مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

اثرات توام طول دوره نوری و شدت نور بر برخی از شاخصه‌های تولیدمثلی *Artemia parthenogenetica* در طی هفته‌های متوالی پرورش نیمه- متراکم

محسن اروجلو[۱]، ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی[۲*]، محمد کاظم خالصی[۲]، شیما مسعودی اصیل[۳]

[۱] دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۳] گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۵/۰۶/۰۹
اصلاح: ۹۶/۰۱/۲۲
پذیرش: ۹۶/۰۲/۲۹

کلمات کلیدی:
دوره نوری
شدت نور
سیستزایی
Artemia

چکیده

تاثیر توأم فتوپریود ۱۶:۰۸و ۰۸:۱۶ (روشنایی:تاریکی) و شدت ۳۰۰۰، ۱۵۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ لوکس بر تولیدمثل و میزان بازماندگی مولدین *Artemia parthenogenetica* در کشت‌های پرورشی تا مرگ کلیه ماده‌ها در قالب طرح فاکتوریل کاملا تصادفی (۶ تیمار) بررسی شد. نتایج نشان از اختلافات معنادار در تولید زاده‌ها، درصد ماده‌های حامل کیسه تخم، تعداد زاده‌ها به ازای هر ماده و میزان سیستزایی در طول هفته‌های پرورش داشت. تولید هفتگی زاده‌ها با افزایش شدت نور در هر سطح فتوپریودی کاهش یافت. بیشترین تولید زاده‌ها در ۷ هفته اول (۱۴۰۰-۸۰۰ زاده) در ۳۰۰۰ لوکس در دو سطح فتوپریود ثبت شد. میانگین هفتگی ماده‌های حامل تخم با افزایش شدت در دو دوره نوری روند نامنظم کاهشی از بعد از هفته‌های ۵-۴ داشت. اثرات متقابل نور بر درصد سیستزایی مولدین طی هفته‌های پرورش اختلافات معناداری تا هفته نهم نشان داد و سیستزایی بالاتری در دوره‌های کوتاه‌تر در مقایسه با بلندتر دیده شد. بازماندگی مولدین (درصد) در ۴۵ روز ابتدایی پرورش در سطوح نوری مابین ۸۰-۶۰ (۳۰۰۰ لوکس)، ۵۵-۲۸ (۱۵۰۰۰ لوکس) و ۲۰-۸ درصد (۵۰۰۰۰ لوکس) بود. بر اساس یافته‌ها و نظربه افزایش تولید زاده‌ها، بازماندگی بالاتر مولد و افزایش ماده‌های حامل کیسه تخم (تا هفته ششم)، شدت ۳۰۰۰ لوکس در ۱۶:۰۸ بهترین سطح برای مولدین آرتمیای بکرزا بود. شدت ۵۰۰۰۰ لوکس سبب کاهش شدید عملکرد تولیدمثل و بازماندگی گردید.

مقدمــه

آرتمیا (*Artemia*) نوعی سخت‌پوست ماکروزئوپلانکتونی ساکن آب‌های بسیار شور و به عنوان غذای زنده مهم در صنعت آبـزی پروری جهت تغذیه آغازین لارو انواع ماهیان دریایی، میگوها، برخی از گونه‌های آب شیرین، ماهیان آکواریومی و حتی نرم‌تنان محسوب می‌شود (Lavens and Sorgeloos, 2000; Abatzopoulos *et al.*, 2003). از نظر سیستماتیک، آرتمیا دارای گونه‌های مختلف دوجنسی و بکرزا می باشد که گروه‌های دوجنسی دیپلویید و گروه‌های بکرزا ممکن اسـت دیپلوییـد، پلـی‌پلوییـد و یـا مخلوطی از پلوییدهای متفاوت باشند (Lavens and Sorgeloos, 1996). آرتمیای بکـرزا (*Artemia parthenogenetica*) بـرای نخستین بار در سال ۱۳۷۶ در برکه‌ها و آبگیرهای اطراف دریاچه ارومیه شناسایی شد (Agh *et al.*, 2008). مطالعات نشان داد

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: a.esmaeili@sanru.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

که به غیر از آرتمیای دریاچه ارومیه (*A. urmiana*)، جمعیت‌های طبیعی آرتمیای بکرزا در ۱۷ بیوتوپ مختلف در کشور گزارش شده‌اند (Abatzopoulos *et al.*, 2006; Agh *et al.*, 2008).

عوامل محیطی (درجه حرارت، شوری، pH و نور) و تغذیه‌ای (کمیت - کیفیت غذا) اثرات قابل ملاحظه‌ای بر تولیدمثل و دینامیک جمعیت آرتمیا در محیط (طبیعی و یا پرورشی) دارند (Lavens and Sorgeloos, 1996). در این میان، نور به عنوان یک عامل مهم محیطی از جنبه‌های طول دوره نوری (Photoperiod)، شدت (Light intensity) و طیف نور (Light spectrum) اثرات واضح بر رفتار، تولیدمثل، رشد و بازماندگی، رنگدانه‌سازی، میزان تغذیه، وضعیت رسیدگی گنادها و کنترل عملکردهای فیزیولوژیک در سخت‌پوستان دارند (Buikema, 1973; Clegg and Trotman, 2002; Nambu *et al.*, 2004; You *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2010; Pandian, 2016). مطالعات میدانی و آزمایشگاهی به وضوح نشان دادند که دو عامل طول دوره نوری و شدت نور جهت رشد، فعالیت‌های حرکتی، تکمیل سیکل هورمونی، رسیدگی گناد، تولیدمثل و روند تخم‌ریزی در بین گروه‌های مختلف از سخت‌پوستان (لابستر، خرچنگ دراز آب شیرین و میگو) تاثیرگذار بوده و تفاوت‌های قابل ملاحظه حتی در بین گونه‌های آنها دیده می‌شوند (Forward *et al.*, 1997; Jury *et al.*, 2005; Pontes *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2010). با این حال، مطالعات کمی راجع به تأثیر شدت نور در سخت‌پوستان صورت گرفته است (Hoang *et al.*, 2002b,c; Wang *et al.*, 2004). برخی از فرآیندهای حیاتی مانند گامت‌زایی (Gametogenesis) و مرحله خفتگی (Diapause) سخت‌پوستان در یک محدوده وسیع از شدت نور روی نمی‌دهند بلکه انجام آنها در یک محدوده مناسب روی داده که با عنوان "پاسخ‌های دوره‌ای به نور" (Photoperiodic responses) نامیده می‌شود (Alekseev, 2004). مطالعه Shan (۱۹۷۴) در بررسی اثرات ۲۵ ترکیب دوره نوری و شدت نور در تغییر مدل تولیدمثل به سمت تولیدمثل جنسی در دو نوع کلادوسر *Pleuroxus denticulatus* و *P. truncatus* نشان داد که آستانه حساسیت پایین‌تر سخت‌پوستان تحت شرایط اشباع نوری تقریبا نزدیک به ۰/۱ درصد شدت نور سطحی (۰/۱۵ $\mu M/m^2/s$) در ساعات میانی روز در ایام گرم تابستان می‌باشد. بررسی مطالعات قبلی نشان داد که عملکردهای کاملاً متفاوتی در هر گونه از سخت‌پوستان در شدت‌های نوری مختلف دیده می‌شوند. به عنوان مثال، Hoang و همکاران (۲۰۰۲a) گزارش کردند که سطوح مختلف شدت نور بر تخم‌ریزی و میزان تخم‌گشایی تخم در مولدین میگوی *Penaeus merguiensis* تاثیر نداشته و حتی شدت‌های نوری بالا سبب تعویق روند اوولاسیون و تخم‌ریزی نیز شده است.

بررسی مطالعات در آرتمیا نشان داد که نور می‌تواند اثرات چشم‌گیری بر درصد تخم‌گشایی سیست، میزان هم‌آوری و مدل تولیدمثل مولدین داشته باشند (Lavens and Sorgeloos, 1996; Noori, 2001; Nambu *et al.*, 2004; Masoudi Asil *et al.*, 2013). محدوده مناسب شدت و دوره نوری جهت دستیابی به بیشترین میزان تخم‌گشایی در سیست آرتمیا (بسته به نوع گونه و ضخامت پوسته سیست) به ترتیب در محدوده بین ۳۰۰۰-۲۰۰۰ لوکس و در روشنایی کامل گزارش گردید (Lavens and Sorgeloos, 1996). Nambu و همکاران (۲۰۰۴) در مولدین *A. franciscana* عنوان کردند که دوره‌های نوری کوتاه‌تر سبب القای مولدین در تغییر مدل تولیدمثل به روش سیست‌گذاری شده ولی تولیدمثل آنها با افزایش دوره نوری به سمت ناپلیوس‌زایی تغییر یافت. همچنین، Masoudi Asil و همکاران (۲۰۱۳) در مولدین *A. urmiana* بیان کردند که عملکرد تولیدمثل و میزان هم‌آوری مولدین با افزایش میزان شدت نور در محیط پرورشی به وضوح افزایش یافت ولی اثرات آن بر تغییر مدل تولیدمثلی مولدین اندک بوده است.

در سال‌های اخیر میزان و سطح آب دریاچه ارومیه و آبگیرهای اطراف آن به دلایل گوناگون با کاهش شدیدی روبرو شدند (Eimanifar and Mohebbi, 2007; Hoseinpour *et al.*, 2010). مجموع این تحولات سبب کاهش شدید عمق آب و افزایش تدریجی شدت تابش‌های خورشیدی رسیده به سطح آب شد به طوری که جمعیت‌های آرتمیا در دریاچه ارومیه و آبگیرهای اطراف آن در معرض شدت‌های مختلف از نور خورشید در تمامی فصول سال به خصوص در ایام گرم تابستان بودند. همچنین، اکثر دریاچه‌های آب شور و استخرهای نمکی پرورش آرتمیا[1] اکوسیستم‌هایی کم‌عمق با تولید کم[2] بوده که تابش‌های نوری

[1] Solar salt aquaponds
[2] Oligotroph

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

می‌توانند تا اعماق آب (و حتی تا بستر) نفوذ نمایند. به طور کلی، شدت نور رسیده به سطح آب (دریاچه، اقیانوس و استخرهای نمکی آرتمیا) بسته به عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، فصول سال، عمق و کدورت آب، شرایط ابری یا آفتابی و میزان حاصلخیزی بسیار متفاوت می‌باشد. با این حال، میانگین شدت تابش‌های خورشیدی در ساعات میانی روز در مناطق گرمسیری در ناحیه زیر سطح آب تقریبا از ۱۴۸۰۰ لوکس (در آسمان ابری) تا ۱۲۰۰۰۰ لوکس (در آسمان صاف) متفاوت می‌باشد.

با توجه به این یافته‌ها سئوال اصلی این تحقیق بر این موضوع متمرکز شده است که غیر از افزایش شوری آب (با توجه به کم شدن سطح آب دریاچه و آبگیرهای اطراف)، عوامل دیگر مانند افزایش شدت نور (به خصوص شدت‌های نوری بالا) در طول سال چه تاثیری بر تولیدمثل و میزان بازماندگی آرتمیا دارند زیرا در اکثر مطالعات قبلی در زمینه اثرات نور در آرتمیا بیشتر بر تاثیر آن بر درصد و قابلیت تخم‌گشایی سیست و میزان رشد ناپلیوس‌های آرتمیا متمرکز و داده‌های محدودی خصوصاً از نظر شدت نور بر عملکرد تولیدمثلی مولدین آرتمیا گزارش گردیده است. همچنین، هیچ مطالعه‌ای راجع به تاثیر شدت‌های نوری بالا بر عملکرد و تغییر احتمالی مدل تولیدمثل در مولدین آرتمیا ارائه نشده است. با توجه به مجموع نکات فوق، در این مطالعه اثرات توام دو عامل طول دوره نوری و شدت نور بر برخی از شاخصه‌های مهم تولیدمثلی *A. parthenogenetica* در طول هفته‌های متوالی پرورش به شیوه نیمه- متراکم با سیستم پرورشی بسته (Batch culture) ارزیابی گردید. داده‌های این تحقیق احتمالاً می‌تواند پاسخ مناسبی در زمینه اثرات هیدروبیولوژیک تاثیر شدت نور (خصوصاً شدت‌های نوری بالا) و طول دوره نوری بر عملکرد تولیدمثلی مولدین آرتمیا ارائه داده و همچنین دلایل منطقی در تاثیر تابش‌های شدید خورشیدی بر کاهش ذخائر آرتمیا در زمان خشک شدن دریاچه ارومیه و آبگیرهای اطراف آن را مد نظر قرار دهد.

