

Study of some growth indices and survival rate of un-matured Tiger barb (*Barbus tetazona*) during exposure to different light colors**بررسی برخی شاخص‌های رشد و بقا ماهی نابالغ بارب ببری (*Barbus tetazona*) در مواجهه با طیف‌های مختلف نور**Mohammad Forouhar Vajargah^{1*},
Seyed Aliakbar Hedayati²

1. PhD Student of Aquatic Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Guilan
 2. Assistant Professor in Aquatic Ecology, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
- (Received: Apr. 20, 2014- Accepted: Aug. 14, 2016)

محمد فروهر واجارگاه^{۱*}، سید علی اکبر هدایتی^۲

۱. دانشجوی دکتری بوم‌شناسی آبزیان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان
 ۲. استادیار گروه تولید و بهره‌برداری، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۳۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۵/۲۴)

Abstract

This research was conducted to study the effects of different light colors on growth indices (Growth Rate and Specific Growth Rate), Feed Conversion and Survival Rate in Tiger barb (*Barbus tetazona*) fish for 6 weeks. 120 fish with an average weight 75 ± 0.02 were respectively divided in four groups of white, natural, green and blue colors (with three replicates for each treatment). Fish fed twice a day with Biomar commercial food. Results showed that growth indices (GR, SGR) and FCR were significantly different in varied light colors ($P < 0.05$). White and green lights, respectively, led to the growth of highest and lowest in fish and were observed highest and lowest of FCR in natural and green light, respectively. There was no significant difference in fish survival rate in the four groups ($P < 0.05$). Results of present study showed that artificial light color can significantly effect on fish growth in barb tiger. So, using of a suitable light color can be obtain an optimal growth during of culture period in the fish.

Keywords: light colors, Ornamental fish, Tiger barb, growth indices

چکیده

این تحقیق به مدت ۶ هفته به منظور مطالعه اثرات رنگ‌های مختلف نور بر شاخص‌های رشد (نرخ رشد و نرخ رشد ویژه)، ضریب تبدیل غذایی و نرخ بازماندگی ماهی تایگر بارب (*Barbus tetazona*) انجام گرفت. ۱۲۰ عدد ماهی با متوسط وزن 75 ± 0.02 میلی گرم به ترتیب در چهار تیمار نوری سفید، طبیعی، آبی و سبز (با ۳ تکرار برای هر تیمار) قرار گرفتند. تغذیه ماهیان روزانه دو بار و ۲٪ وزن بدن انجام شد. نتایج نشان دادند که شاخص‌های رشد (نرخ رشد و نرخ رشد ویژه) و ضریب تبدیل غذایی در نورهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$). نور سفید و سبز به ترتیب منجر به بیشترین و کمترین رشد در این ماهی شدند و بالاترین و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی به ترتیب در نور طبیعی و سبز مشاهده شد. اختلاف معنی‌داری در نرخ بازماندگی ماهیان در این چهار تیمار مشاهده نشد ($P > 0.05$). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که رنگ نور مصنوعی می‌تواند تأثیر معنی‌داری روی رشد ماهی تایگر بارب داشته باشد. بنابراین با استفاده از رنگ نور مناسب (ترجیحاً سفید) در طول دوره پرورش می‌توان به رشد بهینه در این ماهیان دست یافت.

واژه‌های کلیدی: طیف نوری، تایگر بارب، ماهی زینتی، شاخص‌های رشد.

مقدمه

طیف نور، واکنش استرس ماهیان، وضعیت فیزیولوژیکی، رفتار و در نتیجه عملکرد رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Karakatsouli, 2010). ماهیان بعلت وجود رنگ‌های متنوع در محیطشان، سیستم بینایی متفاوتی برای تشخیص و واکنش به نور دارند (Levien and MacNichol, 1982). همچنین، ماهیان دارای سلول‌های مخروطی‌اند که آن‌ها را قادر به واکنش در برابر طول موج‌های مختلف و تمایز رنگ‌ها می‌سازد (Karakatsouli, 2007). نور هم به صورت مستقیم و هم غیر مستقیم اهمیت زیادی در زندگی ماهیان دارد و رفتار ماهیان خصوصاً فعالیت‌های شبانه روزی آن‌ها و جنبه‌های دیگر زندگی ماهیان از قبیل متابولیسم و رسیدگی جنسی تحت تأثیر نور قرار دارد. نور یکی از فاکتورهای محیطی مهم و مؤثر در محیط‌های آبی به شمار می‌رود و نور خورشید به عنوان منبع اصلی تامین‌کننده نور در محیط‌های آبی مطرح است (Levinton, 2001).

