

اثر دما بر رشد و بقاء لارو فیل ماهی (*Huso huso*) از مرحله تفریخ تا مرحله جذب کیسه زرده

- 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 سهراب نژاد: سایت خاویاری آبی گستران ساعی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۶

چکیده

در مطالعه حاضر، اثر دما بر رشد و بازماندگی لارو فیل ماهی از مرحله تفریخ تا مرحله جذب کیسه زرده مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش تعداد ۴۵۰ قطعه لارو تازه تفریخ شده فیل ماهی با وزن اولیه 20 ± 0.97 میلی گرم در قالب ۵ تیمار دمایی ۱۰، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درجه سانتی گراد با ۳ تکرار آزمایشی برای هر تیمار، به مدت ده روز در تشت‌های پلاستیکی استوانه‌ای، با حجم ۲۰ لیتر و دبی ورودی آب دو لیتر در دقیقه انجام شد. نتایج نشان داد هرچه دمای آب بالاتر رود، میزان تلفات نوزادان بیش‌تر و بازماندگی کم‌تر می‌شود. دمای ۱۰ درجه سانتی گراد با استفاده از دستگاه سردکننده چیلر برای همه لاروها در همان دقایق اولیه قابل تحمل نبوده و میزان تلفات آن به ۱۰۰٪ رسید. در میان دیگر گروه‌های دمایی، بیش‌ترین تلفات در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد ($1/15 \pm 0.7/33$ ٪) و کم‌ترین تلفات در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد ($32/1 \pm 0.1$ ٪) اتفاق افتاده است. با بالا رفتن دمای آب تا ۲۴ درجه سانتی گراد، زمان جذب کیسه زرده در لاروهای فیل ماهی به‌طور مشخصی کاهش می‌یابد. کم‌ترین میزان رشد لاروها در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد دیده شد. دمای ۱۸ درجه سانتی گراد به‌علت تلفات پایین لاروها و حصول وزن بیش‌تر ($84/0 \pm 0.8$ میلی گرم) نسبت به سایر تیمارها، به‌عنوان دمای مناسب پرورش لارو فیل ماهی، در نظر گرفته می‌شود.

کلمات کلیدی: لارو فیل ماهی، دما، رشد، بقاء، کیسه زرده



مقدمه

از جذب شدن کامل مواد غذایی کیسهٔ زرده، تمام نیاز غذایی نوزاد باید از بیرون، یعنی محیط اطراف او تأمین گردد (Randall و Hoar، ۱۹۹۸). کیسهٔ زرده، اغلب شامل ترکیبات پروتئینی، پلی ساکاریدهای خنثی و به میزان کمتری چربی است. رشد پیش لاروها قبل از آغاز تغذیهٔ بیرونی، توسط کیسهٔ زرده می‌باشد. در طی این مراحل، اندام‌های اصلی (از جمله بخش‌هایی از دستگاه گوارش) متمایز می‌شود و یک سیستم مورفو-فیزیولوژیک واحد تشکیل شده که قادر به ادامهٔ حیات پیش لارو برای مراحل مختلف رشد و نمو می‌باشد. در دامنهٔ دمای بهینه، سرعت رشد پیش لاروهای ماهیان خاویاری بیش تر می‌باشد. دمای بهینه در سرعت رشد پیش لاروهای فیلماهی، ۱۵/۲ درجهٔ سانتی‌گراد گزارش شده است (فارابی و رضانی، ۱۳۸۴). دمای بهینه، بر طول دورهٔ انکوباسیون تخم و سرعت جذب کیسهٔ زرده، رشد و تکامل پیش لاروها 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 ۱۴ روز به حالت خواب فرو می‌روند (فارابی و رضانی، ۱۳۸۴) و در کف مخزن به حالت سکون باقی می‌مانند. به گزارش Dettlaf و همکاران (۱۹۹۳) غذایی به لارو ماهیان خاویاری درست بعد از خروج مادهٔ سیاه‌رنگ (ملانین پروپیکا) 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 درجهٔ سانتی‌گراد، با هدف تعیین معرفی بهترین دما در دورهٔ پرورش لاروی فیلماهی از مرحلهٔ تفریح تا مرحلهٔ جذب کیسهٔ زرده، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مرکز تکثیر و ژنتیک آبزیان شهید رجایی ساری انجام شد. در اسفند سال ۱۳۹۵، تعداد ۴۵۰ قطعه لاروهای تفریح 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 لیتر در دقیقه، استفاده شد. قبل از شروع آزمایش، میانگین وزن و طول تعداد ۴۰ قطعه لارو فیلماهی توسط ترازوی آزمایشگاهی دیجیتال (دقت ۰/۰۰۱، مدل E3۰۳، ساخت ژاپن) و

