اثر توأم دوره نوری و زمان غذادهی بر عملکرد رشد فیل ماهی (*Huso huso*)

بهرام فلاحتکار [۱و۲*]، علی رازگردانی شراهی [۱]، محسن پوراسدی [۱]، احمد رضوی صیاد [۳و۴]، بهمن مکنت خواه [۱]، مهدی رحمتی [۴]، ایرج عفت پناه [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران

۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- موسسه تحقیقات و آموزش کشاورزی گیلان، رشت، ایران

۴- مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور، سیاهکل، گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۸

چکیده

مطالعه حاضر به‌منظور تعیین اثر دوره نوری و زمان‌های مختلف غذادهی بر عملکرد رشد و کارایی غذایی بچه فیل ماهیان پرورشی به مدت ۵۶ روز انجام شد. تعداد ۱۲۰ عدد بچه ماهی با میانگین وزن اولیه ۰/۴ ± ۵۱/۴ گرم بطور کاملا تصادفی در ۴ تیمار (۱) شرایط نوری طبیعی با تغذیه روزانه (Nd)، (۲) شرایط نوری طبیعی با تغذیه شبانه‌روزی (Nnd)، (۳) شرایط نوری مداوم با تغذیه روزانه (Ld) و (۴) شرایط نوری مداوم با تغذیه شبانه‌روز (Lnd) هر کدام با ۳ تکرار در ۱۲ حوضچه بتونی گرد توزیع شدند. ساعات دوره روشنایی در دوره نور طبیعی (۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی)، ساعات غذادهی روزانه ۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۷ و غذادهی شبانه روزی ۲، ۹، ۱۴ و ۲۱ بود. در پایان آزمایش عملکرد رشد و کارایی غذا در بین تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر متقابل دوره نوری و ساعات غذادهی اختلافی را در بین شاخص های رشد و تغذیه نشان نمی‌دهد ($P>0/05$) اما بهترین عملکرد رشد و کارایی غذایی در تیمار Ld مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده افزایش ۲۲ گرمی ماهیان پرورش‌یافته در شرایط شرایط نوری مداوم و غذادهی در ساعات روشنایی و FCR مطلوب‌تر در طول دوره پرورش بود. با توجه به اینکه استفاده از شرایط نوری مداوم و غذادهی در ساعات روشنایی سبب بهبود عملکرد رشد و کارایی غذایی بچه فیل ماهیان مورد مطالعه شد، بنابراین بکارگیری شرایط حاضر در مراکز پرورش بچه فیل ماهیان توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: فیل ماهی (*Huso huso*)، تغذیه، نور طبیعی، ساعات غذادهی، فاکتورهای رشد.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). falahatkar@guilan.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

مقدمه

ماهیان خاویاری به جهت دارا بودن گوشت و خاویار سرشار از انرژی و مواد مغذی از جمله باارزش ترین آبزیان در دنیا به‌حساب می‌آیند. این ماهیان در آب های شیرین، لب شور و شور در حوضه‌های معدودی از کشورهای آسیایی و اروپایی پراکنده‌اند ولی بیشترین ذخایر این ماهیان در حوضه های دریای خزر، سیاه و اورال یافت می شوند (آذری تاکامی، ۱۳۸۸؛ چبانوف و گالیچ، ۲۰۱۱). در این بین، فیل ماهی (*Huso huso*) از ماهیان غضروفی- استخوانی و با قدمت ۲۵۰ میلیون ساله است که بزرگترین جثه را در بین گونه‌های ماهیان خاویاری داشته و دارای سرعت رشد بالا و مقاوم به شرایط استرس در آبزی پروری می‌باشد (Falahatkar *et al*., 2009).

امروزه به‌دلیل صید بی رویه، کاهش زیستگاه و عدم وجود بسترهای مناسب تخم‌ریزی، عمده گونه های ماهیان خاویاری در فهرست ماهیان در معرض خطر قرار گرفته‌اند (IUCN, 2001). کل صید ماهیان خاویاری جهان و ایران در سال ۲۰۰۰ به‌ترتیب حدود ۲۶۰۳ و ۱۰۰۰ تن بوده که طی یک روند کاهشی به ۲۷۳ و ۶۵ تن در سال ۲۰۱۴ رسیده است (FAO, 2014). از این رو توجه ویژه ای برای حفاظت و بقای آنها باید صورت بگیرد (Birstein *et al*., 1993; Williot *et al*., 2001).

درک صحیح از تغذیه و نیازمندی‌های تغذیه‌ای یک گونه خاص، مستلزم شناخت کامل از بیولوژی، اکولوژی و مسائل زیستگاهی آن گونه است. در این میان شناخت عادات غذایی آبزیان و عوامل موثر در رشد از نکاتی هستند که اهمیت زیادی دارند. بنابراین در صورت آگاهی از عوامل موثر بر رشد می‌توان مدیریت بهتری را در مزارع پرورش اعمال نمود (فلاحتکار، ۱۳۹۳). پارامترهای مختلف زنده و غیر زنده‌ای در عملکرد رشد و کارایی غذایی ماهیان دخالت دارند (Falahatkar *et al*., 2012). دما، شوری، اکسیژن محلول، pH، تغذیه و نور از مهم‌ترین پارامترهای محیطی موثر بر فاکتورهای رشد ماهیان محسوب می‌شوند. دوره نوری یک عامل خارجی و موثر بر رشد ماهی می‌باشد زیرا سبب ایجاد عملکرد درونی ماهی شامل تغییرات هورمونی نظیر ملاتونین و تیروکسین که از عوامل ثانویه موثر بر رشد ماهی هستند، می‌شود (Bolliet *et al*., 2000; Power *et al*., 2001; Gelineau *et al*., 2002).

