

پرورش ماهی قزل آلا و افزایش تراکم آن در محیط پرورش با استفاده از پساب خروجی در شرایط آزمایشگاهی

*مهسا محمدی زاده خوشرو¹، مهدی شمسایی مهرجان¹، کاووس نظری²،
علی افسر³ و مینو پاکزاد¹

¹دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه شیلات، تهران، ایران

²مؤسسه تحقیقات منابع طبیعی استان تهران، ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی خجیر، گروه شیلات، تهران، ایران

³دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: 89/3/16؛ تاریخ پذیرش: 89/11/16

چکیده

طی پژوهشی 35 روزه اثر افزایش سرعت آب بر پرورش قزل آلائی رنگین کمان به وسیله کاربرد مجدد آب خروجی در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تیمار و 3 تکرار بررسی گردید. در این تحقیق تغییرات وزن، طول، نرخ رشد ویژه، افزایش وزن روزانه، ضریب چاقی و نرخ بقاء ماهی‌های پرورشی مورد مطالعه قرار گرفتند. وزن و طول اولیه ماهی‌ها به ترتیب 5/5 گرم و 6/7 سانتی متر بود. تیمارها را سرعت‌های مختلف آب (صفر، 3/5، 7 و 10/5 سانتی متر بر ثانیه) تشکیل می‌دادند. نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی در بچه‌ماهی‌ها بیانگر آن بود که طی هفته اول آزمایش، تیمارهای چهارگانه اختلافات بسیار معنی‌داری را در همه فاکتورها سبب شده بودند ($P < 0/01$). این در حالی بود که چنین نتیجه‌ای در سایر هفته‌ها مشاهده نشد. در عین حال نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی طی کل دوره 35 روزه آزمایش نشان داد که تیمارها در مورد تمام فاکتورها به غیر از فاکتور طول و ضریب چاقی اختلافات بسیار معنی‌داری را سبب شده‌اند ($P < 0/01$). نتایج آزمون دانکن شاخص‌های مورد بررسی نیز طی 35 روز آزمایش نشان داد که سرعت آب 10/5 سانتی متر بر ثانیه، بهترین میانگین وزن (24 گرم)، نرخ رشد ویژه (6 درصد)، افزایش وزن روزانه (1) و بقا (97 درصد) را سبب شده‌اند، ولی در مورد شاخص طول تمامی تیمارها هم‌سطح بودند.

واژه‌های کلیدی: پساب، تراکم، سرعت آب، قزل آلائی رنگین کمان

مقدمه

قابل توجه است، اما می‌تواند آلودگی آب‌های شیرین کشور را در پی داشته باشد. آب رکن اول پرورش ماهیان سردآبی بوده و آلودگی آن نیز معضل این صنعت است. بنابراین اهمیت فراوان حفاظت منابع آبی ایجاب می‌کند که در آبی‌پروری حداکثر بازده تولید یعنی امکان افزایش تراکم ماهی‌های پرورشی تا چندین برابر سیستم‌های معمولی با استفاده از مقادیر بسیار اندک آب مصرفی مدنظر قرار گیرد که این امر یکی از

براساس سالنامه آماری سازمان خواروبار جهانی (FAO) طی 10 سال اخیر، روند میزان تولید ماهی قزل آلائی رنگین کمان در ایران پیشرفت بسیار قابل توجهی داشته است. به طوری که میزان تولید سالانه این ماهی از مقدار 9000 تن در سال 1379 به 62630 تن در سال 1387 رسیده است (سالنامه آماری شیلات ایران، 1387). اگرچه این رشد

* مسئول مکاتبه: m.z.khoshroo@gmaoi.com

پرورش...

