

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی  
استان اصفهان

عنوان:

**بررسی شرایط و توان تولید  
پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان در  
استخرهای احداث شده در  
ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان**

مجری:

سید کمال الدین علامه

شماره ثبت

۵۳۳۸۸

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

---

عنوان طرح/پروژه : بررسی شرایط و توان تولید پرورش ماهی قزل آلی رنگین کمان در استخرهای

احداث شده در ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان

کد مصوب: ۹۳۱۰۱-۱۲-۳۸-۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/نگارندگان : سید کمال الدین علامه

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

نام و نام خانوادگی مجری /مجربان : سید کمال الدین علامه

نام و نام خانوادگی همکار(ان) : منصور شریفیان، مجتبی فوقی، حسین علی عبدالحی، شهاب الدین مشرف،

علی اصغر شهابی، شهرام دادگر

نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -

نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -

محل اجرا: استان اصفهان

تاریخ شروع: ۹۳/۱/۱

مدت اجرا: ۲ سال

ناشر: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار: سال ۱۳۹۷

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»**

طرح/پروژه: بررسی شرایط و توان تولید پرورش ماهی قزل آلا  
رنگین کمان در استخرهای احداث شده در ایستگاه تحقیقاتی  
گلپایگان

کد مصوب: ۲-۳۸-۱۲-۹۳۱۰۱

شماره ثبت (فروست): ۵۳۳۸۸ تاریخ: ۹۷/۱/۲۸

با مسئولیت اجرایی جناب آقای سیدکمال‌الدین علامه دارای  
مدرک تحصیلی دکتری در رشته بیوتکنولوژی آبزیان می‌باشد.  
پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش  
آبزیان در تاریخ ۹۶/۷/۲۹ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید  
گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه □

با سمت عضو هیئت علمی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و  
منابع طبیعی استان اصفهان مشغول بوده است.

عنوان	«فهرست مندرجات»	صفحه
چکیده	.....	۱
۱- مقدمه	.....	۲
۲- مروری بر منابع	.....	۴
۱-۲- محدودیت آب شیرین	.....	۴
۲-۲- اهمیت چاه آب	.....	۴
۲-۳- انواع منابع آبی برای پرورش ماهی قزل آلالی رنگین کمان	.....	۴
۲-۴- برخی ویژگی های ماهی قزل آلالی رنگین کمان	.....	۴
۲-۵- عوامل محیطی موثر در پرورش ماهی قزل آلالی رنگین کمان	.....	۵
۲-۶- پرورش ماهی قزل آلالی رنگین کمان با آب چاه	.....	۶
۳- مواد و روشها	.....	۸
۱-۳- محل اجرای آزمایش	.....	۸
۲-۳- استخرهای پرورش ماهی	.....	۸
۳-۳- کیفیت آب چاه	.....	۸
۳-۴- تهیه و توزیع بچه ماهیان	.....	۹
۳-۵- تیمارهای آزمایشی	.....	۹
۳-۶- عملیات دوره پرورش	.....	۹
۳-۷- آنالیز آماری	.....	۱۰
۴- نتایج	.....	۱۱
۱-۴- کیفیت آب استخرها در طول دوره پرورش	.....	۱۱
۲-۴- صفات پرورشی در دوره تولید بچه ماهی	.....	۱۲
۳-۴- صفات پرورشی در دوره تولید ماهی پرواری	.....	۱۵
۵- بحث	.....	۱۹
۶- نتیجه گیری	.....	۲۳
پیشنهادها	.....	۲۴
منابع	.....	۲۶
چکیده انگلیسی	.....	۲۸

## چکیده

در مطالعه حاضر، توانایی تولید ۹ استخر سیمانی (احداث شده در ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان) به ابعاد  $۱/۵ \times ۲/۲$  متر در دو مرحله شامل تولید بچه ماهی (تا ۵۰ گرم) و پروار ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (تا ۳۰۰ گرم) بررسی شد. برای تولید بچه ماهی از ۳ تیمار شامل ۱۰۰، ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه بچه ماهی در مترمربع با میانگین وزن اولیه  $۱ \pm ۵$  گرم و در مرحله پروار ماهی پرواری از ۳ تیمار با ۶۰، ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع با میانگین وزن اولیه  $۵ \pm ۶۵$  گرم استفاده گردید. در هر دو مرحله، آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۳ تکرار به مدت ۷۵ روز در مرحله تولید بچه ماهی و ۱۸۰ روز در مرحله ماهی پرواری انجام شد. در آزمایش اول این مطالعه (تولید بچه ماهی)، نتایج نشان داد که تیمار ۱۰۰ قطعه در مترمربع به طور معنی داری افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل خوراک پایین تری نسبت به تیمارهای ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع داشته و همین تفاوت معنی دار برای ۱۱۵ قطعه در مترمربع نسبت به ۱۳۰ قطعه در مترمربع نیز مشاهده شد ( $P < ۰/۰۵$ ). تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی داری از نظر مصرف خوراک در ۳۰ روزگی نشان ندادند ( $P > ۰/۰۵$ )، ولی در ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی، تراکم ۱۳۰ قطعه در مترمربع با بیشترین مصرف خوراک با تراکم های ۱۰۰ و ۱۱۵ قطعه در مترمربع تفاوت معنی دار نشان داد ( $P < ۰/۰۵$ ). بیشترین میزان رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین مربوط به تیمار ۱۰۰ قطعه در مترمربع بود که با دو تیمار دیگر تفاوت معنی دار نشان داد ( $P < ۰/۰۵$ ). بیشترین افزایش وزن، میزان رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین و همچنین کمترین ضریب تبدیل خوراک در مرحله دوم آزمایش (ماهی پرواری) و در سه مقطع زمانی ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی به تیمار ۶۰ قطعه در مترمربع تعلق داشت که با تیمارهای ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع تفاوت معنی داری نشان داد ( $P < ۰/۰۵$ ). بیشترین مصرف خوراک در ۱۸۰ روزگی به تیمار ۸۰ قطعه در مترمربع اختصاص یافت که با دو تیمار دیگر تفاوت معنی دار نشان داد ( $P < ۰/۰۵$ ). در این مرحله از آزمایش (ماهی پرواری)، فقط تیمار ۶۰ قطعه در مترمربع در ۱۸۰ روزگی بالاترین عملکرد را داشته است. بنابراین، تراکم بهینه در استخرهای مورد نظر (ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان) برای تولید بچه ماهی برابر ۱۰۰ قطعه در مترمربع و برای ماهی پرواری ۶۰ قطعه در مترمربع توصیه می گردد.

**کلید واژه ها:** تولید، تراکم، بچه ماهی، ماهی پرواری، عملکرد، قزل آلاهی رنگین کمان

## ۱- مقدمه

استفاده از منابع مختلف موجود در طبیعت به منظور تولید و تهیه غذا برای جوامع انسانی، عوارضی را نیز به بار آورده است. دست کاری و دخالت انسان در اکوسیستم های جهان باعث افزایش سطح رفاه و توسعه اقتصادی شده است ولی این دستاوردها هزینه های سنگینی را در زمینه کاهش بسیاری از سودرسانی های اکوسیستمی، افزایش خطر و بدتر شدن فقر برای برخی از گروه های مردم به همراه داشته است. اگر این مشکلات برطرف نشوند، سبب کاهش چشمگیر در بهره وری نسل های آینده از اکوسیستم ها و منابع طبیعی خواهند شد. به خاطر فعالیت های انسانی در طی ۵۰ سال گذشته، اکوسیستم های زمین با سرعت و دامنه ای بیش از هر دوره زمانی مشابه در طول تاریخ دستخوش تغییر شده است. اگر چه دخالت انسان در اکوسیستم های طبیعی بیش از هر چیز برای پاسخ به نیاز روزافزون به غذا، آب شیرین، الیاف و سوخت انجام شده است، ولی این دخالت ها سبب کاهش قابل توجه و عمدتاً غیرقابل بازگشت تنوع حیات بر روی زمین شده است (فردوسی، ۱۳۸۹). عدم جامعیت مدل های متعارف توسعه کشاورزی (زراعت، باغبانی، دام، طیور، آبزیان...) به عنوان بزرگترین و برجسته ترین فعالیت مرتبط با محیط زیست منجر به بروز چالش های متعددی در محیط زیست، تهدید منابع طبیعی، پایداری معیشت، سلامت، بروز فرسایش، مرگ بیولوژیک، بحران آب، تجمع نیترات، افزایش گازهای گلخانه ای، مرگ و میر، بیماری ها و به هم خوردن تعادل های اکولوژیک در کره زمین شده است. از اینرو در راهبردهای نوین توسعه، به جای تاکید بر انتقال تکنولوژی مدرن تر، مهارت های مدیریت مبتنی بر چرخه اطلاعات نقش اصلی را به عهده دارند. محاسبه ارزش اقتصادی فعالیت های انسانی بر اساس مولفه های زیست محیطی مهمترین شاخص مشارکت ذینفعان در برنامه های حفاظت از محیط زیست محسوب می شود. انتخاب برنامه مدیریتی صحیح و مناسب توسعه پایدار کشاورزی و سازگار با محیط زیست، گام اصلی برای مشارکت در حفاظت از محیط زیست است (شریفی مقدم و بزرگ نیا، ۱۳۸۹).

مطالعه وضعیت محیط زیستی برخی کشورها نشان داده است که یکی از مهمترین عوامل تخریب محیط زیست در سطح کلان، عدم هماهنگی بین برنامه های توسعه اقتصادی - اجتماعی و سیاست های حفاظت از محیط زیست بوده است. بنابراین، هماهنگی بین سیاست های حفاظت از محیط زیست بویژه حفاظت و بهره برداری پایدار از تنوع زیستی با برنامه های توسعه اقتصادی، ضمن افزایش کارآیی و بهبود رقابت در مجموعه اقتصاد، منجر به حفاظت و صیانت از محیط زیست و جلوگیری از تخریب محیط زیست و تنوع زیستی به عنوان سرمایه ملی می گردد. در این رابطه، نظریه نوسازی محیط زیست به جای نگاه کردن به برنامه های توسعه اقتصادی به عنوان یک بازدارنده، به ترویج سیاست های محیط زیستی می پردازد که تاثیر مثبتی بر روی سیاست های توسعه اقتصادی خواهد داشت (پژوهش و ایران منش، ۱۳۸۹).