رشد در جانوران به‌وسیله فاکتورهای ژنتیکی، محیطی و تغذیه‌ای کنترل می‌شود. در این میان فاکتورهای خارجی (درجه حرارت، رژیم نوری و قابلیت دسترسی به غذا) خصوصاً در تکامل جانوران خونسرد از اهمیت زیادی برخوردار هستند (Kiyono & Hirano, 1981). یکی از مهمترین فاکتورهای مؤثر محیطی در رشد و بقاء ماهیان، رژیم نوری می‌باشد که به عنوان یک عامل خارجی باعث افزایش اشتها، رشد، افزایش تولید هورمون رشد و در نتیجه تغییر میزان متابولیسم، فعالیت لوکومتری و تولید رنگدانه‌ها می‌شود (Taranger, 1993; Biswas, 2002).

انواع بارب‌ها شامل تایگر بارب، گرین بارب، رزی بارب، شوبرتی بارب و بارب زرد از جمله باربهایی هستند که در ایران بخوبی قابل تکثیر و پرورش هستند. زندگی تمام بارب‌ها با همدیگر شباهت دارند. اگر با غذاهای زنده و مقوی خوب تغذیه شوند، تعداد زیادی تخم

می‌ریزد و هر ده روز یک بار می‌توان از آنها تخم‌گیری کرد. اگر به روش صحیح و در سطح بالا این ماهی‌ها را پرورش دهید، از نظر اقتصادی پر سود است. بسیار آسان و ساده می‌توانید از بارب‌ها تخم‌گیری نمایید و به‌خوبی آن‌ها را پرورش دهید. ماهی‌های بارب بسیار مقاوم، سرسخت و پرتحرک هستند و معمولاً باید به‌صورت گروهی از آنها تخم‌گیری شود.

تایگر بارب‌ها ماهیان تخم‌گذاری هستند که برای نگهداری از آنها می‌توان از یک تانک پر از گیاه استفاده کرد. تایگر بارب‌ها ۷ تا ۸ سانتی‌متر رشد می‌کنند. معمولاً ۳ تا ۵ سال عمر می‌کنند. این ماهی تا اندازه‌ای متجاوز است و به همین خاطر بهتر است آن‌ها را در گروه‌های ۶ تایی یا بیشتر نگهداری کرد تا از رفتار آسیب به باله ماهیان دیگر توسط آنان ممانعت شود. تایگر بارب‌ها علاقه زیادی به زندگی در گروه دارند و برای این منظور می‌توان آن‌ها را در گروه قرار داد تا شادابی خود را حفظ کنند. تکثیر این گونه تا حدی مشکل است. آن‌ها تخم‌هایشان را می‌خورند و برای تخم‌ریزی نیاز به مقدار زیادی گیاه با برگ‌های پهن دارند. والدین باید از تخم‌ها جدا نگهداشته شوند. به همین خاطر شناخت ویژگی‌های بیولوژیک و رفتاری این ماهی جهت تولید بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

AliAsghari *et al.* (2011) به بررسی تأثیر نورهای مختلف بر رشد ماهی زینتی کوی پرداختند. Monk *et al.* (2008) به این پرسش پرداختند که آیا رنگ‌های مختلف تانک بر رشد ماهی آتلانتیک کاد پرداختند. Wang *et al.* (2003) به بررسی تأثیر رنگ‌های مختلف نوری بر رشد میگوی چینی پرداختند. Owen *et al.* (2010) به بررسی تأثیر رنگ‌های نوری بر رفتار و پاسخ‌های فیزیولوژیک لای ماهی پرداختند.

تایگر بارب ممکن است در شرایط نوری مناسب نسبت به شرایط نامناسب، انرژی بیشتری را صرف رشد کنند. از این رو، بعضی رنگ‌ها ممکن است رشد و بازدهی را بهبود ببخشند. رشد و نرخ بازماندگی

قرمز و سفید به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی (از ساعت ۷ صبح تا ۷ شب) انتخاب گردید که توسط یک دستگاه تایمر (مدل ۰۲۶، شرکت نورفوروکسلستروم آلمان) کنترل می‌شد.

