

فصلنامه علمی- پژوهشی زیست‌شناسی میکروارگانیسم‌ها
سال پنجم، شماره ۱۹، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۱۴۶-۱۳۷
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۱

تأثیر غلظت‌های مختلف جلبک رشته‌ای *Oscillatoria spp.* بر فاکتورهای رشد و تولیدمثل روتیفر آب شور *Brachionus plicatilis*

احمد احمدی: دانشجوی کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه ارومیه، ایران، 92fishery@gmail.com
نصراه احمدی فرد*: استادیار تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه ارومیه، ایران، n.ahmadifard@urmia.ac.ir

چکیده

مقدمه: در سال‌های اخیر، استفاده از روتیفرها به‌عنوان غذای زنده برای پرورش لارو ماهیان و سخت‌پوستان، اهمیت پیدا کرده است. روتیفرها با دارا بودن ویژگی‌هایی از جمله اندازه مناسب، ارزش غذایی و شنای آرام دارای قابلیت زیادی در پرورش مراحل اولیه لارو آبزیان مختلف هستند. رشد و تراکم به‌عنوان فاکتورهای مهم در تولید روتیفرها محسوب می‌شوند.

مواد و روش‌ها: در مطالعه حاضر در شرایط آزمایشگاهی اثر ۳ غلظت مختلف ($1/5 \times 10^6$ ، 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر) جلبک رشته‌ای *Oscillatoria spp.* بر رشد و تولیدمثل روتیفر آب شور *Brachionus plicatilis* بررسی شد. کشت روتیفرها در شرایط استاندارد و در ظروف پلاستیکی ۵۰۰ میلی‌لیتری با تراکم اولیه ۳۰ عدد در میلی‌لیتر انجام شد.

نتایج: در انتهای پنجمین روز از دوره پرورش بیشترین تراکم ($453/66 \pm 6/33$ فرد در میلی‌لیتر) (میانگین \pm انحراف معیار) در غلظت غذایی $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر به دست آمد که به‌طور معنی‌داری ($p < 0/05$) نسبت به دو تیمار دیگر بیشتر بود. نرخ رشد ویژه در غلظت‌های 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار $1/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر بود ($p < 0/05$) اما بین دو تیمار 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). بیشترین تعداد تخم ($113 \pm 4/72$) و ماده‌های تخم‌دار ($102 \pm 5/03$) در تیمار $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر و در روز چهارم مشاهده شد. بیشترین نرخ تخم در روزهای دوم و سوم در تیمار متوسط با تراکم 3×10^6 سلول در میلی‌لیتر مشاهده شد ($p < 0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که جلبک رشته‌ای/سیلاتوریا قابلیت استفاده در غلظت‌های مختلف در پرورش روتیفر آب شور را دارد و با تغییر غلظت‌های مختلف می‌توان روتیفرهایی با تراکم متفاوتی تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: روتیفر *Brachionus plicatilis*، *Oscillatoria spp.*، رشد و تولیدمثل

* نویسنده مسئول مکاتبات

مقدمه

سال‌هاست که از روتیفرها به‌عنوان غذای زنده، جهت پرورش لارو ماهیان دریایی و سخت‌پوستان استفاده می‌شود. امروزه از روتیفرها در مراحل مختلف پرورش گونه‌های مهم ماهیان از جمله کفال ماهیان^۱، ماهی دم‌زرد ژاپنی^۲، ماهی باس دریایی آسیایی^۳ استفاده می‌شود و همچنین برای کشت و پرورش میگوهای پنائیده^۴ و خرچنگ کاربردهای فراوانی دارد (۱، ۲). چند خصوصیت روتیفرها از جمله اندازه خیلی کوچک و شنای آرام باعث شده که آن‌ها را به‌عنوان طعمه مناسب برای لارو ماهیان معرفی کنند (۱ و ۳). روتیفرها از انواع مختلفی از غذاها تغذیه می‌کنند و نوع غذای انتخابی آن‌ها به فاکتورهای زیادی بستگی دارد. به‌طور معمول ارتباط خوبی بین فراوانی روتیفر و غلظت فیتوپلانکتون‌ها وجود دارد (۴ و ۵). براساس مطالعات صورت گرفته مشخص شده است که براکیونوس‌ها^۵ به‌طور معمول از ذرات غذایی تا ۲۰ میکرون تغذیه می‌کنند و تناسبی بین اندازه بدن روتیفر و اندازه ذرات غذایی وجود دارد (۶-۷). براکیونوس‌ها با افزایش تراکم غذا تا یک حد مشخص مصرف جلبک زیادتری دارد ولی افزایش بیش از حد این مقدار اثر مثبتی ندارد و حتی ممکن است با مسدود کردن کرونال^۶ و ماستاک^۷ اثر منفی داشته باشد (۸). در بین گروه‌های مختلف، جلبک *Nannochloropsis oculata* و *Isochrysis galbana* برای تغذیه و رشد روتیفرها به‌طور گسترده استفاده می‌شود که ایزوکرایسیس مقادیر بالایی از DHA^۸ و نانوکلروپسیس EPA^۹ بالای را به خود اختصاص داده و به‌عنوان یک غذای بسیار خوب برای غنی‌سازی اسیدهای چرب در روتیفرها مطرح شده است (۹).

