تأثیر شدت و دوره‌های نوری متفاوت بر قابلیت تولید تخم و درصد تخم‌گشایی در زئوپلانکتون *Acartia tonsa*

محمدرضا رحیمی بشر*[۱]، مجید راستا[۲]، حر ترابی جفرودی[۳]، علی خدادوست[۴]

۱- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاداسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی:۱۶۱۶

۲-گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸

۳- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، پردیس بابلسر، ایران، صندوق پستی:۹۵۴۴۷ – ۴۷۷۱۶

۴-باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاداسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی:۱۶۱۶

تاریخ دریافت: ۲۳ مرداد ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: ۱۸ آذر ۱۳۹۳

چکیده

گروه زئوپلانکتونی حوضه جنوبی خزر به کالانوئیدها تعلق داشته وگونه *Acartia tonsa* درتمام طول سال نمونه غالب این ناحیه بوده ودرزنجیره غذایی ماهیان خزر دارای جایگاه ارزشمندی می باشد. قابلیت تولیدمثلی ان نیز بشدت متاثرازشرایط نوری می باشدبنابراین هدف از این تحقیق بررسیتأثیر شدت‌ها و دوره‌های نوری مختلف بر قابلیت تولید تخم ودرصد تخم‌گشایی، *Acartia tonsa* در شرایط آزمایشگاهی بوده است.جمع‌آوری نمونه‌هااز سواحل دریای خزر به وسیله تور زئوپلانکتونی باچشمه ۱۰۰ میکرون انجام گرفت. کلیه آزمایشات در پنج تیمار نوری روشنایی/ تاریکی ۲۴:۰۰، ۱۸:۰۶، ۱۲:۱۲، ۰۶:۱۸،۰۰:۲۴ و در دو شدت نوری ۵۰ و ۱۰۰۰ لوکس باشرایط فیزیکوشیمیایی ثابت آب انجام شدند.با انجام آزمایشات، بیشترین میانگین تولید تخمبه‌ترتیب در فتوپریودهای روشنایی/تاریکی۱۸:۰۶ و ۱۲:۱۲ساعت در شدت نوری پایین (۵۰ لوکس)و کمترین میانگین تولید تخمدر فتوپریود روشنایی/تاریکی۲۴:۰۰ ساعت و شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) به‌دست آمد. بیشترین درصد تخم‌گشایی در دوره‌ی نوری ۱۸ ساعت روشنایی و شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) و کمترین درصد تخم‌گشایی در تیمار تاریکی مطلق مشاهده شد.بنابراین مشخص گردید که این گونه جهت تولیدتخم به شدت نوری پایین ودرصدبالاتر هج به شدت نوری بیشتر پاسخ بهتری می دهد.

کلمات کلیدی:پاروپایان، *Acartia tonsa*، دریای خزر، دوره‌های نوری، شدت نور،تولید تخم ودرصد تخم‌گشایی.

*عهده‌دار مکاتبات (✉).Rahimibashar@yahoo.com

مقدمه

پاروپایان از شاخه سخت‌پوستان در میان جمعیت‌های زئوپلانکتونی به عنوان بزرگ‌ترین گروه به شمار رفته و تقریباً ۷۰ درصد کل جمعیت‌های زئوپلانکتونی را در محیط‌های دریایی به خود اختصاص می‌دهند.یکی از راسته‌های مهم کوپه‌پودها، کالانوییدها بوده که تقریباً در تمام طول سال در سواحل جنوبی دریای خزر یافت می‌شود و در حال حاضر گونه غالب زئوپلانکتونی دریای خزر گونه *Acartia tonsa* می‌باشد.

