Archive of SID

تاثیر دوره‌های نوری کوتاه و بلند مدت بر تکامل تخمک و میزان رشد بدن در ماهی ماده قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

احمد نوری*[1]، باقر مجازی‌امیری[2]، علیرضا میرواقفی[3]، غلامرضا رفیعی[4] و مهدی هدایتی[5]

[1] فارغ‌التحصیل دکتری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[2] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[3] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[4] دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[5] استادیار مرکز غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٨/١٢/٢٤ تاریخ تصویب: ٨٩/٥/١٢)

چکیده

در این تحقیق، تاثیرات سه رژیم مختلف نوری بر روند تکامل تخمک و همچنین میزان رشد بدن در ماهی ماده قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفته است. ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان دوساله غیر بالغ با میانگین وزن اولیه ٢/٢٥ ± ٢٧٩/٩٤ (± SE) گرم از تیرماه ١٣٨٧ به مدت پنج ماه تحت تاثیر دوره‌های نوری ٢۴ ساعت روشنایی و بدون تاریکی (روشنایی-تاریکی ٢۴:٠) ، ١٨ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی (روشنایی-تاریکی ١٨:۶)، ۶ ساعت روشنایی و ١٨ ساعت تاریکی (گروه روشنایی-تاریکی ۶:١٨) و همچنین دوره روشنایی و تاریکی طبیعی (به عنوان گروه کنترل) قرار گرفتند. در انتهای دوره آزمایش، تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل و گروه روشنایی-تاریکی ۶:١٨ با دو گروه روشنایی-تاریکی ٢۴:٠ و روشنایی-تاریکی ١٨:۶ در شاخص رشد گناد (GSI) و قطر تخمک دیده شد ($P < 0.05$). استفاده از دوره روشنایی-تاریکی ٢۴:٠ باعث گردید تا ماهیان این گروه به طور معنی‌داری در انتهای آزمایش دارای میانگین وزن بدن بیشتر (١۶/١٩ ± ۶٣۵/۴۵ گرم) و همچنین میزان رشد ویژه روزانه بیشتری (٠/٠۴ ± ١/٠٣ گرم در روز) در مقایسه با سایر گروه‌ها باشند. ماهیانی که در تحت شرایط روشنایی-تاریکی ٢۴:٠ و روشنایی-تاریکی ١٨:۶ بودند بالاترین ضریب وضعیت بدنی را نشان دادند که این مقدار به ترتیب برای این دو گروه ٠/٠١ ± ١/۴۴ و ٠/٠٢ ± ١/۴۴ بود در حالیکه‌این ضریب در ماهیان گروه کنترل برابر با ٠/٠١ ± ١/٢٧ و در ماهیان گروه روشنایی-تاریکی ۶:١٨ این مقدار ٠/٠٢ ± ١/٣۴ اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری نمود که استفاده از دوره‌های نوری با مدت زمان روشنایی طولانی در مرحله رشد و تکامل گنادها، می‌تواند به عنوان یکی از روش‌های موثر در تاخیر روند تکامل گنادها و نیز تحریک و القاء رشد بدن در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، دوره‌های نوری، شاخص رشد گناد، پرورش ماهی، رسیدگی جنسی

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٩١٢-٥١٨۶٠٣١ فاکس: ٠٧۶١-٧۶۶٠٠١۴ E-mail: nooryahmad@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در شرایط پرورشی ایران، زمان رسیدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به وزن مناسب بازاری معمولاً همزمان با تکامل تخمدان ها در ماهیان ماده و آماده شدن آنها برای تولید مثل می‌باشد که در نتیجه‌این عمل، سود اقتصادی حاصل از پرورش کاهش می یابد. این افت در بازده اقتصادی پرورش خصوصاً زمانی بسیار بارز می‌باشد که تولید ماهیانی با اندازه بالا مد نظر باشد(Kause *et al.*, 2003). به همین دلیل تاخیر در روند تکامل گنادها در بسیاری از فعالیت‌های پرورشی، یک هدف مورد نظر می‌باشد (Longalong *et al.*, 1999) چرا که فعالیت‌های تولید مثلی و تکامل گنادها تغییرات بسیار بارز و مشخصی را در ذخیره انرژی و رشد بدن اعمال می نمایند (Lundqvist, 1980). زمانی که تکامل گنادها متوقف می شود انرژی حاصل از تغذیه که به منظور تکامل و رشد گنادها بایستی مصرف می‌شد، به مصرف رشد بدن و تکامل عضلات و ذخیره چربی در محوطه شکمی اختصاص یافته و باعث رشد بدن می شود(Gines *et al.*, 2003). به منظور کنترل این روند بیولوژیک، تحقیقات و روش‌های بسیار مختلفی تا کنون صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به کاربرد هورمون، تولید جمعیت های تریپلوئید و نیز بهگزینی با هدف دیررس بودن اشاره نمود (Kause *et al.*, 2003). کاربرد نور و دستکاری دوره‌های روشنایی نیز به عنوان یکی از روشهای مزبور به صورت عملی مورد آزمون قرار گرفته است. این روش امروزه به طور عملی به منظور تغییر فصل و زمان تخمریزی، دستکاری رسیدگی جنسی و نیز تحریک و القاء رشد مورد استفاده قرار می گیرد (Biswas and Takeuchi, 2002; Gines *et al.*, 2003). در سال های اخیر، دوره‌های نوری با روشنایی بلند مدت به منظور تاخیر در رسیدگی جنسی و یا تحریک رشد در بسیاری از ماهیان از جمله ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*)، قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، هالیبوت اقیانوس اطلس (*Hippoglossus hippoglossus*)، سیم دریایی (*Sparus aurata*) و ماهی باس دریایی (*Dicentrarchus labrax*) به کار گرفته شده است (Oppedal *et al.*, 1999; Jonassen *et al.*, 2000; Randall *et al.*, 2001; Rodriguez *et al.*, 2001; Gines *et al.*, 2004). اگرچه اطلاعات محدودی در ارتباط با تاثیر رژیم های مختلف نوری بر روند رشد تخمک و تکامل تخمدان در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان موجود است (Randall *et al.*, 2001)، اما، تاثیر کاربرد دوره‌های نوری با روشنایی بلند مدت بر محور رسیدگی جنسی و رشد بدن در زمان رشد تخمک در این ماهی تا کنون به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته است. لذا در این تحقیق سعی بر آن شده است تا با استفاده از دوره‌های نوری مصنوعی بلند مدت در مرحله حساس رشد و زرده گیری تخمک ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، امکان به تاخیر انداختن تکامل تخمک‌ها و افزایش رشد بدن مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

ماهیان مورد مطالعه

به منظور اجرای این مطالعه، از ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان ماده دو ساله با میانگین وزن ۲/۲۵ ± ۲۷۹/۹۴ گرم و مشابه از نظر مرحله رسیدگی جنسی استفاده شد. این ماهیان همگی همسن بوده و تا قبل از شروع آزمایش، همگی در شرایط طبیعی در مرکز تکثیر و پرورش آزادماهیان شهید باهنر کلاردشت پرورش داده می‌شدند.

