نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال چهاردهم، شماره دوم، تابستان ۹۹ / صفحات: ۲۷-۱۸

اثر حرارت روی رشد و بلوغ فیل‌ماهی پرورشی *(Huso huso)*

رجب‌محمد نظری[1*]، چنگیز مخدومی[2] و علیرضا نقوی[3]

[1] مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید رجایی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۱۰

چکیده

یکی از مشکلات پرورش ماهیان خاویاری طولانی بودن سیکل تکامل تخمدان و سن تولید خاویار می‌باشد. برای کاهش دوره تولید خاویار، مطالعه‌ای در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید رجایی برروی پرورش فیل‌ماهی و امکان تسریع بلوغ جنسی و تولید خاویار با استفاده از آب گرم زیرزمینی به‌عمل آمد. در این مطالعه لاروهای فیل‌ماهی از زمان تکثیر تا رسیدن به مرحله بلوغ در محیط بسته با استفاده ازحوضچه‌های فایبرگلاس و بتونی و غذاهای مختلف در طی ۹ سال مورد پرورش قرار گرفته و فاکتورهای مختلف ثبت گردید. نتایج مطالعه نشان داد آب گرم زیرزمینی می‌تواند دوره زمانی مورد نیاز برای تولید خاویار را از ۱۶ تا ۱۸ سال به ۹ سال کاهش دهد. بنابراین سن بلوغ در طبیعت حدود ۷۷ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از سن بلوغ در شرایط پرورش با آب گرم می‌باشد. براساس محاسبات انجام شده روز درجه مؤثر برای رسیدن به بلوغ و تولید خاویار ۶۳۵۴۰ بوده است. آب گرم زیرزمینی سرعت رشد ماهی را تسریع کرد و ماهیان ۲۹۹ گرمی در یک دوره ۸۹ روزه ۷۲۱ تا ۷۳۲ گرم افزایش وزن داشتند که FCR بچه‌ماهیان در غذادهی با تناسب ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۱ درصد بیوماس به‌ترتیب ۳/۸۸، ۵/۰۷ و ۷/۴۷ بود و بچه ماهیان به‌طور متوسط در دوره پرورش روزانه ۸ گرم افزایش وزن داشتند. با توجه به نتایج این تحقیق، آب گرم زیرزمینی یا آب خروجی نیروگاه‌ها می‌تواند رشد و بلوغ این ماهی را تسریع نماید.

واژه‌های کلیدی: آب گرم، بلوغ جنسی، رشد، فیل‌ماهی

مقدمه

فیل‌ماهی مشهورترین و بزرگ‌ترین گونه ماهیان خاویاری و دارای خاویار ممتاز، درشت، بسیار لذیذ و گرانبها می‌باشد. وزن ماهی می‌تواند به ۱۰۰۰ کیلوگرم و گاهاً تا ۱۵۰۰ کیلوگرم هم برسد (بریمانی، ۱۳۵۵). به‌واسطه قیمت بالا و تولید زیاد خاویار، فیل‌ماهی با ارزش‌ترین گونه از لحاظ اقتصادی به‌شمار می‌رود. اما تغییرات منفی به‌وجود آمده در اکوسیستم دریای مازندران در دهه‌های گذشته به‌علت تنظیم آب رودخانه‌ها (ایجاد سدها)، محدود شدن محل‌های تخم‌ریزی طبیعی، صید بی‌رویه، افزایش آلودگی‌ها و... در نهایت باعث کاهش تصاعدی ذخایر ماهیان خاویاری شد (نظری و همکاران، ۱۳۸۰). در نتیجه مولدین صید شده، نیاز مراکز تکثیر مصنوعی و تولید بچه‌ماهی برای حفظ و ازدیاد ذخایر ماهیان خاویاری را تأمین نکرد. لذا در طی سال‌های گذشته مراکز به فکر ایجاد گله‌های پرورشی افتادند (Burtsev و همکاران، ۲۰۰۲؛ Chebanov و Savelyeva، ۱۹۹۹).

در دهه‌های گذشته به پرورش ماهیان خاویاری جهت تولید گوشت و خاویار و مصارف انسانی به‌دلایل موفقیت‌آمیز نبودن تلاش‌ها، مشکلات مربوط

*مسئول مکاتبه: rm_nazari@yahoo.com

به نگهداری ماهیان بزرگ و تفکرات موجود مبنی بر ضرورت نگهداری مولدین در آب‌های شور جهت رسیدن به بلوغ جنسی، توجهی نشد. ولی بعدها نشان داده شد که نگهداری مولدین در آب‌های شور در قسمتی از سیکل زندگی برای رسیدن به بلوغ جنسی ضرورتی ندارد و ماهیان می‌توانند در آب شیرین هم به بلوغ جنسی برسند (Chebanov و Savelyeva، ۱۹۹۹). موفقیت زمانی به‌دست آمد که گونه‌های به اندازه کوچک که تمام دوره زندگی خود را در آب شیرین زندگی می‌کنند مثل استرلیاد و تاس‌ماهی سیبری به‌صورت موفقیت‌آمیزی در روسیه تکثیر یافتند و بعداً در دیگر کشورهایی مثل فرانسه، آمریکا، ایتالیا، ژاپن، آلمان ولهستان این موفقیت‌ها تکرار گردید (Chebanov و Savelyeva، ۱۹۹۹؛ Williot و همکاران، ۲۰۰۱).