حاضر در بسیاری از سیستم‌های مدار بسته استفاده می‌شود و بی‌نیازی به مهارت و تخصص‌های فنی پیشرفته، از امتیازات ویژه استفاده از این روش است (فرزانفر، 1380). در این حالت امکان افزایش تراکم ماهی‌ها در محیط پرورش و جلوگیری از تصادم و زخمی شدن آن‌ها مدنظر بود که این امر به وسیله افزایش سرعت آب در محیط، با کمک استفاده مجدد از آب خروجی کارگاه و پس از تصفیه فیزیکی و هوادهی آن انجام می‌گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی 35 روز (5 هفته) در ایستگاه تحقیقاتی خجیر واقع در شرق تهران و در قالب یک طرح تصادفی با 4 تیمار و 3 تکرار به اجرا در آمد. کرت‌های آزمایشی را آکواریوم‌هایی با ابعاد $200 \times 40 \times 15$ سانتی‌متر تشکیل می‌دادند که به هر کدام 60 لیتر آب وارد شد. تیمارهای آزمایش را سرعت‌های متفاوت آب تشکیل می‌دادند که به ترتیب صفر، $3/5$ و $10/5$ سانتی‌متر بر ثانیه بودند. برای تعیین دوره زمانی امکان استفاده مجدد از آب، گردش آب در کرت‌ها تا زمانی که ماهی‌ها دچار بی‌اشتهایی می‌شدند ادامه پیدا می‌کرد و سپس تعویض آب انجام، و عملیات پرورش هم‌چنان به‌طور ممتد صورت می‌گرفت. و طی این مدت رشد، تغذیه و بقای بچه‌ماهیان ادامه داشت. برای جلوگیری از انباشت آلاینده‌های محلول به‌دست آمده از متابولیسم ماهی‌ها، به هر کرت $0/01$ لیتر در ثانیه آب تازه اضافه و مازاد آب نیز خارج می‌شد. به این صورت که با توجه به این‌که حجم هر کرت 60 لیتر بود، برای تعویض آب و به‌دست آوردن اطمینان از جایگزینی آب جدید، 90 لیتر آب تازه هم‌دم با محیط پرورش که از منبع اصلی در ظروف ذخیره نگهداری می‌شد، طی مدت 5 دقیقه به تدریج وارد هر کرت شده و مازاد آن نیز از سرریزهای انتهای هر کرت خارج می‌گردید. آب

امتیازات سیستم‌های مدار بسته (RAS)¹ نیز می‌باشد. در حالی که افزایش تراکم ماهی در سیستم‌های معمولی رابطه مستقیم با مقدار و سرعت آب دارد و با توجه به محدودیت منابع آب قابل استفاده در پرورش ماهیان سردآبی، هزینه تولید بسیار زیاد خواهد شد. استفاده از تکنولوژی‌های مدرن در کاربرد آب به همراه تولید غذای استاندارد می‌تواند بازده سیستم‌های پرورش ماهی را افزایش دهد. اگرچه سیستم‌های مدار بسته تولید ماهی همین هدف را دنبال، و طی سال‌های 85-1375 این سیستم‌ها در ایران گسترش زیادی پیدا کرد، ولی بسیاری از کاربران آن‌ها را بدون کارایی قابل توجه می‌دانند (فراهانی، 1387). اگرچه این سیستم‌ها امکان تصفیه آب و کنترل عواملی مانند pH، دما و عوامل بیماری‌زای میکروبی را میسر می‌سازند (Willoughby, 1999)، اما حجم سرمایه‌گذاری لازم برای نصب این سیستم‌ها بسیار زیاد بوده و امکان استفاده عمومی از این سیستم‌ها را زیر سوال می‌برد. در نتیجه بیش‌تر بهره‌برداران به‌طور تجربی نسبت به ایجاد تغییراتی در آن‌ها برای افزایش کارایی اقدام کرده‌اند. به این شکل که ضمن حذف فیلترهای زیستی و اشعه UV، به‌وسیله افزایش گردش آب در آن‌ها، اقدام به تولید بچه‌ماهی با تراکم زیاد در آن‌ها نموده‌اند. بنابراین با توجه به این‌که هرچه ماهی بزرگ‌تر باشد، سرعت جریان آب بیش‌تری را تحمل می‌نماید (فرزانفر، 1384)، بنابراین برای بررسی عملکرد این تغییرات، آزمایشی تعریف گردید که در خلال آن معمول‌ترین روش تجربی کاربردی توسط بهره‌برداران این سیستم‌ها در شرایط آزمایشگاهی و از طریق معرفی بچه‌ماهی‌های بزرگ‌تر از بچه‌ماهیان پرورشی در مقیاس تجاری مورد ارزیابی قرار گرفت. این روش که گرداندن آب در سیستم، پس از عبور از فیلتر فیزیکی است در حال

1- Recirculating Aquaculture System

$$\text{DGR} (\%) = \frac{100 \times (\text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)})}{\text{تعداد روزهای آزمایش} \times \text{رشد روزانه}}$$

معادله 2:

$$\text{SGR} (\%) = \frac{100 \times (\text{وزن اولیه Ln} - \text{وزن نهایی Ln})}{\text{تعداد روزهای آزمایش} \times \text{رشد ویژه}}$$

