مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

اثرات دوره های مختلف نوری و شدت نور بر رشد، بازماندگی و تغییرات حجم کیسه زرده لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)

رضوان اله کاظمی[۱*]، فرزانه نوری[۲]، علی بانی[۳]، ابراهیم حسین نجدگرامی[۲]، محمد علی یزدانی ساداتی[۴]

[۱] گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت

[۲] گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه دانشگاه ارومیه

[۳] گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت

[۴] موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، رشت

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰۵/۲۵
اصلاح: ۹۴/۰۶/۲۲
پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۰

کلمات کلیدی:
تاسماهی
دوره نوری
کیسه زرده

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر دوره های مختلف نوری و شدت نور بر رشد، بازماندگی و روند جذب کیسه زرده لارو تاسماهی ایرانی بود. لاروها در ۴ شدت نور (۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ لوکس) و سه دوره نوری (۲۴L:۰۰D، ۱۲L:۱۲D و ۰۰L:۲۴D) متفاوت و در قالب ۷ تیمار و نیز گروه شاهد از تفریخ تا جذب کامل کیسه زرده پرورش داده شدند. فاکتورهای رشد شامل وزن و طول نهایی، وزن کسب شده، ضریب رشد ویژه، ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن و درصد بازماندگی لاروها در مرحله تغذیه داخلی محاسبه گردید. رشد و جذب کیسه زرده لارو تاسماهی ایرانی در شدت نور بالاتر (۳۰۰) و دوره نوری روشنایی پیوسته (۲۴L:۰۰D) به طور معناداری بهتر از شدت نور پایین (۰ لوکس) و دوره نوری تاریکی پیوسته (۰۰L:۲۴D) و گروه شاهد بود. همچنین نتایج نشان داد که تا ۸ روز پس از تفریخ، درصد بازماندگی لاروها در دوره نوری ۱۲L:۱۲D با شدت نور ۵۰ لوکس و ۰۰L:۲۴D با شدت نور صفر لوکس (به ترتیب ۰/۰۴±۷۳/۱۰ و ۰/۱۲±۷۲/۴۱ درصد) به طور معناداری بیشتر از لاروهایی بود که در دوره نوری ۲۴L:۰۰D با شدت نور ۳۰۰ لوکس (۰/۰۲±۴۷/۰۶ درصد) بودند. اختلاف معناداری نیز در فاکتور ضریب چاقی مشاهده نشد.

مقدمــه

از دوران آغازین حیات، موجودات زنده به نوسانات روزانه و سالانه عوامل غیرزنده محیط خود سازگاری داشتند. علاوه بر دما، نور نیز از فاکتورهای مهم کنترل کننده رفتارهای روزانه و فصلی در زندگی موجودات زنده از جمله ماهی هاست (Ruchin, 2007).

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Rezkazemi2000@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

علاوه بر نقش دوره نوری و شدت نور در رشد و نمو ماهیان (Rodriguez and Gisbert, 2002)، تأثیر آن در گونه های مختلف، سنین و مراحل مختلف رشد افراد یک گونه، متفاوت است (Loew and Sillman, 1993; Ruchin, 2007). در ماهیان استخوانی، نور در تمام مراحل چرخه زندگی از رشد و نمو جنینی (Downing and Litvak, 2002) گرفته تا رسیدگی جنسی در بالغین (Migaud *et al*., 2010) تاثیرگذار می‌باشد.

مطالعات انجام گرفته در خصوص اثر دوره نوری و شدت آن روی رشد و بازماندگی لارو دارای کیسه زرده ماهیان کم و نادر است. در تحقیقی مشخص شد که دوره نوری بلند مدت سبب افزایش میزان رشد لارو باس مخطط، *Morone saxatilis* (Braid, 1992) گردید. رژیم نوری مناسب برای پرورش لارو ماهی *Miichthys miiuy* با توجه به شاخص های طول کل، رشد روزانه و درصد بازماندگی (Shan *et al*., 2008) و نیز شرایط بهینه نوری برای نخستین هواگیری کیسه شنا و بازماندگی لارو *Latris lineate* (Trotter *et al*., 2003) در مراحل اولیه زندگی، ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی بود، اما Campagnolo and Nuñer (۲۰۰۸) با مطالعه اثر دوره های مختلف نوری روی بازماندگی و رشد لارو *Pseudoplatystoma corruscans* دریافتند که نیازهای دوره نوری لارو این گونه در روزهای مختلف متفاوت است؛ به طوری که در ۵ روز اول زندگی، نبود روشنایی پیوسته یا تاریکی، عامل مهمی برای رشد ولی پس از آن برای رشد لارو، نامناسب بود. اما برخی دیگر از مطالعات نشان دادند که مراحل اولیه زندگی لاروی گونه‌هایی از ماهیان استخوانی به شدت تحت تأثیر ویژگی‌های نور قرار داشتند. مثلاً لارو باس دریایی اروپایی، *Dicentrarchus labrax* (Hatziathanasiou *et al*., 2002; Villamizar *et al*., 2010) و کفشک ماهی پشت سبز، *Rhombosolea tapirina* (Hart *et al*., 1996) بهترین عملکرد و سریع ترین رشد و نمو و کم ترین درجه بد شکلی بدن را در شرایط نوری تاریک و روشن، وضعیتی که به شرایط طبیعی محیط آبی آنها نزدیک بود، داشتند (Villamizar *et al*., 2011). نتایج یکسانی نیز در دوره‌ها و شدت نور مشابه در لارو سایر گونه ها مانند لارو ماهی کاد اقیانوس اطلس، *Gadus morhua* (Puvanendran and Brown, 2002; Van der Van der Meeren and Jørstad, 2001) و لارو ماهی فلاندر جنوبی، *Paralichthys lethostigma* (Tuckey and Smith, 2010) مشاهده شد. این یافته ها نقش دوره نوری را در مراحل اولیه رشد و نمو لارو ماهی برجسته می کند. از طرف دیگر برخی از مطالعات انجام یافته روی لارو ماهیان، نشان داد که دوره نوری و شدت نور نمی تواند تاثیر بسزایی به ترتیب روی رشد لارو کیسه زرده دار ماهی هالیبوت آتلانتیک *Hippoglossus hippoglossus* (Karlsen *et al*., 1998) و تغذیه و رشد آغازین لارو *Paralabrax maculatofasciatus* (Pena *et al*., 2004) داشته باشد. همچنین در یک مطالعه روی لارو گربه ماهی sutchi، *Pangasianodon hypophthalmus* مشخص شد که میزان رشد و درصد بازماندگی به طور معناداری در شرایط تاریک و کم نور بهتر بود (Mukai *et al*., 2010). در لارو گربه ماهی آسیایی *Clarias macro- cephalus* و گربه ماهی آفریقایی *Clarias gariepinus* نیز، بزرگ ترین و سنگین ترین لاروها در دوره نوری ۲۴ ساعت تاریکی مشاهده شد (Mino *et al*., 2008). بنابراین عامل محیطی شدت نور می تواند روی زمان تکامل، زنده مانی و رشد لارو ماهیان استخوانی اثرات مثبت یا منفی داشته باشد (Boeuf and Le Bail, 1999). در خصوص ماهیان خاویاری، فقط یک مطالعه روی پیش لاروهای فیل ماهی پرورشی به انجام رسید که بر اساس آن، بهینه رشد و زنده مانی فیل ماهی در مراحل اولیه رشد و نمو در دوره نوری ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی مشاهده شد (Eshaghzadeh *et al*., 2013).

تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* از خانواده ماهیان خاویاری، Acipenseridae و یکی از پنج گونه مهم و تجاری دریای خزر است که امروزه عمدتاً بیشترین جمعیت تاسماهی بخش جنوبی و ایرانی آن را تشکیل داده، مانند سایر گونه های خاویاری در لیست جانوران در حال انقراض می باشد (IUCN, 2010). بالاترین تلفات و مرگ و میر تاسماهی ایرانی همانند دیگر گونه ها به دلایل مختلف چون محدودیت توانایی شنا، اندازه کوچک و حساسیت به تغییرات محیطی (به ویژه دما و نور) در مرحله تکامل لاروی و آغاز تغذیه فعال رخ می دهد (Rice *et al*., 1987; Miller *et al*., 1988). بنابراین دستیابی به شرایط بهینه رشد و درصد

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

بازماندگی بر اساس دوره های نوری و شدت نور در یک واکنش متقابل برای صنعت پرورش تاسماهیان و حفظ ذخایر طبیعی آنها، بسیار مهم می باشد. با توجه به مرگ و میر بالا و نبود اطلاعات کافی در زمینه نیازهای نوری در مرحله لارو دارای کیسه زرده یا مرحله تغذیه داخلی و نیز اهمیت اقتصادی و اکولوژیک ماهیان خاویاری، هدف از اجرای این تحقیق، تعیین دامنه دوره‌های مختلف نوری و شدت نور به منظور تأمین بهینه شرایط رشد و بازماندگی تاسماهی ایرانی در مرحله پیش لاروی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اواخر فروردین ماه ۱۳۹۳و به مدت ۸ روز (روز تفریخ تا جذب کامل کیسه زرده) در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی رشت به انجام رسید. لارو مورد نیاز این مطالعه از مرکز ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی که حاصل تکثیر مصنوعی مولدین تاسماهی ایرانی وحشی با استفاده از هورمون سنتتیک LHRH-A2 بود، تهیه شد (Mohammadi *et al.*, 2015). عملیات اجرایی در داخل سالن سرپوشیده و در اتاقک هایی که با چهارچوب های نراد و پوشش کارتون پلاست آبی (پلی پروپلین هالوسیت ضد آب و حرارت ۴ میلی متری شرکت کارتون پلاست تبریز) با روکش پلاستیکی مشکی کلفت در بخش‌های بیرونی ساخته شده بود، به انجام رسید. در مجموع ۷ اتاقک (تیمار) به درازای ۲۵۰، پهنای ۱۹۰ و بلندای ۱۹۷ سانتی متر حاوی سه وان پلاستیکی فشرده در هر اتاقک به عنوان تکرارهای هر تیمار تعبیه شد. در همه اتاقک ها و در ارتفاع ۸۰ سانتی متری از سطح آب هر وان، یک لامپ آفتابی نصب گردید. در مسیر هر لامپ یک دیمر (شرکت پارت برق ایرانیان) برای تنظیم شدت نور و یک زمان سنج ۲۴ ساعته (با حساسیت ۱۵ دقیقه، شرکت سون الکتریک چین) برای کنترل دوره نوری تیمار مربوطه و یک پریز و کلید قطع و وصل نصب شد. شدت نور مورد نیاز تیمارها با استفاده از دستگاه نورسنج دیجیتالی (مدل TES-1336A با حساسیت ۲۰۰۰۰-۲۰ لوکس شرکت TES Electrical Electronic Corp تایوان) تنظیم و سه بار در شبانه روز، کنترل گردید. پرورش لاروها در وان های پلاستیکی ۱۸۰ لیتری به ترتیب با پهنا، بلندا و درازای ۷۶، ۳۹ و ۱۰۴ سانتی متر (به نام کارون ۶، شرکت ناصر پلاستیک ایران) و حجم مفید ۱۰۰ لیتر آب صورت گرفت. همه اتاقک ها با استفاده از لوله های پلی اتیلنی، لوله کشی شدند به طوری که بالای هر وان یک شیر ورودی و در انتهای آن، یک خروجی آب مستقل تعبیه شد. همچنین به هر وان یک شیر قابل کنترل هوا وصل گردید و هوا با استفاده از شیلنگ های آکواریومی متصل به سنگ هوا به آب داخل وان هدایت گردید. آب مورد نیاز وان ها مستقیماً از آب تصفیه شده واحد انکوباسیون و سپس از آنجا از طریق لوله کشی به وان های آزمایشی انتقال یافت. آب به طور پیوسته با دبی ۰/۱ تا ۰/۲ لیتر بر ثانیه وارد وان ها شد و سپس از خروجی به بیرون انتقال یافت. تیمار ۸ یا شاهد نیز در خارج از اتاقک ها و در شرایط سالن ونیرو با سه تکرار و با وضعیت مشابه سایر تیمارها قرار داشت. روزانه با استفاده از اکسیژن متر- دما سنج دیجیتال (مدل HQ40d مولتی شرکت HACH آلمان) و پی اچ متر (مدل 2A20-1012 - PH 330i/set شرکت WTW آلمان) غلظت و درصد اشباعیت اکسیژن محلول، دما و پی اچ آب وان ها در هر تیمار به طور جداگانه اندازه گیری و ثبت گردید.

در این آزمون 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 ۱- ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی با شدت نور ۵۰ لوکس، ۲- ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی با شدت نور ۱۵۰ لوکس، ۳- ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی با شدت نور ۳۰۰ لوکس، ۴ – ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۵۰ لوکس، ۵- ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۵۰ لوکس، ۶- ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۳۰۰ لوکس، ۷- ۲۴ ساعت تاریکی و بدون روشنایی و گروه شاهد در شرایط کارگاهی، استفاده شد. برای تیمارهای مختلف به هر تکرار، ۱۱۰ گرم (۵۲ قطعه در هر گرم یا ۵۷۲۰ قطعه) و 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. میانگین دما، اکسیژن

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

محلول، درصد اشباع شدگی و پی اچ آب در وان های پرورش در طول دوره آزمون به ترتیب ۱۹/۱ درجه سانتی گراد، ۷/۳ میلی گرم در لیتر، ۸۹/۱ درصد و ۶/۷ بود.

