مقاله تحقیقی

تاثیر دوره‌های مختلف نوری روی رشد و بقاء بچه ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*)

مجید محمدنژاد شموشکی [*،۱]، فاطمه حکمتی [۱]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرگز، گروه شیلات، بندرگز، ایران

* **مسؤول مکاتبات:** مجید محمدنژاد شموشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرگز، گروه شیلات، پست الکترونیکی: majid_m_sh@bandargaziau.ac.ir

محل انجام تحقیق: مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی مرکز سیجوال، بندرترکمن، گلستان

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۱۵

چکیده

یکی از عوامل مهم در رشد و تولیدمثل جانوران، طول مدت تابش نور است. اثرات نور یا روشنایی بر رشد و بلوغ جنسی در جانوران خشکی‌زی طی آزمایش‌های مختلفی محرز شده و برای هر جانور، میزان طول روز مناسب که گاهی اوقات با همدیگر متفاوت هستند، به دست آمده است. نور در آبزی‌پروری نیز می‌تواند یکی از عوامل مهم در رشد و بلوغ جنسی باشد. در این زمینه، آزمایش‌های مختلف در برخی آبزیان به انجام رسیده که نتایج متفاوتی داشته است. لذا در این تحقیق، تاثیر دوره‌های مختلف نوری روی رشد و بقای بچه ماهی کلمه، طی آزمایشی به مدت ۶ هفته در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال بندر ترکمن در استان گلستان انجام گرفت. با توجه به اهمیت فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب و تاثیر بر تغذیه و در نهایت رشد ماهیان، این عوامل در تمام مدت پرورش، به طور دقیق کنترل شد، به طوری که میزان اکسیژن محلول برابر ppm ۶-۵/۵ ، دما برابر ۲±۲۶ درجه سانتی‌گراد و pH در طول آزمایش، برابر ۸-۷/۵ اندازه‌گیری گردید. بچه ماهیان کلمه در طول دوره آزمایش، با غذای SFC که دارای رطوبت ۸/۷ درصد، خاکستر ۱۱/۲ درصد، پروتئین ۳۲ درصد و چربی ۱۰/۵ درصد بود، به میزان ۱۰ درصد وزن بدن و ۳ بار در روز (ساعات ۸، ۱۲ و ۱۶) تغذیه شدند. آزمایش‌ها در ۵ تیمار و ۳ تکرار انجام گرفت: تیمار A: ۲۴ ساعت روشنایی، تیمار B: ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی، تیمار C: ۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی، تیمار D: ۸ ساعت روشنایی، ۱۶ ساعت تاریکی، تیمار E: ۲۴ ساعت تاریکی. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که دوره‌های مختلف نوری، روی افزایش وزن و طول بدن بچه ماهیان کلمه تاثیر دارد و از این لحاظ، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید ($p<0.05$)، به طوری که بیشترین افزایش وزن و طول بدن، در تیمار ۲۴ ساعت روشنایی، مشاهده گردید. نتایج همچنین نشان داد که هیچگونه اختلاف معنی‌داری در درصد افزایش رشد بدن، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی وجود ندارد ($p>0.05$)، ولی در میزان رشد روزانه، ضریب چاقی و درصد بازماندگی، اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ($p<0.05$). مطالعه حاضر نشان داد که بایستی غذادهی بچه ماهیان کلمه، در طول روز و در روشنایی کامل صورت پذیرد.

واژه‌های کلیدی: دوره‌های نوری، رشد، بازماندگی، بچه ماهی کلمه، *Rutilus rutilus caspicus*