بیشتر مطالعاتی که در مورد بررسی اثر دوره نوری روی ماهیان مختلف انجام شده، نشان داده که این عامل بر رشد و بقای ماهیان اثرگذار است (Kissil *et al*., 2001; Bonnet *et al*., 2007; Ruchin, 2007; Ghomi *et al*., 2010; Falahatkar *et al*., 2012). علاوه بر این، زمان تغذیه نیز در تامین نیازمندی ماهی بسیار مهم هست. زمان تغذیه یکی از مهم ترین فاکتورهای مطرح شده در آبزی پروری است، اما اغلب افراد این فاکتور مهم را نادیده می‌گیرند و یا توجه اندکی به آن دارند (Boujard *et al*., 1995; Azzaydi *et al*., 1999).

زمان‌های مختلف تغذیه، توام با دوره نوری سبب بهبود عملکرد رشد و متابولیسم انرژی در ماهی می‌شود، زیرا هورمون‌ها یا متابولیت های مختلفی در تغذیه، رشد و انرژی دخالت دارند که نوسانات معنی‌داری را در شرایط دوره نوری نشان می‌دهند (Ebesson *et al*., 1998; Gelineau *et al*., 2002). در برخی از گونه‌ها، حد مطلوب تغذیه یا بالاترین فعالیت ممکن است در زمان های مختلف شبانه‌روز اتفاق بیافتد (Bolliet *et*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

al., 2000). همچنین ماهی حالت فیزیولوژیک متفاوتی در زمان های مختلف روز دارد، بطوری‌که پاسخ های مختلفی به تیمارهای غذایی در زمان های مختلف نشان می‌دهد (Boujard, 2001; Madrid *et al*., 2001). بنابراین بهترین زمان تغذیه، زمانی است که ماهی در بهترین شرایط فیزیولوژیک رشد باشد تا به مطلوب‌ترین کارایی رشد برسد. تغذیه در زمان‌های مطلوب سبب کاهش هدر رفت غذا، کاهش هزینه تولیدی و دستیابی به بیشترین سود در تولیدات ماهی شود.

برخلاف اهمیت اقتصادی و پتانسیل بالای تولید فیل ماهی در آبزی پروری، اطلاعات اندکی در مورد زمان و شرایط تغذیه این گونه ارزشمند وجود دارد. گزارشاتی در مورد تعداد دفعات و مقادیر غذادهی در فیل ماهی (Mohseni *et al*., 2006)، اثر رژیم‌های نوری مختلف در گونه استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) (Kryuchkov and Obukhov, 2006)، فیل ماهی و تاسماهی ایرانی جوان (*Acipenser persicus*) (Askarian *et al*.,, 2009; Ghomi et al., 2010; Falahatkar *et al*., 2012)، و وابستگی ماهیان به شرایط نوری جهت جستجوی غذا (Najafi *et al*., 2016) وجود دارد، ولی در مورد اثر توام زمان غذادهی با دوره‌های نوری مختلف مطالعه‌ای روی ماهیان خاویاری صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت بالای دوره نوری و استراتژی تغذیه‌ای، مطالعه حاضر روی اثر دوره نوری و زمان‌های مختلف غذادهی به‌منظور تعیین زمان مطلوب تغذیه، بهبود مدیریت تغذیه و عملکرد رشد مطلوب روی فیل ماهی جوان انجام شد.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش

این مطالعه از مهر تا آذر ماه ۱۳۹۴ در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل واقع در استان گیلان، طی مدت ۸ هفته انجام شد. قبل از شروع مطالعه، بچه ماهیان جهت سازگاری با شرایط جدید به حوضچه های بتونی گرد (با قطر ۱/۸۵ و عمق ۰/۳۵ متر) انتقال یافتند و به‌مدت دو هفته با جیره تجاری فرموله شده (Biomar, Nersac, Farance, No.1.9) با ۴۸ درصد پروتئین خام، ۲۲ درصد چربی خام، ۲ درصد فیبر، ۸ درصد خاکستر، ۱/۲ درصد فسفر و ۱/۹ درصد کلسیم تغذیه شدند. پس از پایان مدت سازگاری، تعداد ۱۲۰ عدد بچه فیل ماهی با میانگین وزن و طول کل اولیه (± انحراف معیار) به ترتیب ۰/۴ ± ۵۱/۴ گرم و ۰/۲ ± ۲۴/۷ سانتیمتر به تعداد ۱۰ عدد در هر حوضچه، بین ۱۲ حوضچه با حجم آبگیری ۸۰۰ لیتر در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. آب مورد نیاز از رودخانه خرارود تأمین می‌شد. در طی انجام مطالعه، دبی آب ورودی به مخازن پرورشی به طور متوسط ۰/۲ ± ۱۴/۳ لیتر در دقیقه بود. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل درجه حرارت آب بصورت روزانه، اکسیژن محلول و pH بصورت دو بار در هفته به ترتیب با استفاده از دماسنج دیجیتالی و دستگاه اکسی- pH متر دیجیتال (WTW 340, Weilheim, Germany) اندازه‌گیری و ثبت گردید. میانگین دمای آب در طی مطالعه ۰/۹± ۱۹/۱ سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۱۹ ± ۷/۹ میلی گرم در لیتر و pH آب ۰/۰۱ ± ۷/۸ بود.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