معادله 3:

$$\text{CF} (\%) = \frac{100 \times \text{وزن (گرم)}}{\text{طول}^3}$$

معادله 4:

$$\text{SR} (\%) = \frac{100 \times \text{تعداد ماهیان زنده}}{\text{تعداد کل ماهیان موجود در کرت}}$$

در خلال آزمایش، عملیات زیست‌سنجی به صورت هفتگی و طی 5 هفته انجام شد که در هر دوره نیمی از ماهیان هر کرت به طور کاملاً تصادفی صید و بلافاصله عملیات زیست‌سنجی صورت گرفت. برای به حداقل رساندن استرس ماهیان در روند بیومتری، از حمام 2/5 گرم در لیتر گرد گل میخک استفاده می‌شد. به این نحو که ماهی‌ها بلافاصله پس از صید به این حمام معرفی شده و پس از یک دقیقه غوطه‌وری در آن و آرام شدن، به سرعت مورد سنجش‌های وزنی و طولی قرار می‌گرفتند. سپس ماهی‌ها به ظروف آب 10 لیتری همراه هواده برای بازگشت به حالت اولیه منتقل و پس از رفع اثر پودر گل میخک، دوباره به محیط پرورش معرفی می‌شدند. طول ماهی‌ها با خط‌کش معمولی و وزن آن‌ها نیز با ترازوی دیجیتال مدل EK-120 A با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری می‌شد. میزان pH آب نیز به وسیله کیت waterproof pen مدل YTH 10 ساخت کشور آمریکا تخمین زده شد. تلفات کرت‌ها نیز هر روز جمع‌آوری شده و تعداد آن‌ها ثبت می‌شد. در این آزمایش برای تجزیه و تحلیل داده‌های خام از

جریان‌دار پس از رسیدن به انتهای آکواریوم‌ها به وسیله پمپ‌های Renault خارج آکواریوم با دبی متغیر به ابتدای آکواریوم منتقل و پس از عبور از فیلتر 30 میکرونی دوباره به محیط پرورش وارد می‌گردید. آب به صورت آبهشاری و با شدت از ارتفاع 30 سانتی‌متری به ابتدای کرت‌ها وارد می‌شد که این عمل هوادهی آب را به دنبال داشت. از آغاز آزمایش تغییرات دمای آب برای بررسی اثر گردش آب بر دما کنترل و ثبت گردید. در حال حاضر تراکم ذخیره‌سازی متعارف بچه‌ماهیان 5/5 گرمی در مزارع پرورش ماهی کشور براساس تولید نهایی 20 کیلوگرم ماهی پروری در مترمربع در پایان دوره پرورش محاسبه می‌شود. اما در این آزمایش تراکم ماهی‌ها 3 برابر حالت متعارف در نظر گرفته شد تا اثر سرعت آب بر افزایش تراکم ماهی در محیط پرورش توأم با کاهش اثرات سوء ناشی از تصادم ماهی‌ها بررسی گردد. بنابراین به هر کرت تعداد 12 بچه‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با وزن اولیه 5/5 گرم و طول اولیه 6/7 سانتی‌متر معرفی گردید که این کار پس از عمل هم‌دمایی انجام شد. بچه‌ماهی‌ها از یک کارگاه خصوصی در استان سمنان تهیه شدند. طی 24 ساعت اول پس از رهاسازی، از غذاهای به ماهی‌ها خودداری شد تا استرس آن‌ها برطرف شود. سپس غذاهای 5 بار در روز بین ساعات 7-19 با غذای آغازین بچه‌ماهی قزل‌آلا ساخت شرکت بیومار فرانسه انجام گرفت که اجزای آن شامل 54 درصد پروتئین ناخالص، 18 درصد چربی خام، 0/5 درصد فیبر، 10 درصد خاکستر و 1/4 درصد فسفر بود. مقدار غذای روزانه با توجه به دمای آب معادل 4 درصد (فرزانفر، 1380) وزن توده ماهی‌های هر کرت بود. برای تعیین شاخص‌ها از معادله‌های 1 تا 4 استفاده شد (EIFAC و ICES, 1980).

معادله 1:

- 1- Daily Growth Rate
- 2- Specific Growth Rate
- 3- Condition Factor
- 4- Survival Rate

پرورش...

