

اثر نور بر فرآیند تکوین لوله گوارش و برخی از شاخص‌های رشد لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

رضوان‌اله کاظمی^{۱*}، فرید فیروزبخش^۲، علی حلاجیان^۱ و سارا غلامی^۲

۱- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۶

چکیده

این مطالعه با هدف دستیابی به اطلاعات پایه‌ای دستگاه گوارش و شاخص‌های رشد لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در مرحله تغذیه داخلی (۸ روز) تحت اثر متقابل دوره نوری و شدت نور انجام شد. این تحقیق با ۷ تیمار شامل؛ ۴ شدت نور (۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ لوکس) و سه دوره نوری شامل ۲۴ ساعت روشنایی بدون تاریکی (۲۴L:۰D)، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی (۱۲L:۱۲D)، ۲۴ ساعت تاریکی و بدون روشنایی (۰L:۲۴D) و نیز گروه شاهد که هر تیمار دارای سه تکرار بود، مورد بررسی قرار گرفت. از دستگاه گوارش لارو به صورت روزانه نمونه‌برداری شد. از نمونه‌های بافتی دستگاه گوارش لارو پس از تثبیت در محلول بوئن و فراوری بافتی بر اساس روش‌های استاندارد بافت‌شناسی، اسلایدهایی با ضخامت ۷ میکرون تهیه گردید. اسلایدها به روش هماتوکسیلین و انوزین، رنگ آمیزی و با میکروسکوپ نوری مطالعه شد. شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، ضریب رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن لارو نیز در پایان دوره آزمایش محاسبه گردید. نتایج این تحقیق نشان داد، فرآیند تکوین و توسعه دستگاه گوارش لاروهایی که تحت تاثیر شدت نور بالاتر (۱۵۰-۳۰۰ لوکس) و دوره نوری طولانی‌تر (۱۲-۲۴ ساعت) بودند، نسبت به سایر تیمارها سریع‌تر و متوازن‌تر رخ داد و شاخص‌های رشد نیز در همین تیمارها با اختلاف معنادار از روند بهتری برخوردار بودند. این تحقیق نشان داد لاروهای تاسماهی ایرانی برای رسیدن به بهینه رشد در مرحله تغذیه داخلی نیازمند مدیریت مناسب دوره نوری و شدت نور به صورت هم‌زمان می‌باشند.

کلمات کلیدی: تاسماهی ایرانی، مراحل اولیه زندگی، دوره نوری و شدت نور، دستگاه گوارش، رشد.

مقدمه

تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) یکی از گونه‌های بومی و از مهم‌ترین گونه‌های خاویاری سواحل ایرانی دریای خزر می‌باشد که عمده پراکنش آن در بخش جنوبی این دریاست (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۴). آمار صید و بهره‌برداری تاسماهی ایرانی در سال‌های اخیر از دریای خزر، بیانگر شرایط بحرانی و خطر انقراض این گونه می‌باشد (IUCN, 2010). یکی از مهمترین دلایل کاهش ذخایر طبیعی تاسماهی ایرانی، علاوه بر نبود تکثیر طبیعی، مرگ و میر بالا در مراحل اولیه زندگی لارو و بچه‌ماهی حاصل از تکثیر مصنوعی در مراکز تکثیر و بازسازی ذخایر می‌باشد (FAO, 2010). زیرا کارگاه‌های تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری به دلیل عدم بکارگیری روش‌های نوین تکثیر و مدیریت بهینه پارسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی محیط پرورش لارو، سبب کاهش شدید درصد لقاح، تخمه‌گشایی و در نتیجه کاهش تولید لارو در برابر هزینه‌های بسیار گزاف می‌شوند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۵).

مراحل آغازین تکامل ماهیان از مراحل بسیار بحرانی است که می‌تواند به طور مستقیم رشد و بازماندگی را به شدت تحت تأثیر خود قرار دهد. بررسی فرآیند تکوینی دستگاه گوارش لارو تاسماهی ایرانی به منظور دستیابی به زمان دقیق تغذیه خارجی امری بسیار مهم است (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۵)، زیرا با تعیین زمان مناسب تغذیه خارجی می‌توان با کمترین هزینه و کوتاه‌ترین زمان، بیشترین محصول (لارو و بچه‌ماهی) را با ارزش اقتصادی بالاتر تولید نمود (خیاط‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). شناسایی ساختار میکروسکوپی و بررسی روند تکوینی بخش‌های

مختلف لوله گوارش تاسماهی ایرانی نه تنها در شناخت فیزیولوژی، آسیب‌شناسی بالینی و ناهنجاری‌های دستگاه گوارش مفید است، بلکه در شناسایی زمان شروع تغذیه فعال (که از بحرانی‌ترین زمان‌های زندگی ماهیان است) نیز دارای اهمیت می‌باشد.

بررسی سوابق تحقیقاتی در خصوص مطالعات تکاملی دستگاه‌های مختلف ماهیان خاویاری در مراحل اولیه زندگی نشان داد که همه مطالعات قبلی در این خصوص بدون در نظر گرفتن عامل نور بود. مطالعات روند تکاملی دستگاه گوارش در مراحل لاروی و بچه‌تاسماهی ایرانی (پهلوان‌پلی و همکاران، ۱۳۸۳؛ خیاط‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ Saadatfar et al., 2010)، فیل‌ماهی (*Huso huso*) (جرجانی و همکاران، ۱۳۹۱)، تاسماهی سبیری (*Acipenser baerii*) (Gisbert et al., 1998)، تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*) (Domeneghini et al., 1999؛ Radaelli et al., 2000)، تاسماهی سبز (*Acipenser medirostris*) (Gisbert et al., 2003)، تاسماهی دریاچه‌ای (*Acipenser fulvescense*) (Buddington, 1985)، تاسماهی آتلانتیک (*Acipenser oxyrinchus*) (Ostaszewska et al., 2011) به انجام رسید. در این مطالعات اگرچه نتایج ساختار کلی دستگاه گوارش در گونه‌های مختلف خاویاری را تقریباً مشابه نشان داد، ولی از دیدگاه زمانی، تکوین بخش‌های لوله گوارش با توجه به گونه و دمای آب، متغیر بود.

