دانشگاه گیلان
1974_۱۳۵۳

چاپ اول

زیست‌شناسی و آبزی‌پروری
سخت پوستان آب شیرین

تألیف:

دکتر حمید علاف نویریان

دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

دکتر بهرام فلاحتکار

استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

اداره چاپ و انتشارات دانشگاه گیلان

زیست‌شناسی و آبزی‌پروری سخت پوستان آب شیرین

دکتر حمید علاف نویریان، دکتر بهرام فلاحتکار

Biology and Aquaculture of Freshwater Crustaceans

By:

Hamid Allaf Noverian, Ph. D

Bahram Falahatkar, Ph. D

University of Guilan Press

9 786001 532481

ISBN: 978-600-153-328-1

زیست شناسی و آبزی پروری سخت پوستان آب شیرین

تألیف:

دکتر حمید علاف نویریان

دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

دکتر بهرام فلاحتکار

استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

انتشارات دانشگاه گیلان

۱۴۰۰

دانشگاه گیلان
۱۳۵۳-1974

شابک: ۱ ــ ۲۴۸ـ ۱۵۳ ــ ۶۰۰ ــ ۹۷۸

سرشناسه	: علاف نویریان، حمید، ۱۳۳۴-
عنوان و نام پدیدآور	: زیست‌شناسی و آبزی‌پروری سخت پوستان آب شیرین/ تالیف حمید علاف نویریان، بهرام فلاحتکار ؛ ویراستارعلمی نادر شعبانی‌پوردهبنه ؛ ویراستار ادبی فرشته گلچین‌راد.
مشخصات نشر	: رشت: دانشگاه گیلان، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۱۷۰ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-153-248-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: میگوی آب شیرین -- اصلاح نژاد
موضوع	: Macrobrachium rosenbergii -- Breeding
موضوع	: میگوی آب شیرین
موضوع	: Macrobrachium rosenbergii
موضوع	: میگو -- پرورش و تکثیر
موضوع	: Shrimp culture
موضوع	: آبزی‌پروری
موضوع	: Aquaculture
شناسه افزوده	: فلاحتکار، بهرام، ۱۳۵۳ -
شناسه افزوده	: شعبانی پوردهبنه، نادر، ۱۳۴۱-، ویراستار
شناسه افزوده	: دانشگاه گیلان
رده بندی کنگره	: SH۳۸۰/۶
رده بندی دیویی	: ۶۳۹/۶۸۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۶۴۳۷۳۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

اداره چاپ و انتشارات دانشگاه گیلان

نام کتــاب : زیست شناسی و آبزی پروری سخت پوستان آب شیرین
مؤلف : دکتر حمید علاف نویریان، دکتر بهرام فلاحتکار
ویراستار علمی : دکتر نادر شعبانی پوردهبنه
ویراستار ادبی : فرشته گلچین راد
نوبت چــاپ : اول، ۱۴۰۰
ناشــر : انتشــارات دانشــگاه گیــلان
شــمارگان : ۱۰۰۰ جــلد

* هر گونه چاپ و تکثیر فقط در اختیار انتشارات دانشگاه گیلان است.*

فهرست مطالب

۱-۱ زیست‌شناسی میگوی درشت‌جثه روزنبرگی ۲

۱-۱-۱ رده‌بندی یا جایگاه آرایه شناختی ۲

۱-۱-۲ ریخت‌شناسی ۲

۱-۱-۳ تولیدمثل و چرخه زندگی ۵

۱-۲ آبزی‌پروری میگوی درشت‌جثه روزنبرگی ۸

۱-۲-۱ تهیه مولدین و انتخاب ماده‌های حامل تخم ۹

۱-۱-۲-۱ انتخاب ماده‌های رسیده ۹

۱-۲-۱-۲ اصلاح ژنتیکی ۱۱

۱-۲-۲ نگهداری از مولدین در مناطق معتدله ۱۲

۱-۲-۲-۱ دوره تخم‌ریزی ۱۵

۱-۲-۳ ساختمان و تجهیزات ۱۶

۱-۲-۳-۱ محل و نیازمندی‌های ساختمان تفریخگاه ۱۶

۱-۲-۴ تجهیزات و توزیع آب و هوادهی ۱۷

۱-۲-۴-۱ مخازن ۱۷

۱-۲-۵ منبع آب ۲۱

۱-۲-۵-۱ تخلیه آب ۲۴

۱-۲-۶ نور ۲۴

۱-۲-۷ فیلترها ۲۵

۱-۲-۸ تجهیزات مختلف ۲۷
۱-۳ مدیریت تفریخگاه ۲۷
۱-۳-۱ اصلاح آب ۲۷
۱-۳-۲ تفریخ و ذخیره‌سازی لاروها ۲۸
۱-۳-۲-۱ شمارش لاروها ۳۱
۱-۳-۳ عملیات روزانه ۳۲
۱-۳-۳-۱ کیفیت خوب آب برای لاروها ۳۲
۱-۳-۳-۲ توجه اساسی به سیستم چرخشی آب ۳۳
۱-۴ تغذیه ۳۴
۱-۵ تولید و مصرف غذای زنده ۳۷
۱-۵-۱ آرتمیا ۳۷
۱-۵-۱-۱ روش کپسول زدایی ۴۱
۱-۵-۱-۲ روش تفریخ سیست آرتمیا ۴۲
۱-۵-۲ کشت و پرورش روتیفرها ۴۴
۱-۵-۲-۱ مقدمه ۴۴
۱-۵-۲-۲ تکنیک کشت و پرورش روتیفرها ۴۵
۱-۵-۲-۳ کشت روتیفرها با استفاده از جلبک ۴۵
۱-۲۵-۲-۴ کشت روتیفر با استفاده از جلبک و مخمر ۴۶
۱-۵-۲-۵ نمونه برداری در طی کشت روتیفرها ۴۶

۱-۵-۲-۶ نحوه برداشت و استحصال محصول ۴۷
۱-۶ بهداشت و سلامت و مدیریت مشکلات ۴۷
۱-۶-۱ بهداشت صحیح ۴۷
۱-۶-۲ مدیریت کلی مشکلات ۴۸
۱-۶-۳ مشکلات ناشی از بیماری و شکار ۴۹
۱-۶-۴ پیشگیری و درمان بیماری‌های میگوی آب شیرین ۵۱
۱-۷ نظارت و کنترل ۵۵
۱-۸ کشت میگوی آب شیرین با استفاده از آب سبز ۵۶
۱-۹ برداشت پست لارو ۵۸
۱-۱۰ فازهای نگهداری و پرورش میگو ۵۹
۱-۱۰-۱ نیازمندی‌ها و امکانات اولیه ۵۹
۱-۱۰-۱-۱ مخازن نگهداری ۵۹
۱-۱۰-۱-۲ امکانات پرورش داخلی (اولیه) ۵۹
۱-۱۰-۱-۳ امکانات پرورش بیرونی (ثانویه) ۶۰
۱-۱۰-۱-۴ قفس‌های پرورش ۶۰
۱-۱۰-۲ نگهداری پست لارو پیش از فروش ۶۰
۱-۱۰-۲-۱ حمل‌ونقل پست لارو ۶۱
۱-۱۱ مدیریت نگهداری ۶۲
۱-۱۱-۱ نوزادگاه‌های داخلی (اولیه) ۶۳

۱-۱۱-۱-۱ مدیریت کلی ۶۳
۱-۱۱-۱-۲ نگهداری کیفیت آب در سطح بالا ۶۴
۱-۱۱-۱-۳ تغذیه ۶۴
۱-۱۱-۱-۴ نرخ رشد و بقا ۶۴
۱-۱۱-۲ نوزادگاه‌های خارجی ۶۵
۱-۱۱-۲-۱ مدیریت کلی و کیفیت آب ۶۵
۱-۱۱-۲-۲ پرکردن و ذخیره‌سازی در استخر ۶۶
۱-۱۱-۲-۳ شیوه‌های تغذیه ۶۶
۱-۱۱-۲-۴ نرخ رشد و بقا ۶۶
۱-۱۱-۲-۵ صید، جمع‌آوری و حمل‌ونقل ۶۶
۱-۱۱-۳ سیستم‌های دیگر ۶۷
۱-۱۲ مرحله رشد ۶۷
۱-۱۲-۱ نیازمندی‌های محل و ساختمان ۶۷
۱-۱۲-۲ ساخت استخر ۶۷
۱-۱۲-۲-۱ مشخص کردن محدوده و شکل ۶۷
۱-۱۲-۲-۲ تعیین عمق ۶۷
۱-۱۲-۲-۳ ساخت کناره‌های استخر ۶۸
۱-۱۲-۲-۴ نحوه مدیریت و ساماندهی آب ۶۹
۱-۱۲-۲-۵ تخلیه آب از استخر ۶۹

۱-۱۲-۲-۶ هوادهی ۷۰
۱-۱۲-۲-۷ مراقبت و نگهداری حوضچه‌ها به‌طور روزمره..... ۷۱
۱-۱۲-۳ پرورش تک‌گونه‌ای در مناطق معتدله ۷۱
۱-۱۲-۳-۱ پرورش یکپارچه و چندگونه‌ای..... ۷۲
۱-۱۲-۳-۲ پرورش چند گونه‌ای..... ۷۲
۱-۱۲-۳-۳ پرورش یکپارچه ۷۴
۱-۱۲-۳-۴ شکل‌های دیگر پرورش میگو..... ۷۴
۱-۱۳ تغذیه و بارورسازی (کوددهی)..... ۷۴
۱-۱۳-۱ نوع خوراک ۷۵
۱-۱۳-۲ سنجش بازده خوراک..... ۷۵
۱-۱۳-۳ مدیریت تغذیه ۷۵
۱-۱۳-۳-۱ روش تعیین میزان غذای مورد نیاز در طی یک دوره پرورشی ۷۶
۱-۱۳-۳-۲ اهمیت سینی غذادهی و کاربرد آن ۷۷
۱-۱۳-۳-۳ روش‌های تخمینی زیتوده و تنظیم جیره روزانه از طریق سینی ۷۷
۱-۱۳-۳-۴ میزان غذادهی ۸۰
۱-۱۴رسیدگی به مسائل مربوط به شکار ۸۱
۱-۱۵ کنترل بیماری‌ها و مسائل دیگر ۸۳
۱-۱۵-۱ بیماری‌های با علل شناخته شده..... ۸۳
۱-۱۵-۲ بیماری‌هایی با علل نامشخص ۸۴

۱-۱۵-۳ انگل‌ها ۸۴
۱-۱۵-۴ رسوب ۸۴
۱-۱۶ نظارت بر عملکرد و گزارش‌دهی ۸۵
منابع ۸۶
فصل دوم ۹۶
زیست‌شناسی و آبزی‌پروری میگوی رودخانه‌ای شرق ۹۶
۲ مقدمه ۹۷
۲-۱ زیست شناسی میگوی رودخانه‌ای شرق ۹۷
۲-۱-۱ تولیدمثل و چرخه زندگی ۹۷
۲-۲ آبزی‌پروری میگوی رودخانه‌ای شرق ۹۸
۲-۲-۱ تکثیر و تهیه بذر میگوی رودخانه‌ای شرق ۹۹
۲-۲-۲ پرورش لاروها در هاپا و استخر ۱۰۱
۲-۲-۳ پرورش در استخر نوزادگاه (نرسری) ۱۰۲
۲-۲-۴ پرواربندی (حوضچه های پرورشی) ۱۰۲
۲-۲-۴-۱ آماده‌سازی ۱۰۳
۲-۲-۴-۲ تغذیه و روشهای غذادهی ۱۰۴
۲-۲-۵ سیستم‌های پرورشی در میگوی رودخانه‌ای شرق ۱۰۵
۲-۲-۵-۱ پرورش تک گونه‌ای ۱۰۶
۲-۲-۵-۲ پرورش توأم ۱۰۶

۲-۲-۵-۲ پرورش توأم با برنج (پرورش تکمیلی) ۱۰۶
۲-۲-۶ بیماری‌ها و دشمنان طبیعی ۱۰۷
۲-۲-۷ بازاریابی ۱۰۸
منابع ۱۰۹
فصل سوم ۱۱۲
زیست‌شناسی و آبزی‌پروری شاه میگوی آب شیرین بازوباریک (Crayfish) ۱۱۲
۳ مقدمه ۱۱۳
۳-۱ زیست شناسی ۱۱۳
۳-۱-۱ رده بندی ۱۱۳
۳-۱-۲ ریخت شناسی ۱۱۳
۳-۱-۳ حرکت ۱۱۷
۳-۱-۴ تغذیه ۱۱۷
۳-۱-۵ زیستگاه ۱۱۸
۳-۱-۶ تولیدمثل ۱۱۸
۳-۱-۷ بازسازی اندام ها ۱۲۰
۳-۲ آبزی پروری شاه میگوی آب شیرین ۱۲۰
۳-۱-۲ تکثیر شاه میگوی آب شیرین ۱۲۱

۳-۲-۱-۱ انکوباسیون و تفریخ به‌صورت نیمه طبیعی ۱۲۱
۳-۲-۱-۲ تکثیر مصنوعی ۱۲۲
۳-۲-۱-۳ مرحله نوزادگاهی (استخر نوزادگاهی) ۱۲۴
۳-۲-۲ پرورش ۱۲۴
۳-۲-۲-۱ انتخاب مکان برای پرورش ۱۲۴
۳-۲-۲-۲ سیستم‌های پرورشی ۱۲۵
۳-۲-۲-۲-۱ پرورش طبیعی و گسترده ۱۲۵
۳-۲-۲-۲-۲ پرورش نیمه متراکم ۱۲۷
۳-۲-۲-۲-۳ پرورش در استخر باز ۱۲۸
۳-۲-۲-۲-۴ پرورش متراکم ۱۳۱
۳-۲-۲-۳ برداشت و استحصال ۱۳۱
۳-۲-۲-۴ پرورش توأم ۱۳۳
۳-۲-۲-۴-۱ پرورش تکمیلی (پرورش متناوب شاه‌میگو و برنج) ۱۳۴
۳-۲-۲-۵ جابجایی و حمل‌ونقل ۱۳۶
منابع ۱۳۸
فصل چهارم ۱۴۱
۴-۱ زیست‌شناسی میگوی قرمز گیلاسی ۱۴۲
۴-۱-۱ رده‌بندی و موقعیت سیستماتیک ۱۴۲
۴-۱-۲ ریخت‌شناسی ۱۴۲

۴-۱-۳ پراکنش و زیستگاه ۱۴۳
۴-۱-۴ تولیدمثل ۱۴۴
۴-۲ آبزی‌پروری میگوی قرمز گیلاسی ۱۴۶
۴-۲-۱ مکان و نگهداری ۱۴۷
۴-۲-۲ کمیت و کیفیت آب ۱۴۷
۴-۲-۳ مولدسازی ۱۴۸
۴-۲-۴ نرسری و پرورش ۱۴۹
منابع ۱۵۱

فهرست تصاویر

تصویر ۱-۱ اندام‌های ظاهری و عمومی میگوی درشت‌جثه آب شیرین (اقتباس از Ahmed et al., 2008) ۳

تصویر ۱-۲ وجه تمایز میگوهای خانواده پنائیده از پالمونیده (اقتباس از Azim et al., 2001)..... ۳

تصویر ۱-۳ میگوی درشت‌جثه روزنبرگی (اقتباس از New, 2010) ۴

تصویر ۱-۴ چرخه زندگی میگوی درشت‌جثه آب شیرین روزنبرگی (اقتباس از New, 2010) ۷

تصویر ۱-۵ استخرهای بتونی و خاکی نگهداری مولدین (اقتباس از Das and Siddique, 2007).....۱۵

تصویر ۱-۶ نمونه هایی از مخازن پرورش لارو میگوی روزنبرگی با سیستم هوادهی و استفاده از UV (اقتباس از Valenti, 1993). ۲۰

تصویر ۱-۷ مولدین روزنبرگی پرورش یافته در استخر در یک تفریخگاه. لوله های پلاستیکی برش خورده برای تامین پناهگاه در مخزن قرار داده شده است (اقتباس از Wickins and Lee, 2002). ۲۹

تصویر ۱-۸ نمایی از تفریخگاه میگوی روزنبرگی (اقتباس از Yasharian et al., 2005).....۳۱

تصویر ۱-۹ وسیله مشاهده لاروها و شمارش آن‌ها (اقتباس از Noverian and Gopal, 2005). ۳۲

تصویر ۱-۱۰ منحنی رشد سیست با کیفیت بالا (خط ممتد)، سیست با بازده تفریخ کمتر (فاصله کوتاه)، سیست با همزمانی پایین در تفریخ (فاصله بلند) و ظهور مرحله دوم ناپلی برای سیست با کیفیت خوب (نقطه چین) (اقتباس از Wickins and Lee, 2002). ۳۸

تصویر ۱-۱۱ فیلتر کردن ناپلی تازه تفریخ شده آرتیما از یک مخزن تفریخ توسط یک غربال (اقتباس از Wickins and Lee, 2002) ۴۰

تصویر ۱-۱۲ مخزن تفریخ بعد از توقف هوادهی برای برداشت ناپلیوس آرتمیا آماده میشود (اقتباس از New, 2010).....۴۳

تصویر ۱-۱۳ سالن کشت و تکثیر جلبک در شرایط کنترل شده (اقتباس از Brown, 1991) ۵۷

تصویر ۱-۱۴ روش بارگیری و حمل کیسههای حامل پست لاروهای میگوی روزنبرگی (اقتباس از Tayamen, 2007).....۶۲

تصویر ۱-۱۵ نمایی از یک مخزن مستقر در نوزادگاه داخلی (فضای بسته) (اقتباس از Hossain, 2007) ۶۴

تصویر ۱-۱۶ نمایی از یک استخر خاکی در نوزادگاه خارجی (بیرونی) (اقتباس از New, 1990) ۶۵

تصویر ۱-۱۷ استخر خاکی با ارتفاع و شیب‌های مناسب برای پرورش میگوی روزنبرگی (اقتباس از New, 2010).....۶۸

تصویر ۱-۱۸ هواده پارویی برقی بزرگ (اقتباس از New, 2010).....۷۰

تصویر ۱-۱۹ کاربرد سینی‌های غذادهی در تغذیه میگوی روزنبرگی ۷۷

تصویر ۲-۱ یک نمونه از استخرهای خاکی جهت نگهداری مولدین (اقتباس از Ahmed et al., 2008) ۹۹

تصویر ۲-۲ محل جمع‌آوری میگوی رودخانه‌ای شرق در رودخانه سیاه درویشان در استان گیلان (اقتباس از نصرالله زاده و نویریان، ۱۳۸۹) ۱۰۰

تصویر ۲-۳ نمونه‌ای از هاپاهای (گهواره پرورشی) مورد استفاده در پرورش لاروها (اقتباس از Kutty et al., 2000).....۱۰۱

تصویر ۲-۴ نمایی از جایگاه پرورش پست لارو در استخر نوزادگاه (اقتباس از Wickins and Lee, 2002) ۱۰۲

تصویر ۲-۵ نمایی از آماده‌سازی استخر (اقتباس از Miao, 2007) ۱۰۳

تصویر ۲-۶ استخر پرورشی آب‌گیری شده (اقتباس از Wickins and Lee, 2002) ۱۰۴

تصویر ۲-۷ نمایی از مزرعه پرورش توأم میگوی رودخانه‌ای شرق با برنج (بایرامی و همکاران، ۱۳۹۴. هنرستان جنت) ۱۰۷

تصویر ۳-۱ نمای ظاهری پشتی و شکمی شاه‌میگوی آب شیرین. الف: نمای پشتی، ب: نمای شکمی، ج: نمای پشتی کاسه سنگ (carapace)، د: نمای پشتی سیخک سر (rostrum)، ه: نمای شکمی بازوی انبرکی (chelum) و نمای شکمی بادبزن دمی (telson) (اقتباس از Perdikaris and Georgiadis, 2017) ۱۱۴

تصویر ۳-۲ یک شاه‌میگوی آب شیرین به همراه تخمهایش (اقتباس از Pillay and Kutty, 2005) ..۱۱۹

تصویر ۳-۳ نمایی از واحد انکوباسیون تخم شاه‌میگوی آب شیرین (اقتباس از کتاب اصول و مبانی آبزی پروری Pillay and Kutty, 2005). ۱۲۳

تصویر ۳-۴ نمایی ازمناطق ماندآبی کم پوشش و دارای پوشش جنگلی برای پرورش شاه‌میگوی آب شیرین (اقتباس از کتاب اصول آبزی پروری شاه‌میگوی آب شیرین Avery and Lorio, 1996). ۱۲۷

تصویر ۳-۵ استخر خاکی پرورش شاه‌میگوی آب شیرین (اقتباس از McLain, et al., 2007) ۱۲۹

تصویر ۳-۶ نمایی از کاربرد تورهای تله‌ای برای برداشت شاه‌میگو (اقتباس از Culley and Gray, 1990) ۱۳۲

تصویر ۳-۷ دو نمونه از تله برای برداشت شاه‌میگو ۱۳۲

تصویر ۳-۸ پرورش شاه‌میگوی آب شیرین با برنج (اقتباس از Avery and Lorio, 1996) ۱۳۵

تصویر ۳-۹ انتقال شاه‌میگوهای آب شیرین به‌صورت زنده (اقتباس از Mcclain et al., 2007) ۱۳۷

تصویر ۴-۱ میگوی قرمز گیلاسی (اقتباس از Cai, 1996)..... ۱۴۲

تصویر ۴-۲ تفاوت پای میگوی نر و ماده (اقتباس از Shokita, 1981) ۱۴۳

تصویر ۴-۳ رفتار جفتگیری در میگوی گیلاسی رنگ (اقتباس از Nur and Christianus, 2013) ...۱۴۵

تصویر ۴-۴ تخم‌های میگوی گیلاسی رنگ در زیر شکم میگوی ماده (اقتباس از Nur and Christianus, 2013)..... ۱۴۶

فهرست جداول

جدول ۱-۱ تفکیک جنسیت نر و ماده میگوی درشت‌جثه روزنبرگی (اقتباس از New, 2010) ۵

جدول ۱-۲ مراحل لاروی میگوی روزنبرگی (اقتباس از New, 2010) ۷

جدول ۱-۳ ارتباط بین دما و شوری و سطوح اکسیژن اشباع (میلی گرم در لیتر) (اقتباس از Fitzgerald, 1998)..... ۲۱

جدول ۱-۴ شیوه‌ای از غذادهی بر حسب سن لارو میگوی روزنبرگی (اقتباس از Murthy, 2007) ۳۴

جدول ۱-۵ رژیم تغذیه ای پیشنهادی برای لارو میگوی روزنبرگی (اقتباس از New et al., 2008). ... ۳۶

جدول ۱-۶ علائم بیماری‌های شایع در میگوی آب شیرین (Tayamen and Brown, 1999). ۴۹

جدول ۱-۷ موارد قابل توجه برای مدیریت پیشگیری و درمان بیماری‌های میگوی آب شیرین (Mallasen and Valenti, 2005)..... ۵۲

جدول ۱-۸ اندازه لوله مناسب برای استخرهای دارای خروجی مونک (Rodrigues et al., 1991)..... ۶۹

جدول ۱-۹ زمان تخلیه حوضچه در شرایط مختلف (Rodrigues et al., 1991) ۷۰

جدول ۱-۱۰ میزان ذخیره سازی و تولید گونه های قابل پرورش به صورت توام با میگوی آب شیرین (Durairaj and Umamaherswari, 1991)..... ۷۳

جدول ۱-۱۱ میزان غذادهی به میگو بر حسب درصد وزن بدن و زمان مطلوب برای مصرف غذا (اقتباس از نویریان، ۱۳۸۸). ۷۸

جدول ۳-۱ ضمائم شاه میگوی آب شیرین و عملکرد آنها (Holdich, 2002; Perdikaris and Georgiadis, 2017) ۱۱۴

پیش گفتار

آبزی‌پروری سخت‌پوستان آب شیرین مانند میگوی درشت‌جثه (روزنبرگی) و شاه‌میگوی آب شیرین از سال ۱۹۶۵ میلادی در کشورهای آسیای جنوب شرقی، آمریکا و کشورهای اروپایی شروع شد و روند رو به رشدی را داشته است، به‌طوری‌که تولیدات جهانی آبزی‌پروری سخت پوستان در سال ۲۰۱۸ به مرز ۱۵/۸ میلیون تن رسیده است (FAO, 2020).

صنعت آبزی‌پروری میگوی رودخانه‌های شرق از سال ۱۹۹۰ میلادی آغاز شد و رشد سریعی کرد به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۲ میلادی به بیش از ۲۰۰ هزار تن در سال (FAO, 2009) رسید. به‌طورکلی تولیدات آبزی‌پروری سخت‌پوستان آب شیرین ۰/۱۵ درصد تولیدات را شامل می‌شوند درحالی‌که سخت‌پوستان تجاری دریایی از انواع میگوهای دریایی، شاه‌میگوی دریایی و خرچنگ‌های خوراکی ۳۵ درصد آن را در برمی‌گیرند. توسعهٔ صنعت آبزی سخت‌پوستان آب شیرین در دو دههٔ اخیر با بهینه‌سازی مراکز تکثیر و تولید بذر آنان و همچنین به‌کارگیری روش‌های نوین آبزی‌پروری چشم‌گیر و قابل‌توجه است. به‌علاوه پرورش‌های چندمنظوره و یا پرورش تکمیلی این صنعت هم‌زمان با تولیدات کشاورزی از جمله کشت توأم برنج و میگو، صیفی‌جات و میگو و انواع دیگر محصولات کشاورزی مانند سویا، کاهو، کلم و غیره سبب رونق اقتصادی آن شده است. هم‌اکنون بسیاری از آبزی‌پروران با توجه به سودآوری آن در جهت پرورش سخت‌پوستان اهتمام زیادی می‌ورزند و شکوفایی این صنعت در حال حاضر بی‌نظیر است. همچنین با تلاش مراکز شیلاتی و رونق مراکز تکثیر سخت‌پوستان آب شیرین هم‌اکنون با

رهاسازی میلیون‌ها قطعه نوزادان میگو و شاه‌میگوی به‌طور طبیعی، علاوه بر ایجاد ذخایر ارزشمند تولیدات آن‌ها از طریق محیط‌های طبیعی افزایش یافته است.

بدون اطلاعات مبانی زیست‌شناسی آبزیان تجاری، مقوله آبزی‌پروری ابتر می‌ماند لذا در مباحث زیست‌شناسی چهار گونهٔ تجاری با نام‌های میگوی درشت‌جثه روزنبرگی، میگوی رودخانه‌ای شرق، شاه‌میگوی آب شیرین و میگوی تزئینی در چهار فصل بحث شده است است. مبانی زیست‌شناسی شامل: مقوله‌های رده‌بندی، ریخت‌شناسی اندام‌های ظاهری، زیستگاه و عادات تغذیه‌ای و تولیدمثل و چرخهٔ زندگی آن‌ها است. متأسفانه نقش آبزی‌پروری سخت‌پوستان آب شیرین در کشور ایران بسیار ضعیف و ناچیز است و هیچ‌گونه نقشی در تولیدات جهانی ندارد، درحالی‌که با توجه به گسترش منابع آبی و مستعد برای پرورش این گونه‌ها، کشور ما علاوه بر تولیدات داخلی با صادرات آن‌ها می‌تواند ارز قابل‌توجهی وارد کشور کند. لذا توجه متصدیان شیلاتی و مراکز آموزشی و ترویجی می‌بایستی برای توسعهٔ این صنعت معطوف گردد. هدف از تألیف این کتاب که به‌طور علمی و مطابق با نیازهای کشور به نگارش درآمده است توجه به جنبه‌های عملی و کاربردی تکثیر و پرورش سخت پوستان آب شیرین نیز توجه شده است تا علاوه بر دانش‌آموختگان این رشته، آبزی‌پروران سنتی نیز بتوانند از آن بهره‌مند گردند.

در اینجا لازم است که از آقای مهندس ترابیان که در تنظیمات و ویرایش این اثر همکاری نمودند و همچنین از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه گیلان که در نشر این اثر کمال مساعدت را داشته‌اند تشکر نماییم.

دکتر حمید علاف نویریان – دکتر بهرام فلاحتکار

فصل اول

زیست‌شناسی و آبزی‌پروری میگوی درشت‌جثه روزنبرگی
Macrobrachium rosenbergii

۱ مقدمه

میگوهای متعلق به خانوادهٔ پالمونیده عمدتاً در آب‌های شیرین و لب‌شور به سر می‌برند. برخی از گونه‌های میگوی آب شیرین مانند میگوی درشت‌جثه بنام روزنبرگی برای تولیدمثل و گذراندن مراحل لاروی خود به آب‌های لب‌شور ۱۲ تا ۱۶ گرم/لیتر (ppt) نیاز دارند. زمانی‌که میگوی درشت‌جثه روزنبرگی به مرحله پست لاروی می‌رسد، به آب‌های شیرین مهاجرت می‌کند و تا زمان بلوغ و بزرگ‌سالی در همان‌جا بسر می‌برد و مجدداً جهت تولیدمثل به آب‌های لب‌شور برمی‌گردد. در بین خانواده پالمونیده جنس‌های متعددی وجود دارد که جنس بازو بلند به لحاظ آبزی‌پروری اهمیت دارد. گونه‌های دیگر از میگوهای آب شیرین تزئینی وجود دارند که ارزش تجاری آن‌ها بالاتر از میگوهای متعلق به این خانواده است.

۱-۱ زیست‌شناسی میگوی درشت‌جثه روزنبرگی

۱-۱-۱ رده‌بندی یا جایگاه آرایه شناختی

میگوی روزنبرگی از شاخهٔ بندپایان[۱]، رده سخت‌پوستان عالی[۲]، راسته ده‌پایان[۳]، زیر راسته ده‌پایان شناگر، خانواده پالموینده[۴]، جنس بازوبلند[۵] و گونه روزنبرگی[۶] است.

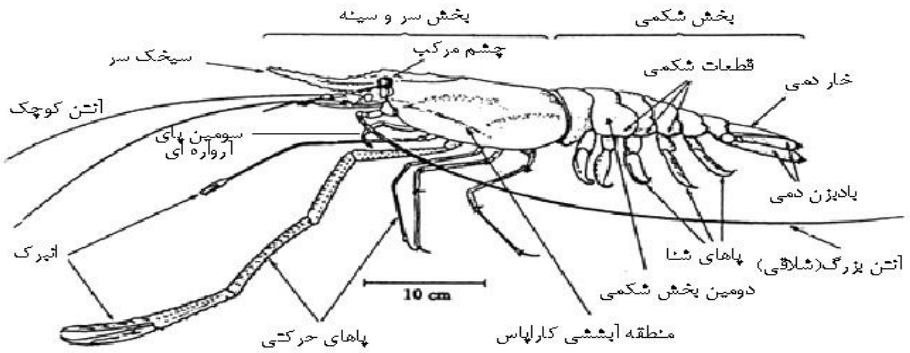
۱-۱-۲ ریخت‌شناسی

در گونه‌های متعلق به خانوادهٔ پالمونیده مشخصات ظاهری و عمومی آن‌ها در یک طرح منظم مشابه‌اند و ضمایم جانبی به‌صورت زوج وجود داد که شامل سیخک سر، شاخک کوچک، شاخک بزرگ، سومین

---

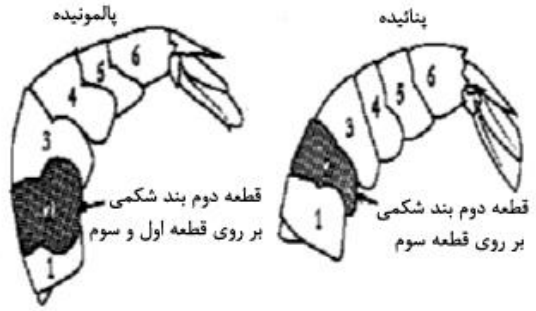
[1] Arthropoda
[2] Crustacia
[3] Decapoda
[4] Palaemonidae
[5] Macrobrachium
[6] rosenbergii

پاهای آرواره‌ای، پاهای حرکتی، پاهای شنا، خار دمی (telson) و بادبزن دمی (uropod) است (تصویر ۱-۱) (Ahmed et al., 2008).



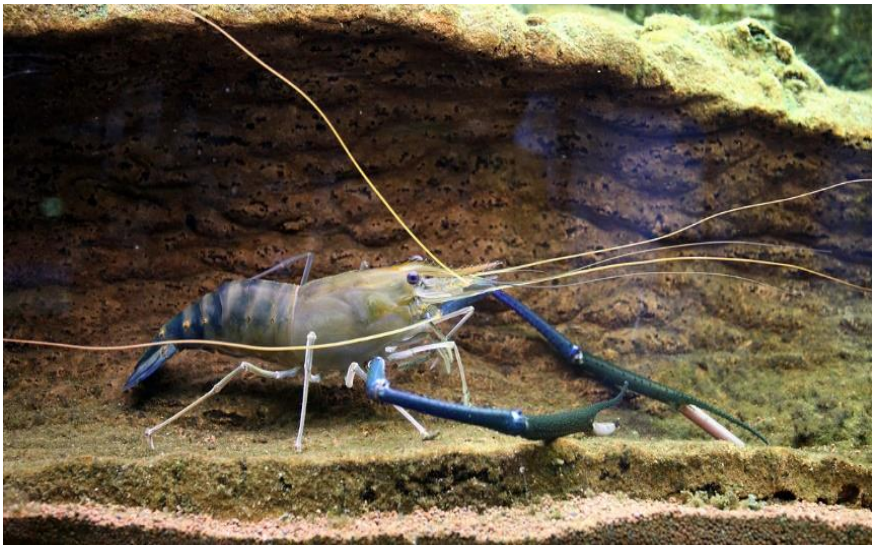
تصویر ۱-۱ اندام‌های ظاهری و عمومی میگوی درشت‌جثه آب شیرین (اقتباس از Ahmed et al., 2008)

یکی از وجه مشخصه‌های میگوهای خانواده پالمونیده یا کارائیده (caridea) با خانواده پنائیده این است که میگوهای متعلق به خانواده پالمونیده بند دوم شکمی، بند اول و بند سوم را می‌پوشاند درحالی‌که در خانواده پنائیده بندهای شکمی روی یکدیگر قرار دارند (تصویر ۱-۲).



تصویر ۱-۲ وجه تمایز میگوهای خانواده پنائیده از پالمونیده (اقتباس از Azim et al., 2001)

وجه مشخصه‌ای که روزنبرگی یا میگوی درشت‌جثه(تصویر ۱-۳) را از سایر گونه‌های هم‌جنس خود متمایز می‌سازد سیخک سر بزرگ‌تر و تا حدودی کمانی شکل‌اند و به علاوه تعداد دندانک‌ها در روزنبرگی در قسمت فوقانی سیخک سر ۷ تا ۹ عدد و در قسمت تحتانی سیخک سر ۵ تا ۶ عدد می‌باشند.



تصویر ۱-۳ میگوی درشت‌جثه روزنبرگی (اقتباس از New, 2010)

جدول ۱-۱ تفکیک جنسیت نر و ماده میگوی درشت‌جثه روزنبرگی (اقتباس از New, 2010)

نرها	ماده‌ها
۱- نر بالغ بزرگ‌تر، پاهای حرکتی دوم بزرگ‌تر و ضخیم ترند	۱- جثه کوچک‌تر، پاهای حرکتی دوم باریک‌ترند
۲- قسمت سر و سینه بزرگ‌تر ولی شکم باریک‌ترند	۲- قسمت سر و سینه کوچک‌تر ولی شکم عریض‌ترند
۳- بخش داخلی دومین پاهای شنا علاوه بر زائده داخلی یک زائده عضلانی دیگر هم وجود دارد (زائده تناسلی)	۳- زائده داخلی عضلانی در بخش دوم پاهای شنا وجود ندارد
۴- منافذ تناسلی در قاعده زوج و پنجمین پای حرکتی‌اند	۴- منافذ تناسلی در قاعده زوج سومین پاهای حرکتی‌اند
۵- اولین بند شکمی (نمای داخلی) در مرکز یک برجستگی نوک‌تیز وجود دارد که با انگشتان احساس می‌شود	۵- فاقد برجستگی نوک‌تیز در اولین بند شکمی
۶- فاقد ضمایم موئی تولیدمثل در بخش سینه و پاهای شنای نر بالغ (ضمایم شکمی)	۶- ضمایم موئی در عضو آخرین جفت پاهای حرکتی و پاهای شنا که جهت هدایت تخم‌ها و انتقال به پاهای شنا می‌باشد

۱-۱-۳ تولیدمثل و چرخهٔ زندگی

میگوهای آب شیرین وقتی‌که به بلوغ جنسی می‌رسند به‌طرف آب‌های لب‌شور در دهانه و مصب مهاجرت می‌کنند. ابتدا میگوی نر در بالا و میگوی ماده در پایین به موازات یکدیگر حرکت می‌کنند، پس از مدتی میگوی نر به شکل کمانی بخش شکمی ماده را گرفته و درحالی‌که ماده تازه پوست‌اندازی کرده در پایین و نر در بالا (به‌صورت شکم به شکم) قرار دارند، میگوی نر اسپرماتوفورهای خود را از

منافذ قاعده پنجمین پاهای شنا خارج و از طریق زائده عضلانی پاهای دوم شنا به بخش سر و سینه ماده در یک پوشش ژلاتینی منتقل می‌کند. ماده باردار (حاوی اسپرم و تخمک) پس از رسیدگی تخمک‌ها آن‌ها را از منافذ زوج قاعده سومین پاهای حرکتی خارج و هم‌زمان در طی خارج شدن تخمک‌های رسیده، با پاهای حرکتی خود پوشش ژلاتینی اسپرم‌ها را خراش می‌دهند که در این حال تخمک‌ها و اسپرم‌ها ترکیب شده و تخم‌های لقاح یافته به بخش شکمی ماده منتقل می‌شوند. تخم‌های لقاح یافته (قطر ۰/۶ میلی‌متر) به شکل توده‌های نارنجی رنگ‌اند و مانند خوشه‌های انگور به بخش شکمی متصل می‌مانند. مدت زمان نگهداری و تفریخ تخم‌ها معمولاً در درجات حرارت ۲۰ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد بین سه تا چهار هفته به طول می‌انجامد. پس از اتمام دوره جنینی (تخم‌ها بی‌رنگ و خاکستری می‌شوند) ظرف ۴۸ ساعت تمامی تخم‌ها تفریخ می‌شوند که طی این مدت والدین با حرکات سریع خود، نوزادان را به اطراف پراکنده می‌کنند. لارو میگو روزنبرگی پلانکتونی بوده و در ابتدا به‌صورت فعال به‌وسیله بالاترین قسمت شکمی به‌طرف دم شنا می‌کند.

چرخهٔ زندگی میگوی آب شیرین شامل چهار مرحله است:

الف) مرحله تخم لقاح یافته

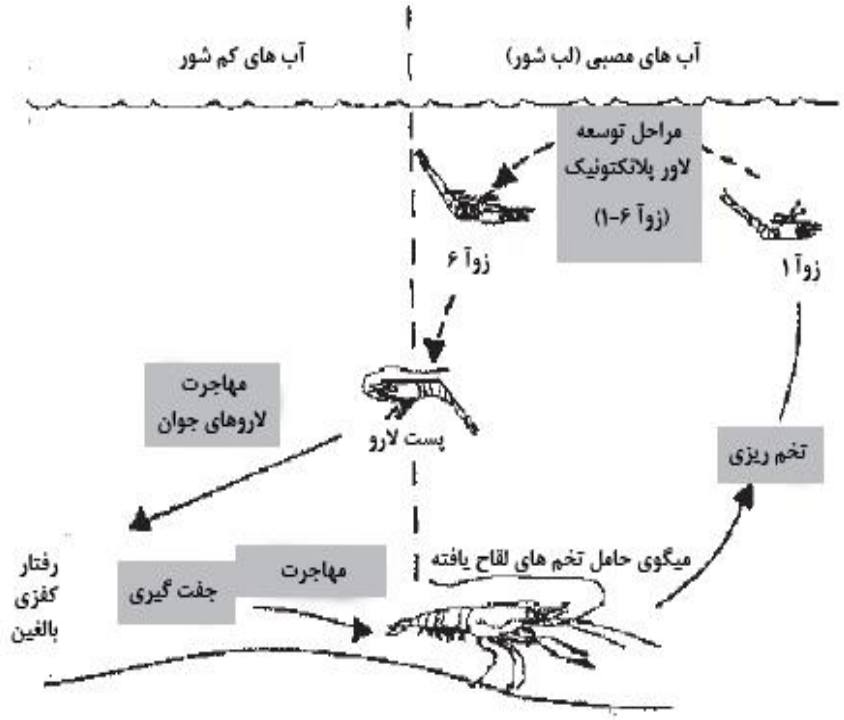
ب) مرحله لاروی

ج) مرحله پست لاروی[1]

د) مرحله جوانی[2]

مرحله لاروی معمولاً ۲۳ تا ۳۵ روز به طول می‌انجامد که تمامی این مراحل در آب‌های لب‌شور (۱۲ تا ۱۶ گرم نمک در لیتر) طی می شود و در مرحلهٔ پست لاروی به آب‌های شیرین مهاجرت و در همان‌جا تا زمان بلوغ باقی می‌ماند (تصویر ۱-۴).

[1] post larvae
[2] juvenile



تصویر ۱-۴ چرخه زندگی میگوی درشت‌جثه آب شیرین روزنبرگی (اقتباس از New, 2010)

مراحل لاروی میگوی روزنبرگی دارای ۱۱ مرحله مختلف است که به لحاظ ریختی اختلافاتی به شرح جدول ۱-۲ دارند:

جدول ۱-۲ مراحل لاروی میگوی روزنبرگی (اقتباس از New, 2010)

مراحل لاروی	سن لارو (روز)	مشخصات بارز
I	۱	چشمان ثابت
II	۲	چشمان ساقه (پایه) دار هستند
III	۴-۳	ظهور بادبزن دمی

IV	۶-۵	بادبزن دمی دوشاخه می‌شود
V	۸-۷	خار دمی باریک می‌شود
VI	۱۰-۹	ظهور پاهای شنا
VII	۱۷-۱۱	پاهای شنا دو انشعابی می‌شوند
IIX	۲۰-۱۸	ظهورضمایم موئی بر پاهای شنا
IX	۲۳-۲۱	پاهای شنا با زائده داخلی
X	۲۵-۲۴	۳ تا ۴ دندانه در قسمت فوقانی سیخک سر
XI	۲۷-۲۶	تعداد دندانه‌ها بیش از ۴ عدد در نیمه بالای سیخک سر
پست لارو	۳۵-۲۸	ظهور دندانه در قسمت تحتانی سیخک سر و بروز رفتار بالغین و شروع زندگی کفزی

۱-۲ آبزی‌پروری میگوی درشت‌جثه روزنبرگی

یکی از تلاش‌های شیلات ایران استفاده از میگوهای مهم پرورشی جهت تأمین پروتئین مورد نیاز داخل و ارزآوری آن از طریق صادرات می‌باشد. در این راستا واردات گونه‌های مهم پرورشی به‌عنوان یکی از فعالیت‌های شیلات بوده که نتیجه این اقدامات واردات تعدادی گونه مهم پرورشی از جمله میگوی درشت‌جثه آب شیرین بنام روزنبرگی بود. احتمالاً همراه با ورود این گونه میگو دیگر گونه‌ها آب شیرین به نام میگوی رودخانه‌ای شرق نیز وارد آب‌های داخلی ایران شد و به‌طور گسترده جمعیت آن در شمال ایران افزایش یافت. تقریباً تمام گونه‌های میگوهای آب‌شیرین پرورشی متعلق به جنس بازو بلند می‌باشند؛ حدود ۲۰۰ گونه از این جنس شناسایی شده است که گونه روزنبرگی درشت‌ترین و در درجه اول تجاری قرار دارد (Ahmed et al. 2008). در سال ۱۳۶۹ شیلات ایران اقدام به واردات میگوی

روزنبرگی با اهداف توسعه آبزی‌پروری آن نمود اما متأسفانه به دلایلی این صنعت در کشور ایران توسعه نیافت. علی‌رغم توان تکثیر و تولید پست لاروهای روزنبرگی در غرب کشور به‌ویژه استان کرمانشاه، تولید آن اندک است و جایگاهی در صنعت آبزی‌پروری در بین سایر کشورهای جهان ندارد.
البته ناگفته پیداست با کمی تلاش آبزی‌پروران میگو و مساعدت شیلات ایران، این صنعت می‌تواند به‌خوبی توسعه پیدا کند. در این بخش به صنعت آبزی‌پروری این‌گونه پرداخته شده است.

۱-۲-۱ تهیه مولدین و انتخاب ماده‌های حامل تخم

۱-۲-۱-۱ انتخاب ماده‌های رسیده (آماده تولید مثل)

زمانی‌که میگوهای آب شیرین در مناطق گرمسیری باشند، بالغین در تمام طول سال در دسترس‌اند و کلمه مولد تنها به ماده‌هایی گفته می‌شود که در تفریخگاه‌ها نگهداری می‌شوند تا تخم‌هایشان تفریخ شود و پس از آن مولدین کنار گذاشته و یا به فروش می‌رسند. ارزش ماده‌های حامل تخم صرفاًبه دلیل داشتن تخم می باشد چرا که کیفیت گوشت آن‌ها پایین است. در این خصوص معمولاً بعد از تخم‌ریزی آن‌ها را به بازار می‌فرستند و محدودیتی در تعداد استفاده از آن‌ها وجود ندارد. ملاحظات مختلفی در رابطه با مولدین در مناطق معتدله انجام می‌شود که در این بخش در رابطه با آن‌ها بحث شده است. برخی از تفریخگاه‌ها منبعی از نرهای بالغ را نیز نگهداری می‌کنند. تعدادی از مزارع گرمسیری، میگوی آب شیرین را در استخرهای مخصوصی پرورش می‌دهند (یک کار معمول که در بیشتر مزارع انجام می‌شود)؛ زیرا دارای مزیت‌های بالقوه ای از جهت نگهداری و مدیریت راحت تر است. تخم‌های میگوهای آب شیرین توسط میگوهای ماده در زیر ناحیه شکمی حمل می‌شود و به‌راحتی قابل مشاهده است (Brown, 1991). در مناطق گرمسیری می‌توان میگوهای رسیده را در تمام طول سال از استخرهای پرورشی که حاوی جانوران بالغ است تهیه کرد، ولی ممکن است تعداد میگوهای بالغ در زمان‌های مختلف سال فرق کند (Adisukresno et al., 1982; Alston, 1989). این میگوها را می‌توان به‌وسیلهٔ تور صید کرد اما در طول صید، قسمتی از میگوهای صید شده انتخاب می‌شوند. همچنین می‌توان ماده‌های رسیده را در مناطقی که بومی آنجا هستند، از رودخانه‌ها، کانال‌ها و دریاچه‌ها تهیه کرد.
برخی از تفریخگاه‌ها ترجیح می‌دهند ماده‌هایشان را از آب‌های طبیعی تهیه کنند زیرا عقیده دارند ماده‌های وحشی لاروهایی با کیفیت بالاتر نسبت به ماده‌های پرورشی تولید می‌کنند. با وجود این ، ماده‌های جمع‌آوری شده از طبیعت به دلیل تاثیر منفی حمل‌ونقلی که صورت می‌گیرد تخم کمتری

تولید می‌کنند، بنابراین تعداد زیادی از تفریخگاه‌ها صنعتی ترجیح می‌دهند که ماده‌های خود را از استخرهای هم‌جوار و نزدیک به مزرعه خود فراهم کنند (Hepher and pruginin, 1981; Davis, 1990; Hulata et al., 1998; Hossain and Islam, 2006). در محیط طبیعی، ماده‌های رسیده در فصل بارندگی فراوان‌اند. مولدین میگوهای آب شیرینی که در مناطق معتدله پرورش داده می‌شوند معمولاً از جاهای دیگری تهیه می‌شوند. مولدین در پایان فصل رشد از استخرها برداشت می‌شوند و در زمستان در داخل محیطی که شرایط در آن کنترل شده است نگهداری می‌شوند. زمانی‌که میگوهای آب شیرین به منطقه‌ای معرفی می‌شوند که بومی آنجا نیستند، مراقبت‌های ویژه بر اساس راهنمای ملی و بین‌المللی از آن‌ها صورت می‌گیرد که شامل قرنطینه است (Asaduzzaman et al., 2006). از نقطه نظر ایمنی، بهتر است منبعی که در آن پست لارو را وارد می‌کنیم بیماری در رابطه با ماده‌های رسیده در آن گزارش نشده باشد (Nguyen, 1993; New, 1995; Keshavanath and Gangahar, 2005). در رابطه با این موضوع باید اجازه و کمک از اداره محلی شیلات گرفته شود. برای حمل مولدین در مسافت‌های کوتاه می‌توان از ظرف‌های مناسب استفاده کرد. اگر مسافت حمل‌ونقل طولانی باشد می‌توانید آن‌ها را در تانک‌ها قرار دهید و یا از کیسه‌های پلاستیکی دولایه یا تکنیک‌های مشابه که برای پست لارو در این کتاب شرح داده شده است استفاده کرد. می‌بایست هنگام انتقال، سیخک سر هر حیوان قطع شود و یا در داخل یک لوله پلاستیکی قرار گیرد تا از سوراخ شدن کیسه جلوگیری شود (Cohen, 1985; Singh, 2003; Nair and Salin, 2006). حتماً برای انتقال نمونه‌ها دور از آفتاب و از سایبان استفاده گردد زیرا ممکن است نور UV به تخم‌ها آسیب برساند. چنگال‌ها را باید توسط نوارهای پلاستیکی یا اتصالات پلاستیکی پوشاند، چون خطر سوراخ شدن کیسه‌ها را کم می‌کند. بعضی از افراد، میگوها را در داخل لباس یا پلاستیک و یا پرده‌های نایلونی می‌پیچند و یا آن‌ها را در داخل لوله‌های PVC سوراخ‌دار قرار می‌دهند و سپس آن‌ها را در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلن دولایه می‌گذارند. بی‌حرکت کردن باعث افزایش مرگ‌ومیر در طول جابه‌جایی می‌شود، لذا این کار پیشنهاد نمی‌شود. استفاده از کیسه‌های کوچک که هرکدام حاوی فقط یک جانور است مناسب و مفیدتر است. همچنین حمل‌ونقل باید در تاریکی صورت بگیرد، چراکه آسیب رسیدن به تخم‌ها را کم می‌کند. ماده‌های رسیده را با دقت انتخاب کنید.