نحوه اجرای تحقیق

این تحقیق از تیرماه تا آذر ماه سال ۱۳۸۷ به مدت ۵ ماه به اجرا در آمد. در این بررسی ماهیان تحت تاثیر سه رژیم نوری مصنوعی، شامل گروه ۲۴ ساعت روشنایی (گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰)، ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی (گروه روشنایی-تاریکی ۱۸:۶) و ۶ ساعت روشنایی و ۱۸ ساعت تاریکی (گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸) و نیز یک رژیم نوری طبیعی به عنوان گروه کنترل قرار گرفتند. در هر یک از

www.SID.ir

Archive of SID

گروه‌های تیمار تعداد ۱۰۰ عدد ماهی در نظر گرفته شد که به‌این ترتیب در این تحقیق از ۴۰۰ قطعه ماهی استفاده گردید. ماهیان به منظور سازگار شدن با شرایط آزمایشی، به مدت ۲ هفته بدون هیچگونه دستکاری در گروه‌های آزمایشی قرار گرفتند. در این مطالعه از استخرهای مستطیل شکل سیمانی با ابعاد ۲ متر در ۲ متر و به عمق ۱/۲ متر استفاده شد. این استخرها همگی مجهز به سیستم تخلیه مرکزی بوده و تنظیم آب هر یک توسط یک لوله عمودی که در بیرون از استخر نصب شده بود کنترل می‌شد. به منظور خروج بهتر مواد دفعی، آب هر استخر از کف آن تخلیه می‌شد. سه استخر به گروه‌های تحت تاثیر دوره‌های نوری مصنوعی اختصاص یافت و استخر چهارم به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. در طول آزمایش، عمق آب هر استخر در حد ۰/۵ متر و حجم آب هر استخر در حدود ۲ متر مکعب تنظیم شد. جهت جلوگیری از تاثیر نور محیط و یا نور سایر گروه‌های آزمایشی بر یکدیگر، این استخرها مجزا از هم در نظر گرفته شدند و با استفاده از یک پوشش سیاه رنگ و غیر قابل عبور نور، به طور کامل پوشیده شدند. استخر گروه شاهد بدون هیچکدام از این تجهیزات، به طور طبیعی در شرایط محیطی قرار گرفت. در هر یک از گروه‌های آزمایشی، نور مورد نیاز توسط دو عدد لامپ فلورسانت ۳۶ وات که در فاصله ۷۰ سانتیمتری بالای سطح آب نصب شده بودند، تامین شد. در گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ ، در طول مدت آزمایش این لامپ‌ها روشن بودند اما در دو گروه دیگر تحت تاثیر رژیم نوری مصنوعی، یعنی گروه روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸، با استفاده از یک تنظیم کننده اتوماتیک (Camsco TB-370,100/250 V AC-50/60 HZ, Taiwan) زمان روشن شدن و خاموش شدن لامپ‌ها در طول آزمایش تنظیم گردید. میزان شدت نور به طور روزانه در سطح آب و در مرکز هر استخر با استفاده از یک دستگاه لوکس متر (Digital Instrument MS6610, Taiwan) اندازه‌گیری شد که در هر یک از گروه‌های آزمایشی تحت تاثیر رژیم نوری مصنوعی، این میزان در حدود ۱۰۰۰ لوکس تنظیم شد. مدت زمان روشنایی و تاریکی در شرایط طبیعی در اوایل آزمایش از ۱۴/۵ ساعت روشنایی و ۹/۵ ساعت تاریکی تا ۱۰/۵ ساعت روشنایی و ۱۳/۵ ساعت تاریکی در انتهای آزمایش در نوسان بود. درجه حرارت آب پرورش نیز از ۰/۲۳ ± ۱۳ درجه سانتیگراد در شروع کار تا ۰/۱۹ ± ۵ درجه سانتیگراد در انتهای آزمایش در نوسان بود. آب مورد استفاده در تمام گروه‌های آزمایشی از یک منبع تهیه شد.

مراحل اجرای آزمایش

در زمان شروع آزمایش، وزن اولیه تمام ماهیان اندازه‌گیری شد و از نظر آماری مورد بررسی قرار گرفت و عدم تفاوت معنی‌دار در وزن اولیه ماهیان مشخص گردید. جهت تغذیه ماهیان از غذای پلت و به میزان ۱٪ وزن کل در هر روز استفاده شد. این غذا دارای ۴۰٪ پروتئین و ۱۴٪ چربی بود. در هر ماه وزن ماهیان موجود در هر استخر اندازه‌گیری شده و میزان غذای مورد نیاز برای هر استخر بر اساس آن مشخص شد. لازم به ذکر است که در تمام گروه‌های آزمایشی، غذادهی تنها در زمان روشنایی صورت گرفت. مدت زمان این آزمایش از تیرماه سال ۱۳۸۷ تا آذرماه ۱۳۸۷ به طول انجامید. جهت مطالعه روند تکامل تخمک‌ها در ماهیان، هر ماه ۵ عدد ماهی از هر گروه آزمایشی به طور تصادفی صید شدند. سپس از گناد آنها نمونه‌برداری شد تا در مراحل بعدی مورد ارزیابی قرار گیرد. به منظور بررسی و ارزیابی میزان رشد ماهیان در هر گروه آزمایشی، در ابتدای هر ماه ۱۰ عدد ماهی به طور تصادفی از هر گروه آزمایشی نمونه‌برداری شد و وزن هر ماهی اندازه‌گیری و سپس علامت‌گذاری گردید. سپس در انتهای همان ماه، ماهیان علامت‌گذاری شده مجدداً صید شده و وزن آنها با یک ترازوی دیجیتالی دقیق اندازه‌گیری شد و میزان رشد ماهیان هر گروه آزمایشی به طور جداگانه مشخص گردید. در این زمان مجدداً ۱۰ ماهی دیگر به طور

www.SID.ir

Archive of SID

تصادفی نمونه‌برداری شد و بعد از اندازه‌گیری وزن، علامت‌گذاری شدند و این روند تا ماه آخر آزمایش ادامه یافت.

جهت بررسی روند تکامل گنادها از دو فاکتور استفاده شد. این دو فاکتور شامل ضریب گناد به وزن بدن (GSI) و قطر تخمک بود. فاکتور ضریب گناد به وزن بدن بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Biswas and Takeuchi, 2003).

$$GSI\ (\%) = [WG\ /BW] \times ۱۰۰$$

که در این فرمول GSI بیانگر ضریب گناد به وزن بدن، WG وزن گنادها به گرم و BW وزن ماهی به گرم می‌باشد.

اندازه‌گیری قطر تخمک‌ها نیز با استفاده از میکروسکوپ نوری و با میکرومتر چشمی در مقیاس بزرگنمایی ۴۰ صورت گرفت.

میزان رشد ماهیان به صورت میزان رشد ویژه و با استفاده از فرمول زیر بیان گردید (Busacker *et al.*, 1990):

$$SGR\ (\%\ day^{-1}) = [L_n(W_2) - L_n(W_1)/T] \times ۱۰۰$$

که در این رابطه SGR بیانگر میزان رشد ویژه در روز، W_2 برابر با وزن اندازه‌گیری شده ماهی در پایان ماه به گرم، W_1 وزن ماهی در ابتدای ماه به گرم و T فاصله زمانی بین دو مرحله نمونه‌برداری به روز می‌باشد.

به منظور ارزیابی میزان رشد، ضریب وضعیت (cf) نیز در ماهیان هر یک از گروه‌های آزمایشی به طور ماهانه مورد سنجش قرار گرفت. برای این منظور از فرمول زیر استفاده شد (Busacker *et al.*, 1990):

$$\text{ضریب وضعیت } (cf\ \%) = (W \times ۱۰۰)/L^{۳}$$

که در این رابطه W وزن ماهی به گرم و L طول کل ماهی به سانتیمتر می‌باشد.

