

تأثیر دما بر طول دوره جنینی، درصد تفریخ و ایجاد لاروهای ناقص در ماهی سوروم *Heros severus*

سید حامد موسوی ثابت*

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

*نویسنده مسئول: mousavi-sabet@guilan.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۱

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین دمای مطلوب، به عنوان یکی از مهمترین عوامل موفقیت تفریخ در دوره انکوباسیون، در ماهی سوروم (*Heros severus*) انجام گرفت. برای انجام این تحقیق ۶ تیمار دمایی شامل ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۰، ۳۲ و ۳۴ درجه سانتی‌گراد انتخاب شدند و هر تیمار با سه تکرار انجام شد. پس از پایان دوره انکوباسیون، چهار شاخص اصلی موفقیت تفریخ شامل طول دوره انکوباسیون، درصد تلفات، درصد تفریخ و درصد لاروهای ناقص مورد بررسی و ثبت قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی دمای مطلوب تفریخ تخم ماهی سوروم را ۲۸ درجه سانتی‌گراد نشان داد، به طوری که کاهش مطلوب طول دوره انکوباسیون همزمان با کاهش معنادار میزان تلفات، افزایش درصد تفریخ و کاهش میزان لاروهای ناقص در دمای مذکور مشهود بود. بیشترین میزان تفریخ با $94/9 \pm 1/4$ درصد و کمترین میزان بچه ماهیان ناقص با $0/2$ درصد در ۲۸ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد ($P < 0/05$). در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد تخم‌ها در کمترین زمان و ظرف مدت $79/6 \pm 3/1$ ساعت تفریخ گردیدند، که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). نتایج نشان داد افزایش یا کاهش حرارت از دامنه دمایی مطلوب سبب افزایش معنی‌دار تلفات جنینی می‌گردد، به طوری که دماهای ۲۴ و ۳۴ درجه سانتی‌گراد انکوباسیون سبب تلفات صد درصدی جنین‌ها شدند.

واژگان کلیدی: آکواریوم، خانواده سیچلایدماهیان، اپتیمم حرارتی، انکوباسیون، ماهیان زینتی.

مقدمه

آکواریوم و صنایع وابسته، سهم قابل توجهی از تجارت جهانی آبزیان را به خود اختصاص داده‌اند و این شاخه از آبزی‌پروری به صنعتی بزرگ و تجارتي سودآور تبدیل شده است (موسوی ثابت و وطن‌دوست، ۱۳۹۲؛ ایگدری و همکاران، ۱۳۹۴). ماهیان زینتی آب‌شیرین که در صنعت آکواریوم مورد تکثیر و پرورش قرار می‌گیرند، عموماً بومی مناطق استوایی هستند، ولی در شرایط آکواریوم قادر به زندگی و تولیدمثل هستند (ایگدری و همکاران، ۱۳۹۴). ماهی سوروم (*Heros severus*) از خانواده Cichlidae و جنس *Heros* بوده و بومی قسمت‌های شمالی آمریکای جنوبی و رودخانه آمازون است. طول بدن این گونه به ۱۵ سانتی‌متر می‌رسد و دارای چندین وارپته از قبیل آلبینو یا طلایی یا زرد، دودی یا سیاه یا سبز می‌باشد (ایگدری و همکاران، ۱۳۹۴). شکل بدن این ماهی دیسک مانند بوده و باله‌های پشتی و مخرجی مدور، ظاهر جالب توجهی به این ماهی بخشیده است. در

این گونه ماهی ماده معمولاً هم‌اندازه ماهی نر بوده ولی تشخیص جنسیت در آن‌ها قبل از جفتگیری و تخم‌ریزی دشوار است. همچنین تفرق جنسی مشکل بوده و همسرگزینی در آن‌ها نسبتاً به سختی صورت می‌گیرد (ایگدری و همکاران، ۱۳۹۴). برای انتخاب یک جفت جهت تکثیر لازم است به ماهی‌ها اجازه داده شود تا به وسیله جذب متقابل جفت شوند. برای این کار، پرورش سوروم‌های جوان و پیش‌مولد در یک گله تا رسیدن به سن بلوغ بهترین راه حل است. جفت‌هایی که برای تخم‌ریزی آماده می‌شوند، نسبت به هم‌نوعان خود و ماهی‌های دیگر خشن می‌شوند. برای تخم‌ریزی سنگ یا سرامیک سفید صاف را ترجیح می‌دهند (ایگدری و همکاران، ۱۳۹۴). لاروهای این ماهی پس از شنای آزاد توانایی تغذیه از ناپلی تازه تفریخ شده آرتمیا را دارند و پس از حدود ۱۰ روز به راحتی می‌توانند از غذای آغازین تغذیه نمایند (ایگدری و همکاران، ۱۳۹۴). به نظر می‌رسد دمای محیط آبی به‌ویژه در دوران

