مدیریت تحصیلات تکمیلی
دانشکده منابع طبیعی
گروه شیلات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته شیلات

مقایسه رشد و بقاء لارو ماهی شیزوتوراکس زارودنی سیستان با تغذیه از روتیفر، سیست دکپسوله‌ی آرتمیا و غذای کنسانتره

اساتید راهنما
دکتر احمد قرایی
دکتر مصطفی غفاری

استاد مشاور
مهندس عبدالعلی راهداری

تهیه و تدوین
عیسی میرانی شاهرودی

فروردین ۱۳۹۲

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر نوع غذا بر میزان افزایش رشد و بازماندگی لارو ماهی سفیدک سیستان *(Schizothorax zarudnyi)* طی ۶ هفته بود. به این منظور لارو تازه به تغذیه افتاده‌ی ماهی سفیدک سیستان با میانگین وزن۰/۲۱ ± ۴ میلی گرم و طول ۰/۲۶±۹ میلی متر در قالب طرح کاملاً تصادفی در۴ گروه تیماری (غذای کنسانتره‌ی آغازین کپور معمولی، روتیفر، سیست کپسول زدایی شده‌ی آرتمیا و استخرخاکی به عنوان شاهد) با ۳ تکرار در تراف های کالیفرنیایی و استخرهای خاکی تغذیه شدند. نتایج نشان داد بیشترین افزایش وزن بدن ۷۵±۲۰۴۶ میلی گرم، ضریب رشد ویژه ۰/۰۹±۱۷/۷۲درصد ، متوسط رشد روزانه۲/۰۳±۴۷/۵۸ میلی گرم ، متوسط وزن ۸۷/۱۸±۲۰۵۰ میلی گرم و طول نهایی۲/۰۰±۶۰ میلی متر در تیمار استخر خاکی به دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشت ($p<0/05$). بیشترین درصد بازماندگی ۷۵/۷٪ در تیمار روتیفر مشاهده گردید که با سایر گروههای تیماری اختلاف معنی داری داشت($p<0/05$). همچنین براساس آنالیز لاشه بچه ماهیان در پایان دوره بیشترین مقدار پروتئین و چربی به ترتیب با (۰/۱۷±۱۶/۲۲درصد) و (۰/۰۴±۵/۲۸ درصد) در تیمارهای سیست کپسول زدایی شده آرتمیا و استخر خاکی مشاهده گردید که با سایرگروههای تیماری اختلاف معنی داری داشت($p<0/05$). بر اساس نتایج این تحقیق بهترین شاخص های رشد لارو ماهی سفیدک سیستان درگروه تیماری استخر خاکی و بالاترین درصد بازماندگی درگروه تیماری روتیفر بدست آمد.

کلمات کلیدی: سفیدک سیستان *(Schizothorax zarudnyi)*، نرخ رشد، سیست آرتمیا، غذای مصنوعی، نرخ بازماندگی

تقدیر و تشکر:

پس از حمد و ثنای پروردگار؛
حال که به یاری خداوند بلند مرتبه و مساعدت اساتید گرامی مرحله دیگری از تحصیل را طی نمودم، بر خود لازم می دانم از کلیه عزیزانی که مرا در انجام این تحقیق پشتیبانی نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید محترم، آقایان دکتر قرایی و دکتر غفاری به خاطر راهنماییهای راهگشایشان، کمال تشکر را دارم. از جناب آقای مهندس عبدالعلی راهداری که به عنوان استاد مشاور در کلیه مراحل تحقیق یار و یاور اینجانب بودند تشکر و قدردانی نموده و آرزوی توفیق روزافزون برای ایشان دارم.
از استاد ارجمند جناب آقای دکتر جواد میردار هریجانی که قبول زحمت فرموده و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند تشکر و قدردانی می نمایم.

همچنین از آقای مهندس نجفی مسئول مرکز تکثیر ماهیان بومی و گرمابی زهک قدردانی می کنم.
بدین وسیله سپاس و امتنان خویش را از پدر و مادر بزرگوارم و همسرم که همواره تکیه گاه و مشوقم بوده اند، ابراز می دارم.