مقدمه

غذا، یکی از نیازهای اساسی ادامه حیات هر موجود زنده است، به طوری که کلیه فعالیت‌های حیاتی موجودات زنده بدون دسترسی به آن غیرممکن است. موجودات زنده گوناگون بر اساس طبیعت و وضعیت فیزیولوژیکی پیکره خود، از مواد غذایی متنوعی تغذیه می‌کنند (۱). شناخت غذاهای طبیعی و عادات تغذیه‌ای ماهی‌ها و میگوهای پرورشی می‌تواند عامل مهمی در طرح و ارائه روش-های موثر تغذیه‌ای باشد. هر چند پرورش متراکم ماهی، قدرت سازگاری بعضی از گونه‌های آن را با انواع روش‌های تغذیه ثابت نموده است، اما به هنگام انتخاب خوراک‌ها و ارائه روش‌های تغذیه در مراکز پرورش، باید الگوی طبیعی رفتار تغذیه‌ای آنها که بازتاب سازگاری‌های فیزیولوژیکی و کالبدشناختی آن‌ها به جیره غذایی و محیط زیست است، مد نظر قرار گیرد (۲). در دنیا روش‌های مختلف پرورش ماهی جهت دست‌یابی به تولید بیشتر از طریق افزایش رشد و کوتاه نمودن مدت پرورش، همواره در حال تغییر است. برای نیل به این هدف باید از آخرین اطلاعات و پیشرفت‌ها آگاهی پیدا نمود و تا حد ممکن از آن‌ها استفاده کرد، با غذادهی مناسب رشد و بقای ماهی افزایش می‌شود، میزان ضایعات غذایی به حداقل می‌رسد و تغییرات در اندازهٔ ماهی، کاهش پیدا می‌کند و نهایتاً تولید، افزایش می‌یابد (۳). مطالعه روی رفتار تغذیه‌ای در چندین گونه ماهی نشان داده است که اگر غذادهی، مطابق با ریتم طبیعی تغذیه باشد، باعث افزایش رشد و بازماندگی و کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌شود (۴). نور، یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر روند زیستی آبزیان از جمله فتوسنتز، تغذیه، تولید مثل، مهاجرت، جهت‌یابی و ... است. اثر این عامل روی ماهی از نظر کیفیت (طول موج‌های مختلف)، کمیت (شدت‌های متفاوت) و دوره نوری (چرخه روزانه، تفاوت فصلی، عرض جغرافیایی) قابل بررسی است. اثرات نور یا روشنایی بر رشد و بلوغ جنسی در جانوران خشکی‌زی، طی آزمایش‌های مختلفی محرز شده و برای هر جانور، میزان طول روز مناسب که گاهی اوقات با همدیگر متفاوت هستند، به دست آمده است. نور در آبزی پروری نیز می‌تواند یکی از عوامل مهم در رشد و بلوغ جنسی باشد. در این زمینه، آزمایش‌های مختلف در برخی آبزیان به انجام رسیده است که نتایج متفاوتی داشته است (۵). متاسفانه اطلاعات در مورد این که یک ماهی در محیط آبی به چه میزان نور جهت رشد نیاز دارد، بسیار محدود است، اما به راحتی می‌توان در آزمایشگاه یا مزرعه، با تنظیم دوره نوری و پاسخ ماهی به آن، این مساله را بررسی نمود. بنابراین، به علت کمبود اطلاعات در این زمینه در کشور ما، این آزمایش به منظور بررسی تاثیر دوره‌های مختلف نوری روی رشد بچه ماهی کلمه که یکی از با ارزش-ترین ماهیان استخوانی دریای خزر است، با هدف مقایسه شاخص‌های رشد در آن‌ها و سپس میزان افزایش رشد، کوتاه نمودن دوره پرورش و کاهش هزینه‌ها صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

مکان و روش تحقیق

تحقیق حاضر به مدت ۶ هفته در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی مرکز سیجوال، واقع در شهرستان بندر ترکمن استان گلستان انجام گرفت. این آزمون دارای ۵ تیمار مختلف بود، که در ۱۵ عدد تانک با حجم آب ۲۰ لیتر انجام شد. این تیمارها به ترتیب شامل این موارد بود: تیمار A: ۲۴ ساعت روشنایی، تیمار B: ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی، تیمار C: ۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی، تیمار D: ۸ ساعت روشنایی، ۱۶ ساعت تاریکی، تیمار E: ۲۴ ساعت تاریکی. در این آزمایش، از لامپ‌های فلورسنت با نور سفید با شدت تابش ۲۵۰۰ لوکس به عنوان منبع نوری استفاده شد. همچنین، تاریکی و روشنایی تانک‌ها با استفاده از پوششی مناسب انجام گردید. بعد از تمیز کردن و آبگیری تانک‌ها، بچه ماهیان کلمه، از استخر مرکز تکثیر صید و پس از انتقال به سالن تکثیر به مدت دو هفته با شرایط جدید سازگار شدند. پس از طی دوره سازگاری، تعداد ۲۲۵ عدد بچه ماهی با وزن و طول متوسط به ترتیب ۰/۱۵۶±۱/۴۶۲ گرم و ۰/۱۴۵±۵/۴۶۸ سانتی‌متر در ۱۵ تانک فایبرگلاس (۱۵ عدد ماهی در هر تانک) در قالب طرح آماری