مواد و روش‌ها

تخم‌گشایی سیست

کلیه مراحل این تحقیق در آزمایشگاه هیدروبیولوژی گروه شیلات واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در تابستان سال ۱۳۹۴ انجام شد. سیست *A. parthenogenetica* از پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه تهیه و در شرایط استاندارد با شوری ۳۵ گرم در لیتر، شدت نور ۲۵۰۰ لوکس، درجه حرارت ۱±۲۸ درجه سانتی‌گراد و pH=۸/۱ همراه با هوادهی شدید بر اساس روش تخم‌گشایی شد (Lavens and Sorgeloos, 1996).

تیمارهای آزمایشی

تیمارهای این تحقیق عبارت بودند از: دو سطح از طول دوره نوری شامل ۱۶ ساعت روشنایی - ۰۸ ساعت تاریکی و ۰۸ ساعت روشنایی - ۱۶ ساعت تاریکی همراه با سه سطح از شدت نور شامل شدت‌های ۳۰۰۰، ۱۵۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ لوکس. دوره‌های نوری این مطالعه بر اساس متوسط طول دوره نوری در فصول تابستان و زمستان در محیط طبیعی دریاچه ارومیه و آبگیرهای اطراف آن در نظر گرفته شدند. همچنین نظر به این که در اکثر مطالعات قبلی در مورد آرتمیا، محدوده بهینه شدت نور برای تخم‌گشایی سیست حدود ۳۰۰۰-۲۰۰۰ لوکس بیان شده و تاکنون داده‌ای در زمینه تاثیر شدت‌های نوری بالا بر مولدین آرتمیا وجود ندارد، لذا شدت ۳۰۰۰ لوکس (به عنوان شاهد) و شدت‌های ۱۵۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ لوکس هم بر اساس متوسط شدت نور در ناحیه سطحی آب در نظر گرفته شدند. برای تامین شدت‌های نوری از لامپ‌های فلوئورسنت به تعداد کافی و با تنظیم فاصله از سطح آب (فاصله ۱۵ سانتی‌متری) استفاده شد. دوره و شدت‌های نوری در کل دوره این تحقیق (برای ۶ تیمار) از روز اول آزمایش اعمال شد به طوری که دوره‌های نوری توسط زمان‌سنج اتوماتیک و شدت‌های نوری توسط شدت‌سنج (Luxmeter; Model LM-120, Testoon SAS, Chatillon, France) تنظیم گردید.

بعد از ۲۴ ساعت، ناپلیوس‌های Instar I با توری ۴۰ میکرونی جدا و بعد از شمارش توسط لام بوگاروف با تراکم ۲۰۰ عدد ناپلیوس در لیتر به ظروف پرورشی یک لیتری (با حجم مفید ۵۰۰ میلی‌لیتر و در نظر گرفتن ۳ ظرف یک لیتری به عنوان تکرار برای هر تیمار) منتقل شدند. تراکم آرتمیا در روزهای ابتدایی، ۱ ناپلیوس به ازای هر ۲ میلی‌لیتر بود که این تراکم در

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

مرحله نوجوانی به ۱ متاناپلیوس به ازای هر ۴ میلی‌لیتر آب کاهش یافت (Lavens and Sorgeloos, 1996). اندازه ظروف پرورشی هم‌زمان با بزرگ‌تر شدن آرتمیاها افزایش یافت و نهایتاً با حفظ تراکم به ظروف ۵ لیتری (با حجم مفید آب ۳ لیتری) منتقل شدند. میزان شوری آب در روز اول پرورش ۳۵ گرم در لیتر بود که تدریجاً با افزودن روزانه آب دریاچه ارومیه به شوری ۱۰۰ گرم در لیتر (در مدت یک هفته) افزایش یافت و تا انتهای دوره این تحقیق در همین سطح از شوری تثبیت گردید (Triantaphyllidis *et al.*, 1995). برای تنظیم شوری آب از شوری‌سنج چشمی (France, Chaliton, Testoon LM-120 SAS,) استفاده شد. آرتمیاها با هوادهی ملایم به مدت ۳ هفته پرورش یافتند و هر سه روز یکبار ۵۰ درصد از حجم آب ظروف تعویض و با آب تازه دریاچه ارومیه با تنظیم شوری جایگزین گردید. برای تغذیه آرتمیا از دستورالعمل Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) با استفاده از جلبک سبز *Dunaliella salina* استفاده شد. برای این منظور ابتدا جلبک مذکور در محیط کشت Walne و در ظروف ۵ لیتری با شوری ۱۰۰ در هزار، دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی: ۱۲ ساعت تاریکی و شدت نور ۳۵۰۰ لوکس انبوه‌سازی شد و در مرحله فاز رشد تصاعدی برداشت گردید. جلبک‌ها با روش سانتریفیوژ کردن (با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵-۳ دقیقه) تغلیظ شده و مخلوط نهایی در یک وعده بر اساس میزان غذادهی روزانه با دستورالعمل Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) برای مراحل ناپلیوسی و بلوغ به تغذیه آرتمیاها رسید (جدول ۱).

جداسازی و پرورش بالغین در تیمارهای مختلف

بلافاصله با مشاهده علائم بلوغ (وجود کیسه تخم در ماده‌ها)، ۱۵ مولد ماده از این ظروف جدا و به صورت کاملاً تصادفی به درون هر یک از ظروف ۳ لیتری (سه ظرف برای هر تیمار) منتقل و در سیستم پرورشی بسته در ۶ تیمار پرورش یافتند. هر یک از ظروف مذکور به عنوان یک تکرار محسوب شده و ۴۵ عدد ماده برای هر تیمار و مجموعا ۲۷۰ مولد آرتمیا (۶ × ۴۵ = ۲۷۰) در کل تیمارها به کار رفتند. برای تغذیه مولدین آرتمیا از جلبک *D. salina* بر اساس دستورالعمل Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) استفاده شد (جدول ۱).

هوادهی ملایمی از انتهای ظروف پرورش برقرار و هر سه روز یک بار به اندازه ۵۰ درصد از حجم آب ظروف تعویض و با آب تازه دریاچه ارومیه با تنظیم شوری به ۱۰۰ گرم در لیتر جایگزین گردید. پارامترهای مهم فیزیکوشیمیایی آب برای پرورش مولدین شامل درجه حرارت آب ۲۶-۲۵ درجه سانتی‌گراد، میزان اکسیژن محلول ۶/۱-۵/۹ میلی‌گرم در لیتر، قلیاییت کل ۲۵۰-۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم، سختی کل ۳۲۰-۲۸۵ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم و pH ۷/۷-۳/۷ بود.

جدول ۱. میزان تغذیه روزانه آرتمیا از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ در تیمارهای مختلف در طول دوره پرورش با جلبک *D. salina*

روزهای پرورش	میزان جلبک *D. salina* (میلی لیتر)
۳ و ۴	۰/۸۲۶
۵ و ۶	۱/۲۵
۷	۱/۶۵
۸	۲/۱۲
۹	۳/۴
۱۰ و ۱۱	۴
۱۲ و ۱۳	۵
۱۴ و ۱۵	۶
۱۶ و ۱۷	۷
۱۸ و ۱۹	۸/۵
۲۰ و بعد از آن	۱۰

اثرات طول دوره نوری و شدت نور در هر یک از ظروف پرورش تا زمان مرگ کلیه ماده‌ها ادامه یافت. میزان بازماندگی ماده‌ها به صورت روزانه در طول دوره پرورش بررسی شده و متوسط بازماندگی آنها به صورت هفتگی ثبت گردید. میزان تولید زاده‌ها (مجموع سیست و ناپلیوس) توسط مولدین واقع در هر یک از ظروف پرورش در هر سه روز یکبار توسط توری‌های زئوپلانکتونی با چشمه تور ۵۰۰ میکرون جمع‌آوری و مولدین به ظروف جدید با حجم مشابه منتقل شدند. زاده‌های جمع شده

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

از هر ظرف بلافاصله توسط فرمالین ۴ درصد تثبیت و نهایتاً توسط لوپ شمارش گردیدند. پارامترهای تولیدمثلی اندازه‌گیری شده در این مطالعه عبارتند از (Lavens and Sorgeloos, 1996; Browne and Wanigasekera, 2000):

۱- میانگین تولید کل زاده‌ها در بین تیمارهای نوری و روند آن در درون هر یک از تیمارهای نوری طی هفته‌های متوالی پرورش.

۲- میانگین درصد ماده‌های دارای کیسه تخم در بین تیمارهای نوری و و روند آن در درون هر یک از تیمارهای نوری طی هفته‌های متوالی پرورش. این پارامتر با شمارش تعداد ماده‌های دارای کیسه تخم در هر تکرار و محاسبه درصد ماده‌های دارای کیسه تخم نسبت به کل ماده‌های زنده محاسبه شد.

۳- میانگین تولید زاده‌ها به ازای هر ماده در بین تیمارهای نوری و و روند آن در درون هر یک از تیمارهای نوری طی هفته‌های متوالی پرورش.

۴- تعیین میزان سیست‌زایی ماده‌ها در بین تیمارهای نوری و و روند آن در درون هر یک از تیمارهای نوری طی هفته‌های متوالی پرورش.

۵- میزان بازماندگی ماده‌ها طی هفته‌های متوالی پرورش در تیمارهای نوری.

آنالیز آماری

قبل از آنالیز، کلیه داده‌ها جهت بررسی نرمال بودن توسط تست Kolmogorov – Smirnov نرمال‌سازی شدند (Sokal and Rohlf, 1981). برای تعیین تاثیر توام سطوح مختلف طول دوره و شدت‌های نوری در بین تیمارها از آنالیز آماری واریانس دوطرفه (Two- way analysis of variance, ANOVA) در قالب طرح فاکتوریل کاملا تصادفی استفاده شد. در صورت عدم معناداری اثرات توام دو عامل مذکور بر هر پارامتر، داده‌ها در مرحله بعد با روش آنالیز واریانس یک طرفه (One- way analysis of variance, ANOVA) بر اساس آنالیز تکرار تیمار در زمان (Repeated measures) و همچنین روش آزمون t جفتی تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل سطح معنی‌دار (LSD; Least Significant Difference) در سطح معناداری ۵ درصد (P<۰/۰۵) استفاده شد. برای محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها از بسته‌های نرم‌افزاری SPSS (نسخه ۲۲) و Excel استفاده گردید.

نتایــج

روند تولید هفتگی زاده‌ها در بین تیمارهای نوری

اثرات متقابل آنالیز واریانس دوطرفه از تاثیر هم‌زمان دو عامل طول دوره نوری و شدت نور بر میانگین تولید هفتگی زاده‌ها نشان داد که اختلاف معناداری در هفته‌های متوالی از پرورش (تا هفته نهم) در بین تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵) ولی روند اختلافات در ۶ هفته اول از پرورش بیشتر نمایان گردید. از طرف دیگر در هر یک از سطوح دوره نوری، میزان هفتگی تولید زاده‌ها با افزایش شدت نور روند کاهشی را نشان داد و کمترین مقادیر در شدت ۵۰۰۰۰ لوکس ثبت شد. همچنین، ماده‌های واقع در شدت ۳۰۰۰ لوکس در هر دو سطح دوره نوری توانستند تا ۱۴ هفته متوالی زاده تولید کنند و در این میان روند تولید نسبتاً بالاتری در دوره بلندتر در مقایسه با دوره کوتاه‌تر نوری دیده شد (جدول ۲).