لاروها در دو نوبت (یک و ۸ روز پس از تفریخ) و از هر تکرار، ۱۰ قطعه (و در مجموع از هر تیمار ۳۰ قطعه) زیست سنجی شدند. وزن لارو با ترازوی دیجیتالی (مدل GF-300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم شرکت A & D ژاپن) و طول کل و حجم کیسه زرده با برنامه نرم افزاری ImageJ پس از عکس برداری از لاروها توسط لوپ مجهز به دستگاه چشم دیجیتالی مدل DS-L2 شرکت نیکون ژاپن به ترتیب با دقت یک صدم میلی متر و میلی متر مکعب محاسبه شد. برای محاسبه حجم کیسه زرده از هر تیمار در هر روز ۲۰ و در طول دوره آزمون (۸ روز) برای هر تیمار، ۱۶۰ قطعه لارو استفاده شد. پس از پایان دوره تحقیق، نسبت به تعیین افزایش وزن کسب شده (WG= W2 - W1)، ضریب رشد ویژه (SGR= (Ln W2-Ln W1)/day-1 ×100)، ضریب چاقی (W /L3) ×100) =CF)، درصد افزایش وزن بدن (BWI=(W1–W2/W1) ×100) و درصد بازماندگی ((N1/N0) × 100 =SR) لاروها در تیمارهای مختلف با استفاده از برابری‌های ریاضی فوق اقدام گردید (N1/N0) (Taylor *et al.*, 2006; Bani *et al.*, 2009). در این برابری‌ها: W1=وزن اولیه، W2=وزن ثانویه، W=وزن کل، L=طول کل، N0=تعداد لاروها در آغاز و N1= تعداد لاروها در پایان دوره بود.

به منظور تعیین اثر متقابل تیمارها از آزمون تجزیه واریانس Three- way Nested ANOVA و مقایسه میانگین ها از آزمون جدا ساز Tukey در سطح اطمینان ۹۵ درصد و برای تعیین یکنواختی واریانس ها از آزمون Levene، استفاده شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS20 و رسم نمودارها به کمک Excel 2010 انجام گردید. برای آنالیز داده ها نخست همگنی داده ها با استفاده از آزمون Kolmogrov-smironov (K-S) کنترل شد. در صورت عدم نرمال بودن داده ها از آزمون ناپارامتریک و برای بررسی اثر تکرارها در تیمار از آزمون تکرار در تیمار آشیان (Nested ANOVA) استفاده شد. برای تعیین درصد بازماندگی، آزمون مربع K مورد استفاده قرار گرفت. ضمناً اثر تکرار با آزمون تکرار در تیمار آشیان بررسی شد، به طوری که هر تکرار در تیمار آشیان کرد (بین تکرار ها اختلاف معناداری وجود نداشت). برای بیان داده ها از میانگین داده ها ± خطای استاندارد استفاده گردید.

نتایـج

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین وزن و طول کل لاروها در پایان آزمایش در تیمارهای مختلف به ترتیب در محدوده بین ۴۰/۰۰±۰/۰۵ -۴۶/۱۷±۰/۲۲ میلی گرم (p<۰/۰۵ و H=۱۶۸/۷۵، df=۷) و ۱۹/۵۲±۰/۱۳ - ۲۰/۴۰±۰/۱۰ میلی متر (p<۰/۰۵ و F=۴/۷۱، df=۷) در نوسان بود (جدول ۱). همچنین میانگین ضریب رشد ویژه، افزایش وزن بدن، وزن به دست آمده و درصد بازماندگی لاروها در پایان دوره مطالعه به ترتیب بین محدوده ۹/۱۵±۰/۰۲ - ۱۰/۹۴±۰/۰۶درصد و ۵/۵۳±۳۹۰۰/۰۰ - ۴۵۱۷/۳۳±۲۲/۰۷ درصد، ۲۰/۷۷±۰/۰۵ - ۲۶/۹۴±۰/۲۲ میلی گرم (p<۰/۰۵ و H=۱۶۸/۷۵، df=۷) و ۴۷/۰۶±۰/۰۲ - ۷۳/۰۹±۰/۳۷ درصد (p<۰/۰۵ و H=۶۶۷/۱۶، df=۱۴) مشاهده گردید. همه فاکتورهای رشد در تیمارهای مختلف نسبت به هم دارای اختلاف معنادار بودند. اما پارامتر ضریب چاقی با میانگین مقدار عددی بین ۰/۵۲±۰/۰۱ - ۰/۵۵±۰/۰۱ (p>۰/۰۵ و F=۰/۹۲۳، df=۷)، در همه تیمارها نسبت به یکدیگر فاقد اختلاف معنادار آماری بودند (جدول ۱). آنالیز آماری فاکتورهای رشد نشان داد که بیشترین افزایش میانگین وزن و طول نهایی و نیز شرایط بهینه برای سایر فاکتورهای رشد لارو تاسماهی، در مرحله مورد مطالعه در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۵۰ لوکس و پس از آن بدون اختلاف معنادار در دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی با شدت نور ۳۰۰ لوکس رخ داد. کمترین افزایش میانگین وزن و طول نهایی و نیز حداقل شرایط بهینه در سایر فاکتورهای رشد مورد آزمون با اختلاف آماری معنادار نسبت به تیمارهای یاد شده (p<۰/۰۵)، در دوره نوری و شدت نور تیمار شاهد و پس از آن به ترتیب در دوره های ۲۴ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

