بررسی تأثیر شدت نور بر رشد و تولید مثل روتیفر *Brachionus rotundiformis*

مهران جواهری بابلی*[1]، سید جواد حسینی [1]

۱- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، صندوق پستی: ۱۹۱۵

تاریخ دریافت: ۱۰ آبان ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: ۲۸ بهمن ۱۳۹۳

چکیده

در این پژوهش تأثیر شدت نورهای مختلف بر رشد و تولید مثل روتیفر *Brachionus rotundiformis* مورد بررسی قرارگرفت. به این منظور ویال‌های ۱۰ میلی‌لیتر را که هر یک حاوی ۳ میلی‌لیتر ریز جلبک دریایی *Nonnochloropsis oculata* با غلظت ۱۲×۱۰^{۶} سلول در میلی‌لیتر بود، به وسیله‌ی روتیفر با تراکم ۱۰ عدد در میلی‌لیتر (۳۰ عدد در هر ویال) تلقیح شدند و تحت تابش شدت نورهای مختلف (۲۰۰-۱۰۰۰- ۲۰۰۰- ۳۰۰۰- ۴۰۰۰- ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ لوکس)، شرایط یکسان (دما بین ۳۲° - ۲۸° ، شوری ۲۵ ppt ، pH بین ۷/۹ تا ۸/۱، تراکم غذایی با غلظت ۱۲×۱۰^{۶} سلول در میلی‌لیتر و هوادهی به‌وسیله‌ی تکان دادن دستی ویال‌ها) کشت شد. نتایج آزمایش نشان داد میان تراکم‌های روتیفر در تیمارهای رشد یافته با شدت نورهای مختلف در زمان ۱۲ ساعت پس از کشت، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). پس از ۲۴ ساعت بیشترین تراکم روتیفر در تیمار رشد یافته در شدت نور ۳۰۰۰ لوکس (۸/۷۱±۳۴ عدد در میلی‌لیتر) مشاهده شد، که به جز تیمار ۴۰۰۰ لوکس با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). نتایج نشان داد بیشترین تراکم روتیفر در زمان‌های ۴۸،۳۶، ۶۰ و ۷۲ ساعت در شدت نور ۳۰۰۰ لوکس بود ($P<۰/۰۵$). به طوری که پس از گذشت ۷۲ ساعت میزان آن به ۱۹ ± ۲۵۵ عدد در میلی‌لیتر رسید. همچنین محاسبات آماری حاصل از شمارش تخم روتیفر نشان داد، طی زمان‌های ۱۲ تا ۷۲ ساعت میان تیمارها، اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). بیشترین تعداد تخم تولید شده در واحد حجم در تیمار ۳۰۰۰ لوکس (۴۱/۵±۱۲۲ عدد در میلی‌لیتر) و کمترین آن مربوط به تیمار ۷۰۰۰ لوکس (۱±۴ عدد در میلی‌لیتر) به‌دست آمد. در پایان آزمایش نتایج بیان داشت، شاخص‌های طول لوریکا و قطر تخم، میان تیمارهای مختلف آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P>۰/۰۵$). پس از گذشت ۷۲ ساعت، کمترین تراکم روتیفر در شدت نور ۷۰۰۰ لوکس (۲۰/۵±۵۷/۶ عدد در میلی‌لیتر) و بیشترین تراکم روتیفر در شدت نور ۳۰۰۰ لوکس (۱۹ ± ۲۵۵ عدد در میلی‌لیتر) محاسبه گردید. در نتیجه با افزایش میزان شدت نور (تا ۳۰۰۰ لوکس) تراکم روتیفر افزایش و در شدت نورهای بالاتر، این تراکم کاهش یافت.

کلمات کلیدی: روتیفر، *Brachionus rotundiformis*، نور، لوریکا، تخم

* عهده‌دار مکاتبات (✉)، mehranjavaheri@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

