تأثیرتغییرات دما و نور بر رشد جمعیت روتیفر آب شیرین

رودابه روفچائی*[۱]، ذبیح ا... پژند[۲]، فروزان چوبیان[۳]، هادی ارشاد لنگرودی[۴]

۱*، ۲و ۳- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، بخش اکولوژی، رشت، ایران، صندوق پستی: ۳۴۶۴- ۴۱۶۳۵

۴- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی:۱۶۱۶

r_rufchaie@yahoo.com

چکیده

در صنعت آبزی پروری *Brachionus calyciflorus* به عنوان غذای آغازین جهت تغذیه لارو ماهیان استفاده می‌شود. از آنجائی‌که این موجود همه‌جازی بوده و از قدرت سازگاری بالای محیطی برخوردار است که در نواحی زیادی از منابع آب شیرین دنیا دیده می‌شود. از این‌رو جهت دستیابی به میزان رشد و تولید بالای این گونه بررسی تغییرات دمایی و نوری در شرایط آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌های خالص شده به مدت ۷ ماه در تراکم حدود ۵۰ عدد در ۱ میلی‌لیتر به منظور سازگاری با محیط آزمایشگاه نگهداری شدند. همه آزمایشات درون لوله‌های آزمایش با حجم ۲۰ میلی‌لیتر در pH ۷/۶ و شدت روشنایی ۱۰۰۰ لوکس بررسی شد و روتیفرها در هر لوله آزمایش روزانه شمارش شدند. در بررسی دمایی ۴ تیمار با دماهای به ترتیب (۲۸-۲۵)، (۳۱-۲۸)، (۳۴- ۳۱)، (۳۷-۳۴) درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ روز در مقابل لامپ فلوروسنت با شدت ۱۰۰۰ لوکس انجام شد. در هر تیمار غذادهی ثابت با استفاده از جلبک *Chlorella vulgaris* با تراکم ۸×۱۰^{۵} سلول در هر میلی‌لیترانجام شد جهت بررسی ارتباط تأثیر عامل دما با میانگین تراکم جمعیت و زمان رسیدن به حداکثر تراکم جمعیت از آزمون توکی و آنالیز واریانس یک‌طرفه در برنامه Statgraphics plus استفاده شد. نتایج نشان داد که جمعیت در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با دما ندارد ($p>۰/۰۵$) اما زمان رسیدن به حداکثر تراکم جمعیت با افزایش دما اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد ($p<۰/۰۵$). بررسی روشنایی در ۵ تیمار ۱: ۲۴ ساعت روشنایی، تیمار ۲: ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، تیمار ۳: ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، تیمار ۴: ۲۴ ساعت تاریکی تیمار ۵: روشنایی در شرایط طبیعی) و سه تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. روتیفرها با تراکم ۱۲ عدد در میلی‌لیتر به تیمارهای مورد آزمایش معرفی شدند. در تیمارهای مورد آزمایش غذادهی به جهت آلوده نشدن محیط آزمایش انجام نشد. دمای بررسی ۲۷ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد. رابطه تأثیر فاکتور روشنایی با میزان تولید روتیفر از آزمون توکی استفاده شد. نتایج آزمایش‌های روشنایی نشان داد افزایش تراکم روتیفر با طول مدت روشنایی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ($p>۰/۰۵$).

کلمات کلیدی: روتیفر آب شیرین، *Brachionus calyciflorus*، دما، سرعت رشد، روشنایی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

