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

رضوان‌اله کاظمی[1*]، فرید فیروزبخش[2]، علی حلاجیان[1] و سارا غلامی[2]

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 دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۲

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:۰۰D)، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی (۱۲L:۱۲D)، ۲۴ ساعت تاریکی و بدون روشنایی (۰۰L: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 هماتوکسیلن و ائوزین، رنگ‌آمیزی 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.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). *Rezkazemi2000@yahoo.com*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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 پاراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی محیط پرورش لارو، سبب کاهش شدید درصد لقاح، تخمه گشایی و در نتیجه کاهش تولید لارو در برابر هزینه کردهای 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 بچه تاسماهی ایرانی (پهلوان‌یلی و همکاران ۱۳۸۳؛ خیاط-زاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ Saadatfar *et al.*, 2010)، فیل‌ماهی (*Huso huso*) (جرجانی و همکاران، ۱۳۹۱)، تاسماهی سیبری (*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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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 Litvak, 2002) تا رسیدگی جنسی (Migaud *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.*, 2006; Vera *et al.*, 2007). 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 شاخص-های رشد لارو سماهی ایرانی (مرحله تغذیه داخلی) به منظور افزایش راندمان تولید به انجام رسید.

مواد و روش ها

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 330i/set PH - 2A20-1012 شرکت WTW آلمان) غلظت و درصد اشباعیت اکسیژن محلول، دما و pH آب مخازن در هر تیمار به طور جداگانه اندازه-گیری 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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

در این پژوهش از ۳ تیمار دوره نوری (۲۴L:۰۰D، ۱۲L :۱۲D و ۰۰L:۲۴D) 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 بچه‌ماهیان 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 میلی‌گرم و ۱۱/۳۵ میلی‌متر 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 نمونه‌برداری شد. لاروهای نمونه‌برداری شده در محلول تثبیت کننده بوئن، تثبیت و سپس برای بررسی به آزمایشگاه بافت‌شناسی 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 و۹۶ درجه) و ۱- بوتانول، محلول کلروفرم، مخلوط کلروفرم 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.

جدول۱: 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	اتاقک ۳ تیمار ۲ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۱۵۰ لوکس	اتاقک ۴ تیمار ۶ ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور ۳۰۰ لوکس
اتاقک ۵	اتاقک ۶ تیمار ۴ ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور ۵۰ لوکس	اتاقک ۷ تیمار ۱ ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی و شدت نور ۵۰ لوکس	اتاقک ۸ تیمار ۵ ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور ۱۵۰ لوکس
اتاقک ۹	اتاقک ۱۰	اتاقک ۱۱ تیمار ۷ ۲۴ ساعت تاریکی و بدون روشنایی و شدت نور ۰ لوکس	اتاقک ۱۲

پس از رنگ‌آمیزی اسلایدهای بافتی به روش هماتوکسیلن- ائوزین، بخش‌های مختلف دستگاه گوارش لارو با میکروسکوپ نوری (نیکون مدل E600 ژاپن) مورد مطالعه و عکس‌برداری قرار گرفت. مطالعات روند تکوینی بر پایه اطلس بافت‌شناسی ماهی (Genten *et al.*, 2009) به انجام رسید.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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 ×100)، و درصد افزایش وزن بدن (BWI=(W1 –W2/W1) ×100) 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 ± اشتباه استاندارد استفاده گردید.

نتایج

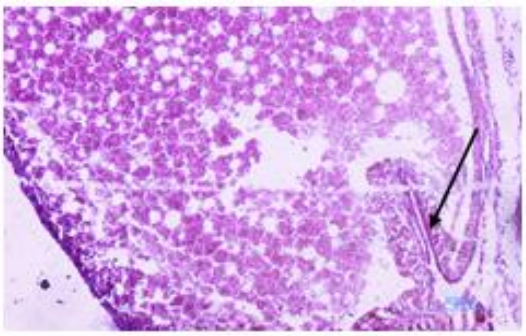
میانگین دما، اکسیژن محلول، درصد اشباعیت و pH آب مخازن پرورش در طی دوره آزمایش به ترتیب ۱۹/۱±۰/۴۳ درجه سانتی‌گراد، ۷/۳±۰/۶ میلی‌گرم در لیتر، ۸۹/۱±۳/۴ درصد و ۶/۷±۰/۲ بود.