زیست‌سنجی ماهیان هر دو هفته یکبار جهت بررسی میزان رشد انجام گرفت و به این ترتیب شاخص‌های رشد شامل نرخ رشد (GR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و فاکتور وضعیت (CF)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) و درصد بازماندگی به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری نرخ رشد و فاکتور وضعیت از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$CF = (W/L^3) \times 100$$

$$GR = Wt_2 - Wt_1$$

در این فرمول‌ها: W وزن ماهی (گرم)، Wt_1 وزن

اولیه ماهی (گرم)، Wt_2 وزن نهایی ماهی (گرم) و L طول کل ماهی (سانتی‌متر) می‌باشند.

جهت اندازه‌گیری نرخ رشد ویژه از فرمول زیر استفاده شد:

$$SGR = (\ln Wt_2 - \ln Wt_1) / (t_2 - t_1) \times 100$$

در این فرمول $\ln Wt_1$ لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی، $\ln Wt_2$ لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی و $t_2 - t_1$ طول دوره آزمایش می‌باشد.

برای اندازه‌گیری ضریب تبدیل غذایی از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{ضریب تبدیل غذایی} = \frac{\text{غذای خورده شده (گرم)}}{\text{افزایش وزن به‌دست آمده (گرم)}}$$

برای اندازه‌گیری درصد بقا از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{نرخ بازماندگی} = \frac{(\text{تعداد تلفات} - \text{تعداد اولیه})}{\text{تعداد اولیه}} \times 100$$

داده‌های به‌دست آمده در ارتباط با شاخص‌های رشد و بازماندگی در چهار تیمار نور سفید، طبیعی، سبز و آبی به کمک آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($\alpha = 0.05$) توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه، با استفاده از نرم‌افزار SPSS با یکدیگر مقایسه شدند.

می‌توانند به عنوان فاکتورهای قابل مشاهده جهت تخمین عملکرد عمومی و بهتر شدن ماهی تحت شرایط پرورشی ملاحظه شوند. بنابراین در تحقیق حاضر، به بررسی تأثیر رنگ‌های مختلف نور بر شاخص‌های رشد از قبیل نرخ رشد و نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نرخ بازماندگی در ماهی تایگر بارب پرداخته شد. با توجه به اهمیت اقتصادی ماهیان زینتی و روند رو به رشد تکثیر و پرورش این ماهیان و خصوصاً ماهی تایگر بارب، در تحقیق حاضر به بررسی اثرات شرایط نوری مختلف نگهداری این ماهی پرداختیم تا از این طریق مناسبترین محیط نوری نگهداری این ماهی را معرفی نماییم.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت ۶ هفته در سالن آبی‌پروری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت پذیرفت. در ابتدا ۱۲۰ عدد ماهی تایگر بارب با متوسط وزن 75 ± 0.2 میلی‌گرم به سالن آبی‌پروری منتقل شد. سپس ماهیان بعد از ۲ هفته سازگاری با شرایط جدید در ۴ تیمار مختلف نور شامل سفید، طبیعی، سبز و آبی با تراکم ۱۵ ماهی در هر آکواریوم (۳ تکرار برای هر تیمار)، تقسیم‌بندی شدند. غذادهی با غذای بیومار به میزان ۲ درصد وزن بدن و ۳ بار در روز صورت گرفت. در طول دوره آزمایش سعی بر این بود تا فاکتورهای کیفی آب مطابق با محدوده اپتیمم ماهی کنترل شود (دما ۲۲-۲۵ درجه سانتی‌گراد، پی‌اچ ۷/۲-۷/۹، اکسیژن ۷/۲ میلی‌گرم بر لیتر، سختی ۴۰۵-۴۲۵ میلی‌گرم بر لیتر).

برای ایجاد شرایط نوری مورد نظر از اتاقک‌های چوبی با روکش سیاه استفاده شد تیمار رنگ نور شامل چهار رنگ نور طبیعی، سفید، آبی و سبز بود. نور طبیعی نیز همان نوری بود که در محیط وجود داشت. برای هر آکواریوم یک لامپ در نظر گرفته شد و ارتفاع لامپ‌ها به نحوی تنظیم گردید که شدت نور در سطح آب ۳۰۰ لوکس باشد. طول دوره نوری برای هر چهار گروه نور

نتایج

تیمارهای ۱ و ۴ (نور سفید و آبی) نسبت به تیمار ۲ و ۳ (نور طبیعی و سبز) به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱).

