

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

بهرام فلاحتکار^{۱*}، علی رازگردانی شراهی^۱، محسن پوراسدی^۱، احمد رضوی صیاد^۲، بهمن مکنّت خواه^۱

مهدی رحمتی^۲، 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 یوسف پور، سیاهکل، گیلان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۶

چکیده

مطالعه حاضر به منظور 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 0.4 ± 0.04 گرم بطور کاملاً 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 شبانه‌روزی 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 شاخص‌های 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 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.

مقدمه

ماهیان خاویاری به جهت دارا بودن گوشت و خاویار سرشار از انرژی و مواد مغذی از جمله باارزش ترین آبزیان در دنیا به حساب می آیند. این ماهیان در آب های شیرین، لب شور و شور در حوضه های معدودی از کشورهای آسیایی و اروپایی پراکنده اند ولی بیشترین ذخایر این ماهیان در حوضه های دریای خزر، سیاه و اورال یافت می شوند (آذری تاکامی، ۱۳۸۸؛ چانوف 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 گونه های ماهیان خاویاری داشته و دارای سرعت رشد بالا و مقاوم به شرایط استرس در آبرزی پروری می باشد (Falahatkar et al., 2009).

امروزه به دلیل صید بی رویه، کاهش زیستگاه و عدم وجود بسترهای مناسب تخم ریزی، عمده گونه های ماهیان خاویاری در فهرست ماهیان در معرض خطر قرار گرفته اند (IUCN, 2001). کل صید ماهیان خاویاری جهان و ایران در سال ۲۰۰۰ به ترتیب 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 نیازمندی های تغذیه ای 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 می توان

مدیریت بهتری را در مزارع پرورش اعمال نمود (فلاحکار، ۱۳۹۳). پارامترهای مختلف زنده و غیر زنده ای در عملکرد رشد و کارایی غذایی ماهیان دخالت دارند (Falahatkar et al., 2012). دما، شوری، اکسیژن محلول، pH، تغذیه و نور از مهم ترین پارامترهای محیطی موثر بر فاکتورهای رشد ماهیان محسوب می شوند. دوره نوری یک عامل خارجی و موثر بر رشد ماهی می باشد زیرا سبب ایجاد عملکرد درونی ماهی شامل تغییرات هورمونی نظیر ملاتونین و تیروکسین که از عوامل ثانویه موثر بر رشد ماهی هستند، می شود (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 اثر گذار 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 آبرزی پروری است، اما اغلب افراد این فاکتور مهم را نادیده می گیرند و یا توجه اندکی به آن دارند (Boujard et al., 1995; Azzaydi et al., 1999).

زمان های مختلف تغذیه، توام با دوره نوری سبب بهبود عملکرد رشد و متابولیسم انرژی در ماهی می شود، زیرا هورمون ها یا متابولیت های مختلفی در تغذیه، رشد و انرژی دخالت دارند که نوسانات معنی داری را در شرایط دوره نوری نشان می دهند (Ebesson et al., 1998; Gelineau et al., 2002). در برخی از گونه ها، حد مطلوب تغذیه یا بالاترین فعالیت ممکن است در زمان های مختلف شبانه روز اتفاق بیافتد (Bolliet et

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 یوسف پور 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 به مدت دو هفته با جیره تجاری فرموله شده (Biomar, Nersac, France, 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 \pm انحراف معیار) به ترتیب 0.4 ± 51.4 گرم و 0.2 ± 24.7 سانتیمتر به تعداد ۱۰ عدد در هر حوضچه، بین ۱۲ حوضچه با حجم آبیگری ۸۰۰ لیتر در قالب طرح کاملاً تصادفی توزیع شدند. آب مورد نیاز از رودخانه خراود تأمین می‌شد. در طی انجام مطالعه، دبی آب ورودی به مخازن پرورشی به طور متوسط 0.2 ± 14.3 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 0.9 ± 19.1 سانتی‌گراد، اکسیژن محلول 0.19 ± 7.9 میلی‌گرم در لیتر و pH آب 0.1 ± 7.8 بود.

(al., 2000). همچنین ماهی حالت فیزیولوژیک متفاوتی در زمان های مختلف روز دارد، بطوری که 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 مطلوب ترین کارایی رشد برسد. تغذیه در زمان های 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 آبرزی پروری، اطلاعات اندکی در مورد زمان و شرایط تغذیه این گونه ارزشمند وجود دارد. گزارشاتی در مورد تعداد دفعات و مقادیر غذایی در فیل ماهی (Mohseni et al., 2006)، اثر رژیم های 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 توأم زمان غذایی با دوره های نوری مختلف مطالعه ای روی ماهیان خاویاری صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت بالای دوره نوری و استراتژی تغذیه ای، مطالعه حاضر روی اثر دوره نوری و زمان های مختلف غذایی به منظور تعیین زمان مطلوب تغذیه، بهبود مدیریت تغذیه و عملکرد رشد مطلوب روی فیل ماهی جوان انجام شد.