افزایش تراکم جلبک‌های رشته‌ای در شرایط یوتروفی کاملاً شناخته‌شده و قطعی است ولیکن قابلیت خوراکی این جلبک‌ها برای زئوپلانکتون‌های فیلترکننده از جمله روتیفرها و همچنین نقش تغذیه‌ای آن‌ها کاملاً بحث‌برانگیز است (۱۰). در یک مطالعه بوریان و همکاران (۱۱) عنوان کردند که جلبک رشته‌ای *Arthrospira fusiformis* که به‌شکل بلوم در دریاچه‌های بی‌کربناتی آفریقا یافت می‌شود، یک منبع غذایی مهم برای روتیفر *B.plicatilis* است؛ درحالی‌که این غذا به‌سختی توسط روتیفر *B.dimidiatus* مصرف می‌شود. اشنایدر (۱۲) دریافت که در شرایط آزمایشگاهی کپه‌پود *Diaptomus gracilis* جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* را ده برابر سریع‌تر از *آتابنا* تغذیه می‌کند؛ درحالی‌که جلبک رشته‌ای *Oscillatoria aghardhii* کمتر توسط کپه‌پود *D.ashlandi* مصرف می‌شود (۱۳). براساس مطالعات فوق (۱۲ و ۱۳) جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* رشد بسیار سریعی دارد و به‌دلیل رشته‌ای بودن، میزان شناوری بالایی در ستون آب دارد و می‌تواند گزینه خوبی در تغذیه زئوپلانکتون‌های فیلترفیدر باشد. همچنین این جلبک به‌دلیل داشتن اندازه مناسب (کمتر از ۲۰ میکرون) جهت تغذیه روتیفرها و همچنین نداشتن هیچ‌گونه خاری، می‌تواند گزینه مناسبی جهت تغذیه باشد. مطالعات رشد جمعیتی روتیفرها برای بررسی آثار کمی و کیفی غذا استفاده می‌شود؛ زیرا پاسخ روتیفرها به تغییرات غذا بسیار سریع است (۱۴). بنابراین در پژوهش حاضر، قابلیت استفاده از جلبک رشته‌ای *Oscillatoria spp.* در غلظت‌های مختلف در تغذیه روتیفر آب شور *B.plicatilis* بررسی شد.

مواد و روش‌ها

کشت جلبک: نمونه خالص جلبک *اوسیلاتوریا* از پژوهشکده میگوی بوشهر تهیه و در شرایط استاندارد کشت شد (۱۵) که به شرح زیر آورده شده است. کشت جلبک ابتدا در ارلن مایرهای ۲۵۰ میلی لیتری و سپس برای تولید انبوه به ارلن مایرهای ۱ لیتری و سپس ۵ لیتری منتقل شدند (کشت دسته‌ای). جهت استریل کردن آب محیط کشت جلبک از اتوکلاو ۲۵ لیتری ریحان طب (ساخت ایران) استفاده شد. در کشت‌های جلبک از آب مقطر با پی اچ ۷ و از محیط کشت والنه^{۱۰} استفاده شد (۱۵). از نمک دریاچه ارومیه برای ساختن آب با شوری مناسب استفاده شد (میزان شوری محیط کشت جلبک در این آزمایش ppt ۳۵-۳۰ در نظر گرفته شد). درجه حرارت اتاق کشت برای تولید جلبک ۲۵-۲۲ سانتی گراد بود و برای تأمین نیاز روشنایی از ۴ لامپ فلوروسانت ۴۰ وات استفاده شد که شدت نور در سطح کشت‌ها را به ۳۰۰۰-۲۵۰۰ لوکس رساند. برداشت جلبک‌ها در مرحله رشد فاز لگاریتمی^{۱۱} صورت گرفت. برای تخمین تراکم جلبک از لام نئوبار^{۱۲} (هماسیتومتر) برای شمارش تعداد استفاده شد. همچنین از روش اندازه‌گیری طول رشته‌های جلبک با استفاده از میکرومتر و گرفتن میانگین طول برای هر رشته، تراکم جلبک برآورد شد.

پرورش روتیفر: روتیفر آب شور *Brachionus plicatilis* از پژوهشکده میگوی بوشهر تهیه و در آزمایشگاه در شرایط استاندارد (۳) با استفاده از جلبک *Nannochloropsis oculata* تغذیه شد و به تراکم ۲۰۰ عدد در هر میلی لیتر رسانده شد. جهت مطالعه اثر غلظت‌های مختلف جلبک رشته‌ای *اوسیلاتوریا* (۱۰^۶، ۱/۵×۱۰^۶، ۳×۱۰^۶ و ۴/۵×۱۰^۶ سلول در میلی لیتر) بر روی روتیفر از ۹ ظرف پلاستیکی ۵۰۰ میلی لیتری (۳ تیمار و