مولدینی را انتخاب کنید که ظاهر سالم و فعال باشند، قطع عضو نداشته باشند و توده تخم بزرگی را با خود حمل کنند. هنگامی‌که تخم‌ها می‌رسند رنگ آن‌ها از نارنجی روشن به قهوه‌ای تغییر می‌کند و در آخر، چند روز قبل از تفریخ رنگشان قهوه‌ای می‌شود (New and Singholka, 1985; Costa-Pierce et al., 1987; Hulata et al., 1990; Giap et al., 2005; Phuong et al., 2006). هنگامی‌که رنگ آن‌ها از

قهوه‌ای به خاکستری تغییر کرد، بهترین زمان برای انتقال به تفریخگاه است چراکه در این زمان تخم‌ها بعد از ۲ تا ۳ روز تفریخ می‌شوند. این امر بیشترین اطمینان را می‌دهد که کل لاروها در یک مقیاس سنی مشابه باشند که این موضوع سبب افزایش راندمان عمل غذادهی و کاهش هم نوع خواری می‌شود. تعداد ماده‌های موردنیاز به حجم تانک‌های تفریخگاه، لاروهای تولید شده و تعداد تخم‌هایی که هر ماده حمل می‌کند بستگی دارد.

۱-۲-۱-۲ اصلاح ژنتیکی

موضوع انتخاب مولدین و مزیت حفظ آن مورد توجه بوده است. تا همین اواخر رشد بسیار کمی در پیشرفت‌های ژنتیکی میگوی آب شیرین اتفاق افتاده بود، زمان زیادی طی شد تا پژوهشگران به این موضوع مهم توجه کردند. میگوهای آب شیرین که زودتر تفریخ می‌شوند رشد بهتری نسبت به میگوهای دیر تفریخ شده دارند. علاوه بر آن، اگر تخم‌ها تنها در یک زمان خاص از دوره تخم‌ریزی انتخاب شوند می‌تواند سبب کاهش تنوع ژنتیکی و افزایش تولیدمثل درون‌گونه‌ای شود. مدیریت منابع ژنتیکی مناسب، انتخاب ترکیب‌ها و حفظ تنوع ژنتیکی است (Dobkin and Bailey, 1979; Charoentawee et al., 2007). معمولاً بیشتر پرورش‌دهنده‌ها، ماده‌های بزرگی که تخم‌های بیشتری دارند را انتخاب می‌کنند. ترجیحاً انتخاب ماده‌های رسیده با رشد خوب که ۳ ماه از نگهداری آنها در استخرها گذشته نسبت به ماده‌های بزرگ که ۶ ماه از نگهداری آنها سپری شده بهتر است و تأثیرات مثبتی بر روی وزن محصول برداشتی دارد. بایستی ماده‌هایی که رشد سریعی دارند را جمع‌آوری نموده و آن‌ها را در استخرهای مخصوص مولدین پرورش داد؛ در این حالت برای بهبود عملکرد رشد و توانایی نگهداری آن‌ها تا مرحله پوست‌اندازی و رشد کامل می‌توان از روش به‌گزینی استفاده کرد.

آزمایش‌ها نشان داده است که قطع پایه چشمی مولدین ماده تعداد ماده‌های رسیده را افزایش می‌دهد و مدت زمان بین هر تخم‌ریزی را کاهش می‌دهد. ماده‌های جوان ۲۰ روز بعد از قطع پایه چشمی تخم‌ریزی می‌کنند. مشخص شده است که استفاده از ماده‌های رسیده به مدت طولانی در تفریخگاه‌ها بعد از چند دوره میزان تولید، درصد رشد، بازماندگی و FCR[1] را کاهش می‌دهد. این پدیده در اثر تولیدمثل درون‌گونه‌ای و کاهش تنوع ژنتیکی در تعدادی از کشورها مانند مارتینیک[2]، تایوان و تایلند

[1] Food Conversation Ratio
[2] Martinique

اتفاق می‌افتد. درکشورهایی که روزنبرگی بومی آنجاست، این پدیده به‌دلیل تکرار نسل اتفاق می‌افتد. تأمین مولدین تفریخگاه‌ها عموماًاز استخرهای پرواری فراهم می‌شود (این کار برای چندین نسل تکرار می‌شود). در کشورهایی که این گونه بومی آنجا نیست مشکل حادتر است، زیرا ذخایر مزارع از تعداد کمی ماده که چندین سال پیش وارد کشور شده‌اند تشکیل شده است. زمانی که مشکل کاهش تعداد مولدین اتفاق می‌افتد این امر به‌طور طبیعی باعث کاهش اشتیاق پرورش‌دهندگان در تکثیر و پرورش این گونه می‌گذارد. دو راه حل برای این مشکل وجود دارد: استفاده از مولدین وحشی و اصلاح ژنتیکی (Charoentawee et al. 2007). به‌کارگیری روش اصلاح ژنتیکی در سال ۱۹۹۸ در تایلند شروع شد و یک مزرعه پرورشی نژادی جدید از روزنبرگی را معرفی کرده است و ادعا می‌کند که بهبود کارایی زیادی در آن ایجاد شده است (Hossain, 2007).

۱-۲-۲ نگهداری از مولدین در مناطق معتدله

در مناطق معتدل با توجه به شرایط دمایی پایین در فصل سرما لازم است میگوها درون تأسیسات مولدین پرورش داده شوند. در این مناطق فراهم کردن تأسیسات نگهداری برای زمستان‌گذرانی مولدین تا ۶ ماه ضرورت دارد و دمای مورد نیاز در این دوره ۲۵ درجه سانتی‌گراد است تا از آسیب رسیدن به تخم‌ها جلوگیری شود.

برای نگهداری آب و حفظ کیفیت آن یک سیستم تصفیه همانند تصفیه‌کننده‌ای که در تفریخگاه ها استفاده می‌گردد توصیه می‌شود. شبکه توری و نایلونی باید به‌صورت عمودی یا افقی در آب آویزان شود و یا در کف تانک‌ها قرار گیرد که این کار حجم کل تانک را کاهش می‌دهد اما هم نوع خواری را کاهش و حاصل‌خیزی را افزایش می‌دهد. استفاده از چشمه توری بزرگ‌تر میزان رسوب را کاهش می‌دهد.

در تراکم‌های بالای مولدین، ظرفیت حمل تخم توسط ماده‌ها کاهش پیدا می‌کند. بیشترین حجم آب لازم برای هر میگوی بالغ حدود ۴۰ لیتر است. برای هر ۲۰ ماده باید ۲ تا ۳ نر که دارای چنگال‌های آبی رنگ هستند و بیش از ۳۵ گرم در نظر گرفت (Kumar and Velayudhan, 2007; Nair and Salin, 2007 ;Kunda et al., 2008).

تمام هزینه‌های مصرفی جهت نگهداری مولدین در تأسیسات مناطق معتدله به‌طور آشکاری به تقاضای نهایی برای پست لاروها بستگی دارد. تنها حدود ۵٪ از ماده‌ها با هم تخم‌ریزی می‌کنند و حدود ۵۰٪ درصد مرگ‌ومیر را باید طی دوره نگهداری انتظار داشت. با فرض تهیه ۴۵۰۰۰ لارو از میگوی ماده با

متوسط وزن ۴۵ گرم از ۱۰۰۰۰۰ لارو به‌دست آمده در پایان دوره پرورشی، می‌توان انتظار داشت که برای تمام طول زمستان ۹۰ ماده با وزن ۴۵ گرم مورد نیاز است. با این کار یک دسته ۱۰۰۰۰۰ تایی لارو در انتهای یک هفته به دست می‌آید که سبب می‌شود تفریخگاه شما بتواند به اندازه کافی ذخیره پست لارو یک هکتار استخر خود را داشته باشد (Parameswaran et al., 1992; New, 2007). این تعداد را می‌توان با توجه به نیازهای پرورش‌دهنده در نظر گرفت. درست نیست که همه این کارها در یک تانک صورت بگیرد زیرا اتفاقات پیش‌بینی نشده زیادی وجود دارد که می‌توانند مشکل‌ساز باشند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که مولدین در دو تا سه تانک جدا نگهداری شوند.

در مناطق استوایی در مراکز تکثیر طبیعی، مولدین را در شرایطی مشابه با شرایط زندگی در طبیعت نگهداری می‌کنند. مولدینی که در درون تأسیسات هستند و زمستان‌گذرانی دارند، برای این‌که سالم مانده و بیشترین بقا را داشته باشند نیازمند مراقبت‌های ویژه‌اند.

مولدین قبل از ورود به تفریخگاه‌ها باید ضدعفونی شوند. برای این کار باید آن‌ها را در آب تازه حاوی ۰/۰-۲/۵ ppm سولفات مس و یا ۱۵-۲۰ ppm فرمالین به مدت ۳۰ دقیقه قرار داد. قابل ذکر است که استفاده از مواد شیمیایی در آبزی‌پروری در تعدادی از کشورها ممنوع یا کنترل شده است (Rajyalakshmi and Maheswardu, 1986; Phuong et al., 2007). در خلال این کارها هوادهی نیز باید صورت گیرد. مراقبت‌های مشابهی را نیز باید در مناطق گرمسیری هنگام وارد کردن مولدین از استخرهای دیگر و یا از محیط طبیعی انجام داد. سپس میگوهای مولد را می‌توان به تانک‌های نگهداری حاوی آب تازه در یک دمای مناسب (حدود ۲۷ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد) انتقال داد. کیفیت آب مولدینی که در داخل تأسیسات نگهداری می‌شوند باید مشابه تفریخگاه‌ها باشد.

برای ارتقاء بخشیدن به تولیدات و کیفیت تخم‌ها، یک جیره کامل شامل مواد مغذی ضروری است. مولدین باید به میزان ۱ تا ۳ درصد وزن بدنشان غذادهی شوند که مطابق میزان مصرف غذا تنظیم شده است. نیمی از جیره پلت باید با میزان مناسب از تکه‌های گوشت جگر و یا اسکوئید (یا همانند جیره‌های تر، از قبیل گوشت ماسل) جایگزین شود که باید در اندازه مناسب بریده شود و دو بار در هفته مصرف شود. ۱ کیلوگرم از غذای تر معادل است با ۲۰۰ گرم جیره پلت. بنابراین برای مثال اگر به‌طور طبیعی روزانه ۳۰ گرم جیره پلت به مولدین داده می‌شود پس لازم است دو روز در هفته نصف این جیره را با ۷۵ گرم غذای تازه جایگزین نمود. جیره غذایی روزانه باید به‌طور طبیعی در دو قسمت هم‌اندازه صبح زود و انتهای عصر داده شود (نویریان، ۱۳۸۸).

به‌ندرت مکان جداگانه ویژه‌ای برای تفریخ شدن تخم‌های میگوی آب شیرین در مراکز تکثیر تجاری درنظر گرفته می‌شود. در مناطق معتدله و در مراکز تکثیر، کنترل هرکدام از استخرها به‌صورت جداگانه آسان‌تر است. در این سیستم‌ها، ماده‌های رسیده از سیستمی که در اختیار داریم می‌توانند جمع‌آوری شوند و به مخازنی که در آن‌ها اجازه تفریخ شدن دارند انتقال یابند، سپس لاروهای مرحله ۱ را می‌توان به‌سادگی از سیستم برداشت کرد. بالای ۶۰ ماده با تخم قهوه‌ای مایل به خاکستری را می‌توان در درون مخازن تفریخ که دارای فضای کافی است قرار داد (Kutty et al. 2009). روی مخازن تفریخ تخم بایستی پوشیده شود تا از ورود نور جلوگیری شود و داخل مخزن نیز باید رنگ شود (البته به‌جز فضای اطراف جایی که لوله آب قرار می‌گیرد که باید با یک رنگ روشن‌تر رنگ‌آمیزی شود مثل قهوه‌ای روشن و خاکستری و یا اگر لوله مات باشد بدون رنگ باید باقی بماند). رنگ تیره، چارچوب داخل مخزن را به دو قسمت تقسیم می‌کند: بخش بزرگ‌تر ۸۰ درصد حجم کل مخزن را اشغال می‌کند که از آن برای نگهداری ماده‌ها و جدا نگه‌داشتن آن‌ها از لاروها استفاده می‌شود. آب اضافی مخزن جمع‌آوری شده و سپس به میان یک غربال سوراخ‌دار (سوراخ‌ها ۱۸۰ میکرومتر) که گرداگرد یک لوله عمودی در مرکز یک بیوفیلتر است انتقال داده می‌شود (Janssen et al., 1988; Tidwell et al., 1999; Valenti, 2006). لاروها شناور می‌شوند و با جریان آب از مخزن تفریخ خارج می‌شوند زیرا به سمت منطقه روشن‌تر که دیواره‌ها قرار دارند حرکت می‌کنند چون نورگرایی مثبت دارند. آب به‌وسیله هوادهی که در مخازن صورت می‌گیرد چرخیده و از فیلترها عبور می‌کند. تفریخ تخم‌ها شبانه و هنگامی‌که سطح مخازن پوشیده شده است اتفاق می‌افتد و جمع‌آوری لاروها در روز اتفاق می‌افتد. ترجیحاً آب سیستم‌ها باید در حدود ۲۸ درجه سانتی‌گراد نگه‌داشته شود. اگر از آب با شوری کم (۵ ppt) استفاده می‌شود درصد تفریخ بالا می‌رود (Malecha, 1983).

به‌تازگی مدرکی دال بر این‌که مراحل مختلف تفریخ به‌شدت به pH حساس‌اند منتشر شده است که اگر این امر ثابت شود، pH باید معادل ۷/۱-۷ درنظر گرفته شود. اگر pH از این دامنه خارج شود درصد تفریخ کاهش خواهد یافت. رژیم‌های نوری چندان برای مولدین مهم نیست ولی باید از نور مستقیم آفتاب اجتناب کرد. برای بالا بردن کیفیت آب در تفریخ لاروها بهتر است ۲ تا ۳ روز قبل از تفریخ غذادهی به مولدین قطع شود. سپس لاروها باید از مخازن جمع‌آوری شده و به بخش پرورش در تفریخگاه فرستاده شوند (تصویر ۱-۵).

الف- نگهداری مولدین و تکثیر در سالن تکثیر استخر خاکی

ب- نگهداری مولدین و تکثیر در شرایط طبیعی

تصویر ۱-۵ استخرهای بتونی و خاکی نگهداری مولدین (اقتباس از Das and Siddique, 2007)

۱-۲-۲-۱ دورهٔ تخم‌ریزی

تمام تفریخگاه‌های میگوی آب شیرین مشابه یکدیگرند. ساختار هر تفریخگاه بر اساس منطقه‌ای که در آن ساخته شده و شرایط حاکم بر آن منطقه می‌تواند متفاوت باشد. در رابطه با تفریخگاه‌ها از دو نوع سیستم استفاده می‌کنند؛ اولین مورد سیستم آب جاری است که در بیشتر مناطق دنیا از این نوع سیستم استفاده می‌شود و سیستم مداربسته گردشی پویا که در این نوع سیستم فیلترهای زیستی بکار رفته است که نگهداری از آب و کارکرد انرژی را ارتقاء بخشیده و استفاده از آب دریا و باران را کم و ساخت تفریخگاه های داخلی را آسان کرده است.

این‌ها محدوده‌ای از سیستم‌های ساده که قابل استفاده در تفریخگاه‌های کوچک هستند تا سیستم‌های پیچیده که قابل استفاده در کارهای تحقیقاتی و تفریخگاه‌های تجاری می باشند را شامل می‌شوند (Aflalo et al., 2006; Valenti, 2007).

سیستم مدار بسته پویا همان استفاده ویژه از آب برگشتی است. در این نوع سیستم، آب مخازن لاروها باید به‌طور مداوم بچرخد و با عبور از میان فیلترهای فیزیکی و بیولوژیک مواد جامد و نیتروژن اضافی گرفته شود. در این سیستم می‌توان برای هر تانک لارو یک بیوفیلتر اضافی نصب کرد یا یک بیوفیلتر عمومی را برای چند تانک هم‌زمان استفاده کرد که در اینجا مورد دوم بسیار خطرناک‌تر است زیرا یک

کار اشتباه در سیستم موجب خسارت به تعداد زیادی از لاروها می‌شود، ولی با این‌حال مورد دوم با هزینه‌های بالایی که برای خرید بیوفیلترهای جداگانه مخازن نیاز است قابل‌قبول‌تر است.

۱-۲-۳ ساختمان و تجهیزات

در جاهایی غیر از مناطق گرمسیری چون شرایط طبیعی برای نگهداری مولدین وجود ندارد ضروری است که بخش‌هایی برای زمستان‌گذرانی مولدین در فصل رشد وجود داشته باشد و در اینجا نیاز است تا امکانات لازم را جهت پرورش لاروها همگام با مناسب شدن شرایط آب‌وهوا فراهم نمود. میزان بخش‌های خاص مورد نیاز و لوازم و تجهیزات موجود در تفریخگاه، به تعداد لاروهای تولیدی در هر فصل رشد توسط آن تفریخگاه بستگی دارد.

۱-۲-۳-۱ محل و نیازمندی‌های ساختمان تفریخگاه

هر تفریخگاه به یک منبع برق قابل اطمینان نیاز دارد، زیرا لازم است دستگاه‌های هواده آن به‌طور پیوسته در تمام ساعات شبانه‌روز کار کنند. حتی در جاهایی که منابع برق عمومی قابل اطمینانی دارد نیز لازم است یک دستگاه تامین برق پشتیبان وجود داشته باشد، زیرا قطع برق در تفریخگاه موجب تلفات شدید ذخایر خواهد شد. ممکن است این فکر وجود داشته باشد که نیازمندی‌های تفریخگاه به استخرهای پرواری و نوزادگاهی جاهایی که شما پست لاروها را تولید می‌کنید خلاصه شود، درصورتی‌که در اینجا باید شرایط فنی لازم جهت انتقال لاروها برای مسافت‌های طولانی وجود داشته باشد و از جهت دیگر منابع آبی از جمله منابع آب شیرین، آب دریا، باران و یا آب آماده‌شده از نمک‌های مصنوعی باید از کیفیت بالایی برخوردار باشند (Mallasen and Valenti, 1998). در جاهایی که فقط آب شیرین وجود دارد می‌توان از نمک‌های مصنوعی استفاده کرد.

تانک‌ها در مناطق گرمسیری می‌توانند در فضای باز با امکانات کم و ساده درست شوند ولی در این مکان‌ها امکان افزایش دمای آب وجود دارد و حتی گاهی ممکن است دمای آب در مواقعی از سال به‌طور پیوسته کاهش پیدا کند (Kennedy et al., 2006; Valenti and Tidwell, 2006; Kongkeo et al., 2008). همچنین بهتر است این مخازن در نزدیکی مکان‌های مسکونی ساخته شوند زیرا در این صورت کنترل نور و دما به‌راحتی صورت گرفته و می‌توان ورود گردوخاک و حشرات و حیوانات مزاحم را

کاهش داد. در اینجا لازم نیست که سقف و دیواره‌ها از مواد ثابت و مقاوم ساخته شوند بلکه می‌توان آن‌ها را از مواد ساده و محلی که در دسترس است ساخت.
ساختمان تفریخگاه ها در مناطق گرمسیری اغلب بسیار ساده ساخته شده و قابلیت توسعه و جابجایی را دارند. در اینجا اگر تفریخگاه در کارش موفق باشد و امکان گسترش آن و جایگزینی سازه‌های بهتر فراهم است، ولی در یک منطقه معتدله ساخته شده باشد ضروری است دما و میزان بازده محصول آن به‌خوبی کنترل شود.

۱-۲-۴ تجهیزات و توزیع آب و هوادهی

۱-۲-۴-۱ مخازن

مرکز و کانون هر تفریخگاه تانک‌های پرورش لارو آن است. از شکل‌های مختلفی از تانک‌ها می‌توان برای پرورش لاروهای میگوهای آب شیرین استفاده کرد که شامل تانک‌های گرد با کف صاف، تانک‌های پلاستیکی گرد با کف مخروطی، تانک‌های چوبی، تانک‌های بتونی مستطیلی، تانک‌های بلوکی یا آجری با نمای بتونی و گلدان‌های سفالی می‌باشد.
تانک‌های مستطیلی مزیت‌هایی دارند ولی تانک‌های گرد قابل قبول‌ترند زیرا ظرفیت تفریخگاه شما را افزایش می‌دهند. در این نوع سیستم تعداد زیادی تانک‌های گرد کوچک و تعداد کمی تانک بزرگ نیاز است. استفاده از تانک‌های گرد بزرگ زحمت زیادی دارد و اگر از تعداد زیادی تانک کوچک استفاده شود میزان زیادی فضای مرده در بین تانک‌ها وجود خواهد داشت و مقدار زیادی لوله و لوازم غیرضروری نیاز خواهد بود.
از مزیت‌های اصلی تانک‌های مستطیلی این است که قابلیت ساخت آن وجود دارد و عرض آن ثابت است درحالی‌که حجم و طول آن در صورت بزرگ‌تر کردن تانک افزایش می‌یابد. یک تانک مستطیلی با حجم ۱۰ مترمکعبی در مقایسه با یک تانک مستطیلی ۱ مترمکعبی از نظر تغذیه و پاک کردن تانک‌ها و بازرسی لاروها بهتر قابل دسترس است (Aquacop. 1977).
سطوحی که با موادی از جمله مس، روی، فولاد گالوانیزه و مواد روغنی پوشیده شده‌اند برای لاروهای میگوهای آب شیرین بسیار سمی است. از استفاده از این گونه مواد در لوله‌های آب و پمپ‌های هوا باید جداً خودداری کرد و در مقابل استفاده از تانک‌های پلاستیکی، فایبرگلاسی و یا تانک‌های چوبی ایده‌آل است. تانک‌های میگوی آب شیرین که در مناطق هاوایی استفاده می‌شود قسمت داخل آن از فایبرگلاس

و بیرون آن‌ها از بتون ساخته شده است (Griessinger et al., 1989; Fuller et al., 1992; Angell, 1994; Law and Yeo, 1997). می‌توان تانک‌ها را از بتون‌های با کیفیت بالا و یا بلوک‌های توخالی با نمای بتونی ساخت و با میله‌های آهنی عمودی محکم کرد. تانک‌هایی که از بلوک‌های بتونی و ردیف‌هایی با یک سطح بتونی صاف‌شده و روکش شده با چندین لایه از رزین خالص که برای جلوگیری از شست و شوی مواد شیمیایی مضر ساخته شده‌اند بسیار موفق‌ترند. برخی از افراد معتقدند که ساختارهای بتونی ترک برداشته و به یک لایه پوشش رزین (که هزینه بالایی دارد) نیاز دارد. ولی ممکن است دلیل این اتفاق، ساخت آنها با مواد اولیه نامرغوب باشد، زیرا این گونه مخازن باید با دقت ساخته شوند تا درز و شکاف نداشته باشند و بایستی سفت کردن بتون و نماکاری آن به‌طور پیوسته صورت گیرد تا بخش‌های مختلف آن خشک نشود و باعث شکاف برداشتن و تراوش محل‌های اتصال دیواره‌ها نشود.

مخازن لاروها را باید در جاهای مرتفع و بصورت شیب‌دار ساخت زیرا در این صورت، عمل گردش آب و زهکشی تانک‌ها به‌راحتی صورت می‌گیرد. ساختار آجری و بلوک‌های نماکاری شده و کانال‌های زهکشی بتونی، آب مورد استفاده برای پرورش لاروها را بدون این‌که به ساختار بتونی تانک‌ها آسیبی برسد به‌طور پیوسته زهکشی می کند.

استدلال دیگر برای ساختن مخازن بتونی آن است که ساختار این مخازن ثابت است و تعداد زیادی از تفریخگاه های تجاری از مخازن بتونی ساخته شده‌اند. از سویی دیگر می‌توان مخازن فایبرگلاس و پلاستیکی را خریداری کرد و طرح تفریخگاه را بر این مبنا ریخت. این در حالی است که هزینهٔ خرید مخازن پلاستیکی بسیار بالاست. در هر صورت هر نوع مخزنی که انتخاب می‌شود باید مطمئن شد که سطح آن صاف باشد و محل اتصال دیواره‌ها گرد شده باشند.

مخزنی که ساخته می‌شود باید تمیز کردن آن آسان باشد تا سطح لازم را برای رشد جلبک‌ها و باکتری‌ها و پروتوزواها کم نمود. همچنین سطح آن باید صاف باشد تا جمع شدن لاروها در گوشه‌های تانک بتونی کم شود. مخازن گرد این مسئله را ندارند ولی برخی از فعالیت‌های تفریخگاه مانند غذادهی لاروها و تمیز کردن مخازن گرد بسیار دشوارتر از مخازن مستطیلی است و دلیل آن فضای کم موجود بین مخزن‌های گرد است که حرکت کارگر را دشوار می‌کند. عمده پرورش دهندگان ترجیح می‌دهند که در تفریخگاه خود از مخازن استوانه‌ای-مخروطی استفاده کنند زیرا تمیز کردن آنها آسان است. عمر مخزنی که از آن استفاده می‌شود خیلی مهم است زیرا اگر مخزن تازه‌ساخت باشد باید به مدت چند

هفته با آب لب‌شور کار کرده و سپس تعویض آب شود تا سموم و مواد نامناسب موجود در آب حل شده و از مخزن خارج شود.

شواهد نشان می‌دهند مدیران تفریخگاه که سطح داخلی مخزن‌ها را با رنگ‌های سبز، آبی و سیاه رنگ‌آمیزی می‌کنند نتایج بهتری گرفته و ادعا دارند لاروها در این گونه مخزن‌ها غذا را بهتر می‌بینند و راحت‌تر در مخزن پخش می‌شوند. با این وجود، همه مدیران با این موضوع موافق نیستند. تعدادی دیگر بر این باورند که لاروها برای پیدا کردن غذا بر بینایی متکی نیستند و غذایشان را از طریق حس لامسه پیدا کرده و کنترل کردن لاروها در مخازن با کف روشن آسان‌تر است. تعدادی دیگر از پرورش دهندگان حدود ۳۰ سانتی‌متر از اطراف مخزن را رنگ قهوه‌ای می‌زنند و مخزن را به رنگ مشکی درمی‌آورند که این کار آرتمیا را به‌خوبی کنترل می‌کند و همچنین اجازه می‌دهند که لاروها در نور مستقیم با راندمان بالایی تغذیه شوند.

اساس پیشرفت تفریخگاه‌های خصوصی بر آسانی مدیریت و نظارت بر لاروها و مهم‌تر از همه تولید پست لاروهای سالم با درصد زنده ماندی بیشتر است (Kutty et al. 2009).

اندازه یک مخزن به تعداد لاروهای پرورشی و سبک اداره مخازن بستگی دارد. در سیستم‌های گردشی، اندازه یک مخزن معمولاً متنوع است به‌طوری‌که مخازن ۱ تا ۸ مترمکعبی را می‌توان به‌صورت گروهی و یا جداگانه فیلتر کرد. در سیستم‌های جاری، اندازه مخزن‌ها بین ۲ تا ۵ مترمکعب است ولی برخی ترجیح می‌دهند که از مخازن با اندازه بزرگ‌تر در حدود ۱۰ مترمکعبی استفاده کنند. بعضی از تفریخگاه‌ها از مخزن‌های با اندازه‌های مختلف استفاده می‌کنند، این در صورتی است که ابتدا لاروها را در مخزن‌های کوچک با تراکم بالا پرورش می‌دهند و سپس زمانی‌که لاروها به فضای بیشتری نیاز داشته باشند آن‌ها را به مخازن بزرگ‌تر انتقال می‌دهند (New and Singholka, 1985; New, 1995). از اشکالات این نوع مدیریت، مرگ‌ومیر زیاد لاروها به هنگام انتقال آن‌ها به مخزن‌ها است.

زهکشی مناسب مخازن ضروری است. هنگام برداشت پست لاروها به تعویض آب نیاز خواهد بود. اگر از مخزن‌های مستطیلی استفاده شود ضروری است تا انتهای خروجی کمی شیب داشته باشد، به‌طوری‌که برای هر مخزن ۵ متر مکعبی یک شیب ۲ سانتی‌متری استفاده می‌شود لذا مخزن‌های بزرگ‌تر به سوراخ‌ها و لوله‌های زهکشی بزرگ‌تری نیاز دارند. می‌توان برای زهکشی مخزن‌های کوچک‌تر از لوله‌های زهکشی کوچک‌تر استفاده کرد اما مهم است که لوله‌های زهکشی چندان کوچک نباشند و یا اینکه مدت زمان زهکشی آب در این تانک‌ها زیاد باشد. لوله‌های زهکشی بایستی از یک لایه توری پوشانده شوند تا میگوها به هنگام تعویض آب از مخزن خارج نشوند. در ابتدا باید از توری‌های با چشمه کوچک‌تر

در حدود ۲۵-۱۵ میکرومتر استفاده کرد زیرا در این زمان لاروها بسیار کوچک‌اند اما اندازه چشمه توری با این اندازه، عمل زهکشی را به کندی انجام می‌دهد (Barros and Valenti 2003). هنگامی‌که لاروها بزرگ‌تر شدند می‌توان از توری‌های با چشمه بزرگ‌تر استفاده کرد. زمانی که در مخازن پست لارو وجود دارد می‌توان از یک توری با اندازه چشمه ۱۲۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر استفاده نمود. فیلترهای توری به هنگام برداشت محصول از لوله‌ها جدا می‌شوند. در حین پرورش به انواع دیگری از مخازن در کنار مخازن لارو نیاز خواهد بود، برای مثال؛ مخزن‌هایی برای دوره تفریخ که با موجودات زنده غذادهی می‌شوند.

همچنین مخزن‌های مخلوط برای ساختن آب لب‌شور و مخازنی جهت ذخیره‌سازی آب دریا و آب شیرین نیز نیاز است. هزینه‌های مربوط به ساخت مخازن و همچنین عمل پمپاژ آن‌ها بسیار بالا است.

یک تفریخگاه به مخزنی مناسب جهت ذخیره، تیمار و مخلوط کردن آب برای تولید آب لب‌شور ۱۲ ppt نیاز دارد. همچنین به مخازنی که پست لاروها را قبل از فروش و یا ذخیره‌سازی آن‌ها در استخرهای پرواری و نوزادگاهی درون آن‌ها نگهداری نمود نیاز است. مانند آنچه درباره مخازن نگهداری لاروها شرح داده شد اندازه و تعداد مخازن به محل و میزان گسترش کار بستگی دارد. برخی تفریخگاه‌ها اندازه در حدود ۵۰-۲۵ مترمکعب را برای مخزن‌های نگهداری پست لارو مناسب می‌دانند ولی به‌طور کلی، اندازه انتخابی بایستی با سیکل گردشی آب در هر مخزن پرورش لارو در هر دوره متناسب باشد (تصویر ۱-۶).

تصویر ۱-۶ نمونه‌هایی از مخازن پرورش لارو میگوی روزنبرگی با سیستم هوادهی و استفاده از UV (اقتباس از Valenti, 1993).

۱-۲-۵ منبع آب

برای حفظ میزان اکسیژن در سطح بالا، در داخل هر مخزن به یک منبع قوی هوادهی نیاز است. ارتباط بین دما، شوری و سطوح اکسیژن اشباع در جدول ۱-۳ نشان داده شده است. هوادهی در داخل مخزن‌های لارو، غذا را در ارتباط نزدیک با آن‌ها قرار می‌دهد. برخی از تفریخگاه‌ها هوا را در داخل چندین لوله PVC با قطر ۱-۰/۵ اینچ که با سوراخ‌هایی در داخل آن با فاصله ۰/۵-۰/۳ اینچ و با مته ایجاد شده اند پخش می‌کنند. برخی دیگر از تفریخگاه‌ها در انتهای مخزن‌ها لوله‌های پلاستیکی با وزن زیاد و سوراخ‌هایی که در داخل آن وجود دارد قرار می‌دهند. در هرحال از آنجایی‌که سوراخ‌های لوله‌های هواده به‌آسانی گرفته می‌شوند استفاده از سنگ هوا ترجیح داده می‌شود. بعلاوه لوله‌هایی که در انتهای مخزن‌ها قرار می‌گیرند در صورت آسیب دیدن شرایط مناسبی را جهت رشد قارچ‌ها و پروتوزوا ایجاد کرده و تمیز کردن مخزن‌ها را به‌شدت با مشکل روبه‌رو می‌کند.

باید مطمئن شد که جریان هوای داخل یک مخزن از طریق دریچه، مخزن دیگر را تحت‌تأثیر قرار ندهد. این‌کار توسط ایجاد یک سوراخ بزرگ در حدود ۵ سانتی‌متر قطر در سیستم پخش اصلی و تعدادی سوراخ کوچک‌تر در حدود ۱/۵سانتی‌متر در لوله‌های تأمین‌کننده آب که هرکدام به‌طور جداگانه کنترل می‌شود، انجام می‌گردد.

میزان هوادهی باید به اندازه‌ای باشد که بالاترین مقدار اکسیژن را برای مخزن‌ها فراهم کند. می‌توان روزانه میزان هوادهی را طبق نیاز تفریخگاه، از طریق یک دریچه موجود در سیستم اصلی تنظیم کرد (Fitzgerald, 1998).

جدول ۱-۳ ارتباط بین دما و شوری و سطوح اکسیژن اشباع (میلی گرم در لیتر) (اقتباس از Fitzgerald, 1998).

شوری					
۳۶/۴ ppt	**۱۴/۷ ppt**	**۱۱/۱ ppt**	**۷/۵ ppt**	**آب شیرین**	**دما (°C)**
۷/۴	۸/۳	۸/۵	۸/۷	۹/۱	۲۰
۷/۱	۸/۰	۸/۲	۸/۴	۸/۸	۲۲

۶/۹	۷/۷	۷/۹	۸/۱	۸/۴	۲۴
۶/۶	۷/۵	۷/۶	۷/۸	۸/۱	۲۶
۶/۵	۷/۳	۷/۵	۷/۶	۸/۰	۲۷
۶/۴	۷/۲	۷/۴	۷/۵	۷/۸	۲۸
۶/۳	۷/۱	۷/۲	۷/۴	۷/۷	۲۹
۶/۲	۷/۰	۷/۱	۷/۳	۷/۶	۳۰

یکی از مهم‌ترین بخش‌های تفریخگاه سیستم هوادهی آن است که باید از خطرات احتمالی حفظ شود. سیستم توزیع هوا را می‌توان از طریق قرار دادن آن‌ها زیر ۱۰ سانتی‌متر شن و ماسه در داخل یا بیرون تفریخگاه محافظت کرد. به‌طور کلی، پوشاندن لوله‌ها به‌وسیله بتون به‌هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود. یک پیشنهاد مناسب آن است که سیستم‌های هوادهی در تفریخگاه از سقف آویزان شوند و آب ورودی به‌صورت قطره‌هایی در داخل هر تانک به‌طور جداگانه چکه کند. در داخل مخزن‌های لارو میزان هوادهی باید به‌اندازه‌ای باشد که نه‌تنها میزان اکسیژن را در سطح بالایی نگه دارد بلکه غذا را در دسترس لاروها قرار دهد. پخش هوا در داخل مخزن لاروها از طریق سنگ‌های هوای قرار داده شده در هر ۱۰ مترمکعب انجام می‌شود.

در سیستم‌های گردشی، از هوادهی جهت حفظ میزان اکسیژن محلول در سطح بالا و ایجاد جریانی از آب از کف مخزن به‌طرف بالا و اطراف مخزن استفاده می‌شود. اگر این کار به‌درستی صورت نگیرد موجب مرگ‌ومیر لاروها در داخل مخزن می‌شود. خراب شدن لوازم مرتبط با هوادهی سبب می‌شود تا میزان باکتری‌ها زیاد شده و مشکلاتی از جمله تغییر کیفیت آب و بیماری را فراهم کند (Sandifer et al., 1977; New and Singholka, 1982; Malecha, 1983; Cooper and Heinen, 1991).

فشار هوای بالای تولید شده توسط یک متراکم‌کننده هوا به‌طور طبیعی به‌جز برای سیفون کردن فیلترها در سیستم‌های گردشی لازم نیست. تقریباً برای هر مترمکعب از آب باید ۰/۵۵ m^3/hr هوا در دسترس باشد. یک روتس-تایپ یا همان دمنده در منبع آب یک تفریخگاه با قدرت ۵/۶۶ m^3/min قادر است هوای لازم برای ۱۰ میلیون لارو را تولید کند. باید یک هواده یدک و موتور را در تمام مراحل کار در کارگاه داشت و روزی یک‌بار هواده‌های در حال کار را بازرسی کرد. هواده یدک باید آماده به کار باشد تا در صورت آسیب رسیدن به دمنده اصلی سریعاً از آن استفاده شود. در سیستم‌های پخش هوا باید یک

فشارسنج تعبیه شود تا در صورت ایجاد مشکل یا خرابی در سیستم هوادهی به‌طور اتوماتیک هواده را فعال کند، ولی معمولاً این کار در بیشتر تفریخگاه‌ها غیرمعمول است و برای این کار به کارگرها و سیستم‌های هشدار ایمنی اعتماد می‌کنند.

سیستم‌های گردش آب در تفریخگاه‌های مختلف مشابه است. تعداد زیادی از تفریخگاه‌ها سیستم‌های پخش آب دائمی دارند و یک منبع جدای آب دریا، آب شیرین و لب‌شور را برای تفریخگاه فراهم می‌کنند. در هر حال، در تعدادی از تفریخگاه ها این کار انجام نمی‌شود زیرا تجربه نشان داده که کیفیت آب در اثر ماندن در داخل لوله‌ها تغییر می‌کند. چنین سیستم‌های پخش غیرعادی را می‌توان با لوله‌های قابل انعطاف و پمپ‌های مناسب جایگزین کرد. در صورت داشتن تفریخگاه متراکم می‌توان از پمپ‌هایی که قابلیت نصب شدن در داخل آب را دارند استفاده کرد، ولی اگر این کار بدون مراقبت از آن‌ها انجام گیرد باعث می‌شود که آلودگی در بین منابع آب پخش شود و بیماری به مخزن‌های پرورش لارو انتقال یابد.

آب وارد شده به یک مخزن در داخل آن می‌چرخد و سپس سیفون می‌شود، این کار مانع از ورود آب به داخل مخازن پرورش لارو می‌شود. آب به هنگام حرکت در داخل لوله‌ها تحت تأثیر نور خورشید گرم می‌شود. یک راه دیگر برای اطمینان از عدم بروز این مشکل آن است که می‌توان در هر ورودی آب یک شیلنگ کوتاه انعطاف‌پذیر نصب کرد که آب را قبل از ورود به داخل مخزن سیفون کند (Aquacop, 1983; Daniels et al, 1992; New, 2002).

اندازه هر پمپ به اندازه و طرح خاص تفریخگاه بستگی دارد. ظرفیت پمپ بایستی به‌گونه‌ای باشد که بتواند یک مخزن را در حداکثر حد نیازش و نه در حد متوسط پر کند. البته پر شدن مخزن‌ها به‌آرامی و به‌وسیلهٔ پمپ‌های کوچک هم مشکلی ندارد.

فلزهای مس و روی برای میگوهای آب شیرین سمی است ولی وجود آن‌ها در پمپ‌های تفریخگاه درصورتی‌که آب فقط یک‌بار از داخل پمپ عبور کند مشکلی را ایجاد نمی‌کند. پمپ‌های شناور در آب یا ترکیب بخشی از سیستم‌های گردشی که در ارتباط مستقیم با آب هستند بایستی از مواد غیرفعال ساخته شده باشند. همچنین پمپ‌های هوای پیشرفته برای گردش آب یا انتقال آب از یک مخزن به مخزن دیگر مفیدند. در همه موارد، ظرفیت پمپ‌ها باید استاندارد باشد تا در حد ممکن، تعداد پمپ‌های یدکی را کم کند. باید مطمئن بود که می‌توان به‌راحتی پمپ‌های خراب را از رده خارج کرده و پمپ یدکی را به‌راحتی و با سرعت بالا جایگزین کرد. فراهم کردن لوازمی از قبیل پمپ‌ها، هواده‌ها و ژنراتورها که در شرایط بحرانی خوب کار کنند بسیار مهم است. این بخش‌ها بایستی هفته‌ای یک‌بار از نظر کارکرد

بررسی شوند. در سیستم‌های گردشی برای جلوگیری از هدر رفت درصدی از آب جاری، چرخش مناسب آن ضروری است. همه امکانات و لوازم باید قابلیت فراهم کردن بیشترین درصد آب جاری را طی دوره لاروی داشته باشند. در واقع، همه حجم آبی که در مخزن‌های پرورش لارو باید از درون فیلتر بگذرد چیزی در حدود ۱۰ بار در روز است اما بر اساس ظرفیتی که پمپ دارد حجم آب بایستی در حدی باشد که بیشترین مقدار آب موردنیاز را به داخل مخازن وارد کند. زمانی که لاروهای موجود در بیشترین حد خود باشند، میزان آب برگشتی از فیلتر حدود ۷۰ درصد از ۱۰۰ درصد آب عبوری از فیلتر در هر ساعت است. بنابراین در هر m^3 ۵ از سیستم نگهداری لاروها چیزی حدود m^3 ۵ در هر ساعت آب نیاز است که این کار می‌تواند در اثر استفاده از پمپ‌های پیشرفته هوا به‌خوبی تامین شود. همه پمپ‌ها، فیلترها و سیستم‌های ضدعفونی کننده باید به اندازه‌ای باشند که بیشترین درصد آب را فراهم کنند. اطلاعات مفید در رابطه با پمپ‌ها و نوع پمپ آب برای آبزی‌پروری توسط Wheaton (1977) ارائه شده است.

۱-۲-۵-۱ تخلیه آب

باید مراقب بود تا آب خروجی تفریخگاه به منابع آب ورودی وارد نشود و آن را آلوده نکند. سطح منبع آبی که از آن استفاده می‌شود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در تفریخگاه های واقع در ساحل دریا از پدیده جزر و مد و جریانات دریایی برای تخلیه فاضلاب تفریخگاه استفاده می‌شود.

در جاهایی که آب ورودی تفریخگاه از رودخانه تأمین می‌شود، آب خروجی مزرعه بایستی در پایین‌دست محل آبگیری تخلیه شود. در حد امکان آب خروجی تفریخگاه‌ها نباید منابع آب مورد استفاده بومیان را آلوده کند.

۱-۲-۶ نور

آب سبز موردنیاز برای سیستم‌های پرورش لارو در تفریخگاه‌های تجاری از طریق تابش نور تولید می‌شود. شکوفایی پلانکتونی در این سیستم‌ها یک محیط سایه برای لاروها ایجاد کرده و همچنین کیفیت آب را ارتقاء می‌بخشد. امروزه تقریباً همه تفریخگاه‌های میگوی آب شیرین سیستم‌های تصفیه آب دارند. لاروها نباید در معرض مستقیم نور خورشید قرار گیرند زیرا برای آن‌ها مضر است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که حدود ۹۰ درصد از سطح مخازن آب جاری تصفیه شده که در بیرون نگهداری

می‌شود پوشیده باشد. موادی که با آن‌ها سطح مخزن‌ها را می‌پوشانند موادی هستند محلی، ارزان و قابل دسترس که در برابر نور خورشید، باران‌های شدید و بادهای قوی از بین نمی‌روند و رشد فیتوپلانکتون‌ها را کم می‌کنند. در تعدادی از تفریخگاه‌ها که در فضای باز قرار دارند معمولاً سطح مخازن را به‌طور کامل می‌پوشانند تا از انتقال بیماری از طریق ریختن قطره‌های آب از مخزنی به مخزن دیگر در هنگام هوادهی جلوگیری شود. برخی از مدیران تفریخگاه ها معتقدند که مقدار کمی نور برای لاروها ضروری است و آن‌ها به این منظور در تفریخگاه های خود از سقف‌های روشن استفاده می‌کنند اما برخی دیگر که بر این باور نیستند معمولاً سطح مخزن‌های خود را با ورقه‌های پلاستیکی یا پشم‌شیشه می‌پوشانند تا به مقدار زیادی از ورود نور جلوگیری کنند. نور طبیعی را می‌توان با منابع نور مصنوعی که فاقد طول‌موج‌های فرابنفش مضر است جایگزین کرد. شدت نور بین ۶۵۰۰-۲۵۰ لوکس برای پرورش مناسب است. همچنین سطح بین ۸۰۰-۲۵۰ لوکس نیز برای تفریخگاه‌های تجاری گزارش شده است. ترجیحاً از نور طبیعی استفاده می‌شود اما می‌توان از نورهای مصنوعی نیز استفاده کرد و درصد آن را در روزهای ابری افزایش داد. در سیستم‌های گردشی به‌دلیل درست کار نکردن بیوفیلترها رشد جلبک‌ها افزایش خواهد یافت و در این حالت باید در روزهایی که نور به‌صورت مورب به تفریخگاه می‌تابد سطح بیوفیلترها را پوشاند.

۱-۲-۷ فیلترها

در تفریخگاه‌های پیشرفته از دو نوع فیلتر استفاده می‌کنند:

۱) فیلتر مکانیکی، ۲) فیلتر زیستی.

فیلترهای مکانیکی یا فیزیکی، اجسام جامد، غذاهای مانده و آلودگی‌های کوچک را از بین می‌برد.

فیلترهای زیستی که بیوفیلتر نامیده می‌شود بخشی از سیستم تفریخگاه میگوی آب شیرین است. این فیلترها آمونیاک اضافی را که توسط لاروها و غذاهای زنده تولید می‌شود و به‌علاوه شکل‌هایی از آمونیاک تولیدی توسط اندام‌های حیاتی بدن آبزی را از بین می‌برد. در این فیلترها آمونیاک در ابتدا به نیتریت و سپس به نیترات تبدیل می‌شود. به میزانی تصفیه فیزیکی نیز در داخل فیلترهای زیستی اتفاق می‌افتد. همچنین مواد جامد از طریق سیفون روانه مخازن شده و از بین می‌روند.

فیلترهای فیزیکی شامل فیلترهای شنی، فیلترهای غربالی و فیلترهای دارای صفحات گسترده می‌باشند. لازم است این فیلترها به‌راحتی پاک شوند و یا آب در سیستم هدر نرود. فیلتر شنی برای تفریخگاه های

آب شیرین مناسب است. اندازه دانه های ماسه در فیلترهای شنی ۸۵۰µm است. حجم مورد نیاز این فیلترها قابل محاسبه است بنابراین می‌توان حجم و درصد جریان خاص سیستم گردشی را به‌خوبی اداره کرد. برای افزایش راندمان در سیستم می‌توان قبل از واحدهای UV و بیوفیلترها، فیلترهای فیزیکی قرار داد. این فیلترها بایستی در زمان مناسب تمیز شوند تا توسط مواد زائد مسدود نشوند و محیط را برای رشد باکتری ایجاد نکنند (Spotte, 1979; Kaiser and wheaton, 1983; Brock et al., 1994). فیلترهای سنگی را می‌توان با آب شیرین شست و یا هوادهی کرد تا آب لب‌شور هدر نرود. اگر آب ورودی از درون واحدهای UV عبور کند عوامل بیماری‌زای آن حذف می‌شود که این عمل سبب افزایش راندمان کار می‌شود. عمل UV در تفریخگاه های میگوی آب شیرین چندان رایج نیست ولی ممکن است در آینده ضروری درنظر گرفته شود. فیلترهای زیستی برای استفاده در سیستم‌های گردشی مناسب هستند. انواعی از این فیلترها وجود دارد که شامل فیلترهای غوطه‌ور در آب است که کارآمدتر، ساده‌تر و ارزان‌تر هستند (به نظر می‌رسد نوع افقی آن چون در داخل اتاقک قرار می‌گیرد کارآمدتر باشد).