روند تولید هفتگی زاده‌ها در هفته‌های مختلف پرورش در درون هر یک از تیمارهای نوری

میانگین تولید زاده‌ها در درون هر یک از تیمارها نشان از وجود اختلافات معنادار در اکثر هفته‌های پرورش داشت (P<۰/۰۵). تولید هفتگی زاده‌ها در آرتمیاهای واقع در شرایط ۳۰۰۰ لوکس با دوره بلند نوری روند کاملاً ناهمسانی (P<۰/۰۵) حتی تا چهاردهمین هفته از پرورش داشته ولی بیشترین مقادیر تولید در ۷ هفته اول (۱۴۰۰-۸۰۰ زاده‌ها) مشاهده شده و سپس روند نسبتاً کاهشی تا انتهای دوره داشت. آرتمیاهای واقع در شرایط ۳۰۰۰ لوکس با دوره کوتاه نوری وضعیت نسبتاً متفاوتی با مقادیر تولید به مراتب پایین‌تر (۱۲۰۰-۴۰۰ زاده‌ها تا هفتمین هفته) همراه با اختلافات معنادار در اکثر هفته‌ها را نشان دادند (P<۰/۰۵). با این حال، آرتمیاهای واقع در شرایط ۱۵۰۰۰ لوکس با دوره بلند نوری در ۷ هفته اول بین ۱۲۰۰-۶۰۰ زاده و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

گروه واقع در دوره کوتاه نوری بین ۱۲۰۰-۴۰۰ زاده را تولید کرده و میزان تولید در هفته‌های بعدی روند نسبتاً کاهشی نشان داد ($P<0/05$). میزان تولید زاده‌ها در آرتمیاهای واقع در شرایط ۵۰۰۰۰ لوکس در هر دو دوره نوری روند تولیدی به مراتب کمتری همراه با اختلافات معنادار در بین هفته‌ها را در طی هفته‌های مختلف پرورش نشان داد ($P<0/05$) (شکل ۱).

میانگین درصد ماده‌های حامل کیسه تخم در بین تیمارهای نوری

مقایسه میانگین درصد ماده‌های حامل کیسه تخم در بین تیمارهای مختلف سطوح دوره نوری و شدت نور نشان از وجود اختلافات معنادار در هفته‌های متوالی از پرورش داشت ($P<0/05$). از طرف دیگر در هر یک از سطوح دوره نوری، میانگین هفتگی ماده‌های دارای کیسه تخم با افزایش شدت نور روند نامنظم کاهشی را نشان داد و کمترین مقادیر در اکثر هفته‌های پرورش در شدت ۵۰۰۰۰ لوکس به ثبت رسید (جدول ۳).

وضعیت درصد ماده‌های حامل کیسه تخم در هفته‌های مختلف پرورش در درون هر یک از تیمارهای نوری

روند میانگین درصد ماده‌های حامل کیسه تخم در درون هر یک از تیمارها طی هفته‌های مختلف از پرورش نشان از وجود اختلاف معنادار در هفته‌های ابتدایی با انتهایی پرورش داشت ($P<0/05$). بیشترین مقادیر میانگین درصد ماده‌های دارای کیسه تخم در مولدین پرورش یافته در شدت ۳۰۰۰ لوکس در هر دو سطح دوره نوری و تقریبا در اکثر هفته‌ها وجود داشت؛ به طوری که بعد از هفته‌های ۱۰-۷ ام پرورش، درصد ماده‌های تخم‌دار به کمتر از سطح ۱۰ درصد از جمعیت مولدین رسید. در شدت‌های ۱۵۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ لوکس و در هر دو سطح دوره نوری، از هفته‌های ۴ ام (و بعضاً ۵ ام) روند به شدت کاهشی در میانگین ماده‌های حامل کیسه تخم (به کمتر از ۱۰ درصد از کل جمعیت مولدین) مشاهده شد. تعداد هفته‌های تولیدمثل در مولدین پرورش یافته با افزایش شدت نور در هر دو سطح دوره نوری روند کاهشی معنادار را نشان داد ($P<0/05$) (شکل ۲).

جدول ۲. مقایسه میزان تولید کل زاده‌ها (انحراف از معیار ± میانگین) در مولدین *A. partenogenetica* در بین تیمارها تحت تاثیر توام سطوح دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی پرورش

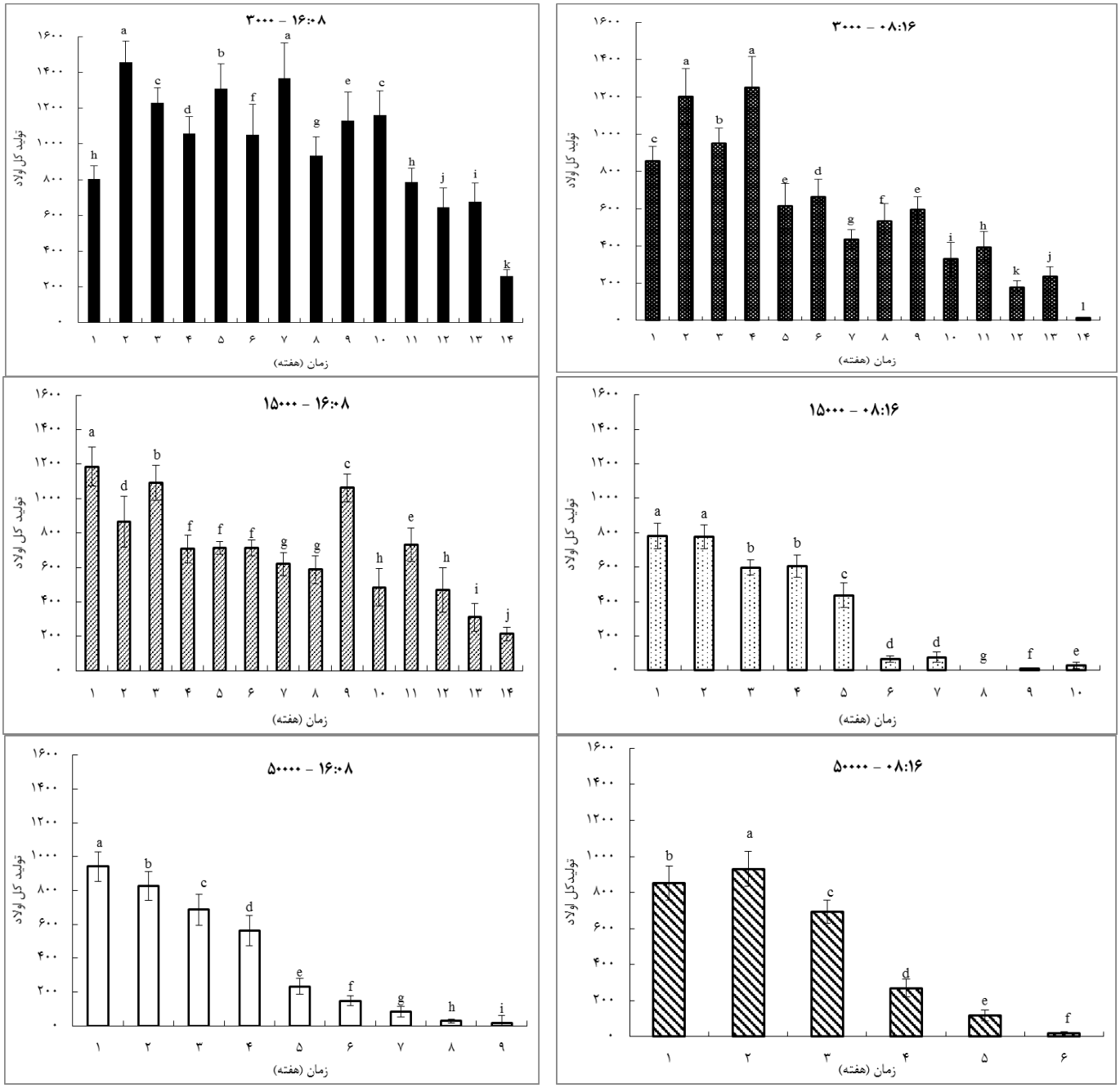
طول دوره نوری	۱۶ ساعت روشنایی – ۸ ساعت تاریکی			۸ ساعت روشنایی – ۱۶ ساعت تاریکی			اثر متقابل (دوره نوری × شدت نور)
شدت نور	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	
هفته اول	۸۰۴ ± ۷۳/۵	۱۱۸۶ ± ۱۱۴/۱	۹۴۲ ± ۸۷/۶۵	۸۵۸ ± ۷۷/۴	۷۸۱ ± ۷۵/۲	۸۵۳ ± ۹۴/۳	۰/۰۰**
هفته دوم	۱۴۵۷ ±۱۲۰/۷۵	۸۶۵ ±۱۴۷ /۴	۸۲۷ ± ۸۶/۴	۱۲۰۳ ± ۱۴۸/۴	۷۷۵ ± ۶۹/۳	۹۳۱ ± ۹۶/۴	۰/۰۰**
هفته سوم	۱۲۳۲ ± ۶۳/۷	۱۰۹۲ ± ۱۰۱/۶	۶۸۶ ± ۹۰/۶	۹۵۱ ± ۸۰/۴	۵۹۸ ± ۴۵/۲	۶۹۴ ± ۶۳/۱	۰/۰۰**
هفته چهارم	۱۰۶۰ ± ۹۲/۷	۷۰۷ ± ۸۰/۳۵	۵۶۲ ± ۹۰/۴	۱۲۵۰ ± ۱۶۶/۶	۶۰۷ ± ۶۵/۳	۲۷۰ ± ۵۰/۶	۰/۰۰**
هفته پنجم	۱۳۰۸ ± ۱۴۲/۲	۷۱۵ ± ۳۶/۲	۲۳۴ ± ۴۷/۶	۶۱۴ ± ۱۲۱/۲	۴۳۷ ± ۷۱/۹	۱۱۹ ± ۳۰/۹	۰/۰۰**
هفته ششم	۱۰۵۰ ± ۱۷۰/۸	۷۱۴ ± ۴۴/۸	۱۴۹ ± ۳۱/۲	۶۶۴ ± ۹۳/۷	۶۷ ± ۱۸/۴	۲۱ ± ۵/۴	۰/۰۰**
هفته هفتم	۱۳۶۹ ± ۱۹۵/۲	۶۲۰ ± ۶۶/۴	۸۴ ± ۳۱/۷	۴۳۵ ± ۵۲/۹۷	۷۷ ± ۲۹/۱	–	۰/۰۰**
هفته هشتم	۹۳۶ ± ۱۰۲/۷۵	۵۸۷ ± ۸۰/۳	۳۰ ± ۱۱/۳	۵۳۳ ± ۹۶/۱	–	–	۰/۰۰**
هفته نهم	۱۱۲۹ ± ۱۶۱/۸	۱۰۶۲ ± ۷۹/۶	۱۸ ± ۵/۵۵	۵۹۴ ± ۶۹/۷	–	–	۰/۰۰**
هفته دهم	۱۱۶۳ ± ۱۳۳/۴[a]	۴۸۴ ± ۱۰۷/۹[b]	–	۳۳۰ ± ۹۰/۱[c]	–	–	×
هفته یازدهم	۷۸۸ ± ۷۶/۹[a]	۷۳۱ ± ۹۶/۱[b]	–	۳۹۳ ± ۸۳/۸[c]	–	–	×
هفته دوازدهم	۶۴۴ ± ۱۱۱/۲۵[a]	۴۶۹ ± ۱۳۰/۱[b]	–	۱۷۹ ± ۳۴/۷[c]	–	–	×
هفته سیزدهم	۶۷۸ ± ۱۰۲/۹[a]	۳۱۲ ± ۸۰/۱[b]	–	۲۳۷ ± ۵۲/۲[c]	–	–	×
هفته چهاردهم	۲۵۹ ± ۳۵/۵[a]	۲۱۵ ± ۳۹/۶[b]	–	۱۳ ± ۴/۹[c]	–	–	×

علامت ** نشان‌دهنده وجود اختلافات معنادار ($P<0/05$) و علامت × نشان‌دهنده عدم اختلافات معنادار ($P>0/05$) از تاثیر متقابل دوره نوری و شدت نور در هفته‌های متوالی از پرورش می‌باشد.