B. calyciflorus از شاخه گردانتنان است که به دلیل نازک بودن پوست بدن در دستگاه گوارش آبزیان سریع هضم و جذب می‌شود. در بسیاری از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان آب شیرین به جهت بالاتر رفتن میزان رشد و بازماندگی، این گونه را مورد تغذیه لاروهای پرورشی قرار می‌دهند (۷). به طوری‌که در تازه‌ترین بررسی‌ها بر روی گربه ماهی آفریقایی، بیشترین درصد بازماندگی لاروها در تیمارهایی بوده که از روتیفر آب شیرین به طور تصادفی تغذیه کرده‌اند (۸).اگر چه روتیفرهای آب شور مانند *B. Plicatilis* در کشت لارو ماهیان خاویاری (۱) و کپورماهیان زینتی (۲۹) و لارو ماهی سفید (۴) مفید واقع شده است اما به دلیل سرعت بالای سقوط در آب برای ماهیان آب شیرین پلاژیک مناسب می‌باشد. به همین منظور روتیفرهای آب شیرین همچون *B. calyciflorus* برای پرورش لارو ماهیان آب شیرین مناسب‌تر است (۲۳). این گونه با اندازه مناسب و تولید مثل بالا یک گونه ایده‌ال برای تغذیه لارو ماهیان آب شیرین است (۱۴و۱۵). با تغییر در نوع غذای مصرفی اندازه این موجود متغیر بوده به طوری‌که در زمان مصرف با *Senedesmous sp.* به ۵/۸۴ ±۲۱۹/۲ میکرون رسیده (۲) در بررسی Mohr و Adrian در سال ۲۰۰۲ با تغذیه توسط مژه‌دارانی چون *coleps sp.*، *Tetrahumena pyriformi* تاژکدارای چون *chilomonas paramecium* اندازه ۲۵۰ تا ۳۰۰ میکرون را نیز ثبت کردند(۲۷). لاروماهیان در مراحل اولیه بسیار حساس بوده و کمیت، کیفیت و اندازه غذا بر روی رشد و نمو آن‌ها تأثیر به سزایی دارد در هر مرحله از تکامل و رشد، غذای مناسب با اندازه سایز دهانی و نیازمندی‌های غذایی در اختیار لارو قرار می‌گیرد (۳). اگرچه غذاهای خشک تجاری برای تغذیه ماهیان آب شور و شیرین استفاده می‌شوند ولی منابع غذای زنده، با توجه به اهمیت و کاربرد آن‌ها بیشتر مورد توجه هستند. تقریباً برای چهار دهه از روتیفرها به عنوان موجود غذایی در کشت لارو ماهیان آب شور استفاده شده است. تولید قابل اعتماد و پایدار روتیفرها و همچنین ارزش غذایی آن‌ها باعث شده که تکثیر و پرورش کلیه ماهیان در نقاط مختلف جهان رونق پیدا کند (۴۰). عمده لارو ماهیان در مراحل اولیه زندگی از ۲ تا ۳ موجود زنده به عنوان غذا استفاده می‌کنند. این موجودات شامل روتیفرهای گونه *Brachionus Plicatilis* و *Brachionus rotundiformis* و ناپلی میگوی آب شور (آرتمیا) برای لارو ماهیان آب شورو *B. calyciflorus* و *B. rubenus* و دیگر روتیفرهای آب شیرین برای لارو ماهیان آب شیرین می‌باشد (۶). جدیدترین بررسی‌ها حاکی از آن است که امروزه این گونه جهت بالا بردن ضریب بازماندگی گروهی از ماهیان استخوانی در حال انقراض و ماهیان زینتی پرورش داده می‌شود (۶، ۸، ۱۰، ۱۸، ۲۲و ۳۲). تأثیر این گونه در صنایع ماهیان زینتی آب شیرین بدین خاطر است که دافنی، *Moina* و کرم *Tubifex* اندازه بزرگتر و حرکت سریعتری داشته و برای ماهیان بزرگتر یا مولدین کاربرد دارند (۲۳). ارزش غذایی و تراکم روتیفرها از فاکتورهای مهم در تغذیه لارو ماهیان است (۱۱). کشت و پرورش روتیفر آب شیرین *Brachionus calyciflorous* از موضوعات مورد توجه مراکز علمی تحقیقاتی خارج از کشور بوده و تحقیقاتی نیز توسط Lim و همکاران (۲۰۰۳) و

Archive of SID
www.SID.ir

Isikو همکاران (۱۹۹۹) در این زمینه انجام یافته است (۲۰). این در حالی است که تاکنون چنین تحقیقی بر روی این موجود در ایران انجام نیافته است. نظر به اینکه هر نوع آبزی در دامنه خاصی از فاکتورهای محیطی (از قبیل دما، نور و ...) دارای رشد مطلوب بوده و تکثیر و تولید انبوه آن‌ها را فراهم می‌نماید به همین منظور جهت دستیابی به اپتیمم دمایی و نوری رسیدن به شرایط آزمایشگاهی بهینه و بهترین شرایط اکولوژیکی جهت بهره‌برداری آن از استخرهای طبیعی جهت تولید انبوه به منظور تغذیه غذای آغازین لارو ماهیان در آبزی پروری بود. به طوری‌که دو بررسی مختلف در مدیریت استخرها نشان داده که با استفاده از ۱/۵ mg/l از دو آفت کش Fenthion و Diflubenzuron (۹و۲۴) و استفاده ۱/۲ mg/l از سم دیازینون (۵و۸) موجب حذف کلادوسرها و کوپه پودا و غالبیت روتیفرها بویژه *Brachionus calyciflorus* می‌گردد.

مواد و روش‌ها

روتیفر آب شیرین مورد نظر از استخرهای پرورشی ماهیان خاویاری سد سنگر برداشت و خالص‌سازی گردید. در آزمایشگاه با استفاده از جلبک تک سلولی *Chlorella vulgaris* با اندازه ۱/۲±۵/۴ میکرون با به عنوان تنها غذا در محیط کشت EPA=96mg(Nahco3), 60mg (CaSo4), 60mg (MgSo4),4 mg (Kcl)/1 lit با موفقیت کشت داده شد. نمونه‌های خالص شده ابتدا درون لوله آزمایش بدون هوادهی در کنار نور لامپ فلورسنت نگهداری شدند و پس از چندبار خالص‌سازی هنگامی که تراکم روتیفر به بالای ۱۰۰ عدد برای هر میلی‌لیتر رسید به ظرف نیم‌لیتری و سپس به ظروف یک لیتری منتقل شدند. هر ۲۴ ساعت روتیفرها بر روی چشمه ۶۵ میکرون قرار گرفته و به محیط کشت جدید منتقل شدند. در مطالعه اولیه ابتدا دامنه دمائی بین ۱۵ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد بررسی شد، پس از بررسی نتایج اولیه سری دوم آزمایش در محدوده دمائی بین ۲۵ تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد انجام شد و ۴ تیمار محدوده دمائی بر اساس Standard method به ترتیب زیر صورت گرفت (۲۸-۲۵)، (۳۱-۲۸)، (۳۴-۳۱)، (۳۷-۳۴) درجه سانتی‌گراد در حمام آبی با تنظیم دما توسط بخاری آکواریوم مورد آزمایش قرار گرفت (۳۹) و برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. روتیفرها با تراکم ۱ عدد در هر میلی‌لیتر به تیمارهای مورد نظر معرفی شدند.آزمایشات درون لوله‌های آزمایش انجام شد. جهت بررسی ارتباط تأثیر عامل دما با میانگین تراکم جمعیت و زمان رسیدن به حداکثر تراکم جمعیت از آزمون توکی و آنالیز واریانس یک‌طرفه در برنامه Statgraphاستفاده شد. در هر تیمار غذا دهی با جلبک *Chlorella vulgaris* با تراکم ۸×۱۰^{۵} سلول در هر میلی‌لیتر صورت گرفت. حجم کل محیط آزمایش ۲۰ میلی‌لیتر بود. pH محیط آزمایش در طول آزمایش۷/۶ بوده و آزمایش به مدت ۹ روز در مقابل لامپ فلوروسنت با شدت۱۰۰۰ لوکس و هوادهی ملایم انجام شد. تعداد روتیفرها روزانه شمارش شد. جهت کشت نیمه انبوه گونه‌های *Chlorella vulgaris* از محیط کشت زاندر (۲۶) استفاده شد. تراکم سلولی جلبک‌های مورد نظر پس از سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۳۰۰۰ با استفاده از لام هموسیتومتر محاسبه شد. جهت انجام بررسی از لوله آزمایش استفاده گردید. برای شمارش روتیفرها در