طراحی آزمایش

در این پژوهش، ۴ تیمار و ۳ تکرار برای هر تیمار شامل (۱) شرایط نوری طبیعی با تغذیه روزانه (Nd)، (۲) شرایط نوری طبیعی با تغذیه شبانه روزی (Nnd)، (۳) شرایط نوری مداوم با تغذیه روزانه (Ld) و (۴) شرایط نوری مداوم با تغذیه شبانه‌روز (Lnd) درنظر گرفته شد (جدول ۱). نور مصنوعی در مطالعه حاضر با نصب لامپ‌های فلورسنت در بالای هر حوضچه مدور (در فاصله یک متری) تأمین شد. میزان شدت نور با دستگاه لوکس متر (مدل TES- 1330 ساخت تایوان) روی شدت نور ۱۰۰۰ لوکس تنظیم گردید.

جدول ۱: شمایی از طراحی آزمایش بر روی بچه فیل ماهیان در طول ۵۶ روز پرورش تحت تاثیر شرایط نوری و تغذیه ای متفاوت

	تیمارها			
	Lnd	Ld	Nnd	Nd
شرایط نوری (تاریکی: روشنایی)	۲۴:۰	۲۴:۰	۱۲:۱۲	۱۲:۱۲
زمان غذادهی	شبانه‌روزی	روزانه	شبانه‌روزی	روزانه
(ساعات)	(۲، ۹، ۱۴ و ۲۱)	(۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۷)	(۲، ۹، ۱۴ و ۲۱)	(۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۷)

Nd: شرایط نوری طبیعی با تغذیه روزانه، Nnd: شرایط نوری طبیعی با تغذیه شبانه‌روزی، Ld: شرایط نوری مداوم با تغذیه روزانه و Lnd: شرایط نوری مداوم با تغذیه شبانه‌روز.

در طول مدت ۸ هفته مطالعه، هر ۲ هفته یک بار زیست‌سنجی انجام شد، به این ترتیب که ۲۴ ساعت قبل از زیست سنجی غذادهی قطع می شد تا دستگاه گوارش ماهیان تخلیه شود. سپس ماهیان موجود در هر حوضچه با احتیاط صید می‌شد و زیست سنجی صورت می گرفت. برای اندازه گیری وزن و طول هر ماهی به ترتیب از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم و تخته زیست‌سنجی با دقت یک میلی‌متر استفاده شد.

اندازه گیری شاخص های رشد و تغذیه

در پایان آزمایش به‌منظور بررسی عملکرد رشد و کارایی غذایی تیمارهای مختلف، شاخص‌هایی مانند وزن نهایی (FW) و طول نهایی (TL) اندازه‌گیری شدند و سپس شاخص‌های وزن کسب شده (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، غذای مصرف شده (FI)، نرخ رشد ویژه وزنی (SGR_W)، نرخ رشد ویژه طولی (SGR_L)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، نرخ کارایی پروتئین (PER)، نرخ کارایی چربی (LER)، فاکتور وضعیت (CF) و نرخ بقا (SR) از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شدند (فلاحتکار، ۱۳۹۳):

WG (g) = وزن اولیه (گرم) – وزن نهایی (گرم)

BWI (%) = [وزن نهایی (گرم) – وزن اولیه (گرم)] / وزن اولیه (گرم) × ۱۰۰

FI (g/fish) = کل غذای مصرفی در طول دوره (گرم) / تعداد ماهی

SGR_W (%/day) = [(Ln وزن نهایی (گرم) – Ln وزن اولیه (گرم)) / پرورش (روز)] × ۱۰۰

SGR_L (%/day) = [(Ln طول نهایی (سانتیمتر) – Ln طول اولیه (سانتیمتر)) / دوره پرورش (روز)] × ۱۰۰

FCR = مقدار غذای مصرفی (گرم) / وزن تر بدست آمده (گرم)

PER = وزن تر بدست آمده (گرم) / وزن پروتئین مصرف شده (گرم)

LER = وزن تر بدست آمده (گرم) / چربی مصرف شده (گرم)