بیوفیلترها به هواده نیاز دارند تا اکسیژن مورد نیاز باکتری‌های نیتریفیکاسیونی را فراهم کنند. پیشنهاد می‌شود حجم بیوفیلتری که در یک تفریخگاه میگوی آب شیرین استفاده می‌شود حدود ۱۰ درصد حجم کل مخزن باشد.

برای محیط کشت باکتریایی درون فیلترهای زیستی می‌توان از پوسته صدف‌ها، دولومیت و مرجان‌ها استفاده کرد. با این‌حال آزمایش‌ها نشان داده است که آب خروجی در این نوع سیستم‌ها به تدریج قلیایی می‌شود. به این منظور در اغلب موارد از مواد پلاستیکی که فاقد مواد حد واسط است به‌عنوان محیط کشت باکتریایی استفاده می‌کنند (Griessinger et al., 1989; Chowdhurry et al., 1993; Valenti et al., 1998). استفاده از آن‌ها آسان بوده و قابل ارتجاع و در اندازه‌های مختلف‌اند و با داشتن ناهمواری، سطح زیادی را جهت رشد باکتری‌ها فراهم می‌کنند. در سیستم‌های گردشی که از مدیای پلاستیکی استفاده می‌شود به آب با pH ۷/۵-۸ بی‌کربنات سدیم یا کربنات سدیم اضافه می‌کنند. برای کنترل بهتر مدیاها، فیلترها را باید درون یک مخزن پلاستیکی یا نایلونی قرار داد. تخمین زده شده است در یک سیستم پرورش با ۲ میلیون لارو چیزی در حدود ۵۰۰ کیلوگرم مرجان به‌عنوان مدیا در داخل

فیلترها جهت رسیدن لاروها به بیشترین حد بیومس در هر مرتبه نیاز است که این مقدار می‌تواند بر اساس میزان نیاز خاص هر تفریخگاه اصلاح شود.
فیلترهای زیستی باید قبل از استفاده از آن‌ها فعال شوند. این بدان معناست که باکتری‌های نیتروزموناس و نیتروباکتر که در فیلترهای زیستی استفاده می‌شود بایستی مدت‌ها قبل راه‌اندازی شود تا باکتری‌ها تولید شده بتوانند نیتروژن موجود در آب سیستم را بگیرند. ماده باکتریایی را می‌توان از فیلترهای کارکرده در مخازن دیگر در هنگام پرورش لارو به‌دست آورد.

۱-۲-۸ تجهیزات مختلف

در تفریخگاه تعداد زیادی تجهیزات کوچک نیز مورد نیاز است که شامل سطل‌ها، رنگ رزین، ترازوهای سنگین، سطل‌های فایبرگلاس، تله، نایلون، توری ها، انواع برس، لوله‌های ارتجاعی، لوازم انتقال پست لارو، لوازم الکتریکی یدکی، داروهای جلوگیری از بیماری و مواد شیمیایی، لامپ‌ها و لوله‌های PVC، لوازم آشپزخانه جهت درست کردن غذا، یخچال، میکروسکوپ، شوری‌سنج، pH متر، هیتر، ظروف شیشه‌ای، مواد شیمیایی گوناگون و غیره است همه این مواد لازم است از موادی از جمله مس، روی و برنج پاک شوند و همچنین مقاوم در برابر شوری باشند.

۱-۳ مدیریت تفریخگاه

هر چرخه از اعمالی که در تفریخگاه صورت می‌گیرد حدود ۴۰ روز طول می‌کشد که شامل مدت زمان آماده شدن برای دوره پرورشی بعدی نیز می‌شود. برای موفقیت در تفریخگاه لازم است تا توجه همه‌جانبه به قسمت‌های مختلف آن داشت.

۱-۳-۱ اصلاح آب

آب قبل از اینکه در تفریخگاه استفاده شود بایستی اصلاح و عمل‌آوری شود. در این صورت لازم است تا آب ورودی تفریخگاه از چند فیلتر فیزیکی عبور کند. اگر آب ورودی فیلتر نشود و گل‌آلود باشد لازم است قبل از ورود، مواد آن در داخل یک مخزن ته‌نشین شده و آب صاف وارد مخزن اصلی شود. برای ایجاد آب لب‌شور ppt ۱۲، آب دریا را با آب شیرین مخلوط کنید. اگر آب ورودی از منابع زیرزمینی باشد دیگر نیازی به ته‌نشین شدن مواد آن نیست ولی لازم است قبل از مصرف کلرزنی شود تا پروتوزوا

و باکتری‌های آن حذف شود (Ismail et al., 1990; Angell, 1992). در بیشتر تفریخگاه های لب‌شور، آب را قبل از مصرف با ذراتی به اندازه ۵ µm فیلتر می‌کنند درحالی‌که این کار در تفریخگاه‌های تجاری انجام نمی‌شود. در بعضی تفریخگاه‌ها به آب پرورش لارو ۱۰ ppm ماده ژلاتینی EDTA اضافه می‌کنند تا کارآمدتر باشد. ضروری است در تمام مراحل استفاده از آب در تفریخگاه کیفیت آب حفظ شود. یک سری از علائم و نشانه‌ها در تانک لارو مکرراً تکرار می‌شود که نشان‌دهنده حفظ کیفیت آب است. همچنین استفاده از دستگاه‌های آنالیز مخصوص آب دریا و آب لب‌شور برای تفریخگاه های کوچک با آب جاری مرسوم نیست. برای آزمایش نمونه آب از نظر اندازه گیری پارامترهایی از قبیل سختی، فلزها، پسماند مواد حشره‌کش باید به دانشگاه‌ها، ادارات دولتی مرتبط، آزمایشگاه‌های خصوصی و جاهایی که تجهیزات و متخصصین مربوطه جهت انجام این کار را داشته باشند مراجعه شود. اگر از سیستم‌های گردشی استفاده می‌کنید باید میزان شوری را ppt ۵-۸ و دما را در ۳۱-۲۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم کرده و قبل از ورود به مخزن آن را تثبیت کنید. شوری مورد نظر این قابلیت را به لاروها می‌دهد که بدون خو گرفتن با محیط جدیدی در مخازن ذخیره لارو ذخیره شوند و سپس می‌توان شوری را در مخزن تا ppt ۱۲ افزایش داد. آب چه لب‌شور باشد و چه شیرین بایستی از درون بیوفیلترهای صفحه‌ای عبور داده شود. باکتری‌ها بسیار حساس‌اند و متناسب با دما و نور تغییر می‌کنند، لذا آب تازه باید قبل از ورود به سیستم فیلتر و ضدعفونی شود.

در تفریخگاه‌های آزمایشگاهی از نور فرابنفش استفاده می‌کنند ولی استفاده از آن در تفریخگاه‌های تجاری ضرورتی ندارد. pH آبی که در سیستم‌های گردشی در دوره‌های لاروی استفاده می‌شود چندان زیاد نیست ولی گاهی اوقات در محیط‌های کشت باکتریایی مصنوعی با توجه به استفاده از بیکربنات سدیم و کربنات سدیم این مقدار قابل ملاحظه خواهد بود. دما در سیستم باید ثابت نگه‌داشته شود تا لاروها و باکتری‌های بیوفیلتر بتوانند کارآمدتر عمل کنند. همچنین بیوفیلترها باید حاوی مقدار قابل قبولی آمونیوم، نیتریت و نیترات باشند.

۱-۳-۲ تفریخ و ذخیره‌سازی لاروها

مولدین از مناطق گرمسیری، منابع آبی جنگلی یا مزارع پرورشی قابل تهیه و جمع‌آوری می‌باشند (تصویر ۱-۷). ماده‌های رسیده انتخاب شده از بین مولدین نگهداری شده یا صید شده از طبیعت را باید مدتی درون آب لب‌شور ppt ۵ در دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد و ترجیحاً با pH ۷/۱-۷ نگهداری

کنند تا تخم‌ها تفریخ شوند. گزارش‌ها نشان داده است که مقدار کمی شوری قابلیت تفریخ را بالا می‌برد (Sandifer et al., 1977; Cooper and Heinen, 1991; Mallasen and Valenti, 1998; Noverian, 2005).

تصویر ۱-۷ مولدین روزنبرگی پرورش یافته در استخر در یک تفریخگاه. لوله های پلاستیکی برش خورده برای تامین پناهگاه در مخزن قرار داده شده است (اقتباس از Wickins and Lee, 2002).

کنترل کردن pH آب نیز درصد تفریخ را بالا می‌برد. دمای زیر ۲۵ درجه سانتی‌گراد باعث رشد جلبک‌ها روی تخم‌ها می‌شود. میزان دما اگر از حد نرمال کمتر باشد سبب می‌شود تا تخم‌ها خراب شده و زمان تفریخ تخم‌ها را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، افزایش دما در حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد باعث رشد پروتوزوا و سایر میکروارگانیسم‌های نامطلوب شده و همچنین توانایی تفریخ تخم‌ها را پایین می‌برد. در این صورت بایستی از نور مستقیم اجتناب کرد.

زمانی‌که تعداد کمی لارو برای مدتی کوتاه نگهداری شود نیازی به غذادهی آن‌ها نیست. می‌توان لاروها را در یک سیستم نگهداری لارو تفریخ کرده و سپس آن‌ها را به مخزن‌های پرورش لارو که حاوی آب با شوری ppt ۱۲ است انتقال داد. در تفریخگاه های با سیستم چرخشی، لاروهای تازه تفریخ شده در مخازن نگهداری مولدین را به‌وسیله یک دستگاه جمع‌آوری برداشت می‌کنند. اگر تفریخگاه مجهز به سیستم آب جاری است می‌توان ماده‌های با تخم‌های قهوه‌ای-خاکستری را به‌طور مستقیم در مخازن

لاروها قرار داد. سپس برای جدا کردن ماده‌ها می‌توان از توری استفاده نمود و یا از همان ابتدا ماده‌ها را درون قفس‌های توری قرار داده و بعد داخل مخزن قرار داد تا خارج کردن مولدین پس از تفریخ آسان شود.

زمانی‌که ماده‌ها را در داخل مخازن پرورش لارو قرار می‌دهید بایستی سطح آب مخزن حدود ۳۰ سانتی‌متر، شوری حدود ppt ۵ و pH بین ۷/۲-۷ باشد. زمانی که ماده‌ها را خارج کردید بایستی ارتفاع آب را به ۹۰-۶۰ سانتی‌متر و شوری را حدود ppt ۱۲ برای پرورش لاروها برسانید. به‌طورکلی، تفریخ تخم‌ها در طول شب اتفاق می‌افتد. در این صورت، زمانی که در مخزن لارو وجود داشته باشد دیگر در زیر شکم ماده‌ها تخمی وجود نخواهد داشت که در این زمان برای مشاهده بهتر لاروها می‌توان از تخته سفید در کف مخزن استفاده کرد. مقدار تراکم نگهداری در مخازن لارو بستگی به این دارد که تا چه زمانی آن‌ها باید نگهداری شوند مثلاً تا زمان پوست‌اندازی یا اینکه به مخزن دیگر انتقال می‌یابند. برخی از تفریخگاه ها ترجیح می‌دهند لاروها را از زمان ذخیره‌سازی تا برداشت پست لارو در همان مخزن نگهداری کنند (Balamurugan et al., 2004; Yen and Bant, 2008). مزیت چنین کاری این است که دیگر لاروها دست‌کاری نمی‌شوند. دست‌کاری لاروها موجب می‌شود که به آن‌ها آسیب برسد و هنگام انتقال به آن‌ها زیان‌های جسمی وارد شود.

تفریخگاه‌های دیگر ترجیحاً در ابتدا لاروها را به‌صورت متراکم ذخیره کرده و سپس با رشد لاروها فضا را برای آن‌ها زیاد می‌کنند؛ مانند اضافه کردن آب به همان مخزن، یا همه لاروها را به مخازن دیگر انتقال می‌دهند. از مزیت‌های چنین کاری آن است که در دوره اولیه لاروی میزان آب مصرفی را کم کرده و تغذیه را کارآمدتر می‌کنند.

عملیاتی که در هر دو سیستم به‌صورت یکسان صورت می‌گیرد آن است که باید دقت کرد تا ماده‌های رسیده را که انتخاب می‌کنید در یک دامنه سنی باشند و در این صورت عمل هم نوع خواری کم شده و زمان‌بندی مناسبی از جهت غذادهی لاروها وجود خواهد داشت.

می‌توان درصد ذخیره اولیه لاروها را تعیین کرد و سپس تعداد لاروها را به هنگام انتقال به مخزن مولدین تخمین زد. درصورتی‌که ماده‌های رسیده را مستقیماً در داخل مخازن لارو نگهداری کنید دو فرض وجود دارد: از هر گرم ماده رسیده چیزی حدود ۱۰۰۰۰ لارو تولید می‌شود و یا ماده‌های رسیده به‌اندازه ۱۲-۱۰ سانتی‌متر چیزی در حدود ۳۰۰۰۰-۱۰۰۰۰ تخم را به‌طور طبیعی تولید می‌کنند (Hulata et al., 1990).

تعداد زیادی از تخم‌ها طی آسیب‌های فیزیکی از بین رفته و یا طی انتقال از مخزنی به مخزن دیگر توسط ماده‌های بالغ خورده شده و تعدادی نیز به هنگام تفریخ پوچ می‌شوند. کنترل کردن درصد واقعی تخم‌ها حائز اهمیت است (تصویر ۱-۸).

تصویر ۱-۸ نمایی از تفریخگاه میگوی روزنبرگی (اقتباس از Yasharian et al., 2005)

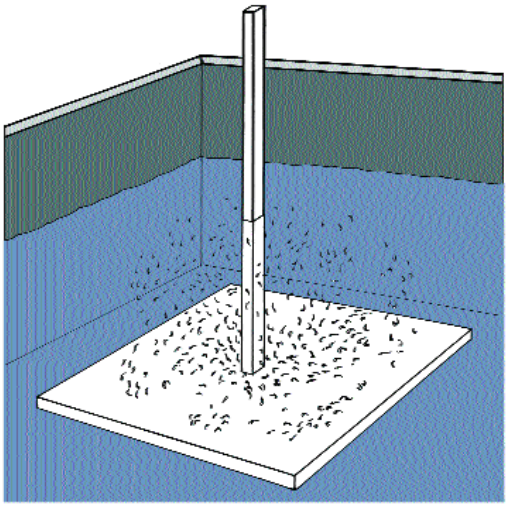
۱-۳-۲-۱ شمارش لاروها

طی دوره پرورشی، مرگ و میر لاروها به‌آسانی قابل مشاهده است و نیازی نیست که لاروهای زنده را شمارش نمود. تخمین تعداد لاروها هم در زمان ذخیره‌سازی و هم طی دوره پرورشی لازم است و این امکان را فراهم می‌کند که درصد زنده‌مانی لاروها را تخمین زده و میزان تراکم لاروها را تنظیم و همچنین دفعات غذادهی را کنترل نمود.

برای شمارش لاروها، ابتدا هوادهی قطع و پس از همزدن کل مخزن با دست و پراکنش یکنواخت آنها، چهار نمونه از یک حجم معین آب مخزن برداشته، سپس میانگین لاروهای شمارشی را به کل حجم مخزن ضرب می‌شود (Aquacop, 1983; Malecha, 1983; Hsieh et al., 1989; Noverian and Gopal, 2005; Yasharian et al., 2005). برای مثال، اگر تعداد لاروهای شمارش شده در یک نمونه ۳۰

میلی‌لیتری ۱۰ عدد باشد بنابراین، تعداد لاروهای موجود در مخزن شما ۳۳۳=۱۰۰۰×۳۰÷۱۰ لارو در هر لیتر محاسبه می‌شود.

ممکن است در آینده بتوان از دستگاه‌های شمارش خودکار برای شمارش لاروها در تفریخگاه‌های میگوی آب شیرین استفاده کرد. در این صورت فقط تعداد کمی از تفریخگاه ها که به اندازه کافی بزرگ هستند می‌توانند در این خصوص سرمایه‌گذاری کنند (تصویر ۱-۹).



تصویر ۱-۹ وسیله مشاهده لاروها و شمارش آن‌ها (اقتباس از Noverian and Gopal, 2005).

۱-۳-۳ عملیات روزانه

۱-۳-۳-۱ کیفیت خوب آب برای لاروها

شوری آب برای چرخه لارو میگوی روزنبرگی باید در حدود ppt ۱۲ نگه‌داشته شود. تنها دامنه محدودی از شوری وجود دارد که خطرناک نیستند ولی باید از ایجاد تغییرات ناگهانی در مخزن لاروها اجتناب کرد. مثلاً اشتباه است اگر از اول به‌جای آب لب‌شور از آب شیرین یا آب دریا استفاده شود. برای بررسی میزان شوری آب از شوری سنج استفاده می‌کنند.

در دامنه بالای دمایی ۳۱-۲۸ درجه سانتی‌گراد و دمای پایین ۲۵-۲۴ درجه سانتی‌گراد لاروها نمی‌توانند به‌خوبی رشد کنند و این میزان دما، مدت زمان رسیدن به مرحله پوست‌اندازی را طولانی‌تر می‌کند. به‌طورکلی دمای بالای ۳۳ درجه سانتی‌گراد باعث مرگ‌ومیر بالا می‌شود. افزایش بیش از اندازه دمای آب زمانی که سطح آب بیش از اندازه پایین نگه‌داشته و مخزن‌ها در بیرون و بدون هیچ سایبانی قرار گرفته باشند اتفاق می‌افتد (Gomez Diaz, 1987; Rodrigues et al., 1991; Valenti, 1996). تغییرات تدریجی دمای در بین دامنه بهینه قابل قبول است ولی این تغییرات بایستی در میزان حداقل خود نگه‌داشته شوند.

تغییرات ناگهانی دمای آب حتی اگر به‌اندازه ۱ درجه سانتی‌گراد هم باشد باعث مرگ‌ومیر بالایی در لاروها می‌شود. بنابراین مهم است که با ایجاد شوری ppt ۱۲ شرایط مناسبی را برای جلوگیری از این تغییر ایجاد کرده و شرایط مخزن لاروها را در همه‌وقت مانند شرایط محیطی نگه داشت.

در عمل، عواملی نظیر تغییرات آب، تمیز کردن مخزن و غذادهی به یکدیگر وابسته‌اند. اندازه‌گیری مقدار اکسیژن محلول ضرورتی ندارد ولی ترجیحاً آن‌را اندازه می‌گیرند که این کار به شما هشدار می‌دهد قبل از اینکه به لاروها استرسی وارد شود آب را تعویض کنید (Bower et al., 1981; Soundarapandian et al., 1995). کم کردن مواد جامد معلق در آب و مواد آلی به جهت جلوگیری از باکتری‌های مضر، کاهش اکسیژن مورد نیاز و هم چنین جلوگیری از وارد شدن استرس به لاروها و مولدین انجام می‌شود. مخزن‌ها بایستی از طریق سیفون غذای اضافی و فضولات در مواقع لزوم پاک گردند. در مخزن پرورش لارو برخی تغییرات نامحسوس شیمیایی ممکن است ایجاد شود و نیز مقدار زیادی مواد اضافی متابولیک از طریق تنفس لاروها و تجزیه غذای اضافی در داخل مخزن تولید شود. در این بین، فقط تعداد کمی از تغییرات ممکن است برای لاروها مضر باشد. بیشترین خطر را برای لاروها افزایش NH_3 یونیزه در pH و دمای بالا دارد. در تفریخگاه‌های با سیستم آب جاری این خطر را با تعویض مکرر آب کم می‌کنند.

۱-۳-۳-۲ توجه اساسی به سیستم چرخش آب

در تفریخگاه‌های با سیستم چرخشی، مراقبت روزمره از اهمیت بسیار بالایی نسبت به تفریخگاه های با سیستم آب جاری برخوردار است، مخصوصاً زمانی که در سیستم از فیلترهای تازه استفاده شده باشد. با این وجود، مشکلاتی که در سیستم‌های چرخشی وجود دارد بسیار کمتر از سیستم‌های با آب جاری است. یک برنامه روزانه در رابطه با سیستم‌های چرخشی توسط Valenti (۱۹۹۶) و Daniels و همکاران

(۱۹۹۲) ارائه شده است. توضیحاتی نیز در رابطه با تفریخگاه های میگوهای آب شیرین توسط Daniels و همکاران (۱۹۹۲) ارائه شده است. به‌علاوه، مطالعات دیگری نیز در این‌باره توسط Valenti (۱۹۹۶) و Daniels (۱۹۹۲) صورت گرفته است. یک سیستم چرخشی ساده نیز توسط Chowdhury و همکاران (۱۹۹۳) ارائه شده است.

۱-۴ تغذیه

در تفریخگاه‌های مختلف علاوه بر ناپلیوس تازه آرتمیا از غذای دستی نیز استفاده می گردد. در دو روز اول لاروی[1] میگوی درشت‌جثه رزنبرگی منحصراً از ناپلیوس آرتمیایی که سیست آن کپسول‌زدایی شده است تغذیه می‌کند در حالی‌که در مرحله بالاتر علاوه بر ناپلیوس آرتمیا، غذای دستی نیز داده می‌شود، منتها تعداد دفعات غذادهی در مرحله ۵ لاروی روزانه به ۴ الی ۵ بار افزایش می‌یابد (Murthy, 2007).

جدول ۱-۴ شیوه‌ای از غذادهی بر حسب سن لارو میگوی روزنبرگی (اقتباس از Murthy, 2007)

سن لارو (روز)	غذای زنده ناپلیوس آرتمیا[2]		غذای دستی
	تعداد دفعات غذایی روزانه	غذای اضافی داده شده بعدازظهر	تعداد دفعات غذادهی بین ساعت‌های ۷:۰۰-۱۵:۰۰
۱	_	بله	_
۲	۴	بله	_
۳	۴	بله	۱
۴	۴	بله	۳-۲
۵	۳	بله	۴
۶	۳	بله	۵

[1] I and II larval stage
[2] Brine shrimp nauplius (BSN)

۷	۲	بله	۵
۸	۲	بله	۵
۹	۱	بله	۵
۱۰-PL	_	بله	۵

در روزهای اول به بیشتر میگوهای آب شیرین غذا داده نمی‌شود اما توصیه می‌شود که یک روز قبل از تفریق مقداری ناپلیوس آرتمیا برای تغذیه تعدادی از لاروها که زودتر تفریخ می‌شوند تهیه شود. از روزهای ۴-۲ به بعد در ۵ وعده به همراه غذای اصلی، ناپلیوس آرتمیا به میگوها داده می‌شود. از آن پس، به‌تدریج از مقدار وعده‌های ناپلیوس آرتمیا کم کنید به‌طوری‌که در روز دهم فقط در یک وعده غروب ناپلیوس آرتمیا به میگوها باید داد. مقدار ناپلیوس آرتمیا که در هر وعده استفاده می‌کنید به میزان مراقبت آب محل پرورش لاروها بستگی دارد. مقدار اولیه ناپلیوس آرتمیا که برای هر وعده موردنیاز است به حجم اولیه مخزن‌ها و همچنین تعداد لاروهای موجود بستگی دارد و همچنان که کنترل‌های موردنیاز صورت می‌گیرد می‌توان درصد ناپلیوس آرتمیا را افزایش داد.

به‌عنوان راهنمایی، مقدار ناپلیوس آرتمیا به‌طور مستقیم بعد از هر غذادهی باید ۶-۳ عدد در میلی لیتر باشد که پس از یک وعده غذادهی بایستی ۱ عدد در میلی‌لیتر از این مقدار با توجه به سن لارو میگوها در آب باقی بماند. اگر در وعده دوم غذادهی بیشتر از این مقدار در آب باقی بماند در این حالت میزان غذادهی شما زیاد خواهد بود و لاروها به‌درستی تغذیه نمی‌شوند (نویریان، ۱۳۸۸؛ Aquacop, 1983). اگر ناپلیوس آرتمیا کمتر از ۱ عدد در میلی‌لیتر باشد در این حالت بایستی مقدار غذا را بیشتر از وعده‌های قبلی کنید. مقدار تخم‌هایی که برای تولید ۱ میلیون ناپلیوس آرتمیا لازم است به منبع و کیفیت تخم‌های مصرفی برای این کار بستگی دارد و میزان درست آن بر روی برچسب‌های روی قوطی توضیح داده شده است. به‌عنوان راهنمایی، برای تغذیه مخزنی با حجم ۵ مترمکعب با ذخیره لارو ۵۰ عدد در لیتر چیزی در حدود ۱۵۰-۷۰ گرم تخم آرتمیا برای تولید ۳۰-۱۵ میلیون ناپلیوس آرتمیا نیاز دارید و انتظار می‌رود که ۲۵ PL/L را تولید کند. به‌طور طبیعی هر سیکل لاروی از مخزن، ۲/۵-۱/۲۵ کیلوگرم تخم آرتمیا مصرف می‌کند. از روز سوم به بعد شما می‌توانید برای تغذیه از کیک تخم‌مرغی[1] استفاده کرده و به‌تدریج مقدار آن را به ۵ وعده در روز افزایش دهید. در انتهای بعدازظهر از کیک تخم مرغی برای تغذیه استفاده نکنید زیرا این کار در طول شب موجب کثیف شدن آب می‌شود و به همین

[1] Egg castered (EC)

خاطر فقط از ناپلیوس آرتمیا استفاده می‌شود. از روز پنجم می‌توانید به‌تدریج از مقدار ناپلیوس آرتمیا کم کنید و در روز ششم باید تغذیه در ۵ وعده فقط با کیک تخم مرغی صورت بگیرد.

بعد از ۱۰ روز نیاز است تا ناپلیوس آرتمیا را قبل از هر غذا در طول شب به لاروها بدهید. همچنین در این زمان به بیشترین میزان کیک تخم‌مرغی در هر زمان تغذیه نیاز خواهد بود. مقدار واقعی غذا در هر وعده به نیاز غذایی لاروها بستگی دارد که آن را در هر بار تغذیه لاروها با چشم خواهید دید. مقدار مصرف کیک تخم‌مرغی با افزایش رشد لاروها افزایش پیدا خواهد کرد. در لاروهای بالای ۱۰ روز کیک تخم‌مرغی از اندازه ۰/۳ میلی‌متر و تا پوست‌اندازی آن‌ها با اندازه ۱۰-۳ میلی‌متر برای تغذیه استفاده می‌شود (New et al., 2008). چیزی که در رابطه با تغذیه لاروها با کیک تخم مرغی همیشه ثابت است، افزایش هوادهی در این زمان در مخزن لاروهاست. تغذیه کم موجب سوءتغذیه، هم نوع خواری و رشد پایین لاروها و تغذیه زیاد نیز آلودگی آب مخزن را به‌همراه دارد. آلودگی ناشی از تغذیه زیاد به‌طور واضح با مشاهده مقدار زیادی حباب و آشغال بر روی سطح آب قابل تشخیص است. در هنگام آلودگی آب فوراً بایستی آب مخزن را تعویض کرد. به‌عنوان مثال، به‌طور تقریبی می‌توان انتظار داشت که با مصرف حدود ۷/۵ کیلوگرم کیک تخم مرغی، هر سیکل پرورش لارو در مخزنی با حجم ۵ متر مکعب، ۵۰ لارو/لیتر خواهد داد. مقدار اولیه کیک تخم مرغی در روز پنجم برای مخزنی با این اندازه از حجم و ذخیره لارو چیزی در حدود ۲۵ گرم/مخزن در هر وعده غذایی می‌باشد و بتدریج افزایشی در حدود ۱۰۰ گرم/مخزن تا انتهای چرخه پرورش لارو خواهد داشت. در زمان پست‌لاروی و مراحل جوانی از پودر زنجبیل به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی در جیره میگوی درشت‌جثه آب‌شیرین می‌توان استفاده نمود که علاوه بر افزایش رشد، بقای آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد (نویریان و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۱-۵ رژیم تغذیه‌ای پیشنهادی برای لارو میگوی روزنبرگی (اقتباس از New et al., 2008).

مراحل لاروی	زمان (ساعت)				
	۷:۰۰	۱۰:۰۰	۱۱:۰۰	۱۳:۰۰	۱۶:۰۰
I تا IV	BSN	_	BSN	_	BSN
V	BSN	_	ID/EC	_	BSN
VI تا PL	ID/EC	ID/EC	_	ID/EC	BSN

در این سیستم یک غذای تجاری با BSN و EC که مکمل‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از غذاهای مکمل باعث کاهش هزینه‌های غذایی شده و همچنین باعث جایگزین شدن کمبودهای مواد مغذی در ناپلی آرتمیا خواهد شد که در این صورت کیفیت غذایی آرتمیا با غنی‌سازی بهبود خواهد یافت. تعدادی از تفریخگاه ها به هنگام تغذیه جریان آب را قطع می‌کنند تا BSN از مخزن خارج نشود درحالی‌که بقیه تفریخگاه ها از توری با اندازه ۱۵۰-۹۰ میکرومتر در خروجی استفاده می‌کنند تا BSN خروجی به بیوفیلترها در سیستم‌های گردشی آسیب نرساند.

۱-۵ تولید و مصرف غذای زنده

غذای زنده جانوری که در مرحله لاروی و پست لاوری میگوهای آب شیرین درشت‌جثه(روزنبرگی) به‌کار می‌رود، معمولاً ناپلیوس آرتمیا می‌باشد ولی به‌جهت هزینه‌های بالای خرید و یا تولید ناپلیوس آرتمیای با کیفیت مطلوب، معمولاً آبزی‌پروران همراه با غذای کیک تخم‌مرغی که توضیح داده شد از روتیفرها نیز استفاده می‌کنند (Sorgeloos, 1980; Leger et al., 1983, 1985; Sorgeloos and Leger, 1992; Vanhaecke et al., 1995; Lavens and Sorgeloos, 2000).

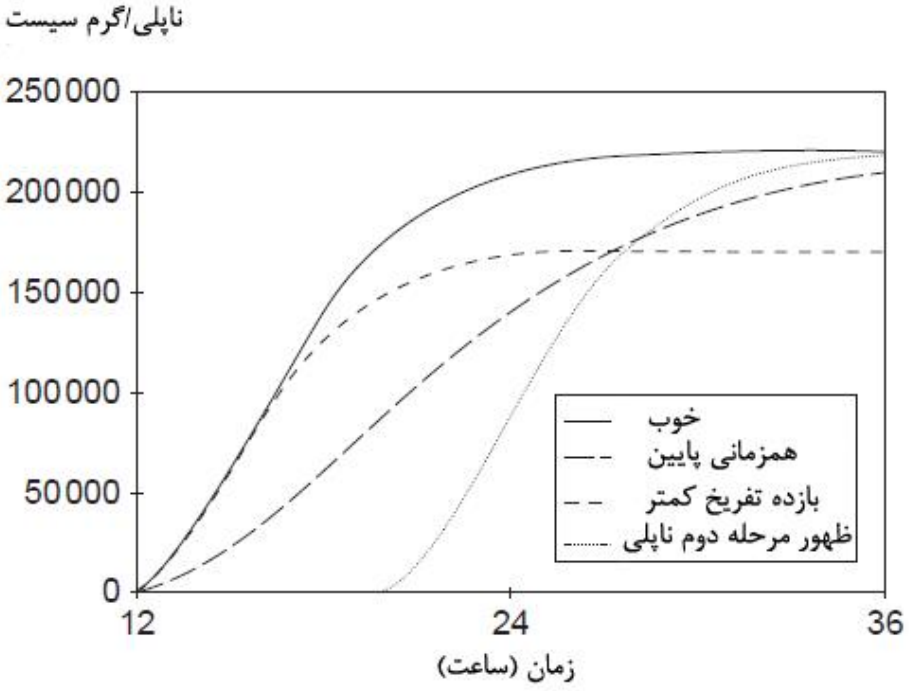
۱-۵-۱ آرتمیا

در کشت آرتمیا، نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

الف- اندازه ناپلیوس‌ها با توجه به منبع سیست، برای لارو میگوهای آب شیرین معمولاً ۴۳۰ تا ۴۵۰ میکرون (طول کل) متناسب با اندازه دهان آن‌ها در نظر گرفته می‌شود.

ب- مواد مغذی ناپلیوس‌ها با توجه به منشا استحصال آن‌ها متغیر است. به‌عنوان مثال ارزش مواد مغذی ناپلیوس دریاچه ارومیه، به‌ویژه از نظر اسیدهای چرب ضروری کم بوده مگر آنکه با روغن‌های چرب ضروری امگا ۳ غنی‌سازی شوند، در حالی‌که برند فرانسیسکانا به لحاظ اندازه کمتر از ۴۵۰ میکرون است و نیز از ارزش غذایی بالاتری برخوردار است (Dhont, 1996).

بررسی کیفیت سیست‌ها و درصد تفریخ تخم‌ها با توجه به برندهای مختلف موجود در بازار برای حصول بازدهی مطلوب، لازم و ضروری می‌باشد. درصد تفریخ و بازدهی تخم‌ها بر اساس واحد وزن تعیین می-شود. درصد تفریخ تخم به نسبت ناپلیوس‌های تولید شده در کل تعداد سیست‌ها برآورد می‌گردد و معمولاً با توجه به کیفیت سیست‌ها بین ۲۰ تا ۸۵ درصد متغیر می‌باشد یا به عبارتی ۶۰۰۰۰ تا نزدیک به ۳۰۰۰۰۰ ناپلیوس در هر گرم سیست حاصل می‌شود (تصویر ۱۰-۱).



تصویر ۱-۱۰ منحنی رشد سیست با کیفیت بالا (خط ممتد)، سیست با بازده تفریخ کمتر (خط چین فاصله کوتاه)، سیست با همزمانی پایین در تفریخ (خط چین فاصله بلند) و ظهور مرحله دوم ناپلی برای سیست با کیفیت خوب (نقطه چین) (اقتباس از Wickins and Lee, 2002).

یک گرم از سیست وزن شده را در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب شیرین به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه قرار می‌دهیم تا با جذب آب متورم شوند. پس از شستشوی کافی در توری‌های ۱۲۵ میکرونی، سیست‌ها در ۵۰۰ میلی لیتر آب با شوری ۳۰ قسمت در هزار جهت تفریخ قرار داده می‌شوند (Lavens and Sorgeloos, 1996). شرایط فیزیکوشیمیایی لازم جهت تفریخ عبارت است از نور ۲۰۰۰ لوکس، هوادهی، درجه حرارت ۲۶-۲۴ درجه سانتی‌گراد، pH ۸/۲ و شوری ۳۵-۳۰ گرم در لیتر (۳۰ گرم سنگ نمک بدون ید در یک لیتر آب که می شود ۳۰ قسمت در هزار). پس از ۴۸ ساعت تحت شرایط فوق، اکثر سیست‌ها تبدیل به ناپلیوس می‌شوند که بلافاصله می‌بایستی مورد تغذیه لاروهای میگوی آب شیرین قرار گیرند (Lavens et al., 1989) (تصویر ۱۱-۱).

تصویر ۱-۱۱ فیلتر کردن ناپلی تازه تفریخ شده آرتیما از یک مخزن تفریخ توسط یک غربال (اقتباس از (Wickins and Lee, 2002

جهت شمارش و برآورد میانگین درصد تفریخ تخم‌ها، هوادهی قطع می‌گردد، سپس سه نمونه هر کدام به میزان یک میلی‌لیتر از ظرف برداشته و میانگین تعداد ناپلیوس‌ها و تخم‌های تفریخ نشده را با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌کنند:

$$\%H = \frac{N}{C+N} \times 100$$

H= درصد تفریخ

C= میانگین تعداد سیست‌های تفریخ نشده

N= میانگین تعداد ناپلیوس‌ها

تفریخ تخم‌های آرتمیا می‌تواند پس از کپسول یا پوسته‌زدایی صورت گیرد که در این صورت پوشش سخت سیست برداشته می‌شود. کپسول‌زدایی دارای مزایایی به شرح زیر است:

الف- درصد تفریخ تخم‌ها را بهبود می‌بخشد

ب- کپسول زدایی سبب ضدعفونی سیست آرتمیا می‌شود.

ج- خطر انتقال باکتری‌ها و دیگر مژکداران و یا تک‌یاختگان مضر به مخزن پرورش لارو آبزیان مرتفع می‌گردد.

۱-۵-۱-۱- روش کپسول زدایی

به ازای هر گرم سیست، محلول کپسول زدایی به شرح زیر آماده می‌شود (Barros and Valenti, 2003):

- وایتکس ۵ درصد فعال (NaOCl ٪۵)، ۱۰ میلی لیتر
- ۰/۳۳ میلی لیتر سود ۴۰ درصد یا ۰/۱۵ گرم پودر سود سوزآور (NaOH)

از آنجایی‌که برای هر گرم سیست، ۱۴ میلی‌لیتر محلول نیاز است لذا ۳/۶۷ میلی لیتر آب معمولی باید اضافه گردد، بنابراین:

(۳/۶۷ میلی لیتر آب + ۰/۳۳ میلی‌لیتر سود + ۱۰ میلی‌لیتر وایتکس ٪۵) = ۱۴ میلی‌لیتر محلول

پس از ساخت محلول کپسول‌زدا، مراحل کپسول‌زدایی انجام می‌گیرد. ابتدا سیست‌ها را به مدت نیم ساعت در آب شیرین با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با هوادهی مناسب قرار داده تا سیست‌ها در اثر جذب آب متورم و کاملاً گرد شوند که با استفاده از لوپ می توان به این مسئله پی برد. سپس با استفاده از تورهای ۱۲۵ میکرونی سیست‌ها را جدا و در محلول کپسول‌زدایی ساخته شده قرار داده می‌شوند. در طول مدت کپسول‌زدایی که معمولاً بین ۳ تا ۱۵ دقیقه به طول می‌انجامد، چنانچه pH و درجه حرارت از حد طبیعی بالا رفت با استفاده از چند قطره اسید کلریدریک (HCl) و یخ، pH و درجه حرارت به حد طبیعی و مطلوب رسانده می‌شود.

باید توجه داشت که یخ را مستقیماً در داخل محلول کپسول‌زدا نریخته بلکه آن‌ها را در کیسه‌های پلاستیکی به‌صورت شناور در محلول قرار داد (Bruggeman et al., 1980).

با استفاده از لوپ می‌توان به مرحله کپسول‌زدایی پی برد. در صورت پوسته‌زدایی کامل، پوسته‌ها کاملاً در محلول حل می‌شوند. در صورت استفاده از محلول وایتکس، رنگ تخم‌ها به تدریج خاکستری و در مرحله پوسته‌زدایی کاملاً به رنگ نارنجی روشن تغییر رنگ می‌دهند. درصورت طولانی شدن مدت کپسول‌زدایی تخم‌ها به یکدیگر می‌چسبند که در نتیجه در کیفیت تفریخ تأثیر منفی می‌گذارد. سیست‌های کپسول زدایی شده را با کمک تور ۱۲۵ میکرون آنقدر داخل آب شستشو داده تا بوی کلر از بین برود. با استفاده از معرف نشاسته می‌توان به وجود کلر پی برد. در صورت وجود کلر در محلول شستشو، رنگ آب به رنگ آبی تغییر رنگ می‌دهد. در صورت نبودکلر رنگ آب، بی‌رنگ باقی می‌ماند (Bruggeman et al., 1980).

بلافاصله پس از کپسول‌زدایی، تخم‌ها را می‌توان به‌مدت چند روز در دمای یخچال (۴ ºC) نگهداری نمود و بعداً مورد استفاده قرار داد. در صورت نیاز به ذخیره طولانی مدت، تخم‌ها در آب نمک اشباع (۳۰۰گرم/لیتر) جهت آب‌زدایی کامل عمل‌آوری می‌شوند، بطوری‌که به ازای هرگرم تخم، ۱۰ میلی‌لیتر آب نمک اشباع بمدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت جهت آب‌زدایی در نظر گرفته می‌شود (Sorgeloos, 1980; Vanhaecke, et al., 1995).

۱-۵-۱-۲ روش تفریخ سیست آرتمیا

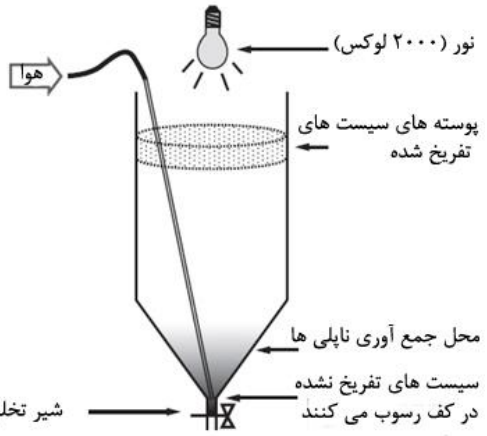
تخم‌های بدون کپسول به روش زیر تفریخ می‌گردند:

۱) سیست‌ها یا تخم‌های بدون کپسول را به ازای یک گرم در یک لیتر آب در مخازن فایبرگلاسی ۵۰ لیتری که ترجیحاً انتهای آن مخروطی شکل و روشن باشد ولی جداره آن کدر است قرار داده می‌شوند (Sorgeloos, 1992).

۲) هوادهی شدید (۲۰ دقیقه از کف ظرف که مخروطی شکل است انجام می‌گردد و نور از طریق دو عدد لامپ ۱۰۰ واتی به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از مخزن تأمین می‌شود. در زمان هوادهی نباید از سنگ هوا استفاده کرد و شیلنگ هواده به طور مستقیم در کف مخزن قرار گیرد.

۳) مناسب‌ترین شوری جهت راندمان تفریخ و افزایش عمر ناپلیوس‌ها ppt ۳۵ می‌باشد. درجه حرارت و pH مطلوب به‌ترتیب ۲۸ درجه سانتی‌گراد و ۸/۲ می باشد.

۴) پس از گذشت ۴۸ ساعت تخم‌ها تفریخ شده و لارو ناپلیوس در سطوح آب نمایان می‌شود. در صورت عدم کپسول‌زدایی سیست‌ها، لاروهای ناپلیوس باید از تخم‌های مرده، سیست‌های تفریخ نشده و پوسته‌ها جدا گردند تا آلودگی به مخازن پرورش لارو میگو منتقل نشود. از آنجایی‌که لاروهای ناپلیوس به طرف نور جذب می‌گردند (نورگرا)، با استفاده از تاریک و روشن کردن مخزن به راحتی می‌توان ناپلیوس‌ها را از پوسته‌ها و سایر ضایعات موجود در مخزن جدا کرد. ابتدا هوادهی قطع و روی مخزن یک پوشش سیاه قرار داده تا نور از بالا به آن نتابد، سپس با استفاده از یک لامپ قوی، لاروها بطرف نور کشیده می‌شوند. پوسته‌ها و سایر ضایعات به‌دلیل سبکی در سطح آب شناور می‌مانند (تصویر ۱-۱۲).



تصویر ۱-۱۲ مخزن تفریخ بعد از توقف هوادهی برای برداشت ناپلیوس آرتمیا آماده می‌شود (اقتباس از (New et al., 2010

با استفاده از ساچوک چشمه ریز می‌توان آن‌ها را جمع‌آوری نمود و لاروهای آرتمیا که در پایین قرار دارند با باز نمودن شیر مخزن و انتقال آن‌ها با الک چشمه ریز ۲۰۰ میکرونی جمع‌آوری، شستشو و به مخازن پرورشی جهت تغذیه انتقال داده می‌شود (Sorgeloos, 1992).

لاروهای میگوی آب شیرین درشت‌جثه (روزنبرگی) از روز دوم لاروی شروع به تغذیه با ناپلی آرتمیا (کوچک‌تر از ۵۰۰ میکرون) به میزان ۳-۲ عدد/روز/لارو می‌کنند که در هفتهٔ دوم به میزان ۶-۴ عدد/روز/لارو و در هفتهٔ سوم به ۹-۷ عدد/روز/لارو افزایش می‌یابد.

۱-۵-۲ کشت و پرورش روتیفرها

۱-۵-۲-۱ مقدمه

چرخه‌داران یا روتیفرها یکی از مهم‌ترین منابع غذای زنده در تغذیه لارو میگو و سایر آبزیان دریایی به‌شمار می‌روند و به لحاظ دارا بودن خصوصیاتی از قبیل شنا و حرکت آهسته، اندازه کوچک، تراکم زیاد در واحد حجم، دوره کوتاه پرورشی و قدرت تولید مثل سریع، به‌عنوان یک غذای ایده‌آل در پرورش لارو میگوها و سایر آبزیان دریایی مطرح می‌باشند. روتیفرها را از طریق انواع مختلف غذاهای فیتوپلانکتونی و یا غذای مکمل می‌توان کشت داد. ارزش غذایی روتیفر بستگی به نوع غذای مورد استفاده در پرورش آن دارد (De Wolf et al., 1998; Shearer, 2007).

اصولاً کیفیت غذای روتیفرها بر حسب محتویات اسیدهای چرب اشباع نشده از نوع امگا-۳ ارزشیابی می‌شوند که اسیدهای چرب مذکور از مواد مغذی بسیار ضروری برای میگوهای آب شور می باشند.

میزان اسید چرب موجود در غذای روتیفر با ذخیره اسیدهای مذکور در بدن روتیفر رابطه مستقیم دارد. به‌عنوان مثال کلرلای آب شیرین از نظر اسیدهای چرب اشباع نشده از نوع امگا-۳ ضعیف است و در نتیجه روتیفری که از این غذا تغذیه شده، از نظر اسیدهای چرب ضعیف بوده و درنهایت لارو آبزی که از این نوع روتیفر جهت تغذیه خود استفاده کرده، از مرگ و میر بالایی برخوردار است.

از طرف دیگر، چنانچه روتیفرها با غذاهای زنده فیتوپلانکتونی آب شور نظیر کلرلا[1] و تتراسلمیس[2] که به لحاظ اسیدهای چرب اشباع نشده غنی هستند تغذیه شوند، این نوع روتیفرها دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشند. روتیفرها به دو گونه S و L طبقه‌بندی شده‌اند، گونه S دارای خارهای نوک تیز و طولی معادل ۲۲۰-۱۵۰ میکرون هستند در حالی‌که گونه L دارای خارهای کند و طولی معادل ۳۲۰-۲۳۰ میکرون می‌باشند. بنابراین گونه مطلوب به لحاظ اندازه از نوع S می‌باشد. مهم‌ترین گونهٔ پرورشی از نوع S گونه *Brachiunus plicatilis* است.

۱-۵-۲-۲ تکنیک کشت و پرورش روتیفرها

روتیفرها را می‌توان در مخازن فایبرگلاس یا بتونی مدور یا مکعبی کشت داد. اندازه مخازن کشت بستگی به مقیاس و سیستم تولید دارد. در مناطق گرمسیری، دوره کشت چرخه‌داران، کوتاه و معمولاً کمتر از ده روز است و لذا اصلح آن است که از مخازن کوچک تا متوسط با ظرفیت ۱ تا حداکثر ۵ تنی (۵ مترمکعب) استفاده گردد تا به راحتی تمیز و ضدعفونی شوند.

در مخزن کشت روتیفر لوله‌ای جهت تخلیه و جمع‌آوری آن‌ها وجود دارد و همچنین لوله‌ای مشبک از جنس پولیکا در کف مخزن جهت هوادهی تعبیه شده است. قبل از شروع دوره، باید مخزن با محلول فرمالین ۱۰ درصد شستشو و سپس خوب آبکشی شود. آب دریا جهت پرورش روتیفرها، فیلتر شده، کلره و دی کلره شده و سپس روتیفرها تلقیح می‌گردد. دو تکنیک جهت کشت روتیفرها وجود دارد.

۱-۵-۲-۳ کشت روتیفرها با استفاده از جلبک

برای کشت و پروش روتیفرها می‌توان از کلرلا یا تتراسلمیس استفاده نمود، از آنجایی‌که شوری مطلوب جهت کشت روتیفرها و فیتوپلانکتون‌های مذکور ppt ۲۵-۲۷ می‌باشد، لذا شوری آب می‌بایستی تنظیم گردد.