در گذشته نیاز جهانی به خاویار و گوشت ماهیان خاویاری را حوضه دریای خزر تأمین می‌نمود، اما کاهش تصاعدی ذخایر طبیعی ماهیان خاویاری در این حوضه باعث شد تا توجه زیادی به پرورش مصنوعی گوشت و خاویار تاس‌ماهیان به‌عمل آید. به‌عنوان مثال در روسیه از سال ۱۹۹۴ تا ۱۹۹۹ تعداد مراکز تولید گوشت ماهیان خاویاری از ۱۹ مرکز به ۷۰ مرکز و تولید آنها از ۲۰۰ تن به ۱۲۰۰ تن رسید و در اروپای غربی نیز در سال ۱۹۹۹ به ۱۳۰۰ تن گوشت و ۶ تن خاویار رسید (Williot و همکاران، ۲۰۰۱). تولید ماهی گوشتی خاویاری در سال ۲۰۰۰، ۱۶۵۰ تن بود که از آمار صید از طبیعت که ۱۵۰۰تن بود، بیشتر است (Chebanov و Savelyeva، ۱۹۹۹). در حال حاضر ۲۲ گونه (۱۲ گونه اصلی و ۱۰ گونه هیبرید) در بیش از ۳۵ کشور جهان پرورش داده می‌شود و برآورد اولیه حاکی از تولید بیش از ۲۰ هزار تن گوشت و حدود ۸۰ تن خاویار پرورشی در سال ۲۰۰۷ می‌باشد (پورکاظمی، ۱۳۸۷).

با کاهش عرضه خاویار، به‌علت افزایش تقاضا، قیمت جهانی خاویار شدیداً افزایش یافت تا جایی‌که متقاضیان زیادی به‌خصوص تجار خاویار دنیا راغب گردیدند در این زمینه فعالیت نمایند. آنها شروع به کسب اطلاعات در خصوص بیولوژی ماهی و امکان تولید آن برآمدند ولی موضوعی که سرمایه‌گذاران را در تردید و دودلی قرار می‌داد، طولانی بودن سن بلوغ ماهیان ماده خاویاری بود به‌طوری‌که سن بلوغ اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*) ۱۱ سال، چالباش (*Acipenser gueldenstaedti*) ۱۱ سال و فیل‌ماهی (*Huso huso*) ۱۶ تا ۱۸سال و قره‌برون (*Acipenser persicus*) ۱۴ سال می‌باشد. طولانی بودن سن بلوغ منجر به طولانی شدن دوره تولید خاویار در ماهیان و در نتیجه طولانی شدن دوره سرمایه‌گذاری و تأخیر زیاد در کسب درآمد می‌شد که تمایل سرمایه‌گذاران را کاهش می‌داد. با توجه به وجود اطلاعات مبنی بر تأثیر مثبت حرارت آب بر تسریع رشد و بلوغ جنسی ماهیان و نداشتن تأثیرات سوء بر زرده‌سازی و امکان تکمیل زرده‌سازی در آب با حرارت بالا، مطالعه‌ای در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید رجایی بر روی پرورش فیل‌ماهی و امکان تسریع رشد، بلوغ جنسی و تولید خاویار با استفاده از آب گرم زیرزمینی به‌عمل آمد.

مواد و روش‌ها

در اسفند ۱۳۷۸ لاروهای تفریخ شده حاصل از تکثیر مصنوعی فیل‌ماهی وحشی تا جذب کیسه زرده در حوضچه‌های فایبرگلاس نگهداری شدند و در فروردین ۱۳۷۹ با جذب کیسه زرده مورد تغذیه و پرورش قرار گرفتند. در مرحله اول با نائوپلیوس آرتمیا و بعداً با دافنی تغذیه و بعد از آن تا رسیدن به وزن ۲۰ گرم در استخرهای خاکی مورد پرورش قرار گرفتند بعد از صید از استخرهای خاکی ماهیان در

حوضچه‌های فایبرگلاس ۴ مترمربعی به‌وسیله گوشت ماهی کاراس مورد تغذیه و پرورش و به غذای دستی عادت داده شدند. در طی سال‌های دوم تا رسیدن به بلوغ و تولید خاویار به‌وسیله غذای خمیری مورد تغذیه و پرورش قرار گرفتند.