CF = [وزن ماهی (گرم) / طول کل (سانتیمتر)^3] × ۱۰۰

SR (%) = (تعداد ماهیان در انتهای دوره / تعداد ماهیان در ابتدای دوره) × ۱۰۰

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

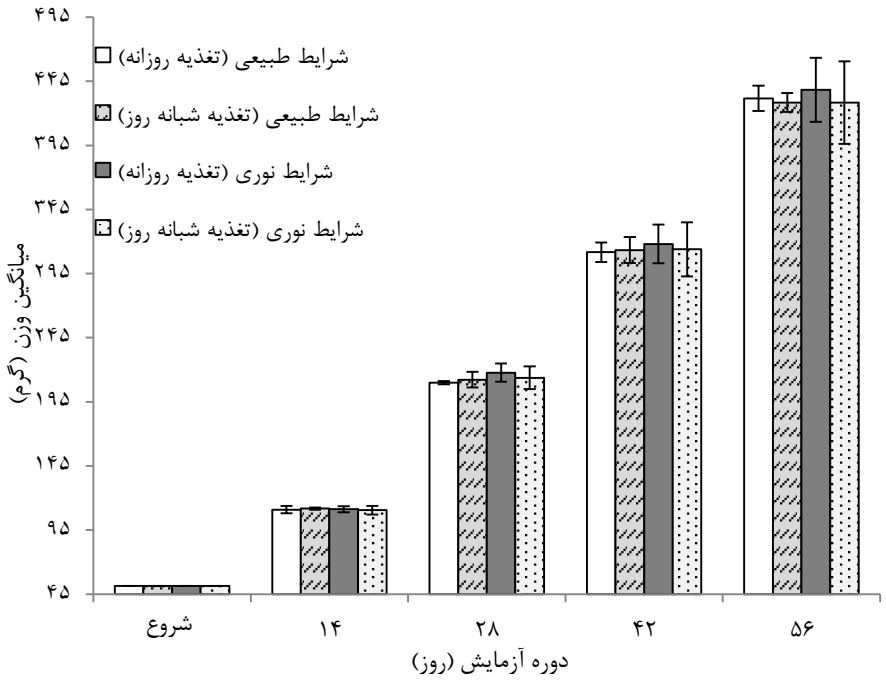
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

آنالیز آماری

برای بررسی آماری از نرم‌افزار SPSS (Version 13, Chicago, USA) استفاده شد. برای کنترل نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و برای کنترل همگنی واریانس‌ها از آزمون Levene استفاده گردید. جهت مشخص نمودن اختلاف میانگین بین دوره های نوری مختلف، از آزمون واریانس دو طرفه (Two-way ANOVA) استفاده شد. سپس برای مقایسه میانگین ها، از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. سطح معنی داری در این آنالیز، P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

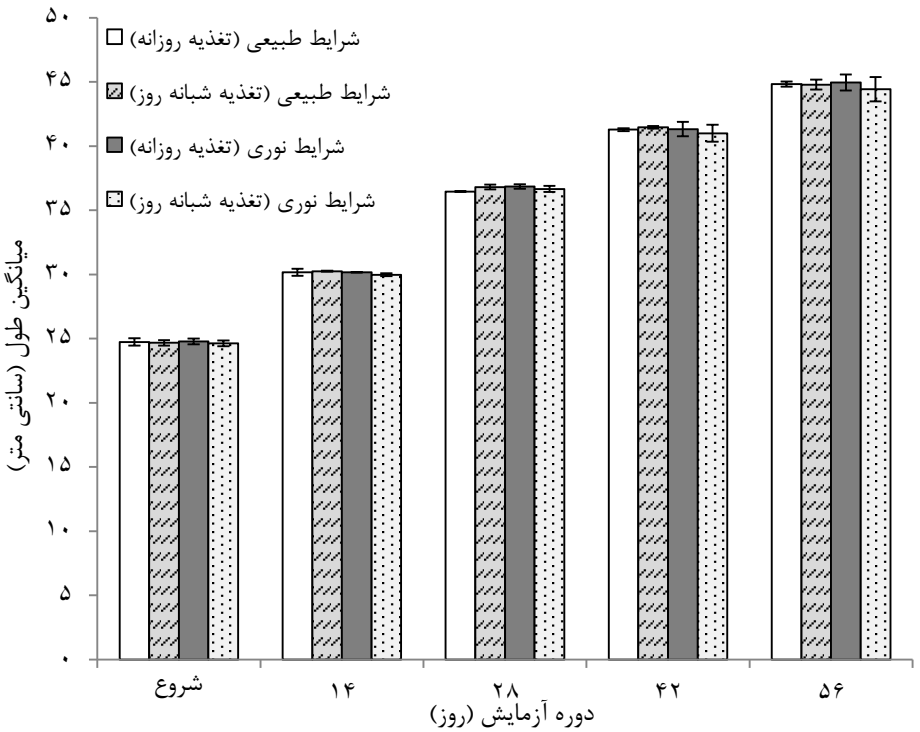
نتایج

روند رشد وزنی و طولی بچه فیل ماهیان پس از ۵۶ روز پرورش اثر توأم دوره نوری و زمان غذادهی بر عملکرد رشد فیل ماهی به ترتیب در شکل ۱ و ۲ مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در طول این دوره وجود نداشت (P>۰/۰۵).



شکل ۱: روند رشد وزنی بچه فیل ماهیان در طول ۵۶ روز پرورش تحت تاثیر شرایط نوری و تغذیه‌ای متفاوت (میانگین ± انحراف معیار).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]



شکل ۲:روند رشد طولی بچه فیل ماهیان در طول ۵۶ روز پرورش تحت تاثیر شرایط نوری و تغذیه‌ای متفاوت (میانگین ± انحراف معیار).