مقدمه

بسیاری از گونه‌های مهم ماهیان دریایی در مراحل اولیه‌ی لاروی دارای اندازه دهان کوچک‌تری نسبت به گونه‌های دیگر بوده بنابراین تولید انبوه زئوپلانکتون مناسب جهت تغذیه‌ی آن‌ها از لحاظ اندازه و نیز کیفیت و کمیت حایز اهمیت است. نقش روتیفر در آبزی پروری به خاطراندازه‌ی کوچک آن برای تغذیه و انتقال اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره‌ی بلند (HUFA) در مراحل لاروی ماهیان دریایی و میگو روشن شده است (Shei *et al.*, 2012). ویژگی‌هایی همچون اندازه‌ی مناسب (۱۰۰ الی ۳۴۰ میکرون)، سرعت تولید مثل بالا، طبیعت زی‌شناوری، دامنه‌ی تحمل وسیع در برابر تغییرات محیطی مثل شوری و دما، شنای آرام (که حس شکارگری را تحریک می‌کند) و نیز امکان تراکم‌پذیری بالا، این زئوپلانکتون را به عنوان غذای زنده‌ی ایده‌آل جهت تغذیه‌ی بیش از ۶۰ گونه ماهی و نیز ۱۸ گونه سخت پوست مطرح می‌نماید(Dhert *et al.*, 1995). به دلایل فوق روتیفر *Brachionus* که در آب‌های لب شور ساحلی وآب‌های شور داخلی زیست می‌کند، در صنعت آبزی‌پروری از اهمیتی خاص برخوردار می‌باشد. بررسی‌های گوناگونی در زمینه‌ی تأثیر عوامل محیطی (نور، دما، شوری ...) بر روی رشد و تولید مثل روتیفر انجام شده که در جهت تهیه‌ی سویه‌های کوچک اندام روتیفر پیرامون چرخه‌ی تولید مثل غیرجنسی و نیز تولید تخم‌های نهفته در شرایط محیطی مختلف از قبیل تغییرات شور (Ricci, 2001)، تأثیر دما بر رشد و تولید مثل روتیفر (Dhert *et al.*, 1995)، بررسی اثر شدت نور و طول موج‌های مختلف بر روی تفریخ در روتیفر (Hagiwara and Akinori, 1989)، و کاوش‌های دیگر صورت گرفته است. هر چند در زمینه‌ی تأثیر عامل نور تحقیقات اندکی در دست است لیکن کارهای انجام شده حایز اهمیت‌اند. مطالعه مکانیسم اثر تابش نور با انرژی بالا که موجب تولید اکسیژن فعال درون آب می‌شود (Mopper and Zhou, 1990) (که احتمالاً می‌تواند در فرآیند تفریخ تخم‌ها دخیل باشد)، همچنین بررسی نقش ترکیبات پروستاگلاندین حاصل از اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع درون تخم‌های نهفته در اثر نور (Hagiwara *et al.*, 1995) و نیز تأثیر تابش نور بر فعالیت متابولیسمی روتیفر که منجر به پویایی ویتامین A می‌شود (به واسطه باند شدن مشتقات ویتامین A به RBP (Retinol Binding Protein) وایجاد کمپلکس RBP-ROH (رتینول-RBP))(Haga *et al.*, 2006) و بسیاری مطالعات دیگر، در زمینه‌ی تأثیر عامل نور در رشد و تولید مثل روتیفر می‌باشد. از آنجاکه نور از عوامل مهم در رشد روتیفر است بنابراین به منظور بررسی تأثیر آن و نیز تعیین میزان نور بهینه جهت افزایش راندمان تولید روتیفر، این پژوهش با عنوان بررسی تأثیر شدت نور بر رشد و تولید مثل روتیفر *Brachionus rotundiformis* صورت گرفت.

مواد و روش

در این پژوهش تأثیر شدت نورهای مختلف بر رشد و تولیدمثل روتیفر *Brachionus rotundiformis* مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور ویال‌های ۱۰میلی‌لیتری که هر یک حاوی ۳ میلی‌لیتر ریزجلبک دریایی *Nannochloropsis oculata* با غلظت ۱۲×۱۰^{۶} سلول در میلی‌لیتر بود، به وسیله‌ی روتیفر با تراکم ۱۰ عدد در میلی‌لیتر (۳۰ عدد در هر ویال) تلقیح شد، و تحت تابش شدت نورهای مختلف (۲۰۰-۱۰۰۰-

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

۲۰۰۰- ۳۰۰۰- ۴۰۰۰- ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ لوکس) به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت. تیمارهای شدت نور به ترتیب با اعداد ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و۷ شماره‌گذاری شد. استوک روتیفر مورد نیاز در آزمایشگاه تولید غذای زنده در ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندرامام خمینی تهیه و خالص‌سازی روتیفربه وسیله‌ی پیپت پاستور صورت گرفت. به جز عامل شدت نور، کلیه‌ی شرایط کشت (دما، شوری، pH و تراکم جلبکی) یکسان و از آنجا که کشت‌ها حجم کمی داشت (۳ میلی‌لیتر) لذا هوادهی با تکان دادن دستی ویال‌ها صورت گرفت. آزمایش مربوط به هر تیمار شدت نور به طور جداگانه انجام شد. دوره زمانی هر آزمایش ۷۲ ساعت بود و از آن جا که پس از هر ۱۲ ساعت ۳ تکرار بررسی و از دوره‌ی آزمایش حذف گردید. لذا برای هر دوره‌ی آزمایش ۱۸ ویال (۳ × نمونه۶) تهیه شد و چون تعداد ۷ تیمار شدت نور بود، در مجموع ۱۲۶ نمونه مورد مطالعه قرار گرفت که طی ۷ آزمایش جداگانه مربوط به شدت نورهای مورد نظر انجام شد. برای تأمین شدت نورهای مورد نیاز از لامپ‌های فلورسنت (کم مصرف) و نیز جهت محاسبه شدت نورها از دستگاه نورسنج DIGITAL INSTRUMENT مدل FX-101 استفاده و دمای محیط بین ۳۲°-۲۸° و شوری کشت‌ها حدود ppt ۲۵ و pH نیز بین ۷/۹ تا ۸/۱ اندازه‌گیری شد. بررسی نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری بود که شامل شمارش تعداد روتیفر ، شمارش تعداد تخم، اندازه‌گیری طول لوریکا (به‌وسیله‌ی میکرومتر) و نیز اندازه‌گیری قطر تخم در هر یک از تیمارهای شدت نور شد. بدین ترتیب تراکم روتیفر و تخم در میلی‌لیتر در هر تکرار تعیین و همچنین طول لوریکا و قطر تخم در ۵۰ عدد روتیفر از هر تیمار شدت نور (در ۳ تکرار) در پایان هردوره‌ی کشت (برای۷ تیمار در مجموع ۳۵۰ نمونه) محاسبه گردید (این کار با استفاده از عدسی ۱۰ میکروسکپ نوری و نیز به وسیله‌ی میکرومتر انجام شد). بررسی تراکم روتیفر نشان داد که داده‌ها به صورت نرمال توزیع شده و نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل و توسط آزمون دانکن در سطح اعتماد ۹۵ ٪ مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

