تکثیر و پرورش میگوی بزرگ آب شیرین

Macrobrachium resenbergii

۱-۱- رده‌بندی تاکسونومیک میگوی بزرگ آب شیرین

میگوی بزرگ آب شیرین *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) یکی از اولین گونه های جنس *Macrobrachium* می‌باشد که تاکسونومی علمی آن مشخص شده است. این گونه در گذشته به اسامی *Palaemon carcinus*، *P. dacqueti* و *P. rosenbergii* نیز شناخته می‌شده است. اسم انگلیسی این گونه Giant freshwater prawn است؛ اما در گذشته و حتی در حال حاضر نیز برخی اسامی شامل Giant river prawn، Freshwater shrimp، Malaysian Prawn، Freshwater scampi و Freshwater cherabin در متون علمی برای این گونه مورد استفاده قرار می‌گیرد. رده‌بندی تاکسونومیک امروزی این گونه در سال ۱۹۵۹ بصورت زیر توسط زیست‌شناسان تعیین و توسط ITIS[1] به‌روز شده و از سایر گونه‌های میگوهای خانواده آب شیرین متمایز شده است.

سلسله جانوران (Animalia)

شاخه بندپایان (Arthropoda)

زیرشاخه سخت‌پوستان (Crustacea)

رده سخت‌پوستان عالی (Malacostracea)

زیررده (Eumalacostracea)

فوق‌راسته (Eucarida)

[1] - Integrated Taxonomic Information System

راسته دەپایان(Decapoda)

زیر راسته (Pleocyemata)

دون‌راسته (Caridae)

فوق‌خانواده (Palaemonoidae)

خانواده (Palaemonidae)

زیرخانواده (Palamoninae)

جنس (*Macrobrachium*)

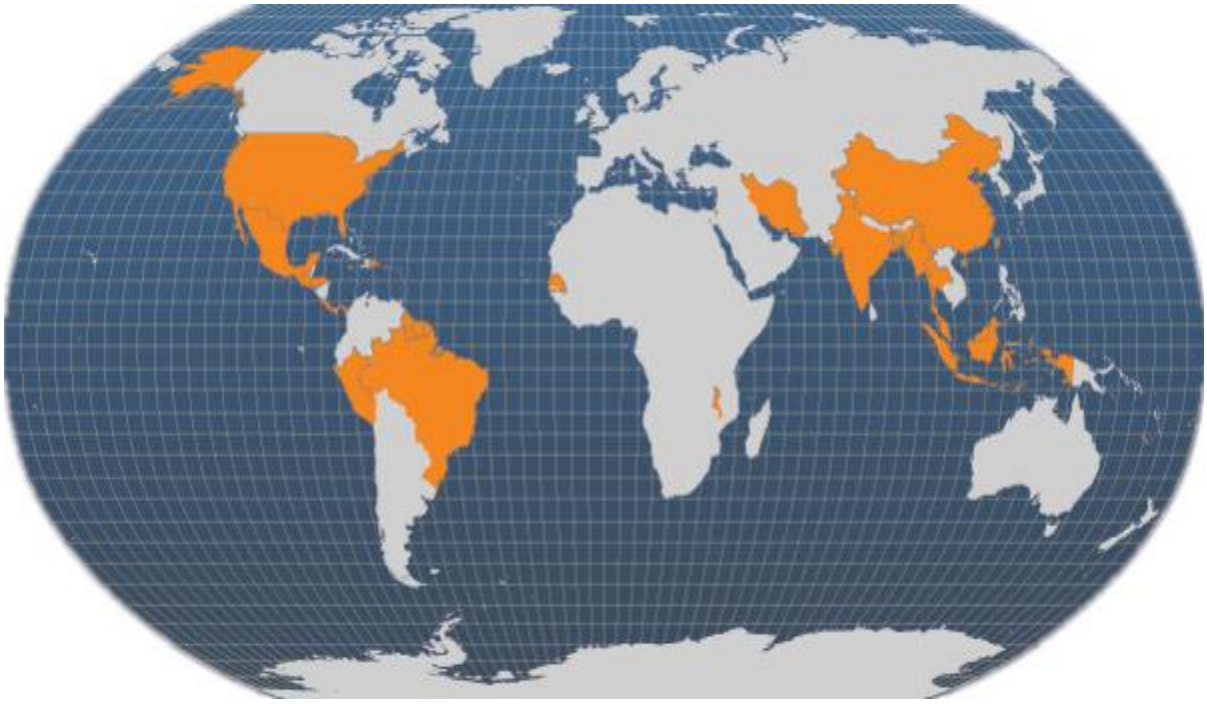
گونه (*Macrobrachium rosenbergii*)

