

اثر رژیم های مختلف نوری بر شاخص های انکوباسیون تخم تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus*

سمانه پورسعید^۱، بهرام فلاحتکار^{۲*}، ایرج عفت پناه^۳

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، باشگاه پژوهشگران جوان، رشت، ایران
۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان
۳. مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور، سیاهکل، گیلان

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثر پنج رژیم نوری مختلف بر مراحل رشد و نمو جنینی، بازماندگی و درصد تفریح تخم تاسماهی ایرانی صورت گرفت. جهت انجام این مطالعه، پنج رژیم نوری شامل ۲۴ ساعت تاریکی (00L:24D)، ۸ ساعت روشنایی: ۱۶ ساعت تاریکی (08L:16D)، ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی (12L:12D)، ۱۶ ساعت روشنایی: ۸ ساعت تاریکی (16L:08D) و ۲۴ ساعت روشنایی (24L:00D) با سه تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. اختلاف معنی داری در مراحل بلاستولا، گاسترولا و نورولا مشاهده شد. همچنین اختلاف معنی داری در میزان تفریح، تلفات و تخم های قارچی بین تیمارها وجود داشت. کمترین میزان قارچ زدگی نیز در تاریکی مطلق ($2/4 \pm 0/2$) و بیشترین در تیمار 12L:12D ($14/1 \pm 1/2$) مشاهده شد. بالاترین درصد تلفات در تیمار 12L:12D ($38/4 \pm 1/4$) و کمترین در 16L:08D ($10/9 \pm 0/9$) مشاهده شد. بیشترین درصد تفریح در تیمارهای 16L:08D ($88/8 \pm 3/9$) مشاهده شد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت. جنین های که تحت تأثیر رژیم نوری 12L:12D و 08L:16D قرار داشتند زودتر از سایر تیمارها تفریح شدند (۷ روز بعد از لقاح) با این حال تفریح انبوه لاروها در تیمار 16L:08D نه روز بعد از لقاح مشاهده شد. جنین های که تحت تأثیر تاریکی مطلق قرار داشتند در زمان تفریح اندازه کوچکتری داشتند و مساحت کیسه زرده و بدن آنها در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بود. بنابراین با توجه به تلفات کم در طول دوره انکوباسیون و درصد بالای تفریح، رژیم نوری 16L:08D و یا تاریکی مطلق بسته به زمان تفریح انبوه، انرژی در دسترس و ارزان و کیفیت لارو استحصال، برای انکوباسیون تخم تاسماهی ایرانی پیشنهاد می شود.

واژگان کلیدی: تاسماهی ایرانی، تخم، شاخص های انکوباسیون، رژیم های نوری

۱. مقدمه

تکثیر مصنوعی و پرورش لارو تاسماهیان با دو هدف حفظ و ارزیابی ذخایر و پرورش در محیط‌های بسته طی دو دهه اخیر روند رو به رشدی داشته است. در این بین میزان ذخایر وحشی موجود در دریا به دلایلی چند از جمله آلودگی‌های زیست محیطی، تخریب زیستگاه‌ها و مناطق تخم ریزی، و صید بی رویه و غیر قانونی در معرض خطر و نابودی قرار گرفته است (Bronzi et al., 2009). بنابراین به منظور بهره برداری مداوم از ذخایر تاسماهیان یافتن راه‌حلهایی برای افزایش بازماندگی، ازدیاد نسل و بهبود کارایی تکثیر و پرورش ضروری به نظر می‌رسد (Krasnidembskaya, 1993).

توسعه صنعت آبی پروری هر گونه به تولید انبوه ماهی از طریق تکثیر مصنوعی متکی می‌باشد. به منظور نائل شدن به این هدف، شناخت صحیح از نیازمندی‌های بیولوژیک و اکولوژیک هرگونه در هنگام تکثیر، لقاح، انکوباسیون و سایر مراحل رشد و نمو امری ضروری است تا بتوان میزان تولیدات را در تفریخگاه‌ها به حداکثر رساند. انکوباسیون تخم از مراحل حساسی است که امروزه توجه زیادی به آن شده است چرا که کارایی آن تحت تأثیر عوامل گوناگون در قبل، حین و پس از تکثیر می‌باشد. این مرحله، خود تابع عوامل درونی مشتق شده از مولدین و عوامل بیرونی می‌باشد. مطالعات جنین شناسی ماهیان نشان داده است که زمان تفریخ در ماهیان توسط محور عصبی تنظیم می‌شود (Schoots et al., 1983; Yamagami, 1988). همچنین برخی از عوامل محیطی نظیر غلظت اکسیژن محلول در آب (DiMichele and Taylor, 1980; Oppen-Berntsen et al., 1990)، درجه حرارت (سلیمانی و کریم آبادی، ۱۳۸۸؛ Brännäs, 1987; Iglesias et al., 1995; Kamler, 2002; Yang and Watanabe ۲۰۰۶؛ Chen, 2005; Lin et al., 2006) و شوری

(et al., 1998; Shi et al., 2008; Zhang et al., 2010)