در این میان چاه های آب کشاورزی همانند رودخانه ها از مهمترین منابع تجدیدشونده می باشند که اهمیت بسیاری در تامین آب آشامیدنی، حفظ حیات صنعتی و تامین آب کشاورزی دارند. بنابراین مدیریت و کنترل

کیفیت این منابع آب از اهمیت ویژه ای برخوردار است (برای و همکاران، ۱۳۹۲). اگرچه در حال حاضر در بسیاری از مناطق کشور از چاه های آب کشاورزی با احداث استخرهای ذخیره آب به تولید ماهی (گرمابی و سردابی) در قالب استفاده دو منظوره نیز پرداخته اند، ولی لازم به ذکر است که استفاده و بهره برداری حداکثر از چاه های آب به خاطر تولید بیشتر، نه تنها حیات بشر را تضمین نمی کند بلکه در آینده ای نه چندان با معضلات و مشکلات غیر قابل جبرانی مواجه خواهد شد.

بنابراین، هرگونه توسعه در زمینه شیلات (و حتی سایر زمینه ها) و استفاده از چاه های آب به عنوان یکی از منابع قابل استفاده در تولید ماهی بایستی با مطالعه دقیق و توجه به این نکات اساسی صورت گیرد. در این راستا، در پژوهش حاضر چگونگی بهره برداری و بهینه از چاه های آب کشاورزی موجود در ایستگاه تحقیقات علوم دامی گلپایگان در قالب استفاده چند منظوره در راستای تولید ماهی قزل آلاهی رنگین کمان در فصول کشت و زراعت ایستگاه مورد مطالعه قرار گرفت. از آن جایی که استخرهای موجود در ایستگاه مذکور به تازگی احداث شده بود، حداکثر توان تولید آن ها برای مجموعه مدیریت ایستگاه از اهمیت ویژه ای برخوردار بود. از همین رو در قالب استفاده از تراکم های مختلف (تعداد ماهی در واحد سطح) با هدف دستیابی به حداکثر توان و ظرفیت استخرهای موجود برای تولید بچه ماهی (مرحله اول) و ماهی پرواری (مرحله دوم) مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مروری بر منابع

### ۲-۱- محدودیت آب شیرین

هرگونه تحلیلی از منابع آبهای داخلی، در ابتدا باید توسعه‌های انسانی و امکان فراهم نمودن آب برای آن را مد نظر قرار دهد. باید در نظر داشت که منابع آبهای شیرین محدود است و شیرین کردن آب دریاها و نمک زدایی که نیاز به صرف انرژی و هزینه زیاد دارد نیز کمک چندانی به زیاد شدن آن نخواهد کرد. موجودی آبهای شیرین در مقایسه با آبهای اقیانوس‌ها بسیار اندک است، فقط زمان تجدید آبهای شیرین بسیار سریع‌تر می‌باشد (نفیسی و همکاران، ۱۳۸۴) که آن هم متأسفانه با کاهش بارندگی‌ها در سال‌های اخیر با مشکل جدی روبرو شده است.

### ۲-۲- اهمیت چاه آب

در کشور ما، اغلب مناطق کشاورزی با احداث چاه نیاز خود به آب را تامین می‌کنند و در مجاورت بسیاری از چاه‌های کشاورزی، استخرهای ذخیره آب نیز وجود دارد. معمولاً در این مناطق که دمای آب در محدوده ۱۰ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد باشد با تمهیداتی امکان پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان وجود دارد. از همین رو، بسیاری از کشاورزان برای استفاده بهینه و چند منظوره و استفاده از آب غنی شده به خاطر وجود مواد دفعی ماهی اقدام به ساخت استخر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در کنار مزارع خود نمودند و بدین ترتیب تولید ماهی رونق یافت (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶a و قلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۳).

### ۲-۳- انواع منابع آبی برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

به طور کلی، منابع آبی که برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قابل استفاده است عبارتند از: چشمه، قنات، دریاچه و مخازن آبی، رودخانه و چاه‌ها. در این میان مزایای استفاده از آب چاه‌ها را می‌توان در کیفیت مناسب، درجه حرارت تقریباً ثابت در طول سال و همچنین عاری بودن از عوامل بیماری‌زا دانست. از معایب آن نیز می‌توان به اشباع بودن از نظر دی‌اکسید کربن و کمبود اکسیژن اشاره نمود (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶d). در مجموع، استفاده منطقی و بهینه از آب چاه امری اجتناب‌ناپذیر است.

### ۲-۴- برخی ویژگی‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

بدن این ماهی دوکی شکل و دارای خال‌های سیاه و ستاره‌ای شکل بوده و خط رنگین‌کمان در دو طرف بدن ماهیان بالغ در هنگام تخم‌ریزی وضوح بیشتری می‌نماید. موطن اصلی آن سواحل اقیانوس آمریکای شمالی می‌باشد و به خاطر سازگاری خوب آن با شرایط محیطی، نسبت به سایر گونه‌های این جنس گسترش بیشتری به سرتاسر دنیا پیدا کرده است. قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقایسه با سایر آزادماهیان وضعیت مطلوبتری برای تکثیر



و پرورش دارد. این ماهی آسانتر با محیط سازگاری می یابد و تمایل بیشتری به اهلی شدن و دریافت غذای دستی دارد. نسبت به درجات بالای آب و کمبود اکسیژن مقاومتر و در آبی که به اندازه کافی تجدید گردد، می تواند تا ۲۲ درجه سانتی گراد را برای مدت کوتاهی تحمل کند. همچنین، رشد سریعی داشته و نسبت به بیماری ها نیز مقاومتر می باشد (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶b و قلی پور و همکاران، ۱۳۸۳).

## ۵-۲- عوامل محیطی موثر در پرورش ماهی قزل آلاهی رنگین کمان

درجه حرارت آب: این ماهی از دسته ماهیان سردآبی به شمار می رود و اگرچه در محدوده دمایی صفر تا ۲۴ درجه سانتی گراد زنده می ماند، ولی دمای مطلوب آن ۱۵ تا ۱۷ درجه سانتی گراد است. در این دما، ماهی حداکثر توانایی در هضم و جذب و متابولیسم مواد خوراکی را داشته و در دماهای بالاتر یا پائین تر، فعالیت آنزیمی کاهش یافته و در نتیجه رشد ماهی تحت تاثیر قرار می گیرد. حداقل دما برای پرورش ۶ و حداکثر ۲۲ درجه سانتی گراد بیان شده است (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶d و ۱۳۷۶e).

اکسیژن محلول: نیاز ماهیان سردآبی به آب سرد به دلیل نیاز بالای آن ها به اکسیژن محلول در آب می باشد که در آب سرد بیشتر است، چرا که هرچه دمای آب بالاتر رود اکسیژن محلول کاهش می یابد. حداقل غلظت اکسیژن محلول در آب خروجی را ۵/۵ تا ۶ میلی گرم در لیتر و میزان آن برای آب ورودی را در حد اشباع (۹ تا ۱۰ میلی گرم در لیتر) گزارش نموده اند. لازم به ذکر است که از تراکم بیش از حد ماهیان در واحد سطح باید خودداری کرد، زیرا باعث کاهش اکسیژن آب و نیز برخورد زیاد ماهیان با یکدیگر و آمادگی برای آلودگی های قارچی و خوردگی باله ها می شود (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶f و ۱۳۷۶h).

اسیدیته یا pH: اسیدیته همان غلظت یون هیدروژن در آب است که نباید در استخرهای پرورش ماهی تغییرات شدیدی داشته باشد و محدوده ۶/۵ تا ۸/۵ را مناسب و pH بهینه را ۷/۵ بیان کرده اند. اسیدیته بیش از ۹/۵ و کمتر از ۵/۵ برای این ماهی مرگ آور است (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶e و ۱۳۷۶h). فیضی، (۱۳۷۹).

عمق آب/استخر: معمولا عمق استخر متناسب با سن یا وزن ماهی تنظیم می شود و برای پرورش ماهی حداکثر ۸۵ سانتی متر انتخاب می شود. این امر در اعمال مدیریت صحیح، تغذیه، عدم اتلاف انرژی در ماهی، تامین اکسیژن و حذف مواد معلق تاثیر گذار است (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶f).

نور: تابش نور مستقیم خورشید به ویژه در مرحله پرورش بچه ماهی می تواند خساراتی مثل آفتاب سوختگی و بدنبال آن زخم پوستی و هجوم سایر عوامل بیماریزا و در نهایت تلفات را به همراه داشته باشد. به همین دلیل، در این دوران و بخصوص در تابستان با ایجاد سایبان در گوشه هایی از استخر محل مناسبی را برای بچه ماهیان فراهم می آورند. همچنین، توجه به آفتاب سوختگی در پرورش متراکم و در مزارعی که در ارتفاعات قرار

گرفته اند و یا حتی آب آن‌ها از نظر املاح فقیر باشد ضروری است (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶h).

میزان و سرعت جریان آب: میزان آب توصیه شده به منظور تولید هر تن ماهی قزل آلائی رنگین کمان ۴/۵ تا ۷/۵ لیتر در ثانیه می باشد، ولی در پرورش متراکم و یا چنانچه دمای آب بیش از دمای مطلوب باشد مقدار آب مورد نیاز بیشتر خواهد بود. سرعت جریان آب مناسب را ۲ تا ۳ سانتی متر در ثانیه توصیه کرده اند تا هم اکسیژن کافی به همه ماهیان برسد و هم مواد دفعی و بقایای خوراکی همراه جریان آب از استخر خارج شود (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶f و ۱۳۷۶h).

مواد دفعی و مزاحم: آمونیاک ماده دفعی و خطرناکی است که در اثر کاتابولیسم پروتئین در بدن ماهی تولید شده و در ترکیب با آب به شکل آمونیوم در می آید. این ماده در pH بالا (قلیایی) یونیزه و به آمونیاک آزاد تبدیل شده که برای ماهی یک ماده سمی محسوب می شود. از دیگر مواد دفعی بدن ماهی می توان به دی اکسید کربن اشاره کرد که در پرورش متراکم باعث کاهش pH و همانند آمونیاک در صورت عدم توجه، خساراتی به بار خواهد آورد. همچنین، در صورت افزایش غلظت مواد جامد معلق در آب (مثل فضولات و بقایای خوراک) و عدم تصفیه و پاکسازی آن‌ها ممکن است با مسدود نمودن آبشش‌ها و یا کاهش غلظت اکسیژن محلول به خاطر تجزیه توسط میکروارگانیسم‌ها تلفاتی را به پرورش دهنده تحمیل نماید (اداره کل آموزش و ترویج شیلات، ۱۳۷۶d و ۱۳۷۶a، فیضی، ۱۳۷۹).