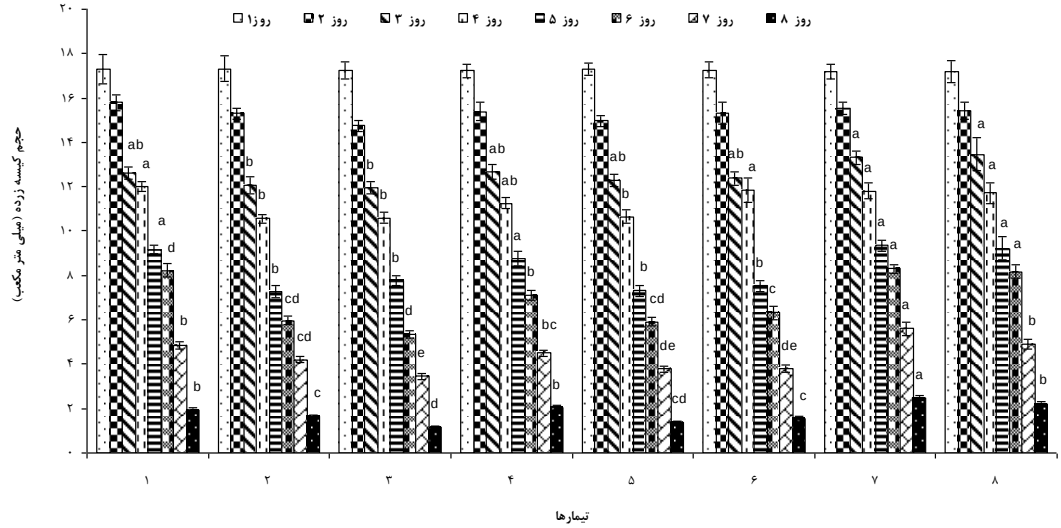
[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

جدول ۱. نتایج فاکتورهای رشد و درصد بازماندگی لارو تاسماهی ایرانی در مرحله پیش لاروی در دوره‌ها و شدت نور مختلف (n=۳۰ و میانگین ±SE)

	تیمارها				فاکتورهای رشد				
	طول اولیه (mm)	طول نهایی (mm)	وزن اولیه (mg)	وزن نهایی (mg)	ضریب رشد ویژه %	افزایش وزن بدن %	وزن کسب شده (mg)	ضریب چاقی CF	بازماندگی SR%
۱	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{a}۲۰/۳۲±۰/۱۲	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{c}۴۴/۱۳±۰/۲۱	^{c}۱۰/۳۸±۰/۰۶	^{c}۴۳۱۳/۰۰±۲۰/۹۸	^{c}۲۴/۹۰± ۰/۲۱	۰/۵۳±۰/۰۱	^{f}۶۱/۹۷±۰/۰۷
۲	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{a}۲۰/۲۳±۰/۱۳	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{bc}۴۴/۷۹±۰/۱۹	^{bc}۱۰/۵۶±۰/۰۵	^{bc}۴۳۷۹/۰۳±۱۹/۳۲	^{bc}۲۵/۵۶±۰/۱۹	۰/۵۴±۰/۰۱	^{c}۷۱/۱۴±۰/۰۵
۳	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{a}۲۰/۳۳±۰/۱۲	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{a}۴۶/۱۷±۰/۲۲	^{a}۱۰/۹۴±۰/۰۶	^{a}۴۵۱۷/۳۳±۲۲/۰۷	^{a}۲۶/۹۴±۰/۲۲	۰/۵۵±۰/۰۱	^{e}۶۵/۴۵±۰/۰۱
۴	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{ab}۲۰/۰۱±۰/۱۷	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{d}۴۲/۹۰±۰/۱۸	^{d}۱۰/۰۲±۰/۹۷	^{d}۴۱۸۹/۶۷±۱۸/۰۵	^{d}۲۳/۶۷±۰/۱۸	۰/۵۴±۰/۰۱	^{a}۷۳/۱۰±۰/۰۴
۵	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{a}۲۰/۴۰±۰/۱۰	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{ab}۴۵/۴۵±۰/۰۵	^{ab}۱۰/۷۵±۰/۰۱	^{ab}۴۴۴۵/۰۰±۵/۳۳	^{ab}۲۶/۲۲±۰/۰۵	۰/۵۴±۰/۰۱	^{g}۴۷/۰۶±۰/۰۲
۶	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{a}۲۰/۱۶±۰/۱۲	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{d}۴۲/۲۶±۰/۱۷	^{d}۹/۸۴±۰/۰۵	^{d}۴۱۲۶/۳۳±۱۷/۲۶	^{d}۲۳/۰۳±۰/۱۷	۰/۵۲±۰/۰۱	^{e}۶۵/۷۶±۰/۰۳
۷	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{ab}۱۹/۹۵±۰/۱۴	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{d}۴۲/۹۲±۰/۳۴	^{d}۱۰/۰۲±۰/۱۰	^{d}۴۱۹۲/۳۳±۳۳/۷۴	^{d}۲۳/۶۹±۰/۳۴	۰/۵۵±۰/۰۱	^{b}۷۲/۴۱±۰/۱۲
۸	۱۱/۳۵±۰/۰۳	^{b}۱۹/۵۲±۰/۱۳	۱۹/۲۳±۰/۰۸	^{e}۴۰/۰۰±۰/۰۵	^{e}۹/۱۵±۰/۰۲	^{e}۳۹۰۰/۰۰±۵/۵۳	^{e}۲۰/۷۷±۰/۰۵	۰/۵۴±۰/۰۱	^{d}۶۸/۸۰±۰/۰۲

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنادار آماری است (p<۰/۰۵)

تاریکی به ترتیب با شدت نور صفر و ۵۰ لوکس (جدول ۱) مشاهده شد، اما درصد بازماندگی تقریباً عکس نتایج فاکتورهای رشد بود به طوری که بالاترین درصد بازماندگی در تیمارهای با دوره تاریکی بیشتر و شدت نور کمتر مشاهده شد. بالاترین درصد بازماندگی لاروها در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۵۰ لوکس (۰/۰۴±۷۳/۱۰ درصد) و ۲۴ ساعت تاریکی با شدت نور صفر لوکس (۰/۱۲±۷۲/۴۱ درصد) و کمترین بازماندگی در دوره نوری۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۵۰ لوکس (۰/۰۲±۴۷/۰۶ درصد) رخ داد. نتایج تغییرات حجم کیسه زرده نیز نشان داد که حداقل حجم کیسه زرده در پایان دوره در تیمار ۲۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی با شدت نور ۳۰۰ لوکس (۰/۰۷±۱/۱۴ میلی متر مکعب) و بیشترین حجم کیسه زرده در تیمار ۲۴ ساعت تاریکی (۰/۱۳±۲/۴۸ میلی متر مکعب) با شدت نور صفر لوکس مشاهد شد که به طور معناداری با یکدیگر اختلاف داشتند (شکل ۱). بر اساس نتایج به دست آمده، تغییرات معنادار روند جذب کیسه زرده در تیمارها از روز سوم پس از تفریخ نمایان شد و در تمام تیمارها کمترین جذب زرده بین روز سوم و چهارم صورت گرفت. در طول دوره تیمارهای با شدت نور بالا، بیشترین و تیمارهای با شدت نور پایین، کمترین جذب کیسه زرده را داشتند (شکل ۱).



