اثر دما بر رشد و بقاء لارو فیل‌ماهی (*Huso huso*) از مرحلهٔتفریخ تا مرحلهٔجذب کیسهٔزرده

- **سیدصمد هاشمی**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
- **محمدرضا قمی***: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
- **مهدی سهراب‌نژاد**: سایت خاویاری آبزی گستران ساعی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: آبان ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: بهمن ١٣٩٦

چکیده

در مطالعهٔحاضر، اثر دما بر رشد و بازماندگی لارو فیل‌ماهی از مرحلهٔ تفریخ تا مرحلهٔ جذب کیسهٔ زرده مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش تعداد٤٥٠ قطعه لارو تازه تفریخ شدهٔ فیل‌ماهی با وزن اولیهٔ ٢٠±٠/٩٧ میلی‌گرم در قالب ٥ تیمار دمایی١٠، ١٥، ١٨، ٢١ و ٢٤ درجهٔ سانتی‌گراد با ٣ تکرار آزمایشی برای هر تیمار، به‌مدت ده روز در تشت‌های پلاستیکی استوانه‌ای، با حجم ٢٠ لیتر و دبی ورودی آب دو لیتردر دقیقه انجام شد. نتایج نشان داد هرچه دمای آب بالاتر رود، میزان تلفات نوزادان بیش‌تر و بازماندگی کم‌تر می‌شود. دمای١٠ درجهٔ سانتی‌گراد با استفاده از دستگاه سردکنندهٔ چیلر برای همهٔ لاروها در همان دقایق اولیه قابل تحمل نبوده و میزان تلفات آن به ١٠٠٪ رسید. درمیان دیگر گروه‌های دمایی، بیش‌ترین تلفات در دمای٢٤ درجهٔ سانتی‌گراد (١/١٥±٧/٣٣٪) و کم‌ترین تلفات در دمای ١٥ درجهٔ سانتی‌گراد (٠/٣٢±١٪) اتفاق افتاده است. با بالا رفتن دمای آب تا ٢٤ درجهٔ سانتی‌گراد، زمان جذب کیسهٔ زرده در لاروهای فیل‌ماهی به‌طور مشخصی کاهش می‌یابد. کم‌ترین میزان رشد لاروها در دمای٢١ درجهٔ سانتی‌گراد دیده شد. دمای ١٨ درجهٔ سانتی‌گراد به‌علت تلفات پایین لاروها و حصول وزن بیش‌تر (٠/٨±٨٤/٠٠ میلی‌گرم) نسبت به سایر تیمارها، به‌عنوان دمای مناسب پرورش لارو فیل‌ماهی، درنظر گرفته می‌شود.