با سپاس فراوان

عیسی میرانی شاهرودی

فروردین ۹۲

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات..... ۱

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- اهداف..... ۳

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق..... ۳

۱-۴- کلیات..... ۴

۱-۴- ۱- ماهی سفیدک سیستان..... ۴

۱-۱-۴-۱- طبقه بندی..... ۴

۱-۱-۴-۲- پراکنش جنس *Schizothorax*..... ۶

۱-۱-۴-۳- زیست شناسی ماهی سفیدک سیستان..... ۶

۱-۴-۲- روتیفر..... ۶

۱-۲-۴-۱- ریخت شناسی روتیفر..... ۹

۱-۲-۴-۲- بیولوژی و چرخه زندگی روتیفر..... ۱۰

۱-۲-۴-۳- تفاوت های نژادی در روتیفر..... ۱۱

۱-۲-۴-۴- کشت و پرورش روتیفر..... ۱۱

۱-۴-۳- آرتمیا..... ۱۳

۱-۳-۴-۱- رده بندی علمی:..... ۱۳

۱-۳-۴-۲- سیست آرتمیا..... ۱۵

۱-۳-۴-۳- سیست کپسول زدایی شده (Decapsulated cyst)..... ۱۶

۱-۳-۴-۴- ضد عفونی، دکپسوله و تفریخ سیست آرتمیا..... ۱۷

۵-۳-۴-۱- ضد عفونی کردن، دکپسوله کردن سیست ۲۰
۶-۳-۴-۱- دکپسوله کردن ۲۱
۷-۳-۴-۱- شستشو ۲۱
فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده ۲۳
۱ -۲- مرور مطالعات در خارج از کشور ۲۴
۳-۲- مطالعات داخل کشور ۲۷
فصل سوم: مواد و روش کار ۲۹
۱-۳- تامین لارو ۳۰
۲-۳- غذادهی تیمارها ۳۱
۳-۳- کنترل شرایط فیزیکی و شیمیایی آب ترافها ۳۳
۴-۳- آنالیز شیمیایی ۳۵
۵-۳- محاسبه شاخصهای رشد و تغذیه ۳۷
۶-۳- تحلیل داده ها ۳۴
فصل چهارم: نتایج و بحث ۳۹
۴- نتایج ۴۰
۱-۴- وزن نهایی ۴۰
۲-۴- میزان افزایش وزن (WG) ۴۱
۳-۴- درصد افزایش وزن روزانه (ADG) ۴۲
۴-۴- نرخ رشد ویژه (SGR) ۴۳
۵-۴- نرخ بقاء ۴۴
۶-۴- طول نهایی ۴۵
۷-۴- آنالیز شیمیایی لاروها ۴۶

۴-۷-۱- رطوبت..... ۴۶
۴-۷-۲- پروتئین..... ۴۷
۴-۷-۳- چربی..... ۴۸
۴-۷-۴- خاکستر..... ۴۹
۴-۸- بحث ۵۰
۴-۹- نتیجه گیری کلی..... ۵۴
۴-۱۰- پیشنهادات..... ۵۴
منابع..... ۵۵

فهرست جداول

جدول ۱-۱- درصد پروتئین و چربی کل در مراحل مختلف رشد آرتمیا.....۶

فهرست اشکال

شکل ۱-۱) فلس های درشت اطراف مخرج و باله مخرجی *Schizothorax zarudnyi* ۵

شکل ۲-۱) نمایی از روتیفر در مرحله تکثیر..... ۹

شکل ۳-۱) سیست دهیدراته آرتمیا..... ۱۵

شکل ۱-۳) نمایی از لاروهای تازه به تغذیه افتاده سفیدک سیستان..... ۳۰

شکل ۲-۳) غذادهی گروههای تیماری مورد آزمایش..... ۳۱

شکل ۳-۳) جمع آوری روتیفر از استخرها (راست) مشاهده روتیفر زیر میکروسکوپ (چپ)..... ۳۲