کشت روتیفر *Brachionus rotundiformis* تحت تأثیر شدت نورهای مختلف

تراکم‌های حاصل از کشت روتیفر تحت تأثیر شدت نورهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی تراکم روتیفر پس از گذشت ۱۲ ساعت و تحت تأثیر شدت نورهای مختلف نشان داد که بین تیمارهای مختلف شدت نور اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). پس از گذشت ۲۴ ساعت از کشت روتیفر مشاهده شد که میان تراکم‌های روتیفر در تیمارهای مختلف شدت نور اختلاف معنی‌دار بود (P <۰/۰۵). بدین ترتیب بیشترین میانگین تراکم روتیفر مربوط به شدت نور ۳۰۰۰ لوکس یعنی تیمار ۴ (۸/۷±۳۴ عدد در میلی لیتر) و کمترین میانگین تعداد روتیفر (۲±۱۲/۶۶ عدد در میلی لیتر) مربوط به شدت نور ۵۰۰۰ لوکس (تیمار ۶) بوده است. در دوره کشت ۳۶ ساعت، بررسی تراکم‌ها اختلاف معنی‌دار بین سه گروه از تیمارها را نشان داد (P<۰/۰۵). بر این اساس بیشترین میانگین تعداد روتیفر مربوط به تیمار۴ یا شدت

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

نور ۳۰۰۰ لوکس (۱۲±۸۳ عدد در میلی لیتر) و کمترین میانگین وابسته به تیمار ۱ یعنی شدت نور ۲۰۰ لوکس (۳/۵±۲۰/۳۳ عدد در میلی لیتر) بود. همچنین پس از گذشت ۴۸ساعت نتیجه بررسی داده‌ها نشان داد که میان بعضی از تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵) و بدین ترتیب بیشترین میانگین مربوط به تیمار ۴ (۵۱±۲۰۳ عدد در میلی لیتر) و کمترین آن مربوط به تیمار ۲ یا شدت نور ۱۰۰۰ لوکس (۸/۵±۲۶/۳۳ عدد در میلی لیتر) بود. مطالعه تراکم کشت‌های ۶۰ ساعت روتیفر در شدت نورهای مختلف نشان داد که از نظر آماری میان تیمارهای گوناگون اختلاف معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۵) و نیز بیشترین میانگین در تیمار۴ یا شدت نور ۳۰۰۰ لوکس (۱۹/۵±۲۴۰ عدد در میلی لیتر) و کمترین آن در شدت نور ۲۰۰ لوکس یا تیمار ۱ (۱۳/۷±۳۶/۶۶ عدد در میلی لیتر) بود. پس از ۷۲ساعت بررسی تراکم کشت‌های روتیفر یک توزیع نرمال را نشان داده و با آنالیز واریانس یک طرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی-داری بین تیمارهای مختلف نمایان شد (P<۰/۰۵) و بیشترین تراکم روتیفر مربوط به شدت نور ۳۰۰۰ لوکس (۱۹±۲۵۵ عدد در میلی لیتر) و کمترین آن در تیمار ۷۰۰۰ لوکس (۲۰/۵±۶۶/ عدد در میلی لیتر ۵۷) بود.

جدول ۱: نتایج حاصل از تراکم‌های کشت روتیفر *Brachionus rotundiformis* تحت تأثیر شدت نورهای مختلف (عدد در میلی لیتر)