* حروف یکسان نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار و حروف غیریکسان نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین‌ها است (داده‌ها در هفته‌های متوالی به صورت افقی مقایسه شوند).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]



شکل ۱. میزان تولید کل زاده‌ها (میانگین ± انحراف از معیار) در مولدین *A. partenogenetica* در درون هر یک از تیمارهای دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی پرورش

میانگین تولید زاده‌ها به ازای هر مولد در بین تیمارهای نوری

اثرات متقابل طول دوره نوری و شدت نور بر میانگین تولید زاده‌ها به ازای هر ماده طی هفته‌های متوالی پرورش اختلافات معناداری تا هفته نهم در اکثر تیمارها نشان داد ($P<0/05$). در هر یک از سطوح دوره نوری، میانگین هفتگی تولید زاده‌ها به ازای هر ماده با افزایش شدت نور روند کاهشی را (در اکثر هفته‌ها) نشان داد و کمترین مقادیر در شدت ۵۰۰۰۰ لوکس ثبت شد (جدول ۴).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

جدول ۳. مقایسه درصد ماده‌های حامل کیسه تخم (انحراف از معیار ± میانگین) در مولدین *A. partenogenetica* در بین تیمارها تحت تاثیر توام سطوح دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی پرورش

طول دوره نوری	۱۶ ساعت روشنایی – ۸ ساعت تاریکی			۸ ساعت روشنایی – ۱۶ ساعت تاریکی			اثر متقابل (دوره نوری × شدت نور)
شدت نور	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	
هفته اول	۱۴/۳ ± ۱۰/۱	۱۷/۱ ±۱۱/۱	۱۵/۲ ±۵/۶	۱۶/۲ ±۱۱/۴	۱۴/۳ ± ۹/۷	۱۷/۱ ± ۹/۳	۰/۰۰ **
هفته دوم	۱۶/۲ ± ۸/۵	۱۳/۳ ± ۳/۴	۱۶/۳ ±۱۱/۴	۱۹ ± ۹/۴	۱۵/۳ ± ۱۱/۲	۱۶/۲ ± ۴/۲	۰/۰۰ **
هفته سوم	۱۷/۱ ± ۵/۲	۱۷/۱ ± ۵/۶	۱۳/۳ ± ۴/۶	۱۴/۳ ± ۸/۴	۱۴/۳ ± ۷/۹	۱۲/۴ ± ۵/۶	۰/۰۰ **
هفته چهارم	۱۳/۳ ± ۱۱/۷	۱۰/۵ ± ۲/۳۵	۱۰/۵ ± ۶/۴	۱۸/۱ ± ۹/۶	۱۰/۳ ± ۶/۲	۵/۷ ± ۲/۳	۰/۰۰ **
هفته پنجم	۱۷/۱ ± ۱۱/۲	۱۱/۴ ± ۸/۲	۶/۷ ± ۲/۶	۹/۵ ± ۳/۷	۸/۱۵ ± ۳/۷	۱/۹ ±۰/۵	۰/۰۰ **
هفته ششم	۱۲/۴ ± ۶/۲۵	۱۰/۵ ± ۳/۶	۲/۹ ± ۱/۱	۱۲/۴ ± ۶/۷	۳/۱ ± ۲/۳	۱/۹ ±۰/۶	۰/۰۰ **
هفته هفتم	۱۵/۳ ± ۷/۵	۸/۶ ± ۲/۴	۱/۹ ± ۰/۴	۹/۵ ± ۳/۲	۱ ± ۰/۱	–	۰/۰۰ **
هفته هشتم	۱۳/۳ ± ۳/۳	۶/۷ ± ۱/۳	۰/۹۶ ± ۰/۲	۷/۶ ± ۴/۱	۰	–	۰/۰۰ **
هفته نهم	۱۲/۴ ± ۴/۹	۹/۵ ± ۲/۶	۰/۹۶ ± ۰/۴	۸/۶ ± ۲/۷	۲/۱ ± ۱/۲	–	۰/۰۰ **
هفته دهم	۱۴/۳ ± ۹/۴[a]	۷/۶ ± ۲/۹[b]	–	۵/۷ ± ۱/۱[c]	۱ ± ۰/۸[d]	–	×
هفته یازدهم	۱۰/۵ ± ۳/۱[a]	۸/۶ ± ۲/۱[b]	–	۶/۷ ± ۲/۸[c]	–	–	×
هفته دوازدهم	۸/۶ ± ۵/۲۵[a]	۶/۷ ± ۰/۱[b]	–	۳/۸ ± ۰/۵[c]	–	–	×
هفته سیزدهم	۱۰/۵ ± ۲/۲[a]	۵/۷ ± ۱/۱[b]	–	۴/۸ ± ۲/۵[c]	–	–	×
هفته چهاردهم	۵/۷ ± ۱/۸[a]	۴/۸ ± ۳/۱[b]	–	۰/۹۶ ±۰/۳[c]	–	–	×

علامت ** نشان‌دهنده وجود اختلافات معنادار ($P<0/05$) و علامت × نشان‌دهنده عدم اختلافات معنادار ($P>0/05$) از تاثیر متقابل دوره نوری و شدت نور در هفته‌های متوالی از پرورش می‌باشد.

* حروف یکسان نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار و حروف غیریکسان نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین‌ها است (داده‌ها در هفته‌های متوالی به صورت افقی مقایسه شوند).

جدول ۴. مقایسه تاثیر متقابل طول دوره نوری و شدت نور بر تعداد زاده‌ها به ازای هر مولد (انحراف از معیار ± میانگین) در *A. partenogenetica* طی هفته‌های متوالی پرورش

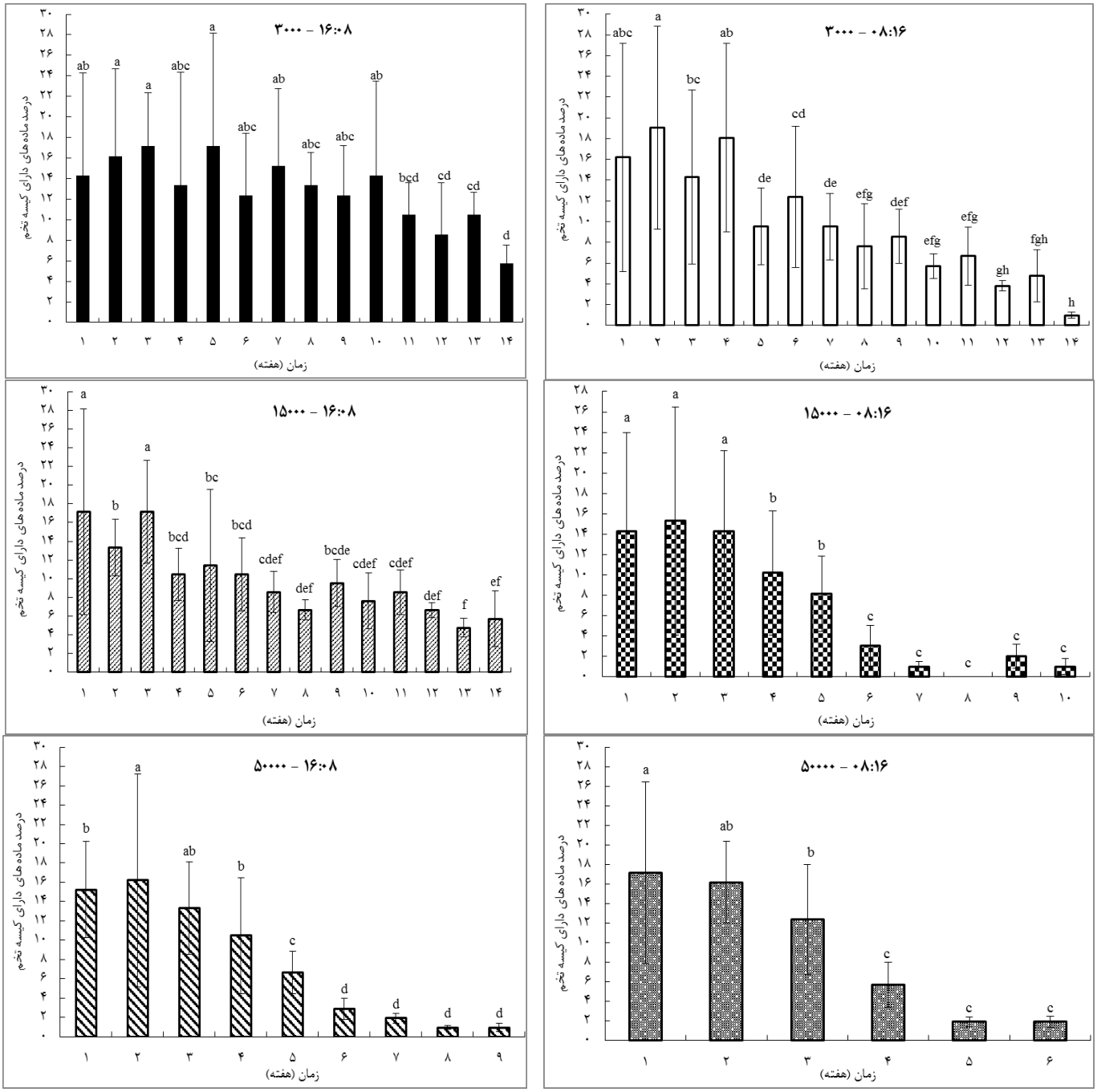
طول دوره نوری	۱۶ ساعت روشنایی – ۸ ساعت تاریکی			۸ ساعت روشنایی – ۱۶ ساعت تاریکی			اثر متقابل (دوره نوری × شدت نور)
شدت نور	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	
هفته اول	۵۳/۶ ± ۱۴/۱	۷۹/۱ ± ۴۱/۱	۶۲/۸ ±۱۶ /۶۵	۵۷/۲۵ ± ۲۳/۴	۶۰ /۱ ± ۱۷/۲	۵۶/۹ ± ۱۳/۳	۰/۰۰ **
هفته دوم	۹۷/۱ ± ۱۳/۷۵	۵۷/۷ ± ۶/۴	۵۹/۹ ± ۱۴/۴	۸۰ /۲ ± ۱۲/۴	۶۴/۶ ± ۱۴/۳	۸۳/۳ ± ۲۴/۴	۰/۰۰ **
هفته سوم	۸۲/۱ ± ۱۹/۷	۹۹/۳ ± ۲۶/۶	۵۲/۷۵ ± ۱۲/۶	۶۷/۹۷ ± ۱۹/۴	۵۹/۸ ± ۲۴/۲	۸۶/۷۵ ± ۳۵/۱	۰/۰۰ **
هفته چهارم	۸۸/۳ ± ۸/۷	۷۰ /۷ ± ۱۱/۳۵	۷۰ /۲۵ ± ۲۰ /۴	۱۰۴/۲ ± ۳۶/۶	۱۰۱/۲ ± ۱۸/۳	۵۴ ± ۲۳/۶	۰/۰۰ **
هفته پنجم	۱۰۹ ± ۱۷/۲	۸۹/۴ ± ۲۸/۲	۴۶/۸ ± ۱۴/۶	۶۱/۴ ± ۱۳/۲	۱۰۹/۲۵ ± ۱۷/۹	۲۹/۷۵ ± ۱۷/۹	۰/۰۰ **
هفته ششم	۸۷/۵ ± ۱۵/۸	۸۹/۲۵ ± ۳۸/۶	۲۸ ± ۱۳/۲	۷۳/۸ ± ۲۸/۷	۶۷ ± ۱۵/۴	۲۱ ± ۱۲/۴	۰/۰۰ **
هفته هفتم	۱۱۴/۱ ± ۱۴/۲	۷۷/۵ ± ۱۸/۴	۱۵ ± ۱۱/۷	۶۲/۱ ± ۱۶/۹۷	۷۷ ± ۲۲/۱	–	۰/۰۰ **
هفته هشتم	۷۸ ± ۲۰ /۷۵	۸۳/۵ ± ۲۲/۳	۱۰ ± ۹/۳	۷۶/۱ ± ۱۸/۱	۰	–	۰/۰۰ **
هفته نهم	۹۴/۱ ± ۱۳/۸	۱۵۱/۷ ± ۱۰ /۶	۲۶/۵ ± ۱۲/۵۵	۹۹ ± ۳۴/۷	۱۰ /۴ ± ۴	–	۰/۰۰ **
هفته دهم	۱۰۵ ± ۲۲/۴[a]	۶۹/۱ ± ۲۴/۹[b]	–	۶۶ ± ۱۳/۱[b]	۳۰ ± ۱[c]	–	×
هفته یازدهم	۷۸/۸ ± ۲۸/۹[c]	۱۴۶/۲ ± ۷/۱[a]	–	۹۸/۲۵ ± ۳۳/۸[b]	–	–	×
هفته دوازدهم	۶۴/۴ ± ۲/۲۵[b]	۹۳/۸ ± ۲۳/۱[a]	–	۴۴/۷۵ ± ۱۴/۷[c]	–	–	×
هفته سیزدهم	۹۶/۸۵ ± ۱۶/۹[a]	۶۲/۴ ± ۳۱/۰۵[b]	–	۵۹/۲۵ ± ۲۲/۲[b]	–	–	×
هفته چهاردهم	۴۳/۲ ± ۱۴/۵[b]	۵۳/۷۵ ± ۱۹/۶[a]	–	۱۳ ± ۴/۹[c]	–	–	×