و طول دوره خاموشی ۸ ساعت در طی ۲۴ ساعت بود. مولدین با غذای حاوی ۴۰ درصد پروتئین خام ساخت شرکت بیومار (فرانسه)، هر روز در چهار وعده در ساعات ۷، ۱۲، ۱۷ و ۲۳ غذادهی شدند. با توجه به این که سوروم بر روی سطوح صاف (مانند سرامیک و سنگ مرمر) تخم‌های چسبیده خود را می‌ریزد، بنابراین سنگ تخم مربوط به هر جفت از مولدین پس از اتمام تخم‌ریزی از آکواریوم‌ها خارج و در مخزن انکوباتور با دمای مربوط به آن تیمار، با هوادهی مطلوب و اضافه نمودن متیلن بلو (با غلظت ۱ ppm) قرار داده شد. همچنین زمان دقیق تخم‌ریزی و زمان دقیق تفریح لاروها مورد ثبت گردید.

برای انجام این تحقیق ۶ تیمار دمایی شامل ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۰، ۳۲ و ۳۴ درجه سانتی‌گراد انتخاب شدند و هر تیمار با سه تکرار انجام شد. تخم‌ها در دمای مخصوص به تیمار خود، دور از تابش مستقیم نور و در معرض هوادهی مطلوب تا زمان تفریح نگهداری شدند. در طول آزمایش، مخازن انکوباتور تحت پایش دیجیتال دما قرار داشتند. جهت تعیین همآوری کاری، پس از حصول اطمینان از اتمام تخم‌ریزی، سرامیک حاوی تخم از آکواریوم مولدین خارج شده و به سرعت و با دقت تخم‌های چسبیده به آن شمارش گردید و بلافاصله به آکواریوم انکوباسیون منتقل شدند. پس از تفریح تخم‌ها، سنگ تخم را از مخزن خارج نموده و تخم‌های مرده و تفریح نشده به دقت شمارش شدند. از آنجایی که تخم‌ها پس از تفریح از سنگ تخم جدا می‌شوند و به کف مخزن می‌افتند، بنابراین تخم‌هایی که هنوز به سنگ چسبیده و قارچ زده شده‌اند را می‌توان به‌عنوان تخم‌های تفریح نشده و تلف شده در نظر گرفت. پس از تبدیل لارو به بچه ماهی، تعداد بچه ماهیان ناقص که توانایی شنای طبیعی را ندارند و اصطلاحاً به آن‌ها "کف‌خواب" یا "دفرمه" اطلاق می‌شود، ثبت شده و درصد آن‌ها محاسبه گردید.

طرح آزمایشات در این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج و داده‌های حاصل از مراحل مختلف آزمایش توسط آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح معنی‌دار

حساس انکوباسیون از مهمترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر تکثیر ماهیان در طبیعت باشد. از سوی دیگر، اطلاع دقیق از دمای مطلوب انکوباتور در آبیان پرورشی مختلف اولاً با توجه به تلفات قابل توجه تخم‌ها در این مرحله و ثانیاً به منظور تولید لاروهایی با کیفیت و ماندگاری بهتر، امری مهم است که سبب بهبود راندمان تکثیر آبیان و افزایش بهره‌وری مراکز تکثیر می‌گردد (Rana, 1990; Kitajima 1994; Douglas *et al.*, 1996; Baynes and Howell, 1996; Mihelakakis and Hamasaki, 2003; Smydere and Martin 2003; Yang and Chen 2004; Mendiola *et al.*, 2006). سوروم یکی از پرتفردارترین گونه‌های ماهیان زینتی در دنیا به شمار می‌آید که تعیین دمای مطلوب انکوباسیون تخم آن جهت انجام پروژه‌های تحقیقاتی و همچنین با اهداف تجاری ضروری به نظر می‌رسید. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین درجه حرارت مطلوب تفریح تخم این ماهی طراحی و انجام پذیرفت.

