نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی
Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

اثر متقابل دوره نوری و شدت نور بر عملکرد رشد، ایمنی و بازماندگی فیل‌ماهی *Huso huso* پرورشی در مرحله لاروی (تغذیه داخلی)

رضوان‌اله کاظمی*[1]، محسن کاظمی[2]، تکاور محمدیان[3]، مهرزاد مصباح[4]
[1] استادیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، رشت، ایران
[2] دانشجوی دکتری، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
[3] دانشیار، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
[4] استاد، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل

https://doi.org/10.22034/jair.10.4.7

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۱/۰۸/۱۶
پذیرش: ۰۱/۱۱/۲۵

نویسنده مسئول مکاتبه:
رضوان‌اله کاظمی، استادیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، رشت، ایران.

ایمیل: rezkazemi2000@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش، لاروها از مرحله تفریخ تا جذب کامل کیسه زرده در معرض تیمارهای چهارگانه شدت نور (۰-۱۰؛ ۷۰-۱۰۰؛ ۱۷۰-۲۰۰ و ۳۳۰-۳۵۰ لوکس) و پنج‌گانه دوره نوری (L:۰۰D ۲۴؛ L:۰۸D ۱۶؛ L:۱۲D ۱۲؛ L:۱۶D ۰۸ و L:۲۴D ۰۰) و نیز گروه شاهد قرار گرفتند. هر تیمار و گروه شاهد دارای سه تکرار (۷۰ گرم لارو) بود. در پایان آزمایش پس از نمونه‌برداری و زیست‌سنجی نمونه‌ها، فاکتورهای رشد شامل وزن و طول نهایی، وزن کسب شده (Weight Gain) WG، ضریب رشد ویژه SGR (Specific Growth Rate)، ضریب چاقی (CF, Condition Factor)، درصد افزایش وزن بدن BWI (Body Weight Increase)، رشد روزانه DG (Daily Growth) درصد زنده‌مانی SR (Survival Rate) با استفاده از روابط مربوطه انجام شد. همچنین برخی از فاکتورهای آنزیمی، ایمنی و بیوشیمیایی پلاسمای بدن نیز اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد اگرچه همه شاخص‌های رشد (وزن، ضریب چاقی، درصد رشد ویژه، درصد افزایش وزن، رشد روزانه و وزن به‌دست آمده) در تیمار با دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی و شدت نور ۱۰۰ لوکس ($p<0/05$) در بیشینه وضعیت رشدی بودند، اما بیشینه درصد زنده‌مانی لاروها با اختلاف معنی‌دار ($p<0/05$) (۶۵٪/۳۲) نسبت به سایر تیمارها به‌ویژه تیمار بیشینه رشد (با بازماندگی ۷٪/۴۱)، در تیمار ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۰۰ لوکس مشاهده شد. شاخص‌های آنزیمی، بیوشیمیایی و ایمنی نیز در لاروهای تیمار رشد بهینه (تیمار ۱۱) نسبت به بسیاری از تیمارهای آزمایشی در وضعیت مطلوب قرار داشتند ($p<0/05$). در مجموع، مناسب‌ترین دوره نوری و شدت نور برای افزایش راندمان تولید لارو دارای کیسه زرده فیل‌ماهی پرورشی، تیمار ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۰۰ لوکس بود.

واژه‌های کلیدی:
لارو فیل‌ماهی، نور، رشد و بازماندگی، راندمان تولید.

۱ | مقدمه

فیل‌ماهی (*Huso huso*) بزرگ‌ترین، اقتصادی‌ترین و مناسب‌ترین ماهی خاویاری دریای خزر است که از پتانسیل بالایی برای پرورش در سیستم آبزی‌پروری آب‌های شیرین و لب‌شور در نیمکره شمالی (Dettlaff *et al.*, 1993; Bronzi, 2000) ازجمله ایران (Eshagh-zadeh *et al.*, 2013) برخوردار می‌باشد. درجه حرارت و شوری از متغیرهای اصلی محیطی هستند که در آبزی‌پروری کنترل می‌شوند، اما دستکاری عوامل محیطی دیگری مانند شدت نور و دوره نوری نیز در بهبود روند پرورش و افزایش راندمان تولید ماهی بسیار مهم هستند. زیرا این عوامل می‌توانند رشد و وضعیت فیزیولوژیک ماهی را بهینه کنند (Kazemi *et al.*, 2015; 2016). توسعه فناوری‌های نوین پرورش گونه‌های بومی ثابت کرده است که پرورش آنها می‌تواند جایگزین مناسب و عملی برای جبران کاهش جمعیت طبیعی آنها باشد (Edgar *et al.*, 2017). بر پایه مطالعات انجام یافته، اثر دوره نوری و شدت نور در گونه‌های مختلف و حتی در یک گونه، براساس نیازهای زیستی هر مرحله از زندگی، متفاوت از مراحل دیگر بوده، نمی‌توان نتایج آنها را به هم تعمیم داد (Villamizar *et al.*, 2011). پرورش و میزان تولید بهینه یک گونه ماهی می‌تواند به‌طور مثبت تحت تأثیر تغییرات نور شدت نور، دوره نوری روزانه یا فصلی باشد (Boeuf and

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

Le Baile, 1999; Puvanendran and Brown, 2002; Stuart and Drawbridge, 2011; Gunnarsson *et al.*, 2012; Prayogo *et al.*, 2012; Honryo *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2015).

بنابراین نور از عوامل محیطی قابل پیش‌بینی است که می‌تواند بر چرخه فعالیت فیزیولوژیک ماهی‌ها تأثیر بگذارد و عملاً حرکات منظم سیستم عصبی و هورمونی داخلی ماهی‌ها را به عنوان یک فاکتور زمان‌بندی مصنوعی تنظیم کند و بر رشد آنها تأثیر مثبت یا منفی بگذارد (Biswas and Takeuchi, 2002; Ridha and Cruz, 2000; Ruchin, 2007). بیشتر ماهی‌ها به حداقل شدت نور نیاز دارند، زیرا شدت نور سبب افزایش مصرف و بهبود تبدیل مواد غذایی و تسریع جذب مواد مغذی آن، بهبود سیستم ایمنی و رشد، افزایش فعالیت‌های آنزیمی و تجمع پروتئین خام و لیپیدها می‌گردد (Trippel and Neil, 2003; Monk *et al.*, 2006; Karakatsaouli *et al.*, 2010; Stuart and Drawbridge, 2011; Honryo *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2015).

دستیابی به یک دوره نوری و شدت نور بهینه و مناسب برای یک گونه خاص، می‌تواند استرس عمومی را کاهش و مصرف غذا، جذب مواد مغذی و نرخ رشد ویژه را افزایش دهد (Fielder et al., 2002; Trippel and Neil, 2002; Howell *et al.*, 2003; Imsland *et al.*, 2006; Ballagh *et al.*, 2008; Martínez-Cárdenas & Purser, 2011; Gunnarsson *et al.*, 2012; Prayogo *et al.*, 2012). اما روشنایی نامناسب و ناکافی ممکن است عواقب منفی شدیدی برای گونه‌های آبزی‌پروری ایجاد کند (Zhengkai *et al.*, 2022) و حتی منجر به مرگ و میر آنها شود (Le Baile, 1999; Boeuf and).

همچنین برخی از مطالعات روی لارو برخی از گونه‌های ماهی نشان داده است که نه تنها دوره نوری و شدت نور نمی‌تواند تاثیر بسزایی در تغذیه، رشد و بازماندگی آنها در مراحل اولیه زندگی داشته باشد (Karlsen *et al.*, 1998; Pena *et al.*, 2004)، بلکه بهترین رشد و بازماندگی لاروها در شرایط دوره نوری کوتاه و شدت نور کم (Villamizar *et al.*, 2011) و حتی در دوره نوری ۲۴ ساعت تاریکی و شدت نور صفر (Mino *et al.*, 2008) ممکن است رخ دهد. بنابراین آگاهی از داده‌های دقیق دامنه نور (دوره و شدت نور) بهینه به عنوان یکی از مهمترین عوامل محیطی می‌تواند ما را در رسیدن به تولید پایدار و مقرون به صرفه اقتصادی پرورش گونه‌های آبزی اقتصادی در مراحل مختلف زندگی آنها، یاری نماید (Kazemi *et al.*, 2016).

هدف از اجرای این پژوهش، دستیابی به دامنه مناسب دوره نوری و شدت نور به صورت همزمان و تعیین میزان اثر متقابل دوره‌های مختلف نوری و شدت نور بر فاکتورهای رشد و سیستم ایمنی لارو فیل‌ماهی پرورشی به منظور دستیابی به بهینه شرایط پرورشی از دیدگاه طول دوره نوری و شدت نور بود.