## ۶-۲- پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان با آب چاه

پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان با استفاده از آب چاه در استخرهای سیمانی و ذخیره آب کشاورزی از دهه ۱۳۷۰ شروع شد و با توجه به موفق بودن آن بخوبی ترویج یافت. پس از دستیابی به این موفقیت، در مورد جوانب مختلف پرورش و حتی تکثیر و پرورش بچه ماهی با آب چاه مطالعاتی انجام شد. از جمله آزمایشاتی که انجام شد، افزایش تراکم در واحد سطح به منظور افزایش تولید بود که به برخی از آن‌ها اشاره می شود: قلی پور و همکاران (۱۳۸۳) در استخرهای سیمانی، با استفاده از آب چاه و دستگاه هواده با تراکم‌های مختلف گزارش نمودند که تراکم ۶۲ قطعه در مترمربع تفاوت معنی داری با تراکم شاهد (۴۳ قطعه در مترمربع) از نظر افزایش وزن، میزان رشد ویژه و ضریب تبدیل خوراک نشان نداد. در مطالعه دیگری، با استفاده از چاه نیمه عمیق و دبی ۴۰ لیتر در ثانیه، در ۶ استخر سیمانی (هر کدام به مساحت ۶۰ مترمربع) با وزن اولیه بچه ماهی برابر ۳ گرم در تراکم ۹۷ قطعه در مترمربع ۸ تن ماهی برداشت شد (منیری، ۱۳۷۶). در یک استخر آب ذخیره کشاورزی به مساحت ۱۹۰ مترمربع، تعداد ۴۰۰۰ قطعه بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان با وزن اولیه ۹ گرم رهاسازی گردید که پس از ۲۱۲ روز با ضریب تبدیل خوراک ۱/۳ به وزن بازاری (۲۵۰ گرم) رسیدند (فلاح، ۱۳۷۵). در مطالعه ای که با تراکم‌های ۵۰ و ۸۰ قطعه ماهی قزل آلائی رنگین کمان در هر متر مربع در استخر سیمانی انجام شده

بود تراکم ۵۰ قطعه در مترمربع، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک بهتری نسبت به ۸۰ قطعه در مترمربع نشان داده بود (عسگری، ۱۳۷۷). North و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که تراکم ۱۰ کیلوگرم از توده زنده ماهی قزل آلاهی رنگین کمان در هر متر مکعب آب نسبت به ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم ماهی در مترمکعب، افزایش وزن و تلفات معنی داری نداشت در حالی که پراکندگی وزنی بیشتری نیز نشان داد. همچنین، تراکم بر وضعیت و شرایط باله (سایز و خوردگی باله) در تیمارهای ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در مترمکعب نسبت به ۱۰ کیلوگرم در مترمکعب اثر معنی داری نشان داده است. Lefrancois و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که افزایش تراکم در واحد سطح بر میزان و سرعت متابولیسم معمول ماهی قزل آلاهی رنگین کمان تاثیر معنی داری نداشته است. Yarahmadi و همکاران (۲۰۱۵) اثر تراکم های ۱۰ و ۴۵ کیلوگرم در مترمکعب را بر خصوصیات بیوشیمیایی خون ماهی قزل آلاهی رنگین کمان مورد مطالعه قرار دادند. آن ها گزارش کردند که تراکم بالا (۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب) به طور معنی داری سطح بالاتری از گلبول قرمز خون، هموگلوبین، گلوکز، کورتیزول، کلسترول و تری گلیسرید پلاسما را نشان داده است. Holm و همکاران (۱۹۹۰) تراکم اولیه ۱۰۷ تا ۲۱۹ و تراکم نهایی ۲۴۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در مترمکعب و همچنین دفعات خوراکدهی را بر میزان رشد و تلفات ماهی قزل آلاهی رنگین کمان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان رشد مربوط به کمترین تراکم ماهی در واحد سطح بوده است و نیز قابلیت دسترسی به خوراک افزایش وزن بیشتری به همراه داشته است و دستیابی به خوراک در پرورش متراکم از اهمیت فوق العاده ای برخوردار می باشد. Person-Le Ruyet و همکاران (۲۰۰۸) سه نوع تراکم ۲۵، ۷۴ و ۱۲۰ کیلوگرم ماهی قزل آلاهی رنگین کمان در مترمکعب را بر میزان رشد بررسی کردند. آن ها گزارش نمودند که تولید ماهی در تراکم ۱۲۰ کیلوگرم در مترمکعب به طور معنی داری کمتر از سایر تراکم ها بوده است ولی بین تراکم های ۲۵ و ۷۴ کیلوگرم در مترمکعب تفاوت معنی داری مشاهده نشده است. همچنین، بالاترین ضریب تبدیل خوراک (کمترین بهره وری خوراک) به تراکم ۱۲۰ کیلوگرم در مترمکعب اختصاص یافته بود.

**۳- مواد و روش‌ها****۳-۱- محل اجرای آزمایش**

شهرستان گلپایگان در ۱۸۷ کیلومتری غرب اصفهان قرار دارد. این شهرستان ظرفیت بسیار مناسبی در زمینه تولیدات دامی و زراعی دارد و شرایط آب و هوایی مساعد، زمینه را برای کشت انواع نباتات علوفه‌ای و پرورش گونه‌های مختلف دام و طیور فراهم ساخته و در سال‌های اخیر نیز پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در کنار مزارع کشاورزی رواج یافته است. ایستگاه تحقیقات علوم دامی گلپایگان در ۳ کیلومتری شمال شهرستان گلپایگان واقع شده است. لازم به ذکر است که این ایستگاه از سال ۱۳۳۲ شمسی فعالیت‌های پرورش دام و طیور خود را آغاز کرده و از سال ۱۳۶۴ شمسی تاکنون برای اجرای طرح‌ها و پروژه‌های تحقیقاتی در همین زمینه اختصاص یافته است. مساحت ایستگاه ۶۰ هکتار بوده و در حال حاضر دارای ۲ حلقه چاه با دبی ۳۰ لیتر در ثانیه، دو واحد گاوداری (۳۰۰ و ۱۵۰ راسی)، واحد زراعت، واحد زنبورداری و اخیراً واحد پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (شامل استخر ذخیره آب و ۹ استخر سیمانی ردیفی) می‌باشد.

**۳-۲- استخرهای پرورش ماهی**

تهیه نقشه و دستورالعمل ساخت استخرها توسط کارشناسان مدیریت شیلات سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان انجام گردید. تعداد ۹ استخر به ابعاد  $1/5 \times 2/2 \times 19$  متر در کنار یکدیگر از جنس بلوک سیمانی با روکش سیمان در دیواره و کف و در محل خروجی آب (دو حلقه چاه) و در نزدیکی استخر ذخیره آب احداث شد. به منظور هوادهی آب چاه، آب خروجی از دهانه لوله برجک مانند سرازیر شده و در مسیر فروریختن از توری‌های فلزی با چشمه‌های دو سانتی متری عبور کرده و سپس وارد کانال تقسیم آب می‌گردد. هر استخر یک دهانه ورودی و یک دهانه خروجی (روبروی هم) داشته و کف استخر نیز دارای شیب ۲ درصد می‌باشد. استخرها تا ارتفاع یک متری آبگیری و سپس ماهیدار شدند.

**۳-۳- کیفیت آب چاه**

همان‌طور که ذکر شد ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان، دو حلقه چاه نسبتاً عمیق داشته که دبی آب هر کدام ۳۰ لیتر در ثانیه می‌باشد و از طریق لوله در محل استخرها به یکدیگر متصل شده‌اند. به منظور تعیین برخی از فاکتورهای کیفی آب، از دهانه لوله نمونه برداری و به آزمایشگاه ارسال شد.

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی آب چاه ایستگاه

هدایت الکتریکی μs/cm	میلی اکی والان در لیتر							pH
	مجموع کاتیون ها	مجموع آنیون ها	مجموع کلسیم و منیزیم	سدیم	سولفات	کلر	بیکربنات	
۱۲۶۰	۱۳/۶	۱۲/۶	۸/۴	۵/۲	۱/۰	۶/۸	۴/۸	۷/۲

#### ۳-۴- تهیه و توزیع بچه ماهیان

از آنجایی که یکی از اهداف این پروژه بررسی توان تولید بچه ماهی در استخرهای احداثی بود، از همین رو بچه ماهی با میانگین وزنی ۵ گرم از مرکز تکثیر ماهی قزل آلاهی رنگین کمان موجود در گلپایگان تهیه و به ایستگاه منتقل و در استخرها با تراکم مورد نظر رهاسازی گردید. به منظور جلوگیری از آفتاب سوختگی بچه ماهیان، در قسمت هایی از استخر سایبان ایجاد شد.

#### ۳-۵- تیمارهای آزمایشی

در فاز اول مطالعه به منظور تولید بچه ماهی تا وزن ۵۰ گرم، تعداد ۴۳۲۶۳ قطعه بچه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان با میانگین وزنی  $1 \pm 5$  گرم (وزن اولیه)، با ۳ تیمار آزمایشی شامل تراکم های ۱۰۰، ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در متر مربع در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار در ۹ استخر آزمایشی (هر کدام ۴۲ مترمربع) به اجرا درآمد. ده درصد تلفات برابر ۴۵۰۰ قطعه در نظر گرفته شد که نسبت به تراکم های مختلف توزیع گردید. در مطالعه حاضر، داده های بدست آمده در دو مقطع ۳۰ و ۷۵ روزگی مورد مقایسه قرار گرفته است. در فاز دوم با هدف پرورش ماهی با سایز بازاری (۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم)، تراکم استخرها کاهش یافته و تراکم مازاد به فروش رسید. در این مرحله نیز ۳ تیمار آزمایشی شامل تراکم های ۶۰، ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع با میانگین وزنی  $5 \pm 65$  گرم (وزن اولیه در این مرحله) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در ۹ استخر سیمانی به مدت ۱۸۰ روز (در سه مقطع ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی) مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفتند.