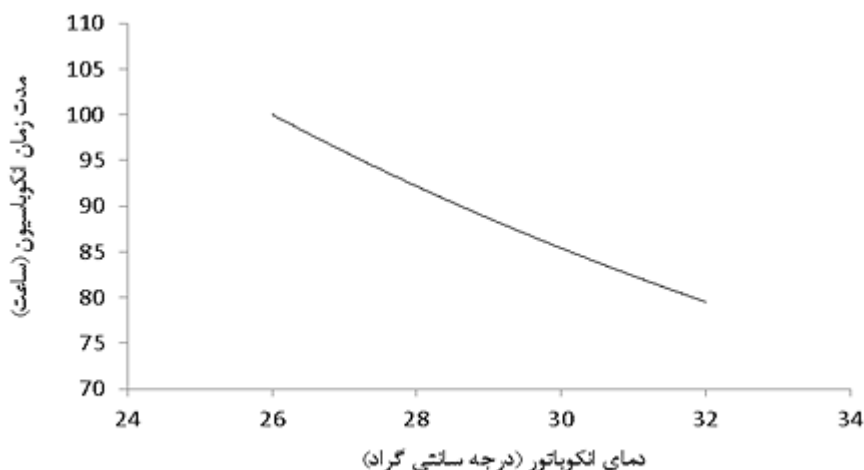
مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این آزمایش از ۱۸ جفت مولد سوروم که آماده تخم‌ریزی بودند، استفاده شد. جهت نگهداری مولدین از مخازن شیشه‌ای با حجم ۷۵ لیتر و برای انکوباسیون تخم‌ها از آکواریوم‌های ۳۰ لیتری استفاده گردید. هر مخزن مجهز به یک هواده منشعب از یک لوله اصلی متصل به دستگاه هواده مرکزی بود. پمپ هواده و سنگ هوا جهت هوادهی مطلوب (در حد اشباع) در تمام مدت دوره آزمایش به‌طور مستمر فعال بودند. در مخازن نگهداری مولدین از یک فیلتر حاوی اسفنج، شن و زئولیت استفاده شد. آب کارگاه تکثیر از آب لوله‌کشی شهری (پس از کلر زدایی) تامین گردید. جهت تنظیم گرمایش آب از ۳۶ عدد بخاری خودتنظیم مخصوص آکواریوم استفاده شد. دمای آب در مخازن نگهداری مولدین 28 ± 1 درجه سانتی‌گراد، pH در کلیه مخازن بین ۷/۵ تا ۸/۳ و سختی در حدود 10 ± 170 میلی‌گرم در لیتر بود. میزان غلظت نیتریت، نیترات و آمونیاک نیز در اثر تعویض روزانه ۲۰ درصد آب آکواریوم‌ها و استفاده از زئولیت در فیلترها، در حد مطلوب (> 0.2 میلی‌گرم) حفظ شد. بستر آکواریوم‌ها فاقد هرگونه شن و لوازم اضافی و تزئینی بودند. طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت

جدول ۱- میانگین (\pm انحراف معیار) طول دوره انکوباسیون، درصد تلفات، تفریخ و بچه ماهیان ناقص در تیمارهای دمایی مختلف در ماهی سوروم زرد *Heros severus*

شاخص مورد مطالعه		تیمار دمایی				
		۳۴	۳۲	۳۰	۲۸	۲۶
درجه حرارت (سانتی‌گراد)						
طول دوره انکوباسیون (ساعت)		-	۷۹/۶±۳/۱ ^d	۸۴/۸±۲/۸ ^c	۹۳/۱±۲/۳ ^b	۹۹/۶±۳/۵ ^a
درصد تلفات جنین		۱۰۰ ^a	۳۸/۴±۴/۹ ^e	۱۲/۰±۱/۴ ^d	۵/۱±۱/۴ ^c	۲۸/۷±۵/۲ ^b
درصد تفریخ		۰ ^a	۶۱/۶±۴/۹ ^e	۸۸/۰±۱/۴ ^d	۹۴/۹±۱/۴ ^c	۷۱/۳±۵/۲ ^b
درصد بچه ماهیان ناقص		-	۶/۹±۲/۰ ^d	۱/۸±۰/۳ ^c	۰/۲±۰/۰ ^b	۳/۲±۰/۵ ^a

حروف غیر همسان در یک سطر بیانگر وجود اختلافات معنی‌دار می‌باشند.