شکل ۱. روند جذب کیسه زرده لارو تاسماهی ایرانی در تیمارهای مختلف نوری و در طول دوره آزمون (n=۳۰ و میانگین ±SE) حروف غیرمشابه بیانگر اختلاف معنادار آماری است (p<۰/۰۵)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

بحث

این تحقیق ثابت کرد که دوره های نوری و شدت نور به عنوان دو عامل محیطی می توانند به طور معناداری روی کارایی رشد، درصد بازماندگی و روند جذب کیسه زرده لارو تاسماهی ایرانی در تانک های کوچک داخل سالن در مرحله تغذیه داخلی تاثیر بگذارند. در مطالعه حاضر بیشترین میانگین وزن، طول کل نهایی، ضریب رشد ویژه، افزایش وزن بدن و وزن کسب شده در دوره های نوری ۲۴ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی مشاهده شد (جدول ۱). این نتیجه نشان داد دوره نوری یکی از فاکتورهای مستقیمی است که می تواند با نفوذ روی رفتارهای تغذیه داخلی و افزایش بازدهی غذایی (تغذیه داخلی) لارو، رشد ماهی را در طول دوره های اولیه زندگی کنترل کند (Shan *et al*., 2008). در ماهی کاد ثابت شد که جذب کیسه زرده وابسته به رژیم نوری بود (Solberg and Tilseth, 1987). از این رو برای لاروها مهم‌ترین فاکتور فعال کننده رشد، اثر متقابل مثبت تغذیه داخلی و نور روی رشد است که می تواند بیانگر بهینه سطح تغذیه داخلی باشد. همانگونه که آنالیز داده ها در تحقیق حاضر به ما نشان داد که دوره نوری، رشد ویژه را تحریک خواهد کرد. البته گاهی ممکن است بین بهترین رشد و بهینه شرایط تمایز، هم‌سویی رخ ندهد. مثلاً در ماهی باس دریایی، دوره نوری پیوسته برای رشد ماهی مناسب ولی برای تمایز طبیعی این گونه نامناسب بود (Rozani Cerqueira, 1991). همچنین Shan و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که لاروهای ماهی کروکر *Miichthys miiuy* که در تاریکی مستمر پرورش یافته بودند، نتوانستند نخستین تغذیه خود را انجام دهند و ۷ روز پس از تفریخ، مردند. این نتیجه نیز نشان داد که لاروها برای آغاز تغذیه به نور نیاز دارند. آنها همچنین مشاهده کردند که دوره نوری طولانی نتوانست به طور آشکار رشد را در لارو های کروکر جوان تر از ۲۵ روز افزایش دهد ولی به طور معنادار این افزایش در ماهیان مسن تر مشاهده شد. به نظر می‌رسد که تأثیر فتوپریود روی رشد در بسیاری از گونه ها با تغییر مراحل زندگی، تغییر کند. در تحقیقی دیگر، رژیم نوری مناسب برای مراحل اولیه زندگی فلاندر جنوبی *Paralichthys lethostigma*، دوره نوری طبیعی یا ۱۰ ساعت در شبانه روز اعلام شد که تا حدودی با نتایج این مطالعه هماهنگ بود (Tuckey and Smith, 2001). آنها به این نتیجه رسیدند که ۱۰ ساعت روشنایی ممکن است وابسته به عملکرد طبیعی تنظیم کننده ریتم های این گونه خاص باشد که در پاسخ به دوره نوری، غده پینه ال را در هیپوتالاموس تحریک کرده، با همکاری یکدیگر رشد، تمایز و ریتم های روزانه دوره نوری را کنترل کنند. همچنین نتایج تحقیقات تأثیر نور روی رشد و تمایز مراحل اولیه زندگی لاروی برخی از گونه های استخوانی نشان داد که لارو آنها به شدت تحت تأثیر دوره‌های نوری بودند. مثلاً لارو ماهی باس اروپایی و کفشک ماهی، بهترین عملکرد و سریع ترین رشد و تمایز را در شرایط نوری تاریک و روشن که مشابه شرایط طبیعی محیط زیست آنها بود، نشان دادند (Villamizar *et al*., 2011). تاثیر دوره های مختلف نوری روی پیش لارو و لارو فیل ماهی پرورشی نیز نشان داد که بهترین رشد لاروها در دوره نوری ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی رخ داد (Eshaghzadeh *et al*., 2013) و نتیجه گیری شد که چرخه رژیم های نوری روشنایی و تاریکی ماهیان پرورشی با توجه به گونه و بر اساس زیستگاه و چرخه زندگی آنها متفاوت خواهد بود.

در مغایرت با نتایج مطالعه ما، مشخص شد که لارو ماهی *Latris lineata* همانند سایر گونه های فیزیستومی موقت، برای نخستین پرشدگی کیسه شنای خود به منظور حرکت رو به بالا، نیاز به دوره نوری تاریکی پیوسته دارد (Trotter *et al*., 2003). آنها نتیجه گرفتند که تاریکی می تواند سبب سازگاری لارو با عدم برخورد آن به شکارچی شود. برخلاف نتایج محققین فوق و مطالعه حاضر، Karlsen و همکاران (۱۹۹۸)، با مطالعه اثر دوره نوری روی فعالیت و رشد لارو دارای کیسه زرده هالیبوت آتلانتیک *Hippoglossus hippoglossus* نشان دادند که به کارگیری تیمارهای نوری در این مطالعه فقط اثر کوچکی روی رشد و تجزیه انرژی لارو داشته و به نظر می‌رسد رشد آنها کمتر تحت تاثیر نور محیطی قرار می‌گیرد. البته این محققین بیان داشتند با توجه به تجربه شرایط مختلف نوری توسط لارو در طبیعت، ممکن است در صورت استفاده از شرایط مختلف نوری طبیعی، آنها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

بتوانند روی رشد و تمایز لارو هالیبوت آتلانتیک تأثیر مثبت بگذارند. این محققین نتیجه گیری کردند که تاثیر دوره نوری و شدت آن روی فاکتورهای رشد لارو پس از تمایز شبکیه چشم که سبب تحریک فعالیت آنها می شود، مشاهده خواهد شد.