کوپه‌پودها طعمه‌های طبیعی جهت تغذیه لارو اغلب ماهیان دریایی هستند و درصد بزرگی از رژیم غذایی ماهیان را در طبیعت تشکیل می‌دهند (Munk and Nielsen, 1994; Pepin and Penney, 1997). کوپه‌پودها اغلب دارای مواد مغذی بالابه‌ویژه اسیدهای چرب ضروری مانندDHA واسیدهای چرب غیر اشباع هستند که برای رشد اولیه ماهیان دریایی، توسعه و بازماندگی آن‌ها اهمیت دارند (Sargent and FalkPetersen, 1988; McEvoy*et al*., 1998). بدین منظور، هم درمحیط طبیعی و به صورت گسترده (Svasand *et al*., 1998; Toledo *et al*., 1999)و هم در سیستم تحت کنترل به صورت متراکم، با موفقیت کشت داده شده‌اند (Støttrup, 2003). *Acartia* تنها جنس از خانواده Acartiidae بوده و دارای ۷۹ گونه مختلف در آب‌های سراسر جهان می باشد (Belmonte and Potenza 2001). گونه های این جنس عمدتاً در نواحی ساحلی یافت می شوند (Payne and Rippingale 2001) و معمولاً ۴ تا ۵ بار در سال تولید مثل دارند. چرخهٔ زندگی در آن‌ها شامل ۶ مرحلهٔ ناپلیویی وبه دنبال آن ۵ مرحلهٔ کوپه پودیت قبل از بلوغ است. دارای مهاجرت عمومی روزانه هستند اما این مهاجرت در محدوده عمودی کوتاهی صورت می گیرد. تغذیه آنها از نزدیکی سطح آب در شب صورت می گیرد و در طول روز به آب‌های عمیق‌تر بر می‌گردند. اکثر آن‌ها گیاه‌خواران و رژیم غذایی دامنه وسیعی از فیتوپلانکتون‌های تک‌سلولی مانند دیاتومه‌ها، کوکولیتوفرها، داینوفلاژله‌ها، تک یاختگان مژه‌دار را شامل شده و تغذیه در آنها انتخابی است. مطالعات نشان دادند که *Acartia tonsa* می‌توانند به عنوان یک مکمل و یا یک جایگزین در کنار آرتمیا و روتیفر به عنوان یک غذای زنده مصرف شوند (Shields *et al*., 1999) و برای تعدادی از گونه‌های ماهیان دریایی، رژیمی شامل ناپلیوس پاروپایان باعث بهتر شدن رشد و نمو، تکامل و محتوای غذایی آن‌ها شده و بازماندگی لاروها در مراحل اولیه زندگی را افزایش می‌دهند (Payne and Rippingale, 2001; Stottrup *et al*, 1986).

تولید مثل کوپه‌پودها تحت تأثیر یک سری از فاکتورها شامل: جیره غذایی، تراکم ذخیره‌سازی، حرارت، شوری و دوره‌ی نوری می‌باشد (Ambler, 1986; Rodriguez *et al*., 1995; Castro-longoria and Villiams, 2003) در این بین، فتوپریود می‌تواند یک فاکتور کلیدی برای کنترل کردن وضعیت تولیدمثلی کوپه‌پودهای ماده و دینامیک جمعیت آن‌ها باشد. فتوپریود یک پارامتر محیطی است که به آسانی می‌توان آن را با کمترین هزینه در تفریخگاه‌ها کنترل کرد (Chinnery and Williams, 2003).

با این وجود تحقیقات گذشته بیشتر بر روی تأثیر نور در تولید تخم‌های نهفته تا تأثیر بر روی توان تولیدآن‌ها متمرکز بود (Peck and Holste, 2006; Marcus, 2005; Avery, 2005; Hairston and

Kearns, 1995). به طور کلی در شرایط آبزی‌پروری هدف این است که بتوان به یک رژیم مناسب نوری برای دستیابی به بالاترین میزان تولید مثل و یا رسیدگی جنسی دست یافت. Hostel (۲۰۰۶) مشاهده نمود که با افزایش فتوپریود طی۲۴ ساعت میانگین تولید تخم به طور یکنواخت افزایش و در شرایط تاریکی مطلق و در فتوپریود با روشنایی ۶ ساعت کمترین میزان تولید تخم مشاهده شد و این در حالی است که درفتوپریودهای طولانی‌تر موفقیت تخم‌گشایی افزایش یافت. بنابراین هدف در این مطالعه، بررسی توأم طول دوره و شدت نوری بر روی قابلیت تولید تخم و درصد تخم‌گشایی گونه *Acartia tonsa* مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق گونه‌هااز سواحل دریای خزر(استان گیلان) جمع‌آوری شدند.با استفاده از تور زئوپلانکتونی چشمه ۱۰۰ میکرونی نمونه آب برداشت شده و درون پلیت و در زیر میکروسکوپ مشاهده شدند و نمونه‌های بالغ *Acartia tonsa* جدا شده ودرون ظرف‌های ۲۰ لیتری پلاستیکیتحت شرایط نوری طبیعی جهت عادت‌پذیری نگهداری تا به تولید انبوه برسند.غذادهی به صورت روزانه و با استفاده از دو گونه جلبکی *Isochrysis galbana* و *Chaetoceros sp* و در سطح غذایی ۲۵۰۰۰-۳۰۰۰۰ سلول به ازای هر میلی‌لیتر با نسبت ۱:۱صورت گرفت.