علاوه بر دما، اکسیژن و عدم مواد آلاینده (صادقی‌راد و همکاران، ۱۳۹۱۲)، شوری (اشرف و همکاران، ۱۳۹۵)، نور نیز از عوامل مهم و تأثیرگذار در تنظیم نواخت‌های روزانه و فصلی زندگی موجودات زنده از جمله ماهی‌هاست (Ruchin, 2007). زیرا نور

در ابعاد گوناگون خود (رنگ، شدت، طول دوره روشنایی و ...) می‌تواند در تمام مراحل چرخه زندگی ماهی از مرحله رشد و نمو جنینی (Downing and Migaud *et al.*, 2002) تا رسیدگی جنسی (Litvak *et al.*, 2010)، تأثیرگذار باشد. علاوه بر نقش دوره نوری در رشد و نمو گونه‌های مختلف ماهی (Rodryguez *et al.*, 2002)، تأثیر آن در سنین و مراحل گوناگون رشد افراد یک گونه نیز متفاوت است (Loew & Sillman, 1998). شدت نور نیز از دیگر عوامل محیطی است که می‌تواند روی زمان تکامل، بازماندگی و رشد و نمو لارو و بچه‌ماهی تأثیر مثبت یا منفی داشته باشد (Monk *et al.*, 2007; Vera *et al.*, 2006). نه تنها تاکنون در خصوص تأثیر هم‌زمان دوره نوری و شدت نور بر روند تکوین دستگاه گوارش مطالعه‌ای صورت نگرفته است، بلکه مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر دوره نوری و شدت نور بر شاخص‌های رشد ماهیان خاویاری در مرحله لاروی نیز بسیار اندک بود. پژوهش‌های اسحاق-زاده و همکاران (Eshaghzadeh *et al.*, 2013) روی لارو فیل‌ماهی و کاظمی و همکاران (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۵) روی لارو تاسماهی ایرانی تنها مطالعات انجام یافته در این خصوص است. این تحقیق با هدف دستیابی به بهینه شرایط نوری (دوره و شدت نور) برای تکوین دستگاه گوارش و برخی از شاخص‌های رشد لارو سماهی ایرانی (مرحله تغذیه داخلی) به منظور افزایش راندمان تولید به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

کار میدانی این تحقیق به مدت ۸ روز (پس از تفریخ تا جذب کیسه زرده) در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری دکتر بهشتی رشت به انجام

رسید. لاروهای مورد نیاز این مطالعه که حاصل تکثیر مصنوعی مولدین تاسماهی ایرانی وحشی با استفاده از هورمون سنتتیک LHRH-A2 بود، از مرکز یاد شده تهیه شد (Mohammadi *et al.*, 2015). در این پژوهش از ۷ اتاقک (تیمار) مجزا که هر یک دربرگیرنده سه مخزن پلاستیکی فشرده به عنوان تکرارهای هر تیمار بود، استفاده شد. برای تأمین نور مورد نیاز هر مخزن، یک لامپ آفتابی به بلندای ۸۰ سانتی‌متر از سطح آب هر مخزن، نصب گردید. شدت نور و دوره نوری به ترتیب با دیمر و زمان‌سنج (تایمر) تنظیم شدند. شدت نور تیمارها نیز هر شبانه روز ۳ بار و با دستگاه نورسنج دیجیتال (مدل TES-1336A با حساسیت ۲۰۰۰۰-۲۰ لوکس شرکت TES Electrical Electronic Corp تایوان) تنظیم گردید. پرورش لاروها در مخازن پلاستیکی ۱۸۰ لیتری (به ترتیب با پهنا، بلندا و درازای ۷۶، ۳۹ و ۱۰۴ سانتی‌متر) و حجم مفید ۱۰۰ لیتر آب صورت گرفت. هر مخزن (تکرار) دارای ورودی و خروجی آب و شیر هوای مستقل بود. آب رودخانه سفیدرود به طور پیوسته با دبی ۰/۲ لیتر بر ثانیه وارد مخازن شد و سپس از خروجی به بیرون انتقال یافت. تیمار شاهد در شرایط سالن ونیرو با سه تکرار و با وضعیت مشابه سایر تیمارها قرار داشت. روزانه با استفاده از اکسیژن‌متر-دماسنج دیجیتال (مدل HQ40d مولتی شرکت HACH آلمان) و pH-متر (مدل WTW PH 330i/set - 2A20-1012 شرکت آلمان) غلظت و درصد اشباعیت اکسیژن محلول، دما و pH آب مخازن در هر تیمار به طور جداگانه اندازه‌گیری و ثبت گردید. وزن لارو با ترازوی دیجیتالی (مدل GF-300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم شرکت A & D ژاپن) و طول کل پس از عکس‌برداری از لاروها با

برنامه نرم افزاری ImageJ و به وسیله لوپ مجهز به دستگاه چشم دیجیتال مدل DS-L2 شرکت نیکون ژاپن با دقت یک صدم میلی متر محاسبه شد.

در این پژوهش از ۳ تیمار دوره نوری (D:۰۰L:۲۴)، (D:۰۰L:۱۲ و D:۲۴L:۰۰) و ۴ تیمار شدت نور (۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ لوکس) در قالب ۷ تیمار آزمایشی و یک تیمار شاهد به شرح و چیدمان جدول ۱ استفاده شد. شایان ذکر است که تیمارها بر اساس شرایط پرورشی لاروها و بچه ماهیان در کارگاه‌های پرورش ماهیان خاویاری کشور انتخاب شد. به هر تکرار یک تیمار، ۱۱۰ گرم (۵۷۲۰ قطعه) به ترتیب با میانگین وزن و طول کل ۱۹/۲۳ میلی گرم و ۱۱/۳۵ میلی متر و به کل تیمارها، ۸۸۰ گرم (۱۳۷۲۸۰ قطعه) لارو تازه تفریخ شده، معرفی شد.

برای تعیین روند تکوینی دستگاه گوارش لاروها در طی دوره آزمایش از تکرارهای یک تیمار در هر روز ۱۰ لارو نمونه برداری شد. لاروهای نمونه برداری شده در محلول تثبیت کننده بوئن، تثبیت و سپس برای بررسی به آزمایشگاه بافت شناسی مؤسسه تاسماهیان انتقال یافتند. برای تهیه اسلایدهای بافتی، لاروهای فیکس شده پس از عبور از آب، درجات مختلف الکل اتانول (به ترتیب ۵۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۶ درجه) و ۱- بوتانول، محلول کلروفورم، مخلوط کلروفورم و پارافین و پارافین خالص، با استفاده از میکروتوم دوار (Leitz مدل ۱۵۱۲ آلمان)، از قالب‌های بافتی حاوی لارو برش‌هایی به ضخامت ۷ میکرون تهیه شد.

جدول ۱: مشخصات و چیدمان تیمارهای آزمایش (از تفریخ تا جذب کیسه زرده)

اتاقک ۱ تیمار ۳ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۳۰۰ لوکس	اتاقک ۲ تیمار ۲ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۱۵۰ لوکس	اتاقک ۳ تیمار ۱ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۵۰ لوکس	اتاقک ۴ تیمار ۶ ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور ۳۰۰ لوکس
اتاقک ۵ تیمار ۳ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۳۰۰ لوکس	اتاقک ۶ تیمار ۲ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۱۵۰ لوکس	اتاقک ۷ تیمار ۱ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۵۰ لوکس	اتاقک ۸ تیمار ۶ ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور ۳۰۰ لوکس
اتاقک ۹ تیمار ۳ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۳۰۰ لوکس	اتاقک ۱۰ تیمار ۲ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۱۵۰ لوکس	اتاقک ۱۱ تیمار ۱ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۵۰ لوکس	اتاقک ۱۲ تیمار ۶ ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور ۳۰۰ لوکس

ژاپن) مورد مطالعه و عکس برداری قرار گرفت. مطالعات روند تکوینی بر پایه اطلس بافت شناسی ماهی (Genten et al., 2009) به انجام رسید.