میانگین دمای آب و هوا در محیط پرورش طی اجرای پروژه به ترتیب $18 \pm 1/19$ و $22 \pm 1/83$ درجه سانتی گراد بود. میزان اکسیژن محلول در تیمار بدون گردش آب (تیمار 0 سانتی متر بر ثانیه) با توجه به هوادهی دائم در آن به طور متوسط، حدود 7 میلی گرم بر لیتر بود، ولی در تیمارهای 2، 3 و 4، به ترتیب و به طور متوسط 7/5، 8/5 و 10/5 میلی گرم در لیتر اندازه گیری گردید.

آنالیز واریانس یک طرفه داده ها به کمک نرم افزار SPSS استفاده شد. برای مقایسه میانگین شاخص های مورد مطالعه در ماهی های تیمارهای مختلف نیز از آزمون مقایسه میانگین های دانکن استفاده گردید. در ضمن برای ترسیم نمودار از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و آزمون دانکن میانگین آنها در تیمارهای چهارگانه طی هفته اول آزمایش

تیمار				F _s	شاخص های مورد بررسی
T ₄	T ₃	T ₂	T ₁		
9/8938 ^a ±0/42	9/0191 ^b ±0/23	8/3867 ^{bc} ±0/38	7/8731 ^c ±0/30	16/823 ^{**}	وزن (گرم)
8/8276 ^a ±0/18	8/3046 ^{ab} ±0/18	8/0231 ^{bc} ±0/48	7/4961 ^c ±0/17	11/173 ^{**}	طول (سانتی متر)
8/3791 ^a ±0/62	7/0590 ^b ±0/53	6/0173 ^{bc} ±0/65	5/1172 ^c ±0/55	16/892 ^{**}	SGR (درصد)
0/6276 ^a ±0/06	0/5026 ^b ±0/04	0/4123 ^{bc} ±0/05	0/3389 ^c ±0/04	16/814 ^{**}	DGR (درصد)
1/4381 ^b ±0/02	1/5751 ^b ±0/04	1/6381 ^b ±0/21	1/8666 ^a ±0/10	6/608 ^{**}	CF (درصد)
100/000 ^a ±0	100/000 ^a ±0	100/000 ^a ±0	100/000 ^a ±0	3/27 ^{ns}	SR (درصد)

** تفاوت معنی دار در سطح 0/01، ns نبود تفاوت معنی دار.

در هفته اول آزمایش بیان گر آن است که تیمار چهارم واجد بهترین عملکرد بوده در عین حال در همین هفته تیمار 1 ضعیف ترین عملکرد را داشته است.

جدول 1 نشان می دهد که تیمارهای چهارگانه طی زیست سنجی اول به جز فاکتور بقا اختلافات بسیار معنی داری را در فاکتورهای مورد بررسی سبب شده اند ($P < 0/01$). نتایج آزمون دانکن فاکتور وزن

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و آزمون دانکن میانگین آنها در تیمارهایی چهارگانه طی هفته دوم آزمایش

تیمار				F _s	شاخص های مورد بررسی
T ₄	T ₃	T ₂	T ₁		
14/7584 ^a ±0/98	^{ab} ±0/70 13/4600	12/5396 ^{bc} ±0/32	10/7598 ^c ±0/67	9/162 ^{**}	وزن (گرم)
9/8107 ^a ±0/17	9/5305 ^a ±0/28	9/3664 ^a ±0/46	9/0186 ^a ±0/75	1/531 ^{ns}	طول (سانتی متر)
5/7131 ^a ±0/33	5/7027 ^a ±0/22	5/7005 ^a ±0/86	4/4502 ^b ±0/55	3/884 [*]	SGR (درصد)
0/6949 ^a ±0/07	0/6341 ^a ±0/05	0/5932 ^a ±0/13	0/4095 ^b ±0/07	5/600 [*]	DGR (درصد)
1/5616 ^a ±0/05	1/5558 ^a ±0/06	1/5242 ^a ±0/06	1/4943 ^a ±0/29	0/115 ^{ns}	CF (درصد)
100/000 ^a ±0	100/000 ^a ±0	97/200 ^a ±4/84	83/300 ^b ±8/3	8/296 ^{**}	SR (درصد)

** تفاوت معنی دار در سطح 0/01، * تفاوت معنی دار در سطح 0/05، ^{ns} نبود تفاوت معنی دار.

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و آزمون دانکن میانگین آنها در تیمارهای چهارگانه طی هفته سوم آزمایش