Archive of SID

www.SID.ir

زمانی‌که تراکم روتیفرها کم بود در ابتدای بررسی همه ۲۰ میلی‌لیتر شمارش شد و زمانی‌که تراکم روتیفرها بالا رفت ۱ تا ۵ میلی‌لیتر بر حسب تراکم روتیفر شمارش شد. پس از شمارش هر روز از چشمه ۶۵ میکرون عبور داده شده و به محیط تازه منتقل شدند (۳۹). در تمام طول این مدت روتیفرهای کشت داده شده با تراکم جلبک ۸×۱۰^{۵} سلول در میلی‌لیتر غذادهی شدند. تراکم روتیفر در همه تیمارها یک عدد در هر میلی‌لیتر بود در هر تیمار غذادهی با جلبک *Chlorella vulgaris* با تراکم ۸×۱۰^{۵} سلول در هر میلی‌لیتر تا رسیدن به حجم ۲۰ میلی‌لیتر مورد آزمایش قرار گرفت. pH در طول آزمایش ۷/۶ بود. آزمایش به مدت ۹ روز در مقابل لامپ فلوروسنت با شدت ۱۰۰۰ لوکس و هوادهی ملایم انجام شد. روزانه تعداد روتیفرها شمارش شد و با استفاده از معادله Specific growth rate r=(LnNt-LnNo)/t (SGR) محاسبه گردید(۲۱).به منظور بررسی فاکتورهای مختلف در رشد جمعیت روتیفر از آزمون توکی و آنالیز واریانس یکطرفه در برنامه آماری SPSS استفاده شد. در بررسی روشنایی ۵ تیمار به شرح ذیل توسط لامپ فلورسنت ۱۰۰۰ لوکس و تنظیم طول مدت آن با استفاده از تایمر دیجیتال ایجاد شد. در تیمار ۱، ۲۴ ساعت روشنایی، تیمار ۲، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، تیمار ۳، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی ، تیمار ۴، ۲۴ ساعت تاریکی و در تیمار ۵، روشنایی در شرایط طبیعی سایر فاکتورها از قبیل دما، اکسیژن، pH و غذادهی ثابت در نظر گرفته شد. طی آزمایش‌های مختلف سه تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد و روتیفرها با تراکم ۱۲ عدد در میلی‌لیتر به تیمارهای مورد آزمایش معرفی شدند. آزمایش‌ها درون لوله‌های آزمایش که در حمام آبی با دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند انجام پذیرفت. در تیمارهای مورد آزمایش غذادهی به جهت آلوده نشدن محیط آزمایش انجام نشد و در طول آزمایش هوادهی با شدت ملایم انجام شد و طول مدت آزمایش ۵ روز در نظر گرفته شد و روتیفرها در هر لوله آزمایش روزانه شمارش شدند. به منظور دستیابی به رابطه تأثیر فاکتور روشنایی با میزان تولید روتیفر از آزمون توکی و آنالیز واریانس یکطرفه در برنامه آماری SPSS استفاده گردید.

