

اثر سن بر عملکرد تولید مثلی مولدین ماده قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972)

سمیه شمس پور^{۱*}، شعبانعلی نظامی^۲، حسین خارا^۳ و حسن گلشاهی^۴

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، باشگاه پژوهشگران جوان، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۲- موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۴- مرکز بازسازی ذخائر آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت، کلاردشت، ایران، صندوق پستی: ۱۴۷-۴۶۶۶۱

somayehshamspour@gmail.com

چکیده

ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مهمترین گونه ماهیان سرد آبی پرورشی در ایران می باشد. یکی از مهمترین مسائل در پرورش این ماهی، تکثیر مصنوعی و تولید آلودین است. در روند تکثیر ماهی قزل آلاهی رنگین کمان، عوامل متفاوتی دخیل می باشند که از مهمترین آنها کیفیت و کمیت مولدین ماده و تخمک های استحصالی از آنها می باشد. به این دلیل بررسی اثر سن مولدین ماده قزل آلاهی رنگین کمان در فصل تکثیر ۱۳۸۶، بر روی درصد لقاح، درصد چشم زدگی، درصد ظهور آلودین و درصد بازماندگی آن تا مرحله جذب کیسه زرده انجام پذیرفت. برای این منظور تخمک های ۳ گروه از مولدین ماده (۳، ۴ و ۵ ساله) با اسپرم مولدین نر بصورت جداگانه لقاح داده شد. بر اساس نتایج بدست آمده، ماهیان ۵ ساله بیشترین میانگین وزن (۱۷۶۴/۳ گرم)، طول (۵۳/۰۳ سانتی متر)، مقدار تخمک استحصالی (۲۵۱ گرم) و میزان هماوری (۳۵۳۶/۶ عدد تخمک) را نشان دادند. همچنین بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میانگین درصد لقاح، تعداد تخم لقاح یافته، درصد بازماندگی تا مرحله چشم زدگی و درصد ظهور آلودین اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد ($P \leq 0.05$). بر این اساس تحقیق حاضر نشان داد که تخم های حاصل از لقاح تخمک های مولدین ماده ۵ ساله با مخلوط اسپرم های مولدین نر بیشترین میانگین درصد لقاح (۹۷/۲ درصد)، درصد بازماندگی تا مرحله چشم زدگی (۹۶/۵۲ درصد)، درصد تفریح (۹۴/۵ درصد)، درصد بازماندگی تا مرحله جذب کیسه زرده (۹۳/۳ درصد) و تعداد آلودین های دارای تغذیه فعال (۹۵/۵٪) را داشته است. طبق نتایج بدست آمده استفاده از مولدین ماده ۵ ساله قزل آلاهی رنگین کمان در عملیات تکثیر مصنوعی توصیه می شود.

کلمات کلیدی: قزل آلاهی رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss*، مولدین ماده، درصد لقاح، بازماندگی.

مقدمه

سلامت آلودین های تفریخ شده، بحث کنترل مولدین ماده و بررسی توان باروری آنها ضروری و مؤثر به نظر می رسد. عوامل فراوانی بر کاهش تبدیل تخم به آلودین مطرح می باشد که تفاوت در توان رسیدگی مولدین ماده، استفاده از مولدین نارس، کیفیت نامناسب تخمک ها، شیوه لقاح نامناسب، شیوه نامناسب انتقال تخم لقاح یافته به مراکز تفریخ و انکوباسیون آن، از جمله مهمترین عوامل آن می باشد. لذا در این تحقیق وضعیت مولدین ماده از لحاظ میزان هماوری، قطر تخمک های استحصالی و نقش پارامترهای سن، وضعیت رسیدگی و درصد تبدیل تخم استحصالی به آلودین مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها

در این تحقیق که در فصل تکثیر ۱۳۸۶ و در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت صورت گرفت، ۹ قطعه مولد ماده قزل آلائی رنگین کمان در گروه های سنی ۳، ۴ و ۵ ساله (از هر رده سنی ۳ مولد) و ۹ مولد نر از رده های سنی مختلف (۳، ۴ و ۵ ساله) به صورت تصادفی انتخاب و به وسیله ساچوک از حوضچه های مولدین صید شدند. این مولدین ابتدا در چان برزنتی حاوی مقدار ۲۰۰ ppm ماده بیهوش کننده عصاره پودر گل میخک (۲) بیهوش شده و سپس طول کل و وزن مولدین ماده، قبل از استحصال تخمک به ترتیب با تخته بیومتری و ترازوی دیجیتال اندازه گیری و ثبت شدند. برای اطمینان از سن آنها، از قسمت زیر باله پستی و بالاتر از خط جانبی بوسیله پنس، ۳-۴ فلس جدا و بوسیله لوپ و با شمارش حلقه های سالیانه رشد، تعیین سن شدند (۱). سپس تخمک گیری و اسپرم گیری از مولدین به روش اعمال

آزاد ماهیان (Salmonids) از مهمترین گونه های پرورشی ماهیان در سراسر دنیا می باشند و پرورش آنها قرن هاست که در جوامع مختلف در حال انجام است (۱۶). از میان این خانواده، ماهی قزل آلائی رنگین کمان از اهمیت و ارزش زیادی از نظر کیفیت گوشت، تکثیر و پرورش آسان و همچنین صید ورزشی برخوردار می باشد. بهبود کیفیت مواد تناسلی مولدین و کنترل تولید مثل آنها می تواند ما را در دست یابی به تقاضای روز افزون و در حال رشد آبیاری پروری در جهان کمک کند (۷ و ۲۰). یکی از عوامل مهم در لقاح، کیفیت تخمکهای استحصالی از مولدین است. در این خصوص مهمترین فاکتورها قطر تخمک و میزان هماوری مولد ماده می باشد. از عوامل دیگر تأثیرگذار بر درصد و بازماندگی آلودین های تولید شده، سن و وزن مولدین بوده که با افزایش سن و وزن و به تأخیر افتادن عمل تخم کشی بتدریج تغییراتی در ترکیب مایع سلومیک و محتوی تخمک ها اتفاق می افتد که همین تغییرات مرفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی سبب کاهش کیفیت تخمک ها، کاهش درصد لقاح، چشم زدگی، تفریخ و بروز ناهنجاری و تلفات در مراحل بعدی می باشد (۱۵).

Gall در سال ۱۹۷۴ در تحقیقاتش روی ماهیان آزاد پرورشی نشان داد که ماده های مسن تر و با وزن بیشتر، تخمک های بزرگتری نسبت به ماهیان جوانتر و کوچکتر تولید می کنند. البته فراهم بودن غذا هم روی اندازه تخمک اثر می گذارد (۱۷).

بنابراین با توجه به اهمیت این ماهی در تأمین بخش اعظمی از پروتئین مورد نیاز و تکثیر آن در مزارع تکثیر کشور و به منظور افزایش درصد لقاح و بهبود کیفیت و

کننده شامل فرمالدهید ۵٪+ اسید استیک ۴٪ (۳) مشاهده شده و نمونه های دارای کمر بند عصبی مورد شمارش قرار گرفتند. میزان لقاح تخمک ها مطابق رابطه ذیل محاسبه و ثبت گردید:

$$100 \times (\text{تعداد کل تخم} / \text{تعداد تخم لقاح یافته}) = \text{درصد لقاح}$$

حدود ۱۹ روز پس از لقاح، با روش شوک دهی، (۴)، تخم های چشم زده از تخم های تلف شده مشخص گردید. تخم ها از فاصله ۲۰ سانتی متری در سینی دیگری تخلیه شده که طی این عمل تخم های لقاح نیافته یا تلف شده، سفید گشتند. تخم های تلف شده با استفاده از پوآر جمع آوری شده و مورد شمارش قرار گرفتند. تخم های چشم زده به دقت شمارش و میزان بازماندگی تخم ها تا مرحله چشم زدگی از طریق رابطه ذیل محاسبه گردید.

$$100 \times (\text{تعداد تخم لقاح یافته} / \text{تعداد تخم چشم زده}) = \text{درصد چشم زدگی}$$