تیمار				F _s	شاخص های مورد بررسی
T ₄	T ₃	T ₂	T ₁		
22/2434 ^a ±2/39	19/8966 ^{ab} ±1/87	17/7351 ^{bc} ±2/80	14/3287 ^c ±1/71	6/783 ^{**}	وزن (گرم)
11/0927 ^a ±0/20	10/9010 ^{ab} ±0/20	10/5445 ^{bc} ±0/21	10/0897 ^c ±0/40	8/033 ^{**}	طول (سانتی متر)
5/5548 ^a ±1/20	5/4926 ^a ±0/59	4/8838 ^a ±0/83	4/0416 ^a ±0/82	1/852 ^{ns}	SGR (درصد)
1/0692 ^a ±0/20	0/9194 ^a ±0/16	0/7421 ^{ab} ±0/21	0/5097 ^b ±0/14	5/057 [*]	DGR (درصد)
1/6252 ^a ±0/08	1/5329 ^{ab} ±0/06	1/5054 ^{ab} ±0/14	1/3903 ^b ±0/009	3/286 ^{ns}	CF (درصد)
97/200 ^a ±4/84	94/400 ^a ±4/84	86/067 ^{ab} ±9/58	74/967 ^b ±8/35	5/735 [*]	SR (درصد)

** تفاوت معنی دار در سطح 0/01، * تفاوت معنی دار در سطح 0/05، ^{ns} نبود تفاوت معنی دار.

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و آزمون دانکن میانگین آنها در تیمارهای چهارگانه طی هفته چهارم آزمایش

تیمار				F _s	شاخص های مورد بررسی
T ₄	T ₃	T ₂	T ₁		
29/9999 ^a ±4/36	25/4217 ^{ab} ±3/27	21/8137 ^{bc} ±4/91	16/7387 ^c ±2/78	6/850 ^{**}	وزن (گرم)
12/2400 ^a ±0/46	11/3698 ^b ±0/32	11/3195 ^b ±0/48	10/7669 ^b ±0/33	6/636 ^{**}	طول (سانتی متر)
4/2246 ^a ±0/60	3/4641 ^{ab} ±0/49	2/8973 ^{bc} ±0/51	2/1568 ^c ±0/67	6/922 ^{**}	SGR (درصد)
1/1080 ^a ±0/28	0/7892 ^{ab} ±0/20	0/5826 ^{bc} ±0/19	0/3442 ^c ±0/15	6/808 ^{**}	DGR (درصد)
1/7460 ^a ±0/05	1/6270 ^{ab} ±0/08	1/4724 ^{bc} ±0/13	1/3323 ^c ±0/10	9/790 ^{**}	CF (درصد)
94/433 ^a ±9/64	83/300 ^{ab} ±8/3	74/967 ^{bc} ±8/35	61/100 ^c ±12/73	6/016 ^{**}	SR (درصد)

** تفاوت معنی دار در سطح 0/01.

جدول 5- نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی و آزمون دانکن میانگین آنها در تیمارهای چهارگانه طی هفته پنجم آزمایش

تیمار				F _s	شاخص های مورد بررسی
T ₄	T ₃	T ₂	T ₁		
40/2558 ^a ±7/26	32/2331 ^{ab} ±5/75	25/8052 ^{bc} ±5/75	18/7571 ^c ±3/66	7/604 ^{**}	وزن (گرم)
13/0214 ^a ±0/38	12/4044 ^{ab} ±0/54	12/2315 ^{ab} ±0/48	12/1281 ^b ±0/43	2/617 ^{ns}	طول (سانتی متر)
4/1440 ^a ±0/52	3/4561 ^a ±0/69	2/3826 ^{ab} ±0/52	1/5753 ^b ±0/42	12/696 ^{**}	SGR (درصد)
1/4651 ^a ±0/41	0/9730 ^{ab} ±0/35	0/5701 ^{bc} ±0/22	0/2883 ^c ±0/12	8/594 ^{**}	DGR (درصد)
1/8103 ^a ±0/18	1/6773 ^{ab} ±0/11	1/3964 ^b ±0/17	1/0449 ^c ±0/14	13/811 ^{**}	CF (درصد)
91/633 ^a ±8/35	77/773 ^a ±12/72	58/300 ^b ±8/3	41/633 ^b ±8/35	15/568 ^{**}	SR (درصد)

** تفاوت معنی دار در سطح 0/01، ^{ns} نبود تفاوت معنی دار.

پرورش...