۲ | مواد و روش‌ها

در این آزمون از ۵ تیمار دوره نوری (۲۴L:۰۰D، ۱۶L:۰۸D، ۱۲L:۱۲D، ۰۸L:۱۶D و ۰۰L:۲۴D) و ۴ تیمار شدت نور (۰-۱۰، ۷۰-۱۰۰، ۱۷۰-۲۰۰ و ۳۵۰-۳۳۰ لوکس) در قالب ۱۳ تیمار و گروه شاهد استفاده شد. مرحله میدانی این پژوهش در اوایل فروردین ۱۴۰۱ و به‌مدت ۸ روز (از روز تفریخ تا جذب کیسه زرده) در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری و مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری دکتر بهشتی رشت به انجام رسید. لاروهای مورد نیاز این مطالعه از تخم‌های لقاح یافته یک جفت فیل-ماهی پرورشی که در تیمارهای دوره نوری و شدت نور مشابه تفریخ شده بودند، تهیه شد. عملیات اجرایی در داخل سالن سرپوشیده و در اتاقک‌هایی متشکل از چهارچوب‌های نراد و پوشش نایلونی آبی با روکش پلاستیکی (Kazemi *et al.*, 2015)، به انجام رسید. در مجموع ۱۳ اتاقک (تیمار) به درازای ۱۵۰، پهنای ۱۶۰ و بلندای ۱۸۰ سانتی-متر حاوی سه وان پلاستیکی فشرده در هر اتاقک (هر وان بیانگر یک تکرار) تعبیه شد. در همه اتاقک‌ها و در ارتفاع ۸۰ سانتی‌متری از سطح آب هر وان، یک لامپ رشته‌ای آفتابی نصب گردید. در مسیر هر لامپ یک دیمر (شرکت پارت برق ایرانیان) برای تنظیم شدت نور، 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 شرکتTES Electrical Electronic Corp تایوان) تنظیم و سه بار در شبانه روز، کنترل گردید. پرورش لاروها در وان‌های پلاستیکی بیضوی ۴۵ لیتری و حجم مفید ۲۴ لیتر (به نام کارون، شرکت ناصر پلاستیک ایران) صورت گرفت. همه اتاقک‌ها با استفاده از لوله‌های پلی-اتیلنی، لوله‌کشی شدند به طوری که در بالای هر وان شیر ورودی و در انتهای آن، خروجی آب مستقل تعبیه شد. آب مورد نیاز وان‌ها مستقیماً از آب تصفیه شده واحد تفریخ و از طریق لوله‌کشی به وان‌های آزمایشی انتقال یافت. آب به طور پیوسته با دبی ۰/۱ لیتر بر ثانیه وارد وان‌ها و سپس از خروجی به بیرون انتقال یافت. تیمار ۱۴یا شاهد نیز در خارج از اتاقک‌ها و در شرایط سالن ونیرو با وضعیت مشابه سایر تیمارها قرار داشت. روزانه با استفاده از اکسیژن متر– دماسنج دیجیتال (مدل HQ40d مولتی شرکت HACH آلمان) و پی‌اچ متر (مدل 330i/set PH - 2A20-1012 شرکت WTW آلمان) غلظت و درصد اشباعیت اکسیژن محلول، دما و پی‌اچ آب وان‌های هر تیمار به طور جداگانه اندازه‌گیری و ثبت گردید. میانگین دما، اکسیژن محلول، درصد اشباعیت و پی‌اچ آب وان‌های پرورش در طول دوره آزمون به ترتیب ۱۸/۱۷ درجه سانتی‌گراد، ۱۰/۸۸ میلی‌گرم در لیتر، ۱۱۰/۹۴ درصد و ۷/۵۲ بود.

به هر تکرار هر تیمار، ۲۳/۳۳ گرم و به کل تیمارها، ۹۸۰ گرم لارو تازه تفریخ شده، معرفی شد. در پایان دوره آزمایش و از هر تکرار، ۱۰ قطعه (و در مجموع از هر تیمار ۳۰ قطعه) زیست‌سنجی شدند. وزن لارو با ترازوی دیجیتالی (مدل GF-300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم شرکت A&D ژاپن) و طول کل با برنامه نرم‌افزاری ImageJ پس از عکس برداری از لاروها توسط لوپ مجهز به دستگاه چشم دیجیتالی (مدل DS-L2 شرکت نیکون ژاپن) ترتیب با دقت یک هزارم میلی‌متر محاسبه و ثبت شد. پس از پایان دوره تحقیق، نسبت به تعیین:

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

افزایش وزن کسب شده (WG= W2 - W1)
ضریب رشد ویژه (SGR= (Ln W2-Ln W1)/day-1 ×100)
ضریب چاقی (CF= (W /L^3) ×100
درصد افزایش وزن بدن (BWI=(W1–W2/W1) ×100
رشد روزانه (W2-W1/W1*day culture*100)
درصد بازماندگی (SR= 100 × (N1/N0)

لاروها در تیمارهای مختلف با استفاده از برابری‌های ریاضی فوق اقدام گردید (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 آزمون و N1= تعداد لاروها در پایان دوره بود.

همچنین در پایان دوره برای اندازه‌گیری شاخص‌های آنزیمی (آلکالین فسفات یا ALP، آلانین آمینو ترانسفراز یا ALT، آسپارتات آمینو ترانسفراز یا AST، لاکتات دی‌هیدورژناز یا LDH)، ایمنی (IgM، فعالیت لایزوزیم یا LA و فعالیت کمپلمانت یا ACH50) و بیوشیمیایی (پروتئین کل یا Pro و گلوکز یا Glu) به طور جداگانه از هر تکرار تیمارهای ۱۳ گانه و گروه شاهد، ۳۰ عدد لارو به طور تصادفی انتخاب و پس از له شدگی کامل، در تیوب‌های ۲ سی‌سی اپندورف ریخته شد. تیوپ‌های حاوی نمونه بلافاصله با کدهای مشخص جهت انجام آزمایش‌های نهایی به فریزر ۲۰- انتقال یافت. در آزمایشگاه ویرومد رشت، نمونه‌ها، پس از ذوب و توزین به آنها بافر فسفات سدیم (PBS) ۰/۱ مول با پی‌اچ ۷/۴ به نسبت ۱:۱۰ اضافه شد. سپس نمونه‌ها با دستگاه همگن‌ساز MTOPS مدل SR30 ساخت چین با ۱۲۷۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت ۴-۳ دقیقه، کاملاً همگن شدند. نمونه‌های همگن شده با استفاده از سانتریفیوژ مدل 5415D شرکت Eppen-dorf آلمان با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت ۵ دقیقه (g=۷۲۶۷) و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. پس از سانتریفیوژ مایع رویی به دقت جمع‌آوری شد. برای سنجش ALP، ALT، AST به روش آنزماتیک، ACH50 به‌روش فتومتریک و با استفاده از کیت‌های اختصاصی شرکت پارس آزمون، پروتئین، گلوکز و LDH به‌روش کلریمتریک، IgM و فعالیت لایزوزیم به‌روش توربیدو-متریک و با کیت‌های شرکت پارس آزمون به انجام رسید.

به‌منظور تعیین توزیع نرمال داده‌ها در گروه‌ها و تکرارها برای کلیه متغیرهای رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی و آنزیمی از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. نتایج نشان داد که توزیع کلیه داده‌ها در هر یک از متغیرهای مذکور نرمال بود به‌دلیل نرمال بودن داده‌های متغیرهای مورد مطالعه، برای مقایسه آماری بین گروه‌ها در تیمارها از آنالیز واریانس یکطرفه (One way ANOVA) و پس از انجام آزمون Test of Homogeneity of Variances جهت مقایسه گروه‌ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. در بررسی اثر متقابل دوره نوری و شدت نور در کلیه متغیرها (رشد و آنزیم‌ها) از آزمون آنالیز چند عاملی (Univariate Analysis of Variance) استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۶ و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۱۰ استفاده شد. برای بیان داده‌ها از میانگین± اشتباه استاندارد استفاده گردید.

۳ | نتایج

میانگین دما، اکسیژن محلول، اشباعیت اکسیژن و پی‌اچ آب پرورش لارو در طول دوره به ترتیب ۰/۲۵ ± ۱۸/۱۷درجه سانتی‌گراد، ۰/۰۸ ± ۱۰/۸۸ میلی‌گرم در لیتر، ۱/۱۱ ± ۱۱۰/۹۴ درصد و ۰/۰۱ ± ۷/۵۲ بود. نتایج این پژوهش نشان داد میانگین وزن و طول کل لاروها در پایان دوره آزمایش در تیمارهای دوره نوری به ترتیب در بازه وزنی ۱/۳۶ ± ۸۲/۰۰ -۰/۰۱ ± ۶۵/۰۱ میلی‌گرم و طولی ۰/۰۶ ± ۲۰/۰۸ -۰/۰۹ ± ۱۸/۸۹ میلی‌متر با اختلاف معنی‌دار در نوسان بود. اما میانگین شاخص‌های یاد شده با اختلاف معنی‌دار در تیمارهای توامان شدت نور و دوره نوری به ترتیب در بازه وزنی ۰/۰۳ ± ۱۰۰/۰۰ -۰/۰۱ ± ۶۵/۰۰ میلی‌گرم و طولی ۰/۰۹ ± ۱۸/۸۹ -۰/۰۶ ± ۲۰/۱۱ میلی‌متر قرار داشت ($p<0/05$) (جداول ۱ و ۳).

نتایج نشان داد اگرچه همه شاخص‌های رشد (وزن، ضریب چاقی، درصد رشد ویژه، درصد افزایش وزن، رشد روزانه و وزن بدست آمده) در تیمار با دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی و شدت نور ۱۰۰ لوکس با اختلاف معنی‌دار ($p<0/05$) در بهترین وضعیت بودند، اما درصد بازماندگی یا زنده‌مانی لاروها با اختلاف معنی‌دار ($p<0/05$) و با فاصله بسیار (۶۵٪/۳۲) نسبت به سایر تیمارها به ویژه تیمار بهینه رشد یاد شده (با بازماندگی ۷٪/۴۱)، در تیمار ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۰۰ لوکس مشاهده شد (جداول ۱ و ۳).