---

[1] Chlorella
[2] Tetraselmis

زمانی‌که مخزن آب سبز محتوی کلرلا یا تتراسلمیس به تراکم ۵۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ در میلی‌لیتر رسید، مخزن کشت روتیفرها را تا ۲۵٪ ظرفیت آن با آب فیلتر شده دریا پر نموده و سپس به تعداد ۲۰-۱۰ عدد از روتیفرها در میلی‌لیتر آب به‌عنوان مواد تلقیحی اضافه می‌کنیم، روز بعد به مخزن کشت روتیفرها باید با ۷۵٪ آب سبز محتوی کلرلا و تتراسلمیس اضافه پر شود.

پس از گذشت دو روز از دوره پرورش، تراکم نسبی روتیفرها به ۱۵۰-۱۰۰ عدد در میلی‌لیتر افزایش یافته و آماده برداشت می‌شود. پس از یک دوره ۷-۵ روزه کشت و برداشت محصول، روز هشتم باید کل محصول استحصال و تانک شستشو شده و برای دوره پرورش بعدی که بطور متوالی تا پایان دوره تکثیر میگو یا آبزی مورد نظر ادامه می‌یابد، آماده گردد.

۱-۵-۲-۴ کشت روتیفر با استفاده از جلبک و مخمر

در این سیستم ابتدا ۲۵ درصد حجم مخزن با آب فیلتر شده دریا با شوری ppt ۲۵ پر می‌گردد و سپس روتیفرها را به تعداد ۴۰-۳۰ عدد در هر میلی‌لیتر به‌عنوان مواد تلقیحی به آب اضافه می‌کنیم، پس از آن هر روز تا روز پنجم به میزان ۱۵ درصد آب سبز محتوی کلرلا یا تتراسلمیس از مخزن کشت فیتوپلانکتون‌ها به مخزن کشت و پرورش روتیفرها تا حجم نهایی اضافه می‌شود. از روز سوم، روزانه ۲ گرم مخمر نانوایی (Baker yeast) به ازای هر متر مکعب از حجم مخزن در دو نوبت صبح و غروب جهت تغذیه روتیفرها به داخل مخزن اضافه می‌گردد. کل محصول روتیفرها پس از هفت روز از دوره استحصال روزانه، برداشت شده و مخزن جهت دوره بعدی، ضد عفونی، شستشو و آماده بهره‌برداری می‌شود (Dhont, 1996).

۱-۵-۲-۵ نمونه‌برداری در طی کشت روتیفرها

در طول دوره کشت، لازم است تراکم و شرایط رشد روتیفرها در مخزن کشت بررسی شود، بدین جهت به‌طور تصادفی از تانک دارای هوادهی نمونه‌هایی برداشت می‌گردد و آن‌ها را در یک ظرف شیشه‌ای با هم خوب مخلوط کرده و پس از هم زدن، سه نمونه ۵ میلی‌لیتری یکسان انتخاب و به هر کدام یک

قطره محلول لوگل اضافه می‌گردد. نمونه‌ها در زیر میکروسکوپ از نظر کمی و کیفی بررسی شده، تعداد نمونه در هر شمارش محاسبه شده و تراکم متوسط به تانک تعمیم داده می‌شود. وضعیت مژده‌داران بررسی شده و در صورت آلوده بودن کشت به گونه‌های غیر مطلوب، آب مخزن تخلیه و شستشو و مجدداً جهت بهره‌برداری آماده می‌شود.

۱-۵-۲-۶ نحوه برداشت و استحصال محصول

آب مخزن کشت و پرورش روتیفرها، از تور پلانکتونی با چشمه ۸۰ میکرونی که در یک فریم چوبی (Wooden frame) در داخل هاپا[1] معلق است عبور داده می‌شود. سپس روتیفرهای جمع‌آوری شده مجدداً از تورپلانکتونی با چشمه ۲۰۰ میکرون برای جداسازی کوپه‌پودها و جلبک‌های مرده، ذرات و آشغال‌های ریز و خرد عبور داده می‌شود.

۱-۶ بهداشت و سلامت و مدیریت مشکلات

۱-۶-۱ بهداشت مخازن

بهداشت صحیح و مناسب برای موفقیت تفریخگاه ضروری است. در واقع نباید از لوازم مشترک برای مخازن مختلف استفاده کرد. بنابراین هر مخزن باید دارای توری جدا، لوله‌های سیفون و فیلترهای جداگانه باشد. از آنجاکه در مدیریت تفریخگاه، زمان، پول و تجربه لازم است لذا ضروری است جهت انجام صحیح کارها از راهنمایی‌های کارشناس استفاده شود.

به هیچ‌وجه نباید آب مخزنی به مخزن مجاور فرستاده شود. ظرف‌های غوطه‌ور در آب که معمولاًجهت انتقال آب در تفریخگاه‌ها استفاده می‌شود نباید در مخزن لارو قرار داده شوند زیرا منبع بزرگی برای انتقال بیماری هستند. مخزن‌ها بایستی از طریق شیب زمین، سیفون کردن و یا پمپ‌های غوطه‌ور در آب همیشه زهکشی شوند.

یک روز را در نظر گرفته و همه لوازم مانند ساچوک، الک و سطل را ضدعفونی کنید. برای این کار لوازم را در محلول ppm ۵۰ کلر فعال قرار داده و سپس با آب فراوان بشویید و خشک کنید. ضدعفونی کردن،

[1] Hapa

ارگانیسم‌ها را ریشه‌کن نمی‌کند ولی از رشد آن‌ها جلوگیری می‌کند. داخل مخازن تولید لاروها را نیز ضدعفونی کنید، به‌طوری‌که با محلول ppm ۲۰۰ کلر فعال یک روز مخزن‌ها را بخیسانید، سپس با آب فراوان آن‌ها را بشویید و یک روز در زیر نور خورشید قرار دهید تا خشک شوند و سپس دوباره بعد از استفاده، آن‌ها را بشویید (Mallasen and Valenti, 2005).

بهداشت صحیح و مدیریت استاندارد در سیستم‌های گردشی مهم‌تر از سیستم‌های با آب جاری است. اگر اشتباهی در این سیستم صورت گیرد موجب مرگ همگانی لاروها خواهد شد. ظروف، فیلترها، بستر کشت بیوفیلترها و همه لوازم مخازن تفریخگاه را بایستی در معرض جریان آب شیرین به مدت ده دقیقه قرار داده تا مواد زائد آن زدوده شده و سپس سیستم را سیفون کرد و در انتها، مخزن را با آب لب‌شور پر نمود.

پس از پر کردن سیستم، آب مخزن را با اضافه کردن ppm ۵۰ از کلر قابل دسترس دقیقاً چند روز قبل از ذخیره دار کردن مخزن‌ها ضدعفونی کنید. فیلترها و سیستم هوادهی را در مخزن‌ها راه‌اندازی کنید تا از این طریق کلر اضافی قبل از ذخیره دار کردن سیستم ته‌نشین شود. می‌توان ته‌نشین کردن کلر را از طریق اضافه کردن تیوسولفات انجام داد ولی از آنجایی‌که این کار باعث ایجاد مشکلاتی در سیستم خواهد شد این کار پیشنهاد نمی‌شود. ازن زنی یا لامپ‌های UV نیز برای این کار استفاده می‌شود ولی از آنجایی‌که هزینه‌های این کار بالاست در حال حاضر از این سیستم فقط در تفریخگاه‌های تجاری استفاده می‌شود.

۱-۶-۲ مدیریت کلی مشکلات

بیشتر مشکلاتی که در تفریخگاه ایجاد می‌شود در اثر ضعف مدیریتی است. به‌طور عادی مرگ‌ومیر لاروها فقط در اثر پایین بودن کیفیت آب و بیماری اتفاق نمی‌افتد بلکه آسیب‌های جسمی وارد شده به جانور توسط کارگران هنگام پاک کردن مخزن‌ها، سیفون کردن و تعویض آب نیز دلیل دیگری برای این اتفاق است.

موارد ضعف مدیریت از قبیل تعویض بی‌موقع آب، بررسی‌های کم لاروها در طول روز، غذادهی زیاد و عدم تعمیر مکانیکی لوازم هوادهی مخازن از آن جمله اند. نگهداری نادرست هواده‌ها و منبع ذخیره برق

تفریخگاه که موجب قطع شدن چرخش آب درون مخزن‌ها شود سبب پایین آمدن کیفیت آب مخازن می‌شود. همچنین در یک مرحله پس از ظهور لاروها، تعداد زیادی از آن‌ها از درون مخزن به بیرون از آب می‌پرند و یا تعداد زیادی در کناره‌های مخزن‌ها گیر افتاده و از بین می‌روند، لذا برای مقابله با مشکل دوم، برخی از تفریخگاه ها روی مخزن‌ها و منابع آب را با توری‌های پشه‌بندی می‌پوشانند.
از آنجایی‌که سطوح مختلفی از آب در مخزن‌ها لازم است پس به این منظور توری را از اطراف به اندازه ۱۲ سانتی‌متر اضافه می‌برند که این کار از گیر افتادن لاروها در کناره‌های توری جلوگیری می‌کند. جهت جلوگیری از ورود شکارچیان و رقبای غذایی معمولاً در حواشی استخر، توری به ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر نصب می‌کنند.

۱-۶-۳ مشکلات ناشی از بیماری و شکار

در جدول ۱-۶ برخی علائم بیماری های مهم در میگوی آب شیرین آورده شده است.

جدول ۱-۶ علائم بیماری‌های شایع در میگوی آب شیرین (Tayamen and Brown, 1999).

بیماری‌های ویروسی	بیماری‌های باکتریایی و ریکتزیایی	بیماری‌های قارچی
ویروس هماتوپانکراس *Macrobrachium* (MHPV): فاقد عوامل شیوع بیماری و مرگ و میر زیاد است.	بیماری لکه‌های سیاه و سفید (بیماری پوستی با نام دیگر لکه‌های قهوه‌ای): یک سری لکه‌های سیاه در پوست ایجاد می‌شود. توسط باکتری‌های فرصت‌طلب پس از رسیدن آسیب فیزیکی در پوست ایجاد می‌شود. عوارض بیماری در اثر پوست‌اندازی در جانور از بین می‌رود ولی گاهی ممکن است	عفونت *Lagenidium*: لاروها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شبکه گسترده‌ای از میسلیوم قارچی که پوشش خارجی بدن جاندار را درگیر می‌کند. این توده قارچی می‌تواند طی ۲۴ ساعت جمعیت زیادی از لاروها را از بین ببرد.

	بیماری به عمق زیر پوست جانور نفوذ کند که در این صورت ارزش بازاری میگو را پایین می‌آورد.	
ویروس عضلانی *Macrobrachium* (MMV): عضلات ماهیچه‌ای کدر شده و نکروز ماهیچه‌ای ایجاد می‌شود. طی ۱۰ روز پست لاروها را درگیر می‌کند و می‌تواند ۵۰٪ مرگ‌ومیر ایجاد کند.	نکروز زائده‌ای: سبب ملانینه شدن و نکروز اندام‌های جانبی لاروها می‌شود. رنگ لاروها آبی شده و بی‌اشتها می‌شوند. ممکن است باری از باکتری‌های رشته‌ای *Leucothrix* بر روی بدن آن‌ها ایجاد شود.	عفونت ناشی از *Fusarium* و *Saprolegnia*: باعث نکروز و ملانینه شدن می‌شود و به دنبال آن آسیب‌های فیزیکی ایجاد می‌کند.
سندروم نقاط سفید *Baculavirus* (WSBV): بافت هدف آن اپیدرم کوتیکول، معده، آبشش‌ها و هپاتوپانکراس؛ بیماری مهمی در میگوهای دریایی است؛ *Macrobrachium* ناقل این بیماری است ولی هنوز شاهدی در	عفونت‌های داخلی: عامل آن تعدادی از باکتری‌های گرم منفی مانند ویبریو و آئرومونا‌س است؛ تغذیه جاندار قطع شده و رنگ بدن آن سفید و یا رنگ‌پریده می‌شود؛ جاندار بی‌حال می‌شود؛ عفونت‌های ویبریوزی معمولاً جدی هستند.	عفونت مخمر: عضلات به رنگ زرد و یا خاکستری مایل به آبی دیده می‌شود. در استخرهای پرورشی مرگ‌ومیر شدید ایجاد می‌کند. این بیماری در دمای پایین‌تر از حد مطلوب و زیاد بودن مواد آلی در محیط بیشتر اتفاق می‌افتد.

رابطه با اینکه این بیماری در میگوهای آب شیرین باعث مرگ‌ومیر می‌شود وجود ندارد.		
Nodavirus (MRNV): ظهور لکه‌های سفید در شکم و مرگ‌ومیر شدید ایجاد می‌کند.	عفونت‌های باکتریایی ناشی از انتروکوک: نکروز عضلات و هپاتوپانکراس، بیماری ابتدا سر را درگیر کرده و سپس تمام بدن تا دم را در برمی‌گیرد. رنگ جاندار تیره می‌شود. این بیماری در درجه حرارت بالا (۳۴-۳۳ درجه سانتی‌گراد) و pH ۹/۸-۵/۸ اتفاق می‌افتد.	
	بیماری ریکتزیایی: ظهور لکه‌های سفید در سرتاسر بدن لاروها و فعالیت بدن آن متوقف شده و موجب مرگ آن می‌شود. در جمعیتی که آلوده هستند مرگ‌ومیر شدید ایجاد می‌کند.	

۱-۶-۴ پیشگیری و درمان بیماری‌های میگوی آب شیرین

در جدول ۱-۷ شیوه های پیشگیری و درمان بیماری های مهم در میگوی آب شیرین آورده شده است.

جدول ۱-۷ موارد قابل توجه برای مدیریت پیشگیری و درمان بیماری‌های میگوی آب شیرین (Mallasen and Valenti, 2005).

بیماری	**پیشگیری و درمان بیماری‌های میگو با توجه به گزارش‌های متعدد در مقالات مختلف**
ویروس هپاتوپانکراس *Macrobrachium* (MHPV)	خرید ذخایر فاقد بیماری و حفظ و نگهداری از آن‌ها، مدیریت مناسب؛ درمانی برای آن گزارش نشده است.
ویروس عضلات *Macrobrachium* (MMV)	خرید ذخایر فاقد بیماری و نگهداری از آن‌ها، مدیریت مناسب؛ هیچ درمانی گزارش نشده است.
سندروم لکه‌های سفید *Baculavirus* (WSBV)	خرید ذخایر فاقد بیماری و نگهداری از آن‌ها، مدیریت مناسب؛ هیچ درمانی گزارش نشده است.
Nodavirus (MRNV)	خرید ذخایر فاقد بیماری و نگهداری از آن‌ها، مدیریت مناسب؛ هیچ درمانی گزارش نشده است.
لکه‌های سفید و سیاه (بیماری پوستی با نام دیگر لکه‌های قهوه‌ای)	مدیریت خوب، حفظ کیفیت آب و اجتناب از رسیدن آسیب فیزیکی به میگو (هنگام انتقال و نمونه‌برداری) و تغذیه مناسب آن‌ها. برای درمان آن می‌توان از غوطه‌وری در ppm ۱۰ اکسولینک اسید به مدت یک ساعت و یا ppm ۲ Nifurpirinol به مدت ۹۶ ساعت استفاده کرد.
نکروز زائده‌ای	مدیریت خوب، حفظ کیفیت آب و اجتناب از رسیدن آسیب فیزیکی به میگو (هنگام انتقال و نمونه‌برداری) و تغذیه مناسب آن‌ها. درمان با

	استفاده از ppm ۶۵-۰/۱ اریترومایسین و یا ppm ۲ از مخلوط پنی سیلین-استرپتومایسین و یا ppm ۱/۵ کلرامفنیکل گزارش شده است.
عفونت داخلی	مدیریت خوب، تصفیه آب مناسب. درمان با استفاده از ppm ۲ کلرامفنیکل در ترکیب با ppm ۲ فورازولیدون به مدت ۷-۵ روز گزارش شده است.
عفونت باکتریایی ایجاد شده توسط انتروکوک	مدیریت خوب، جلوگیری از بالا رفتن دما و pH محیط، هیچ درمانی گزارش نشده است.
بیماری رکتزیایی	خرید ذخایر فاقد بیماری، مدیریت خوب، شست و شوی مخازن و تجهیزات با استفاده از آهک، درمان با استفاده از ppm ۱۰ اکسی تتراسایکلین، همراه با ppm ۱۰ فورازولیدون گزارش شده است.
عفونت *Lagenidium*	مدیریت خوب، درمان با استفاده از ppb ۱۰-۱۰۰ تریفلورالین و ppm ۲۰ Merthiolate® گزارش شده است.
عفونت ناشی از *Fusarium* و *Saprolegnia*	مدیریت خوب، حفظ کیفیت آب و اجتناب از رسیدن آسیب فیزیکی به میگو (هنگام انتقال و نمونه‌برداری) و تغذیه مناسب، هیچ درمانی برای آن گزارش شده است.
عفونت مخمر	مدیریت خوب، اجتناب کردن از حرارت پایین و تجمع مواد آلی و ایجاد یوتریفیکاسیون، استفاده از آب مناسب، هوادهی مناسب آب، هیچ درمانی

	برای آن گزارش نشده است.

در صورت مشاهده مشکلی که بیماری ایجاد می‌کند بایستی با یک دامپزشک یا یک میکروب‌شناس آشنا با بیماری میگو مشورت نمایید. تعدادی از تفریخگاه‌ها برای درمان پروتوزوا، عفونت‌هایی هیدروئیدی (جانور مرجانی) و بیماری‌های قارچی از فرمالین استفاده می‌کنند. بهتر است از این ماده زمانی‌که دوره درمانی کوتاه و سطح آب مخزن ۱۵-۱۰ سانتی‌متر است استفاده کرده و سپس سریعاً پس از درمان آب تعویض شود (Tayamen and Brown, 1999). تعویض آب بایستی در حدود یک ساعت ادامه داشته باشد و هوادهی در تمام طول درمان انجام شود. همچنین می‌توان از فرمالین در دزهای پایین حدود ppt ۲۵-۳۰ هم‌زمان با تعویض آب طی ۲۴ ساعت استفاده کرد. مرگ‌ومیر ناشی از هجوم هیدروئید نیز با انتقال لاروها به مخازن ضدعفونی شده مشاهده می‌شود. از مالاشیت گرین ppm ۰/۲ نیز برای درمان بیماری‌ها طی ۳۰ دقیقه استفاده می‌شود. باوجود این، استفاده از آن در کارگاه پیشنهاد نمی‌شود زیرا ممکن است برای افراد سمی باشد و به این دلیل استفاده از آن در بعضی از کشورها ممنوع شده است. به‌تازگی استفاده از سولفات‌مس نیز پیشنهاد نمی‌شود. در بعضی از تفریخگاه‌ها از آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان بیماری‌های باکتریایی استفاده می‌شود. برخی از تفریخگاه‌ها در بین دوره‌های مختلف لاروی از سنگ‌آهک استفاده می‌کنند. بعضی از آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای سولفاته جهت معالجه بیماری‌های باکتریایی استفاده می‌کنند که استفاده از آن‌ها هم مقدار مشخصی دارد و احتمال دارد در آینده استفاده از آن‌ها نیز ممنوع شود. همچنین باکتری‌ها در استفاده درازمدت نسبت به آن مقاومت پیدا می‌کنند. ملاحظات کلی در مدیریت اصلاح کیفیت آب و ضدعفونی کردن از بروز بیماری ها جلوگیری می‌کند. پیشنهاد می‌شود که دسته لاروهای بیمار را از تفریخگاه خارج کرده و دور بریزید و آب مخزن مذکور را زهکشی کرده و کل تانک‌ها و ابزار تفریخگاه را ضدعفونی کنید و زمان را برای درمان بیماری‌های عفونی از دست ندهید.

ضرر را از بین برده و سعی کنید عامل اصلی مشکل را پیدا کرده و آن را از بین ببرید و دسته جدیدی از لاروها را پرورش دهید. یک بیماری بسیار مهم که تفریخگاه میگوهای آب شیرین را درگیر می‌کند و عامل آن هنوز مشخص نیست بیماری MCD است و به دوره‌ای از زندگی لاروی مربوط می‌شود که در آن زمان در مخزن لارو ممکن است مرگ‌ومیر سنگینی اتفاق بیفتد. این بیماری حتی ممکن است ۴ تا ۵ روز زودتر مشاهده و شناسایی شود. از علایم این بیماری می‌توان به رنگ خاکستری مایل به آبی

لاروها، شنای مارپیچی، رشد اندک و کاهش مصرف آرتمیا را نام برد (Pauley, 1980; Boyd, 1988; Strauss et al., 1991). با تمیز کردن، ضدعفونی و خشک‌کردن لوازم تفریخگاه در بین دوره‌ها و مراقبت ویژه و بهداشت عمومی در طول دوره از شدت بیماری کاسته می‌شود. اگر شیوع چند نوع بیماری مختلف در تفریخگاه وجود داشته باشد باید کل کارگاه پاک‌سازی شود و این بدان معنی است که همه لاروها را از بین ببرید و تأسیسات تفریخگاه را ضدعفونی کنید. بیماری شایع دیگر در تفریخگاه‌های میگوی آب شیرین EED (سندروم مرگ پوست‌اندازی) است. از نشانه‌های این بیماری آن است که لاروها طی دوره پوست‌اندازی درون یک جلد اسکلتی به دام می‌افتند. این بیماری در انتهای دوره پرورش لاروها به‌ویژه در مرحله پوست‌اندازی X_1 در مرحله پست لاروی قابل مشاهده است که در این زمان درصد مرگ‌ومیر می‌تواند بالا باشد. علت اصلی EED هنوز ناشناخته است و می‌تواند علل مختلفی داشته است. یکی از دلایل این بیماری غنی نبودن جیره غذایی از نظر مواد مغذی می باشد. این بیماری در دوره‌های مختلف سنی در جوانی یا در هنگام بلوغ نیز می‌تواند ظاهر شود. دوره پوست‌اندازی یک دوره پر استرس است و حیوان در این دوره بسیار ضعیف شده و ممکن است مشکلات زیادی برایش ایجاد شود.

۱-۷ نظارت و کنترل

تعداد زیادی از مدیران تفریخگاه این توانایی را دارند که تشخیص دهند در چه زمانی از دوره پرورش لاروی رژیم غذایی جاندار را تغییر دهند؛ برای مثال از طریق تعداد روزهایی که سپری شده تا لاروها ذخیره‌سازی شوند. اگر مدیریت روی لاروها بر اساس تجارب گذشته باشد یک رضایت‌مندی خاطر را به همراه خواهد داشت. می‌توان رشد دقیق لاروها را از طریق لوپ مشاهده و این کار را به‌طور ثابت روزانه تا زمان ظهور لاروها در مخزن‌ها انجام داد. همچنین با استفاده از تجربه یعنی دیدن لاروها روی تخته سفید کف مخزن‌ها و همچنین با بررسی رفتار لاروها، به‌سرعت به میزان تغذیه و رشد آنها می‌توان پی برد.

لاروهای سالم معمولاً در سطح آب شنا می‌کنند و زمانی که هوادهی در مخزن قطع شود می‌توانند به‌طور فعال تغذیه کنند، رنگ‌دانه پوست آن‌ها قرمز مایل به قهوه‌ای است و هم نوع خواری در آن‌ها دیده نمی‌شود. در مقابل، لاروهای ناسالم معمولاً در انتهای مخازن انباشته می‌شوند و رنگ پوست آن‌ها مایل به آبی است. مرگ‌ومیر لاروها زمانی‌که تغذیه آن‌ها کم شود و درصورتی‌که قبلاً مسئله جدی برای

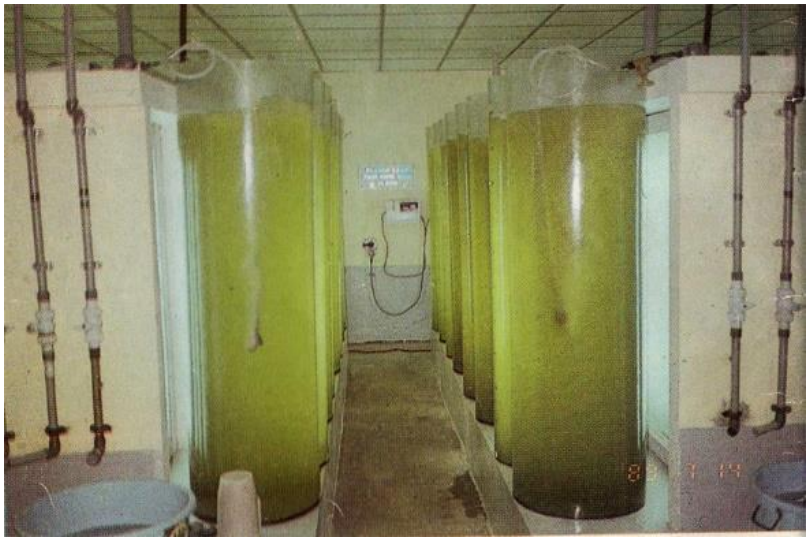
آن‌ها اتفاق افتاده باشد دیده می‌شود. یکی دیگر از نشانه‌های لاروهای سالم این است که سر آن‌ها به سمت پایین و شکم به سمت بالا باشد و به دنبال هم شنای فعالانه داشته باشند. از نشانه‌های دگردیسی در لاروها در ابتدا تغییر در رفتار و ظاهر لاروهاست؛ در ابتدا جانور به میگوی مینیاتوری تبدیل شده و به‌جای خزیدن و چسبیدن به مخزن، شنای فعال می‌کند. اعمالی که در طی دوره رشد روی میگوهای آب شیرین صورت می‌گیرد به تاریخ ذخیره‌سازی پست لارو و یا گونه‌های جوان‌تر بستگی دارد. بنابراین مهم است ذخایر خود را از کارگاهی تأمین کنید که به داشتن پست لاروهای سالم مشهور باشد و در این صورت می‌توان از سالم بودن ذخایر مطمئن بود. روشی در رابطه با تعیین میزان سلامت لاروها توسط Tayamen و Brown (۱۹۹۹) ارائه شده است. این کار بر اساس بررسی‌های میکروسکوپی به میزان سلامت جانور امتیاز می‌دهد. به این ترتیب لاروی که بیشترین امتیاز را در این بررسی‌ها کسب کند میزان رشد و بقای بیشتری را در تفریخگاه های مختلف از خود نشان می‌دهد. اگرچه میزان بقا در بین مراحل اولیه تا پست لاروی ۸۰٪ گزارش شده است ولی به‌طور طبیعی ۶۰-۴۰٪ بقا وجود خواهد داشت. مدت زمان لازم برای دگردیسی میگوها با توجه به شرایط تغذیه‌ای، شرایط محیطی و به‌ویژه دمای هوا تغییر می‌کند.

در دسته سالمی از لاروها که در یک دمای مناسب نگهداری می‌شوند می‌توان انتظار داشت که اولین پست لاروها ۱۶ تا ۲۰ روز پس از ذخیره‌سازی دیده شوند. بیشتر پست لاروها در روزهای ۳۰-۲۵ در دمای ۳۱-۲۸ درجه سانتی‌گراد متاموفوز انجام می‌دهند. برخی از پرورش‌دهندگان تمایل دارند که قبل از برداشت، تعدادی از لاروها دگردیسی انجام دهند ولی معمولاً نگهداری لاروها بیشتر از ۳۲-۲۵ روز از نظر اقتصادی به‌صرفه نیست و پیشنهاد می‌شود که نگهداری لاروها تا پست لارو ۵ (PL5) که معمولاً بین ۳۵ تا ۴۰ روز به‌طول می انجامد بیشتر نباشد. حدود ۲ هفته پس از مدت مذکور، مخازن، ابزار و سایر ملزومات تفریخگاه برای دوره بعد ضدعفونی شده و آماده شوند.

۱-۸ کشت میگوی آب شیرین با استفاده از آب سبز

اصطلاحات زیادی در رابطه با سیستم‌های آب تمیز وجود دارد. دو تفریخگاه هیچ‌گاه شبیه هم نیستند. مدیران تفریخگاه‌های مختلف سیستم‌های آب تمیز مختلفی را در کارگاه ایجاد می‌کنند که این سیستم‌ها از نظر عمل با یکدیگر متفاوت‌اند. یک سیستم رایج در رابطه با تفریخگاه‌های با سیستم آب جاری، سیستم آب سبز است. منبعی از سیستم آب سبز که در هاوایی استفاده می‌شود از کشت

فیتوپلانکتون *Clorella* spp به دست می‌آید که این فیتوپلانکتون را در مخزن‌های جدا نگهداری کرده و مقدارش را دو برابر می‌کنند. محلولی از آب و تراکم سلولی حدود cells/ml ۱۵۰۰۰۰-۷۵۰۰۰۰ درست شده و هفته‌ای یک‌بار به مخزن‌ها اضافه می‌شود. ترکیبات محلول فوق شامل اوره، NPK (۱۵:۱۵:۱۵)، کود باغچه که در حدود ۱۸۵ گرم در هر ۱۰ مترمکعب از مخزن است فراهم می‌شود. در هر ۴۰۰ لیتر از مخزن یک تیلاپیا جهت کنترل جلبک‌های رشته‌ای نگهداری می‌شود و همچنین یک‌بار در هفته حدود ppm ۰/۶ سولفات مس جهت کنترل روتیفرها به مخزن‌های آب سبز اضافه می‌شود (Brown, 1991). تیلاپیا به کوددهی در کشت نیز کمک می‌کند. در کشت آب سبز گاهی اوقات از ماده اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) در حدود ppt ۱۰ استفاده می‌شود. از آب سبز تولید شده جهت تغذیه لاروها در ۳ روز اولیه پس از تفریخ استفاده می‌کنند. سیستم‌های آب سبز دارای مزیت‌هایی است ولی مدیریت موفقیت آمیز آن کاری دشوار بوده و می‌تواند پروسه تفریخگاه را با مشکل روبه‌رو کند. به همین دلیل، امروزه تفریخگاه‌های تجاری میگوی آب شیرین با سیستم آب جاری یا چرخشی خود از سیستم‌های آب تمیز به‌جای سیستم آب سبز استفاده می‌کنند (Leger et al., 1986; Garcia-Ortega et al., 1988; Brown, 1991; Bossier et al, 2004) (تصویر ۱-۱۳).



تصویر ۱-۱۳ سالن کشت و تکثیر جلبک در شرایط کنترل شده (اقتباس از Brown, 1991)

۱-۹ برداشت پست لارو

پس از ۳۰ تا ۳۵ روز لاروها به مرحلهٔ پست لارو ۵ به‌اندازه ۲ تا ۳ سانتی‌متر می‌رسند. اگرچه پست لاروها توانایی مقاومت در برابر شوک فیزیولوژیک حاصل از انتقال ناگهانی از آب ppt ۱۲ را به درون آب شیرین دارند اما برداشت آن‌ها از مخزن لارو و انتقال مستقیم به مخازن نگهداری پیشنهاد نمی‌شود. میگوها می‌توانند به‌راحتی به آب شیرین مخزن‌ها عادت کنند. برای برداشت پست لاروها زمانی که بیشتر لاروها دگردیسی انجام داده‌اند، باید ارتفاع آب مخزن را تا حدود ۳۵ سانتی‌متر با خالی کردن کم نمود. سپس مخزن را به‌وسیله آب شیرین حدود ۱۲ ساعت سیفون کنید و طی این دوره هوادهی را به‌طور مداوم انجام دهید و سپس پست لاروها را برداشت کرده و به مخزن دیگر انتقال دهید و یا اینکه مخزن لاروها را با آب تازه پر کنید. بعد از آن پست لاروها را در همان مخزن برای مدت کوتاهی به‌وسیله تعویض آب مناسب نگه‌دارید و درنهایت به مخزن بزرگ‌تر انتقال دهید (Smith and Hopkins, 1977; Malecha, 1983; New, 1990). اگر پست لاروها را از مخزن لاروها به‌سرعت انتقال دهید بیومس آن‌ها افزایش پیدا کرده، کیفیت آب پایین آمده و هم‌نوع‌خواری در بین جانوران اتفاق می‌افتد.

بهترین راه برداشت پست لاروها از مخزن لاروها آن است که سطح آب مخزن را پایین آورده و سپس جانوران را با توری برداشت نمود. برخی از مدیران تفریخگاه‌ها برای برداشت پست لاروها از سیستم جمع‌آوری لاروها که مشابه دستگاه فیلتر لارو است استفاده می‌کنند ولی از آنجایی‌که این روش استرس زیادی نسبت به تور دارد کمتر پیشنهاد می‌شود. طی پروسه جمع‌آوری لارو، بیشتر تانک را بپوشانید و کاری کنید که لاروها در یک نقطه جمع شوند. در این حالت تعداد کمی از لاروها باقی می‌مانند که می‌توان آن‌ها را با توری‌های فیلتری یا سیفون کردن و یا خالی کردن آب مخزن و میگوها صید و خارج نمود. باید توجه داشت که طی این پروسه جانوران در لابه‌لای توری‌ها گیر نیفتند و سطح اکسیژن محلول از حد نرمال پایین‌تر نیاید. درصد و تعداد لاروهای ذخیره شده در هر دوره را باید ثبت نمود. پست لاروها باید به مخزنی مناسب با آب شیرین و دارای هوادهی اولیه مناسب انتقال داده شوند. ظرفی که با آن پست لاروها منتقل می‌شوند نباید لبریز شود. در این صورت اگر مقصد دور نباشد نیازی به بسته‌بندی خاص لاروها و هوادهی نیست. بیشتر مدیران تفریخگاه‌هایی که با سیستم آب جاری کار می‌کنند فقط یک‌بار در انتهای دوره پرورشی پست لاروها را برداشت می‌کنند ولی دیگر تفریخگاه‌های مخصوص کارهای آزمایشی و تفریخگاه‌های با سیستم آب چرخشی ترجیحاً چندین مرتبه قبل از انتهای

دوره پرورشی پست لاروها را برداشت می‌کنند. اگر برداشت پست لاروها در اواسط دوره پرورشی انجام شود این کار در زمانی که حدوداً ۳۰-۲۵ درصد لاروها دگردیسی کرده‌اند صورت می‌گیرد. این امر معمولاً حدود ۳۰-۲۸ روز پس از ذخیره‌سازی انجام می‌شود که توسط Valenti و همکاران (۱۹۹۸) و Daniels (۱۹۹۲) بطور کامل توضیح داده شده است.

۱-۱۰ فازهای نگهداری و پرورش میگو

۱-۱۰-۱ نیازمندی‌ها و امکانات اولیه

۱-۱۰-۱-۱ مخازن نگهداری

مخازن بتونی ۵۰ متر مکعبی پیش از جابجایی میگوها برای معرفی به استخرها و نگهداری آن‌ها مناسب هستند. به‌هرحال می‌توان از مخازنی با اندازه‌ها و انواع دیگر، مشابه مخازن تفریخگاه استفاده کرد. الزامات ویژه‌ای وجود ندارد به‌جز امکاناتی که باید برای آب تازه و هوا وجود داشته باشد.

می‌توان از تورهایی در مخزن جهت افزایش سطح برای میگوها استفاده کرد اما ممکن است عملیات غذادهی، پاک‌سازی و غیره را دشوارتر کند.

۱-۱۰-۱-۲ امکانات پرورش داخلی (اولیه)

شکل مخزن پرورش اهمیت ندارد و اندازه آن‌ها بسته به سطح استخرهای بیرونی که می‌خواهید محصولات را به آن‌ها معرفی کنید معمولاً از ۱۰ تا ۵۰ مترمربع با عمق آب یک متر در نظر گرفته می‌شود. می‌توان از بسترهای مصنوعی با طراحی و مصالح گوناگون جهت افزایش سطح که باعث ایجاد پناهگاه و میزان زنده ماندن می‌شود استفاده نمود. میگوها تمایل دارند از لبه‌های زیر لایه‌ها استفاده کنند؛ چه این بسترها طبیعی باشند چه مصنوعی. لایه‌های بافته تور می‌توانند جهت افزایش سطح استفاده شوند. شبکه پلاستیکی می‌تواند در چند لایه بر روی چارچوب آلومینیومی یا قاب‌های لوله PVC قرار بگیرد، این‌ها را ۱۰ سانتی‌متر بالای کف مخزن معلق کنید تا بتوان آن را تمیز کرد. آویختن عمودی تور بافته‌شده به میگوها اجازه می‌دهد برای غذا خوردن به کف تانک دسترسی داشته باشند. آب برای پرورش داخلی می‌تواند به طریق جریان دار یا چرخشی باشد. برای جریان آب اجازه دهید آب از بالای مخزن وارد شود و از پایین‌ترین قسمت مخزن توسط یک لوله عمودی خارج شود. لوله را با یک تور به قطر ۱ میلی‌متر باید پوشاند تا از فرار میگوها جلوگیری شود.

۱-۱۰-۱-۳ امکانات پرورش بیرونی (ثانویه)

استخرهای پرورشی معمولاً در مساحت ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمربع متغیر می‌باشند. بیشتر پرورش‌دهنده‌ها استخرهای پرورشی را با تور پلاستیکی می‌پوشانند تا از هجوم آفت‌ها به‌خصوص سنجاقک‌ها جلوگیری کنند.

از پر کردن استخر زودتر از ۲ روز قبل از ذخیره‌سازی میگوها بپرهیزید تا از حضور آفت‌ها پیش از رسیدن میگوها جلوگیری شود. می‌توان از بسترهای مصنوعی برای افزایش سطح مورد نیاز میگوها استفاده کرد.

۱-۱۰-۱-۴ قفس‌های پرورش

میگوها می‌توانند در قفس نیز پرورش یابند. قفس‌های سیلندری ۱ مترمربعی از توری گالوانیزه با چشمه ۰/۶۴ سانتی‌متر در کف استخر ساخته می‌شود. در این حالت، میگوها با وزن تقریبی ۲ گرم ذخیره‌سازی می‌شوند. میگوها به تورهای خیلی کوچک‌تری نیاز دارند. قفس‌های ۱ × ۱ × ۲ متری آهنی با توری نایلونی با چشمه ۱ میلی‌متری و معلق بالای کف استخر برای ذخیره‌سازی میگوها مناسب است. همچنین توری نیاز به تمیز کردن دارد تا تبادل مناسب آب انجام شود. اندازه قفس هم‌زمان با رشد موجودات باید افزایش یابد.

۱-۱۰-۲ نگهداری پست لارو پیش از فروش

پست لاروها را نباید بیش از یک یا دو هفته بسته به میزان تراکم در مرحله پرورش نگهداری نمود. زمان نگهداری از پست لارو به مقدار تقاضای آن‌ها وابسته است. اگر می‌خواهید پست لاروها را بیشتر نگهداری کنید باید تراکم را کمتر کرد. باید پست لاروها را در مرحلهٔ جوانی فروخت چراکه ارزش آن‌ها بیشتر از پست لاروهای مسن است. تا زمانی‌که میگوها در مخزن نگهداری می‌شوند باید به تعویض آب (۴۰٪-۵۰ در هر ۳-۲ روز) ادامه داد و هوادهی داشت. می‌توان پست لاروها را با تراکم ۵۰۰۰ عدد در مترمربع برای یک هفته یا ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ پست لارو در مترمربع برای یک ماه تحت همین شرایط نگهداری کرد. اگر می‌خواهید میگو را برای یک ماه نگهداری کنید می‌توان بقا را با کاهش تراکم به ۱۰۰۰ پست لارو در مترمربع افزایش داد.

بعد از دگردیسی به مرحله پست‌لاروی نیازی به ادامه غذادهی نیست و می‌توان فوراً از همان غذای موجود در استخرهای پرورش میگو استفاده کرد، اگرچه بعضی‌ها ترجیح می‌دهند از یک غذای شناور در مخزن نگهداری استفاده کنند. میگوهای جوان اگرچه تمایل به خزیدن در لبه‌ها و کناره‌ها را دارند اما همچنان به‌صورت فعال در سطح آب شنا می‌کنند و غذای شناور کارساز و مناسب است.

۱-۱۰-۲-۱ حمل‌ونقل پست لارو

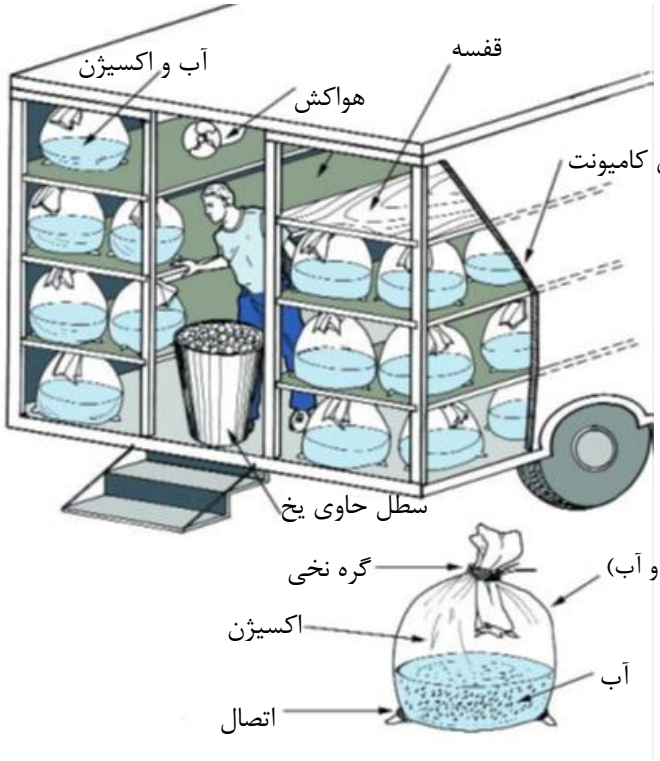
مخازن هوادهی شده حمل‌ونقل ماهی برای جابجایی پست لاروها از مخزن تفریخگاه به استخرها مناسب هستند اما به‌ندرت در دسترس می‌باشند. برای انتقال یک تا دو ساعته می‌توان از سطل‌های هوادهی شده استفاده کرد. از یک سطل زباله با ظرفیت ۱۰۰ لیتر شامل ۵۰ لیتر آب و ۵۰۰۰۰ میگو می‌توان استفاده نمود (Mallasen and Valenti, 1996; Valenti et al., 1998).

برای مسافت‌های طولانی‌تر می‌توان از مخازن و ظروف انتقال ماهی استفاده کرد. با قرار دادن میگوها در کیسه‌های پلاستیکی شامل یک‌سوم آب و دوسوم هوا یا اکسیژن می‌توان ۴۰۰-۲۵۰ میگو در هر لیتر آب قرار داد. گوشه‌های کیسه پلاستیکی را باید گرد کرد تا از گیر افتادن موجودات در گوشه‌ها جلوگیری نمود.

از کیسه‌های پلاستیکی می‌توان برای انتقال طولانی میگو استفاده کرد (تا ۱۶ ساعت) و اگر آن‌ها را در جعبه‌های عایق قرار دهید می‌توان از طریق هوایی ارسال نمود. اگر جعبه‌ها عایق نباشند می‌توان آن‌ها را در شب با قطار منتقل کرد. برای مسافت‌های طولانی در طول روز می‌توان کیسه‌ها را در قفسه‌ای در پشت کامیون قرار داد. کامیون باید عایق شده باشد و یخ را در کف آن قرار داد تا دما کاهش یابد.

کاهش دما فعالیت متابولیسمی را کاهش و میزان زنده‌مانی را افزایش می‌دهد. باید از آب مخزن نگهداری برای پر کردن کیسه‌ها استفاده کرد. اگر میگوها را در آب جدید قرار دهید خیلی پوست‌اندازی یا هم‌جنس خواری می‌کنند. بعضی از تفریخگاه‌ها مقدار کمی از آب دریا را به کیسه‌ها اضافه می‌کنند. میزان بقا در آب لب‌شور بیشتر از آب شیرین است. برای مسافت‌هایی که کمتر از ۶ ساعت است دمای ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد توصیه می‌شود و برای مسافت‌های بیشتر می بایستی دما را بین ۲۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داشت (Schmitt and Uglow, 1993). کامیونت‌های ۱ تنی می‌توانند ۵۰۰۰۰۰ پست لارو را منتقل کنند. می‌توانید دمای داخل کانتینر را با استفاده از فن‌های الکتریکی ثابت نگهدارید بطوری که برق موردنیاز را از کامیونت تهیه کرده که این موضوع باعث بالا رفتن کیفیت انتقال می‌شود.

برای تسهیل ذخیره‌سازی در استخرها بهتر است تعداد میگوها در کیسه‌های حمل‌ونقل را استاندارد (هر لیتر ۵۰۰ پست‌لارو) در نظر گرفت. نرخ بقای پست لارو ۷ روزه از نرخ زنده ماندن پست لارو ۱ روزه در حمل‌ونقل بیشتر است (تصویر ۱-۱۴) (Tayamen, 2007).



تصویر ۱-۱۴ روش بارگیری و حمل کیسه‌های حامل پست لاروهای میگوی روزنبرگی (اقتباس از (Tayamen, 2007

۱-۱۱ مدیریت نگهداری

بسیاری از پرورش‌دهندگان، لاروها را مستقیماً از محل تخم‌ریزی به استخر انتقال می‌دهند. سن این پست لاروها متفاوت است زیرا برای مدت متفاوتی در مخازن نگهداری می‌شوند و پرورش‌دهندگان

ترجیح می‌دهند تا میگوهای جوان‌تر را به تأسیسات مراقبتی خود انتقال دهند. مرگ‌ومیر زودرس ممکن است قبل از انتقال به تأسیسات پرورش شروع شود، برای همین میگوهای قوی‌تر زنده مانده و بقیه می‌میرند. عده‌ای از افراد ترجیح می‌دهند با کاهش تعداد نوزادان در هنگام حمل‌ونقل از مرگ‌ومیر آن‌ها جلوگیری کنند.

میگوهای بالغ می‌توانند در سیستم‌های نوزادگاهی از دگردیسی تا مرحلهٔ جوانی رشد کنند. امکانات نوزادگاهی شامل نوزادهای اولیه و ثانویه در استخرها و قفس‌ها می‌باشد. نوزادگاه‌های داخلی عمدتاً در مناطق معتدل استفاده می‌شوند درحالی‌که پرورش در فضای باز فقط در مدت زمان محدودی از سال قابل استفاده است. مدیریت نوزادگاه می‌تواند تک فازی، دو فازی، یا چند فازی باشد که این عملیات شامل سیستم‌های داخلی و خارجی می‌باشند.

۱-۱۱-۱ نوزادگاه‌های داخلی (اولیه)

۱-۱۱-۱-۱ مدیریت کلی

مخازن نگهداری پست لارو یکی از نوزادگاه‌های اولیه می‌باشد. با این‌حال هدف از ایجاد آن‌ها رشد پست لاروها قبل از انتقال به بازار نیست بلکه آماده‌سازی آن‌ها برای فروش است. گاهی اوقات پرورش‌دهندگان از مخازن برای سازگار کردن پست لاروها به pH و دمای آب استفاده می‌کنند تا آن‌ها را به بخش دیگری از تأسیسات انتقال دهند. نوزادگاه‌های اولیه شامل مخازنی است که میگوها بزرگ‌تر می‌شوند تا به نوزادگاه‌های ثانویه و یا استخرهای پرورشی انتقال یابند (Hossain, 2007; Tayamen, 2007) (تصویر ۱-۱۵).

تصویر ۱-۱۵ نمایی از یک مخزن مستقر در نوزادگاه داخلی (فضای بسته) (اقتباس از Hossan, 2007)

۱-۱۱-۱-۲ نگهداری کیفیت آب در سطح بالا

سطح کیفی آب در نوزادگاه‌های داخلی مشابه آب شیرین در تفریخگاه‌ها می‌باشد.

۱-۱۱-۱-۳ تغذیه

۱ یا ۲ بار تغذیه در روز کافی است. میزان هر وعده بر اساس مشاهده مخزن در نظر گرفته می‌شود و به‌طور نرمال حدود ۲۰-۱۰٪ وزن میگوهای موجود در مخزن می‌باشد. با این‌حال اگر غذای تازه به‌کار می‌برید دقت زیادی داشته باشید چراکه غذای تازه می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی در کیفیت آب شود. این موضوع ممکن است باعث از کار افتادن سیستم گردشی شود چراکه از آرتمیای بالغ به‌عنوان غذا می‌توان استفاده نمود.

۱-۱۱-۱-۴ نرخ رشد و بقا

هنگامی‌که میگوها به مرحله پست لاروی برسند وزنشان حدود ۰/۰۱ گرم است و بعد از ۲۰ روز ذخیره‌سازی در مخزن نوزادگاه، وزن میگوهای جوان به ۰/۰۲ گرم می‌رسد. در نهایت وزن آن‌ها باید به ۰/۰-۳/۴ گرم بعد از یک دوره ۶۰ روزه برسد. رقابت زیاد و کیفیت کم آب از عوامل اصلی مرگ‌ومیر در

تأسیسات داخلی می‌باشند، اما با این‌حال نرخ بقای ۹۰٪ در دوره‌های ۲۰ روزه قابل دستیابی است (Rodrigues et al., 1991; Zimmermann and Sampaio, 1998).