برای انجام آزمایش ظروف پلاستیکی (فالکون) به تعداد ۵۰ عدد تهیه شد و به منظور جلوگیری از هم‌جنس‌خواری و جداسازی تخم‌ها و ناپلیوس‌ها از بالغین، قسمت پایین ظروف برش دادهو سطح آن با تور ۱۰۰ میکرون پوشانده شد، سپس به قسمت بالایی آن یک سیم نگهدارنده اضافه گردید تا به صورت معلق درون یک لیوان پلاستیکی ۲۰۰ سی سی قرار گیرد.

کلیه آزمایشات در پنج تیمار نوری (فتوپریودی) ۲۴:۰۰، ۱۸:۰۶، ۱۲:۱۲، ۰۶:۱۸، ۰۰:۲۴ (روشنایی/ تاریکی) و در دو شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) و پایین (۵۰ لوکس) انجام شدند. برای هر سری آزمایش، شدت نوری توسط دستگاه لوکس متر اندازه‌گیری شد و ظروف نگهداری نمونه‌ها در فاصله معین (۳۰سانتی‌متر) از منبع نوری قرار گرفتند. شرایط فیزیکوشیمیایی آب درطول آزمایش ثابت (دما ۲۰-۱۸درجه سانتی‌گراد، ۷/۲pH، اکسیژن محلول۶/۵) نگاه داشته شدند. این آزمایش برای اندازه‌گیری تولید تخم و میزان تفریخ موفق در ۱۰ روز متوالی صورت گرفت. برای هر تیمار نوری ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد و درون هر فالکون یک کوپه‌پودیت نر و یک کوپه‌پودیت ماده قرار داده شد. لامپ‌ها در بالای ظروف به صورتی قرار گرفتند که فاصله در نظر گرفته شده باعث شود تا شدت نوری به میزان ۵۰ و ۱۰۰۰ لوکس به سطح ظروف حاوی نمونه‌ها برسد. برای اندازه‌گیری شدت نور و تعیین این فاصله از دستگاه فتومتراستفاده شد. شمارش تعداد تخم‌ها وناپلیوس‌ها به صورت روزانه صورت گرفت. در ادامه آزمایش بعد از ۲۴ ساعت تیوپ‌ها از درون لیوان‌های پلاستیکی برداشتهشدند و درون لیوان‌های دیگر با آب تازه قرار - گرفتند و غذادهی با همان غلظت قبلی برای آن‌ها صورت گرفت.محتویات لیوان به طور جداگانه از روی توری ۲۰ میکرونی عبور داده شدند تا تخم‌ها و ناپلیوس‌ها روی توری جمع‌آوری شوند. سپس با استفاده از پیپت نمونه‌ها از روی تور شسته شده و در ظرف‌های پلاستیکی کوچک تخلیه شدند. نمونه‌های

داخل ظروف کوچک با استفاده از فرمالین ۴٪ فیکس شدند و شمارش تعداد تخم‌ها و ناپلیوس‌ها به صورت روزانه صورت گرفت. نمونه‌های فیکس شده با استفاده از لام بوگاروف در زیر میکروسکوپ شمارش شدند.

برای محاسبه میزان تخم تولید شده از رابطه زیر استفاده شد:

$$P = N.egg / Fn /T$$

P=درصد تولید تخم

Negg=تعداد تخم

Fn=تعدادماده ها

T=زمان (۲۴ساعت)

برای محاسبه درصد تخم‌گشایی از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{Hach rate} = \text{Total egg.napli} / \text{N napli..} \times ۱۰۰$$

Hach rate=میزان تخمه گشایی

Total egg.napli=تعدادتخم×تعدادناپلئوس

N. napli=تعدادناپلئوس

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۱۶ با روش آماری آنالیز واریانس یکطرفه (one-way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P=۰/۰۵) استفاده گردید و محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها با برنامه نرم‌افزاری EXCEL انجام شد.