کلمات کلیدی: لارو فیل‌ماهی، دما، رشد، بقاء، کیسهٔ زرده

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mghomi@tonekabon.iau.ac.ir

مقدمه

گونه‌های ماهیان‌خاویاری دریای‌خزر که در گذشته منبع اصلی تولید خاویار وحشی در دنیا بوده‌اند، به‌دلیل صید بی‌رویه، از بین رفتن بسترهای تخم‌ریزی و آلودگی آب‌ها دچار کاهش شدیدی گردیدند (Bronzi و همکاران، ۲۰۱۱). این امر موجب کاهش شدید عرضهٔ گوشت و خاویار و نتیجتاً بحران صنعت مرتبط با آن گردید. به این منظور، تکثیر مصنوعی عملی‌ترین و منطقی‌ترین راهکار جهت جبران اُفت ذخیره توسط کشورها مورد قبول و همه ساله میلیون‌ها قطعه بچه‌ماهی به حوضه‌های آبی مرتبط و ازجمله جنوب دریای خزر توسط ایران‌رهاسازی‌می‌گردد(Abdolhay، ۲۰۰۴).ازجمله راه‌های جلوگیری از انقراض این گونه‌های مهم و نادر دریای خزر، همانند سایر ماهیان درحال انقراض، تکثیر مصنوعی و رهاسازی آن به دریا می‌باشد. یکی از مراحل بسیار مهم تکثیر مصنوعی ماهیان‌خاویاری، مرحلهٔ لاروی از مرحلهٔ تفریخ تا مرحلهٔجذب کیسهٔزرده، یعنی خروج مادهٔ سیاه‌رنگ (ملانین‌پروپکا) از دستگاه گوارش، در مخازن ونیرو می‌باشد. مطالعهٔ رشد و بقاء لارو این گونهٔ با ارزش در دمای بالاتر از دمای انکوباسیون، می‌تواند بعضی از جنبه‌های فیزیولوژی تغذیه را روشن سازد و در رفع مشکلات تغذیه‌ای مؤثر باشد. در فیل‌ماهی و تاسماهی شیب جوان (*Acipenser nudiventris*)،مشخص‌شدبا افزایش درجهٔ حرارت همانند بسیاری از ماهیان دیگر، نرخ متابولیسم افزایش می‌یابد (کردجزی و همکاران، ۱۳۸۲). هم‌چنین بقاء و رشد، در لارو ماهی فلاندر (*Paralichthys dentatus*) به درجهٔ حرارت و تأخیر در زمان شروع تغذیهٔ خارجی بستگی دارد (Bisbal Gustavo و Bengtson، ۱۹۹۵). دما، یک عامل مهم و مؤثر بر فیزیولوژیکی عملکرد اکتوترم (پوستهٔ خارجی) (Marcus و همکاران، ۲۰۱۴) بوده و تغییرات در درجهٔ حرارت بر سوخت و ساز، رشد، توسعه و حتی عملکرد حرکتی مؤثر می‌باشد (Finstad و همکاران، ۲۰۰۷). درک تأثیر عوامل محیطی مانند دما، بر رشد و بقاء لارو ماهیان‌خاویاری، اطلاعات مهم و کارآمدی را برای مراکز تکثیر به‌ارمغان می‌آورد(Richmondو Kynard، ۱۹۹۵؛ Kynard و Parker، ۲۰۰۵؛ Counihan و همکاران، ۱۹۹۸). دما و محیط، از عوامل مستقیم تأثیرگذار بر تلفات لارو ماهیان خاویاری به‌ویژه در طی مرحلهٔ تغذیهٔ مختلط می‌باشد (Marcus و همکاران، ۲۰۱۴). کیسهٔ زرده، یک عضو موقت می‌باشد که ارائه مواد غذایی به پیش‌لارو را برعهده دارد. در چند روز اول بسته به نوع ماهی و درجهٔ حرارت، لارو احتیاجی به غذا نداشته و تمام نیاز خود را از مواد غذایی کیسهٔ زرده می‌گیرد. همین‌که ۲/۳ کیسهٔ زرده جذب شد، مرحلهٔ تغذیهٔ مختلط شروع می‌شود که در آن ماهی برای رشد و نمو خود، هم از غذای موجود در آب و هم از ماندهٔ ذخیرهٔ کیسهٔ زرده استفاده می‌کند. پس از جذب شدن کامل مواد غذایی کیسهٔ زرده، تمام نیاز غذایی نوزاد باید از بیرون، یعنی محیط اطراف او تأمین گردد (Hoar و Randall، ۱۹۹۸). کیسهٔ زرده، اغلب شامل ترکیبات پروتیینی، پلی‌ساکاریدهای خنثی و به‌میزان کم‌تری چربی است. رشد پیش‌لاروها قبل‌از آغاز تغذیهٔ بیرونی، توسط کیسهٔزرده می‌باشد. در طی این مراحل، اندام‌های اصلی (ازجمله بخش‌هایی از دستگاه گوارش) متمایز می‌شود و یک سیستم مورفو- فیزیولوژیک واحد تشکیل شده که قادر به ادامهٔ حیات پیش‌لارو برای مراحل مختلف رشد و نمو می‌باشد. در دامنهٔ دمای بهینه، سرعت رشد پیش‌لاروهای ماهیان خاویاری بیش‌تر می‌باشد. دمای بهینه در سرعت رشد پیش‌لاروهای فیل‌ماهی، ۱۵/۲درجهٔ سانتی‌گراد گزارش شده است (فارابی و رمضانی، ۱۳۸۴). دمای بهینه، بر طول دورهٔ انکوباسیون تخم و سرعت جذب کیسهٔ زرده، رشد و تکامل پیش‌لاروها تأثیر گذاشته و باعث سرعت بخشیدن به این مراحل می‌گردد. برای بسیاری از ماهی‌ها، دورهٔ لاروی، زمان بزرگ مرگ و میر است که می‌تواند به‌ویژه در طول انتقال بین تغذیهٔ درون‌زاد و خوراک خارجی باشد. این دوره معمولاً به‌عنوان یک دورهٔ بحرانی در توسعهٔ لارو دیده می‌شود و می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر بقاء و ماندگاری تأثیر بگذارد (marcus و همکاران، ۲۰۱۴). لاروها پس از خروج از تخم، ابتدا در ستون آب پراکنده و با ایجاد حرکات مدور تا سطح آب رفته و سپس به کف سقوط می‌کنند. لاروها بسته به دمای آب تا ۱۴روز به‌حالت خواب فرو می‌روند (فارابی و رمضانی، ۱۳۸۴) و در کف مخزن به‌حالت سکون باقی می‌مانند. به گزارش Dettlaf و همکاران (۱۹۹۳) غذادهی به لارو ماهیان خاویاری درست بعد از خروج مادهٔ سیاه‌رنگ (ملانین پروپکا) باید آغاز شود و در این مرحله است که حالت هم‌جنس‌خواری در لاروها مشخص می‌شود (کردجزی و همکاران، ۱۳۸۲). تحقیق حاضر با بررسی رشد و بقاء لارو فیل‌ماهی (*Huso huso*) در دماهای ۱۰، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درجهٔسانتی‌گراد، با هدف تعیین معرفی بهترین دما در دورهٔ پرورش لاروی فیل‌ماهی از مرحلهٔ تفریخ تا مرحلهٔ جذب کیسهٔ زرده، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مرکز تکثیر و ژنتیک آبزیان شهیدرجائی ساری انجام شد. در اسفند سال ۱۳۹۵، تعداد ۴۵۰ قطعه لاروهای تفریخ شده حاصل از تکثیر مصنوعی فیل‌ماهی پرورشی تا مرحلهٔ جذب کیسهٔ زرده در تشت‌های پلاستیکی استوانه‌ای، با حجم ۲۰ لیتر و دبی ورودی آب دو لیتردر دقیقه، استفاده شد. قبل از شروع آزمایش، میانگین وزن و طول تعداد ۴۰ قطعه لارو فیل‌ماهی توسط ترازوی آزمایشگاهی دیجیتال (دقت ۰/۰۰۱، مدل Ej۳۰۳، ساخت ژاپن) و