شدت نور (لوکس)		۲۰۰ (تیمار۱)	۱۰۰۰ (تیمار۲)	۲۰۰۰ (تیمار۳)	۳۰۰۰ (تیمار۴)	۴۰۰۰ (تیمار۵)	۵۰۰۰ (تیمار۶)	۷۰۰۰ (تیمار۷)
مدت زمان دوره کشت (ساعت)	۱۲	۱۱/۶۶±۲/۰^{a}	۱۱/۳۳±۲/۵^{a}	۱۳/۳۳±۲/۵^{a}	۱۵/۶۶±۴/۰^{a}	۱۲±۱/۷^{a}	۱۰/۶۶±۱/۵^{a}	۱۰/۶۶±۳/۰^{a}
	۲۴	۱۳±۳/۰^{c}	۱۵/۳۳±۳/۵^{c}	۲۰±۷/۰^{bc}	۳۴±۸/۷^{a}	۲۹/۳±۷/۶^{ab}	۱۲/۶۶±۲/۰^{c}	۱۳±۲/۰^{c}
	۳۶	۲۰/۳۳±۳/۵^{c}	۲۲±۲/۶^{c}	۲۴/۶۶±۵/۶^{c}	۸۳±۱۲/۰^{a}	۵۶/۶±۱۲/۰^{b}	۳۳/۳۳±۸/۱^{c}	۲۴/۶۶±۸/۵^{c}
	۴۸	۳۲/۳±۳/۵^{cd}	۲۶/۳۳±۸/۵^{d}	۶۸±۱۵/۱^{bc}	۲۰۳±۵۱/۰^{a}	۸۳±۱۳/۵^{b}	۳۴/۶±۷/۵^{cd}	۳۴/۶۶±۸/۳^{cd}
	۶۰	۳۶/۶±۱۳/۷^{d}	۴۵/۶۶±۶/۰^{d}	۱۱۱/۶±۱۷/۱^{c}	۲۴۰±۱۹/۵^{a}	۱۴۱/۳±۲۳/۱^{b}	۵۱±۹/۸^{d}	۴۹/۳±۱۵/۶^{d}
	۷۲	۵۸/۳±۱۳/۵^{c}	۸۸/۳۳±۴/۷^{c}	۱۹۸/۶±۲۰/۵^{b}	۲۵۵±۱۹/۰^{a}	۲۰۸±۲۲/۰^{b}	۶۵/۳±۱۱/۵^{c}	۵۷/۶±۲۰/۵^{c}

آن گروه ازداده ها که در سطح اعتماد ۹۵ ٪ باگروه دیگر از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نبود باحروف مشابه و داده‌های دارای اختلاف معنی‌دار با حروف نامشابه مشخص شد

اندازه‌گیری طول Lorica و قطر تخم در کشت‌های روتیفر *Brachionus rotundiformis* تحت تأثیر شدت نورهای مختلف

نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول لوریکا و قطر تخم مربوط به تیمارهای شدت نور (۲۰۰-۱۰۰۰-۲۰۰۰- ۳۰۰۰- ۴۰۰۰- ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ لوکس) در جدول ۲ نشان داده شده است.

بررسی طول لوریکا در ۵۰ نمونه روتیفر از هر تیمار شدت نور در کشت‌های روتیفر تحت تأثیر شدت نورهای مختلف نشان داد که بین کلیه تیمارهای شدت نور (۲۰۰-۱۰۰۰- ۲۰۰۰- ۳۰۰۰- ۴۰۰۰- ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ لوکس) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). در ضمن میانگین طول لوریکا در کلیه‌ی تیمارها ۳۴/۸±۱۶۱/۸میکرون بود و نیز اندازه‌گیری قطر تخم در ۵۰ عدد روتیفر از هر تیمار شدت نور نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میان تیمارهای مورد نظر وجود نداشت (P>۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

جدول ۲: نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول لوریکا و قطر تخم در ۳۵۰ عدد روتیفر *Brachionus rotundiformis* تحت تأثیر شدت نورهای مختلف

تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
شدت نور(لوکس)	۲۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۷۰۰۰
میانگین طول Loricaدر ۵۰عددروتیفر(میکرون)	۱۶۱±۳۲[a]	۱۶۳±۳۱[a]	۱۵۹±۳۷[a]	۱۶۳±۳۵[a]	۱۶۰±۳۷[a]	۱۶۵±۳۴[a]	۱۶۳±۳۷[a]
میانگین قطر تخم در ۵۰ عدد روتیفر(میکرون)	۸۶±۱۱[a]	۸۴±۱۰[a]	۸۴±۱۱[a]	۸۴±۱۰[a]	۸۴±۱۱[a]	۸۴±۱۰[a]	۸۵±۱۱[a]

* حروف مشابه نشان دادکه در سطح اعتماد ۹۵ ٪داده‌هاازنظرآماری دارای اختلاف معنی‌دار نبود.