برای تأمین غذا از منابع مختلفی استفاده شد. برای پرورش علاوه بر حوضچه‌های فایبرگلاس ۴ مترمربعی، حوضچه‌های گرد با قطر ۸ متر و عمق ۱/۵ متر نیز مورد استفاده قرار گرفت. آب مورد پرورش از آب‌های زیرزمینی تأمین شد. آب زیرزمینی در استخر ذخیره نگهداری و هوادهی گردیده و سپس به استخر ماهیان رسانده می‌شد که این موضوع نوسانات فصلی حرارت آب را به‌همراه داشت، یعنی در فصل گرما به‌حدود ۲۴ درجه و در فصل سرما به ۱۷ درجه کاهش می‌یافت.

غذای مورد استفاده: در اوایل سال پرورش فقط از کاراس چرخ کرده استفاده شد. سپس با عادت یافتن ماهیان به غذای دستی، از غذای مرطوب که از ۷۵ درصد غذای خشک و ۲۵ درصد کاراس تازه چرخ کرده بود، استفاده گردید. ترکیب غذای خشک (kf غذای کنسانتره ماهی سفید) در سال اول تا ششم که دارای پروتئین کل ۳۷/۵، رطوبت ۸/۵، چربی خام ۱۰/۷ و فیبر ۳/۴ درصد بود. بعد از ترکیب با ۲۵ درصد کاراس چرخ شده، غذایی با ترکیب ۲۲/۷ درصد پروتئین، ۵/۶ درصد چربی، ۴۹/۴۶ درصد رطوبت به‌دست می‌آمد که به‌صورت تازه به ماهی عرضه می‌گردید.

از سال هفتم از ترکیب غذای خشک (ماهیان خاویاری که دارای پروتئین خام ۳۷ تا ۴۲ درصد، چربی ۵ تا ۱۰ درصد، فیبر ۳/۵ درصد بود) با ۲۵ درصد کاراس چرخ شده، غذایی با ترکیب ۲۴ تا ۲۷ درصد پروتئین، ۵ تا ۷ درصد چربی، تا ۴۵ درصد رطوبت به‌دست آمد و به ماهیان با تناسب درصد وزن بدن ارائه می‌گردید (در وزن زیر ۱ کیلوگرم با تناسب ۵ تا ۸ درصد وزن بدن و در وزن بالای ۱ کیلوگرم با تناسب ۳ درصد وزن بدن و از سنین ۷ تا ۹ سالگی ۰/۳ تا ۰/۵ درصد وزن بدن).

تعیین جنسیت و کنترل مرحله رسیدگی جنسی: در سال چهارم زندگی ماهیان به‌طریقه بیوپسی تعیین جنسیت گردیده و اکثر ماهیان نر از چرخه پرورش خارج گردیدند. تخمدان ماهیان ماده بیوپسی و برای تعیین مرحله رسیدگی جنسی (براساس تقسیم‌بندی ۶ مرحله‌ای فریدپاک (۱۳۶۱)) مورد مطالعات بافت‌شناسی قرار گرفتند (پوستی، ۱۳۶۸). هر ساله تعداد معدودی از ماهیان ماده مجدداً بیوپسی شده و از لحاظ وضعیت رسیدگی جنسی و در سال نهم از لحاظ شاخص قطبیت هسته (Dettlaff و همکاران، ۱۹۹۳) مورد کنترل قرار گرفتند.

تعیین ضریب تبدیل غذایی (FCR): در سال اول پرورش هنگامی‌که بچه‌ماهیان دارای ۲۵۰ تا ۳۵۰ گرم وزن و به غذای دستی عادت نموده بودند، ابتدا رقم‌بندی و سپس بچه‌ماهیان هم وزن جدا و در تیمارها و تکرارهای مختلف قرار داده شدند. برای شروع کار و مشخص‌تر شدن میزان مناسب غذادهی ابتدا بچه ماهیان با تناسب ۸، ۱۱ و ۱۴ و ۱۷ درصد بیوماس غذادهی گردیدند که هر تیمار دارای ۶ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ قطعه ماهی بود (در مجموع ۱۸ تکرار) پس از ۲ مرحله بیومتری مشخص گردید که میزان اتلاف غذا در درصدهای بالای غذا زیاد می‌باشد، لذا میزان غذادهی به ۵، ۸ و ۱۱ درصد کاهش داده شد که مجدداً هر تیمار ۶ تکرار و هر تکرار ۱۰ قطعه ماهی را شامل می‌شد (در مجموع ۱۸ تکرار). در طول آزمایش ۸۹ روزه بچه ماهیان هر ده روز یک بار بیومتری گردیدند. برای بیومتری، کلیه ماهیان توزین و بیوماس کل و میانگین وزن ماهیان تعیین و براساس میزان رشد و غذای مصرفی، FCR به‌دست آمد.

