فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ۵، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵، صفحه ۲۷- ۴۱

تأثیر القای تریپلوییدی بر تخم‌گشایی، بازماندگی، شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و پروفایل اسیدهای چرب قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

صمد بهرامی باباحیدری[۱]، سعید کیوان شکوه[۲*]، سالار درافشان[۳]، سید علی جوهری[٤]

۱- دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر

۲- دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر

۳- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

٤- استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج

دریافت: ۹٤/۰٦/۳۱ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۸

*نویسنده مسئول مقاله:keyvan56@yahoo.com

چکیده:

هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر القای تریپلوییدی در قزل‌آلای رنگین‌کمان بر بازماندگی، رشد، ویژگی‌های لاشه و همچنین ترکیب اسیدهای چرب عضله بود. برای این کار از ۸ مولد ماده با میانگین وزن ۲٤٦±۱٦۰۰ گرم و ٦ مولد نر با میانگین وزن ۱۸٦±۱۳۹۳ گرم که از نظر سنی ٤ ساله بودند، استفاده شد. شوک دمایی ۱۰ دقیقه پس از لقاح و به مدت ۱۰ دقیقه و با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد اعمال شد. نتایج نشان داد درصد القای تریپلوییدی ۱±۸۷/۱۰ درصد بود که با اندازه‌گیری گلبول‌های قرمز مشخص شد. نرخ بازماندگی از مرحله لقاح تا چشم‌زدگی در گروه دیپلویید ۱/۵۹±۹۲/۱۲ درصد و در گروه تریپلویید ۱/۲۱±۸٦/۳۱ درصد بود و به‌طور معناداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). بازماندگی در مرحله چشم‌زدگی تا تخم‌گشایی در گروه دیپلویید ۰/٤۵±۹۸/۱۰ درصد و در گروه تریپلویید۱/۳۳±۹٤/۰٤ درصد بود که به‌طور معناداری کاهش یافت (p<۰/۰۵). از نظر شاخص‌های رشد نظیر وزن اولیه، وزن نهایی، افزایش وزن، ضریب رشد ویژه و ضریب چاقی در انتهای دوره آزمایش یعنی ۳۸ روز پس از شروع تغذیه فعال، گروه دیپلویید به‌طور معناداری بهتر از گروه تریپلویید بود (p<۰/۰۵). ترکیب بیوشیمیایی لاشه از نظر میزان پروتئین، چربی و خاکستر بین دو گروه تفاوتی نداشت، ولی میزان رطوبت در گروه تریپلویید افزایش معناداری (p<۰/۰۵) نشان داد. علاوه بر این، نتایج این پژوهش نشان داد که در اثر القای تریپلوییدی میزان اسیدهای چرب اشباع افزایش یافته و میزان اسیدهای چرب غیراشباع کاهش می‌یابد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

کلید واژگان: قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، تریپلوییدی، بازماندگی، ترکیب اسید چرب

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مهم‌ترین گونه پرورشی ماهیان سردآبی در ایران است که تکثیر و پرورش آن بخش مهمی از صنعت آبزی‌پروری کشورمان را به خود اختصاص داده است و تنها گونه از میان ماهیان سردآبی است که در مقیاس تجاری تولید می‌شود (Akbary et al., 2009). در ایران سالیانه بیش از ۲۰۰ میلیون تخم و در حدود ۱۴۰هزار تن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مراکز تکثیر و پرورش تولید می‌شود (FAO, 2014). دستکاری‌های کروموزومی گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی اعم از دریایی و آب شیرین امروزه در سراسر دنیا به‌عنوان روشی مفید و اقتصادی در بهبود ویژگی‌های ژنتیکی آبزیان بسیار رایج است (Omoto et al., 2005). اهمیت مطالعات مربوط به ژنتیک و دستکاری کروموزومی در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در ایران به‌دلیل اینکه تنها گونه در بین ماهیان سردآبی است که پروش داده می‌شود، دوچندان است. به‌دلیل مشکلاتی نظیر کاهش ضریب تبدیل غذایی، کاهش کیفیت لاشه، افزایش حساسیت به بیماری، کاهش اشتها و در نتیجه افزایش تلفات که در اثر بلوغ جنسی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مزارع پرورش ماهی ایجاد می‌شود، در ایران نیز تلاش‌هایی به‌منظور توسعه پرورش انواع تریپلوییید این گونه انجام شده است (Dorafshan, 2007).

القای تریپلوییدی امروزه به‌عنوان روشی سودمند در پرورش آزاد ماهیان مطرح است. ماهیان تریپلوییید دارای یک سری کروموزوم اضافه در سلول‌های سوماتیک خود هستند که باعث می‌شود کروموزوم‌ها در طی تقسیم میوز به‌صورت صحیح جفت نشوند. سلول‌های جنسی ماهیان تریپلوییید نمی‌توانند گامتوژنز کاملی داشته باشند و در نتیجه این نوع ماهیان عموماً عقیم هستند (Smith and Benfey, 2001). سرکوب تکامل و رسیدگی گنادها در بیشتر ماهیان تریپلوییید باعث می‌شود انرژی متابولیک و منابع غذایی که در حالت عادی برای توسعه صفات جنسی و تولید مثل مصرف می‌شود، صرف رشد سریع‌تر بدن گردد (Strunjak et al., 2003). القای تریپلوییدی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. یکی از این روش‌های قابل استفاده برای تولید ماهیان تریپلوییید به‌کارگیری شوک‌های دمایی و فشار است. استفاده از شوک‌های دمایی روشی ساده برای تولید ماهیان تریپلوییید است که در این روش سه عامل مهم بر موفقیت تولید ماهیان تریپلوییید تأثیرگذار است که عبارتند از انتخاب زمان مناسب پس از لقاح برای اعمال شوک، طول مدت زمان اعمال شوک و شدت شوک یا همان میزان تغییر دمای آب (Pandian and Koteeswaran, 1998).

القای تریپلوییدی علاوه بر عقیم‌سازی می‌تواند بر اعمال فیزیولوژیک و در برخی از گونه‌ها بر ویژگی‌های کالبدشناسی تأثیرهای زیادی داشته باشد (Piferrer et al., 2009). تاکنون مطالعات زیادی به‌منظور تولید ماهیان تریپلوییید با استفاده از روش‌های مختلف و همچنین مقایسه آنها با ماهیان دیپلوییید از دیدگاه‌های مختلف انجام شده است. از جمله این مطالعات در خارج از ایران می‌توان به تأثیر القای تریپلوییدی بر ضریب تبدیل غذایی و شاخص‌های مربوط به تغذیه، رشد و بازماندگی ماهی در مراحل مختلف زندگی، شاخص‌های خونی، پاسخ به استرس‌های مختلف نظیر تراکم و کمبود اکسیژن و تحریک‌پذیری حواس ماهی و رسیدگی جنسی اشاره کرد

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

(Tiwary et al., 2004). در ایران نیز مطالعات زیادی روی قزل‌آلای رنگین‌کمان تریپلویید انجام شده است که از جمله این مطالعات می‌توان به بررسی رشد (Sourinezhad and Kalbassi, 2011)، رسیدگی جنسی (Sourinezhad et al., 2009)، کیفیت گوشت (Sourinezhad et al., 2010) و شاخص‌های خونی (Sourinezhad et al., 2007; 2008; Dorafshan et al., 2010; Johari et al.,) اشاره کرد.