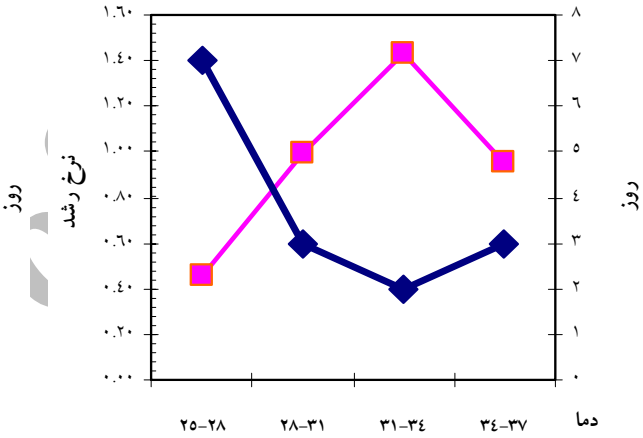
نتایج

نتایج نشان داد که این گونه دامنه دمائی وسیعی را تحمل می‌کند که در بررسی‌های مقدماتی دمای ۱۵ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد موردآزمایش قرار گرفت و میانگین سرعت رشد جمعیت در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با افزایش دما نشان داد ($p>۰/۰۵$). به طوری‌که در طی ۹ روز تیمار دمائی ۳۶ درجه سانتی‌گراد ۰/۰۴±۰/۶۶ بیشترین سرعت رشد و تیمار دمائی ۱۵ درجه سانتی گراد ۰/۰۲±۰/۵۷کمترین سرعت رشد را داشته است (نمودار ۱). نتایج حاصل از آزمایشات نهایی در ۴ تیمار دمایی نشان داد که در دامنه دمایی (۳۴-۳۱) درجه سانتی‌گراد بالاترین میزان سرعت رشد جمعیتی روتیفر در روز دوم ۰/۰۵± ۱/۴۴ و کمترین آن در دامنه دمایی (۲۸-۲۵) درجه سانتی‌گراد ۰/۰۸±۰/۴۵ در روز هفتم بوده است (نمودار ۱). نتایج نشان داد که گرچه در طول مدت ۹ روز افزایش تراکم جمعیت در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با دما ندارد ($p>۰/۰۵$) اما زمان رسیدن به حداکثر تراکم جمعیت با افزایش دما رابطه معنی‌داری

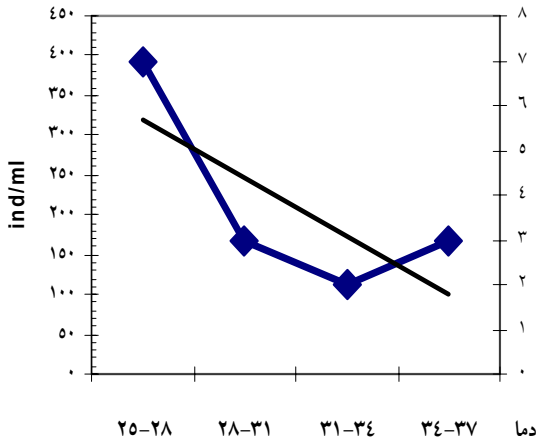
Archive of SID

www.SID.ir

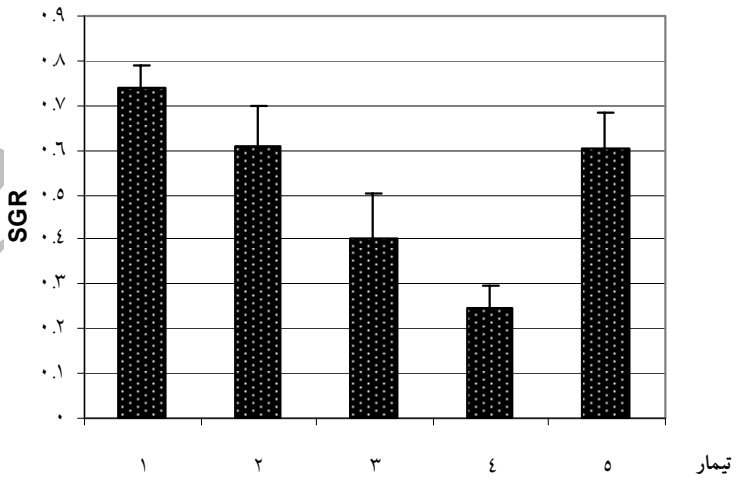
در سطح ۵ درصد اختلاف را نشان می‌دهد ($p <$ ۰/۰۵). همچنین نتایج حاصل از تأثیر دما در مدت زمان رسیدن به حداکثر تراکم روتیفر نشان داد که حداکثر زمان رسیدن به حداکثر تراکم جمعیت برای تیمار ۱ در روز هفتم با تراکم ۲۰±۴۱۰ عدد در میلی‌لیتر و حداقل زمان رسیدن به حداکثر تراکم در تیمار ۳ در روز دوم و سوم با تراکم ۵۰±۳۰۰ عدد در میلی‌لیتر بود (نمودار۲). نتایج آزمایش‌های روشنایی نشان داد افزایش تراکم روتیفر با طول مدت روشنایی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ($p <$ ۰/۰۵). با توجه به نتایج داده‌های آزمایش، مشاهده گردید که بالاترین میانگین سرعت رشد در تیمار ۱ (در شرایط ۲۴ ساعت روشنایی) و کمترین میانگین سرعت رشد در تیمار ۴ (با شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ساعت تاریکی) می‌باشد (نمودار ۳).



