

## بررسی شاخصهای رشد ماهیان تمام ماده و مخلوط نر و ماده دیپلوئید و تریپلوئید قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* در سال دوم پرورش

ایمان سوری نژاد و محمدرضا کلباسی\*

نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم دریایی، گروه شیلات

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۷

### چکیده

در مطالعه حاضر پارامترهای وزنی رشد ماهیان تمام ماده تریپلوئید قزل آلای رنگین کمان شامل میزان وزن نهایی، میزان افزایش وزن، ضریب رشد ویژه روزانه و میانگین رشد روزانه در یک دوره ۳۶۵ روزه در سال دوم پرورش در مقایسه با جمعیت‌های تمام ماده دیپلوئید و مخلوط نر و ماده تریپلوئید و دیپلوئید قزل آلای رنگین کمان مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. نتایج پرورش و بررسی بیش از ۴۵۰۰ نمونه ماهی مؤید آن بود که پارامترهای رشد ماهیان تمام ماده تریپلوئید قزل آلای رنگین کمان در سال دوم پرورش در مقایسه با سایر تیمارها برتری معنی داری ( $P < 0/05$ ) داشت و با نزدیک شدن به انتهای دوره، این برتری رشد بیشتر آشکار می‌شد؛ به نحوی که در پایان دوره پرورش، تیمار تمام ماده تریپلوئید با میانگین وزن نهایی ۶۲۴/۲۸ گرم و پس از آن تیمار مخلوط نر و ماده تریپلوئید با میانگین وزن نهایی ۵۶۹/۴ گرم دارای بیشترین وزن نهایی بودند در حالی که در تیمارهای تمام ماده دیپلوئید، میانگین وزن نهایی ۵۳۷/۵ گرم و در مخلوط نر و ماده دیپلوئید نیز میانگین وزن نهایی ۵۲۰/۸ گرم بود. در نتیجه‌گیری کلی، از آنجا که افزایش رشد ماهیان تمام ماده تریپلوئید قزل آلای رنگین کمان در سال دوم پرورش با توجه به عدم وقوع بلوغ جنسی محسوس بود، برای پرورش دهندگانی که قصد ادامه پرورش این ماهی در وزنهای بالاتر از ۳۰۰-۴۰۰ گرم و عرضه ماهیان بزرگتر به بازار را دارند، پرورش ماهیان تمام ماده تریپلوئید با توجه به اقتصادی‌تر بودن هزینه‌های تولید و تغذیه این ماهیان قابل توصیه می‌باشد.

واژه های کلیدی: شاخص رشد، تمام ماده، دیپلوئید، تریپلوئید، قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۲۰۴۳۳۶ پست الکترونیکی: kalbassi\_m@modares.ac.ir

### مقدمه

مان نیز، در سالهای اخیر، تولید و پرورش قزل آلای رنگین-کمان گسترش زیادی یافته و به دلایل مختلفی از جمله کیفیت گوشت و بازارپسندی، سهولت عادت‌پذیری به غذای دستی و تحمل بهتر شرایط پرورش، بخش مهمی از آبروی پروری را به خود اختصاص داده است؛ به طوری که در سال ۱۳۸۶ میزان تولید آن برابر ۵۸۷۶۱ تن بوده است (۲).

بلوغ جنسی یکی از مهم ترین مشکلات پرورش دهندگان در تولید تجاری ماهی قزل آلای رنگین کمان می باشد زیرا

با افزایش تقاضا برای تولید غذا از طریق آبروی پروری، پرورش ماهیان سردآبی و به ویژه قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*، از اهمیت خاصی برخوردار بوده و طبق آمار، تولید و پرورش این ماهی در جهان به بیش از ۵۵۰/۴۷۳ هزار تن در سال رسیده است (۲۷). این ماهی بیشترین سهم تولید آزاد ماهیان پرورشی را پس از آزاد ماهی اطلس به خود اختصاص می‌دهد و به طور قابل ملاحظه‌ای از سطح تولید بالاتری نسبت به سایر گونه‌های آزاد ماهیان از جمله قزل آلای دریایی برخوردار است (۲۷). در کشور

به دلیل صرف انرژی برای تکامل گنادها رشد بدن کاهش می یابد (۸ و ۲۱). بر همین اساس، محققان سعی نموده اند که به روشهای مختلف سبب به تأخیر انداختن بلوغ و یا حذف آن گردند. از جمله روشهای مناسب در این زمینه، القاء تریپلوئیدی در ماهیان جهت عقیم سازی و عدم رشد گنادها می باشد (۷ و ۲۴). القاء تریپلوئیدی زمانی به حداکثر کارایی خود خواهد رسید که بر روی جنس ماده اعمال شود؛ زیرا تکامل تخمدانی در جنس ماده قزل آلی رنگین کمان تریپلوئید بسیار بطئی است و بلوغ جنسی حاصل نمی گردد ولی در ماهیان نر تریپلوئید به واسطه تکامل بیضه و حتی تولید گامت پدیده بلوغ جنسی موجب کاهش رشد خواهد گردید (۷ و ۱۹). امروزه بخشی از تولیدات تجاری مربوط به این گونه در سطح جهانی، متعلق به تولید ماهیان دست کاری شده کروموزومی، شامل انواع تریپلوئید، تریپلوئید تمام ماده، ماده زاد و آمیخته های بین گونه ای آن با سایر آزادماهیان است (۱۴).