هر کدام با ۳ تکرار) استفاده شد. به هر یک از ظروف مخلوطی از جمعیت‌های روتیفر (روتیفرهای بالغ تخم‌دار، جوان و بدون تخم) با تراکم ۳۰ فرد در میلی لیتر معرفی شدند. شرایط مطالعه برای انجام این پژوهش شامل دمای ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی گراد، شوری ۲۸ تا ۳۰ گرم بر لیتر، پی اچ ۵/۸-۷/۲، نور ۳۰۰۰-۲۵۰۰ لوکس و دوره نوری ۲۴ ساعته بود. در طول آزمایش شمارش روتیفرها به‌طور روزانه انجام شد و سپس روتیفرها با استفاده از توری ۵۰ میکرون فیلتر و به محیط کشت جدید انتقال داده شدند. با افزودن جلبک تازه تراکم غذایی در محیط‌های کشت تقریباً ثابت نگه داشته شد. این آزمایش در مدت‌زمان ۱۰ روز انجام گرفت. شکل ۱ روتیفر در حال تغذیه از جلبک رشته‌ای *اوسیلاتوریا* را نشان می‌دهد. شکل ۱ و ۲ نسبت اندازه‌های تخم و روتیفر در مقایسه با جلبک رشته‌ای را نشان می‌دهد. براساس این اشکال امکان تغذیه این گونه از جلبک رشته‌ای توسط روتیفر وجود دارد. همچنین براساس شکل ۳ (روتیفر متلاشی‌شده) خروج جلبک‌های تغذیه‌شده از بدن روتیفر این امر را تأیید می‌کند.

بررسی تراکم روتیفرها: برای بررسی تعداد روتیفر، هر روز ۱ تا ۲ میلی لیتر از نمونه آب حاوی روتیفر با استفاده از میکروپیپت نمونه‌برداری شد و ۲ قطره لوگل به آب اضافه شد تا نمونه‌ها ثابت شدند و سپس با استفاده از لام باگاروف در زیر میکروسکوپ شمارش شدند. با استفاده از رابطه زیر میزان رشد ویژه^{۱۳} محاسبه شد (۱۶).

$$R = (\ln N_t - \ln N_0) / t$$

Nt = تراکم نهایی روتیفر بعد از دوره پرورش

(برحسب تعداد در میلی لیتر)

N0 = تراکم اولیه روتیفر (برحسب تعداد در میلی لیتر)

T = دوره پرورش (۱۰ روز)

نرخ تخم: از تقسیم تعداد تخم‌ها (E) به تعداد کل ماده‌ها (N) در یک نمونه حاصل می‌شود. به طور معمول چند نمونه یک میلی لیتری، برای محاسبه این فاکتور از محیط کشت روتیفر استفاده می‌شود (۱).

تعداد کل ماده‌ها / تعداد کل تخم‌ها = نرخ تخم

آنالیز آماری: بعد از بررسی نرمال بودن توزیع داده و همگنی واریانس‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه^{۱۴} برای بررسی داده‌ها و آزمون دانکن برای بررسی اختلاف بین میانگین‌ها استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ برای بررسی آماری داده‌ها و از Excel نسخه ۲۰۱۰ برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

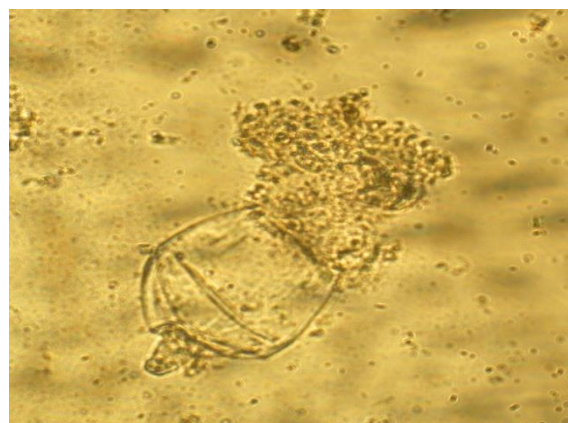
بررسی تراکم روتیفرها: شکل ۴ تعداد روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت‌های مختلف رشته‌ای / سیلاتوریا را نشان می‌دهد. براساس نتایج به دست آمده بیشترین تراکم در غلظت غذایی $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی لیتر در روز ۵ تا ۷ مشاهده شد در حالی که از روز ۱ تا ۳ اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف جلبک مشاهده نشد ($p > 0.05$). در روزهای ۱ تا ۵ تیمارها حالت افزایشی داشت و از روز ۵، ۶، ۷ و ۸ روند ثابتی را طی کرد و در نهایت از روز چهارم به بعد تعداد روتیفرها در ۳ تیمار فوق با هم اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$) به طوری که روند صعودی تراکم در غلظت‌های مختلف مشاهده شد و در روز ۵ تا ۷ به بیشترین میزان خود رسید.



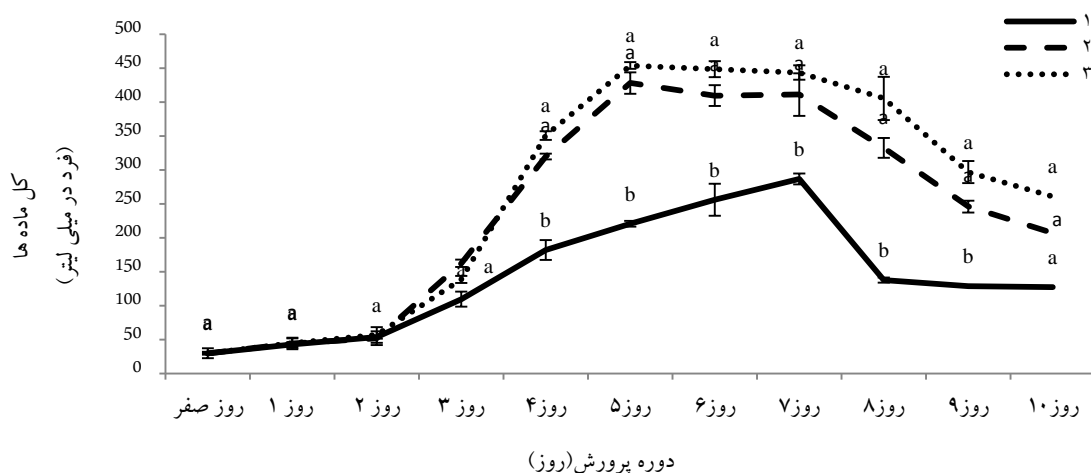
شکل ۱- روتیفر *Brachionus plicatilis* در حال تغذیه از جلبک رشته‌ای *Oscillatoria spp.*