نمودار۱: حداکثر سرعت بر حسب زمان در دوره پرورش



نمودار ۲: حداکثر تراکم بر حسب زمان پرورش



نمودار ۳ : تأثیر روشنایی در افزایش جمعیت روتیفر آب شیرین

(تیمار ۱، ۲۴ ساعت روشنایی، تیمار ۲، ۲۴ ساعت تاریکی، تیمار۳: ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، تیمار ۴: ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، تیمار ۵: روشنایی طبیعی)

www.SID.ir

بحث

برای حفظ و ادامه پرورش انبوه روتیفر در بررسی‌های آزمایشگاهی و همچنین اهداف آبزی پروری، نیاز به تولید مداوم آن‌ها مخصوصاً در زمانی است که لارو ماهیان تغذیه فعال را شروع کرده‌اند. در شرایط مساعد پرورشی گونه *B. calyciflorus* به صورت غیر جنسی تولید مثل می‌کند و هر ماده چندین تخم تولید می‌کند که در بررسی حاضر گاهی تعداد تخم‌های چسبیده به روتیفر در دمای ۳۴ درجه سانتی‌گراد به ۱۰ عدد هم رسیده است. در شرایط نامساعد، تولید مثل آن‌ها جنسی می‌باشد که طی آن تخم‌های مقاوم تولید می‌شود که این تخم‌ها در حال خواب بوده و پس از تحریک با شرایط خاص خارجی، تفریخ می‌شوند. طی بررسی‌هائی که در خصوص دستیابی به بهترین دما برای پرورش انبوه *B. calyciflorus* در سه تیمار دمائی ۲۵، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد صورت گرفته بیشترین تراکم این گونه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد (۲۵). در بررسی دیگری مشخص شد که سرعت رشد *B. calyciflorus* در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۳۶). نتایج بدست آمده در این تحقیق نیز که طبق نمودار ۱ ارائه شده است این بررسی‌ها را تأیید می‌کند و بیانگر آنست که سرعت رشد جمعیت در فاز لگاریتمی رشد جمعیتی رابطه معنی‌داری با دما دارد. زمان رسیدن به سرعت رشد بالا در دماهای بالا در مقایسه با دمای پایین کمتر است به طوری‌که نتایج حاصل از این بررسی نشان داد در این گونه حداکثر سرعت رشد جمعیت روتیفر در دمای ۳۴-۳۱ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان دو روز اتفاق خواهد افتاد و این در حالی است که در دمای پایین (۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد) حداکثر سرعت رشد جمعیت روتیفر در مدت زمان ۷ روز اتفاق افتاد. این موضوع به پرورش دهنده، در مدیریت تولید روتیفر امکان دسترسی به آن را در زمان‌های مختلف با توجه به دمای خاص می‌دهد. در دمای پایین آهنگ افزایش تراکم روتیفر ملایم و از یک روند افزایشی منظمی پیروی می‌کند و مدیریت کشت روتیفر را بر حسب مدت روز استفاده از آن جهت تغذیه لارو ماهی امکان‌پذیر می‌سازد. از طرف دیگر افزایش جمعیت روتیفر در دمای پایین (۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد) در پایان روز هفتم بیشتر ۲۰±۴۱۰ عدد در میلی‌لیتر از افزایش جمعیت روتیفر در دمای بالاتر (۳۴-۳۱ درجه سانتی‌گراد) در پایان روز دوم ۵۰±۳۰۰ می‌باشد. بنابراین دمای بالاتر باعث می‌گردد که کشت انبوه این غذای زنده در مدت زمان کوتاه‌تری صورت پذیرد. در مطالعه‌ای که Park و همکاران (۲۹) انجام دادند میزان رشد روتیفر *B. calyciflorus* در درجه حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد برابر ۰/۰۱±۰/۴۸۸ می‌باشد که در مقایسه با بررسی حاضر که میزان رشد جمعیتی روتیفر ۰/۰۸±۰/۵۹ را در دامنه دمایی (۲۸-۲۵) درجه سانتی‌گراد نشان داد پایین‌تر می‌باشد. همچنین میزان رشد *B. calyciflorus* استفاده شده در این مطالعه از نرخ رشد روتیفر استفاده شده توسط Rico-Martinez و Dodson (۳۴) که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با استفاده از جلبک *Chlorella sp.* بین ۰/۰۲±۰/۰۵ تا ۰/۰۲±۰/۳۶ (در غلظت غذایی 150×10^{6} cell/ml) بدست آمده، سریع‌تر است. مطالعات صورت گرفته از تأثیر دما بر روی نرخ رشد جمعیتی (r) نشان داد که میزان r مشاهده شده برای روتیفر *B. calyciflorus* در مطالعه حاضر از