بر پایه آنالیز داده‌ها، شاخص وزن و شاخص‌های وابسته به رشد (ضریب چاقی، ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن، رشد روزانه و وزن به‌دست آمده) تابع دوره نوری و شدت نور بودند (با اثر متقابل معنی‌دار) و تقریباً از یک الگو پیروی کردند. در دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی، در شدت نور ۱۰۰ لوکس بیشینه رشد رخ داد و سپس با شیب تند در ۱۶ ساعت کاهش و سپس در ۱۲ ساعت روشنایی اندکی افزایش یافت و در نهایت در ۸ ساعت روشنایی روند رشد کاهشی شد و به مقدار رشد در ۱۶ ساعت روشنایی رسید. در شدت نور ۲۰۰ لوکس از ۲۴ ساعت روشنایی تا ۱۲ ساعت روشنایی شاخص رشد افزایشی و در ۸ ساعت روشنایی کاهشی شد. در ۳۵۰ لوکس نیز در ۲۴ ساعت رشد افزایشی بود، اما از ۱۶ ساعت روشنایی تا ۸ ساعت روشنایی روند رشد کاهشی شد (جداول ۱ و ۳).

نتایج آنالیز واریانس دو طرفه تأثیر متقابل دوره نوری و شدت نور نشان داد که کمترین مقدار آنزیم‌های کبدی AST (p=۰، F=۲۷/۲۳ و df=۶)، ALP (p=۰، F=۳۰۴/۶۷ و df=۶)، ALT (p=۰، F=۶۱/۵۲ و df=۶) و آنزیم LDH (p=۰، F=۲۳/۸۱ و df=۶) در دوره نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۰۰ لوکس و گروه شاهد رخ داد (جداول ۲ و ۴).

همچنین نتایج نشان داد که در شدت نورهای مختلف، کمینه و بیشینه فعالیت لایزوزیم (p=۰، F=۵۶/۵۳ و df=۶) و IgM (p=۰،

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

F=۵۶/۵۳ و df=۶) به ترتیب در دوره نوری بلند مدت (۲۴-۱۶ ساعت روشنایی) و کوتاه مدت (۱۲-۸ ساعت روشنایی) رخ داد (جداول ۲ و ۴) . نتایج هم بر پایه دوره نوری و هم بر اساس دوره و شدت نور نشان داد که سطوح شاخص‌های ایمنی و بیوشیمیایی تیمار رشد مناسب و بهینه درصد زنده‌مانی (تیمار ۱۱) با اختلاف معنی‌دار نسبت به تیمار گروه شاهد بالا بود (p<۰/۰۵) (جداول ۲ و ۴).

جدول ۱- نتایج شاخص‌های رشد و درصد زنده مانی لارو فیل‌ماهی پرورشی در تیمارهای مختلف دوره نوری (میانگین ± اشتباه معیار)

تیمارها	زنده‌مانی (٪)	رشد روزانه روز/میلی‌گرم	درصد افزایش وزن بدن (٪)	وزن به‌دست آمده (میلی گرم)	ضریب رشد ویژه روز/(٪)	ضریب چاقی	طول نهایی (میلی متر)	وزن نهایی (میلی گرم)
24L:00D	^{b}۱۴/۰۶±۲/۲۶	^{a}۳۰/۴۱±۰/۹۲	^{a}۲۱۲/۸۶±۶/۴۷	^{a}۵۵/۶۰±۱/۴۶	^{a}۰/۱۶۰±۰/۰۰	^{a}۱/۱۱±۰/۰۲	^{b}۱۹/۵۴±۰/۰۷	^{a}۸۲/۰۰±۱/۳۶
16L:08D	^{ab}۲۴/۰۳±۴/۳۸	^{d}۲۴/۱۲±۰/۲۲	^{d}۱۶۸/۸۴±۱/۵۳	^{d}۴۵/۳۸±۰/۳۰	^{d}۰/۱۴۱±۰/۰۰	^{c}۰/۹۶±۰/۱۰	^{b}۱۹/۶۵±۰/۰۶	^{cd}۷۲/۳۳±۰/۳۰
12L:12D	^{ab}۱۹/۴۱±۰/۰۹	^{b}۲۷/۳۸±۰/۱۶	^{b}۱۹۱/۷۰±۱/۱۱	^{b}۵۱/۴۶±۰/۱۹	^{b}۰/۱۵۳±۰/۰۰	^{b}۱/۰۴±۰/۰۱	^{b}۱۹/۶۷±۰/۰۸	^{b}۷۸/۳۳±۰/۱۳
08L:16D	^{a}۳۶/۴۴±۷/۳۶	^{bc}۲۶/۳۷±۰/۱۰	^{bc}۱۸۴/۵۹±۰/۷۳	^{c}۴۸/۰۲±۰/۴۳	^{bc}۰/۱۴۹±۰/۰۰	^{c}۰/۹۳±۰/۰۱	^{ab}۱۹/۹۹±۰/۰۶	^{c}۷۴/۰۰±۰/۵۷
00L:24D	^{ab}۲۱/۸۸±۰/۱۱	^{cd}۲۵/۱۰±۰/۰۱	^{cd}۱۷۵/۷۰±۰/۰۵	^{d}۴۴/۶۱±۰/۰۸	^{cd}۰/۱۴۵±۰/۰۰	^{d}۰/۸۶±۰/۰۱	^{a}۲۰/۰۸±۰/۰۶	^{d}۷۰/۰۰±۰/۰۱
C	^{ab}۲۴/۲۹±۰/۱۴	^{e}۱۹/۶۳±۰/۰۰	^{e}۱۳۷/۴۰±۰/۰۴	^{e}۳۷/۶۲±۰/۰۱	^{e}۰/۱۲۳±۰/۰۰	^{c}۰/۹۷±۰/۰۱	^{c}۱۸/۸۹±۰/۰۹	^{e}۶۵/۰۱±۰/۰۱

جدول ۲- نتایج شاخص‌های آنزیمی، ایمنی و بیوشیمیایی لارو فیل‌ماهی پرورشی در تیمارهای مختلف دوره نوری (میانگین ± اشتباه معیار)

تیمارها	Protein mg/g tissue	Glucose mg/100g tissue	ACH50 u% tissue	IgM mg/100g tissue	LA u/g tissue/min	LDH u/kg tissue	ALP u/kg tissue	ALT u/kg tissue	AST u/kg tissue
24L:00D	^{b}۱۹/۶۲±۰/۴۱	^{a}۲۹/۲۸±۱/۱۳	^{ab}۱۰۳/۵۵±۰/۸۰	^{c}۳۹/۴۷±۰/۷۴	^{c}۳۰/۰۲±۰/۶۳	^{ab}۹۰۸۹/۷۴±۲۴۶/۰۴	^{a}۲۸۲۹۷/۹۳±۳۲۲/۴۳	^{b}۱۳۵۷/۹۶±۵۵/۸۸	^{a}۱۲۴۶۵/۹۳±۳۷۳/۴۳
16L:08D	^{b}۲۰/۶۰±۰/۳۵	^{b}۲۵/۵۲±۰/۸۳	^{b}۱۰۲/۸۹±۱/۴۶	^{c}۴۲/۴۱±۱/۷۱	^{c}۳۱/۷۷±۰/۴۸	^{b}۸۲۹۶/۳۳±۸۰/۹۱	^{c}۲۵۵۶۳/۷۰±۴۱۵/۸۳	^{b}۱۱۴۱/۰۷±۳۲/۶۹	^{ab}۱۱۸۵۶/۶۷±۹۹/۶۹
12L:12D	^{a}۲۷/۳۳±۰/۷۴	^{b}۲۴/۷۴±۰/۶۷	^{a}۱۰۷/۵۵±۱/۲۹	^{b}۵۰/۷۱±۱/۰۳	^{b}۴۰/۱۹±۰/۹۳	^{a}۹۴۶۸/۸۵±۱۸۴/۲۳	^{bc}۲۵۹۳۵/۴۸±۲۳۰/۸۰	^{ab}۱۱۹۰/۶۷±۸۷/۱۸	^{ab}۱۱۶۵۵/۰۰±۵۲۵/۶۷
08L:16D	^{a}۲۸/۶۷±۰/۵۲	^{ab}۲۶/۵۸±۰/۶۸	^{ab}۱۰۴/۳۳±۰/۲۹	^{a}۵۵/۸۰±۰/۷۹	^{a}۴۲/۷۴±۰/۷۵	^{b}۸۶۱۶/۱۸±۲۸۶/۶۹	^{b}۲۷۲۸۷/۵۶±۵۱۲/۹۵	^{c}۹۰۳/۱۵±۱۸/۲۹	^{b}۱۰۹۹۳/۷۰±۴۲۵/۲۷
00L:24D	^{a}۲۷/۳۷±۰/۶۱	^{b}۲۴/۴۷±۰/۳۵	^{ab}۱۰۶/۰۰±۰/۴۱	^{b}۵۰/۰۷±۰/۹۷	^{b}۳۹/۰۰±۱/۰۹	^{ab}۸۹۶۴/۲۲±۱۷۱/۱۳	^{bc}۲۶۷۰۵/۰۰±۲۷۰/۸۷	^{ab}۱۱۸۶/۶۷±۱۳/۰۳	^{ab}۱۱۳۳۰/۰۰±۴۲/۵۶
C	^{b}۱۹/۹۰±۰/۲۲	^{b}۲۳/۴۰±۰/۲۵	^{c}۸۱/۳۳±۱/۶۶	^{c}۳۹/۳۰±۰/۲۵	^{c}۲۹/۲۳±۰/۱۸	^{c}۷۲۱۲/۰۰±۲۶۷/۷۰	^{d}۲۱۹۰۸/۸۹±۱۹۸/۵۹	^{d}۷۱۹/۳۳±۲۱/۴۷	^{c}۸۰۸۳/۳۳±۱۹۰/۵۹