شکل ۲- تخم جداشده روتیفر *Brachionus plicatilis*. در شکل نسبت اندازه تخم روتیفر با جلبک رشته‌ای / سیلاتوریا قابل مقایسه است.

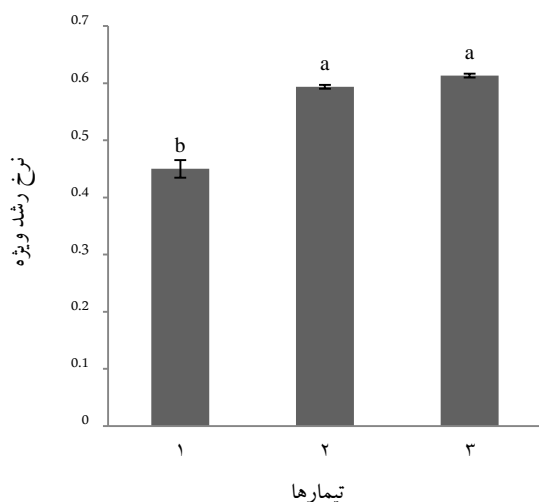


شکل ۳- نمایی از روتیفر *Brachionus plicatilis* که در اثر فشار متلاشی شده‌اند. مواد خروجی (جلبک *Oscillatoria spp.*) از بدن روتیفر بعد از متلاشی شدن قابل مشاهده است.



شکل ۴- نمودار نتایج تعداد روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت‌های مختلف جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* (حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح $p < 0.05$ است) اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای تیمارهای $1/5 \times 10^6$ ، 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی لیتر از جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* هستند.

یک از تیمارها مشاهده نشد. براساس شکل ۶ یک روند افزایشی تعداد کل ماده‌های تخم‌دار از روز سوم تا روز پنجم مشاهده شد که سپس تا روز ۷ روند ثابت و بعد از آن روند کاهشی را نشان می‌دهد.



شکل ۵- نمودار نتایج نرخ رشد ویژه (f) روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت‌های مختلف جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* (حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح $p < 0.05$ است) اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای تیمارهای $1/5 \times 10^6$ ، 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی لیتر از جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* هستند.

نرخ رشد ویژه روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت‌های مختلف جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتایج اختلاف معنی‌داری در نرخ رشد ویژه روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت‌های متوسط (3×10^6 سلول در میلی لیتر) و بالا ($4/5 \times 10^6$ سلول در میلی لیتر) مشاهده نشد ($p > 0.05$) در حالی که نرخ رشد ویژه روتیفرهای تغذیه‌شده دو تیمار فوق به‌طور معنی‌داری بیشتر از نرخ رشد روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت غذایی $1/5 \times 10^6$ سلول در میلی لیتر بود ($p < 0.05$).

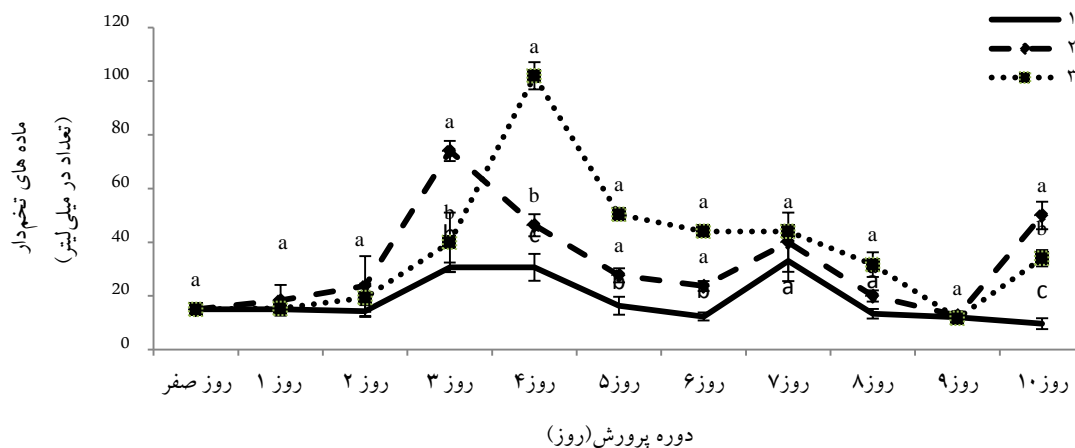
ماده‌های تخم‌دار و میزان کل تخم‌ها: تعداد کل