نتایج حاصل از مطالعه عملکرد رشد ماهیان طی ۸ هفته پرورش در شرایط نوری و تغذیه‌ای متفاوت در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد تغذیه روزانه با نور مداوم سبب بهبود عملکرد رشد فیل ماهی جوان شد، بطوری‌که تیمار Ld در مطالعه حاضر بهترین راندمان رشد و کارایی غذایی را داشت. تیمار Nnd کمترین وزن نهایی را نشان داد که البته اختلاف معنی‌داری بین این تیمار با دیگر تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). از نظر سایر شاخص‌های رشد مانند WG، BWI، FI، SGRw، SGRL، FCR، PER، LER، CF و SR اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت (جدول ۲، P>۰/۰۵). شاخص SR در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود و هیچگونه تلفاتی در طی مطالعه مشاهده نشد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

جدول ۲ :شاخص‌های رشد بچه فیل ماهیان در طول ۵۶ روز پرورش تحت تاثیر شرایط نوری و تغذیه‌ای متفاوت (میانگین ± انحراف معیار).

فاکتورهای رشد	تیمارها			
	Lnd	Ld	Nnd	Nd
وزن اولیه (g)	۵۱/۴۰ ± ۰/۰۱	۵۱/۴۰ ± ۰/۰۱	۵۱/۳۷ ± ۰/۰۶	۵۱/۳۷ ± ۰/۰۶
وزن نهایی (g)	۴۰۹/۴۷ ± ۳۲/۲۷	۴۳۱/۲۷ ± ۲۴/۹۷	۴۰۹/۰۷ ± ۷/۳۷	۴۱۴/۰۷ ± ۹/۷۸
طول اولیه (cm)	۲۴/۶۳ ± ۰/۱۶	۲۴/۷۸ ± ۰/۰۶	۲۴/۶۸ ± ۰/۲۱	۲۴/۷۴ ± ۰/۲۹
طول نهایی (cm)	۴۴/۴۳ ± ۰/۹۴	۴۴/۹۷ ± ۰/۶۳	۴۴/۷۹ ± ۰/۳۸	۴۴/۸۳ ± ۰/۲۰
وزن کسب شده (g)	۳۵۸/۰۷ ± ۳۲/۲۷	۳۷۹/۹۰ ± ۲۴/۹۷	۳۵۸/۳۰ ± ۷/۳۳	۳۶۲/۷۰ ± ۹/۸۲
فاکتور وضعیت	۰/۴۷ ± ۰/۰۰	۰/۴۷ ± ۰/۰۱	۰/۴۶ ± ۰/۰۰	۰/۴۶ ± ۰/۰۱
نرخ رشد ویژه وزنی (%/day)	۳/۷۰ ± ۰/۱۴	۳/۸۰ ± ۰/۱۰	۳/۷۱ ± ۰/۰۳	۳/۷۳ ± ۰/۰۴
نرخ رشد ویژه طولی (%/day)	۱/۰۵ ± ۰/۰۴	۱/۰۶ ± ۰/۰۲	۱/۰۷ ± ۰/۰۱	۱/۰۶ ± ۰/۰۲
نرخ رشد روزانه (g)	۶/۴۰ ± ۰/۵۸	۶/۷۸ ± ۰/۴۵	۶/۴۰ ± ۰/۱۳	۶/۴۸ ± ۰/۱۸
درصد افزایش وزن بدن	۶۹۶/۶۳ ± ۶۲/۷۹	۷۳۹/۰۴ ± ۴۸/۵۹	۶۹۷/۵۲ ± ۱۳/۸۰	۷۰۶/۱۱ ± ۱۹/۶۹
نرخ بازماندگی (%)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

Nd: شرایط نوری طبیعی با تغذیه روزانه، Nnd: شرایط نوری طبیعی با تغذیه شبانه‌روزی، Ld: شرایط نوری مداوم با تغذیه روزانه و Lnd: شرایط نوری مداوم با تغذیه شبانه‌روز.

عدم وجود حروف انگلیسی بر روی داده‌های هر ردیف به علت فقدان اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P>۰/۰۵).

وضعیت تغذیه و کارایی غذا در ماهیان پرورش یافته در شرایط نوری و تغذیه ای متفاوت در جدول ۳ نشان داده شده است. در بین تیمارها، تیمار Ld بیشترین FI را در طول دوره نشان داد و تیمار Nnd پایین ترین FI را نسبت دیگر تیمارها داشت (P>۰/۰۵). در این مطالعه پایین‌ترین و بالاترین FCR به‌ترتیب در تیمارهای Ld و Nnd ثبت شد که البته اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در شاخص‌های PER و LER نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۳ : مقدار مصرف غذا و کارایی تغذیه در بچه فیل ماهیان در طول ۵۶ روز پرورش تحت تاثیر شرایط نوری و تغذیه‌ای متفاوت (میانگین ± انحراف معیار).