شکل ۴-۳) دکپسوله کردن سیست آرتمیا..... ۳۲

شکل ۵-۳) لاروهای در حال تغذیه از سیست دکپسوله آرتمیا..... ۳۳

شکل ۶-۳) نمایی از استخرهای خاکی مورد استفاده در انجام آزمایش..... ۳۳

شکل ۷-۳) جمع آوری تلفات لاروها و سایر مواد جامد موجود در ترافها..... ۳۴

شکل ۸-۳) اندازه گیری فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب..... ۳۴

شکل ۹-۳) دو مرحله هضم و تقطیر نمونه جهت اندازه گیری میزان پروتئین نمونه با استفاده از دستگاه کجلدال (به ترتیب از راست به چپ).....۳۶

نمودار ۱-۴) مقایسه وزن نهایی تیمارها پس از ۶ هفته غذادهی با شرایط و جیره های غذایی متفاوت.....۴۱

نمودار ۲-۴) مقایسه افزایش وزن بچه ماهیان سفیدک سیستان پس از ۶ هفته غذادهی با شرایط و جیره های غذایی متفاوت ۴۲

نمودار ۳-۴) مقایسه افزایش وزن روزانه تیمارها پس از ۶ هفته غذادهی با شرایط و جیره های غذایی متفاوت.....۴۳

نمودار ۴-۴) مقایسه نرخ رشد ویژه تیمارها پس از ۶ هفته غذادهی با شرایط و جیره های غذایی متفاوت.....۴۴

نمودار ۵-۴) مقایسه نرخ بقاء تیمارها پس از ۶ هفته غذادهی با شرایط و جیره های غذایی متفاوت.....۴۵

نمودار ۶-۴) مقایسه طول نهایی تیمارها پس از ۶ هفته غذادهی با شرایط و جیره های غذایی متفاوت.....۴۶

نمودار ۷-۴) مقایسه میزان رطوبت لاشه لاروهای گروههای تیماری پس از ۶ هفته غذادهی با جیره ها و شرایط متفاوت.....۴۷

نمودار ۸-۴) مقایسه میزان پروتئین لاشه لاروهای گروههای تیماری پس از ۶ هفته غذادهی با جیره ها و شرایط متفاوت.....۴۸

نمودار ۹-۴) مقایسه میزان چربی لاشه لاروهای گروههای تیماری پس از ۶ هفته غذادهی با جیره ها و شرایط متفاوت.....۴۹

نمودار ۱۰-۴) مقایسه میزان خاکستر لاشه لاروهای گروههای تیماری پس از ۶ هفته غذادهی با جیره ها و شرایط متفاوت.....۵۰

فصل اول

مقدمه و کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

یکی از تنگناها و مشکلات پرورش دهندگان ماهی، تأمین تعداد کافی بچه ماهی انگشت قد به دلیل مرگ و میر بالا در مراحل لاروی می باشد. در این رابطه تولید موفق بچه ماهی به فراهم شدن غذای مناسب و با کیفیت، وابستگی کامل دارد (Arimoro and Ofojekwu, 2004). دسترسی به غذای لاروی قابل اتکا و با ارزش غذایی بالا یکی از نیازهای اساسی تولید لارو می باشد. پرورش لارو اغلب ماهیان و سخت پوستان عمدتاً وابسته به دسترسی به غذاهای زنده‌ی گیاهی و جانوری دارد. غذاهای زنده اغلب نیازهای لاروها را، حداقل در شروع فرآیند تغذیه لاروی تامین می نمایند (حافظیه وحسین پور، ۱۳۸۶). پایان یافتن تغذیه از کیسه زرده، مرحله ای بحرانی در دوره ی لاروی ماهی است. لارو ماهی نیاز به مواد مغذی مناسب و اختصاصی دارد (Rabelahatra,1982) غذای زنده در پرورش گونه های زیادی از ماهیان پرورشی اهمیت بسزایی دارد (Santiago *et al*., 1989). پرورش لارو اغلب ماهیان و سخت پوستان عمدتاً وابسته به دسترسی به غذاهای زنده‌ی گیاهی و جانوری دارد. سیست دکپسوله، ناپلی های تازه تخم گشایی شده، آرتمیای بالغ، روتیفر و دیگر غذاهای زنده معمولاًمنبع عالی از غذا برای لارو های ماهیان و سخت پوستان می باشند. دسترسی به غذای لاروی قابل اتکا و با ارزش غذایی بالا یکی از نیازهای اساسی تولید لارو می باشد. از طرفی اندازه دهان در شروع مراحل لاروی در انتخاب اندازه