علامت ** نشان‌دهنده وجود اختلافات معنادار ($P<0/05$) و علامت × نشان‌دهنده عدم اختلافات معنادار ($P>0/05$) از تاثیر متقابل دوره نوری و شدت نور در هفته‌های متوالی از پرورش می‌باشد.

* حروف یکسان نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار و حروف غیریکسان نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین‌ها است (داده‌ها در هفته‌های متوالی به صورت افقی مقایسه شوند).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

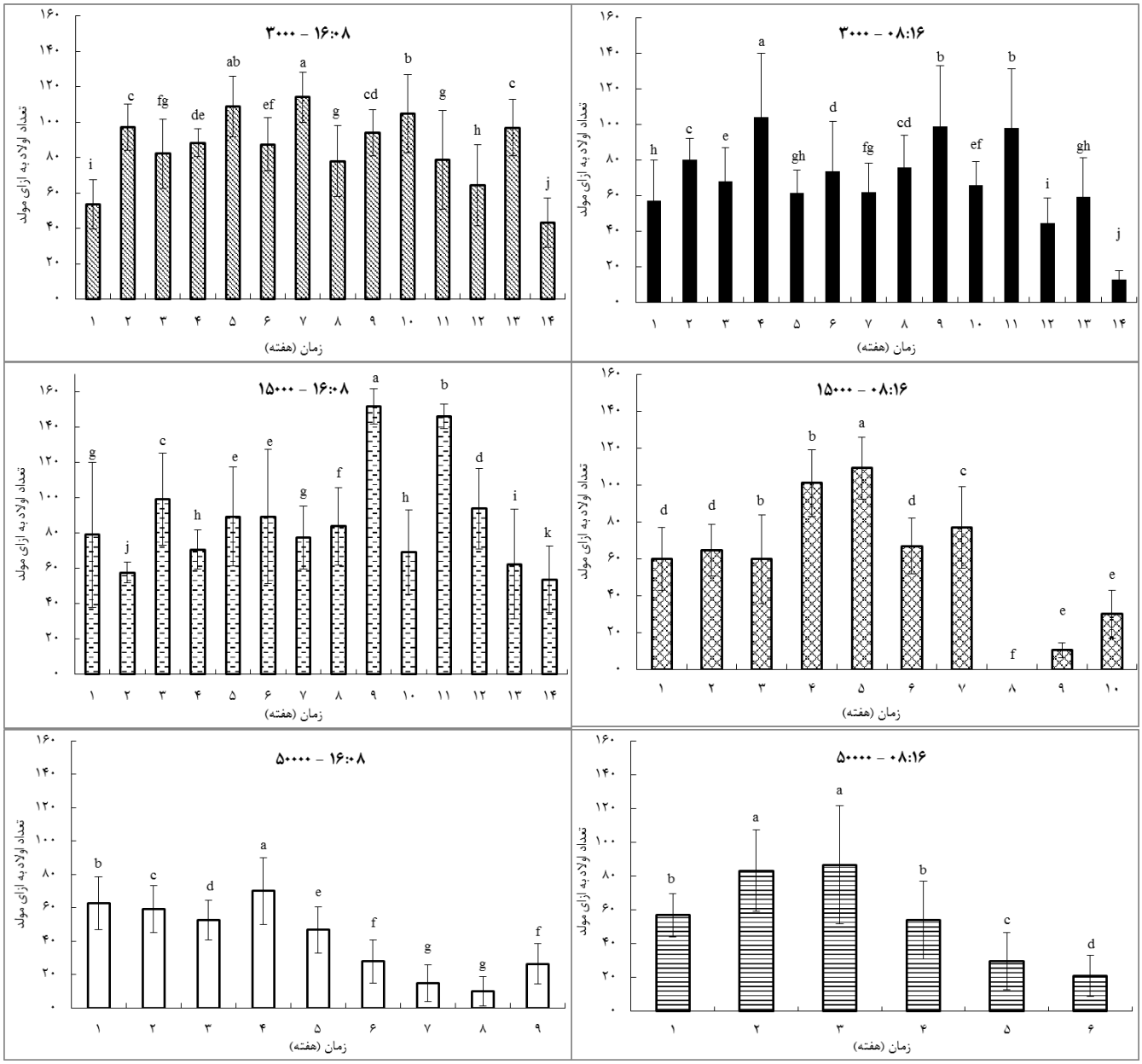


شکل ۲. روند درصد ماده‌های حامل کیسه تخم (میانگین ± انحراف از معیار) در مولدین *A. partenogenetica* در درون هر یک از تیمارهای دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی پرورش

روند تولید زاده‌ها به ازای هر مولد در هفته‌های مختلف پرورش در درون هر یک از تیمارهای نوری

روند تولید زاده‌ها به ازای هر ماده در درون هر یک از تیمارها طی هفته‌های مختلف پرورش نشان از وجود اختلافات معنادار در طی هفته‌های مختلف داشت ($P<0/05$). میزان تولید در مولدین پرورش یافته در شدت ۳۰۰۰ لوکس در هر دو سطح دوره نوری روند به مراتب بهتری را در اکثر هفته‌ها نشان داده و در این میان دوره نوری طولانی‌تر از تولید بالاتری نسبت به دوره کوتاه‌تر برخوردار بود ($P>0/05$). میزان تولید زاده‌ها به ازای هر ماده در شدت ۵۰۰۰۰ لوکس و در هر دو سطح دوره نوری در بعد از هفته ۴ ام روند به شدت کاهشی نشان داد (شکل ۳).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]



شکل ۳. روند تولید زاده‌ها به ازای هر ماده (میانگین ± انحراف از معیار) در مولدین *A. partenogenetica* در درون هر یک از تیمارهای دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی پرورش

میانگین درصد سیست‌زایی مولدین در بین تیمارهای نوری

اثرات متقابل طول دوره نوری و شدت نور بر میانگین درصد سیست‌زایی مولدین طی هفته‌های متوالی پرورش اختلافات معناداری تا هفته نهم در اکثر تیمارها نشان داد ($P<0/05$). همچنین، میانگین درصد سیست‌زایی در هر یک از سطوح دوره نوری با افزایش شدت نور روند کاهشی نامنظم در اکثر هفته‌ها نشان داد (جدول ۵).

میانگین درصد سیست‌زایی مولدین در هفته‌های مختلف پرورش در درون هر یک از تیمارهای نوری

روند سیست‌زایی به مراتب بالایی در اکثر هفته‌ها (همراه با اختلافات معنادار در بین هفته‌ها) در بین مولدین واقع در شدت نور ۳۰۰۰ لوکس در هر دو سطح دوره نوری مشاهده شد ($P<0/05$). با این حال، سیست‌زایی بالاتری در دوره‌های نوری کوتاه‌تر در مقایسه با دوره بلندتر دیده شد که تقریباً در تمامی هفته‌ها دارای اختلافات معنادار با یکدیگر بودند ($P<0/05$). درصد

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

سیست‌زایی در شدت‌های نوری بالاتر نیز روند نسبتاً مشابهی با شدت ۳۰۰۰ لوکس داشت و دوره‌های نوری کوتاه‌تر سیست-زایی بیشتری را در مقایسه با دوره‌های بلندتر نشان دادند (شکل ۴).

میزان بازماندگی مولدین ماده طی هفته‌های متوالی در طول دوره پرورش در تیمارهای نوری

روند میزان بازماندگی مولدین در تیمارهای مختلف طول دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی از پرورش نشان داد که آرتمیاهای واقع در شدت ۳۰۰۰ لوکس در مقایسه با سایر گروه‌ها در هر دو سطح دوره نوری بازماندگی به مراتب بالاتری را در مقایسه با سایر شدت‌های نوری نشان دادند. میانگین میزان بازماندگی مولدین آرتمیا در مدت ۴۵ روز از دوره پرورش در هر دو سطح دوره نوری در محدوده بین ۸۰-۶۰ درصد (۳۰۰۰ لوکس)، ۲۸-۵۵ درصد (۱۵۰۰۰ لوکس) و ۲۰-۸ درصد (۵۰۰۰۰ لوکس) متفاوت بود (شکل ۵).