تحقیق حاضر نشان داد که علاوه بر دوره نوری، شدت نور نیز به طور معناداری روی رشد تاسماهی ایرانی در مرحله لارو دارای کیسه زرده تاثیر داشت و بیشینه وزن، طول کل، وزن به دست آمده، ضریب رشد ویژه و افزایش وزن بدن با اختلاف معنادار ($p<۰/۰۵$) در شدت نور بین ۳۰۰-۱۵۰ لوکس (در مقایسه با ۰ و ۵۰ لوکس) رخ داد. معدود مطالعات نوری انجام شده روی ماهیان خاویاری فقط دربرگیرنده تیمارهای دوره نوری بودند و به نظر می‌رسد مطالعه حاضر از نخستین مطالعاتی باشد که هم زمان تاثیر شدت نور و دوره نوری روی پارامترهای رشد و بازماندگی تاسماهیان (تاسماهی ایرانی) را مورد بررسی قرار داده است. نتایج این بررسی با یافته های برخی از مطالعات انجام یافته روی ماهیان استخوانی مشابهت داشت. در تحقیقی مشخص شد که در روزهای نخست پس از تفریخ، رشد لارو ماهی *Latris lineata* در شدت نور بالا (۳۰۰۰ لوکس) به طور معناداری بیشتر از شدت نور پایین (۳۰۰ لوکس) بود (Trotter *et al*., 2003). در حالی که بیشینه رشد در لارو مرحله آغازین تغذیه خارجی *Mylio macrocephalus* ، در شدت نور ۳۰۰ لوکس نسبت به ۱۰۰۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰ و ۰ لوکس (Kiyono and Hirano, 1981) و در لارو سیم دریایی در شدت نور ۱۳۰۰ نسبت به ۱۰۰ لوکس (Chatain and Qunais-Guschemaan, 1991) مشاهده شد. همچنین رشد لارو ماهی کاد از زمان تفریخ تا ۲۸ روز پس از آن در شدت نور بالا (۲۴۰۰ لوکس) به طور معناداری بیشتر از شدت نور پایین بود در حالی که پس از آن شدت نور در میزان رشد تاثیری نداشت (Puvanendran and Brown, 2002). محققین تحقیق اخیر به این نتیجه رسیدند که شدت نور در برخی از گونه‌ها در روزهای نخست بسیار مهم است زیرا در این مرحله ساختار شبکیه چشم تکامل می‌یابد و پس از تمایز شبکیه چشم، دیگر نیازی به شدت نور بالا نمی‌باشد و لاروها برای تغذیه و رشد می توانند در نور پایین نیز میزان مشابه شدت نور بالا، غذا دریافت کرده، رشد یکسانی داشته باشند. بنابراین تأمین شدت نور بهینه برای گونه های خاص، توانایی بینایی را برای تغذیه در مراحل بعدی زندگی افزایش می دهد (Downing and Litvak, 1999).

برخلاف نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه دیگری مشخص شد که لاروهای پیش تغذیه ای ماهی هامور، *Epinephelus striatus* در شرایط شدت نور کمتر (۱۶۳۶ لوکس)، سریع تر رشد کردند ولی میانگین طول لاروهایی که در شدت نور بالاتر پرورش یافته بودند، کوتاه تر بود (Ellis *et al*., 1997) که می تواند ناشی از سطح فعالیت و مصرف انرژی بیشتر در شدت نور بالاتر باشد. مثلاً در لارو ماهی هرینگ *Clupea harengus* سطح فعالیت شناگری با شدت نور در محدوده ۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکس (Batty, 1987) افزایش یافته بود و میانگین طول کل لاروهای دارای کیسه زرده ماهی کاد *Gadus morhua* در شرایط روشنایی پیوسته (۵۰۰ لوکس) کوتاه تر از لاروهایی که در تاریکی پرورش یافته بودند، مشاهده شد که می تواند ناشی از افزایش انرژی سوخت و سازی در روشنایی باشد (Solberg and Tilseth, 1987). اما نتایج این مطالعه نشان داد که در شدت نور بالاتر کلیه فاکتورهای رشد لارو از جمله میانگین طول کل بیشتر از لاروهایی بود که در تاریکی یا شدت نور کمتر رشد کرده بودند.

همچنین تحقیق حاضر نشان داد که دوره‌های نوری و شدت نور می‌توانند با اختلاف معنادار روی درصد بازماندگی لاروها تأثیر بگذارند ($p<۰/۰۵$) به طوری که بیشینه بازماندگی لاروها در تیمار با دوره نوری کوتاه مدت و شدت نور پایین (تاریکی پیوسته و ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور صفر و ۵۰ لوکس) و کمینه بازماندگی در دوره روشنایی بلند مدت و شدت نور بالا (۲۴ ساعت روشنایی و ۳۰۰ لوکس) مشاهده شد. به نظر می رسد بین نور و توانایی رشد، اثر متقابل مثبتی وجود دارد که می‌تواند به رشد لارو تاسماهی ایرانی کمک کند و به همین دلیل بیشینه و بهینه شرایط رشد هیچ‌گاه با بیشینه درصد بازماندگی در شرایط مشابه محیطی رخ نمی دهد. زیرا اثر مثبت متقابل فقط در حضور نور (و نه در شرایط تاریکی مستمر) می‌تواند بروز کند (Nwosu and Holzlohner, 2000). بنابراین دوره نوری طولانی تر و شدت نور بیشتر می‌تواند شانس رشد لارو را افزایش دهد اما نمی‌تواند لزوماً فاکتور بهینه ای برای افزایش بازماندگی باشد. یافته‌های ما با نتایج مشاهده شده روی لارو ماهی باس دریایی *Dicentravchus labrar* تازه تفریخ شده که در شدت نور بالا (۱۴۰۰ تا ۳۵۰۰ لوکس) دچار کاهش بازماندگی شده بودند، مطابقت ولی با درصد

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

بازماندگی لاروهای ماهی هامور که با افزایش شدت نور در محدوده ۰ تا ۱۶۳۶ لوکس افزایش یافته بود، مغایرت داشت (Ellis *et al.*, 1997). تأثیر مثبت روشنایی بالاتر روی بازماندگی لاروهای پیش تغذیه ای ماهی هامور ممکن است به دلیل تغییر رفتار لاروی مانند نورگرایی و فعالیت شناگری باشد. همچنین در مطابقت با یافته‌های ما، مطالعات Campagnolo and Nuñer (۲۰۰۸)، کمترین درصد زنده مانی لاروهای ۵ تا ۱۰ روزه *Pseudoplatystoma corruscans* را در دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی نشان داد که ممکن است با فعالیت های شدید شنای لاروها، مصرف بالاتر انرژی و در پی آن کاهش بازماندگی در ارتباط باشد. افزایش فعالیت‌های شنا با کاهش غلظت هورمون ملاتونین پلاسمای خون که در حضور نور به سطح پایه می رسد، ارتباط دارد. در حالی که در شرایط تاریکی سطح هورمون ملاتونین افزایش و به بالاترین میزان خود می رسد (Ekstrom and Meissl, 1997). نگهداری ریتم پایدار تولید ملاتونین در طول چهار روز نخست زندگی در شرایط کامل تاریکی (Bolliet *et al.*, 1996) می‌تواند بازماندگی بالاتر لاروها را در روز پنجم و در شرایط ۲۴ ساعت تاریکی را در مقایسه با لاروهای روز ۱۰ در همان شرایط نوری توصیف کند. البته باید توجه داشت که کیفیت گامت‌ها و تخم و شرایط پرورش پیش لارو از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیر گذار در بازماندگی لاروها پس از تفریخ هستند (Alves *et al.*, 1999).