کولیس دستی (مدل Mitutoyo ساخت ژاپن) با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر تعیین شد که دارای وزن ۰/۹۷±۲۰ میلی‌گرم بودند. در این پژوهش برای لارو فیل‌ماهی از ۵ تیمار دمایی ۱۰، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد، استفاده شد که هر تیمار دارای سه تکرار بوده است. تعداد لاروها در هر تکرار ۳۰ عدد و در مجموع برای این مرحله از مطالعه، ۴۵۰ عدد لارو در داخل تشت‌ها پس از هم‌دماسازی، معرفی شدند. آب مورد استفاده در دورهٔ نگه‌داری لاروها در دماهای مختلف، از آب چاه تأمین گردید که دارای اکسیژن محلول در محدوده ۷/۸۵ تا ۱۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر و pH در محدوده ۷/۶۳ تا ۸/۰۳ در تیمارهای آزمایش بوده است. ابتدا آب پس از فیلتر شدن در استخر ذخیره، نگه‌داری و هوادهی شد و سپس به تشت‌های پرورش لارو هدایت گردید. در این پژوهش، برای ثابت نگه‌داشتن دماهای مورد نظر ۱۵، ۱۸، ۲۱، ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد از هیترهای شیشه‌ای ۵۰۰ وات مدل HB از شرکت نسیم یاس ایران، استفاده شد. یکی از دماهای مورد نظر در این پژوهش، دمای ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است. این دما با استفاده از دستگاه سردکنندهٔ چیلر، تأمین گردید. دما، اکسیژن محلول در آب و pH، با استفاده از دستگاه اکسیژن‌متر و pH متر مدل HQ40d ساخت کشورآمریکا در سه نوبت صبح، ظهر و شب، اندازه‌گیری شد. زمان سازگاری لاروها و دورهٔ ثابت نگه‌داشتن دما و اکسیژن محلول در آب و هم‌چنین هم‌دماسازی تدریجی لاروها در کلیهٔتیمارها، ۴۸ ساعت به‌طول انجامید. جهت سنجش میزان بازماندگی یا بقاء لاروها، از زمان شروع عملیات میدانی، تلفات لاروها در تمامی تکرارها، به‌طور روزانه ثبت شد. زیست‌سنجی نهایی لاروها بعد از جذب کیسهٔ زرده شامل (طول کل و وزن نهایی) انجام شد. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای دمایی مختلف، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. ضمناً، جهت مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای مختلف، از آزمون مقایسه میانگین چنددامنهٔ دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید. هم‌چنین آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۸ انجام شد.