آنالیز آماری

در ابتدا نرمال بودن تمام داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت. همچنین همگن بودن واریانس داده‌های حاصل قبل از انجام تست آماری ANOVA بررسی شد. زمانی که داده‌ها نرمال نبودند و یا واریانس آنها همگن نبود، با استفاده از روش‌های آماری اقدام به نرمال کردن و یا همگن کردن واریانس داده‌ها شد. سپس به منظور مقایسه میانگین گروه‌های مختلف آزمایشی با هم و بررسی تاثیر دوره‌های نوری متفاوت بر فاکتورهای مورد نظر، آنالیز یک طرفه مقایسه واریانس‌ها (ANOVA) اجرا شد. سپس برای تعیین تفاوت موجود در بین گروه‌های آزمایشی، آزمون چند مقایسه‌ای دانکن مورد استفاده قرار گرفت. در مواردی که شرط‌های آزمون‌های پارامتریک در مورد برخی از داده‌ها صادق نبود، از آزمون‌های غیرپارامتریک نظیر مان - ویتنی استفاده شد. لازم به ذکر است که تمام داده‌های درصدی نیز قبل از هر گونه آنالیز آماری در ابتدا با استفاده از روش arcsin تغییر یافته و سپس با استفاده از آزمون مناسب مورد آزمون قرار گرفت. تمام بررسی‌های آماری انجام شده در این مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۵) اجرا شد. خطای نوع اول با سطح دقت ۰/۰۵ در نظر گرفته شد (در تمام این متن معنی دار شدن یک آزمون به معنای $P < ۰/۰۵$ می باشد) و تمام مقادیر به صورت میانگین ± خطای استاندارد میانگین بیان شد.

نتایج

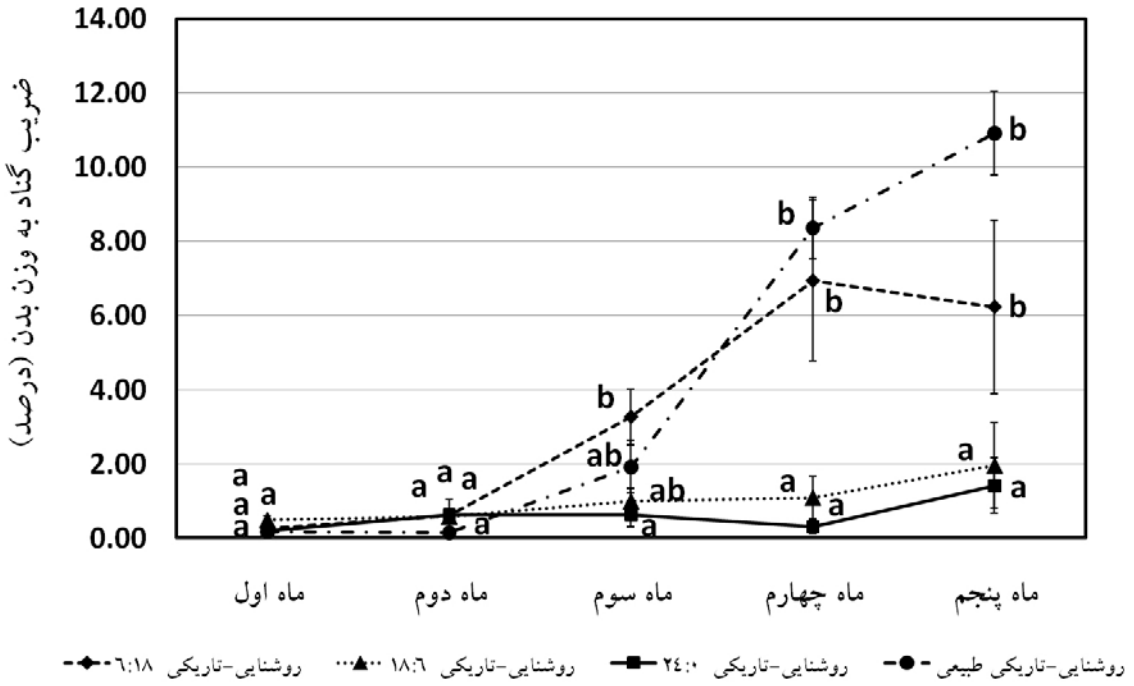
تکامل گنادها

مقدار ضریب رشد گناد (GSI) در ماهیان گروه‌های کنترل و نیز روشنایی-تاریکی ۶:۱۸، بیشتر از این مقدار در دو گروه دیگر آزمایشی بود (شکل ۱). در ماهیان دو گروه آزمایشی تحت شرایط روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶، تا پایان آزمایش رشد بسیار کمی در گنادها دیده شد. بیشترین میزان GSI در ماهیان گروه آزمایشی روشنایی-

www.SID.ir

Archive of SID

تاریکی ۲۴:۰، در پنجمین ماه آزمایش، یعنی در پایان این دوره با مقدار ۰/۷۴ ± ۱/۴۲ درصد ثبت گردید. در همین زمان، بیشترین مقدار GSI در گروه‌های کنترل و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ به ترتیب ۱/۱۴ ± ۱۰/۹۱ درصد و ۱/۱۶ ± ۱/۹ درصد اندازه‌گیری شد در صورتی که بیشترین مقدار این ضریب در گروه آزمایشی گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ در چهارمین ماه مطالعه و به میزان ۲/۳۳ ± ۶/۲۴ درصد بود. بررسی‌های آماری نشان می دهد که بیشترین میزان GSI در گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ به طور معنی‌داری کمتر از این مقدار در گروه‌های کنترل و نیز گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ بود اما این مقدار تفاوت معنی‌داری را با گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ نشان نداد. در طول آزمایش، این ضریب در هر دو گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ همچنان در سطح پایینی قرار داشت.



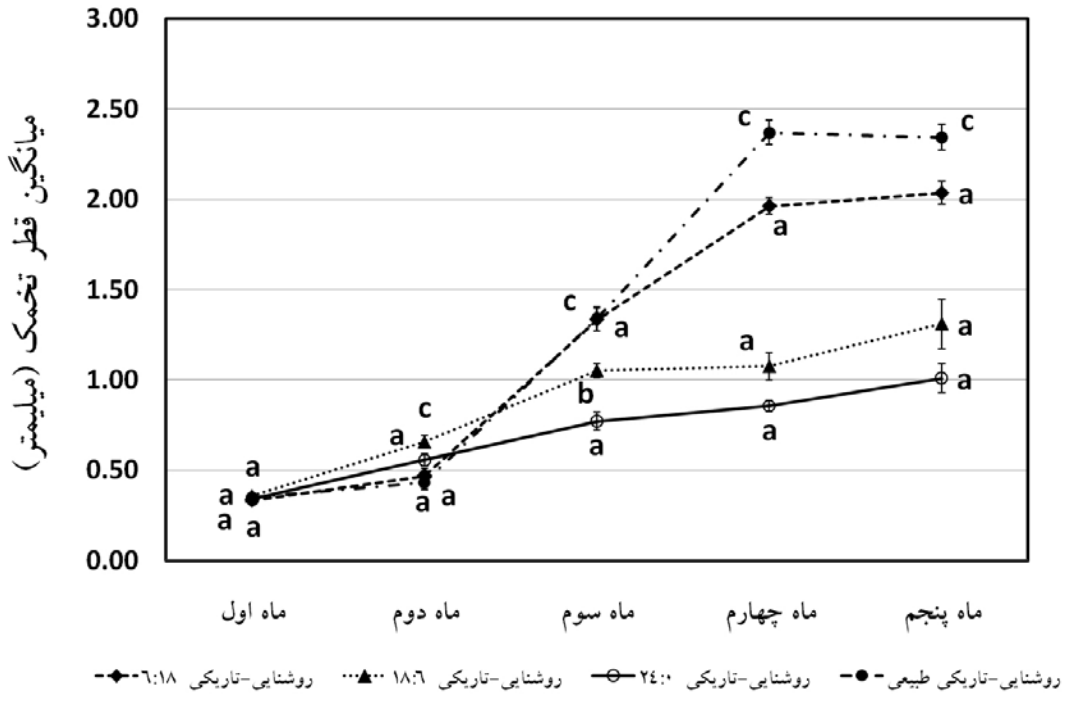
شکل ۱- نمودار ضریب گناد به وزن بدن (درصد) در گروه‌های مختلف تیماری