بر مراحل انکوباسیونی و زمان تفریخ تأثیر دارند. یکی دیگر از فاکتورهای فیزیکی که ممکن است بر رشد و نمو جنین تأثیر بگذارد نور است. برخلاف سایر پارامترهای محیطی فوق الذکر، مطالعات بسیار اندکی در خصوص اثرات نور بر کمیت و کیفیت انکوباسیون تخم در ماهیان صورت پذیرفته است. نتایج همین مطالعات محدود روی تعدادی از ماهیان مهم پرورشی نظیر ماهی آزاد بالتیک، *Salmosalar*، (Brännäs, 1987)، آزاد چینوک، *Oncorhynchus chawytscha*، (Dey and Damkaer, 1990)، هالیبوت *Helvik and Walter, Hippoglossus hippoglossus*، (1992, 1993)، ماهی والای، *Theragrachalcogramma*، (Olla and Davis, 1993)، روغن ماهی هادوک، *Melanogrammus aeglefinus* (Downing and Litvak, 2002)، ماهی بادکنکی، *Takifugu obscurus* (Yang and Yang, 2004) و گربه ماهیان (Mino et al., 2008)، نشان داد که نور بر مراحل رشد و نمو جنینی، زمان تفریخ و حتی شناوری تأثیر می‌گذارد. نور با توجه به اکولوژی تخم هر گونه می‌تواند اثرات متفاوتی بر شاخص‌های انکوباسیونی تخم ماهیان داشته باشد. بنابراین با فرض اینکه رژیم‌های مختلف نوری می‌توانند روند انکوباسیونی و شاخص‌های مربوط به لقاح و تفریخ را تحت تأثیر خود قرار دهند این مطالعه اثر رژیم‌های نوری مختلف را بر رشد و نمو جنینی و زمان تفریخ تخم ماهی تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* به عنوان یک گونه در معرض خطر (IUCN, 2011) مورد مطالعه قرار داده است تا بتوان به بهبود تکنیک‌های انکوباسیونی تخم این گونه ارزشمند اقدام نمود.

۲. مواد و روش‌ها

استحصال تخم و شرایط کلی آزمایش:

این مطالعه در فروردین ۱۳۸۸ در کارگاه تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل انجام پذیرفت. جهت انجام این بررسی، از مولدین صید شده جهت تکثیر در مجتمع تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی استفاده گردید. از یک مولد ماده با وزن ۲۰ کیلوگرم و دو مولد نر با وزن متوسط ۱۲/۵ کیلوگرم که دارای کیفیت مناسبی از لحاظ تخمک (شاخص قطبیت هسته، اندازه تخمک و مشخصات ظاهری و مورفولوژیک؛ Dettlaff et al., 1993) و اسپرم (تحرك و تراکم اسپرماتوزوئید؛ Alavi et al., 2004) بودند استفاده گردید. جهت القای تخم ریزی، مولدین با روش‌های مرسوم تزریق شدند (آذری تاکامی، ۱۳۸۸). پس از اطمینان از اوولاسیون، ماهی ماده جهت استحصال تخمک به سالن تکثیر منتقل شد و به روش میکروسزاین ۲/۵ کیلوگرم تخمک‌های آن استحصال گردید (Conte et al., 1988) و اسپرم مولدین نر نیز به منظور لقاح به آن اضافه گردید. قبل از لقاح، در حدود یک گرم تخمک به صورت تصادفی از مولد ماده گرفته شد و تعداد تخمک در گرم محاسبه گردید که این میزان برابر ۵۶/۴ عدد بود. به ازای هر کیلوگرم تخمک

۱۰ میلی لیتر اسپرم اضافه گردید و به مدت ۵ دقیقه هم زده شد. سپس به منظور رفع چسبندگی، تخم‌ها به مدت ۲۵ دقیقه با گل رس شستشو داده شده و سپس ۲۰ دقیقه با آب معمولی شسته شد. در مرحله بعدی تخم‌های لقاح یافته به سالن انکوباسیون تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل منتقل شدند. تخم‌های لقاح یافته، به انکوباتور یوشچنکو (با ابعاد خارجی ۱۴×۳۸/۱×۵۰ و داخلی ۱۲/۸×۲۹/۳×۳۹ سانتی‌متر) که از قبل هر مخزن داخلی آن به ۴ بخش مساوی (هر بخش به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد) تقسیم شده بودند منتقل شدند. حجم آبیگیری در هر پاکت انکوباتور ۲۶/۷ لیتر و عمق آبیگیری ۱۴ سانتی متر بود. در مجموع از پنج پاکت انکوباتور برای این مطالعه استفاده گردید. شایان ذکر است که از آب رودخانه خرابود پس از رسوب گذاری در استخر مادر در طول دوره انکوباسیون استفاده گردید. پاکت‌ها از قبل با محلول پرمنگنات پتاسیم (۱۰ ppm) ضدعفونی و آب‌گیری شده بودند. تخم‌های لقاح یافته با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و به میزان تقریبی ۱۵ گرم در هر بخش ریخته شد. پارامترهای کمی و کیفی آب در طول دوره انکوباسیون مورد سنجش و اندازه گیری قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. پارامترهای کمی و کیفی آب در طول دوره انکوباسیون تخم تاسماهی ایرانی در تحقیق حاضر

پارامترهای کمی و کیفی آب	میانگین ± خطای معیار
دمای آب (درجه سانتی گراد)	۱۴/۴ ± ۰/۰۶
اکسیژن (میلی گرم در لیتر)	۸/۸ ± ۰/۰۴
اشباعیت اکسیژن (٪)	۸۶/۸ ± ۰/۴۶
pH	۸/۱ ± ۰/۰۱
دبی آب (لیتر در دقیقه)	۳/۵ ± ۰/۳

دوره های نوری:

به منظور بررسی اثرات رژیم های نوری مختلف بر عملکرد انکوباسیونی، پنج تیمار و سه تکرار برای هر تیمار به ترتیب ذیل در نظر گرفته شد:

۱. روشنایی مطلق (24L:00D)

۲. ۱۶ ساعت روشنایی - ۸ ساعت

تاریکی (16L: 08D)

۳. ۱۲ ساعت روشنایی - ۱۲ ساعت

تاریکی (12L:12D)

۴. ۸ ساعت روشنایی - ۱۶ ساعت

تاریکی (08L: 16D)

۵. تاریکی مطلق (00L:24D)

برای دوره های نوری از طریق لامپ های کم مصرف فلورسنت W ۲۸ با شدت نوری $1662/5 \pm 40/3$ (میانگین \pm خطای معیار) لوکس (TES, Light meter,) میانگین \pm خطای معیار) لوکس (TES, Light meter,) تأمین شد. این لامپ ها در فاصله ۳۵ سانتی متری از سطح آب قرار داشتند. از یونولیت برای پوشاندن واحدهای آزمایش به منظور ایجاد تاریکی مطلق و تنظیم سایر رژیم های نوری استفاده گردید. ضمناً برای روشن و خاموش شدن لامپ ها از تایمر (برق سارو، آمل، مازندران) استفاده شد.

نمونه برداری:

برای تعیین زمان دقیق نمونه برداری از تخم ها در مراحل بلاستولا، گاسترولا و نورولا از منحنی دتلاف استفاده شد (Dettlaff et al., 1993). نمونه برداری توسط پیپت دهانه گشاد از هر تکرار صورت گرفت که در هر مرحله ۱۰ عدد تخم به صورت تصادفی انتخاب و جهت بررسی های بعدی در فرمالین ۴٪ تثبیت شدند. شایان ذکر است در صد لقاح بعد از بسته شدن بلاستوپور در هر تکرار بر اساس فرمول ذیل محاسبه گردید:

۱۰۰ × تعداد کل تخم ها / تعداد تخم های لقاح

یافته = درصد لقاح

هفت روز بعد از لقاح، هر ۲ ساعت تیمارها به

منظور زمان تفریخ کنترل می شدند. برای محاسبه درصد تفریخ از رابطه زیر استفاده شد:

۱۰۰ × تعداد کل تخم های لقاح یافته / تعداد کل

لاروها = درصد تفریخ

همچنین برای محاسبه درصد قارچ زدگی و تلفات

نیز به طریقه مشابه عمل شد.

با خروج اولین لاروها از تخم ها، ۶ عدد لارو به صورت تصادفی از هر تکرار نمونه برداری و سپس توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. همچنین برای مقایسه شاخص های رشد لاروهای تازه تفریخ شده، ۵ عدد لارو از هر تکرار در فرمالین ۴٪ تثبیت شد. سپس اندازه گیری از طول بدن لارو، طول و عرض کیسه زرده توسط دستگاه استریومیکروسکوپ (مدل Olympus) که دارای عدسی چشمی مدرج بود صورت گرفت و با استفاده از فرمول زیر حجم کیسه زرده محاسبه شد (نظری و همکاران، ۱۳۸۸):

$$V=0.1667\pi LH^2$$

که در این فرمول، V حجم کیسه زرده، L طول

کیسه زرده و H ارتفاع کیسه زرده است.

همچنین از لاروها به وسیله استریومیکروسکوپ

مجهز به یک دوربین دیجیتالی (Japan, Nikon) با بزرگنمایی ۷ عکسبرداری صورت گرفت. سپس مساحت کل بدن و مساحت کیسه زرده با استفاده از نرم افزار Photoshop (Version.10) محاسبه گردید.

آنالیز آماری داده ها:

قبل از انجام آنالیز آماری، نرمال بودن داده ها با

استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد.

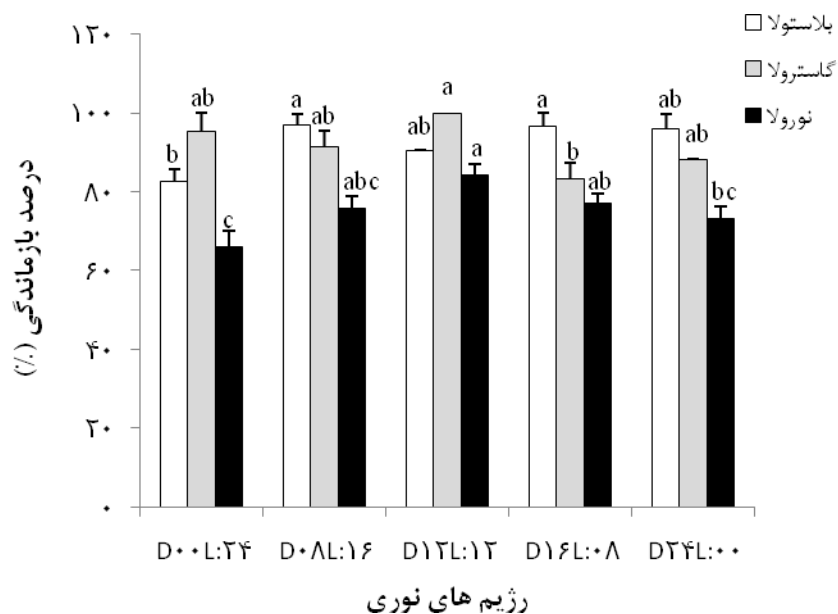
برای تجزیه و تحلیل داده ها از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) و برای مقایسه میانگین های

که بالاترین میزان بازماندگی تخم‌ها در مرحله بلاستولا با میزان ۹۶/۷ درصد در تیمار 16L:08D بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار 24L:00D با درصد بازماندگی ۸۲/۷ درصد داشت ($P<0.05$). بیشترین درصد بازماندگی در مرحله گاسترولاسیون در تیمار 12L:12D مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار 08L:16D نشان داد ($P<0.05$)، همچنین بیشترین درصد بازماندگی در مرحله نورولاسیون در تیمار 12L:12D و کمترین درصد آن در تیمار 00L:24D مشاهده گردید ($P<0.05$).