با تفریخ شدن تخم ها و ظهور لارو دارای کیسه زرده (۳۰ تا ۳۵ روز پس از لقاح)، تخم های تفریخ نشده و تلف شده در سینی ها باقی ماندند که پس از شمارش آنها درصد تفریخ از طریق رابطه ذیل بدست آمده و ثبت گردید.

$$100 \times (\text{تعداد تخم های چشم زده} / \text{تعداد لارو}) = \text{درصد تفریخ}$$

پس از اینکه آلودین ها تقریباً دوسوم کیسه زرده خود را جذب کردند (۵۰ روز پس از لقاح)، با شمارش آلودین های تلف شده، میزان بازماندگی آلودین تا مرحله جذب کیسه زرده محاسبه شد. آلودین های سالم برای تغذیه دستی درون تراف ریخته شدند.

فشار آرام به ناحیه شکمی و بالای منفذ تناسلی (Method Stripping) صورت گرفت. تعدادی از تخمک های استحصالی در پلت شیشه ای ریخته شده و با ترازو توزین شدند و تعداد در گرم تخمک ها محاسبه و همچنین قطر چند تخمک به وسیله کولیس اندازه گیری شد. مولدین ماده پس از تخمک گیری دوباره توزین و سپس اسپرم استحصالی از ۹ قطعه مولد نر به جهت یکسان شدن شرایط تکثیر برای تمام تیمارها مخلوط شدند. تخمک های استحصالی از هر رده سنی به صورت جداگانه در ۳ تشتک پلاستیکی شماره گذاری شده منتقل شدند و به هر کدام از تشتکها مقدار یکسانی از مخلوط اسپرم مولدین نر (۹ مولد) اضافه گردید. تخمک ها و اسپرم های استحصالی به روش خشک (Drying Method) لقاح داده شدند. بنابراین ۳ تیمار مختلف از تخمک های مولدین ماده ۳، ۴ و ۵ ساله هر یک جداگانه با مخلوط اسپرم های استحصالی تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. پس از آنگیری، تخم های لقاح یافته به ترافهای شماره گذاری شده در سالن انکوباسیون انتقال یافتند. به جهت جلوگیری از احتمال بروز اختلال در هر کدام از تیمارها، این تیمارها نیز به دو بخش تقسیم (۲ تکرار) و در دو سینی جداگانه قرار گرفتند و ۶ سینی در ۲ تراف به کار رفت. ۲ روز بعد از لقاح تا بعد از مشاهده اولین تفریخ، تخم ها به وسیله مالاشیت گرین جهت پیشگیری از قارچ زدگی ضد عفونی شدند. میزان مالاشیت گرین مورد استفاده برای هر تراف ۱ گرم در لیتر بود که تخم ها یک روز در میان به مدت ۴۵ الی ۶۰ دقیقه در معرض این ماده قرار گرفتند. ۶ الی ۷ روز پس از لقاح، به منظور تعیین درصد لقاح در تیمارها، در حدود ۹۰ تخم، پس از شفاف سازی به وسیله محلول شفاف

گردید. همچنین، نرم افزار Excel به منظور رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

با توجه به نتایج بدست آمده، میانگین و انحراف معیار وزن قبل و بعد از تخم گیری، طول کل، وزن کل تخمک استحصالی، قطر تخمک، تعداد تخمک در گرم و همآوری مطلق در مولدین ماده ۳، ۴ و ۵ ساله، در جدول زیر خلاصه شده است:

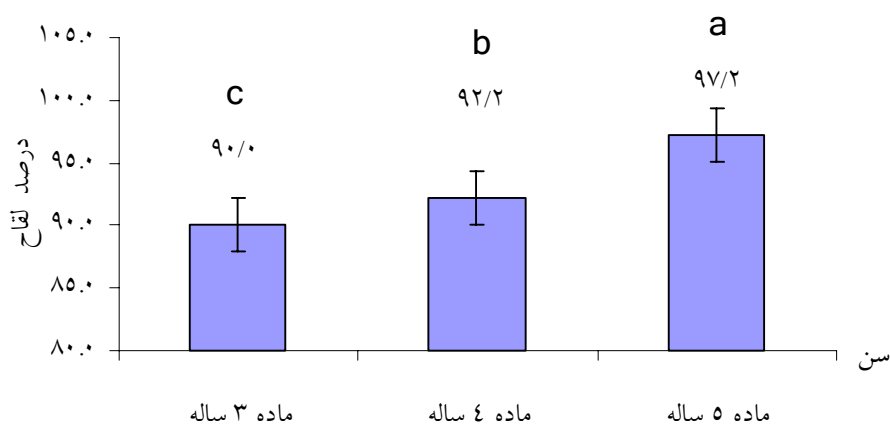
اطلاعات جمع آوری شده از بررسی ها و مطالعات میدانی و آزمایشگاهی با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت سنجش تأثیر سن مولدین، بر روی میزان لقاح، چشم زدگی، تفریخ و بازماندگی آلوین تا مرحله جذب کیسه زرده از آنالیز واریانس یکطرفه و در صورت مشاهده اختلاف بین داده ها از آزمون چند دامنه ای دانکن جهت معنی دار بودن یا نبودن اختلاف موجود در سطح ۹۵٪ استفاده

جدول ۱: میانگین وزن، طول کل، وزن کل تخمک، قطر تخمک، تعداد تخمک در یک گرم و همآوری مطلق اندازه گیری شده در مولدین ماده قزل آلائی رنگین کمان در سنین مختلف

فاکتور سن ماهی (سال)	وزن قبل از تخم گیری (گرم)	وزن بعد از تخم گیری (گرم)	طول کل (سانتی متر)	وزن تخمک استحصالی (گرم)	قطر تخمک (میلی متر)	تعداد تخمک در گرم (عدد)	همآوری مطلق (عدد)
۳	۷۶۱/۰±۱۱۴/۶	۶۲۴/۶۷±۷۱/۴	۴۰/۳۳±۱/۱	۱۱۴/۳۳±۳۱/۵	۴/۴±۰/۲	۱۴/۴±۰/۳	۱۷۳۷/۸±۴۷۹/۷
۴	۱۵۳۲/۰±۱۲۵/۱	۱۲۷۱/۰±۱۱۲/۶	۴۷/۷±۰/۸۱	۲۰۶/۶±۲۷/۷	۴/۹±۰/۱	۱۱/۹±۰/۲	۲۸۹۳/۳±۳۸۹
۵	۱۷۶۴/۳۳±۱۵۹/۸	۱۴۴۳/۶۷±۱۲۰/۳	۵۳/۰۳±۱/۷	۲۵۱/۰±۵۰/۴	۴/۷±۰/۱	۱۲/۷±۰/۹	۳۵۳۶/۶±۶۹۶

درصد و تیمار ماده ۵ ساله دارای بیشترین میانگین درصد لقاح با مقدار $97/2 \pm 1/0$ درصد بود (نمودار ۱).

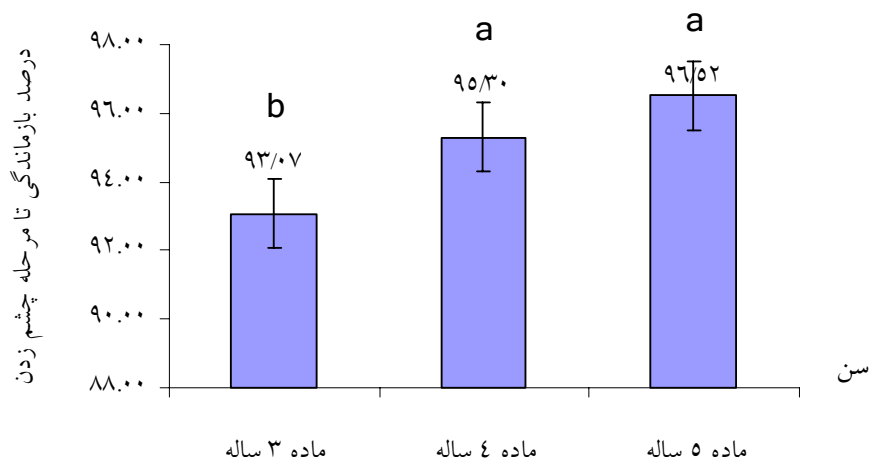
با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار ماده ۳ ساله، دارای کمترین میانگین درصد لقاح با مقدار $90 \pm 3/5$



نمودار ۱: درصد لقاح در تیمارهای مختلف (میانگین ± S.D)

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه درصد لقاح بین تیمارهای مختلف، نتیجه نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میانگین درصد لقاح اختلاف معنی دار آماری مشاهده می گردد ($P=0/00$ و $F=20/618$).