روش محاسبه درجه حرارت مورد نیاز بلوغ جنسی: با توجه به این‌که در کل دوره پرورش فیل‌ماهیان فوق درجه حرارت آب در محدوده مناسب تغذیه و پرورش بوده کل دوره به‌عنوان حرارت مؤثر محاسبه و روز درجه حرارت و ساعت درجه مورد نیاز برای بلوغ جنسی و تولید خاویار فیل‌ماهی محاسبه گردید.

بررسی‌های آماری: آنالیز و تحلیل واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه One way ANOVA انجام شد. مقایسه میانگین‌های افزایش وزن ماهی و ضریب تبدیل غذا با استفاده از آزمون Duncan (P<۰/۰۵) و نرم‌افزار SPSS 14 انجام شد.

نتایج

رشد و ضریب تبدیل غذا: نتایج نشان داد فیل‌ماهی دارای استعداد رشد بسیار مناسبی را داراست. اطلاعات مربوط به رشد در سال‌های مختلف در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- میانگین وزن فیل‌ماهی در طی ۹ سال پرورش

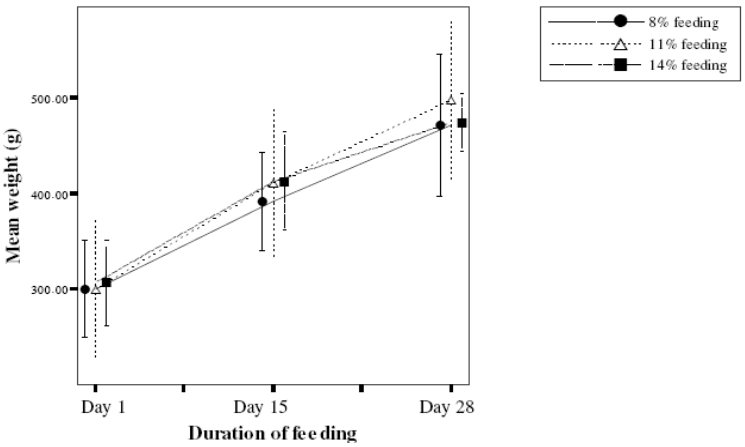
سال	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم
وزن متوسط به کیلوگرم	۲/۳	۴/۸	۷/۱	۱۷/۷	۲۸	۴۱	۵۳	۶۲	۷۶

غذادهی با تناسب ۸، ۱۱ و ۱۴ درصد بیوماس در آزمایش اول ۲۵ روزه نشان داد که بچه‌ماهیان به‌ترتیب به‌طور متوسط ۱۷۱، ۱۹۷ و ۱۶۷ گرم افزایش وزن داشتند که هیچ اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند (P>۰/۰۵). رشد روزانه آنها به‌ترتیب ۶/۸۸، ۷/۸۸ و ۶/۶۸ گرم بود.

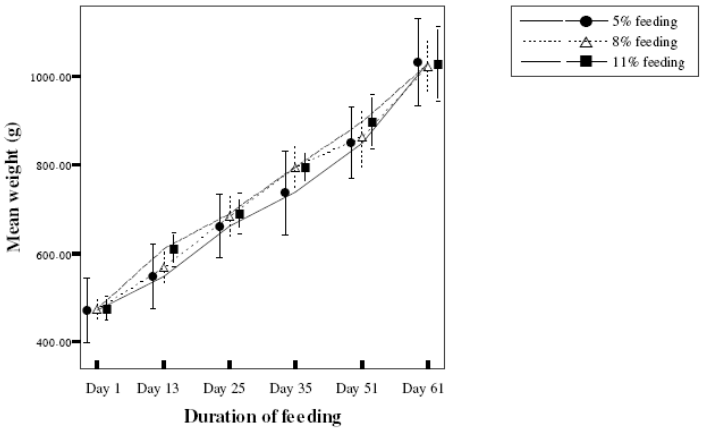
نتایج مطالعه FCR آزمایش اول بچه ماهیان به‌ترتیب ۳/۴۸، ۴/۰۹ و ۴/۶۷ بود که هیچ اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند (P>۰/۰۵).

غذادهی با تناسب ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۱ درصد بیوماس در آزمایش دوم ۶۱ روزه نشان داد که بچه‌ماهیان به‌ترتیب به‌طور متوسط ۵۶۰، ۵۳۳ و ۵۵۴ گرم افزایش وزن داشتند که هیچ اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند (P>۰/۰۵). همچنین رشد روزانه آنها به‌ترتیب ۸/۷۵، ۸/۳۲ و ۸/۶۵ گرم بوده است. بچه ماهیان به‌طور متوسط در کل دوره روزان ۸ گرم افزایش وزن داشتند.