در پژوهش حاضر سعی شده است که علاوه بر تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان تریپلویید به‌صورت مستقیم و به‌وسیله شوک دمایی و مقایسه بازماندگی در مراحل مختلف، اثر القای تریپلوییدی بر شاخص‌های کیفی لاشه ماهیان و همچنین ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در دو گروه دیپلویید و تریپلویید بررسی شود.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش: این پژوهش در کارگاه تکثیر ماهی‌چال واقع در استان لرستان، شهرستان الیگودرز در پاییز سال ۱۳۹۳ انجام شد. دمای آب کارگاه طی دوره آزمایش ۱۱-۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد، pH ۷/۸-۷/٦، اکسیژن محلول ۸/۵-۸/۲ میلی‌گرم در لیتر و میزان هدایت الکتریکی آب ٦۱۰-۵۸۰ میکروموس بر سانتی‌متر بود.

تهیه مولد و استحصال تخم و اسپرم: برای این کار از ۸ مولد ماده با میانگین وزن ۲٤٦±۱٦۰۰ گرم و طول کل ۱/۸±۵۱/۸۷ سانتی‌متر و ٦ مولد نر با میانگین وزن ۱۸٦±۱۳۹۳ گرم و طول کل ۲/۵۸±۵۰/۵۰ سانتی‌متر که از نظر سنی ٤ ساله بودند، استفاده شد. تخمک‌گیری از مولدین ماده با استفاده از روش معمول در کارگاه و با بی‌هوش کردن مولدین در عصاره گل میخک (۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و به روش دستی انجام شد (Dorafshan, 2007). اسپرم‌گیری از مولدین نر با سرنگ ۱۰۰ سی سی به‌منظور جلوگیری از آلودگی با خون و مدفوع انجام شد و از روش خشک برای لقاح استفاده گردید (Moccia and Munkittrick,1986). تخم‌های لقاح یافته تحت دو حالت زیر به سینی‌های تراف انتقال پیدا کردند.

حالت اول (گروه دیپلویید): طبق شرایط معمول تکثیر قزل‌آلای رنگین‌کمان، پس از آبگیری، تعداد ٤۹۰۰ تخم به سینی‌های تراف انتقال داده شدند.

حالت دوم (تریپلویید): در این آزمایش به‌منظور تولید ماهیان تریپلویید تعداد ٤۹۰۰ تخم مانند گروه شاهد لقاح داده شد. ۱۰ دقیقه پس از لقاح (زمان اعمال شوک) تخم‌های لقاح یافته که در حال آبگیری بودند با استفاده از آبکش پلاستیکی به محفظه عایق دما که حاوی آب کارگاه به میزان ۲۰ لیتر و با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد (شدت شوک) بود، انتقال داده شدند و به‌مدت ۱۰ دقیقه (مدت زمان اعمال شوک) درون یک محفظه عایق دما (یونولیت) نگهداری و سپس به درون سینی تراف منتقل شدند (Pandian and Koteeswaran, 1998).

انکوباسیون: تخم‌های لقاح یافته تا مرحله چشم‌زدگی در سینی‌های چشمه‌ریز که روی آنها پوشیده شده بود، در سالن انکوباسیون نگهداری شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های تکثیر: درصد چشم‌زدگی، تخم‌گشایی، و شنای فعال در هر یک از دو گروه مورد مطالعه بررسی شد. تخم‌ها پس از ۱۸۳ درجه روز چشم زدند و پس از ۳۱۰ درجه روز تخم‌گشایی در آنها صورت گرفت و پس از تخم‌گشایی لاروها شمارش شدند.

پرورش لارو: پس از اینکه لاروها تقریباً ۷۰ درصد کیسه زرده خود را جذب کردند، غذادهی با توجه به توده زنده و درجه حرارت آب شروع شد. دوره پرورش ۳۸ روز به طول انجامید و لاروها ۱۲ بار در روز و معادل ۷

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

درصد وزن بدن تغذیه شدند. غذای مورد استفاده ساخت کارخانه بیومار فرانسه بود (جدول۱ و ۲).

جدول ۱ اجزای تشکیل دهنده جیره مورد استفاده در طول دوره آزمایش.

اجزا	درصد	اجزا	درصد
پودر ماهی	٤٢	دکسترین	۱۲
کازئین	۷	روغن ماهی	۷
ژلاتین	۱/۵	روغن سویا	۳
نشاسته	۱۱	مخمر	۷
سلولز	٦	ویتامین	۱/۵
مواد معدنی	۱/۵	آنتی‌اکسیدان	۰/۰٤
ویتامین C	۰/۲	ویتامین E	۰/۲

جدول ۲ ترکیب شیمیایی جیره مورد استفاده در طول دوره آزمایش بر حسب درصد.

رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	فیبر (درصد)	انرژی (کیلو ژول بر صد گرم)
۷	۵۲	۱۵	٦	٤	٦٦۰

سنجش پلوییدی: برای محاسبه درصد القای تریپلوییدی ابعاد هسته و سلول گلبول‌های قرمز ماهی‌ها اندازه‌گیری شد. بدین منظور ابتدا ساقه دمی ماهیان قطع و یک قطره خون بر روی لام چکانده شد و به‌وسیله لام دیگر گسترانده شد و سپس در معرض هوا خشک قرار گرفت. گسترش تولید شده پس از خشک شدن به‌وسیله متانول تثبیت گردید (Strunjak et al., 2003) گسترش‌های تثبیت شده با گیمسای ۱۰ درصد به‌مدت ۲۰ دقیقه رنگ‌آمیزی شدند. ۲۰ گلبول قرمز از هر گسترش خونی به‌وسیله میکروسکوپ نوری و با بزرگ‌نمایی٤۰۰ بررسی شد. بررسی و محاسبه مساحت و حجم هسته و سلول گلبول‌های قرمز با استفاده از روبط زیر صورت گرفت (Benfey et al., 1984):

$$S = a \times b \times \frac{\pi}{4}$$

$$V = \left[\frac{a}{2}\right] \times \left[\frac{b}{2}\right]^2 \times \pi \times \frac{4}{3}$$

a: محور بزرگ هسته و سلول

b: محور کوچک هسته و سلول

S: مساحت هسته و سلول

V: حجم هسته و سلول

برای محاسبه درصد القای تریپلوییدی از فرمول زیر استفاده شد (Dorafshan, 2007).