Archive of SID

www.SID.ir

۰/۴۵ تا ۱/۴ بر حسب دما متغیر بود ارزیابی نقش آن به عنوان یک فاکتور غیر زیستی مهم و اختلاف چندانی با r حاصل از تأثیر جیره غذایی بر روی رشد جمعیتی *B. calyciflorus* مشاهده نشد. با دستیابی به کشت آزمایشگاهی روتیفر آب شیرین می‌توان در مواقع مورد نیاز از آن‌ها برای تلقیح در استخرهای پرورش ماهیان آب شیرین نیز استفاده کرد. بر اساس کشت‌های اولیه صورت گرفته تراکم روتیفرها در ظروف ۵۰۰ میلی‌لیتری به ۷۰۰ عدد در میلی‌لیتر و در ظروف ۱ لیتری به ۵۳۰ عدد در میلی‌لیتر در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد رسید و میزان رشد ویژه نیز با ۱/۴ در این مدت بالا می‌باشد که شاید علت آن به دلیل تعویض روزانه محیط کشت، شرایط اپتیمم دمایی و روشنایی و غذادهی آن‌ها باشد. Hino و Hirano در سال ۱۹۷۶ گزارش کردند که تعویض محیط کشت روتیفرها از طریق رقیق کردن سیگنال‌های شیمیایی (به عنوان مثال با کاهش تجمع آمونیاک و به دنبال آن مانع از افزایش pH آب) سبب افزایش تولید مثل غیر جنسی شده و تولید مثل جنسی را به تعویق می‌اندازد (۱۹). با توجه به این نکته، در مطالعه حاضر تعویض روزانه بستر کشت سبب تحریک روتیفرها به تولید مثل غیر جنسی شده که منجر به افزایش میزان رشد جمعیت و حداکثر تراکم آن‌ها می‌شود. از آن‌جایی که در تراکم‌های بالا، میزان اکسیژن بسیار حائز اهمیت بوده، با هوادهی محیط‌های کشت روتیفر مطالعات مختلفی نشان می‌دهد که نرخ رشد جمعیتی (r) یک متغیر حساس بوده و به وسیله فاکتورهای زیستی و غیر زیستی اثرپذیر است (۱۲). میزان r مشاهده شده برای روتیفر *B. calyciflorus* در مطالعه حاضر از ۰/۴۵ تا ۱/۴ برای هر روز بر حسب نوع جیره غذایی متغیر بود که این میزان در دامنه رشد برای بیشتر زئوپلانکتون‌ها قابل مشاهده می‌باشد (۲۸و۳۹). اگر چه Sarma در مطالعات پیوسته‌ای که بر روی خانواده Brachionidae انجام داد، رشد براکیونوس‌ها در دامنه ۲-۰/۱ اعلام کرده اما میانگین رشد بیشتر گونه‌های این خانواده از جمله *B. calyciflorus* و *B. patulus* را کمتر از ۰/۵ در روز بیان کرده و حداکثر میزان رشد *B. calyciflorus* در صورت تغذیه از کلرلا را ۰/۰۴±۰/۶۳ در روز گزارش کرده است (۳۵و۳۸). بر اساس یافته‌های Flores-Burgos و همکاران (۱۲) میزان رشد روتیفر *B. calyciflorus* بین ۰/۴۸-۰/۱۸ در روز بر اساس نوع جلبک مصرفی متفاوت است میزان r برای جنس‌های *B. plicatilis* به طور معمول بین ۱/۱۵-۰/۲۳ و برای *B. calyciflorus* بین ۱/۳۷-۰/۵۴ بسته به درجات حرارت و شوری ثبت شده است (۴۰). Sarma و همکاران (۳۷) میزان رشد (r) ۰/۹۱ را در غلظت غذایی 8×10^{6} cell/ml در جلبک *Dictyosphaerium chlorelloides* برای روتیفر *B. calyciflorus* بدست آوردند. طبق تحقیقات صورت گرفته بر روی این گونه تغییرات دمائی و میزان تراکم جلبک مصرفی با سرعت رشد این گونه رابطه مستقیم دارد. بر اساس نتایج بدست آمده روتیفر *Brachionus calyciflorus* در شرایط آزمایشگاهی از سرعت رشد خوبی برخوردار است. در این مطالعات تأثیر دما بر رشد جمعیت *B. calyciflorus* نشان داد که با افزایش دما مدت زمان لازم برای رسیدن روتیفر به ماکزیمم تراکم کاهش و بعد از ۲۴ ساعت با ظهور روتیفر نر این تراکم کاهش می‌یابد و بهترین دما برای این منظور دمای محدوده ۳۴-۳۱ درجه سانتی‌گراد

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد. در شرایط آزمایشگاهی نیز مشاهده شد که روتیفرها به سمت نور گرایش دارند و اما چه میزان از نور در افزایش تراکم و سرعت رشد جمعیت موثر می‌باشد از فرضیات این طرح قرار گرفت. جمعیت زئوپلانکتون‌های طبیعی در ارتباط با پاسخ آن‌ها به فاکتورهایی از قبیل نور، شکارچیان و غذا یک تجمع بالایی از تراکم روتیفرها را نشان می‌دهند که تراکم آن‌ها در بعضی قسمت‌های آب خیلی بیشتر از میانگین تراکم آن‌ها می‌باشد (۳۰، ۳۱و ۳۳). اگر چه اطلاعات چندانی در خصوص تأثیر میزان و طول مدت روشنایی جهت ایجاد شرایط اپتیمم افزایش تراکم روتیفر در منابع داخلی و خارجی وجود ندارد. اپتیمم شرایط نوری بخوبی مشخص نشده است و احتمالاً بر طبق بررسی‌های انجام شده نور بطور مستقیم بر رشد روتیفرها زیاد اهمیت ندارد و یک تأثیر ثانویه در تغییرات کیفیت آب بخاطر میکروارگانیسم‌های غذائی حساس به نور مانند کلرلا بوجود می‌آورد و بدین سبب برکشت روتیفرها تأثیر گذارده است (۱۳). برای رسیدن به حداکثر تراکم جمعیت برای تولید و تکثیر روتیفر نیاز به فراهم شدن شرایط مناسب می‌باشد (۱۶و۱۷) که یکی از این شرایط روشنایی و طول مدت آن است که تأثیر بسزایی دارد و اختلاف چندانی با روشنایی با شرایط طبیعی ندارد. بر اساس نتایج بدست آمده با کاهش طول مدت روشنایی از میزان تولید روتیفر نیز کاسته می‌گردد به طوری‌که کمترین میزان سرعت رشد جمعیت روتیفر مربوط به تأثیر روشنایی در طول مدت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی است. مطالعات صورت گرفته از تأثیر روشنایی بر روی نرخ رشد جمعیتی (r) نشان داد که میزان r مشاهده شده برای روتیفر *B. calyciflorus* در مطالعه حاضر از ۰/۲۴ تا ۰/۷۳ برای هر روز بر حسب طول مدت روشنایی متغیر بود و کمتر از میزان رشد جمعیتی حاصل از تأثیر جیره‌های غذایی مختلف بر روی این گونه می‌باشد و دلیل آن شاید ناشی از تأثیر بیشتر فاکتورهای زیستی در مقایسه با فاکتورهای غیر زیستی باشد.