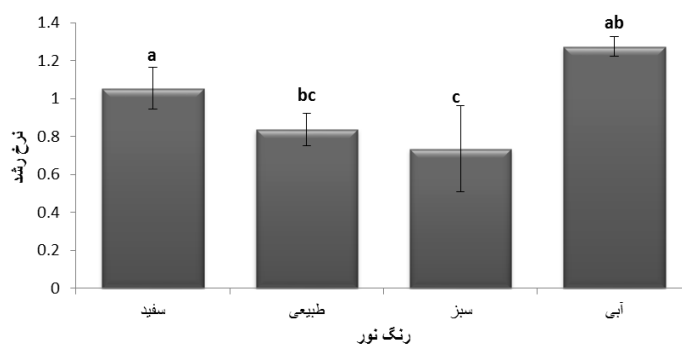
شاخص‌های رشد تفاوت‌های معنی‌داری در تیمارهای مختلف نوری داشتند به طوری که نور سفید و آبی منجر به افزایش نرخ رشد و نرخ رشد ویژه شدند ($P < 0.05$)، در حالی که نور سبز و طبیعی موجب کاهش این شاخص‌ها شدند (شکل‌های ۱ و ۲). نور طبیعی با مقدار ضریب تبدیل غذایی در بچه ماهیان بود و از این لحاظ اختلاف معنی‌داری بین سایر تیمارها وجود نداشت.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که رشد ماهی تایگر بارب در نور سفید به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارهای نوری بود. از طرفی دیگر، رشد ماهی در نور آبی بیشتر از نور طبیعی و سبز بود و کمترین رشد ماهی در نور سبز مشاهده شد اما اختلاف معنی‌داری بین نورهای آبی، طبیعی و سبز مشاهده نشد. همچنین، نرخ رشد ویژه به طور معنی‌داری در ماهی تایگر بارب در نور سفید نسبت به نور آبی و طبیعی بیشترین و در نور سبز کمترین بود. نتایج در مورد وزن متوسط ماهیان، تغییرات معنی‌داری را طی دوره پرورش نشان داد ($P < 0.05$) که وزن ماهی‌ها در

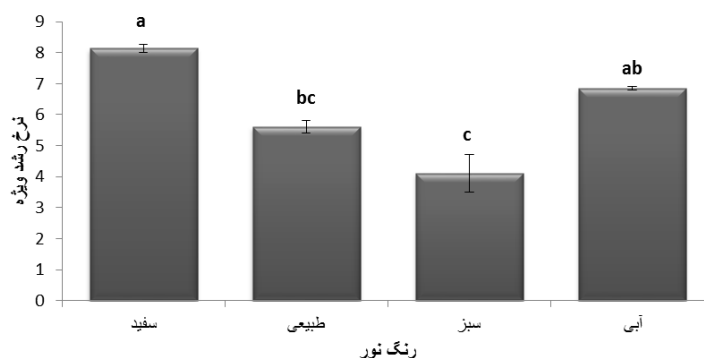
جدول ۱. تجزیه واریانس و مقایسه داده‌های (میانگین \pm انحراف معیار) وزن (گرم) ماهی تایگر بارب در تیمارهای مورد بررسی

گروه	سفید	طبیعی	سبز	آبی
متوسط وزن اولیه (گرم)	$7/6 \pm 0/003^a$	$7/27 \pm 0/001^a$	$6/8 \pm 0/003^a$	$7/5 \pm 0/003^a$
متوسط وزن نهایی (گرم)	$133 \pm 0/111^a$	$91 \pm 0/085^b$	$70/3 \pm 0/229^b$	$115 \pm 0/053^a$