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 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 (۱۲ساعت 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 جدا کننده 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،

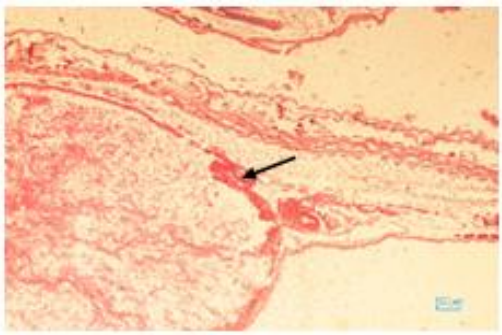
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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 ملاتونین 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، کامل‌تر 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.

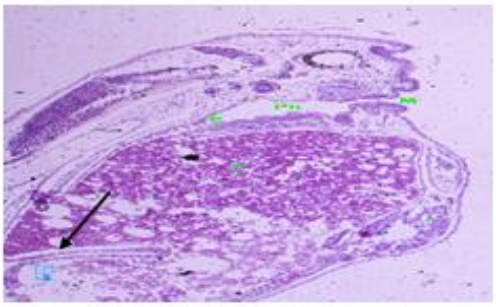


شکل ۲: شیار جدا کننده روده و معده (پیکان) در لارو دو روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۵) (H & E)

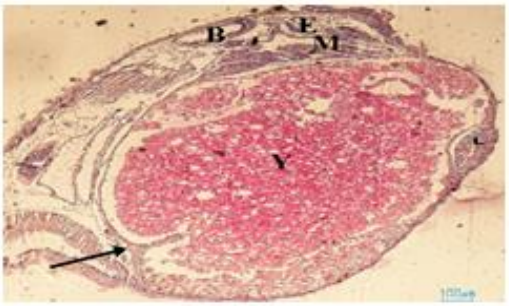


شکل ۱: شروع ایجاد شیار جداکننده روده و معده (پیکان) در لارو یک روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳) (H & E)

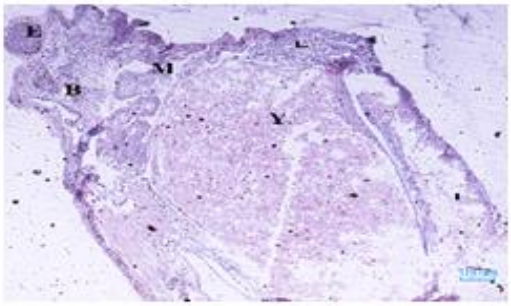
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]



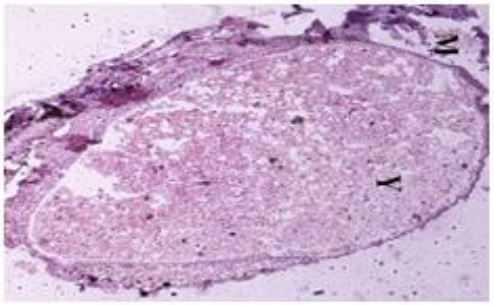
شکل ٤: برش بافتی لارو سه روزه تاسماهی ایرانی (تیمار۳)، دهان=M، گلو=Ph، کبد=L، مری=E، زرده=Y و شیار جدا کننده روده و معده (پیکان) (H & E)



شکل ۳: برش بافتی لارو دو روزه تاسماهی ایرانی (تیمار۲)، کبد=L دهان=M، مغز=B، چشم=E، زرده=Y و شیار جدا کننده روده و معده (پیکان) (H & E)

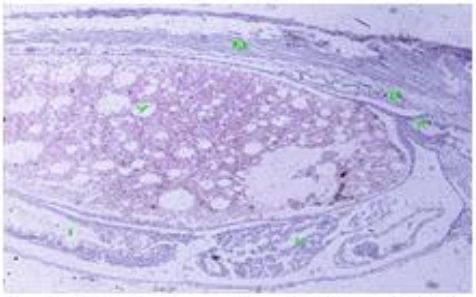


شکل ٦: برش بافتی لارو چهار روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳) کبد =L دهان=M، چشم =E، آبشش=G، مغز =B، زرده =Y (H & E)