جدول 6- نتایج تجزیه واریانس و آزمون دانکن فاکتورهای مورد بررسی در تیمارهای چهارگانه طی کل دوره آزمایش

تیمار				F _s	شاخص‌های مورد بررسی
T ₄	T ₃	T ₂	T ₁		
23/4302 ^a ±3/08	20/0061 ^{ab} ±2/38	17/2561 ^{bc} ±2/89	13/6915 ^c ±1/82	7/617 ^{**}	وزن (گرم)
10/9985 ^a ±0/28	10/4920 ^{ab} ±0/29	10/3250 ^{ab} ±0/39	9/9239 ^b ±0/41	4/815 [*]	طول (سانتی‌متر)
5/5881 ^a ±0/64	5/0494 ^a ±0/49	4/3767 ^b ±0/66	3/4682 ^c ±0/56	7/059 ^{**}	SGR (درصد)
0/9929 ^a ±0/20	0/7637 ^{ab} ±0/16	0/5800 ^{bc} ±0/16	0/3781 ^c ±0/10	7/605 ^{**}	DGR (درصد)
1/6174 ^a ±0/06	1/6124 ^a ±0/02	1/5073 ^{ab} ±0/04	1/4257 ^b ±0/03	11/336 [*]	CF (درصد)
96/6533 ^a ±4/42	91/0866 ^{ab} ±5/09	83/3066 ^{bc} ±6/007	72/200 ^c ±6/73	10/615 ^{**}	SR (درصد)

** تفاوت معنی‌دار در سطح 0.01، * تفاوت معنی‌دار در سطح 0.05.

محیط پرورش تا 24 میلی‌گرم بر لیتر مشکلی برای ماهی قزل‌آلا ایجاد نمی‌نماید. این در حالی است که در این آزمایش، در هیچ‌یک از تیمارهای واجد آب جاری، چنین غلظتی از CO₂ مشاهده نگردید. بنابر مطالعات Martins و همکاران (2009) تجمع مواد محلول و جامدات معلق در سیستم‌های مدار بسته به‌عنوان عامل مختل‌کننده رشد ماهیان بوده و تجمع زیاد این مواد منجر به مرگ و میر (هم در تخم‌ها و هم در مراحل لاروی) آن‌ها می‌گردد. این پژوهش نشان داد که کارایی استفاده مجدد از آب به حدی است که معضلات انباشت مواد دفعی محلول ماهی‌ها را به مدت چند روز به تأخیر می‌اندازد و در عین حال مشاهده شد که با افزایش سرعت آب در سیستم بازچرخ، تراکم ذخیره‌سازی نیز می‌تواند افزایش یابد. نتایج تأثیر سرعت‌های مختلف آب بر بار آلودگی آن و تراکم ذخیره‌سازی در این پژوهش با نتایج مطالعات Colt و همکاران (2005) مطابقت دارد. به‌طوری‌که آن‌ها نیز جریان و سرعت آب را عامل مؤثر بر کاهش بار آلودگی آب اعلام نموده‌اند.

همان‌گونه که در جدول 6 مشاهده می‌شود، هیچ شباهتی بین نتایج مجموع 35 روز آزمایش با نتایج دوره‌های 7 روزه وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این آزمایش با توجه به تراکم زیاد ماهی‌های آزمایش، سرعت آب در کرت‌ها با استفاده دوباره از آب بازگشتی افزایش داده شد که در نتیجه در زمان ریزش آب، میزان O₂ و CO₂ آن به ترتیب افزایش و کاهش یافت که این موضوع با مطالعات Clark (2003) مطابقت داشت. وی تزریق اکسیژن را عاملی مؤثر در کاهش تراکم جامدات معلق و افزایش ظرفیت تراکم کانال‌های پرورشی معرفی نمود. اگرچه Summerfelt و همکاران (2000) و Good و همکاران (2009) نیز اکسیژن دهی و دفع CO₂ را از مؤلفه‌های ضروری در سیستم‌های با استفاده مجدد از آب دانسته‌اند، اما نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که ایجاد جریان سریع در محیط پرورش با استفاده از گردش پساب خروجی نیز می‌تواند میزان O₂ و CO₂ آب را متعادل نماید. در عین حال Good و همکاران (2010) چنین بیان کرده‌اند که غلظت CO₂ در آب