تیمارهای مختلف از آزمون چند دامنه Tukey در سطح اعتماد ۵٪ استفاده گردید (Zar, 1999). شایان ذکر است قبل از انجام تجزیه واریانس، داده‌های به صورت درصد ابتدا تبدیل به Arcsine شدند. از نرم افزار SPSS (Chicago, IL, USA, version 15) برای آنالیز آماری داده‌ها و Excel و Split Plat برای ترسیم نمودارها استفاده گردید. داده‌ها به صورت میانگین \pm خطای معیار آورده شده‌اند.

۳. نتایج

بررسی نتایج روند رشد تخم تاسماهی ایرانی در سه مرحله بلاستولا، گاسترولا و نورولا (نمودار ۱) نشان داد



نمودار ۱. درصد بازماندگی در تخم تاسماهی ایرانی تحت رژیم‌های مختلف نوری در مراحل انکوباسیونی. حروف غیر مشابه در هر مرحله نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

کمترین میانگین به تیمار 00L:24D با قارچ زدگی ۲/۴ درصد بود ($P<0.05$). همچنین بیشترین درصد تلفات مربوط به تیمار 12L:12D (۳۸/۴٪) و کمترین مربوط به تیمار 16L:08D (۱۰/۹٪) بود ($P<0.05$). اختلاف معنی‌داری در وزن و طول لاروها در زمان تفریخ مشاهده نشد (جدول ۲؛ $P<0.05$).

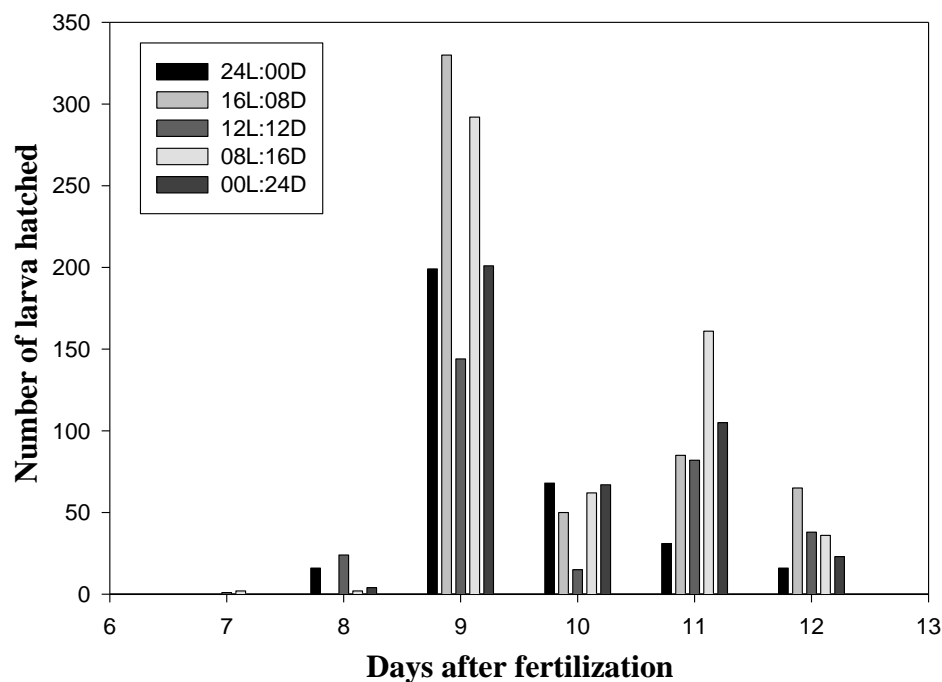
بیشترین میزان تخم گشایی ۸۸/۸ درصد بود که در تیمار 16L:08D بدست آمد و کمترین میزان آن در تیمار 12L:12D مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۲؛ $P<0.05$). بررسی درصد قارچ‌زدگی نشان داد که بالاترین درصد قارچ‌زدگی با میزان ۱۴/۱ در تیمار 12L:12D و

جدول ۲. شاخص های اندازه گیری شده در تخم تاسماهی ایرانی تحت رژیم های مختلف نوری در مرحله انکوباسیون (میانگین \pm خطای معیار). حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در آن پارامتر می باشد.

رژیم های نوری					شاخص
00L:24D	08L:16D	12L:12D	16L:8D	24L:00D	
87/5 \pm 1/4 ^a	78/9 \pm 4/4 ^{ab}	61/2 \pm 4/4 ^b	88/8 \pm 3/9 ^a	83/5 \pm 3/8 ^a	درصد تفریخ
2/4 \pm 0/3 ^c	11/1 \pm 1/5 ^{ab}	14/1 \pm 1/2 ^a	6/5 \pm 1/2 ^{bc}	9/4 \pm 1/6 ^{ab}	درصد قارچ زدگی
12/2 \pm 0/4 ^{cd}	21/1 \pm 1/1 ^{ab}	38/4 \pm 1/4 ^a	10/9 \pm 0/9 ^d	16/5 \pm 1 ^{bc}	درصد تلفات
12	12	11	12	12	وزن لارو (میلی گرم)
11/8 \pm 0/1	12/2 \pm 0/2	12/1 \pm 0/3	12/4 \pm 0/3	12/5 \pm 0/1	طول لارو (میلی متر)

میزان تفریخ در تیمار 16L:08D مشاهده شد (نمودار ۲).

