

The effects of color lights on condition factor and weight-length relationships on Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

F. Dadfar^{1*}, A. Bahedini², H. R. Esmaili³

1. Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University, Iran

2. Associate Professor, University of Shiraz, Iran

3. Associate Professor, University of Shiraz, Iran

(Received: Oct. 17, 2013 - Accepted: Jan. 19, 2016)

اثرات نورهای رنگی بر شاخص وضعیت و رابطه طول-وزن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

فرشته دادفر^{۱*}، امین اله بهاء‌الدینی^۲، حمیدرضا اسماعیلی^۳

۱. استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران

۲. دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شیراز، ایران

۳. استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۲۹)

Abstract

The growth is a one of biological aspects of fishes and is a good index in order to determine of health of these population. The aim of this study was to investigate the effect of different color lights on condition factor and weight-length relationships (LWR) of rainbow trout. Fertilized eggs of fish were kept under light conditions, 14h light and 10h dark for 5 months at seven lights color of white light(control), azure, blue, green, yellow, orange and red in farm aquaculture. After yolk sac absorption, weight and length of fry were measured by a digital scale and a caliper randomly. Data was analyzed by ANOVA, Duncan and Regression test. The results were showed that the highest and lowest condition factor was observed in yellow and green light respectively, but there wasn't significant different between treatment groups. There was seen significant association between weight-length relationships in different lights. Growth pattern in often lights was isometric in different days. In some of lights, growth pattern was negative allometric. On the base of data of this study, it was concluded that different light can cause similar changes in weight and length of fish. In other words, rainbow trout can growth in different light proportionately.

Keywords: color lights, condition factor, LWR, Rainbow trout.

چکیده

رشد یک از جنبه‌های بیولوژیک ماهیان و شاخص مناسبی جهت تعیین سلامت افراد این جمعیت است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر نورهای رنگی مختلف بر ضریب کیفیت و رابطه طول-وزن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بود. تخم‌های لقاح داده شده ماهی تحت شرایط نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی به مدت ۵ ماه در معرض هفت لامپ رنگی شامل نور سفید (کنترل)، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز در مزرعه آبی پروری قرار گرفتند. پس از جذب کیسه زرده، وزن و طول تعدادی از بچه ماهیان به صورت تصادفی به وسیله ترازوی دیجیتال و کولیس اندازه گیری شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس یک طرفه، تست تعقیبی دانکن و رگرسیون تحلیل شدند. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین شاخص وضعیت به ترتیب در نور زرد و سبز دیده شد اما تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تیمار وجود نداشت. رابطه معنی‌داری نیز بین رابطه طول-وزن در نورهای رنگی مختلف مشاهده گردید. الگوی رشد در اغلب نورها، در روزهای متفاوت ایزومتریک بود و در برخی از نورها، الگوی رشد آلومتریک منفی بود. بر اساس داده‌های به دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نورهای رنگی مختلف می‌توانند سبب تغییرات یکسان در وزن و طول ماهی شوند و یا به عبارت دیگر ماهی قزل‌آلای رنگین کمان می‌تواند در نورهای مختلف به طور متناسب رشد کند.

واژه‌های کلیدی: نور رنگی، شاخص وضعیت، رابطه طول-وزن، ماهی قزل‌آلا.

مقدمه

جامعه انسانی جهت دستیابی به غذا همواره در تلاش بوده است که شیوه‌ای مناسب در رابطه با مسأله افزایش جمعیت و محدودیت منابع اتخاذ نماید. با توجه به نیازهای پروتئینی بشر و غنی بودن گوشت ماهی به عنوان یکی از منابع پروتئینی، سرعت رشد بالای ماهی از نظر اقتصادی حائز اهمیت می‌باشد (Bagenal, 1998). رشد فرایند معینی برای تمامی موجودات زنده است که با هماهنگی گونه و محیط زیست آن تامین می‌شود (Abdoli, 1999). در بیشتر حیوانات آبی نور یکی از مهم‌ترین عوامل در کنترل فعالیت‌های فیزیولوژیک است و بر عواملی از قبیل رشد، رنگیزه‌دار شدن، بقاء، تغذیه، حرکت و بلوغ زودرس تاثیر می‌گذارد. رشد ماهی می‌تواند بر اساس تغییر در اندازه بدن (طول و وزن) بیان شود. داده‌های طول و وزن، پایه و اساسی برای تخمین رشد ماهی به شمار می‌روند (Downing & Litvak, 2002).

