Archive of SID

تاثیر تریپلوئیدی بر شاخص‌های رشد و ناهنجاری شکلی در ماهی کوی (*Cyprinus carpio*)

شیما هاتفی[1]، محمد سوداگر*[1]، عباسعلی حاجی‌بگلو[1]، محمد هرسیج[2]

[1]گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[2]گروه شیلات، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران.

*نویسنده مسئول: sudagar_m@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۲۷

چکیده

القای تریپلوئیدی یکی از روش‌های بیوتکنولوژی در آبزی‌پروری است که برای دستکاری ژنتیکی استفاده می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر تریپلوئیدی بر شاخص‌های رشد ماهی کوی (*Cyprinus carpio*) و تاثیر آن بر بروز ناهنجاری‌های ریختی بود. در این آزمایش با استفاده از شوک-های گرمایی القای تریپلوئیدی انجام شد. برای انجام شوک گرمایی سه متغیر دمای شوک (۳۸، ۴۰ و ۴۲ درجه سانتی‌گراد)، زمان آغاز شوک (۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ دقیقه پس از لقاح) و مدت زمان شوک (۱، ۲ و ۳ دقیقه) مورد آزمایش قرار گرفت. برای شناسایی ماهیان تریپلوئید از روش اندازه‌گیری هسته‌ی گلبول قرمز استفاده شد. به منظور تاثیر تریپلوئیدی روی شاخص‌های رشد، طول و وزن اولیه و نهایی ماهیان در پایان دوره‌ی آزمایش اندازه‌گیری شد و سپس شاخص‌های رشد (افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، فاکتور وضعیت و ضریب تبدیل غذایی) محاسبه شد. همچنین در پایان دوره تعداد ماهیانی که دارای ناهنجاری بدنی بودند مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد اختلاف معنی‌داری در مقدار ضریب تبدیل غذایی و نرخ رشد ویژه در بین ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید مشاهده نشد. همچنین اختلاف معنی‌داری از لحاظ افزایش وزن و فاکتور وضعیت بین این دو گروه وجود نداشت ($P>0/05$). طبق نتایج حاصل از آزمایش اختلاف معناداری در رابطه با ناهنجاری و بدشکلی در بین گروه ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید مشاهده نشد ($P>0/05$).

واژگان کلیدی: ضریب تبدیل غذایی، هسته گلبول قرمز، شوک گرمایی.

مقدمه

ماهیان زینتی به‌دلیل داشتن رنگ‌های درخشان، شکل و رفتارشان مانند جواهرات زنده می‌باشند (فرحی و سوداگر، ۱۳۹۴). علاقه به ماهیان زینتی منجر به افزایش پایدار تجارت این ماهیان در سطح جهانی شده است. طبق نظر فائو (۲۰۱۰)، درآمد حاصل از صادرات سالانه‌ی ماهیان زینتی در آمریکا ۱ میلیارد دلار بوده است (Shelar *et al*., 2014). ماهی کوی به دلیل زیبایی، نگهداری آسان و تنوع علاقمندان بسیاری دارد (تیموریان، ۱۳۹۵). پرورش و نگهداری این ماهی زینتی استخری، به امری مفرح و ابزار اشتغال‌زا و پردرآمد تبدیل شده و در مقایسه با پرورش سایر حیوانات خانگی از سابقه‌ی تاریخی و فرهنگی بالاتری در میان مردم برخوردار می‌باشد (خیابانی، ۱۳۹۴). ماهی کوی (*Cyprinus carpio*) متعلق به خانواده‌ی کپور ماهیان یکی از انواع گونه-های ماهیان زینتی متعلق به آسیا است که اکنون در اکثر کشورهای جهان یافت می‌شود (مورکی و همکاران، ۱۳۹۳). این ماهی به‌وسیله‌ی تنوع گسترده‌ای از رنگ‌ها و الگوهای رنگی مشخص شده و بیش از ۱۰۰ نوع رنگ در این ماهی زینتی به‌چشم می‌خورد (Sun *et al*., 2012).