شکل ۱ - رابطه خطی بین دمای انکوباتور (درجه سانتی‌گراد) و مدت زمان انکوباسیون (ساعت) در ماهی سوروم.

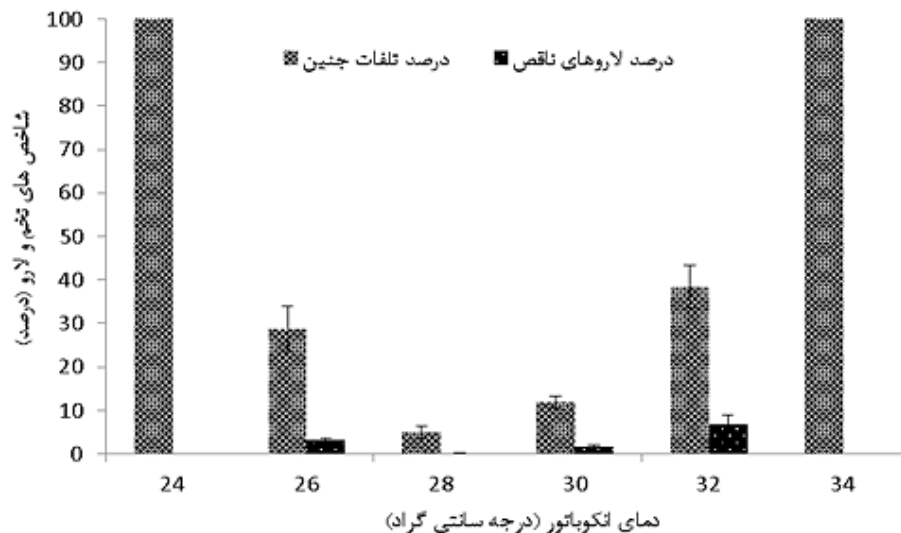
با $P < 0/05$ گردید. به منظور انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SPSS 16 و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد که دمای دوره انکوباسیون از عوامل تأثیرگذار بر موفقیت رشد دوره جنینی و روند تکثیر در ماهیان می‌باشد. همچنین دما بر مدت زمان لازم برای تفریخ تخم‌ها موثر بود، به طوری که افزایش درجه حرارت سبب کاهش قابل توجه این زمان شده است. به علاوه مشخص شد که فاکتورهای مهم دیگری نظیر درصد تفریخ، تلفات و بچه ماهیان دفرمه (ناقص) در این ماهی نیز تحت تأثیر مستقیم دمای انکوباسیون قرار داشتند (جدول ۱). میانگین فاکتورهای مورد نظر اعم از طول دوره انکوباسیون، درصد تلفات، تفریخ و بچه ماهیان ناقص به تفکیک در جدول ۱ آورده شده است.

دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد با میانگین ۷۹/۶±۳/۱ ساعت کوتاهترین دوره انکوباسیون، با

درصد بیشترین میزان بچه ماهیان ناقص را نشان داد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (۰/۰۵ < P). انکوباسیون تخم‌ها در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد با میانگین ۹۴/۹±۱/۴ درصد تفریخ و میانگین ۰/۲±۰/۰ درصد بچه ماهیان ناقص، دارای بالاترین بازدهی در مقایسه با سایر تیمارها بود (۰/۰۵ < P). بررسی رگرسیون خطی بین دمای انکوباتور و طول دوره انکوباسیون در ماهی سوروم نشان داد که رابطه معکوس معنی‌داری بین این دو عامل وجود دارد (۰/۰۵ < P)، به طوری که با افزایش دمای انکوباتور مدت زمان لازم جهت تفریخ تخم‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۱). همچنین نتایج نشان داد افزایش یا کاهش دمای انکوباتور از دامنه دمایی مطلوب سبب افزایش معنی‌دار تلفات و میزان بچه ماهیان ناقص می‌گردد، به طوری که بیشترین میزان تلفات در دماهای ۳۴ و ۲۴ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲ - میانگین (± انحراف معیار) درصد بروز لاروهای ناقص و تلفات جنین در دماهای مختلف انکوباتور در سوروم.