پس از رنگ آمیزی اسلایدهای بافتی به روش هماتوکسیلین-ائوزین، بخش‌های مختلف دستگاه گوارش لارو با میکروسکوپ نوری (نیکون مدل E600

ساختار لوله‌ای و دهان اولیه در یک بافت زمینه‌ای پیوندی قابل مشاهده بودند. بخش بدنی نیز تقریباً دربرگیرنده کیسه زرده بود. البته در بخش انتهایی بدن نشانه‌هایی از تشکیل سوراخ مخرجی که هنوز بسته بود و باله دمی نیز وجود داشت. در لارو یک روزه دهان و مخرج بسته بود و کیسه زرده بیشترین حجم بدن را تشکیل می‌داد. کمترین حجم کیسه زرده لارو یک روزه در تیمار ۵ (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۵۰ لوکس) مشاهده شد. در تیمارهای ۲۴ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۵۰ لوکس (تیمار ۲) و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۵۰ لوکس (تیمار ۴) نشانه‌های شکل‌گیری روده و در تیمارهای مختلف شکل‌گیری کلیه و کبد نیز مشاهده شد. شیار جداکننده روده از معده نیز در برخی از تیمارها (۲۴ ساعت روشنایی با شدت نور ۳۰۰ لوکس یا تیمار ۳، ۱۲ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۵۰ لوکس یا تیمار ۵ و ۱۲ ساعت روشنایی با شدت نور ۳۰۰ لوکس یا تیمار ۶) در روز اول مشاهده شد (شکل ۱). همچنین در لارو یک روزه هر چند غده کبد به طور واضح مشخص نبود، ولی در برخی از تیمارهای نوری شکل‌گیری کبد آغاز شده بود. در تیمارهای مختلف، لاروهای روز دوم نسبت به لاروهای روز اول از حجم کیسه زرده کمتری برخوردار بودند و این کاهش در تیمارهای ۵ و ۶ بیشتر بود. وجود آبشش اولیه، دهان و مخرج بسته و گسترش شیار جداکننده روده از معده از ویژگی‌های لاروهای روز دوم بویژه در تیمارهای ۳ و ۵ بود (اشکال ۲ و ۳) بود. در لاروهای روز سوم ضمن حجیم شدن عضلات ناحیه پشتی، کاهش حجم کیسه زرده، تکامل بیشتر دستگاه گوارش، رشد و نمو غده کبد، باز شدن سوراخ دهانی،

برای سنجش برخی از شاخص‌های رشد، لاروها در دو نوبت (روزهای یک و ۸ پس از تفریخ) و از هر تکرار، ۳۰ قطعه (در مجموع از هر تیمار ۹۰ قطعه) زیست‌سنجی شدند. پس از پایان دوره، نسبت به تعیین افزایش وزن کسب شده ($WG = W2 - W1$)، ضریب رشد ویژه ($SGR = (Ln W2 - Ln W1) / day - 1 \times 100$)، و درصد افزایش وزن بدن ($(W2/W1) \times 100 - BWI = (W1$ لاروها در تیمارهای مختلف از طریق برابری‌های فوق اقدام شد (Taylor et al., 2006; Bani et al., 2009). در این برابری‌ها؛ $W1 =$ وزن اولیه، $W2 =$ وزن ثانویه، $W =$ وزن کل و $L =$ طول کل بود.

به منظور تعیین اثر متقابل تیمارها از آزمون تجزیه واریانس Three-way Nested ANOVA و مقایسه میانگین‌ها از آزمون جداساز Tukey در سطح اطمینان ۹۵ درصد اطمینان و برای تعیین یکنواختی واریانس‌ها از آزمون Levene، استفاده شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS20 و رسم نمودارها به کمک Excel 2010 انجام گردید. برای بیان داده‌ها از میانگین داده‌ها \pm اشتباه استاندارد استفاده گردید.

نتایج

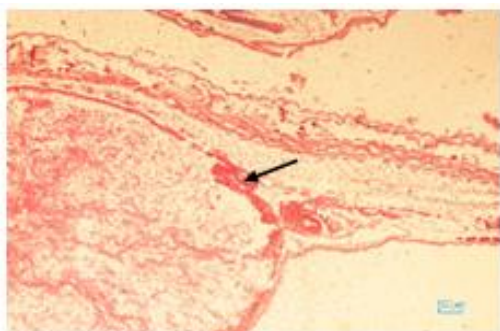
میانگین دما، اکسیژن محلول، درصد اشباعیت و pH آب مخازن پرورش در طی دوره آزمایش به ترتیب 19.1 ± 0.43 درجه سانتی‌گراد، 7.3 ± 0.6 میلی‌گرم در لیتر، 89.1 ± 3.4 درصد و 6.7 ± 0.2 بود.

ساختار اولیه دهان در لارو تاسماهی ایرانی یک تا سه روزه مشخص، ولی هنوز ناکامل و بسته بود. لاروهای یک روزه تقریباً از دو بخش سر و بدن تشکیل شده بودند که بخش سری شامل چشم و مغز ابتدایی با

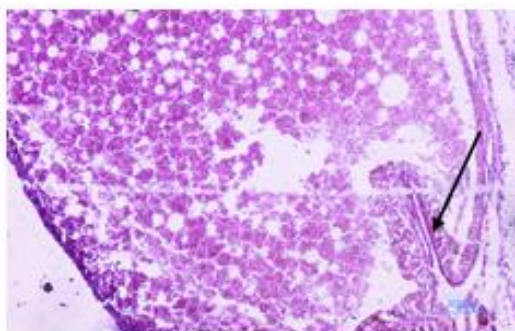
بسته بودن مخرج و پدیدار شدن ماده رنگی ملانین در دستگاه گوارش و ساختار اولیه مری به ویژه در تیمارهای ۳ و ۵ قابل مشاهده بود (شکل ۴). بافت معده نیز تا روز سوم به شکل تمایز یافته وجود نداشت و به صورت کیسه‌ای یکنواخت و سرشار از مواد زرده‌ای دیده شد (شکل ۵). باز بودن دهان، بسته بودن سوراخ مخرجی، کاهش حجم کیسه زرده، افزایش تجمع ماده رنگی ملانین پلاگ در بخش دمی و نیز رشد و نمو و تکامل بیشتر دستگاه گوارش از مهمترین ویژگی‌های لاروهای چهار روزه بویژه در تیمارهای ۳ و ۵ بود (اشکال ۶ و ۷). روده لاروهای چهار تا شش روزه نسبت به روده روزهای پیشین، کامل تر و بافت غده کبد به خصوص در تیمارهای ۳ و ۵ کاملاً مشخص بود. لاروهای روز پنجم، کبد و دستگاه گوارش رشد یافته‌تر داشتند و ضمن رشد کلیه، سوراخ دهان باز و سوراخ مخرج همچنان بسته باقی مانده بود (اشکال ۸ و ۹). در روز ششم حجم کیسه زرده لاروها به شدت کاهش یافت، ولی بخش‌های مختلف دستگاه گوارش واضح‌تر، سوراخ مخرج همچنان بسته و سنگدان در حال شکل‌گیری بود (شکل ۱۰). در روز هفتم هنوز مخرج

