نشریه علوم دانشگاه خوارزمی
جلد ۱۲، شماره ۳
تاریخ چاپ تابستان ۱۳۹۲

مقایسهٔ تأثیر رژیم نوری بر رشد، بقا و عوامل تغذیه‌ای در لارو و بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان[۱]

*ابراهیم حسین نجدگرامی؛ دانشگاه ارومیه، پژوهشکدهٔ آرتمیا و آبزیان
مهران جواهری بابلی؛ دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی

چکیده

نور از عوامل مهم محیطی مؤثر در زندگی ماهیان به‌شمار می‌رود. در پژوهش حاضر تأثیر رژیم نوری بر شاخص‌های رشد و بقا در لارو و بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان در ٤ تیمار نوری (24 L: 0D, 16 L:8D, 8L:16D, 0L:24 D) بررسی و مقایسه شد. در این تیمارها L و D به‌ترتیب برابر طول مدت روشنایی و تاریکی بودند. نتایج آزمایش اول نشان داد که لاروها در تیمار ٢٤ ساعت روشنایی دارای بیش‌ترین رشد، افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه بودند که اختلاف معنی‌دار با ۲۴ ساعت تاریکی داشت (P<۰/۰۵). واکنش بچه ماهیان نیز نسبت به تغییرات نوری معنی‌دار و بیش‌ترین رشد، افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه در تیمار ۸ ساعت روشنایی مشاهده شد که با ٢٤ ساعت تاریکی و روشنایی اختلاف معنی‌دار داشت. تأثیرات رژیم نوری بر روی بقا و ضریب تبدیل غذایی در لاروها و بچه ماهیان معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵). نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر رژیم نوری در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به مرحلهٔ تکاملی این ماهی بستگی دارد و لاروها برخلاف بچه ماهیان در دوره‌های نوری طولانی دارای رشد بهتری هستند.

مقدمه

رشد در جانوران با عوامل ژنتیکی، محیطی و تغذیه‌ای کنترل می‌شود. در این میان عوامل خارجی (درجه حرارت، رژیم نوری و قابلیت دسترسی به غذا) مخصوصاً در تکامل جانوران خون‌سرد اهمیت زیادی دارند [۱۴]. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر محیطی در رشد و بقا ماهیان، رژیم نوری است که به‌عنوان عاملی خارجی باعث افزایش اشتها، رشد، افزایش تولید هورمون رشد و سطح IGF-I و در نتیجه تغییر میزان متابولیسم، فعالیت لوکومتری و تولید رنگدانه‌ها می‌شود [۱]، [۲]، [۵]، [۹]، [۱۰]، [۱۹]، [۲۰]. در میان ماهیان خانوادهٔ آزاد ماهیان رژیم نوری به‌عنوان عامل مؤثر مستقیم و همچنین کنترل کنندهٔ رشد و فعالیت‌های درونی ماهی شناخته می‌شود. برای مثال، دستکاری در رژیم نوری باعث افزایش ترشح هورمون‌های رشد در ماهی آزاد اقیانوس اطلس می‌شود [۳]. جدا از ماهیان خانواده آزاد ماهیان، تأثیرات تغییر رژیم نوری بر روی عوامل

واژه‌های کلیدی: رژیم نوری، تغذیه، قزل‌آلای رنگین‌کمان، لارو ، بچه ماهی
دریافت ۹۰/٦/٥ پذیرش ۹۱/۱۲/۹
*نویسنده مسئول e.gerami@urmia.ac.ir

۱. *Oncorhynchus mykiss*

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

رشد در گونه‌های مختلف ماهیان دریایی نیز گزارش شده است [۵] که این تأثیرات مثبت از طریق افزایش قابلیت تأثیر مواد غذایی [۲۲] و به تعویق انداختن رسیدگی جنسی [۱۷] اعمال می‌شود در نتیجه ماهی میزان انرژی مورد مصرف در فعالیت‌های جنسی را صرف ذخیره‌سازی و تولید بافت‌های ماهیچه‌ای و چربی می‌کند [۱۱] اما اطلاعات موجود در مورد تأثیر رژیم نوری بر روی رشد ماهی قزل‌آلا با توجه به اهمیت این ماهی کم و نتایج به‌دست آمده در بسیاری از موارد متناقص است. برای مثال، رژیم نوری بر روی رشد ماهی قزل‌آلا در قفس‌های دریایی تأثیر معنی‌داری نداشته است [۱۸]. همچنین نتایجی در دست است که نشان می‌دهد رژیم نوری می‌تواند میزان رشد، قابلیت تأثیر غذایی و سایر عوامل غذایی را در این ماهی بهبود دهد [۱۵]، [۲۱].