نتایج

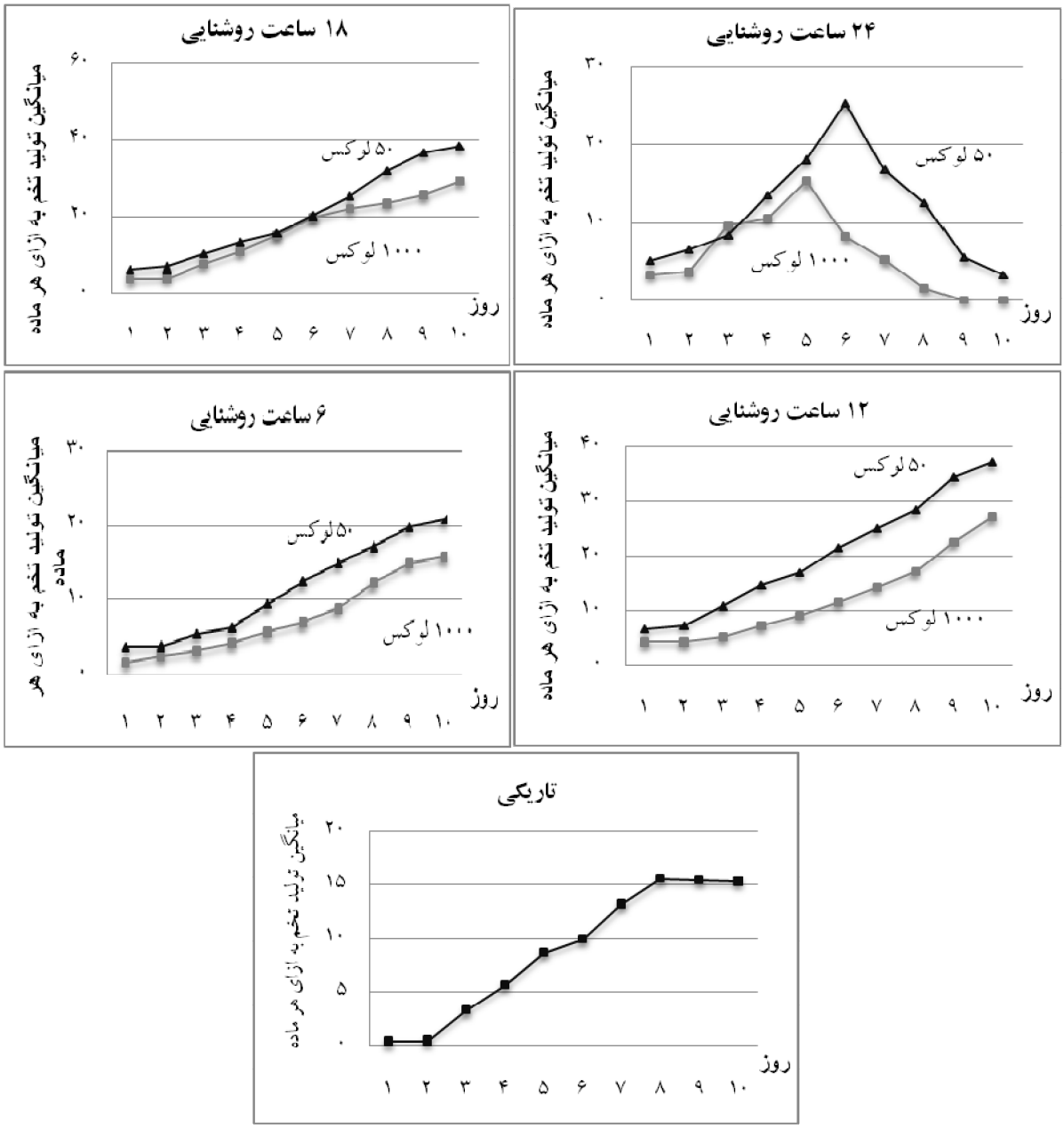
آزمایشات مربوط به تولید تخم نشان داد که گونه *Acartia tonsa* قابلیت تولید تخم در تمامی تیمارهای آزمایشی را دارد.در کلیه تیمارها تولید تخم در چند روز اول آزمایش پایین بود و سپس به تدریج بالا رفت (شکل ۱).

بین تیمارهای مختلف از نظر میانگین تولید تخم اختلاف معنی‌داری دیده شد (P≤۰/۰۵). بیشترین میزان میانگین تولید تخم مربوط به تیمار ۰۶:۱۸ ساعت و ۱۲:۱۲ ساعت روشنایی/تاریکی و در شدت نوری پایین (۵۰ لوکس) دیده شد که به ترتیب ۲۰/۰۲ و ۱۹/۹۴ (عدد) بود، که بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری دیده نشد (P≤۰/۰۵). کمترین میزان تولید تخم در تیمار ۰۰:۲۴ روشنایی/تاریکی و شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) دیده شد که میانگین آن ۶/۴۲ بود (جدول ۱).