بحث

ساعت در دمای ۳۴ درجه سانتی‌گراد برای فرشته ماهی آب شیرین (*Pterophyllum scalare*) بیان داشتند، که دلیل اختلاف را می‌توان تفاوت‌های بین گونه‌ای بیان نمود، هرچند که این دو گونه از اعضای خانواده Cichlidae هستند. همچنین کمترین میزان تلفات انکوباسیون در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید که با نتایج تحقیق مذکور مشابه بود. نکته قابل توجه حساسیت بیشتر جنین ماهی سوروم به درجه حرارت‌های بالاتر و پایین‌تر از دمای مطلوب می‌باشد، به طوری که برخلاف جنین‌های فرشته ماهی آب شیرین، جنین‌های سوروم در دماهای ۲۴ و ۳۴ درجه سانتی‌گراد دچار تلفات صد درصدی شدند.

Hamasaki (۲۰۰۳) با مطالعه روی خرچنگ گلی (*S. serrata*) گزارش کردند که افزایش دمای انکوباتور از ۲۰ به ۳۰ درجه سانتی‌گراد، طول دوره انکوباسیون را از ۳۰ روز به ۱۰ روز کاهش می‌دهد، همچنین بهترین میزان بازماندگی لارو در دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد حاصل می‌شود. Smydere و Martin (۲۰۰۳) در تحقیق مشابهی بر ماهی *L. tenuis* گزارش کردند افزایش دمای انکوباسیون از ۱۸ به ۲۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش میزان درصد و صحت تفریخ می‌گردد. Chen و Yang (۲۰۰۴) نیز با بررسی انکوباسیون تخم بادکنک ماهی (*T. obscurus*) در دماهای ۱۵، ۱۹، ۲۳ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد گزارش کرد که بیشترین میزان تفریخ و بازماندگی لاروها در دمای ۱۹ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد حاصل می‌شود. Kitajima و Mihelakakis

تأثیر دمای انکوباتور بر گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی گرمابی، سردابی، آب شور و شیرین و همین‌طور میگو و خرچنگ به دفعات در سطح جهان مورد ارزیابی قرار گرفته است. Rana (۱۹۹۰)، Kitajima و Mihelakakis (۱۹۹۴)، Douglas و همکاران (۱۹۹۶)، Baynes و Howell (۱۹۹۶)، Hamasaki و Smydere (۲۰۰۳)، Yang و Chen (۲۰۰۴) و Mendiola و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات مشابهی به ترتیب بر روی خرچنگ گلی (*Scylla serrate*)، ماهی بادکنک ماهی (*Leuresthes tenuis*)، ماهی سی‌باس نقره‌ای (*Takifugu obscurus*)، ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، ماهی ماکرل آتلانتیک (*Scomber scombrus*)، ماهی *Solea solea* و ماهی کالیفرنایی (*Gymnocephalus cernuus*) گزارش دادند. افزایش دمای آب (تا حد معینی) در مرحله انکوباسیون سبب کاهش مدت زمان لازم برای تفریخ تخم‌ها می‌شود. در تحقیق حاضر تأثیر دمای انکوباتور بر فاکتورهای طول دوره انکوباسیون، درصد تلفات، درصد تفریخ و درصد بچه ماهیان ناقص در گونه سیچلاید سوروم (*Heros severus*) مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج کوتاه‌ترین مدت زمان انکوباسیون تخم ماهی سوروم در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷۹/۶ ساعت بود. در حالی که موسوی‌ثابت و وطن‌دوست (۱۳۹۲) این زمان را ۶۱

دریای خزر بدون ایجاد تأثیر معنی‌داری در رشته‌های ماهیچه‌ای سفید و به دنبال آن ایجاد تغییرات شکلی بدن این ماهی در مراحل بعدی رشد مورد ملاحظه قرار گرفت و اعلام نمودند تسریع و یا تاخیر در مدت زمان انکوباسیون این گونه مخاطراتی را در آینده برای این ماهی ایجاد نماید.

در نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود که دمای مطلوب انکوباسیون تخم ماهی سوروم ۲۸ درجه سانتی‌گراد است که در این دما کمترین میزان تلفات و همچنین بچه ماهیان ناقص مشاهده می‌شود. به علاوه انکوباسیون در این دما درصد تفریخ را به صورت معنی‌داری افزایش می‌دهد. کاهش مطلوب مدت زمان لازم برای تفریخ، کاهش تولد بچه ماهیان ناقص و افزایش درصد تفریخ اولاً به لحاظ بهره‌وری زمانی و اقتصادی برای کارگاه‌های تکثیر و پرورش مفید است و ثانیاً باعث استفاده بهینه از تخم‌های به-دست آمده از هر جفت مولد می‌شود.

منابع

ایگدری س.، موسوی ثابت ح.، حسنعلی‌پور ع. ۱۳۹۴. راهنمای عملی تکثیر و پرورش ماهیان زینتی آب شیرین. انجمن ماهی شناسی ایران و انتشارات سروا. ۱۵۶ صفحه.

علیزاده ثابت ح.، کلباسی م.، پورکاظمی م.، صادقی‌زاده م. ۱۳۹۵. اثرات دمای دوران انکوباسیون و لاروی بر روی تغییرات بافت ماهیچه ای لارو ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877). مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۵، شماره ۱: ۹۵-۱۰۵.

موسوی‌ثابت ح.، وطن‌دوست ص. ۱۳۹۲. تأثیر دمای انکوباسیون بر برخی شاخص‌های تخم‌گشایی و کیفیت لارو فرشته ماهی آب شیرین *Pterophyllum scalare*. فصلنامه علوم تکثیر و آبی‌پروری. شماره اول: ۷۱-۷۸.

Baynes S.M., Howell B.R. 1996. The influence of egg size and incubation temperature on the condition of *Solea solea* (L.) larvae at hatching and first feeding. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 199, 59-77.

Douglas J., Fairchild J., McCormick H. 1996. Effects of Temperature on Hatching and Development of Ruffe (*Gymnocephalus cernuus*). *Journal of Great Lakes Research*

(۱۹۹۴) نیز با بررسی انکوباسیون تخم ماهی سی‌باس نقره‌ای (*S. sarba*) در دماهای ۱۳، ۱۵، ۱۸/۵، ۲۲ و ۲۳/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند که بیشترین میزان تفریخ و بازماندگی لاروها در دمای ۱۸/۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد حاصل می‌شود و بزرگترین لاروها در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد متولد شدند. Rana (۱۹۹۰) نیز در تحقیق مشابهی با بررسی انکوباسیون تخم ماهی تیلاپیا (*O. niloticus*) در دماهای ۱۷، ۲۰، ۲۴، ۲۸، ۳۰، ۳۴/۵ و ۳۹/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش نمود که بیشترین میزان تفریخ (<۹۰ درصد) در دمای ۲۴ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد حاصل می‌شود. همچنین تمامی تخم‌ها در دماهای ۱۷ و ۳۹/۵ درجه سانتی‌گراد دچار مرگ و میر شدند و طول دوره انکوباسیون در دماهای ۳۴/۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۲/۳ و ۶ روز بود (Rana, 1990). Douglas. و همکاران (۱۹۹۶) نیز با بررسی انکوباسیون تخم ماهی کالیفرنایی *G. cernuus* در دماهای ۶، ۱۱، ۱۶ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند که بیشترین میزان لاروهای ناقص و کمترین میزان تفریخ در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد حاصل می‌شود. درصد تفریخ در دماهای ۱۱، ۱۶ و ۲۱ به ترتیب برابر با ۴۹، ۵۸ و ۶۶ درصد بوده است (Douglas et al., 1996).