۱۰۰×(تعداد کل ماهیان/تعداد ماهیان تریپلوییدی)= تریپلوییدی(درصد)

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه: در پایان دوره آزمایش با استفاده از فرمول‌های زیر شاخص‌های رشد و تغذیه اندازه‌گیری شد (Soosean et al., 2010).

میانگین وزن اولیه (گرم) – میانگین وزن ثانویه (گرم) = اختلاف وزن (گرم)

دوره پرورش/ ((وزن اولیه)Ln – (وزن نهایی) Ln) ×۱۰۰ =ضریب رشد ویژه (درصد در روز)

^{3}طول (سانتی متر)/۱۰۰× وزن نهایی (گرم) = ضریب چاقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

وزن تر (گرم) / غذای خشک داده‌شده (گرم) =ضریب تبدیل غذا

^{3}طول (سانتی متر)/۱۰۰× وزن نهایی (گرم) = میانگین رشد روزانه (گرم)

(تعداد اولیه ماهی/ (تعداد ماهی تلف شده) – تعداد اولیه ماهی) ×۱۰۰ =درصد زنده مانی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

آنالیز بیوشیمیایی لاشه: در پایان دوره آزمایش یعنی ٤٥ روز پس از تخم‌گشایی آنالیز بیوشیمیایی لاشه با سه تکرار برای هر تراف (هر تراف در این آزمایش یک تکرار بود و برای هر تکرار لاشه ۳۰ ماهی با هم مخلوط شد) که در مجموع ۹ تکرار برای هر گروه بود، طبق روش‌های استاندارد برای اندازه‌گیری این عوامل براساس درصد وزن خشک انجام شد (AOAC, 2002).

برای اندازه‌گیری رطوبت لاشه از آون با دمای ۱۰۵درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت استفاده شد. سنجش خاکستر لاشه با استفاده از سوزاندن ۱ گرم نمونه در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ ساعت انجام شد. سنجش مقدار پروتئین، از طریق هضم نمونه‌ها در دستگاه (Digest Automat K438, Buchi) و تعیین مقدار نیتروژن کل نمونه به روش کلدال و سپس ضرب آن در عدد ثابت ٦/٢٥ انجام شد. چربی لاشه با استفاده از روش سوکسله و حل کردن چربی‌ها در اتر محاسبه شد. میزان فیبر از طریق هضم اسیدی و قلیایی و سپس سوزاندن نمونه‌های خشک شده در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت محاسبه شد. عصاره فاقد ازت از طریق روش محاسباتی تفریق مجموع میزان پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه گردید. کربوهیدرات لاشه نیز از طریق حاصل مجموع فیبر و عصاره فاقد ازت (NFE) به‌دست آمد.

اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای چرب: اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای چرب با سه تکرار برای هر تیمار انجام شد. برای این کار چربی از نمونه کل بدن براساس روش Floch و همکاران (۱۹۵۷) استخراج گردید. برای استری کردن چربی‌ها از روش Firestone و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد. برای بررسی و شناسایی تک تک اسیدهای چرب موجود در نمونه عضله ماهی از دستگاه گازکروماتوگراف (GC) مدل Varian, Houten: CP3800 Walnut Creek ساخت کشور هلند و ستون کاپیلاری از نوع BPX و آشکارساز یونش شعله‌ای استفاده شد.

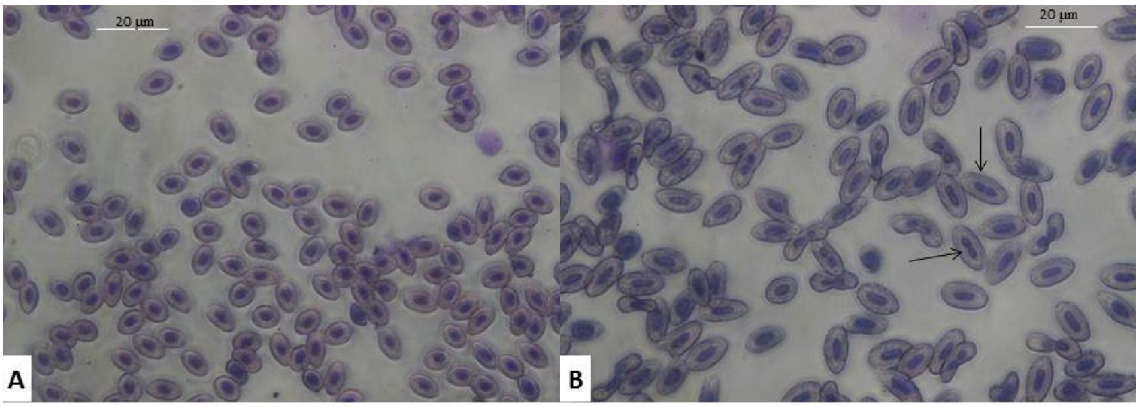
آنالیز آماری: هرتراف به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد و نتایج به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش گردید. در این مطالعه تمام محاسبات آماری در دو نرم‌افزارSPSS نگارش ۱۹ و Microsoft Office Excel 2010 انجام شد. از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف به‌منظور بررسی طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد. برای بررسی عوامل در بین دو تیمار از آزمون T- test مستقل استفاده شد (Barton, 2002).

نتایج

با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده روی گلبول‌های قرمز خون (شکل ۱) در ماهیان گروه تیمار، درصد القای تریپلوییدی۱±۸۷/۱۰ درصد بود. حجم و مساحت هسته و سلول گلبول‌های قرمز (جدول ۳) در گروه تیمار به‌طور معناداری از گروه شاهد بیشتر بود ($p<۰/۰۱$).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]



شکل ۱ گلبول‌های قرمز (400X) در ماهیان دیپلوئید (A) و تریپلوئید (B) قزل‌آلای رنگین‌کمان.

جدول ۳ ابعاد گلبول‌های قرمز در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان (میانگین ± خطای استاندارد).