شمارش تخم درروتیفر *Brachionus rotundiformis* تحت تأثیر شدت نورهای مختلف

محاسبه تعداد تخم مربوط به کشت‌های روتیفر تحت تأثیر شدت نورهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. شمارش تعداد تخم در کشت روتیفر پس از گذشت ۱۲ ساعت و تحت تأثیر شدت نورهای مختلف نشان دادکه بین تیمار ۴و۵ (۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ لوکس) و نیز تیمارهای ۳،۲،۱، ۶ و ۷ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P >۰/۰۵)، اما میان تیمار ۵ و همه‌ی تیمارها بجز تیمار ۴ اختلاف معنی‌دار بود و نیز بیشترین میانگین تعداد تخم روتیفر مربوط به شدت نور۴۰۰۰ لوکس (تیمار ۵) بوده (۴/۵±۳۳/ عدد در میلی لیتر ۲۰) و کمترین آن در شدت نور۷۰۰۰ لوکس (۱± عدد در میلی لیتر ۴) مشاهده شد. شمارش تعداد تخم در کشت روتیفر پس از گذشت ۲۴ ساعت و تحت تأثیر شدت نورهای مختلف نشان داد که میان تیمار ۴ (۳۰۰۰ لوکس) و همه‌ی تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین میانگین تخم مربوط به تیمار ۴ (۶±۵۰/۶۶ عدد در میلی لیتر) وکمترین آن در تیمار ۱ (۲±۶۶/ عدد در میلی لیتر ۷) مشاهده شد. شمارش تعداد تخم در کشت روتیفر پس از گذشت ۳۶ ساعت، میان تیمار ۴ و همه‌ی تیمارها همچنین میان گروه تیمار (۵،۳) و گروه (۶،۵،۲،۱ و۷) اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). بیشترین میانگین تعداد تخم مربوط به تیمار۴ (۴۱/۵±۱۲۲ عدد در میلی لیتر) و کمترین آن در تیمار شماره ۲ (۴±۹/۶۶ عدد در میلی لیتر) مشاهده شد. شمارش تعداد تخم در کشت روتیفر پس از گذشت ۴۸ ساعت روشن کرد میان گروه تیمار (۵،۴،۳) و گروه (۶،۲،۱و۷) اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین میانگین تعداد تخم مربوط به تیمار ۵ (۷/۷±۳۳/ عدد در میلی لیتر ۶۲) و کمترین آن در تیمار ۲۰۰ لوکس (۶/۱±۶۶/ عدد در میلی لیتر ۹) مشاهده شد. پس از گذشت ۶۰ ساعت نیز میان گروه تیمار (۲،۴) و گروه (۶ و۷) و گروه (۱،۶) و (۱،۷) و نیز تیمارهای ۲،۳،۵و۷ اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، و بیشترین میانگین تعداد تخم مربوط به تیمار ۳ (۶±۳۳/ عدد در میلی لیتر ۸۸) و کمترین آن در تیمار ۷۰۰۰ لوکس (۵/۱±۹/۳۳ عدد در میلی لیتر)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

مشاهده شد. نتایج حاصل ازشمارش تخم درکشت‌های روتیفر پس از گذشت ۷۲ ساعت و تحت تأثیر شدت نورهای مختلف نیز نشان داد میان گروه تیمار (۳،۴و۵) و گروه (۶،۴و۵) وگروه (۶،۴و۷) و تیمار ۱ و تیمار ۲ اختلاف معنی‌داربود ($P<0/05$) و بیشترین میانگین تعداد تخم مربوط به تیمار ۲ (۴/۵±۷۵/۶۶ عدد در میلی لیتر) و کمترین آن در تیمار ۷۰۰۰ لوکس (۲/۵±۱۵/۳۳ عدد در میلی لیتر) بود.

جدول ۳: نتایج حاصل از شمارش تخم روتیفر *Brachionus rotundiformis* تحت تأثیر شدت نورهای مختلف (عدد در میلی‌لیتر)

شدت نور (لوکس)		۲۰۰ (تیمار۱)	۱۰۰۰ (تیمار۲)	۲۰۰۰ (تیمار۳)	۳۰۰۰ (تیمار۴)	۴۰۰۰ (تیمار۵)	۵۰۰۰ (تیمار۶)	۷۰۰۰ (تیمار۷)
مدت زمان دوره کشت (ساعت)	۱۲	۴/۳±۱/۵^{b}	۵/۳±۲/۰^{b}	۸/۶±۳/۲^{b}	۱۹/۶±۴/۵^{a}	۲۰/۳±۴/۵^{a}	۴/۳±۱/۱^{b}	۴±۱/۱^{b}
	۲۴	۷/۶±۲/۰^{d}	۸/۳±۰/۵^{d}	۹±۳/۰^{d}	۵۰/۶±۶/۰^{a}	۸/۲±۶/۲^{b}	۲۲/۶±۵/۸^{bc}	۱۵/۳±۴/۰^{cd}
	۳۶	۱۲/۳±۱/۱^{c}	۹/۶±۴/۰^{c}	۴۵±۱۰/۴^{b}	۱۲۲±۴۱/۵^{a}	۳۰/۶±۴/۵^{bc}	۴/۶±۱/۵^{c}	۱۱/۶±۳/۷^{c}
	۴۸	۹/۶±۶/۱^{b}	۲۱/۳±۳/۲^{b}	۴۶±۸/۱^{a}	۵۸±۲۲/۵^{a}	۶۲/۳۳±۷/۷^{a}	۱۶/۶±۳/۵^{b}	۱۶/۶±۱۱/۲^{b}
	۶۰	۲۲/۶±۴/۹^{de}	۴۱/۳±۵/۱^{c}	۸۸/۳±۶/۰^{a}	۳۳/۳±۵/۱^{cd}	۶۸±۱۰/۸^{b}	۱۵/۶±۶/۴^{ef}	۹/۳±۵/۱^{f}
	۷۲	۴۱±۳/۶^{b}	۷۵/۶±۴/۵^{a}	۲۹±۶/۵^{c}	۲۱±۳/۵^{cde}	۲۶/۶±۴/۹^{cd}	۱۹/۳±۵/۵^{ed}	۱۵/۳±۲/۵^{e}