گونه‌های ماهیان خاویاری دریای خزر که در گذشته منبع اصلی تولید خاویار وحشی در دنیا بوده‌اند، به دلیل 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 آفت ذخیره توسط کشورها مورد قبول و همه ساله میلیون‌ها قطعه بچه‌ماهی به حوضه‌های آبی مرتبط و از جمله جنوب دریای خزر توسط ایران رهاسازی می‌گردد (Abdolhay، ۲۰۰۴). از جمله راه‌های جلوگیری از انقراض این گونه‌های مهم و نادر دریای خزر، همانند سایر ماهیان در حال انقراض، تکثیر مصنوعی و رهاسازی آن به دریا می‌باشد. یکی از مراحل بسیار مهم تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری، مرحلهٔ لاروی از مرحلهٔ تفریح تا مرحلهٔ جذب کیسهٔ زرده، یعنی خروج مادهٔ سیاه‌رنگ (ملانین پروپیکا) 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 nudiiventris*)، مشخص شد با 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 (Bengtson و Bisbal Gustavo، ۱۹۹۵). دما، یک عامل مهم و مؤثر بر فیزیولوژی 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 ماهیان خاویاری، اطلاعات مهم و کارآمدی را برای مراکز تکثیر به‌رمغان می‌آورد (Richmond و 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 پیش لارو 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

در آب و هم‌چنین هم‌دماسازی تدریجی لاروها در کلیه تیمارها، ۴۸ ساعت به طول 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 کیسه 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 چنددامنه دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید. هم‌چنین آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۸ انجام شد.

نتیجه

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

کولیس دستی (مدل Mitutoyo ساخت ژاپن) با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر تعیین شد که دارای وزن 20 ± 0.97 میلی‌گرم بودند. در این پژوهش برای لارو فیل‌ماهی از ۵ تیمار دمایی ۱۰، ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درجه 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 دوره 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 و ۲۴ درجه 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 درجه سانتی‌گراد بوده است. این دما با استفاده از دستگاه سردکننده چیلر، تأمین گردید. دما، اکسیژن محلول در آب و pH، با استفاده از دستگاه اکسیژن‌متر و pH متر مدل HQ40d ساخت کشور آمریکا در سه نوبت صبح، ظهر و شب، اندازه‌گیری شد. زمان سازگاری لاروها و دوره ثابت نگه‌داشتن دما و اکسیژن محلول

جدول ۱: مقایسه پارامترهای رشد و بقاء لارو فیل‌ماهی از مرحله تفریخ تا مرحله جذب کیسه زرده در دماهای ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درجه سانتی‌گراد

شاخص‌ها	(شاهد) ۱۵ درجه سانتی‌گراد	۱۸ درجه سانتی‌گراد	۲۱ درجه سانتی‌گراد	۲۴ درجه 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)	20 ± 1	20 ± 1	20 ± 1	20 ± 1
میانگین وزن نهایی لاروها (میلی‌گرم)	$63/33 \pm 1/26c$	$84/00 \pm 0/8a$	$48/33 \pm 1/21d$	$68/67 \pm 1/21b$
طول کل اولیه لاروها (میلی‌متر)	$8/50 \pm 1/64$	$8/50 \pm 1/64$	$8/50 \pm 1/64$	$8/50 \pm 1/64$
طول کل نهایی لاروها (میلی‌متر)	$25/17 \pm 2/31$	$24 \pm 1/41$	$24/67 \pm 2/06$	$24/83 \pm 2/4$
CF (%)	$0/414 \pm 0/11b$	$0/618 \pm 0/11a$	$0/322 \pm 0/08b$	$0/469 \pm 0/13b$
SGR (%)	$25/76 \pm 0/05d$	$28/78 \pm 0/04c$	$33/53 \pm 0/05b$	$67/51 \pm 0/20a$
تلفات	$1 \pm 0/32b$	$2/67 \pm 0/57b$	$5/67 \pm 2/08a$	$7/33 \pm 1/15a$

کلیه زرده در لاروهای فیل‌ماهی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. لذا کم‌ترین ساعت-درجه جذب کیسه زرده در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد، (۱۴۴ ساعت-درجه) و بیش‌ترین روز جذب کیسه زرده، در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، (۱۵۰ ساعت-درجه) می‌باشد.