ماده‌های تخم‌دار تغذیه‌شده با غلظت‌های مختلف جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* در شکل ۶ نشان داده شده است. براساس نتایج حداکثر ماده‌های تخم‌دار در تیمار $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی لیتر مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری در تعداد کل ماده‌های تخم‌دار در روزهای ۳، ۴، ۵ و ۶ بین هر سه تیمار جلبکی مشاهده شد ($p < 0.05$) اگرچه در روزهای ۱ و ۲ اختلاف معنی‌داری بین هیچ

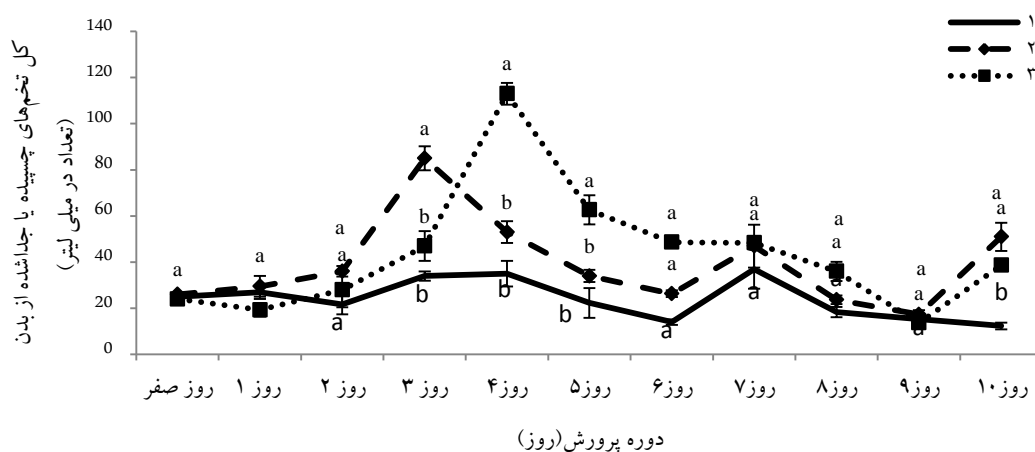
تفاوت داشتند ($p < 0.05$).

نرخ تخم: نرخ تخم روتیفرهای تغذیه‌شده با جلبک *اسیلاتوریا* با سه تیمار مختلف در شکل ۸ آمده است. بیشترین نرخ تخم (0.46) در روز سوم در تیمار متوسط با تراکم 3×10^6 سلول در میلی‌لیتر مشاهده شد ($p < 0.05$). اختلاف معنی‌داری از روز ۴ تا ۹ بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($p > 0.05$) به طوری که از روز ۴ به بعد یک روند کاهشی و از روز دهم روند صعودی مشاهده شد.

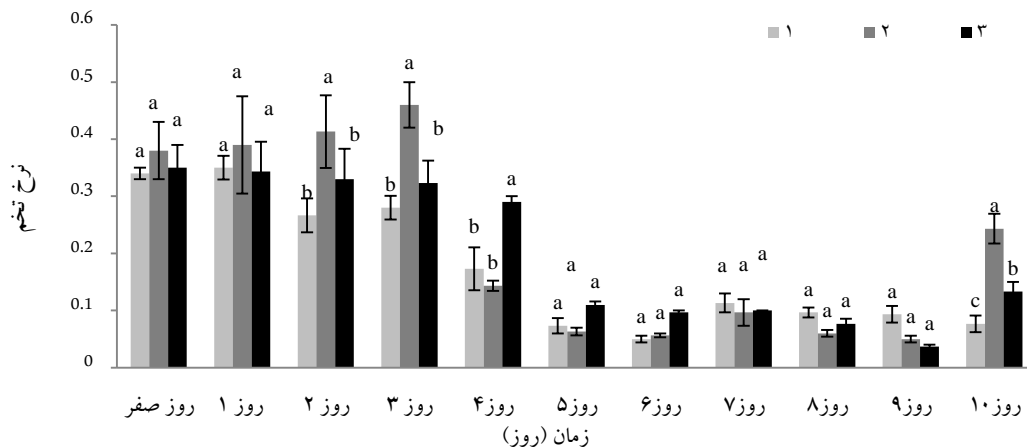
تعداد کل تخم‌های چسبیده یا جداشده از بدن که در محیط کشت در واحد میلی‌لیتر در شکل ۷ نشان داده شده است. بیشترین تعداد تخم در تیمار با غلظت بالای ($4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر) جلبک *اسیلاتوریا* حاصل شد. اختلاف معنی‌داری در تعداد کل تخم‌های موجود در واحد حجم در تیمار با غلظت متوسط و بالای جلبک *اسیلاتوریا* در روزهای ۱، ۲، ۶ و ۷ مشاهده نشد ($p > 0.05$)؛ اگرچه نتایج به دست آمده از تیمار با غلظت بالا و پایین جلبکی به طور معنی‌داری با هم



شکل ۶- نمودار نتایج تعداد کل ماده‌های تخم‌دار در غلظت‌های مختلف جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* (حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح $p < 0.05$ است) اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای تیمارهای $1/5 \times 10^6$ ، 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر از جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* هستند.