فاکتورهای تغذیه‌ای	تیمارها			
	Lnd	Ld	Nnd	Nd
غذای مصرفی به ازای هر ماهی (g)	۲۷۱/۰۱ ± ۱۴/۹۸	۲۷۲/۹۷ ± ۱۲/۹۹	۲۷۷/۶۶ ± ۹/۲۶	۲۶۹/۹ ± ۹/۸۸
ضریب تبدیل غذایی	۰/۷۶ ± ۰/۰۳	۰/۷۲ ± ۰/۰۲	۰/۷۸ ± ۰/۰۴	۰/۷۴ ± ۰/۰۲
نرخ کارایی پروتئین	۲/۷۵ ± ۰/۱۳	۲/۹۰ ± ۰/۰۸	۲/۷۰ ± ۰/۱۳	۲/۸۰ ± ۰/۰۹
نرخ کارایی چربی	۴/۷۱ ± ۰/۲۱	۴/۹۷ ± ۰/۱۴	۴/۶۱ ± ۰/۲۱	۴/۸۰ ± ۰/۱۵

Nd: شرایط نوری طبیعی با تغذیه روزانه، Nnd: شرایط نوری طبیعی با تغذیه شبانه‌روزی، Ld: شرایط نوری مداوم با تغذیه روزانه و Lnd: شرایط نوری مداوم با تغذیه شبانه‌روز.

عدم وجود حروف انگلیسی بر روی داده‌های هر ردیف به‌علت فقدان اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد (P>۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تغذیه روزانه توأم با دوره نوری مداوم، اثرات مثبتی بر عملکرد رشد بچه فیل ماهیان داشت، بطوری‌که میانگین وزن بدست آمده، درصد افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه در تیمار نور مداوم توأم با تغذیه روزانه نسبت به تیمارهای دیگر بالاتر بود ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بنابراین اثر رژیم نوری دائم سبب بهبود عملکرد رشد در فیل ماهیان جوان می‌شود که با یافته‌های Ghomi و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

یافته‌های تحقیق حاضر مشابه با یافته‌های Askarian و همکاران در سال ۲۰۰۹ بود که اثر فتوپریود را روی گونه‌های فیل ماهی و تاسماهی ایرانی جوان مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند که نور مداوم بالاترین وزن کسب شده، نرخ رشد ویژه و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی را در مقایسه با سایر تیمارها ایجاد می‌کند که مطابق با مطالعه حاضر بود چرا که تیمار Ld بالاترین وزن کسب شده و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی را نشان داد. همچنین مطالعاتی روی دیگر گونه های ماهیان خاویاری صورت گرفته است، بطوری‌که مطالعه Kryuchkov و Obukhov در سال ۲۰۰۶ روی اثر رژیم نوری مختلف در گونه استرلیاد نشان داد این ماهی تحت رژیم نوری مداوم ۳۹ درصد افزایش وزن بدن و در شرایط بدون نور ۳۳ درصد کاهش وزن داشت. Ruchin (۲۰۰۷) نشان داد بچه تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*) در دوره‌های نوری ۱۲ تا ۲۴ ساعته بالاترین میزان رشد را داشتند، ولی در شرایط بدون نور کاهش ۱۸/۵ درصدی نرخ رشد در شرایط تاریکی مشاهده شد که مطابق با مطالعه حاضر بود چراکه تیمار Nnd حتی در شرایطی که تغذیه شبانه‌روزی داشت پایین‌ترین وزن کسب شده را نشان داد.

دلیل رشد بالاتر ماهیان در شرایط نوری مداوم ممکن است به‌خاطر تعاملاتی که چرخه فیزیولوژیک درونی ماهی با اثر نور باشد (Bolliet *et al.*, 2000). مطالعات مختلفی روی گونه هایی از ماهیان دیگر نیز صورت گرفته و نشان داده که رژیم نوری ۱۲ ساعته در گونه مارماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) و شانک (*Pagrus pagrus*) برخلاف مطالعه حاضر بالاترین رشد را نشان دادند درحالی که پایین ترین رشد را در شرایط بدون نور گزارش کردند (Meske, 1982: Pavlidis *et al.*, 1999). دلیل این امر به احتمال قوی نوع گونه، واکنش سیستم فیزیولوژی درونی و سن ماهی بوده چراکه برخی از ماهیان برخلاف ماهیان خاویاری نیاز به بینایی جهت یافتن غذا دارند، همچنین برخی ماهیان نسبت به نور حساس بوده و سبب بروز استرس در آنها می شود که خود عامل کاهش رشد در شرایط نوری خواهد شد (Gélineau *et al.*, 2002).

در مطالعه‌ای که توسط Falahatkar و همکاران (۲۰۱۲) روی تاسماهی ایرانی انجام شد، مشخص گردید که اثر رژیم نوری مداوم سبب ایجاد استرس و کاهش رشد می‌گردد که مخالف با یافته‌های مطالعه حاضر می‌باشد. دلیل این اختلاف و کاهش رشد احتمالاً به‌خاطر نوع گونه ماهی، سن ماهی و شرایط آزمایشی بوده است. در مطالعه دیگری که Falahatkar و همکاران (۲۰۰۹) انجام دادند دریافتند که فیل ماهیان قادر هستند در تمام طول شبانه‌روز تغذیه کنند. این امر احتمالاً بدین خاطر است که ماهیان خاویاری کفزی هستند و مستقل از هر گونه نور توانایی جستجوی غذا را دارند. از طرفی این ماهیان دارای چشم های خیلی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

کوچک در مقایسه با اندازه بدنشان هستند که ظاهراً ارتباطی با فعالیت تغذیه‌ای و جستجوی غذا ندارند (Billard and Lecointre, 2000; Devitsina *et al*., 2011). Kasumyan و Devitsina در سال ۱۹۹۷ دریافتند که دو سیستم بویایی و چشایی نقش اصلی را در فعالیت تغذیه‌ای ماهیان خاویاری دارند. بنابراین، ماهیان خاویاری اندام های تخصصی مانند پوزه، آمپول لورنزینی و سبیلک‌های توسعه یافته‌ای دارند که جبران کننده سیستم ضعیف بصری حتی در محیط تاریک می باشند (Kasumyan, 1997).