بسته اما ماده ملانین پلاگ در بخش انتهایی دستگاه گوارش حجیم‌تر شده بود (شکل ۱۱). در سنین ۶ تا هشت روزگی، حجم کبد به طور مشخص و پانکراس به طور نامحسوسی بزرگتر شده بود. در روز هشتم کبد به اندازه کافی بزرگ و دستگاه گوارش نیز تقریباً کامل گردید (شکل ۱۲). در تمام مراحل لاروی، روند رشد و نمو دستگاه گوارش لاروهای تیمارهای ۳ (دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی و شدت نور ۳۰۰ لوکس و ۵ (دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۵۰ لوکس) و بویژه تیمار ۳ نسبت به لاروهای سایر تیمارها سریع‌تر و متوازن‌تر بود.

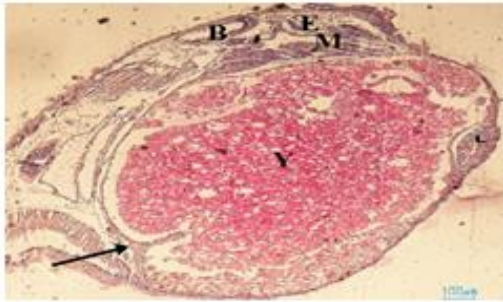
همچنین نتایج شاخص‌های رشد نیز نشان داد که شرایط بهینه فاکتورهای رشد لارو تاسماهی ایرانی در مرحله لاروی از روند تکاملی دستگاه گوارش لارو تبعیت می‌کرد و در دوره‌های نوری و شدت نور یاد شده (تیمارهای ۳ و ۵) میانگین وزن (شکل ۱۳)، ضریب رشد ویژه (شکل ۱۴) و درصد افزایش وزن بدن (شکل ۱۵) با اختلاف معنادار نسبت به تیمارهای دیگر و شاهد ($P < 0.05$)، در شرایط بهتر و بهینه‌تر قرار داشتند.



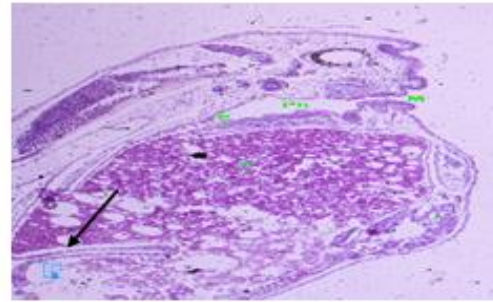
شکل ۱: شروع ایجاد شیار جداکننده روده و معده (بیکان) در لارو یک روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳) (H & E)



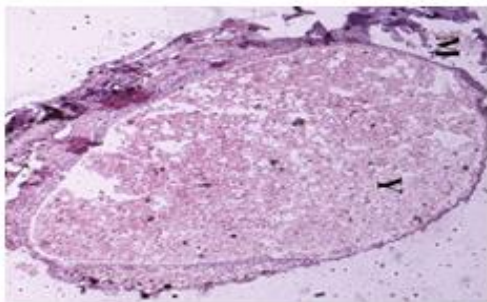
شکل ۲: شیار جداکننده روده و معده (بیکان) در لارو دو روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۵) (H & E)



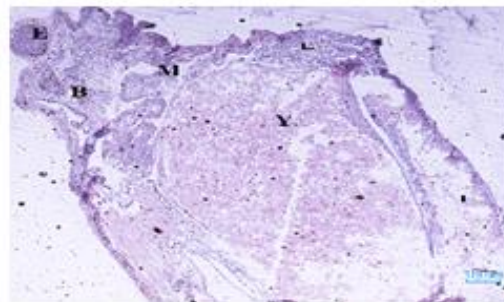
شکل ۳: برش بافتی لارو دو روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۲)، کبد=L معده (پیکان) (H & E) و شیار جدا کننده روده و Y=زرد، E=چشم، B=مغز، M=دهان



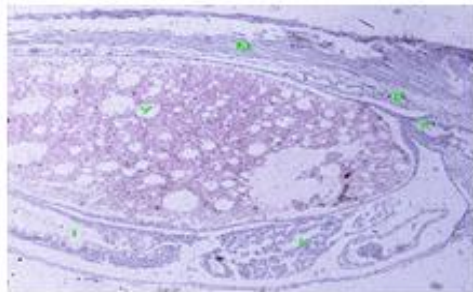
شکل ۴: برش بافتی لاروسه روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳)، کبد=L مری=E، Y=زرد و شیار جدا کننده روده و معده (پیکان) (H & E) Ph=گلوکز، M=دهان



شکل ۵: برش بافتی لاروسه روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۴) Y=زرد، M=دهان (H & E)



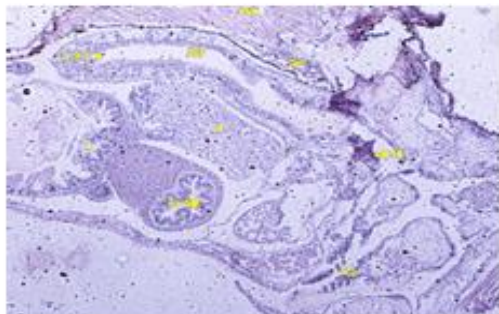
شکل ۶: برش بافتی لارو چهار روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۴) کبد=L معده=M، چشم=E، آیشش=G، مغز=B، زرد=Y (H & E)



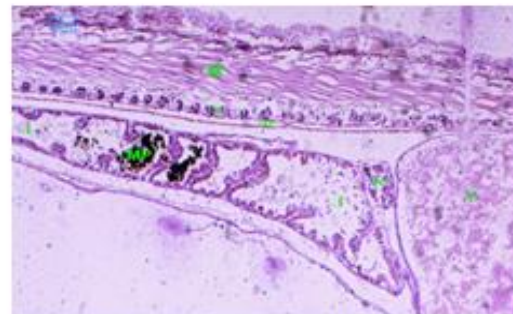
شکل ۷: برش بافتی لارو چهار روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۵) رنگدانه MP=روده I=مری، E=عضله M=ویکان بیانگر منفذ اداری - تناسلی بسته (H & E) Y=زرد



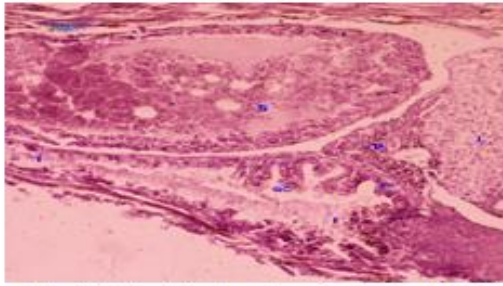
شکل ۸: برش بافتی لارو پنج روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۵) کلبه=K، عضله=M، کبد=L، مری=E، زرد=Y (H & E)