در طول پنج ماه مطالعه، قطر تخمک در تمام گروه‌ها، روند افزایشی را نشان داد اما این روند در تمام گروه‌ها یکسان نبود. دو ماه بعد از شروع آزمایش، در ماهیانی که تحت تاثیر دوره روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ بودند بیشترین میانگین قطر تخمک از زمان شروع آزمایش، اندازه‌گیری شد درحالیکه در این زمان دو گروه کنترل و روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). در این گروه‌ها به ترتیب میانگین قطر تخمک برابر با ۰/۰۴ ± ۰/۴۳ میلیمتر و ۰/۰۴ ± ۰/۴۷ میلیمتر بود در حالی‌که این مقادیر در گروه روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ برابر با ۰/۰۳ ± ۰/۶۶ میلیمتر و در گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ برابر با ۰/۰۳ ± ۰/۵۶ میلیمتر بود که در مقایسه با دو گروه قبلی به طور معنی‌داری این مقدار بیشتر بود. همچنین میانگین قطر تخمک در گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ به طور معنی‌داری کمتر از این مقدار در گروه روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ بود.

www.SID.ir

Archive of SID

در سومین ماه آزمایش، افزایش میانگین قطر تخمک روند دیگری را نشان داد. در این مرحله، بیشترین میانگین قطر تخمک در دو گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ و گروه کنترل ثبت گردید که مقادیر آن به ترتیب برابر با ۰/۰۶ ± ۱/۳۴ میلیمتر و ۰/۰۷ ± ۱/۳۴ میلیمتر بود. در این زمان، کمترین میانگین قطر تخمک با میانگین ۰/۰۵ ± ۰/۷۷ میلیمتر در گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ دیده شد و بعد از این گروه، ماهیان گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ با میانگین ۰/۰۴ ± ۱/۰۵ میلیمتر کمترین میانگین قطر تخمک را دارا بودند. لازم به ذکر است که میانگین قطر تخمک در گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ در مقایسه با گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ بیشتر بود که از نظر آماری این تفاوت معنی‌دار بود در حالیکه‌این مقدار در هر دو گروه ذکر شده در مقایسه با گروه‌های روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ و کنترل به طور معنی‌داری کمتر بود.



شکل ۳- میانگین قطر تخمک (میلیمتر) در گروه‌های مختلف تیماری

در پایان این مطالعه، کمترین میانگین قطر تخمک در دو گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ اندازه‌گیری شد به نحوی که میانگین این اعداد در این گروه‌ها به ترتیب برابر با ۰/۰۸ ± ۱/۰۱ میلیمتر و ۰/۱۴ ± ۱/۳۱ میلیمتر بود. در همین زمان، در دو گروه آزمایشی دیگر بیشترین میانگین قطر تخمک اندازه‌گیری شد با این وضعیت که‌این مقدار در گروه کنترل برابر با ۰/۰۷ ± ۲/۳۴ میلیمتر و در گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ برابر با ۰/۰۶ ± ۲/۰۴ میلیمتر بود. بررسی‌ها و مقایسه‌های آماری نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در میان گروه‌های کنترل و روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ با دو گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ بود. در این زمان تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ وجود نداشت اما در بین گروه‌های کنترل و روشنایی-تاریکی

www.SID.ir

Archive of SID

۶:۱۸ اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد. گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ در این زمان به طور معنی‌داری دارای میانگین قطر تخمک کمتری در مقایسه با گروه کنترل بود.

تغییرات رشد بدن

روند رشد در ماهیان گروه‌های آزمایشی که تحت شرایط دوره‌های نوری مختلف قرار گرفته اند در شکل های ۴ و ۵ نشان داده شده است. در پایان مطالعه، ماهیانی که در گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ قرار گرفته بودند میانگین وزن و همچنین میزان رشد ویژه بالاتری نسبت به گروه کنترل داشتند که‌این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود. در گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ میانگین وزن ماهیان ۱۶/۲ ± ۶۳۵/۵ گرم بود در حالیکه‌این مقدار در گروه کنترل برابر با ۹/۳ ± ۵۴۸/۹ گرم اندازه‌گیری شد. در گروه‌های روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و ۶:۱۸ به ترتیب میانگین وزن ۱۷/۳ ± ۵۹۳/۷ گرم و ۱۲/۱ ± ۵۱۰/۳ گرم محاسبه شد که در هر دو گروه‌این مقدار نسبت به گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ تفاوت معنی‌داری را داشت.

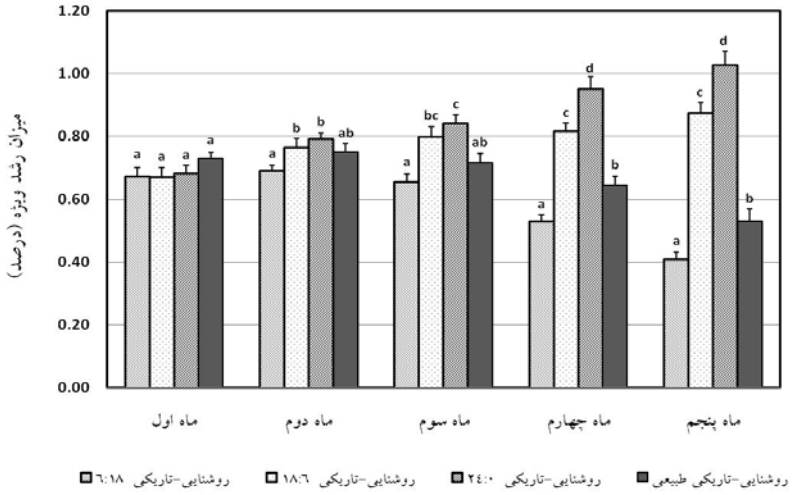
اختلاف معنی‌دار بین میانگین وزن ماهیان گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ با ماهیان گروه کنترل از ماه سوم تحقیق شروع شد و این روند تا انتهای آزمایش ادامه یافت. لازم به ذکر است که میانگین وزن بدن ماهیان گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ تا ماه چهارم مطالعه هیچگونه اختلاف معنی‌داری را با گروه کنترل نشان نداد و تنها این اختلاف معنی‌دار در ماه آخر تحقیق، یعنی ماه پنجم مشخص شد. از ماه سوم آزمایش، کمترین میانگین وزن بدن در گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ اندازه‌گیری شد و این روند تا آخرین ماه‌این بررسی ادامه یافت. در طول آزمایش در تمام گروه‌های آزمایشی تلفات جزئی مشاهده شد ولی در هیچ گروهی این تلفات روندی وابسته و منظمی را نشان نداد.

در گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۲۴:۰، بالاترین میزان رشد ویژه (۰/۰۴ ± ۱/۰۳ درصد در روز) مشاهده شد (شکل ۴). کمترین میزان رشد ویژه با مقدار ۰/۰۲ ± ۰/۴۱ درصد در گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ ثبت شد که‌این مقدار در مقایسه با سایر گروه‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود. میزان رشد ویژه در هر دو گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ در مقایسه با دو گروه کنترل و روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ به طور معنی‌داری بیشتر بود. از دومین ماه مطالعه، گروه آزمایشی که تحت شرایط روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ قرار داشت، در مقایسه با دو گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶، میزان رشد ویژه کمتری را داشت که‌این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود و روند آن تا انتهای آزمایش به همان صورت باقی ماند (شکل ۴). این اختلاف بین گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ و گروه کنترل از چهارمین ماه آزمایش شروع شد و در پنجمین ماه نیز دیده شد.