جدول ۱: میانگین میزان تولید تخم (عدد) در تیمارهای نوری مختلف (روشنایی) و در شدت نوری ۱۰۰۰ و ۵۰ لوکس

تیمار	۲۴ ساعت	۱۸ ساعت	۱۲ ساعت	۶ساعت	۰ساعت
شدت ۱۰۰۰ لوکس	۶/۴۲^{a}	۱۵/۷۸^{bc}	۱۱/۸۷^{bc}	۷/۲۶^{ed}	۸/۷۵^{ed}
شدت ۵۰ لوکس	۱۲/۳۸^{a}	۲۰/۰۲^{bc}	۱۹/۹۴^{bc}	۱۱/۱۷^{ed}	۸/۷۵^{ed}

اندازه‌گیری درصد تفریخ در تیمارهای مختلف نوری و با دو شدت نوری بالا و پایین نشان داد که تخم‌های گونه *Acartiatonsa* درتمامی تیمارها قابلیت تفریخ شدن را دارند اما با کاهش مدت زمان حضور نور درصد تخم‌گشایی نیز پایین می‌آید.



شکل ۱:میانگین تولید تخم (عدد) به ازای هر ماده در روشنایی و شدت نوری متفاوت در روزهای مختلف

با انجام آزمون واریانس یک‌طرفه و مقایسه دوره نوری و شدت نوری روی قابلیت تخم‌گشایی نتایج حاکی از آن است که تأثیر دوره نوری در قابلیت تفریخ شدن تخم‌ها بیشتر از شدت نور است. هم‌چنین بیشترین درصد تخم‌گشایی در فتوپریود ۱۸ ساعت روشنایی و شدت نوری بالا و کمترین درصد تخم‌گشایی در تیمار تاریکی مطلق مشاهده شد (جدول ۲). میانگین در صد تفریخ برای تیمار ۱۲ ساعت روشنایی در شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) ۷۷/۸۸ بود.بین این تیمار و تیمارهای ۲۴ ساعت روشنایی در شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) و تیمار ۱۸ ساعت روشنایی در شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) اختلاف معنی‌داری دیده نشد

(P≤۰/۰۵). این در حالی است که در تیمار ۶ ساعت روشنایی در شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) میانگین در صد تفریخ بسیار پایین‌تر و ۳۷/۵۱ بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (P≤۰/۰۵).

در آزمایشات بعدی که در شدت نوری پایین (۵۰ لوکس) انجام شد بین میانگین در صد تفریخ کل تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده شد (P≤۰/۰۵). در تیمار بدون روشنایی نیز تخم‌ها قابلیت تفریخ شدن را داشتند اما در صد تفریخ بسیار پایین بود و میانگین آن (۱۷) از همه تیمارها کمتر بود (جدول ۲).

جدول ۲:میانگین درصد تخم‌گشایی در تیمارهای نوری (روشنایی) مختلف و در شدت نوری ۱۰۰۰ و ۵۰ لوکس

تیمار	۲۴ ساعت	۱۸ ساعت	۱۲ ساعت	۶ ساعت	۰ ساعت
شدت ۱۰۰۰ لوکس	۶۹/۵۰^{ac}	۸۳/۰۸^{bc}	۷۷/۸۸^{abc}	۳۷/۵۱^{d}	۱۷^{e}
شدت ۵۰ لوکس	۸۰/۴۲^{a}	۷۵/۷۰^{b}	۵۴/۹۷^{c}	۳۳/۷۶^{d}	۱۷^{e}

بحث

رژیم نوری یکی از فاکتورهایی است که می‌تواند به طور محسوسی میزان تولید تخم در کوپه‌پودها را تحت تأثیر قرار بدهد (Stearns *et al*., 1989; Cervetoet*et al*., 1999; Peck and Holste, 2006). هم‌چنین تأثیر رژیم‌های نور غیر طبیعی به عنوان روشی جهت افزایش تولید تخم در کشت متراکم کوپه‌پودها به کار گرفته می‌شود. در این مطالعه سعی شد تا با استفاده از غلظت جلبکی در حد مناسب، تعویض به موقع آب و نگه داشتن دما در حد مناسب تمامی شرایط محیطی در حد مطلوب نگه داشته شود و تنها تأثیر نور مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج نشان دادند که بیشترین میزان تولید تخم در تیمارهای ۱۸ ساعت و ۱۲ ساعت روشنایی ودر شدت نوری ۵۰ لوکس دیده شد. در تیمارهای ۲۴ ساعت روشنایی با شدت نوری ۱۰۰۰ و ۵۰ لوکس تولید تخم از روزهای ابتدایی آزمایش تا روزهای میانی افزایش ولی پس از آن کاهش یافت، به طوری که در روزهای پایانی آزمایش در تیمار ۲۴ ساعت روشنایی و شدت نوری ۱۰۰۰ لوکس بسیاری از نرها و ماده‌ها مردند و تولید تخم به صفر رسید.در مورد تیمار تاریکی مطلق (بدون روشنایی) میانگین تولید تخم در روزهای اول بسیار پایین بود ولی در روزهای میانی افزایش یافت و در چند روز پایانی آزمایش در یک سطح ثابت باقی ماند، که این احتمالاً به این خاطر بود که نرها و ماده‌های تحت آزمایش کم کم با این شرایط خاص آداپته شدند چرا که هم روشنایی مطلق و هم تاریکی مطلق شرایطی غیر طبیعی برای موجودات به حساب می‌آید. بنابراین موجود پس از آداپته شدن با محیط می‌تواند تولید تخم خود را افزایش دهد.