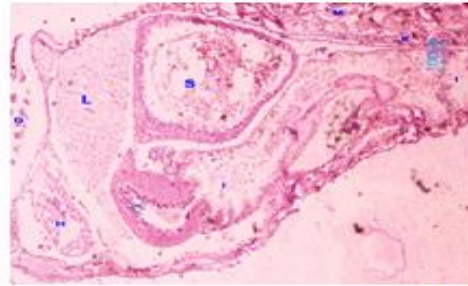
شکل ۹: برش بافتی لارو شش روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳)، عضله M=مری، E=کلبه، K=کبد، L=سنگدان، PC=روده I=معده غده‌ای GG=زرد، Y (H & E)



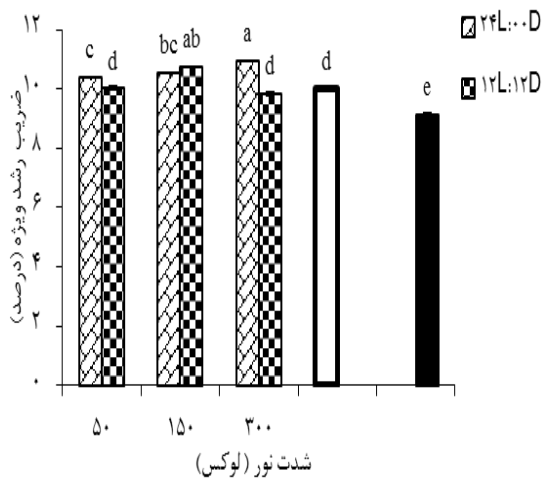
شکل ۱۰: برش بافتی لارو شش روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۵) عضله M=لوله اداری UT=کلبه K=روده I=سنگدان PC=زرد (H&E) Y=



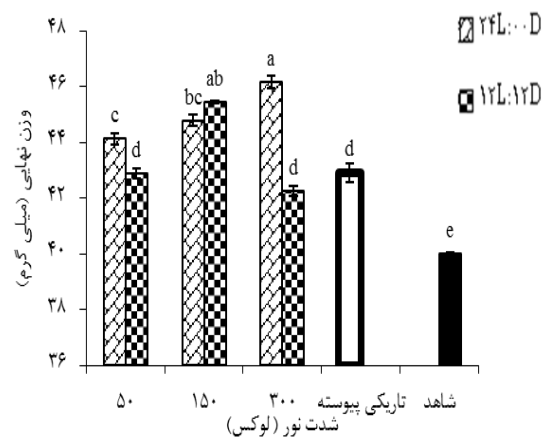
شکل ۱۱: برش بافتی لاروهفت روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳). رنگدانه=MP= روده، I=مخرج، A=ویسکان بیانگر منفذ اداری - تناسلی بسه (H & E)



شکل ۱۲: برش بافتی لاروهشت روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۵). عضله=M، قلب=H، معده=S، کبد=L=سنگدان، PC=روده، I=کلیه، K=آبشش، G (H & E)

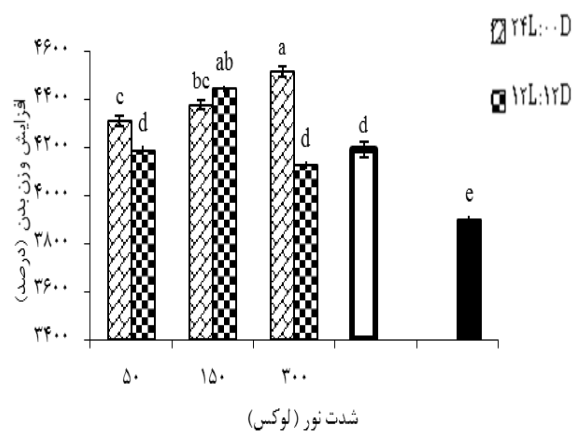


شکل ۱۵: میانگین ضریب رشد ویژه لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای آزمایشی (حروف غیر مشابه هر ستون که منتج از آنالیز واریانس دو طرفه بوده، بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارهاست، $P < 0.05$)



شکل ۱۳: میانگین وزن لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای آزمایشی

(حروف غیر مشابه هر ستون که منتج از آنالیز واریانس دو طرفه بوده، بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارهاست، $P < 0.05$)



شکل ۱۴: میانگین افزایش درصد وزن لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای آزمایشی

(حروف غیر مشابه هر ستون که منتج از آنالیز واریانس دو طرفه بوده، بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارهاست، $P < 0.05$)

بحث

در لارو تاسماهی ایرانی تغییرات اصلی تکوین، ۲۴ ساعت پس از تفریخ آغاز و شکل گیری شیار جداکننده روده از معده مشاهده شد. در گونه‌های مختلف تغییرات ساختار دستگاه گوارش پس از تفریخ بسیار سریع رخ می‌دهد (جرجانی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به سرعت تغییرات اندام‌زایی در ماهیان خاویاری در روزهای آغازین پس از تفریخ (Dettlaff et al., 1993)، در لارو تازه تفریخ شده تاسماهی ایرانی نیز این پدیده به خوبی قابل مشاهده بود. به طوری که در

مطالعه‌ای روی لارو تاسماهی ایرانی، بازشدگی دهان لارو، مری و معده اولیه را به دلیل عدم بررسی روزانه دستگاه گوارش لاروها، روز ۵ تا ۷ اعلام داشت. Saadatfar و همکاران (۲۰۱۰) ظهور ساختار معده اولیه لارو تاسماهی ایرانی را روز چهارم و جذب کامل کیسه زرده را در روز هشتم تا دوازدهم و ایمانی و فلاحتکار (۱۳۹۶) در لارو همین گونه را در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، روز پانزدهم پس از تفریخ اعلام کردند. لارو زمانی خواهد توانست از غذای خارجی به نحو بهینه استفاده نماید که بخش‌های مختلف لوله گوارش توسعه یافته باشد که این مهم در لارو تاسماهی ایرانی مطالعه حاضر در پایان روز هشتم، در لارو تاسماهی آتلانتیک، روز دهم (Ostaszewska *et al.*, 2011)، در لارو فیلماهی پرورشی روز نوزدهم (جرجانی و همکاران، ۱۳۹۱)، در لارو تاسماهی سبیری در روز نهم (Gisbert *et al.*, 1998)، در لارو تاسماهی ایرانی، روز هشتم تا نهم (پهلوان‌یلی و همکاران، ۱۳۸۳) و در تاسماهی سفید، روز یازدهم (Buddington and Doroshov 1986) پس از تفریخ رخ داد. با توجه به مقایسه نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر محققین می‌توان به تأثیر مثبت دوره و شدت نور در جذب سریع‌تر کیسه زرده و آغاز تغذیه خارجی لارو ماهیان خاویاری پی برد.