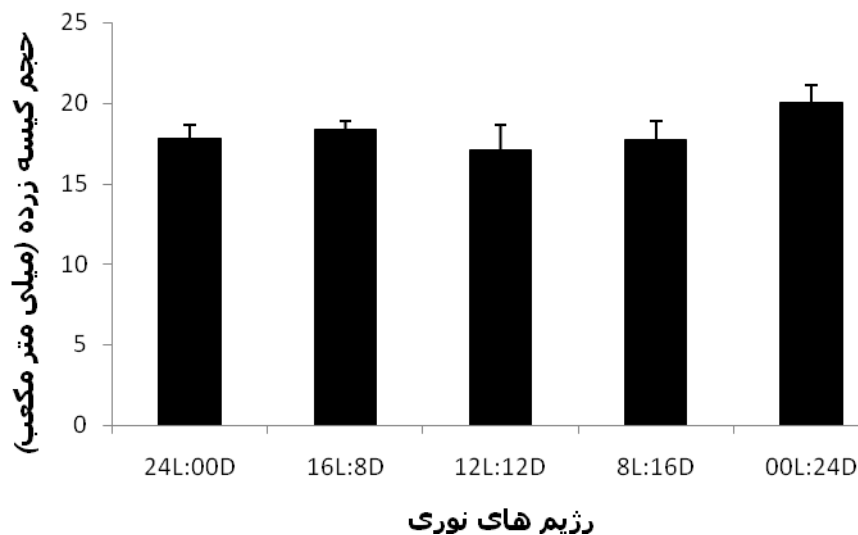
تفریخ لاروها هفت روز بعد از لقاح در دو تیمار 08L:16D و 12L:12D شروع شد اما بیش از ۵۰٪ لاروها، در روز نهم انکوباسیون تفریخ شدند. بیشترین



نمودار ۲. روند تفریخ در تخم تاسماهی ایرانی تحت رژیم های مختلف نوری در مراحل انکوباسیونی

حداقل حجم کیسه زرده ۱۷/۱ میلیمتر مکعب مربوط به تیمار 12L:12D بود (نمودار ۳؛ $P > 0.05$).

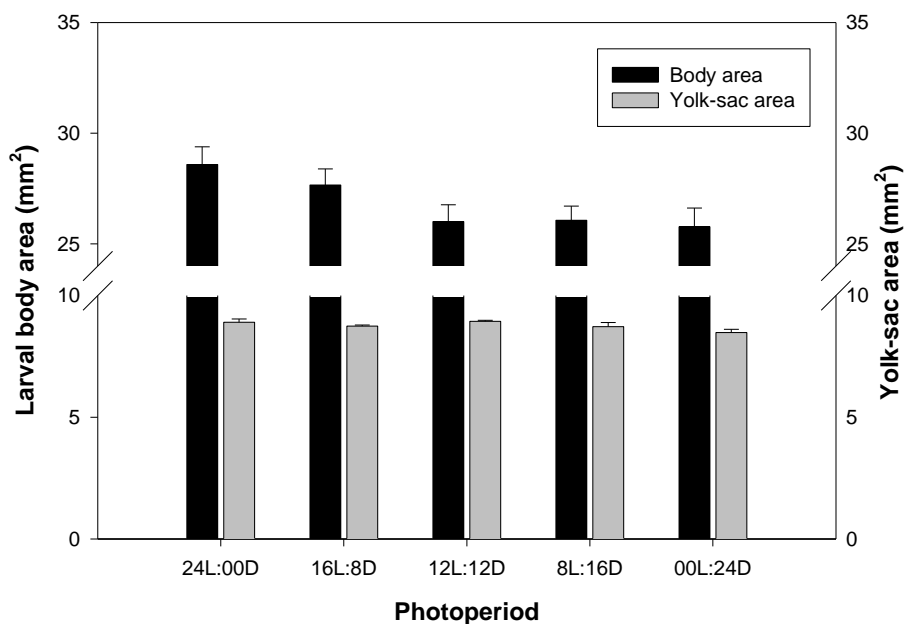
حداکثر حجم کیسه زرده لاروهای تازه تفریخ شده مربوط به تیمار 00L:24D با ۲۰/۱ میلی متر مکعب و



نمودار ۳. حجم کیسه زرده لاروهای تازه تفریخ شده تاسماهی ایرانی تحت رژیم‌های مختلف نوری در مراحل انکوباسیونی

همراه با افزایش طول دوره روشنایی مساحت بدن لارو نیز افزایش یافت بطوریکه بیشترین مساحت مربوط به تیمار 24L:00D با ۲۸/۵ میلی متر مربع و کمترین مساحت بدن ۲۵/۸ میلی متر مربع مربوط به تیمار 00L:24D بود (نمودار ۴؛ $P > 0.05$). اختلاف معنی‌داری در مساحت کیسه زرده در بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد (نمودار ۴؛ $P > 0.05$).

نمودار ۴. مساحت بدن و مساحت کیسه زرده لاروهای تازه تفریخ شده تاسماهی ایرانی تحت رژیم‌های مختلف نوری در مراحل انکوباسیونی. حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد.