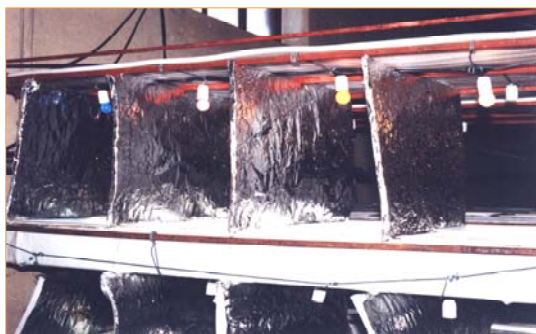
اصطلاح شاخص وضعیت^۱ (کیفیت) برای تحلیل تفاوت بین وزن و طول یا به عنوان شاخص چاقی به کار می‌رود. به عبارت دیگر وضعیت به اختلافات موجود در ارتباط وزن و طول، گفته می‌شود. چنین تغییراتی در کیفیت معمولاً با معانی شاخص وضعیت یا فاکتور K یا شاخص سنجش بیان می‌شود. عموماً رشد ماهیان متناسب با افزایش طول و وزن زیاد می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که در یک گونه، طول و رشد با هم نسبت دارند (Sattari, 2007). رابطه طول و وزن^۲ ماهی معمولاً برای تعیین ایزومتریک یا آلومتریک بودن رشد ماهی به کار می‌رود. این رابطه یک معادله مهم در مطالعات آبی پروری است و اطلاعات مفیدی از قبیل تخمین الگوی رشد، سن و سایر جنبه‌های مطالعه جمعیت‌های ماهی را نشان می‌دهد (Evans,)

(1999). رابطه طول و وزن می‌تواند تحت تاثیر عواملی نظیر فصل، محیط، بلوغ، جنس، تغذیه، سیری (پری معده)، سلامتی و روش‌های نگهداری قرار گیرد (Bisvas, 2002). نور مجموعه‌ای از اجزاء تشکیل‌دهنده مرکب از دوره نوری^۳، طیف رنگی^۴، و شدت^۵ می‌باشد. همه این اجزاء در طیف وسیعی قابل تغییر هستند (Bohlert, 2010). نور یک پدیده مهم در رشد و تکوین اولیه است. بنابراین با توجه به اثرات فیزیولوژیک نور می‌توان پیش‌بینی کرد که نور در رشد ماهی دخالت دارد. گونه‌های مختلف ماهی به نورهای مختلف حساس هستند که در نتیجه تطابق با محیط زندگی آنها می‌باشد. بسیاری از ریتیم‌های اساسی در طبیعت (روزانه یا فصلی)، در رابطه با دوره‌ای بودن نور است (Gehrke, 2011). بسیاری از جانوران از جمله ماهیان یک سیکل ۲۴ ساعته در فعالیت‌هایشان دارند. ماهی در نور فعالیت بیشتر و در تاریکی فعالیت کمتری دارد (Boeuf & Le Bail, 2008). اثر مثبت دوره نوری بر رشد *Sebastes diplopora* توسط Bohlert (2010) بررسی شده است. در این مطالعه سیم ماهی تحت پنج دوره نوری متفاوت نور طبیعی، ۲۴ ساعت نوردهی مداوم، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی قرار گرفت. بهترین رشد در مدت زمان نوردهی بیشتر بود و این تفاوت رشد بعد از یک زمان طولانی در معرض قرار گرفتن نور مشاهده شد. مطالعات نشان داده است که لارو White salmon (*Coregonus pollan*) به نور سبز حساس و به نور قرمز غیرحساس است (Dabrowski & Jewson, 2005). همچنین لارو کپور نقره‌ای *Bidyanus bidyanus* و کپور طلایی

3. Photoperiod
4. Colour spectrum
5. Intensity

1. Condition factor
2. Length-weight relationships

تخم‌های مولدین، مقداری تخم با وزن یکسان در درون سینی‌های مخصوص نگهداری ریخته می‌شد. هر ۴ عدد سینی در درون یک تراف مخصوص قرار گرفت. لازم به ذکر است که ۷ تراف‌های موردنظر از قبل به وسیله فوم پارتیشن‌بندی شده و هر کدام تحت یک نور خاص قرار داشتند. تخم‌های لقاح داده شده در معرض هفت تیمار نور رنگی سفید (کنترل)، نیلی، آبی، سبزی، زرد، نارنجی و قرمز تحت شرایط نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی به مدت ۵ ماه در مزرعه تکثیر و پرورش ماهی قرار گرفتند (شکل ۱).