دستکاری کروموزومی برای تولید ماهیان پلی‌پلوئید به شکل فعال از اواسط دهه‌ی ۱۹۷۰ مورد تحقیق قرار گرفت (Dillon, 1988). امروزه دستکاری کروموزومی گونه‌های مختلف آبزیان در دنیا به‌عنوان یک روش مفید در بهبود ویژگی‌های ژنتیکی ماهیان بسیار رایج می‌باشد (کلباسی و جوهری، ۱۳۸۷). استفاده از ماهیانی که از نظر جنسی عقیم هستند به دلایل مختلفی مانند کنترل تولیدمثل گونه‌های غیربومی، جلوگیری از جفت‌گیری موجود هیبرید با هر یک از گونه‌های والد که منجر به اختلاط مواد ژنتیکی می‌شود و بهبود رشد گونه‌ها دارای مزیت می‌باشند (Rottmann *et al*., 1991).

www.SID.ir

Archive of SID

تریپلوئیدی رایج‌ترین شکل پلی‌پلوئیدی است که به سلول‌هایی که حاوی سه سری کروموزوم هستند گفته می‌شود (Felip *et al*., 2009). ماهیان تریپلوئید به‌دلیل دارا بودن یک سری کروموزوم اضافی معمولاً عقیم بوده، بنابراین دشواری‌های ناشی از بلوغ جنسی در آن‌ها کاهش می‌یابد، از این‌رو پرورش آنان توسط بسیاری از پرورش‌دهندگان ترجیح داده می‌شوند (درافشان و همکاران، ۱۳۸۸). رشد گناد و تولید گامت در ماهی ممکن است به‌طور منفی رشد و ضریب تبدیل غذایی را تحت تاثیر قرار دهد به این صورت که بخشی از مواد غذایی جذب شده و یا ذخایر بدن را برای رشد گناد و تولید گامت استفاده می‌کند (Turan and Guragac, 2014). سرکوب توسعه گنادها در ماهیان تریپلوئید سبب می‌شود انرژی متابولیک و منابع غذایی که در حالت عادی برای رشد گنادهای جنسی و تولیدمثل مصرف می‌شود صرف رشد سریع‌تر بدن گردد (Dillon, 1988).

اصولاً ماهیان تریپلوئید به‌دلیل داشتن سه سری کروموزومی نمی‌توانند تقسیم میوز را به درستی انجام داده، بنابراین قادر به تولید تخمک یا اسپرم بارور نبوده و سبب عقیم شدن آن‌ها می‌گردد (Smith and Benfey, 2001). سرکوب تقسیم سلولی می‌تواند با روش‌هایی مانند دستکاری‌های فیزیکی و شیمیایی حاصل شود. از تیمارهای فیزیکی می‌توان به شوک‌های فشار و یا دمایی (سرمایی و گرمایی) اشاره نمود (Piferrer *et al*., 2009). رایج‌ترین روش برای القای تریپلوئیدی استفاده از شوک گرمایی می‌باشد (Strunjak-Perovic *et al*., 2003). شوک‌های دمایی معمولاً به‌دلیل کاربرد آسان و ساده بودن تجهیزات مورد نیاز به سایر شوک‌های دیگر ترجیح داده می‌شوند (Aruljothi, 2015).

القای موفقیت آمیز تریپلوئیدی در بسیاری از گونه‌های ماهی و وجود ماهیان تریپلوئید طبیعی نشان داده است که این ماهیان توانایی رشد و زیست‌پذیری دارند. بیشتر مطالعاتی که روی ماهیان تریپلوئید صورت گرفته است نشان داده است که آن‌ها در مقایسه با افراد طبیعی دیپلوئید رشد و بقای طبیعی داشته و یا به مقدار جزئی رشد و بقای آن‌ها کاهش یافته است. در بعضی از گونه‌ها میزان رشد ماهیان تریپلوئید بعد از این‌که به رسیدگی جنسی، در مقایسه با ماهیان دیپلوئید بیشتر بوده است (Rottmann *et al*., 1991).

تولید ماهیان تریپلوئید اغلب در ارتباط با افزایش وقوع ناهنجاری‌های مورفولوژیکی مانند فک و باله‌های غیرطبیعی، نسبت‌های غیرطبیعی تنه و دم، بدشکلی صورت و کاهش تعداد ستون مهره نمایان می‌گردد. علاوه بر این، نوع و تکرار این ناهنجاری‌ها به‌نظر می‌رسد در میان گونه‌ها متفاوت باشد. در آبزی‌پروری متراکم به‌صورت تجاری، ناهنجاری‌های مورفولوژیکی نامطلوب بوده، زیرا کیفیت و ارزش تولید نهایی را کاهش داده و ممکن است باعث بروز نگرانی در ارتباط با وضعیت زندگی موجود گردند (Hernández-Urcera *et al*., 2012).

