به‌صورت آب‌های شور دریاها و اقیانوس‌ها خارج از دسترس بشراست. پیشرفت صنعت از یک طرف باعث افزایش روز افزون مصرف آب و از طرف دیگر باعث آلودگی آب شده است به‌طوری‌که همین مقدار اندک آب‌شیرین 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 به‌عنوان یک منبع پاک در اقیانوس‌ها قرار گیرد (EPA، ۲۰۰۶). ایران با متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی‌متر جزو کشورهای نیمه‌خشک 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 ازجمله صنعت تکثیر و پرورش آبزیان از طریق بهره‌گیری از منابع آب غیرقابل استفاده درشرب،کشاورزی،بهداشت و صنعت‌می‌تواندبه‌عنوان یک راهکار مناسب مطرح شود (Edwards، ۱۹۹۰). اخیراً آبزی‌پروری 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 (مهندسین 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 force -7 نتیجه قابل قبولی در جهت کاهش شدت تعویض آب و افزایش تولید به‌همراه 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 گنادها 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 آلایندگی 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 درنظر گرفته شد. توسعه چنین سیستم‌هایی به موازات سیاست‌های کلان اصلاح الگوی مصرف آب در کشور می‌تواند منافع بسیاری را به‌دنبال 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 آب‌های شور بافق اجرا گردید. محدوده طرح در غرب شهر بافق، در موقعیت جغرافیایی ۵۵ درجه و۱۶دقیقه 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 شمال‌غربی دشت کویر درانجیر واقع شده و به‌طورکلی بخشی از اراضی پست پایین‌دست حوضه آبریز مزبور را تشکیل می‌دهد. از نظر تقسیمات منابع آب کشور، محدوده مطالعاتی در واحد هیدرولوژیک

بافق که جزو زیر حوضه کویر در انجیر (کد۲-۵) 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 (۲/۵×۵۰ ×۱۰۰ متر) انتخاب گردید. برای هرچهار استخر (P_1- P_4) شرایط متعارف یکسان پرورش قزل‌آلا در منطقه از نظر میزان جریان ورودی آب، میزان تعویض آب، تعداد و وزن بچه‌ماهی‌های رهاسازی شده و نیز دوره پرورش درنظر گرفته شد.



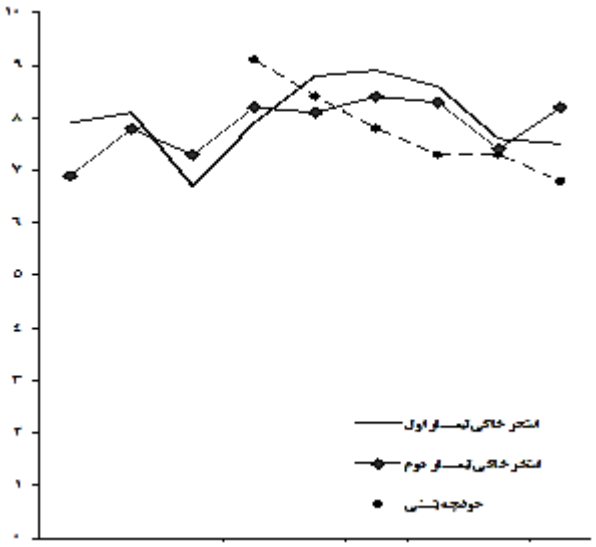
شکل ۱: شمای کلی طرح

استخرهای ۱و۲ به تیمار یک با دو تکرار (T_1S_1,T_1S_2) و استخرهای ۳و۴ 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. آبگیری استخرهای خاکی در اواسط مهر انجام شد. آب مورد نیاز استخرهای خاکی پرورشی مورد مطالعه جمعاً به‌میزان حدود ۱۸-۱۶ لیتر در ثانیه (هر استخر ۴/۵-۴ لیتر در ثانیه) از طریق بخشی از آب چاه مزرعه تأمین شد. مقدار EC آب چاه مورد استفاده حدود ۱۹۸۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر، مقداراولیه pH آن ۷/۱ و دمای اولیه آن ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد بود. میزان تعویض آب در استخرهای خاکی در هر دو تیمار حدود ۵ ٪ حجم آب استخردر شبانه‌روز بود. آب خروجی استخرهای خاکی تیمار دو هم به‌صورت ثقلی و هم از طریق سیستم پمپاژ به حوضچه‌های بتنی پرورشی منتقل‌و سپس به کانال زهکش اصلی هدایت گردید. برخی فاکتورهای 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 قزل‌آلا به وزن متوسط حدود ۲۵ گرم با استفاده از مخازن پلی اتیلن ویژه حمل بچه ماهی به محل انتقال یافته و پس از آداپتاسیون اولیه به تعداد مساوی بین چهار استخر خاکی (هر استخر ۶۰۰۰ عدد) توزیع شد. در مرحله دوم تعداد ۴۲۰۰ بچه‌ماهی قزل‌آلا با وزن حدود ۳۱ گرم تهیه و پس از آداپتاسیون 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 غذادهی 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 به‌صورت دستی انجام شد. به‌منظور آگاهی از وضعیت رشد و غذای‌داده شده به استخرهاهر ۱۵ روز یک‌بار نسبت‌به‌نمونه‌برداری‌ازماهی‌هاوزیست‌سنجی آن‌ها اقدام و عواملی نظیر افزایش طول و وزن، رشد روزانه و ضریب