سپاسگزاری

از ریاست محترم انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری جناب آقای دکتر محمدپور کاظمی و معاونت پژوهشی وقت، دکتر محمود بهمنی به جهت مساعدت‌هایشان در اجرای این طرح تحقیقاتی سپاسگزاری می‌نمایم. از تمامی همکارانم در بخش اکولوژی انستیتو تحقیقات ماهیان خاویاری نیز کمال تشکر را دارم.

منابع

۱. حدادی مقدم، ک.، سپهداری، ا.، فلاحی، م.، پرندآور، ح.، شیخ، غ.، پژند، ذ. و چوبیان، ف.، ۱۳۸۳. بررسی امکان استفاده از روتیفر *Brachionus plicatilis* در تغذیه لارو تاسماهی ایرانی. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۰ صفحه.

۲. روفچایی، ر.، چوبیان،ف.، پژند،ذ.، ارشاد، ه. و حدادی‌مقدم، ک.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات اندازه گردان تن آب شیرین در تیمارهای مختلف غذایی *Brachionus calyciflorus*. مجله علمی زیست شناسی. شماره ۲۲. زمستان ۱۳۸۸. ص۵۹۹.

Archive of SID

www.SID.ir

۳. زنده بودی، ع.، ۱۳۷۴. بررسی تکثیر و پرورش روتیفر، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۵۸صفحه.

۴. فلاحی کپور چالی، م.، قناعت پرست، ا.، صلواتیان، س.م.، پیری، م.، شیخ، غ.، دانش خوش اصل، ع. و پیری، ح.، ۱۳۸۲. بررسی نقش روتیفر *Brachionus plicatilis* در افزایش بقاء لارو ماهی سفید و مقایسه آن با غذای کنسانتره. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۳۴ صفحه.