جدول ۳- شاخص‌های رشد و درصد زنده مانی لارو فیل‌ماهی پرورشی در تیمارهای مختلف دوره نوری و شدت نور (میانگین ± اشتباه معیار)

تیمارها	زنده‌مانی (٪)	رشد روزانه روز/ میلی‌گرم	درصد افزایش وزن بدن (٪)	وزن به‌دست آمده (میلی‌گرم)	ضریب رشد ویژه روز/(٪)	ضریب چاقی	طول نهایی (میلی- متر)	وزن نهایی (میلی- گرم)
24L:00D; 100lux	^{l}۶/۴۱±۰/۵۷	^{a}۴۲/۵۲±۰/۰۲	^{a}۲۹۷/۶۱±۰/۱۳	^{a}۷۴/۸۵±۰/۰۳	^{a}۰/۱۹۷±۰/۰۰	^{a}۱/۳۴±۰/۰۲	^{c}۱۹/۵۷±۰/۰۸	^{a}۱۰۰/۰۰±۰/۰۳
24L:00D; 200lux	^{j}۱۳/۸۴±۰/۷۲	^{f}۲۶/۴۱±۰/۰۴	^{f}۱۸۴/۸۵±۰/۲۸	^{f}۴۸/۶۷±۰/۰۷	^{f}۰/۱۴۹±۰/۰۰	^{ab}۱/۰۵±۰/۰۲	^{c}۱۹/۳۰±۰/۱۲	^{cd}۷۵/۰۰±۰/۰۷
24L:00D; 350lux	^{g}۲۱/۹۴±۰/۱۲	^{k}۲۲/۳۰±۰/۰۱	^{k}۱۵۶/۱۳±۰/۱۰	^{k}۴۳/۲۸±۰/۰۳	^{k}۰/۱۳۴±۰/۰۰	^{ef}۰/۹۳±۰/۰۲	^{ab}۱۹/۷۴±۰/۱۴	^{d}۷۱/۰۰±۰/۰۳
16L:08D; 100lux	^{d}۲۶/۷۷±۰/۳۳	^{l}۲۱/۴۹±۰/۰۰	^{l}۱۵۰/۴۳±۰/۰۴	^{l}۴۳/۲۵±۰/۰۱	^{l}۰/۱۳۱±۰/۰۰	^{fg}۰/۸۹±۰/۰۱	^{a}۲۰/۱۱±۰/۰۶	^{cd}۷۲/۰۰±۰/۰۱
16L:08D; 200lux	^{k}۷/۶۹±۰/۱۰	^{e}۲۶/۵۴±۰/۰۱	^{e}۱۸۵/۸۲±۰/۰۵	^{e}۴۹/۴۱±۰/۰۱	^{e}۰/۱۵۰±۰/۰۰	^{ab}۱/۰۴±۰/۰۱	^{bc}۱۹/۴۰±۰/۰۷	^{bc}۷۶/۰۰±۰/۰۱
16L:08D; 350lux	^{b}۳۷/۶۳±۰/۱۱	^{j}۲۴/۳۲±۰/۰۰	^{j}۱۷۰/۲۷±۰/۰۴	^{j}۴۳/۴۷±۰/۰۱	^{j}۰/۱۴۲±۰/۰۰	^{e}۰/۹۵±۰/۰۲	^{c}۱۹/۴۶±۰/۱۴	^{d}۶۹/۰۰±۰/۰۱
12L:12D; 100lux	^{h}۱۹/۰۷±۰/۱۹	^{b}۲۹/۴۵±۰/۰۰	^{b}۲۰۶/۱۶±۰/۰۳	^{b}۵۳/۸۷±۰/۰۱	^{b}۰/۱۶۰±۰/۰۰	^{cd}۱/۰۲±۰/۰۲	^{b}۱۹/۹۲±۰/۱۱	^{b}۸۰/۰۰±۰/۰۱
12L:12D; 200lux	^{f}۲۲/۸۲±۰/۰۹	^{g}۲۵/۹۲±۰/۰۱	^{g}۱۸۱/۴۳±۰/۰۵	^{g}۴۹/۶۴±۰/۰۱	^{g}۰/۱۴۷±۰/۰۰	^{b}۱/۰۷±۰/۰۲	^{c}۱۹/۳۵±۰/۱۵	^{c}۷۷/۰۰±۰/۰۱
12L:12D; 350lux	^{i}۱۶/۳۵±۰/۱۴	^{d}۲۶/۷۹±۰/۰۱	^{d}۱۸۷/۵±۰/۰۴	^{d}۵۰/۸۷±۰/۰۱	^{d}۰/۱۵۱±۰/۰۰	^{c}۱/۰۲±۰/۰۲	^{c}۱۹/۷۵±۰/۱۲	^{c}۷۸/۰۰±۰/۰۱
08L:16D; 100lux	^{a}۶۵/۰۵±۰/۱۵	^{d}۲۶/۸۰±۰/۰۱	^{d}۱۸۷/۶۳±۰/۰۵	^{d}۴۷/۶۲±۰/۰۱	^{d}۰/۱۵۱±۰/۰۰	^{ef}۰/۹۲±۰/۰۱	^{b}۱۹/۹۴±۰/۰۹	^{cd}۷۳/۰۰±۰/۰۱
08L:16D; 200lux	^{c}۲۸/۱۷±۰/۲۰	^{i}۲۵/۰۱±۰/۰۱	^{i}۱۷۵/۰۸±۰/۰۵	^{i}۴۳/۲۸±۰/۰۱	^{i}۰/۱۴۴±۰/۰۰	^{g}۰/۸۵±۰/۰۱	^{ab}۱۹/۹۹±۰/۱۰	^{e}۶۸/۰۰±۰/۰۱
08L:16D; 350lux	^{i}۱۶/۱۲±۰/۰۸	^{c}۲۷/۲۹±۰/۰۰	^{c}۱۹۱/۰۵±۰/۰۴	^{c}۵۳/۱۷±۰/۰۱	^{c}۰/۱۵۳±۰/۰۰	^{d}۱/۰۱±۰/۰۲	^{a}۲۰/۰۴±۰/۱۰	^{b}۸۱/۰۰±۰/۰۱
00L:24D	^{g}۲۱/۸۸±۰/۱۱	^{h}۲۵/۱۰±۰/۰۱	^{h}۱۷۵/۷۰±۰/۰۵	^{h}۴۴/۶۱±۰/۰۱	^{h}۰/۱۴۵±۰/۰۰	^{g}۰/۸۶±۰/۰۱	^{a}۲۰/۰۸±۰/۰۶	^{d}۷۰/۰۰±۰/۰۱
C	^{e}۲۴/۲۹±۰/۱۴	^{m}۱۹/۶۳±۰/۰۰	^{m}۱۳۷/۴۰±۰/۰۴	^{m}۳۷/۶۲±۰/۰۱	^{m}۰/۱۲۳±۰/۰۰	^{de}۰/۹۷±۰/۰۱	^{d}۱۸/۸۹±۰/۰۹	^{f}۶۵/۰۰±۰/۰۱

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

جدول ۴- نتایج شاخص‌های آنزیمی، ایمنی و بیوشیمیایی لارو فیل‌ماهی پرورشی در تیمارهای مختلف دوره نوری و شدت نور (میانگین ± اشتباه معیار)