زمان تغذیه نیز ممکن است به‌واسطه اثر متقابلی که با چرخه فیزیولوژیک درونی ماهی و غذای دریافتی وجود دارد بر رشد ماهی موثر باشد. بنابراین زمان تغذیه باید همسو با ریتم فیزیولوژیک ماهی باشد تا سبب افزایش رشد شود (Bolliet *et al*., 2000; Gélineau *et al*., 2002). نتایج تحقیق حاضر همسو با یافته های Bolliet و همکاران (۲۰۰۴) بود، بطوری‌که آنها دریافتند که زمان‌های تغذیه هیچ اثر معنی‌داری روی رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhyncus mykiss*) ندارد. از این رو استفاده از اندام های چشایی و بویایی جهت جستجوی غذا احتمالاً دلایل عدم اختلاف معنی‌دار اثر زمان‌های تغذیه بر رشد در فیل ماهی و گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) می باشد (Bolliet *et al*., 2000; Hossain *et al*., 2001). البته لازم به‌ذکر است با توجه به اینکه اختلافی در ساعات غذادهی وجود داشت اما نرخ کارایی پروتئین و چربی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند، چون فیل ماهی قادر است در زمان‌های مختلف شبانه روز بدون اتلاف انرژی تغذیه کند و احتمالاً این ماهیان وابستگی کمی به شرایط نوری جهت جستجوی غذا دارند (Najafi *et al*., 2016). گزارشات متعددی در مورد تعداد دفعات غذادهی به‌ثبت رسیده (Mohseni *et al*., 2006)، ولی در مورد غذادهی روزانه و یا شبانه توام با رژیم نوری مطالعه‌ای روی فیل ماهی صورت نگرفته است. بنابراین به‌منظور تعیین زمان های مطلوب غذادهی، دوره نوری مناسب، بهبود مدیریت تغذیه، عملکرد رشد و درک رفتار تغذیه‌ای فیل ماهی جوان نیاز به مطالعات وسیع‌تری وجود دارد.

یافته‌های مطالعه حاضر روی فیل ماهی نشان داد که اگرچه این گونه قادر به تغذیه شبانه‌روزی است ولی دوره نوری مداوم توام با غذادهی در طول روز سبب بهبود نسبی عملکرد رشد می‌گردد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، به‌کارگیری استراتژی دوره نوری توام با ساعات و تعداد دفعات غذادهی در طول روشنایی جهت بهبود عملکرد رشد فیل ماهیان جوان در مراکز پرورش ماهیان خاویاری پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

این مطالعه در محل مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور انجام شد. بدینوسیله از همکاری بی‌دریغ کارکنان محترم این مرکز و خصوصاً بخش ونیرو که در اجرای این پروژه ما را یاری نمودند نهایت سپاس و قدردانی را داریم.

منابع

۱. آذری تاکامی، ق.، ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش تاسماهیان (ماهیان خاویاری). انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ صفحه.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

۲. چبانوف، م.، و گالیچ، ا.، ۲۰۱۱. دستورالعمل مراکز تکثیر ماهیان خاویاری. ترجمه فلاحتکار، ب (۱۳۹۳). انتشارات سروا، تهران، ۳۳۴ صفحه.

۳. فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۳. تغذیه و جیره نویسی آبزیان. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، ۳۳۲ صفحه.