#### ۳-۶- عملیات دوره پرورش

در مدت دوره های پرورش بچه ماهی و ماهی پروراری فاکتورهای کیفی آب شامل دمای آب (صبح و بعدازظهر)، اکسیژن محلول (ورودی و خروجی) و pH به وسیله دستگاه قابل حمل (EUTECH, Cyberscan 600, Singapor) به طور منظم اندازه گیری شد. در ماه اول دوره پرورش بچه ماهی، اندازه گیری وزن هر دو هفته یکبار و از ماه دوم و همچنین کل دوره پرورش ماهی پروراری هر هفته انجام می شد. میزان تغذیه بر اساس ۴/۸ درصد میانگین وزنی توده ماهی هر استخر شروع و در پایان دوره پرورش بچه ماهی به ۲/۵ درصد کاهش یافت (یوسفی، ۱۳۷۹ و NRC, 1993). در دوره پرورش ماهی پروراری این درصد خوراکدهی از ۲/۵ درصد شروع و به

۱/۵ درصد متناسب با رشد ماهیان (جداول مربوطه) کاهش پیدا نمود (NRC, 1993). برای محاسبه خوراک روزانه، میانگین وزن ماهی در تعداد کل ماهی هر استخر و سپس در درصد خوراکدهی ضرب می‌شد. دفعات خوراکدهی براساس جداول استاندارد متناسب با وزن و دمای آب از ۵ نوبت در روز شروع و به ۳ نوبت در پایان دوره پرورش بچه ماهی تقلیل یافت. برای دوره پرورش ماهی بازاری از ۳ بار خوراکدهی در روز و در پایان دوره ۲ بار در روز استفاده گردید (NRC, 1993). نظافت استخرها ابتدا هر ۳ هفته یکبار و در پایان دوره هر ۲ هفته یکبار به کمک دستگاه خلط کش (جاروبرقی) انجام می‌شد. در پایان آزمایش، صفات پرورشی برای هر دوره شامل مصرف خوراک (در بالا نحوه محاسبه آن ذکر شد)، افزایش وزن (وزن نهایی منهای وزن اولیه)، ضریب تبدیل خوراک (نسبت میزان مصرف خوراک به افزایش وزن)، میزان رشد ویژه  $(LnW_2 - LnW_1 / t \times 100)$  و نسبت بازده پروتئین (نسبت افزایش وزن به میزان پروتئین مصرفی) به ازای هر قطعه ماهی محاسبه گردید (Willoughby, 1999). در رابطه فوق  $LnW_1$  و  $LnW_2$  به ترتیب لگاریتم طبیعی وزن اولیه و نهایی و  $t$  مدت زمان دوره پرورش می‌باشد.

ترکیب جیره های مختلف استفاده شده در دوره های پرورش بچه ماهی و پرواری براساس اطلاعات ارایه شده توسط کارخانه تولید کننده در جدول ۲ درج گردیده است.

جدول ۲. ترکیب جیره ها در دوره های مختلف رشد (داده های کارخانه سازنده)

مرحله پرواری			مرحله رشد	ترکیب خوراک (%)
GFT-3	GFT-2	GFT-1	FFT	
۳۴	۳۶	۳۸	۴۰	پروتئین خام
۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	چربی خام
۴/۵	۴	۴	۳/۵	فیبر خام
۱	۱	۱/۱	۱/۲	فسفر
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	خاکستر
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	رطوبت

### ۷-۳- آنالیز آماری

در این پروژه داده های مربوط به دوره تولید بچه ماهی و دوره تولید ماهی پرواری به طور جداگانه آنالیز گردید. نتایج بدست آمده از قبیل میزان مصرف خوراک، افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، میزان رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین مربوط به هر دوره در برنامه اکسل ویرایش و سپس با استفاده از نرم افزار Statistical SAS (Analysis System) مورد آنالیز قرار گرفت. میانگین داده ها از روش آزمون چند دامنه ای دانکن و حداقل تفاوت معنی دار (LSD; Least Significant Differences) در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند (SAS, 1998):

$$X_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

#### ۴- نتایج

##### ۴-۱- کیفیت آب استخرها در طول دوره پرورش

اگرچه دمای آب چاه در تابستان و زمستان تغییرات زیادی پیدا نمی کند، ولی به علت ورود آب به استخرها و کاهش سرعت جریان آن، از دمای محیط متاثر شده و تغییراتی در آن ایجاد می شود. به هر حال، در طول دوره پرورش بچه ماهی که از نیمه اردیبهشت ماه شروع و در انتهای تیر ماه پایان یافت، میانگین کمترین دمای آب در ماه اول برابر ۱۵/۵ درجه سانتی گراد و بیشترین آن در نیمه دوم تیر ماه و برابر ۱۹/۲ درجه سانتی گراد مشاهده شد. اختلاف دمای آب ورودی با خروجی استخر در اولین ماه ۰/۲ تا ۰/۳ و در گرمترین روزها و ساعات (بعدازظهر) تا ۱/۵ درجه سانتی گراد رسید. در طول دوره پرورش ماهی پرواری که از نیمه مرداد ماه شروع و در نیمه بهمن ماه پایان یافت با خنک شدن هوا تغییرات دمای آب در ورودی و خروجی استخرها نیز کاهش یافت. در این دوره بیشترین دمای اندازه گیری شده در ماه اول (مرداد ماه) و برابر ۱۹/۷ و کمترین آن در دی ماه و برابر ۱۵/۱ درجه سانتی گراد اندازه گیری گردید. اختلاف دمای آب ورودی با خروجی استخر در ابتدای دوره از صفر تا حداکثر ۰/۲ و در سردترین روزها نیز حداکثر به ۰/۴ درجه سانتی گراد می رسید و به طور کلی تفاوت عمده ای بین تیمارهای مختلف در دوره پرورش مشاهده نشد. همان طور که انتظار می رود، غلظت اکسیژن محلول صبحگاهی (حداکثر ۸/۱ میلی گرم در لیتر و در تیمار با پایین ترین تراکم) در کل دوره های پرورش بیش از میزان اکسیژن محلول در بعدازظهر و در ورودی استخر بیش از خروجی آن (حداقل ۵/۵ میلی گرم در لیتر و در تیمار با بالاترین تراکم) بدست آمد. میانگین تغییرات غلظت اکسیژن محلول در آب خروجی استخر در دوره پرورش بچه ماهی از ۰/۵ (در ابتدای دوره) تا ۱/۵ (روزهای گرم) و در دوره پرورش ماهی پرواری از ۰/۳ تا ۲/۴ ثبت گردید. به طور کلی، در هیچ کدام از تیمارها در دوره های مختلف پرورش مشکلی از نظر کمبود اکسیژن مشاهده نشد. همان طور که پیشتر اشاره شد pH آب دهانه چاه و قبل از هوادهی ۷/۲ بود، ولی پس از ریزش و شکست چند مرحله ای آب و عبور از کانال به ۷/۷ می رسید. در طول دوره های پرورش بچه ماهی و پرواری تغییرات زیادی مشاهده نشد و در کمترین مقدار و در تیمار حاوی بالاترین تراکم به ۶/۸ و در بیشترین مقدار و در تیمار با پایین ترین تراکم به ۷/۲ (در خروجی استخر) رسید. بیشترین تلفات در هفته اول و حدود پنج درصد یعنی برابر ۲۳۲۵ قطعه بچه ماهی ثبت گردید که این درصد تلفات در تراکم های مختلف یکسان بدست آمد. این امر نشان داد که علت اصلی تلفات، تنش مربوط به حمل و نقل و رها سازی بچه ماهی بوده است.

## ۲-۴- صفت پرورشی در دوره تولید بچه ماهی

### ۱-۲-۴- افزایش وزن

مقایسه میانگین افزایش وزن در تراکم‌های مختلف و در ۳۰ و ۷۵ روزگی (کل دوره تولید بچه ماهی) در جدول ۳ درج گردیده است. نتایج بدست آمده در ۳۰ و ۷۵ روزگی نشان می‌دهد که میزان افزایش وزن در تراکم ۱۰۰ قطعه در مترمربع نسبت به ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع به طور معنی داری بیشتر بوده است ( $P < 0/05$ ). مقایسه تراکم‌های ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع نیز در دو دوره ۳۰ و ۷۵ روزگی تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند ( $P > 0/05$ ). بدین ترتیب مشاهده شد که افزایش وزن در دوره‌های ۳۰ و ۷۵ روزگی روند یکسانی نشان داده اند.

جدول ۳. مقایسه میانگین افزایش وزن (گرم به ازای هر قطعه) در تراکم‌های مختلف در ۳۰ و ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

دوره	عامل	تراکم استخرهای آزمایشی (قطعه در مترمربع)		
		۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰
۳۰ روزگی	افزایش وزن	$0/96 \pm 13/12^b$	$0/79 \pm 14/61^b$	$3/51 \pm 17/19^a$
	<i>P value*</i>	0/0049	0/0051	0/4613
۷۵ روزگی	افزایش وزن	$3/71 \pm 40/76^b$	$0/28 \pm 43/83^b$	$4/93 \pm 50/83^a$
	<i>P value*</i>	0/0136	0/0001	0/1031

حرف مشابه در ردیف افزایش وزن بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ). *P value\**: سطح اطمینان.

### ۲-۲-۴- میزان رشد ویژه

میزان رشد ویژه در واقع نشان‌دهنده میزان رشد روزانه بر حسب درصد وزن بدن می‌باشد. جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین میزان رشد ویژه هم در ۳۰ روزگی و هم ۷۵ روزگی به پایین‌ترین تراکم (۱۰۰ قطعه در مترمربع) تعلق داشته که با سایر تراکم‌ها (۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع) تفاوت معنی دار نشان داده است ( $P < 0/05$ ), ولی تراکم‌های ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع در هر دو مقطع زمانی دوره پرورش بچه ماهی (۳۰ و ۷۵ روزگی) اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند ( $P > 0/05$ ).

جدول ۴. مقایسه میانگین میزان رشد ویژه در تراکم‌های مختلف در ۳۰ و ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

دوره	عامل	تراکم استخرهای آزمایشی (قطعه در مترمربع)		
		۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰
۳۰ روزگی	میزان رشد ویژه	$0/08 \pm 2/43^b$	$0/06 \pm 2/56^b$	$0/22 \pm 2/86^a$
	<i>P value*</i>	0/0073	0/0073	0/4574
۷۵ روزگی	میزان رشد ویژه	$0/07 \pm 2/36^b$	$0/01 \pm 2/42^b$	$0/04 \pm 2/57^a$
	<i>P value*</i>	0/0215	0/0002	0/0768

حرف مشابه در ردیف میزان رشد ویژه بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ). *P value\**: سطح اطمینان.



### ۳-۲-۴- مصرف خوراک

مصرف خوراک به ازای هر قطعه ماهی محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۵). در ۳۰ روزگی دوره تولید بچه ماهی تفاوت معنی داری میان تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). ولی، میانگین مصرف خوراک در ۷۵ روزگی برای تیمارهای ۱۰۰ و ۱۱۵ قطعه در مترمربع به ترتیب برابر ۷۰ و ۷۵ گرم که با تیمار ۱۳۰ قطعه در مترمربع و با مصرف خوراک ۱۰۰/۳ گرم برای هر قطعه ماهی تفاوت معنی داری نشان دادند ( $P < 0/05$ ). بدین ترتیب در کل دوره (۷۵ روزگی) بیشترین مصرف خوراک به تیمار ۱۳۰ قطعه در مترمربع تعلق گرفت.