جدول ۵. مقایسه درصد سیست‌زایی (انحراف از معیار ± میانگین) در مولدین *A. partenogenetica* در تیمارهای متقابل شدت نور و طول دوره نوری طی هفته‌های متوالی پرورش

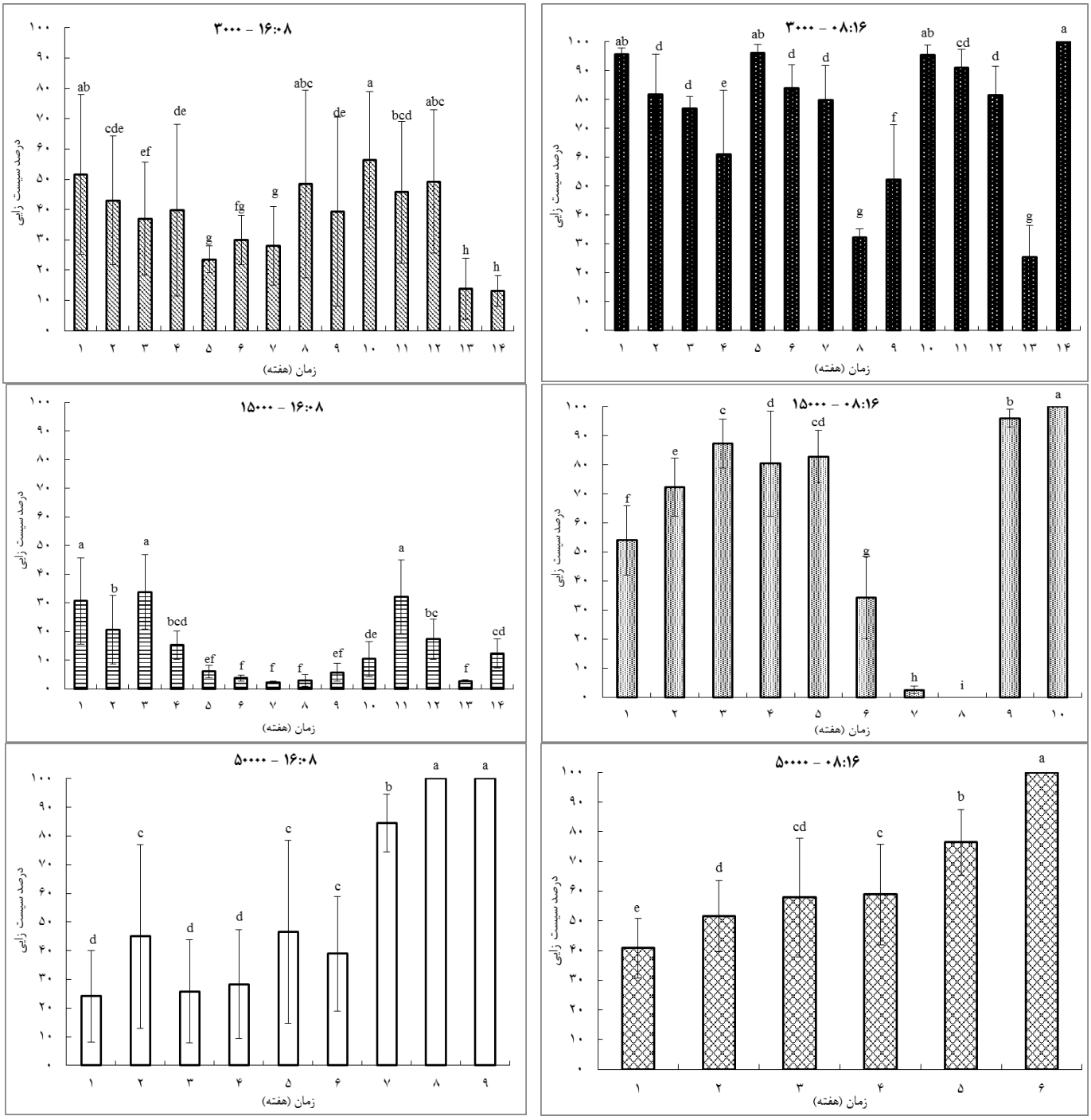
طول دوره نوری	۱۶ ساعت روشنایی – ۸ ساعت تاریکی			۸ ساعت روشنایی – ۱۶ ساعت تاریکی			اثر متقابل (دوره نوری × شدت نور)
شدت نور	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	
هفته اول	۵۱/۴۹ ± ۳۷/۵	۳۰/۷ ± ۱۷/۱	۲۴/۷ ± ۱۷/۶	۹۵/۵۷ ± ۱/۴	۵۴/۱ ± ۱۳/۲	۴۰/۸ ± ۱۱/۳	۰/۰۰**
هفته دوم	۴۳ ± ۲۰/۷۵	۲۰/۷ ± ۱۲/۴	۴۵/۵ ± ۲۲/۴	۸۱/۷ ± ۱۸/۴	۷۲/۴ ± ۱۰/۳	۵۱/۶ ± ۱۳/۴	۰/۰۰**
هفته سوم	۳۶/۹۵ ± ۲۶/۷	۳۳/۸ ± ۱۵/۶	۲۶/۱ ± ۲۰/۶	۷۶/۹۷ ± ۴/۴	۸۷/۳ ± ۹/۲	۵۷/۹ ± ۲۱/۲	۰/۰۰**
هفته چهارم	۳۹/۸۰ ± ۲۹/۷	۱۵/۳ ± ۴/۴	۲۹/۴ ± ۱۸/۲	۶۱/۲ ± ۲۲/۶	۸۰/۴ ± ۱۸/۳	۵۸/۹ ± ۱۹/۶	۰/۰۰**
هفته پنجم	۲۳/۵۵ ± ۱۲/۲	۶/۱ ± ۲/۱	۴۷/۱ ± ۳۱/۶	۹۶/۱ ± ۲/۲	۸۲/۸ ± ۹/۹	۷۶/۵ ± ۱۲/۳	۰/۰۰**
هفته ششم	۲۹/۹ ± ۸/۲	۳/۸ ± ۱/۶	۳۹/۶ ± ۱۹/۲	۸۳/۹ ± ۹/۷	۳۴/۳ ± ۱۷/۴	۱۰۰	۰/۰۰**
هفته هفتم	۲۸/۱ ± ۱۹/۲	۲/۳ ± ۰/۴	۸۴/۴ ± ۱۱/۷	۷۹/۸ ± ۱۰/۱	۲/۶ ± ۱/۱	–	۰/۰۰**
هفته هشتم	۴۸/۴ ± ۳۲/۷۵	۲/۹۹ ± ۲/۳	۱۰۰	۳۲/۳ ± ۵/۱	۰	–	۰/۰۰**
هفته نهم	۳۹/۳ ± ۳۰/۸	۵/۸ ± ۳/۶	۱۰۰	۵۲/۲ ± ۱۹/۷	۹۶ ± ۲/۱	–	۰/۰۰**
هفته دهم	۵۶/۵ ± ۲۰/۴[b]	۱۰/۵ ± ۵/۹[c]	–	۹۵/۵ ± ۳/۱[a]	۱۰۰[a]	–	×
هفته یازدهم	۴۵/۷ ± ۲۶/۹[b]	۳۲/۱ ± ۱۰/۱[c]	–	۹۱/۱ ± ۵/۸[a]	–	–	×
هفته دوازدهم	۴۹/۲ ± ۲۳/۵[b]	۱۷/۹ ± ۵/۱[c]	–	۸۱/۶ ± ۸/۷[a]	–	–	×
هفته سیزدهم	۱۳/۸ ± ۱۲/۹[b]	۲/۸ ± ۰/۸[c]	–	۲۵/۳ ± ۸/۲[a]	–	–	×
هفته چهاردهم	۱۳/۱ ± ۸/۵[b]	۱۲/۳۵ ± ۳/۶[b]	–	۱۰۰[a]	–	–	×

علامت ** نشان‌دهنده وجود اختلافات معنادار ($P<0/05$) و علامت × نشان‌دهنده عدم اختلافات معنادار ($P>0/05$) از تاثیر متقابل دوره نوری و شدت نور در هفته‌های متوالی از پرورش می‌باشد.

* حروف یکسان نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار و حروف غیریکسان نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار بین میانگین‌ها است (داده‌ها در هفته‌های متوالی به صورت افقی مقایسه شوند).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

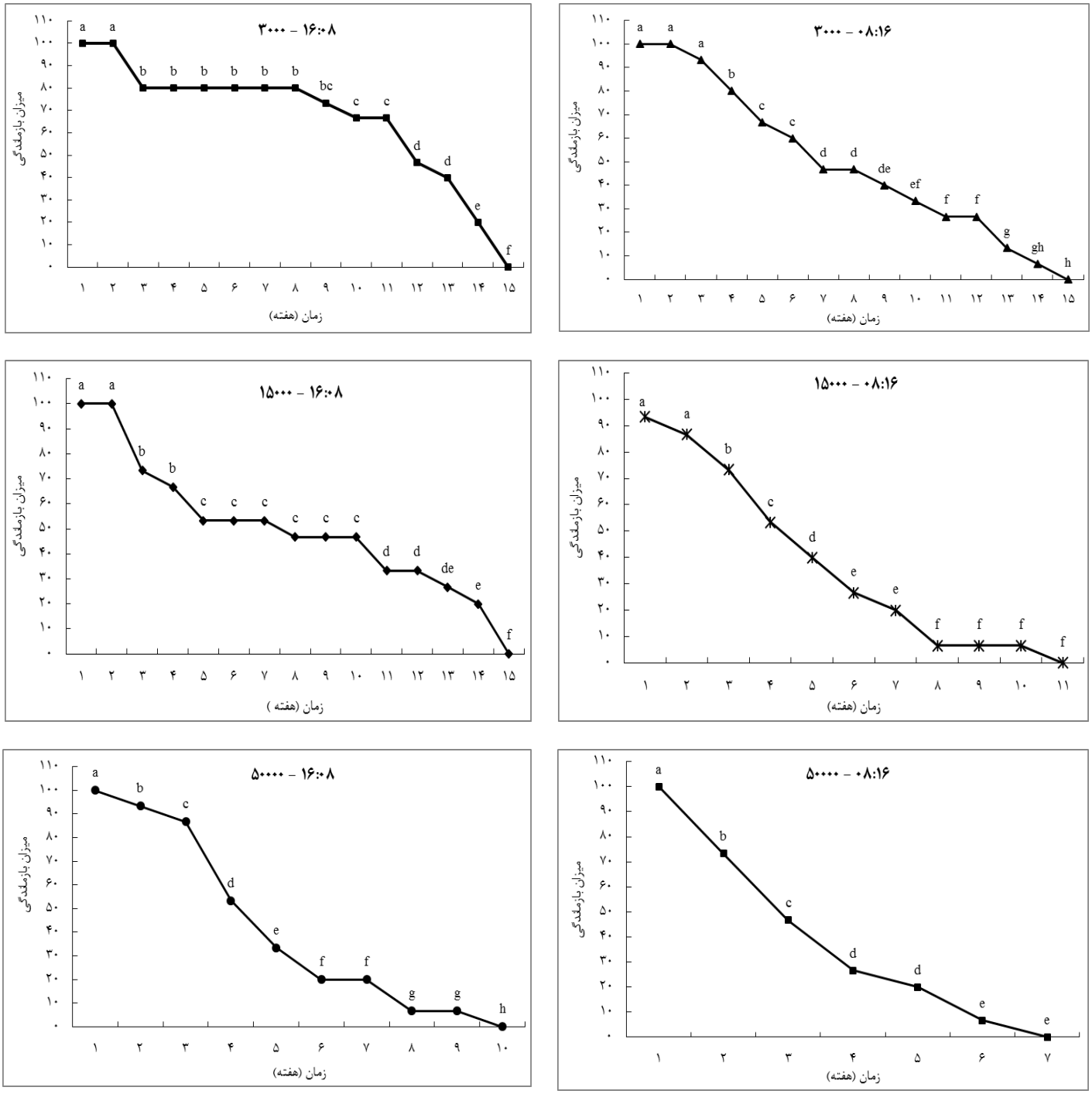
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]



شکل ۴. درصد سیست‌زایی (میانگین ± انحراف از معیار) در مولدین *A. partenogenetica* در درون هر یک از تیمارهای دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی پرورش

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]



شکل ۵. میانگین میزان بازماندگی (درصد) در مولدین *A. partenogenetica* در تیمارهای مختلف طول دوره نوری و شدت نور طی هفته‌های متوالی پرورش