از آنجا که بررسی نتایج تحقیقات در خصوص پارامترهای رشد ماهیان تریپلوئید در کشورهای مختلف متغیر بوده و بعضاً گزارشهای متناقضی در این خصوص منتشر گردیده است (۸ و ۱۰)، لازم است در هر منطقه 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 (۱۱). در کشور ما جمعیت تمام ماده تریپلوئید قزل آلی رنگین-کمان با استفاده از شوک زود هنگام گرمایی و اسپرم نرهای تغییر جنسیت یافته، تولید شده و پارامترهای رشد این ماهیان در سال اول پرورش نسبت به ماهیان دیپلوئید مورد ارزیابی قرار گرفت (۱). نتایج به دست آمده در پایان سال اول، تفاوت معنی داری را در تیمارهای مختلف از نظر برتری رشد نشان نداد. در ادامه تحقیق انجام شده، در سال دوم پرورش که همزمان با آغاز فرآیندهای مرتبط با بلوغ

می باشد کارایی القاء تریپلوئیدی در جمعیت مذکور در خصوص افزایش رشد مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت.

### مواد و روشها

پژوهش حاضر در کارگاه تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شهید باهنر واقع در رودبارک شهرستان کلاردشت انجام گردید. تیمارهای مورد بررسی در پژوهش حاضر چهار تیمار مختلف از ماهیان قزل آلی رنگین کمان شامل جمعیت تمام ماده تریپلوئید (AFT)، جمعیت تمام ماده دیپلوئید (AFD)، جمعیت مخلوط نر و ماده تریپلوئید (MST) و جمعیت مخلوط نر و ماده دیپلوئید (MSD) بودند که تا سن دوسالگی مورد پرورش قرار گرفتند. جمعیت تمام ماده تریپلوئید از طریق روش مستقیم (القائی) از ترکیب اسپرم نرهای تغییر جنسیت یافته (۵) با تخمک ماده های معمولی همراه با شوک گرمایی ۲۶/۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه و پس از گذشت ۲۰ دقیقه از عملیات لقاح تولید شدند. همچنین جمعیت تمام ماده دیپلوئید از طریق ترکیب اسپرم نرهای تغییر جنسیت یافته با تخمک ماده های معمولی بدون شوک دهی ایجاد شدند. جمعیت مخلوط نر و ماده تریپلوئید از طریق ترکیب اسپرم نرهای معمولی با تخمک ماده های معمولی همراه با شوک دهی و بالآخره جمعیت مخلوط نر و ماده دیپلوئید از طریق ترکیب اسپرم نرهای معمولی با تخمک ماده های معمولی بدون شوک دهی تولید شدند. ماهیان تیمارهای مختلف مورد بررسی در ابتدای سال دوم پرورش حدود ۷۰-۸۰ گرم وزن داشتند و پس از هم اندازه سازی اولیه (با متوسط وزن ۷۷ گرم) که تفاوت معنی داری را بین تیمارها نشان نمی داد (جدول ۱)، در ۳ حوضچه مربع شکل (با ابعاد ۱/۵ × ۱/۵ × ۰/۷ متر مکعب) به عنوان ۳ تکرار، برای هر تیمار، با تراکم حدود ۷۰ ماهی در هر حوضچه (حدود ۴kg/m<sup>3</sup>) ذخیره سازی شدند.

جدول ۱- وزن اولیه ماهیان قزل آلی رنگین کمان مورد بررسی در ابتدای دوره پرورش

تیمار مورد بررسی	تمام ماده تریپلوئید	تمام ماده دیپلوئید	مخلوط نر و ماده تریپلوئید	مخلوط نر و ماده دیپلوئید
وزن ماهیان (گرم)	۷۸/۵۲ <sup>a</sup>	۷۷/۵۱ <sup>a</sup>	۷۶/۹ <sup>a</sup>	۷۸/۲۳ <sup>a</sup>

\* حروف مشترک در جداول و نمودارها در هر سطر نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و حروف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف معنی دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) می باشد.

تریپلوئید تشخیص داده شده بودند به صورت تصادفی نمونه برداری از گنادها نیز به عمل آمد و از طریق مطالعات بافت شناسی کلاسیک به روش رنگ آمیزی هماتوکسیلین - اتوزین وضعیت گناد آنها بررسی گردید (۴ و ۱۵).

تغییرات دمای آب در طول دوره پرورش در محدوده ۱ الی ۱۱ درجه سانتی گراد بود. میانگین دمای آب سالانه کارگاه کلاردشت در طی دوره پرورش در مجموع پایین بوده و به حدود ۶/۲۵ درجه سانتی گراد رسید (جدول ۲). میانگین دمای آب از ابتدای دوره تا اوایل ماه آذر ۷ درجه سانتی گراد بود و از اوایل آذر ماه تا اواخر اسفند ماه تا حدود ۲/۵ درجه سانتی گراد کاهش یافت و به همین دلیل ماهیان در این مدت، تغذیه و رشد مناسبی نداشتند. میانگین دمای آب از فروردین ماه تا آخر دوره بررسی (تیر ماه) ۹/۲۵ درجه سانتی گراد بود.

صحت تریپلوئید بودن ماهیان مورد استفاده با تهیه گسترش خونی و محاسبه مساحت و حجم هسته و سلول گلبولهای قرمز با استفاده از روابط ۱ (۲۳) و ۲ (۱۶) مورد تأیید قرار گرفت.

$$S = a \times b \times \pi/4 \quad \text{رابطه ۱}$$

$$V = [a/2] \times [b/2]^2 \times \pi \times 4/3 \quad \text{رابطه ۲}$$

$V =$  حجم هسته یا سلول گلبول قرمز،  $S =$  مساحت هسته یا سلول گلبول قرمز،  $b =$  محور بزرگ هسته یا سلول گلبول قرمز،  $a =$  محور کوچک هسته یا سلول گلبول قرمز