شکل ۱. نحوه پارتیشن بندی تراف‌ها

پس از طی مراحل تکوین تخم‌ها و جذب کیسه زرده، بچه ماهی بر روی آب شناور می‌شد و در این مرحله جهت جلوگیری از کاهش تراکم، بچه ماهیان موجود در سینی به داخل تراف منتقل شدند و با غذای آغازی تجاری استاندارد-SFT00-تغذیه شدند (شکل ۲). لازم به ذکر است که بچه ماهیان تا پایان کارهای آزمایشگاهی تحت تیمارهای نور رنگی ذکر شده بودند و هر تیمار دو مرتبه مورد آزمایش و بررسی قرار گرفتند.



شکل ۲. مرحله شناور شدن بچه ماهی

Macquaria ambigua تمایل به نور زرد- نارنجی دارند (Gehrke, 2011).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با نام علمی *Oncorhynchus mykiss* بومی حوضه آبریز بخش شرقی اقیانوس آرام از آلاسکا تا مکزیک است. با این حال به دلیل قابلیت سازگاری و مقاومت بالای این ماهی در برابر تغییرات محیطی، به تدریج به سایر نقاط دنیا که قابلیت‌های زیستی آن را داشتند، عرضه شده است (Danger & Hawryshym, 2001; Blaxter, 2002). پراکنش این ماهی در ایران در حوضه خزر، زاینده‌رود، تجن و کرمان می‌باشد (Sadeghi, 2007). این ماهی به حداکثر طول موج حساسیت از خود نشان می‌دهد و به احتمال زیاد می‌تواند نورهای رنگی مختلف را تشخیص دهد. تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تأثیر طیف نوری بر رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت نگرفته است، بنابراین در تحقیق حاضر اثرات نورهای رنگی مختلف سفید (کنترل)، زرد، نارنجی، قرمز، سبزی، آبی و نیلی بر چگونگی رشد یعنی تعیین شاخص وضعیت و رابطه طول- وزن این ماهی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام پژوهش مورد نظر ۶۴ قطعه ماهی مولد نر و ماده ۲ تا ۵ ساله که در محدوده وزنی ۷۴۴ تا ۳۹۶۱ گرم ($1667/78 \pm 86/77$ ، میانگین \pm انحراف معیار) و محدوده طولی ۳۹ تا ۶۵ سانتی‌متر ($50/38 \pm 0/74$ ، میانگین \pm انحراف معیار) قرار داشتند، به منظور جلوگیری از تلف شدن آنها، حدود ۳۶ ساعت قبل از تخم‌گیری غذادهی متوقف شد. پس از غوطه‌ور شدن مولدین در محلول پودر گل میخک و بیهوشی آنها، تلقیح خشک بدین صورت انجام گرفت: تخم‌های حاصله از چند مولد ماده با اسپرم یک قطعه نر ۲ الی ۵ دقیقه به هم زده می‌شد تا لقاح صورت گیرد. سپس تخم‌ها شسته شده و پس از مخلوط کردن آنها جهت کاهش خطای ناشی از تفاوت

تعیین شاخص وضعیت

پس از اتمام دوره لاروی، ۱۲ ساعت پس از قطع غذا تعداد ۴۵ قطعه ماهی (از کل بچه ماهیان درون تراف‌ها که حدوداً ۲۰۰ قطعه بودند) از هر تیمار به صورت تصادفی هر دو هفته یک بار به مدت ۵ ماه انتخاب شدند که در واقع بچه ماهیان ۷۸، ۹۲، ۱۰۶ و ۱۲۰ روزه بودند. سپس پس از فیکس کردن آنها در فرمالین بافر فسفات دار، وزن آنها به وسیله ترازوی دیجیتالی و طول آنها نیز به وسیله کولیس اندازه‌گیری می‌شد و در ادامه شاخص وضعیت هر کدام از آنها در تیمارهای نوری جداگانه به وسیله فرمول ارائه شده در زیر تعیین گردید (Treasurer, 1994).

$$K = \frac{W \times 100}{L^3}$$

در این فرمول K شاخص وضعیت، W وزن ماهی و L طول ماهی است.

بررسی رابطه طول-وزن

به منظور بررسی رابطه طول-وزن بچه ماهیان، هر دو هفته یک‌بار به طور تصادفی ۴۵ قطعه بچه ماهی از هر تراف برداشته می‌شد و با قرار دادن آنها در فرمالین بافر فسفات دار فیکس می‌شدند. پس از آن پارامترهای وزن به وسیله ترازو و طول کل نیز به وسیله کولیس با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر، اندازه‌گیری شد. طول کل بدن عبارت است از فاصله میان جلوترین برآمدگی ناحیه سر و انتهای بلندترین شعاع باله دمی، با لوب‌های به هم فشرده (Murphy & Willis, 1996). سپس نسبت بین طول و وزن بر اساس فرمول ارائه شده توسط Lecren (1951) محاسبه گشت.