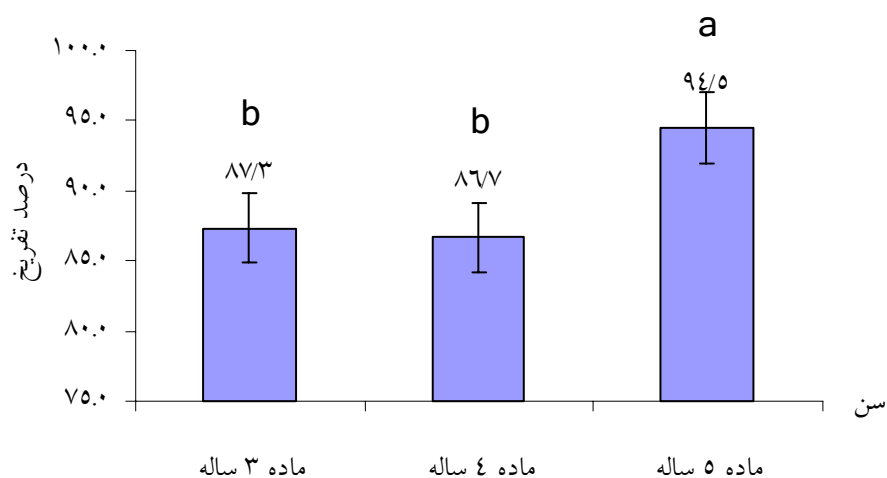
طبق نتایج بدست آمده، تیمار ماده ۳ ساله، دارای کمترین درصد بازماندگی تا مرحله چشم زدگی با مقدار و تیمار ماده ۵ ساله دارای بیشترین درصد بازماندگی تا مرحله چشم زدگی با مقدار تخم بوده است (نمودار ۲).



نمودار ۲: درصد بازماندگی تا مرحله چشم زدگی در تیمارهای مختلف (میانگین \pm S.D)

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه درصد بازماندگی تخم ها تا مرحله چشم زدگی در تیمارهای مختلف نتیجه نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میانگین درصد بازماندگی تا مرحله چشم زدگی اختلاف معنی دار آماری مشاهده می گردد ($P=0/00$ و $F=1405/301$).

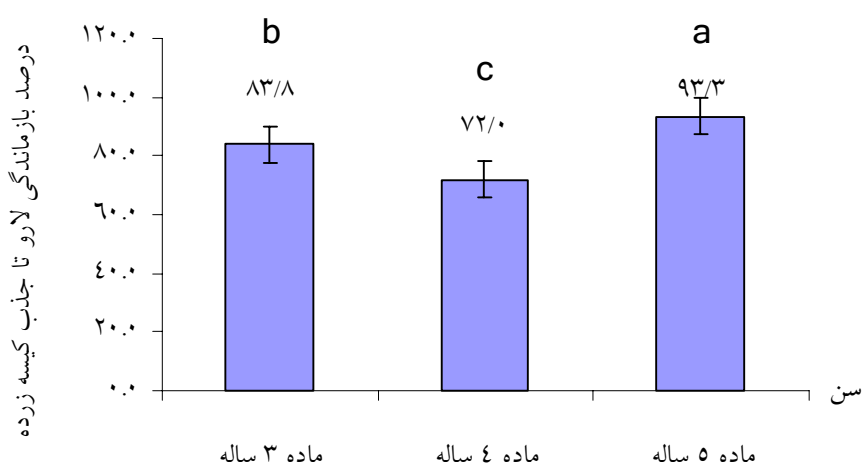
نتایج محاسبه درصد تفریح در تیمارهای مورد آزمایش نشان داد که تیمار ماده ۴ ساله دارای کمترین میانگین درصد تفریح با مقدار $9/1 \pm 86/7$ درصد و تیمار ماده ۵ ساله، دارای بیشترین میانگین درصد تفریح با مقدار $1/9 \pm 94/50$ درصد می باشند (نمودار ۳).