نتایج

داده‌های توصیفی بررسی اثر دماهای مختلف ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد بر برخی از پارامترهای رشدو بقاءلاروهای فیل‌ماهی، در جدول ۱ ارائه شده است. در دمای ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد کلیهٔ لاروها در همان دقایق اولیه تلف شدند، لذا پارامترهای رشد و بقاء این تیمار دمایی در جدول ارائه نشده است.

جدول ۱: مقایسهٔپارامترهای رشد و بقاء لارو فیل‌ماهی از مرحلهٔ تفریخ تا مرحلهٔ جذب کیسهٔ زرده در دماهای ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درجهٔسانتی‌گراد

شاخص‌ها	(شاهد) ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد	۱۸درجهٔ سانتی‌گراد	۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد	۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد
تعداد لارو اولیه	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
تعداد روز جذب کیسه زرده به روز (ساعت- درجه)	۱۰ (۱۵۰)	۹ (۱۶۲)	۸ (۱۶۸)	۶ (۱۴۴)
میانگین وزن اولیه لاروها (میلی‌گرم)	۲۰ ± ۱	۲۰ ± ۱	۲۰ ± ۱	۲۰ ± ۱
میانگین وزن نهایی لاروها (میلی‌گرم)	۶۳/۳۳± ۱/۲۶c	۸۴/۰۰±۰/۸a	۴۸/۳۳± ۱/۲۱d	۶۸/۶۷±۱/۲۱b
طول کل اولیه لاروها (میلی‌متر)	۸/۵۰ ± ۱/۶۴	۸/۵۰ ± ۱/۶۴	۸/۵۰ ± ۱/۶۴	۸/۵۰ ± ۱/۶۴
طول کل نهایی لاروها (میلی‌متر)	۲۵/۱۷ ± ۲/۳۱	۲۴ ± ۱/۴۱	۲۴/۶۷ ± ۲/۰۶	۲۴/۸۳ ± ۲/۴
CF (٪)	۰/۴۱۴ ± ۰/۱۱b	۰/۶۱۸ ± ۰/۱۱a	۰/۳۳۲ ± ۰/۰۸b	۰/۴۶۹ ± ۰/۱۳b
SGR (٪)	۲۵/۷۶ ± ۰/۰۵d	۲۸/۷۸ ± ۰/۰۴c	۳۳/۵۳ ± ۰/۰۵b	۶۷/۵۱ ± ۰/۲۰a
تلفات	۱±۰/۳۲b	۲/۶۷±۰/۵۷b	۵/۶۷ ±۲/۰۸a	۷/۳۳ ± ۱/۱۵a