با توجه به نتایج یادشده در مورد تأثیر این عامل و همچنین اختلافات رفتاری و فیزیولوژیك در مراحل مختلف تکاملی ماهی، به‌نظر می‌رسد که تغییرات مربوط به رژیم نوری، تأثیرات متفاوتی بر این مراحل بگذارد که از آن جمله می‌توان به تأثیر این پدیده در لارو و بچه ماهیان تیلاپیا اشاره کرد که بر خلاف بچه ماهیان، لاروها به تغییرات نوری واکنش مثبت نشان دادند و بیش‌ترین میزان رشد در تیمار ۲۴ ساعت روشنایی مشاهده شد [۱]، [۵]. بنا بر این پروژه‌ای در دو بخش موازی با هدف بررسی تأثیرات رژیم نوری بر روی رشد، بقا، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه در لارو نورس و بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

ماهیان و طراحی آزمایش

لارو و بچه ماهیان قزل‌آلا رنگین‌کمان استفاده شده در این تحقیق، حاصل تکثیر خارج از فصل مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان در پژوهشکدهٔ آرتمیا و آبزیان، دانشگاه ارومیه بودند. محیط پرورشی شامل حوض‌چه‌های فایبرگلاس ٤٠ لیتری با سیستم غیرچرخشی بود. آب استفاده شده در این طرح، از چاهی که در نزدیکی سالن تکثیر بود تأمین می‌شد که پس از هوادهی و ضدعفونی کردن با اشعه UV وارد سیستم می‌شد. درجهٔ حرارت آب در طول اجرای طرح ثابت و ١٤ درجهٔ سانتی‌گراد بود. pH آب ورودی ۸ و اکسیژن آن ۷/۸ میلی‌گرم در لیتر بود.

در آزمایش اول، تأثیر رژیم نوری بر رشد، بقا و عوامل تغذیه‌ای لارو نورس قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی شد. در این قسمت آزمایش از لاروهایی استفاده شد که کیسهٔ زرده آن‌ها جذب شده بود وآمادهٔ تغذیه بیرونی بودند. لاروها با وزن اولیه ۳/۴± ۱۰۹ میلی‌گرم و با تراکم ۶ عدد در لیتر به‌مدت یک هفته برای سازگاری با شرایط آزمایش، در حوض‌چه‌های فایبرگلاس ۴۰ لیتری ذخیره‌سازی شدند (۲۰۰ لارو در هر حوض‌چه فایبرگلاس) و سپس به مدت ۳۵ روز تحت ۴ تیمار رژیم نوری و در ۳ تکرار (24L:0D , 16L:8D , 8L:16D ,24D:0L) قرار گرفتند که L طول دورهٔ روشنایی و D طول دورهٔ تاریکی بود. دراین طرح از لامپ ۲۵۰ وات با نور سفید

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

به‌عنوان منبع نور و از پلاستیک ضخیم مشکی برای تنظیم تغییرات دورهٔ نوری استفاده شد. لاروها با غذای SFT_1 کارخانهٔ غذایی میلاد مهاباد (۵۲ درصد پروتئین و ۱۵ درصد چربی) روزانه به میزان ۷ درصد وزن تودهٔ زندهٔ حوض‌چه تغذیه شدند. اندازه‌گیری عوامل زیست‌سنجی لاروها هر ۴ روز یک بار انجام می‌شد. برای اندازه‌گیری وزن متوسط و طول کل در لاروهای نمونه‌برداری شده، از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱± گرم و کولیس با دقت ۰/۰۱± میلی‌متر استفاده می‌شد. برای این منظور در هر دورهٔ زیست‌سنجی تعداد ۱۰ لارو از هر تکرار به‌صورت تصادفی برداشته می‌شد و عوامل وزن‌تر و طول کل در لاروها اندازه‌گیری می‌شد. پس از اندازه‌گیری وزن تر و طول کل و محاسبه مقدار غذای مصرفی، عوامل درصد افزایش وزن، مقدار تغذیه روزانه، ضریب رشد ویژه در هر تیمار با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