ممکن است کنترل داخلی لارو وقتی در معرض دوره نوری پیوسته قرار گیرد، کارایی خود را ار دست بدهد و در نتیجه درصد بازماندگی کاهش یابد. میزان سوخت و ساز لارو، زمانی که در ساعاتی از شبانه روز فعال است نسبت به زمانی که فعالیت ندارد، تا ۲/۵ برابر بیشتر می شود. این موضوع می‌تواند بروز این اختلاف در رشد سریع تر را توضیح دهد، اما گمان بر این است که بازماندگی کمتر در دوره نوری با طول روشنایی بیشتر که افزایش رشد بالاتری را نسبت به شرایط بهینه دارند، به دلیل شنای فعالانه و صرف انرژی بیشتر باشد. بنابراین حرکت مداوم لارو در شرایط یاد شده ممکن است انرژی بیشتری را نسبت به انرژی تولید شده، مصرف کند: در نتیجه بازماندگی کاهش می یابد (Cerqueira and Chatain, 1991). همان گونه که قبلاً اشاره شد، مطالعات انجام یافته در خصوص تأثیر نور روی فاکتورهای رشد لارو دارای کیسه زرده در مقایسه با مراحل بالاتر زندگی در گونه‌های مختلف ماهی و به ویژه ماهیان خاویاری بسیار کم است: اما با توجه به نتایج متفاوت و گاه متضاد محققین در این خصوص 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 (Boeuf and Le Bail., 1999). البته گونه، ژنتیک و ویژگی های فردی لاروها نیز می تواند این نتایج متفاوت را سبب شود.

روند تغییرات حجم کیسه زرده لاروها در تیمارهای مختلف (شکل ۱) در طول دوره آزمایش ثابت کرد که دوره نوری و شدت آن می‌تواند اثر مهمی روی فاکتورهای رشد، شدت سوخت و ساز و مصرف انرژی و درصد بازماندگی لاروهای دارای کیسه زرده تاسماهی ایرانی بگذارد. 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 مستمر سریع تر رخ داد (شکل ۱). این یافته ها با نتایج به دست آمده روی لارو گرگ ماهی اروپا مطابقت داشت (Villamizar *et al.*, 2009). آنها دریافتند که بیشترین جذب اندوخته کیسه زرده در لاروهای پرورش یافته در دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی با طیف نوری سفید و ۱۲ ساعت روشنایی ۱۲ ساعت تاریکی با طیف نوری آبی مشاهده شد زیرا در پایان دوره، کیسه زرده آنها در مقایسه با بقیه تیمارها، کوچک ترین حجم را داشت. در تیمارهای یاد شده در روز ۹ پس از تفریخ کل اندوخته زرده جذب شده بود اما در مقابل تیمارهای ۲۴ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با طیف نوری قرمز، اندوخته زرده تا روز ۱۱ هنوز به طور کامل جذب نشده بود. این محققین دریافتند که تاریکی مستمر باعث کاهش استفاده از اندوخته داخلی می شود و در نتیجه آغاز تغذیه خارجی به تأخیر می افتد. با این وجود در مطالعه ای دیگر نشان داده شد که شدت‌های مختلف نور روی جذب کیسه زرده و تمایز لوله گوارش لارو *Dentex dentex* تاثیری نداشت (Firat *et al.*, 2003).

بر اساس نتایج بیان شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تغییرات نسبی در طول دوره نوری و شدت آن، سوخت و ساز لارو تاسماهی ایرانی را افزایش داده و کیسه زرده را در زمان کوتاه تری جذب و در نتیجه از انرژی بیشتر حاصل از متابولیسم در جهت افزایش

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

فاکتورهای رشد استفاده کند. به نظر می رسد لاروها در شدت نور بالاتر و دوره نوری طولانی تر به دلیل سوخت و ساز بیشتر، از رشد بهتر ولی به دلیل فعالیت‌های شدید شنا و مصرف بالاتر انرژی، از درصد بازماندگی کمتری برخوردار شدند. مطالعات آینده باید روی آنزیم ها و هورمون های آزاد شده تحت تاثیر دوره و شدت نور و سازوکارهای فیزیولوژیک و رفتاری اثر آنها روی رشد، تمایز و بازماندگی و نیز روند تکاملی لارو دارای کیسه زرده تاسماهی ایرانی و سایر گونه های تاسماهیان متمرکز شود.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران در سازمان شیلات ایران و مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری دکتر بهشتی رشت به ویژه آقایان دکتر حسین عبدالحی، مهندسین علیرضا عباسعلیزاده، حسین محمدی پرشکوه، مهدی رزاقی، رضا حاجتی و مسعود علیزاده و کارگران شریف بخش‌های تکثیر، پرورش لارو و فنی این مرکز و نیز از همکاری‌های صادقانه سرکار خانم دکتر مهتاب یارمحمدی، مهندس علی حلاجیان، دکتر علیرضا شناور، مهندسین سجاد دروی قاضیانی، سید محمد موسوی، هوشنگ یگانه، اسماعیل فرزانه و نیروهای کارگری بخش تکثیر و پرورش موسسه تاسماهیان و آقای مهندس حمید اسحق زاده سپاسگزاری می گردد.

منابـع

Alves, D., Specker, J.L., Bengston, D.A. 1999. Investigations into the early larval mortality in cultured summer flounder (*Paralichthys dentatus* L.). Aquaculture. 176: 155-172.

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.

Batty, R.S. 1987. Effect of light intensity on activity and food searching of larval herring. *Clupea harengus*: a laboratory study. Marine Biology. 94: 323-327.

Boeuf, G., Le Bail, P.Y. 1999. Does light have an influence on fish growth? Aquaculture. 129-152.

Bolliet, V., Ali, M.A., Lapointe, F.J. 1996. Rhythmic melatonin secretion in different teleost species: an in vitro study. Journal Corporation Physiology Part B. 165: 677-683.

Braid, M.R. 1992. Effects of photoperiod on striped Bass (*Morone saxatilis*) larvae and striped Bass White Bass hybrid (*Morone chrysops*) larvae in an intensive culture system. Journal of Academic Science. 63(1): 10-18.