کاملاً تصادفی به مدت ۶ هفته در شرایط یکسان پرورشی، با یکدیگر مقایسه شدند. در طول دوره پرورش، از غذای SFC، شامل رطوبت ۸/۷ درصد، خاکستر ۱۱/۲ درصد، پروتئین ۳۲ درصد و چربی ۱۰/۵ درصد استفاده شد. مقدار غذای مورد نیاز در هر روز با توجه به وزن توده زنده در مقاطع زمانی مختلف (معمولاً پس از هر بار زیست‌سنجی) به میزان ۱۰ درصد وزن بدن محاسبه شد و در ۳ نوبت طی ساعت‌های ۸، ۱۲ و ۱۶ با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، توزین و در اختیار ماهیان قرار گرفت. غذای مورد استفاده به صورت پلیت و یکنواخت در سطح آب توزیع گردید. برای آگاهی از وزن توده زنده بچه‌ماهیان و تاثیر دوره‌های مختلف نوری روی بازماندگی و روند رشد بچه‌ماهیان کلمه، هر دو هفته یک‌بار، تعداد ۱۰ عدد بچه ماهی از هر تکرار، جهت زیست‌سنجی به صورت تصادفی، انتخاب و با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند و طول آن‌ها با خط‌کش اندازه‌گیری شد. به منظور کاهش استرس بچه‌ماهیان هنگام زیست-سنجی، ۱۲ ساعت قبل و بعد از زیست‌سنجی، غذادهی قطع گردید.

۱- ضریب تبدیل غذایی (FCR)

$$FCR=F/(wt-wo) \quad (۶)$$

F = مقدار غذای مصرف شده توسط ماهی

Wo= میانگین بیوماس اولیه (گرم)

Wt= میانگین بیوماس نهایی (گرم)

۲- ضریب رشد ویژه (درصد در روز) .S .G. R

$$S.G.R = (Lnwt - Lnwo)/t \times 100 \quad (۶)$$

Wo = میانگین بیوماس اولیه (گرم)

Wt = میانگین بیوماس نهایی (گرم)

T = تعداد روزهای پرورش

۳- درصد افزایش وزن بدن (%BWI)

$$\%\,BWI = (Bwf - Bwi)/Bwi \times 100 \quad (۷)$$

Bwi = متوسط وزن اولیه در هر تانک

Bwf = متوسط وزن نهایی در هر تانک

۴- رشد روزانه (گرم/روز). G. R

$$G.R = (Bwf - Bwi)/n \quad (۷)$$

Bwi = متوسط وزن اولیه در هر تانک

Bwf = متوسط وزن نهایی در هر تانک

n = تعداد روزهای پرورش

پارامترهای کیفی آب

پارامترهای کیفی آب شامل دما و اکسیژن، به وسیله دستگاه Oximeter و pH با دستگاه pHمتر به صورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت شدند که میانگین اکسیژن، دما و pH به‌ترتیب برابر ۶-۵/۵ ppm ،۲۶±۲ درجه سانتی‌گراد و ۸-۷/۵ بود و دقت لازم به عمل آمد تا تمامی این پارامترها در دامنه بهینه کنترل شوند.

اندازه‌گیری فاکتورهای تغذیه‌ای

با استفاده از اطلاعات وزن و طول ماهیان در هر تانک، محاسبات آماری مقادیر ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه، افزایش وزن بدن، رشد روزانه، فاکتور وضعیت یا ضریب چاقی و درصد بازماندگی، به روش‌های زیر محاسبه گردید:

۵- ضریب چاقی (K یا CF)

$$CF = (Bw / TL^3) \times 100 \quad (۷)$$

Bw = میانگین وزن نهایی بدن بر حسب گرم
TL = میانگین طول کل نهایی بر حسب سانتی‌متر

۶- درصد بازماندگی

$$\text{درصد بازماندگی} = \frac{\text{تعداد لاروهای موجود در پایان آزمایش}}{\text{تعداد لاروهای موجود در شروع آزمایش}} \times ۱۰۰$$

آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها از نرم-افزار SPSS 13 و برای رسم نمودارها از برنامه Excel 2003 استفاده گردید. داده‌ها ابتدا جهت اطمینان از نرمال بودن، با آزمون Shapiro Wilk بررسی شد. سپس در صورت نرمال‌بودن داده‌های مورد بررسی، با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) در سطح اطمینان ۵ درصد ابتدا اختلاف کلی بین میانگین‌ها مشخص و سپس با آزمون توکی (Tukey) گروه‌ها از یکدیگر تفکیک گردیدند و در مواقعی که داده‌ها نرمال نبودند، از آزمون Non Parametric کروسکال–والیس (Kruskal-Wallis) جهت مقایسه تیمارها و از آزمون من–ویتنی (Mann-Whitney) برای مقایسه جفتی بین تیمارها استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد بین تیمارهای مورد بررسی، از نظر وزن و طول بدن بچه‌ماهیان کلمه، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید ($p<0.05$). آزمون من–ویتنی بیان کرد که بین تیمارهای ذیل به صورت دو به دو (جفتی)، از نظر وزن بدن ماهیان، اختلاف مشاهده گردید. (تیمار A – تیمار B) (تیمار A – تیمار C) (تیمار A – تیمار D) (تیمار A– تیمار E) (تیمار B – تیمار C) (تیمار B – تیمار D) (تیمار B – تیمار E).

همچنین از نظر طول بدن ماهیان نیز بین تیمارهای زیر، اختلاف مشاهده شد. (تیمار A– تیمار B) (تیمار A– تیمارE) (تیمار B– تیمار C) (تیمار B– تیمار E) (تیمارC– تیمار E) (تیمار D – تیمار E). نتایج نشان داد که بچه ماهیان تیمار A، یعنی ۲۴ ساعت روشنایی مطلق، بیشترین افزایش وزن و طول را داشتند و بچه ماهیان تیمار B، یعنی ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، کمترین افزایش وزن و بچه ماهیان تیمار E، با ۲۴ ساعت تاریکی مطلق، کمترین افزایش طول بدن را داشتند (جدول ۱).

جدول ۱ - میانگین و انحراف معیار وزن و طول نهایی بچه ماهیان کلمه در تیمارهای مختلف.

تیمار	میانگین وزن کل (g)	میانگین طول کل (cm)
۲۴ساعت روشنایی	۲/۳۲۳±۰/۰۳^{a}	۵/۹۵±۰/۰۰۸^{a}
۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی	۲/۰۱۲±۰/۰۵^{b}	۰/۳۲±۵/۸۹^{b}
۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی	۲/۱۲۸±۰/۰۳۶^{c}	۵/۹۴±۰/۴۷^{a}
۸ ساعت روشنایی، ۱۶ ساعت تاریکی	۲/۱۵±۰/۰۷۷^{c}	۵/۹۲±۰/۰۳۲^{b}
۲۴ ساعت تاریکی	۲/۱۰۱±۰/۰۷۸^{c}	۵/۸±۰/۰۴۳^{c}
P-value	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

حروف لاتین غیر مشترک، نشان دهنده معنی‌دار بودن و اختلاف بین تیمارها است ($p<0.05$).

با توجه به جدول ۲، مشاهده شد که بالاترین میزان بازماندگی، به تیمار E با ۲۴ ساعت تاریکی مطلق و کمترین آن، به تیمار A با ۲۴ ساعت روشنایی تعلق دارد. همچنین، نتایج نشان داد که دوره‌های مختلف نوری، هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در میزان BWI, SGR% و FCR به وجود نیاورده است ($p>0.05$)، ولی در میزان CF, GR و بازماندگی، اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ($p<0.05$)، به طوری که با توجه به آزمون توکی انجام گرفته، مشخص شد که بین تیمارهای ذیل از نظر فاکتور GR، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید.

(تیمار A– تیمار B) (تیمار A– تیمار C) (تیمار A– تیمار D) (تیمار A– تیمار E) (تیمار B–تیمار C) (تیمار B– تیمار D) (تیمار B–تیمار D). همچنین، بین تیمارهای ذیل از نظر فاکتور CF، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید.

(تیمار A – تیمار B) (تیمار A– تیمار C) (تیمار A– تیمار D) (تیمار A– تیمار E) (تیمار B– تیمار C) (تیمار B– تیمار E) (تیمار D– تیمار E).