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

طبق جدول ۱، تلفات لاروهای فیل‌ماهی در دماهای مختلف نشان می‌دهد که هرچه دمای آب بالاتر رود، میزان تلفات لاروها بیش‌تر و بازماندگی کم‌تر می‌باشد و همان‌طور که مشاهده شد، بیش‌ترین تلفات در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد، (۷/۳۳٪) و کم‌ترین تلفات در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد (۱٪) اتفاق افتاده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، با بالا رفتن دمای آب، تعداد روزهای جذب



ماهیان خاویاری سفید در دو دمای ۱۳/۵ درجه سانتی گراد با بستر شنی و ۱۷/۵ درجه سانتی گراد بدون بستر شنی به این نتیجه دست یافتند، لاروی که در دمای ۱۳/۵ درجه سانتی گراد با بستر شنی پرورش یافتند، از نظر وزن بیش تر و لاروی که در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی گراد بدون بستر شنی پرورش یافتند، از وزن کم تری برخوردار بودند. هم چنین بیان نمودند لاروهایی که در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی گراد نگهداری شدند، نسبت به لاروهایی که در دمای ۱۳/۵ درجه سانتی گراد در بستر شنی نگهداری شدند، میزان جذب کیسه زرده آن ها بیش تر بوده است و هم چنین در کبد و اکوتل چربی بیش تری داشتند. آن ها هم چنین بیان داشتند که بیش ترین بقاء و بازماندگی لاروها در دمای ۱۳/۵ درجه سانتی گراد 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 هم خوانی دارد. در این مطالعه نیز نتایج نشان داد که بهترین دما برای رشد لاروهای فیل ماهی ۱۸ درجه سانتی گراد و بیش ترین بقاء و بازماندگی در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد، اتفاق افتاده است. در نتیجه، دما عامل مهمی در رشد و بقاء لارو فیل ماهی است. دما می تواند اطلاعات مهم برای درک عواملی مانند جذب کیسه زرده و وزن را تحت تأثیر قرار دهد. جذب کیسه زرده در لاروهای فیل ماهی، با به خواب رفتن لاروها، اتفاق می افتد. یعنی یکی از مسائل رفتارشناسی لارو فیل ماهی در مرحله لاروی، دوره خواب لاروها می باشد. لاروها بعد از جذب کیسه زرده، به حالت خواب قرار می گیرند و در این زمان، هیچ تحرکی از خود ندارند و آرام در یک جا به حالت سکون قرار می گیرند تا دفع ماده سیاه رنگ (ملانین پروپکا) صورت گیرد. لذا، همان طور که در نتایج بیان شد، دمای بالا، تأثیر به سزایی در درک عواملی مانند رشد، جذب کیسه زرده و افزایش وزن را به دنبال دارد و این پژوهش و تحقیقات به عمل آمده با مطالعات Richmond و Kynard (۱۹۹۵)، McAdam (۲۰۱۱)، Kynard و Marcus (۲۰۰۵)، Parker (۲۰۰۵)، McAdam (۲۰۱۱)، Kynard و همکاران (۱۹۹۸) مطابقت می نماید.

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 درجه سانتی گراد و حداقل آن مربوط به تیمار دمایی ۲۷ درجه سانتی گراد می باشد. لذا در مطالعه حاضر چنین استنتاج شد که حداکثر میانگین وزن لاروهای فیل ماهی به تیمار ۱۸ درجه سانتی گراد و حداقل آن مربوط به تیمار دمایی ۲۱ درجه سانتی گراد می باشد، البته طی یک نوسان (از ۲۱ به

به سایر تیمارها نشان دادند، ولی لاروهای نگهداری شده در تیمار ۲۱ درجه سانتی گراد، میانگین تغییرات وزن شان پایین تر بود (۴۸/۳۳ میلی گرم). هم چنین میانگین تغییرات CF و SGR با افزایش دما در بالاترین حد خود به ترتیب (۰/۴۶۹ و ۶۷/۵۱ درصد) و بالعکس با کاهش دما میانگین تغییرات CF و SGR در پایین ترین حد خود به ترتیب (۰/۴۱۴ و ۲۵/۷۶ درصد) قرار می گیرد.