طبق جدول ۱، تلفات لاروهای فیل‌ماهی در دماهای مختلف نشان می‌دهدکه هرچه دمای آب بالاتر رود، میزان تلفات لاروها بیش‌تر و بازماندگی کم‌تر می‌باشد و همان‌طورکه مشاهده شد، بیش‌ترین تلفات در دمای۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد، (۷/۳۳٪) و کم‌ترین تلفات در دمای ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد (۱٪) اتفاق افتاده است. همان‌طورکه در جدول مشاهده می‌شود، با بالا رفتن دمای آب، تعداد روزهای جذب کیسهٔزرده در لاروهای فیل‌ماهی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. لذا کم‌ترین ساعت- درجهٔجذب کیسهٔ زرده دردمای ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد، (۱۴۴ساعت- درجه) و بیش‌ترین روز جذب کیسهٔ زرده، در دمای ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد، (۱۵۰ ساعت- درجه) می‌باشد.

مطابق جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین تغییرات وزن در دمای ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد، افزایش وزن بالاتری(۸۴ میلی‌گرم) نسبت

به سایر تیمارها نشان دادند، ولی لاروهای نگه‌داری شده در تیمار ۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد، میانگین تغییرات وزن‌شان پایین‌تر بود (۴۸/۳۳ میلی‌گرم). هم‌چنین میانگین تغییرات CF و SGR با افزایش دما در بالاترین حد خود به‌ترتیب (۰/۴۶۹ و ۶۷/۵۱ درصد) و بالعکس با کاهش دما میانگین تغییرات CF و SGR در پایین‌ترین حد خود به‌ترتیب (۰/۴۱۴ و ۲۵/۷۶ درصد) قرار می‌گیرد.

بحث

طی مطالعهٔحاضر، لارو فیل‌ماهی تحمل دمایی بین ۱۵ تا ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد را نشان دادند، بالاترین میزان تلفات بعد از دمای ۱۰ درجهٔسانتی‌گراد،در دمای ۲۴درجهٔ سانتی‌گراد دیده شد(۷/۳۳٪). در تحقیق حاضر، تلفات، رشد، توسعه و حتی عملکرد حرکتی لاروهای فیل‌ماهی تحت تأثیر درجهٔ حرارت قرار گرفته است. یعنی با افزایش دما، رشد لاروها افزایش یافته است و شنای فعال لاروها در سطح و کنارهٔ آب بعد از دورهٔ خواب لاروها به‌وضوح قابل رویت بوده است و این پژوهش با مطالعاتی که توسط Richmond و Kynard، ۱۹۹۵؛ Kynard و Parker، ۲۰۰۵؛ Counihan و همکاران، ۱۹۹۸؛ Finstad و همکاران، ۲۰۰۷؛ Blaxter، ۱۹۹۲ صورت گرفته است، مطابقت دارد. McAdam (۲۰۱۱)، طی مطالعه‌ای بر روی ماهیان خاویاری سفید (*Acipenser transmontanus*) بیان داشت به‌طورکلی در آب شیرین در فصل تخم‌ریزی ماهیان خاویاری، در طی ماه اول زندگی لاروها، درجهٔ حرارت می‌تواند بر رشد و بازماندگی تأثیرگذار باشد. هم‌چنین دما،عامل‌مهمی در فیزیولوژی و عملکرد پوستهٔ خارجی است (Marcus و همکاران، ۲۰۱۴؛ Rombough، ۱۹۹۶) و تغییرات در دمای بدن، میزان متابولیسم، رشد و حتی عملکرد حرکتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Finstad و همکاران، ۲۰۰۷). لذا در مطالعهٔ حاضر نیز مشخص شد که دما عامل مهم در رشد، عملکرد حرکتی (تغییر رفتار از مرحلهٔ سکون در کف به مرحلهٔ حرکت و شناگری در سطح آب و کناره‌ها با جذب کیسهٔزرده هم‌زمان است) و فعالیت‌های‌رفتاری‌لاروهای‌فیل‌ماهی داشته و کاملاً مشابه تحقیقات صورت گرفته می‌باشد.