وزن اولیه– وزن نهایی= افزایش وزن بدن (گرم)

ضریب رشد ویژه =$(Ln\ w_2 - Ln\ w_1)/t$

افزایش وزن بدن/میزان غذای مصرف شده= ضریب تبدیل غذایی

در آزمایش دوم، تأثیر رژیم نوری بر رشد، بقا و عوامل تغذیه‌ای بچه ماهیان قزل‌آلا بررسی شد. بچه ماهیان برای سازگاری بیش‌تر با شرایط آزمایش به مدت دو هفته در حوض‌چه‌های فایبرگلاس نگه‌داری شدند و سپس با تراکم ۴۰ بچه ماهی و با وزن اولیه ۱/۲±۲۰ گرم در هر حوض‌چه فایبرگلاس ۹۰ لیتری برای مدت ۶۰ روز ذخیره‌سازی و تغذیه شدند. بچه ماهیان در شروع دوره به میزان ۵ درصد وزن بدن، با غذای تجاری قزل‌آلا (شرکت تولیدی غذای دام، طیور و آبزیان میلاد مهاباد) تغذیه می‌شدند، ولی در طول دورهٔ آزمایش غذادهی بر اساس میزان سیری بچه ماهیان انجام می‌گرفت. شرایط آزمایش از نظر رژیم نوری مشابه آزمایش اول و در ۴ تیمار (24L:0D, 16L:8D , 8L:16D, 24D:0L) و ۳ تکرارانجام گرفت. افزایش وزن و اندازه‌گیری عوامل زیست‌سنجی همهٔ بچه ماهیان هر دو هفته انجام می‌گرفت.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در انتهای آزمایش از آنالیز واریانس یک‌طرفه آنوا[1] و تست دانکن[2] در سطح ۵ درصد در برنامه SPSS استفاده شد.

نتایج

نتایج آزمایش اول نشان داد که رژیم نوری تأثیر معنی‌دار بر رشد و بقا لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دارد (جدول ۱ و شکل ۱). رژیم نوری با طول روشنایی ۲۴ ساعت میزان وزن نهایی (۱/۴۷ گرم)، افزایش وزن بدن (۱/۳۶گرم) و ضریب رشد ویژه (۷/۴) را به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش داد ولی اختلاف معنی‌دار با طول مدت روشنایی ۸ و ۱۶ ساعت نداشت ($P<0/05$). لاروهای تحت تأثیر ۲۴ ساعت تاریکی، دارای کم‌ترین میزان رشد در بین تیمارها بودند و اختلاف معنی‌دار بین این تیمار و ۱۶ و ۲۴ ساعت روشنایی دیده شد. همچنین رژیم نوری تأثیر معنی‌دار بر روی فاکتور ضریب تبدیل غذایی[1] و بقا در لاروها نداشت.

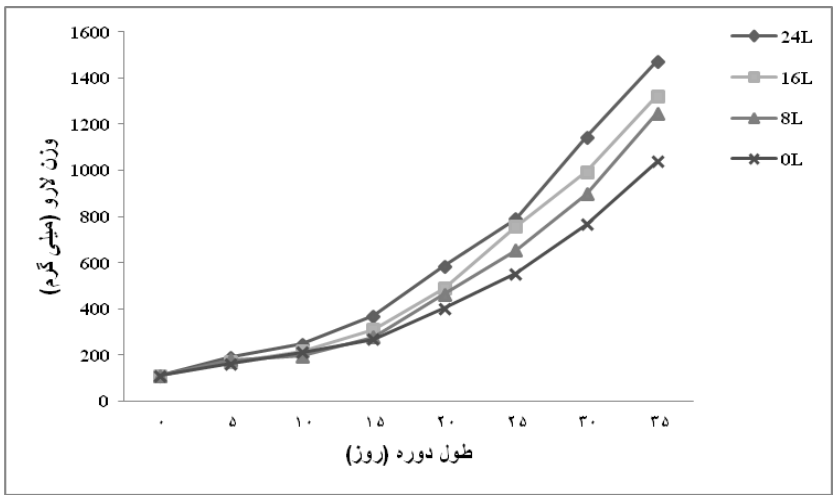
۱. ANOVA ۲. Duncan

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول ۱. رشد، بقا و برخی از عوامل تغذیه‌ای لارو نورس قزل‌آلا تحت رژیم‌های مختلف نوری (داده‌ها با حروف مختلف در سطح ۰/۰۵ =α دارای اختلاف معنی‌دار هستند)