با توجه به این‌که بلوغ جنسی سبب کاهش رشد ماهیان شده و بیشتر انرژی صرف رشد گنادها می‌شود و تریپلوئیدی سبب اختلال در رشد گنادها و عقیمی می‌شود، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر القای تریپلوئیدی با استفاده از شوک گرمایی بر شاخص‌های رشد ماهی کوی و همچنین بررسی ناهنجاری در این ماهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه و نگهداری ماهیان مولد: این تحقیق در خرداد ماه ۱۳۹۶ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. ماهیان مولد مورد نیاز برای انجام این آزمایش از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان زینتی واقع در شهرستان بهشهر خریداری و به مرکز تحقیقات آبزی‌پروری شهید فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. به منظور جلوگیری از تخم‌ریزی طبیعی، ماهیان مولد نر و ماده به صورت جداگانه نگهداری و

www.SID.ir

Archive of SID

در طول دوره‌ی آزمایش ماهیان مولد روزانه به میزان ۳ درصد وزن بدن با غذای تجاری ماهی کپور (شرکت فرادانه، پروتئین: ۳۲ درصد و چربی: ۷ درصد) در دو نوبت غذادهی شدند.

تکثیر مصنوعی: برای القای تکثیر مصنوعی به ماهیان مولد ماده (۳ ساله، وزن بدن ۰/۱۶±۲/۴ کیلوگرم) هورمون اواپریم (۰/۴ میلی لیتر / کیلوگرم وزن بدن) (Basavaraju *et al*., 2002) در دو مرحله تزریق گردید که ۱۰ درصد از هورمون در مرحله‌ی اول و ۹۰ درصد، ۱۰ ساعت بعد از مرحله‌ی اول تزریق گردید. تزریق در ماهیان مولد نر (۲/۵ ساله، وزن بدن ۰/۰۹±۱/۳کیلوگرم) هم‌زمان با مرحله‌ی دوم تزریق هورمون اواپریم (۰/۴ میلی‌لیتر / کیلوگرم وزن بدن) در ماهیان مولد ماده انجام شد. دمای آب هنگام تزریق هورمون ۲۴ درجه‌ی سانتی-گراد ثبت گردید. محل تزریق هورمون بالای خط جانبی و زیر باله‌ی پشتی ماهیان مولد بود (Das, 2004). ۴-۶ ساعت پس از تزریق دوم ماهیان برای تکثیر مصنوعی آماده شدند. جمع‌آوری تخم و اسپرم از مولدین (۱-۱/۵ میلی‌لیتر اسپرم به ازای ۱۰۰ گرم تخمک) بعد از بیهوشی ماهیان با گل میخک انجام شد (Recoubratsky *et al*., 1992). لقاح به روش خشک (Basavaraju *et al*., 2002) انجام و پس از مدت زمان ۱ دقیقه مقداری آب برای فعال شدن اسپرم به مخلوط اسپرم و تخمک اضافه گردید. سپس تخمک و اسپرم به آرامی توسط پر مرغ هم زده شدند. ۲ تا ۴ دقیقه پس از لقاح برای رفع چسبندگی تخم‌ها از مخلوط شیر گاو و آب به نسبت ۱ به ۱۰ استفاده گردید (Recoubratsky *et al*., 1992).

القای تریپلوئیدی: به منظور القای تریپلوئیدی در ماهی کوی از شوک‌های گرمایی با ۳ متغیر دما، مدت زمان شوک و زمان آغاز شوک استفاده شد. برای ایجاد گرمای مورد نظر در این آزمایش از حمام آب گرم (بن‌ماری) استفاده گردید. تیمارهای دمایی (۳۸، ۴۰ و ۴۲ درجه‌ی سانتی‌گراد)، مدت زمان شوک (۱، ۲ و ۳ دقیقه) و زمان آغاز شوک (۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ دقیقه پس از لقاح) (Recoubratsky *et al*., 1992) بود. گروهی از تخم‌ها به‌عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند. در مجموع ۴۶ تیمار در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت و هر تیمار دارای ۳ تکرار بود. پس از انجام شوک گرمایی تخم‌ها به انکوباتور با دمای طبیعی ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد انتقال داده شدند.