Wang و همکاران (۲۰۰۱)، طی مطالعه‌ای بر روی لاروهای تازه تفریخ شدهٔ ماهیان خاویاری سفید رودخانهٔ ساکرامنتو، به این نتیجه دست یافتند که بیش‌ترین بقاء و بازماندگی لاروها در دماهای بین ۱۴ و ۱۶ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است.هم‌چنین Halver و Hardy (۲۰۰۲)، طی مطالعه‌ای دریافتند که بقاء لارو ماهیان‌خاویاری اقیانوس اطلس (*Acipencer sturio*)، بیش‌تردر دمای‌پایین‌تر می‌باشد، امارشدبا درجهٔ حرارت گرم‌تر و بالاتر امکان‌پذیر بوده و افزایش یافته است. Marcus و همکاران (۲۰۱۴)، طی مطالعه‌ای بر اثر دما و بستر، بر رشد و بقای ماهیان خاویاری سفید در دو دمای ۱۳/۵ درجهٔ سانتی‌گراد با بستر شنی و ۱۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد بدون بستر شنی به این نتیجه دست یافتند،لاروی‌که در دمای ۱۳/۵ درجهٔ سانتی‌گراد با بستر شنی پرورش یافتند، از نظر وزن بیش‌تر و لاروی‌که در دمای ۱۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد بدون بستر شنی پرورش یافتند، از وزن کم‌تری برخوردار بودند. هم‌چنین بیان نمودند لاروهایی که در دمای ۱۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شدند، نسبت‌به لاروهایی‌که در دمای ۱۳/۵ درجهٔ سانتی‌گراد در بستر شنی نگه‌داری شدند، میزان جذب کیسهٔ زردهٔ آن‌ها بیش‌تر بوده است و هم‌چنین در کبد واکوئل چربی بیش‌تری داشتند. آن‌ها هم‌چنین بیان داشتند که بیش‌ترین بقاء و بازماندگی لاروها در دمای ۱۳/۵درجهٔسانتی‌گراد در بستر شنی مشاهده شد. تمام مطالعات انجام شده توسط Zubair و همکاران (۲۰۱۲)، Wang و همکاران (۲۰۰۱)، Marcus و همکاران (۲۰۱۴)، Halver و Hardy (۲۰۰۲)، Feist و همکاران (۲۰۰۴) در اثر دما بر رشد و بقاء لاروها، با نتایج منتج شده در این پژوهش هم‌خوانی دارد. در این مطالعه نیز نتایج نشان داد که بهترین دما برای رشد لاروهای فیل‌ماهی ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد و بیش‌ترین بقاء و بازماندگی در دمای ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد، اتفاق افتاده است. در نتیجه، دما عامل مهمی در رشد و بقاء لارو فیل‌ماهی است. دما می‌تواند اطلاعات مهم برای درک عواملی مانند جذب کیسهٔ زرده و وزن را تحت تأثیر قرار دهد. جذب کیسهٔ زرده در لاروهای فیل‌ماهی، با به خواب رفتن لاروها، اتفاق می‌افتد. یعنی یکی از مسائل رفتارشناسی لارو فیل‌ماهی در مرحلهٔ لاروی، دورهٔ خواب لاروها می‌باشد. لاروها بعد از جذب کیسهٔزرده، به‌حالت خواب قرار می‌گیرند و در این زمان، هیچ تحرکی از خود ندارند و آرام در یک‌جا به‌حالت سکون قرار می‌گیرند تا دفع مادهٔ سیاه‌رنگ (ملانین‌پروپکا) صورت گیرد. لذا، همان‌طورکه در نتایج بیان شد، دمای بالا، تأثیر به‌سزایی در درک عواملی مانند رشد، جذب کیسهٔ زرده و افزایش وزن را به دنبال دارد و این پژوهش و تحقیقات به‌عمل آمده با مطالعات Richmond و Kynard (۱۹۹۵)، McAdam (۲۰۱۱)، Kynard و Parker (۲۰۰۵)، Marcus و همکاران (۲۰۱۴)، Counihan و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت می‌نماید.