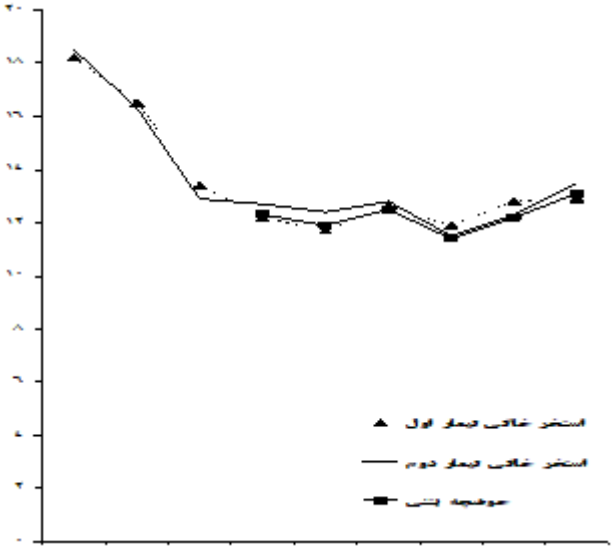
تبدیل غذایی مورد بررسی قرارگرفت. نمونه‌برداری از ماهی‌ها هنگام صبح و پس از حدود ۲۴ ساعت عدم غذادهی انجام گرفت. هوا دهی حوضچه‌های بتنی از ساعت ۱۰ شب تا ۸ صبح روز بعد با استفاده از دستگاه Splash انجام گرفت. برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب نظیر دمای هوا، دمای آب، pH، اکسیژن محلول و EC آب به‌صورت روزانه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

نتایج

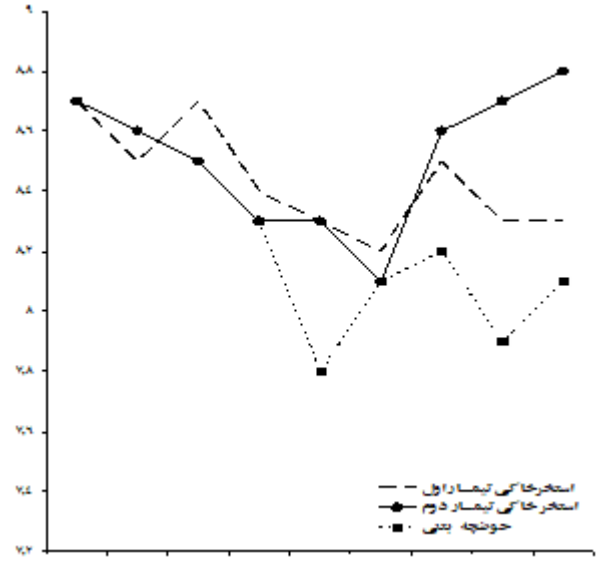
نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب: نتایج حاصل از برخی فاکتورهای ثبت شده آب در فواصل زمانی ذکر شده در شکل‌های ۲ تا ۵ و جداول ۱ تا ۴ آورده شده است:



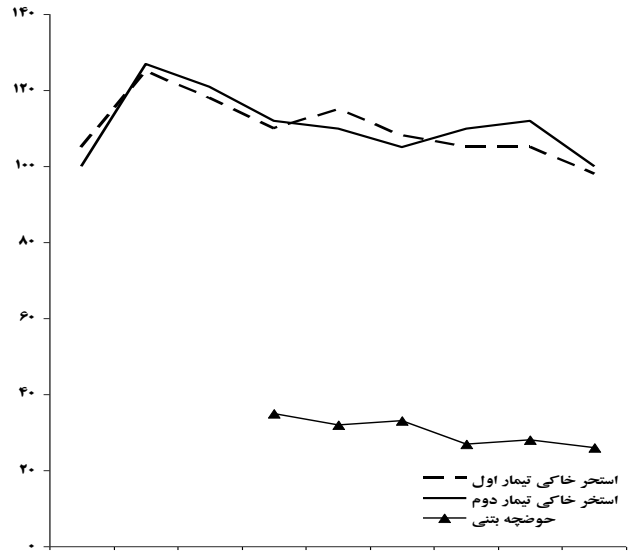
شکل ۲: نمودار دمای آب



شکل ۳: مقدار اکسیژن آب



شکل ۴: نمودار مقدار PH آب



شکل ۵: نمودار عمق سشی دیسک

جدول ۱: میزان تغییرات شوری (EC)