	L۰	L۸	L۱۶	L۲۴
وزن اولیه (گرم)	۰/۱۱ ±۰/۰	۰/۱۱ ±۰/۰	۰/۱۱ ±۰/۰	۰/۱۱ ±۰/۰
وزن نهایی (گرم)	۱/۴۷ ±۰/۱	۱/۳۲[a] ±۰/۰	۱/۲۴[a] ±۰/۰	۱/۰۳[ab] ±۰/۱
افزایش وزن بدن (گرم)	۱/۳۶ ±۰/۱	۱/۲۱[a] ±۰/۰	۱/۱۳[a] ±۰/۰	۰/۹۲[ab] ±۰/۰
بقا (درصد)	۹۸ ± ۱	۹۷/۶ ± ۱/۵	۹۶/۳ ± ۰/۵	۹۶/۵ ± ۲/۱
ضریب تبدیل غذایی	۰/۸۷ ±۰/۰	۰/۸۶ ±۰/۰	۰/۸۵ ±۰/۰	۰/۸۸ ±۰/۰
ضریب رشد ویژه	۷/۴ ±۰/۲[a]	۷/۱ ±۰/۱[a]	۶/۹ ±۰/۳[ab]	۶/۳ ±۰/۵[b]

L در جدول طول مدت روشنایی است.



شکل ۱. تغییرات وزن لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای نوری

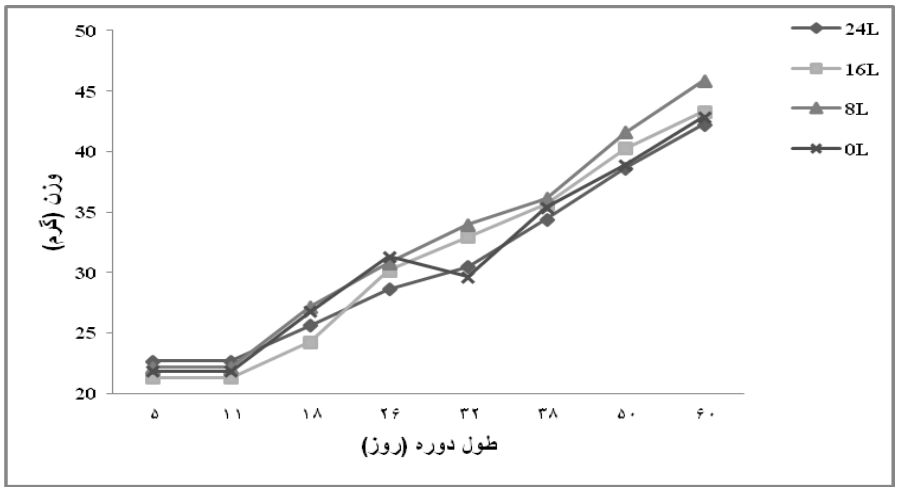
در آزمایش دوم، تأثیر رژیم نوری بر روی رشد و عوامل تغذیه‌ای بچه ماهیان قزل‌آلا بررسی شد و اختلاف معنی‌دار بین عوامل بررسی شده در تیمارهای نوری مشاهده گردید (P >۰/۰۵). به‌عبارت دیگر، رژیم نوری بر رشد و بقا و سایر عوامل مربوط به بچه ماهیان قزل‌آلا مؤثر بوده است (جدول ۲، شکل ۲) ولی این تغییر با نتایجی که در آزمایش اول مشاهده شد با توجه به طول مدت روشنایی تفاوت داشت و بچه ماهیان بیش‌ترین میزان رشد را در تیمار ۸ ساعت روشنایی داشتند و کم‌ترین میزان رشد در تیمار ۲۴ ساعت تاریکی مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار با تیمار ۲۴ روشنایی نداشت.