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 شبانه روز (Lnd) در نظر

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			
Nd	Nnd	Ld	Lnd
۱۲:۱۲	۱۲:۱۲	۲۴:۰	۲۴:۰
روزانه	شبانه‌روزی	روزانه	شبانه‌روزی
(۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۷)	(۲، ۹، ۱۴ و ۲۱)	(۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۷)	(۲، ۹، ۱۴ و ۲۱)

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.

(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):

$$WG (g) = \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}$$

$$BWI (\%) = \frac{\text{وزن اولیه (گرم)}}{\text{وزن نهایی (گرم)}} \times 100$$

$$FI (g/fish) = \frac{\text{تعداد کل غذای مصرفی در طول دوره (گرم)}}{\text{تعداد ماهی}}$$

$$SGR_w (\%/day) = \frac{Ln(\text{وزن نهایی (گرم)}) - Ln(\text{وزن اولیه (گرم)})}{\text{دوره پرورش (روز)}} \times 100$$

$$SGR_L (\%/day) = \frac{Ln(\text{طول نهایی (سانتیمتر)}) - Ln(\text{طول اولیه (سانتیمتر)})}{\text{دوره پرورش (روز)}} \times 100$$

$$FCR = \frac{\text{وزن تر بدست آمده (گرم)}}{\text{مقدار غذای مصرفی (گرم)}}$$

$$PER = \frac{\text{پروتئین مصرف شده (گرم)}}{\text{وزن تر بدست آمده (گرم)}}$$

$$LER = \frac{\text{چربی مصرف شده (گرم)}}{\text{وزن تر بدست آمده (گرم)}}$$

$$CF = \frac{100}{\text{[طول کل (سانتیمتر) / وزن ماهی (گرم)]}}$$

$$SR (\%) = \frac{\text{تعداد ماهیان در ابتدای دوره}}{\text{تعداد ماهیان در انتهای دوره}} \times 100$$

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

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد و تغذیه

در پایان آزمایش به منظور 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

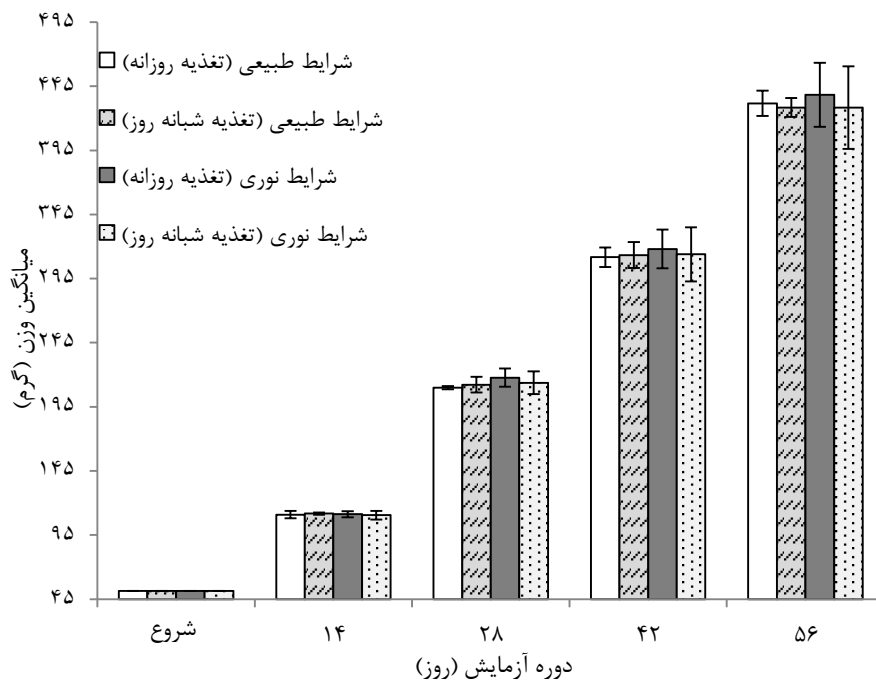
آنالیز آماری

برای بررسی آماری از نرم افزار 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 میانگین‌ها،