Camus وZing (۲۰۰۸) با تحقیق بر روی گونه *Acartia sinjiensis* به این نتیجه رسیدند که در تیمارها با روشنایی مطلق، تولید تخم در چهار روز اول در بالاترین حد خود می‌باشد اما از روز پنجم به بعد کاهش پیدا می‌کند و پایین‌تر از سایر تیمارها قرار می‌گیرد. آن‌ها عنوان نمودند که تحت روشنایی ثابت،

احتمالاً کوپه‌پودها در تمام ساعت شبانه روز فعالیت می‌کنند که این امر سبب افزایش سوخت و ساز و از بین رفتن انرژی ذخیره شده در بدن آن‌ها می‌شود و تولید تخم در روزهای بعدی را کاهش می‌دهد. هم‌چنین بیان کردند کهدر تیمار تاریکی مطلق تولید تخم در هشت روز به طور یکنواخت افزایش می‌یابد و درآخرین روز آزمایش تقریباً دو برابر می‌شود. اما در تحقیق حاضر تولید تخم در روزهای پایانی ثابت ماند و افزایشی نداشته است.

Milion (۱۹۹۲) نشان داد کهنوردایمی می‌تواند مانع از رشد، بلوغ و تولیدمثل بی‌مهرگان آبزی شود. هم‌چنین Sergestrale (۱۹۷۰) عنوان نمود که نور دایمی تکامل طبیعی گنادها را در آمفی‌پودا محدود می‌کند و در نتیجه روی میانگین تخم‌های تولید شده توسط ماده‌ها تاثیرگذار می‌باشد.

در تحقیقی دیگر Buikema (1973) بیان کرد که نور ممتد توانایی تولید مثل گونه *Daphnia pulex* را کاهش می‌دهد. در مورد هارپاتیکوئیدها نیز نور ممتد شرایط نامطلوبی را به وجود می‌آورد (Milion, 1992). در این تحقیق نیز کمترین میزان تولید تخم در تیمار ۲۴ ساعت روشنایی در شدت نوری ۱۰۰۰ لوکس دیده شد.

با توجه به مطالب گفته شده، برای پرورش بهتر پاروپایان و افزایش میزان تولید تخم در آن‌ها بهتر است که از تاریکی و روشنایی به طور ممتد و شدت نوری کم استفاده شود و بهترین فتوپریود برای به‌دست آوردن بالاترین میزان تولید تخم ۱۸ ساعت روشنایی و یا ۱۲ ساعت روشنایی است. از طرفی دیگر حضور نور دائم در محیط شرایط مطلوب و مناسب برای کشت پاروپایان نمی‌باشد و می‌تواند تولید تخم‌ها را شدیداً تحت تأثیر قرار بدهد، هم‌چنین افزایش شدت نوری باعث کاهش میزان تخم‌های تولید شده می‌شود که این نتایج با نتایج برخی محققین دیگر نیز مطابقت دارد.