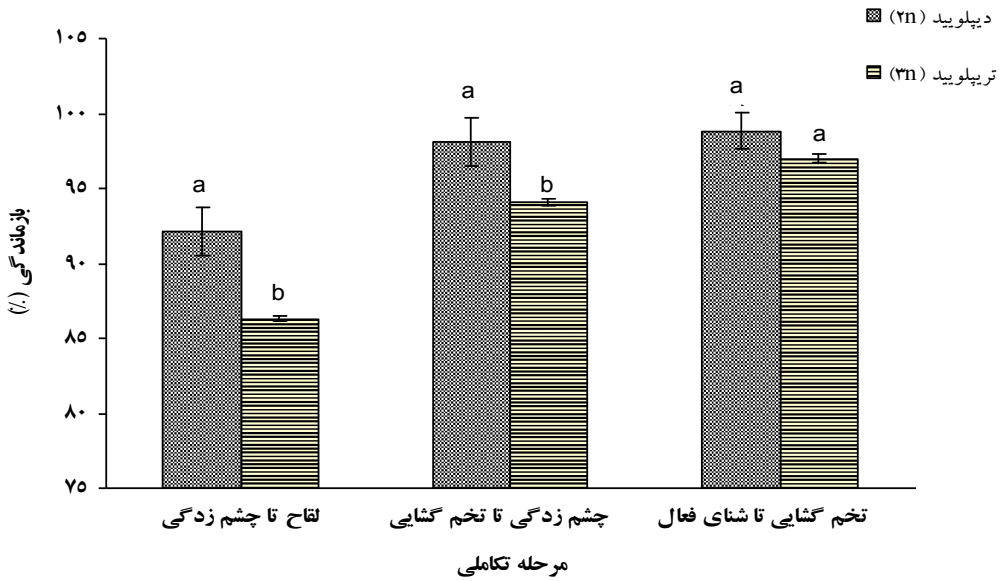
شاخص (واحد)	دیپلوئید (D)	تریپلوئید (T)	نسبت (T/D)
مساحت سلول (μm^2)	۹۶/۷۱±۱/ ۲۷^a	۱۵۸/۱۲±۱/۳۶^b	۱/۶۳
حجم سلول (μm^3)	۷۵٤/٤۵±۱۵/۶۰^a	۱۱۳۲/۲٤±۱۷/۲۰^b	۱/۵۰
مساحت هسته (μm^2)	۱۵/۱۱±۰/۳۷^a	۲۱/۵۸±۰/۶۶^b	۱/٤۲
حجم هسته (μm^3)	۳٤/۶۵±۱/۱۱^a	۷۱/۳۵±۱/۷۲^b	۱/۹٤

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار است($p>۰/۰۵$).

تجزیه آماری و میانگین‌های مربوط به میزان ماندگاری در مراحل لقاح تا چشم‌زدگی، تخم‌گشایی و شنای آزاد لاروی در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که القای تریپلوییدی به‌وسیله شوک دمایی می‌تواند اثرهای معناداری بر بازماندگی از لقاح تا چشم‌زدگی و از چشم‌زدگی تا تخم‌گشایی داشته باشد ($p<۰/۰۵$). میزان بازماندگی در گروه دیپلوییدد در دو مرحله ذکر شده بیشتر از گروه تریپلوئید بود. بازماندگی بین دو گروه در زمان تخم‌گشایی تا شنای فعال اختلاف معنادار نداشت ($p>۰/۰۵$).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]



شکل۲ درصد بازماندگی در زمان‌های مختلف در گروه‌های دیپلویید و تریپلویید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان.

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار است ($p>0/05$).

نتایج حاصل از زیست‌سنجی و شاخص‌های تغذیه‌ای ماهیان در طول دورهٔ آزمایش در جدول ٤ ارائه شده است. در پایان دورهٔ آزمایش، بیشترین وزن نهایی (۰/۰۵±۲/۲۷ گرم) در گروه دیپلویید به‌دست آمد که با گروه تریپلویید اختلاف معنادار داشت ($p<0/05$). همان‌طور که از جدول ٤ مشخص است، بین گروه‌های دیپلویید و تریپلویید از نظر افزایش وزن اختلاف معنادار وجود داشت ($p<0/05$). همچنین بین سایر شاخص‌های رشد و تغذیه نیز بین دو گروه آزمایشی اختلاف معنادار ثبت شد ($p<0/05$). از نظر میزان بازماندگی بین دو گروه دیپلویید و تریپلویید اختلاف معنادار وجود نداشت ($p>0/05$).

جدول٤ شاخص‌های رشد و تغذیه در انتهای دوره ۳۸ روزه پرورش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان دیپلویید و تریپلویید (میانگین ± خطای استاندارد).

شاخص	دیپلویید	تریپلویید
وزن اولیه (گرم)	۰/۰۹±۰/۰۱^{a}	۰/۰۸±۰/۰۱^{b}
وزن نهایی (گرم)	۲/۳±۰/۰۵^{a}	۲/۰۷±۰/۰۳^{b}
افزایش وزن (گرم)	۲/۲۱±۰/۰٦^{a}	۱/۹۹±۰/۰۳^{b}
ضریب تبدیل غذا	۰/۸٦±۰/۰۷^{a}	۰/۹۷±۰/۱۱^{b}
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۸/۲۵±۰/۱۲^{a}	۸/۰۱±۰/۱۷^{b}
میانگین رشد روزانه (گرم در روز)	۰/۰۵±۰/۰۰^{a}	۰/۰٤±۰/۰۰^{b}
ضریب چاقی (گرم بر سانتی متر مکعب)	۱/۱٤±۰/۰٦^{a}	۱/٤۷±۰/۰۵^{b}

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

بازماندگی (درصد)	۹٤/۱۲±۰/۱۱[a]	۹۳/۱٤±۰/۱۹[a]

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار است (p >۰/۰۵).

نتایج مربوط به آنالیز ترکیب بیوشیمیایی لاشه در جدول ۵ آورده شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که بین دو گروه از نظر درصد رطوبت اختلاف معناداری وجود دارد (p<۰/۰۵)، اما در سایر شاخص‌های مربوط به آنالیز لاشه ماهیان بین دو گروه اختلافی وجود نداشت (p>۰/۰۵).

جدول ۵ آنالیز تقریبی لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان دیپلوئید و تریپلوئید در پایان دوره ۳۸ روزه پرورش (میانگین ± خطای استاندارد).

شاخص (درصد)	دیپلوئید	تریپلوئید
رطوبت	۸۰/٦٦±۰/ ۱۱[a]	۸۳/٤۱±۰/۱۲[b]
پروتئین	٦٤/۲۳±۰/۲۸[a]	٦۵/۷۷±۰/٦۷[a]
چربی	۱٤/۵٦±۰/۸۱[a]	۱۳/۹۱±۰/٤٤[a]
فیبر	۱/۳۱±۰/۰۳[a]	۱/۱۱±۰/۰۱[a]
عصاره فاقد ازت	۵/٦٦±۰/۱۱[a]	٤/۹٦±۰/۱۹[a]
کربوهیدرات	٦/۹۷±۰/۱۳[a]	٦/۰۷±۰/۱۹[a]
خاکستر	۷/٤٤±۰/۱۱[a]	۷/۱٤±۰/۵۵[a]

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنادار است (p >۰/۰۵).

نتایج مربوط به بررسی پروفایل اسیدهای چرب ماهیان بررسی شده در جدول ٦ آمده است. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که میزان اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید با یکدیگر اختلاف معناداری دارند (p<۰/۰۵). میزان اسید چرب اشباع میریستیک (C۱٤:۰)، پالمیتیک (C۱٦:۰) و پالمیتولئیک (C۱٦:۱) در گروه تریپلوئید افزایش یافته و با گروه دیپلوئید اختلاف معناداری دارد (p<۰/۰۵). اسیدهای چرب ω6 نظیر آراشیدونیک اسید (C۲۰:٤n-٦) ولینولئیک اسید (n-٦ C۱۸:۲) در دو گروه اختلاف معناداری نداشتند (p>۰/۰۵). از نظر میزان اسید چرب اکوزنوئیک (C۲۰:۱n-۹) نیز بین دو گروه اختلاف معنادار وجود داشت (p<۰/۰۵) و میزان آن در گروه تریپلوئید افزایش یافت. میزان اسید چرب ایکوزاپنتانوئیک (C۲۰:۵n-۳) در گروه تریپلوئید کاهش یافت و این میزان کاهش با گروه دیپلوئید اختلاف معناداری را نشان داد (p<۰/۰۵). سایر اطلاعات مربوط به اسیدهای چرب در جدول ٦ آمده است.