عبدالباقیان و همکاران (۱۳۹۴)، طی بررسی اثر دما و غذا بر رشد و بازماندگی لاروهای فرشته ماهی (*Pterophyllum scalare*)، بیان داشتند که حداکثر میانگین تغییرات طول و وزن (رشد) لاروهای فرشته ماهی مربوط به تیمار دمایی ۳۱ درجهٔ سانتی‌گراد و حداقل آن مربوط به تیمار دمایی ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد می‌باشد. لذا در مطالعهٔ حاضر چنین استنتاج شد که حداکثر میانگین وزن لاروهای فیل‌ماهی به تیمار ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد و حداقل آن مربوط به تیمار دمایی ۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد می‌باشد، البته طی یک نوسان (از ۲۱ به

۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد) مجدداً وزن لاروها در دمای بالاتر، تغییراتی حاصل شد و افزایش یافت که بیانگر تشابه این دو گونه در این زمینه به هم است (جدول ۱). Feist و همکاران (۲۰۰۴)، طی مطالعه‌ای بر اثر حرارت بر رشـد، تکامل و رفتار عمومی ماهی (*Amphiprion melanopus*) بیان نمودند که حرارت عامل تنظیم رشد سریع ماهی است. به‌طوری‌که در ماهی گرمسیری فوق گزارش کرده‌اند تغییرات جزئی در حرارت منجر به تغییرات زیاد در رشد، تکامل و شنای ماهی گردیده است.

در تحقیقات صورت گرفته در این مطالعه نیز چنین نتیجهٔ مشابهی دریافت شده است، به‌طوری‌که با افزایش درجهٔ حرارت در دورهٔ پرورش لاروهای فیل‌ماهی، رشد وزنی، تکامل و شنای لاروها به‌طور چشمگیری قابل مشاهده بوده است. هم‌چنین Zubair و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که بقای ماهیان خاویاری در دمای پایین‌تر کم‌تر بوده، اما رشد وزنی ماهی در دمای بالاتر یا گرم‌تر، افزایش می‌یابد. بنابراین، رشد و بقاء ماهی خاویاری به‌شدت تحت تأثیر مستقیم دما تغییر می‌کند. در مطالعهٔ حاضر نیز نشان داده شد که با افزایش دما رشد وزنی لاروهای فیل‌ماهی افزایش، و با پایین بودن دمای آب، بقاء و بازماندگی لاروها افزایش یافته است.

درنهایت، می‌توان چنین استنباط نمود که بیش‌ترین بقاء لارو فیل‌ماهی در دماهای ۱۵ و ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد و بیش‌ترین رشد لاروها در دمای ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است. نتایج نشان می‌دهد که دما تأثیر معنی‌داری در اندازهٔ طولی کل لاروها ندارد، ولی تغییرات جزئی در حرارت، منجر به تغییرات زیاد در رشد وزنی، تکامل و زمان شنای لارو فیل‌ماهی گردیده است.

تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم تکثیر ماهیان خاویاری مرکز ژنتیک و بازسازی ذخایر آبزیان شهیدرجایی ساری (مهندس علی نوری و مهندس چنگیز مخدومی) و همهٔ کارکنان آن مرکز به پاس توجه وافر به امر تحقیقات و رفع مشکلات موجود، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

۱. **عبدالباقیان، س.؛ متین‌فر، ع. و جمیلی، ش.، ۱۳۹۴.** اثر دما و غذا بر روی رشد و بازماندگی نوزادان فرشته ماهی (*Pterophyllum Scalare*). مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. دوره ۱۷، شماره ۲، صفحات ۱۴۳ تا ۱۵۱.