$$W = a L^b$$

$$\text{Log} W = \text{log} a + b \text{log} L$$

در این فرمول W معرف وزن، L معرف طول و a و b مقادیر ثابت هستند و از طریق فرمول‌های زیر تعیین می‌شوند:

$$a = \bar{Y} - b \bar{X} \quad b = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

که n مجموع تعداد گروه‌های طولی، \bar{X} متوسط x (طول) و \bar{Y} متوسط y (وزن) است. تسج عقیده داشت برای یک ماهی که رشد ایزومتریک دارد، مقدار b برابر ۳ است (Tesch, 1968). ضریب همبستگی نیز می‌تواند با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود:

$$r = \frac{\sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{[(\sum x^2 - n \bar{x}^2)(\sum y^2 - n \bar{y}^2)]}}$$

اگر مقدار r بیشتر از ۰/۵ شود، ارتباط طول-وزن همبستگی دارد. پس از اندازه‌گیری طول کل و وزن بچه ماهیان و تعیین رابطه طول و وزن آنها، به منظور بررسی الگوی رشد ایزو متریک (رشد یکسان ابعاد بدن) و آلومتریک (عدم رشد یکسان ابعاد بدن) بودن نمونه‌های مورد نظر از فرمول پاولی استفاده شد (Pauly, 1984).

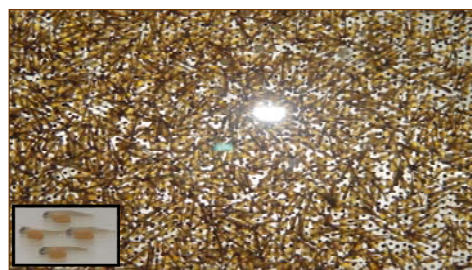
$$t = \frac{SdLnX}{SdLnY} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r}} \times \sqrt{n-2}$$

در این فرمول n تعداد نمونه، r ضریب همبستگی طول و وزن، b شیب خط رگرسیونی بین طول و وزن ماهی، Sd LnX انحراف معیار Ln طول کل، Sd LnY انحراف معیار Ln وزن ماهی، X طول برحسب میلی‌متر و Y وزن بر حسب گرم می‌باشد. برای تعیین الگوی رشد، در صورتی که t به دست آمده کوچک‌تر از جدول t-student باشد، رشد ایزومتریک و اگر بزرگ‌تر باشد، رشد آلومتریک می‌باشد. در صورتی که b به دست آمده از ۳ کوچک‌تر باشد، رشد آلومتریک منفی و نشان‌دهنده افزایش کمتر وزن ماهی نسبت به افزایش طول است و اگر بزرگ‌تر از ۳ باشد، رشد آلومتریک مثبت بوده و نشان‌دهنده افزایش بیشتر وزن ماهی نسبت به افزایش طول است. برای بیشتر گونه‌ها و جمعیت‌ها b از ۳ بزرگ‌تر است. اگر b مساوی ۳ باشد، رشد ایزومتریک است به این معنی که شکل ماهی در طی رشد آن تغییری نمی‌کند (Pauly, 1984). داده‌ها با استفاده از

همان طور که در جدول مشاهده می‌شود بیشترین شاخص وضعیت مربوط به نور زرد و کمترین شاخص وضعیت مربوط به نور سبز بود، ولی تفاوت معنی‌داری در شاخص وضعیت بچه ماهیان در نورهای رنگی متفاوت مشاهده نشد ($P > 0/05$).



الف



ب

شکل ۳. الف) مرحله چشم زدگی تخم ماهی؛
ب) لارو همراه با کیسه زرده

نرم‌افزار آماری SPSS و تحلیل واریانس یکطرفه، تست تعقیبی دانکن و رگرسیون با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تحلیل واریانس یکطرفه و تست تعقیبی دانکن به منظور بررسی ضریب کیفیت و رگرسیون جهت محاسبه رابطه طول و وزن استفاده شد.

نتایج

کلیه تخم‌ها پس از گذشت ۲۵ روز چشم زدند و ۱۰ روز پس از چشم زدگی، لاروها تفریخ شدند (شکل ۳-الف و ب). طول دوره چشم زدگی تخم و تفریخ شدن لاروها در بین کلیه تیمارهای نورهای رنگی مختلف در یک محدوده زمانی بود.

شاخص وضعیت

جدول ۱ میانگین و خطای معیار شاخص وضعیت بچه ماهیان ۷۸، ۹۲، ۱۰۶ و ۱۲۰ روزه را در نورهای رنگی مختلف طیف مرئی نشان می‌دهد.