شکل ۷- نمودار تعداد کل تخم‌های چسبیده یا جداشده از بدن در روتیفرهای تغذیه‌شده با جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* (حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح $p < 0.05$ است) اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای تیمارهای $1/5 \times 10^6$ ، 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر از جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* هستند.



شکل ۸- نرخ تخم در روتیفرهای تغذیه‌شده با جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* (حروف متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح $p < 0.05$ است) اعداد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای تیمارهای $1/5 \times 10^6$ ، 3×10^6 و $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر از جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

کراتلا^{۱۷}، نوتوکلا^{۱۸} و براکیونوس^{۱۹} به دست آمده است (۱۸). احمدی فرد^{۲۰} و همکاران عنوان کردند که غذای ناکافی میزان رشد و هم‌آوری روتیفر آب شیرین *B. calyciflorus* را کاهش می‌دهد (۱۹). همچنین سارما^{۲۱} و همکاران بیان کردند که در روتیفرها و سخت‌پوستان پلانکتونی رابطه مثبتی بین هم‌آوری و میزان غذا وجود دارد (۲۰). دومینت^{۲۲} و همکاران نیز بیان کردند که بین افزایش جمعیت روتیفرها و میزان یا فراوانی غذا یک رابطه خطی وجود دارد که در مطالعه حاضر نیز نتیجه فوق حاصل شده است (۲۱). در مطالعه حاضر حداکثر تراکم (۴۵۳ فرد در میلی‌لیتر) در روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت بالای جلبک *اسیلاتوریا* به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که رابطه مثبتی بین افزایش غذا و تراکم روتیفر وجود دارد؛ ولی غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی بر میزان رشد روتیفرها دارد که با نتایج سارما و همکاران (۴) که بر روی روتیفر آب شیرین *B. calyciflorus* مطالعه شده بود مطابقت دارد. سارما و همکاران (۴) بیان کردند که علت اثر بازدارندگی غلظت‌های بالای جلبک می‌تواند به دلیل

در مطالعات تغذیه‌ای غذاهای زنده، از گونه‌های مختلف جلبکی و غلظت‌های متفاوت آن‌ها استفاده می‌شود. سوچار و چیگبو (۱۷) روتیفر *Chlorella* *dicentra* را با ۶ گونه جلبکی *Nannochloropsis oculata*، *Tetraselmis chuii*، *Chaetoceros gracilis*، *Rhodomonas salina*، *Isochrysis galbana* و *Prorocentrum micans* و هر کدام با ۶ تراکم ۲۵۰۰۰، ۵۰۰۰۰، ۱۰۰۰۰۰، ۲۵۰۰۰۰، ۵۰۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰۰ سلول در میلی‌لیتر کشت دادند و نتیجه گرفتند که نوع جلبک بر میزان تولید روتیفر مؤثر است و حداکثر تراکم در روتیفرهای تغذیه‌شده با کتوسروس و نانوکلروپسیس حاصل شد. در مطالعه حاضر از ۳ غلظت مختلف جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* بر روی رشد روتیفر آب شور استفاده شده است که بیشترین تراکم روتیفر در غلظت غذای بالا ($4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر) جلبک رشته‌ای *اسیلاتوریا* به دست آمد. نتایج مشابه پژوهش حاضر توسط سایر پژوهشگران بر روی گونه‌های خانواده براکیونیده^{۱۵} به‌عنوان مثال *آنوراوپسیس*^{۱۶}،

مخمر تر، مخمر خشک، جلبک خشک، جلبک زنده و جلبک فریز شده در روز ثبت کردند (۲۵).

نرخ تخم به کیفیت و کمیت غذا بستگی دارد و پارامترهای غیرزنده‌ای همچون سطوح اکسیژن، دمای محیط، شوری، پی‌اچ^{۲۶} و سطوح آمونیاک نیز می‌تواند مؤثر باشد. هریک از پارامترها خارج از شرایط ایده‌آل می‌تواند نقش مهمی در کاهش نرخ تخم داشته باشد. سنل^{۲۷} و همکاران نرخ تخم کمتر از ۰/۳۱ را برای روتیفر آب شور *B. patulus* به‌عنوان عاملی مطرح کرده‌اند که احتمالاً کشت‌ها در آینده می‌تواند در معرض خطر باشد و نیاز به مراقبت زیادی است. (۶۲).

براساس مطالعه حاضر مشخص شد که اگرچه جلبک *اسیلاتوریا* به‌صورت رشته‌ای است، قابلیت استفاده در غلظت‌های مختلف در پرورش روتیفر آب شور را دارد و همچنین با استفاده از غلظت‌های بالاتر جلبک می‌توان روتیفرهایی با تراکم بالا تولید کرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه که موجبات انجام این پژوهش را فراهم کردند کمال سپاسگزاری را دارند.

References

- (1) Lubzens, E., Tandler, A. & Minkoff, G. Rotifers as food in aquaculture. *Hydrobiologia*, 1989; 186(1): 387-400.
- (2) Samocha, T. M., Hamper, L., Emberson, C. R., Davis, A. D., McIntosh, D., Lawrence, A. L. & Van wyk, P. M. Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona, and Florida. *Journal of Applied Aquaculture*, 2002; 12(1): 1-42.