۱-۱۱-۲ نوزادگاه‌های خارجی

ساختار سیستم‌های فضای آزاد شبیه به استخرهای پرواری می‌باشد و می‌توان در آن ذخیره‌سازی را با روش‌های جدید پرورش پست لارو انجام داد و یا از میگوهای جوان پرورش داده شده در سیستم‌های پرورش داخلی استفاده کرد (New, 1990). در سیستم پرورش ثانویه می‌توان وزن میگوها را به ۲/۰-۰/۸ گرم رساند که نیازمند ۴ الی ۱۰ هفته وقت می‌باشد (تصویر ۱-۱۶).

تصویر ۱-۱۶ نمایی از یک استخر خاکی نوزادگاهی در محیط بیرونی (اقتباس از New, 1990)

۱-۱۱-۲-۱ مدیریت کلی و کیفیت آب

سالن تجهیزات به‌صورت ایده‌آل و کامل باید در نظر گرفته می‌شود ولی ممکن است این موضوع پرهزینه باشد. اگر از زیرساخت‌های لازم استفاده شود می‌توان میزان بهره‌وری تولید را افزایش داد.

۱-۱۱-۲-۲ پرکردن و ذخیره‌سازی در استخر

پست لاروها به شکوفایی جلبک‌ها و pH بالا بسیار حساس‌اند. بعضی از پرورش‌دهندگان اجازه تهیه غذای طبیعی را می‌دهند و سطح pH را ۱۴-۱۰ روز قبل از ذخیره‌سازی ثابت نگه می‌دارند. با این‌حال این امر موجب می‌شود موجودات شکارچی نیز رشد کنند که باعث مبهم شدن نرخ بقا می‌شود.

۱-۱۱-۲-۳ شیوه‌های تغذیه

به‌طور معمول در تأسیسات فضای باز از غذاهایی استفاده می‌شود که می‌تواند هم از بازار تهیه شود و هم در مزرعه پرورش داده شوند. تغذیه ۱ یا ۲ بار در طول روز کافی است. همچنین می‌توان مقداری مواد غذایی تازه اضافه کرد اما باید به کیفیت آب توجه شود. میزان غذا نباید بیش از ۳۰-۱۰٪ بیومس میگوهای داخل استخر باشد.

۱-۱۱-۲-۴ نرخ رشد و بقا

حتی اگر شرایط ایده‌آل باشد مرگ‌ومیر میگوها بعد از ذخیره‌سازی آغاز می‌گردد. اگر طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت نرخ بقای میگو کاهش پیدا کرد تراکم را باید کاهش داد، در غیر این صورت کیفیت کم آب موجب مرگ‌ومیر می‌شود. نرخ کل بقا از زمان ذخیره‌سازی تا زمان خروج از تأسیسات باید حداقل ۷۵٪ باشد. همچنین وزن میگوها در پایان دوره باید بین ۳-۰/۸ گرم باشد اما زمان مورد نیاز برای رسیدن به این امر بسته به شرایط محلی است (Valenti et al., 1998; Marques et al., 1996, 1998).

۱-۱۱-۲-۵ صید، جمع‌آوری و حمل‌ونقل

برای صید اگر از زهکشی استفاده می‌شود میگوها در نزدیکی خروجی به دام می‌افتند. شیوه صید نباید باعث ایجاد استرس به میگوها شود. جعبه‌های پلی‌پروپیلن و یا مخازنی که با آب استخرهای نوزادگاه پر و هوادهی شده می‌توانند برای حمل‌ونقل میگوهای جوان به استخرهای پرواری مورد استفاده قرار گیرند. میزان میگوی صید شده را بر اساس وزن متوسط آن‌ها قبل از صید و توزیع باید تخمین زد. این امر باعث جلوگیری از رقابت بین پست لاروها و افزایش تولید می‌شود.

۱-۱۱-۳ سیستم‌های دیگر

تعداد زیادی از سیستم‌های دیگر برای اهداف تحقیقاتی و تجاری ساخته شده است. ساده‌ترین سیستم در آسیای جنوب شرقی ساخته شده است که شامل ذخیره‌سازی پست لاروها در استخرهای خاکی با تراکم ۱۰۰۰-۱۰۰۰۰ در مترمربع در فاز اول می‌باشد.

۱-۱۲ مرحله رشد

۱-۱۲-۱ نیازمندی‌های محل و ساختمان

محلی را انتخاب کنید که دارای سطح آب مناسب، زهکشی فاضلاب و دسترسی به جاده باشد.

۱-۱۲-۲ ساخت استخر

۱-۱۲-۲-۱ مشخص کردن محدوده و شکل

اغلب برای صید میگوی آب شیرین با اندازه بزرگ از تور استفاده می‌کنند. از آنجایی‌که قبل از آخرین برداشت، نر و ماده را از هم جدا می‌کنند بهتر است شکل استخر مستطیلی باشد. عرض استخر باید برابر با عرض توری که توسط کارگر روی استخر کشیده می‌شود، باشد. عرض مناسب برای این کار ۳۰ متر است. در عمل، اگر از تورهایی با عرض کم استفاده شود بازده خوبی نخواهد داشت. طول استخر به توپوگرافی، شکل استخر و سطح انتخابی کشت بستگی دارد. برای استخری با شکل استاندارد از تورهایی با اندازه چشمه‌های مختلف استفاده می‌شود.

۱-۱۲-۲-۲ تعیین عمق

میانگین عمق استخرهای میگوی آب شیرین در محیط‌های گرمسیری حدود ۰/۹ متر می‌باشد. در محیط‌های سردتر برای متعادل کردن دمای آب از استخرهایی با عمق بیشتر (۱/۴-۱/۲ متر) استفاده می‌شود. با این‌حال مدیریت استخرهای عمیق مشکل است. اگر از استخری با عمق متوسط استفاده می‌کنید باید بخشی از آب را جهت تسهیل عمل زهکشی از استخر به بیرون پمپ کنید. در فصل سرد ممکن است دمای آب در عمق استخر به اندازه‌ای کم شود که باعث کاهش مصرف غذا توسط میگو شود. از طرفی، در فصول گرم ممکن است دما در استخرهای کم‌عمق باعث گرم شدن بیش از حد آب

شود که منجر به روشن‌تر شدن آب شده و میگوها بیشتر در معرض دید حیوانات شکارچی قرار می‌گیرند. از جهتی دیگر، استخرهای کم‌عمق بیشتر در معرض رشد گیاهان بن در آب‌اند.
کف استخر باید صاف باشد و هیچ اثری از سنگ و ریشه درخت در آن دیده نشود چراکه وجود این گونه موارد باعث کاهش میزان صید و صدمه دیدن تور می‌شود. همچنین کف استخر باید دارای شیب از ورودی تا خروجی باشد تا عمل زهکشی آب به آسانی انجام شده و تلفات میگو نداشته باشیم (Sadek and Moreau, 1996; Pillay, 2004).

۱-۱۲-۲-۳ ساخت کناره‌های استخر

ارتفاع کناره‌های استخر باید به‌قدر کافی بلند باشد تا استخر را در برابر طوفان‌های بیرونی محافظت کند. دو لبه استخر باید به گونه‌ای به کف متصل شده باشند که کم‌ترین آب از آن هدر رود. در جاهایی که خاک مناسب وجود ندارد برای ساخت دیواره‌های استخر از مواد مناسب خریداری شده از بیرون استفاده می‌شود. از این مواد می‌توان در ساخت کف استخر نیز استفاده نمود. برای تسهیل در مدیریت کناره‌های استخر بایستی شیب داخلی ۳ به ۱ و یا با ارتفاع بالاتر ۴ به ۱ در مناطق شنی برای کم کردن فرسایش لبه‌ها وجود داشته باشد. شیب داخلی استخر در رابطه با خاک‌های با پایداری بیشتر نباید کمتر از ۲/۵ به ۱ باشد. استخرهای کوچک که لبه‌هایشان تقریباً عمودی‌اند بیشتر برای اهداف صنعتی ساخته شده‌اند و خاک آن رس و دارای چسبندگی است (New, 2010). ممکن است درختان میوه‌دار و یا سایر گیاهان در اطراف استخر کاشته شوند. گاهی اوقات از این روش برای جلوگیری از خطرات فرسایش شدید استفاده می‌شود (تصویر ۱-۱۷).

تصویر ۱-۱۷ استخر خاکی با ارتفاع و شیب‌های مناسب برای پرورش میگوی روزنبرگی (اقتباس از (New, 2010

۱-۱۲-۲-۴ نحوه مدیریت و سامان‌دهی آب

در بالای استخرها مکانی برای تأمین آب با کیفیت تعبیه می‌شود تا از کمبود اکسیژن جلوگیری شود. این تأسیسات باید سیستمی کارآمد برای تهیه آب مورد نیاز استخر و ذخیره ۱۰٪ از آب برای مواقع ضروری جهت جایگزینی آب هدر رفته استخر تعبیه کنند. هیچ‌گونه تماس بین آب ورودی و خروجی نباید وجود داشته باشد.

۱-۱۲-۲-۵ تخلیه آب از استخر

بهترین روش برای تخلیه استخر نیروی گرانش زمین است که با ساختن مونک در خروجی استخر انجام می‌شود. این سازه، عمق آب و سرعت زهکشی را کنترل می‌کند. مونک اجازه می‌دهد تا حوضچه به‌طور کامل تخلیه شده و از آن مهم‌تر، سطح آب را در طول عملیات صید، کنترل می‌کند. در جدول ۱-۸ اندازه مناسب لوله خروجی بر اساس مساحت استخر نشان داده شده است. همچنین جدول ۱-۹ مدت زمان تخلیه آب استخر بر مبنای قطر لوله خروجی را نشان می دهد.

جدول ۱-۸ اندازه لوله مناسب برای استخرهای دارای خروجی مونک (Rodrigues et al., 1991)

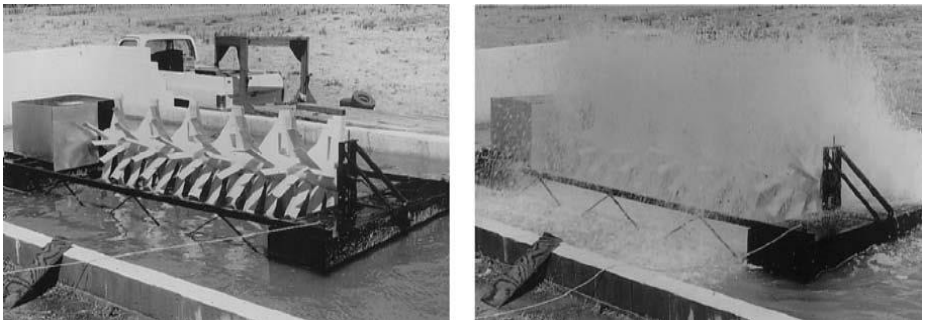
قطر داخلی لوله (سانتی‌متر)	مساحت استخر (مترمربع)
کمتر از ۱۰	<۲۰۰
۱۵-۱۰	۴۰۰-۲۰۰
۲۰-۱۵	۱۰۰۰-۴۰۰
۲۵-۲۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰
۳۰-۲۵	۵۰۰۰-۲۰۰۰
بیشتر از ۴۰	>۵۰۰۰

جدول ۱-۹ زمان تخلیه حوضچه به ساعت در شرایط مختلف (Rodrigues et al., 1991)

قطر داخلی لوله (سانتی‌متر)	سطح استخر (هکتار)						
	۰/۱	۰/۲	۰/۵	۱/۰	۲	۵	۱۰
۱۰	۹۶	۱۹۲	۴۸۰				
۲۰	۱۵	۳۰	۷۵	۱۵۰	۳۰۰		
۵۰	۱/۵	۳/۵	۸	۱۶	۳۲	۸۰	
۱۰۰			۲	۳/۵	۷	۱۷/۵	۳۵

۱-۱۲-۲-۶ هوادهی

بیشتر مزارع میگو از تعویض آب به‌منظور نگه‌داشتن سطح اکسیژن محلول بالا و همچنین اصلاح سایر مشکلات کیفیت آب استفاده می‌کند. هواده پارویی (تصویر ۱-۱۸) روش مؤثری برای افزایش سطح اکسیژن محلول در آب استخر است. در اکثر مزارع پرورش میگو جهت هوادهی از هواده پارویی بازوبلند استفاده می‌گردد که دارای مزایایی شامل قابلیت مونتاژ، ایجاد جریان بیشتر، سهولت سرویس موتور و گیربکس، جارو کردن فضولات میگو از کناره ها و هدایت آن به مرکز استخر و هزینه تمام شده کمتر آن می باشد.



تصویر ۱-۱۸ هواده پارویی برقی بزرگ (اقتباس از New, 2010)

۱-۱۲-۲-۷ مراقبت و نگهداری حوضچه‌ها به‌طور روزمره

نیاز است تا استخرها در طی دوره کشت به‌خوبی نگهداری شوند. باید مراقبت ویژه‌ای در رابطه با فرسایش حوضچه‌ها و نگهداری از سازه‌های ورودی و خروجی مخصوصاً فیلترها داشته باشید. می‌توان با قرار دادن ردیف‌های شبکه توری آویزان از شناورها به کمک وزنه‌ها در سراسر استخر، مساحت در دسترس میگوها را افزایش داد. لوله‌ها و آجرها به‌عنوان زیستگاه میگو به‌کار می‌روند ولی در زمان برداشت، تداخل ایجاد نموده و توصیه نمی‌شوند.

پوشش گیاهی در حاشیه استخر، فرسایش را به حداقل می‌رساند و زیر خط آب، غذا و محل زندگی برای میگو فراهم می‌کند. گیاهان *Elodea* spp و *Hydrilla* spp لایه خوبی برای آن‌ها ایجاد می‌کنند. باید توجه کنید که اجازه رشد مفرط به این گیاهان و تداخل با فصل برداشت را ندهید و عمق استخر را به‌طور میانگین ۰/۹ متر حفظ نمود و نگذاشت تا نواحی کم‌عمق یا گیاهان ریشه‌دار آبی در کف استخر گسترش یابند. رشد گیاهان ریشه‌دار آبی و جلبک‌های کف‌زی را کاسته، رشد فیتوپلانکتون را افزایش داده و در نتیجه نفوذ نور به کف استخر را باید کم نمود.

۱-۱۲-۳ پرورش تک‌گونه‌ای در مناطق معتدله

پرورش میگوهای آب شیرین در مناطق معتدله شرایط خاصی دارد و دورهٔ رشد را می‌توان در این مناطق نیز انجام داد (حدود ۵-۴ ماه)؛ لازم است میگوهای بزرگ‌تر را زودتر برای تأسیسات پرورش فراهم کرد و طولانی‌ترین دوره رشد ممکن را ایجاد کرد. بدین طریق می‌توان به بالاترین میانگین وزن ممکن در هنگام برداشت دست یافت (Lin and Lee, 1992; Sandifer et al., 1983; Wickins and Lee, 2002).

هوادهی نیز برای حفظ اکسیژن محلول در سطح رضایت‌بخش ضروری می‌باشد. با این‌که میانگین دمای آب طی دوره رشد در مناطق معتدل خیلی کمتر از مناطق گرمسیری است ولی حداکثر دما می‌تواند تا بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد. سطح اکسیژن محلول با افزایش دما کاهش می‌یابد.

۱-۱۲-۳-۱ پرورش یکپارچه و چندگونه‌ای

بخش قابل‌توجهی از تولیدات میگوی آب شیرین از پرورش یکپارچه و چندگونه‌ای تأمین می‌شود (جدول ۱-۱۰). بسیاری از روش‌های مختلف مدیریت در این شیوه امکان‌پذیر است (Durairaj and Umamaherswari, 1991).

۱-۱۲-۳-۲ پرورش چند گونه‌ای

قرار دادن میگوی آب شیرین در یک سیستم چندگونه‌ای دارای اثرات مفیدی است که عبارتند از:

- باثبات‌تر شدن سطوح اکسیژن محلول
- کاهش شکارچیان
- مصرف مدفوع ماهی توسط میگو که بهره‌وری از خوراک را افزایش می‌دهد.
- افزایش تولیدات استخر
- با گنجاندن یک گونه با ارزش بالا، ارزش کل محصول را می‌توان افزایش داد.

جدول ۱-۱۰ میزان ذخیره‌سازی و تولید گونه‌های قابل پرورش به‌صورت توام با میگوی آب شیرین (Durairaj and Umamaherswari, 1991).

گونه‌ها		میانگین نرخ ذخیره‌سازی (تعداد/هکتار)	میانگین تولید (کیلوگرم/هکتار/سال)
میگوهای آب شیرین	پست لارو	۴۰۰۰۰	۱۰۵۰
	جوان	۲۰۰۰۰	۱۳۵۰
تیلاپیاها	*Orecochromis niloticus*	۱۱۰۰۰	۵۰۰۰
	O. aureus	۲۵۰۰	۱۵۰۰
	O. hornorum	۳۸۰۰	۲۱۰۰
	Hybrids	۶۰۰۰	۴۸۰۰
کپور ماهیان	*Ctenopharyngodon idella*	۸۰	۲۰۰۰
	Aristichthys nobilis	۵۵۰	۱۲۰۰
	Hypophthalmichthys molitrix	۲۰۰۰	۲۶۰۰
	Cyprinus carpio	۴۰۰۰	۴۰۰۰

میگوها غذایی را که در کف استخر می‌افتد و نیز مدفوع ماهی و مواد مغذی موجود در آب رودخانه را مصرف و گاهی غذای تجاری ماهی را نیز مصرف می‌کنند. با این‌حال، سیستم‌های پرورش چندگونه‌ای گرمسیری از مخلوطی از سبوس برنج با منابع روغن گیاهی همچون خردل و بادام زمینی استفاده می‌کنند (Hepher and Pruginin, 1981; Primavera, 2002). دوره‌های کشت و پرورش از ۳ تا ۶ ماه متغیر بوده و دمای آب ۴ ± ۲۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

۱-۱۲-۳-۳ پرورش یکپارچه

فاضلاب استخرهای حاوی میگوهایی که به‌صورت تک‌گونه‌ای و یا چندگونه‌ای با ماهی پرورش داده می‌شوند را می‌توان برای آبیاری محصولات کشاورزی استفاده کرد. می‌توان میگوها را در مزارع شالیکاری بدون کاهش تولید برنج پرورش داد و این امر در ویتنام به‌عنوان کاری با ارزش ثبت شده است. درآمد حاصله از میگوهای پرورش داده شده در پرورش یکپارچه و ترکیبی ۲ تا ۳ برابر کشت برنج است. وارد کردن میگوهای آب شیرین موجب کاهش سطح شالیکاری می‌شود (چون نواحی عمیق‌تری باید فراهم شود که با خشک شدن شالیزار میگوها در آن پناه گیرند) اما هزینه‌های کندن علف هرز (با خوردن علف‌ها توسط میگوها) و کوددهی کاهش می‌یابد (Hossain et al., 2006; Huq et al, 2007; Kunda et al., 2007).

۱-۱۲-۳-۴ شکل‌های دیگر پرورش میگو

استفاده از استخرهای بتونی، قفس و منابع بزرگ آب که با استفاده از شبکه توری، بامبو یا روش‌های دیگر از سایر بخش‌ها مجزا شده، برای پرورش میگوی آب شیرین مطلوب می‌باشند.

۱-۱۳ تغذیه و بارورسازی (کوددهی)

جهت کنترل رشد علف‌های هرز در استخرهای میگوی آب شیرین حفظ تراکم فیتوپلانکتون‌ها ضروری است که این امر با تقویت و افزایش رشد آن‌ها صورت می‌گیرد. جانوران کفزی در اکوسیستم‌های استخر میگوی آب شیرین حائز اهمیت بوده و بخشی از زنجیره غذایی آن‌ها را تشکیل می‌دهند. بارورسازی (کوددهی) جهت تقویت رشد توصیه می‌شود و به این منظور کود حیوانی به کار می‌رود.

۱-۱۳-۱ نوع خوراک

پرورش موفق و نیمه متراکم شامل تغذیه تکمیلی است. برخی از پرورش‌دهندگان به‌جای تغذیه در آغاز دوره پرورش بر کوددهی تکیه می‌کنند و برخی نیز از طریق افزودن کود غیر ارگانیک، رشد اولیه جلبک را فراهم می‌کنند. تغذیه از آغاز پرورش، عملکرد را بهبود داده و مقرون به‌صرفه است.

۱-۱۳-۲ سنجش بازده خوراک

برای سنجش کارایی خوراک نکات زیر را در نظر بگیرید:
با استفاده از این خوراک به چه میزان میگو دست می یابید؟
چه نسبتی از میگوهای تولید شده، قابل عرضه به بازار می‌باشد؟
هزینه کلی خوراکتان چقدر است؟ (نه‌تنها هزینه خود خوراک، بلکه هزینه انبار کردن، انتقال آن به استخر، تغذیه و حل مسائل به وجود آمده در مدیریت استخر است).

۱-۱۳-۳ مدیریت تغذیه

بیش از پنجاه درصد هزینه‌های جاری در پرورش میگو مربوط به غذا و غذادهی می‌باشد. بنابراین در یک مدیریت موفق، نهایت دقت در این امر باید لحاظ گردد. رژیم غذایی میگوی درشت‌جثه روزنبرگی همه-چیزخواری است. منابع غذایی میگو معمولاً از غذاهای طبیعی موجود در استخر و غذاهای کنسانتره فرموله شده متناسب با تمامی نیازمندی‌های جانور در طول ۲۴ ساعت می‌باشد.
میزان نیاز پروتئینی در گونه‌های مختلف میگو متفاوت است، حتی در یک گونه با توجه به سن، رشد و شرایط محیطی میزان پروتئین فرق می‌کند. خوشبختانه میگوی درشت‌جثه روزنبرگی یکی از گونه‌هایی است که تمایل بیشتر به گیاه‌خواری بیشتر دارد به‌طوری‌که نیاز پروتئینی آن از ۳۰ درصد در جوانی به ۲۲ درصد در بزرگ‌سالی کاهش می‌یابد. تعداد دفعات غذادهی در جوانی از ۳ بار در روز (صبح، بعدازظهر و غروب) به ۴ بار در روز (صبح، بعدازظهر، غروب و شب) افزایش می‌یابد؛ اما این نکته قابل تأمل است که میزان درصد غذای روزانه در جوانی از ۵ درصد به ۳ الی ۲ درصد کاهش می‌یابد. به علاوه، بیشترین میزان غذادهی در غروب و شب صورت می‌گیرد چون‌که اکثر میگوها شب فعال‌اند.
در استخرهای پرورشی، قبل از ذخیره‌دار کردن میگو، غذاهای طبیعی در استخر برای پست لاروها فراوان می‌باشد، لذا با توجه به تغذیه طبیعی، در ۱۵ روز اول پس از معرفی بچه میگوها، غذای دستی بر اساس تخمین داده می‌شود که این میزان را اصطلاحاً جیره کور می‌گویند؛ یعنی به ازای هر ۱۰۰۰۰ پست لارو میگوی معرفی شده به استخر ۱۰۰ گرم غذای کنسانتره از نوع پیش آغازین (در دو نوبت صبح و غروب) جهت تغذیه پست لاروها در نظر گرفته می‌شود.

۱-۱۳-۳-۱ روش تعیین میزان غذای مورد نیاز در طی یک دوره پرورشی

میزان غذای مورد نیاز از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

ضریب تبدیل غذا × درصد بقا × میانگین وزن برداشت × تراکم اولیه = میزان غذای مورد نیاز

باتوجه به مطالعات انجام گرفته سایر محققان چنین استنباط می‌گردد که مقدار غذای مصرفی این گونه در زمان آغازین ۱۵ درصد کل غذا، زمان رشد ۶۵ درصد کل غذا و در زمان پایانی و یا پرواری ۳۰ درصد کل غذا برآورد می‌گردد (فلاحتکار، ۱۳۹۴؛ New, 2000; Boonyaratpalin and Chittiwan, 2007).

به‌عنوان مثال، اگر در یک استخر پرورشی نیمه متراکم با ذخیره‌سازی ۱۰۰۰۰۰ قطعه، ۸۵ درصد بقا، میانگین وزن برداشت ۳۰ گرم و ضریب تبدیل غذا ۱/۸ باشد، چه میزان غذا در یک دوره در دوران مختلف رشد بایستی تنظیم نمود؟

کیلوگرم ۴۵۹۰ یا g ۴۵۹۰۰۰۰ = ۱/۸ × ۳۰ × ۰/۸۵ × ۱۰۰۰۰۰ = میزان غذای مورد نیاز که با توجه به درصد مورد نیاز غذا (سه تیره) در سه دوره رشد می‌شود.

۶۸۸/۵ kg = ۰/۱۵ × ۴۵۹۰ = غذای آغازی (۱۵ درصد)

۲۹۸۳/۵ kg = ۰/۶۵ × ۴۵۹۰ = غذای رشد (۶۵ درصد)

۹۱۸ kg = ۰/۲۰ × ۴۵۹۰ = غذای پایانی (۳۰ درصد)

در ماه آخر پرورش جهت تقلیل هزینه و کاهش ضریب تبدیل غذا در استخر و همچنین ارتقای کیفیت گوشت میگو در بازاریابی آن، معمولاً از غذاهایی شامل ماهیان کم‌ارزش و غیرخوراکی و گوشت نرم‌تنان استفاده می‌کنند. اصلح آن است که مواد اولیه تر (ماهیان کم‌ارزش و آبزیان غیرتجاری) را با سبوس برنج و آرد گندم مخلوط نموده تا به‌صورت جیره نیمه مرطوب درآید. سپس مخلوط را بخار پز کرده تا جیره در اثر حرارت و بخار، ژلاتینه و دارای قوام و چسبندگی شود. ضمناً در اثر حرارت جمعیت میکروارگانیسم‌های جیره نیز کاهش می‌یابد (خوراک نیمه مرطوب و بخارپز شده). این نوع غذا معمولاً یک وعده (۱۰ صبح) در روز به میزان ۱ درصد غذای کنسانتره همان وعده داده شود. درصورتی‌که پوسته‌های میگو نرم باشد از پوسته صدف همراه با گوشت آن (خرده شده)، میان دو وعده غذایی استفاده گردد. پس از جمع‌آوری صدف‌ها آن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در آب سرد قرار می‌دهند، سپس آن‌ها را خرد و چرخ کرده و توسط قایق در سطح استخر پخش می‌کنند.

به‌تازگی استفاده از کنجاله کانولا و جایگزینی نسبی آن در جیره غذایی میگوها سبب کاهش هزینه در ساخت غذای تجاری شده است (Nair et al., 2006; Motlagh et al., 2013).

۱-۱۳-۳-۲ اهمیت سینی غذادهی و کاربرد آن

سینی غذادهی معمولاً جهت بررسی میزان غذادهی روزانه، ارزیابی وضعیت تغذیه میگو و رشد آن و همچنین بازرسی بیماری‌های احتمالی آن به‌کار می‌رود. نمونه‌برداری در روزهای اولیه پرورش (تا ۴ گرم) زمانی‌که میگو معمولاً در حواشی استخر تجمع می‌کند، توسط سینی غذادهی صورت می‌گیرد. سینی به شکل مربع و از قطعات چوب یا لوله‌های پولیکا ساخته شده (۴۰cm × ۴۰cm) و چشمه‌های تور آن ریز است به‌طوری‌که غذاهای دانه‌ای (۴۰۰ میکرونی) از آن عبور نمی‌کند (سینی‌ها از طریق پلت فرم به استخر آویزان است (نویریان، ۱۳۸۸؛ فلاحتکار، ۱۳۹۴) (تصویر ۱-۱۹).

تصویر ۱-۱۹ نحوه استفاده از سینی‌های غذادهی در تغذیه میگوی روزنبرگی

سینی‌های غذادهی در یک استخر یک هکتاری ۸ عدد بوده که از طریق سکوها قابل دسترسی باشند و در محل‌هایی که میگوها بیشتر تجمع می‌کنند نصب می‌گردد.

۱-۱۳-۳-۳ روش‌های تخمینی زی‌توده و تنظیم جیره روزانه از طریق سینی

برآورد میزان جیره روزانه بر اساس معادله زیر صورت می‌گیرد:

درصد غذا × درصد بازماندگی × میانگین وزن بدن × میزان ذخیره‌سازی اولیه = جیره روزانه

به‌عنوان مثال: چنانچه در یک استخر یک هکتاری ۲۵۰۰۰۰ قطعه میگو ذخیره‌سازی گردد و میانگین وزن بدن ۵ گرم، درصد غذادهی بر حسب وزن بدن ۶ درصد و بقا ۸۰ درصد باشد، جیره روزانه آن را بدین صورت محاسبه می‌کنیم:

دفعات غذادهی ۵ بار: ۲۰ درصد وعده صبح؛ ۱۵ درصد ۱۰ صبح؛ ۱۵ درصد بعدازظهر؛ ۳۰ درصد غروب و ۲۰ درصد شب.

کیلوگرم ۶۰ یا گرم ۶۰۰۰۰ = ۰/۸ × ۶٪ × ۵ ۲۵۰۰۰۰ = جیره غذای روزانه

درصد غذادهی آن وعده × جیره روزانه = میزان غذا در سینی

۱۲ kg = ۰/۲ × ۶۰ = ۶ صبح (۲۰ درصد)

۹ kg = ۰/۱۵ × ۶۰ = ۱۰ صبح (۱۵ درصد)

۹ kg = ۰/۱۵ × ۶۰ = ۲ بعدازظهر (۱۵ درصد)

۱۸ kg = ۰/۳ × ۶۰ = غروب (۳۰ درصد)

۱۲ kg = ۰/۲ × ۶۰ = ۱۰ شب (۲۰ درصد)

مطابق با جدول استاندارد (جدول شماره ۱-۱۱)، میزان غذادهی در کل سینی‌ها ۱/۳ درصد است، بنابراین میزان جیره در هر وعده در کل سینی ۰/۲۶ درصد می شود.

جدول ۱-۱۱ میزان غذادهی به میگو بر حسب درصد وزن بدن و زمان مطلوب برای مصرف غذا (اقتباس از نویریان، ۱۳۸۸).

میانگین وزن بدن (گرم)	**میزان غذا در سینی (٪)**	**زمان لازم جهت مصرف غذای بچه میگو در سینی به ساعت**
۲/۵-۵	۱/۲	۲
۶-۵	۲/۲	۲/۵
۸-۶	۲/۶	۲/۵

درصد غذا در محاسبات × میزان غذای آن وعده × میزان جیره در هر وعده غذایی

میزان جیره‌ها در کل سینی در هر وعده

۱۲ × ۰/۲۶ = ۳/۱۲ kg = وعده ۶ صبح

۹ × ۰/۲۶ = ۲/۳۴ kg = وعده ۱۰ صبح

۹ × ۰/۲۶ = ۲/۳۴ kg = وعده ۲ بعدازظهر

۱۸ × ۰/۲۶ = ۴/۶۸ kg = وعده ۷ غروب

۱۲ × ۰/۲۶ = ۳/۱۲ kg = وعده ۱۰ شب

میزان جیره در هر سینی با توجه به اینکه ۸ سینی است بدین صورت محاسبه می‌شود:

۸ ÷ ۳/۱۲ = ۰/۳۹ kg = وعده ۶ صبح

۸ ÷ ۲/۳۴ = ۰/۲۹۰ kg= وعده ۱۰ صبح

۸ ÷ ۲/۳۴ = ۰/۲۹۰ kg = وعده ۲ بعدازظهر

۸ ÷ ۴/۶۸ = ۰/۵۸۵ kg = وعده ۷ غروب

۸ ÷ ۳/۱۲ = ۰/۳۹ kg = وعده ۱۰ شب

زمانی‌که میگوها به اوزان بالای ۵ گرم می‌رسند به‌طرف عمق استخر مهاجرت می‌کنند که در این هنگام سینی‌های غذادهی کارآیی خود را از دست می‌دهند. بنابراین جهت بررسی تغذیه‌ای و تنظیم جیره با توجه به درصد بقا، از تور پرتابی یا سالیک استفاده می‌شود.

به‌عنوان مثال، چنانچه تعداد دفعات پرتاب تور در مساحت یک هکتار ۲۶ مرتبه، میانگین مساحت تور ۳/۵ مترمربع و تعداد کل میگوهای صید شده در ۲۶ مرتبه ۲۰۰۰ قطعه باشد، تعداد میگوها در کل استخر چقدر است؟

$$\text{تعداد میگو در متر مربع} = \frac{\text{تعداد کل میگوهای صید شده}}{\text{مساحت تور} \times \text{تعداد دفعات پرتاب تور}}$$

۲۰۰۰/(۳/ ۵× ۲۶) = ۲۲ قطعه تعداد میگو در مترمربع

تعداد میگو در مترمربع = ۲۲ قطعه، پس در ۱۰۰۰۰ مترمربع یا ۱ هکتار می‌شود:

مترمربع	قطعه
۱	۲۲
۱۰۰۰۰	X

۲۲۰۰۰۰ = X قطعه میگو

واحد سنجش که عمدتاً در این پرورشگاه‌ها استفاده می‌شود نسبت تبدیل خوراک (FCR) است. این شاخص، وزن واقعی خوراک داده شده تقسیم بر وزن واقعی حیوان تولید شده است.
هیچ پیشنهاد دقیقی برای میزان خوراک روزانه وجود ندارد اما این موضوع به تعداد میگو در استخر، میزان خوراک، سیستم چند گونه‌ای، آبزیان و کیفیت آب و نوع خوراک بستگی دارد. برخی پرورش‌دهندگان در ابتدا با میزان خوراک خیلی بالا تغذیه را آغاز می‌کنند (۱۰۰٪ وزن بدن در مرحله پست لارو)، درصورتی‌که در میگوهای جوان این میزان ۲۰-۱۰٪ وزن بوده و تا زمان برداشت تا حدود ۲٪ کاهش می‌یابد (سجادی، ۱۳۹۶).

۱-۱۳-۳-۴ میزان غذادهی

باید کار را با مقدار ثابتی از غذادهی آغاز کرد که این موضوع به اندازه استخر بستگی دارد تا رشد غذای طبیعی افزایش پیدا کند و با توجه به تقاضا تغذیه ادامه می‌یابد (به‌عبارت دیگر آن‌قدر خوراک بدهید تا میگوها دیگر چیزی نخورند). خوراک را در اطراف استخر در نقاط کم‌عمق پخش کنید، چراکه مناطق مناسبی برای غذادهی هستند. قرار دادن خوراک در نواحی مشخص شده با چند متر فاصله، مشاهده میزان مصرف را ساده می‌کند و این کار آلودگی را کاهش داده و شرایط پرورش سالم‌تر می‌شود. برخی پرورش‌دهندگان که در استخرهای بزرگ کار می‌کنند از کلک استفاده می‌کنند که در مسیرهای ثابت از طریق یک سری طناب کشیده و با تیرک چوبی یا بامبو در استخر یا کناره‌های آن هدایت می‌شود. گاهی خوراک را به کناره‌های استخر بریزید یا آن‌را در سراسر استخر به شکل گسترده‌تری پخش کنید (نویریان، ۱۳۸۸).
استفاده از نواحی تغذیه‌ای مشخص به‌جای پخش کلی آن توصیه و ترجیح داده می‌شود. بهترین راه سنجش مصرف خوراک، استفاده از جعبه‌های ۲ خانه خوراک‌دهی است که از شبکه توری دارای منافذ کوچک برای حفظ ذرات غذایی تشکیل شده است و می‌توان آن را برای بررسی و بازبینی سلامت میگو و مصرف خوراک از آب بیرون آورد. درصورتی‌که از این سیستم استفاده می‌کنید این جعبه را جهت بررسی از آب بیرون بیاورید تا ببینید قبل از توزیع خوراک بعدی چه مقدار از غذا مصرف شده است. درصورتی‌که هیچ خوراکی در روز بعدی باقی نمانده باشد، باید میزان خوراک را افزایش داد و

درصورتی‌که غذا و خوراک فراوانی باقی‌مانده باشد باید این میزان را کاهش داد (فلاحتکار، ۱۳۹۴؛ سجادی، ۱۳۹۶). وارد کردن خوراک بیش از حد باعث افت کیفی آب می‌گردد، بنابراین در این‌گونه موارد می‌توان حتی برای یک روز غذادهی را متوقف کرد.

اگر استخر به‌طور نرمال ساکن و ایستا باشد باید در صورت افزایش تراکم فیتوپلانکتون آب را با شدت جریان بیشتری وارد کرد. اگر علل دیگری برای مشکوک بودن به کیفیت آب وجود داشته باشد می‌توان زهکشی و دوباره پر کردن استخر را انجام داد. بهترین ابزار کنترل تراکم فیتوپلانکتون بدون هدر دادن آب (پول)، کنترل دقیق تأثیر میزان خوراک، هوادهی و شفافیت آب است (که اغلب در استخرهای پرورشی و در رشد و پرورش نیمه متراکم به کار می‌رود) و در صورت لزوم باید تغییراتی را انجام داد.

میزان دقیق خوراک روزانه وابسته به مدیریت آن است. هرچه پوست‌اندازی بیشتر باشد (دارای پوسته شکننده و نرم باشند) زیان‌های زیادی به‌واسطه هم‌نوع‌خواری وجود خواهد داشت. پس‌مانده فیتوپلانکتون‌ها می‌تواند سطح استخر را بپوشاند که باعث کم شدن اکسیژن محلول در طی شب شده، لذا برای کنترل آن باید از طریق کاهش خوراک‌دهی و تعویض آب اقدام شود. درصورتی‌که میگوها در روشنی روز در استخر شنا کرده یا در لبه‌های استخر جمع شوند باید به کاهش اکسیژن محلول مشکوک شد. در صورت بروز این مسئله آب را با فشار وارد استخر کنید. نیاز به انجام این کار در مواقع اضطراری نشان‌دهنده اهمیت وجود آب کافی است. سطوح pH خیلی بالا در استخرهای میگوی آب شیرین سبب مرگ‌ومیر میگوها به علت تأثیر مستقیم pH و حلالیت پذیری بیشتر آمونیاک در pH بالا می‌گردد. pH بالا به خاطر رشد متراکم و فراوان فیتوپلانکتون ایجاد می‌شود. درصورتی‌که مرگ‌ومیر شدید طی یک دوره زمانی مشاهده شد باید با دقت علل آن بررسی شود (Brown, 1991).

میگوهای پوشیده از جلبک یا نشانه‌های عدم پوست‌اندازی جدید نشان می‌دهد که شرایط کشت و پرورش ضعیف بوده و یا این‌که موجودات سالم نیستند. مدیریت ضعیف پرورشگاه و کیفیت نامناسب آب یا بیماری نیز از معایب می‌باشند. منبع آلودگی خارجی آب، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها هستند.

۱-۱۴رسیدگی به مسائل مربوط به شکار

شکار یکی از بزرگ‌ترین مسائل شرکت‌های آبزی‌پروری از جمله پرورش میگوی آب شیرین است و عمدتاً توسط دیگر گونه‌ها مانند پرندگان، مارها و انسان‌ها صورت می‌گیرد. دو علت مهم زیان در پرورش میگوی آب شیرین صیادان غیرقانونی و خطای کاربران می‌باشد.

حوضچه‌های پرورش میگوی آب شیرین به خاطر ارزش زیاد محصول و شکار نسبتاً آسان، بیشتر از حوضچه‌های پرورش ماهی در معرض صید غیرمجاز توسط انسان‌ها هستند. مقاومت در برابر وسوسه شکار چند کیلو میگو در شب (یک کیلوگرم آن به‌اندازه یک دهم درآمد ماهیانه افراد است) بسیار دشوار است.

با مدیریت کارآمد، نصب نورافکن، نگهداری سگ و نگهبان‌های مورد اعتماد می‌توان انواع شکارچیان ازجمله انسان (دستبرد به آبزیان استخر) را به حداقل رساند. درصورتی که وسعت مزارع پرورش زیاد باشد، باید مزارع را به قطعات کوچک‌تر مانند استخر مولدین، استخر نوزادگاهی و پرواربندی تقسیم نمود که مدیریت و حفاظت آن ها نیز آسان‌تر خواهد بود. اگر صاحب یک مزرعه کوچک پرورش هستید همکاری با دیگر پرورش‌دهندگان محلی مفید واقع می‌شود. چنین فعالیت‌های گروهی مورد حمایت جامعه محلی قرار می‌گیرد. گاهی به‌واسطه خطای کاربر و مدیریت ضعیف نیز میگوها از دست می‌روند. به‌عنوان مثال، سطح آب خیلی پایین باعث می‌شود تا دمای آب خیلی بالا برود و سطح اکسیژن محلول خیلی افت کند که هر دو این خطاها باعث مرگ لاروها می‌گردد. عدم نگهداری مناسب ساختارهای خروجی باعث فرار میگو می‌شود. به‌طور معمول حشرات (عمدتاً لارو سنجاقک)، ماهیان گوشت‌خوار و پرندگان از شکارچیان بسیار مهم در مزارع پرورش میگوی آب شیرین هستند.

در گذشته، مواد شیمیایی به‌منظور کشتن سنجاقک و دیگر حشرات مصرف می‌شد ولی امروزه به خاطر اثرات منفی بر اکوسیستم استخر توصیه نمی‌شود. ماهی *Gambusia affinis* و گونه‌های مرتبط وارد حوضچه‌های پرورش میگوی آب شیرین می‌شوند تا این حشرات را کنترل کنند. در ضمن می‌توان با عبور دادن آب ورودی از غربال‌های مناسب یا فیلترهای شنی مانع ورود ماهی‌ها و برخی حشرات شد. اغلب مزارع پرورش میگوی تجاری به صافی شنی تکیه دارند. درصورتی‌که تخم یا لارو ماهی وارد استخر شوند (که می‌شود) فاجعه نیست، زیرا با گذر زمان و بزرگ شدن آن‌ها تا اندازه خطرناک، بسیاری از آن‌ها در طی جمع‌آوری میگوها گرفته می‌شوند. ایده‌ال‌ترین حالت، حذف همه شکارچیان است که عملاً غیر ممکن می‌باشد.

مهم‌ترین نکته، ذخیره‌سازی میگوها پس از پرشدن حوضچه است، به‌طوری‌که شکارچیان و رقبا شانسی برای بقا نداشته باشند. وجود قورباغه‌ها و وزغ‌های فراوان در حوضچه، حاکی از آن است که ماهی شکارچی به شکل خوبی از بین رفته است. پیشنهاد می‌شود از فنس‌های توری بلند ۶۰ سانتی‌متری

جهت جلوگیری از تهاجم گربه‌ماهی کله‌ماری استفاده شود (Boyd, 1995). این فنس‌ها مانع ورود دوزیستان، خزندگان و برخی از پستانداران می‌شود.
ماهی‌گیری با تور در طی فصل برداشت میگوها باعث عدم دسترسی شکارچیان بزرگ نظیر ماهی می‌شود. با ایجاد حصار پیرامون استخر می توان از ورود لاک‌پشت و مار جلوگیری نمود. توری‌ها یا ریسمان‌هایی را می‌توان به‌صورت مانع به روی استخر کشید و نیز از وسایلی استفاده کرد که پرندگان را بترساند. در کل نباید به پرندگان مهاجم شلیک کنید زیرا مقررات حفاظت از پرندگان محلی را نقض می‌کنید. استفاده از سگ‌ها برای ترساندن پرندگان مؤثرتر و ارزان‌تر از شلیک به سمت آن‌هاست. مدیریت و کنترل رقبای میگوها و شکارچیان شامل نگهداری و ذخیره آن‌ها به‌محض پرشدن حوضچه، گرفتن آن‌ها با تور ماهیگیری و زهکشی سالی یک‌بار است.

۱-۱۵ کنترل بیماری‌ها و مسائل دیگر

بیماری در حوضچه میگوی آب شیرین در مقایسه با دیگر شکل‌های پرورش آبزیان معمول می‌باشد. زمانی که کیفیت آب (ورودی یا درون خود حوضچه) ضعیف باشد، بیماری در میگوی رشد کرده در آب شیرین، رخ می‌دهد. در این بین، توجه مناسب به احتمال وقوع بیماری و مسائل دیگر، اهمیت زیادی دارد.

۱-۱۵-۱ بیماری‌های با علل شناخته شده

استفاده مداوم از آنتی‌بیوتیک‌ها و دیگر مواد شیمیایی توصیه نمی‌شود، چه در سیستم‌های رشد و چه در محل تخم‌ریزی و درمان میگوها در تأسیسات تجاری. پیشگیری از طریق مدیریت خوب بهتر از درمان است چرا که خطرات بالقوه برای سلامت انسان در رابطه با استفاده از آنتی‌بیوتیک وجود دارد. اگر از آنتی‌بیوتیک استفاده می‌کنید باید با متخصص سلامت آبزیان مشورت کرد و شخصاً از مواد تائید شده با دوز صحیح استفاده کرد تا مطمئن شد که هیچ باقی‌مانده‌ای از آن در میگوهای برداشتی وجود ندارد. مسائل و مشکلات بیماری در طی انتقال حیوان از یک محل به محلی دیگر از جمله وارد کردن آن به محلی که بومی و طبیعی نیست عموماً رخ می‌دهد.

۱-۱۵-۲ بیماری‌هایی با علل نامشخص

میگوهای آب شیرین در معرض بیماری نکروز عضلانی هستند و میگوهای مبتلا رنگ نسبتاً سفید در عضله مخطط دم و ملحقات دمی دارند. به‌خاطر تجزیه بافت، نواحی بافت مرده بزرگ شده و دارای رنگ قرمزی مشابه رنگ میگوهای پخته‌شده می‌شوند (Akita et al., 1981; Anderson et al., 1989). پاتوژن‌های ثانویه با نکروز عضلانی مرتبط و همراه هستند. میگوهای مبتلا به نکروز عضلانی زنده نمی‌مانند و میزان مرگ‌ومیر از مقدار ناچیز تا ۱۰۰٪ متغیر است. این بیماری با مدیریت ضعیف در ارتباط بوده و عمدتاً در زمان ذخیره‌سازی نامناسب و زیاد، نقل‌وانتقال نامناسب و شرایط ضعیف زیست‌محیطی رخ می‌دهد (سطح پایین اکسیژن محلول، نوسانات دمایی و شوری). بیماری‌های دیگر با منبع ناشناخته بر لارو میگوی آب شیرین اثرگذار است.

۱-۱۵-۳ انگل‌ها

به نظر می‌رسد مشاهده انگل‌ها در *M. rosenbergii* پرورشی نادر باشد. میگوهای آب شیرین میزبان جانور سخت‌پوست Probopyrus هستند که به داخل دستگاه تنفسی آبزی چسبیده و منجر به تورم می‌شود و مسئله‌ای است که در موجودات تخم‌گذار متداول است، زیرا گزارش شده که فصل تخم‌گذاری با آن ارتباط دارد. مسئله دیگری که ممکن است در صورت فراوان شدن این پارازیت رخ دهد، تأثیر آن بر ظاهر میگوها است که تاکنون توضیح داده نشده است. میگوهای آب شیرین وحشی میزبان گونه‌های مختلف کرم Termatode هستند (New, 1990; Chang et al., 1998).

۱-۱۵-۴ رسوب

سطح کلی بدن میگوها به‌عنوان یک لایه برای باکتری رشته‌ای و جلبک و پروتوزوئرهای تکی یا کلنی عمل می‌کند. پوست‌اندازی موقت میگوها آن‌ها را از این میکروارگانیسم‌ها رها می‌سازد. این مسئله در موجودات بزرگ به‌خصوص خرچنگ آبی قابل‌توجه است چراکه اغلب کمتر پوست‌اندازی می‌کند. گرچه این ارگانیسم‌ها به بافت‌ها حمله نمی‌کنند ولی باعث دشواری حرکت و تغذیه میگوها در دوره لاروی و پس از آن می‌شوند. هجوم زیاد به دستگاه تنفس میگو باعث آسیب زدن به عملکرد آن و مرگ‌ومیر میگوهای جوان یا بالغ می‌شود و هجوم به سطح خارجی باعث کاهش ارزش بازاری میگوها می‌شود.

هجوم جلبک رشته‌ای در حوضچه‌های پرورش با شفافیت زیاد (بالای ۴۰ سانتی‌متر) نیز مشاهده شده که با بهبود شفافیت آب از طریق مدیریت و کنترل تغذیه کاهش می‌یابد. در محل تخم‌گذاری‌ها و حوضچه‌ها، تغذیه کم و افزایش تعویض آب به کم شدن رسوب موجودات کمک می‌کند. برخی درمان‌های شیمیایی برای رسوب ارگانیسم‌ها نیز پیشنهاد شده است.