نمودار ۴. مساحت بدن و مساحت کیسه زرده لاروهای تازه تفریخ شده تاسماهی ایرانی تحت رژیم‌های مختلف نوری در مراحل انکوباسیونی. حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

بررسی درصدبازماندگی تخم تاسماهی ایرانی در سه مرحله بلاستولا، گاسترولا و نورولا نتایج متفاوتی را در برداشت. کمترین درصد بازماندگی در مرحله بلاستولا در تیمار روشنایی مطلق مشاهده شد و با افزایش تقسیمات سلولی تیمار 12L:12D نتایج بهتری را نشان داد بطوریکه بیشترین درصد بازماندگی در مراحل گاسترولاسیون و نورولاسیون مربوط به این تیمار بود و کاهش طول دوره روشنایی و یا افزایش آن باعث کاهش بازماندگی در مراحل مذکور گردید. این نتایج مخالف مطالعه Mino و همکاران در سال ۲۰۰۸ روی تخم گربه ماهیان آسیایی *Clarias macrocephalus* و آفریقایی *C. gariepinus* می باشد که اختلاف معنی داری در درصد لفاح بین رژیم های مختلف نوری مشاهده نکردند در حالیکه نتایج حاصل از تحقیق روی تخم روغن ماهی هادوک نشان داد که رژیم های نوری بر رشد و نمو جنینی تأثیر می گذارد (Downing and Litvak, 2002). مطالعه حاضر نشان داد که تخم تاسماهی ایرانی در مراحل مختلف رشد و نمو جنینی حساسیت متفاوتی به رژیم های نوری دارد. Dong و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی اثرات نور UV روی جنین ماهی زبرا (*Danio rerio*) بیان کردند که حساسیت تخم ماهی زبرا به نور در مراحل مختلف رشد و توسعه جنینی متفاوت است بطوریکه در مراحل ابتدایی بیشترین مقاومت را دارند و با افزایش تقسیمات سلولی حساسیت آنها افزایش می یابد. اختلافات مشاهده شده در مراحل مختلف رشد و تکامل جنینی و شاخص های انکوباسیونی در بین تیمارهای مختلف در تحقیق حاضر احتمالاً به تمایز یافتن گیرنده های نوری پینه آل مرتبط می باشد (Downing and Litvak, 2002; Yang and Yang, 2004). گیرنده های نوری پینه آل در مراحل اولیه رشد و تکامل جنینی قبل از تفریح و زودتر از گیرنده های نوری موجود در شبکیه چشم متمایز

می شوند (Ekström and Meissl, 1997). سلول های گیرنده های نوری موجود در پینه آل حاوی پیگمان های نوی می باشد که قادر به دریافت و شناسایی تغییرات نوری می باشند و باعث بروز پاسخ های عصبی می شود و بر رشد و متابولیسم در مراحل اولیه انتوزنی تأثیر می گذارد (Kusmic et al., 1992; Ekström and Meissl, 1997).

نتایج این مطالعه نشان داد که رژیم های مختلف نوری اثرات معنی داری بر شاخص های انکوباسیونی نظیر درصد تفریح، قارچ زدگی و بازماندگی دارند. در این مطالعه، نور باعث افزایش میزان تلفات و به تبع آن قارچ زدگی در تخم تاسماهی ایرانی شد بطوریکه بیشترین درصد تلفات و قارچ زدگی در تیمار 12L:12D و کمترین آن در تاریکی مطلق مشاهده شد یکی از دلایل تلفات بالا در رژیم های نوری می تواند فرآیند اکسیداسیون در درون تخم باشد چرا که نور به عنوان یکی از عوامل اکسیداتیو شناخته شده است که فرآیند اکسیداسیون را تسریع می بخشد و اختلالات درون سلولی را ایجاد می کند. به دنبال تلفات تخم، قارچ های آبی نظیر ساپروولگنیا به صورت توده های بر روی آنها رشد نمودند. بنابراین به نظر می رسد رشد این قارچ ها وابسته به روشنایی بوده و در تاریکی مطلق کاهش می یابد.

در این مطالعه، تفریح انفرادی لاروها در هفتمین روز از دوره انکوباسیونی تنها در دو تیمار 12L:12D و 08L:16D مشاهده شد اما تفریح انبوه لاروها در نهمین روز از دوره انکوباسیونی آغاز گردید که بیشترین تعداد لاروهای تفریح شده مربوط به تیمار 16L:08D (بیش از ۶۵ درصد) بود. فرآیند تفریح با ضعیف شدن پوسته تخم تحت تاثیر آنزیم های تفریح و فعالیت ها و حرکات جنین صورت می پذیرد (Helvik et al., 1991). بنابراین، نتایج این مطالعه آشکار ساخت زمان خروج از تخم تاسماهی ایرانی و همزمانی در تفریح به میزان نور

بیشتر بودن حجم کیسه زرده در تاریکی مطلق نسبت به سایر تیمارها بیانگر همین امر است.