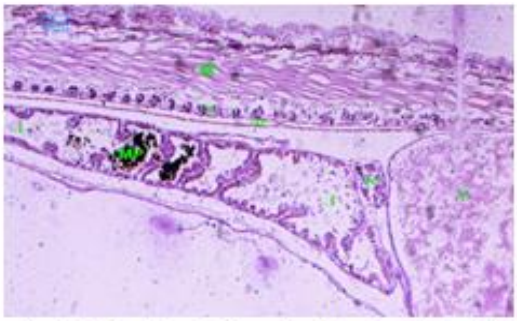


شکل ۵: برش بافتی لارو سه روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۷)، دهان=M، زرده=Y (H & E)

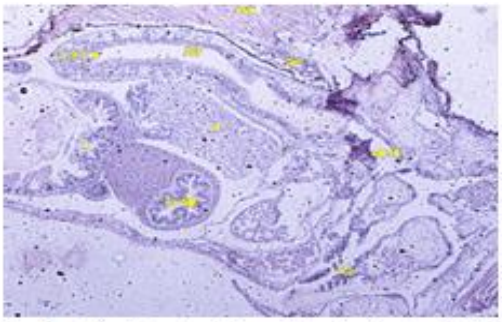
شکل ۸: برش بافتی لارو پنج روزه تاسماهی ایرانی (تیمار۵) کلیه=K، عضله=M، روده=I، کبد=L، مری=E، زرده=Y (H & E)



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

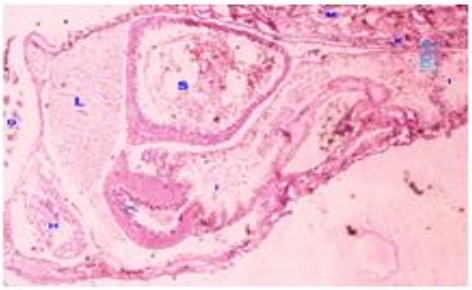


شکل ۱۰: برش بافتی لارو شش روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۵) عضله=M، لوله ادراری=UT، کلیه=K، روده=I، سنگدان=PC، زرده =Y (H&E)

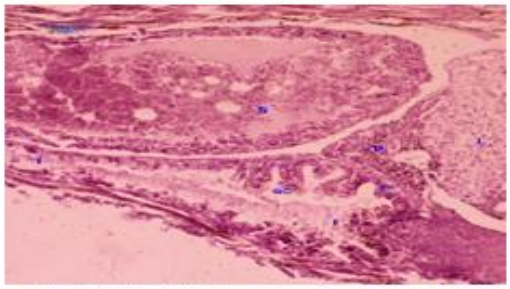


شکل ۹: برش بافتی لارو شش روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳)، عضله =M، مری=E، کلیه=K، کبد=L، سنگدان=PC، روده=I، معده غده‌ای=GG، زرده=Y (H & E)

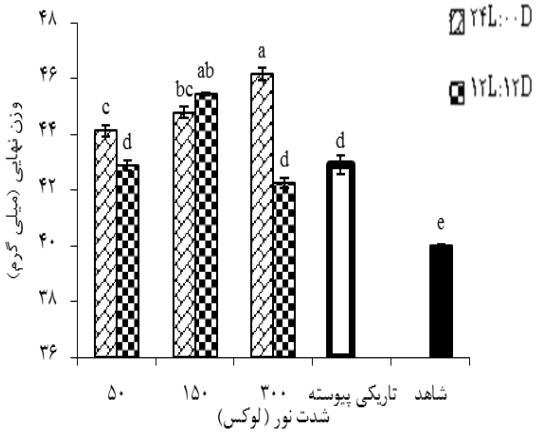
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]