با توجه به نتایج حاصل، FCR آزمایش دوم بچه‌ماهیان به‌ترتیب ۳/۸۸، ۵/۰۷ و ۷/۴۷ بود که اختلاف معنی‌داری با هم نشان دادند (P<۰/۰۵).



شکل ۱- نمودار رشد فیل‌ماهی در آزمایش اول ۲۵ روزه تغذیه با تناسب ۸ درصد، ۱۱ درصد و ۱۴ درصد بیوماس



شکل ۲- نمودار رشد فیل‌ماهی در آزمایش دوم ۶۱ روزه با غذادهی با تناسب ۵ درصد، ۸ درصد و ۱۱ درصد بیوماس

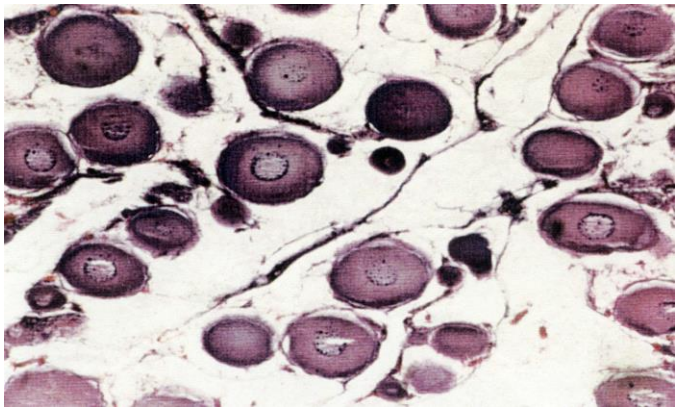
روز درجه و ساعت درجه مورد نیاز برای رسیدن به بلوغ: با توجه به ثبات نسبی حرارت آب مورد استفاده که در اکثر طول دوره پرورش از آب چاه بود (در بعضی مواقع ظهور مشکل برای چاه، به‌صورت کوتاه‌مدت از آب طبیعی استفاده شده است) درجه حرارت آب به‌صورت میانگین در ماه‌های مختلف سال در جدول ۲ آمده است.

که براساس محاسبات انجام شده، ساعت درجه مؤثر در این حرارت ۱۵۲۵۴۲۸ و روز درجه مؤثر برای رسیدن به بلوغ و تولید خاویار ۶۳۵۴۰ و روز موثر ۳۱۹۵ بوده است که سن بلوغ در طبیعت حدود ۷۷ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از سن بلوغ در شرایط پرورش مناسب می‌باشد.

شرایط رسیدگی جنسی: اولین بیوپسی در سال چهارم زندگی ماهیان انجام شد. نتایج نشان داد، براساس تقسیم‌بندی ۶ مرحله‌ای، ماهیان ماده در مرحله ۲ رسیدگی جنسی قرار داشتند (شکل ۳). در این مرحله تخمک‌ها ریز و رگ‌های خونی برروی تخمدان مشخص و تخمدان به رنگ صورتی دیده می‌شود. ماهیان بیوپسی شده از لحاظ ترکیب جنسیتی ۴۵/۸ درصد ماهیان ماده و ۴۸/۶ درصد نر و ۵/۴ درصد نامشخص بودند.

جدول ۲- میانگین ماهانه درجه حرارت آب در طی ۹ سال پرورش فیل‌ماهی

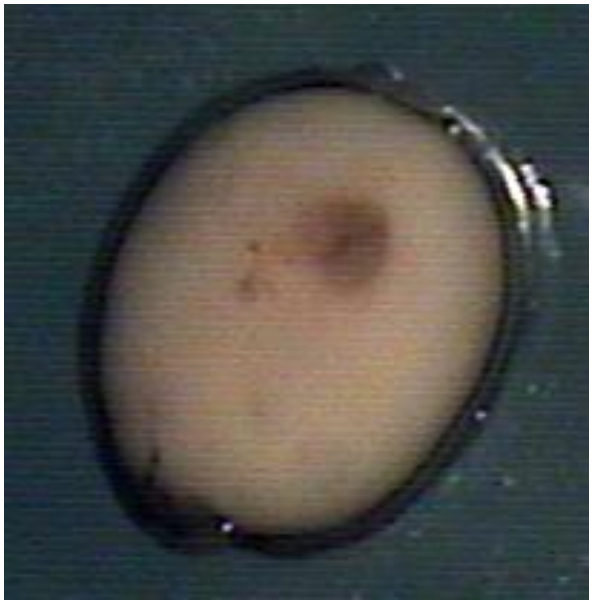
ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
حرارت	۱۸/۲	۲۰/۱	۲۰/۳	۲۱/۲	۲۳	۲۱/۶	۲۱/۵	۱۹/۶	۱۹/۲	۱۷/۸	۱۷/۳	۱۸/۱