Campagnolo, R., Nuñer, A.P.O. 2008. Survival and growth of *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces - Pimelodidae) larvae: effect of photoperiod. Brazilian Medicine Veterinary.60(6): 1511-1516.

Cerqueira, V.R., Chatain, B. 1991. Photoperiodic effects on the growth and feeding rhythm of European seabass, *Dicentrarciius labrax*. Larvae in intensive rearing. In: Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E., Ollevier, F. (eds.). Larvi '91 Fish and Crustacean Larviculture Symposium, Gent, Belgium, Publish in Europian Aquaculture Society. 15: 304-306.

Chatain, B., Ounais-Guschemann, N. 1991. The relationship between light and larvae of *Sparus aurata*. In: Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E., Ollevier, F. (eds.). Larvi '91-Fish & Crustacean Larviculture Symposium, Gent, Belgium. Publish in Europian Aquaculture Society. 15: 310-313.

Downing, G., Litvak, M.K. 1999. The influence of light intensity on growth of larval haddock. North American Journal Aquaculture. 61: 135-140.

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.

Ekstrom, P., Meissl, H. 1997. The pineal organ of teleost fishes. Review Fish Biology. 7: 199-284.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

Ellis, E.P., Watanabe, W.O., Ellis, S.C., Ginoza, J., Moriwake, A. 1997. Effects of turbulence, Salinity and Light intensity on Hatching rate and survival of larval Nassau grouper, *Epinephelus striatus*. Journal of Applied Aquaculture. 7(3): 87-94.

Eshaghzadeh, H., Rafiee, G., 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.

Firat, K., Saka, S., Coban, D. 2003. The effect of light intensity on early life development common dentex larvae. Aquaculture Research. 34: 727-732.

Hart, P.R., Hutchinson, W.G., Purser, G.J. 1996. Effects of photoperiod, temperature and salinity on hatchery-reared larvae of the greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Günther, 1862). Aquaculture. 144: 303-311.

Hatziathanasiou, A., Paspatis, M., Houbart, M., Kestemont, P., Stefanakis, S., Kentouri, M. 2002. Survival, growth and feeding in early life stages of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) intensively cultured under different stocking densities. Aquaculture. 205: 89-102.

ICUN. 2010. ICUN red of threatened species www.iucnredlist.org. Downloaded on 25 August 2011.

Karlsen, Q., Skiftesvik, A.B., Helvik, J.V. 1998. The effect of light on activity and growth of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* yolk-sac larvae. Aquaculture Research. 29: 899-911.

Kiyono, M., Hirano, R. 1981. Effects of light on the feeding and growth of black porgy *Mylio macrocephalus* (Basilewsky), post larvae and juveniles. Post larvae and juveniles, Permanent International Council for the Exploration of the Sea. 178: 334-336.

Loew, E., Sillman, A.J. 1993. Age-related changes in the visual pigments of the white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Canadian Journal of Zoology. 71: 1552-1557.

Migaud, H., Davie, A., Taylor, J.F.T. 2010. Current knowledge on the photoneuroendocrine regulation of reproduction in temperate fish species. Journal of Fish Biology. 76: 27-68.

Miller, T., Crowder, L., Rice, J., Marschall, E. 1988. Larval size and recruitment mechanisms in fishes: toward a conceptual framework. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 45: 1657-167.

Mino, S.A., Metillo, E.B., Tobias, E.G. 2008. Effects of photoperiod on egg hatching and growth and survival of larvae fed with different diets in the Asian Catfish, *Clarias macro- cephalus* (Günther) and the African Catfish, *C. gariepinus* (Burchell). The Philippine Agricultural Scientist. 91(4): 431-438.

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.

Mukai, Y., Daning Tuzan, A., Lim, L.S., Yahaya, S. 2010. Feeding behavior under dark conditions in larvae of sutchi catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. Fish Science. 76: 457-461.

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.

Pena, R., Dumas, S., Saldivar-Lucio, R., Garc, G., Trasvin, A., Ndez-Ceballos, A.D. 2004. The effect of light intensity on first feeding of the spotted sand bass (*Paralabrax maculatofasciatus* Steindachner) larvae. Aquaculture Research. 35: 345-349.

Puvanendran, V., Brown, J. 2002. Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. Aquaculture. 214: 131-151.

Rice, J., Crowder, L., Binkowski, F. 1987. Evaluating potential sources of mortality for larval bloater (*Coregonus hoyi*): starvation and vulnerability to predation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 44: 467-472.

Rodriguez, A., Gisbert, E. 2002 .Eye development and the role of vision during Siberian sturgeon early ontogeny. Journal of Applied Ichthyology. 18: 280-285.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]

Rozani Cerqueira, V., Chatain, B., Lavens, P., Jaspers, E., Ollevier, F. 1991. Photoperiodic effects on the growth and feeding rhythm of European seabass, *Dicentrarchus labrax*, larvae in intensive rearing. Larvi'91, Special Publish European Aquaculture Society. 15: 304-306.

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.

Shan, X., Xiao, Zh., Huang., W., Dou, Sh. 2008. Effects of photoperiod on growth, mortality and digestive enzymes in miiuy croaker larvae and juveniles. Aquaculture. 281: 70-76.

Solberg, T.S., Tilseth, S. 1987. Variations in growth patterns among yolk-sac larvae of cod (*Gadus morhua*) due to difference in rearing temperature and light regime. Sarsia. 72 (3-4): 347-349.

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.

Trotter, A.J., Battagleneb, S.C., Pankhurst, P.M. 2003. Effects of photoperiod and light intensity on initial swim bladder inflation, growth and post-inflation viability in cultured striped trumpeter (*Latris lineata*) larva. Aquaculture. 224: 141-158.

Tuckey, L.M., Smith, T.I.J. 2001. Effects of Photoperiod and Substrate on Larval Development and Substrate Preference of Juvenile Southern Flounder, *Paralichthys lethostigma*. Aquaculture. 11(1): 1- 20.

Van der Meeren, T., Jørstad, K. 2001. Growth and survival of Arcto Norwegian and Norwegian coastal cod larvae (*Gadus morhua* L.) reared together in mesocosms under different light regimes. Aquaculture Research. 32: 549-563.

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.

Villamizar, N., García-Mateos G., Sánchez-Vázquez, F.J. 2010. Behavioral responses of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae and *Artemia sp*. exposed to constant light or darkness vs. light/dark cycles of white, red or blue wavelengths. Aquaculture. 317: 197-202.

Villamizar, N., Blanco-Vives, B. Migaud, H., Davie, A., Carboni, S., Sánchez-Vázquez, F. 2011. Effects of light during early larval development of some aquacultured teleosts: A review. 315: 86-94.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.3.4]