تعیین درصد تریپلوئیدی: برای تایید تریپلوئیدی از روش اندازه‌گیری حجم هسته‌ی گلبول قرمز (Benfey *et al*., 1984) و از فرمول زیر استفاده گردید:

$$V= (a/2)\times (b/2)^2\times\pi\times 4/3$$

که در این فرمول a و b به ترتیب محور بزرگ و کوچک هسته‌ی گلبول قرمز هستند. ابتدا از بچه-ماهیان ۳ ماهه در پایان دوره‌ی پرورش به تعداد ۳ تا ۵ عدد از هر تیمار نمونه‌ی خونی گرفته و سپس گسترش خونی تهیه گردید. برای انجام این کار یک قطره از خون هر نمونه روی لام قرار گرفته و سپس به کمک یک لام دیگر قطره‌ی خون در سطح لام گسترده و در معرض هوا خشک گردید. بعد از خشک شدن برای تثبیت نمونه‌ی خون از متانول استفاده شد. در انتها برای رنگ‌آمیزی نمونه از محلول گیمسای رقیق شده (۱۰ درصد) استفاده گردید. محورهای کوچک و بزرگ گلبول‌های قرمز و هسته‌ی آن‌ها توسط میکروسکوپ نوری مدرج اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول، حجم گلبول قرمز و هسته‌ی آن‌ها برای هر تیمار محاسبه گردید.

سنجش پارامترهای رشد: ۲ تا ۳ روز پس از تفریخ، لاروهای هر تیمار به تعداد ۳۰-۲۵ عدد به ظرف‌های پلاستیکی کوچک با دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و دارای اکسیژن منتقل شدند. به منظور سنجش شاخص‌های رشد در ابتدا و انتهای دوره‌ی آزمایش طول نهایی و وزن اولیه و نهایی ماهیان هر تیمار توسط خط‌کش و ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد و جهت ارزیابی شاخص‌های رشد (افزایش وزن، نرخ

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های رشد در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید.

شاخص‌های رشد	ماهیان دیپلوئید	ماهیان تریپلوئید
افزایش وزن	۲/۶۰۶±۰/۰۶۵	۲/۶۱۴±۰/۰۷۰
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	۸/۶۶۲±۰/۰۲۷	۸/۶۶۶±۰/۰۳۰
شاخص وضعیت	۸/۱۹۰±۰/۶۱۶	۸/۲۳۰±۰/۴۹۲
ضریب تبدیل غذایی	۲/۵۷۲±۰/۰۶۴	۲/۵۶۴±۰/۰۷۱

جدول ۲- میزان ناهنجاری در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید.

ناهنجاری	ماهیان دیپلوئید	ماهیان تریپلوئید
	۰/۰۱۳±۰/۱۱۴	۰/۰۳۰±۰/۱۷۲

رشد ویژه، فاکتور وضعیت و ضریب تبدیل غذایی) از روابط زیر استفاده گردید:

افزایش وزن (Tacon, 1990):

$$WG\ (g)= W_2-W_1$$

W_2 = وزن نهایی و W_1= وزن اولیه

نرخ رشد ویژه (Jobling, 1983):

$$SGR= [Ln\ (W_2 – W_1)/(t_2- t_1)] \times 100$$

t = مدت زمان پرورش به روز

فاکتور وضعیت (Htun-Han, 1978):

$$CF= (W/L^3) \times 100$$

L= طول نهایی

ضریب تبدیل غذایی (Tacon, 1990):

FCR=افزایش وزن/ مقدار خوراک خورده شده

بررسی ناهنجاری شکلی در بچه‌ماهیان: در پایان آزمایش تعداد بچه‌ماهیانی که دارای ناهنجاری در شکل بدن و ستون مهره‌ها، آبشش، فک، باله بودند، مورد بررسی قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنف سنجیده شد. برای بررسی شاخص‌های رشد و ناهنجاری شکلی بین دو گروه از T-test در سطح ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

نتایج بررسی مقایسه‌ی شاخص‌های رشد در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی‌ها نشان داد که بین شاخص‌های رشد ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/05$). میانگین وزن اولیه‌ی لاروها در این آزمایش ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بود.

در جدول ۲ نتایج مربوط به میزان ناهنجاری در ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید نشان داده شده است. طبق نتایج اختلاف معنی‌داری از نظر میزان ناهنجاری در بین ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید وجود نداشت ($P>0/05$).