با توجه به حدود ۱/۵ برابر شدن ابعاد گلبول قرمز در ماهیان تریپلوئید نسبت به ماهیان دیپلوئید، ماهیانی که بین ۱/۴ تا ۱/۶ برابر افزایش در ابعاد گلبول قرمز نشان می‌دادند به عنوان ماهیان تریپلوئید قلمداد شدند (۷ و ۱۱). به منظور اطمینان از صحت پلوئیدی و تمام ماده بودن ماهیان مورد استفاده، از تعدادی از ماهیان که با توجه به مطالعات خونی

جدول ۲- میانگین دمای آب در بخش پرورش قزل آلی کارگاه کلاردشت در طول دوره

ماههای سال	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
میانگین دمای آب (°C)	۱۱	۸	۶	۳	۲	۱	۳	۴	۳	۷	۹	۱۰	۱۱	۱۰	۱۱

**سنجش پارامترهای رشد:** با توجه به اهمیت شاخص وزن در سنجش پارامترهای رشد ماهیان تریلوئید، در این بررسی از شاخص وزن و روابط وابسته به آن جهت محاسبه پارامترهای رشد به شرح زیر استفاده گردید. برای تعیین افزایش وزن (WG) ماهیان از رابطه ۴ استفاده گردید (۲۵).

$$\text{WG(g)} = W_2 - W_1 \quad \text{رابطه ۴:}$$

وزن اولیه =  $W_1$  , وزن نهایی =  $W_2$

برای تعیین ضریب رشد ویژه روزانه (SGR) ماهیان نیز از رابطه ۵ استفاده گردید (۹).

رابطه ۵: مدت زمان پرورش به روز ( $t_2 - t_1$ )

$$\text{SGR (درصد / روز)} = [\text{Ln}(W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)] \times 100$$

برای تعیین میزان میانگین رشد روزانه (MDG) نیز از رابطه ۶ استفاده گردید (۱۲).

$$\text{MDG (گرم / روز)} = \frac{\text{اختلاف وزن اولیه و نهایی}}{\text{تعداد روزهای پرورش}}$$

**روشهای آماری مورد استفاده:** تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنف سنجیده شد. برای بررسی میزان رشد و وزن نهایی، میزان افزایش وزن، ضریب رشد ویژه روزانه و میانگین رشد روزانه بین تیمارها از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده گردید و در صورت مشاهده اختلاف بین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن اختلاف موجود در سطح ۹۵ درصد استفاده شد ( $P < 0.05$ ). شرط همگنی واریانس نیز با آزمون Leven بررسی گردید.

دفعات غذایی در این مرحله روزی ۳ بار با غذای مصنوعی ساخت کارخانه چینه بود که فرمولاسیون آن در جدول ۳ ارائه گردیده است. در روزهایی که دمای آب زیر ۸ درجه سانتی گراد بوده و یا گل آلودگی آب به حدی بالا بود که تغذیه ماهی متوقف می شد، غذایی قطع می گردید.

جدول ۳- آنالیز تقریبی خوراک مورد استفاده برای تغذیه ماهیان

پروری		نوع خوراک
GFT	FFT	
۳۹	۴۲	پروتئین (درصد)
۱۴	۱۴	چربی (درصد)
۱۱	۱۱	خاکستر (درصد)
۳/۵	۳/۷	فیبر (درصد)
۱/۳	۱/۳	فسفر (درصد)
۱۰	۱۰	رطوبت (درصد)

**سنجش وزن ماهیان:** برای سنجش شاخصهای رشد، توزین ماهیان به صورت ماهانه انجام گرفت، برای این منظور هر ماه تعداد ۳۰ عدد ماهی از هر حوضچه به صورت تصادفی به وسیله ساچوک صید شده و به سطل پلاستیکی محتوی آبی (۱۰ لیتر) که از قبل وزن شده بود منتقل گردیدند. سپس وزن کل (ظرف + آب + ماهی) به وسیله یک ترازوی دیجیتال با دقت ۵ گرم سنجیده شده و وزن هر ماهی از رابطه ۳ محاسبه گردید (۲۲).

$$\text{میانگین وزن هر ماهی (گرم)} = \frac{\text{وزن ظرف + آب} - (\text{وزن ظرف} + \text{آب} + \text{ماهی})}{\text{تعداد ماهی‌ها}}$$

در هنگام نمونه برداری برای آرام کردن ماهیان و سهولت وزن کردن آنها از عصاره گل میخک به میزان ۵۰ ppm در سطل محتوی آب استفاده گردید (۱).

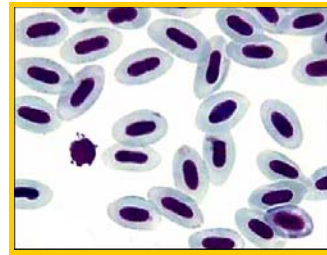
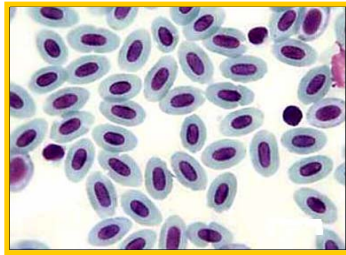
## نتایج

۱). بر اساس نتایج اندازه گیری ابعاد گلبولهای قرمز، روند افزایش حجم هسته نسبت به سایر پارامترها از نظم دقیق-تری پیروی می‌کرد، بنابراین براساس میزان افزایش حجم هسته، درجه پلوئیدی ماهیان در ابتدای آزمایشها مشخص شد (۳).