۲. **فارابی، م. و رمضانی، ح.، ۱۳۸۴.** بررسی مراحل رشد لاروی، بچه ماهی نورس و انگشت‌قد فیل‌ماهی(*Huso huso*) در تکثیر مصنوعی جهت بازسازی ذخایر. مجلهٔ سیویلیکا، ششمین همایش علوم و فنون دریایی، صفحات ۱ تا ۱۲.

۳. **کردجزی، ض.؛ کمالی، ا.؛ نظری، ر. و یغمایی، ف.، ۱۳۸۲.** اثر زمان شروع غذادهی روی رشد و بقاء لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۳، شماره ۱، صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۸.

۴. **Abdolhay, H., 2004.** Sturgeon stock enhancement program in the Caspian Sea with emphasis on Iran, FAO, Italy. pp: 133-170.

۵. **Bisbal Gustavo, A. and Bengtson, D.A., 1995.** Effect of delayet feeding on survival and growth of Summer Flounder (*Paralichthys dentatus*) larvae. Marine Ecology Progress series. Vol. 121, pp: 301-306.

۶. **Blaxter, J.H.S., 1992.** The effect of temperature on larval fishes. Neth. J. Zool. Vol. 42, pp: 336-357.

۷. **Bronzi, P.; Rosenthal, H. and Gessner, J., 2011.** Global sturgeon aquaculture production: an overview. J Appl Ichthyol. Vol. 27, pp: 169-175.

۸. **Counihan, T.D.; Miller, A.I.; Mesa, M.G. and Parsley, M.J., 1998.** The effects of dissolved gas supersaturation on white sturgeon larvae. Trans. Am. Fish Soc. Vol. 127, pp: 316-322.

۹. **Dettlaf, T.A.; Ginsburg, A.S. and Schmalhausen, O.L., 1993.** Sturgeon fishes. Developmental Biology and Aquaculeure, Springer-Verlag, Berlin. 300 p.

۱۰. **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. Vol. 232, pp: 581-594.

۱۱. **Finstad, A.G.; Einum, S.; Forseth, T. and Ugedal, O., 2007.** Shelter availability affects behaviour, size dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. Freshw. Biol. Vol. 52, No. 9, pp: 1710-1718.

۱۲. **Halver, J.E. and Hardy, R.W., 2002.** Fish Nutrition. 3rd Rev Edn. Academic Press Inc. USA. 500 p.

۱۳. **Hoar, W.S. and Randall, D.J., 1998.** Fiah Physiology. Academic press, INC. London (LTD). 630 p.

۱۴. **Kynard, B. and Parker, E., 2005.** Ontogenetic behavior and dispersal of Sacramento River white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, with a note on body color. Environ. Biol. Fishes. Vol. 74, No. 1, pp: 19-30.

۱۵. **Marcus, A.B.; McAdam, S.O. and Mark, J.S., 2014.** The effect of temperature and substrate on the growth, development and survival of larval white sturgeon. Aquaculture. Vol. 430, pp: 139-148.

۱۶. **McAdam, S.O., 2011.** Effects of substrate condition on habitat use and survival by white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae, and potential implications for recruitment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 68, pp: 812-821.

۱۷. **Richmond, A.M. and Kynard, B., 1995.** Ontogenetic behaviour of shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum*. Copeia. Vol. 1, pp: 172-182.

۱۸. **Rombough, P.J., 1996.** The effects of temperature on embryonic and larval development. In Global Warming Implications for Freshwater and Marine Fish (Eds.) McDonald, D.G. and Wood, C.M. Cambridge: Cambridge University Press. pp: 177-223.

۱۹. **Wang, H.Y.; Weng, C.F.; Tu, M.C. and Lee, S.C., 2001.** Synchronization of plasma sexual steroid concentration and gonadal cycles in the sleeper, *Eleotris acanthopoma*. Zoological Studies. Vol. 40, No. 1, pp: 14-20.

۲۰. **Zubair, S.N.; Peake, S.J.; Hare, J.F. and Anderson, W.G., 2012.** The effect of temperature and substrate on the development of the Cortisol stress response in the lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, Rafinesque (1817). Env. Biol. Fish. Vol. 93, pp: 577-587.