۱-۱۶ نظارت بر عملکرد و گزارش دهی

میزان رشد و بقای جمعیت‌های میگو به فاکتورهای زیادی از جمله تراکم، شکار، خوراک و دما بستگی دارد. از آنجاکه این فاکتورها خاص محل و کاربر هستند، پیش‌بینی این‌که آن‌ها چه عواملی هستند، هوشمندانه نیست و باعث بروز انتظاراتی می‌شود که ممکن است محقق نشوند (Kutty et al., 2009). میزان بقا طی دوره رشد نباید زیر۵۰٪ باشد. در طی دوره فعال در مزرعه پرورش، تجربه شما درباره رشد و بهره‌وری در طی دوره رشد و پرورش بیشتر می‌شود و با نظارت دقیق و گزارش‌برداری به آن دست می‌یابید. داشتن گزارش‌های کتبی از مواردی همچون کیفیت آب، میزان موجودی و تاریخ، مقادیر خوراک روزانه، تاریخ تعویض آب (و مقدار)، تاریخ برداشت و مقدار آن، بسیار مناسب است. تنها در این صورت است که می‌توانید تصویری از نحوه عملکرد هر حوضچه تحت مدیریت داشته باشید و می‌توانید تجاربتان را به‌درستی برای حوضچه‌های بعدی اعمال نمایید.

منابع

سجادی، م. ۱۳۹۶. جیره‌نویسی کاربردی غذای آبزیان. انتشارات دانشگاه گیلان. ۲۸۷ ص.

فلاحتکار، ب. ۱۳۹۴. تغذیه و جیره‌نویسی آبزیان. موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی. ۳۳۴ ص.

نویریان، ع.ح. ۱۳۸۸. اصول تغذیه آبزیان. درسنامه. انتشارات دانشگاه گیلان. ۱۳۹ ص.

نویریان، ع.ح.، مولودی سیاه مزگی، س.م.، شیروانی، ع. ۱۳۹۹. اثرات سطوح مختلف پودر زنجبیل (*Zingiber officinalis*) بر شاخص‌های رشد، ترکیبات شیمیایی عضله و تنش‌های محیطی در میگوی بزرگ آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۷۳، ۳۴۱-۳۵۰.

Aflalo, E.D., Hoang, T.T.T., Nguyen, V.H., Lam, Q., Nguyen, D.M., Trinh, Q.S., Raviv, S. and Sagi, A. 2006. A novel two-step procedurefor mass production of all-male populations of the giantfreshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture 256: 468-478.

Ahmed, N., Demaine, H.and Muir, J.F. 2008. Freshwater prawn farming in Bangladesh: history, present status and future prospects. Aquaculture Research 39: 806-819.

Akita, G., Ankamura, R., Brock, J., Miyamoto, G., Fujimoto, M., Oishi, F., Onizuka, D. and Sumikawa, D. 1981. Epizootiologic study of mid-cycle disease of larval *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of the World Mariculture Society 12: 223-230.

Alston, D.E. 1989. Macrobrachium culture, a Caribbean perspective. World Aquaculture 20: 19-23.

Anderson, I.G., Shamsudin, M.N. and Nash, G. 1989. A preliminary study on the aerobic heterotrophic bacterial flora in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, hatcheries in Malaysia. Aquaculture 81: 213-223.

Angell, C.L. 1992. Inland freshwater prawn hatcheries: introducing a new technology in Bangladesh. Bay of Bengal News 48: 15-18.

Angell, C.L. 1994. Promotion of small-scale shrimp and prawn hatcheries in India and Bangladesh.

Aquacop. 1977. *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) culture in Polynesia: progress in developing a mass intensive larval rearing technique in clear water. Proceedings of the World Mariculture Society 8: 311-319.

Aquacop. 1983. Intensive larval rearing in clear water of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, Anuenue Stock) at the Centre Oc´eanologique du Pacifique, Tahiti. In CRC Handbook of Mariculture, Vol. 1: Crustacean Aquaculture, pp. 179-87. CRC Press, Boca Raton.

Asaduzzaman, M.S., Wahab, M.A., Yi, Y., Diana, J.S. and Lin, C.K. 2006. Bangladesh prawn farming survey reports industry evolution. Global Aquaculture Advocate 9: 42-43.

Azim, M.E., Mazid, M.A., Alam, M.J. and Nurullah, M. 2001. The potential of mixed culture of freshwater giant prawn *Macrobrachium rosenbergii* and tiger shrimp *Penaeus monodon* at Khulna region. Bangladesh Journal of Fisheries Research 5: 67-74.

Balamurugan, P., Mariappan, P. and Balasundaram, C. 2004. Impacts of mono-sex *Macrobrachium* culture on the future of seed availability in India. Aquaculture Asia 9: 15-16.

Barros, H.P. and Valenti, W.C. 2003. Food intake of *Macrobrachium rosenbergii* during larval development. Aquaculture 216: 165-177.

Boonyaratpalin, M. and Chittiwan, V. 2007. Macrobrachium nutrition: feed and feeding. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing, Proceedings of the International Symposium on Freshwater Prawns, 20-23 August 2003, Kochi, Kerala, India, pp. 521-34. Allied Publishers, New Delhi.

Bossier, P., Xiaomei, W., Catania, F.; Doom, S., Van Stappen, G., Naessens, E. and Sorgeloos, P. 2004. An RFLP database for authentication of commercial cyst samples of the brine shrimp *Artemia* spp. (International Study on Artemia LXX). Aquaculture, 231: 93-112.

Bower, C.E., Turner, D.T. and Spotte, S. 1981. PH maintenance in closed seawater culture systems: limitations of calcareous filtrants. Aquaculture 23: 211-217.

Boyd, C.E. 1995. Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture. Chapman and Hall, New York.

Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Norwell.

Brock, T.D., Madigan, M.T., Martinko, J.M. and Paeker, J. 1994. Biology of Microorganisms. Prentice Hall, Englewood.

Brown, J.H. 1991. Freshwater prawns. In Production of Aquatic Animals, World Animal Science, C4, pp. 31-43. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam.

Bruggeman, E., Sorgeloos, P. and Vanhaecke, P. 1980. Improvements in the decapsulation technique of Artemia cysts. In The Brine Shrimp Artemia, Vol. 3: Ecology, Culturing, Use in Aquaculture, pp. 261-269. Universa Press, Wetteren.

Chang, P.S., Chen, H.C. and Wang, Y.C. 1998. Detection of white spot syndrome associated baculovirus in experimentally infected wild shrimp, crab and lobsters by in situ hybridization. Aquaculture 164: 233-242.

Charoentawee, K., Poompuang, S., Na-Nakorn, U. and Kamonrat, W. 2007. Genetic diversity of hatchery stocks of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Thailand. Aquaculture 271: 121-129.

Chowdhury, R., Bhattacharjee, H. and Angell, C. 1993. A Manual for Operating a Small-scale Recirculation Freshwater Prawn Hatchery. Bay of Bengal Programme, Madras.

Cohen, D. 1985. Prawn production in catfish ponds, verification and plan for diversification. Aquaculture Magazine 11: 26-36.

Cooper, R.K. and Heinen, J.M. 1991. A starvation test to determine optimal salinities for larval freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. Comparative Biochemistry and Physiology 100: 537-542.

Costa-Pierce, B.A., Malecha, S.R. and Laws, E.A. 1987. Field characteristics of prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), with fish polycultures at low feeding rates. Aquaculture and Fisheries Management 18: 357-363.

Daniels, W.H., D'Abramo, L.R. and Parseval, L.D. 1992. Design and management of a closed, recirculating 'clearwater' hatchery system for freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), 1879. Journal of Shellfish Research 11: 65-73.

Das, N.G. and Siddique, M.L. 2007. Rematuration of hatchery used wild spawners of *Macrobrachium rosenbergii* in captivity in freshwater prawns, Advanced in biology, Aquaculture amd Marketing. Allied Publishers PVT. Ltd. New Delhi.

Davis, J.T. 1990. Other freshwater species (Texas aquaculture). Texas aquaculture, status of the industry. Review. In Proceedings of the Texas Aquaculture Conference, 30 January–1 February 1990, Corpus Christi, Texas, pp. 99-103. Texas A and M Sea Grant Program, Corpus Christi, Texas.

De Wolf, T., Candreva, P., Dehasque, M. and Coutteau, P. 1998. Intensification of rotifer batch culture using an artificial diet. In: Grizel, H., Kestemont, P. (Eds.), Aquaculture and water: fish culture, shellfish culture and water usage. Abstracts of contributions presented at the International Conference Aquaculture Europe '98, October 7-10, 1998, Bordeaux, France. European Aquaculture Society, Oostende, pp. 68-69.

Dhont, J., 1996. Tank production and use of ongrown Artemia. In: Sorgeloos, P., Lavens, P. (Eds.), Manual on the production and use of live food for aquaculture. Fisheries technical paper No. 361. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 164-195.

Dobkin, S. and Bailey, D.J. 1979. Growth rates of *Macrobrachium rosenbergii* in South Florida. 2. Growth of intraspecific hybrids. Proceedings of the World Mariculture Society 10: 571-604.

Durairaj, S. and Umamaherswari, R. 1991. Polyculture of freshwater prawn Macrobrachium malcolmsonii. In Proceedings of the National Symposium on New Horizons in Freshwater Aquaculture, 23-25 January 1991, Bhubaneswar, pp. 244-255. Central Institute of Freshwater Aquaculture, Bhubaneswar.

FAO. 2009. Fishstat Plus (v.2.32) 02.03.2009. FAO, Rome.

FAO. 2020. Fishery statistical collections. http://www.fao.org/fishery/statistics/en. (Accessed 5 September 2020).

Fitzgerald, W.J. 1988. Comparative economics of four aquaculture species under monoculture and polyculture production in Guam. Journal of the World Aquaculture Society 19: 132-142.

Fuller, M.J., Kelly, R.A. and Smith, A.P. 1992. Economic analysis of commercial production of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), 1879. Post larvae using a recirculating 'clearwater' culture system. Journal of Shellfish Research 11: 75-80.

Garcia-Ortega, A., Verreth, J.A.J., Coutteau, P., Segner, H., Huisman, E.A. and Sorgeloos, P. 1998. Biochemical and enzymatic characterization of decapsulated cysts and nauplii of the brine shrimp *Artemia* at different developmental stages. Aquaculture 161: 501-514.

Giap, D.H., Yi, Y. and Lin, C.K. 2005. Effects of different fertilization and feeding regimes on the production of integrated farming of rice and prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture Research 36: 292-309.

Gomez Diaz, G. 1987. Effect of environmental embryonic temperature on larval development of *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 114: 39-47.

Griessinger, J.M., Robin, T., Pollet, T. and Pierre, M.J. 1989. Progress in use of biological filtration in mass production of *Macrobrachium rosenbergii* in closed system in French Guiana. Journal of the World Aquaculture Society 20: 41-48.

He, X., Gong, S., Zhang, X., Liu, J., Hu, Q., Wang, H. and Tao, R. 2003. Reproductive biology of Macrobrachium nipponensis in Lake Wuhu. Chinese Journal of Applied Ecology 14: 1538-1542.

Hepher, B. and Pruginin, Y. 1981. Commercial fish farming – with special reference to fish culture in Israel. John Wiley and Sons, New York.

Hien, T.T.T., Minh, T.H., Phuong, N.T. and Wilder, M.N. 1998. Current status of freshwater prawn farming in the Mekong River Delta of Vietnam. JIRCAS Journal 6: 89-100.

Hossain, M.I. 2007. Freshwater prawn status in Bangladesh – its strategy and policy. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing, pp. 95-109. Allied Publishers, New Delhi.

Hossain, M.A. and Kibria, A.S.M. 2006. Over-wintering growth of *Macrobrachium rosenbergii* with carp polyculture in Bangladesh fed formulated diets. Aquaculture Research 37: 1334-1340.

Hsieh, C.H., Chao, N.H., Gomes, L.A.O. and Liao, I.C. 1989. Culture practices and status of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Taiwan. In Anais do III Simp´osio Brasileiro sobre Cultivo de Camarao, 15–20 outubro 1989, Joao Pessoa, Vol. 2: Camarao de Agua Doce e Outros, pp. 85-109. MCR Aquacultura, Joao Pessoa.

Hulata, G., Karplus, I., Wohlfarth, G.W. and Halevy, A. 1990. Effects of size and age of juvenile freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* at stocking on population structure and production in polyculture ponds. Journal of the World Aquaculture Society 21: 295-309.

Huq, K.A., Paul, A.K. and Hossain, G.S. 2007. Polyculture and integrated culture pattern of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* in fresh to hypo-saline water, Bagerhat, Bangladesh. In Abstracts – National Workshop on Freshwater Prawn Farming:

Search for New Technologies, 16 May 2007, Mymensingh, p. 18. Bangladesh Agricultural University (BAU) and Bangladesh Fisheries Research Forum (BFRF), Mymensingh.

Ismail, P., Mohamed, M.N. and Cheah, S.H. 1990. Toxicity of copper to larval and postlarval stages of *Macrobrachium rosenbergii*. In Proceedings of the 2nd Asian Fisheries Forum, 17-22 April 1989, Tokyo, pp. 927-930. Asian Fisheries Society, Manila.

Janssen, J.A., Bhasayayan, N. and Pongsri, C. 1988. Studies on the culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* at various stocking size and density in rice fields. Working Paper NACA/WP/88/75. Network of Aquaculture Centres in Asia (NACA), Bangkok.

Kennedy, B., Venugopal, M.N., Karunasagar, I. and Karunasagar, I. 2006. Bacterial flora associated with the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in the hatchery system. Aquaculture 261: 1156-1167.

Keshavanath, P. and Gangadhar, B. 2005. Research on periphytonbased aquaculture in India. In Periphyton: Ecology, Exploitation and Management. pp. 223-236. CABI Publishing, Wallingford.

Kongkeo, H., New, M.B. and Sukumasavin, N. 2008. The successful development of backyard hatcheries for crustaceans in Thailand. Aquaculture Asia 13: 8–11.

Kumar, K.S., Velayudhan, T.D. 2007. Status of freshwater prawn farming in Kerala, India. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing, Proceedings of the International Symposium on Freshwater Prawns, 20-23 August 2003, Kochi, Kerala, India. pp. 72-80. Allied Publishers, New Delhi.

Kunda, M., Wahab, M.A., Dewan, S., Mazid, M.A., Thilsted, S.H. and Roos, N. 2007. Potential of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and self-recruiting small species mola (*Amblypharyngodon mola*) in rotational rice-fish/prawn culture systems. In Abstracts-National Workshop on Freshwater Prawn Farming: Search for New Technologies, 16 May 2007, Mymensingh, p. 16. Bangladesh Agricultural University (BAU) and Bangladesh Fisheries Research Forum (BFRF), Mymensingh.

Kunda, M., Azim, M.E., Wahab, M.A., Dewan, S., Roos, N. and Thilsted, S.H. 2008. The potential of mixed culture of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and self-recruiting small species mola (*Amblypharyngodon mola*) in rotational ricefish/prawn culture systems in Bangladesh. Aquaculture Research 39: 464-473.

Kutty, M.N., Nair, C.M. and Salin, K.R. 2009. Freshwater prawn farming and its sustainability in South Asia. World Aquaculture Magazine 40: 48-52, 67-68.

Law, A.T. and Yeo, M.E. 1997. Toxicity of phenol on *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) eggs, larvae, and post-larvae. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 58: 469-474.

Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Tech. Pap. 361, 295.

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

Lavens, P., Leger, P. and Sorgeloos, P. 1989. Manipulation of the fatty acid profile in Artemia offspring produced in intensive culture systems. In: De Pauw, N., Jaspers, E.,

Ackefors, H., Wilkins, N. (Eds.), Aquaculture: A Biotechnology in Progress. European Aquaculture Society, Bredene, pp. 731-739.

Leger, P., Vanhaecke, P. and Sorgeloos, P. 1983. International Study on Artemia: XXIV. Cold storage of live Artemia nauplii from various geographical sources: potentials and limits in aquaculture. Aquacultural Engineering 2: 69-78.

Leger, P., Sorgeloos, P., Millamena, O.M. and Simpson, K.L. 1985. International study on Artemia: XXV. Factors determining the nutritional effectiveness of Artemia: the relative impact of chlorinated hydrocarbons and essential fatty acids in San Francisco Bay and San Pablo Bay Artemia. Journal of Experimental Marine Biolology and Ecolology 93: 71-82.

Leger, P., Bengtson, D.A., Simpson, K.L. and Sorgeloos, P. 1986. The use and nutritional value of Artemia as a food source. Oceanographic and Marine Biology Annual Review 24: 521-623.

Lin, C.K. and Lee, C. 1992. Production of freshwater prawns in the Mekong Delta. Naga, the ICLARM Quarterly 15: 24-26.

Malecha, S.R. 1983. Commercial seed production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* in Hawaii. In CRC Handbook of Mariculture, Vol. 1: Crustacean Aquaculture, pp. 205-30. CRC Press, Boca Raton.

Mallasen, M. and Valenti, W.C. 1998. Comparison of artificial and natural, new and reused, brackishwater for the larviculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in a recirculating system. Journal of the World Aquaculture Society 29: 345-350.

Mallasen, M. and Valenti, W.C. 2005. Larval development of the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* at different ammonia concentrations and pH values. Journal of the World Aquaculture Society 36: 32-41.

Marques, H.L.A., Lombardi, J.V. and Brock, M.V. 1998. Effect of initial stocking density of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae in cages, in Brazil. In Abstracts of Aquaculture ’98, 15-19 February 1998, Las Vegas, pp. 348-359. World Aquaculture Society, Baton Rouge.

Marques, H.L.A., Lombardi, J.V. and Boock, M.V. 2000. Stocking densities for nursery phase culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture 187: 127-132.

Motlagh, A., Noverian, H.A. and Ghorbani, R. 2013. Effect of replacing canola oil cake on growth, body composition of white leg shrimp (*Liptopenaeus vanamai*). Iranian Aquaculture Society Journal 1: 17-26.

Murthy, H.S. 2007. Recent advances in freshwater prawn faming and hatchery seed production in India – an insight. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing, Proceedings of the International Symposium on Freshwater Prawns, 20-23 August 2003, Kochi, Kerala, India. pp. 61–5. Allied Publishers, New Delhi.

Nair, C.M. and Salin, K.R. 2006. Freshwater prawn farming in India: status, prospects. Global Aquaculture Advocate 9: 34-47.

Nair C.M. and Salin, K.R. 2007. Prospects of scampi culture in India. In Souvenir of INDAQUA 2007, pp. 69-77. MPEDA, Kochi.

Nair, C.M., Salin, K.R., Raju, M.S. and Sebastian, M. 2006. Economic analysis of monosex culture of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*)–a case study. Aquaculture Research 37: 949-54.

New, M.B. 1990. Freshwater prawn culture: a review. Aquaculture 88: 99-143.

New, M.B. 1995. Status of freshwater prawn farming: a review. Aquaculture Research 26: 1-54.

New, M.B. and Valenti, W.V. 2000. Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford.

New, M.B. 2002. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fisheries Technical Paper 428. FAO, Rome.

New, M.B. 2007. Freshwater prawn farming: global status, recent research, and a glance at the future. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing, Proceedings of International Symposium on Freshwater Prawns, 20-23 August 2003, Kochi, Kerala, India, by Mohanakamuran Nair, C., Nambudiri, D.D., Jose, S., Sankaran, T.M., Jayachandran, K.V. and Salin, K.R. (Eds.), pp. 3-31. Allied Publishers, New Delhi.

New, M.B., Nair, C.M., Kutty, M.N., Salin, K.R. and Nandeesha, M.C. 2008. Macrobrachium: the culture of freshwater prawns. Macmillan, New Delhi, India.

New, M.B., Valenti, C.C., Tidwell, J.H., D'Abramo, L.R. and Kutty, M.N. 2010. Freshwater Prawns Biology and Farming. Blackwell Publishing Ltd. 570 p.

New, M.B. and Singholka, S. 1985. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Fisheries Technical Paper 225 (Rev 1). FAO, Rome.

Nguyen, Q.T. 1993. Rice–freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farms in the Mekong Delta, Vietnam. Naga, the ICLARM Quarterly 16: 18-20.

Noverian, A.H. and Gopal, V. 2005. Effect of different levels of protein, Lipid and Their interaction on growth factors of Indian white shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) post larvae. Caspian Journal of Environmental Sciences 3: 43-47.

Noverian, A.H. 2005. Effect of different level of protein, Energy and interaction on growth indices of Indian white shrimp of different size. Iranian Journal of Fisheries Sciences 4: 59-80.

Parameswaran, S., Manbodh, M. and Hawabhay, K. 1992. Aquaculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Mauritius. In Freshwater Prawns. Proceedings of the National Symposium on Freshwater Prawns (*Macrobrachium* spp.), 12-14 December 1990, Kochi, pp. 10-22. Kerala Agricultural University, Thrissur.

Pauly, D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Circular 729:1–54.

Phuong, N.T., Hai, T.N., Hien, T.T.T., Bui, T.V., Huong, D.T.T., Son, V.N., Morooka, Y., Fukuda, Y. and Wilder, M.N. 2006. Current status of freshwater prawn farming in Vietnam and the development and transfer of seed production technology. Fisheries Science 72: 1-12.

Phuong, N.T., Hai, T.N. and Wilder, M.N. 2007. Development of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in Vietnam. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing, Proceedings of Freshwater Prawns 2003, International Symposium on Freshwater Prawns, 20-23 August 2003, Kochi, India, pp. 41-51. Kerala Agricultural University, Thrissur.

Primavera, J.H. 2002. Towards more environmentally responsible grow-out systems in aquaculture. In Proceedings of the ASEM Workshop AQUACHALLENGE, 27-30 April 2002, Beijing, ACPEU Fisheries Research Report 14, pp. 23-26. European Commission, Brussels.

Rajyalakshmi, T. and Maheswardu, G. 1986. On the culture of Macrobrachium rosenbergii in Andhra Pradesh, India. Journal of the Indian Society for Coastal Agricultural Research 4: 25-41.

Rodrigues, J.B.R., Rodrigues, C.C.B., Macchiavello, J.G., Gomes, S.Z. and Beirao, L.H. 1991. Manual de Cultivo do Camarao de Agua Doce of *Macrobrachium rosenbergii* na Regiao Sul do Brasil. ACARESC, Santa Catarina. 76 p .

Sadek, S. and Moreau, J. 1996. Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) culture in earthen ponds in the Nile Delta, Egypt: culture parameters and cost-benefits. Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 48: 201-218.

Sandifer, P.A., Hopkins, J.S. and Smith, T.I.J. 1977. Status of *Macrobrachium* hatcheries, 1976. In Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere, pp. 220-231. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, PA.

Sandifer, P.A., Smith, T.I.J., Jenkins, W.E. and Stokes, A.D. 1983. Seasonal culture of freshwater prawns in South Carolina. In CRC Handbook of Mariculture, Vol. 1: Crustacean Aquaculture, pp. 189-204. CRC Press, Boca Raton.

Schmitt, A.S. and Uglow, R.F. 1993. Nitrogen efflux rates in *Macrobrachium rosenbergii* submitted to temperature changes. European Aquaculture Society Special Publication 19, p. 168. European Aquaculture Society, Ghent.

Shearer, T. and Snell, T.W. 2007. Transfection of siRNA into *Brachionus plicatilis* (Rotifera). Hydrobiologia 593: 141-150.

Singh, H. 2003. A ray of hope to saline land holding farmers–successful culture of freshwater prawns in saline water. Fishing Chimes 23: 120-121.

Singholka, S. and Sukapunt, C. 1982. Use of simple recirculation systems for larval culture of *Macrobrachium rosenbergii*. In Giant Prawn Farming, Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 10, pp. 291-304. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam.

Smith, T.I.J. and Hopkins, J.S. 1977. An apparatus for separating post-larval prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, frommixed larval populations. Aquaculture 11: 273-308.

Sorgeloos, P. 1980. The use of the brine shrimp Artemia in aquaculture. In: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O. and Jaspers, E. (Eds.), The brine shrimp Artemia. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture, vol. 3. Universa Press, Wetteren, pp. 25-46.

Sorgeloos, P. and Leger, P. 1992. Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn. Journal of the World Aquaculture Society 23: 251-264.

Soundarapandian, M., Samuel, M.J. and Kannupandi, T. 1995. Seasonal variation in production of *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae reared at ambient temperatures in a hatchery. World Aquaculture 26: 38-40.

Spotte, S. 1979. Fish and Invertebrate Culture: Water Management in Closed Systems. Wiley-Interscience, New York.

Strauss, D.L., Robinette, H.R. and Heinen, J.M. 1991. Toxicity of unionized ammonia and high pH to postlarval and juvenile freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of the World Aquaculture Society 22: 128-133.

Tayamen, M. and Brown, J.H. 1999. A condition index for evaluating larval quality of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Aquaculture Research 30: 917-922.

Tayamen, M.M. 2007. Status of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in the Philippines. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing, pp. 130-142. Allied Publishers, New Delhi.

Tidwell, J.H., Coyle, S.D., Weibel, C. and Evans, J. 1999. Effects of interactions of stocking density and added substrate on production and population structure of freshwater prawns Macrobrachium rosenbergii. Journal of the World Aquaculture Society 30: 174-189.

Valenti, W.C. 1993. Freshwater prawn culture in Brazil. World Aquaculture 24 :30-44.

Valenti, W.C. 1996. Criacao de Camaroes em Aguas Interiores. Boletim Tecnico do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP) 2. Fundacao de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinaria e Zootecnia (FUNEP), Jabaticabal.

Valenti, W.C., Mallasen, M. and Silva, C.A. 1998. Larvicultura em sistema fechado dinamico. In Carcinicultura de Agua Doce: Tecnologia para a Producao de Camaroes, pp. 112-139. Fundacao de Amparo a Pesquisa doEstadode Sao Paulo (FAPESP), Sao Paulo and Instituto Brasileiro doMeio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovaveis (IBAMA), Brasilia.

Valenti, W.C. and Tidwell, J.H. 2006. Economics and management of freshwater prawn culture in Western Hemisphere. In Shrimp Culture: Economics, Market, and Trade. pp. 263-278. Blackwell Science, Oxford.

Valenti, W.C. 2007. Current status of freshwater prawn culture in Brazil. In Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing. Allied Publishers, New Delhi. pp. 105-110.

Wahab, M.A., Mannan, M.A., Hoda, M.A., Azim, M.E., Tollervey, A.G. and Wheaton, F.W. 1977. Aquacultural Engineering. Wiley-Interscience, New York.

Vanhaecke, P., De Vrieze, L., Tackaert, W. and Sorgeloos, P. 1995. The use of decapsulated cysts of the brine shrimp Artemia salina as direct food for carp *Cyprinus carpio* larvae. Journalof the World Aquaculture Society 21: 257-262.

Yasharian, D., Coyle, S.D., Tidwell. J.H. and Stilwell, W.E. 2005. The effect of tank colouration on survival, metamorphosis rate, growth and time to metamorphosis freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) rearing. Aquaculture Research 36: 278-283.

Yen, P.T. and Bart, A.N. 2008. Salinity effects on reproduction of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). Aquaculture 280: 124-128.

Zimmermann, S. and Rodrigues, J.B.R. 1998. Policultivo do camarao de agua doce com peixes. In Carcinicultura de Agua Doce: Tecnologia para a Producao de Camaroes, by Valenti, W.C. (Ed.), pp. 269-278. Fundacao de Amparo a Pesquisa do Estado de Sao Paulo (FAPESP), Sao Paulo and Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovaveis (IBAMA), Brasılia.

فصل دوم

زیست‌شناسی و آبزی‌پروری میگوی رودخانه‌ای شرق

Macrobrachium nipponense

۲ مقدمه

صدها گونه میگو در دریاها، آب‌های لب‌شور و شیرین سرتاسر دنیا یافت می‌شوند که اکثر این گونه‌ها کمیاب و بسیار کوچک‌اند و یا برای مصارف انسان و تجارت ممکن است مناسب نباشند. سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو) لیستی از ۱۴ گونه دارای اهمیت تجاری و خوراکی را ارائه کرده است که مجموع میزان صید این گونه‌ها تقریباً ۶ میلیون تن (FAO, 2018) در سال می‌رسد.

تشابه زیادی از انواع میگوها ، رنگ‌ها و شکل‌های متغیر میگوهای یک گونه در زمان مختلف و در مناطق مختلف و پیچیدگی زیاد گونه‌های موجود مشکلات را افزایش می‌دهند. بعضی از گونه‌ها را تنها به مدد شکل پا یا سایر ضمایم روی به بدن می‌توان تشخیص داد. بنابراین موثرترین روش جهت شناسایی و تفکیک میگوها شکل ظاهری و عمومی آن می باشد.

۲-۱ زیست‌شناسی میگوی رودخانه‌ای شرق

میگوی رودخانه‌ای شرق به لحاظ رده‌بندی و ریخت‌شناسی چندان تفاوتی با میگوی روزنبرگی ندارد. اما از مشخصات بارزی که گونه میگوی رودخانه‌ای شرق را از هم‌جنس خود جدا می‌کند این است که این میگو دارای سیخک سر کوتاه‌تر و تعداد دندانه‌های کمتر در قسمت فوقانی و تحتانی نسبت به روزنبرگی است (۵ تا ۶ دندانه در قسمت فوقانی و ۳ تا ۴ عدد در قسمت تحتانی سیخک سر).

۲-۱-۱ تولیدمثل و چرخه زندگی

حداکثر طول کل میگوی رودخانه‌ای شرق در نرها ۹ سانتی‌متر و در ماده‌ها ۸ سانتی‌متر می‌باشد. علی‌رغم اینکه این میگوها تمامی مراحل زندگی خود را در آب‌های شیرین می‌گذارند، اما وجود این گونه و تحمل آن در آب‌های کم شور و لب‌شور دور از انتظار نیست. بلوغ جنسی میگوی نر در طول ۶ سانتی متر و ماده‌ها در طول ۵ سانتی‌متر رخ می‌دهد که در این زمان در فصول بهار و تابستان زمانی‌که درجه حرارت بالای ۲ درجه سانتی‌گراد است به‌طرف سیلاب‌های بهاری و اعماق بیشتر (به‌طرف مصب) برای تولیدمثل مهاجرت می‌کنند (نصرالله زاده و نویریان، ۱۳۸۹؛ تحقیقی و همکاران، ۱۳۹۴). تخم‌گذاری همانند میگوی روزنبرگی است که در بخش قبل به تفصیل آورده شد. طول دوره انکوباسیون تخم‌ها در میگوی رودخانه‌ای شرق دارای ۹ مرحله لاروی کوتاه مدت است و حداکثر ۱۴ روز پس از آن به پست لارو تبدیل می‌شوند.

تولیدمثل میگوی رودخانه‌ای شرق در آب‌های سیاه درویشان (رودخانه استان گیلان) در بهار و تابستان صورت می‌گیرد (در درجه حرارت ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد) که معمولاً با شرایط مناسب آب‌وهوایی در این مناطق ۴ بار تخم‌گذاری انجام می‌گیرد (تولیدمثل) و لاروها پس از طی مراحل لاروی در قسمت سفلای رودخانه (دهانه)، به‌طرف قسمت علیای رودخانه جایی که به مرحله پست لارو می‌رسند مهاجرت می‌کنند.

۲-۲ آبزی‌پروری میگوی رودخانه‌ای شرق

میگوی رودخانه‌ای شرق بومی کشورهای چین، ژاپن ، تایلند و مالزی می‌باشد. این گونه به سایر کشورها مانند قزاقستان، ازبکستان، روسیه، فیلیپین، بلاروس و عراق نیز معرفی شده است. نخستین بار در کشور ایران در سال ۱۳۷۸ این گونه در تالاب انزلی مشاهده و ظرف مدت کوتاهی در اکثر منابع آبی از رودخانه ورودی به تالاب انزلی گرفته تا کانال‌های آب‌رسانی و مزارع برنج و سایر آبگیرهای استان گیلان و حتی رودخانه سفیدرود دیده شده است (Cai and Shokita, 2006; De Grave and Ghane, 2006). اثبات اینکه این گونه در سال ۱۳۷۰ توسط شیلات ایران همراه با محموله روزنبرگی وارد آبگیرهای تالاب انزلی شده یا خیر مستلزم مطالعات دقیق بیولوژیک می‌باشد. باوجوداین، این گونه جهت آبزی‌پروری طی مطالعات مختلفی مفید تشخیص داده شده است.

علی‌رغم جثه نسبتاً کوچک میگوی رودخانه‌ای شرق، تولیدات آبزی‌پروری آن از مرز ۲۰۰ هزار تن در سال گذشته است که در این بین کشور چین یک‌سوم تولیدات را به خود اختصاص داده است (Kutty, 2005). نکته قابل‌تأمل در آبزی‌پروری این گونه تحمل شرایط سخت محیطی و بقای آن در زمستان است. رشد سریع، ضریب تبدیل خوب، غذای ارزان، تکثیر آسان و مقاومت نسبت به بیماری‌ها سبب گردیده که این گونه مورد توجه آبزی‌پروران قرار گیرد (Miao et al., 2002).

طی مطالعات صورت گرفته مشخص شده است که قابلیت آبزی‌پروری میگوی رودخانه‌ای شرق در سرتاسر مناطق ایران نیز وجود دارد (حتی در آب‌های لب‌شور و کم شور).

۲-۲-۱ تکثیر و تهیه بذر میگوی رودخانه‌ای شرق

مولدین نر و ماده درشت‌تر از ۵ سانتی‌متر دارای رشد طبیعی و عاری از هرگونه عیب و نقص به‌عنوان ذخایر مولدین در نظر گرفته می‌شوند. مولدین را می‌توان در حوضچه خاکی به ابعاد ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع یا عمق ۱ متر پرورش داد و به همین منظور قبل از ذخیره‌دار کردن آن‌ها، ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم آهک زنده در کف و دیواره‌ها به جهت از بین بردن موجودات مضر به کار می‌برند (Chen et al., 2010). سپس آب‌گیری به عمق ۱۰ سانتی‌متر صورت می‌گیرد که پس از شستشو و خارج کردن آب آهک‌دار، آب تازه و فیلتر شده به عمق مورد نظر بر می‌گردد. میگوهای نر و ماده به نسبت ۱ به ۲ با میانگین وزنی ۴ تا ۵ گرمی را به میزان ۳ تا ۴ عدد در هر مترمربع ذخیره دار می‌کنند (تصویر ۲-۱).

تصویر ۲-۱ یک نمونه از استخرهای خاکی جهت نگهداری مولدین (اقتباس از Ahmed et al., 2008)

در فصل بهار و تابستان با توجه به درجه حرارت (۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد) مولدین چند بار در سال تخم‌گذاری می‌کنند که بستگی به شرایط اقلیمی و توپوگرافی منطقه دارد. اصولاً میگوهای رودخانه‌ای شرق که زمستان‌گذرانی کرده‌اند به لحاظ هم‌آوری و کیفیت بالاتر از (۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ تخم) میگوهایی هستند که در تابستان تخم‌گذاری می‌کنند (۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ عدد).

قطع پایه چشمی هم در نر و هم در ماده منجر به پیش‌رس شدن می‌شود. میگوهای مولد باردار را در فصول بهار و تابستان نیز می‌توان از رودخانه سیاه درویشان (تحقیقی و همکاران، ۱۳۹۴؛ نصرالله زاده و نویریان، ۱۳۸۹) در قسمتی نزدیک به تالاب و دهانه جمع‌آوری نمود (Cai and Shokita, 2006) (تصویر ۲-۲).

تصویر ۲-۲ محل جمع‌آوری میگوی رودخانه‌ای شرق در رودخانه سیاه درویشان در استان گیلان (اقتباس از نصرالله زاده و نویریان، ۱۳۸۹)

میگوهای بالغ روزانه با غذاهای تر مانند گوشت نرم‌تنان، کرم‌های خاکی و اسکوئیدها به میزان ۱ درصد وزن زیتوده تغذیه می‌شوند (نویریان و نصرالله زاده، ۱۳۹۰؛ Weimin, 2005). همچنین همراه با غذاهای تر، معمولاً از غذای نیمه مرطوب پخته که به‌صورت فشرده و کنسانتره درآمده (مقدار کمی از غذاهای تر را همراه با آرد کنجاله سویا، آرد ماهی، آرد گندم، کنجاله روغن زیتون ترکیب و بخارپز می‌کنند) به میزان ۳ درصد وزن زیتوده در ۳ نوبت (روزانه) مورد تغذیه قرار می‌گیرند. یک‌چهارم استخر، با گیاهان غوطه‌ور کشت می‌گردد که بستر و پناهگاه خوبی برای میگوهای مولد است. با یک مدیریت خوب و صحیح، مولدین ماده در بهار تخم‌گذاری می‌کنند (نویریان و محمدی، ۱۳۸۷؛ Dong et al., 1993).

قیمت مولد باردار حاصل از استخر پرورشی بین ۸ تا ۹ دلار در هر کیلوگرم می‌باشد، درحالی‌که مولدین حاصل از رودخانه‌ها و منابع طبیعی که از برند بالاتری با لحاظ ژنتیکی برخورد دارند بین ۱۳ تا ۱۵ دلار در هر کیلوگرم خریداری می‌گردد.

۲-۲-۲ پرورش لاروها در هاپا و استخر

برخلاف میگوی درشت‌جثه روزنبرگی که جهت تولید لارو نیاز به آب لب‌شور (۱۲ تا ۱۶ گرم لیتر) و مراکز کنترل شده دارد، میگوی رودخانه‌ای شرق به‌طور طبیعی در حوضچه خاکی آب شیرین تفریخ و تولید لارو می‌کند و نیاز به سیستم تفریخگاه ندارد.

هاپا یا گهواره پرورشی جهت تفریخ و تولیدمثل لاروها از قفس توری مستطیل شکل به مساحت ۱ تا ۲ مترمربع تشکیل شده است. هاپا دارای دو جداره بوده بطوری که جداره درونی آن که مولدین تخم‌دار در آن قرار دارند به ابعاد ۱ چشمه در سانتی‌متر مربع و ۰/۵ m × ۱ m × ۱/۷ m می‌باشد که پس از تفریخ تخم‌ها، لاروها به جداره بیرونی آن (جداره خارجی) انتقال می‌یابند که ابعاد آن ۰/۸ m × ۱ m × ۲ m و چشمه آن ۱۹۶ عدد در هر سانتی‌متر مربع است بگونه‌ای که لاروها راه خروج به بیرون و داخل استخر را ندارند و در همانجا تا مرحله پست لارو باقی می‌مانند (Herridge and Rose, 2000; Kutty, 2005) (تصویر ۲-۳).

تصویر ۲-۳ نمونه‌ای از هاپاهای (گهواره پرورشی) مورد استفاده در پرورش لاروها (اقتباس از Kutty et al., 2000)

۲-۲-۳ پرورش در استخر نوزادگاهی (نرسری)

حوضچه‌های خاکی معمولاً برای پرورش نوزاد به‌کار می‌روند. استفاده از قفس‌های پلی‌اتیلن مستطیل شکل به ابعاد ۱ m × ۲ m مستقر در حوضچه خاکی با تراکم ۱۰۰ تا ۲۰۰ عدد نوزاد در هر مترمربع امکان کنترل بیشتر و عدم ورود دشمنان طبیعی را به داخل آن می‌دهد. زمان نرسری در این قفس‌ها معمولاً ۳۰ روز است که پس از اتمام این دوره پست لاروها به میگوهای جوان ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر تغییر شکل می‌دهند (Kutty et al., 2000). برخی از پرورش‌دهندگان، پست لاروها را مستقیم وارد استخر می‌کنند که با تمهیداتی نظیر حصارکشی اطراف استخر، آماده‌سازی استخر و از بین بردن موجودات مضر و رقبای غذایی و کوددهی قبل از ذخیره‌سازی، امکان پرورش آن‌ها تا مرحله جوانی به اندازه ۲ سانتی‌متر ظرف ۳۰ روز وجود دارد. تراکم ذخیره‌سازی ۳۰۰ تا ۴۰۰ نوزاد در هر مترمربع و حداکثر مساحت استخر نوزادگاه ۴۰۰ مترمربع می‌باشد (تصویر ۲-۴).

تصویر ۲-۴ نمایی از جایگاه پرورش پست لارو در استخر نوزادگاه (اقتباس از Wickins and Lee, 2002)

۲-۲-۴ پرواربندی (حوضچه‌های پرورشی)

پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق در استخرهای خاکی صورت می‌گیرد. مساحت استخرهای پرواری از ۰/۴ تا ۱ هکتار متغیر است. ساخت و احداث استخر، مدیریت و برداشت به همان شیوه‌هایی است که قبلاً توضیح داده شد.

۲-۲-۴-۱ آماده‌سازی[۲]

آماده‌سازی استخر شامل:

الف) خشکاندن-معمولاً استخر به‌طور کامل خشک و در معرض نور خورشید قرار می‌گیرد.

ب) تسطیح کف استخر- پستی و بلندی‌ها و ناهمواری‌های کف استخر تسطیح می‌گردد؛ در وسط کف استخر نهر یا گودال کوچکی وجود دارد (از سمت ورودی به‌طرف خروجی) که علاوه بر ایجاد یک پناهگاه مناسب برای میگوها جهت فرار از گرما، به برداشت محصول در موقع تخلیه نیز کمک می‌کند (تصویر ۲-۵).

تصویر ۲-۵ نمایی از آماده‌سازی استخر (اقتباس از Miao, 2007)

ج) آهک پاشی- معمولاً به میزان ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم آهک زنده در کف و دیواره‌ها ریخته می‌شود که موجودات مضر را از بین می‌برد. پس از آبگیری به عمق ۱۰ سانتی‌متر و شستشوی استخر و خارج کردن آب آهک، استخر به عمق ۳۰ سانتی‌متر آبگیری می‌گردد (آبگیری اولیه).

د) کوددهی- معمولاً ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم کود مرغی به‌عنوان کود آلی جهت باروری استخر اضافه می‌گردد.

[2] Pond preparation

ه) افزایش ارتفاع آب و ذخیره‌سازی- آب استخر به ارتفاع موردنظر (۱/۲ متر) آب‌گیری می‌شود و پس از گذشت ۲ هفته با توجه به شفافیت آب به میزان ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم/هکتار کود شیمیایی یا غیر ارگانیگ اضافه می‌کنند (شفافیت مطلوب ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر).

از پست لاروها جهت ذخیره‌سازی در پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق استفاده می‌گردد؛ معمولاً از میگوهای جوان و مقاوم حاصل از استخر نوزادگاهی برای ذخیره‌سازی بکار گرفته می‌شود. میگوهای جوان با اندازه‌های ۱/۵ تا ۲ سانتی متر با تراکم ۱۲۰ تا ۲۲۵ عدد در هر متر مربع جهت ذخیره‌سازی در استخر مناسب می‌باشند (تصویر ۲-۶).

تصویر ۲-۶ استخر پرورشی آب‌گیری شده (اقتباس از Wickins and Lee, 2002)

۲-۲-۴-۲ تغذیه و روش‌های غذادهی

در روش‌های پرورش نیمه متراکم علاوه بر غذای زنده موجود در کف، از غذاهای تازه که در مزرعه به‌طور هفتگی ساخته می‌شود برای تغذیه میگو استفاده می‌شود. پیشنهاد می‌شود غذاهای تر مانند انواع گوشت حلزون، گوشت نرم‌تنان و کرم‌خاکی را با مواد پودری خشک مانند پودر ماهی (۵ درصد)، سبوس برنج، آرد گندم و سایر افزودنی‌های مفید ابتدا مخلوط کرده و سپس مخلوط خمیری شکل به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه بخارپز شده و آنگاه توسط چرخ گوشت به‌صورت پلت نرم و نیمه مرطوب درآورده می‌شود

(نویریان و محمدی، ۱۳۸۷؛ اتفاق دوست و همکاران، ۱۳۹۴؛ Noverian and Nasrollazadeh, 2012). ماندگاری غذاهای نیمه مرطوب در دمای یخچال معمولاً حداکثر ۴ روز است که روزانه به میزان ۳ درصد وزن بدن میگو در ۳ نوبت (صبح، بعدازظهر و غروب) مورد تغذیه قرار می‌دهند. برخی از پرورش‌دهندگان جهت نگهداری پلت‌های نرم به‌مدت طولانی‌تر آن‌ها را خشک می‌کنند و رطوبت آن‌ها را به کمتر از ۱۵ درصد تقلیل می‌دهند.

تحقیقات به‌عمل‌آمده در مورد میگوی رودخانه‌ای شرق نشان داده است که این گونه از مواد گیاهی و نشاسته‌دار به‌خوبی استفاده می‌کند، بنابراین کنجاله‌های گیاهی محلی مانند گل آفتابگردان، کلزا، پودر آزولا و غیره جایگزین پروتئینی مناسبی برای مواد اولیه گران‌قیمت مانند پودر ماهی می‌باشند (نویریان و نصرالله زاده، ۱۳۹۰). میزان جیره روزانه در درجه حرارت‌های ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۴ تا ۵ درصد وزن زیتوده (سه نوبت: صبح، بعدازظهر و غروب) می‌باشد (نویریان و همکاران، ۱۳۸۹؛ بیابانی و همکاران، ۱۳۹۴؛ نویریان و خوش خلق، ۱۳۹۴). بهتر است جهت رشد و بقای بالای میگوی رودخانه‌ای شرق از غذاهای کنسانتره به‌عنوان مکمل (۳۰ درصد کل غذا) به انضمام غذاهای دست‌ساز مزرعه نیز استفاده نمود. قابلیت پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق و تحمل آن نسبت به شرایط نامطلوب محیطی، مقاومت نسبت به بیماری‌ها و استفاده از جیره‌های ارزان‌قیمت یکی از دلایل عمده آبزی‌پروری این گونه می‌باشد. همچنین مطالعات صورت گرفته مؤید این امر است که در صورت کمبود آب شیرین، می‌توان میگوی رودخانه‌ای شرق را در آب‌های لب‌شور (۹ گرم در لیتر) به‌راحتی پرورش دارد.

۲-۲-۵ سیستم‌های پرورشی در میگوی رودخانه‌ای شرق

۲-۲-۵-۱ پرورش تک‌گونه‌ای[3]

پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق به‌صورت تک‌گونه‌ای و در سیستم غیر متراکم با برداشت ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در کشورهای آسیای جنوب شرقی معمول است. در مناطق گرمسیری امکان برداشت دو بار در سال (۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ کیلوگرم) نیز وجود دارد (New, 1995, 2008).

در مدیریت پرورش تک‌گونه‌ای میگوی رودخانه‌ای شرق آماده‌سازی استخر یکی از مراحل مهم در تولید و برداشت بیشتر است.

[3] Mono-culture

۲-۲-۵-۲ پرورش توأم

در پرورش توأم میگوی رودخانه‌ای شرق با کپور ماهیان چینی، نرم تراکم معمولاً شامل این موارد است:

- میگوی رودخانه‌ای شرق جوان ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متری ۴۵ تا ۷۵ عدد در مترمربع
- کپور نقره‌ای ۳ سانتی‌متری ۱۰۰۰۰ عدد در هکتار
- کپور سرگنده ۱۲۰۰۰ عدد در هکتار

کپورماهیان چینی جوان را معمولاً در اواسط فروردین همراه با میگوی رودخانه‌ای شرق جوان در استخر ذخیره‌دار می‌کنند. میگوهای جوان ظرف حداکثر ۳ ماه به وزن بازاری می‌رسند (۷ تا ۹ گرمی)، درحالی‌که کپور ماهیان چینی در همان استخر به مرحله انگشت قد خواهند رسید که پس از زمستان گذرانی و رسیدن به اوزان بالاتر جهت عرضه به پرورش‌دهندگان ماهیان گرم آبی ارائه می‌گردد (Miao, 2007).

در پرورش توأم میگو و کپورماهیان چینی، اولاً ماهیان از ستون آب که شامل زیتوده‌های گیاهی و جانوری (پلانکتون) است تغذیه می‌کنند، ثانیاً با حذف کپور معمولی در کف و جایگزینی آن با میگو که از قیمت بالاتری برخوردار است، سود بیشتری عاید آبزی پروران خواهد شد و ثالثاً با وجود میگو در کف و تغذیه آن از لارو، تخم و حلزون‌ها، باعث از بین رفتن آفات و بیمارها در استخر می‌شود (Kutty, 2005).