غذا بسیار سرنوشت ساز است. البته این اندازه تاثیر گرفته از اندازه کل بدن است که آن نیز به نوبه خود به اندازه قطر تخم بستگی دارد، به عنوان مثال تخم ماهیان آزاد چهار برابر ماهی سیم دریایی است. لاروهای بزرگتر، دارای میزان زرده بیشتر با ذخیره کافی غذایی برای سه هفته اول تکامل هستند در حالی که لارو سیم دریایی فقط می تواند برای سه روز از منابع غذایی درونی خود استفاده نماید. آزاد ماهی در مراحل ابتدایی لاروی، ذرات غذایی با اندازه یک میلی متر را می تواند وارد دهانش نماید و در مقابل لارو ماهی سیم دریایی ذراتی با اندازه ۰/۱ میلی متر را می تواند بخورد.

۲-۱- اهداف

در تحقیق حاضر سعی شده است تا رشد و بقاء لارو ماهی شیزوتوراکس زارودنی با تغذیه از روتیفر، سیست کپسول زدایی شده آرتمیا و غذای کنسانتره مورد بررسی قرار گیرد و به سوال زیر پاسخ داده شود:

کدام یک از انواع غذاهای دوره‌ی لاروی (روتیفر، سیست کپسول زدایی شده‌ی آرتمیا و پلت غذایی) تأثیر بیشتری در افزایش درصد بازماندگی و میزان رشد لارو ماهی شیزوتوراکس دارد؟

بر اساس این سوال فرضیه زیر مطرح می شود:

روتیفر و سیست کپسول زدایی شده نسبت به غذای کنسانتره باعث رشد و بازماندگی بالاتر لارو ماهی شیزوتوراکس می گردد.

۳-۱- ضرورت انجام تحقیق

ماهی شیزوتوراکس یکی از ماهیان با ارزش دریاچه‌ی هامون و چاه نیمه های سیستان می باشد که نقش مهمی را در اقتصاد صیادان این منطقه ایفاء می نماید. در گذشته‌ای نه چندان دور این ماهی رقم عمده‌ی صید صیادان منطقه را تشکیل می داد، این در حالی است که در سالهای اخیر میزان صید این ماهی به شدت کاهش یافته و به نوعی در معرض خطر انقراض می باشد. به منظور بازسازی ذخایر این ماهی پس از تکثیر، تولید بچه ماهیان با کیفیت خوب، نرخ بقاء و رشد بالاتر

می تواند موفقیت زندگی بچه ماهیان را پس از رهاسازی و ورود به دریاچه هامون و چاه نیمه ها تضمین نموده و در صد بازماندگی را افزایش دهد و در نهایت به حفظ و بازسازی ذخایر این گونه‌ی ارزشمند کمک می نماید. غذای زنده در تکثیر و پرورش آبزیان به خصوص لارو ماهیان ، سخت پوستان ، میگوها و دو کفه ای ها یکی از مهمترین و با ارزش ترین عوامل رشد و نمو می باشند که نرخ بازماندگی، سلامت، رشد و نمو آبزیان به خصوص در دوران لاروی بستگی زیادی به به آن دارد. در مورد ماهی شیزوتوراکس نیز با توجه به اهمیت غذای زنده به نظر می رسد استفاده از آن در مراحل لاروی و مراحل بالاتر بتواند در موفقیت توسعه صید و صیادی و آبزی پروری در منطقه نقش مفیدی داشته باشد.

۴-۱- کلیات

۱-۴-۱- ماهی سفیدک سیستان

در مورد ماهیان سیستان منابع مختلفی وجود دارد که به تناسب زمان انجام مطالعات، تعداد گونه های مختلفی را در این منطقه گزارش نموده اند.