بحث

به طور کلی در طبیعت برخی از عوامل محیطی شامل دمای آب، شدت نور و طول دوره نوری از الگوهای فصلی پیروی کرده و این عوامل می‌توانند اثرات واضح بر سیکل و روند تولیدمثل آبزیان از جمله سخت‌پوستان داشته باشند (Abatzopoulos *et al.*, 2003). با توجه به این که تاکنون محدوده مناسب از شدت نور (خصوصا شدت‌های نوری خیلی بالا) و طول دوره نوری و تاثیر آن بر تولیدمثل مولدین آرتمیا چندان بررسی نشده است لذا تعیین محدوده دقیق آن مشکل خواهد بود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

گسترش طبیعی آرتمیا در مناطق مختلف کره زمین نشان می‌دهد که این موجود احتمالاً از توانایی و قابلیت تحمل نسبتاً بالا در برابر تابش‌های نور خورشید در مناطقی مانند آبهای گرم نواحی استوایی برخوردار می‌باشد به طوری که آرتمیاها در تابش‌های شدید نوری خود را به مکان‌های با عمق بیشتر رسانده تا از اثرات شبیه به آفتاب سوختگی در امان باشند (Persoone and Sorgeloos, 1980). شواهدی مبنی بر تجمع ترکیبات مایکوسپرین (Mycosporines) از طریق منابع غذایی جلبکی به عنوان متابولیت‌های جذب کننده و نوعی مکانیسم دفاعی در آرتمیا در برابر تشعشعات مضر خورشیدی ناشی از اشعه ماورای بنفش هم عنوان گردید (Grant *et al.*, 1985). بر اساس نتایج این مطالعه مشخص شد که دو عامل شدت نور و دوره نوری تقریباً بر کلیه شاخصه‌های تولیدمثلی و میزان بازماندگی مولدین تاثیرگذار بودند؛ به طوری که بیشترین میزان تولید زاده‌ها در مولدین واقع در سطح ۳۰۰۰ لوکس در هر دو سطح دوره نوری و سپس در سطح ۱۵۰۰۰ لوکس با طول دوره بلندتر دوره نوری دیده می‌شوند. ماده‌های تیمار ۳۰۰۰ لوکس واقع در هر دو سطح دوره نوری قادر به تولید زاده‌ها در مدت ۱۴ هفته متوالی بودند ولی بیشترین میزان تولید آنها تقریباً از هفته دوم تا هفتم مشاهده گردید. همچنین، اختلافات واضحی در میزان تولید زاده‌ها در بین هفته‌های متوالی از پرورش دیده شد و در این بین دوره بلندتر نوری از عملکرد تولیدمثلی بالاتری در مقایسه با دوره کوتاه‌تر برخوردار بود. از طرف دیگر، میزان تولید هفتگی زاده‌ها با افزایش شدت نور در هر دو سطح دوره نوری به شدت روند کاهشی نشان داد به طوری که کلیه ماده‌های واقع در شدت ۵۰۰۰۰ لوکس بعد از گذشت ۹-۶ هفته مردند.

یکی از پارامترهای مهم جهت ردیابی تولید آرتمیا وجود ماده‌های سالم حامل کیسه تخم در طول دوره پرورش می‌باشد. در مطالعه حاضر، درصد ماده‌های حامل کیسه تخم در دو هفته ابتدایی در مولدین گروه‌های مختلف اختلاف فاحشی نداشت، ولی از سومین هفته و به خصوص در شدت‌های نوری بالا به سرعت کاهش یافت به طوری که در شدت ۵۰۰۰۰ لوکس و در هفته چهارم کمتر از ۱۰ درصد از جمعیت دارای کیسه تخم بودند. همچنین، ماده‌های تیمار ۳۰۰۰ لوکس (علی‌رغم روند نامنظم کاهشی و یا افزایشی در اغلب هفته‌های پرورش) در اکثر هفته‌ها حامل کیسه تخم بوده و قادر به تولید زاده‌ها تا ۱۴ هفته متوالی بودند در حالی که تعداد هفته‌های تولیدمثل در مولدین پرورش یافته با افزایش شدت نور در هر دو سطح دوره نوری روند کاهشی معناداری را نشان داد.

دستکاری برخی از عوامل محیطی و تغذیه‌ای به صورت جداگانه و یا توام می‌تواند سبب القاء و یا تغییر مدل تولیدمثلی به شیوه سیست‌زایی و یا ناپلیوس‌گذاری مولدین در آرتمیا گردد (Lavens and Sorgeloos, 1984, 1987; Drinkwater and Clegg, 1991; Noori, 2001; Nambu *et al.*, 2004; Abatzopoulos *et al.*, 2006). در مطالعات قبلی، القای سیست‌زایی در تانک‌های مداربسته پرورش آرتمیا تحت تاثیر استرس‌های دوره‌ای میزان اکسیژن محلول در آب (Lavens and Sorgeloos, 1984)، القای ناپلیوس‌گذاری با دست‌کاری منابع غذایی، تعویض بهینه آب و سطوح بالای اکسیژن محلول در آب (Lavens and Sorgeloos, 1987)، افزایش سیست‌زایی در مولدین با افزایش میزان شوری آب (Abatzopoulos *et al.*, 2006) و در برخی از موارد تاثیر دوره‌های نوری کوتاه در تحریک مولدین به افزایش سیست‌زایی (Nambu *et al.*, 2004) گزارش گردید. در مطالعه حاضر میزان سیست‌زایی در مولدین واقع در شدت ۳۰۰۰ لوکس در مقایسه با سایر شدت‌های نوری در هر دو سطح دوره نوری روند بالاتری در اکثر هفته‌ها داشت که نشان از اثرات منفی افزایش شدت نور بر درصد سیست‌زایی بود. در مطالعه Esmaeili Fereidouni و Masoudi Asil (۲۰۱۵) روی آرتمیای ارومیه (*A. urmiana*) پرورش یافته در شرایط تاریکی و شدت نور ۱۰۰ لوکس (با دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی: ۱۰ ساعت تاریکی) سیست‌زایی بالاتری همراه با اختلافات معنادار در مقایسه با مولدین واقع در شدت‌های ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ لوکس گزارش گردید. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اثرات توام دوره نوری و شدت نور در اکثر هفته‌های پرورش اختلافات معناداری بر درصد سیست‌زایی نداشت؛ با این حال دوره‌های نوری کوتاه‌تر سیست‌زایی بیشتری را در مقایسه با دوره‌های بلندتر ایجاد کردند. همچنین با افزایش شدت نور (در هر یک از سطوح دوره نوری) روند کاملاً نامنظمی در درصد سیست‌زایی (در اکثر موارد افزایشی) مشاهده شد که نمی‌تواند قضاوت صحیحی از تاثیر شدت نور بر تغییر مدل تولیدمثلی آرتمیا ارائه داده و نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را منطقی‌تر می‌نماید. این

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

نتایج تا حد زیادی با یافته‌های Nambu و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر تاثیر دوره‌های نوری کوتاه بر تغییر مدل تولیدمثلی در آرتمیا و مطالعه Shan (۱۹۷۴)، در کلادوسر *Pleuroxus* sp. (Chydoridae) مبنی بر افزایش میزان تولیدمثل جنسی با تولید تخم‌های افی‌پیوم (Ephippium) در دوره‌های نوری کوتاه‌تر مطابقت دارد. همچنین، در مطالعات انفرادی Masoudi Asil و همکاران (۲۰۱۳) درصد سیست‌زایی مولدین آرتمیای ارومیه در شرایط تاریکی و ۱۰۰ لوکس در محدوده‌ای بین ۵۸-۵۴ درصد و در شدت‌های نوری ۵۰۰۰-۲۰۰۰ لوکس در محدوده بین ۳۷-۲۲ درصد قرار داشت. از طرف دیگر نتایج مطالعه حاضر (البته در برخی از موارد) با یافته‌های مطالعه Esmaeili Fereidouni و Masoudi Asil (۲۰۱۵) مبنی بر افزایش واضح در میزان سیست‌زایی همراه با نوسانات هفتگی در مولدین پرورش یافته آرتمیای ارومیه در شرایط تاریکی و شدت نور ۱۰۰ لوکس در مقایسه با مولدین واقع در شدت‌های نوری ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ لوکس مطابقت دارد. با این حال، Sorgeloos و همکاران (۱۹۷۵) ناپلیوس‌زایی را غالب‌ترین مدل تولیدمثل در گونه *A. salina* عنوان کردند به طوری که تنها ۶ درصد سیست‌زایی در مولدین مشاهده شد. وجود این نتایج کاملاً متفاوت و بعضا متناقض را بایست به عواملی مانند نوع و نژاد گونه، شرایط محیطی، روش پرورش، منابع غذایی، تنوع ژنتیکی در مولدین آرتمیا و کاربرد شدت‌های متفاوت نوری در سایر مطالعات نسبت داد.

تغییرات طول دوره نوری و شدت نور در سخت‌پوستان تکنیک موثر برای افزایش فعالیت تولیدمثلی بوده اما اطلاعات در این زمینه بسیار محدود می‌باشند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که شدت نور تاثیر واضح‌تری بر عملکرد تولیدمثلی آرتمیای بکرزا در مقایسه با طول دوره نوری داشت. میزان تولید زاده‌ها در آرتمیا به عوامل متعدد از جمله نوع گونه، اندازه بدن مولد، عوامل محیطی، تغذیه و میزان منابع غذایی، نوع روش پرورش و احتمالا ژنتیک وابسته بوده که تاثیر هر یک از آنها به صورت انفرادی و یا توام می‌تواند نتایج کاملا متفاوتی را به همراه داشته باشد. داده‌های حاصل از بررسی گروهی مطالعه حاضر نیز نشان از عملکرد بالاتر میزان تولید زاده‌ها در شدت نوری ۳۰۰۰ لوکس در مقایسه با شدت‌های بالاتر داشته که با یافته‌های Masoudi Asil و همکاران (۲۰۱۳)، مبنی بر بهترین عملکرد تولیدمثلی آرتمیای ارومیه در مطالعات انفرادی و در شدت‌های نوری بین ۵۰۰۰-۲۰۰۰ لوکس مطابقت دارد. Sorgeloos و همکاران (۱۹۷۵) تولید زاده‌های بیشتری را با افزایش شدت نور در مولدین *A. salina* در مطالعه ۱۲ روزه گزارش کرد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد. آنها نشان دادند که مولدین واقع در شرایط تاریکی تعداد زاده‌های بیشتری (۱۱۵۴ زاده) تولید کرده و این مقادیر تغییرات نامنظمی با افزایش نور به ۲۰۰ لوکس (۹۱۰ زاده) و ۲۰۰۰ لوکس (۹۴۱ زاده) داشت که علت آن به رفتارهای گروهی این گونه مبنی بر تحرک بیشتر و اختصاص انرژی کمتر برای تولیدمثل در شدت‌های بالاتر نوری نسبت داده شد.