4. Askarian, F., Kousha, A., and Ringø, E., 2009. Isolation of lactic acid bacteria from the gastrointestinal tract of beluga (*Huso huso*) and Persian sturgeon (*Acipenser persicus*), Journal of Applied Ichthyology, 25, 91-94.
5. Azzaydi, M., Martınez, F. J., Zamora, S., Sánchez-Vázquez, F. J., and Madrid, J. A., 1999. Effect of meal size modulation on growth performance and feeding rhythms in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*), Aquaculture, 170, 253-266.
6. Billard, R., and Lecointre, G., 2000. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10, 355-392.
7. Birstein, V. J., Poletaev, A. I., and Goncharov, B. F., 1993. DNA content in Eurasian sturgeon species determined by flow cytometry, Cytometry, 14, 377-383.
8. Bolliet, V., Cheewasedtham, C., Houlihan, D., Gélineau, A., and Boujard, T., 2000. Effect of feeding time on digestibility, growth performance and protein metabolism in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: interactions with dietary fat levels, Aquatic Living Resources, 13, 107-113.
9. Bolliet, V., Jarry, M., and Boujard, T., 2004. Rhythmic pattern of growth and nutrient retention in response to feeding time in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Journal of Fish Biology, 64, 1616-1624.
10. Bonnet, E., Montfort, J., Esquerre, D., Hugot, K., Fostier, A., and Bobe, J., 2007. Effect of photoperiod manipulation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg quality: A genomic study, Aquaculture, 268, 13-22.
11. Boujard, T., 1995. Diel rhythms of feeding activity in the European catfish, *Silurus glanis*, Physiology and Behavior, 58, 641-645.
12. Boujard, T., 2001. Daily feeding rhythms and fish physiology, Vieet Milieu, 51, 237-245.
13. Devitsina, G. V., Golovkina, T. V., and Rodkin, M. M., 2011. Features of gustatory system morphology in early juveniles of Siberian sturgeon *Acipenser baerii* (Acipenseridae, Acipenseriformes), Journal of Ichthyology, 51, 1104-1116.
14. Ebbesson, L. O. E., Björnsson, B. T., Stefansson, S. O., and Ekström, P., 1998. Propylthiouracil-induced hypothyroidism in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*: effects on plasma total thyroxine, total triiodothyronine, free thyroxine, and growth hormone, Fish Physiology and Biochemistry, 19, 305-314.
15. Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Meknatkhah, B., and Biswas, A., 2012. Effect of photoperiod manipulation on growth performance, physiological and hematological indices in juvenile Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, Journal of the World Aquaculture Society, 43, 679-687.
16. Falahatkar, B., Poursaeid, S., Shakoorian, M., and Barton, B., 2009. Responses to handling and confinement stressors in juvenile great sturgeon *Huso huso*, Journal of Fish Biology, 75, 784-796.
17. FAO., 2014. The State of Food Security in the World, Rome, Italy, 1-12.
18. Gélineau, A., Bolliet, V., Corraze, G., and Boujard, T., 2002. The combined effects of feeding time and dietary fat levels on feed intake, growth and body composition in rainbow trout, Aquatic Living Resources, 15, 225-230.
19. Ghomi, M. R., Nazari, R. M., Sohrabnejad, M., Ovissipour, M., Zarei, M., Mola, A. E., and Naghavi, A., 2010. Manipulation of photoperiod in growth factors of beluga sturgeon *Huso huso*. African Journal of Biotechnology, 9, 1978-1981.
20. Hossain, M. A., Haylor, G. S., and Beveridge, M., 2001. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]

gariepinus fingerlings, Aquaculture Research, 32, 999-1004.
21. Huang, C. H., and Huang, S. L., 2004. Effect of dietary vitamin E on growth, tissue lipid peroxidation, and liver glutathione level of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*, fed oxidized oil, Aquaculture, 237, 381-389.
22. IUCN. 2001. IUCN red list categories and criteria: version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
23. Kasumyan, A. O., 1997. Gustatory reception and feeding Behavaior of fish, Journal of Ichthyology, 37, 72-86
24. Kasumyan, A. O., Devitsina, G. V., 1997. The effect of olfactory deprivation on chemosensory sensitivity and the state of taste receptors of Acipenserids. Journal of Ichthyology, 37, 786-798.
25. Kissil, G. W., Lupatsch, I., Elizur, A., and Zohar, Y., 2001. Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*), Aquaculture, 200, 363-379.
26. Kryuchkov, V. I., Obukhov, D. K., 2006. Development of Juvenile Sterlet *Acipenser ruthenus*, Reared under Different Light Conditions, in Akvakul'tura osetrovykh ryb: dostizheniya i perspektivy razvitiya (Sturgeon Pisciculture: Advancements and Outlooks), Moscow: VNIRO, pp. 27-29.
27. Madrid, J. A., Boujard, T., Sanchez-Vazquez, F. J., 2001. Feeding rhythm. In: Houlihan D, Boujard T, Jobling M (eds) Food intake in fish. Blackwell Science Ltd, Oxford, pp 189-215.
28. Meske, C., 1982. Futterung von Aalen in Dunkeln, Information Fish Writ, 29, 136-138.
29. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Falahatkar, B., Pourali, H. R., and Salehpour, M., 2006. Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*, Journal of Applied Ichthyology, 22, 278-283.
30. Najafi, M., Falahatkar, B., Amlashi, A. S., and Tolouei Gilani, M. H., 2016. The combined effects of feeding time and dietary lipid levels on growth performance in juvenile beluga sturgeon *Huso huso*. Aquaculture International, 24, 1-15.
31. Pavlidis, M., Paspatis, M., Koistinen, M., Paavola, T., Divanach, P., and Kentouri, M., 1999. Diel rhythms of serum metabolites and thyroid hormones in red porgy held in different photoperiod regimes, Aquaculture International, 7, 29-44.
32. Power, D. M., Llewellyn, L., Faustino, M., Nowell, M. A., Björnsson, B. T., Einarsdottir, I. E., and Sweeney, G. E., 2001. Thyroid hormones in growth and development of fish, Comparative Biochemistry and Physiology, 130C, 447-459.
33. Ruchin, A. B., 2007. Effect of photoperiod on growth, physiological and hematological indices of juvenile Siberian sturgeon *Acipenser baerii*, Biology Bulletin, 34, 583-589.
34. Williot, P., Sabeau, L., Gessner, J., Arlati, G., Bronzi, P., Gulyas, T., and Berni, P., 2001. Sturgeon farming in Western Europe: recent developments and perspectives, Aquatic Living Resources, 14, 367-374.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.1.1]