در مورد درصد تفریخ در تیمارهای مختلف نوری و با دو شدت نوری بالا و پایین نتایج نشان داد که تخم‌های گونه *Acartia tonsa* درتمامی تیمارهای نوری آزمایش شده قابلیت تفریخ شدن را دارند اما با کاهش مدت زمان حضور نور درصد تخم‌گشایی پایین می‌آید. به طوری که بیشترین میزان تخم‌گشایی در تیمار با شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) و در فتوپریود ۱۸ و ۱۲ ساعت روشنایی دیده شد. هم‌چنین در تیمار ۲۴ ساعت روشنایی و در شدت نوری بالا (۱۰۰۰ لوکس) در روزهای پایانی آزمایش به دلیل مردن بسیاری از ماده‌ها و نرها تولید تخم پایین و در حد صفر بودکه این نشان‌دهنده این موضوع است که استفاده از نور دائم در پرورش پاروپایان نامناسب می‌باشد. در مقایسه با دوره نوری و شدت نوری روی قابلیت تخم‌گشایی، نتایج نشان داد که تأثیر دوره نوری روی قابلیت تفریخ شدن تخم‌ها بیشتر از شدت نور است، یعنی مدت زمانی که تخم‌ها تحت تأثیر نور قرار می‌گیرند مهم‌تر و تاثیرگذارتر از شدت نوری است.تحقیقات دیگر محققین نیز بیانگر این موضوع است، به عنوان مثال Peck وHolste (۲۰۰۶) نشان دادند که فتوپریود تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی موفقیت تخم‌گشایی تخم‌های تولید شده‌ی *Acartia tonsa* دارد. آن‌ها عنوان نمودند زمانی که دوره فتوپریود اعمال شده روی مولدین کاهش پیدا می‌کند، بطور قابل ملاحظه‌ای موفقیت تخم‌گشایی تخم حاصل از مولدین نیز کاهش می‌یابد، بطوری که در آزمایش انجام شده، نصف و سه چهارم تخم‌های تولید شده در فتوپریودهای

۸ و ۱۲ ساعته تفریخ نشدند. Camus و Zeng (۲۰۰۸) با تحقیق روی گونه *Acartia sinjiensis* نشان دادند که میزان تفریخ شدن تخم‌ها بطور پیوسته و یکنواختی با افزایش زمان روشنایی افزایش پیدا می‌کند. در دیگر گونه‌های جنس *Acartia*، به‌نظر می‌رسد که فتوپریود، دما و غلظت اکسیژن عمده فاکتورهای محیطی تأثیر گذار جهت تولید تخم‌های در حال استراحت یا کمون (Restig eggs) باشد (Katajisto*et al*., 1998; Castro-Longoria and Williams, 1999; Chinnery and Williams, 2003). البته به وجود آمدن تخم‌های در حال استراحت در این آزمایش ثابت نگردید و به وجود آمدن این نوع تخم‌ها تنها به دلیل شرایط نامساعد احتمال داده می‌شود زیرا بسیاری از گونه‌ها در شرایط نامطلوب تولید تخم‌های در حال استراحت را آغاز می‌کنند (Castellani and Lucas, 2003).

باتوجه به نتایج مطالعه حاضر و مطالعات دیگر احتمالاً وجود نور طولانی مدت، عدم وجود نور و یا نور ناکافی در محیط، شرایط نامساعدی را برای این جنس به وجود می‌آورد که هم باعث کاهش میزان تولید تخم و هم باعث ایجاد تخم‌های در حال استراحت می‌شود .

سپاسگزاری

از مسولین کارکنان آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان به جهت همکاری در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Ambler, J.A., 1986. Effects of food quantity and quality on egg production of *Acartia tonsa* Dana from East Lagoon, Galveston, Texas Estuar. Coastal Shelf Science, 23, 183–196.
2. Avery, D.E., 2005. Induction of embryonic dormancy in the Calanoid copepod *Acarti ahudsonica*: proximal cues and variation among individuals. Journal of Exprement of Marine Biology and Ecology, 314, 203–214.
3. Belmonte, G., Potenza, D., 2001. Biogeography of the family Acartiidae (Calanoida) in the Ponto-Mediterranean Province. In Copepoda: Developments in Ecology, Biology and Systematics. Hydrobiologia 453/454: 171–176.
4. Buikema, A.L., 1973. Some effects of light on the growth, molting, reproduction and survival of the Cladoceran, *Daphnia pulex*, Hydrobiologia, 41, 391–418.
5. Camus, T., Zeng, C., 2008. Effects of photoperiod on egg production and hatching success, naupliar and copepodite development, adult sex ratio and life expectancy of the tropical calanoid copepod *Acartia sinjiensis*: Aquaculture, 280, 220–226.
6. Castellani, C., Lucas, I.A.N., 2003. Seasonal variation in egg morphology and hatching success in the calanoid copepods Temoralongicornis, Acartia clausi and Centro pageshamatus. Journa of Plankton Research. 25, 527–537.
7. Castro-Longoria, E., Williams, J.A., 1999. The production of subitaneous and diapause eggs: a reproductive strategy for *Acartia bifilosa* (Copepoda: Calanoida) in Southhampton water UK. Journal of Plankton Reserch. 21, 65–84.
8. Cervetto, G., Gaudy, R., Pagano, M., 1999. Influence of salinity on the distribution of *Acartiatonsa* (Copepoda Calanoida). J.Exp. Mar. Biol. Ecol., 239, 33–45.
9. Chinnery, F.E., Williams, J.A., 2003. Photoperiod and temperature regulation of diapause egg production in *Acartia bifilosa* from Southhampton Marine Ecology Progress Series, 263, 149-157.
10. Hairston, N.G., Kearrns, C.M., 1995. The interaction of photoperiod and temperature in diapause timing: a copepod example. Biol. Bull, 189, 42–48.
11. Katajisto, T., Viitasalo, M., Koski, M., 1998. Seasonal occurrence and hatching of calanoid eggs in sediments of thenorthern Baltic Sea. Marine Ecology Progress Ser. 163, 133–143.
12. Marcus, N.H., 2005. Calanoid copepods, resting eggs, and aquaculture. In: Lee, C.-S., O'Bryen, P.J., Marcus, N.H. (Eds.), Copepods in aquaculture. Blackwell Scientific Publication Ltd, Melbourne, 3–9.
13. McEvoy, L., Næss, T., Bell, J.G., Lie, O., 1998. Lipid and fatty acid composition of normal and malpigmented Atlantic halibut