نتایج مطالعه ما نشان داد که در روده لاروهای روزهای سه و چهار برخلاف لاروهای دو روز اول، رنگدانه‌های ملانین تجمع یافته، لکه ملانین پلاگ را تشکیل دادند. روده طولی‌تر شد و مواد دفعی حاصل از گوارش زرده به صورت منظم‌تر به سمت سوراخ مخرج که هنوز بسته بود، هدایت شد. با افزایش سن لارو و در روزهای پایانی تغذیه داخلی (روزهای هفتم و هشتم)،

میانگین دمای ۱۹ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۷/۳ میلی‌گرم در لیتر و pH ۶/۷، سرعت تغییرات در سه روز نخست نسبت به روزهای بعدی تا زمان تفریخ سریع‌تر رخ داد. در پژوهش حاضر در حالی که در روز اول پس از تفریخ، شکل‌گیری کبد و مهمتر از همه شیار جداکننده روده از معده در لاروها قابل مشاهده بود، اما دهان حقیقی و باز، آثار اولیه بافت مری و معده ابتدایی در روز سوم پدیدار شدند. شیار جداکننده روده از معده در روز دوم واضح‌تر و در روز سوم کاملاً پیشرفته بود. در مطالعات مشابه در فیلماهی (جرجانی و همکاران، ۱۳۹۱)، تاسماهی سبیری (Gisbert *et al.*, 1998)، تاسماهی سفید (Buddington and Doroshov 1986)، تاسماهی سبز (Doroshov, 2003 and Gisbert, 2003) تاسماهی آتلانتیک (Ostaszewska *et al.*, 2011) شیار جداکننده روده از معده در روز سوم پدیدار شده بود. همچنین در تاسماهی سبیری و تاسماهی آدریاتیک (*Acipenser naccarii*) (Boglione *et al.*, 1999) بازشدگی دهان لاروها برخلاف مطالعه حاضر در روز دوم رخ داد. به نظر می‌رسد بهره‌گیری از دوره و شدت نور سبب بروز این پدیده در زمان کوتاه‌تر نسبت به مطالعات دیگر شده باشد. در تیمارهای مختلف نیز تفاوت معنادار به دلیل اختلاف در دوره و شدت نور، قابل مشاهده بود. در این پژوهش لاروهای تاسماهی ایرانی در سه روز نخست پس از تفریخ فاقد معده تمایز یافته بودند و شیار جداکننده روده از معده در روز نخست پس از تفریخ شکل گرفته بود و تا روز سوم این شیار متکامل‌تر و واضح‌تر شد. معده بسیار ابتدایی در تاسماهی سبیری در روز اول پس از تفریخ مشاهده شد (Gisbert *et al.*, 1998)، اما پهلوان‌یلی و همکاران (۱۳۸۳) در

اگرچه ساختار کلی روده مشابه روزهای پیشین بود، اما طول چین‌های روده بلندتر و بافت عضلانی آن ضخیم‌تر شد.

در پژوهش حاضر مشخص شد که لارو تاسماهی ایرانی از روز نخست پس از تفریخ دارای آثاری از بافت غده کبد و فاقد پانکراس بود. در روز سوم کبد به طور واضح مشخص و بخش برون‌ریز غده پانکراس با مویرگ‌های خونی فراوانی نیز نمایان شد. در روز ششم علاوه بر حجیم شدن غده کبد، مجاری انتقال دهنده صفرا نیز در بافت لوله گوارش قابل مشاهده بود. غده پانکراس نیز حجیم‌تر شده بود. افزایش حجم و رنگ‌های خونی احاطه‌کننده یاخته‌های کبدی (سینوزوئیدها) و پانکراس و تکامل بخش درون‌ریز این غده با افزایش سن لارو، افزایش یافت. Ali و همکاران (۲۰۱۶)، شکل‌گیری یاخته‌های هپاتوبلاست ستاره‌ای شکل بافت کبد (یاخته‌های اولیه کبدی) تاسماهی ایرانی را در لوله گوارش لاروهای دو روزه و به صورت قطعه بزرگ و گسترش یافته در لاروهای روز هفتم مشاهده کردند. پهلوان‌یلی و همکاران (۱۳۸۳) در مطالعه تکوینی دستگاه گوارش تاسماهی ایرانی اعلام داشتند که در روز اول این گونه فاقد کبد و پانکراس بود اما از روز پنجم به بعد غده کبد پدیدار شد. در تاسماهی سفید دو روز پس از تغذیه فعال گرانول‌های زیمورنی (آنزیم‌های غیر فعال) در یاخته‌های برون‌ریز پانکراس مشاهده شد (Gawlicka et al., 1995). در گونه‌های استخوانی نیز تمایز کبد در زمان تفریخ لارو و پانکراس در روز ششم پس از تفریخ رخ داد (Riebeiro et al., 1999; Chen et al., 2006).

بنابراین با توجه به نتایج و تصاویر بافتی مطالعه حاضر، دستگاه گوارش لارو تاسماهی ایرانی در پایان دوره

تغذیه داخلی (جذب کیسه زرده) کامل نمی‌شود بلکه ساختارهای اولیه آن در این مرحله شکل می‌گیرد و با افزایش سن کامل می‌گردد. ساختار کلی لوله گوارش (دهان، حلق، مری، معده و روده و نیز غدد گوارشی وابسته (کبد، غدد معدی و روده‌ای و پانکراس) در دوره تغذیه داخلی شکل می‌گیرد و سپس وجود یا عدم وجود برخی از بخش‌های دستگاه گوارش و درجه تکامل آن وابسته به افزایش سن، نوع گونه و شرایط زیستی و فیزیولوژیک خواهد بود (پهلوان‌یلی و همکاران، ۱۳۸۳).

در مطالعه حاضر، بیشینه میانگین وزن، ضریب رشد ویژه و افزایش وزن بدن لارو تاسماهی ایرانی به ترتیب در دوره‌های نوری ۲۴-۱۲ ساعت روشنایی با شدت نور ۳۰۰-۱۵۰ لوکس و ۱۲-۸ ساعت روشنایی با شدت نور ۲۵۰-۱۰۰ لوکس رخ داد. این نتایج نشان داد دوره نوری و شدت نور از فاکتورهایی هستند که می‌توانند با تأثیر بر تغذیه داخلی و افزایش بازدهی غذایی لارو در آغازین روزهای زندگی، رشد ماهی را کنترل کنند. از این رو برای لاروها مهم‌ترین فاکتور فعال‌کننده رشد، اثر متقابل مثبت تغذیه و نور روی رشد است که می‌تواند بیانگر بهینه سطح تغذیه داخلی و خارجی باشد (کازمی و همکاران، ۱۳۹۴، ۱۳۹۵). تحقیق حاضر نشان داد که دوره نوری و شدت نور می‌تواند رشد ویژه را تحریک کند. تأثیر دوره‌های مختلف نوری بر لارو فیل ماهی پرورشی نیز بهینه رشد را در دوره نوری ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی نشان داد (Eshaghzadeh et al., 2013). بنابراین طول مدت دوره‌های نوری در ماهیان پرورشی با توجه به گونه و بر اساس زیستگاه و چرخه زندگی آنها متفاوت خواهد بود. به نظر می‌رسد بین نور (دوره و شدت) و میزان