آن گروه ازداده ها که باگروه دیگر از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری (در سطح اعتماد ۹۵ ٪) نباشد باحروف مشابه و داده‌های دارای اختلاف معنی‌دار با حروف نامشابه مشخص شد

بحث

پس از گذشت ۲۴ ساعت، مقایسه تراکم کشت‌های روتیفر نشان داد که بین میانگین‌های مربوط به نور ۳۰۰۰ لوکس به جز ۴۰۰۰ لوکس و بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0/05$)، اما با گذشت زمان و پس از ۳۶، ۴۸، ۶۰ و ۷۲ ساعت تحت تأثیر شدت نورهای مختلف (۲۰۰-۱۰۰۰-۲۰۰۰- ۳۰۰۰- ۴۰۰۰- ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ لوکس) و افزایش تراکم کشت‌ها، مشخص شد که تیمار ۳۰۰۰ لوکس (تیمار ۴) با کلیه تیمارهای دیگر (۷، ۶، ۵، ۳، ۲ و۱) در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بوده است ($P<0/05$) در نتیجه شدت نور بهینه جهت پرورش روتیفر *B.rotundiformis*، ۳۰۰۰ لوکس بوده که در زمان ۷۲ ساعت بیشترین میانگین تولید (۱۹±۲۵۵ عدد در میلی لیتر) را داشت. (در عمل با ادامه‌ی زمان تأثیر نور (پس از۳۶،۴۸، ۶۰ و ۷۲ ساعت) اختلاف آماری میان تیمار۳۰۰۰ لوکس با دیگر تیمارها آشکار می‌گردد. همچنین کمترین میزان تولید روتیفر در زمان ۷۲ ساعت ۲۰/۵±۵۷/۶۶ عدد در میلی‌لیتر بود ،که تحت تأثیر شدت نور ۷۰۰۰ لوکس به‌دست آمد. به نظر می‌رسد که گذشت زمان و طی دوره‌ی زمانی ۷۲ ساعت، موجب شده که شدت نور بیش از پیش بر روی رشد تأثیر گذاشته اما این بار منجر به کاهش جمعیت روتیفر در ۷۰۰۰ لوکس شده است. هرچند اطلاعات کمی راجع به تأثیر نور بر فعالیت فیزیولوژیکی روتیفر و نیز متابولیسم مواد مغذی درون آن موجود است اما می‌توان این موضوع را از آزمایشات Haga و همکاران (۲۰۰۶) و Nakamoto

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

(۱۹۹۱) استنباط نمود. بر اساس فرضیه‌ی Haga و همکاران (۲۰۰۶) تابش نور از طریق تغییر ماهیت مشتقات ویتامین A تأثیر بر فعالیت متابولیسمی روتیفر می‌تواند موجب افزایش رشد آن و در نتیجه بالا رفتن تراکم روتیفر گردد. همچنین در آزمایش Nakamoto (۱۹۹۱) بر روی ماهی فلاندر ژاپنی تغذیه شده با روتیفرهایی که تحت تابش طولانی مدت نور بوده‌اند، معلوم شد که طولانی شدن زمان تابش نور موجب کاهش میزان ذخیره ویتامین A در روتیفرها شده که با کاهش فعالیت متابولیسمی (درروتیفر) و به دنبال آن افزایش بروز علائم pseudoalbinism در ماهی فلاندر گردید (کم شدن ذخیره ویتامین A در روتیفر ممکن است با تأثیر بر فعالیت متابولیسمی، موجب کاهش رشد روتیفرها نیز بشود). البته این آزمایش تا حدی می‌تواند کاهش جمعیت روتیفر در شدت نور ۷۰۰۰ لوکس را پس ازگذشت زمان ۷۲ ساعت توجیه کند. از طرفی بر اساس نتایج آزمایش، احتمالاً کاهش شدت نور نیز مانند افزایش شدت آن (خارج ازدامنه بهینه) از طریق کاهش فعالیت متابولیسمی روتیفر منجر به کاهش پویایی ویتامین A (درروتیفر) و در نتیجه موجب اختلال در رشد و کاهش جمعیت روتیفر شده است. چنانکه در تیمارهای بالاتر از ۵۰۰۰ لوکس و یا کمتر از ۱۰۰۰ لوکس نتایج همخوان به‌دست آمد. بررسی تراکم تخم‌های تولید شده نیز نشان می‌دهد که بیشترین تولید تخم درشدت نور ۳۰۰۰ لوکس و پس از طی زمان ۳۶ ساعت (۴۱/۵±عدد در میلی لیتر ۱۲۲) بوده و کاهش آن پس ازگذشت ۶۰ ساعت احتمالاً به علت عدم تناسب میزان غذا (تراکم ریز جلبک) با افزایش تراکم جمعیت روتیفر و نیز عوامل محیطی دیگر (استرس ناشی ازافزایش جمعیت و یا عوامل نامعلوم) بوده است. در بررسی‌های محققین تابش نور به وسیله لامپ هالوژن با شدت ۴۴۰۰ لوکس و به مدت ۳۰ دقیقه موجب تفریخ تخم‌های نهفته روتیفر (پس از سپری شدن یک دوره زمانی معین که در دمای ۲۵° حدود ۷ روز و در دمای ۵° این زمان حدود ۳۰۰ روز می‌باشد) می‌شود اما در غیاب نور، تفریخ تخم نهفته صورت نمی‌گیرد (Hagiwara and Akinori, 1989) (در بررسی حاضر نیز تأثیر میزان شدت نور و دوره زمانی آن مورد توجه بوده است). علاوه بر شدت نور، طول موج‌های مختلف نیز بر روی تفریخ در روتیفر موثر است (Hagiwara *et al.*, 1995). تابش نور با انرژی بالا موجب تولید اکسیژن فعال درون آب شده (Mopper and zhou, 1990) که احتمالاً می‌تواند در فرآیند تفریخ تخم‌ها دخیل باشد. البته مکانیسم تأثیر نور بر تفریخ تخم‌های نهفته ازطریق اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع وتولید ترکیبات پروستاگلاندین درون تخم‌ها صورت گرفته است (Hagiwara *et al.*, 1995). تأثیر نور در انواع دیگر غذای زنده مثلاً آرتمیا (از سخت‌پوستان) نیز مورد بررسی قرار گرفته است. عامل نور به خاطر تأثیر بر عملکرد فیزیولوژیکی و فرآیند تولید مثل موجب تمرکز مطالعات بر روی بازده و درصد تفریخ سیت آرتمیا شده است (Sorgeloos, 1972). سیست آرتمیا در نور با طول موج‌های ۶۰۰-۴۰۰ نانومتر به خوبی تفریخ می‌شود (Van der Linden *et al.*, 1985) که احتمالاً همان نوری است که توسط رنگدانه موجود در جنین قابل جذب می‌باشد (مکانیسم تأثیر نور بر تفریخ سیست آرتمیا از طریق جذب نور های۶۰۰- ۴۰۰ نانومتر توسط رنگدانه‌ی موجود در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