تیمارها	Protein mg/g tissue	Glucose mg/100g tissue	ACH50 u% tissue	IgM mg/100g tissue	LA u/g tissue/min	LDH u/kg tissue	ALP u/kg tissue	ALT u/kg tissue	AST u/kg tissue
24L:00D; 100lux	^{gh}۲۰/۶۱±۰/۹۲	^{a}۳۲/۱۷±۰/۱۵	^{e}۹۹/۳۳±۰/۵۰	^{cd}۴۱/۵۳±۰/۰۹	^{g}۳۱/۹۳±۰/۰۸	^{c}۸۷۰۲/۱۱±۸۲/۲۶	^{e}۹۸۶/۰۰±۳/۷۴	^{ab}۲۷۵۹۱/۴۴±۸۹/۸۴	^{b}۱۲۵۶۳/۳۳±۵۴/۷۶
24L:00D; 200lux	^{j}۱۶/۷۷±۰/۱۰	^{bc}۲۸/۹۸±۳/۲۳	^{d}۱۰۳/۶۷±۱/۲۴	^{d}۳۴/۲۰±۰/۱۱	^{i}۲۵/۵۳±۰/۱۰	^{d}۸۰۱۸/۵۶±۴۷/۰۴	^{b}۱۴۳۱/۲۲±۳۰/۰۶	^{b}۲۶۸۳۰/۰۰±۳۱/۷۹	^{ef}۱۰۱۶۶/۶۷±۸۵/۲۸
24L:00D; 350lux	^{fg}۲۱/۵۰±۰/۲۷	^{cd}۲۶/۷۰±۰/۲۹	^{c}۱۰۷/۶۷±۰/۴۱	^{cd}۴۲/۶۷±۰/۲۵	^{fg}۳۲/۶۰±۰/۲۹	^{a}۱۰۵۴۸/۵۶±۳۹۱/۱۶	^{ab}۱۶۵۶/۶۷±۲۰/۲۸	^{a}۳۰۴۷۲/۳۳±۲۸۵/۹۸	^{a}۱۴۶۶۷/۷۸±۲۸۵/۲۶
16L:08D; 100lux	^{i}۱۸/۴۰±۰/۳۷	^{fg}۲۱/۷۳±۰/۲۸	^{b}۱۱۰/۳۳±۰/۵۰	^{d}۳۸/۴۸±۴/۸۱	^{gh}۲۸/۶۷±۰/۶۰	^{cd}۸۵۲۷/۱۱±۱۶۲/۸۶	^{c}۱۳۳۶/۶۷±۲۱/۳۰	^{ab}۲۷۰۶۲/۷۸±۶۱۴/۶۶	^{bcd}۱۱۷۷۶/۶۷±۲۳۲/۱۶
16L:08D; 200lux	^{fg}۲۱/۲۳±۰/۱۳	^{ab}۳۱/۳۳±۰/۲۲	^{d}۱۰۵/۰۰±۰/۴۱	^{c}۴۲/۸۰±۰/۱۳	^{cde}۳۲/۹۳±۰/۱۵	^{cde}۸۳۹۵/۰۰±۱۰۳/۴۴	^{e}۹۴۸/۳۳±۱۰/۸۶	^{ab}۲۶۶۰۴/۸۹±۲۱۷/۰۹	^{bc}۱۲۰۲۶/۶۷±۴۷/۸۳
16L:08D; 350lux	^{f}۲۲/۱۶±۰/۲۴	^{efg}۲۳/۵۰±۰/۳۱	^{f}۹۳/۳۳±۱/۲۱	^{c}۴۵/۹۴±۱/۳۷	^{ef}۳۳/۷۰±۰/۲۷	^{e}۷۹۶۶/۸۹±۷۱/۸۶	^{d}۱۱۳۸/۲۲±۲۰/۵۱	^{d}۲۳۰۲۳/۴۴±۱۹۴/۷۹	^{bcd}۱۱۷۶۶/۶۷±۱۸۷/۸۷
12L:12D; 100lux	^{d}۲۷/۲۰±۰/۸۰	^{g}۲۰/۹۰±۰/۲۰	^{ab}۱۱۱/۳۳±۰/۶۴	^{b}۴۹/۲۰±۰/۷۴	^{c}۴۰/۲۳±۰/۹۵	^{b}۹۷۷۵/۲۲±۲۶۵/۶۹	^{a}۱۸۱۵/۰۰±۹/۴۸	^{b}۲۷۱۷۰/۰۰±۱۱۶/۹۶	^{a}۱۵۲۴۳/۳۳±۲۶۱/۷۴
12L:12D; 200lux	^{a}۳۱/۲۳±۰/۳۹	^{bc}۲۸/۸۲±۰/۲۲	^{a}۱۱۲/۶۷±۰/۵۳	^{a}۵۷/۳۷±۰/۲۷	^{ab}۴۵/۱۳±۰/۴۲	^{cde}۸۴۵۷/۳۳±۲۰۲/۸۱	^{e}۹۲۶/۰۰±۱۳/۳۴	^{b}۲۶۰۹۷/۳۳±۱۳۹/۶۲	^{de}۱۰۵۷۱/۶۷±۱۸۳/۴۸
12L:12D; 350lux	^{e}۲۳/۵۷±۰/۹۲	^{def}۲۴/۵۰±۰/۶۱	^{e}۹۸/۶۷±۰/۷۶	^{c}۴۵/۵۷±۰/۸۰	^{e}۳۵/۲۰±۱/۱۰	^{ab}۱۰۱۷۴/۰۰±۱۳۲/۰۲	^{fg}۸۳۱/۰۰±۱۳/۹۴	^{c}۲۴۵۳۹/۱۱±۲۲۰/۶۷	^{fg}۹۱۵۰/۰۰±۲۲۶/۸۴
08L:16D; 100lux	^{d}۲۵/۱۷±۰/۲۹	^{de}۲۵/۵۰±۰/۲۵	^{d}۱۰۴/۰۰±۰/۴۱	^{b}۵۰/۳۰±۰/۳۶	^{d}۳۷/۷۳±۰/۵۳	^{fg}۷۴۴۶/۴۴±۲۱/۷۸	^{f}۸۲۰/۶۷±۶/۳۸	^{cd}۲۴۰۳۰/۲۲±۱۴۱/۰۳	^{e}۱۰۲۸۳/۳۳±۱۷۶/۶۲
08L:16D; 200lux	^{b}۲۹/۸۳±۰/۰۹	^{ab}۳۰/۷۷±۰/۸۶	^{d}۱۰۴/۰۰±۰/۳۷	^{a}۵۸/۰۳±۰/۱۷	^{b}۴۴/۱۳±۰/۱۲	^{ef}۷۸۶۵/۴۴±۳۳/۹۲	^{de}۱۰۰۵/۷۸±۲۹/۱۹	^{ab}۲۸۰۰۵/۲۲±۴۵۷/۵۳	^{bcd}۱۱۵۵۱/۱۱±۱۲۷۴/۱۴
08L:16D; 350lux	^{ab}۳۱/۰۲±۰/۴۵	^{efg}۲۳/۴۷±۰/۳۴	^{d}۱۰۵/۰۰±۰/۶۴	^{a}۵۹/۰۷±۰/۴۰	^{a}۴۶/۳۷±۰/۳۴	^{a}۱۰۵۳۶/۶۷±۳۱۱/۷۹	^{fg}۸۸۳/۰۰±۱۲/۳۰	^{a}۲۹۸۲۷/۲۲±۳۷۳/۱۵	^{cde}۱۱۱۴۶/۶۷±۶۲/۳۰
00L:24D	^{c}۲۷/۳۷±۰/۶۱	^{def}۲۴/۴۷±۰/۳۵	^{cd}۱۰۶/۰۰±۰/۴۱	^{b}۵۰/۰۷±۰/۹۷	^{cd}۳۹/۰۰±۱/۰۹	^{c}۸۹۶۴/۲۲±۱۷۱/۱۳	^{cd}۱۱۸۶/۶۷±۱۳/۰۳	^{ab}۲۶۷۰۵/۰۰±۲۷۰/۸۷	^{cde}۱۱۳۳۰/۰۰±۴۲/۵۶
C	^{h}۱۹/۹۰±۰/۲۲	^{efg}۲۳/۴۰±۰/۲۵	^{g}۸۱/۳۳±۱/۶۶	^{cd}۳۹/۳۰±۰/۲۵	^{h}۲۹/۲۳±۰/۱۸	^{g}۷۲۱۲/۰۰±۲۶۷/۷۰	^{fg}۷۱۹/۳۳±۲۱/۴۷	^{e}۲۱۹۰۸/۸۹±۱۹۸/۵۹	^{g}۸۰۸۳/۳۳±۱۹۰/۵۹

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش بر تاثیر متقابل مثبت دوره نوری و شدت نور روی کمیت و کیفیت نسبی لارو مرحله تغذیه داخلی فیل‌ماهی پرورشی متمرکز بود. این مطالعه ثابت کرد که دوره نوری و شدت نور در بازه‌های زمانی مختلف می‌توانند اثر مثبت یا منفی روی رشد، و بازماندگی لارو فیل‌ماهی پروشی داشته باشند. در این مطالعه اگرچه بالاترین وزن و وضعیت بهینه شاخص‌های رشد در لاروهای تیمار با دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی رخ داد ولی میزان بازماندگی لاروها در پایان دوره در این تیمار با اختلاف معنی‌دار، بسیار پایین (۰۶/۰٪۱۴) بود (جدول ۱). این درحالی است که در تیمار با دوره نوری ۸ ساعت روشنایی با وضعیت مناسب شاخص‌های رشد، بازماندگی لاروها بیش از ۳۶ درصد یعنی ۲/۵ برابر بیشتر از تیمار بهینه رشد و ۱/۵ برابر بیشتر از تیمار شاهد برآورد شد (جدول ۱). تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد در حالی که مقدار بازماندگی لاروها در تیمار مناسب وزنی این پژوهش (۸ ساعت روشنایی با ۷۴ میلی‌گرم وزن نهایی) ۲/۵ برابر تیمار بهینه رشد (۲۴ ساعت روشنایی با ۸۲ میلی‌گرم وزن نهایی) بود، اما نسبت افزایش وزنی تیمار بهینه نسبت به تیمار مناسب وزنی فقط ۰/۱۱ برابر بود (جدول ۱).