گوارش، دستگاه تنفس و ... رشد ماهی به خوبی صورت خواهد گرفت. با توجه به نتایج مطالعه حاضر و نیز نتایج مطالعات دیگر محققین در خصوص ماهیان خاویاری می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در پرورش مراحل اولیه زندگی تاسماهیان، باید دوره‌های نوری روشنایی - تاریکی و شدت نور وجود داشته باشد تا هماهنگی با سایر عوامل محیطی مانند، دما، اکسیژن محلول و ... اثرات متقابل و تغییرات مثبت در جهت رشد موجود آبی را سبب گردند. نتایج رشد و نمو تکوینی و شاخص‌های رشد نشان دادند که شرایط نوری (دوره و شدت نور) توانسته است با همدیگر در تکامل بافت‌های دستگاه گوارش و شاخص‌های رشدی لارو تاسماهی ایرانی مؤثر باشند.

سپاسگزاری

از سازمان شیلات ایران و مرکز بازسازی و حفظ ذخایر آنتیکی ماهیان خاویاری دکتر بهشتی بویژه آقایان دکتر عبدالحی، مهندسین علیرضا عباسعلیزاده، حسین محمدی پرشکوه، مهدی رزاقی، رضا حاجتی و نیز از همکاری‌های سرکار خانم دکتر مهتاب یارمحمدی، آقایان مهندسین سجاد دروی، سید محمد موسوی، هوشنگ یگانه و اسماعیل فرزانه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

- اشرف، ص.، پذیرا، ع.ر. و نفیسی بهابادی، م.، ۱۳۹۵. اثرات شوری بر بعضی از فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما و بافت روده ماهی سی باس (*Lates calcarifer*). نشریه توسعه آبی پروری، ۱۰(۴)، ۲۶-۱۵.

رشد اثر متقابل مثبتی وجود دارد که می‌تواند به رشد لارو و بچه تاسماهی ایرانی کمک کند. زیرا اثر مثبت متقابل فقط در حضور نور (و نه در شرایط تاریکی پیوسته) می‌تواند بروز کند (Nwosu and Holzlohner, 2000). با توجه به نتایج می‌توان اذعان داشت که بین دوره نوری و شدت نور از یک طرف و دما، اکسیژن محلول و دیگر عوامل محیطی از طرف دیگر اثرات متقابل مثبتی وجود دارد که هم‌زمان با هم تغییرات عوامل مختلف رشد را سبب می‌گردند (Boeof and Bail, 1999)، همچنین این تحقیق نشان داد که جذب کیسه زرده لارو در شدت نور بالا و دوره نوری پیوسته نسبت به شدت نور پایین و دوره نوری تاریکی پیوسته سریع‌تر رخ داد. این یافته‌ها با نتایج بدست آمده روی لارو تاسماهی ایرانی (کازمی و همکاران، ۱۳۹۵) و لارو گرگ ماهی اروپا (Villamizar *et al.*, 2009) مطابقت داشت. در هر دو مطالعه مشخص شد که بیشترین جذب اندوخته کیسه زرده در لاروهای پرورش یافته در دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی پیوسته و ۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی رخ داد. این محققین دریافته‌اند که تاریکی پیوسته باعث کاهش استفاده از اندوخته داخلی می‌شود و در نتیجه آغاز تغذیه خارجی به تأخیر می‌افتد. مطالعات تکوینی بخش‌های مختلف دستگاه گوارش در این مطالعه نیز تأییدکننده نتایج فوق بود. یعنی لوله گوارش و پیوسته‌های مربوطه در تیمارهایی که فاکتورهای رشد دارای بیشترین مقدار بودند، حجم کیسه زرده در پایین‌ترین حد خود قرار داشت. بنابراین اگر در مرحله لاروی مطابق نتایج این تحقیق، دوره نوری و شدت نور در وضعیت و شرایط مناسب باشد، به دلیل تکوین متناسب بخش‌های مختلف دستگاه

۲. ایمانی، م. و فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۶. تکامل مراحل لاروی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با تاکید بر تعیین زمان تغذیه فعال. مجله پژوهش‌های جانوری، ۳ (۳۰)، ۲۷۰-۲۵۷.
۳. پهلوان یلی، م.، مجازی امیری، ب.، پوستی، ا. و بهمنی، م.، ۱۳۸۳. مطالعه بافت‌شناسی تکامل لوله گوارش تاسماهی ایرانی، *Acipenser persicus* در مراحل ابتدایی زندگی. مجله علمی شیلات ایران، ۱۳ (۳)، ۵۰-۳۳.
۴. جرجانی، س.، حاجی مرادلو، ع.، قلیچی، ا.، مخدومی، ن.م. و کاظمی، ر.، ۱۳۹۱. ساختار میکروسکوپی روده فیل ماهی (*Huso huso*) از مرحله تفریخ تا زمان رهاسازی به دریا. مجله علوم و فنون دریایی، ۱۱ (۲)، ۴۵-۳۶.
۵. خیاطزاده، ج.، خوش‌نگاه، ث.، فاطمی، ف.، سعادت‌فر، ز. و شاهسونی، د.، ۱۳۸۸. بررسی هیستولوژیک و هیستوشیمیایی لوله گوارش (معده و روده) لارو قره‌برون (*Acipenser persicus*) در بازه زمانی ۲ هفته پس از تخم‌گشایی (Hatching). مجله زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، ۴ (۱)، ۳۱-۲۱.
۶. شبیانی، م.ت. و پهلوان یلی، م.، ۱۳۸۲. مطالعه بافت‌شناسی مراحل تکامل لاروی غدد ضمیمه گوارشی بچه تاسماهی ایرانی از زمان تفریخ تا رهاسازی. مجله دامپزشکی دانشگاه تهران، ۵۸ (۴)، ۳۴۵-۳۴۱.
۷. صادقی‌راد، م.، شناور ماسوله، ع.ر.، جلیل پور، ج.، ارشد، ع. و پورعلی، ح.ر.، ۱۳۹۲. بررسی تاثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی آب در مراحل مختلف (انکوباسیون، ونیرو و استخر) کارگاه تکثیر و پرورش بر میزان بقای بچه ماهیان خاویاری. مجله توسعه آبی پروری، ۷ (۲)، ۷۲-۶۱.
۸. کاظمی، ر.، نوری، ف.، بانی، ع.، حسین نجدگرامی، ا. و یزدانی ساداتی م.ع.، ۱۳۹۴. اثرات دوره نوری و شدت نور بر فاکتورهای رشدی و زنده‌مانی تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) در مرحله لاروی تا انگشت‌قد. مجله پژوهش‌های علمی ماهی‌شناسی کاربردی، ۳ (۲)، ۴۵-۲۹.
۹. کاظمی، ر.، نوری، ف.، بانی، ع.، حسین نجدگرامی، ا. و یزدانی ساداتی م.ع.، ۱۳۹۵. اثرات دوره‌های مختلف نوری و شدت نور روی رشد، بازماندگی و تغییرات حجم کیسه زرده لارو تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus*. مجله علمی پژوهشی بوم‌شناسی آبریان، ۴ (۵)، ۳۲-۲۲.
10. Ali, M., Ahmadi, N., Akhlaghi, M., Soltanian, S. and Gholamhosseini, A., 2016. Histological Study on development of Liver and Pancreas of *Acipenser persicus*. Conference: 4rd. International Conference Natural Resources Research of Iran with a focus on Fisheries and aquatic ecosystems.
11. Bani, A., Tabarsa, M., Falahatkar, B. & Banan, A., 2009. Effects of different photoperiods on growth, stress and haematological parameters in juvenile great sturgeon, *Huso huso*, Aquaculture Research, 40, 1899-1907.
12. Boeuf G., Le Bail P.Y., 1999. Does light have an influence on fish growth? Aquaculture, 129-152.
13. Boglioni, C., Bronzi, P., Cataldi, E., Serra, S., Gogliardi, F. and Cataudella, S., 1999. Aspects of early development in the Adriatic sturgeon (*Acipenser naccarii*). Journal Ichthyology, 15, 207-213.
14. Buddington, R.K., 1985. Digestive secretion of lake sturgeon, *Acipenser fulvescense*, during early development. Journal of Fish Biology, 26, 715-723.