۱-۱-۴-۱- طبقه بندی:

Order	Cypriniformes
Superfamily	Cyprinoidea
Family	Cyprinidae
Subfamily	Barbinae
Genus	*Schizothorax* Heckel, 1838
Species	*Schizothorax zarudnyi* (Nikolskii, 1897)

جنس *Schizothorax* قبلاً در زیرخانواده Schizothoracinae طبقه‌بندی می‌شد (Coad, 1995) ولی در منابع جدید همراه با جنس *Barbus* و چند جنس دیگر در زیرخانواده Barbinae قرار گرفته است (Nelson, 2006). ماهیان زیرخانواده Schizothoracinae به واسطه داشتن فلس-های درشت و بزرگ در اطراف مخرج و باله مخرجی با ماهیان زیرخانواده Barbinae فرق دارند

(Nikolskii, 1961). این فلس‌های درشت schlitzes (وثوقی، ۱۳۶۶) و در برخی منابع split نامیده شده‌اند (Berg, 1949) (شکل ۱-۱). جنس‌های این زیرتیره احتمالاً در اواخر دوران تریاسه از کپورماهیان جنوب و جنوب شرق آسیا جدا شده و به طرف شمال یا غرب انتشار یافته‌اند و به تدریج با گذشت زمان با شرایط موجود در این مناطق خو گرفته و رشد و نمو نموده‌اند. این هماهنگی با محیط باعث تغییراتی در بدن آنها گشته که بعنوان مثال می‌توان schlitzes را نام برد. البته عمل آن هنوز بخوبی روشن نیست ولی عده ای معتقدند که به هنگام تخمریزی مورد استفاده قرار می گیرد. نکته جالب در مورد انتشار این ماهیان قدرت تطبیق با شرایط زیست محیطی است که آنها امکان زندگی در آبهای آسیای مرکزی را بدست آورده‌اند (وثوقی، ۱۳۶۶). این زیرخانواده شامل ۲۱ جنس، ۹۱ گونه و ۱۱ زیرگونه است و جنس *Schizothorax* با داشتن ۱۰ گونه در سال ۱۸۳۸ توسط Heckel بنیانگذاری شده است (Sizhong, 1995).

شکل ۱-۱) فلس های درشت اطراف مخرج و باله مخرجی *Schizothorax zarudnyi*

۲-۱-۴-۱- پراکنش جنس *Schizothorax*:

در منابع آبی از آسیای مرکزی (ترکمنستان) و شرق ایران در غرب تا مکان‌های دوری در شرق مانند رودخانه های مکونگ[1] و یانگ تسه کیانگ چین یافت می شوند (Nikolskii, 1961) و بطور کلی پراکنش آن از ایران در غرب تا Yunnan در شرق چین می باشد (Berg, 1949). در ایران سه گونه به نام‌های *Schizothorax intermedius*، *S. zarudnyi* و *S. pelzami* وجود دارد که دو گونه اول فقط در سیستان وجود دارند (Coad, 1995).

۳-۱-۴-۱- زیست شناسی ماهی سفیدک سیستان:

Schizothorax zarudnyi مخصوصاً در دوران بلوغ در آبگیرهای هامون هیرمند در میان بسترهای پوشیده از نی به صورت اجتماعی زندگی می کند. ظاهراً تخم‌ها در آذرماه رسیده می-شوند. ماهی ماده در ۴ سالگی و معدودی در ۳ سالگی به بلوغ می رسند و سن ۳ سالگی عمدتاً در ماهیان نر دیده می‌شود (ذبیحی، ۱۳۷۸). در رودخانه ها و تالاب هامون (آبهای ساکن) زندگی و در همان محل تخمریزی می کند (وثوقی، ۱۳۶۶). این ماهی از سخت پوستان (حشرات آبزی)، نرمتنان، جلبک‌های زرد، قهوه ای، سبز و گیاهان عالی و به خصوص ماهیان ریز مانند گامبوزیا تغذیه می‌کند.