در خصوص ماهیانی که تفریخ آن‌ها در دامنه دمایی پایین صورت می‌گیرد نیز گزارشات مشابهی در دسترس می‌باشد. در خصوص روند تفریخ و جذب کیسه زرده ماهی آزاد دریای خزر Kocabas (۲۰۱۲) بیان کرد که یک درجه سانتی‌گراد افزایش دمای انکوباسیون به کوتاه‌تر شدن دوران انکوباسیون به مدت ده روز می‌شود به طوری که هیچ‌گونه بدشکلی تا پایان جذب کیسه زرده مشاهده نگردیده است (Kalbassi and Pourramezani, 2008).

همچنین مطالعات انجام شده در دوران انکوباسیون قزل آلا قهوه‌ای محدوده پایین و بالای دمای انکوباسیون را به ترتیب ۳ و ۲۳ درجه سانتی‌گراد بیان نمود (Ojanguren and Brana, 2003). همچنین علیزاده ثابت و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند دمای ۳ درجه سانتی‌گراد با بیشترین موفقیت در تفریخ و کمترین مرگ و میر به‌عنوان دمای بهینه برای انکوباسیون نسل وحشی و یا پرورشی ماهی آزاد

- 22, 89-94.
- Hamasaki K. 2003. Effects of temperature on the egg incubation period, survival and developmental period of larvae of the mud crab *Scylla serrata* (Forsk.) (Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. *Aquaculture* 272, 257-258.
- Kocabas M., Bascinar N., Sahin S.A., Kutluyer F. 2012. Hatching performances and yolk sac absorptions of Caspian Brown trout (*Salmo trutta caspius* T., 1954). *The Journal of Animal and Plant Sciences* 22 (1), 88-92.
- Mendiola D., Alvarez P., Cotano U., Etxebeste E., Martínez de Murguía A. 2006. Effects of temperature on development and mortality of Atlantic mackerel fish eggs. *Fisheries Research* 80, 158-168.
- Mihelakakis A., Kitajima C. 1994. Effects of salinity and temperature on incubation period, hatching rate, and morphogenesis of the silver sea bream, *Sparus sarba* (Forsk., 1775). *Aquaculture* 126, 361-371.
- Ojanguren A.F., Brana F. 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in Brown trout. *Journal of Fish Biology* 62, 580-590.
- Pourramezani M., Kalbassi M.R. 2008. Hatching acceleration of Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) in an experimental incubator and its effect on some larval quality parameters. Tarbiat Modares Univ. M.Sc dissertation. 97 p.
- Rana K.J. 1990. Influence of incubation temperature on *Oreochromis niloticus* (L.) eggs and fry: I. Gross embryology, temperature tolerance and rates of embryonic development. *Aquaculture* 87, 165-181.
- Smydere A., Martin K.L.M. 2003. Temperature effects on egg survival and hatching during the extended incubation period of California grunion, *Leuresthes tenuis*. *Copeia* 313-320.
- Yang Z., Chen Y. 2004. Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifugu obscurus* (Abe) eggs. *Aquaculture* 246, 173-179.

Effect of temperature on incubation period, hatching rate, and larvae deformity in Severum *Heros severus*

Hamed Mousavi-Sabet*

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

*Corresponding author: mousavi-sabet@guilan.ac.ir

Received: 2018/12/2

Accepted: 2019/3/3

Abstract

This study was aimed to determine the optimum temperature, as one of the most important factors in hatching success during incubation time in Severum *Heros severus*. For this purpose, six thermal treatments, including 24, 26, 28, 30, 32 and 34°C were opted, and each treatment was performed with three replications. After incubation period, four hatching success indices, including incubation period, survival rate, hatching rate and deformed larvae were estimated. The results indicated that the optimum temperature for Severum's eggs incubation is 28°C. A short incubation period, along with significant decreasing in mortality rate and deformed larvae and high hatching rate were observed in the optimum temperature. The highest hatching rate (94.9±1.4%) and the lowest deformed larvae (0.2%) were observed in 28°C ($P<0.05$). In the 32°C the eggs were hatched within the shortest period with 79.6±3.1 h, that was significant shorter than others ($P<0.05$). The results showed that lower or higher temperatures than the optimum, causes an increasing in mortality rate, which the 24°C and 34°C caused a complete loss of eggs.

Keywords: Aquarium, Cichlidae, Optimum temperature, Incubation, Ornamental fishes.