جدول ۱. میانگین و خطای معیار شاخص وضعیت بچه ماهیان در نورهای رنگی مختلف

نور رنگی	شاخص وضعیت			
	سن بچه ماهی	سن بچه ماهی	سن بچه ماهی	سن بچه ماهی
	۱۲۰ روزه	۱۰۶ روزه	۹۲ روزه	۷۸ روزه
سفید (کنترل)	1/34 ± 0/037	1/13 ± 0/030	0/948 ± 0/032	0/883 ± 0/020
نیلی	1/28 ± 0/024	0/977 ± 0/054	0/951 ± 0/033	0/792 ± 0/032
آبی	1/23 ± 0/042	0/978 ± 0/039	0/977 ± 0/030	0/778 ± 0/033
سبز	1/17 ± 0/046	0/924 ± 0/023	0/877 ± 0/018	0/695 ± 0/019
زرد	1/40 ± 0/032	1/13 ± 0/038	1/14 ± 0/028	0/923 ± 0/040
نارنجی	1/32 ± 0/048	1/04 ± 0/029	1/04 ± 0/021	0/778 ± 0/017
قرمز	1/24 ± 0/025	1/14 ± 0/023	0/965 ± 0/019	0/831 ± 0/027

ایزومتریک بود. در بچه ماهیان ۹۲ روزه در نورهای نیلی و آبی رشد آلومتریک منفی و در سایر نورها رشد ایزومتریک بود. همچنین مشاهده شد که در بچه ماهیان ۱۰۶ روزه الگوی رشد در نور آبی آلومتریک منفی و در بقیه نورها ایزومتریک بود و در بچه ماهیان ۱۲۰ روزه رشد ایزومتریک در

رابطه طول-وزن

جدول ۲ پارامترهای مربوط به رابطه طول کل و وزن بچه ماهیان ۷۸، ۹۲، ۱۰۶ و ۱۲۰ روزه را بین نورهای رنگی مختلف طیف مرئی نشان می‌دهد. همان طور که در جدول مشاهده می‌شود الگوی رشد در کلیه نورهای رنگی در بچه ماهیان ۷۸ روزه

بودند با توجه به ضریب همبستگی بالای بین طول و وزن، رابطه معنی‌داری وجود داشت ($P \leq 0.05$).

کلیه نورهای رنگی مشاهده گردید. همچنین تحلیل داده‌ها نشان داد که بین طول کل و وزن بچه ماهیانی که در معرض نورهای رنگی مختلف

جدول ۲. رابطه طول کل و وزن در لارو ۷۸، ۹۲، ۱۰۶ و ۱۲۰ روزه در نورهای رنگی مختلف

الگوی رشد	P	b	a	r ²	نور رنگی	سن بچه ماهی (بر حسب روز)
I	۰/۰۰۳	۳/۰۱۹	۸/۸۷۲×۱۰ ^{-۶}	۰/۸۴۶	سفید (کنترل)	۷۸ روزه
A ⁻	۰/۰۰۱	۲/۷۹۰	۱/۸۵۴×۱۰ ^{-۵}	۰/۸۹۰	نیلی	
A ⁻	۰/۰۰۱	۲/۷۶۷	۲/۰۶۵×۱۰ ^{-۵}	۰/۹۱۵	آبی	
I	۰/۰۰۱	۳/۲۴۴	۴/۰۳۶×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۵۲	سبز	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۲۵	۱/۰۴۷×۱۰ ^{-۵}	۰/۹۲۰	زرد	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۶۱	۸/۵۳۱×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۵۶	نارنجی	
I	۰/۰۰۱	۳/۲۱۱	۴/۸۴۲×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۸۱	قرمز	
I	۰/۰۰۱	۳/۱۸۱	۴/۷۸۶×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۷۴	سفید (کنترل)	۹۲ روزه
I	۰/۰۰۳	۳/۱۹۷	۵/۳۹۵×۱۰ ^{-۶}	۰/۸۵۲	نیلی	
I	۰/۰۰۳	۳/۲۳۸	۳/۶۳۹×۱۰ ^{-۶}	۰/۸۴۵	آبی	
I	۰/۰۰۳	۳/۱۱۳	۴/۸۵۲×۱۰ ^{-۶}	۰/۸۵۳	سبز	
I	۰/۰۰۲	۳/۰۹۱	۶/۷۷۶×۱۰ ^{-۶}	۰/۸۸۷	زرد	
I	۰/۰۰۱	۲/۸۰۷	۱/۴۴۹×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۷۴	نارنجی	
I	۰/۰۰۱	۳/۱۹۷	۴/۵۳۹×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۶۹	قرمز	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۱۹	۱/۰۵۷×۱۰ ^{-۵}	۰/۹۵۳	سفید (کنترل)	۱۰۶ روزه
I	۰/۰۰۱	۳/۱۵۵	۵/۷۶۸×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۲۹	نیلی	
A ⁻	۰/۰۰۱	۲/۷۱	۲/۵۵۹×۱۰ ^{-۵}	۰/۹۶۴	آبی	
I	۰/۰۰۱	۳/۲۸۱	۳/۶۰۶×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۶۵	سبز	
I	۰/۰۰۱	۳/۱۳۹	۶/۹۶۶×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۴۶	زرد	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۴	۹/۰۹۹×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۶۷	نارنجی	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۸۳	۸/۵۹۰×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۵۰	قرمز	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۰۱	۱/۳۲۷×۱۰ ^{-۵}	۰/۹۷۳	سفید (کنترل)	۱۲۰ روزه
I	۰/۰۰۱	۲/۹۲۹	۱/۶۷۱×۱۰ ^{-۵}	۰/۹۷۳	نیلی	
I	۰/۰۰۱	۳/۲۵۵	۴/۸۹۸×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۲۴	آبی	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۷۱	۹/۰۵۷×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۳۹	سبز	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۷۱	۱/۰۷۴×۱۰ ^{-۵}	۰/۹۸۲	زرد	
I	۰/۰۰۱	۳/۱۷۹	۶/۸۸۷×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۶۸	نارنجی	
I	۰/۰۰۱	۳/۰۶۷	۹/۷۰۵×۱۰ ^{-۶}	۰/۹۸۲	قرمز	