جدول ٦ پروفایل اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان (میانگین ± خطای استاندارد).

اسید چرب (درصد)	دیپلوئید	تریپلوئید
C۱٤:۰	۳/۱۱±۰/ ۰۷[a]	٤/۳٦±۰/۱۵[b]
C۱٦:۰	۱۸/٤٤±۰/۵۷[a]	۲۲/۳٤±۰/٦۲[b]
C۱٦:۱	۷/۰۱±۰/۲۱[a]	۸/٦۳±۰/۲۷[b]

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

C۱۷:۰	۰/۸۱±۰/۰۵^{a}	۰/۷۳±۰/۰۲^{a}
C۱۸:۰	٤/۸٥±۰/۱٦^{a}	٤/٦۷±۰/۲٤^{a}
C۱۸:۱n-۹	۱۹/٦۲±۰/۳۹^{a}	۱۹/٤۱±۰/۳٦^{a}
C۱۸:۲n-٦	۱۱/٤٤±۰/٤۰^{a}	۱۱/۱٥±۰/٤٤^{a}
C۱۸:۳n-۳	۱/۸٦±۰/۱۲^{a}	۲/۲۷±۰/۱۲^{a}
C۱۸:۳n-٦	۰/٤۸±۰/۰۱^{a}	۰/٥۹±۰/۰۰^{b}
C۲۰:۰	۱/۰٦±۰/۰٤^{a}	۱/۱۱±۰/۱۸^{a}
C۲۰:۱n-۹	۱/۳٤±۰/۱۳^{a}	۱/۹۸±۰/۱٦^{b}
C۲۰:۳n-٦	۰/۹۸±۰/۰۷^{a}	۰/۸۸±۰/۰٥^{a}
C۲۰:٤n-٦	۲/۷۳±۰/۲۱^{a}	۲/۲٥±۰/۱۰^{a}
C۲۰:٥n-۳	٤/۲۹±۰/۱۹^{a}	۳/۲٦±۰/۱۱^{b}
C۲۲:٥n-۳	۰/۸۹±۰/۰۷^{a}	۰/۹٥±۰/۰۷^{a}
C۲۲:٦n-۳	۱۷/٤٥±۰/٦۱^{a}	۱٤/٤۰±۰/۳٦^{b}
Σ SFA	۲۸/۲۸±۰/۷۱^{a}	۳۳/۲۳±۰/۳٤^{b}
ΣMUFA	۲۷/۹۷±۰/٤٦^{a}	۳۰/۰۳±۰/٦۰^{b}
ΣPUFA	٤۰/۱٥±۰/۳٥^{a}	۳٥/۷۷±۰/۰۸^{b}
ΣHUFA	۲٥/۳۷±۰/٤۹^{a}	۲۰/۸۷±۰/۳۱^{b}
Σn-3PUFA	۲٤/٥۰±۰/۳٦^{a}	۲۰/۸۸±۰/٤۷^{b}
Σn-3HUFA	۲۲/٦٤±۰/٤۷^{a}	۱۸/٦۱±۰/۳۷^{b}
Σn-3	۲٤/٥۰±۰/۳٦^{a}	۲۰/۸۸±۰/٤۷^{b}
Σn-6	۱٥/٦٥±۰/٥٥^{a}	۱٤/۸۸±۰/٥۲^{a}
n-3/n-6	۱/٥۷±۰/۰۷^{a}	۱/٤۰±۰/۰۸^{b}

ΣSFA: مجموع اسیدهای چرب اشباع، ΣMUFA: مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه، ΣPUFA: مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با بیش از یک پیوند دوگانه، ΣHUFA: مجموع اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه.

وجود حداقل یک حرف مشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار است($p>۰/۰٥$).

بحث

تریپلوییدی در مراحل مختلف رشد و حیات اثرهای متفاوتی بر ماهیان دارد که از جمله می‌توان به تغییر ضریب تبدیل غذایی، قابلیت هضم، رشد، شاخص‌های خونی، فعالیت هوازی و رسیدگی جنسی اشاره کرد (Ihssen et al., 1990). در پژوهش حاضر اثر تریپلوییدی بر اندازه گلبول‌های قرمز ماهی به‌وضوح قابل مشاهده است و این موضوع در مطالعات سایر پژوهشگران از جمله Dorafshan و همکاران (۲۰۱۰)، Johari و همکاران (۲۰۰۸) و Sourinezhad و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش شده است. القای تریپلوییدی می‌تواند حجم گلبول‌های قرمز را تا ٤۰ درصد افزایش دهد و معیار مناسبی برای جداسازی ماهیان تریپلویید از دیپلویید به‌شمار می‌آید که اغلب مورد استفاده پژوهشگران و صاحبان مزارع تکثیر قرار می‌گیرد (Benfey, 1999). در مطالعه حاضر نیز گلبول‌های قرمز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تریپلویید

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به گلبول‌های قرمز ماهیان دیپلویید حجیم‌تر بودند. مطالعات متعددی در زمینه تأثیر القای پلوییدی بر اندازه و تعداد سلول‌های خونی در ماهیان منتشر شده است (Piferrer et al., 2009) سلول‌های ماهیان تریپلویید به‌دلیل دارا بودن مقدار DNA بیشتر، ابعاد بزرگ‌تری نسبت به سلول‌های ماهیان دیپلویید دارند که این اندازه بسته به بافت و سن ماهی می‌تواند متغیر باشد (Panadian and koteesworan, 1998). همچنین اگرچه افزایش مساحت یا حجم گلبول‌ها در اثر تریپلوییدی امری محتمل به نظر می‌رسد، اما این افزایش نامتقارن و افزایش بیشتر حجم نسبت به سطح می‌تواند منجر به بروز اختلالاتی در تبادل یونی و یا جذب مواد مغذی به‌وسیلهٔ سلول‌ها شود (Benfey, 1999). مطالعات فراوان نشان داده است بازماندگی اولیه گونه‌های تریپلویید به‌دلیل اختلال در تکامل جنینی و تخم‌گشایی لاروها تا شروع شنای فعال نسبت به دیپلوییدها کمتر است که احتمال می‌رود به‌دلیل استرس ناشی از اعمال شوک گرمایی باشد تا اثر ناشی از خود تریپلوییدی. در تأیید این موضوع، مقایسه بازماندگی ماهیان تریپلویید تولید شده از طریق لقاح تخمک ماهی تتراپلویید و اسپرم ماهی دیپلویید با ماهیان تریپلویید تولید شده به روش مستقیم یا همان شوک گرمایی نشان می‌دهد که بازماندگی در مراحل مختلف در روش اول تفاوتی با گروه‌های دیپلویید ندارد (Piferrer et al., 2009).