نمودار ۳: درصد تفریخ در تیمارهای مختلف (میانگین \pm S.D)

با توجه به نتایج مشاهده شده، تیمار ماده ۴ ساله، دارای کمترین میانگین درصد بازماندگی تا مرحله جذب کیسه زرده با مقدار $۷۲/۰ \pm ۱۲/۳$ درصد و تیمار ماده ۵ ساله، دارای بیشترین میانگین درصد بازماندگی تا مرحله جذب کیسه زرده با مقدار $۹۳/۳ \pm ۱/۸$ درصد بود (نمودار ۴).

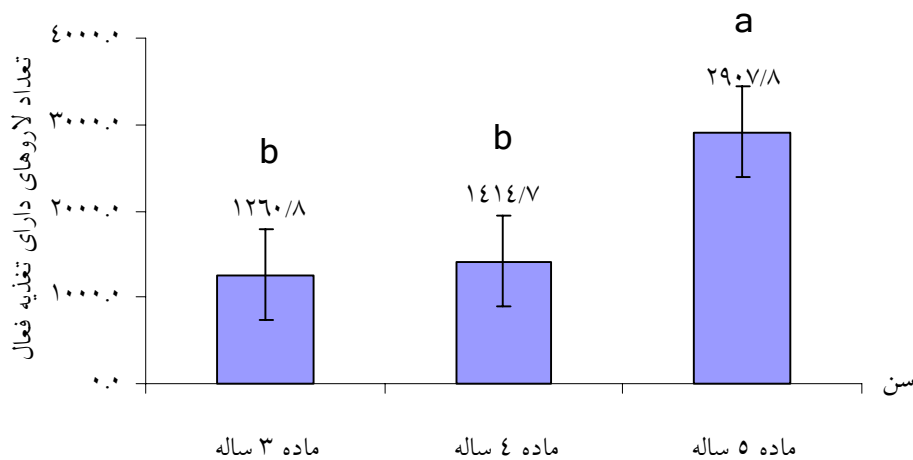
با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه درصد تفریخ بین تیمارهای مختلف نتیجه نشان داد که بین تیمارهای مورد بررسی از نظر میانگین درصد تفریخ اختلاف معنی دار آماری مشاهده می گردد ($P=۰/۰۰$ و $F=۱۴/۷۳۳$).



نمودار ۴: درصد بازماندگی لارو تا مرحله جذب کیسه زرده در تیمارهای مختلف (میانگین \pm S.D)

نتایج حاصله نشان داد که، تیمار ماده ۳ ساله، دارای کمترین میانگین تعداد آلوین های دارای تغذیه فعال با مقدار $1260/8 \pm 197/4$ عدد و تیمار ماده ۵ ساله و مخلوط اسپرم های استحصال شده، دارای بیشترین میانگین تعداد آلوین های دارای تغذیه فعال با مقدار $2907/8 \pm 138/9$ عدد بودند (نمودار ۵).

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه درصد بازماندگی آلوین تا مرحله جذب کیسه زرده بین تیمارهای مختلف نتیجه نشان داد که در تیمارهای مورد بررسی از نظر میانگین درصد بازماندگی آلوین تا مرحله جذب کیسه زرده اختلاف معنی دار آماری مشاهده می گردد ($F=56/734$ و $P=0/00$).



نمودار ۵: تعداد لاروهای دارای تغذیه فعال در تیمارهای مختلف (میانگین \pm S.D)

اهمیت زیادی در اطمینان از تولید آلوین های بهتر دارد (۱۴).