بحث

القای تریپلوئیدی در بعضی موارد برای افزایش رشد در ماهیان جوان، بعد از بلوغ جنسی و یا هر دو انجام می‌شود. با این حال، داده‌های تجربی نتایج مختلفی را هم در میان گونه‌ها و هم در درون یک گونه نشان داده است (Chatchaiphan *et al*., 2016). رشد ماهی و افزایش بیوماس همواره مورد توجه پرورش-دهندگان، متخصصان تغذیه و زیست‌شناسان بوده است (Olele and Tighiri, 2013). عملکرد رشد ماهیان تریپلوئید یک عامل بحرانی است که تعیین کننده‌ی سودمندی برای آبزی‌پروری می‌باشد (Karal Marx and Sukumaran, 2007). در ابتدا تصور می‌شد که تریپلوئیدی با افزایش اندازه‌ی سلول‌ها و اختلال در رشد گناد جنس ماده سبب رشد بیشتر و سریع‌تر این افراد نسبت به افراد دیپلوئید می‌شود. با این حال، مقایسه‌ی میزان رشد ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید دارای تناقض بوده؛ افراد تریپلوئید دارای رشد کمتر، برابر و یا بیشتر نسبت به افراد دیپلوئید بودند (Fraser *et al*., 2013). عقیم بودن ماهیان

www.SID.ir

Archive of SID

تریپلوئید که به‌طور کامل در افراد ماده و به صورت جزئی در افراد نر اتفاق می‌افتد، سبب می‌شود انرژی بیشتری صرف رشد سلول‌های سوماتیک شده و ممکن است این ماهیان رشد بیشتری نسبت به ماهیان دیپلوئید در زمان رسیدگی جنسی داشته باشند. در طول مراحل جوانی و قبل از بلوغ ماهیان تریپلوئید معمولاً رشد برابر و یا کمتری نسبت به ماهیان دیپلوئید داشته که بستگی به گونه و شرایط محیطی دارد. بنابراین می‌توان گفت که افراد تریپلوئید به طور ذاتی و یا طبیعی میزان رشد بالاتری نسبت به افراد دیپلوئید قبل از بلوغ ندارند. به‌عبارت دیگر در بیشتر حالت‌ها میزان رشد بعد از بلوغ افزایش می‌یابد (Piferrer *et al*., 2009). نتایج آزمایش نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص‌های رشد بین دو گروه ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید وجود نداشت. به‌طور مشابه، در آزمایشی که روی گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) انجام شد، نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری در میزان رشد ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید در مدت دوره ی رشد وجود نداشت. ماهیان تریپلوئید دارای افزایش وزن به مقدار ۱/۹ گرم در روز بوده در حالی که افزایش وزن گروه کنترل (دیپلوئید) ۱/۷۷ گرم در روز بود (Karal Marx and Sukumaran, 2007)، همچنین، در بررسی که روی ماهی قزل‌آلای رنگین کمان انجام شد، نتایج نشان داد که بین ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید اختلاف معنی‌داری بین میزان رشد آن‌ها وجود نداشت، اگرچه میزان رشد در ماهیان تریپلوئید اندکی بیش‌تر از ماهیان دیپلوئید بوده است (Kizak *et al*., 2013). اما بر خلاف مواردی که ذکر گردید در آزمایشی که روی گربه ماهی آفریقایی (*Clarias anguillarias*) انجام شد، نتایج القای تریپلوئیدی نشان داد که ماهیان تریپلوئید افزایش وزن و نرخ رشد ویژه‌ی بیشتری نسبت به ماهیان دیپلوئید داشتند (Olele and Tighiri, 2013). در پژوهشی دیگر مشاهده شد که تا ۶۳ روز پس از شروع تغذیه‌ی فعال، رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تریپلوئید نسبت به ماهیان دیپلوئید کمتر بود، اما از روز ۶۳ تا روز ۱۱۸ رشد تریپلوئیدها سریعتر شد و مشابه ماهیان دیپلوئید بود. در روز ۱۱۸ ماهیان تریپلوئید ۵/۴ درصد سنگین‌تر از ماهیان دیپلوئید بودند (Diaz *et al*., 1993). در آزمایشی، شاخص‌های رشد ماهیان تمام ماده و مخلوط نر و ماده‌ی دیپلوئید و تریپلوئید ماهی قزل‌آلای رنگین-کمان در سال دوم پرورش مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد ماهیان تمام-ماده‌ی تریپلوئید قزل‌آلا در سال دوم پرورش در مقایسه با سایر تیمارها برتری معنی‌داری داشت و با نزدیک شدن به انتهای دوره این برتری رشد بیشتر مشخص شد، به شکلی که در پایان دوره، میانگین وزن نهایی تیمار تمام ماده‌ی تریپلوئید ۶۲۴/۲۸ گرم، تیمار مخلوط نر و ماده‌ی تریپلوئید ۵۶۹/۴ گرم بودند در حالی که میانگین وزن نهایی تیمار تمام ماده‌ی دیپلوئید ۵۳۷/۵ گرم و مخلوط نر و ماده-ی دیپلوئید ۵۲۰/۸ گرم بود (سوری‌نژاد و کلباسی، ۱۳۹۰)؛ بنابراین با توجه به موارد ذکر شده گزارشات متغیری در رابطه با رشد افراد تریپلوئید وجود دارد. پس نمی-توان به طور کامل بیان کرد که افراد تریپلوئید سریع¬تر از افراد دیپلوئید رشد می‌کنند (Karal Marx and Sukumaran, 2007). از آن‌جایی‌که بررسی نتایج آزمایشات در رابطه با شاخص‌های رشد ماهیان تریپلوئید در کشورهای مختلف متفاوت بوده و در بعضی موارد گزارش‌های متناقضی منتشر شده است، لازم است در هر منطقه‌ی جغرافیایی با توجه به عوامل تأثیرگذار بر رشد ماهیان تریپلوئید که عمدتاً شامل شرایط خاص آب و هوایی و تغذیه، ویژگی‌های ژنتیکی مولدین مورد استفاده و تعامل متقابل محیط و ژن می باشند، این امر مورد آزمون و مقایسه قرار گیرد (سوری‌نژاد و کلباسی، ۱۳۹۰).