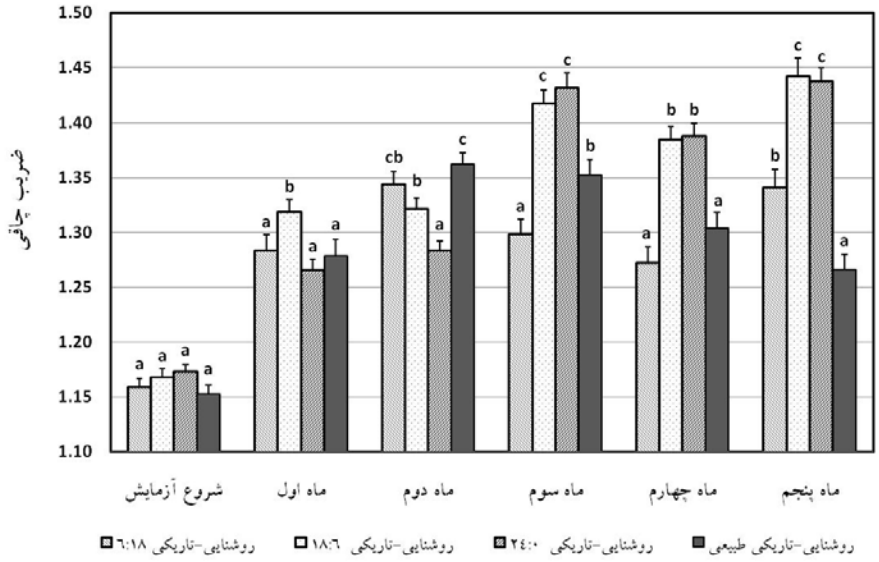
بیشترین ضریب وضعیت بدن در دو گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و ۱۸:۶ به ترتیب ۰/۰۱ ± ۱/۴۴ و ۰/۰۲ ± ۱/۴۴ اندازه‌گیری شد در حالیکه ماهیان گروه کنترل کمترین ضریب وضعیت را نشان دادند که‌این مقدار ۰/۰۱ ± ۱/۲۷ بود (شکل ۵). همچنین مقدار ضریب وضعیت بدن در گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ برابر با ۰/۰۲ ± ۱/۳۴ به دست آمد که‌این مقدار به طور معنی‌داری بیش از گروه کنترل و کمتر از دو گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و ۱۸:۶ بود. بررسی‌های آماری بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در بین گروه‌های روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و نیز ۱۸:۶ با گروه‌های کنترل و روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ بود. همچنین گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ با گروه کنترل نیز از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- میانگین میزان رشد ویژه در گروه‌های مختلف آزمایشی



شکل ۵- میانگین ضریب چاقی (درصد) در گروه‌های مختلف آزمایشی

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که روند تکامل تخمک‌ها در ماهی ماده قزل‌آلای رنگین کمان در گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و همچنین گروه روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ به تاخیر افتاده و در نتیجه ماهیان این گروه‌های آزمایشی دارای تخمک‌هایی با قطر کمتر و همچنین ضریب گناد به وزن بدن کمتری در مقایسه با دو گروه دیگر می باشند. نتایج حاصل از این بررسی تائید کننده نتایج به دست آمده از کاربرد دوره‌های نوری مداوم در ماهیان دیگر از جمله ماهی آزاد اقیانوس اطلس می‌باشد (Peterson and Harmon, 2005). در این مطالعه ذکر شده، قرار دادن ماهیان آزاد به

www.SID.ir

Archive of SID

مدت ۶ ماه در معرض روشنایی مداوم باعث گردید تا افزایش میزان ضریب گناد به وزن بدن در این ماهیان متوقف شود. همچنین در یک مطالعه دیگر که بر روی ماهی کاد (*Gadus morhua*) صورت گرفت، استفاده از دوره روشنایی مداوم باعث شد که قطر تخمک‌ها در مقایسه با گروه کنترل کمتر باشد و تخمک این ماهیان در مرحله تکاملی کورتیکال آلوئولار متوقف شوند(Hansen, *et al.*, 1995). در این بررسی‌ها، استفاده از دوره‌های نوری ثابت با مدت زمان روشنایی بلند مدت، روند تکامل تخمک را به طور معنی‌داری به تاخیر انداخت.

از آنجائی‌که پروتئین زرده بیش از ۸۰ الی ۹۰ درصد وزن خشک تخمک را در اکثر ماهیان استخوانی به خود اختصاص می دهد لذا تولید زرده به عنوان مهمترین عامل رشد تخمک در نظر گرفته می شود(Selman and Wallace, 1989). به همین دلیل افزایش قطر تخمک‌ها در طی مراحل تکامل گنادی می‌تواند به طور عمده به دلیل جذب زرده ساخته شده توسط سلول های کبدی و ورود آنها به داخل تخمک‌ها باشد. در نتیجه ورود زرده به داخل تخمک‌ها، یک افزایش قابل توجه در حجم و اندازه تخمک‌ها مشاهده می شود. همچنین در این مرحله به واسطه افزایش حجم تخمک‌ها، میزان ضریب گناد به وزن بدن نیز بسته به نوع ماهی افزایش چشمگیری خواهد داشت. در گروه‌های آزمایشی که در تحت شرایط روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و یا روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ بودند قطر تخمک در دومین ماه آزمایش بیش از دو گروه کنترل و روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ بود. با توجه به‌اینکه در این زمان قطر تخمک‌ها در دو گروه آزمایشی دوره روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و دوره روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ به ترتیب ۰/۰۳ ± ۰/۵۶ و ۰/۰۳ ± ۰/۶۶ میلیمتر بود و مطالعات دقیق تر نشان داد که‌این تخمک‌ها در مرحله تکاملی قبل از زرده سازی قرار دارند و هنوز مرحله زرده سازی و زرده گیری صورت نگرفته است (بر اساس داده‌های منتشر نشده)، لذا این افزایش قطر را نمی‌توان به جذب زرده و تکامل بیشتر تخمک‌ها نسبت داد. احتمالاً تخمک‌های ماهیان این گروه‌های آزمایشی در تحت شرایط نوری با مدت زمان های طولانی رشد داخلی بیشتری را نشان داده و در واقع زرده سازی داخلی در این ماهیان تحریک شده است. این روند تحریکی یک روند طولانی نبوده و تنها به صورت مرحله‌ای قابل بررسی است، چراکه در ماه بعد، یعنی در سومین ماه آزمایش، دو گروه تحت تاثیر دوره روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و دوره نوری با روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ کمترین قطر تخمک را به خود اختصاص دادند و گروه‌های کنترل و روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ به طور معنی‌داری دارای تخمک‌های بزرگتری بودند. این روند تا پایان این مطالعه برقرار بود به طوری که در آخرین ماه نمونه‌برداری نیز همچنان گروه‌های کنترل و روشنایی-تاریکی ۶:۱۸، به طور معنی‌داری دارای تخمک‌های بزرگتری در مقایسه با دو گروه دیگر بودند.