جدول ۲. رشد، بقا و برخی از عوامل تغذیه‌ای بچه ماهیان قزل‌آلا در رژیم‌های مختلف نوری در طول دورهٔ ۶۰ روزه (داده‌ها با حروف مختلف در سطح ۰/۰۵ =α دارای اختلاف معنی‌دار هستند)

	۰L	۸L	۱۶L	۲۴L
وزن اولیه (گرم)	۲۰/۲ ± ۱/۲	۲۰/۲ ± ۱/۲	۲۰/۲ ± ۱/۲	۲۰/۲ ± ۱/۲
وزن نهایی (گرم)	۴۲/۵ ± ۰/۲[a]	۴۵/۸ ± ۲/۵[b]	۴۳/۳ ± ۰/۹[ab]	۴۲/۲ ± ۰/۲[a]
افزایش وزن بدن (گرم)	۲۲/۳ ± ۰/۶[a]	۲۵/۶ ± ۲/۵[b]	۲۳/۱ ± ۰/۹[ab]	۲۲/۰ ± ۰/۰[a]
بقا (درصد)	۹۳/۵ ± ۳/۵	۹۳/۴ ± ۲/۳	۹۴/۲ ± ۲/۲	۹۳/۰ ± ۴/۰
ضریب تبدیل غذایی	۱/۴ ± ۰/۱	۱/۵ ± ۰/۱	۱/۵ ± ۰/۵۳	۱/۶ ± ۰/۰
ضریب رشد ویژه	۳/۷ ± ۰/۰[a]	۳/۷ ± ۰/۰۵[b]	۳/۷ ± ۰/۰۲[ab]	۳/۷ ± ۰/۰[a]

۱. Feed Convention Rate

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل ۲. تغییرات وزن بچه ماهیان قزل‌آلا در تیمارهای مختلف نوری

بحث

نور از جمله عوامل مهم و مؤثر در رشد و نمو آبزیان است [۱۲]. نتایج تحقیقات و بررسی‌ها نشان داده‌اند که حساسیت ماهیان آب شیرین نسبت به تغییرات نور در مقایسه با ماهیان دریایی بیش‌تر است [۱۹] اگرچه اطلاعات در مورد ماهیان دریایی بر خلاف ماهیان آب شیرین، کم‌تر است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پاسخ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به تغییرات نور محیط بستگی به مرحلهٔ تکاملی این گونه دارد و لارو نورس قزل‌آلا واکنش متفاوتی در مقابل تغییرات نور نسبت به بچه ماهیان از خود نشان می‌دهد و لاروهای این گونه نسبت به تغییرات محیطی دارای حساسیت بیش‌تری نسبت به بچه ماهیان هستند. نتایج مشابه در سایر گونه‌های ماهیان از جمله درلاروهای شانک سیاه[۱] [۱٤]، سی بریم[۲] [۱۹]، خرگوش ماهی[۳] [۷] مشاهده شد موقعی که افزایش طول مدت نور ۲۴ ساعت عوامل تغذیه‌ای و رشد را در لاروها بهبود داد. اگرچه در برخی از ماهیان نتایج بهتر در طول مدت نور ۱۸ به‌دست آمد.

از جمله دلایل کاهش رشد لاروها در تیمارهای ۸ ساعت روشنایی و تاریکی مطلق (۲۴ ساعت تاریکی)، با توجه به کوتاهی دورهٔ نوری این است که لارو ماهی قادر به تثبت و ایجاد یک ریتم و نواخت نوری ثابت[۴] نیست [۳]، [۴]. همچنین در دوره‌های کوتاه نوری، لارو مقدار انرژی بیش‌تری را نسبت دوره‌های بلندتر صرف همزمان‌سازی ریتم درونی با محیط خارجی می‌کند. همچنین بهبود عوامل رشد در لاروها می‌تواند مربوط به کاهش متابولیسم پایه در دوره‌های نوری طولانی باشد. نتایج تحقیقی که بر روی تأثیرات دوره‌های نوری بر روی ماهیان تیلاپیای غذادهی شده و گرسنه انجام شد نشان داد که بین میزان متابولیسم و از دست دادن انرژی در این ماهیان و طول مدت نور رابطهٔ منفی وجود دارد [۳]، [۴]. کاهش میزان متابولیسم پایه در در دورهٔ نوری طولانی در ماهیان دریایی هم گزارش شده است [۵].