**تعیین سطوح پلوئیدی و جنسیت ماهیان:** در تیمار ماهیان تمام ماده تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان، ابعاد سلول و هسته گلبولهای قرمز حدود ۱/۴۶ تا ۱/۶۰ برابر نسبت به ماهیان تمام ماده دیپلوئید افزایش داشت (جدول ۴ و شکل

جدول ۴- میانگین و نسبت ابعاد سلول و هسته گلبول قرمز در ماهیان تمام ماده دیپلوئید و تریپلوئید قزل‌آلای رنگین‌کمان

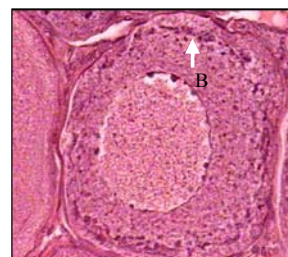
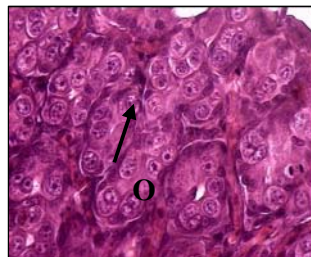
شاخص	تیمار	دیپلوئید تمام ماده	تریپلوئید تمام ماده	نسبت تریپلوئید به دیپلوئید
مساحت سلول (میکرومتر مربع)	۱۰۹/۲۹	۱۸۰/۴۴	۱/۴۶	
مساحت هسته (میکرومتر مربع)	۱۸/۰۴	۲۶/۲۱	۱/۴۶	
حجم سلول (میکرومتر مکعب)	۷۰۱/۸۷	۱۳۷۰/۲۶	۱/۶	
حجم هسته (میکرومتر مکعب)	۴۲/۴۰	۶۳/۵۵	۱/۵۴	



شکل ۱- گلبول قرمز ماهیان تمام ماده تریپلوئید (راست) و دیپلوئید (چپ) قزل‌آلای رنگین‌کمان (×۱۰۰۰)

(مرحله دو تکامل) قرار داشتند. در این مرحله هستکها در قسمت داخلی غشاء هسته قابل مشاهده بودند. در مرحله ۲b جسم بالینی در مجاورت هسته قابل مشاهده بود (شکل ۲).

همچنین نتایج بررسی بافت شناسی گنادها در تیمارهای مورد بررسی، صحت تولید ماهیان تمام ماده و تریپلوئید را تأیید نمود. در ماهیان تمام ماده تریپلوئید اغلب سلولهای جنسی در مراحل ابتدایی تکامل و در حد اووگونیا بودند اما تخمدان ماهیان دیپلوئید در مرحله کناری شدن هستک



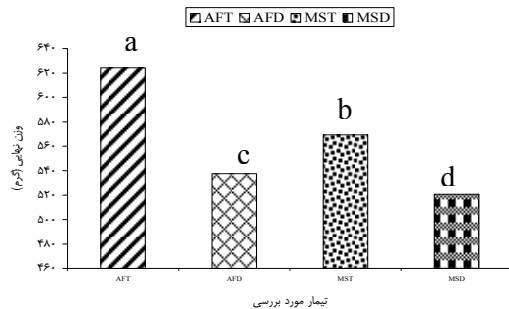
شکل ۲- اووسیت ماهیان قزل‌آلای دیپلوئید در مرحله ۲b (راست) و اووسیت ماهیان قزل‌آلای تریپلوئید

در مراحل ابتدایی تکامل (چپ) در ابتدای دوره (H&E, ×400) جسم بالینی: B اووگونیا: O

نداشت (جدول ۱). بررسی روند رشد ماهیان طی یک دوره ۳۶۵ روزه در سال دوم پرورش نشان داد که این روند

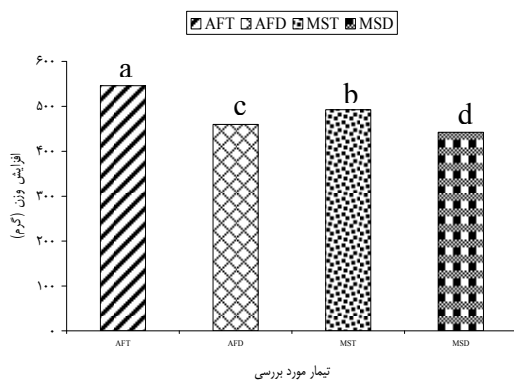
**سنجش پارامترهای رشد:** وزن اولیه ماهیان تیمارهای مختلف در ابتدای سال دوم پرورش تفاوت معنی‌داری

تفاوت معنی داری در میزان وزن نهایی نسبت به دو تیمار اول و نسبت به یکدیگر در رده های سوم و چهارم قرار داشتند.



نمودار ۲- میزان وزن نهایی ماهیان قزل آلائی رنگین کمان مورد بررسی در پایان دوره پرورش (سن ۲۶ ماهگی)

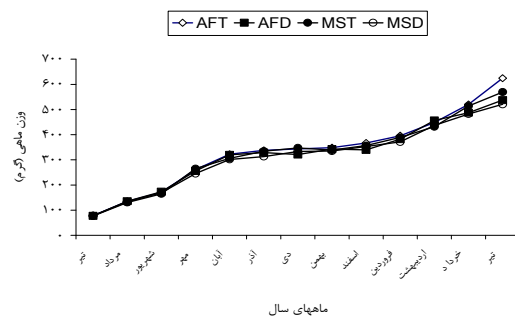
همچنین روند رشد ماهیان تیمارهای مختلف در مرحله پرورش در حوضچه های بتونی بر اساس پارامترهای افزایش وزن (WG)، ضریب رشد ویژه روزانه (SGR) و میانگین رشد روزانه (MDG) مقایسه گردید. میزان افزایش وزن تیمار تمام ماده تریپلوئید (۵۴۵/۷۶ گرم) به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بوده و تیمارهای مخلوط نر و ماده تریپلوئید (۴۹۲/۵ گرم)، تمام ماده دیپلوئید (۴۵۹/۹۹) و مخلوط نر و ماده دیپلوئید (۴۴۲/۵۷) به ترتیب پس از آن قرار داشتند ( $P < 0.05$ ) (نمودار ۳).