در بسیاری از مطالعات، کاربرد دوره‌های نوری بلند مدت و همچنین دوره‌های نوری مداوم باعث گردیده تا روند تکامل گنادی در ماهیان تحت تاثیر، به تاخیر بیافتد و در واقع در این ماهیان تخمک‌ها تنها تا مرحله قبل از زرده سازی (پری ویتلوژنیک) رشد نمایند و سپس روند رشد در این تخمک‌ها به شدت افت نماید (Mandiki *et al.*, 2007; Taranger *et al.*, 2007). در بسیاری از مطالعات، ماهیانی که تحت شرایط نوری با دوره روشنایی بلند مدت قرار گرفتند، روند تکامل گنادی در آنها به شدت کاهش یافت (Davie *et al.*, 2007; Felip *et al.*, 2008). در برخی از این مطالعات، قرار دادن ماهیان تحت شرایط نوری با روشنایی مداوم باعث گردید تا تخمک‌ها تنها تا مرحله قبل از زرده سازی رشد کنند(Taranger *et al.*, 2007) که نتایج حاصل از این مطالعه تائید کننده‌این مطلب است. نکته مشترک در تمام این بررسی‌ها این مورد است که اعمال نمودن دوره‌های نوری با مدت زمان روشنایی بلند مدت یک تاثیر کند کننده در روند تکامل تخمک و رسیدگی آن دارد. هر چند نتایج حاصل از برخی از مطالعات متفاوت با نتایج حاصل از این بررسی می‌باشد. در مطالعه ای که Dey *et al.*, (2005) بر روی کپور هندی (*Catla catla*) انجام داد، استفاده از دوره‌های نوری

www.SID.ir

Archive of SID

بلند مدت باعث تسریع روند رسیدگی جنسی و تکامل سریع تر گنادها شد. احتمالاً می‌توان این تفاوت را از دو جهت مورد بررسی قرر داد. اولاً گونه‌ای که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفته است یک گونه گرمابی بوده و فصل تولید مثل و همچنین زمان شروع رسیدگی جنسی و مدت زمان تکامل گنادها در این گونه با ماهی قزل‌آلای رنگین کمان متفاوت می‌باشد. در نتیجه استفاده از دوره‌های نوری یکسان نتایج متفاوتی را در این دو گونه به دنبال خواهد داشت. ثانیاً، استفاده از دوره نوری و نحوه کاربرد آن و همچنین مدت زمان استفاده از آن نیز در این تحقیق متفاوت بوده به نحوی که استفاده از دوره‌های نوری با مدت زمان روشنایی بلند مدت در مرحله قبل از تخم ریزی و همچنین در مراحل بعد از تخم ریزی و آماده شدن گنادها به منظور ورود به مرحله جدید تاثیرات محرک داشته است (Dey *et al.*, 2005).

روند تکامل گنادی به طور کلی تحت تاثیر هورمون های اصلی محور مغز - هیپوفیز - گناد کنترل شده و ترشح هورمون های مربوط به‌این محور باعث می گردد تا این روند فیزیولوژیک، یعنی روند تکامل گنادی فعال شود. زمانی که در دوره‌های روشنایی و تاریکی اختلال ایجاد می شود و این اختلال ثابت و بلند مدت باشد، بسته به مرحله تکاملی گناد، تاثیرات مختلفی را می‌توان مشاهده نمود. زمانی که مرحله تکاملی تخمک در مراحل اولیه و قبل از زرده سازی است، در شرایط طبیعی، تحریک های صورت گرفته بر روی محور مغز - هیپوفیز - گناد باعث می شود تا هورمون های موثر بر تولید مثل در نهایت بر روی گنادها تاثیر گذاشته و تکامل تخمک را تحریک نماید. اما وقتی دوره‌های تاریکی از یک گروه آزمایشی حذف می شود و یا مدت زمان آن به شدت کاهش می یابد، در واقع ترشح هورمون ملاتونین از غده پینه آل متوقف و یا مدت زمان ترشح آن متناسب با میزان کاهش دوره تاریکی، کاهش می یابد (Ekstrom and Meissl, 1997; Falcon *et al.*, 2007). گیرنده‌های هورمون ملاتونین تاکنون در هر یک از سطوح مغز - هیپوفیز - گناد تشخیص داده شده اند(Balik *et al.*, 2004; Falcon *et al.*, 2007). زمانی که دوره روشنایی از طول روز بلند به طول روز کوتاه تغییر می یابد، روند تکامل گنادی تحریک می شود که‌این تحریک احتمالاً به دلیل افزایش زمان ترشح هورمون ملاتونین از طریق تاثیر بر هورمون های گنادوتروپینی مترشحه از هیپوفیز بر کنترل رشد و تکامل گنادها می‌باشد (Falcon *et al.*, 2007).

با توجه به‌اینکه در این مطالعه، دوره‌های نوری مختلف، یعنی گروه روشنایی-تاریکی ۲۴:۰، گروه روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸، همگی در طول آزمایش ثابت بودند، و نیز از آنجائی‌که که نور فاکتور اصلی و تعیین کننده در تولید و ترشح هورمون ملاتونین و عامل کنترل کننده آن محسوب می شود(Falcon *et al.*, 2007) ، می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که در گروه‌های فوق، زمان ها و مقادیر مختلف ترشح هورمون ملاتونین نیز وجود داشته است (Falcon *et al.*, 2007) به طوری که در تمام طول آزمایش، در گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۲۴:۰، سطح هورمون ملاتونین در حداقل نگه داشته شده در حالیکه در گروه‌های روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و ۶:۱۸ به ترتیب مدت زمان کم تولید و ترشح هورمون ملاتونین و زمان طولانی تولید و ترشح این هورمون برقرار بوده است. از آنجائی‌که در بسیاری از بررسی‌ها و مطالعات تاثیر هورمون ملاتونین بر روند رسیدگی جنسی و تحریک این روند مشخص شده است، لذا می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که احتمالاً کاهش دوره تاریکی و افزایش دوره روشنایی باعث کم تر شدن مدت زمان تولید و ترشح هورمون ملاتونین شده و در نتیجه تاثیرات تحریکی این هورمون بر روند تکامل گنادها حذف می شود.

میانگین وزن بدن و میزان رشد ویژه در ماهیان گروه‌های مختلف آزمایشی و نیز گروه کنترل در این مطالعه نشان می دهد که رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در تحت شرایط دوره روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و نیز روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ در مقایسه با دوره‌های روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ و نیز دوره روشنایی-تاریکی طبیعی تحریک شده و روند آن افزایش می یابد. تا کنون تاثیر محرکی دوره‌های نوری با مدت زمان

www.SID.ir

Archive of SID

روشنایی طولانی بر روی میزان رشد در گونه‌های مختلفی از ماهیان گزارش شده است (Imsland *et al.*, 2006; Rad *et al.*, 2006; Taylor and Migaud, 2009) همچنین افزایش رشد بدن در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در تحت شرایط دوره نوری مداوم توسط Randall *et al.*, (2001) گزارش شده است.

بررسی نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد که بعد از گذشت ۲ ماه از شروع آزمایش، میانگین وزن در گروه‌های مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد اما در همین زمان میزان رشد ویژه در گروه روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ به طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌ها بود. در سومین ماه آزمایش گروه تیماری تحت تاثیر دوره نوری با مدت زمان روشنایی ۶ ساعت، همچنان دارای کمترین میانگین وزن بدن بود. در همین زمان ضریب وضعیت بدن نیز در این گروه به طور معنی‌داری کمتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود. میزان رشد ویژه‌این گروه در ماه سوم نسبت به دو گروه آزمایشی روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ به طور معنی‌داری کمتر بود اما با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. نکته قابل توجه‌اینکه در ماه سوم، در همین گروه بیشترین میانگین قطر تخمک نیز مشاهده شد. بعد از گذشت ۴ ماه از آزمایش این تغییرات روند واضح تری را به خود گرفت به صورتی که در گروه آزمایشی تحت تاثیر دوره روشنایی-تاریکی ۶:۱۸، میانگین وزن در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی کمتر بود. در همین زمان میزان رشد ویژه نیز در این گروه کمتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود. ضریب وضعیت بدن نیز در این ماه در این گروه به طور معنی‌داری کمتر از گروه‌های آزمایشی با دوره روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ بود اما با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در بررسی‌های دقیق تر مشخص شد که در این گروه، در همین ماه قطر تخمک در مقایسه با گروه‌های آزمایشی با دوره روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ دارای میانگین بیشتری بوده و میزان ضریب گناد به وزن بدن نیز بالاتر از دو گروه قبل بود.