۱. *Mylio macrocephalus* ۲. *Sparus aurata* ۳. *Siganus guttadus* ۴. Robust Rhythmicity

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

در زمینهٔ با تأثیرات مثبت افزایش دورهٔ نوری بر رشد لاروها می‌توان به دلایل هورمونی و فیزیولوژیک نیز اشاره کرد. طبق یافته‌های دونالدسون[۱] و همکارانش در سال ۱۹۷۹ افزایش طول مدت دورهٔ نوری از طریق فعال کردن محور غدهٔ پینه‌آل-هیپوفیز- مغز باعث ترشح هورمون رشد می‌شود که این هورمون باعث رشد ماهی می‌شود. همچنین هورمون ملاتونین نیز در این میان نقش کلیدی دارد [٦].

از جمله دلایل دیگر کاهش رشد در دوره‌های نوری کوتاه بحث عادت تغذیه‌ای است. رشد لارو به‌طور اساسی تحت تأثیر تغییر شیوهٔ تغذیهٔ لارو از حالت درونی (کیسهٔ زرده) به حالت تغذیهٔ فعال است و وقوع این اتفاق تحت تأثیر شکار و دیدن آن به‌وسیلهٔ لاروهاست. قابلیت شکار رفتاری اکتسابی است که لارو در طول روزهای اولیه خود یاد می‌گیرند و با افزایش طول مدت نور فرصت بیش‌تری برای یادگیری این رفتار در اختیار دارند [۲۲].

پژوهش حاضرثابت کرد که تأثیرات رژیم نوری بر رشد و سایر عوامل تغذیه‌ای درماهیان قزل‌آلا بستگی به مرحلهٔ تکاملی ماهی دارد و بر خلاف لاروها، بچه ماهیان دردورهٔ نوری ۸ ساعت روشنایی بهترین رشد را داشتند که اختلاف معنی‌دار با ۲۴ ساعت روشنایی و تاریکی داشت. نتایج در مورد تأثیرات دوره‌های نوری بر روی بچه ماهیان در گونه‌های مختلف متناقص است. در برخی تحقیقات، از جمله در کفشک ماهی[۲][۸]، شانک سیاه[۳] [١٤]، فلاندر دم زرد[۴] [١٦] تغییرات دوره‌های نوری تأثیر معنی‌دار بر روی رشد و عوامل تغذیه‌ای نداشته است ولی در پژوهش‌های دیگر، از جمله در بچه ماهیان تیلاپیا [۱۳]، دورهٔ نوری ۱۴ ساعت روشنایی دارای رشد بهتری نسبت به ۱۰ ساعت بود. این نتایج متناقص می‌تواند به سیستم‌های پرورشی، اندازهٔ بچه ماهی، نسبت نر و ماده‌ها در آزمایش و نوع و شدت نور بستگی داشته باشد.

داده‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که تأثیر دوره‌های نوری در ماهی قزل‌آلا به مرحلهٔ تکاملی ماهی بستگی دارد. دوره‌های نوری با مدت طولانی نور باعث افزایش رشد در لارو این گونه می‌شود در حالی‌که در بچه ماهیان ۲۰ گرمی دورهٔ نوری ۸ ساعت بیش‌ترین رشد را در ماهیان داشته است. با توجه به این یافته‌ها می‌شود نتیجه‌گیری کرد که لارو ماهی قزل‌آلا واکنش مثبت نسبت به افزایش دورهٔ نوری دارد و می‌توان در مراکز پرورش با استفاده از این پدیده نسبت به افزایش تولید اقدام کرد. ولی بچه ماهیان در دورهٔ نوری ثابت دارای اپتیمم رشد هستند.

منابع

1. A. K. Biswas, T. Takeuchi, "Effect of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Oreochromis niloticus"*, Part II. Fish. Sci, 68 (2002) 543-553.
2. B. T. Bjornsson, "The biology of salmon growth hormone: from daylight to dominance", Fish Physiol, Biochem, 17 (1997) 9-24.