نمودار ۳- میزان افزایش وزن ماهیان قزل آلائی رنگین کمان مورد بررسی در پایان دوره پرورش

در مورد ضریب رشد ویژه روزانه، تیمارهای تمام ماده تریپلوئید، مخلوط نر و ماده تریپلوئید، تمام ماده دیپلوئید و

طی ۱۲ ماه سال از یک افزایش خطی برخوردار بوده است (نمودار ۱). البته در شش ماه دوم سال به دلیل شرایط نامناسب دمایی محل کارگاه کلاردشت (میانگین ۲/۶ درجه سانتی گراد) و عدم تغذیه ماهیان که مشکل اصلی پرورش قزل آلا در این منطقه است، روند افزایش وزن و شاخصهای رشد بسیار کند بود و تفاوت معنی داری بین تیمارهای دیپلوئید و تریپلوئید از نظر افزایش وزن مشاهده نشد. از فروردین ماه که دمای آب به تدریج افزایش پیدا کرد (حدود ۷ درجه سانتی گراد) و تغذیه مناسب و رشد ماهیان مجدداً آغاز گردید تا آخرین ماه دوره آزمایش (تیر ماه) برتری رشد نسبی ماهیان هر دو تیمار تریپلوئید در مقایسه با تیمارهای دیپلوئید مشاهده گردید؛ به طوری که در دو ماه آخر برتری رشد تریپلوئیدها کاملاً آشکار بود. این برتری رشد در طی ماههای آخر نمونه برداری (خرداد و تیر)، در ماهیان تمام ماده تریپلوئید به طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ).



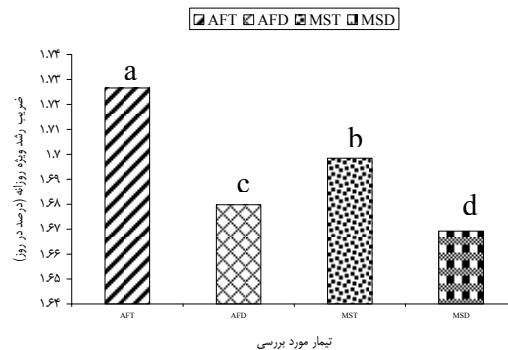
نمودار ۱- روند افزایش رشد ماهیان تمام ماده و مخلوط نر و ماده دیپلوئید و تریپلوئید طی ماههای سال

در پایان دوره پرورش، وزن نهایی ماهیان تریپلوئید، به طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود ( $P < 0.05$ ) (نمودار ۲)؛ به طوری که تیمار تمام ماده تریپلوئید با میانگین وزن نهایی معادل ۶۲۴/۲۸ گرم و پس از آن تیمار مخلوط نر و ماده تریپلوئید با میانگین وزن نهایی معادل ۵۶۹/۴ گرم بیشترین وزن نهایی را نشان دادند. تیمارهای تمام ماده دیپلوئید با میانگین وزن نهایی ۵۳۷/۵ گرم و مخلوط نر و ماده دیپلوئید نیز با میانگین وزن نهایی ۵۲۰/۸ گرم با

مخلوط نر و ماده دیپلوئید با تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر به ترتیب در رده اول تا چهارم قرار داشتند (نمودار ۴). ( $P < 0.05$ )

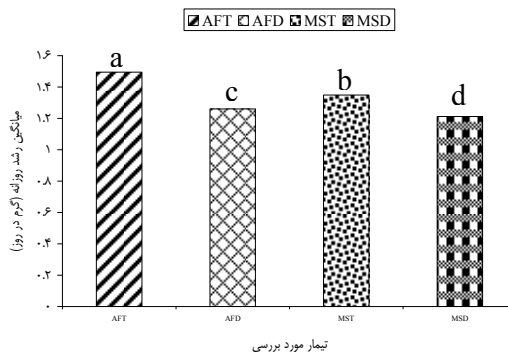
مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه الگوی رشد ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تریپلوئید نشان می‌دهد که در دوره ابتدایی زندگی و مراحل نوجوانی، رشد ماهیان تریپلوئید عموماً کمتر از ماهیان دیپلوئید هم‌گونه خود می‌باشد (۶ و ۱۰). به نظر می‌رسد این ویژگی به دلیل اندازه بزرگتر سلولها در ماهیان تریپلوئید باشد که باعث کاهش تعداد کل سلولها از طریق کاهش تقسیم میتوز و رشد کمتر موجود می‌شود (۷). فرآیند آغاز انتقال بلاستولای میانی، به نسبت هسته به سیتوپلاسم بستگی دارد. تخم ماهیان تریپلوئید، این فرآیند را سریع‌تر از ماهیان دیپلوئید طی می‌کند، اما زمان بین فعال سازی ژنوم و گاسترولا تغییر نکرده و فرآیند ارگانوژنز احتمالاً با تعداد کمتری از سلولهای پیش سازنده شروع می‌شود (۲۰). این امر باعث نقص در آغاز تکامل جنینی می‌گردد که سرانجام بر رشد ماهیان نوجوان تریپلوئید اثر می‌گذارد (۷). در مراحل بعدی زندگی، ماهیان تریپلوئید به تدریج این کمبود وزن را جبران می‌کنند ولی تا قبل از شروع اثرات بلوغ، برتری رشد چندانی را نشان نمی‌دهند (۱۱). در سال اول این تحقیق نیز چنین روندی مشاهده گردید و در پایان سال اول پرورش، ماهیان تریپلوئید کمبود وزن اولیه خود را جبران نموده و در آغاز سال دوم پرورش، میزان وزن نهایی تیمارهای تریپلوئید و دیپلوئید به علت شروع نشدن بلوغ جنسی و اثرات آن، تفاوت معنی‌داری نداشت و تقریباً یکسان بود (جدول ۱) (۳ و ۴). با شروع سال دوم پرورش و افزایش سن ماهیان، روند خطی افزایش وزن ماهیان مشاهده گردید (نمودار ۱). با بررسی کلی در پایان دوره همان گونه که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود میزان وزن نهایی تیمار تمام ماده تریپلوئید به طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارهاست که علت این امر نزدیک شدن ماهیان دیپلوئید به بلوغ کامل جنسی و کاهش رشد در آنها می‌باشد (۱۷ و ۲۴). در هنگام بلوغ جنسی، منابع انرژی به جای رشد پیکری و تولید گوشت، در جهت توسعه و تکامل گنادها، بروز صفات ثانویه جنسی و ایجاد رفتارهای تولید مثلی مصرف می‌شود.