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

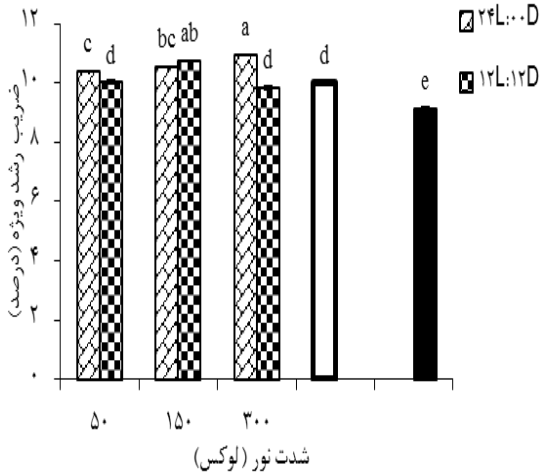


شکل ۱۱: برش بافتی لارو هفت روزه تاسماهی ایرانی (تیمار ۳)، رنگدانه=MP، روده=I، مخرج=A و پیکان بیانگر منفذ اداری – تناسلی بسته (H & E)



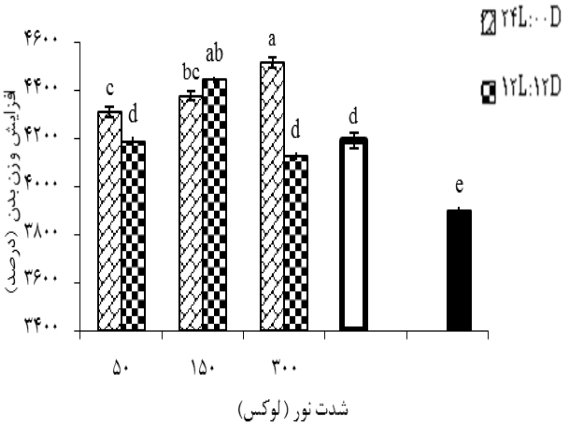
شکل ۱۳: میانگین وزن لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای آزمایشی

(حروف غیر مشابه هر ستون که منتج از آنالیز واریانس دو طرفه بوده، بیانگر اختلاف معنادار بین تیمارهاست، P<۰/۰۵)



شکل۱۵: 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<۰/۰۵)



شکل۱۴: 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<۰/۰۵)

بحث

در لارو تاسماهی ایرانی تغییرات اصلی تکوین، ۲۴ ساعت پس از تفریخ آغاز و شکل‌گیری 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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 سیبری (Gisbert *et al.*, 1998)، تاسماهی سفید (Buddington and Doroshov 1986)، تاسماهی سبز (Gisbert, and Doroshov, 2003) تاسماهی آتلانتیک (Ostaszewska *et al.*, 2011) شیار جداکننده روده از معده در روز سوم پدیدار شده بود. همچنین در تاسماهی سیبری 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 سیبری در روز اول پس از تفریخ مشاهده شد (Gisbert *et al.*, 1998)، اما پهلوان یلی و همکاران (۱۳۸۳) 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 لاروتاسماهی 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 سیبری 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 طویل‌تر 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)،

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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 رگ‌های خونی احاطه کننده 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 وگسترش 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 زیموژنی (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 فعال کننده رشد، اثر متقابل مثبت تغذیه و نور روی رشد است که می‌تواند بیانگر بهینه سطح تغذیه داخلی و خارجی باشد (کاظمی 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 فیل‌ماهی 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

رشد اثر متقابل مثبتی وجود دارد که می‌تواند به رشد لارو و بچه‌تاسماهی 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 (کاظمی 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 دریافتند 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 پیوست‌های 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 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 هماهنگ با سایر عوامل محیطی مانند، دما، اکسیژن محلول و ... اثرات متقابل و تغییرات مثبت در جهت رشد موجود آبزی 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 ژنتیکی 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

۱. 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 آبزی پروری، ۱۰(۴)،۲۶-۱۵.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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 فیل‌ماهی (*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. شیبانی، م.ت. و پهلوان یلی، م.، ۱۳۸۲. مطالعه بافت‌شناسی مراحل تکامل لاروی غدد ضمیمه گوارشی بچه‌تاسماهی ایرانی از زمان تفریخ تا رهاسازی. مجله دامپزشکی دانشگاه تهران، ۵۸ (۴)، ۳۴۱-۳۴۵.

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 آبزی 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 نجد گرامی 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 بوم شناسی آبزیان، 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. Boglion, 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.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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.
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-A_2 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 *Heterobranchus 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.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]

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., Shahsavani, 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. 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.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-16]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1398.13.4.9.6]