جدول ۵. مقایسه میانگین مصرف خوراک (گرم به ازای هر قطعه) در تراکم های مختلف در ۳۰ و ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی قزل آلی رنگین کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

تراکم استخرهای آزمایشی (قطعه در مترمربع)			عامل	دوره
۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰		
۳/۷۸ $\pm$ ۳۲/۳۳	۳/۳۶ $\pm$ ۲۹/۲۰	۵/۵۷ $\pm$ ۳۴/۴۰	مصرف خوراک	۳۰ روزگی
۰/۳۴۶۸	۰/۰۹۶۲	۰/۸۶۹۳	<i>P value*</i>	
<sup>a</sup> ۱/۶۹ $\pm$ ۱۰۰/۳۳	<sup>b</sup> ۰/۹۹ $\pm$ ۷۵/۰۰	<sup>b</sup> ۰/۰۷ $\pm$ ۷۰/۰۰	مصرف خوراک	۷۵ روزگی
۰/۰۴۲۶	۰/۰۷۴۲	۰/۲۲۵۴	<i>P value*</i>	

حرف مشابه در ردیف مصرف خوراک بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ). *P value\**: سطح اطمینان.

### ۴-۲-۴- ضریب تبدیل خوراک

ضریب تبدیل خوراک که نسبت مصرف خوراک به افزایش وزن می باشد یکی از عوامل و صفات مهم در پرورش ماهی محسوب می شود. بهترین ضریب تبدیل خوراک در هر دو دوره ۳۰ و ۷۵ روزگی به کمترین تراکم با ۱۰۰ قطعه در مترمربع اختصاص داشت و با تراکم های ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع تفاوت معنی دار نشان داد ( $P < 0/05$ ) (جدول ۶). همچنین، تیمار ۱۱۵ قطعه در مترمربع با ضریب تبدیل خوراک بهتر نسبت به تیمار ۱۳۰ قطعه در مترمربع در ۳۰ روزگی تفاوت معنی دار، ولی در ۷۵ روزگی تفاوت غیرمعنی دار داشت ( $P < 0/05$ ). بدین ترتیب، ضریب تبدیل خوراک در ماه اول و در کل دوره (۷۵ روزگی) روند یکسانی را نشان نداد.

جدول ۶. مقایسه میانگین ضریب تبدیل خوراک در تراکم‌های مختلف در ۳۰ و ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

تراکم استخرهای آزمایشی (قطعه در مترمربع)			عامل	دوره
۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰		
$0.13 \pm 2.46^c$	$0.12 \pm 1.99^b$	$0.10 \pm 1.79^a$	ضریب تبدیل خوراک	۳۰ روزگی
۰/۰۰۷۸	۰/۰۴۱۲	۰/۱۴۷۶	<i>P</i> value*	
$0.66 \pm 1.73^b$	$0.01 \pm 1.71^b$	$0.01 \pm 1.37^a$	ضریب تبدیل خوراک	۷۵ روزگی
۰/۳۷۲۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۶۸۲	<i>P</i> value*	

حرف مشابه در ردیف ضریب تبدیل خوراک بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0.05$ ). *P* value\*: سطح اطمینان.

#### ۵-۲-۴- نسبت بازده پروتئین

نسبت بازده پروتئین (Protein Efficiency Ratio) عبارت است از نسبت افزایش وزن به مصرف پروتئین جیره که میزان بهره‌وری مصرف پروتئین جیره را در مقابل افزایش وزن نشان می‌دهد. به عبارتی به ازای هر گرم افزایش وزن چه مقدار پروتئین مصرف شده است. جدول ۷ نشان می‌دهد که نسبت بازده پروتئین در ۳۰ روزگی پرورش بچه ماهی، در تراکم‌های ۱۰۰ و ۱۱۵ قطعه در مترمربع با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند ( $P > 0.05$ )، ولی با تراکم ۱۳۰ قطعه در مترمربع تفاوت معنی دار نشان داده‌اند ( $P < 0.05$ ). بررسی این صفت در ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی نشان می‌دهد که تراکم ۱۰۰ قطعه در مترمربع با بیشترین مقدار، تفاوت معنی داری با تراکم‌های ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع داشته است ( $P < 0.05$ ). مقایسه تراکم ۱۰۰ قطعه در مترمربع با ۱۱۵ قطعه در مترمربع نشان می‌دهد که در ۷۵ روزگی تفاوت بین آن‌ها معنی دار نبوده است، ولی در کل دوره پرورش بچه ماهی (۷۵ روز) این اختلاف بیشتر شده به طوری که تفاوت بین آن‌ها معنی دار مشاهده شد.

جدول ۷. مقایسه میانگین نسبت بازده پروتئین در تراکم‌های مختلف در ۳۰ و ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

تراکم استخرهای آزمایشی (قطعه در مترمربع)			عامل	دوره
۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰		
$0.05 \pm 1.01^b$	$0.07 \pm 1.25^a$	$0.08 \pm 1.48^a$	نسبت بازده پروتئین	۳۰ روزگی
۰/۰۰۴۲	۰/۰۲۶۶	۰/۱۳۴۲	<i>P</i> value*	
$0.02 \pm 1.02^c$	$0.01 \pm 1.45^b$	$0.01 \pm 1.81^a$	نسبت بازده پروتئین	۷۵ روزگی
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۶۳۳	<i>P</i> value*	

حرف مشابه در ردیف نسبت بازده پروتئین بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0.05$ ). *P* value\*: سطح اطمینان

### ۳-۴- صفات پرورشی در دوره تولید ماهی پرواری

#### ۳-۴-۱- افزایش وزن

مقایسه افزایش وزن در تراکم های مختلف و در دوره های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی نشان می دهد که در هر سه دوره با افزایش تراکم میزان افزایش وزن به طور معنی داری کاهش یافته است ( $P < 0/05$ ) و بیشترین افزایش وزن مربوط به کمترین تراکم یعنی ۶۰ قطعه در متر مربع بوده است (جدول ۸). مقایسه تراکم های مختلف با یکدیگر در ۶۰ روزگی نشان می دهد که تیمار ۶۰ قطعه در مترمربع با تراکم های ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع تفاوت معنی داری داشته است ( $P < 0/05$ ). همچنین، تراکم ۷۰ قطعه در مترمربع در مقایسه با ۸۰ قطعه در مترمربع نیز با افزایش وزن بیشتر تفاوت معنی داری نشان داده است ( $P < 0/05$ ). تفاوت بین تراکم های مختلف در ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی نیز به همین ترتیب تکرار شد و در این دوره ها نیز تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع با افزایش وزن بیشتر نسبت به تراکم های ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع و همچنین تراکم ۷۰ نسبت به ۸۰ قطعه در مترمربع تفاوت معنی دار نشان دادند ( $P < 0/05$ ). بیشترین میانگین افزایش وزن به ازای هر قطعه ماهی در تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع در دوره های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی به ترتیب برابر ۴۳/۴۸، ۱۲۹/۷۳ و ۲۳۴/۷۷ گرم و کمترین میانگین افزایش وزن به ازای هر قطعه ماهی برای تراکم ۸۰ قطعه در مترمربع به ترتیب برابر ۱۹/۹۶، ۶۲/۸ و ۱۶۳/۶۱ بدست آمد.

جدول ۸. مقایسه میانگین افزایش وزن ماهی (گرم به ازای هر قطعه) در تراکم های مختلف در ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی دوره پروار ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

دوره	عامل	تراکم (قطعه در مترمربع) استخرهای آزمایشی		
		۸۰	۷۰	۶۰
۶۰ روزگی	افزایش وزن	$2/71 \pm 19/96^c$	$3/23 \pm 30/57^b$	$4/64 \pm 43/48^a$
	<i>P value*</i>	0/0019	0/0055	0/0447
۱۲۰ روزگی	افزایش وزن	$0/97 \pm 62/8^c$	$0/84 \pm 95/16^b$	$4/64 \pm 129/73^a$
	<i>P value*</i>	0/0019	0/0055	0/0447
۱۸۰ روزگی	افزایش وزن	$0/36 \pm 163/61^c$	$4/88 \pm 191/48^b$	$4/64 \pm 234/77^a$
	<i>P value*</i>	0/0009	0/0027	0/0726

حرف مشابه در ردیف افزایش وزن بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ). *P value\**: سطح اطمینان.

#### ۳-۴-۲- میزان رشد ویژه

جدول ۹ نشان می دهد که میزان رشد ویژه در دوره های ۶۰ و ۱۲۰ روزگی دوره پرورش ماهی پرواری در هر سه نوع تراکم با یکدیگر اختلاف معنی دار داشته اند ( $P < 0/05$ ). هرچه تراکم بیشتر شده است میزان رشد ویژه کاهش یافته و بیشترین میزان رشد ویژه مربوط به تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع بوده است. مناسب ترین میزان رشد

ویژه در تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع در دوره ۶۰ روزگی برابر ۰/۸۳ بدست آمد که با تراکم ۷۰ قطعه در مترمربع با میزان رشد ویژه ۰/۶۳ و تراکم ۸۰ قطعه در مترمربع با میزان رشد ویژه ۰/۴۴ تفاوت معنی داری نشان داده است ( $P < 0/05$ ). چنین تفاوت معنی داری بین تراکم ۷۰ قطعه در مترمربع با میزان رشد ویژه بهتر و تراکم ۸۰ قطعه در مترمربع نیز در همین دوره مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). در دوره های ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی نیز مشاهده شد که تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع نسبت به تراکم های ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع و تراکم ۷۰ قطعه در مترمربع نسبت به ۸۰ قطعه در مترمربع به طور معنی داری میزان رشد ویژه بیشتری داشته اند ( $P < 0/05$ ).

جدول ۹. مقایسه میانگین میزان رشد ویژه در تراکم های مختلف در ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی دوره پروار ماهی قزل آلاي رنگين کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

دوره	عامل	تراکم (قطعه در مترمربع) استخرهای آزمایشی		
		۸۰	۷۰	۶۰
۶۰ روزگی	میزان رشد ویژه	<sup>c</sup> ۰/۰۵ $\pm$ ۰/۴۴	<sup>b</sup> ۰/۰۵ $\pm$ ۰/۶۳	<sup>a</sup> ۰/۰۷ $\pm$ ۰/۸۳
	<i>P value*</i>	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۷۱	۰/۰۴۱۳
۱۲۰ روزگی	میزان رشد ویژه	<sup>c</sup> ۰/۰۶ $\pm$ ۰/۵۵	<sup>b</sup> ۰/۰۳ $\pm$ ۰/۷۴	<sup>a</sup> ۰/۰۱ $\pm$ ۰/۹۱
	<i>P value*</i>	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۹۴	۰/۰۲۶۷
۱۸۰ روزگی	میزان رشد ویژه	<sup>c</sup> ۰/۰۱ $\pm$ ۰/۶۹	<sup>b</sup> ۰/۰۱ $\pm$ ۰/۷۶	<sup>a</sup> ۰/۰۱ $\pm$ ۰/۸۴
	<i>P value*</i>	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۳۳	۰/۰۶۷۷

حرف مشابه در ردیف میزان رشد ویژه بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ). *P value\**: سطح اطمینان.