با توجه به نتایج حاصله، مولدین ماده ۴ و ۵ ساله در مقایسه با مولدین ماده ۳ ساله تخمک های بزرگتری تولید کرده و میزان همآوری مطلق نیز در سنین بالاتر بیشتر بوده است. این نتیجه در بسیاری از تحقیقات گذشته از جمله Pitman در سال ۱۹۷۹ به اثبات رسیده بود که مولدین ماده ۵ ساله قزل آلائی رنگین کمان در مقایسه با مولدین با سن کمتر، تخمک های بزرگتر با توانایی تفریح بالاتری تولید کردند که به تولید آلوین های بزرگتر با رشد سریعتر و انگشت قدهایی با تلفات کمتر منجر شد. اثر مثبت اندازه

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه تعداد آلوین های دارای تغذیه فعال بین تیمارهای مختلف نتیجه نشان می دهد که در تیمارهای مورد بررسی از نظر میانگین تعداد آلوین های دارای تغذیه فعال اختلاف معنی دار آماری مشاهده می گردد ($F=321/826$ و $P=0/00$).

بحث

بررسی اثر باروری مولدین ماده در روند انکوباسیون و بازماندگی آلوین های تولید شده مستلزم بررسی کیفیت تخمک های استحصالی از آنها می باشد و کاربرد گامتهایی با کیفیت بالا از مولدین پرورشی

در مورد تعداد بیشتری از مولدین به منظور نتیجه گیری دقیق تر و قابل استنادتر انجام گیرد. با این حال مولدین ماده ۵ ساله با توجه به نتایج حاضر می توانند مناسبترین گزینه برای تولید در مراکز تکثیر و پرورش قزل آلائی رنگین کمان باشند.

سپاسگزاری

بر خود لازم می دانم از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس رضوانی ریاست و پرسنل محترم مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت و همچنین همکاری ریاست محترم ایستگاه تحقیقات اکولوژی آبیان دریای خزر خیرود، جناب آقای مهندس سالاروند و کارشناسان محترم آن مرکز که با لطف و راهنمایی های ارزنده آنها تحقیق حاضر انجام گرفت، تشکر و سپاسگذاری نمایم.

منابع

۱. پرافکنده حقیقی، ف.، ۱۳۷۹. روش های تعیین سن آبیان، موسسه تحقیقات شیلات ایران، صفحات: ۱۳-۱۵.
۲. سلطانی، م.؛ امید بیگی، ر.؛ رضوانی، س.؛ مهرابی، م. و چیت ساز، ح.، ۱۳۸۰. مطالعه اثرات هوشبری اسانس و عصاره گل میخک در ماهی قزل آلائی رنگین کمان تحت برخی شرایط کیفی آب، مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۵۶، شماره ۴، ص ۸۹-۸۵.

مولدین ماده بر روی همآوری، قبلاً در مورد ماهیان آزاد اقیانوس اطلس وحشی و پرورشی نشان داده شده بود (۱۳، ۱۰، ۹، ۸ و ۱۸). در سایر گونه های آزاد ماهیان نیز نتایج مطالعات شبیه این تحقیق بوده است (۵).

کیفیت تخمک با توجه به اندازه (قطر) و وزن کل آن می تواند اثر مثبتی را بسته به اندازه مولد ماده بر روی میزان لقاح و بهبود روند انکوباسیون تخم ها داشته باشد. در این تحقیق مولدین ماده ۵ ساله در مقایسه با مولدین ۳ و ۴ ساله همآوری کل بالاتری را نشان دادند. با توجه به اینکه این مولدین تخمک های بزرگتر و سپس آلوین های بیشتر با بازماندگی بالاتری را تولید کردند، می توان اظهار کرد که اندازه تخمک ماهیان اثر مثبتی در روند انکوباسیون آنها داشته است. دلیل این امر می تواند احتمالاً به دلیل بهبود کیفیت مواد تشکیل دهنده تخمک حتی افزایش میزان مواد زرده ای در مولدین بزرگتر که مسلماً شرایط تغذیه ای و پرورشی مناسبتری را داشتند، باشد.

در مطالعات گذشته، همچنین، همبستگی مثبتی بین تلفات جنینی و اندازه تخمک همانند نتایج حاضر گزارش شده است (۶ و ۱۱).