دوره‌های اندازه‌گیری	مقدار تیماراول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم استخر 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 تیماراول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم استخر 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 نیتریت

دوره‌های اندازه‌گیری	مقدار تیماراول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم استخر 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 تیماراول (استخرهای خاکی)	مقدار تیمار دوم استخر 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 درجداول ۵ تا ۷ نشان داده شده است

جدول ۵: نتایج حاصل از اندازه‌گیری فاکتورهای رشد

فاکتورهای مورد اندازه‌گیری	تیمار یک		تیمار دو			
			استخر خاکی		حوضچه بتنی	
	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	۶۵۷ ± ۴۳/۵	۶۸۲ ± 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	۸۶/۵b
تیمار ۲ (استخر خاکی + حوضچه بتنی)	۲۸۳۱ a	۱/۴۱ a	۲۵۶۷ a	۸۹/۵a

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

نتایج حاصل از بررسی اقتصادی طرح: نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی طرح براساس داده‌های به‌دست آمده به‌شرح جداول ۸ تا ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۸: بررسی تیمارها از لحاظ اقتصادی

عوامل مورد بررسی	تیمار۱	تیمار ۲	
	(استخرهای خاکی شاهد)	استخرهای خاکی	حوضچه‌های بتنی
تولید کل (کیلوگرم)	۴۳۸۶	۴۳۲۳	۱۳۳۹
هزینه کل	۶۴,۴۷۴,۲۰۰ ۱۴۷۰۰ ریال به‌ازای هر کیلوگرم)	۶۳,۵۴۸,۱۰۰ ۱۴۷۰۰ ریال به‌ازای هر کیلوگرم)	۱۷,۱۸۹,۷۵۰ بچه ماهی ۵,۶۷۰,۰۰۰ خوراک ۹,۳۶۹,۷۵۰ نگه‌داری حوضچه‌ها ۱,۳۰۰,۰۰۰ برق ۸۵۰,۰۰۰
فروش کل (۱۹۵۰۰ ریال به‌ازای هر کیلوگرم)	۸۵,۵۲۷,۰۰۰	۸۴,۲۹۸,۵۰۰	۲۶,۱۱۰,۵۰۰
سود کل (بر حسب ریال در تیمار)	۲۱,۰۵۲,۸۰۰	۲۰,۷۵۰,۴۰۰	۸,۹۲۰,۷۵۰
سود کل (بر حسب ریال در هر تکرار)	۱۰,۵۲۶,۴۰۰	۱۰,۳۷۵,۲۰۰	۴,۴۶۰,۳۷۵
سود کل نهایی (بر حسب درصد در تیمار)	٪۲۴/۶۱	٪۲۴/۶۱	٪۳۴/۱۶
		٪۳۴/۷۴	

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

	فاکتورهای مورد نظر	سود کل نهایی (برحسب درصد در تیمار)
مقایسه استخرهای خاکی تیمارهای ۱ و ۲	استخر خاکی تیمار ۱	۲۴/۶۱ a
	استخر خاکی تیمار ۲	۲۴/۶۱ a
مقایسه تیمار ۱ و ۲	تیمار ۱(استخر خاکی)	۲۴/۶۱b
	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 فیزیکوشیمیایی آب در حوضچه‌های بتنی محدودیت‌زا و بحرانی نبودند و تمامی آن‌ها در وضعیت مطلوبی قرار داشتند و با نتایج مشایی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت داشت. استفاده ریزشی از آب خروجی استخرهای خاکی برای حوضچه‌های بتنی باعث تعدیل برخی فاکتورها ازجمله 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 به هنگام 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 به‌مقدار حدود ۵-۳ میلی‌گرم در لیتر نسبت به استخرهای خاکی شدند ولی به‌هم خوردگی و افزایش توربیدیتی آب را به‌همراه 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 به‌حدود ۶۷۰ کیلوگرم(حدود ۲۲/۳ کیلوگرم‌در 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 درنظرگرفته‌شده برای استخرهای‌خاکی‌موردمطالعه ازجمله 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 به‌دست آمد. در مقایسه فاکتورهای رشد بین دو تیمار (جدول۶) مشاهده شدکه 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 درمقایسه‌ای بین نتایج حاصل از دو استخر خاکی (جدول ۷)، تفاوت معنی‌داری بین درصد بازماندگی نهایی و بیوماس نهایی استخر خاکی تیمار دوم با اول به‌دست 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 به‌علت 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 به‌دلیل این‌که 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 به‌میزان 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 myksis*) 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 آبزی‌پرور، انتشارات سازمان شیلات ایران. شماره ۶، صفحات ۴۵ تا ۵۶.

۳. **علیزاده، م.، ۱۳۸۰.** روابط متقابل سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره غذائی بر قزل‌آلای رنگین‌کمان(*Oncorhynchus myksis*) 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 بیالن 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 هوادهی 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 Buechiler, 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.