افزایش رشد در ماهیانی که در تحت شرایط دوره‌های نوری بلند مدت و یا روشنایی مداوم بودند به چند دلیل می‌تواند باشد. در دوره‌های نوری بلند تر احتمالاً استفاده و ذخیره انرژی حاصل از غذا بهتر از دوره‌های نوری کوتاه تر صورت می گیرد. به همین دلیل در دوره‌های نوری بلندتر میزان رشد بدن و همین طور ضریب رشد ویژه که بیانگر رشد بهتر و بالاتر بودن راندمان مصرف انرژی در راستای رشد بدن می‌باشد، بیشتر از گروه‌های دیگر آزمایشی است (Biswas *et al.*, 2002)

در بررسی‌های صورت گرفته در مورد ماهی تیلاپیا، استفاده از دوره‌های نوری بلند مدت باعث افزایش رشد بدن و ذخیره بیشتر انرژی در مقایسه با دوره‌های نوری کوتاه مدت شد که نتایج حاصل از این مطالعه نیز تائید کننده‌این نتایج می‌باشد (Biswas and Takeuchi, 2002; Biswas *et al.*, 2002).

از طرفی در مقایسه بین گروه آزمایشی دوره روشنایی-تاریکی ۶:۱۸ و کنترل با گروه‌های تحت تاثیر دوره روشنایی-تاریکی ۲۴:۰ و همچنین دوره روشنایی-تاریکی ۱۸:۶، کمتر بودن میزان رشد و همچنین رشد ویژه و بیشتر بودن قطر تخمک و بالاتر بودن ضریب گناد به وزن بدن در این گروه‌ها نشان دهنده پیشرفته تر بودن مراحل رسیدگی گنادها (داده‌های منتشر نشده) در این گروه‌ها و در نتیجه بیشتر بودن مصرف انرژی در جهت رشد گنادها می‌باشد که احتمالاً این روند با کاهش بازده تغذیه و نیز فعالیت تغذیه‌ای موجود نیز همراه است. نتایج تحقیقات Imsland (1999) و Leclercq (1994) تائید کننده این موضوع است.

یکی دیگر از عوامل کمتر بودن رشد در این گروه‌ها می‌تواند پیشرفته تر بودن مراحل رسیدگی جنسی در این گروه‌ها باشد، چرا که در مراحل رسیدگی جنسی پیشرفته تر، میزان تولید و ترشح استروئیدهای جنسی نیز بیشتر است. از طرفی وجود مقادیر بالا از استروئیدهای جنسی معمولاً به عنوان عامل محدود کننده رشد عمل می کند که‌این روند احتمالاً به دلیل عملکرد متقابل این هورمون ها با هورمون های رشد

www.SID.ir

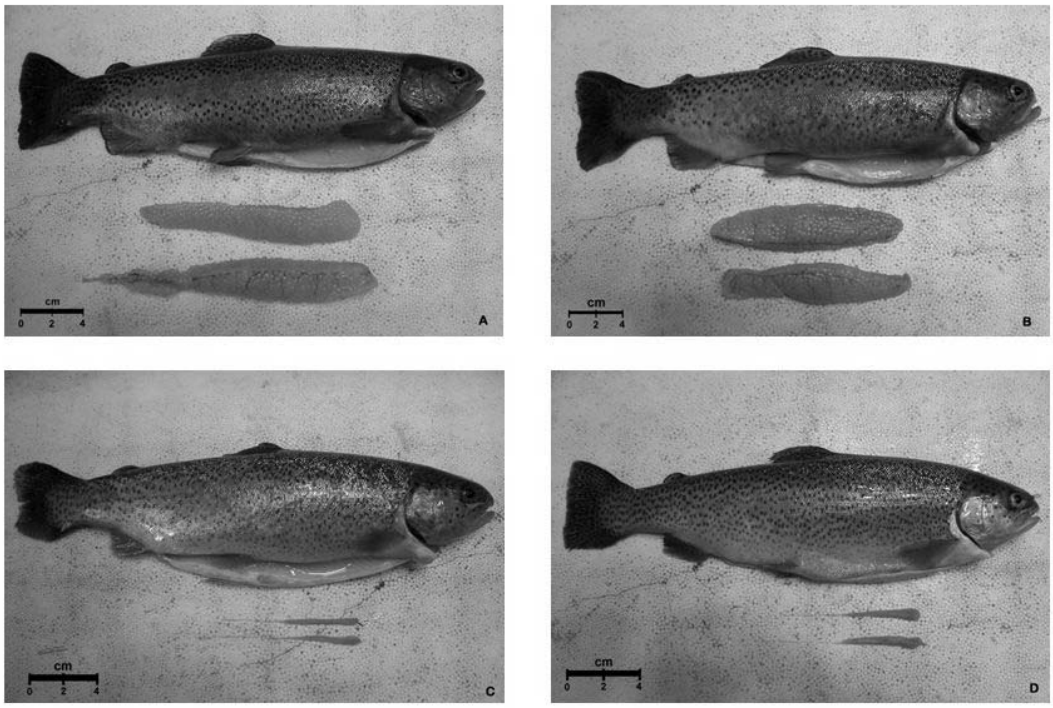
Archive of SID

می‌باشد (Hulata *et al.*, 1985). در نتیجه، انرژی حاصل از مصرف غذا در این زمان بیشتر به سمت تکامل و رشد گنادها هدایت شده و رشد بدن نسبت به مراحل قبل یا متوقف شده و یا کمتر می شود. در این مطالعه استفاده از دوره‌های نوری بلند مدت و مداوم با تاثیر بر روند تکامل گنادها و کند شدن این مراحل، تائید کننده انتقال انرژی مورد نیاز برای رشد گنادها به سمت رشد بدن بوده و در نتیجه در این گروه‌ها ما شاهد افزایش وزن بدن و میزان رشد ویژه می باشیم.

داده‌های حاصل از این تحقیق نشان می دهد که کاربرد دوره‌های نوری با مدت زمان روشنایی طولانی در مرحله زرده سازی تخمک در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان باعث کند شدن مراحل رشد و تکامل تخمک در این ماهی می شود. همچنین استفاده از دوره‌های نوری با مدت زمان روشنایی طولانی باعث تحریک رشد در این ماهی شده و ماهیان تحت تاثیر دوره‌های نوری با مدت زمان روشنایی بلند مدت دارای میانگین وزن بیشتری در مقایسه با ماهیان گروه کنترل و همچنین ماهیان تحت تاثیر دوره‌های نوری با مدت زمان روشنایی کوتاه مدت می باشند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از جناب آقای مهندس رضوانی رئیس مرکز تکثیر و پرورش آزادماهیان شهید باهنر کلاردشت، جناب آقای مهندس گلشاهی کارشناس و مسئول بخش قزل‌آلای رنگین کمان مرکز و سایر دوستان که در انجام این تحقیق به نحوی ما را یاری نمودند کمال تشکر را داریم.