بقاء خوبی برخوردار بودند، اما این وضعیت در تیمار بدون جریان آب (تیمار 0 سانتی متر بر ثانیه) صدق نمی کرد. تفکیک داده های زیست سنجی به 5 دوره یک هفته ای و یک دوره کلی 35 روزه و مقایسه نتایج تجزیه واریانس آنها، نشان دهنده افزایش دقت مطالعه در مقاطع زمانی کوچک تر در مقایسه با یک دوره زمانی بلند است. نتایج آزمون دانکن فاکتورهای مختلف مورد بررسی طی هفته اول آزمایش (جدول 1) نشان دهنده کسب بهترین میانگین ها به جز فاکتور ضریب چاقی (CF) توسط تیمار چهارم و ضعیف ترین میانگین ها توسط تیمار اول است. شاید بتوان یکی از دلایل دخیل در کاهش ضریب چاقی (CF) طی هفته اول آزمایش در تیمارهای واجد جریان آب را نسبت به تیمار بدون جریان (تیمار اول)، استرس ناشی از رهایی بچه ماهی ها و معرفی آنها به یک محیط جدید دانست. گواه این مطلب را می توان افزایش میانگین فاکتور یاد شده طی هفته دوم آزمایش دانست که مانند سایر فاکتورها از میانگینی بالاتر از تیمار اول برخوردار شده است.

با توجه به نتایج موجود در جدول های 1 تا 5 مشاهده می شود که طی 35 روز گردش آب در سیستم، تیمار چهارم با بیش ترین نرخ گردش و سرعت آب در سیستم، نسبت به سایر تیمارها، بهترین عملکرد را داشته است. لازم به ذکر است که این پژوهش در مقیاس آزمایشگاهی نتایج مطلوبی را سبب شده است، اما جهت تعمیم آن به مقیاس تجاری نیاز به مطالعات بیش تری دارد.

در این آزمایش مشاهده شد که آلوده شدن آب تدریجی بوده و می توان نسبت به استفاده مجدد آن پس از حذف جامدات معلق و هوادهی اقدام نمود که این موضوع با نتایج مطالعات Summerfelt و همکاران (2004)، Summerfelt و همکاران (2005) و Stewart و همکاران (2006) در ضرورت به کارگیری بسترها و حوضچه های رسوب گیر جهت حذف TSS پساب مطابقت دارد. تراکم ذخیره سازی در این آزمایش به اندازه کیفیت آب عامل محدود کننده نبود که این نتیجه با مطالعات North و همکاران (2006) و Person و همکاران (2008) مطابقت دارد، به طوری که آنها عنوان نمودند که حفظ کیفیت آب در حد مطلوب می تواند معضل تراکم را تحت الشعاع قرار دهد. به همین جهت به نظر می رسد که با ایجاد سرعت های مختلف آب در این آزمایش، نقش منفی افزایش تراکم ذخیره سازی بر رشد و بقاء ماهیان کم رنگ شده است. مطالعات Lefrançois و همکاران (2001) و North و همکاران (2006) در خصوص رشد ماهی قزل آلی رنگین کمان نیز بیانگر این نکته است که تراکم به تنهایی تأثیر قابل توجهی بر رشد و بقاء ماهی ها ندارد. Roque d'orbcastel و همکاران (2009) طی مطالعات خود چنین بیان داشته اند که گردش آب در تانک پرورش ماهی بدون تعویض آب، می تواند بقاء قزل آلی پرورشی را در حد سیستم های مدار بسته پرورشی حفظ نماید. در مطالعه پیش رو نیز تیمارهای واجد جریان آب (تیمارهای 3/5، 7 و 10/5 سانتی متر بر ثانیه) از

منابع

- 1- دفتر برنامه و بودجه- گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی، 1387. سالنامه آماری شیلات ایران. 56 صفحه.
- 2- فراهانی، ر.، 1387. تاریخچه سیستم پرورش ماهی کشور و راه کارهای پیشنهادی برای حل مشکلات آن Available: <http://www.fisheries.ir> [18 march 2010]. Fisheries. [Online]
- 3- فرزانهفر، ع.، 1380. روش های نوین در پرورش ماهی قزل آلی رنگین کمان. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، 106 صفحه.
- 4- فرزانهفر، ع.، 1384. تکثیر و پرورش آزاد ماهیان. وزارت جهاد کشاورزی مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، 182 صفحه.

پروژه...