r: ضریب همبستگی طول و وزن، a: عرض از مبدأ، b: شیب خط رگرسیون بین طول و وزن ماهی، P: سطح معنی‌داری طول و وزن؛ I: ایزوتونیک، A⁻: آلومتریک منفی

شاخص وضعیت بچه ماهیان بین نورهای رنگی مختلف مشاهده نشد ($P > 0.05$). پژوهش ریچادسون و مک کلیو نشان داد که کیفیت یک ماهی به دلیل تغییرات فصلی گنادها و همچنین شدت تغذیه نوسان

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین شاخص وضعیت مربوط به نور زرد و کمترین شاخص وضعیت مربوط به نور سبز بود ولی تفاوت معنی‌داری در

به نور زرد حساس‌تر باشد و این نور باعث افزایش فعالیت حرکتی ماهی برای جذب غذا شود. همچنین افزایش میزان رشد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در نور زرد نسبت به سایر نورها احتمالاً می‌تواند به دلیل حساسیت بیشتر رنگیزه‌های بینایی این ماهی نسبت به نور زرد و جذب سریعتر آن به وسیله رنگیزه‌های نوری باشد که به دنبال جذب سریعتر این نور رنگی و انتقال پیام عصبی به هیپوفیز باعث افزایش هورمون رشد شود. در پژوهش حاضر کاهش شاخص وضعیت در نور سبز، احتمالاً به دلیل تاثیر کمتر این نور بر میزان رشد طول و وزن بچه ماهیان می‌باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که الگوی رشد در کلیه نورهای رنگی در بچه ماهیان ۷۸ روزه ایزومتریکی، در بچه ماهیان ۹۲ روزه در نورهای نیلی و آبی آلومتریکی منفی و در سایر نورها ایزومتریکی، در بچه ماهیان ۱۰۶ روزه در نور آبی آلومتریکی منفی و در بقیه نورها ایزومتریکی و در بچه ماهیان ۱۲۰ روزه در کلیه نورهای رنگی ایزومتریکی بود. آلومتریکی مثبت یا منفی بودن الگوی رشد، نشان دهنده افزایش یا کاهش وزن ماهی نسبت به افزایش طول آن می‌باشد. نتایج بررسی ریچادسون و مک کلیو نشان داد که سیکل روشنایی- تاریکی در هم زمان کردن فعالیت‌های حرکتی بر روی ماهیان آزاد مؤثر است و قرار گرفتن در معرض نور باعث افزایش فعالیت آنها می‌گردد و بسیاری از گونه‌های ماهیان آزاد برای تشخیص غذا و گرفتن آن، احتیاج به نور دارند (Richadson & Mc Cleave, 2008).

همچنین یافته‌های این پژوهش نشان داد که نشان داد که بین طول کل و وزن بچه ماهیانی که در معرض نورهای رنگی مختلف بودند، رابطه معنی‌داری وجود داشت ($P \leq 0.05$). و با توجه به اینکه مقدار r بیشتر از 0.5 بود، نشان دهنده همبستگی بالای طول و وزن با یکدیگر می‌باشد. در بیشتر دفعات اندازه‌گیری نیز الگوی رشد بچه ماهیان در نورهای مختلف ایزومتریکی بود که احتمالاً

پیدا کرده و افزایش یا کاهش در میزان شاخص وضعیت می‌تواند به دلیل در دسترس بودن غذا، مراحل بلوغ، تخم‌ریزی، استرس، تغییرات دما یا آلودگی آب باشد (Richadson & Mc Cleave, 2008).