۲-۴-۱- روتیفر

شاخه: *Rotifera*

رده: *Bdelloida*

جنس: *Rotatoria* ، *Brachionus*

گونه: *Brachionus calyciflorus* ، *Brachionus plicatilis*

روتیفر از جمله زئوپلانکتونهای جانوری است که بیش از ۱۰۰۰ گونه را شامل می شود. بیش از ۹۰٪ این گونه ها متعلق به آب شیرین هستند و تعداد کمی نیز مربوط به گونه های آب شور می

[1] Mekong

باشند. روتیفرها غذای با ارزشی برای پرورش مرحله لاروی بیشتر گونه‌های ماهیان می‌باشند. چندین مشخصه روتیفرها از جمله اندازه بسیار کوچک، معلق ماندن در ستون آب، سرعت تولید مثل بالا، رسیدن به تراکم بالا در محیط کشت آزمایشگاهی و محیط کشت انبوه و از طرفی حرکت نسبتاً آهسته (که باعث شده شکار خوبی برای لاروهای فعال باشند)، موجب شده تا مورد توجه پرورش دهندگان آبزیان قرار گیرند(Lubzens *et al* , 1989). دارا بودن مقادیر زیادی اسیدهای چرب غیراشباع (بخصوص نوع W_3) که برای زنده ماندن لارو ماهیان دریایی بسیار ضروری است. به ویژه بواسطه اینکه ماهی قادر به ساخت اسید چرب بلند زنجیره نیست ، امکان انتقال W_3 و W_6 به وسیله‌ی آنها امکانپذیر است . به دلیل ریزه خوار بودن و تسریع در جذب غذا می توان مواد غذایی مکمل را از طریق خوراندن به روتیفرها القاء نمود. بنابراین به منزله کپسولهای غذای زنده برای انتقال مواد مغذی به لارو می باشند (خاصیت کپسول گذاری حیاتی Bioencapsulation). از لحاظ تغذیه، روتیفر موجودی فیلترکننده است. روتیفرها با مصرف باکتریها و جلبکها، رابط بین تولیدکنندگان اولیه و مصرف کنندگان ثانویه یا شکارچیانی از قبیل لارو حشرات و ماهیان می باشند.

در حال حاضر در ایران بصورت طبیعی از روتیفر آب شیرین برای تغذیه کپور ماهیان چینی و لارو بهاره ماهی سفید استفاده می شود. کشت انبوه روتیفر آب شیرین در شرایط آزمایشگاهی برای تغذیه لارو ماهی سفید پاییزه، اهمیت بسزایی دارد. در پاییز و زمستان بعلت مناسب نبودن شرایط محیطی استخرها، نمی توان تغذیه طبیعی لارو ماهیان سفید را با استفاده از روتیفرها انجام داد، بنابراین تولید روتیفر آب شیرین در شرایط آزمایشگاهی می تواند دستیابی به روتیفر را در فصول نامناسب برطرف کند.

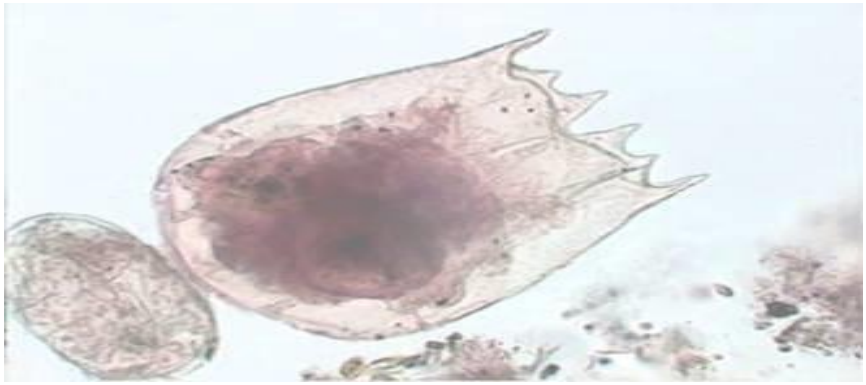
اگرچه *Brachionus plicatilis* در قرن پانزدهم وشانزدهم به عنوان یک آفت در مزارع پرورشی خاکی مار ماهی شناخته شده بود، محققان ژاپنی به زودی این واقعیت را کشف کردند که روتیفر قابلیت بالایی به عنوان غذای زنده مناسب برای مراحل لاروی ماهیان دریایی دارد. استفاده