5. Clark, M.L., 2003. Comparison of water quality, rainbow trout production, and economics in oxygenated and aerated raceways. Fisheries and wildlife sciences department. Etd 12172003-113917.
6. Colt, J., 2005. Water quality requirements for reuse systems. *Aquaculture Engineering* 34 (3), 143-158.
7. EIFAC, IUNS. And ICES, 1980. Report of working group on standardization of methodology in fish nutrition research. Hamburg, Federal Republic of Germany, 21-23 March, 1979. EIFAC Tech. Pap. (36):24 p.
8. F.A.O., 2005. Annual Report of World Fishing and Aquaculture.
9. Good, C., Davidson, J., Welsh, C., Snekvik, K., Summerfelt, S., 2010. The effects of carbon dioxide on performance and histopathology of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in water recirculation aquaculture systems. *Aquaculture Engineering* 42 (2), 51-56.
10. Lefrançois, C., Claireaux, G., Mercier, C., Aubin, J., 2001. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 195(3-4), 269-277.
11. Martins, C.I.M., Pistrin, M.G., Ende, S.S.W., Eding, E.H., Verreth, J.A.J., 2009. The accumulation of substances in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) affects embryonic and larval development in common carp *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 291(1-2), 65-73.
12. North, B.P., Ellis, T., Turnbull, J.F., Davis, J., Bromage, N.R., 2006. Stocking density practices of commercial UK rainbow trout farms. The centre for environment, fisheries and aquaculture science, Weymouth laboratory, the nothe, Weymouth, dorset, UK, Elsevier, 10(3), 141-142.
13. North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J., Bromage, N.R., 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 255 (1-4), 466-479.
14. Person, J., Labbe, L., Le Bayon, N., 2008. Combined effects of water quality and stocking density on welfare and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Ifremer, Archimer, Aquatic living resources (EDP sciences), 2008/04, 21 (2), 185-195.
15. Roque d'orbcastel, E., Blancheton, J.P., Belaud, A., 2009. Water quality and rainbow trout performance in a Danish Model Farm recirculating system: Comparison with a flow through system. *Aquacultural Engineering* 40(3), 135-143.
16. Stewart, N.T., Boardman, G.D., Helfrich, L.A., 2006. Treatment of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) raceway effluent using baffled sedimentation and artificial substrates. *Aquacultural Engineering* 35(2), 166-178.
17. Summerfelt, S.T., Vinci, B.J., Piedrahita, R.H., 2000. Oxygenation and carbone dioxide control in water reuse systems. *Aquacultural Engineering* 22, 87-108.
18. Summerfelt, S.T., Davidson, J.W., Waidrop, T.B., Tsukuda, S.M., Williams, J.B., 2004. A partial-reuse system for cold water aquaculture. *Aquacultural Engineering* 31(3-4), 157-181.
19. Summerfelt, R.C., Chris, R.P., 2005. Solids removal in a recirculating aquaculture system where the majority of flow bypasses the microscreen filter. *Aquacultural Engineering* 33 (3), 214-224.
20. Whiloghby, S., 1999. Salmonid farming. Fishing news books, 329pp.

Trout Culture and its Density Increment in Culture Unit Applying Effluent Water in Invitro Condition

***M. M. Khoshroo¹, M. Sh. Mehrgan¹, K. Nazari²,
A. Afsar³ and M. Pakzad¹**

¹Dept. of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Iran, ²Dept. of Fisheries, Khojir Research Station, Natural Resources Research Organization, Tehran, Iran, ³Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Varamin Branch

Abstract

During a project, carried out within 35 days, the effect of water flow increment on rainbow trout culture was surveyed by reusing the outlet effluent under a Complete Random Design with 4 treatments and 3 repeats. The factors studied were Weight, Length, Specific Growth Rate (SGR), Daily Growth Rate (DGR), Condition Factor (CF) and the Survival Rate (SR) in culture fishes. Fry initial weight and body length were 5.5 gr and 6.7 cm respectively. The treatments consisted of various water velocities including 0, 3.5, 7 and 10.5 cm/s. The results of variance analysis of surveyed fry factors showed very significant differences among all treatments during the first week ($P < 0.01$). However, these results were not observed in other weeks. On the other hand, the results of data variance Analysis of the factors through all 35 days period experiment showed significant differences among all treatments regarding all the fry factors except for Length and Condition factor. The results of Duncan's test of surveyed factors among a 35 days period showed that the best average Weight (24gr), SGR (6%), Daily growth rate (1) and Survival Rate (97%) were achieved in 10 cm/s treatment but about fry Length factor, all treatments were equal.

Keywords: Density; Effluent; Rainbow trout; Water velocity

* - Corresponding Authors; Email: m.z.khoshroo@gmail.com