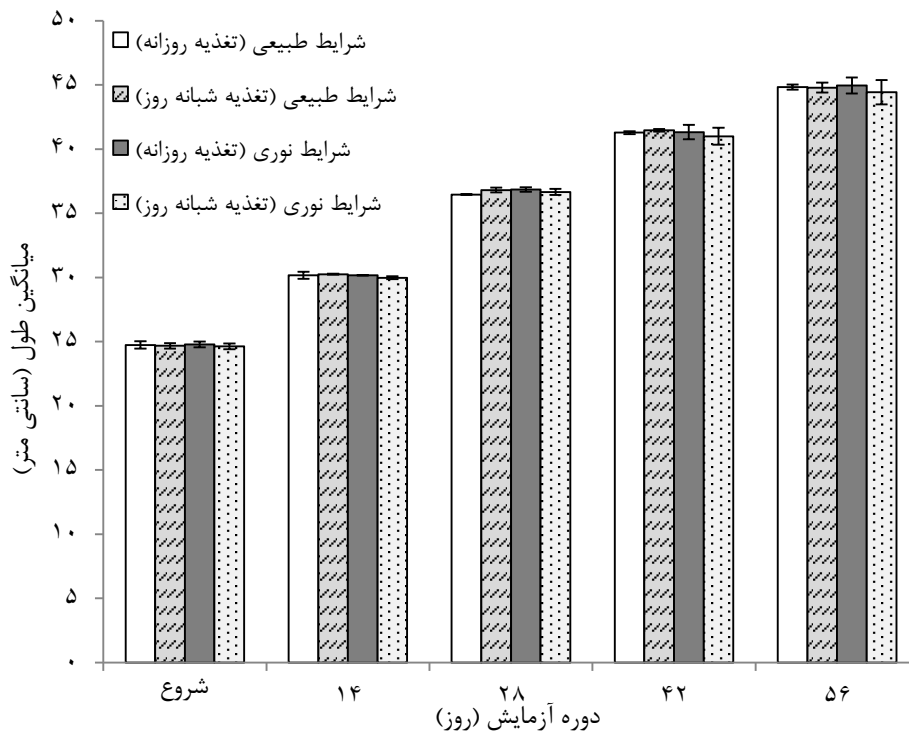
از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. سطح معنی داری در این آنالیز، $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

روند رشد وزنی و طولی بچه فیل ماهیان پس از ۵۶ روز پرورش اثر توأم دوره نوری و زمان غذایی بر عملکرد رشد فیل ماهی به ترتیب در شکل ۱ و ۲ مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد اختلاف معنی داری بین تیمارها در طول این دوره وجود نداشت ($P > 0.05$).



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



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

و SR اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود نداشت (جدول ۲، $P > 0.05$). شاخص SR در همه تیمارها ۱۰۰ درصد بود و هیچگونه تلفاتی در طی مطالعه مشاهده نشد.

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، بطوری که تیمار Ld در مطالعه حاضر بهترین راندمان رشد و کارایی غذایی را داشت. تیمار Nnd کمترین وزن نهایی را نشان داد که البته اختلاف معنی داری بین این تیمار با دیگر تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$). از نظر سایر شاخص‌های رشد مانند WG، CF، LER، PER، FCR، SGRL، SGRw، FI، BWI

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

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

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 ($P > 0.05$).

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 پایین‌ترین FI را نسبت دیگر تیمارها داشت ($P > 0.05$). در این مطالعه پایین‌ترین و بالاترین FCR به ترتیب در تیمارهای Ld و Nnd ثبت شد که البته اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها مشاهده نشد ($P > 0.05$). در شاخص‌های PER و LER نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

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 \pm انحراف معیار).

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

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 ($P > 0.05$).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تغذیه روزانه توأم با دوره نوری مداوم، اثرات مثبتی بر عملکرد رشد بچه فیل ماهیان داشت، بطوری که 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 گونه‌های ماهیان خاویاری صورت گرفته است، بطوری که 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 چرا که 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 به خاطر تعاملاتی که چرخه فیزیولوژیک درونی ماهی با اثر نور باشد (Bolliet et al., 2000). مطالعات مختلفی روی گونه‌هایی 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 در حالی که پایین‌ترین 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 چرا که 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 می‌شود 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 به خاطر 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 چشم‌های خیلی

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 اندام‌های تخصصی مانند پوزه، آمپول لورنزی و سیلک‌های توسعه یافته‌ای دارند که جبران کننده سیستم ضعیف بصری حتی در محیط تاریک می‌باشند (Kasumyan, 1997).

زمان تغذیه نیز ممکن است به واسطه 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; Gélinau *et al.*, 2002). نتایج تحقیق حاضر همسو با یافته‌های Bolliet و همکاران (۲۰۰۴) بود، بطوری که آنها دریافتند که زمان‌های تغذیه هیچ اثر معنی‌داری روی رشد قزل‌آلای رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) ندارد. از این رو استفاده از اندام‌های 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*) می‌باشد (Bolliet *et al.*, 2000; Hossain *et al.*, 2001). البته لازم به ذکر 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.*).

یافته‌های مطالعه حاضر روی فیل ماهی نشان داد که اگرچه این گونه قادر به تغذیه شبانه‌روزی است ولی دوره نوری مداوم توأم با غذادهی در طول روز سبب بهبود نسبی عملکرد رشد می‌گردد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، به کارگیری استراتژی دوره نوری توأم 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 یوسف پور انجام شد. بدینوسیله از همکاری بی‌دریغ کارکنان محترم این مرکز و خصوصاً بخش نیرو که در اجرای این پروژه ما را یاری نمودند نهایت سپاس و قدردانی را داریم.

منابع

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

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, *Viet 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. Gélinau, 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*
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., Martinez, 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., Poletae, 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., Gélinau, 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.

29. Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Falahatkar, B., Pournali, 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.
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 Behavior 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 osetrovyykh 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. Fütterung von Aalen in Dunkeln, Information Fish Writ, 29, 136-138.