بین تیمارهای ذیل نیز از نظر فاکتور درصد بازماندگی، اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد.

(تیمار A – تیمار B) (تیمار A– تیمار C) (تیمار A – تیمار D) (تیمار A – تیمار E) (تیمار B – تیمار D) (تیمار B– تیمار E) (تیمار C– تیمار D) (تیمار D – تیمار E) (تیمار D – تیمار E).

جدول ۲ - مقایسه میانگین و انحراف معیار اثر دوره‌های مختلف نوری بر شاخص‌های کمی و کیفی بچه‌ماهی کلمه در طول دوره پرورش.

تیمار / شاخص	A	B	C	D	E	P-value
ضریب تبدیل غذایی	۵/۱۶±۱/۶۷ [a]	۷/۰۸±۱/۹۱ [a]	۶/۰۹±۱/۱۴ [a]	۵/۶۸±۱/۷۶ [a]	۶/۴۳±۱/۵۹ [a]	۰/۶۰۵
ضریب رشد ویژه (g/d)	۱۷/۳۳۵±۲/۵۸۸ [a]	۱۳/۰۲۸±۱/۷۷۲ [a]	۱۵/۰۴۵±۲/۳۰۴ [a]	۱۵/۷۴۱±۲/۵۰۸ [a]	۱۴/۴۵۴±۲/۵۲۲ [a]	۰/۹۷۳
درصد افزایش وزن بدن(٪)	۱۹/۳۹±۲/۴ [a]	۱۵/۹۲±۱/۵۵ [a]	۱۶/۴۲±۲/۵۹ [a]	۱۷/۵۹±۱/۷۹ [a]	۱۵/۵۵±۱/۱۹ [a]	۰/۹۷۷
رشد روزانه (g/d)	۰/۰۳۸±۰/۰۱۱ [a]	۰/۰۲۲±۰/۰۰۹ [b]	۰/۰۳±۰/۰۱ [c]	۰/۰۳۲±۰/۰۰۵ [c]	۰/۰۲۸±۰/۰۰۷ [c]	۰/۰۴۵
ضریب چاقی (g/cm)	۱/۱۵۷±۰/۰۵۲ [a]	۰/۹۸۴±۰/۰۲ [b]	۱/۰۶۵±۰/۰۲۲ [c]	۱/۰۳۵±۰/۰۴۱ [c]	۱/۰۷۴±۰/۰۰۷ [d]	۰/۰۲۷
بازماندگی(٪)	۸۶/۶۷ [a]	۹۶/۶۷ [b]	۹۳/۳۳ [b]	۹۰ [c]	۱۰۰ [d]	۰/۰۳۵

حروف لاتین غیر مشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها است ($p<0.05$).

بحث

با توجه به نتایج این تحقیق، مشخص گردید که دوره‌های نوری مختلف، تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای رشد (BWI، FCR، SGR) بچه ماهیان کلمه ندارد، ولی در پارامترهای وزن، طول، درصد بازماندگی، GR و CF، اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد ($p<0.05$)، به طوری که بیشترین رشد روزانه و ضریب چاقی، در ۲۴ ساعت روشنایی مشاهده گردید، ضمن این که بیشترین تلفات نیز در ۲۴ ساعت روشنایی مشاهده شد. اما در سایر تحقیقات صورت گرفته روی ماهیان مختلف، Shan و Dou در سال ۲۰۰۸، اثر دوره‌های نوری را بر رشد، مرگ و آنزیم‌های گوارشی لارو و ماهیان جوان *(Miichthys miiuy)* تحت دوره‌های نوری ۲۴ ساعت روشنایی، ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و ۲۴ ساعت تاریکی بررسی و اعلان کردند که دوره‌های نوری ۲۴ ساعت روشنایی، ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، هیچ تاثیر رضایت‌بخشی روی