شکل ۳- برشی از تخمک فیل‌ماهی پرورشی ۴ ساله مرکز شهید رجایی ساری

در طی سال‌های پنجم، ششم، هفتم و هشتم هم بیوپسی به‌صورت تصادفی از میان گله ماهیان ماده انجام شد که تغییرات قابل توجه در تخمدان ماهیان مورد بررسی مشاهده نگردید و تخمک‌ها هنوز در همان مراحل قبلی قرار داشتند و فقط تخمدان اندکی حجیم‌تر و بزرگ‌تر گردیده بود.

در اواخر پاییز سال نهم هنگامی‌که گله ماهیان ماده مورد بررسی قرار گرفتند مشاهده شد بعضی از ماهیان دارای تخمک با خصوصیات مرحله چهار رسیدگی جنسی، یعنی تخمک حجیم و قطر آن ۳/۱ میلی‌متر و قطب حیوانی و گیاهی تمایز یافته و هسته مهاجرت کرده و شاخص قطبیت هسته ۲۴ تا ۲۶ بود (شکل ۴). باید ذکر نمود که در سال نهم پرورش، ۱۲ درصد ماهیان به مرحله چهارم رسیدگی جنسی رسیده بودند.



شکل ۴- برشی از تخمک فیل‌ماهی پرورشی ۹ ساله مرکز شهید رجایی ساری که در مرحله ۴ رسیدگی جنسی قرار دارند (مهاجرت هسته به قطب حیوانی قابل رؤیت است)

بحث

مطالعه بر روی پرورش فیل‌ماهی و امکان تسریع بلوغ جنسی و تولید خاویار با استفاده از آب گرم زیرزمینی نشان داد، ماهیان در سال نهم پرورش خاویار تولید کرده و به مرحله چهارم رسیدگی جنسی رسیدند که مطابق با نتایج Chebanov و Billard (۲۰۰۱) است که گزارش نمودند: پرورش ماهی درآب گرم و ثابت می‌تواند سن بلوغ ماهیان ماده را در گونه‌های اوزون‌برون از ۱۱ سال در طبیعت به ۵ سال، در چالباش از ۱۱ سال به ۶ سال، در تاس‌ماهی سیبری از ۱۶ سال به ۶ سال و در استرلیاد از ۶ سال به ۳ سال و در فیل‌ماهی از ۱۶ سال به ۹ سال کاهش دهد. سن بلوغ ماهیان نر در چالباش را از ۸ سال در طبیعت به ۳ سال، در اوزون‌برون از ۸ سال به ۳ سال، در تاس‌ماهی سیبری از ۱۱ سال به ۴ سال، در استرلیاد از ۴ سال به ۲ سال و در فیل‌ماهی از ۱۱ به ۶ کاهش دهد.

از طرف دیگر Webb و همکاران (۲۰۰۱) عقیده دارند که پرورش ماهیان خاویاری در آب با حرارت بالا در سراسر سال، رشد و بلوغ جنسی ماهیان خاویاری را تسریع کرده و هیچ اثر نامناسبی بر روی زرده‌سازی تخمدان ندارد.

Feist و همکاران (۲۰۰۴) که سه گروه از ماهیان تاس‌ماهی سفید را در سه حرارت ۱۳، ۱۵ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد پرورش داده بود مشاهده نمودند که در ماهیان نگهداری شده در حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد به‌وسیله هورمون‌های استروئیدی نر قادر به تولید آندروژن‌ها هستند و حرارت عامل تنظیم رشد سریع ماهی و فرایند تکامل بیضه ماهی است، در حالی‌که ماهیان نگهداری شده در حرارت ۱۳ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های ۳۶ و ۳۴ به این مرز رسیده بودند.

Webb و همکاران (۱۹۹۹) عقیده دارند، درجه حرارت مهمترین عامل محیطی است که بر روی سیکل تولید مثل و تخم‌ریزی ماهیان موثر است. نظرات محققان مذکور تأیید کننده نتیجه آزمایش حاضر مبنی بر عملی بودن بلوغ سریع و زودرس ماهی در آب گرم زیرزمینی است.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در آب گرم زیرزمینی ماهیان با سرعت بالایی رشد کرده و در پایان سال اول به ۲/۳ و در سال دوم به ۴/۸ گرم و... رسیدند که با گزارش‌های Abramenko (۱۹۹۹) در تاس‌ماهی روسی و سیبری مطابق است. او عقیده دارد پرورش تاس‌ماهی روسی و سیبری در آب گرم، رشد سریع را موجب می‌شود (افزایش ۱ تا ۲ کیلوگرم در یک سال).