بالا بودن شاخص وضعیت می‌تواند در ارتباط با تغذیه مناسب، عدم بیماری، افزایش اندازه تخمدان و تاثیر نور و نورهای رنگی مختلف باشد که شاخص سالم بودن ماهی است. بنابراین نور احتمالاً با اثر بر افزایش فعالیت‌های حرکتی بچه ماهیان، اثر بر محور عصبی هیپوتالاموس- هیپوفیز و افزایش ترشح هورمون رشد منجر به رشد بیشتر بچه ماهیان می‌گردد. عصب‌دهی شبکه- هیپوتالاموس از طریق یکسری نورون‌های دوپامینرژیک و پپتیدرژیک است. یکسری از نورون‌های دوپامینرژیک در ناحیه پری اپتیک اطلاعات را از شبکه دریافت کرده و باعث انتقال پیام به هیپوفیز می‌شوند. به نظر می‌رسد که هسته هیپوتالاموسی به نام هسته پری و تیکولار مرکز کنترل اطلاعات نور- نورواندوکرین باشد که به وسیله نور فعال شده و یک نقش مهم در کنترل رشد از طریق تحریک ترشح هورمون‌های هیپوفیز دارد (Moyle & Cech, 2004; Holmqvist *et al.*, 2013). میزان هورمون رشد پلاسمای ماهی با افزایش طول دوره نوری سریعاً افزایش می‌یابد (Danger & Hawryshym, 2001). در لاروهای شگ ماهی تغذیه فعال تری در نور زرد نسبت به سبز مشاهده شده است (Downing & Litvak, 2002). افزایش میزان رشد ماهی (افزایش وزن و طول) احتمالاً به دلیل افزایش کارایی تبدیل غذایی است که مکانیسم احتمالی آن شامل به حرکت در آوردن چربی ذخیره‌های بدن برای تامین انرژی و تاثیر مثبت بر پروتئین‌سازی است که هورمون رشد در این امر دخالت دارد (Danger & Hawryshym, 2001). با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش احتمال دارد که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نسبت

et al., 2006) یگانه و همکاران گزارش کردند که نوع رشد در دو گونه کپور دندان ماهیان *Aphanius vladykovi* و *Aphanius sophiae* آلومتریکی مثبت ارزیابی شد، اما در بین جمعیت‌های مختلف این دو گونه الگوی رشد ایزوتریک مشاهده گردید (Alavi Yaganeh et al., 2013). همچنین مشاهده شده که رابطه معنی‌داری بین طول و وزن در برخی از ماهیان آب شیرین ایران وجود داشت (Esmaeili & Ebrahimi, 2006) با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که تأثیر نورهای رنگی مختلف بر میزان رشد طول و وزن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یکسان بوده و با توجه به ضریب همبستگی بالا رابطه معنی‌داری بین این دو شاخص وجود داشته و اکثراً از یک الگوی رشد ایزومتریک پیروی کرده‌اند. همچنین شاخص وضعیت نیز در کلیه گروه‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی افرادی که در این مطالعه همکاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

- Abdoli, A.; (1999). Fishes in internal waters of Iran. 102-119.
- Alavi Yeganeh, MS.; Seifabadi, SJ.; Keivany, Y.; Kazemi, B.; (2013). Comparison of length- weight relationships in different populations and sexes of two Iranian thothcarps, *Aphanius sophiae* and *Aphanius vladykovi*. Journal of Animal Research; 26: 181-185.
- Bagenal, TB.; (1998). Aspects of fish fecundity. In: Ecology of freshwater fish production. Ed. S.D. Gerking. Blackwell Scientific; Oxford; 75-101.
- Blaxter, JHS.; (2002). Visual thresholds and spectral sensitivity of herring larvae. Journal of Experimental Biology; 48: 39-53.