رشد ماهیان جوان (*M. miiuy*) ندارند، هر چند طول کل و SGR، بطور رضایت‌بخشی در ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی و ۲۴ ساعت روشنایی نسبت به ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی، بالاتر بود و دوره نوری ۲۴ ساعت تاریکی، باعث بازماندگی لارو این ماهیان در طول آزمایش شد، و این در حالی است که بیشترین میزان مرگ و میر بچه ماهیان، در دوره‌های نوری ۸ ساعت روشنایی/۱۶ ساعت تاریکی و ۲۴ ساعت روشنایی، مشاهده شد (۹) که از لحاظ درصد بازماندگی، نتایج آن‌ها با تحقیق اخیر، هم‌خوانی داشت و بیشترین درصد بازماندگی در ۲۴ ساعت تاریکی مشاهده شد. Ballagh و همکاران در سال ۲۰۰۸، اثر دوره-های مختلف نوری (۲۴ ساعت روشنایی، ۱۸ ساعت روشنایی/۶ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی) و فواصل تغذیه‌ای (۱،۳،۶،۱۲،۲۴ ساعت) را بر بقاء و فاکتورهای رشد (FW، TL، FCR و CF) در ماهیان جوان *Argyrosomus japonicus* بررسی و اعلان کردند که کمترین بازماندگی ماهیان، در دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی، مشاهده گردید. در دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی، نسبت‌های رشد در مقایسه با رژیم‌های نوری دیگر، کاهش نشان داد (۱۰) که این نتایج با نتایج تحقیق اخیر، هم‌خوانی ندارد، زیرا در رژیم نوری ۲۴ ساعت روشنایی، بیشترین مقادیر نسبت‌های رشد مشاهده گردید. CF، رژیم نوری ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی، نسبت به سایر دوره‌های نوری، کاهش یافت، در صورتی که در نتایج تحقیقات انجام شده، کمترین مقدار CF در تیمار ۱۶ ساعت روشنایی/۸ ساعت تاریکی، مشاهده شد. FCR، در دوره نوری ۱۲ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی، در مقایسه با دوره‌های نوری دیگر، وضع بهتری داشت که در نتایج بررسی اخیر، دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی، دارای FCR بهتری بود که می‌تواند نشان‌دهنده جذب بهتر غذا در شدت نور بیشتر باشد. Simensen و همکاران در سال ۲۰۰۰، اثر دوره‌های مختلف نوری را روی رشد ماهیان جوان هالیبوت بررسی کردند. این آزمایش به مدت ۱۴۷ روز، تحت چهار دوره نوری (۲۴ ساعت روشنایی، دوره نوری طبیعی، ۸ ساعت روشنایی/۱۶ ساعت تاریکی و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی/۸ ساعت تاریکی)، انجام شد. ماهیانی که تحت دوره نوری روشنایی مطلق بودند، نسبت به ماهیان در دوره نوری طبیعی، دارای SGR بالاتری بودند. در تحقیق اخیر نیز در همین دوره نوری، SGR در بالاترین مقدار خود بود (۱۱) که نتایج تحقیقات این محققین با بررسی‌ای اخیر، همخوانی داشت. Biswas و همکاران در سال ۲۰۰۶، اثر دوره‌ای نوری را روی رشد و پاسخ‌های استرس در ماهیان جوان سیم قرمز دریایی (*Pagrus major*) تحت چهار دوره نوری (۶ ساعت روشنایی/۶ ساعت تاریکی، ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی/۸ ساعت تاریکی و ۲۴ ساعت روشنایی) مطالعه کردند و نشان دادند که بیشترین افزایش وزن بدن و SGR در ماهیان تحت دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی مشاهده گردید (۱۲) که با نتایج مطالعه حاضر، همخوانی دارد. Rad و همکاران در سال ۲۰۰۶، اثر دوره‌ای نوری مختلف را روی رشد و تکامل گناد در تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus* L.) مطالعه کردند. آن‌ها این ماهیان را تحت سه دوره نوری (۱۸ ساعت روشنایی/۶ ساعت تاریکی، ۲۰ ساعت روشنایی/۴ ساعت تاریکی و ۲۴ ساعت روشنایی) و شرایط طبیعی (گروه شاهد) به مدت ۲۴ هفته پرورش دادند و اعلان کردند بیشترین وزن نهایی و SGR، در دوره نوری ۲۴ ساعت روشنایی است (۱۳) که با نتایج مطالعه حاضر، هم‌خوانی دارد. Biswas و همکاران در سال ۲۰۰۸، رشد و پاسخ‌های فیزیولوژیکی را در *Oplegnathus fasciatus* تحت دوره‌های مختلف نوری (۲۴ ساعت روشنایی، ۱۶ ساعت روشنایی/۸ ساعت تاریکی، ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی و ۶ ساعت روشنایی/۶ ساعت تاریکی) مورد بررسی قرار دادند و اعلان کردند اگرچه هیچ اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن و SGR در ماهیانی که در معرض رژیم نوری ۲۴ ساعت روشنایی، ۱۶ ساعت روشنایی/۸ ساعت تاریکی و ۶ ساعت روشنایی/۶ ساعت تاریکی بودند، دیده نشد،