Deng و همکاران (۲۰۰۲) عقیده دارند نسبت غذادهی، درجه حرارت و اندازه ماهی مهمترین عواملی هستند که رشد ماهی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. از طرف دیگر Chebanov و Billard (۲۰۰۱) گزارش نمودند رشد ماهیان خاویاری در آب‌های گرم سریع‌تر از آب محیط طبیعی است و ماهیان جهت رسیدن به بلوغ جنسی تقریباً به‌حدود نصف زمان مورد نیاز در طبیعت احتیاج دارند.

محسنی (۱۳۸۶) رشد و افزایش روزانه فیل‌ماهیان در دوره ۳۲۳ تا ۱۱۲۴ گرمی (در ۱۶۱ روز پرورش) را ۴/۹۷ گرم ذکر می‌کند، در حالی‌که در آزمایش حاضر رشد و افزایش روزانه فیل‌ماهیان در دوره ۳۰۰ تا ۱۰۳۰ گرمی (در ۸۹ روز پرورش) ۸ گرم بوده است که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در این اختلاف رشد زیاد، درجه حرارت آب می‌باشد. علاوه‌بر آن Feist و همکاران (۲۰۰۴) معتقدند حرارت عامل تنظیم رشد سریع ماهی است (Feist و همکاران، ۲۰۰۴). به‌طوری‌که در ماهی گرمسیری *Amphiprion melanopus* گزارش کرده‌اند تغییرات جزیی در حرارت منجر به تغییرات زیاد در رشد، تکامل و شنای ماهی گردیده است (Green و Fisher، ۲۰۰۴). نظرات محققان مذکور تأیید کننده نتیجه آزمایش حاضر مبنی بر عملی بودن رشد سریع ماهی در آب گرم زیرزمینی است.

همان‌طور در نتایج ذکر شد در غذادهی با تناسب ۵، ۸ و ۱۱ درصد بیوماس، FCR بچه ماهیان به‌ترتیب ۳/۸۸، ۵/۰۷ و ۷/۴۷ بود که به‌نظر می‌رسد دلیل اصلی بالا بودن ضریب تبدیل در نسبت‌های بالای غذادهی، اضافه بودن مقدار غذا باشد. محسنی (۱۳۸۶) ضریب تبدیل غذایی فیل‌ماهی برای اوزان ۳۲۳ تا ۱۱۲۴ گرمی را ۱/۵۵ تا ۲/۸۳ ذکر می‌کند که دلیل اختلاف با آزمایش حاضر را می‌توان در نوع غذای مصرفی جستجو کرد، به‌طوری‌که در آزمایش حاضر از غذای تر با پروتئین کمتر (۲۲/۷ درصد) نسبت به گزارش محسنی که غذای خشک با پروتئین ۴۰ تا ۴۵ درصد مورد استفاده قرار گرفته بود، استفاده شده است.

با توجه به کاهش ذخایر طبیعی از یک‌طرف و امکان دسترسی به بلوغ زودرس از طرف دیگر به‌نظر می‌رسد تکنولوژی سنتی تکثیر و پرورش مصنوعی ماهیان خاویاری در شرایط جدید اکولوژی غیرمؤثر

است. لذا استفاده از بهترین روش‌های اکولوژیکی برای تغذیه، کنترل رشد، کنترل سیکل بلوغ و تولید مثل ماهیان ضروری است (به‌عنوان مثال نگهداری طولانی مدت در رژیم‌های حرارتی مختلف متناسب با نیاز ذاتی ماهی) و باید استانداردهای جدیدی را برای پرورش و نگهداری ماهیان برای تولید خاویار و ایجاد گله‌های مولدین در حرارت‌های مختلف در مراکز تولید و تکثیر ماهیان تدوین کرد.

منابع

۱- بریمانی، ا. ۱۳۵۵. ماهی‌شناسی و شیلات. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۲۰۷.

۲- پوستی، ا. ۱۳۶۸. بافت‌شناسی مقایسه‌ای و هیستوتکنیک. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۳۵۶ تا ۳۶۹.

۳- پورکاظمی، م. ۱۳۸۷. مروری بر پرورش ماهیان خاویاری جهان- توسعه پرورش ماهی خاویاری در ایران و ارزیابی اقتصادی آن. انستیتو بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، صفحات ۱ تا ۴.

۴- فرید پاک، ف. ۱۳۶۱. دستورالعمل اجرایی تکثیر مصنوعی و پرورش ماهی‌های گرم آبی. انتشارات روابط عمومی وزارت کشاورزی، صفحات ۱۳ تا ۳۶۹.