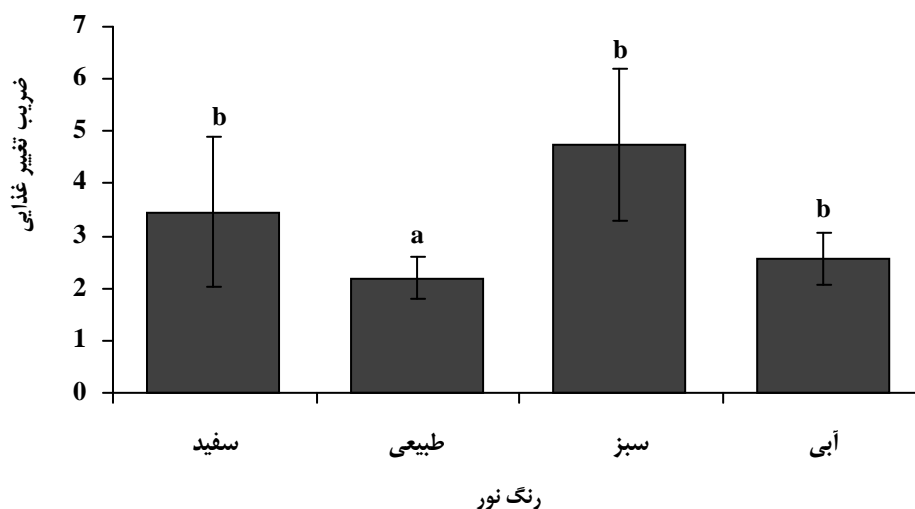
حروف انگلیسی یکسان بیان گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.



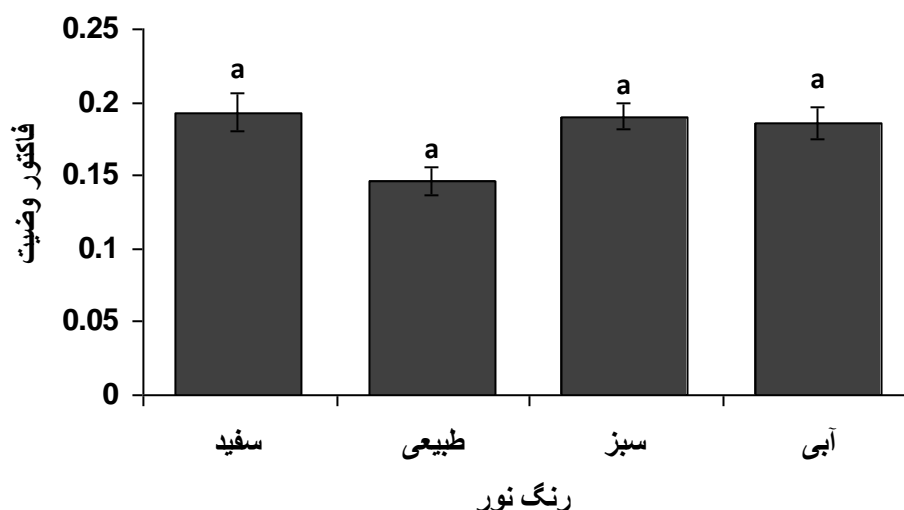
شکل ۱. مقایسه داده‌های (میانگین \pm انحراف معیار) تغییرات نرخ رشد بین تیمارهای مختلف. (حروف انگلیسی متفاوت بیان گر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد).



شکل ۲. مقایسه داده‌های (میانگین \pm انحراف معیار) تغییرات نرخ رشد ویژه بین تیمارهای مختلف. (حروف انگلیسی متفاوت بیان گر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد).



شکل ۳. مقایسه داده‌های (میانگین \pm انحراف معیار) تغییرات ضرب تبدیل غذایی بین تیمارهای مختلف. (حروف انگلیسی متفاوت بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.)



شکل ۴. مقایسه داده‌های (میانگین \pm انحراف معیار) تغییرات ضرب تبدیل غذایی بین تیمارهای مختلف. (حروف انگلیسی متفاوت بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.)

رشد ذخیره کردند. درحالی‌که تأثیر طیف نور بر عملکرد رشد به گونه ماهی بستگی دارد، نتایج مطالعه ما در تضاد با مطالعات بسیاری از محققان است که ممکن است مربوط به نوع طرح آزمایش باشد.