بحث

طی مطالعه حاضر، لارو فیل ماهی تحمل دمایی بین ۱۵ تا ۲۴ درجه سانتی گراد را نشان دادند، بالاترین میزان تلفات بعد از دمای ۱۰ درجه سانتی گراد، در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد دیده شد (۰/۷۳۳). در تحقیق حاضر، تلفات، رشد، توسعه و حتی عملکرد حرکتی لاروهای فیل ماهی تحت تأثیر درجه حرارت قرار گرفته است. یعنی با افزایش دما، رشد لاروها افزایش یافته است و شنای فعال لاروها در سطح و کناره آب بعد از دوره خواب لاروها به وضوح قابل رویت بوده است و این پژوهش با مطالعاتی که توسط Richmond و Kynard (۱۹۹۵)، Parker و Kynard (۲۰۰۵)، Counihan و همکاران (۱۹۹۸)، Finstad و همکاران (۲۰۰۷)، Blaxter (۱۹۹۲) صورت گرفته است، مطابقت دارد. McAdam (۲۰۱۱)، طی مطالعه ای بر روی ماهیان خاویاری سفید (*Acipenser transmontanus*) بیان داشت به طور کلی در آب شیرین در فصل تخم ریزی ماهیان خاویاری، در طی ماه اول زندگی لاروها، درجه حرارت می تواند بر رشد و بازماندگی تأثیر گذار باشد. هم چنین دما، عامل مهمی در فیزیولوژی و عملکرد پوسته خارجی است (Marcus و همکاران، ۲۰۱۴؛ Rombough، ۱۹۹۶) و تغییرات در دمای بدن، میزان متابولیسم، رشد و حتی عملکرد حرکتی را تحت تأثیر قرار می دهد (Finstad و همکاران، ۲۰۰۷). لذا در مطالعه حاضر نیز مشخص شد که دما عامل مهم در رشد، عملکرد حرکتی (تغییر رفتار از مرحله سکون در کف به مرحله حرکت و شناگری در سطح آب و کناره ها با جذب کیسه زرده هم زمان است) و فعالیت های رفتاری لاروهای فیل ماهی داشته و کاملاً مشابه تحقیقات صورت گرفته می باشد.

Wang و همکاران (۲۰۰۱)، طی مطالعه ای بر روی لاروهای تازه تفریح شده ماهیان خاویاری سفید رودخانه ساکرامنتو، به این نتیجه دست یافتند که بیش ترین بقاء و بازماندگی لاروها در دماهای بین ۱۴ و ۱۶ درجه سانتی گراد بوده است. هم چنین Halver و Hardy (۲۰۰۲)، طی مطالعه ای دریافتند که بقاء لارو ماهیان خاویاری اقیانوس اطلس (*Acipenser sturio*)، بیش تر در دمای پایین تر می باشد، اما رشد با درجه حرارت گرم تر و بالاتر امکان پذیر بوده و افزایش یافته است. Marcus و همکاران (۲۰۱۴)، طی مطالعه ای بر اثر دما و بستر، بر رشد و بقای

۲. **فارابی، م. و رضانی، ح.**، ۱۳۸۴. بررسی مراحل رشد لاروی، بچه ماهی نوس و انگشت‌قد فیل‌ماهی (*Huso huso*) در تکثیر مصنوعی جهت بازسازی ذخایر. مجله سیپولیکا، ششمین همایش علوم و فنون دریایی، صفحات ۱ تا ۱۲.
۳. **کردجی، 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 Aquaculture, Springer-Verlag, Berlin. 300 p.
۱۰. **Feist, G.; Eenennam, J.; Doroshov, S.; Schreck, C.; Schneider, R. and Fitzpatrick, 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.** Fish Physiology. Academic press, INC. London (LTD). 630 p.

۲۴ درجه 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 رشد، تکامل و رفتار عمومی ماهی (*Amphiprion melanopus*) بیان نمودند که حرارت عامل تنظیم رشد سریع ماهی است. به طوری که 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 نتیجه مشابهی دریافت شده است، به طوری که با افزایش درجه حرارت در دوره پرورش لاروهای فیل‌ماهی، رشد وزنی، تکامل و شنای لاروها به طور 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 به شدت تحت تأثیر مستقیم دما تغییر می‌کند. در مطالعه 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.

در نهایت، می‌توان چنین استنباط نمود که بیش‌ترین بقاء لارو فیل‌ماهی در دماهای ۱۵ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین رشد لاروها در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده است. نتایج نشان می‌دهد که دما تأثیر معنی‌داری در اندازه 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 همه 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.



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.