وقوع بدشکلی و ناهنجاری با توجه به جنبه‌های پرورشی افراد تریپلوئید و همچنین از نظر وضعیت زندگی این موجودات موضوع بسیار مهمی می‌باشد (Piferrer *et al*., 2009). تریپلوئیدی معمولاً منجر

www.SID.ir

Archive of SID

به افزایش شیوع ناهنجاری ستون مهره در ماهی‌های سالمون آتلانتیک (*Salmo salar*)، تیلاپیا (*Oreochromis mossambicus*)، کپور (*Ciprinus carpio*)، کاد آتلانتیک (*Gadus morhua*) و لای ماهی (*Tinca tinca*) شده است. اگرچه دلایل افزایش بدشکلی در افراد تریپلوئید نسبت به دیپلوئید هنوز مشخص نشده است، اما بررسی‌های اخیر بیان کرده‌اند که کیفیت تخم و نیازهای تغذیه‌ای بیشترین احتمال را در شیوع بدشکلی دارند (Fraser *et al.*, 2013)؛ همچنین، بررسی‌ها و آزمایشات دیگر نشان داده‌اند که دستکاری‌های فیزیکی و شیمیایی علت اصلی شیوع بالای ناهنجاری و بقای پایین لاروها در افراد تریپلوئید هستند (Piferrer *et al.*, 2009).

در بررسی حاضر بین ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید از نظر میزان ناهنجاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به طور مشابه، در آزمایشی که تاثیر القای تریپلوئیدی روی شکل بدن و اسکلت در ماهی توربوت (*Scophthalmus maximus*) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر مورفولوژی بدن و ویژگی‌های اسکلتی در دو گروه ماهیان دیپلوئید و تریپلوئید وجود نداشت (Hernández-Urcera *et al.*, 2012). اما بر خلاف نتایج این آزمایش، طبق بررسی‌های انجام شده روی ماهی کاد آتلانتیک (*Gadus morhua*) در رابطه با تاثیر تریپلوئیدی روی بدشکلی و ناهنجاری در طول مراحل اولیه‌ی زندگی، نتایج نشان داد که در روز ۵۳، تعداد ماهیان بدشکل در گروه ماهیان تریپلوئید به طور معنی‌داری از گروه ماهیان دیپلوئید بیشتر بوده است. همچنین شیوع لوردوزیس در گروه ماهیان تریپلوئید به طور معناداری بیشتر بوده است (Opstad *et al.*, 2013). تریپلوئیدی در بعضی موارد ممکن است حتی رشد ستون مهره را هم تحت تاثیر قرار دهد، به طور مثال، در گربه ماهی هندی (*Heteropneustes fossilis*) تریپلوئید تعداد مهره-ها در ستون مهره به طور معنی‌داری کاهش یافت و مساحت کل کیسه‌ی هوا ۱/۶ برابر ماهیان دیپلوئید بود (Tiwary and Ray, 2004).

با توجه به این‌که ماهی کوی زینتی بوده و شکل ظاهری ماهیان زینتی دارای اهمیت می‌باشد، شوک گرمایی برای القای تریپلوئیدی تاثیری بر شکل ظاهری این ماهی نداشت. همچنین ماهی کوی به دلیل الگوی فلسی و رنگ‌های متنوع و همچنین ارزش اقتصادی بسیار مورد توجه پرورش دهندگان ماهیان زینتی قرار دارد؛ بنابراین تولید ماهی کوی تریپلوئید به دلیل عقیم بودن، احتمال رشد سریع‌تر نسبت به ماهیان دیپلوئید بعد از بلوغ جنسی، برندسازی و کنترل فعالیت‌های تولیدمثلی می‌تواند تاثیر مثبتی در صنعت پرورش ماهیان زینتی داشته باشد.