گرفتن مژه‌های تغذیه‌ای روتیفرها باشد. سارما و رائو^{۲۳} از دو غلظت 1×10^6 و 4×10^6 سلول در میلی‌لیتر جلبک سبز کلرلا جهت بررسی رشد روتیفر *B. patulus* استفاده کردند و حداکثر تراکم ۳۲۵-۱۱۰ فرد در میلی‌لیتر را گزارش نمودند که در مقایسه با غلظت جلبک مورد استفاده در پژوهش حاضر، نتایج مشابه است (۲۰). بررسی نرخ رشد ویژه از فاکتورهای مهم در بررسی شرایط کشت روتیفرها است. در مطالعه حاضر حداکثر نرخ رشد ویژه در روتیفرهای تغذیه‌شده با غلظت $4/5 \times 10^6$ از جلبک *اسیلاتوریا* به دست آمد. اگرچه این میزان با نتیجه به‌دست آمده از تیمار جلبکی 3×10^6 سلول در میلی‌لیتر تفاوت معنی‌داری نشان نداد و کمترین نرخ رشد ویژه در غلظت $1/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر از جلبک *اسیلاتوریا* حاصل شد. نرخ رشد ویژه روتیفرها در مطالعه حاضر بین ۰/۴۵ (در تیمار $1/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر) تا ۰/۶۱ (در تیمار $4/5 \times 10^6$ سلول در میلی‌لیتر) متغیر بود که این میزان در دامنه نرخ رشد ویژه مشاهده شده برای بیشتر زئوپلانکتون‌ها است (۲۳ و ۲۲). سارما و همکاران نشان دادند که نرخ ویژه روتیفرهای براکیونوس در دامنه ۲-۰/۱ قرار دارد اما بیشتر گونه‌ها میزان رشد کمتر از ۰/۵ در روز را نشان می‌دهند که با نتیجه مطالعه حاضر مطابقت دارد (۲۲). حداکثر نرخ رشد روتیفرها در تغذیه با جلبک‌های *Cyclotella cryptica*، *Pavlova lutheri*، *Nitzschia closterium* به‌ترتیب برابر با ۰/۵۱، ۰/۵۵، ۰/۶۹، ۰/۷۴، ۰/۹۲ و ۰/۹۶ به دست آمده است (۲۴). ستروپ^{۲۴} و مک‌اوی^{۲۵} با مطالعه و بررسی نرخ رشد بر روی روتیفر آب شور *B. plicatilis* و *B. rotundiformes* به‌ترتیب میزان نرخ رشد ویژه ۰/۲۳-۱/۱۵ و ۰/۳۷-۱/۵۴ را با تغذیه از

- (3) Dhert, P., Rombaut, G., Suantika, G. & Sorgeloos, P. Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture*, 2001; 200 (1): 129-146.
- (4) Sarma, S., Iyer, N. & Dumont, H. Competitive interactions between herbivorous rotifers: importance of food concentration and initial population density. *Hydrobiologia*, 1996; 331(1-3): 1-7.
- (5) Kennari, A. A., Ahmadifard, N., Seyfabadi, J. & Kapourchali, M. F. Comparison of growth and fatty acids composition of freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus* Pallas, fed with two types of microalgae at different concentrations. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2008; 39(2): 235-242.
- (6) Gilbert, J. J. Competition between rotifers and *Daphnia*. *Ecology*, 1985; 1943-1950.
- (7) Starkweather, P. L. Aspects of the feeding behavior and trophic ecology of suspension-feeding rotifers. *Hydrobiologia*, 1980; 73(1): 63-72.
- (8) Sarma, S. D. & Tamborenea, P. A new universality class for kinetic growth: One-dimensional molecular-beam epitaxy. *Physical review letters*, 1991; 66(3): 325.
- (9) Brown, M., Jeffrey, S., Volkman, J. & Dunstan, G. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 1997; 151(1): 315-331.
- (10) Haney, J.F., Field studies on zooplankton-cyanobacteria interactions. *New Zealand journal of marine and freshwater research*. 1987; 21, 467-475.
- (11) Burian, A., Kainz, M.J., Schagerl, M., & Yasindi, A. Species-specific separation of lake plankton reveals divergent food assimilation patterns in rotifers. *Freshwater biology*. 2014; 59, 1257-1265.
- (12) Schindler, J.E. Food quality and zooplankton nutrition. *The Journal of Animal Ecology*, 1971; 589-595.
- (13) Hartmann, H. Feeding of *Daphnia pulicaria* and *Diatomus ashlandi* on mixtures of unicellular and filamentous algae. *Verh. Int. Verein. Limnol*, 1985; 22, 3178-3183.
- (14) Wallace, R., Snell, T., Ricci, C., & Nogrady, T.,. Rotifera Part 1: Biology, ecology and systematics. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, Kenobi Productions Gent, Backhuys, The Netherlands, 2006.
- (15) Naderi, M., Meshkiny, S. & Manaffar, R. Study of optimum growth conditions and nutrition value of the two endemic microalgae, *Haematococcus sp.* and *Desmodesmus cunaetus*, in different culture media, *Biological Journal of Microorganism*, 2015; 4(14):49-61.
- (16) Laing, I. & Britain, G. Cultivation of marine unicellular algae, *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food*, 1991.
- (17) Krebs, C. J. Two paradigms of population regulation. *Wildlife Research*, 1995; 22(1): 1-10.
- (18) Suchar, V.A., & Chigbu, P. The effects of algae species and densities on the population growth of the marine rotifer, *Colurella dicentra*. *Journal of experimental marine biology and ecology*. 2006; 337, 96-102.
- (19) Peredo-Alvarez, V., Sarma, S.S.S. & Nandini. S. . Combiend effect of concentration of algal food (*Chlorella vulgaris*) and salt (sodium chloride) on the population growth of *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus patulus* (rotifera). *Revista de biologia tropical*, 2003; 51(2): 399-408.
- (20) Amadifard, N., Abedian-kenari, A. & Fallahi-Kapourchali, M. Effect of food densities of two kinds of algae on body size and egg size in a growing population of the rotifer *Brachionus calyciflorus* of Anzali wetland *journal of Biological Science*, 2008; 21(3): 393-382.