نتایج این مطالعه مشخص نمود تخم ماهیان خاویاری که تحت تاثیر رژیم‌های مختلف نوری قرار می‌گیرند عملکرد انکوباسیونی متفاوتی را از خود بروز داده بطوری که حداکثر کارایی تفریخ، حداقل تلفات و حداکثر اندازه لاروها تازه تفریخ شده در تخم‌های قرار داده شده در رژیم نوری 16L:08D و تاریکی مطلق مشاهده شد اما نظر به اینکه اختلاف معنی‌داری بین درصد تفریخ، درصد قارچ‌زدگی و درصد تلفات کل بین این دو تیمار مشاهده نشد با الگو برداری از طبیعت این ماهیان و مصرف انرژی برق در سالن انکوباسیون، تیمار تاریکی مطلق قابل توصیه می‌باشد. در صورتی که هدف، تولید لارو با اندازه بزرگتر و تفریخ انبوه و همزمانی تفریخ که منجر به اشغال کمتر فضای انکوباسیون از لحاظ زمانی می‌شود تیمار 16L:08D می‌تواند از نقطه نظر کاربردی در این خصوص مد نظر قرار گیرد. نتایج کسب شده از این پژوهش قابل توصیه به تکثیر کنندگان ماهیان خاویاری در تفریخگاه‌ها از نقطه نظر کنترل نور بوده چرا که به نظر می‌رسد واکنش‌هایی در سطح سلولی-ملکولی، عملکرد انکوباسیونی را در جنین تنظیم می‌نمایند. بنابراین، مطالعات تکمیلی در این خصوص و سایر تحقیقات مرتبط نظیر اثر شدت‌های مختلف نوری، یافته‌های جدیدی را در آینده آشکار خواهد ساخت.

تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم مجتمع تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید دکتر بهشتی رشت مخصوصاً آقایان مهندس آخوندزاده و مهندس عباسعلی‌زاده و همکاری صمیمانه آقایان مهندس مکتب خواه و مهندس اخوان در طول انجام این تحقیق سپاس‌گزار می‌گردد. همچنین از پشتیبانی آقای دکتر نقدی و گروه

در دوره انکوباسیون بستگی دارد بطوری که ممکن است مدت زمان تابش نور و شدت آن بر مقدار آنزیم‌های مربوطه اثر گذار باشد که در این خصوص مطالعات تکمیلی مورد نیاز است. مطالعات مشابهی که روی تخم روغن ماهی هادوک، ماهی آزاد بالتیک و ماهی بادکنکی انجام شد نشان داد که طول دوره روشنایی باعث کوتاه‌تر شدن زمان تفریخ می‌گردد (Brännäs, 1986; Downing and Litvak, 2002; Yang and Yang, 2004). با این وجود نتایج متناقضی نیز در تخم ماهیانی نظیر گربه ماهی (Mino et al., 2008) و هالیپوت (*Hippoglossus hippoglossus*) (Helvik and Walther, 1992) مشاهده گردید که بیشترین میزان تفریخ به ترتیب در طول دوره کم روشنایی 6L:18D و تاریکی مطلق بود. این نتایج متناقض می‌تواند به اکولوژی تخم هر گونه مربوط شود (Brännäs, 1986; Helvik and Walther, 1992; Olla and Davis, 1993; Downing and Litvak, 2002). زمان تفریخ سریع‌تر در رژیم‌های نوری مخصوصاً 16L:08D، احتمالاً به رشد سریع‌تر جنین از طریق مسیر نور-رتینال-اسید رتینوئیک که باعث تحریک اندام زایی می‌شود مربوط می‌باشد (Boeuf and Le Bail 1999; Gilbert 2000). همچنین تأخیر در تفریخ انبوه در تیمار تاریکی مطلق می‌تواند به دلیل کاهش آزاد سازی‌های آنزیم خروج از تخم و یا به دلیل کمتر شدن فعالیت‌های حرکتی در جنین باشد.

در مطالعه حاضر همراه با افزایش طول دوره روشنایی، طول و مساحت بدن لارو تازه تفریخ شده افزایش یافت. Litvak و Downing در سال ۲۰۰۲ با مطالعه روی تخم روغن ماهی هادوک مشاهده کردند که مساحت بدن لاروهای تفریخ شده در تیمار 18L:6D به صورت معنی‌داری بیشتر از دو تیمار روشنایی مطلق و 12L:12D بود. رشد بیشتر در رژیم‌های نوری نسبت به تاریکی مطلق ممکن است به دلیل افزایش میزان متابولیسم، رشد و استفاده بیشتر از ذخایر انرژی باشد.

California Publications, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland.

- Dey, D.B., Damkaer D.M., 1990. Effects of spectral irradiance on the early development of chinook salmon. *Prog. Fish. Cult.* 52: 141-154.

- Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. and Schmalhausen O.I. 1993. Sturgeon fishes developmental biology and aquaculture; Springer- Verlag, Berlin, Germany, 300p.

- DiMichele, L. and Taylor M.H. 1980. The environmental control of hatching in *Fundulus heteroclitus*. *J. Exp. Zool.* 214: 181-187.

- Dong, Q., Svoboda, K., Tiersch, T.R. and Monroe, W.T. 2007. Photobiological effects of UVA and UVB light in zebrafish embryos: Evidence for a competent photorepair system. *J. Photoch. Photobio B.* 88: 137-146.

- Downing, G. and Litvak, M.K. 2002. Effects of light intensity, spectral composition and photoperiod on development and hatching of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) embryos. *Aquaculture.* 213: 265-275.

- Ekström, P. and Meissl, H. 1997. The pineal organ of teleost fishes. *Rev. Fish. Biol. Fisher.* 7: 199-284

- Gilbert, S.F. 2000. Developmental Biology. 6th ed. Massachusetts: Sinauer Associates Inc, Publishers, 750 p.

- Helvik, J.V., Oppen-Berntsen, D.O. and Walther B.T. 1992. The hatching mechanism in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Int. J. Dev. Biol.* 35: 9-16.