منابع

تیموریان س.ا.ب. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس *Lactobacillus acidophilus* بر شاخص‌های رشد ماهی کویی. پایان نامه دکتری رشته دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج.

خیابانی ع.ر. ۱۳۹۴. مروری بر نحوه پیدایش و تکامل ماهی کوی (کپور زینتی) امروزی. *آبزیان زینتی* سال دوم، شماره اول، ۳۷-۴۲.

درافشان، س.، کلباسی، م.ر.، سلطان‌کریمی، س.، رحیمی، خ. ۱۳۸۸. مطالعه برخی شاخص‌های خون شناسی ماهیان دیپلویید و تریپلویید قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*. فصلنامه پزشکی یاخته، سال یازدهم، شماره چهارم، ۴۴۲-۴۴۷.

سوری‌نژاد ا.، کلباسی م.ر. ۱۳۹۰. بررسی شاخص‌های رشد ماهیان تمام ماده و مخلوط نر و ماده دیپلوئید و تریپلوئید قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* در سال دوم پرورش. *مجله زیست‌شناسی ایران* شماره چهارم، ۵۱۷-۵۲۷.

فرحی ا.، سوداگر م. ۱۳۹۴. اثرات سطوح مختلف پربیوتیک ایمونوژن جیره غذایی بر شاخص‌های تولیدمثلی مولدین ماهی آنجل (*Pterophyllum scalare*) و ارزیابی بقای لاروهای حاصله در مواجهه

www.SID.ir

Archive of SID

با تنش افزایش ناگهانی دما. *آبزیان زینتی* سال دوم، شماره اول، ۲-۹.

کلباسی م.ر.، جوهری س.ع. ۱۳۸۷. بررسی امکان تولید جمعیت تمام ماده تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی* سال دوازدهم، شماره چهل و چهارم، ۲۶۹-۲۷۷.

مورکی ن.، دادگر ش.، نادری م.ص. ۱۳۹۳. اثر گیاه جعفری (*Petroselinum sativum*) بر شاخص رشد و بقای ماهی کوی (*Cyprinus carpio*). *نشریه توسعه آبزی‌پروری* سال هشتم، شماره دوم، ۶۳-۷۲.

Aruljothi K. 2015. Mass production of triploid Rohu, *Labeo rohita* (Ham.) by chromosome manipulation technique. Dissertation, university of Tamil Nadu, Nagapattinam.

Basavaraju Y., Mair G.C., Mohan Kumar H.M., Pradeep Kumar S., Keshavappa G.Y., Penman D.J. 2002. An evaluation of triploidy as a potential solution to the problem of precocious sexual maturation in common carp, *Cyprinus carpio*, in Karnataka, India. *Aquaculture* 204, 407-418.

Benfey T.J., Sutterlin A.M., Thompson R.J. 1984. Use of erythrocyte measurement to identify triploid salmonid. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41, 980-984.

Chatchaiphan S., Srisapoome P., Na-Nakorn U. 2016. Effects of strains on growth performances of triploid bighead catfish, *Clarias macrocephalus* Günther, 1864. *Agriculture and Natural Resources* 50, 299-305.

Das S.K. 2004. Evaluation of a new spawning agent, ovopel in induce breeding of Indian Carps. *Asian Fisheries Sciences* 17, 313-32.

Diaz N.F., Iyurra P., Veloso, A., Estay F., Colihueque N. 1993. Physiological factors affecting triploid production in rainbow trout. *Aquaculture* 114, 33-40.

Dillon J.C. 1988. Production of triploid Rainbow Trout for evaluation in South Dakota waters. Dissertation, university of South Dakota State.

Felip A., carrillo M., Herráez M.P., Zanuy S., Basurco B. 2009. Advances in fish reproduction and their application to broodstock management: a pratical manual for sea bass. Options Méditerranéennes: Série B. *Etudes et Recherches* 63, 43-48.

Fraser T.W.K., Hansen T., Skjæraasen J.E., Mayer I., Sambraus F., Fjelldal P.G. 2013. The effect of triploidy on the culture performance, deformity prevalence, and heart morphology in Atlantic salmon. *Aquaculture* 416-417, 255-264.