شکل ۲- نمونه‌ای از گناد ماهیان در گروه‌های مختلف تیماری (A: گروه تیماری کنترل، B: گروه تیماری روشنایی-تاریکی ۱۸:۶، C: گروه تیماری روشنایی-تاریکی ۱۸:۶ و D: گروه تیماری روشنایی-تاریکی ۲۴:۰)

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

- Balik, A., Kretschmannova, K., Mazna, P., Svobodova, I., Zemkova, H., 2004. Melatonin action in neonatal gonadotrophs. Physiological Research 53, 153-166.
- Biswas, A.K., Endo, M., Takeuchi, T., 2002. Effect of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed young tilapia *Oreochromis niloticus*: part I. Fisheries Science 68, 465-477.
- Biswas, A.K., Takeuchi, T., 2002. Effects of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Orochromis niloticus*: part II. Fisheries Science 68, 543–553.
- Biswas, A.K., Takeuchi, T., 2003. Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth of Nile tilapia *Orochromis niloticus* L. Fisheries Science 69, 1010–1016.
- Busacker, G.P., Adelman, I.R., and Goolish, E.M., 1990. Growth. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (Eds.), Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, pp. 363 – 382.
- Davie, A., Mazorra de Quero, C., Bromage, N., Treasurer, J., Migaud, H., 2007. Inhibition of sexual maturation in tank reared haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) through the use of constant light photoperiods. Aquaculture 270, 379-389.
- Dey, R., Bhattacharya, S., Maitra, S.K., 2005. Importance of Photoperiods in the Regulation of Ovarian Activities in Indian Major Carp *Catla catla* in an Annual Cycle Journal of Biological Rhythms 20, 145-158.
- Ekström, P., Meissl, H., 1997. The pineal organ of teleost fishes. Reviews in fish biology and fisheries 7, 199-284.
- Falcon, J., Besseau, L., Sauzet, S., Boeuf, G., 2007. Melatonin effects on the hypothalamo-pituitary axis in fish. Trends in Endocrinology and Metabolism 18, 81-88.
- Felip, A., Zanuy, S., Muriach, B., Cerdá-Reverter, J.M., Carrillo, M., 2008. Reduction of sexual maturation in male *Dicentrarchus labrax* by continuous light both before and during gametogenesis. Aquaculture 275, 347-355.
- Gines, R., Afonso, J.M., Argüello, A., Zamorano, M.J., Lopez, J.L., 2003. Growth in adult gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) as a result of interference in sexual maturation by different photoperiod regimes. Aquaculture Research 34, 73–83.
- Gines, R., Afonso, J.M., Argüello, A., Zamorano, M.J., Lopez, J.L., 2004. The effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Research 35, 1207–1212.
- Hansen, T., Kjesbu, O.S., Holm, J.C., Karlsen, O., 1995. Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. In: Goetz, F.W., Thomas, P. (Eds.), Fifth international symposium on the reproductive physiology of fish, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, U.S.A., pp. 186.
- Hulata, G., Wohlfarth, G., Moav, R., 1985. 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, 95-103.
- Imsland, A.K., 1999. Sexual maturation in turbot (*Scophthalmus maximus*) is related to genotypic oxygen affinity: experimental support to Pauly's (1984) juvenile-to-adult transition hypothesis. ICES Journal of Marine Science 56, 320–325.
- Imsland, A.K., Foss, A., Stefansson, S.O., Mayer, I., Norberg, B., Roth, B., and Jenssen, M., 2006. Growth, feed conversion efficiency and growth heterogeneity in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) reared at three different photoperiods. Aquaculture Research 37, 1099–1106.
- Jonassen T.M., Imsland A.K., Kadowaki S. & Stefansson S.O., 2000. Interaction of temperature and photoperiod on growth of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. Aquaculture Research 31, 219-227.
- Kause, A., Ritola, O., Paananen, T., Mantysaari, E., and Eskelinen, U. 2003. Selection against early maturity in large rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: the quantitative genetics of sexual dimorphism and genotype-by-environment interactions. Aquaculture 228, 53– 68.

www.SID.ir

Archive of SID

- Leclercq, D., 1994. Turbot broodstock management: a key point to mid-term progress of the turbot industry. In: Lavens, P., Remmerswaal, R.A.M. (Eds.), Turbot Culture: Problems and Prospects. European Aquaculture Society, Ghent, Belgium, pp. 3 – 13.

- Longalong, F.M., Eknath, A.E., Bentsen, H.B., 1999. Response to bi-directional selection for frequency of early maturing females in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 178, 13–25.

- Lundqvist, M., 1980. Influence of photoperiod on growth in Baltic salmon parr with special reference to the effect of precocious sexual maturation. Canadian Journal of Zoology 58, 940-944.

- Mandiki, S.R., Hubermont, P., Rougeot, C., Mélard, C., Kestemont, P., 2007. In vivo and in vitro ovarian sensitivity to gonadotropin in Eurasian perch *Perca fluviatilis* maintained under constant photothermal conditions. In: Roudaut, G., Labbé, C., Bobe, J. (Eds.), 8th international symposium on reproductive physiology of fish, Saint Malo - France, pp. 214.

- Oppedal, F., Taranger, G.L., Juell, J-E., Hansen, T., 1999. Growth, osmoregulation and sexual maturation of under yearling Atlantic salmon (*Salmo salar*) exposed to different intensities of continuous light in sea cages. Aquaculture Research 30 (7), 491–499.

- Peterson, R.H., Harmon, P.R., 2005. Changes in condition factor and gonadosomatic index in maturing and non-maturing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Bay of Fundy sea cages, and the effectiveness of photoperiod manipulation in reducing early maturation. Aquaculture Research 36, 882-889.

- Rad, F., Bozaoglu, 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.

- Randall, C., North, B., Futter, W., Porter, M., Bromage, N., 2001. Photoperiod effects on reproduction and growth in rainbow trout. Trout News 32, 12–16.

- Rodriguez, L., Zanuy, S., Carrillo, M., 2001. Influence of day length on the age at first maturity and somatic growth in male sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture 196, 159–175.

- Selman, K., Wallace, R.A., 1989. Cellular Aspects of Oocyte Growth in Teleosts. Zoological Science 6, 211-231.

- Taranger, G.L., Mittelholzer, C., Karlsen, O., Andersson, E., Schulz, R., Norberg, B., 2007. Mechanisms controlling the onset of puberty in female Atlantic Cod - Effects of photoperiod (*Gadus morhua*). In: Roudaut, G., Labbé, C., Bobe, J. (Eds.), 8th international symposium on reproductive physiology of fish, Saint Malo - France, pp. 117.

- Taylor, J., Migaud, H., 2009. Timing and duration of constant light affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth during autumn–spring grow-out in freshwater. Aquaculture Research 40, 1551–1558.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of long and short-term photoperiods on oocyte development and body growth rate in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

A. Noori[*1], B. Mojazi Amiri[2], A.Mirvaghefi[3], Gh. Rafiee[4] and M. Hedayati[5]

[1] Ph. D. Graduated, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

[3] Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

[4] Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

[5] Centre of Endocrinology and Metabolism, Shahid Beheshti Medical University, Tehran, I.R. Iran

(Received: 15 March 2010, Accepted: 03 August 2010)

Abstract

Effects of different artificial photoperiods were investigated on gonadal development and somatic growth in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Two years old females (279.94 ± 2.25 gr BW [mean ± SE]) were subjected to three different artificial photoperiods for 5 months, starting from August 2008. Constant light photoperiod (LD 24:0), long-day photoperiod (LD 18:6) and short-day photoperiod (LD 6:18) were considered as artificial regimes and ambient photoperiod was considered as the control group. At the end of the experiment, significant differences were found in gonadosomatic indice (GSI) and oocyte diameter between both control and LD 6:18 groups with LD 18:6 and LD 24:0 groups ($P < 0.05$). The highest body weight (635.45 ± 16.19 g) and specific growth rate (SGR) (1.03 ± 0.04 gr/day) were recorded in LD 24:0 compared with the other groups ($P < 0.05$). The specimens subjected to LD 24:0 and LD 18:6 photoperiods, had the highest condition factor, which were 1.44 ± 0.01 and 1.44 ± 0.02, respectively; while this value for the control and those subjected to LD 6:18 were 1.27 ± 0.01 and 1.34 ± 0.02, respectively. We conclude that long light photoperiod during gonadal development is one of the effective methods for retarding gonadal development and inducing somatic growth in rainbow trout.

Keywords: rainbow trout, photoperiods, gonadosomatic indice, fish farming, gonadal development

*Corresponding author: Tel: +98 912 5186031 , Fax: +98 761 7660014 , E-mail: nooryahmad@gmail.com

www.SID.ir