این نتایج نشان داد که دوره نوری یکی از فاکتورهای مهم محیطی است که می‌تواند به طور مستقیم روی تغذیه داخلی لارو ماهی تاثیر گذاشته، رشد ماهی را در مراحل اولیه زندگی کنترل نماید (Shan *et al.*, 2008). مطالعات گذشته روی برخی از گونه‌ها نیز نشان داد که جذب کیسه زرده، عملی کاملاً وابسته به رژیم نوری است (Solberg and Tilseth, 1987). یعنی یکی از مهمترین عوامل خارجی برای فعال شدن رشد لارو ماهیان خاویاری در مرحله تغذیه داخلی، رژیم نوری است؛ زیرا دوره نوری رشد ویژه را تحریک می‌کند (Kazemi *et al.*, 2016). همان‌گونه که در نتایج این پژوهش مشاهده شد، همیشه بین رشد بهینه و بقای ماهی همسویی وجود ندارد. زیرا عوامل مختلف محیطی و داخلی می‌توانند در راستای زنده‌مانی یا رشد، اثر مثبت یا منفی بگذارند. در این خصوص نتایج پژوهش روزانی-کرکویرا (Rozani Cerqueira, 1991) روی ماهی باس دریایی (*Dicentrarchus tabrax*) نشان داد که دوره نوری پیوسته (طولانی مدت) اگرچه سبب افزایش رشد شد، اما تمایز طبیعی این گونه را دچار اختلال کرد. همچنین مشخص شد که در برخی از گونه‌ها مانند باس دریایی و کفشک‌ماهی در مرحله لاروی به شدت تحت تاثیر دوره‌های نوری بوده، بهترین و سریع‌ترین عملکرد رشد و تمایز را در شرایط نوری مشابه شرایط طبیعی نشان دادند (Villamizar *et al.*, 2011). همچنین مطالعات کاظمی و همکاران (Kazemi *et al.*, 2016) روی لارو تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) و توکی و اسمیت (Tuckey and Smith, 2001) روی مراحل اولیه زندگی فلاندر جنوبی (*Paralichthys lethostigma*) نیز به نتایج مشابه نتایج این پژوهش دست یافتند و دوره نوری کوتاه مدت (۰ تا ۱۲ ساعت) را رژیم نوری مناسب برای رشد و بقای لارو این گونه‌ها اعلام کردند. در مقابل نتایج یاد شده، برخی از مطالعات تاریکی پیوسته را مناسب‌ترین شرایط رژیم نوری برای رشد و زنده‌مانی لارو می‌داند (Trotter *et al.*, 2003)، زیرا به باور آنها تاریکی پیوسته از یک سو سبب نخستین انباشتگی کیسه شنا برای حرکت مستقل رو به بالا و از سوی دیگر باعث سازگاری لارو این گروه از ماهیان در عدم برخورد به شکارچی می‌شود. البته در برخی از گونه‌ها مانند گونه هالیبوت آتلانتیک (*Hippoglossus hippoglosus*) تاثیر دوره نوری برای رشد این مرحله از زندگی بسیار اندک است (Karlsen *et al.*, 1998). بررسی نتایج این مطالعات بیانگر آن است که در مرحله لاروی برای تکوین دستگاه گوارش و امکان آغاز تغذیه خارجی، وجود نور، امری ضروری و بایاست. اما این که طول دوره نوری در این مرحله از زندگی باید چه میزان باشد، بستگی به گونه، شرایط محیطی (دما، شوری و ...) و فیزیولوژیک، عمق‌زی یا سطح‌زی بودن، ساختار و تمایز شبکیه چشم آنها دارد. دوره نوری می‌تواند با

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

توجه به ویژگی‌های یاد شده، از روشنایی پیوسته بلند مدت تا روشنایی کوتاه مدت متغیر باشد.

نتایج این پژوهش نشان داد که علاوه بر دوره نوری، شدت نور نیز عامل محیطی مهم و تأثیرگذاری در رشد و تکوین لاروهای دارای کیسه زرده فیل‌ماهی پرورشی بود. اگرچه بالاترین وزن و رشد لارو در پایان دوره از آن لاروهای تیمار ۲۴ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۰۰ لوکس بود، اما درصد زنده‌مانی لاروها در این تیمارها کمتر است ۷ درصد بود. میانگین وزن لاروهای مناسب با بالاترین درصد زنده‌مانی (۶۵ درصد) در تیمار ۸ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۰۰ لوکس مشاهده شد (جداول ۱ و ۳). نکته قابل‌توجه در نتایج به‌دست آمده این بود که وقتی لاروها تحت تاثیر هر دو عامل محیطی دوره نوری و شدت نور به طور همزمان بودند، شاخص‌های رشد، رشد و درصد زنده‌مانی لاروها به طور معنادار بیشتر از زمانی بود که فقط تحت تأثیر دوره نوری قرار داشتند. یعنی در این مرحله از زندگی فیل‌ماهی پرورشی، شدت نور نقش پررنگ‌تر و مؤثرتری نسبت به دوره نوری داشت. همچنین نقش دوره نوری در ایجاد وضعیت مناسب رشد و زنده‌مانی به مراتب بیشتر از زمانی خواهد بود که دوره نوری از پرورش حذف گردد. در این پژوهش میانگین درصد زنده‌مانی لاروهای تیمار مناسب دوره و شدت نور (دوره نوری ۸ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۰۰ لوکس) نسبت به لاروهای تیمار بهینه رشد (دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی با شدت نور ۱۰۰ لوکس) و تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۰ و ۲/۷ برابر بود. بنابراین استفاده هم‌زمان از دو عامل محیطی دوره نوری و شدت نور جهت افزایش راندمان تولید لارو دارای کیسه زرده فیل‌ماهی پرورشی، امری ضروری است. نتایج پژوهش (Kazemi *et al.*, 2016) روی لارو دارای کیسه زرده تاس‌ماهی ایرانی نیز در تایید نتایج پژوهش ما بود. مطالعات پیشین روی گونه‌های مختلف ماهی نشان داد که اثر و میزان شدت نور روی لارو همه گونه‌های ماهی یکسان نیست. نتایج مطالعات روی لارو گونه *Latris lineata* در روزهای نخست پس از تفریق (Kiyono and Hirano,1981) در شدت نور ۳۰۰۰ لوکس ولی در مراحل آغازین تغذیه فعال در ۳۰۰ لوکس و در لارو سیم دریایی (*Sparus aurata*) در شدت نور ۱۳۰۰ لوکس (Chatain and Qunais-Guschemaan, 1991)، بیشینه رشد را نشان داد. در پژوهشی دیگر روی ماهی عمق‌زی جوان موری (*Maccullochella peelii*) و در تایید نتایج مطالعه حاضر، ثابت شد که شدت نور نسبت به دوره نوری نقش مهم‌تری در رشد داشت (Zhengkai *et al.*, 2022). البته شدت نور باید بسته به گونه و مرحله زندگی در حد مناسب خود باشد. زیرا در شدت نور مناسب، فیزیولوژی بدن ماهی (در هر مرحله از زندگی که باشد) در بهینه وضعیت خود بوده، سیستم ایمنی و در نتیجه میانگین رشد و درصد زنده‌مانی مناسب ماهی رخ خواهد داد. مثلا در لارو دارای کیسه زرده فیل‌ماهی پرورشی، شدت نور ۱۰۰ لوکس در ترکیب با دوره نوری ۸ ساعت روشنایی ضمن جذب متعادل کیسه زرده، رشد مناسب و درصد بهینه بازماندگی لارو را سبب شد. اما شدت نور بالا اگرچه جذب کیسه زرده را شدت بخشید، اما به دلیل ایجاد وضعیت نامناسب فیزیولوژیک ماهی (افزایش آنزیم‌های کبدی پلاسمای بدن لارو در پژوهش حاضر) درصد بقا را به شدت کاهش داد. زیرا تغییرات شرایط نور می‌تواند منجر به پاسخ استرس و به خطر افتادن سلامت ماهی در گونه‌های مختلف از جمله خاویاری (Bani *et al.*, 2009)، ماهی سوف قرمز دریایی (Biswas *et al.*, 2006) و قزل‌آلا (Migaud *et al.*, 2007) شود. نتایج مشابه‌ای نیز در مطالعات گروهی دیگر از محققین در گونه‌های مختلف مشاهده شد (Allen-Ankins *et al.*, 2012; Mirko *et al.*, 2018; Zhengkai *et al.*, 2022). بنابراین شدت نور بهینه، شدت نوری است که در آن قابلیت جذب مواد غذایی (مانند زرده و در سنین بالاتر غذای مصرفی) در مناسب‌ترین وضعیت خود باشد. رشد و زنده‌مانی مناسب در برخی گونه‌ها در شدت نور کمتر (Tamazouzt *et al.*, 2000; Kazemi *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2017; Zhengkai *et al.*, 2022) و در برخی دیگر در شدت نور بالاتر (Ellis *et al.*, 1997; Trotter *et al.*, 2003) رخ می‌دهد. البته با توجه به نتایج متفاوت و گاه متضاد پژوهش‌ها در این زمینه و نیز عدم انطباق ۱۰۰ درصدی بین شاخص‌های بهینه رشد، ایمنی، آنزیمی و دوره نوری و شدت نور، می‌توان گفت که بین دوره نوری و شدت نور از یک‌طرف و شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب (اکسیژن محلول، درصد اشباعیت، پی‌اچ، دما و دیگر عوامل محیطی) از طرف دیگر، اثرات متقابلی وجود دارد که به طور هم‌زمان شاخص‌های رشد را رقم می‌زنند (Boeuf and Bail., 1999; Kazemi *et al.*, 2016). هر چند همانگونه که قبلا بیان گردید گونه، ژنتیک و ویژگی‌های فردی لاروها نیز می‌تواند این نتایج متفاوت را سبب شود. آنزیم‌های کبدی از آنزیم-های مهم در تعیین وضعیت سلامت ماهیان محسوب می‌شوند. افزایش مقادیر این آنزیم‌ها در پلاسمای خون یا بدن نشانه آسیب‌های یاخته‌ای می‌باشد. مقادیر آنزیم‌های ALT، AST، LDH و ALP در آسیب یاخته‌ها باعث افزایش آنها در پلاسمای خون یا بدن می‌شود (Vaglio and Landtiscina,1999). فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز نشان دهنده پاسخ گونه به عوامل استرس‌زا و تعیین آسیب بافت در ماهی می‌باشد. در پژوهش حاضر پایین بودن سطوح آنزیم‌های کبدی پلاسمای بدن لاروها در تیمار رشد و زنده‌مانی مناسب، بیانگر شرایط مناسب زیست لاروها بود. زیرا همان‌گونه که بیان شد افزایش سطوح آنزیم‌های کبدی شاخصی برای شرایط محیطی نامناسب پرورش و تغذیه است (Abdolhamid *et al.*, 2004). البته همواره افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی نمی‌تواند بیانگر عملکرد منفی آن باشد (Allameh *et al.*, 2017). پدیده‌ای که در خصوص آنزیم ALP در پلاسمای بدن لاروهای تیمار مناسب در این پژوهش رخ داد. تفاوت‌های مشاهده شده در فعالیت این آنزیم می‌تواند ناشی از تفاوت در گونه ماهی، زمان قرار گرفتن در معرضیا سایر عوامل ناشناخته باشد (Taheri Mirghaed *et al.*, 2019). از طرف دیگر همانگونه که در نتایج این پژوهش مشخص شد، در تیمار بهینه و مناسب، سطوح شاخص‌های مهم ایمنی مانند IgM، فعالیت لیزوزیم و ACH50 نسبت به سایر تیمارها و بویژه تیمار شاهد با اختلاف معنی‌دار بیشتر بود. میزان فعالیت لایزوزیم که بخشی از مکانیزم دفاع غیر اختصاصی را تشکیل می‌دهد نیزشاخص مناسبی جهت ارزیابی توانایی ماهیان در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