نتایج بررسی میزان میانگین رشد روزانه ماهیان نیز نشان دهنده برتری تیمارهای تریپلوئید نسبت به دیپلوئید بود؛ به طوری که همانند پارامترهای پیشین، تیمارهای تمام ماده تریپلوئید، مخلوط نر و ماده تریپلوئید، تمام ماده دیپلوئید و مخلوط نر و ماده دیپلوئید با تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر به ترتیب در رده اول تا چهارم قرار داشتند (نمودار ۵). ( $P < 0.05$ )



نمودار ۴- مقدار ضریب رشد ویژه روزانه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی

نتایج بررسی میزان میانگین رشد روزانه ماهیان نیز نشان دهنده برتری تیمارهای تریپلوئید نسبت به دیپلوئید بود؛ به طوری که همانند پارامترهای پیشین، تیمارهای تمام ماده تریپلوئید، مخلوط نر و ماده تریپلوئید، تمام ماده دیپلوئید و مخلوط نر و ماده دیپلوئید با تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر به ترتیب در رده اول تا چهارم قرار داشتند (نمودار ۵). ( $P < 0.05$ )



نمودار ۵- میزان میانگین رشد روزانه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی

بحث

سانتی گراد در طول دوره پرورش می باشد. احتمالاً در تحقیق حاضر، دمای پایین آب یکی از موانع رسیدن به رشد کامل تریپلوئیدها بوده است، مطلبی که Lincoln نیز در سال ۱۹۹۹ به آن اشاره نموده است (۱۷).

بعد از تیمار تمام ماده تریپلوئید، تیمار مخلوط نر و ماده تریپلوئید رشد بیشتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد که به نظر می رسد علت این امر، نرسیدن ماهیان نر تریپلوئید به سن بلوغ باشد (۲۴). با توجه به اینکه ماهیان نر زودتر از ماهیان ماده قزل آلائی رنگین کمان بالغ می شوند، رشد سوماتیک آنها تحت تأثیر پدیده بلوغ متوقف شده و یا کاهش می یابد؛ لذا جمعیت های تمام ماده در این زمان همچنان به رشد سوماتیک خود ادامه می دهند. پس به نظر می رسد در تیمار تریپلوئید مخلوط نر و ماده، تریپلوئید بودن ماهیان بیش از جنسیت آنها بر افزایش رشد پیش از بلوغ نسبت به جمعیت تمام ماده دیپلوئید تأثیرگذار بوده است. شاید از دلایل دیگری که باعث تقویت این برتری شده است بتوان به تعداد بیشتر ماهیان ماده تریپلوئید نسبت به ماهیان نر تریپلوئید در این تیمار اشاره کرد (نسبت ۶۰ به ۴۰) که حتی با وجود نزدیک شدن به سن بلوغ ماهیان نر و کاهش رشد، در نمونه برداری تصادفی، ماهیان ماده تریپلوئید بیشتری مورد بررسی قرار گرفته اند که در نتیجه میانگین وزن این تیمار را نسبت به جمعیت تمام ماده دیپلوئید بالاتر برده است.

طبق انتظار، تیمار تمام ماده دیپلوئید در سال دوم پرورش، میانگین وزن نهایی کمتری نسبت به تیمار تمام ماده تریپلوئید داشته و با نزدیک شدن به انتهای دوره و پیشرفت بیشتر مراحل تکامل گنادها، برتری رشد ماهیان تریپلوئید آشکارتر می شد.

تیمار مخلوط نر و ماده دیپلوئید نیز هم به دلیل داشتن جمعیت نر (هرچند به تعداد کمتر از ماهی ماده) و هم به دلیل دیپلوئید بودن که هر دو با نزدیک شدن به دوران بلوغ بر رشد، اثر نامطلوب می گذارند، میانگین وزن نهایی

برتری رشدی ماهیان تمام ماده تریپلوئید با پیشرفت مراحل تکامل جنسی و نزدیک شدن به بلوغ کامل در ماهیان دیپلوئید که توسط مطالعات بافت شناسی گنادها نیز تأیید شده، آشکارتر گردید. در انتهای دوره تحقیق حاضر اووسیت ماهیان دیپلوئید در مرحله زرده سازی که از مراحل نهایی بلوغ است قرار داشت ولی تخمدان ماهیان تریپلوئید همچنان همانند شروع دوره در آغاز سال دوم پرورش، در مراحل ابتدایی تکامل قرار داشت و اغلب سلولهای جنسی در حد اووگونیا بودند (۴). روند رشدی مشاهده شده در این تحقیق با مطالعات انجام شده در ماهی آزاد کوهو *Oncorhynchus kisutch* (۲۶) و سوف زرد *Perca flavescens* (۱۸) نیز مطابقت دارد.