۲-۲-۵-۳ پرورش توأم با برنج (پرورش تکمیلی)[۴]

پرورش توأم میگوی رودخانه‌ای شرق با برنج در کشورهای آسیایی از جمله هند، بنگلادش و چین متداول است. در این سیستم که به آن پرورش تکمیلی نیز می‌گویند، گودال‌هایی به عمق ۰/۷ متر و عرض ۱ متر حواشی شالیزار احداث می‌گردند. معمولاً میگوهای جوان ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متری با تراکم ۵-۳ عدد در مترمربع در کانال (گودال) ذخیره‌سازی می‌کنند. مطالعاتی که در استان گیلان (ایران) در چند سال اخیر صورت گرفت مؤید این امر است که شرایط آب و هوایی شمال کشور مستعد تولید توأم برنج و میگو است (بایرامی و همکاران، ۱۳۹۴). پس از آماده‌سازی شالیزار و کانال در اواسط اسفندماه، معمولاً میگوها را ذخیره‌سازی می‌کنند سپس در اواسط فروردین با توجه به مستعد بودن آب‌وهوای

[4] Integrated Culture

گیلان، نشاء برنج (ترجیحاً نوع هاشمی) صورت می‌گیرد. بنابراین هم‌زمان با رشد ساقه برنج، میگوهای موجود در کانال که ارتباط با شالیزار دارند از انواع حشرات، کرم‌ها (از جمله کرم ساقه‌خوار) و سایر موجودات تغذیه می‌کنند. بدین‌وسیله علاوه بر از بین بردن کرم ساقه‌خوار (به‌عنوان آفت)، فضولات میگو موجب تقویت شالیزار می‌شود، کود شیمیایی نیز حذف می‌گردد و برنج سالم و کاملاً طبیعی ارائه می‌گردد (Higgs et al., 1983; Barker et al., 1999, 2000; Huy Giap et al, 2005) (تصویر ۲-۷).

الف: آماده‌سازی کرت‌های برنج و گودال‌های پیرامونی ب: فصل برداشت برنج و میگو در انتهای دوره

تصویر ۲-۷ نمایی از مزرعه پرورش توأم میگوی رودخانه‌ای شرق با برنج (بایرامی و همکاران، ۱۳۹۴. هنرستان جنت)

برداشت محصول میگوی رودخانه‌ای شرق به‌صورت تک‌کشتی معمولاً با تخلیه کامل آب و هدایت آن از طریق گودال مرکزی (از دریچه ورودی به‌طرف دریچه خروجی) صورت می‌گیرد، درحالی‌که در برداشت محصول میگوی رودخانه‌ای کشت شده در پرورش تکمیلی با برنج، برداشت هم‌زمان یا پس از برداشت محصول برنج، از طریق تخلیه کانال و جمع‌آوری با دست صورت می‌پذیرد (Chaudhry and Mclean, 1963; Lu and Hirasawa, 2000).

۲-۲-۶ بیماری‌ها و دشمنان طبیعی

در سال‌های اخیر، بیمارهای مشخصی مانند پوسیدگی آبشش[5]، لکه سیاه[6] و لکه قرمز[7] در بدن میگوی رودخانه‌ای شرق مشاهده شده است. لکه قرمز بدن معمولاً در اثر دستکاری و جابجایی‌های نادرست رخ

[5] Gill rot
[6] Black spot

می‌دهد که باعث تلفات و کاهش تولید می‌گردد (Pillay and Kutty, 2005). استفاده از پودر سفیدکننده کلر[۸] در درمان پوسیدگی آبششی اثربخش است. یکی از عوامل مهم در ایجاد بیماری‌ها و آفات، آلودگی‌های محیطی و عدم کیفیت مطلوب آب پرورشی است که تاکنون در استان گیلان هیچ‌گونه بیماری یا آفاتی مشاهده نشده است.

دشمنان طبیعی میگوی رودخانه‌ای شرق شامل ماهیان گوشت‌خوار، قورباغه، مار و سمور آبی می‌باشند که باعث کاهش تولید آن می‌گردند. جهت کاهش دشمنان طبیعی میگوی رودخانه‌ای شرق، آماده‌سازی استخر و تعبیه توری‌های مناسب در ورودی و خروجی آب و حصارکشی حواشی لازم و ضروری به نظر می‌رسد، درحالی‌که در مزارع شالیزاری حصارکشی کفایت می‌کند. پرندگان ماهی‌خوار، از دشمنان طبیعی میگو بشمار می‌روند که با بندکشی در سطح استخر از ورود آن‌ها ممانعت به عمل می‌آید (Wong and McAndrew, 1990; Sunardi et al., 2004).

۲-۲-۷ بازاریابی

اگرچه میگوی رودخانه‌ای شرق به لحاظ بازار با میگوی درشت‌جثه روزنبرگی و یا میگوهای تجاری دریایی نمی‌تواند رقابت کند، اما در بازارهای محلی در کشورهای آسیای جنوب شرقی طرفدار زیادی دارد و از قیمت به‌نسبت خوبی برخوردار است. مطالعات صورت گرفته بر روی گونه موجود در ایران به لحاظ کیفیت گوشت (نرم و قابل ارتجاع) و ارزیابی حسی آن نشان داد که این‌گونه نسبت به گونه‌های دریایی از بافت نرم‌تر و خوش‌خوراک‌تری برخوردار است (Noverian, 2012).

علی‌رغم مطالعات انجام شده در دهه‌های اخیر بر روی میگوی رودخانه‌ای شرق در استان‌های شمالی کشور، توسعه آبزی‌پروری این صنعت تاکنون در ایران مشاهده نشده است. امید است با استعانت از یاری ایزد منان و همت دست‌اندرکاران شیلات شاهد شکوفایی این پرورش این گونه در کشور عزیزمان باشیم.

---

[7] Red body disease
[8] Blaching powder

منابع

اتفاق دوست، م.، حقیقی، ح.، نویریان، ع.ح. ۱۳۹۴. اثرات دفعات غذادهی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب شیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق *Macrobrachium nipponese*. مجله علمی شیلات ایران، سال۴، شماره ۱، ۸۳-۹۷.

بایرامی، ا.، نویریان، ع.ح.، افشار محمدیان، م.، اسدی، ا. ۱۳۹۵. گزارش نهایی کشت توام برنج و میگو با شرایط آب و هوای استان گیلان. معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی.

بیابانی، ا.، نویریان ع.ح.، فلاحتکار، ب. ۱۳۹۴. اثر جایگزینی پودر ماهی با سطوح مختلف کانولا بر عوامل رشد و ترکیب بدن میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponese*). فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، شماره ۷، ۱۸۹-۱۹۶.

تحقیقی، م.، پاشایی راد، ش.، نویریان. ع.ح. ۱۳۹۴. مطالعه مورفولوژیکی و تاکسونومیکی میگوی رودخانه‌ای شرق در رودخانه سیاه درویشان استان گیلان. فصلنامه زیست شناسی جانوری، سال ۵، شماره ۳، ۱۱-۱۹.

نصرالله زاده، ا.، نویریان، ع.ح. ۱۳۸۹. انتشار میگوی رودخانه‌ای شرق در رودخانه سیاه درویشان استان گیلان. سومین همایش ملی میگوی ایران. مجموعه مقالات، ۱۱-۱۴.

نویریان، ع.ح.، محمدی، م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین بر شاخص های رشد میگوی آب شیرین رودخانه‌ای شرق در مرحله جوانی (*Macrobrachium nipponese*). مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۷، شماره ۱ و۲، ۱۱۱-۱۲۲.

نویریان، ع.ح.، محمدی، ح.، حقی وایقان، ع. ۱۳۸۹. بررسی اثر سطوح مختلف زئولیت بر شاخص های رشد میگوی بازوبلند رودخانه‌ای شرق (*Mactobrachium nipponese*). سومین همایش ملی میگوی ایران. مجموعه مقالات، ۶-۸.

نویریان، ع.ح.، نصرالله زاده، ا. ۱۳۹۰. تعیین سطوح انرژی قابل هضم بر عوامل رشد و ترکیبات بدن میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponese*). دومین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران. دانشگاه آزاد واحد لاهیجان. ۸-۱۱.

نویریان، ع.ح. خوش خلق، م. ۱۳۹۴. اثر سطوح مختلف کربوهیدرات بر شاخص های رشد و ترکیبات شیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸، شماره ۱، ۱۰۵-۱۱۵.

Ahmed, N., Demaine, H. and Muir, J.F. 2008. Freshwater prawn farming in Bangladesh: history, present status and future prospects. Aquaculture Research 39: 806-819.

Barker, R., Dawe, D., Tuong, T.P., Bhuyan, S.I. and Guerra, L.C. 2000. The outloock for water resources in the year 2020: Challenges for research on water management in rice production. International Rice Commission Newsletter 49: 7-21.

Barker, R., Dawe, D., Tuong, T.P., Bhuyan, S.I. and Guerra, L.C. 1999. The outloock for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production. In: Assessment and Orientation To wards the 21st Century. Proceedings of 19th Session of the International Rice Commission. Cairo, Egypt, 7-9 September 1998. FAO, Rom, pp 96-109.

Cai, Y. and Ng, P.K. 2002. The freshwater palaemonid prawns (Crustacea: Decapoda: Caridea) of Myanmar. Hydrobiologia 487: 59-83.

Cai, Y., and Shokita, S.H., 2006. Report on a collection of freshwater shrimp from the philipines, with descriptions of four new species. The Raffles Bulletin of Zoology 54: 245-270.

Chaudhry, M.S. and Mclean, E.O. 1963. Comparative effects of flooded and unflooded soil conditions and nitrogen application on growth and nutrient uptake by rice plants. Agronomy Journal 55: 565-567.

Chen, R.T., Cang, S.T., Yeh, M.F., Chen, H., Tsai, C.F. and Tzeng, W. 2010. Distribution of the fresh water prawns in Taiwan in relation to their biogeographic origins. Biodivers 12: 83-95.

De Grave, S. and Ghane, A. 2006. The establishment of the oriental river prawn, (*Macrobrachium nipponense*) (De Haan, 1849) in Anzali Lagoon, Iran. Aquatic Invasions, 1(4): 204-208.

Dong, F.M., Hardy, R.W., Haard, N.F., Barrow, F.T., Rasco, B.A., Fairgrieve, W.T. and Foster, I.P. 1993. Chemical composition and protein digestibility of poultry by-products meals for salmonid diets, Aquaculture 116: 149-158.

FAO. 2018. Top 10 species groups in global aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department. 4 p.

Higgs, D.A., Fagerlund, U.H., McBride, J.R., Plotnikoff, M.D., Dosanjh, B.S., Markert, J.R., and Davidson, J. 1983. Protein quality of Altex canola meal for juvenile chinok salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) considering dietary protein and 3, 5, 3′-triiodo-L-thyronine content. Aquaculture 34: 213-238.

Huy Giap, D., Yi, Y. and Kwei Lin, C. 2005. Effects of different fertilization and feeding regimes on the production of integrated farming of rice and prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Aquaculture Research 36: 292-299.

Kutty, M.N., Herman, F. and Le Menn, H. 2000. Culture of other prawn species. In Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*, pp. 393-410. Blackwell Science, Oxford.

Kutty, M.N. 2005. Towards sustainable freshwater prawn aquaculture-lesson from shrimp farming, with specialreference to India. Aquaculture Research 36: 255-263.

Lu, J., Ookawa, T. and Hirasawa, T. 2000. The effects of irrigation regimes on the water use, dry matter production and physiological responses of paddy rice. Plant and Soil 223: 207-216.

Miao, W., and Ge, X. 2002. Freshwater prawn culture in China: an overview. Aquaculture Asia 7: 9-12.

Miao, W. 2007. Development of Oriental River Prawn *Macrobrachium nipponense* Culture in China. In World Aquaculture 2007, 26 February–2 March 2007, San Antonio, Texas, USA, p. 600.World Aquaculture Society, Baton Rouge.

New, M.B. 2008. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. John Wiley and Sons.

Noverian, A.H. and Nasrollazadeh. 2012. Effect of replacement of fish meal by plant meal (*Azolla pinata*) on growth performance and body composition of river prawn (*Macrobrachium Nipponese*). First International Larvicultura Conference in Iran. University of Tehran. Karaj-Iran, 506-510.

Pillay, T.V.R. 2004. Aquaculture and the Environment. Blackwell Publishing, Oxford.

Pillay, T.V.R. and Kutty, M.N. 2005. Aquaculture: principles and practices. Blackwell Publishing.

Sunardi, S., Kumar, K., Masunaga, S., Iseki, N., Kasuga, S. and Nakanishi, J. 2004. Temporal trends of organochlorine pesticides in prawn (*Macrobrachium nipponense*) from Lake Kasumigaura, Japan, during 1978–2000. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 47: 94-100.

Weimin, M. 2005. Fresh water prawn culture in china and its market prospects. Aquaculture Asia 10: 5-8.

Wickins, J.F. and Lee, D. 2002. Crustacean farming: ranching and culture. Blackwell Science Ltd. Oxford, 446 p.

Wong, J.T.Y. and McAndrew, B.J. 1990. Selection for larval freshwater tolerance in

فصل سوم

زیست‌شناسی و آبزی‌پروری شاه‌میگوی (Crayfish) آب شیرین بازو باریک

Astacus leptodactylus

۳ مقدمه

مهم‌ترین شاه‌میگوی آب شیرین که در ایران یافت می‌شود شاه‌میگوی بازو باریک می‌باشد که پراکنش آن در ایران در سواحل جنوبی دریاچه خزر، تالاب انزلی و دریاچه مخزنی ارس می‌باشد. موجودی تاریک دوست و سایه‌پسند است (نویریان و همکاران، ۱۳۸۶).

نام‌گذاری اشتباه این جانور در قدیم بنام خرچنگ دراز آب شیرین سبب شده است که جامعه با نگاهی متفاوت به آن بنگرد ولی با توجه به شباهت مشخصات ظاهری و عمومی این گونه با شاه‌میگوی چنگال‌دار آمریکایی، به‌تازگی محققان نام فارسی آن‌را به‌طور صحیح شاه‌میگوی آب شیرین نام‌گذاری کردند. گونه شاه‌میگوی بازو باریک جهت تکثیر و پرورش بسیار ارزشمند می‌باشد، لذا بررسی دقیق زیست‌شناسی این گونه در آب‌های کشورمان حائز اهمیت فراوانی است.

۳-۱ زیست شناسی

۳-۱-۱ رده‌بندی

شاه‌میگوی آب شیرین ایران *Astacus leptodactylus* از شاخه بندپایان، رده سخت‌پوستان عالی، راسته ده‌پایان، خانواده استاستیده، جنس Astacus و گونه بازو باریک می‌باشد.

۳-۱-۲ ریخت‌شناسی

سطح بدن سخت‌پوستان را کوتیکول ترشحی مرکب از کیتین پروتئینی و مواد آهکی پوشانده است. صفحات سخت‌تر و سنگین‌تر موجود در بدن سخت‌پوستان بزرگ‌تر، دارای ترکیبات آهکی بیشتر است. این پوشش، در محل اتصال قطعات (مفصل‌ها) نازک و نرم است و در نتیجه انعطاف‌پذیری و حرکات بدن امکان‌پذیر شده است.

بدن شاه‌میگوی آب شیرین مانند سایر میگوها از سه قسمت اصلی تشکیل شده است. سر و سینه به هم جوش خورده (Cephalotroax) و شکم به خاردمی و بادبزن دمی منتهی می‌شود.

نمای ظاهری پشتی شاه‌میگوی آب شیرین از موارد به شرح جدول ۳-۱ تشکیل شده است.

چشم مرکب؛ سیخک سر (روستروم)؛ شاخک کوچک؛ شاخک بزرگ. اولین پای حرکتی به چنگال قوی تبدیل شده است؛ دومین و سومین پای حرکتی به انبرک ضعیف منتهی شده؛ چهارمین و پنجمین پای حرکتی فاقد انبرک است (تصویر ۳-۱).

تصویر ۳-۱ نمای ظاهری پشتی و شکمی شاه‌میگوی آب شیرین. الف: نمای پشتی، ب: نمای شکمی، ج: نمای پشتی کاسه سنگ (carapace)، د: نمای پشتی سیخک سر (rostrum)، ه: نمای شکمی بازوی انبرکی (chelum) و نمای شکمی بادبزن دمی (telson) (اقتباس از Perdikaris and Georgiadis, 2017)

جدول ۳-۱ ضمائم شاه‌میگوی آب شیرین و عملکرد آن‌ها (Holdich, 2002; Perdikaris and Georgiadis, 2017)

زائده	پیش پاره	پای میانی	پای خارجی	عمل

	(پریوپود)	(اندوپود)	(اگزوپود)	
اولین شاخک	سه قسمتی، استاتوسیست در پایه	پر بند	پر بند	لمس، چشایی، تعادل
دومین شاخک	دو قسمتی، سوراخ دفعی در پایه	دراز، پر بند	نازک، تیغه نوک تیز	لمس، چشایی
آرواره بالایی (ماندیبول)	دو قسمتی، آرواره قوی	دو قسمتی	-	خرد کردن غذا
اولین آرواره پایینی (ماگزیلا)	دو قسمتی با دو اندیت نازک	لاملای مفصل دار کوچک	-	گرفتن غذا
آرواره پایینی دوم (ماگزیلای دوم)	دو قسمتی با دو اندیت و یک اپی پود	یک قسمت کوچک مفصل دار	زائده پارو مانند (اسکافوگناتیت)	راندن جریان آب بسوی آبشش‌ها
اولین پاهای آرواره‌ای (ماگزیلاپود)	دو صفحه میانی	دو قسمت کوچک	یک قسمت قاعده‌ای و تعدادی رشته-های مفصل‌دار	لمس، چشایی، گرفتن غذا
دومین پای آرواره‌ای	دو قسمتی	پنج قسمت کوچک	دو قسمت باریک	لمس، چشایی، گرفتن غذا
سومین پای آرواره‌ای	دو قسمتی	پنج قسمت بزرگ	دو قسمت باریک	لمس، چشایی، گرفتن غذا
اولین پای	دو قسمتی	پنج قسمت با	-	حمله و دفاع

حرکتی		گیره‌های قوی		
دومین پای حرکتی	دو قسمتی	پنج قسمت با گیره کوچک	-	راه رفتن و گرفتن
سومین پای حرکتی	دو قسمتی ، سوارخ تناسلی در ماده	پنج قسمت با گیره کوچک	-	راه رفتن و گرفتن
چهارمین پای حرکتی	دوقسمتی	پنج قسمت بدون گیره	-	راه رفتن
پنجمین پای حرکتی	دو قسمتی، سوراخ تناسلی در نر، بدون آبشش (اپی‌پود)	پنج قسمت بدون گیره	-	راه رفتن
اولین پای شنا	در ماده کوچک شده، وجود ندارد. در نر با آندوپود یکی شده و لوله را می‌سازد	-	-	در نر برای انتقال اسپرم به ماده
دومین پای شنا در نر	برای انتقال اسپرم به جنس ماده	برای انتقال اسپرم به جنس ماده	-	-
دومین پای شنا در ماده	دو قسمتی	رشته‌های مفصل‌دار	رشته‌های مفصل‌دار	ایجاد جریان آب در حمل تخم‌ها و نوزادها

سومین تا پنجمین پای شنا	دو قسمتی و کوچک	رشته‌های مفصل‌دار	رشته‌های مفصل‌دار	ایجاد جریان آب در حمل تخم‌ها و نوزادها
بادبزن دمی (یوروپود)	یک قسمتی و پهن	مسطح، صفحه بیضوی	مسطح، صفحه بیضوی، تقسیم شده به دو بخش با لولا	

۳-۱-۳ حرکت

شاه‌میگوی آب شیرین برخلاف میگو نمی‌تواند شنا کند و عمدتاً به کمک چهار جفت پاهای حرکتی خود بر روی بستر راه می‌رود. چنانچه شاه‌میگو از چیزی هراس داشته باشد به‌سرعت و با حرکت شدید به سمت عقب جهش می‌کند که این عمل در حقیقت به کمک پهن کردن بادبزن دمی به سمت خارج انجام می‌شود. برخی از شاه‌میگوها به‌جای عقب‌نشینی با چنگال باز به سمت جلو حمله می‌کنند. شاه‌میگوها شاخک‌های خود را به‌طور مدام به اطراف حرکت داده و حواشی محیط خود را مورد بررسی و کاوش قرار می‌دهند؛ در این زمان شاخک‌ها در طول بدن کشیده می‌شوند تا هر مانعی را بر سر راه ردیابی کنند.

۳-۱-۴ تغذیه

شاه‌میگوی آب شیرین همه‌چیزخوار بوده، به‌طوری‌که از طیف وسیعی از منابع گیاهی و جانوری به‌صورت زنده یا مرده تغذیه می‌کند و در صورت وجود لاشه، مرده‌خواری نیز می‌کند. زمانی‌که شاه‌میگوها جوان هستند بیشتر غذاهای جانوری را ترجیح می‌دهند، درحالی‌که در زمان بزرگ‌سالی و بلوغ به رژیم گیاهی تمایل می‌یابند (نویریان، ۱۳۹۰؛ نویریان و اسدی، ۱۳۹۳).

این جانور بسیار محتاط عمل می‌کند، به‌طوری‌که ابتدا غذا را مورد آزمایش قرار می‌دهد و آنگاه در صورت مناسب بودن آن را می‌خورد. غذاهای زنده مطلوب شاه‌میگو عمدتاً نرم‌تنان، انواع حشرات، لارو حشرات، کرم‌ها و حلزون‌های آب شیرین، بچه قورباغه و حتی جوندگان و ماهی کوچک را شامل

می‌گردد. شاه‌میگو در شب به دنبال شکار می‌رود و به‌طورکلی از بعدازظهر تا نزدیکی صبح در جستجوی غذا می‌باشد.

۳-۱-۵ زیستگاه

شاه‌میگو معمولاً در طول روز در پناهگاه به‌سر می‌برد که ممکن است این پناهگاه شکافی در داخل صخره، سوراخی در پشته‌ای نزدیکی ساحل و یا زیر ریشه‌های درختان و گیاهان باشد و به همین دلیل در محیط‌های پرورشی و کنترل شده آبی از سفال‌ها و آجرهای توخالی به‌عنوان مخفیگاه استفاده می‌کنند (نویریان و همکاران، ۱۳۸۶؛ Jones, 1990). شاه‌میگو پناهگاه‌ها را برای خوردن غذا، پوست‌اندازی و تولیدمثل استفاده می‌کند که معمولاً در این مواقع در بیرون از پناهگاه بشدت آسیب‌پذیر خواهد بود و چنانچه از مخفیگاه خود خارج شود سریع به آن بازمی‌گردد. گونه‌های مختلف شاه‌میگو زیستگاه‌های مختلفی را برای خود انتخاب می‌کنند؛ برخی از آن‌ها آب‌های شفاف و سریع، بعضی آبگیرهای آرام و عمیق و برخی هم در باتلاق‌ها زندگی می‌کنند که البته محدودیت‌های زیستی برای آن‌ها نیز وجود دارند، به‌عنوان‌مثال این جانور در آب‌های نرم و کم املاح نمی‌تواند بسر برد. سختی مطلوب آب برای زیست این جانور معمولاً بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم/لیتر کربنات کلسیم است که برای پوست‌اندازی و اسکلت خارجی بدن خود نیاز دارد.

محدوده درجه حرارت سالیانه آب برای رشد نوزادان و بزرگ‌سالان شاه‌میگوی آب شیرین در بهار و تابستان ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد است؛ اما تولیدمثل و هم‌آغوشی در پاییز و زمستان زمانی که درجه حرارت آب زیر ۱ درجه سانتی‌گراد است اتفاق می‌افتد (نویریان، ۱۳۹۰؛ Cabantous, 1975). چنانچه شاه‌میگو محیط آبی خود را جهت تغذیه از گیاهان و علف‌ها ترک کند به زیستگاه‌های دورتر از زیستگاه‌های طبیعی خود مهاجرت می‌کند که دلیل این امر نامناسب بودن شرایط زیستی بوده که برای خودش شرایط مطلوب‌تر را جستجو می‌کند.

۳-۱-۶ تولیدمثل

شاه‌میگوی آب شیرین بازو باریک در آب‌های ایران معمولاً در انتهای یک سال به بلوغ جنسی می‌رسد. علایم تشخیص ظاهری نر و ماده با چشم غیر مسلح امکان‌پذیر است؛ در بخش شکمی نر دو جفت ضمائم انبرکی به نام پاهای تناسلی وجود دارد که به انتقال اسپرم به بخش سینه‌ای ماده کمک می‌کند که ماده‌ها فاقد آن‌اند، همچنین منافذ تناسلی ماده در بین جفت سوم پای حرکتی قرار دارد.

در اواخر پاییز، شاه‌میگوی نر غالب با پوسته ضخیم با ماده تازه پوست‌اندازی کرده هم‌آغوشی می‌کند که این عمل به کمک چنگال‌های قوی‌تر انجام می‌گیرد (Jones, 1998; Holdich, 2002). شاه‌میگوی نر بر روی بدن ماده سوار می‌شود و پاهای خود را در پاهای ماده قفل می‌کند. سرانجام شاه‌میگوی نر مایع حامل اسپرم را به‌صورت پوشش توده ژلاتینی به جناغ سینه ماده وارد می‌کند که در این حالت جانور ماده اسپرم‌دار می‌شود (شاه‌میگوی مادر). شاه‌میگوی مادر تا فصل بهار اسپرم‌ها را با خود حمل می‌کنند و زمانی‌که درجه حرارت در این فصل به بالای ۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و تخمک ها رسیده شدند، هم‌زمان با خروج تخمک‌های رسیده توده ژلاتینی حاوی اسپرم را خراش داده که در این حالت تخمک‌ها و اسپرم‌ها ترکیب شده و تخم‌های لقاح یافته به وجود می‌آیند. تخم‌های لقاح یافته مانند خوشه‌های انگور (رنگ قهوه‌ای و مشکی) به بخش شکمی ماده (توسط ضمایم) انتقال می‌یابند. یک شاه‌میگو به وزن ۳۰ تا ۳۵ گرمی بین ۵۰۰ تا ۷۰۰ عدد تخم می‌گذارد (تصویر ۳-۲).

تصویر ۳-۲ یک شاه‌میگوی آب شیرین به همراه تخم‌هایش (اقتباس از Pillay and Kutty, 2005)

تخم‌ها ظرف مدت سه تا چهار هفته توسط مادر انکوباسیون می‌شود و پس از این مدت تخم‌ها ظرف مدت ۴۸ ساعت تفریخ و نوزادان مینیاتوری شبیه والدین خارج می‌شوند، آن‌ها یک الی دو روز همراه با

مادران خود هستند و پس از آن مادر آن‌ها را از خود دور می‌کند، در غیر این صورت ممکن است توسط والدین خورده شوند.
نوزادان مینیاتوری در آغاز زندگی از مواد ذخیره موجود در بخش سرسینه خود تغذیه می‌کنند و تحرک زیادی ندارند. پوشش اسکلت بدن آن‌ها نرم و قابل ارتجاع است تا مانع رشد جانور نشود؛ به‌تدریج این لایه سفت شده و تشکیل اسکلت بیرون شاه‌میگوی جوان را می‌دهد. پس از گذشت ۸ تا ۱۲ روز از تخم‌گشایی یا تفریخ، پوسته قدیمی خود را کنار زده و پوسته جدیدی به‌وجود می‌آورد که به‌تدریج ضخیم می‌شود. شاه‌میگوی جوان در مراحل اولیه زندگی خود جهت رشد سریع، بیشتر از مراحل بزرگسالی و بلوغ پوست‌اندازی می‌کند. شاه‌میگوهای آب شیرین برای رشد و بقای خود در مراحل مختلف زندگی می‌بایستی پوست‌اندازی کنند که نیاز به مواد کلسیمی دارند. بنابراین جانور به آب‌های تقریباً سخت (۲۰۰-۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) نیاز دارد و یا از طریق مواد غذایی موجود در محیط نیز می‌تواند منابع کلسیمی را دریافت کند.

۳-۱-۷ بازسازی اندام‌ها

درصورتی‌که هر یک از ضمائم بدن شاه میگو قطع شود، جانور در پوست‌اندازی بعدی قادر است اندام از دست داده خود را بازسازی و احیا کند که در بازسازی، اندام ابتدا مانند یک جوانه کوچک ظاهر شده و سپس رشد می‌کند.

۳-۲ آبزی‌پروری شاه‌میگوی آب شیرین

ارزش غذایی و اقتصادی شاه‌میگوی آب شیرین سبب گردیده است که این آبزی در ردیف مهم‌ترین محصولات غذایی در جهان به شمار آید و به دلیل تقاضای زیاد و بازار مصرف آن خصوصاً در کشورهای اروپایی و آمریکایی، یکی از محصولات عمده صادراتی کشورهای تولیدکننده محسوب می‌شود. از این‌رو سهم مناسبی از توسعه آبزیان را در جهان به خود اختصاص داده و از رشد روزافزونی برخوردار می‌باشد. علاوه بر این، مناطقی وسیعی تحت کشت و پرورش شاه‌میگوهای آب شیرین قرار گرفته است. اگرچه تولید شاه‌میگوی آب شیرین در قیاس با میگوی درشت‌جثه آب شیرین (روزنبرگی) و میگوهای دریایی کمتر است اما با این‌حال مورد توجه خیلی از کشورها قرار گرفته است (Jones and Ruscoe, 2000).

محصولات منجمد شده شاه‌میگوی آب شیرین در فروشگاه‌های بزرگ اروپا و آمریکا با توجه به اندازه آن بین ۱۵ تا ۲۰ دلار عرضه می‌شوند. با این وجود، محصولات تازه و زنده آن نسبت به محصولات منجمد ترجیح داده می‌شوند.

تاریخچه پرورش و تولید تجاری شاه‌میگوی آب شیرین به سال ۱۹۶۰ میلادی برمی‌گردد. ویژگی‌هایی نظیر مقاومت بالا در مقابل تغییرات درجه حرارت و رشد مناسب در شرایط طبیعی، سهولت تولید و پرورش، امکان کشت توأم برنج- شاه‌میگو در شالیزارها، استخر، کانال‌ها و سیستم‌های نیمه متراکم و همچنین ارزش اقتصادی مناسب آن سبب گردیده که پرورش این گونه مورد توجه قرار گیرد (Huner and Lindquist, 1981).

مراکز تکثیر و تفریخگاه شاه‌میگوی آب شیرین به دلیل طولانی بودن دوره انکوباسیون و هم‌آوری پایین آن چندان توسعه نیافته است، اما امکان تفریخ و انکوباسیون آن در شرایط نیمه طبیعی وجود دارد.

۳-۲-۱ تکثیر شاه‌میگوی آب شیرین

۳-۲-۱-۱ انکوباسیون و تفریخ به‌صورت نیمه طبیعی

اصولاً جهت مولدسازی و انکوباسیون تخم‌ها از جعبه‌های مستطیل شکل به ابعاد ۱۰m × ۲ m × ۰/۴ m و یا از جعبه‌های گرد به قطر ۰/۱-۸ m استفاده می‌شود. جعبه‌های تکثیر[9] یا زایشگاه وسیله‌ای است که مانع خورده شدن نوزادان مینیاتوری تازه متولد شده توسط مادرانشان می‌باشد (نویریان، ۱۳۸۴). یک دیواره در مرکز، جعبه تکثیر را به دو قسمت مساوی تقسیم کرده که بخش پایینی و بالایی آن توسط یک توری محکم و سفت طوری طراحی شده‌اند که چشمه فوقانی جعبه یعنی جایی که مولدین و مادران قرار دارند به قسمت تحتانی جعبه راه ندارند؛ بدین ترتیب نوزادان مینیاتوری تازه متولد شده به چشمه زیرین (۳ میلی‌متری) راه می‌یابند و از دسترس والدین که ممکن است خورده شوند خارج می‌گردند. جعبه تکثیر حاوی یک تکه لوله پلاستیکی به قطر ۵ سانتی‌متر و طول ۱۷ سانتی‌متر است و همچنین یک صفحه مسطح (مانند آجر، سفال یا هر وسیله‌ای که پهن و صاف باشد) جهت تغذیه

[9] Broodstock boxes

می‌باشد. در ضمن لوله‌های پولیکا جهت پناهگاه نوزادان مینیاتوری شاه‌میگو در جعبه تعبیه می‌گردد که محل امنی برای آن‌ها در زمان پوست‌اندازی می‌باشد.

در یک استخر پرورشی، تمامی جعبه‌های تکثیر معمولاً در کنار هم و روی یک سکوی سیمانی در بالای کف استخر قرار می‌گیرند. از آجرهای توخالی و یا هر وسیله دیگری جهت بالا نگه‌داشتن جعبه‌ها به‌عنوان پلت‌فرم استفاده می‌شود. نوزادان مینیاتوری از چشمه‌های تور زیرین جعبه تکثیر خارج شده و آزادانه شنا می‌کنند؛ بدین ترتیب از دسترس والدین خود خارج می‌گردند. البته برخی از آبزی‌پروران از جعبه‌های دو جداره استفاده می‌کنند، بگونه‌ای که جعبه زیرین چشمه‌های آن طوری طراحی شده که نوزادان به استخر راه ندارد و مدتی در این جعبه مورد تغذیه قرار می‌گیرند تا مقاوم و درشت‌تر شوند. پس از انکوباسیون و تفریخ تخم‌ها، مولدین از جعبه‌ها خارج و جهت تولیدمثل بعدی به استخرهای مولدین بازگردانده می‌شوند.

۳-۲-۱-۲ تکثیر مصنوعی[10]

به‌دلیل طولانی بودن دوره انکوباسیون و هم‌آوری پایین (۵۰۰ تا ۷۰۰ عددی تخم)، تکثیر مصنوعی آن‌ها مقرون‌به‌صرفه نیست، باوجود این ، تکثیر مصنوعی شاه‌میگوی آب شیرین در برخی از کشورهای اروپایی و آمریکایی در مقیاس کوچک صورت می‌گیرد که در این سیستم تکثیر مصنوعی از انکوباتورهای زوگ مانند استفاده می‌گردد (نویریان، ۱۳۸۴؛ Mcphee et al, 2004; Pavasovic et al., 2007) (تصویر ۳-۳).

[10] Artificial breeding

تصویر ۳-۳ نمایی از واحد انکوباسیون تخم شاه‌میگوی آب شیرین (اقتباس از کتاب اصول و مبانی آبزی‌پروری Pillay and Kutty, 2005).

در شاه‌میگوی باردار (حاوی تخم) که تخم‌های آن به مرحله چشم زدگی رسیده است، می توان تخم‌ها را بصورت تمیز و ضدعفونی شده با دقت از پاهای شنا جدا کرده و به داخل انکوباتور انتقال داد (جداسازی آرام غلاف تخمدان جانور ماده از پاهای شنا). به ازای هر لیتر آب انکوباتور معمولاً ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ عدد تخم لقاح یافته ذخیره می‌گردد.

دمای مطلوب جهت تفریخ تخم‌های شاه‌میگو ۱۸ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد و اکسیژن مطلوب ۸ تا ۹ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد؛ جریان ملایمی از پایین به‌طرف بالایی انکوباتور جهت تفریخ لازم است. پس از تفریخ از اسفنج به‌منظور اتصال مینیاتور در انکوباتور نیز می‌توان استفاده نمود. ظرف مدت کمتر از ۷ روز تخم تفریخ و نوزادان مینیاتور در انکوباتور ظاهر می‌شوند (نویریان، ۱۳۸۴).

زمانی‌که نوزادان مینیاتوری طی چندین پوست‌اندازی به مرحله اینستار ۲ رسیدند، سرعت جریان آب به ۰/۴ تا ۰/۵ در دقیقه کاهش می‌یابد و در این مرحله غذادهی صورت می‌گیرد.

۳-۲-۱-۳ مرحله نوزادگاهی (استخر نوزادگاهی[11])

انتقال مستقیم نوزادان مینیاتوری به استخرهای پرورشی باعث مرگ‌ومیر و تلفات آن‌ها خواهد شد، لذا اصلح آن است تا مانند سایر سخت‌پوستان آن‌ها را به استخر دراز بتونی- سیمانی منتقل کرد. تعبیه پناهگاه‌ها، هوادهی شدید و مدیریت درست تغذیه از عوامل مهم در رشد و بقای نوزادان می‌باشد.

نوزادان مینیاتوری را می‌توان در استخرهای خاکی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ مترمربع نیز منتقل کرد. این استخرها برای حفاظت شاه‌میگوهای جوان از شکارچیان با گونی‌های پلاستیکی محصور می‌گردند (Cobb and Phillips, 1980; Huner and Avault, 1981). قبل از ذخیره‌سازی نوزادان، استخر به میزان ۵۰۰ کیلوگرم/هکتار با آهک ضدعفونی می‌شود. با بارورسازی استخر توسط کودهای آلی، تولیدات طبیعی استخر (غذاهای زنده) غنی می‌گردند. پس از آماده‌سازی استخر، شاه‌میگوهای مینیاتوری ۵۰ میلی‌گرمی به میزان ۸۰ عدد در هر مترمربع ذخیره‌دار می‌شوند. علاوه بر تولیدات موجود در استخرها، از غذاهای کنسانتره در ابعاد ریز به میزان ۸ درصد وزن بدن روزانه در سه نوبت (صبح، بعدازظهر و غروب) استفاده می‌شود (Thompson et al., 2004, 2005). پس از گذشت یک الی دو ماه، نوزادان مینیاتوری به شاه‌میگوهای جوان ۲ الی ۳ گرمی تبدیل می‌شوند. همان‌طور که در بخش‌های قبلی ذکر گردید بهتر است از غذای نیمه مرطوب بخارپز شده استفاده گردد. غذا را می‌توان به شکل خمیر توپی درست کرد و از طریق پلت فرم در ظرف‌های مخصوص قرار داد. نوزادان با چنگال‌های خود غذا را به‌راحتی مورد استفاده قرار می‌دهند.

۳-۲-۲ پرورش[12]

۳-۲-۲-۱ انتخاب مکان برای پرورش

الف) تأمین آب: منابع آبی غیر آلوده نهرها، رودخانه‌ها و یا روان‌آب‌های تجمع یافته در لایه‌های سطحی خاک، پشت سدها یا مخازن مناسب می‌باشد.

ب) خاک: خاک مطلوب باید تا عمق ۲ متر بیشتر از جنس رس باشد تا نفوذ پذیری کمی داشته باشد.

ج) اقلیم: متناسب با گونه انتخابی و شرایط اکولوژیک و بیولوژیک آن به منظور رشد و بقای شاه‌میگو در نظر گرفته می‌شود.

---

[11] Nursery Pond
[12] On-growing

د) توپوگرافی: شیب ملایم ۳ تا ۵ درصد که سهولت زهکشی، ساخت، تخلیه و خشک‌کردن و عدم طغیان آب را به همراه داشته باشد.

ه) اندازه و شکل استخر: استخرها با وسعت ۱۰۰۰ مترمربع برای تولید شاه‌میگوهای جوان و ۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمربع برای شاه‌میگوهای بازاری به‌کار می‌رود. استخرها معمولاً مستطیل شکل‌اند.

و) عمق استخر: در مناطق معتدله حداکثر عمق استخر ۱/۲ متر و در مناطق حاره حداکثر ۱/۷ متر است. عمق خود استخر ۰/۷۵ تا ۱ متر و در نقاط عمیق آن ۱/۵ متر است. نواحی عمیق استخر در طول استخر و بخش‌های خروجی آن قرار دارد، نواحی کم عمق آن در حاشیه استخر به سمت مرکز و نهایت ۱ متر است که با توجه به توپوگرافی و شیب منطقه مورد نظر تنظیم می گردد (Cortes et al., 2002; Barki et al., 2006).

ز) دسترسی: بازار عرضه و صادرات، بازاریابی، بنا و سازه های لازم، تولید و خدمات حمایت کننده، نیروی کار تکنیکی، تولید و شبکه برق به‌راحتی قابل دسترس باشد.

۳-۲-۲-۲ سیستم‌های پرورشی

روش‌های متفاوتی با توجه به توپوگرافی غالب منطقه در پرورش شاه‌میگوهای جوان تا مرحله بازاری وجود دارد.

۳-۲-۲-۲-۱ پرورش طبیعی و گسترده

روش‌های متفاوتی در پرورش طبیعی و گسترده وجود دارد که بستگی به شرایط اقتصادی منطقه و توپوگرافی آن دارد. معمولاً اصولی‌ترین روش در کشور ایران با توجه به کاهش ذخایر شاه‌میگوی بومی، احیای ذخایر آن در شرایط طبیعی و گسترده است که هماهنگی متناسب با شرایط زیست-محیطی جانور و منطقه دارد. در پرورش مناطق ماندآبی جنگلی[۱۳] که معمولاً خاک رس آن سنگین است

[13] Wooded pond

تولیدات آن به ۲۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد، گاهی اوقات وسعت ماندآب‌های جنگلی به ۱۰۰ تا ۲۰۰ هکتار نیز می‌رسد. مناطق ماندآبی جنگلی به دلیل پوشش درختی از لحاظ گیاهان آبزی فقیر می‌باشند (Avery and Lorio, 1996; Holdich, 2002)، اما در بستر آن به دلیل وجود برگ درختان (دتریت) و حشرات، مقدار قابل‌توجهی غذا برای شاه‌میگو فراهم است. در این مناطق جریان آب و برداشت شاه‌میگو مشکل است زیرا درختان مانع از حرکت آب و قایق برای برداشت می‌شود.

پرورش در مناطق ماندآبی کم پوشش جنگلی (Semi-wooded Pond) به دلیل تراکم کمتر پوشش درختی و توسعه گیاهان آبزی در آن نسبت به مناطق ماندآبی جنگلی برای رشد و بقا جمعیت شاه-میگوها بهتر است. در اینجا مدیریت با سهولت بهتری صورت می‌گیرد و در صورت داشتن مدیریت صحیح، میزان تولید آن ۲۵ تا ۳۰ درصد بیشتر از ماندآب‌های با پوشش جنگلی است.

در بسیاری از کشورهای اروپایی و آمریکایی، از مناطق ماندآبی جهت حمایت تفریخگاه برای تولید نوزادان مینیاتوری و همچنین رهاسازی شاه‌میگوهای جوان برای احیای ذخایر طبیعی این گونه استفاده می گردد.

گونه بومی ایران (شاه‌میگوی بازو باریک) پس از ۱۸ ماه به وزن تجاری و بازاری می‌رسد درحالی‌که گونه‌های اروپایی بعضاً تا ۳ سال به وزن ایده آل جهت عرضه به بازار می‌رسند. بنابراین توجه به منابع طبیعی و گسترده در ایران جهت احیای گونه ارزشمند شاه‌میگوی بازو باریک حائز اهمیت و توجه می‌باشد (تصویر ۳-۴).

الف: ماندآبی کم پوشش

ب: ماندآبی جنگلی

تصویر ۳-۴ نمایی از مناطق ماندآبی کم پوشش و دارای پوشش جنگلی برای پرورش شاه‌میگوی آب شیرین (اقتباس از کتاب اصول آبزی‌پروری شاه‌میگوی آب شیرین Avery and Lorio, 1996).

۳-۲-۲-۲-۲ پرورش نیمه متراکم

در پرورش نیمه متراکم شاه‌میگوی آب شیرین اشکال مختلفی وجود دارد:

الف) پرورش در کانال طولی (خاکی)- در این سیستم معمولاً استخر به طول ۳۰ تا ۴۰ متر و عرض ۱/۵ تا ۲ متر و عمق ۱ تا ۱/۵ متر به شکل کانال طولی طراحی شده است. در این روش یک شیب ملایم به‌طرف خروجی وجود دارد و جهت جلوگیری از فرار شاه‌میگو، حواشی استخر دراز توسط تور حصارکشی شده است؛ در ضمن حصار از ورود دشمنان طبیعی به محیط پرورشی شاه‌میگو ممانعت به‌عمل می‌آورد. در کنار دیواره‌ها و همچنین در سطح بستر استخر، لوله پولیکا، ورقه‌های چین خورده (موجدار) پلاستیکی و آجرهای توخالی مشبک به‌عنوان پناهگاه قرار می‌گیرد (Westman, 1973a,

(1973b. با افزایش سن شاه‌میگوهای جوان، سطح آب را افزایش می‌دهند. چرخش آب و ورود آب تازه به میزان ۲۰ درصد هر ۴ روز یک‌بار سبب افزایش تولید در واحد سطح می‌گردد.
ب) پرورش در استخر- در کشور سوئد و انگلستان پرورش میگو در استخر مستطیل یا مربع شکل به مساحت ۲۵۰۰ مترمربع معمول است. مدیریت در این استخرها به‌مراتب راحت‌تر از استخرهای پرورشی باز است. تولید ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم به ازای هر ۱۰۰۰ مترمربع وجود دارد (Huner and Avault, 1981).

۳-۲-۲-۲-۳ پرورش در استخر باز

پرورش نیمه متراکم شاه‌میگوی آب شیرین در استخرهای خاکی باز به وسعت ۰/۴ تا ۱ هکتار صورت می‌گیرد. مشخصات عمومی استخر همانند استخرهایی است که قبلاً در مورد میگوی روزنبرگی توضیح داده شد. در سیستم استخر باز به روش نیمه متراکم، شیب خاکریز و دیواره‌ها نبایستی زیاد باشد چونکه استخر با شیب تند کیفیت آب را پایین می‌آورد و در نتیجه کاهش تولید را به همراه خواهد داشت. عرض استخر می‌بایستی طوری طراحی گردد که وسایل نقلیه به‌راحتی بتوانند عبور و مرور کنند. شیب استخر از ورودی به‌طرف خروجی ۰/۳ تا ۰/۶ درصد و در داخل کف استخر به فاصله ۴۰ تا ۵۰ متر از دیواره اصلی، خاکریزهایی (پشته مانند[۱۴]) به‌وجود می‌آورند که به گردش آب کمک می‌کند.
در سیستم‌های پرورش نیمه متراکم در استخرهای باز با یک مدیریت صحیح امکان برداشت ۳ تا ۴ تن در هر هکتار وجود دارد (تصویر ۳-۴) (Mcclain, et al., 2007).

[14] Baffle levee

تصویر ۳-۵ استخر خاکی پرورش شاه‌میگوی آب شیرین (اقتباس از McLain et al., 2007)

شاه‌میگوی آب شیرین به‌دلیل رژیم همه‌چیزخواری، طیف وسیعی از انواع غذاهای جانوری و گیاهی را در طبیعت مورد مصرف خود قرار می‌دهد (Lawrence and Jones, 2002). بنابراین همان‌طوری‌که در مدیریت آماده‌سازی قبلاً توضیح داده شد، با آماده‌سازی و کوددهی مناسب، جمعیت زنده جانوری و گیاهی استخر بارور می‌شود که در این صورت غذاهای دست‌ساز و یا کنسانتره ۲۰ تا ۳۰ درصد کل جیره شاه‌میگوی آب شیرین را در طول دوره تشکیل می‌دهد. اصولاً چهار نوع غذای اصلی برای شاه‌میگوی پرورشی وجود دارد:

الف) غذای زنده جانوری:

غذای زنده جانوری شامل انواع موجودات زنده در کف مانند انواع کرم‌ها، حلزون‌ها، بی‌مهرگان کوچک و انواع حشرات می‌باشد. برخلاف آنچه شایع شده است، شاه‌میگو در طبیعت به دنبال غذای مرده و گیاهان پوسیده شده نمی‌رود مگر در مواردی که غذای زنده در محیط پرورشی آن‌ها غیر قابل دسترس و کم باشد.

ب) غذای گیاهی:

غذای گیاهی که شاه‌میگوها در بزرگ‌سالی بیشتر مورد تغذیه خود قرار می‌دهند شامل انواع گیاهان آبزی و دتریت‌ها می‌باشد.

ج) غذای تر:

غذای تر شامل انواع ضایعات کشتارگاه‌ها (طحال، پودر خون) و ماهیان کم‌ارزش غیر تجاری می‌باشد. همان‌طوری‌که در مدیریت تغذیه توضیح داده شد بهتر است از غذای نیمه مرطوب پخته دست‌ساز در مزارع به‌جای غذای تر استفاده گردد.

د) غذای کنسانتره:

غذای کنسانتره فرموله شده حاوی کلیه مواد مغذی و مکمل‌های لازم می‌باشد که به رشد سریع‌تر و بقای شاه‌میگوی آب شیرین کمک می‌کند.