### ۳-۳-۴- مصرف خوراک

نتایج مربوط به مقایسه مصرف خوراک (گرم به ازای هر قطعه ماهی) در سه بازه زمانی ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی دوره پرواری ماهی قزل آلاي رنگين کمان در جدول ۱۰ درج شده است. تیمارهای مختلف در زمان های ۶۰ و ۱۲۰ روزگی تفاوت معنی داری از نظر مصرف خوراک نشان ندادند ( $P > 0/05$ ) و کمترین تراکم (۶۰ قطعه در مترمربع) نسبت به دو تراکم دیگر مصرف خوراک بیشتری داشته است، ولی در پایان دوره پرورش یعنی ۱۸۰ روزگی بیشترین مصرف خوراک به بالاترین تراکم (۸۰ قطعه در مترمربع) اختصاص داشت که با دو تیمار دیگر نیز تفاوت معنی داری نشان داده است ( $P < 0/05$ ).

جدول ۱۰. مقایسه میانگین مصرف خوراک (گرم به ازای هر قطعه ماهی) در تراکم های مختلف در ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی دوره پرور ماهی قزل آلی رنگین کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

دوره	عامل	تراکم (قطعه در مترمربع) استخرهای آزمایشی		
		۸۰	۷۰	۶۰
۶۰ روزگی	مصرف خوراک	$^{b}7/43 \pm 46/00$	$^{b}3/21 \pm 46/66$	$^{ab}5/56 \pm 57/00$
	<i>P value*</i>	۰/۰۳۰۵	۰/۰۰۶۳	۰/۰۵۶۱
۱۲۰ روزگی	مصرف خوراک	$^{a}25/58 \pm 148/67$	$^{a}11/71 \pm 142/67$	$^{a}5/63 \pm 155/50$
	<i>P value*</i>	۰/۰۲۸۴	۰/۰۴۳۶	۰/۰۲۹۶
۱۸۰ روزگی	مصرف خوراک	$^{a}2/10 \pm 370/66$	$^{b}7/10 \pm 279/33$	$^{c}7/10 \pm 265/33$
	<i>P value*</i>	۰/۰۰۱۹	۰/۰۴۱۱	۰/۰۲۲۵

حرف مشابه در ردیف مصرف خوراک بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ). *P value\**: سطح اطمینان.

#### ۴-۳-۴- ضریب تبدیل خوراک

مقایسه میانگین ضریب تبدیل خوراک در دوره های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی پرورش ماهی پرواری نشان می دهد که تیمار ۶۰ قطعه در مترمربع از ضریب تبدیل خوراک بهتری برخوردار بوده و در هر سه دوره با دو تیمار دیگر تفاوت معنی دار نشان داده است ( $P < 0/05$ ) (جدول ۱۱). بررسی مقایسه تیمارهای ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع نیز نشان می دهد که تیمار ۷۰ قطعه در مترمربع در هر سه دوره ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی با ضریب تبدیل خوراک بهتر تفاوت معنی داری با تیمار ۸۰ قطعه در مترمربع داشته است ( $P < 0/05$ ). بهترین میانگین ضریب تبدیل خوراک (کمترین مقدار) به ازای هر قطعه ماهی برای تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع در دوره های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی به ترتیب برابر ۱/۳۱، ۱/۱۹ و ۱/۱۶ گرم و بدترین میانگین ضریب تبدیل خوراک (بیشترین) به ازای هر قطعه ماهی برای تراکم ۸۰ قطعه در مترمربع به ترتیب برابر ۲/۲۹، ۲/۳۶ و ۲/۲۶ بدست آمد.

جدول ۱۱. مقایسه میانگین ضریب تبدیل خوراک در تراکم های مختلف در ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی دوره پرور ماهی قزل آلی رنگین کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

دوره	عامل	تراکم (قطعه در مترمربع) استخرهای آزمایشی		
		۸۰	۷۰	۶۰
۶۰ روزگی	ضریب تبدیل خوراک	$^{c}0/10 \pm 2/29$	$^{b}0/06 \pm 1/52$	$^{a}1/01 \pm 1/31$
	<i>P value***</i>	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۸۸	۰/۰۲۳۴
۱۲۰ روزگی	ضریب تبدیل خوراک	$^{c}0/06 \pm 2/36$	$^{b}0/01 \pm 1/49$	$^{a}0/01 \pm 1/19$
	<i>P value***</i>	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۴۲۲۶
۱۸۰ روزگی	ضریب تبدیل خوراک	$^{c}0/06 \pm 2/26$	$^{b}0/10 \pm 1/45$	$^{a}0/05 \pm 1/16$
	<i>P value***</i>	۰/۰۰۱۳	۰/۱۰۳۵	۰/۰۶۲۴

حرف مشابه در ردیف ضریب تبدیل خوراک بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ). *P value\*\*\**: سطح اطمینان.

### ۵-۳-۴-نسبت بازده پروتئین

نتایج مربوط به مقایسه میانگین نسبت بازده پروتئین در تیمارهای مختلف و در دوره های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی پرورش ماهی پرواری در جدول ۱۲ درج شده است. تیمار ۶۰ قطعه در مترمربع با بالاترین نسبت بازده پروتئین در هر سه دوره با تیمارهای ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع تفاوت معنی دار نشان داده است ( $P < 0/05$ ). همچنین، مقایسه بین تیمار ۷۰ قطعه در مترمربع با تیمار ۸۰ قطعه در مترمربع نشان می دهد که تیمار ۷۰ قطعه در مترمربع با عملکرد بهتر در هر سه دوره پرورش ماهی پرواری تفاوت معنی داری با تیمار ۸۰ قطعه در مترمربع داشته است ( $P < 0/05$ ). بیشترین میانگین بدست آمده از نسبت بازده پروتئین به ازای هر قطعه ماهی برای تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع در دوره های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی به ترتیب برابر ۲، ۲/۳۱ و ۲/۳۶ و کمترین میانگین به ازای هر قطعه ماهی برای تراکم ۸۰ قطعه در مترمربع به ترتیب برابر ۱/۱۴، ۱/۱۶ و ۱/۲۹ بدست آمد.

جدول ۱۲. مقایسه میانگین نسبت بازده پروتئین در تراکم های مختلف در ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی دوره پروار ماهی قزل آلابی رنگین کمان (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

تراکم (قطعه در مترمربع) استخرهای آزمایشی			عامل	دوره
۸۰	۷۰	۶۰		
$0/05 \pm 1/14^c$	$0/06 \pm 1/71^b$	$0/02 \pm 2^a$	نسبت بازده پروتئین	۶۰ روزگی
۰/۰۰۰۹	۰/۰۱۰۹	۰/۰۷۶۱	$P$ value*	
$0/02 \pm 1/16^c$	$0/01 \pm 1/84^b$	$0/01 \pm 2/31^a$	نسبت بازده پروتئین	۱۲۰ روزگی
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۴۲۲۶	$P$ value*	
$0/03 \pm 1/29^c$	$0/14 \pm 2/01^b$	$0/13 \pm 2/36^a$	نسبت بازده پروتئین	۱۸۰ روزگی
۰/۰۰۰۴	۰/۰۸۷۶	۰/۰۶۱۹	$P$ value*	

حرف مشابه در ردیف نسبت بازده پروتئین بیانگر معنی دار نبودن است ( $P > 0/05$ ).  $P$  value\*: سطح اطمینان.

## ۵- بحث

بررسی نتایج در مورد افزایش وزن در فاز تولید بچه ماهی نشان داد که میزان افزایش وزن در تیمارهای مختلف، متفاوت بود و در هر دو دوره ۳۰ و ۷۵ روزگی اختلاف های معنی داری با یکدیگر داشته اند. در این مرحله از مطالعه، تیمار ۱۰۰ قطعه در مترمربع بهترین نتیجه را در بر داشته و نسبت به دو تیمار دیگر (۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع) در ۳۰ روزگی به وزن ۲۰ گرم و در ۷۵ روزگی به ۵۰ گرم رسیده است، در حالی که دو تراکم دیگر در این مدت نتوانستند وزن مطلوب را کسب نمایند. بنابراین در آزمایش حاضر، تراکم عامل بسیار تعیین کننده و به عبارتی محدود کننده محسوب شده، به طوری که با افزایش تراکم، سرعت رشد کاهش یافته است. کاهش سرعت رشد با افزایش تراکم در هر دو دوره ۳۰ و ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی مشاهده شد. مصرف خوراک در بازه زمانی ۳۰ روزگی تولید بچه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان در تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار ۱۰۰ قطعه در مترمربع از مصرف خوراک بیشتری نسبت به تراکم های ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع برخوردار بوده است، ولی در ادامه دوره تا ۷۵ روزگی این نسبت بر عکس شده و تیمار با بالاترین تراکم مصرف خوراک بیشتری را به خود اختصاص داده است. اگرچه میزان خوراک مصرفی بر اساس میزان توده زنده موجود در هر استخر محاسبه و تغذیه ماهیان هر سه تیمار به ویژه تراکم بالاتر با حوصله و صرف وقت بیشتر انجام گردیده بود، ولی به نظر می رسد اثر تراکم در سنین و اوزان اولیه و سائز کوچکتر ماهیان کمتر نمایان می شود، و با افزایش وزن و اندازه ماهیان تاثیر تراکم بر مصرف خوراک بیشتر قابل مشاهده می باشد. احتمال می رود وجود چنین شرایطی برای تحلیل سایر صفات مطالعه شده نیز صادق باشد. به هر حال، بررسی میزان رشد ویژه در دوره های ۳۰ و ۷۵ روزگی تولید بچه ماهی نیز نشان می دهد که کمترین تراکم، بهترین بازده را داشته و بدین ترتیب تاثیر افزایش تراکم بیش از حد ظرفیت استخر و شرایط حاکم، قابل مشاهده است. چنین روندی برای ضریب تبدیل خوراک و نسبت بازده پروتئین نیز دیده می شود. به این معنا که تیمار ۱۰۰ قطعه در مترمربع نسبت به ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع عملکرد بهتری ارائه نموده است. همچنین، تیمار ۱۱۵ قطعه در مترمربع در مقایسه با ۱۳۰ قطعه در مترمربع نیز نتیجه بهتری داشته است که این مطلب حاکی از تاثیر معنی دار افزایش تراکم بر عملکرد ماهی خواهد بود. به عبارتی هر تراکمی نسبت به تراکم قبلی خود از عملکرد ضعیف تری برخوردار بوده است. به طور کلی، مدت زمان گزارش شده برای این که بچه ماهی با وزن اولیه ۵ گرم به ۲۰ گرم برسد، حدود ۳۰ روز و از وزن ۲۰ گرم تا ۵۰ گرم، ۴۵ روز بیان شده است (در مجموع ۷۵ روز) (یوسفی، ۱۳۷۹). در آزمایش اول یعنی تولید بچه ماهی ۵۰ گرمی مشاهده شد که ماهیان تیمار حاوی کمترین تراکم (۱۰۰ قطعه در مترمربع) طی مدت ۳۰ روز به وزن ۱۹/۷ گرم و در ۴۵ روز بعدی (۷۵ روزگی) به وزن ۵۰/۸ گرم دست یافته اند. بنابراین، به نظر می رسد استخرهای مورد نظر، شرایط لازم و توانایی خوبی برای تولید بچه ماهی با تراکم ۱۰۰ قطعه در مترمربع برای وزن های ۲۰ و ۵۰ گرم داشته باشند.