بررسی طول عمر مولدین آرتمیای بکرزا در مطالعه حاضر نشان داد که آرتمیاهای واقع در هر دو سطح دوره نوری در شدت ۳۰۰۰ لوکس از طول عمر به مراتب بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند به طوری که آنها توانسته تا ۱۴ هفته زنده مانده و به طور فعال تولیدمثل کنند در حالی که طول این دوره در شدت ۱۵۰۰۰ لوکس بین ۱۴-۱۱ هفته و در شدت ۵۰۰۰۰ لوکس بین ۱۰-۷ هفته متفاوت بود. همچنین، میزان بازماندگی به مراتب بالاتری در هر دو سطح دوره نوری در هفته‌های متوالی پرورش در تیمار ۳۰۰۰ لوکس در مقایسه با شدت‌های بالاتر نوری مشاهده گردید. میانگین میزان بازماندگی مولدین آرتمیا به طور معناداری در مدت ۴۵ روز اول از دوره پرورش در هر دو سطح دوره نوری در محدوده‌ای بین ۸۰-۶۰ درصد (۳۰۰۰ لوکس)، ۵۵-۲۸ درصد (۱۵۰۰۰ لوکس) و ۲۰-۸ درصد (۵۰۰۰۰ لوکس) قرار گرفت. این نتایج تا حدی قابل مقایسه با یافته‌های مطالعه Esmaeili Fereidouni و Masoudi Asil (۲۰۱۵) در آرتمیای ارومیه می‌باشد به طوری که میزان بازماندگی مولدین در پنج هفته اول در شدت‌های ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ لوکس در محدوده بین ۹۵-۸۶ درصد بود که اختلاف معناداری با شدت‌های ۱۰۰ لوکس (۲۳ درصد) و تاریکی (۳۰ درصد) داشت. چنین روندی را احتمالا می‌توان به عکس‌العمل‌ها و اختلافات درون و یا بین گونه‌ای در آرتمیا نسبت داد. بر این اساس می‌توان عنوان کرد که میزان بازماندگی ماده‌ها با افزایش شدت نور به شدت کاهش (به کمتر از یک سوم) یافت و بدون شک سطوح بالای شدت‌های نوری برای ادامه حیات آرتمیا مضر می‌باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

اگرچه یافته‌های این مطالعه کاملا قابل تعمیم به شرایط موجود در طبیعت نیست و پارامترهای متعدد دیگری در شرایط طبیعی روی بقاء و تولیدمثل آرتمیا تاثیرگذار هستند؛ ولی مشخص شد که شدت‌های نوری بالا به وضوح بر عملکرد تولیدمثل آرتمیا اثرات منفی گذاشته و سبب کاهش میزان تولید زاده، کاهش طول عمر و افزایش تلفات مولدین می‌شوند. در سال‌های اخیر میزان حق‌آبه دریاچه ارومیه و آبگیرهای اطراف آن رعایت نشده است. این مسئله سبب کاهش میزان عمق آب و افزایش میزان نفوذ نور خورشید با شدت بالا شده است. اگرچه در سال‌های اخیر مجددا دریاچه در حال آبگیری می‌باشد، ولی اکثر بخش‌های آبگیری شده نیز دارای عمق کمی (در حد چند سانتی‌متر) هستند و تا آبگیری کامل زمان زیادی لازم خواهد بود. در این محیط‌های کم عمق، یا آرتمیا وارد نشده و یا در صورت حضور بالاجبار تابش‌های شدید نور را دریافت می‌کند. نتایج مطالعه حاضر به وضوح نشان می‌دهد که افزایش بیش از حد تابش‌های خورشیدی در طول سال اثرات مخرب و تاثیرگذاری بر حیات آرتمیا و کاهش جمعیت آنها در محیط‌های طبیعی دارد.

بر اساس نتایج این مطالعه مشخص شد که دو عامل دوره نوری و شدت نور به طور توام اثرات واضح بر عملکرد تولیدمثل و درصد بازماندگی مولدین آرتمیای بکرزا داشتند. عملکرد تولیدمثلی پایین در مولدین آرتمیا واقع در شدت‌های نوری بالا (علی‌رغم قابلیت تولید زاده‌ها) مشاهده شد. نظر به عملکرد بهتر تولید زاده‌ها، میزان بازماندگی بالاتر مولدین و افزایش درصد ماده‌های حامل کیسه تخم در شدت نور ۳۰۰۰ لوکس، این سطح از شدت نور همراه با دوره نوری ۸ :۱۶ آن هم در طول شش هفته ابتدایی به عنوان بهترین سطح نوری برای مولدین در شرایط نیمه- متراکم در فضای بسته پیشنهاد و شدت‌های نوری بالا (به خصوص ۵۰۰۰۰ لوکس) اثرات کاملاً مضر و منفی بر شاخصه‌های تولیدمثلی و بازماندگی مولدین داشتند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات جناب آقای مهندس خسرو جانی خلیلی مسئول محترم آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تشکر می‌گردد.

منابـع

Abatzopoulos, J.T., El-Bermawi, N., Vasdekis, C. 2003. Effects of salinity and temperature on reproductive and life span characteristics of clonal *Artemia* (International Study on *Artemia* LXVI). Hydrobiologia. 492: 191-199.

Abatzopoulos, J.T., Baxevanis, D.A., Triantaphyllidis, V.G., Criel, G., Pador, L.E., Van Stappen, G., Sorgeloos, P. 2006. Quality evaluation of *Artemia urmiana* Gunther (Urmia Lake, Iran) with special emphasis on its particular cyst characteristics (International Study on *Artemia* LXIX). Aquaculture. 254: 442-454.

Agh, N., Van Stappen, G., Bossier, P., Mohammad Yari, A., Rahimian, H., Sorgeloos, P. 2008. Life cycle characteristics of six *Artemia* populations from Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11: 854-861.

Alekseev, V.R., Giussani, G., Ravera, O., Riccardi, N. 2004. Diapause in aquatic invertebrates. Journal of Limnology. 63: 1-98.

Browne, R.A., Wanigasekera, G. 2000. Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 244: 29-44.

Buikema, A.J. 1973. Some effects of light on the growth, molting, reproduction and survival of the Cladoceran *Daphnia pulex*. Hydrobiologia. 41: 391-481.

Clegg, J.S., Trotman, C.N.A. 2002. Physiological and biochemical aspects of *Artemia* ecology. In: Abatzopoulos, T.J. Beardmore, J.A. Clegg, J.S., Sorgeloos, P. (ed.). *Artemia*: Basic and Reproductive Modes in *Artemia* Applied Biology. Biology of Aquatic Organisms, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 129-170.

Coutteau, P., Brendonckm, L., Lavens, P., Sorgeloos, P. 1992. The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Anostraca. Hydrobiologia. 234: 25-32.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

Drinkwater, L.E., Clegg, J.S. 1991. Experimental biology of cyst diapause. In: Brown, R.A., Sorgeloos, P. (eds.). Artemia Biology. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 93-117.

Eimanifar, A., Mohebbi, F. 2007. Urmia Lake (Northwest Iran): a brief review. Saline System. 3: 1-8.

Esmaeili Fereidouni, A., Masoudi Asil, S. 2015. Effect of light intensities on reproductive parameters in Artemia urmiana during rearing period. Journal of Fisheries Science and Technology. 4(1): 1-19.

Forward, R.B.Jr., Swanson, J., Tankersely, R.A., Welch, J.M. 1997. Endogenous swimming rhythms of blue crab, *Callinectes sapidus*, megalopae, effects of offshore and estuarine cues. Marine Biology. 127: 621-628.

Grant, P.T., Middleton, C., Plack, P.A., Thomson, R.A. 1985. The isolation of four aminocyclohexenimines (mycosporines) and a structurally related derivative of cyclohexane-1:3-dione (gadusol) from the brine shrimp, *Artemia*. Comparative Biochemistry and Physiology. 80: 775-759.

Hoang, T., Lee, S.Y., Keenan, C.P., Marsden, G.E. 2002a. Ovarian maturation of the banana prawn *Penaeus merguiensis* de Man under different light intensities. Aquaculture. 208: 159-168.

Hoang, T., Lee, S.Y., Keenan, C.P., Marsden, G.E. 2002b. Maturation and spawning performance of pond- reared *Penaeus merguiensis* in different combinations of temperature, light intensity and photoperiod. Aquaculture Research. 33: 1243-1252.

Hoang, T., Lee, S.Y., Keenan, C.P., Marsden, G.E. 2002c. Spawning behaviour of *Penaeus merguiensis* de Man and the effect of light intensity on spawning. Aquaculture Research. 33: 351-357.

Hoseinpour, M., Fakheri Fard, A., Naghili, R. 2010. Death of Urmia Lake, a Silent Disaster Investigating Causes, Results and Solutions of Urmia Lake drying. Paper presented at the 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University, Islamic Azad University - Mashad Branch, Iran. pp. 700-704.

Jury, S.H., Chabot, C.C., Watson, W.H. 2005. Daily and circadian rhythms of locomotor activity in the American lobster, *Homarus americanus*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 318: 61-70.

Kim, D.H., Kim, S.K., Choi, J.H., Kim, B.R., Seo, H.C., Kwon Jang, I.N. 2010. The effects of manipulating water temperature, photoperiod, and eyestalk ablation on gonad maturation of the swimming crab, *Portunus trituberculatus*. Crustaceana. 83: 129-141.

Lavens, P., Sorgeloos, P. 1984. Controlled production of *Artemia* cysts under standard conditions in a recirculating culture system. Aquacultural Engineering. 3: 221-235.

Lavens, P., Sorgeloos, P. 1987. Design, operation and potential of a culture system for the continuous production of *Artemia* nauplii. In: Sorgeloos, P., Bengtson, D.A., Decleir, W., Jaspers, E. (eds.). Artemia Research and its Applications, Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium. pp. 339-345.

Lavens, P., Sorgeloos, P. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Technical Paper. 305 p.

Lavens, P., Sorgeloos, P. 2000. The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. Aquaculture. 181: 397-403.

Masoudi Asil, S., Esmaeili Fereidouni, A., Ouraji, H., Jani Khalili, Kh. 2013. Effects of different light intensities on growth, survival, reproductive and life span characteristics of *Artemia urmiana* (Günther 1890). Aquaculture Research. 44: 554-566.

Nambu, Z., Tanaka, S.H., Nambu, F. 2004. Influence of photoperiod and temperature on reproductive mode in the brine shrimp *Artemia franciscana*. Journal of Experimental Zoology. 301: 542-546.

Noori, F. 2001. Effects of photoperiod on cyst production by *Artemia urmiana*. In: Van Stappen, G., Sorgeloos, P., Agh, N. (eds.). Abstract Book of International Workshop on Artemia. Artemia and Aquatic Animals Research Center. Urmia University, Urmia, 12-15 May 2001. pp. 25-27.

Pandian, T.J. 2016. Reproduction and Development in Crustacea. Series on Reproduction and Development in Aquatic Invertebrates. Volume 1. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. 295 p.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]

Persoone, G., Sorgeloos, P. 1980. General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels O., Jaspers, E. (eds.). The Brine Shrimp *Artemia*. Vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. Universa Press, Wetteren, Belgium, pp. 3-24.

Pontes, C.S., de F. Arruda, M., de L. Menezes, A.A., de Lima, P.P. 2006. Daily activity pattern of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) juveniles under laboratory conditions. Aquaculture Research. 37: 1001-1006.

Shan, R.K. 1974. Reproduction in laboratory stocks of *Pleuroxus* (Chydoridae, Cladocera) under influence of photoperiod and light intensity. International Review of Hydrobiology. 59: 643-666.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company, San Francisco, CA, USA. 776 p.

Sorgeloos, P., Baeza-Mesa, M., Benijts, F., Persoone, G. 1975. Research on the culturing of the brine shrimp *Artemia salina* at the State University of Ghent, Belgium. In: Persoone, G., Jaspers, E. (eds.). Proceeding 10th European Symposium Marine Biology. Universa Press, Wetteren, Belgium. pp. 473-495.

Triantaphyllidis, G.V., Poulopoulou, K., Abatzpoulos, T.J., Perez, C.A., Sorgeloos, P. 1995. International study on *Artemia* XLIX. Salinity effects on survival maturity, growth biometrics, reproductive and life span characteristics of a bisexual and parthenogenetic population of *Artemia*. Hydrobiologia. 302: 215-227.

You, K., Yang, H., Liu, Y., Liu, S., Zhou, Y., Zhang, T. 2006. Effects of different light sources and illumination methods on growth and body color of shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture. 252: 557-565.

Wang, F., Dong, S., Dong, S., Huang, G., Zhu, C., Mu, Y. 2004. The effect of light intensity on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. Aquaculture. 234: 475-483.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.2.1.8]