- Helvik, J.V. and Walther, B.T. 1992. Photo-regulation of the hatching process of halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) eggs. *J. Exp. Zool.* 263: 204-209.

- Helvik, J.V. and Walther, B.T. 1993. Environmental parameters affecting induction of hatching in halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) embryos. *Mar. Biol.* 116: 39-45.

- Iglesias, J., Rodríguez-Ojea, G., Peleteiro, J.B. 1995. Effect of light and temperature on the development of turbot eggs (*Scophthalmus maximus* L.). *ICES. Mar. Sci.* 201: 40-44.

IUCN, 2011. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Downloaded on 20 May 2011.

شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان قدردانی می‌شود.

منابع

- آذری تاکامی، ق. ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش تاس ماهیان (ماهیان خاویاری)، چاپ دوم، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۰۱.

- سلیمانی، ع. و کریم آبادی، ع. ۱۳۸۸. تاثیر دما بر سیر تکامل رویانی در تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). *مجله علمی شیلات* ۱۸: ۱۷۱-۱۷۵.

- نظری، ر.، عبد الحی، ح.، مدانلو کرد کلایی، م.، کلانتریان، ح.، سهراب نژاد، م. و اویسی پور، م. ۱۳۸۸. اثر اندازه تخمک بر درصد بازماندگی، روند رشد و نمو مراحل پیش لاروی و تغذیه آغازین لارو تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). *مجله علمی شیلات* ۱۸: ۱۴۹-۱۳۷.

Alavi, S.M.H., Cosson, J., Karami, M., Mojazi Amiri, B. and Akhoundzadeh, M.A. 2004. Spermatozoa motility in the Persian sturgeon, *Acipenser persicus*: Effects of pH, dilution rate, ions and osmolality. *Reproduction.* 128: 819-828.

Bœuf, G. and Le Bail, P-Y. 1999. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture.* 177: 129-152.

- Brännäs, E. 1987. Influence of photoperiod and temperature on hatching and emergence of Baltic salmon (*Salmo salar* L.). *Can. J. Zool.* 65: 1503-1508.

- Bronzi, P., Ceapa, C., Chebanov, M.S., Gessner, J., Kolman, R., Pourkazemi, M., Rosenthal, H. and Williot, P. 2009. World sturgeon aquaculture, an overview. 6th International Symposium on Sturgeon, October 25-30, Wuhan, China.

- Conte, F.S., Doroshov, S.I., Lutes, P.B. and Strange, E.M. 1988. Hatchery manual for the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson with application to other North American *Acipenseridae*. University of

Developing Fish, Pt. A: Eggs and Larvae, vol. XI. Academic Press, New York pp 447-499.

Yang, Z. and Yafen Chen, Y. 2005. Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifuguobscurus* (Abe) eggs. *Aquacult.* 246:173-179.

- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4th edn. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall.

Zhang, G., Shi, Y., Zhu, Y., Liu, J. and Zang, W. 2010. Effects of salinity on embryos and larvae of tawny puffer *Takifuguflavidus*. *Aquaculture.* 302: 71-75.

- Kamler, E. 2002. Ontogeny of yolk-feeding fish: an ecological perspective. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 12: 79-103.

- Krasnodembskaya, K.D. 1993. Adaptations of sturgeon larvae in relation to problems culture. *International Symposium on Sturgeons. Abstract Bulletin Moscow VNIRO*, 76p.

- Kusmic, C., Marchiafava, P.L. and Strettoi, E. 1992. Photoresponses and light adaptation of pineal photoreceptors in the trout. *P. R. Soc. London.* 248B: 149-157.

- Lin, Q., Lu, J., Gao, Y., Shen, L., Cai, J. and Luo, J. 2006. The effect of temperature on gonad, embryonic development and survival rate of juvenile seahorses, *Hippocampus kuda* Bleeker. *Aquaculture.* 254: 701-713.

- Mino, S.A., Metillo, E.B. and Tobias, E.G. 2008. Effects of photoperiod on egg hatching and growth and survival of larvae fed with different diets in the Asian catfish, *Clarias macrocephalus* (Gunther) and the African catfish, *C. gariepinus* (Burchell). *Philippine Agr. Sci.* 91:431-438.

- Olla, B.L. and Davis, M.W. 1993. The influence of light on egg buoyancy and hatching rate of the walleye pollock, *Theragra chalcogramma*. *J. Fish Biol.* 42: 693-698.

- Oppen-Berntsen, D.O., Bogsnes, A. and Walther, B.T. 1990. The effects of hypoxia, alkalinity and neurochemicals on hatching of Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs. *Aquaculture.* 86: 417-430.

- Schoots, A.F.M., Meijer, R.C. and Denucé, J.M. 1983. Dopaminergic regulation of hatching in fish embryos. *Dev. Biol.* 100: 59-63.

Shi, Z.H., Huang, X.X., Fu, R.B., Wang, H.P., Luo, H.Z., Chen, B., Liu, M.G. and Zhang, D. 2008. Salinity stress on embryos and early larval stages of the pomfret *Pampus punctatissimus*. *Aquaculture.* 275: 306-310.

- Watanabe, W.O., Feeley, M.W., Ellis, S.C. and Ellis, E.P. 1998. Light intensity and salinity effects on eggs and yolk sac larvae of the summer flounder. *Prog. Fish. Cult.* 60: 9-19.

- Yamagami, K. 1988. Mechanisms of hatching in fish. In: Hoar W. S., Randall D. J. (Eds.), *Fish Physiology. Physiology of*