بررسی صفات اندازه گیری شده برای دوره پرورش ماهی پرورشی نشان می‌دهد که تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع نسبت به تیمارهای ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع افزایش وزن بیشتری داشته است. این نتیجه در هر سه دوره ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی به طور ثابت مشاهده شد. همان طور که در مرحله پرورش بچه ماهی نیز مشاهده شد کمترین افزایش وزن به بالاترین میزان تراکم اختصاص داشت. از آن جایی که تیمار ۷۰ قطعه در مترمربع نسبت به ۸۰ قطعه در مترمربع نیز افزایش وزن بیشتری نشان داده است، نقش تراکم بر میزان رشد به اثبات می‌رسد. مقایسه مصرف خوراک در مقاطع مختلف دوره پرورش پرورشی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان داد که تراکم‌های مختلف دوره‌های ۶۰ و ۱۲۰ روزگی تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی به انتهای دوره که نزدیک شدند تراکم ۸۰ قطعه در مترمربع به عنوان بالاترین تراکم استفاده شده در این مطالعه از مصرف خوراک بیشتری برخوردار شد. این روند نشان می‌دهد که هر چه وزن و اندازه ماهیان بیشتر شود اثر تراکم بر صفات مورد نظر بیشتر خواهد بود. مطالعه میزان رشد ویژه در دوره‌های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی نشان می‌دهد که بهترین عملکرد مربوطه به تیمار ۶۰ قطعه در مترمربع می‌باشد. بررسی ضریب تبدیل خوراک و نسبت بازده پروتئین نیز حاکی از عملکرد بهتر در تیمار با تراکم کمتر (۶۰ قطعه در مترمربع) نسبت به تراکم‌های ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع می‌باشد. این نتیجه برای هر سه دوره ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روزگی تکرار شد و نشان از اهمیت تراکم و میزان جمعیت ماهی در واحد سطح دارد. در این رابطه، عملکرد بهتر تراکم ۷۰ نسبت به ۸۰ قطعه در مترمربع در کلیه صفات نیز موید همین مطلب است.

به طور کلی می‌توان گفت در مطالعه حاضر، چه در دوره تولید بچه ماهی و چه در دوره پرورش ماهی پرورشی عامل تراکم به عنوان یک عامل بازدارنده و تاثیرگذار بر کاهش افزایش وزن و همچنین سایر صفات مورد مطالعه بوده است. زیرا هرچه تراکم افزایش یابد، امکان گرفتن و فرصت دریافت خوراک به طور یکسان برای همه ماهیان کاهش یافته و ماهیانی که فعال‌تر بوده و از چابکی بیشتری برخوردارند، مانع از دریافت خوراک کافی توسط ماهیان ضعیف‌تر می‌گردند. علاوه بر این، شاید افزایش تراکم با ایجاد استرس و تراکم موجبات کاهش رشد و عملکرد ضعیف‌تر را فراهم آورده باشد. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر، دقت و وقت کافی جهت تغذیه استخرهای آزمایشی به ویژه استخرهای حاوی تراکم بالاتر صرف شد تا همه ماهیان فرصت کافی برای دریافت غذا داشته باشند.

از دیگر عوامل موثر بر عملکرد پایین‌تر در تراکم‌های بالاتر احتمالاً به خاطر افزایش مواد جامد معلق در آب باشد. زیرا در تراکم‌های بالاتر، مصرف خوراک و تغذیه بیشتر بوده و در نتیجه فضولات و بقایای خوراک نیز بیشتر خواهد بود که منجر به افزایش مواد جامد معلق شده بود. اگرچه از نظر کمبود اکسیژن مشکل خاصی مشاهده نشد (حداقل غلظت اکسیژن محلول ۵/۵ در خروجی استخر و در بالاترین تراکم) ولی به نظر می‌رسد کاهش کیفیت آب باعث عملکرد ضعیف‌تر در تراکم‌های بالاتر شده و همچنین، افزایش تنش و استرس در تراکم‌های بالاتر، ضعف عملکرد را تشدید نموده است.



بررسی دیگر صفات شامل میزان رشد ویژه، ضریب تبدیل خوراک و نسبت بازده پروتئين نیز نشان می دهد که تراکم ۱۰۰ قطعه در مترمربع نسبت به ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع در دوره تولید بچه ماهی و تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع نسبت به ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع در دوره پرورش ماهی پروراری عملکرد بهتری داشته اند. همچنین، مشاهده تفاوت معنی دار در تیمارهای ۱۱۵ و ۱۳۰ قطعه در مترمربع در دوره تولید بچه ماهی و تراکم های ۷۰ و ۸۰ قطعه در مترمربع در دوره پرورار نشان از تاثیر معنی دار تراکم بر عملکرد دارد.

Le Ruyet و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که میزان تراکم و کیفیت آب به طور معنی داری بر میزان تولید ماهی قزل آلاي رنگين کمان اثر خواهد گذاشت. همچنین، تراکم بر مصرف خوراک بی تاثیر بوده ولی تاثیر کیفیت آب (بسته به میزان اکسیژن محلول) بر تولید ماهی معنی دار بوده است. علاوه براین، اگرچه تراکم بر مصرف خوراک تاثیر معنی داری نداشته، ولی تاثیر آن بر ضریب تبدیل خوراک معنی دار بوده است و با افزایش تراکم ماهی در واحد سطح، ضریب تبدیل خوراک نیز افزایش می یابد و این مطلب مشابه نتیجه ای است که در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد. آن ها اشاره کرده اند که تغییر در برخی خصوصیات فیزیولوژی ماهی قزل آلاي رنگين کمان (اسمزیت و توازن الکترولیت ها مثل سدیم و بیکربنات) بیشتر تحت تاثیر کیفیت آب بوده است تا تراکم ماهی در واحد سطح. Akbulut و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که اندازه و وزن اولیه رهاسازی (وزن در واحد سطح) بر عملکرد ماهی (رشد، ضریب تبدیل خوراک و تولید نهایی) تاثیر معنی داری دارد و در گروهی که از وزن اولیه کمتری در واحد سطح برخوردار بودند، میزان رشد ویژه بیشتری نسبت به سایر گروه ها مشاهده شده است. همچنین، اضافه نمودند که تراکم اولیه با تولید نهایی ماهی ارتباط و همبستگی منفی دارند. Bilen و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر میزان اکسیژن محلول بر رشد ماهی قزل آلاي رنگين کمان را در تراکم های مختلف شامل ۵۸۰۰، ۸۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ قطعه ماهی در هر استخر (میانگین وزن اولیه ۵ گرم) مورد بررسی قرار دادند. آن ها گزارش کردند که تفاوت معنی دار بین تراکم های مختلف از نظر ماندگاری و میزان رشد ویژه مشاهده نشد و با افزایش تراکم راندمان تبدیل خوراک کاهش یافت. همچنین، اضافه نمودند که زمانی که از تراکم بالا در واحد سطح استفاده می شود تزریق اکسیژن و تامین کیفیت مطلوب آب می تواند رشد ماهی را حمایت کند. Scott و همکاران (۱۹۹۵) در مطالعه خود بر روی ماهی قزل آلاي رنگين کمان با تراکم های مختلف هم در مرحله تولید بچه ماهی و هم پرورش ماهی پروراری گزارش کردند که تراکم بالاتر، عملکرد پایین تر و افزایش وزن کمتری به همراه داشته است. آزمایش انجام شده بر روی ماهی قزل آلاي رنگين کمان با تراکم های مختلف نشان داده است که کوتاهی و خوردگی باله در تیمارهای ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در مترمربع نسبت به ۱۰ کیلوگرم در مترمربع بیشتر بوده است. همچنین، اگرچه تراکم های مختلف تفاوت معنی دار از نظر تلفات نداشته اند، ولی عملکرد بهتر در تراکم پایین تر مشاهده شده است (North et al. 2006). بنا برآن چه در بالا اشاره شد، در کلیه مطالعات انجام شده تراکم کمتر نسبت به تراکم بیشتر ماهی در واحد سطح، عملکرد بهتری از نظر میزان رشد، رشد ویژه و ضریب تبدیل خوراک داشته است و این نتایج مشابه همانی است که در

مطالعه حاضر مشاهده شده است. Bolasina و همکاران (۲۰۰۶) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند و اضافه نمودند که تفاوت معنی داری از نظر فعالیت آنزیم‌های گوارشی در تراکم‌های مختلف وجود نداشت. در کلیه مطالعاتی که عسگری (۱۳۷۷)، North و همکاران (۲۰۰۶)، Holm و همکاران (۱۹۹۰) و Person-Le Ruyet و همکاران (۲۰۰۸) در مورد اثر تراکم در واحد سطح بر عملکرد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام داده‌اند، گزارش نمودند که بیشترین میزان رشد و بهترین عملکرد به تیمار با کمترین تراکم اختصاص یافته است. بدین ترتیب، نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر در توافق و مشابهت کامل با سایر گزارشات می‌باشد.

به طور کلی، در مطالعه حاضر تجزیه و تحلیل نتایج در هر دو مرحله تولید بچه ماهی و پرورش ماهی پروراری نشان می‌دهد که تراکم کمتر، عملکرد بهتری خواهد داشت و استخرهای مورد نظر توان تولید بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تا وزن ۵۰ گرم با ۱۰۰ قطعه در مترمربع و همچنین ۶۰ قطعه در مترمربع برای ماهی پروراری را دارد.