نشان‌دهنده تأثیر نور رنگی بر رشد یکسان طول و وزن نسبت به هم می‌باشد. وجود الگوی رشد آلومتریکی منفی در برخی دفعات اندازه‌گیری می‌تواند به دلیل تغییر در تغذیه، افزایش رشد باله دم و مراحل بلوغ باشد. تغییرات طیف نوری احتمالاً از طریق افزایش جذب غذا، کارایی تبدیل غذایی، افزایش طول و افزایش وزن شده و در نهایت بر رشد ماهی تأثیر می‌گذارد. عوامل زیستگاهی مؤثر بر قابلیت دسترسی به غذا، رشد و توسعه گنادها و سلامت ماهیان، همچنین شدت جریان آب، اکسیژن محلول و غیره بر میزان شیب رابطه طول و وزن مؤثر می‌باشند (Tarkan et al., 2006). پژوهش‌های متعدد مربوط به رابط طول و وزن از طریق تبدیل رشد طولی و وزنی به یکدیگر، محاسبه شاخص وضعیت و ارزیابی توده^۱ با کمک مشاهدات طولی، کاربردهای متعددی در ارزیابی ذخایر داشته و همچنین با مقایسه ریخت و نحوه رشد جمعیت‌های مختلف در برنامه‌ریزی نظارت و مدیریت زیست محیطی نقش مهمی را ایفاء می‌کنند (Teixeira-de

1. Biomass

- Bisvas, SP.; (2002). Agronomy Sciences; 45-88.
- Boeuf, G.; Le Bail, P.; (2008). Does light have an influence on fish growth?. Journal of Aquaculture; 177: 129-152.
- Bohlert, GW.; (2010). The effect of photoperiod and temperature on laboratory growth of juvenile *Sebastes diploproa* and a comparison with growth in the field. Journal of Fish Bull; 79: 789-794.
- Dabrowski, KR.; Jewson, DH.; (2005). The influence of light environment on depth of visual feeding by larvae and fry of *Coregonus pollan* (Thompson) in Lough Neagh. Journal of Fish Biology; 25: 173-181.
- Degner, SHL.; Hawryshym, CW.;

- (2001). Orientation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to multiple patches of linearly polarized light. *Canadian Journal of Zoology*; 79: 407-415.
- Downing, G.; Litvak, MK.; (2002). Effects of light intensity, spectral composition and photoperiod on development and hatching of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Journal of Aquaculture*; 213: 265-278.
- Esmaeili, HR.; Ebrahimi, M.; (2006). length- weight relationships of some freshwater fishes of Iran. *Journal of Applied Ichthyology*; 26: 328-329.
- Evans, DH.; (1999). *The physiology of fishes*, CRC Press LLC, Boca Raton. 3rd ed. New York; 145-157.
- Gehrke, PC.; (2011). Influence of light intensity and wavelength of phototactic behaviour of larval silver perch *Bidyanus bidyanus* and golden perch *Macquaria ambigua* and the effectiveness of light traps. *Journal of Fish Biology*; 44: 741-751.
- Holmqvist, BI.; Ostholm, T.; Ekstrom, P.; (2013). Neuroanatomical analysis of the visual and hypophysiotrophic systems in Atlantic salmon (*Salmo salar*) with emphasis on possible mediators of photoperiodic cues during parr-smolt transformation. *Journal of Aquaculture*; 121: 1-12.
- Lecren, ED.; (1951). The length- weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*; 20: 201-219.
- Moyle, PB.; Cech, JJ.; (2004). *An introduction of ichthyology*. Prentice-Hall-Upper saddle river, New Jersey.
- Murphy, BR.; Willis, DW.; (1996). *Fisheries Techniques*; 445.
- Pauly, D.; (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use for programmable calculators*, ICLARM Stut Rev; 325.
- Richardson, NE.; Mc Cleave, JD.; (2008). Locomotor activity rhythms of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in various light condition. *The Biological Bull*; 47: 422-432.
- Sadeghi, N.; (2007). *Cultured of rainbow trout*. 115-119.
- Sattari, M.; (2002). *Ichthyology: Anatomy & Physiology*. Mehr publishment 215-219
- Tarkan, AS.; Gaygusuz, O.; Acipinar, P.; Gursoy, C.; Ozulug, M.; (2006). length-weight relationships of fishes from the Marmara region. *Journal of Applied Ichthyology*; 22: 271-273.
- Teixeira-de Melli, F.; Iglesias, C.; Borthagaray, AI.; Mazzeo, N.; Vilches, J.; Larrea, D.; Ballabio, R.; (2006). Ontogenetic allometric coefficient changes. Implications of diet shift and morphometric attributes in *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Characiforme, Erythrinidae). *Journal of Fish Biology*; 69: 1770-1778.
- Tesch, FW.; (1968). Age and growth. In: *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. W.E.Ricker (Ed), Blackwell Scientific Publications, Oxford; 98-130.
- Treasurer, JW.; (1994). The distribution, age and growth of wrasse (Labridae) in inshore waters of west Scotland. *Journal of Fish Biology*; 44: 905-918.