جنین)، (Van der Linden *et al.,* 1986) که در مراحل بعد، فرآیند تفریخ را میسر می‌نماید. ویژگی‌های دیگر در دوره‌ی زندگی آرتمیا از قبیل تعداد نسل‌ها، درصد سیست‌های تفریخ نشده، تعداد ناپلی در هر نسل، طول زمان تولید مثل و نیز طول زمان پس از تولید مثل همگی تحت تأثیر شدت‌های مختلف نور بوده است (Masoudi Asil *et al.,* 2013). بررسی تأثیر شدت نور بر روی *Artemia urmiana* نشان می‌دهد که بیشترین تعداد ناپلی تولید شده در شدت نور ۵۰۰۰ لوکس (۷۳۹/۳۱ عدد به ازاء یک فرد ماده) و کمترین آن در شرایط تاریکی (درغیاب نور) و به میزان ۸۳/۶ عدد به ازاء یک فرد ماده بوده (Masoudi Asil *et al.,* 2013) که این موضوع اهمیت حضور نور و تأثیر شدت نور بهینه را به خوبی برای افزایش تولید ناپلی آرتمیا نمایان می‌سازد. به طور کلی تأثیر نور بر روی روش تولید مثل آرتمیا به خوبی روشن شده است (Noori, 2001). در کلادوسرا نیز جنین توسط طول موج‌های ۶۷۰-۳۵۰ نانومتر القاء به تفریخ می‌گردد. همچنین تغییرات تابش نور در فعالیت‌اند و کرینی تأثیر کرده و بر روی جفت‌گیری، رسیدگی، تخم‌ریزی، تفریخ، پوست‌اندازی و مرگ سخت‌پوستان موثر می‌باشد(Omori and Ikeda, 1984). در سخت پوستانی مانند میگوی پنائیده، نوع رنگ و میزان شدت نور، موجب القاء رشد گنادها می‌شود (Hoa, 2009) مثلاً میگوی *Penaeus merguiensis* در نور ۷۵۰ لوکس تحرک کمتری نسبت به نور ۷۵ لوکس نشان می‌دهد که به معنای مصرف بیشتر انرژی جهت رشد و تولید مثل بوده و احتمالاً در بهبود رشد میگو موثر است (Hoang *et al.,* 2003). البته نتایج حاصل از این آزمایش در رابطه با تأثیر شدت نور بر روی طول لوریکا بیان داشت که میان همه‌ی تیمارها هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری وجود نداشته (P>۰/۰۵) همچنین اندازه‌گیری قطر تخم‌ها نیز در تیمارهای مختلف شدت نور هیچ گونه اختلاف معنی‌داری میان آن‌ها نشان نداده (P>۰/۰۵) که دلالت بر عدم تأثیر نور بر ویژگی طول لوریکا و قطر تخم در روتیفر دارد. در ضمن مقایسه‌ی نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول لوریکا در روتیفر مورد آزمایش (که میانگین طول لوریکا در آن۱۶۱/۸میکرون بود)، با نتایج آزمایشات محققین دیگر (که اندازه میانگین طول لوریکارا ۱۶۰ میکرون برآورد کرده‌اند) (Dhert *et al.,* 1995) و نیز مقایسه‌ی اندازه‌ی قطر تخم روتیفر در این پژوهش (۸۴/۲۹ میکرون) با نتیجه‌ی حاصل از آزمایشات محققین خارجی که حدود ۹۰ میکرون بوده‌است (Anitha and Goerg, 2006) نشان دهنده‌ی صحت نتایج بررسی حاضر می‌باشد.