Cherfas و همکاران (۱۹۹٤) نشان دادند که بازماندگی تریپلوییدها در مقایسه با دیپلوییدهای شوک دیده در مراحل اولیه رشد برابر و در مقایسه با دیپلوییدهای معمولی (بدون اعمال شوک) کمتر است. این مشاهدات نشان می‌دهند که اعمال شوک مهم‌ترین عامل کاهش بازماندگی در مراحل اولیه تکامل جنینی ماهیان تریپلویید تولید شده به روش مستقیم است. القای تریپلوییدی در ماهیان عموماً منجر به بروز تغییراتی در میزان بازماندگی می‌گردد. کاهش بازماندگی به‌ویژه در طی دوران انکوباسیون در ماهیان تریپلویید در مقایسه با گروه دیپلویید از سوی پژوهشگران مختلف در گونه‌های مختلف آزادماهیان نظیر قزل‌آلای رنگین‌کمان، آزاد ماهی اطلس (*Salmo salar*)، قزل‌آلای قهوه‌ای (*Salmo trutta*) و نیز سایر ماهیان نظیر کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و توربوت (*Scophthalmus maximus*) گزارش شده است (Tiwary et al., 2004).

در مطالعه حاضر وزن لاروها در زمان تخم‌گشایی در گروه تریپلویید به شکل معناداری از گروه دیپلویید کمتر بود که علت آن را شاید بتوان این‌گونه عنوان کرد که ماهیان تریپلویید به‌دلیل دارا بودن تعداد سلول‌های کمتر و همچنین هتروزایگوسیتی بیشتر از سرعت تکامل جنینی بیشتری برخوردارند. این افزایش سرعت در روند تکامل می‌تواند به‌طور نسبی طول دوره انکوباسیون را در قزل‌آلای رنگین‌کمان تریپلویید کاهش دهد که این امر منجر به کاهش وزن لاروها در زمان تخم‌گشایی می‌شود (Quilete et al., 1988). وزن نهایی ماهیان در گروه تریپلویید به شکل معناداری از گروه دیپلویید کمتر بود که علت آن ممکن است این باشد که آزادماهیان تریپلویید به‌دلیل کاهش نسبی تعداد سلول‌ها و کاهش سطح هوشیاری نسبت به محرک‌های محیطی و نیز عدم تولید هورمون‌های استروییدی آنابولیک از قابلیت رشد کمتری نسبت به انواع دیپلویید در شرایط پیش از بلوغ برخوردارند (Dunham, 2001).

تاکنون مطالعات کمی دربارهٔ مقایسه کیفیت لاشه بین ماهیان دیپلویید و تریپلویید انجام شده است. Sourinezhad و همکاران در سال ۲۰۱۰ عنوان کردند که در سال دوم پرورش میزان رطوبت، پروتئین، چربی و

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

خاکستر در ماهیان تمام ماده تریپلویید قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبت به ماهیان دیپلویید متفاوت است. Sezaki و همکاران ۱۹۸۳ بیان کردند که بین ماهیان تریپلویید و دیپلویید ماهی طلایی (*Carassius auratus*) از نظر رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر تفاوت معناداری وجود نداشت. مطالعه ترکیب شیمیایی عضله قزل‌آلای رنگین‌کمان (Oliva-Teles and kaushik, 1990) و همچنین تیلاپیای نیل *Tilapia niloticus* (Hussain et al., 1995) نشان از نبود تفاوت بین گروه تریپلویید و دیپلویید بود. Buchtova و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در لای ماهی (*Tinca tinca*) تریپلویید میزان رطوبت لاشه زیاد می‌شود و علت آن را افزایش اندازه سلولی و به‌دنبال آن کاهش قوام بافت عضله دانستند. در مطالعه حاضر میزان رطوبت لاشه در ماهیان تریپلویید به شکل معناداری افزایش یافت و سایر شاخص‌ها تفاوت معناداری بین دو گروه نداشت. Sourinezhad و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند که میزان رطوبت لاشه در ماهیان تمام ماده قزل‌آلای رنگین‌کمان تریپلویید در سال دوم پرورش نسبت به ماهیان دیپلویید کاهش یافت که با نتایج حاصل از این پژوهش مغایرت دارد. شاید بتوان علت این امر را در اندازه متفاوت و یا جنسیت ماهیان مورد بررسی در این دو مطالعه دانست. اگرچه با توجه به مطالعات پیشین و همچنین این مطالعه، میزان چربی لاشه تحت تأثیر پلوییدی قرار نمی‌گیرد، اما برخی مطالعات نشان داده است که ترکیب اسیدهای چرب می‌تواند بسته به سطوح پلوییدی تغییر یابد (Manor et al., 2014). Buchtova و همکاران (۲۰۰٤) بیان کردند که ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در *Tinca tinca* در گروه‌های دیپلویید و تریپلویید بسیار متفاوت است. متابولیسم اسیدهای چرب در ماهیان دیپلویید و تریپلویید به‌طور متفاوتی تنظیم می‌شوند و در اثر ایجاد تریپلوییدی درصد اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع و همچنین سوخت‌وساز آنها در ماهی دچار تغییر می‌شود. عواملی مانند سن، رسیدگی جنسی، نوع گونه ماهی و سطح پلوییدی می‌توانند مقدار اسیدهای چرب را تحت تأثیر خود قرار دهند (Manor et al., 2014; Buchtova, 2004).

در ماهیان اسیدهای چرب اشباع به‌ویژه C١٦:٠ به مقدار زیادی صرف تولید انرژی می‌شوند و در طول رشد به‌طور مداوم مورد استفاده گونه‌های پرورشی قرار می‌گیرند (Cai and Curtis, 1990). در مطالعه حاضر مقدار اسید چرب C١٦:٠ در گروه تریپلویید افزایش یافته است. Manor و همکاران (۲۰۱٤) بیان کردند که مقدار اسید چرب C١٦:٠ در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت تأثیر فرایند تریپلوییدی افزایش می‌یابد. Buchtova و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که در لای ماهیان تریپلویید مقدار اسیدهای چرب اشباع به‌ویژه C١٦:٠ افزایش پیدا می‌کند. محتوای اسید چرب عضله از دیدگاه مصرف‌کننده و تولیدکننده اهمیت دارد. کیفیت فیله و ارزش غذایی به اسیدهای چرب ω3 و ω6 آن بستگی دارد. افزایش نسبت ω6 به ω3 می‌تواند کیفیت فیله را کاهش دهد (Haugen et al., 2006).