تحقیق حاضر با انجام مراحل عملی لقاح بر روی سنین و وزنهای و سائزهای مختلف مولدین ماده و بررسی روند انکوباسیون تخم های حاصل تا مرحله جذب کیسه زرده توسط آلوین ها و آغاز تغذیه فعال، بهترین سن مولدین ماده قزل آلائی رنگین کمان جهت عملیات تکثیر را پیشنهاد کرده تا با تعیین سن این مولدین و کاربرد آنها در تکثیر مصنوعی از نظر کمی و کیفی آلوین های مناسبی را برای پرورش و تکثیر در سالهای بعد در اختیار داشته باشیم. البته به دلیل محدودیت در استفاده از تعداد مولدین بیشتر، لازم است که این تحقیق

11. Fowler, L.G., 1972. Growth and mortality of fingerling Chinook salmon as affected by egg size. *Prog. Fish-Cult.* 34: 66-69.
 12. Gall, G.A.E., 1974. Influence of size of eggs and age of female on hatchability and growth of rainbow trout. *Calif. Fish Game* 60:26-35.
 13. Kallio, I., 1986. Istutettujen ja luonnonkudusta peräisin olevien emolohein (*Salmo salar* L.) fekunditeetti ja mätimunän koko. Rüsta- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. monistetti ja julkaisija 44: 53-74.
 14. Kjorsvik, E.; Mangor-Jensen, A. and Holmetjord, I., 1990. egg quality in fishes. In: Blaxter, J.H.S., Southward, A.J. (Eds.), *Adv. Mar. Biol.*, 26:71-113.
 15. Lahnsteiner, F., 2000. Morphological, physiological and biochemical parameters characterizing the overripening of rainbow trout eggs, fish physiology and biochemistry 23, pp. 107-118.
 16. Lee, C.S. and Donaldson, E.M., 2001. General discussion on "Reproductive biotechnology in finfish aquaculture. *Aquaculture*, 197: 303-320.
 17. Springate, J.R.C.; Bromage, N.R. and Cumaratunga, P.R.T., 1985. The effects of different ration on fecundity and egg quality in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) pp. 371-391.
 18. Thorpe, J.E.; Miles, M.S. and Keay, D.S., 1984. Developmental rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* 43: 289-305.
 19. Pitman, W.R., 1979. Effects of female age and egg size on growth and mortality in rainbow trout. *Prog. Fish-Cult.* 41: 202-204.
 20. Yaron, Z., 1995. Endocrine control of gametogenesis and spawning induction in the carp. *Aquaculture*, 129: 49-73.
۳. لرستانی، ر.، ۱۳۸۳. اثر سن مولد نر و محلول های تقویت کننده بر مدت زمان تحرک اسپرم و میزان باروری ماهی قزل آلابی رنگین کمان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، ۶۷ ص.
 4. Aas, G.H.; Refstie, T. and Gjerde, B., 1991. Evaluation of milt quality of Atlantic salmon. *Aquaculture*, 95: 125-132.
 5. Bagenal, T.B., 1969. The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L.J. *Fish Biol.* 1: 167-182.
 6. Beacham, T.D. and Murray, C.B., 1985. Effect of female size, egg size, and water temperature on developmental biology of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) from the Nitinat River, British Columbia. *Can. J.Fish. Aquat. Sci.* 42: 1755-1765.
 7. Billard, R.; Cosson, J.; Percec, G. and Linhart, O., 1995. Biology of sperm and artificial reproduction in carp. *Aquaculture*, 124: 95-112
 8. Brannas, E.; Brannas, K. and Eriksson, L.O., 1985. Egg characteristics and hatchery survival in a Baltic salmon, *salmo salar* L., population. *Rept. Inst. Freshw. Res. Drottning holm* 62: 5-11.
 9. Eskinaro, J.; Dempson, J.B.; Julkunen, M. and Niemela, E., 1997. Importance of ontogenetic habitat shifts to juvenile output and life history of Atlantic salmon in a large subarctic river. An approach based on analysis of scale characteristics. *J. Fish Boil.* 51: 1174-1185.
 10. Eskelinen, U. and Ruohonen, K., 1989. Reproduction parameters of hatchery-reared Atlantic salmon broodstocks and a model to optimize the rearing cycle. *Aquaculture, European Aquaculture Society, Brendene, Belgium*, pp. 507-516.