به نظر می رسد اختلافات مشاهده شده در زمان رسیدن به بلوغ جنسی و آشکار شدن برتری رشد تریپلوئیدها، به تفاوت های نژادی این ماهیان نیز مربوط باشد. تحقیقات صورت گرفته روشن می نمایند که رشد ماهیان تریپلوئید قزل آلائی رنگین کمان تحت تأثیر نژاد مادری می باشد که این مسئله ممکن است رشد را در این ماهیان بهبود بخشد (۶ و ۱۳). بنابراین آگاهی دقیق از ویژگیهای نژادهای مورد استفاده می تواند در افزایش کارایی این گونه تحقیقات تأثیر مثبتی داشته باشد که متأسفانه در حال حاضر این گونه اطلاعات در خصوص مولدین کارگاههای ایران موجود نمی باشد و لازم است با برنامه ریزیهای دقیق اصلاح نژادی به این امر پرداخته شود. از عوامل دیگری که بر رشد مطلوب ماهیان تریپلوئید تأثیر منفی داشت می توان به شرایط نامناسب دمایی (میانگین سالانه ۶/۲۵ درجه سانتی گراد) منطقه پرورش ماهیان در کلاردشت اشاره نمود. در مطالعه Sheehan و همکاران در سال ۱۹۹۹ (۲۴)، در پایان دوره ۲۶۵ روزه با وزن ابتدایی حدود ۱۰۰ گرم، وزن نهایی ماهیان تمام ماده تریپلوئید قزل آلائی رنگین کمان به ۷۴۹ گرم در پایان دوره رسید که با توجه به زمان پرورش کوتاه تر، بیشتر از میزان افزایش وزن ۵۴۵ گرم در این تحقیق است و علت آن محدوده دمایی مناسب ۱۴-۱۶ درجه



ماهیان با توجه به عدم پیشرفت زیاد تکامل گنادها در سال اول پرورش و با در نظر گرفتن هزینه‌های اضافی تحمیل شده برای این کار، مزیت چندانی نداشته باشد و می‌توان این تیمار را برای پرورش دهندگانی که تمایل دارند ماهی را بیش از یک سال نگه دارند و ماهیان بزرگتر را به بازار عرضه نمایند توصیه نمود. نظر به اینکه در حال حاضر وزن بازار پسندی این ماهی بیشتر از وزن معمول در گذشته می باشد (۲)، تولید ماهیان تریپلوئید تمام ماده با توجه به عدم زایل شدن طبیعی کیفیت گوشت این ماهیان در نتیجه فرا رسیدن بلوغ جنسی می‌تواند گزینه مناسبی برای پرورش دهندگان باشد.

**تشکر و قدردانی:** از همکاری صمیمانه مدیریت محترم و پرسنل گرامی مرکز تکثیر و پرورش آزادماهیان شهید باهنر کلاردشت کمال قدردانی را داشته و از جناب آقایان دکتر سالار درافشان، مهندس مهدی نقدی و سرکار خانم مهندس زهرا قاسمی سپاسگزاری می‌گردد.

کمتری نسبت به سایر تیمارها داشت که با گزارشات سایر محققان که جمعیت تمام ماده دیپلوئید را به جمعیت مخلوط نر و ماده ترجیح می‌دهند مطابقت دارد (۷، ۱۵ و ۲۴).

میزان افزایش وزن، ضریب رشد ویژه روزانه و میانگین رشد روزانه نیز برای جمعیت تمام ماده تریپلوئید در سال دوم پرورش بیشتر از بقیه تیمارها بود و تیمارهای مخلوط نر و ماده تریپلوئید، تمام ماده دیپلوئید و مخلوط نر و ماده دیپلوئید در مرحله بعد قرار داشتند. میزان بیشتر این شاخصها و به ویژه SGR در ماهیان تریپلوئید با نتایج گزارش شده در قزل آلائی قهوه ای *Salmo trutta* نیز مطابقت دارد (۹).

با توجه به توضیحات ارائه شده به نظر می‌رسد در صورتی که برای قزل آلائی رنگین کمان، اندازه بازاری ۳۰۰-۴۰۰ گرم متصور بوده و پس از آن بلوغ جنسی مشاهده گردد، استفاده از تیمار تمام ماده تریپلوئید برای افزایش وزن

## منابع

- ۱- جوهری، س.ع، ۱۳۸۴، تولید و پرورش جمعیت تمام ماده دیپلوئید و تریپلوئید قزل آلائی رنگین کمان، پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، ۷۵ صفحه.
- ۲- سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۷۹-۱۳۸۶ [www.shilat.com](http://www.shilat.com)
- ۳- سوری نژاد، ا.، کلباسی، م.ر.، سلطان کریمی، س. ۱۳۸۶، بررسی تأثیر القاء تریپلوئیدی بر تغییرات برخی شاخصهای خون شناسی ماهیان تمام ماده قزل آلائی رنگین کمان در فصل زمستان، مجله ژنتیک نوین، دوره دوم، شماره ۲، صفحه ۵۱-۵۸.
- hybrids between rainbow trout and three charr species. *Aquaculture Research*. 31: 349-358.
- 9- Bonnet, R., Haffray, P., Blanc, J. M., Valee, F., Vauchez, C., Foure, A., Fauconneau, B., 1999. Genetic Variation in Growth Parameters in Diploid and Triploid Freshwater Rainbow Trout and Seawater Brown Trout. *Aquaculture*. 173: 359-375.
- 10- Dunham, R. A., 1996. Contribution of Genetically Improved Aquatic Organisms to Global Food Security. *International Conference*
- ۴- سوری نژاد، ا.، کلباسی، م.ر.، خداپنده، ص.، رضایی، م.، ۱۳۸۸، مقایسه روند تکامل تخمدان ماهیان تمام ماده دیپلوئید و تریپلوئید قزل آلائی رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* در طول سال دوم پرورش، مجله زیست شناسی ایران، جلد ۲۲، شماره یک، صفحه ۱۱۱-۱۲۳.
- ۵- طلا، م.، ۱۳۸۰، بهینه سازی تیمار هورمون ۱۷ آلفا متیل تستوسترون به منظور ایجاد تغییر جنسیت و عقیمی در ماهی قزل آلا، پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، ۲۵۰ صفحه.
- 6- Alonso, M., Tabata, Y. A., Rigolino, M. G., Tsukamoto, R. Y., 2000. Effect of Induced Triploidy on Fin Regeneration of Juvenile Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *Experimental Zoology*. 287: 493-502.
- 7- Benfey, T. J., 1999. The Physiology and Behavior of Triploid Fishes. *Reviews in Fisheries Science*. 7: 39-67.
- 8- Blanc, J.M., Vallée, F., Dorson, M., 2000. Survival, growth and dressing traits of triploid