موفقیت آمیز از روتیفر در سالن های تفریخ ماهی بریم سرخ دریایی *Pagrus major* سبب تشویق بیشتر در استفاده وتکامل تکنیک های کشت روتیفر به صورت توده های انبوه شده . بیست وپنج سال بعد از اولین استفاده از روتیفر به عنوان غذای زنده در کشت مراحل لاروی، چندین روش وتکنیک برای تولید انبوه آن ارائه ودر صنایع آبزی پروری مورد استفاده گسترده قرار گرفت. قابل دسترس بودن مقدار زیاد از این منبع غذای زنده موجب رشد چشمگیر و موفقیت آمیز تعداد زیادی از سالن های تفریخ در تکثیر حدود ۶۰ گونه ماهی دریایی و ۱۸ گونه سخت پوست گردید. بر اساس اطلاعات موجود، جمعیتهای وحشی روتیفر فقط در منطقه نمکی خلیج بوهایی چین صید می گردید یعنی جایی که *Brachionus plicatilis* در سالن های محلی تفریخ میگو وخرچنگ به عنوان غذا مورد استفاده قرار می گرفت. دلیل موفقیت روتیفر به عنوان یک ارگانیسم با قابلیت کشت مناسب از آنجا ناشی گردید که این موجود نسبت به دامنه وسیع تغییرات محیطی دارای تحمل ونرخ تکثیر بسیار بالایی است. اندازه ی کوچک وسرعت شنای آرام، این موجود را به عنوان یک شکار خوب برای لارو ماهی معرفی نموده است که تا آن لحظه فقط قادر به هضم مواد زرده ای خود بوده است و نمی توانست از مواد غذای بزرگ اندازه همچون لارو آرتمیا استفاده نماید. بزرگترین پتانسیل کشت روتیفر ، امکان دستیابی به تکثیر این موجود در تراکم های بسیار بالا (۲۰۰۰ روتیفر در یک میلی لیتر، Hirata, 1979) می باشد ، حتی در تراکم های بالا، این موجود با سرعت بسیار زیاد تولید مثل می کند و می تواند در زمان اندک، مقدار قابل توجهی توده غذایی زنده به وجود آورد. قابلیت تغذیه ای به صورت تصفیه آب ، این اجازه را به پرورش دهنده می دهد که با فرایند غنی سازی روتیفر ، مواد لازم وضروری را برای لارو آبزیان پرورشی در اختیار آنها قرار دهد. بزرگترین پتانسیل کشت روتیفر، امکان دستیابی به تکثیر این موجود در تراکم های بسیار بالا می باشد. حتی در تراکم های بالا، این موجود با سرعت بسیار زیاد تولیدمثل می کند. این نوع غذای زنده نه تنها در آب شیرین و در ارتباط با آبزیان پرورشی آب شیرین دارای اهمیت است بلکه برای کارگاههای تکثیر آبزیان پرورشی دریایی نیز بسیار ضروری است ، مخصوصا در

رابطه با تکثیر گونه های ماهیان دریایی (کفال، شانک) که اکثرا در شروع تغذیه، فعال هستند و اندازه دهان آنها بسیار کوچک بوده و از طرفی از غذاهای گیاهی مانند فیتوپلانکتون ها بواسطه رژیم گوشتخواری تغذیه نمی نمایند، اهمیت بالای آن مشخص می گردد. امروزه کمتر کارگاه تکثیر آبزیان دریایی در جهان وجود دارد که بخشی از آن اختصاص به تولید روتیفر نداشته باشد.