لارو روغن ماهی (*Melanogrammus aeglefinus*)، بهترین رشد را در نور آبی (۴۷۰ نانومتر) و سبز (۵۳۰ نانومتر) نشان می‌دهد (Downing, 2002)، در حالی‌که کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و کپور

بحث و نتیجه‌گیری

افزایش نرخ رشد و رشد ویژه در تیمارهای نوری ممکن است به علت توانایی ماهیان جهت تشخیص غذا و در نتیجه بهبود هضم و مصرف غذا باشد. در حقیقت، به علت کارایی بهتر جذب غذا، ماهی تحت نور سفید، غذای کمتری مصرف کرده و رشد سریعتری را نشان داد (Wang et al., 2003). در تایید این نتایج، مشاهدات رفتاری ماهیان آشکار کرد که این گروه از ماهیان فعالیت کمتر و در نتیجه انرژی بیشتری را برای

قادر به تشخیص بهتر غذا، تغذیه بیشتر و در نتیجه افزایش نرخ رشد و رشد ویژه شدند.

در این مطالعه، رنگ نور، تأثیر معنی‌داری روی ضریب تبدیل غذایی ماهی تایگر بارب نشان داد بطوریکه بالاترین ضریب تبدیل غذایی در نور سبز و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی در نور طبیعی مشاهده شد که نشان می‌دهد ماهیان در نور طبیعی نسبت به سایر تیمارهای نوری کارایی تبدیل غذایی بهتری داشتند. نتایج تحقیق حاضر برخلاف نتایج *Montajami et al.* (2012) در رابطه با تأثیر رنگ نور بر عملکرد رشد لارو ماهی سیچلاید تگزاس (*Herichthys cyanoguttatus*) می‌باشد که بهترین ضریب تبدیل غذایی را در نور سفید مشاهده کردند. در مطالعات دیگر، *Heydarnejad et al.* (2011) با بررسی تأثیر رنگ نور بر رشد ماهی قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*)، تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی مشاهده کردند بطوریکه کمترین ضریب تبدیل غذایی در نور زرد بود که می‌تواند به علت بهبود هضم و مصرف غذا باشد.

تفاوت قابل ملاحظه‌ای در فاکتور وضعیت ماهیان تیمارهای مختلف نور مشاهده نشد. همچنین، نرخ بازماندگی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد که با نتایج *AliAsghari et al.* (2011) روی ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*) همخوانی داشت.

نتایج ما با نتایج *Montajami et al.* (2012) روی سیچلاید تگزاس (*Herichthys cyanoguttatus*) مخالف بود که نشان دادند نرخ بازماندگی در نور سفید و طبیعی به طور معنی‌داری بیشتر از نور آبی و سبز بود.

به هر حال، تحقیق حاضر نشان داد که تغییرات طیف نور ممکن است به عنوان یک فاکتور اضافی، روی رشد ماهی تأثیر بگذارد. بنابراین، با استفاده از رنگ نور مناسب طی دوره پرورش می‌توان به رشد بهینه در این ماهیان دست یافت.

معمولی (*Cyprinus carpio*) رشد بالایی را در نور سبز نشان می‌دهند (*Ruchin et al.* 2002). با این حال، *Stefansson and Hansen* (1989) تفاوتی در رشد سالمون اقیانوس اطلس (*Salmon salar*) تحت رنگ نور مصنوعی مشاهده نکردند. نتایج مطالعه حاضر در تطابق با نتایج *Montajami et al.* (2012) روی لارو سیچلاید تگزاس می‌باشد که نشان دادند نور سفید اثرات مثبت و قابل ملاحظه‌ای را بر نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی برای ماهی سیچلاید فراهم می‌کند که به دلیل فعالیت تغذیه‌ای بهتر لاروها در این طیف نوری می‌باشد. در مطالعات دیگر، *Imanpoor et al.* (2011) با بررسی تأثیر رنگ نور بر عملکرد رشد ماهی قرمز (*Carassius auratus*) به این نتیجه رسیدند که ماهی قرمز در نور سفید نسبت به نور قرمز عملکرد بهتری دارد که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی داشت. در مطالعه *AliAsghari et al.* (2011) روی شاخص‌های رشد ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*)، رنگ نور محیط تأثیر معنی‌داری روی نرخ رشد و رشد ویژه لارو ماهی کوی نشان داد به طوری که بیشترین رشد و رشد ویژه ماهی در نور آبی بود که با نتایج ما همخوانی نداشت. *Heydarnejad et al.* (2011) با بررسی تأثیر رنگ نور بر رشد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مشاهده کردند که نور سفید تأثیر قابل توجهی بر رشد ماهی قزل‌آلا نداشت. *Ruchin* (2004) طی مطالعه‌ای در مورد اثر رنگ نور بر عملکرد رشد جونپل سه‌گونه ماهی کاراس (*Perccottus glenii*)، *C. Carassius* و *Poecilia reticulat*) بیان کرد که کاراس در نور سبز، پرکاتوس در نور آبی و سبز و گویی در نور آبی بهترین رشد را داشته است که مغایر با نتایج تحقیق حاضر بود. با توجه به مطالعات *Loew and Litgo* (1978)، حساسیت بینایی ماهیان می‌تواند با کیفیت طیف نور تنظیم شود که به دلیل بهبود بینایی‌شان

محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی
گرگان، تشکر و قدردانی می‌گردد.