- on Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security. Government of Japan and FAO, Rome, Italy. 50PP.
- 11- Dunham, R. A., 2004. Aquaculture Fisheries Biotechnology: Genetic Approaches. CABI Publishing. 372: 22-53.
  - 12- Ekanem, S. B., 1996. Effects of Feeding Frequency, Moist and Dry Feeds on the Growth of *Chrysichthys nigrodigitatus* on Pond Water Quality. Aquaculture Research. 107: 11-15.
  - 13- Guo, X., Hershberger, W. K., Myers, J. M., 1990. Growth and Survival of Intrastrain and Interstrain Rainbow Trout Triploids. Aquatic Society. 21: 250-256.
  - 14- Hulata, G., 2001. Genetic Manipulation in Aquaculture: A Review of Stock Improvement by Classical and Modern Technologies. Genetica. 111:155-173.
  - 15- Jalabert, B., 2005. Particularities of Reproduction and Oogenesis in Teleost Fish Compared to Mammals. Reproduction Nutrition Development. 45: 261-279.
  - 16- Lemoine, L. H., Smith T.L., 1980. Polyploidy Induced in Brook Trout by Cold Shock. Transaction of the American Fisheries Society. 109: 626-631.
  - 17- Lincoln, D., 1999. Growth Rates of Triploid Rainbow Trout over the Spawning Season. CEFAS, Lowestoft Laboratory, Lowestoft, Suffolk, NR33 OHT. Trout News. 28: 20-22.
  - 18- Malison, J. A., Procarione, L. S., Held, J. A., Kayes, T. B., Amundson, C. H., 1993. The Influence of Triploidy and Heat and Hydrostatic Pressure Shocks on the Growth and Reproductive Development of Juvenile Yellow Perch *Perca flavescens*. Aquaculture. 116: 121-133.
  - 19- McCarthy, D., Carter, C. G., Houlihan, D. F., Johnstone, R., Mitchell, A. I., 1995. The Performance of All Female Diploid and Triploid Atlantic Salmon Smolts on Transfer Together to Sea Water. Journal of Fish Biology. 48: 545-548.
  - 20- Newport, J. H., Kirschner, M., 1982. A Major Developmental Transition on Early Embryos: I. Characterization and Timing of Cellular Changes at Midblastula Stage. Cell. 30: 675-686.
  - 21- Purdom, C. E., 1993. Genetics and Fish Breeding. Chapman and Hall, London.
  - 22- Qin, J. G., Fast, A. W., Ako, H., 1998. Growout Performance of Diploid and Triploid Chinese Catfish *Clarias fuscus*. Aquaculture. 166: 247-258.
  - 23- Seraki, k., Kobayasi H., Nakamura M., 1977. Size of Erythrocytes in the Diploid and Triploid Specimens of *Carassius auratus langsdorfi*. Japanese Journal of Ichthyology. 24: 135-140.
  - 24- Sheehan, R. J., Shasteen, S. P., Suresh, A. V., Kapuscinski, A. R., Seeb, J. E., 1999. Better Growth in All Female Diploid and Triploid Rainbow Trout. Transaction of the American Fisheries Society. 129: 491-498.
  - 25- Tacon, A., 1990. Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Argent Laboratones Press. PP: 4-27.
  - 26- Withler, R. E., Beacham, T. D., Solar, I. I., Donaldson, E. M., 1995. Freshwater Growth, Smolting and Marine Survival and Growth of Diploid and Triploid Coho Salmon *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture. 136: 91-107.
  - 27- [WWW.FAO.org/statistics2006](http://WWW.FAO.org/statistics2006).

## Investigation of growth indices of all female and mixed sex diploid and triploid rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in the second year of culture

Sourinezhad I. and Kalbassi M.R.\*

Fisheries Dept., Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. of IRAN

### Abstract

In present study, weight related indices of growth including final weight, weight gain, specific growth rate and mean daily growth, were analyzed in all female triploid rainbow trout in compare to all female and mixed sex diploid and triploid populations during a period of 365 days in the second year of culture. Results of sampling of more than 4500 cultured fish indicated that growth increase of all female triploid rainbow trout was significant in compare to the other treatments ( $P > 0.05$ ) and this growth advantage was more obvious as the experiment approached ending. At the end of culture period, mean final weight of all female triploid and mixed sex triploids reached up to 624.28 and 569.4 grams respectively, while these were 537.5 in all female diploids and 520.8 grams in mixed sex diploids. In conclusion, as the growth advantages of all female triploid rainbow trout were achieved in the second year of culture due to not occurring of sexual puberty, their culture could be recommended for fish culturists who are interested in fish growth over 300-400 grams of weight and want to land bigger fish to the market, considering the economic benefits of the fish production and nutrition.

**Keywords:** Growth Index, All Female, Diploid, Triploid, Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*