25. Gisbert, E. and Doroshov, S.I., 2003. Histology of the developing digestive system and the effect of food deprivation in larval green sturgeon (*Acipenser medirostris*). Aquatic Living Resources, 16 (2), 77-89.
26. ICUN., 2010. ICUN Red of threatened species. Available from: www.iucnredlist.org
27. Loew, E. & Sillman, A.J., 1998. An action spectrum for the light-dependent inhibition of swimming behavior in newly hatched white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, Vision Research, 38, 111-114.
28. Migaud, H., Davie and A., Taylor, J.F.T. 2010. Current knowledge on the photo neuroendocrine regulation of reproduction in temperate fish species. Journal of Fish Biology, 76, 27-68.
29. Mohammadi, H., Khara, H., Kazemi, R. 2015. Effect of different doses of synthetic hormone LHRH-A₂ on serum sex hormones, ovulation percent and egg hatching rates of Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. Croatian Journal of Fisheries, 73, 58-62.
30. Monk, J., Puvanendran, V. & Brown, J.A., 2006. Do different light regimes affect the foraging behavior, growth and survival of larval cod (*Gadus morhua* L.). Aquaculture, 257, 287-293.
31. Nwosu, F.M., Holzlohner, S. 2000. Effect of light periodicity and intensity on the growth and survival of *Heterobranchius longifilis* (Teleostei: Clariidae) larvae after 14 days of rearing. Journal of Applied Ichthyology, 16, 24-26.
32. Ostaszewska, T., Kolman, R., Kamaszewski, M., Wiszniewski, G., Adamek, D. and Duda, A. 2011. Morphological changes in digestive tract of Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus*, during organogenesis. International Aquatic Research, 3, 101-103.
33. Radaelli, G., Domeneghini, C., Arrighi, S., Francolini, M. and Mascarello, F. 2000. Ultrastructural features of the gut in the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Histology and Histopathology, 15(2), 429-439.
15. Buddington R.K., Doroshov S.I., 1986. Structural and functional relations of the white sturgeon alimentary canal (*Acipenser transmontanus*). Journal of Morphology, 190, 201-213.
16. Chen B.N., Qin J.G., Kumar M.S., Hutchinson W.G., Clarke S.M., 2006. Ontogenetic development of the digestive system in yellow tail king fish *Seriola lalandi* larvae. Aquaculture, 256, 489-501
17. Domeneghini, C., Arrighi, S., Radaelli, G., Bosi, G. and Mascarello, F., 1999. Morphological and histochemical peculiarities of the gut in the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. European Journal of Histochemistry, 43(2), 135-145.
18. Dettlaff, A.A., Ginsburg, A.S. & Schmalhausen, O.I., 1993. Sturgeon Fishes, Developmental Biology and Aquaculture, Springer, Verlag, Berlin, pp. 300.
19. Downing, G., Litvak, M.K., 2002. Effects of light intensity, spectral composition and photoperiod on development and hatching of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) embryos. Aquaculture, 213, 265-278.
20. Eshaghzadeh, H., Rafiee, Gh., Eagderi, S., Kazemi, R., Poorbagher, H. 2013. Effects of different photoperiods on the survival and growth of beluga sturgeon (*Huso huso*) larvae. International Journal of Aquatic Biology, 1, 36-41.
21. FAO. 2010. Food and Agriculture organization of the united nation, 243 pp.
22. Gawlicka, A., The, S.J., Hung, S.S.O., Hinton, D.E. and de la Noue, J. 1995. Histological and histochemical changes in the digestive tract of white sturgeon larvae during ontogeny. Journal of Fish Physiology and Biochemistry, 14, 357-371.
23. Genten, F., Terwinghe, E. and Danguy, A. 2009. Atlas of Fish Histology. Science Publisher, USA, 215P.
24. Gisbert E, Rodriguez A, Castello´Orvay F, Williot P. 1998. A histological study of the development of the digestive tract of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) during early ontogeny. Aquaculture, 167, 195-209.

- Photoperiod can be used to enhance growth and improve feeding efficiency in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Aquaculture, 256, 216-234.
39. Vera, L.M., Oliveria, C.D., Lopez-Olmeda, J.F., Ramose, J., Mananos, E., Madrid, J.A. & Sanchez-Vazquez., 2007. Seasonal and daily plasma melatonin rhythms and reproduction in signal sole kept under natural photoperiod and natural or controlled water temperature, Journal of Pineal Research, 43, 50-55.
 40. Villamizar, N., García-Alcazar, A., Sánchez-Vázquez, F.J., 2009. Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Aquaculture, 292, 80–86.
 34. Ribeiro L, Zambonino-Infante JL, Cahu C, Dinis MT. 1999. Development of digestive enzymes in larvae of *Solea senegalensis*, Kaup 1858. Aquaculture, 179, 465-473.
 35. Rodryguez, A. & Gisbert, E., 2002. Eye development and the role of vision during Siberian sturgeon early ontogeny, Journal of Applied Ichthyology, 18, 280-285.
 36. Ruchin, A.B., 2007. Effect of photoperiod on growth, physiological and hematological indices of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). Biology Bulletin, (34) 6, 583-589.
 37. Saadatfar, Z., Shamsavani, D. and Khoshnegah, S., 2010. Development of Stomach in Sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Applied Animal Research, 37, 153-156.
 38. Taylor, J.F., North, B.P., Porter, M.J.R., Bromage, N.R. & Migaud, H., 2006.