لینولئیک اسید (C١٨:٢n-٦) به مقدار قابل توجهی در عضله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان وجود دارد و از نظر مقدار نیز در رتبه سوم قرار دارد. لینولئیک اسید نقش پیشرو در تولید دکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) و پنتانوئیک اسید (EPA) دارد (Tocher, 2003). DHA (n-٣ C٢٢:٦) و اسید چربی با ارزش برای بهبود رشد و سلامت قلب و عروق است (Haugen et al., 2006). در پژوهش حاضر، کاهش مقدار اسید چرب EPA (C٢٠:٥n-٣) در

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

گروه تریپلوییید ممکن است به‌دلیل تبدیل آن بـه اسـیدهای چرب غیراشباع باشد.

در این مطالعه اسـیدهای چـرب C۱۶:۰ ، C۱۸:۱n-۹ و C۱۸:۲n-۶ بـالاترین مقـدار را در عضـله مـاهی قـزل‌آلای رنگین‌کمان به خود اختصاص داده‌اند که چنـین حـالتی از سوی Monor و همکاران (۲۰۱۲) و Haliloglu و همکاران (۲۰۰٤) گزارش شده است. نتایج این آزمایش نشان داد که مقدار اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در اثر تریپلوییدی دچار تغییر می‌شوند، به‌طوری‌کـه مقـدار اسـیدهای چـرب اشباع در گروه تریپلوییید نسبت به گروه دیپلوییید افزایش و مقدار اسیدهای چرب غیراشباع کاهش می‌یابد؛ ایـن نتـایج بـا یافتـه‌هـای Monor و همکـاران ۲۰۱۲ و Buchtova و همکاران ۲۰۰٤ مطابقت دارد.

حدود ٤۰ درصد از اسیدهای چرب سلول‌های شـبکیه چشم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را DHA تشکیل می‌دهد. حضور یا نبود DHA در سلول‌های شبکیه چشم بـا تغییـر رفتـار و کـاهش بینـایی مـاهی در ارتبـاط اسـت و رفتـار تغذیه‌ای و حرکت‌های دسـته‌جمعـی را تحـت تـأثیر قـرار می‌دهد (Haliloglu et al., 2004). DHA در تکامل حواس و اعصاب به‌ویژه بینایی و بویایی ماهیان نقش بسزایی دارد. احتمالاً کاهش مقدار DHA در ماهیان تریپلوییید منجـر بـه اختلالاتی در تکامل سیستم عصـبی و بینـایی ایـن ماهیـان می‌شود و به دنبال این امر، توانایی این گروه برای دریافت غذا کاهش یافته و مقداری از غذا از دسترس ماهیان خارج شده و استفاده نمی‌شود و بنابراین ضریب تبـدیل غـذا در این گروه افزایش می‌یابد. Cai و Curtis (۱۹۹۰) بیان کردند که کاهش اسیدهای چرب گروه ω3 در عضله ماهیان کپور علف‌خوار تریپلوییید می‌تواند منجر به کاهش رشد و کاهش بازدهی تبدیل غذا گردد.

در این مطالعه افزایش اسیدهای چرب اشباع در گروه تریپلوییید نسبت به دیپلوییید مشاهده شد. اسـیدهای چـرب اشباع به‌ویـژه C۱۶:۰ بـرای تولیـد انـرژی در طـول رشـد مصرف می‌شوند و کاهش مقدار آنها در عضـله مـی‌توانـد رشد را تحت تأثیر قرار دهد. بـالا بـودن مقـدار اسـیدهای چرب اشباع در گروه تریپلوییید می‌تواند ناشـی از توانـایی کمتر این گروه در استفاده از این اسیدهای چرب به‌منظـور تولید انرژی یا تبدیل شدن اسیدهای چرب غیراشباع نظیـر EPA بـه اسـیدهای چـرب اشـباع باشـد (Manor et al., 2012). در نهایت می‌توان این‌گونه عنـوان کـرد کـه القـای تریپلوییدی علاوه بر کـاهش بازمانـدگی در مراحـل اولیـه تکامل مـاهی، مـی‌توانـد شـاخص‌هـای رشـد و تغذیـه و همچنین ترکیب اسیدهای چرب اشباع و غیراشـباع مـاهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را تحت تأثیر قرار دهد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری صمیمانه مسئولان مرکـز تکثیـر و پرورش قزل‌آلای رنگـین‌کمـان مـاهی‌چـال، جنـاب آقـای مهندس خرسندی و مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصـفهان، جناب آقای مهندس کشت‌کـار سپاسـگزاری مـی‌گـردد. از دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به‌دلیل پشتیبانی مالی از این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Akbary, P., Seyed, A. H., Imanpour, M. R., Soudagar, M. and Makhdoumi, N. M. 2009. The effect of N-3HUFA and vitamin C-enriched Artemia urmiana nauplii on growth, survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16(1): 42-53.

AOAC, 2002. Association of Official Analytical Chemists, in Official Methods of Analysis of AOAC

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

FAO., 2014. Statistics,. FAO FishStatJ software (a tool for fishery statistics analysis). Release: 2.11.4. Global datasets release date: March 2015.

Firestone., D. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, American Oil Chemists' Society, Vol. I–II, 5th edn. (Metodo), AOCS, Champaign.

Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497–509.

Haugen, T., Kiessling, A., Olsen, R. E., Rora, M. B., Slinde, E. and Nortvedt, R. 2006. Seasonal variations in muscle growth dynamics and selected quality attributes in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed dietary lipids containing soybean and/or herring oil under different rearing regimes. *Aquaculture*, 261:565–579.

Haliloglu, H., Abdulkadir, A., Aras, N. and Muhammed, A. 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Food Chemistry*, 86: 55–59.

Hussain, M. G., Rao, G. P. S., Humayun, N. M., Randall, C. F., Penman, D. J., Kime, D., Bromage, N. R., Myers, J. M. and McAndrew, B. J. 1995. Comparative performance of growth, biochemical composition and endocrine profiles in diploid and triploid tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 138: 87–95.

Ihssen, P. E., McKay, L. R., McMillan, I. and Phillips, R. B. 1990. Ploidy manipulation and gynogenesis in fishes: cytogenetic and fisheries applications. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119(4): 698-717.

Johari, S.A., Kalbassi, M.R., Sourinezhad, I. and Wlasow, T. 2008. Observation of red blood cell alterations in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Scientiarum Polonorum-Piscaria*, 7(1-4): 49-52.

Manor., M. L., Weber, G. M., Cleveland, B. M. and Kenney, P. B. 2014. Effects of feeding level and sexual maturation on fatty acid composition of energy stores in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 418:17-25.

Manor., M. L., Weber, G. M., Salem, M., Yao, J., Aussanasuwannakul, A. and Kenney, P. B. 2012. International. 16th. Edn, Cunniff, P.A., Ed. Arlington, AOAC International.

Barton, B. A. 2002. Stress in fish: A diversity of responses with particular reference to change in circulating corticosteroids. *Integer and Comparative Biology*, 42: 217-225.