(*Hippoglossusship poglossus*) fed enriched Artemia: a comparison with fry fed wild copepods. Aquaculture, 163, 235–248.
14. Milion, H., 1992. Effects of light (photoperiod, spectral composition) on the population dynamics of *Tisbeholo thuriae* Humes (Copepoda: Harpacticoida), Hydrobiologia, 232, 201–209
15. Munk, P., Nielsen, T.G., 1994. Trophodynamics of the plankton Community at Dogger Bank: predatory impact by larval fish. Journal Plankton Research, 16, 1225–1245.
16. Payne, M.F., Rippingale, R.J., 2001. Intensive cultivation of the calanoid copepod Gladio ferencim paripes. Aquaculture201, 329–342.
17. Peck, M.A., Holste, L., 2006. Effects of salinity, photoperiod and adult stocking density on egg production and egg hatching success in *Acartia tonsa* (Calanoida: Copepoda): Optimizing intensive cultures. Aquaculture, 255, 341-350.
18. Pepin, P., Penney, R.W., 1997. Patterns of prey size and taxonomic Composition in larval fish: are there general size dependent models. Journal of Fish Biology., 51, 84–100.
19. Rodriguez, V., Guerrero, F., Bautista, B., 1995. Egg production of individual copepods of *Acartia grani*sars from coastal waters: seasonal and diel variability. Journal of Plankton Reserch. 17, 2233–2250.
20. Sargent, J.R., Falk-Petersen, S., 1988. The lipid biochemistry of calanoid copepods. Hydrobiologia, 167/168, 101–114.
21. Sergestråle, S.G., 1970. Light control of the reproductive cycle of *Pontoporeia affinis* Lindstrom (Crusteceana: Amphipoda), Journal of Experimental marine Biology and Ecology, 5, 272–275.
22. Shields, R.J., Bell, J.G., Luizi, F.S., Gara, B., Bromage, N.R., Sargent, J.R., 1999. Natural copepods are superior to enriched Artemianauplii as feed for halibut larvae (Hippoglossusship poglossus) in terms of survival, pigmentation, and retinal morphology: relation to dietary essential fatty acids. Journal of Nutrition 129:1186-1194.
23. Stearns, D.E., Tester, P.A., Walker, R.L., 1989. Diel changes in the egg production rate of *Acartia tonsa* (Copepoda Calanoida) and related environmental factors in two estuaries. Marine Ecology ProgressSeries52,7–16.
24. Støttrup, J., K. Richardson, B. Kirkegaard, N. J. Pihl. 1986. The cultivation of Acartia tonsa Dana for use as a live food source for marine fish larvae. Aquaculture52(2):87-96.
25. Støttrup, J., 2003. Production and nutritional value of copepods. In: Støttrup, J., McEvoy, L.A. (Eds.), Live Feeds in Marin Aquaculture. Blackwell Publishing, Oxford, 145–205.
26. Svåsand, T., Kristiansen, T.S., Pedersen, T., Salvanes, A.G.V., Engelsen, R., Nødtvedt, M., 1998.Havbeite med torskar tsrapport Norges for skning sråd., 78 p.
27. Toledo, J.D., Golez, M.S., Doi, M., Ohno, A., 1999. Use of copepod nauplii during early feeding stage of grouper *Epinepheluscoiodes*. Fishery Science. 65, 390–397.