مقدار مصرف غذای شاه‌میگو بستگی به سن، وزن، جنس و تغییرات فصلی دارد. در مدیریت تغذیه شاه‌میگو، غذا بایستی به مقدار صحیح و کافی در دسترس حیوان قرار گرفته به‌طوری‌که کاملاً مصرف شده و غذایی در محیط باقی نماند تا باعث آلودگی آب گردد. در زمان‌هایی که درجه حرارت آب مطلوب است (۲۶-۲۲°C) میزان غذادهی برای شاه‌میگوها به‌مراتب بیشتر از زمان‌های دیگر است. شاه‌میگوهای جوان ۴ تا ۵ درصد وزن بدن خود سه بار در روز (صبح، بعدازظهر و غروب) تغذیه می‌کنند درحالی‌که شاه‌میگوهای بزرگ‌سال ۲ تا ۳ درصد وزن بدن خود و چهار بار در روز (صبح، ظهر، عصر و شب) می‌بایستی مورد تغذیه قرار گیرند (Culley and Gray, 1990; Romero, 2002).

یکی از غذاهای مطلوب شاه‌میگوی آب شیرین حلزون‌های آبی هستند که به‌وفور در آبگیرها، رودخانه‌ها و محیط پرورشی وجود دارند. شاه‌میگو با چنگال‌های قوی خود حلزون را خرد کرده تا بتواند گوشت آن را به مصرف برساند؛ گاهی اوقات همه قسمت‌های بدن حلزون همراه پوسته آن‌را می‌خورد و به‌راحتی هضم و جذب می‌کند که بدین‌وسیله مواد کلسیمی موجود در پوسته حلزون در پوست‌اندازی و رشد آن بسیار مهم و ضروری می‌باشد. کرم‌های خاکی یکی دیگر از غذاهای زنده ایده‌آل شاه‌میگو می‌باشند (O'Sullivan et al., 2003).

۳-۲-۲-۲-۴ پرورش متراکم[15]

اصولاً، سیستم پرورش متراکم شاه‌میگو در مرحله نوزادگاهی آن وجود دارد. در این سیستم استخر بتونی به ابعاد (عمق) ۰/۸ m × ۰/۸ m (قطر) طراحی می‌گردد. در پرورش متراکم، ذخیره‌سازی اولیه نوزادان مینیاتوری شاه‌میگو با تراکم ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ عدد در هر مترمربع صورت می‌گیرد که هم‌زمان با رشد آن‌ها به ۴۰۰ تا ۵۰۰ عدد در هر مترمربع تقلیل می‌یابد (Barki et al, 2006). در این روش، سیستم هوادهی، جریان گردش آب و تعویض روزانهٔ آن به میزان ۳۰ درصد لازم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به آب‌وهوا و توپوگرافی منطقه در برخی از کشورهای اروپایی نرسری طی دو سال صورت می‌گیرد و درنهایت در سال سوم جهت عرضه به بازار مناسب می‌باشد.

در سیستم‌های پرورشی متراکم شاه‌میگو، از غذاهای کنسانتره فرموله شده با پروتئین ۲۰ تا ۲۴ درصد، چربی ۲ تا ۳ درصد، مواد معدنی ۷ تا ۱۰ درصد و مواد نشاسته‌ای تا ۳۰ درصد می‌تواند به‌خوبی استفاده می شود (O'Sullivan et al., 2003; Civera-Cerecedo et al., 2005). بنابراین در فرموله کردن غذای شاه‌میگو نهایت دقت را می‌بایست انجام داد تا تمامی پروفایل کیفی آمینواسیدها و اسیدهای چرب لحاظ گردد. البته از منابع نشاسته‌ای مانند آرد گندم، آرد ذرت و آرد سویا به‌خوبی می‌توان در جیره شاه‌میگو استفاده نمود، اما می‌بایست دقت لازم را انجام داد که فیبر موجود در جیره بیش از ۵ درصد نباشد. در روش‌های متراکم به‌دلیل عدم تولیدات غذاهای زنده در استخر بتونی، غذای کنسانتره و فرموله شده تنها منبع غذایی شاه‌میگو می‌باشد.

۳-۲-۲-۳ برداشت و استحصال

هم‌زمان با انتهای دوره رشد، آب کانال و یا استخر پرورشی را کاهش می‌دهند و توسط تورهای تله‌ای مخروطی شکل در بستر شاه‌میگوها را صید می‌کنند. این تله‌های مخروطی را در بستر قبل از غروب آفتاب قرار داده و در هنگام سپیده‌دم تورهای تله‌ای را بالا می‌آورند. تعداد تله‌ها را معمولاً در هر ۵ مترمربع یک عدد تور تله‌ای قرار داده می‌شود (تصاویر ۳-۶ و ۳-۷) (Culley and Gray, 1990).

---

[15] Intensive culture

تصویر ۳-۶ نمایی از کاربرد تورهای تله‌ای برای برداشت شاه‌میگو (اقتباس از Culley and Gray, 1990)

تصویر ۳-۷ دو نمونه از تله برای برداشت شاه‌میگو

۳-۲-۲-۴ پرورش توأم[16]

هدف پرورش توأم شاه‌میگوی آب شیرین با کپور ماهیان چینی استفاده بهینه از تمامی ستون آب می‌باشد. در روش پرورش توأم معمولاً ۳۰۰۰ قطعه بچه ماهی در هکتار در نظر گرفته می‌شود که ماهی کپور نقره‌ای یا فیتوفاگ ۴۵ درصد، سرگنده ۳۰ درصد و آمور ۲۵ درصد آن را تشکیل می‌دهند درحالی‌که ۷۵۰۰۰ عدد نوزاد مینیاتوری ۱۵۰ میلی‌گرمی در بستر ذخیره می‌گردند (Ambroski et al., 1975; Jones, 1990, 2000). در این روش همزیستی مسالمت‌آمیز، شاه‌میگوها با تهدید حلزون‌ها که در مزارع پرورش کپورماهیان آفت محسوب می‌شوند، بیماری‌ها و آفات را از استخر دور می‌سازند که در نتیجه سبب افزایش تولیدات استخر می‌گردند. بعلاوه با حذف کپور معمولی در بستر، گونه ارزشمند و اقتصادی‌تری مانند شاه‌میگوی آب شیرین با درآمد بالاتر عاید آبزی‌پروران گرم‌آبی می‌شود.

روش الگویی در پرورش توأم شاه‌میگو با قزل‌آلای رنگین نیز وجود دارد که در ترکیه مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج تقریباً مطلوبی نیز به‌دست آمده است. شرایط آب و هوای ترکیه در برخی از مناطق طوری است که دمای استخر در بهار و تابستان بین ۲۰-۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که با دمای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان تا حدود زیادی همپوشانی دارد (Gurel and Onur, 2012).

دلیل انتخاب پرورش این دو گونه شامل موارد زیر است:

- سازگاری دمایی آن‌ها با محیط‌زیست
- نوع تغذیه شاه‌میگو (همه‌چیزخواری)
- استفاده شاه‌میگو از کلیه مواد آلی و دتریت‌های بستر سبب پالایش استخر و حذف آفات و بیماری‌ها در محیط پرورش می‌گردد.
- استفاده از تمامی ستون آب
- حفاظت از منابع زیستی شاه‌میگوی آب شیرین
- افزایش تولید شاه‌میگوی آب شیرین
- استفاده از گیاهان آبزی به‌عنوان پناهگاه تغذیه

تهیه مولدین شاه‌میگوی آب شیرین عاری از بیماری که نوزادان مینیاتوری از آن به وجود می‌آیند در پرورش توأم بسیار حائز اهمیت است.

---

[16] Polyculture

۳-۲-۲-۴-۱ پرورش تکمیلی (پرورش متناوب شاه‌میگو و برنج[17])

در سیستم پرورش تکمیلی، پرورش شاه‌میگو به‌طور متناوب با برنج صورت می‌گیرد به‌طوری‌که پس از برداشت محصول برنج از شالیزار، با تمهیداتی اقدام به پرورش شاه‌میگو می‌شود و مجدداً پس از برداشت شاه‌میگو، دوباره برنج کاشت می‌گردد و این عمل به‌طور متناوب در طول سال صورت می‌گیرد. از امتیازات ویژه در پرورش متناوب برنج و شاه‌میگو این است (Avault and Hunter, 1985):

اولاً: مواد ارگانیک باقی‌مانده (فسفر و ازت) از محصول برنج پس از برداشت سبب افزایش جمعیت زیتوده زنده می‌گردد که شاه‌میگوی آب شیرین می‌تواند مورد تغذیه خود قرار دهد.

ثانیاً: فضولات باقی‌مانده از شاه‌میگوها در طول پرورش‌شان که حاوی مواد ارگانیک می‌باشند به‌عنوان یک کود ارگانیک (ازت و فسفر) عمل کرده و نیازی به اضافه کردن کودهای شیمیایی (هم هزینه آور و هم مضر به برنج و محیط‌زیست) نمی‌باشد. بنابراین محصول برنج کاملاً ارگانیک و سالم تولید می‌گردد.

ثالثاً: کشاورزان علاوه بر سودی که از تولیدات برنج به‌دست می‌آورند، یک محصول جانبی سودآور دیگر به‌عنوان شاه‌میگو عاید خود می‌کنند.

از عوامل تأثیرگذار در پرورش تکمیلی موفقیت‌آمیز شاه‌میگو با برنج انتخاب محل مناسب می‌باشد. دسترسی و تأمین آب موردنیاز در پرورش شاه‌میگو پس از برداشت برنج یکی از فاکتورهای مهم در انتخاب محل می‌باشد. در طراحی پرورش شاه‌میگو پس از برداشت برنج معمولاً ارتفاع کرت‌ها یا دیواره‌ها حداقل ۰/۷ تا ۰/۸ متر بالاتر از سطح مزرعه در نظر گرفته می‌شود تا حداقل ۰/۵ متر ارتفاع آب جهت نگهداری شاه‌میگوها در طول مدت پرورش (پاییز و زمستان) وجود داشته باشد. ضمناً مسیر ورودی و خروجی آب در داخل خاکریزها طوری طراحی شده است که جریان منظم آب به‌طرف خروجی شیب ملایم داشته که بدین‌وسیله کیفیت و هوادهی آب را افزایش می‌دهد. حواشی استخر را با تورهای مناسب حصارکشی می‌کنند تا از ورود شکارچیان و خروج شاه‌میگوها جلوگیری به‌عمل آید.

طبق مطالعات بیولوژیک که در ایران انجام شده است معمولاً شاه‌میگوی آب شیرین در فصل پاییز و زمستان تخم‌گذاری می‌کنند و تفریخ نوزادان مینیاتوری با توجه به درجه حرارت در اواسط فروردین صورت می‌گیرد. بنابراین پس از برداشت محصول برنج در مرداد و شهریور، شاه‌میگوهای ۲۰ گرمی را با اهداف مولدسازی و تخم‌گذاری به حوضچه‌های طراحی شده در مزارع برنج در فصل پاییز انتقال می‌دهند. در هر ۵ مترمربع سطح زیر کشت معمولاً ۱ عدد شاه‌میگو معرفی می‌کنند (نسبت نر به ماده ۱

---

[17] Rice-crayfish-Rice cutulre

به ۲) (نویریان و همکاران، ۱۳۸۶، ۱۳۸۹، ۱۳۹۰). تعبیه پناهگاه‌ها و مدیریت تغذیه در بخش‌های قبلی (پرورش انفرادی شاه‌میگو) همین فصل توضیح داده شد. در این روش، مولدین حاوی تخم‌های لقاح یافته جهت ارائه به مراکز تکثیر و یا احیای ذخایر منابع طبیعی مناسب می‌باشند.

روش دیگری در پرورش تکمیلی شاه‌میگو با برنج وجود دارد، بدین صورت که هم‌زمان با کاشت برنج در زمان نشاء، شاه‌میگوهای جوان ۲ تا ۳ سانتی‌متری را به گودال یا کانال حفر شده در حواشی استخر معرفی می‌کنند (تصویر ۳-۸). طراحی، ساخت و مدیریت پرورش تکمیلی همانند آن چیزی است که در پرورش تکمیلی رودخانه‌ای شرق با برنج قبلاً توضیح داده شد.

الف: آماده‌سازی استخر شاه‌میگو پس از برداشت برنج

ب: پرورش هم‌زمان شاه‌میگوهای جوان و برنج به‌صورت توأم

تصویر ۳-۸ پرورش شاه‌میگوی آب شیرین با برنج (اقتباس از Avery and Lorio, 1996)

شاه‌میگوهای جوان به ازای هر مترمربع یک الی دو عدد ذخیره‌سازی می‌شوند. تعبیه پناهگاه و گردش هفتگی و تعویض آب کانال در افزایش تولید در واحد سطح نقش به‌سزایی دارد، به‌طوری‌که در پایان دوره در این سیستم می‌توان ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم شاه‌میگو برداشت کرد (در طول مدت ۸ ماه). البته ناگفته پیداست که در مناطق سرد و یا معتدله طول دوره بعضاً به ۱۶ تا ۱۸ ماه افزایش می‌یابد (Huner, 1990).

۳-۲-۲-۵ جابجایی و حمل‌ونقل

حمل‌ونقل شاه‌میگوی آب شیرین نسبت به سایر سخت‌پوستان راحت‌تر به نظر می‌رسد به‌طوری‌که بدون هوادهی و آب، می‌توان این جانور را تا ۷۲ ساعت زنده نگه داشت. روش‌های متفاوتی در حمل‌ونقل شاه‌میگو وجود دارد که بستگی به فاصله تا مقصد دارد (Jones and Grady, 2000). در مسافت‌های کوتاه معمولاً یخ‌دان‌های سبک معمولی (یونولیت) که حاوی ابر خیس و یا گیاهان مرطوب است مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ معمولاً شاه میگوها را لایه به لایه در وسایل نم‌دار قرار می‌دهند. در طول مسیر، گاه‌گاهی از طریق اسپری آب، بدن شاه‌میگوها را مرطوب نگه می‌دارند. هیچ‌گاه شاه‌میگوها را به پشت نخوابانده چراکه منجر به تلفات آن‌ها می‌گردد (Jones and Grady, 2000).

تراکم شاه‌میگوهای جوان در یخ‌دان‌های به ابعاد ۱۵ cm × ۴۰ cm × ۴۰ cm معمولاً ۵۰۰ عدد است درحالی‌که شاه‌میگوهای بزرگ ۵ عدد می‌باشد. یخ‌دان‌ها را در یک جعبه بزرگ‌تر کنار یکدیگر قرار داده و روی یخ‌دان‌ها را برزنت و پودر یخ می‌ریزند تا درجه حرارت مناسب (زیر ۲۰ درجه سانتی گراد) حفظ گردد.

روش دیگری که معمولاً در کشور آمریکا (ایالت لوئیزیانا) متداول است حمل‌ونقل در کیسه‌های نایلونی منفذدار است. در این روش که شاه‌میگوهای تجاری را به‌صورت زنده به بازار عرضه می‌کنند قوانین سختگیرانه‌ای جهت حمل‌ونقل به ایالت‌های دیگر وجود دارد چون‌که هرگونه غیربومی ممکن است تبعات و مشکلات زیست‌محیطی را به‌همراه داشته باشد. بنابراین پس از کنترل کیفی و بهداشتی با رعایت قوانین اداره بهداشت و دامپزشکی اجازه حمل‌ونقل آن صادر می‌گردد.

در هر گونی معمولاً ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم شاه‌میگو بارگیری می‌شود. تعداد گونی‌ها در هر ردیف از ارتفاع سه گونی بر روی پلت‌فرم نباید تجاوز کند تا فضای مناسب جهت گردش هوا وجود داشته باشد. بعلاوه گونی‌های حاوی شاه‌میگوی آب شیرین نباید مستقیماً با کف وسیله حمل‌ونقل تماس داشته باشند.

کف وسیله حمل‌ونقل باید کاملاً تمیز و عاری از هر گونه روغن باشد. گونی ها روی کف خودرو و وانت بر روی سطح تمیز چیده می‌شوند. بعلاوه در طول مسیر بر روی آن‌ها روکش برزنتی و خرده‌های یخ قرار می‌دهند تا ضمن جلوگیری از خشک شدن گونی‌ها، درجه حرارت به زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد برسد (Mcclain et al., 2007) (تصویر ۳-۹).

تصویر ۳-۹ انتقال شاه‌میگوهای آب شیرین به‌صورت زنده (اقتباس از Mcclain et al., 2007)

بدین ترتیب با حمل‌ونقل صحیح، شاه‌میگوها ظرف مدت ۷۲ ساعت بدون شکستگی، سالم و زنده با قیمت بالاتر به بازار عرضه می‌شوند. بهتر است قبل از حمل‌ونقل، شاه‌میگوها را در حوضچه بتونی مخصوص همراه با هوادهی و بدون غذادهی به مدت ۴۸ ساعت نگه‌داری نمود که در این صورت گوشت شاه‌میگو به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تردتر و مطلوب‌تر خواهد شد. بعضی از پرورش‌دهندگان با افزودن رنگ‌دانه‌های طبیعی در جیره باعث ارتقای کیفی رنگ شاه‌میگو در محیط پرورشی می‌شوند به‌طوری‌که از رنگ تیره قهوه‌ای به رنگ سبز زیتونی خوش‌رنگ جانور تغییر رنگ می‌دهد که بسیار مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد و به مراتب از قیمت بالاتری برخوردار خواهد بود (نویریان و همکاران، ۱۳۸۹).

منابع

نویریان، ع.ح. ۱۳۸۴. مطالعه اثرات سطوح مختلف پروتئین روی معیار شاخص‌های رشد نوزادان مینیاتوری شاه‌میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus*). مجله علمی شیلات ایران، دوره ۱۴، شماره ۲، ۱۴۵-۱۵۶.

نویریان، ع.ح.، خادم، ه.، زمانی، ح. ۱۳۸۶. تأثیر پناهگاه در توان تولید (رشد و بقا) شاه‌میگوی آب شیرین حوزه دریای خزر (*Astacus leptodactylus*). دومین کنفرانس سراسری علوم جانوری. دانشگاه گیلان.

نویریان، ع.ح.، حقی، ع.، ولی پور، ع. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف آستاگزانین بر رنگ پوسته و شاخص‌های رشد شاه‌میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus*). اولین همایش ملی – منطقه‌ای اکولوژی دریای خزر. ۴۲-۴۹.

نویریان، ع.ح. ۱۳۹۰. تعیین سطح مطلوب نیازهای کربوهیدرات بر شاه‌میگوی آب شیرین بومی ارس (*Astacus leptodactylus*) دومین کنفرانس ملی علوم شیلات آبزیان. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۲۸-۳۲.

نویریان، ع.ح. ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف چربی بر معیارهای رشد نوزادان شاه‌میگوی آب شیرین (*Astacus leptodactylus*). دومین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران. دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان. ۱۳-۱۵.

نویریان، ع.ح.، اسدی، ه. ۱۳۹۳. اثر جایگزینی کنجاله کانولا با آرد ماهی بر رشد و تغذیه ترکیبات لاشه خرچنگ دراز آب شیرین (شاه‌میگوی آب شیرین) (*Astacus leptodactylus*). نشریه توسعه آبزی‌پروری، سال ۸، ۶۹-۷۶.

Ambroski, R.L., Glorioso, J.C. and Ambroski, G.F., 1975. Common potential pathogens of crayfish, frogs and fish. Symposium Freshwater Crayfish 2: 317-326.

Avault, J.W. and Huner, J.V. 1985. Crawfish culture in the United States. In Crustacean and Mollusc Aquaculture in the United States (ed. by Huner, J.V. and Brown, E.E.), pp1-61. Avi Publishing Company, Westport.

Avery, J. and Lori, W. 1996. Crawfish Production Manual. Publication 2637, Louisiana cooperative Extension Service, Baton Rouge, Louisiana.

Barki, A., Karplus, I., Manor, R., Parnes, S., Aflalo, E.D. and Sagi, A. 2006. Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter? Aquaculture 252: 348-355.

Cabantous, M.A. 1975. Introduction and rearing of Pacifastacus at the research center of Les Clouizious 18450 Brinon S/Saudre France. Freshwater Crayfish 2: 49-56.

Civera-Cerecedo, R., Nolasco-Soria, H. and Hernandez-Llamas, A. 2005. Effect of different dietary protein and lipid levels on growth and survival of juvenile Australian redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). Aquaculture Nutrition 11: 283-291.

Cobb, J.S. and Phillips, B.J. 1980. The Biology and Management of Lobsters, Vols I and II. Academic Press. New York.

Cortes-Jacinto, E., Villarreal-Colmenares, H., Cruz-Suarez, L.E., Evans, L.H. and Edgerton, B.F. 2002. Chapter 10. Pathogens, Parasites and Commensals. In: Holdich, D.M. (ed.), Biology of Freshwater Crayfish, pp. 377-438. Blackwell Science, Oxford.

Gurel. T. and Onur, K. 2012. The suggestion of integrated trout-crayfish culture in Turkey. Journal of Black sea/Mediterranean Environment 18: 400-413.

Culley, D.D., Duobinis-Gray, L. 1990. Culture of the Louisiana Soft Crawfish: A Production Manual. Louisiana Sea Grant Program, Center for Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rougr, Louisiana.

Holdich, D.M. 2002. Biology of Freshwater Crayfish. Blackwell Science, Oxford. 702 p.

Huner, J.V. and Avault, J.W. 1981. Producing Crawfish for Fish Bait. Sea Grant Publ. No. LSU-T1-76001. Center for Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge.

Huner, J.V. and Lindquist, O.V. 1987. Freshwater crayfish culture in Finland. Aquaculture Magazine 13: 22-25.

Huner, J.V. 1990. Biology, fisheries, and cultivation of freshwater crawfishes in the U.S. Reviews in Aquatic Science 2: 229-254.

Jones, C.M. 1990. The Biology and Aquaculture Potential of the Tropical Freshwater Crayfish, Cherax quadricarinatus. Report No. QI90028. Department of Primary Industries, Queensland, Brisbane, Australia. 109 p.

Jones, C.M. 1998. Redclaw Crayfish. In: Hyde, K.W. (ed.), The New Rural Industries. A Handbook for Farmers and Investors, pp. 127-133. Rural Industries Research and Development Corporation Canberra.

Jones, C.M. 2000. Redclaw Crayfish Aquaculture. Recommended Practices for Redclaw Crayfish Aquaculture based on Research and Development Activities, 1998 through 2000. Cairns, Australia. Queensland Government, Department of Primary Industries and Fisheries. 61 p.

Jones, C.M. and Grady, J., 2000. Redclaw from harvest to market: a manual of handling procedures. Report No. QI99083. Department of Primary Industries, Queensland, Brisbane. 36 p.

Jones, C.M. and Ruscoe I.M. 2000. Assessment of stocking size and density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda: Parastacidae), cultured under earthen pond conditions. Aquaculture 189: 63-71.

Lawrence, C. and Jones, C., 2002. Chapter 17. Cherax. In: Holdich, D.M. (ed.), Biology of Freshwater Crayfish, pp. 635-670. Blackwell Science, Oxford.

Lowery, R.S. and Mendes, A.J. 1977. *Procambarus clarkii* in Lake Naivasha, Kenya, and its effects on established and potential fisheries. Aquaculture 11: 111-121.

Mcclain, W.R., Romaire, R.P., Lutz, C.G. and Shirley, M.G. 2007. Louisiana crawfish production manual. Louisiana State University Agricultural Center, Pub. 2637, Baton Rouge, Louisiana.

McPhee, C.P., Jones, C.M. and Shanks, S.A. 2004. Selection for increased weight at nine months in Redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). Aquaculture 237: 131-140.

O'Sullivan, D. Fielder, D. and Jones, C. 2003. Chapter 20. Freshwater Crustaceans. In: Lucas, J.S. and Southgate, P.C. (eds.), Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants, pp. 420-442. Blackwell Publishing, Oxford.

Pavasovic, A., Anderson, A.J., Mather, P.B. and Richardson, N.A. 2007. Influence of dietary protein on digestive enzyme activity, growth and tail muscle composition in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). Aquaculture Research 38: 644-652.

Perdikaris, C., and Georgiadis, C. 2017. Co-occurrence of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Sensu lato) and noble crayfish (*Astacus astacus* L.) in the southwestern Balkans: the case of Lake Pamvotida (NW Greece). Northwest Journal of Zoology 13: 18-26.

Pillay, T.V.R. and Kutty, M.N. 2005. Aquaculture: principles and practices. Blackwell publishing.

Romero, X. 2002. Ups and downs of red claw crayfish farming in Ecuador. World Aquaculture 33: 40-46.

Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Morton, S.R. and Webster, C.D. 2004. Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. Aquaculture Research 35: 659-668.

Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S. and Webster, C.D., 2005. Evaluation of practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, for juvenile Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). Aquaculture 244: 241-249.

Westman, K. 1973a. Cultivation of the American crayfish *Pacifastacus leniusculus*. In Freshwater Crayfish (ed. by Abrahamsson, S.), pp 211-20. Studentilitteratur Lund.

Westman, K. 1973b. The population of the crayfish Astacus astacus in Finland and the introduction of the American crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana. In Freshwater Crayfish (ed. by Abrahamsson, S.), pp 41-56. Studentlitteratur, Lund.

فصل چهارم

زیست‌شناسی میگوی قرمز گیلاسی

Neocaridina davidi

۴-۱ زیست‌شناسی میگوی قرمز گیلاسی

۴-۱-۱ رده‌بندی و موقعیت سیستماتیک

میگوی گیلاسی رنگ[18] (تصویر ۴-۱) جزء میگوهای آب شیرین از شاخه بندپایان، رده سخت‌پوستان عالی، راسته ده‌پایان، زیرراسته ده‌پایان شناگر، خانواده آتیدئیده، جنس Neocaridina، و گونه *davidi* می‌باشد (Cai, 1996).

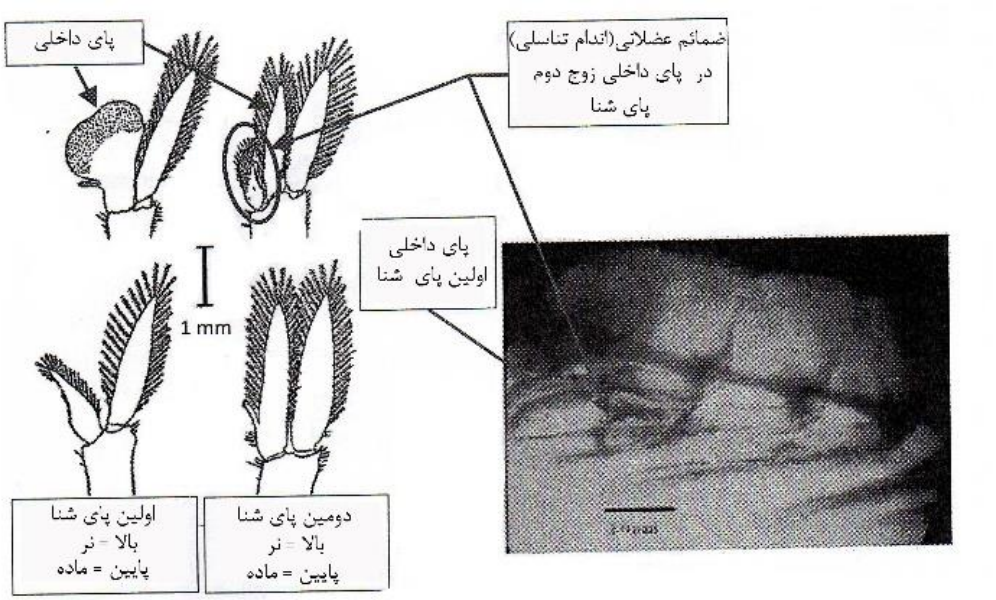
تصویر ۴-۱ میگوی قرمز گیلاسی (اقتباس از Cai, 1996)

۴-۱-۲ ریخت‌شناسی

حداکثر اندازه ۴۰-۳۵ میلی‌متر و ماده‌ها بزرگ‌تر از نرها می‌باشند. رنگ نرها قرمز گیلاسی و ماده‌ها کم‌رنگ‌ترند (Nur and Christianus, 2013). مشخصات ریخت‌شناسی همانی است که در بخش‌های قبل در مورد میگوها توضیح داده شد.

[18] Red cherry

با توجه به کوچک بودن جثه میگو قرمز گیلاسی، تفکیک نر از ماده با استفاده از استریو میکروسکوپ امکان‌پذیر است؛ بخش داخلی جفت اول پاهای شنای نر به‌طور واضح عریض‌تر و درشت‌تر از ماده است، ضمناً در جفت دوم پاهای شنای نر علاوه بر زائده خارجی، یک زائد عضلانی (اندام نرینگی) وجود دارد (تصویر ۴-۲).



تصویر ۴-۲ تفاوت پای میگوی نر و ماده (اقتباس از Shokita, 1981)

۴-۱-۳ پراکنش و زیستگاه

زیستگاه این گونه در آب‌های معتدله و گرمسیری در کشورهای اروپایی، آسیای جنوب شرقی، مالزی، تایوان، آمریکا و کانادا می‌باشد. عموماً این گونه در آب‌های شیرین مناطق کوهستانی کم ارتفاع، آب‌های شفاف جاری و کم‌عمق مشاهده می‌شود.

۴-۱-۴ تولیدمثل

میگوی قرمز گیلاسی معمولاً بین ۴ تا ۶ ماهگی به بلوغ جنسی می‌رسد که پس از آن با توجه به شرایط آب و هوایی در طول ۲ سال عمر خود، چندین بار تخم‌ریزی می‌کند. این جانور معمولاً در بهار و تابستان با بالای رفتن درجه حرارت آب به بالای ۲۲ درجه سانتی‌گراد تولیدمثل می‌کند. میگوی ماده برای جلب توجه نر علائمی به‌صورت رنگ‌های مختلف از خود نشان می‌دهد؛ ماده در این حالت دارای تخمک‌های رسیده در تخمدان می‌باشد که در قسمت سر و سینه به رنگ توده‌های نارنجی پررنگ مشخص است. نر پس از دریافت علائم ماده به‌سوی او حرکت می‌کند و به‌طور غیرمعمول فعال شده و به‌طرف ستون آب شنا می‌کند. چندین نر برای جفتگیری موفقیت‌آمیز به‌طرف ماده جمع می‌شوند، اما فقط یکی از آن‌ها این موقعیت را به‌دست می‌آورد. بنابراین مابقی نرها به دنبال ماده‌های دیگر می‌روند.

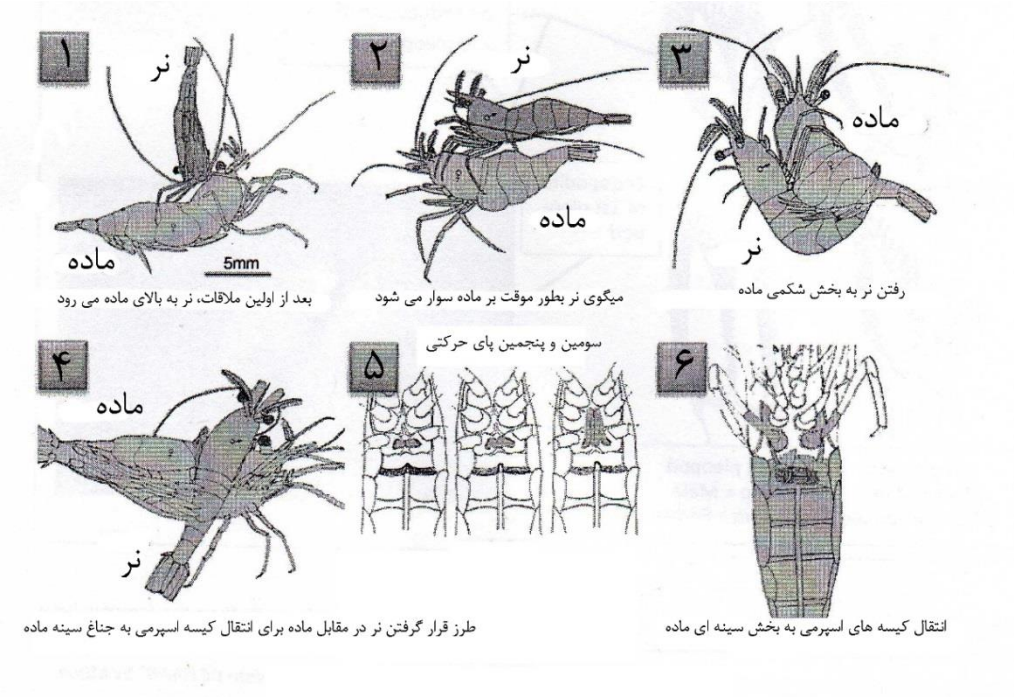
جفتگیری، جفت‌یابی و تخمک‌گذاری در چندین مرحله به شرح زیر صورت می‌گیرد:

الف) نر ابتدا از سطح پشتی ماده بالا رفته و بر روی آن راه می‌رود.

ب) سپس با چرخاندن ماده به بخش شکمی آن می‌رود.

ج) نرها با استفاده از شاخک‌ها و ضمایم در محور طولی منظمی به‌صورت شکم به شکم با ماده قرار می‌گیرند به‌طوری‌که ماده در پایین و نر در بالا قرار می‌گیرد.

د) نر توده اسپرمی را به جناق سینه ماده منتقل و نهایتاً پس از رسیدگی تخمک‌ها، ماده کیسه اسپرمی را خراش و اسپرم ها با تخمک ترکیب و تخم‌ها لقاح می‌یابند و سپس تخم به بخش شکمی ماده منتقل می‌شود (Nur and Christianus, 2013) (تصویر ۴-۳).



تصویر ۴-۳ رفتار جفت‌گیری در میگوی قرمز گیلاسی (اقتباس از Nur and Christianus, 2013)

تخم‌های لقاح یافته به شکل توده‌های نارنجی رنگ و مانند خوشه‌های انگور به بخش شکمی ماده انتقال می‌یابند (تصویر ۴-۴). تخم‌ها در درجه حرارت ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد ظرف ۱۵ روز تفریخ و تخم گشایی می‌شوند، درحالی‌که در درجات حرارت پایین‌تر از ۲۴ درجه سانتی‌گراد تخم گشایی ۳ تا ۴ هفته به طول می‌انجامد (Nur and Christianus, 2013).

تصویر ۴-۴ تخم‌های میگوی قرمز گیلاسی در زیر شکم میگوی ماده (اقتباس از Nur and Christianus, 2013)

از علائم تفریخ، ظهور چشم جنین و بی‌رنگ شدن تخم‌ها است. در این مرحله ماده تحرک زیادی نداشته و به دنبال پناهگاه می‌گردد (گیاهان، صخره و غیره). پس از تفریخ، نوزادان مانند چتربازان توسط یک بند به مادر متصل‌اند و پس از ۲۰ الی ۳۰ دقیقه از آویزانی، آزاد شده و شنا می‌کنند. نوزادان میگو پس از تفریخ تقریباً شبیه والدین می‌باشند و مراحل لاروی ندارند. نوزادان میگو ظرف ۱۰ الی ۱۵ روز طی پنج مرحله پوست‌اندازی، دارای اندام‌های کامل شده و به میگوی جوان تبدیل می‌شوند. میگوی جوان دارای رشد سریعی بوده، به‌طوری‌که ظرف یک ماه به طول ۱۱ میلی‌متر، ماه دوم ۱۶ میلی‌متر و ماه سوم به بلوغ جنسی می‌رسد (Yang and Ko, 2003; Lai and Shy, 2009).

۴-۲ آبزی‌پروری میگوی قرمز گیلاسی

میگوی قرمز گیلاسی یکی از گونه‌های زیبا و تزئینی در بین آبزیان زینتی می‌باشد (Hung et al., 1993). این گونه به لحاظ آبزی‌پروری از قابلیت بسیار بالایی برخوردار است و از جنبه‌های رفتاری موجودی است بسیار اجتماعی که مورد توجه اکثر آبزی‌پروران زینتی در تمامی دنیا قرار گرفته است

(Englund and Cai, 1999). به‌علاوه این موجودات زیبا و سرگرم کننده، محیط آکواریومی را که در آن ماهیان زینتی قرار دارند از خزه‌ها و سایر انگل‌ها پاک و تمیز می‌کند (هم‌زیستی مسالمت‌آمیز با ماهیان زینتی) و به همین خاطر طرفداران زیادی دارد و از قیمت بالایی نیز برخوردار است (اندازه ۲/۵ سانتی-متری ۱۰ هزار تومان). بنابراین برای بسیاری از آبزی پروران این رشته می‌تواند یک محصول متفاوت و بسیار سودآور باشد؛ لذا جا دارد که به این محصول و تولید آن توجه بیشتری گردد.

۴-۲-۱ مکان و نگهداری

ظرفیت مخزن نگهداری میگوی قرمز گیلاسی برای کنترل بهینه کیفیت آب معمولاً ۸۰ لیتر است. این جانور در چنین مخزنی به‌راحتی و در فضای مناسب بسر می‌برد به‌طوری‌که می‌توان ۳۶ عدد میگو را در آن ذخیره‌سازی نمود. استفاده از آب تمیز و بدون کلر ضروری است. به‌علاوه، وجود فیلترهای مخصوص در سیستم تصفیه آب، کیفیت آب را در حد مطلوب نگه می‌دارد (Ketse, 2006; Demas, 2007).

مناسب‌ترین بستر برای زیستگاه میگوی قرمز گیلاسی قلوه‌سنگ‌های کوچک تا متوسط می‌باشد. بنابراین استفاده از سنگ‌ریزه و ریگ جهت بسترسازی مناسب نمی‌باشد. وجود قلوه‌سنگ و برگ گیاهانی مانند بلوط، توت و یا قطعات چوب باریک در بستر سبب آرامش میگو در جریان گردش آب می‌شود؛ همچنین وجود گیاهان برگ‌دار و خزه‌ها در حد متوسط (بیش از اندازه آن‌ها مضر خواهد بود) در مخزن سبب کاهش آمونیاک می‌گردد چون این گیاهان از مواد ازت‌دار جهت رشد خود استفاده می‌کنند. برای حصول اطمینان جهت از بین رفتن مواد و عوامل مضر در گیاهان مذکور، بهتر است قبل از اضافه کردن به مخازن، آن‌ها را شسته و به مدت چند هفته در آب خیسانده شوند (Shokita, 1981; Yang and Ko, 2003; Heerbrandt and Lin, 2006).

۴-۲-۲ کمیت و کیفیت آب

حدوداً ۲۵ تا ۳۰ درصد آب به‌طور هفتگی می‌بایست تعویض گردد. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مطلوب آب مخزن نگهداری گیلاسی رنگ از این قرار است:

الف- درجه حرارت ۲۲ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد

ب- pH ۶/۴ تا حداکثر ۷/۶ ولی مناسب ۷/۲ می‌باشد

ج- اکسیژن محلول ۵ تا ۶ میلی‌گرم/لیتر

د- سختی کل ۵۴ تا ۲۶۸ میلی‌گرم/لیتر ولی مناسب ۱۴۵ میلی‌گرم/لیتر است
ه- کل املاح موجود (TDS) ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم/لیتر

۴-۲-۳ مولدسازی

مناسب‌ترین اندازه جهت ذخیره‌سازی میگو اندازه ۲/۵-۲ سانتی‌متر است. طول مدت زندگی میگوی گیلاسی رنگ بین ۱ تا ۲ سال گزارش شده است و رسیدگی جنسی آن‌ها برای تولیدمثل بین ۴ تا ۶ ماه می‌باشد. همان‌طوری‌که در بخش بیولوژی میگوی قرمز گیلاسی توضیح داده شد پس از جفت‌گیری، میگوی ماده تخم‌های لقاح یافته را به بخش شکمی خود منتقل می‌کند. میگوی ماده در حدود ۲ الی ۳ هفته تخم‌ها را انکوباسیون می‌کند که پس از آن تخم‌ها تفریخ شده و نوزادان مینیاتوری شبیه والدین در آب آزادانه شنا می‌کنند. جیره نوزادان مینیاتوری ترجیحاً جلبک می‌باشد. یکی از علائم ظاهری جهت تفکیک نر و ماده در زمان بلوغ جنسی این است که ماده‌ها دارای خار و بادبزن دمی بزرگ‌تر و گردتر از نرها هستند و از دیگر علایم، شکم نسبتاً بزرگ‌تر ماده‌ها است.

غذای کنسانتره به‌عنوان بخشی از غذای روزانه (۴۰ درصد) همراه با غذاهای زنده گیاهی و جانوری (۶۰ درصد) بر رشد، بقا و توان تولید میگوی گیلاسی رنگ اثرگذار می‌باشد و به کاهش هزینه‌های غذا در طول مدت پرورش کمک می‌کند (Nur and Christianus, 2013). جهت ارتقای کیفی آب محیط پرورشی، بر روی بسترهای قلوه سنگی یک لایه از باکتری‌های تجزیه کننده آمونیاک[19] اسپری می‌کنند که بدین وسیله باکتری‌ها، آمونیاک سمی را یونیزه و به آمونیاک غیرسمی تجزیه می‌کنند. پس از گذشت ۴ الی ۵ هفته از تجمع باکتری‌ها تجزیه کننده آمونیاک و انباشت و تراکم بیش از حد آن‌ها، شستشوی بسترهای قلوه سنگی با پرمنگنات (در بیرون از مخزن) و آبکشی آن‌ها لازم و ضروری است. میگوی قرمز گیلاسی به آمونیاک بسیار حساس بوده و علائم رفتاری خاصی از خود نشان نداده و به‌سرعت تلف می‌شوند درحالی‌که در این شرایط، ماهیان علائم ظاهری و رفتاری از خود نشان دهند. حداکثر میزان نیتریت در محیط پرورشی میگوی قرمز گیلاسی ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۵ میلی‌گرم در لیتر است. یکی از مسائل زیبا و جالب در مورد تولیدمثل میگوی قرمز گیلاسی، توان بالقوه و بدون وقفه تخم‌گذاری مولدین در شرایط مناسب محیط پرورشی می‌باشد.

---

[19] Nitrifying bacteria

آب تمیز و با کیفیت و جیره مناسب یا حداقل ۴۰ درصد پروتئین از شرایط مطلوب آماده‌سازی مولدین جهت تخم‌گذاری آن‌هاست. جهت کنترل pH و آمونیاک لازم است پنجاه درصد آب به‌طور هفتگی تعویض گردد.

برای مولدین، مخازن کوچک‌تر (حداکثر ۵۰ لیتری) مناسب‌تر است. تجمع زی‌شناوران گیاهی و جانوری، جلبک‌ها و میکروفیلم‌ها بر روی بستر مخزن که در طول مولدسازی و انکوباسیون در محیط پرورشی به وجود می‌آیند، غذای مناسب و آماده‌ای برای نوزادان مینیاتوری میگوی قرمز گیلاسی پس از تفریخ تخم‌ها است (میگوهای مولد پس از تفریخ تخم‌ها از مخزن خارج می‌شوند) (Cai, 1996; Heerbrandt and Lin, 2006). انتقال مولدین به مخازن مولدسازی و بهینه‌سازی شرایط شیمیایی آب و غذا این امکان را برای مولدین فراهم می‌کند که در سال چندین بار تخم‌ریزی کنند. میگوهای قرمز گیلاسی، جهت مولدسازی از نظر شکل ظاهری و فیزیکی می‌بایست سالم باشند (Ketse, 2006).

۴-۲-۴ نوزادگاهی و پرورش

نوزادان مینیاتوری میگوی گیلاس رنگ را می‌توان در همان مخزن ۵۰ لیتری تا رسیدن به مرحله جوانی و بزرگ‌سالی نگهداری نمود. تراکم نوزادان ۱۰۰ عدد در هر مترمربع است که در مرحله جوانی به ۵۰ عدد/مترمربع و در بزرگ‌سالی به ۲۵ عدد در هر مترمربع کاهش می‌یابد (Hung et al., 1993). در مرحله جوانی و بزرگ‌سالی علاوه بر غذاهای زنده موجود در مخزن، از غذای کنسانتره متناسب با دهان آن‌ها نیز استفاده می‌گردد.

علاوه بر نرسری و پرورش در محیط‌های کاملاً کنترل شده، برخی از آبزی پروران آبزیان زینتی امکان پرورش در قفس‌های هاپا مانند را تجربه کرده و نتایج نسبتاً خوبی کسب نموده‌اند. برای نرسری و پرورش نوزادان مینیاتوری گیلاسی رنگ از توری‌های پشه‌بندی چشمه ریز استفاده می‌کنند به‌طوری‌که نوزادان نمی‌توانند از آن خارج شوند؛ به‌علاوه، هاپا طوری طراحی شده است که از ورود شکارچیان و پرندگان ممانعت به عمل می‌آورد (Shy, 1994).

پناهگاه‌های مصنوعی مانند سفال، آجر توخالی و لوله‌های پولیکا در بستر باعث عدم هم‌جنس خواری میگوها در زمان‌های پوست‌اندازی می‌شود؛ همچنین زمانی که درجه حرارت در طول روز بالا می‌رود مکان آرامش و استراحت آن‌ها خواهد بود. اندازه هاپا معمولاً ۰/۵ m × ۲ m × ۳ m می‌باشد و تراکم ذخیره‌سازی در آن ۱۵۰ تا ۲۰۰ عدد در هر مترمربع است.

بنابراین با تعبیه چندین هاپا در محیط‌های طبیعی می‌توان میزان قابل‌توجهی میگو برداشت کرد. پس از گذشت دو ماه از رشد، نوزادان به میگوهای جوان ۰/۵ تا ۱ گرمی تبدیل می‌شوند (Heerbrandt and Lin, 2006; Shih and Cai, 2007).

بهتر است میگوهای جوان حاصل از هاپاها را به مخازن کوچک‌تر ۵۰ لیتری منتقل نمود. در مدیریت پرورش میگوهای جوان در مخازن کوچک، کنترل کیفیت آب ازجمله pH، اکسیژن، درجه حرارت و آمونیاک بسیار حائز اهمیت است. با سیستم هوادهی، تعبیه فیلتر بیولوژیک، دمای مناسب (۲۴-۲۶°C)، تعویض ۵۰ درصد از آب مخزن هر ۴ روز یک‌بار، میگوهای جوان ظرف ۳ تا حداکثر ۴ ماه به وزن تجاری خواهند رسید. در مدیریت تغذیه علاوه بر غذاهای زنده گیاهی و جانوری، از غذای کنسانتره نیز استفاده می‌شود که باعث رشد سریع‌تر میگوهای جوان به میگوهای بازاری (۲/۵ تا ۳ سانتی‌متری) می‌گردد، بعلاوه در این اندازه میگوها جهت مولدسازی مناسب می‌باشند (Yang and Ko, 2003).

منابع

Cai, Y. 1996. A revision of the genus Neocaridina (Crustacea: Decapoda: Atyidae). Acta Zootaxon Sinica 21: 129-160.

Demas, P., 2007. Red cherry shrimp. Tropical Fish Hobbyist 56: 90-92.

Englund, R.A. and Y. Cai, 1999. The occurrence and decription of *Neocaridina denticulate sinensis* (Kemp, 1918) (Crustacea: Decapoda: Atyidae), a new introduction to the Hawaiian Islands. Bishop Museum Occasional Papers 58: 58-65.

Nur, F.A.H. and Christianus, A. 2013. Breeding and Life Cycle of Neocaridina denticulate sinensis (Kemp, 1918). Asian Journal of Animal and Veterinary Advances 8: 108-115.

Heerbrandt, T.C. and J. Lin, 2006. Larviculture of red front shrimp, *Caridina gracilirostris* (Atyidae, Decapoda). Journal of the World Aquaculture Society 37: 186-190.

Hung, M.S., Chan T.Y. and Yu, H.P. 1993. Atyid shrimps (Decapoda: Caridea) of Taiwan, with descriptions of three new species. Journal of Crustacean Biology 13:481-503.

Ketse, N. 2006. The effects of selected reference toxicants on embryonic development of the freshwater shrimp *Caridina nilotica* (Decapoda: Atyidae). M.Sc. Thesis, Institute for Water Research, Rhodes University, Grahamstown, South Africa.

Lai, H.T. and Shy, J.Y. 2009. The larval metamorphosis of *Caridina pseudodenticulata* (Crustacea; Decapoda; Atyidae) rearing in the laboratory, with a discussion of larval metamorphosis types. Raffles Bulletin of Zoology 20: 97-109.

Shih, H.T. and Cai, Y. 2007. Two new species of the land-locked freshwater shrimps genus *Neocaridina Kubo*, 1938 (Decapoda: Caridea: Atyidae), from Taiwan, with notes on speciation on the island. Zoolgical Studies 46: 680-694.

Shokita, S. 1981. Life-history of the family Atyidae (Decapoda, Caridea). Aquabiology 12: 15-23.

Shy, J.Y. 1994. Taxonomy, distribution and ontogeny of freshwater shrimps and crabs in Taiwan. Ph.D Thesis, National Taiwan Ocean University, Keelung.

Yang, H.J.and Ko, H.S. 2003. Larval development of *Neocaridina denticulate sinensis* (Decapoda: Caridea: Atyidae) reared in the laboratory. Korean Journal of Systematic Zoology 19: 49-54.