بروز پاسخ‌های ایمنی ذاتی نسبت به عوامل استرس‌زا محسوب می‌گردد (Kim and Austin, 2006). افزایش سطوح شاخص‌های ایمنی در پلاسمای خون یا بدن ممکن است به‌دلیل تحریک بدن تحت فشار عوامل محیطی باشد. به همین دلیل ماهی خود را ترغیب می‌کند تا تعداد زیادی آنزیم ایمنی را برای حفظ سلامت خود آزاد کند (Yu *et al.*, 2020). به همین دلیل کاهش IgM و فعالیت لایزوزیم نشان دهنده سرکوب سیستم ایمنی ماهیان است. از طرف دیگر پس از قرار-گیری ماهی در معرض استرس، گلوکوکورتیکوییدها و کاتکول‌آمین‌ها در بدن آزاد شده و وارد جریان خون می‌گردد. کاتکول‌آمین‌ها و کورتیزول سبب تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک مانند افزایش گلوکز خون، کاهش گلیکوژن و کاتابولیسم پروتئین‌های پلاسما می‌شود (Chowdhury and Joy, 2000). بنابراین بر پایه مطالعات انجام شده و نیز نتایج شاخص‌های مورد بررسی این تحقیق می‌توان گفت؛ دوره نوری و شدت نور به عنوان دو عامل مهم محیطی می‌توانند هر یک با تاثیر مستقیم و مستقل از دیگری و یا با اثر متقابل بر یکدیگر، نتایج متفاوتی را در میزان رشد و درصد زنده‌مانی لارو ماهیان رقم بزنند. زیرا نور بسیار کم و یا بیش از حد می‌تواند استرس‌زا بوده، حتی سبب مرگ و میر ماهی شود (Boeuf and Bail., 1999). در تایید نتایج کلی این پژوهش می‌توان چنین بیان کرد که کنترل داخلی یا فیزیولوژیک لارو وقتی در معرض دوره نوری پیوسته طولانی مدت و شدت نور بالا قرار می‌گیرد، کارایی زیستی خود را از دست خواهد داد و در نتیجه بازماندگی به شدت کاهش می‌یابد کاظمی و همکاران، ۱۳۹۵). از طرف دیگر به نظر می‌رسد بازماندگی کمتر در دوره نوری با طول دوره روشنایی و شدت نور بیشترکه افزایش رشد بیشتری نسبت به شرایط بهینه دارند به دلیل شنای فعالانه و مصرف انرژی بیشتر باشد. زیرا حرکات پیوسته و مداوم لارو در شرایط یادشده، انرژی بیشتری را نسبت به انرژی تولید شده، مصرف کرده، در نتیجه سبب کاهش بازماندگی خواهد شد (Cerqueira and Chatin, 1991).

پژوهش روی لارو دارای کیسه زرده فیل‌ماهی پرورشی نشان داد که دو عامل محیطی دوره نوری و شدت نور به‌طور معنادار روی رشد و درصد زنده‌مانی موثر بوده، تاثیر شدت نور به مراتب بیشتر از دوره نوری بود. تاثیر هم‌زمان این دو عامل وابسته به نور سبب رشد و بازماندگی بهینه و مناسب لارو دارای تغذیه داخلی فیل‌ماهی پرورشی شد. این مطالعه نشان داد که دوره نوری ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی با شدت نور ۱۰۰ لوکس برای این مرحله از زندگی فیل‌ماهی، شرایط نوری بهینه و مناسب جهت رشد و درصد زنده‌مانی بود. مطالعات آینده در این زمینه باید روی تاثیر عوامل محیطی چندگانه (دوره نوری، شدت نور، دما و اکسژن محلول) به طور هم‌زمان در مراحل اولیه زندگی برای دستیابی به شرایط بهینه رشد و زنده‌مانی متمرکز گردد.

۵ | تشکر و قدردانی

از کلیه همکارانی که در انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، اداره کل شیلات استان گیلان و مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری دکتر بهشتی رشت به‌ویژه آقایان مهندس مسعود علیزاده، مهندس مهدی رزاقی، محمدرضا کامران حسینی، مهندس اسحق رسولی و مهندس علی کنفچیان و نیز دانشگاه شهید چمران اهواز که بخشی از هزینه مالی این تحقیق را تأمین کردند صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

پست الکترونیک نویسندگان

رضوان‌اله کاظمی: rezkazemi2000@yahoo.com
محسن کاظمی: mohsenkazemi660@gmail.com
تکاور محمدیان: tak.mohammadian@gmail.com
مهرزاد مصباح: m.mesbah@scu.ac.ir

REFERENCES

Abdelhamid A.M., Abdelkhalek A.E., Mehrm A.I., Khalil, F.F. 2004. An attempt to alleviate aflatoxicosis on Nile tilapia fish by dietary supplementations with chicken-hatchery by-products (eggshells) and shrimp processing wastes (shrimp shells) on clinical, blood and histological parameters. Journal of Agricultural Science, 29: 6175-6196.

Allameh S.K., Noaman V., Nahavandi R. 2017. Effects of probiotic bacteria on fish performance. Advanced Techniques in Clinical Microbiology, 1: 1-5.

Allen-Ankins S., Stoffels R.J., Pridmore P.A., Vogel M.T. 2012. The effects of turbidity, prey density and environmental complexity on the feeding of juvenile Murray cod *Maccullochella peelii*. Journal of Fish Biology, 80: 195-206.

Ballagh D.A., Pankhurst P.M., Fielder D.S. 2008. Photoperiod and feeding interval requirements of juvenile mulloway, *Argyrosomus japonicus*. Aquaculture, 277: 52-57.

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.

Biswas A.K., Takeuchi T. 2003. Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth rate of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. Fisheries Science, 69: 1010-1016.

Biswas A.K., Seoka M. Takii M. Maita K., Kumai H. 2006. Stress response of red sea bream *Pagrus major* to acute handling and chronic photoperiod manipulation Aquaculture, 252: 566-572.

Boeuf G., Le Bail P.Y. 1999. Does light have an influence on fish growth? Aquaculture, 12:129-152.

Bronzi P. 2000. Beluga, Giant Sturgeon. Doc. IUCN/SSC Wildlife Trade Programmed, AC.16.7.2, pp: 88-103.

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

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

Larviculture Symposium, Gent, Belgium. Publish in Europian Aquaculture Society, 15: 310-313.

Chowdhury I., Joy K.P. 2000. Effects of administration of testosterone on some biochemical correlation in seminal vesicle of Bloch (*Heteropneustes fossilis*) during preparatory phase: a study correlating changes in plasma testosterone level and testis activity. Indian Journal of Experimental Biology, 38: 713-719.

Dettlaff A.A, Ginsburg A.S., Schmalhausen O.I. 1993. Sturgeon Fishes. Journal of Developmental Biology and Aquaculture, Springer- Verlag, Berlin, Germany. 300p.

Edgar A.A.F., Leonardo M.C., Crisantema H.G., Guillermo B.Q., Oscar I.Z., Javier M.R., Oscar U.H.A., Porfirio J.L. 2017. Effect of light intensity and photoperiod on growth and survival of the Mexican cichlid, *Cichlasoma beani* in culture conditions. Latin American. Journal of Aquatic. Research, 45(2): 293-301.