در این پژوهش شدت نور۳۰۰۰ لوکس بیشترین تراکم روتیفر و تولید تخم را حاصل نمود که این شدت نور برای تولید انبوه پیشنهاد می‌گردد. از طرف دیگر اندازه روتیفر که شاخص مهمی در تغذیه‌ی گونه‌های آبزیان دریایی با اندازه دهان زیر ۱۰۰ میکرون می‌باشد، تحت تأثیر نور قرار نگرفت.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

1. Anitha, P.S., George, R.M., 2006. The taxonomy of *Brachionus plicatilis* species

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]

survival, reproductive and life span characteristics of *Artemia urmiana* (Günther 1890). Aquaculture Research, 44, 554–566.
9. Mopper, K., Zhou, X., 1990. Hydroxyl radical photoproduction in the sea and its potential impact on marine processes. Science, 250, 661-664.
10. Nakamoto, K., 1991. Effect of day lightlength for spawning and anomalous coloration in hatchery- reared flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Science, 38, 387.
11. Noori, F., 2001. Effects of photoperiod on cyst production by *Artemia urmiana*,In Abstract Book of International Workshop on Artemia (ed by G.Vanstappen, P. Sorgeloos & N.Agh), 25-27.
12. Omori, M., Ikeda, T., 1984. Methods in Marine Zooplankton Ecology. John Wiley and Sons, Pergamon Press, New York, NY, USA, 332 p.
13. Ricci, C., 2001. Dormancy patterns in rotifers. Hydrobiologia, 446/447, 1-11.
14. Sorgeloos, P., 1972. The influence of light on the growth rate of larvae of the brine shrimp *Artemia salina*. Biology Jaarb Dodonaea, 40, 317–322.
15. Shei, M.R.P., Rodrigues, R.V., Sampaio, L.A., 2012. Use of commercial live feeds enrichment during first feeding period of the barber goby *Elacatinus figaro*. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 5(1), 9-12.
16. Van der Linden, A., Blust, R., Decleir, W., 1985. The influence of light on the hatching of Artemia cysts (*Anostraca: Branchiopoda:Crustacea*). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 92, 207-214.
17. Van der Linden, A., Vankerckhoven, I., Caubergs, R., Decleir, W., 1986. Action spectroscopy of light-induced hatching of Artemia cysts (*Branchiopoda: Crustacea*). Marine Biology, 91, 239-243.

complex *(Rotifera: Monogononta)* from the Southern Kerala (India) with a note on their reproductive preferences. Journal of the Marine Biological Association of India, 48(1), 6-13.
2. Dhert, P., Schoeters, K., Vermeulen, P., Sun, J., Gao, S., Shang, Z. and Sorgeloos, P., 1995. Production and evaluation of resting eggs of *Brachionus plicatilis* originating from the P.R. of china. In: Lavens, P., Jasper, E. and Roelants, I. (Eds), Larvi, 95 Fish and Shellfish Larviculture Symposium European Aquaculture Society, Special Publication, Gent, Belgium, 24, 315-319.
3. Haga, Y., Tarui, F., Ohta, K., Shima, Y., Takeuchi, T., 2006. Effect of light irradiation on dynamics of vitamin A compounds in rotifers and Artemia. Fisheries Science, 72, 1020–1026.
4. Hagiwara, A., Akinori, H., 1989. Effect of incubation and preservation on resting egg hatching and mixis in the derived clones of the rotifer *Brachionus plicatilis*. Hydrobiologia, 52, 415-421.
5. Hagiwara, A., Hoshi, N., Kawahara, F., Tominaga, K., Hirayama, K., 1995. Resting eggs of the marine rotifer *Brachionus plicatilis* Miller: development, and effect of irradiation on hatching. Hydrobiologia, 313/314, 223-229.
6. Hoa, N.D., 2009. Domestication of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in recirculation system in Vietnam. PhD thesis, Ghent University Belgium, 199 p.
7. Hoang, T., Barchiesis, M., Lee, S.Y., Keenan, C.P., Marsden, G.E., 2003. Influences of light intensity and photoperiod on molting and growth of *Penaeus merguiensis* cultured under laboratory conditions.Aquaculture, 216, 343-354.
8. Masoudi Asil, S., Esmaeili Fereidouni, A., Ouraji, H., Jani Khalili, Kh., 2013. Effects of different light intensities on growth,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1394.9.1.1.4]