۱-۲-۴-۱- ریخت شناسی روتیفر

طول آنها به ندرت به ۲ میلی متر می رسد. نرها از نظر اندازه‌ی بدنی کوچکتر از ماده ها و از نظر تکاملی رشد کمتری نسبت به ماده ها از خود نشان داده اند، به طوری که برخی از آنها حدود ۶۰ میکرون اندازه گیری شده اند. بدن همه گونه ها از شمار ثابتی از سلولها تشکیل شده و فقط در گونه ای از جنس *Brachionus* با شمار تقریبی ۱۰۰۰ سلول در بدن از نظر تعداد، تفاوت با سایر گونه ها وجود دارد. اپیدرمیس شامل لایه سخت ومتراکم کراتین پروتئین مانندی است که لوریکا نامیده می شود، شکل لوریکا (lorica) و نمای خارجی خارها وتزئینات آن شاخص هایی است که گونه های مختلف و نمونه های ریختی (morphotype) با کمک آن تعیین وشناسایی می شوند. بدن روتیفر از سه بخش کاملا متمایز، تشکیل شده است که شامل سر ، تنه و پا می باشد. در شکل ظاهری روتیفر دو ویژگی خاص دارد: داشتن مژه های مواج و داشتن آسیابک (حلق در اینها تبدیل به آسیابک شده است). در داخل آسیابک آرواره قرار گرفته که جنس آن کیتینی است. پوشش بدن روتیفر، لوریکا نام دارد. روتیفرها پای واقعی ندارند بلکه زائده (خار) پا مانند دارند.



شکل ۲-۱) نمایی از روتیفر در مرحله تکثیر

۲-۲-۴-۱- بیولوژی و چرخه زندگی روتیفر

در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد طول زندگی روتیفر حدود ۴-۳ روز برآورد شده است . به طور معمول لارو بعد از ۱/۵- ۰/۵ روز بالغ شده و ماده ها هر ۴ ساعت یک بار اقدام به تخم گذاری می نمایند. عمر روتیفر حداکثر یک ماه است و نرها حداکثر یک روز عمر می کنند. عقیده بر این است که ماده ها قبل از مرگ قادرند تا ۱۰ نسل را بوجود آورند. از لحاظ تولیدمثلی، تقریبا تمام روتیفرهای موجود در طبیعت ماده می باشند و نرها فقط برای مدت کوتاهی دیده می شوند. در زمانی که شرایط مناسب باشد، جمعیت روتیفرها از طریق پارتنوژنز (بکرزایی) ازدیاد می یابد (تقسیم میتوز) که در این حالت ماده های دیپلوئید، تخم های دیپلوئید (تخمهای Amictic) تولید می‌کنند که تبدیل به جنس ماده (ماده Amictic) می شود. بطور معمول در روتیفرها تولیدمثل غیرجنسی غالب است اما در شرایط نامطلوب (سرما، آلودگی، تراکم جمعیت) تولیدمثل جنسی رخ می دهد، که در این شرایط روتیفر ماده تخم های کوچکتری تولید می کند که تبدیل به نر می شوند و نرها پس از بلوغ، با ماده ها (ماده Mictic) لقاح حاصل کرده (تقسیم میوز) و حاصل آن یک سیست (تخم دیپلوئید) است و این سیست (Resting egg = Dormant) در محیط باقی مانده تا دوباره شرایط مساعد شود. در شرایط مساعد سیست دوباره به ماده ای تبدیل می شود که از طریق بکرزایی تبدیل به ماده می شود. اندازه نرها یک چهارم اندازه ماده هاست. درجه حرارت مناسب برای تکثیر روتیفر بیش از ۱۸ درجه سانتیگراد می باشد و تا دمای ۳۳-۳۲ می تواند تکثیر کند. در دمای ۸-۷ درجه تکثیر متوقف می شود. روتیفر در دمای ۴-۳ درجه سانتی گراد می تواند تا چند روز زنده بماند ولی تکثیر نمی کند. اکسیژن مورد نیاز حداقل ppm ۲ و pH =۷-۹ می باشد. Amictic female: موجود ماده دیپلوئید در روتیفرها در شرایط محیطی مناسب به‌روش بکرزایی تولیدمثل می‌کند. موجود ماده دیپلوئید در روتیفرها با نامساعد شدن شرایط محیطی تولید سلولهای حنسی نر می‌کند .