۵- محسنی، م. ۱۳۸۶. طرح پرورش ماهیان خاویاری با تاکید بر گونه فیل‌ماهی (*Huso huso*). انستیتو بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان. صفحه ۷.

۶- نظری (الف)، ر.م.، یوسفیان، م.، مجازی‌امیری، ب.، و سلطانی، م. ۱۳۸۰. بررسی رابطه بین مقادیر هورمون‌های استروئیدی جنسی و کیفیت تکثیر مصنوعی در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). فصل‌نامه علمی پژوهش و سازندگی، جلد ۱۴، شماره ۵۱. صفحات ۵۰ تا ۵۷.

۷- نظری (ب)، ر.م.، یوسفیان، م.، مجازی‌امیری، ب.، و سلطانی، م. ۱۳۸۰. مطالعه تغییرات استروئیدهای جنسی و رابطه آن با تکامل تخمک در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). فصل‌نامه علمی پژوهش و سازندگی، شماره ۵۳. صفحات ۸۹-۹۴.

8.Abramenko, M. 1999. Sturgeon production trials in the waste-heat effluent of a pulp and paper plant in Archangelsk- Russia. J. AP. 15: 214-219.

9.Burtsev, I., Nikolaev, A., Maltsev, S., and Igumnova, L. 2002. Formation of domesticated brood stocks as a guarantee of sustainable hatchery reproduction of sturgeon sea ranching, J.AP. 18: 655-658.

10.Chebanov, M., and Billard, R. 2001. The culture of sturgeons in Russia production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aquat. Living Resour. 14: 375-381.

11.Chebanov, M., and Savelyeva, E. 1999. New strategies for broodstock management of sturgeon in the sea of Azov basin in response to changes in patterns of spawning migration – J. Appl. Ichthyol. 15: 183-190.

12.Deng, D., Koshio, S., Yokoyama, S., Bai, S., Shao, Q., Cui, Y., and Hung, S. 2003. Effects of feeding rate on growth performance of white sturgeon *Acipenser transmontanus* larvae. Aquaculture, 217: 589-598.

13.Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S., and Schmalhausen, O.I. 1993. Sturgeon Fishes, Developmental biology and aquaculture – Springler – Verlag Berlin Heidelberg printed in Germany, Pp: 1-39, 217-219.

14.Feist, G., Eenennam, J., Doroshov, S., Schreck, C., Schneider, R., and Fitzpatrck, M. 2004. Early identification of sex in cultured White sturgeon *Acipenser transmontanus*, using plasma steroid levels – Aquaculture 232: 581-594.

15.Green, B., and Fisher, R. 2004. Temperature influences swimming speed, growth and larval duration in coral reef fish larvae. J. of Exp. Marine Bio. and Eco. 299: 155-132.

16.Webb, M., Enennaem, J., Feist, G., Linares, J., Fitzpatrick, M., Schreek, C., and Doroshov, S. 2001. Effects of thermal regime on ovarian maturation and plasma sex stroids in farmed white sturgeon *Acipenser transmontanus* – Aquaculture 201: 137- 151.
17.Webb, M., Enennaem, J., Feist, G., Linares, J., Fitzpatrick, M., Schreek, C., Doroshov, S., and Moberg, G. 1999. Preliminary observations on the effects of holding temperature on reproductive performance of female white sturgeon *Acipenser transmontanus*, Aquaculture 176: 315-329.
18.Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulyas, T., and Berni, P. 2001. Sturgeon farming in Western Europe recent developments and perspectives. Aquat. Living Resour. 14: 367-374.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 14, No. 2, Summer 2020

Effect of temperature on the growth and maturity of beluga *(Huso huso)*

R.M. Nazari[1*], CH. Makhdomi[1] and A.R. Naghawi[1]
[1] Shahid Rajaei Sturgeon Breeding Center, Sari, Iran

Abstract

Long-term duration of ovarian development cycle is an important problem in rearing of sturgeons. This study was done on the probable effects of temperature on the growth and accelerating of maturity in the beluga. For this reason beluga were reared from larval stage to final stage of maturity in 9 years. Results showed underground warm water can decrease duration of ovarian development cycle and fishes reached the maturity when they are 9 years old. Warm water also accelerated growth rate and fish reached to 2.3 kg at the end of the first year and to 4.8 kg at the end of second year. According to our results, beluga need 63540 day-degree to reach maturity in warm water. FCR (food conversation rate) in this experiment for %5, %8 and %11 feeding rate were 3.88, 5.07 and 7.47 respectively. The average of fishes daily growth was 8 g. It can be concluded warm water has an effect an acceleration of growth and maturity of beluga.

Keywords: Warm water; Maturity; Growth; *Huso huso*

*Corresponding author; rm_nazari@yahoo.com