۱. Donaldson ۲. *S. Sole* ۳. *M. Macrocephalus* ۴. *Pleuronectes ferruguineus*

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

3. G. W. Boehlert, "The effects of photoperiod and temperature on laboratory growth of juvenile *Sebastes diplopraaand* a comparison with growth in the field, Fish. Bull.", 79 (1981)789-794.
4. G. Boeuf, P Le Bail, "Does light have an influence on fish growth? Aquaculture", 177 (1999) 129-152.
5. C. Debeek, "The effect of light on the behavioral and well-being of marine fish", The article appeared (ATOLL) 1(1986).
6. E. M. Donalson, H. M. Fagerlund, "The Hormonal enhancement of growth. Fish physiology", 8 (1979) 455-497.
7. M. Duray, H. Kohono, "Effects of continues lighting on growth and survival of first feeding larval Rabbit fish (*Sigamus guttatus*)", Aquaculture, 109 (1988) 311-321.
8. J. Fuchs, "Influence de la photoperiod sur la croissance et la survie de la larve et de juvenile de sole (*solea solea)* en elevage", Aquaculture, 15 (1978) 63-74.
9. W. L.Gross, E. W. Roelofs, P. O. Fromm, "Influence of photoperiod on growth of green sunfish", *Lepomis cyanellus*, J. Fish. Res. Board Can, 22 (1995) 1379-1386.
10. G. Hulata, G. Wohlfarth, R. Moav, "Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp, *Cyprinus carpio* L. IV. Effects of sexual maturation on growth patterns", *Journal of Fish Biology* 26 (1985) 95-103.
11. J. Lahaye, C. Daniel, "Influence of the photoperiod on the growth of young turbots and soles after their metamorphosis", proceedings of the 10th Eurpean symposium on marine biology, Ostend, Belgium (1976) 255-256.
12. J. Levinton, "Marine biology", Oxford University Press (2001) 95.
13. J. N. P. Lourenco, M. L. M. Vicentini-Paulino, H. C. Delicio, "Influence of photoperiod on the growth and gain of weight in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, under constant temperature in the two seasons", In: Valenti, W. C., Zimmermann, S., Poli, C. R., Bassanesi Poli, A. T., Moraes, F. R., de Volpato, G., Camara, M. R. (Eds.), Proc, Aquaculture Brazil ’98, Sustainable Development, 2 (1998) 561-569.
14. M. Kiyono, R. Hirano, "Effect of light on the feeding and growth of black porgy *Mylio Macrocephalus* postlarvae and juveniles", Rapp P-V. Reun.-comm. Int. explor. Sci. Mer Mediterr, 178 (1981) 334-336.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

15. T. Makinen, K. Ruhonen, "Effect of delayed photoperiod on the growth of a Finnish rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stock", J. Appl,. Ichthyol, 8 (1992) 40-50.

16. C. F. Purchase, D. L. Boyce, J. A. Brown, "Growth and survival of juvenile flunder (*Pleuronectes ferrugineus*) under different photoperiod", Aquaculture Research 31(2000) 547-552.

17. A. J. Silvia-Garcia, "Growth of juvenile gilthead seabream (*sparus auratus*) reared under different photoperiod regimes", Israel Journal Aquaculture. Bamidegeh, 48 (1996) 84-93.

18. V. Solbakken, G. Taranger, T. Hansen, "Effects of photoperiod on somatic growth and sexual maturation in rainbow trout in sea cages", Proceedings of the 6th International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish. July 4-9, Bergen, Norway (1999).

19. A. Tandler, S. Helps, "The effect of photoperiod and water exchange rate on growth and survival of gilthhead Sea bream (*Sparus aurata*) from hatching to metamorphosis in mass rearing systems", Aquaculture 48 (1985) 81-82.

20. G. L. Taranger, "Sexual maturation in Atlantic salmon (*Salmo salar*)", PhD Thesis, university of Bergen, Norway (1993).

21. J. F. Taylor, H. Migaud, M. J. R. Porter, N. R. Bromage, "Photoperiod influences growth rate and insulin-like growth factor-I (IGF-I) levels in juvenile rainbow trout", Gen. Comp, Endocrinol, 142 (2005) 169-185.

22. J. G. Woiwode, I. R. Adelman, "Effects of temperature, photoperiod, and ration size on growth of hybrid striped bass×white bass", Transactions of the American Fisheries Society 120 (1991) 217-229.

23. G. Parra, M. yufera, "Feeding physiology and growth response in first feeding gilthead sea bream (*Sparus aurata)* larvae in relation to prey density", Aquaculture 243 (2000)1-15.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]