- (21) Sarma, S. & Rao, T. R.. The Combined Effects of Food and Temperature on the Life History Parameters of *Brachionus patulus* MULLER (Rotifera). *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 1991; 76(2): 225-239.
- (22) Dumont, H. J., Sarma, S. & Ali, A. J.. Laboratory studies on the population dynamics of *Anuraeopsis fissa* (Rotifera) in relation to food density. *Freshwater Biology*, 1995; 33(1): 39-46.
- (23) Sarma, S., Larios Jurado, P. S. & Nandini, S. Effect of three food types on the population growth of *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus patulus* (Rotifera: Brachionidae). *Revista de biología tropical*, 2001; 49(1): 77-84.
- (24) Hirayama, K., Takagi, K. & Kimura, H. Nutritional effect of eight species of marine phytoplankton on population growth of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Bullen. Jpn. Society. Scientefic. Fish*, 1979; 45, 11-16.
- (25) Nandini, S. Responses of rotifers and cladocerans to *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae): a demographic study. *Aquatic Ecology*, 2000; 34(3): 227-242.
- (26) Støttrup, J. & Mcevoy, L. (eds) *Live feeds in marine aquaculture*, 1st ed, UK: Blackwell Science; 2003.
- (27) Snell, T. W., Childress, M. J. & Hoff. F. H. Assessing the status of rotifer mass cultures. *Journal of world aquaculture Society*, 1987; 18(4): 270-277.

-
- ¹- Mullet
²- yellow tail
³- Asian sea bass
⁴- Penaidae
⁵- Brachionus
⁶- Crona
⁷- Mastac
⁸- Docosahegzononic acid
⁹- Ecosapentanoic acid
¹⁰- Walne
¹¹- Log phase
¹²- Neobar
¹³- Specific growth rate
¹⁴- ANOVA
¹⁵- *Brachionidae*
¹⁶- *Anuraeopsis*
¹⁷- *Keratella*
¹⁸- *Nothocla*
¹⁹- *Brachionus*
²⁰- Ahmadifard
²¹- Sarma
²²- Dumont
²³- Rao
²⁴- Støttrup
²⁵- Mcevoy
²⁶- pH
²⁷- Snell

Effect of different concentrations of filamentous algae, *Oscillatoria spp.* on growth and reproduction factors of marine rotifer *Brachionus plicatilis*

Ahmad Ahmadi

M.Sc. student of Proliferation and aquaculture, Urmia University Iran, 92fishery@gmail.com

NasrollahAhmadifard*

Assistant Professor of Aquaculture, Urmia University, Iran, n.ahmadifard@urmia.ac.ir

Abstract

Introduction: In recent years the use of rotifers as live food for rearing fish larvae and crustacean is very important. Rotifer has good characteristics such as size, nutritional value, slow swimming and these features are important in the development of early stage of aquatics. Growth and density are considered as important factors in the production of rotifers.

Materials and methods: In this study, the effect of three different concentrations (1.5×10^6 , 3×10^6 , 4.5×10^6 cell/ml⁻¹) of filamentous algae, *Oscillatoria spp.*, on growth and reproduction of marine rotifer, *Brachionus plicatilis* was investigated. The rotifers were cultured in standard conditions in 500 ml plastic containers. The initial density of rotifers in different treatments was 30 ind/ml.

Results: At the end of the fifth day, the highest density (453.66 ± 6.33) (M \pm SE) was seen in high concentration (4.5×10^6 cell.ml⁻¹), which were significantly (P<0/05) higher than the other two treatments. Specific growth rate were significantly greater at medium (3×10^6 cell.ml⁻¹) and high (4.5×10^6 cell.ml⁻¹) concentrations than low concentrations (1.5×10^6 cell.ml⁻¹) of filamentous algae (P<0.05). However, no significant differences were observed between the two treatments of medium and high concentrations. The maximum number of eggs (113 ± 4.72) and egg-bearing females (102 ± 5.03) were observed in treatment of 4.5×10^6 cell.ml⁻¹ at fourth day. Most of the egg rate was observed in the second and third days of treatment with medium concentration of filamentous algae (P<0/05).

Discussion and conclusion: The present study showed that filamentous algae, *Oscillatoria spp.* can be used in culturing of marine rotifer and changing different concentrations can produce different density of rotifers.

Key words: Rotifer *Brachionusplicatilis*, *Oscillatoriaspp*, Growth and reproduction

* Corresponding author

Received: October 22, 2014/ **Accepted:** September 12, 2015