ولی همه پارامترها در این دوره‌های نوری، به طور رضایت‌بخشی از دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی، بالاتر بود (۱۴). Fulberth و همکاران در سال ۲۰۰۹، اثر رژیم غذایی و دوره‌های نوری را بر رشد ماهیان جوان کاد اطلس (*Gadus morhua*) در سیستم چرخشی آب با استفاده از جیره‌های غذایی تجاری بررسی کردند و ماهیان را تحت دوره‌های نوری ۲۴ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی و ۶ ساعت روشنایی/۶ ساعت تاریکی، قرار دادند و اعلان داشتند دوره‌های مختلف نوری و رژیم تغذیه تاثیر معنی‌داری بر SGR دارد و ماهیانی که تحت رژیم‌های نوری ۱۲ ساعت روشنایی/۱۲ ساعت تاریکی و ۶ ساعت روشنایی/۶ ساعت تاریکی، بودند دارای رشد بیشتری هستند (۱۵). El-Sayed و Kawanna در سال ۲۰۰۴، در رشد تیلاپیای جوان نیل تحت دوره‌های نوری مختلف، هیچ اختلاف معنی‌داری نیافتند (۱۶). Tripple و Neil در سال ۲۰۰۳، دریافتند که وزن ماهیان جوان هادوک (*Melanogrammus aeglefinus*) تحت دوره نوری روشنایی مطلق، در مدت ۲۴ هفته در مقایسه با ماهیانی که تحت رژیم نوری طبیعی بودند (۱۷)، افزایش یافت که این نتایج با نتایج تحقیق حاضر، همخوانی دارد.

این نتایج در مجموع نشان می‌دهد که دوره‌های نوری روی رشد همه گونه‌های ماهیان اثر مشابهی ندارد و مشخص می‌گردد که دوره‌های نوری، نیاز گونه‌های خاصی است و ممکن است نسبت‌های رشد، به توانایی گونه‌ها در کاهش مصرف انرژی به شکل‌های طولانی نور وابسته باشد. عموما، در دوره‌های نوری مستمر و طولانی، نرخ رشد و ضریب غذایی (۹) به علت اینکه ماهیان برای تغذیه به نور نیاز دارند، افزایش می‌یابد (۱۸). به نظر می‌رسد که علت افزایش مقادیر پارامترهای رشد اکثر گونه‌های ماهیان، تحت‌تاثیر افزایش طول میزان دوره نوری باشد که از اثر مستقیم نور روی غده هیپوفیز و در پی آن، افزایش ترشح هورمون رشد ناشی می‌شود (۲۰،۱۹). این فعالیت هورمونی می‌تواند اشتها، جذب غذا، ضریب تبدیل غذایی و نیازهای انرژی ماهی را تغییر دهد (۲۲،۲۱،۲۰). به هر حال، با بررسی مطالعات دیگر محققین مشاهده می‌گردد که اثر دوره‌های نوری روی رشد ماهیان مختلف، متفاوت است و بررسی اثر دوره‌های نوری مختلف روی ماهیان مختلف برای بدست آوردن حداکثر رشد و بازماندگی، امری ضروری به نظر می‌رسد. اما در نهایت، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که با توجه به نتایج به دست آمده در روند رشد، تیماری که در طول آزمایش در روشنایی مطلق بود، بیشترین افزایش وزن و طول را دارا بود و تحت شرایط آزمایش انجام شده شامل تعویض آب از طریق سیفون کردن، هوادهی توسط پمپ هوا و در شرایط سرپوشیده سالن می‌توان نتیجه گرفت که بایستی غذادهی بچه ماهیان کلمه در طول روز و در روشنایی کامل صورت پذیرد.