سپاسگزاری

از اساتید و کارشناسان محترم دانشکده شیلات و

REFERENCES

- AliAsghari, M.; Ghobadi, Sh.; Khodabakhsh, A.; (2011). The effect of different light colors on growth indices and survival rate in Coi (*Cyprinus carpio carpio*). The first National Conference of Trends in Sustainable Management of Natural Resources, Tehran.
- Biswas A K and Takeuchi T. 2002. 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: 543– 553.
- Downing G. 2002. Impact of spectral composition on larval haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L., growth and survival. Aquaculture Research, 33: 251–259.
- Heydarnejad M S., Parto M., Pilevarian A A. 2011. Influence of light colors on growth and stress response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under laboratory conditions. DOI: 10.1111/j.1439 0396.01243.x.
- Imanpoor M., Enayat Gholampoor T., Zolfaghari M. 2011. The effect of light color and music on growth performance and survival rate in goldfish (*Carassius auratus*). Journal of Iranian Fisheries Sciences, 10(4): 641-653.
- Karakatsouli N., Karakatsouli S E., Papoutsoglou G., Panopoulos E S., Papoutsoglou Chadio S., Kalogiannis D. 2008. Effects of light spectrum on growth and stress response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under recirculating system conditions. Aquaculture Engineering, 38: 36–42.
- Karakatsouli N., Papoutsoglou E S., Sotiropoulos N., Mourtikasa D., Stigen-Martinsena T., Papoutsoglou S E. 2010. Effects of light spectrum, rearing density and light intensity on growth performance of scaled and mirror common carp (*Cyprinus carpio*) reared under recirculating system conditions. Aquaculture, 42: 121–127.
- Kiyono MK., Hirano R. 1981. Effect of light on the feeding and growth of black porgy *Mylio Macrocephalus* post larvae and juveniles. Rapp P-V. Reun.-comm. Int. explor. Sci. Mer Mediterr, 178: 334-336.
- Levine J.S., MacNichol E.J. 1982. Color vision in fishes. Sci. Am., 216: 108-117.
- Levinton J. 2001. Marine biology. Oxford University Press. pp. 95.
- Loew E R., Lythgoe J N. 1978. The ecology of cone in teleost fishes. Vision Research 18, 715–722.
- Montajami S., Nekoubin H., S Mirzaie F., Sudagar M. 2012. Influence of Different Artificial Colors of Light on Growth Performance and Survival Rate of Texas Cichlid Larvae (*Herichthys cyanoguttatus*). World Journal of Zoology, 7(3): 232-235.
- Monk J., Puvanendran V., Brown J A. 2008. Does different tank bottom color affect the growth, survival and foraging behavior of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae Aquaculture, 277: 197–202 .
- Owen M A G., Davies S J., Sloman K A. 2010. Light color influences the behavior and stress physiology of captive Tench (*Tinca tinca*). Review in Fish Biology and Fisheries, 20: 375–380.
- Ruchin A B., Vechkanov V S., Kuznetsov V A. 2002. Growth and feeding intensity of young carp *Cyprinus Carpio* under different constant and variable monochromatic

- Illuminations. *Journal of Ichthyology*, 42: 191-199.
- Ruchin A B. 2004. Influence of colored light on growth rate of juveniles of fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 30: 175-178.
- Stefansson S O., Hansen T J. 1989. The effect of spectral composition on growth and smelting in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and subsequent growth in sea cages. *Aquaculture*, 82: 155-162.
- Taranger GL. 1993. Sexual maturation in Atlantic salmon (*salmo salar*). PhD Thesis, University of Bergen, Norway.
- Wang F., Dong S., Huang G., Wu L., Tian X., Ma S. 2003. The effect of light color on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture*, 228: 351-360.