Hernández-Urcera J., Torres E., Barreiro D., Barreiro-Lois A., Alonso G., Cal R., Rotllant J. 2012. Induction of triploidy in turbot (*Scophthalmus maximus*) does not affect gross body morphology and skeleton characteristics. *Aquaculture* 338-341, 309-312.

Htun-Han M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanada* (L.) in the North Sea: gonadosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. *Journal of Fish Biology* 13, 351-377.

Jobling M. 1983. Growth studies with fish-overcoming the problems of size variation. *Journal of Fish Biology* 22, 153-157.

Karal Marx K., Sukumaran N. 2007. Production of triploid African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), using chromosome manipulation techniques. *Bangladesh Journal of Fish Research* 11(2), 121-130.

Kizak V., Güner Y., Türel M., Kayim M. 2013. Comparison of growth performance, gonadal structure and erythrocyte size in triploid and diploid brown trout (*Salmo trutta fario* L, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13, 571-580.

Olele N.F., Tighiri O.H. 2013. Optimization of triploidy induction and growth performance of *Clarias anguillarias* (African catfish) using cold shock. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies* 2(7), 189-196.

Opstad I., Fjelidal P.G., Karlsen Ø., Thorsen A., Hansen T.J., Taranger G.L. 2013. The effect of triploidization of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) on survival, growth and deformities during early life stages. *Aquaculture* 388-391, 54-59.

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

Recoubratsky A., Gomelsky B.I., Emelyanova O.V., Pankratyeva E.V. 1992. Triploid

www.SID.ir

Archive of SID

common carp produced by heat shock with industrial fish-farm technology. *Aquaculture* 108, 13-19.

Rottmann R.W., Shireman J.V., Chapman F.A. 1991. Induction and verification of triplidy in fish. SRAC publication, 427 p.

Shelar G.S., Singh H., Shirdhankar M.M., Shelar P. 2014. Effect of replacing live food with formulated feed on reproductive performance of freshwater angelfish, *Pterophyllum scalare* (Shcultze, 1823). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 66, 1-8.

Smith D.S., Benfey T.J. 2001. The reproductive physiology of three age classes of adult female diploid and triploid brook trout. *Fish Physiology and Biochemistry* 25, 319-333.

Strunjak-Perovic I., Coz-Rakova R., Topic Povovic N. 2003. Micronucleus occurrence in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Veterinarni Medicina* 48, 215-219.

Sun X., Chang Y., Ye Y., Ma Z.H., Liang Y., Li T., Jiang N., Xing W., Luo L. 2012. The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp (koi, *Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture* 342-343: 62-68.

Tacon A.G. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Feeding Methods. Agent Laboratories Press, Redmond, Taoka, 131-138.

Tiwary B.K., Ray A.K. 2004. Alterations in air sac and skeleton of triploid Heteropneustes fossilis. *Journal of Fish Biology* 64, 268-272.

Turan F., Guragac R. 2014. Induction of triploidy with caffeine treatment in the African catfish (*Clarias gariepinus*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 13(4), 1014-1020.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of triploidy on growth factors and body abnormalities in koi fish (*Cyprinus carpio*)

Shima Hatefi[1], Mohammad Sudagar[*1], Abasali Hajibeglou[1], Mohammad Harsij[2]

[1]Department of Aquaculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[2]Department of Fisheries, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.
*Corresponding author: sudagar_m@yahoo.com

Received: 2017/7/25 Accepted: 2017/9/18

Abstract

Induction of triploidy is one of the biotechnological methods in aquaculture used for genetic manipulation. The aim of this study was to evaluate the effect of triploidy on growth factors and body deformities of koi fish (*Cyprinus carpio*). In this experiment, induction of triploidy was performed by heat shock. For thermal shock three shock variables (38, 40 and 42°C), initiation time of shock (1, 2, 4, 6 and 8 min after fertilization) and shock duration (1, 2 and 3 min) were examined. The method of red cell nucleus measurement was used to identify the triploid fish. In order to evaluate the effect of triploid on growth factors, the initial and final weight and length of fish were measured. Growth factors, including weight gain, specific growth rate, condition factor and feed conversion ratio were then evaluated. Also, at the end of the experiment, the number of fish with body deformities was studied. The results showed no significant difference in FCR and SGR between diploid and triploid fishes. In addition, there were no significant difference in WG and CF between two groups (P>0.05). According to the results of the experiment, there were no significant difference in relation to body shape deformities between the diploid and triploid fish (P>0.05).

Keywords: Feed conversion ratio, Nuclear of red cell, Thermal shock.

www.SID.ir