## ۶- نتیجه گیری

- همیشه افزایش تراکم به معنای افزایش تولید در واحد سطح نخواهد بود، زیرا ایجاد فضایی برای آسایش و راحتی بیشتر ماهی و کاهش عوامل تنش زا خود عاملی برای افزایش تولید خواهد بود و با توجه به شرایط حاکم بر این آزمایش مشاهده شد که تراکم کمتر ماهی در واحد سطح، تولید بیشتر را به همراه داشته است. از آن جایی که کیفیت آب چاه های کشاورزی و همچنین ساخت استخرها (ذخیره و یا ردیفی) متفاوت می باشد، نمی توان نسخه واحدی در ارتباط با میزان و توانایی تولید و تعیین تراکم ماهی در واحد سطح برای استخرهای مورد نظر پیچید. اگرچه حدود تراکم (تعداد قطعه در واحد سطح) و حد متعارف آن شناخته شده است (۶۰ قطعه در مترمربع)، ولی استفاده از جمعیت بیشتر در واحد سطح مستلزم استفاده از وسایل و تجهیزات مربوطه به منظور حفظ کیفیت آب می باشد.
- در کلیه صفات بررسی شده در هر دو مرحله پرورش (بچه ماهی و پروراری) مشاهده شد که تراکم ماهی قزل آلابی رنگین کمان تاثیر معنی داری بر عملکرد آن داشته است. بنابراین، استفاده از تراکم مناسب در واحد سطح از اهمیت خاصی برخوردار است.
- نکته حایز اهمیت آن است که در صورت استفاده از تراکم بیشتر ماهی در واحد سطح، حفظ کیفیت آب و تامین آب با کیفیت مطلوب ضروری است.
- استخرهای سیمانی احداث شده در ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان به خوبی توانایی و قابلیت تولید بچه ماهی تا وزن ۵۰ گرم را با حداکثر تراکم ۱۰۰ قطعه در مترمربع دارد.
- تراکم ۶۰ قطعه در مترمربع (بدون هوادهی) برای دوره پرورش ماهی پروراری (تا وزن ۳۰۰ گرم) در استخرهای اشاره شده پیشنهاد می گردد.

### پیشنهادها

- برای افزایش بازده و عملکرد و کاهش طول دوره زمانی در مرحله تولید بچه ماهی قزل آلاهی رنگین کمان از دستگاه هواده استفاده گردد.
- در مرحله پرورش ماهی پروراری استفاده از دستگاه هواده می تواند باعث افزایش عملکرد شود.
- در مرحله پرورش ماهی پروراری مدیریت استخرها و نظافت آن ها در اولویت باشد.
- در تراکم های بالاتر از توصیه شده در مطالعه حاضر، توجه به کیفیت آب و استفاده از راه های افزایش کیفیت آب ضروری است.
- به مدیریت ایستگاه پیشنهاد می شود که در هر شرایطی به ظرفیت استخرها و دبی آب موجود توجه خاص داشته باشد و تنها به درآمد بیشتر در سایه تولید بیشتر نیندیشد.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مدیریت و کارکنان زحمتکش ایستگاه تحقیقات علوم دامی گلپایگان به ویژه واحد پرورش ماهی قزل آلاب رنگین کمان، بخش تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان و همچنین موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور تشکر و قدردانی می گردد.

## منابع

- ۱- اداره کل آموزش و ترویج شیلات ایران. ۱۳۷۶a. اصول پرورش ماهی قزل آلا در استخرهای ذخیره آب کشاورزی
- ۲- اداره کل آموزش و ترویج شیلات ایران. ۱۳۷۶b. دوره مقدماتی پرورش ماهیان سردآبی.
- ۳- اداره کل آموزش و ترویج شیلات ایران. ۱۳۷۶c. مدیریت تغذیه ماهیان سردآبی.
- ۴- اداره کل آموزش و ترویج شیلات ایران. ۱۳۷۶d. مدیریت بهداشت مزارع ماهی قزل آلا رنگین کمان
- ۵- اداره کل آموزش و ترویج شیلات ایران. ۱۳۷۶e. مدیریت ماهی دار کردن استخرهای پرورش ماهیان سردآبی.
- ۶- اداره کل آموزش و ترویج شیلات ایران. ۱۳۷۶f. مدیریت آب و تنظیم اکسیژنی استخرهای پرورش ماهیان سردآبی.
- ۷- اداره کل آموزش و ترویج شیلات ایران. ۱۳۷۶h. دوره تکمیلی پرورش ماهیان سردآبی.
- ۸- عسگری، م. ۱. ۱۳۷۷. تولید ماهی قزل آلا رنگین کمان در استخرهای دو منظوره کشاورزی. مجله آبی پرور. شماره ۲۲، ص: ۳.
- ۹- فلاح، م. ۱۳۷۷. پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در استخرهای ذخیره در خراسان. مجله آبی پرور، شماره ۲۱، ص: ۲۳-۲۲.
- ۱۰- فیضی، ز. ۱۳۷۹. اثر چربی جیره بر عملکرد با تاکید بر رشد و تولید ماهی قزل آلا رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، ۸۴ صفحه.
- ۱۱- قلی پور، ف.، علامه، س. ک.، استکی، ع. ع. و توکلی، ا. ۱۳۸۳. پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان در استخرهای سیمانی با استفاده از آب چاه و دستگاه هواده. شماره فروست ۸۳/۵۹۵، ۶۷ صفحه.
- ۱۲- منیری، ی. ۱۳۷۶. دو تجربه موفق در پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان با استفاده از آب چاه آرتزین و چاه نیمه عمیق. مجله آبی پرور، شماره ۱۲، ص: ۲۹-۲۷.

13. Akbulut, A., Sahin, B., Aksungur, N. and Aksungur, M. 2002. Effect of initial size on growth rate of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in cages on the Turkish Black Sea Coast. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 2: 133-136.
14. Bilen, S., Bilen A. M. and Önal U. 2015. The effects of oxygen supplementation on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different stocking densities. Iranian Journal of Fisheries Sciences 14(3) 538-545.
15. Holm, J. H., Terje Refstie, T. and Bø, S. 1990. The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Aquaculture, 89(3-4): 225-232.
16. Lefrancois, C., Claireaux, G., Mercier, C. and Aubin, J. 2001. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 195(3-4): 269-277.
17. Le Ruyet, J., Labbé, L., Le Bayon, N., Sévère, A., Le Roux, A., Le Delliou, H. and Quémener, L. 2008. Combined effects of water quality and stocking density on welfare and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Living Resources. 21: 185-195.
18. National Research Council. 1993. Nutrient requirements of coldwater fishes. National Academy Press. Washington, D. C.

19. North, B. P., Turnbull, J. F., Ellis, T., Porter, M. J., Migaud, H., Bron, J. and Bromage, N. R. 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 255(1-4): 466-479.
20. Person-Le Ruyet, J., Labbé, L., Le Bayon, N., Sévère, A., Le Roux, A. Delliou, H. and Quéméner, L. 2008. Combined effects of water quality and stocking density on welfare and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Living Resources*, 21: 185-195.
21. SAS Institute. (1998). *SAS/STAT User's Guide: Statistics for windows company*. Release 6.12.0.8. SAS, Institute Inc., Cary, NC.
22. Scott, A. M., Eric, J. W. and Bosakowski, T. 1995. Performance and oxygen consumption of rainbow trout reared at tow densities in race ways with oxygen supplementation. *The Progressive Fish – Culturist*, 57: 206-212.
23. Yarahmadi, P., Miandare, H. K., Hoseinifar, S. H., Gheisvandi, N. and Akbarzadeh, A. 2015. The effects of stocking density on hemato-immunological and serum biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 23(1): 55-63.
24. Willoughby, S. 1999. *Manual of salmonid farming*. Blackwell Science, INC.

**Abstract**

The present study investigated the potential production of rainbow trout in 9 new concret ponds ( $19 \times 2.2 \times 1.5$  m) in two stages including 50 gr (small size fish) and 300 gr fattened fish). In stage one (small size fish production), 3 different stock densities including 100, 115 and 130 fish/m<sup>2</sup> with initial average weight  $5 \pm 1$  gr and in the second stage (fattened fish), 60, 70 and 80 fish/m<sup>2</sup> with initial average weight  $65 \pm 5$  gr were used. Both stages carried out in a completely randomized design with 3 treatments for 75 days and 180 days during the first and second stages, respectively. In the experiment 1 (stage one), results showed that treatment with 100 fish/m<sup>2</sup> had significantly higher weight gain and lower feed conversion ratio than other groups ( $P < 0.05$ ). No significant differences were observed among the treatments for feed intake after 30 days ( $P > 0.05$ ), but 130 fish/m<sup>2</sup> had significantly the highest feed intake (100.33 gr/fish) after 75 days ( $P < 0.05$ ). The highest specific growth rate and protein efficiency ratio were significantly related to 100 fish/m<sup>2</sup> compared to other treatments ( $P < 0.05$ ). In the experiment 2, treatment contain 60 fish/m<sup>2</sup> during 60, 120 and 180 rearnig days showed higher weight gain, specific growth rate (0.83, 0.91 and 0.84, respectively), protein efficiency ratio, and also lower feed conversion ratio than other treatments ( $P < 0.05$ ). The highest feed intake was significantly observed in 80 fish/m<sup>2</sup> stock density after 180 days compared to other groups. In the second experiment (fattened fish) only 60 fish/m<sup>2</sup> stock density showed the highest performance after 180 days. Therefore, the optimum stock density was 100 fish/m<sup>2</sup> up to 50 gr (small size fish production) and 60 fish/m<sup>2</sup> up to 300 gr (fattened fish).

**Keywords:** rainbow trout, stock density, performance, small size fish, fattened fish.



**Ministry of Jihad – e – Agriculture  
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION  
Iranian Fisheries Science Research Institute – Isfahan Agricultural and Natural  
Resources Research and Education Center**

---

**Project Title: Investigation of potential production of rainbow trout in new concret ponds in Golpayegan Research Station**

**Approved Number: 2-38-12-93101**

**Author: Sayyed Kamaleddin Allameh**

**Project Researcher : Sayyed Kamaleddin Allameh**

**Collaborator(s): M. Sharifian; M. Fooghi, H.A. Abdolhai, Sh. Moshref, A.A. Shahabi, Sh. Dadgar**

**Advisor(s):-**

**Supervisor: -**

**Location of execution : Isfahan province**

**Date of Beginning : 2014**

**Period of execution : 2 Years**

***Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute***

***Date of publishing : 2018***

**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 Science Research Institute - Isfahan Agricultural  
and Natural Resources Research and Education Center**

**Project Title :**

**Investigation of potential production of rainbow trout in  
new concret ponds in Golpayegan Research Station**

**Project Researcher :**

***Sayyed Kamaleddin Allameh***

**Register NO.  
53388**