تقدیر و تشکر

از جناب آقای مهندس جباری، ریاست محترم مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی مرکز سیجوال و از کارشناسان محترم آن مرکز جناب آقایان مهندس ملکی، مهندس صمدیان و جناب آقای پرویز ایری و همچنین کلیه عزیزانی که در انجام کار ما را یاری فرمودند نهایت سپاسگزاری و تشکر به عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

۱. خانی پور، ع. ۱۳۷۸. مبانی تغذیه و اصول ساخت غذای ماهی، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش شیلات ایران، صفحه ۹۲-۴۳.

۲. افشار مازندران، ن. ۱۳۸۱. راهنمای علمی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان. انتشارات سمارنگ. ص ۲۱۶.

3. Goddard, S., 1996. Feed management in intensive Aquaculture; Chapman Hall, London.

4. Bolliet, V., Azzaydi, M., Boujard, T., 2001. Effects of feeding time on feed intake and growth. In: Houlihan D; Boujard, T: jobling, M. (Eds), food intake

in fish. Black well science – cost Action 827, oxford: 232-249.
5. Sumpter, J.P., 1992. Control of growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquacultre 92: 301.
6. Ronyai, A., Peteri, A., Radics, F., 1990. Cross breeding of starlet and lena river sturgeon. Aquaculture Hungrica szarwas 6: 13-18.
7. Hung, S. S. O,, Lutes, P. B., Storebakken, T., 1989. Growth and feed efficiency of whitesturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub yearling at different feeding rates. Aquaculture 80: 147-153.
8. Hung, S. S. O., Lutes, P. B., 1987. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20. Aquaculture 65: 307-317.
9. Shan, X. J., Dou, S. Z., 2008. Effects of delayed first feeding on growth, survival and biochemical composition of croaker *Miichthys miiuy* larvae. Oceanol Limnol Sin 39: 14–23 (in Chinese with English abstract).
10. Ballagh, D. A., Pankhurst, P. M., Fielder, D. S., 2008. Photoperiod and feeding interval requirements of juvenile mulloway, *Argyrosomus japonicas.* Aquaculture 277: 52-57.
11. Simensen, L. M., Jonassen, T. M., Imsland, A. K., Stefansson, S. O., 2000. Photoperiod regulation of growth of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture 190: 119–128.
12. Biswas, A. K., Seoka, M., Tanaka, Y., Takii, K., Kumai, H., 2006. Effect of photoperiod manipulation on the growth performance and stress response of juvenile red sea bream (*Pagrus major*). Aquaculture 258: 350–356.
13. Rad, F., Bozaoğlu S., Ergene Gözükara S., Karahan A., Kurt G., 2006. Effects of different long-day photoperiods on somatic growth and gonadal development in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture 255: 292–300.
14. Biswas A. K., Manabu, S., Kiyotaka, U., Annita, S. K., Yong, B., Biswas, K., Kim, Y. S., Takii, K., Kumai, H., 2008. Growth performance and physiological responses in striped knifejaw, *Oplegnathus fasciatus*, held under different photoperiods. Aquaculture 279: 42-46.
15. Fülberth, M., Moran, D., Jarlbæk, H., Støttrup, J. G., 2009. Growth of juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua* in land-based recirculation systems: Effects of feeding regime, photoperiod and diet. Aquaculture 292: 225-231.
16. El-Sayed, A. F., Kawanna, M., 2004. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. Aquaculture 231: 393–402.
17. Trippel, E. A., Neil, S. R. E., 2003. Effects of photoperiod and light intensity on growth and activity of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Aquaculture 217: 633–645.
18. Cox, E. S., Pankhurst, P. M., 2000. Feeding behavior of greenback flounder larvae, *Rhombosolea tapirina* (Günther) with differing exposure histories to live prey. Aquaculture 183: 285-297.
19. Björnsson, B. T., 1997. The biology of salmon growth hormone: from daylight to dominance. Fish Physiol Biochem 17: 9–24.
20. Donaldson, E. M., 1981. The pituitary-inter-renal axis as an indicator of stress in fish. In: Pickering, A.D. (Ed.), Stress and Fish. Academic Press, London: 11–41.
21. Boeuf, G., Le Bail, P. L., 1999. Does light have an influence on fish growth? Aquaculture 177: 129–152.
22. Cho, C. Y., 1992. La energía en la nutrición de los peces. In: Espinosa de los Monteros, J., Labarta, U. (Eds.), Nutrición en Acuicultura. II. CAICYT, Madrid: 197–244.