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.

Eshagh Zadeh 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.

Gunnarsson S., Imsland A.K., Siikavuopio S.I., Árnason J., Gústavsson A., Thorarensen A. 2012. Enhanced growth of farmed Artic charr (*Salvelinus alpinus*) following a short-day photoperiod. Aquaculture, 350-353: 75-81.

Fielder D.S., Bardsley W.J., Allan G.L., Pankhurst P.M. 2002. Effect of photoperiod on growth and survival of snapper *Pagrus auratus* larvae. Aquaculture, 211: 135-150.

Honryo T., Kurata M. Okada T., Ishibashi Y. 2013. Effects of night-time light intensity on the survival rate and stress responses in juvenile Pacific Bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck and Schlegel). Aquacult. Res., 44: 1058-1065.

Howell A., Berlinsky D.L., Bradley T.M. 2003. The effect of photoperiod manipulation in the reproduction of black sea bass, *Centropristis striata*. Aquaculture, 218: 651-669.

Karakatsouli N., Papoutsoglou E.S., Sotiropoulos N., Mourtikas D. Stigen-Martinsen T., Papoutsoglou S.E. 2010. Effects of light spectrum, rearing density and light intensity on growth performance of scaled and mirror common carp *Cyprinus carpio* reared under recirculating system conditions. Aquacultural Engineering, 42: 121-127.

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.

Kzemi R., Noori F., Bani A., Najdegerami E.H., Yazdani Sadati M. 2015. Effects of photoperiod and light intensity on growth factors and survival rate in Persian sturgeon, *Acipenser persius* (Borodin, 1897) in larval to fingerling stage. Journal of Applied Ichthyological Research, 3(2): 29-46.

Kzemi R., Noori F., Bani A., Najdegerami E.H., Yazdani Sadati M. 2016. Effects of different light intensities and photoperiods on growth, survival rate and yolk-sac volume changes of the Persian sturgeon (*Acipenser persius*) larvae. Journal of Aquatic Ecology, 5(4): 22-32.

Kim D., Austin B. 2006. Innate immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) induced by probiotics. Fish and Shellfish Immunology, 21: 513-524.

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.

Imsland A.K., Foss A., Stefansson S.O., Mayer I., Norberg B., Roth B., Jenssen M.D. 2006. Growth, feed conversion efficiency and growth heterogeneity in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) reared at three different photoperiods. Aquaculture Research, 37: 1099- 1106.

Lee J.S.F., Britt L.L., Cook M.A., Wade T.H., Berejikian B.A., Goetz F.W. 2017. Effect of light intensity and feed density on feeding behaviour, growth and survival of larval sablefish *Anoplopoma fimbria*. Aquaculture Research, 48: 4438-4448.

Martínez-Cárdenas L., Purser G.J. 2011. Effect of stocking density and photoperiod on growth and survival in cultured early juvenile pot-bellied seahorses *Hippocampus abdominals* Lesson, 1827. Aquaculture Researchs, 43: 1536-1549

Migaud H., Cowan M., Taylor J., Ferguson, H.W. 2007. The effect of spectral composition and light intensity on melatonin, stress and retinal damage in post-smolt Atlantic salmon, *Salmo* salar. Aquaculture, 270: 390-404.

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.

Mirko B., Clara S., Desislava G.T.B., Slater M.J. 2018. Effect of ambient light intensity on growth performance and diurnal stress response of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*) in recirculating aquaculture systems (RAS). Aquaculture Engineering, 83: 20-26.

Monk J., Puvanendran V., Brown J.A. 2006. Do different light regimes affect the foraging behavior, growth and survival of larval cod (*Gadus morh*ua L.)? Aquaculture, 257: 287-293.

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.

Prayogo N.A., Wijayanti G.E., Murwantoko M., Kawaichi T., Astuti, P. 2012. Effect of photoperiods

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

on melatonin levels, the expression cGnRH-II and sGnRH genes and estradiol's level in hard-lipped barb (*Osteochilus hasselti* C.V.). Journal of Global Veterinary, 8: 591-597

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

Ridha M.T., Cruz E.M. 2000. Effect of light intensity and photoperiod on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. seed production. Aquacult. Res., 31: 607-617.

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.

Stuart K.R., Drawbridge M. 2011. The effect of light intensity and green water on survival and growth of cultured larval California yellowtail (*Seriola lalandi*). Aquaculture, 321: 152-156.

Taheri Mirghaed A., Fayaz S., Hoseini S.M. 2019. Dietary 1,8-cinoele affects serum enzymatic activities and immunological characteristics in common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to ambient ammonia. Aquaculture research, 50: 146-153.

Tamazouzt L., Chatain B., Fontaine P. 2000. Tank wall color and light level affect growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis* L.) Aquaculture, 182: 85-90.

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.

Trippel E.A., Neil S.R.E. 2003. Effects of photoperiod and light intensity on growth and activity of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). 217: 633-645.

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.

Vaglio A., Landtiscina C. 1999. Changes in liver enzyme activity in the teleost *Sparus aurata* in response to cadmium intoxication. Ecotoxicol Environ Saf, 43: 111-116.

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.

Wang T., Cheng Y.Z., Liu Z.P., Long X.H. 2015. Effects of light intensity on husbandry parameters, digestive enzymes and whole-body composition of juvenile *Epinephelus coioides* reared in artificial sea water. Aquaculture Researchs, 46: 884-892.

Yu Z., Wu X.Q., Zheng L.J., Dai Z.Y., Wu L.F. 2020. Effect of acute exposure to ammonia and BFT alterations on *Rhynchocypris lagowski*: Digestive enzyme, inflammation response, oxidative stress and immunological parameters. Environmental toxicology and pharmacology, 78: 103380. DOI: 10.1016/j.etap.2020.103380

Zhengkai Di, Kang Li., Tiezhu Li., Li Y., Haofei J., Liping L. 2022. Effects of light intensity and photoperiod on the growth performance of juvenile Murray cods (*Maccullochella peelii*) in recirculating aquaculture system (RAS). Aquaculture and Fisheries, 8(3): 274-279.

نحوه استناد به این مقاله:

کاظمی ر.، کاظمی م.، محمدیان ت.، مصباح م. ۱۴۰۱. اثر متقابل دوره نوری و شدت نور بر عملکرد رشد، ایمنی و بازماندگی فیل‌ماهی *Huso huso* پرورشی در مرحله لاروی (تغذیه داخلی). نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، ۱۰(۴): ۵۷-۴۸ . https://doi.org/10.22034/jair.10.4.7

Kazemi R., Kazemi M., Mohammadian T., Mesbah M. 2023. Interaction effect of photoperiod and light intensity on the growth performance, immune and survival of Great sturgeon, *Huso huso* reared in the larval stage (endo genus). Journal of Applied Ichthyological Research, 10(4): 48-57. https://doi.org/10.22034/jair.10.4.7

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]

Interaction effect of photoperiod and light intensity on the growth performance, immune and survival of Great sturgeon, *Huso huso* reared in the larval stage (endo genus)

Kazemi R[*1]., Kazemi M[2]., Mohammadian T[3]., Mesbah M[4].

[1] Assistant Prof., Sturgeon International Research Institute, Rasht, Iran.

[2] PhD student, Agricultural Research, Education & Extention Organization (AREEO), Dept. of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

[3] Associate Prof., Dept. of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

[4] Prof., Dept. of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.

Type:

Original Research Paper

https://doi.org/10.22034/jair.10.4.7

Paper History:

Received: 07-11-2022
Accepted: 14-02-2023

Corresponding author:

Kazemi R. Assistant Prof., Agricultural Research, Education & Extention Organization (AREEO), Sturgeon International Research Institute, Rasht, Iran.

Email: rezkazemi2000@yahoo.com

Abstract

The aim of this study was to increase the production efficiency of reared Great sturgeon (*Huso huso*) in the larval stage (after hatching until absorption of the yolk sac) under the corresponding influence of photoperiod and light intensity. In this study, the larvae from the after hatching to the complete absorption of the yolk sac were exposed to four light intensities (0-10; 70-100; 200-170 and 350-330lux) and five photoperiods (24L:00D; 16L:08D; 12L:12D; 08L: 16D and 00L: 24D) treatments and the control group. Each treatment and control group had three replications (70 g of larvae). At the end of the experiment, after sampling and biometry of the samples, growth factors including weight and final length, Weight Gain (WG), Specific Growth Rate (SGR), Condition Factor (CF), Body Weight Increase (BWI), Daily Growth (DG) and Survival Rate (SR) were done using related formula. Also, some enzymatic, immune and biochemical factors of body plasma were measured and analyzed statistically. The results showed that although all growth indices (WG, SGR, CF, BWI and DG) in the treatment of photoperiod of 24L:00D and light intensity of 100lux were in the maximum growth, but the maximum survival percentage of larvae (65.32%) compared to other treatments, especially the maximum growth treatment (7.41%), was observed in the photoperiod of 08L:16D and light intensity of 100lux treatment. Also, enzymatic, biochemical and immune indices were desirable conditions in the larvae of optimal growth treatment (treatment 11) compared to many other treatments. In total, the most suitable photoperiod and light intensity to increase the production efficiency of larvae with a yolk sac of reared great sturgeon, was the treatment of 08L:16D and 100lux.

Keywords: *Huso huso* larvae, light, growth and survival, production efficiency

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.22034/jair.10.4.7]