Benfey, T. J. 1999. The physiology and behavior of triploid fishes. *Reviews in Fisheries*

Science, 7(1): 39-67.

Benfey, T. G. and Sutterlin A.M. 1984. The hematology of the triploid landlocked Atlantic salmon (*salmo salar*). *Journal of fish biology*, 24: 333-338.

Buchtova, H., Vorlova, L., Svobodova, Z. and Flajshans, M. 2005. Chemical composition of flesh of diploid and triploid population of tench (*Tinca tinca*). *Czech Journal Animal Science*, 50(5): 213-219.

Buchtova, H., Smutna, M., Vorlova, L., Svobodova, Z. and Flajshans, M. 2004. Fatty Acid Composition of Diploid and Triploid Populations of Tench (*Tinca tinca*). *Acta*

Veterinaria Brno, 73: 235-245.

Cai, Z. and Curtis, L. R. 1990. Effects of diet and temperature on food consumption, growth rate and tissue fatty-acid composition of triploid grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture*, 88(3): 313-327.

Cherfas, N.B., Gomelsky, B., Ben-Dom, N., Peretz, Y. and Hulata, G. 1994. Assessment of triploid common carp (*Cyprinus carpio*) for culture. *Aquaculture*, 127:11–18.

Dorafshan, S., Kalbassi, M.R., Soltan Karimi, S. and Rahimi, Kh. 2010. Study of Some Haematological Indices of Diploid and Triploid Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Yakhteh Medical Journal*, 11:442-447. (Abstract in English)

Dorafshan, S. 2007. Chromosome set manipulation techniques on the Caspian salmon, *Salmo trutta* caspius and rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* and comparison of F1 generation growth. Presented for the Ph.D. Tehran. Tarbiat Modares University. (Abstract in English)

Dunham, R. A. 2001 .Aquaculture and Fisheries Biotechnology, Genetic Approaches. CABI Publishing; pp. 22-53.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

Fisheries Science, 11 (2): 107–184.

Sezaki, K., Watabe, S. and Hashimoto, K. 1983. Comparison of chemical composition between diploids and triploids of ‘‘ginbuna’’ *Carassius auratus* langsdorfi. *Bulletin of the Japanese Society for the Science Fish*, 49: 97–101.

Smith, D. S. and Benfey, T. j. 2001. The reproductive physiology of three age classes of adult female diploid and triploid brook trout (*Salmo trutta*). *Fish physiology and biochemistry*, 25: 319-333.

Sourinezhad, I. and Kalbassi, M.R. 2011. Investigation of growth indices of all female and mixed sex diploid and triploid rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in the second year of culture. *Iranian Journal of Biology*, 24(4):517-527. (Abstract in English)

Sourinezhad, I., Kalbassi M.R. Rezaei, M. and Khodabandeh, S. 2010. Effect of Induced Triploidy on Improvement of Flesh Quality Indices in all-Female Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* in the Second Year of Culture. *Journal of Marine Science and Technology*, 9(1): 62-70. (In Persian)

Sourinezhad, I., Kalbassi M.R. and Soltan Karimi, S. 2007. Effects of Triploidy induction on some hematological parameters of all-female rainbow trout in winter. *Journal of Modern Genetics*, 2(2): 53-60. (Abstract in English)

Soosean, C., Marimuthu, K., Sudhakaran, S. and Xavier, R. 2010. Effects of mangosteen (*Garcinia mangostana*.) extracts as a feed additive on growth and haematological parameters of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 14: 605-611.

Strunjak, I., Rakovak, R. and Topic, N. 2003. Micronucleus occurrence in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Veterinarni Medicina*, 48: 215-219.

Effect of sexual maturation and triploidy on chemical composition and fatty acid content of energy stores in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 364:312-321.

Moccia, R.D. and Munkittrick, K.R. 1986. Relationship between the fertilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs and the motility of spermatozoa. *Theriogenology*, 27:679-688.

Oliva-Teles, A. and Kaushik, S. J. 1990. Effect of temperature on utilization of endogenous energy reserves during embryonic development of diploid and triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture,* 84:373–382.

Omoto, N., Maebayashi, M., Adachi, S., Arai, K. and Yamauchi, K. 2005. Sex ratios of triploids and gynogenetic diploids induced in the hybrid sturgeon, the bester (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*). *Aquaculture*, 245: 39-47.

Pandian, T. J. and Koteeswaran, R. 1998. Ploidy induction and sex control in fish. *Hydrobiologia*, 384: 167–243.

Piferrer, F., Beaumont, A., Falguière, J. C., Flajšhans, M., Haffray, P. and Colombo, L. 2009. Polyploid fish and shellfish: production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. *Aquaculture*, 293(3):125-156.

Quillet, E., Chevassus, B. and Krieg, F. 1987. Characterization of auto- and allotriploid salmonids for rearing in seawater cages. In: Tiews, K. (Ed.), Selection, Hybridization, and Genetic Engineering in Aquaculture, vol. 3. Heenemann Verlags, Berlin, pp. 239–252.

Tiwary, B. K., Kirubagaran, R. and Ray, A. K. 2004. The biology of triploid fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14(4): 391-402.

Tocher, D., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in*

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 5, No. 1, Spring 2016

Effects of triploidization on hatching, survival, growth performance, proximate composition and fatty acids profiles in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Samad Bahrami Babaheydari[1], Saeed Keyvanshokooh[2]*, Salar Dorafshan[3], Seyed Ali Johari[4]

1- Ph.D Student, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

2- Associate professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

3- Assistant professor, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

4- Assistant professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Iran

Received: 22.09.2015 Accepted: 16.04.2016

*Corresponding author:keyvan56@yahoo.com

Abstract:

The aim of this study was to assess the effects of triploidy induction on survival, growth performance, body composition and fatty acid profiles in rainbow trout. Eight female (1600±246 g) and 6 male (1393±186 g) of four-year rainbow trout broodstock were selected and stripped. Heat shock treatment achieved 10 min after fertilization, for 10 min and in 28˚C water bath. Based on red blood cell analysis, the overall triploidization success level was 87.1±1%.The survival rate from fertilization to eyed stage in triploid group (86.31 ± 1.21%) was significantly ($p < 0.05$) lower than that of diploid group (92.12 ± 1.59%). The survival rate from eyed stage to hatching in triploids (94.04 ± 1.33%) was significantly ($p < 0.05$) lower than that of diploids (98.10 ± 0.45%). Growth performance (initial and final weight, weight gain, specific growth rate and condition factor) was significantly higher in diploids as compared to triploids ($p<0.05$) after 38 days of rearing. Proximate compositions of fish including protein, fat and ash were not affected by triploidization, but triploids showed higher moisture content compared to that of the diploids. Moreover, the results showed that the levels of saturated fatty acids increased and the levels of unsaturated fatty acids decreased as an effect of triploidy induction.

Key words: Rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*), Triploid, Survival, Fatty acids composition.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.1.3.8]