5. Agbon, A.O.; Ofojekwu, P.C.; Ezenwaka, I.C. and Alebeleye, W.O., 2002. Acute toxicity of diazinon on rotifers, Cyclops, mosquito larvae and fish. j. Applied. Sci. Environ. Managt. 6(1):18-21.
6. Arimoro, F.O. and Ofojekwu, P.C., 2004. Some aspects of the culture, population Dynamics and reproductive rates of the freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus* fed selected diets. J.Aquat. Sci., 19: 95-98.
7. Arimoro, F., 2006. Culture of the freshwater rotifer, *B. calyciflorus* and its application in fish larviculture technology. African journal of biotechnology. vol. 5(7), pp. 536-541.
8. Arimoro, F., 2007. First feeding in the African catfish *clarias angularis* fry in tanks with the fresh water rotifer *Brachionus calyciflorus* cultured in a continuous feed back mechanism in comparision with a mixed zooplankton diet. Journal of fisheries and aquatic science 2 (4): 275-284.
9. Burtle, G. and Morrison, J., 1987. Dimilin for the control of Lernea in golden shiner ponds. proc. Arkansans Acad ,Si.41:17-19.
10. Castell, J.; Blair, T.; Neil, S.; Howes, K.; Mercer, S.; Reid, J.; Oung Lai, W.; Gullison, B.; Dhert, P. and Sorgeloos, P., 2003. The effect of different HUFA enrichment emulsions on the nutritional value of rotifer (*Brachionus plicatilis*) fed to larvae haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Aquaculture international. 11: 109-117.
11. Emmerson, W.D., 1984. Predation and energetic of Penaeus indicus (Decapoda: Penaeidae) Larvae feeding on *Brachionus plicatilis* and Artemia naupli. Aquaculture, 38:201-209.
12. Flores-Burgos, J.; Sarma, S.S.S. and Nandini, S., 2003. Population growth of zooplankton (Rotifers and Cladocerans) fed *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* in different proportions. Acta hydrochim. Hydrobiol., 31: 240-248.
13. Fukusho, K., 1990. Review of the research status of Zooplankton production Japan. International journal of aquaculture and fisheries technology, Vol.1, No.2, PP. 232-240.
14. Galkovskaya, G.A., 1987. Planktonic rotifers and temperature. Hydrobiologia. P 147.
15. Gilbert, J.J., 1970. Monoxenic cultivation of the rotifer. *Brachionus Calyciflorus* in a defined medium. Oecologia, 4: 89-101.
16. Gilbert, J.J., 1993. Rotifera. In: Adiyodi, K.G. & R.G. Adiyodi (Eds), Reproductive biology of invertebrates. Vol. VI, Part A. Asexual propagation and reproductive strategies. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi: 231-263.
17. Gilbert, J.J. and Schröder, T., 2004. Rotifers from diapausing, fertilized eggs: unique features and emergence. Limnol. Oceanogr., 49: 1341-1354.
18. Harzevilli, S.; Charlery, D.; Auwerx, J.; Vught, J.; Slycken, J.; Dhret, P. and Sorgeloos, P., 2003. Larval rearing of burbot (*lota lota*) using *Brachionus calyciflorus* rotifer as starter food. Appl. Ichtiology.19(2):84-87.
19. Hino, A. and Hirano, R., 1976. Ecological studies on the mechanism of bisexual reproduction in the rotifer *Brachionus plicatilis* - I. General aspects of bisexual reproduction inducing factors. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*., 42: 1093-1099.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Isik, O.; Sarihan, R.; Kusvuran, E.; Gul, O. and Erbatur, O., 1999. Comparison of the fatty acid composition of the freshwater fish larvae *Tilapia aillii*, the rotifer *Brachiouns calyciflorus* and the microalgae *Scenedesuns abundans* Monoraphidium minitum and *Chlorella vulgaris* in the algae rotifer – fish larvae fod chains, Aquaculture , 174:299-311.
21. Krebs, C.J., 1985. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance, 3 rd edn. Harper and Row, New York. 789 pp.
22. Lim, C.; Klesius, P.H.; Li, M.H. and Robinson, E.H., 2002. Intraction between dietary levels of iron and vitamin C on growth hematology, immune response and resistance of channel cat fish (*ictalurus punctatus*) to Edwardsiella ictaluri challenge. Aquaculture 185,313-327.
23. Lim, L.C.; Dhert, P. and Sorgeloos, P., 2003. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culure. Aquaculture 227:319-331.
24. Ludwig, G.M., 1993. Effects of trichlorfon, fenthion and diflubenzuron on the zooplankton community and on the production of the reciprocal- cross hybrid stripped bass fry in culture ponds. Aquaculture, 110:301-319.
25. Martinez, R.R. and Dodson, S., 1992. Culture of the rotifer *Brachionus calyciflorus* Pallas. Aquaculture. 105:191-199.
26. Miller, W.E.; Greene, J.C. and Shiroyama, T., 1978. The Selenatrum capricormutm Printz algalassay bottle test. U. S. EPA Rep. 600/9-78-O 18.
27. Mohr, S.; Adrian, R., 2002. Reproductive success of the rotifer *Bracionus calyciflorus* feeding on ciliates and flagellates of different trophic modes.freshwater biology (2002). 47, 1832-1839.
28. Nandini, S. and Sarma, S.S.S., 2002. Lifetable demography of four cladoceran species in relation to algal food (*Chlorella vulgaris*) density. Hydrobiologia 435:117-126.
29. Park, H.G.; Lee, K.W.; Cho, S.H.; Kim, H.S.; Jung, M.M. and Kim, H.S., 2001. High density culture of the freshwater rotifer, *Brachiouns calyciflorus* Hydrobiologia, 446-447: 369-374.
30. Pena-Aguadoa, F.; Nandini, S. and Sarma, S.S.S., 2006. Differences in poplation growth of rotifers and cladocerans raised on algal diets supplenected with yeast. Limmologia. Article in Press.10, 101-112.
31. Pourriot, R. and Rougier, C., 1997. Reproduction ratcs in relation to food concentration and temperature in three specied of the genus Brachionus (Rotifera). Ann. Limmol. 33:23-31.
32. Rettina, L.; Kjell, T. and Jose, R., 1993. Nutritional effects of algal addition in the first feeding of *turbot scophthalmus* maximus larvae . Aquaculture 188(3):257-275.
33. Sarma, S.S.S., 1987. Experimental studies on the ecology of *Brachionus patulus* (Muller) (Rotifera) in relation to food, temperature and predation. Doctoral Thesis, university of Delhi, Delhi.203 pp.
34. Sarma, S.S.S., 1991. Rotifers and Aquaculture (Review). Enviroument and Ecology. 9(2): 414-428.
35. Sarma, S.S.S.; Lyer, N. and Dumont, H.J., 1996. Competitive intraction between herbivorous rotifers Importance of food concentration and initial population density Hydrobiologia, 331: 1-7
36. Sarma S.S.S.; Stevenson, R.A.A. and Nandini, S., 1997. Influence of food (*Chlorellla vulgaris*) concentration and temperature on the population dynamics of *Brachionus calyciflorus* Pallas (rotifera). Ciencia Ergo Sum 5:77-81.
37. Sarma, S.S.S.; Fiogbe, E.D. and Kestemont, P., 1999. Population growth of *Brachionus calyciflorus* pallas (Rotifera) in relation to alage (*Dictyoshaerium chlorelloides*) density. Advances in fish and Wildlife Ecology and Biology, 2: 83-93.

Archive of SID

www.SID.ir

38. Sarma, S.S.S.; Larios Jurado, P.S. and Nandini, S., 2001. Effect of three food types on the population growth of *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus patulus* (Rotifera: Brachionidae). Rev. Biol.Trop., 49(1): 77-84.
39. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20 edition.1998.printed and bound in the united states of America. section 10.
40. Sttrup, J.G. and McEvoy, L.A., 2003. Live feeds in marine aquaculture. Oxford UK: Blackwell Science 2ii, ss318:illus. 750 pp.

Archive of SID

www.SID.ir