۱-۲- پراکنش میگوهای بزرگ آب شیرین

تاکنون حدود ۲۳۰ گونه از جنس *Macrobrachium* در سراسر جهان شناسایی و ثبت شده است (New, 2002, Mente, 2009). علاوه بر گونهٔ *Macrobrachium rosenbergii* که بزرگترین، مهمترین و اقتصادی‌ترین گونه در بین گونه‌های این جنس است، حدود ۱۶ گونه دیگر نیز اهمیت اقتصادی داشته و در نقاط مختلف جهان بصورت محدود و بومی پرورش داده می‌شوند. این گونه‌ها شامل *M. nipponense* در کشور چین، *M. malcolmsoni* در کشور هند، *M. acanthurus* بومی سواحل شرقی آمریکا از ایالت کارولینای شمالی تا سواحل برزیل، *M. amazonicum* بومی سواحل شرقی آمریکای جنوبی، *M. americanum* بومی سواحل غربی آمریکا از ایالت کالیفرنیا تا سواحل پرو، *M. carcinus* بومی سواحل شرقی آمریکا از ایالت فلوریدا تا سواحل برزیل، *M. formosense* بومی سواحل شرقی آسیا از ژاپن تا تایوان، *M. lamarrei* بومی سواحل اقیانوس هند از هند تا بنگلادش، *M. lanceifrons* بومی سواحل کشور فیلیپین، *M. lanchesteri* بومی سواحل کشورهای تایلند، مالزی و سنگاپور، *M. lar* بومی سواحل اقیانوس

هند در شرق آفریقا و مجمع الجزایر شمال اقیانوسیه، *M. malcolmsonii* بومی سواحل کشورهای پاکستان، هند و بنگلادش، *M. ohione* بومی بومی سواحل شرقی آمریکای شمالی از سواحل ایالت ویرجینیا تا ایالت تگزاس و حوضهٔ رودخانه می‌سی‌سی‌پی، *M. rude* بومی سواحل اقیانوس هند از شرق آفریقا تا کشور بنگلادش، *M. vollenhovenii* بومی سواحل کشورهای غرب آفریقا هستند.

گونهٔ *Macrobrachium rosenbergii* بومی نواحی جنوب و جنوب‌شرقی آسیا و برخی جزایر اقیانوس آرام است (New, 2002; Wilder *et al*., 1998; Wowor and Ng, 2007). این گونه دارای دو زیرگونه شرقی و غربی است؛ زیرگونهٔ شرقی *Macrobrachium rosenbergii rosenbergii* (De Man, 1879) است و پراکنش آن در کشورهای فیلیپین، اندونزی، ویتنام، ایرایان جایا، گویان و شمال استرالیا است و زیرگونهٔ غربی *Macrobrachium rosenbergii dacqueti* (Sunier, 1925) است که در کشورهای هند، خلیج بنگال، تایلند، مالزی، سوماترا و کالیمانتان پراکنش دارد (New, 2002).



شکل ۱-۱- پراکنش طبیعی و کشورهایی که گونهٔ *M rosenbergi i* معرفی شده و پرورش انجام می‌شود (FAO, 2002).

این گونه در آبهای شیرین داخلی شامل دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، مردابها، کانالهای آبیاری و حتی در مصب‌های مناطق استوایی و نیمه‌استوایی زیست می‌کند (Damrongphol *et al*., 1990; Soesanto, 2003). میگوی بزرگ آب شیرین در شش ماهگی در آب شیرین رودخانه به سن بلوغ می‌رسد (Damrongphol *et al*., 1990; New, 2002). زمان اوج تولیدمثل این گونه در محیط‌های استوایی همزمان با باران‌های موسمی و در محیط‌های معتدل در فصل تابستان است (Nhan, 2009; Mente, 2009).

۱-۳- تولید جهانی میگوی بزرگ آب شیرین و اهمیت اقتصادی آن

گونهٔ میگوی بزرگ آب شیرین با توجه به رشد سریع، قابلیت تکثیر در مراکز تکثیر مصنوعی، قابلیت پرورش در سیستم‌های مختلف پرورشی، بازارپسندی مطلوب و سازگاری در شرایط مختلف محیطی به عنوان یک گونه کلاسیک در تکثیر و پرورش آبزیان مطرح شده است؛ بطوریکه امروزه در بیشتر مناطق استوایی و نیمه استوایی جهان تکثیر و پرورش آن توسعه یافته یا رو به توسعه است. در سال ۱۹۸۰ سازمان فائو در راستای سیاست تولید پروتئین از سیستم‌های آبزی‌پروری و کاهش فشار بر منابع آبزیان دریایی با اقدامات ترویجی سعی در توسعهٔ تکثیر و پرورش مدرن این گونه در کشورهای استوایی و نیمه استوایی نمود و از این سال به بعد معرفی این گونه به کشورها و مناطق جدید آغاز گردید و تولید آبزی پروری سالانه میگوی بزرگ آب شیرین وارد آمار جهانی بخش آبزی‌پروری سازمان فائو گردید؛ بطوریکه در طول حدود ۳ دهه در سال ۲۰۰۹ میزان تولید آن به ۲۲۹۴۱۹ تن رسیده است (تمودار ۱-۱) (FAO, 2011). میگوی بزرگ‌آب شیرین دارای مزایایی است که

باعث شده است به عنوان یک گونه اقتصادی و سودمند از دیدگاه آبزی پروری توسعهٔ زیادی در سطح جهانی داشته باشد (New, 2002).

۱- تولید مثل آسان در تمام ایام سال به شرط مهیا بودن دما و غذای مناسب.

۲- بلوغ و رسیدگی جنسی در محیط اسارت.

۳- رژیم غذایی همه‌چیزخواری بطوری که می‌توان رژیم غذایی ۱۰۰٪ گیاهی تا رژیم ۱۰۰٪ جانوری را اعمال کرد، به شرط آنکه اسیدهای آمینه ضروری در رژیم غذایی گیاهی تأمین شوند.

۴- قابلیت پرورش در آبهای شیرین و لب‌شور.

۵- قابلیت پرورش بصورت توأم با ماهیان گرمابی و شالیزارهای برنج.

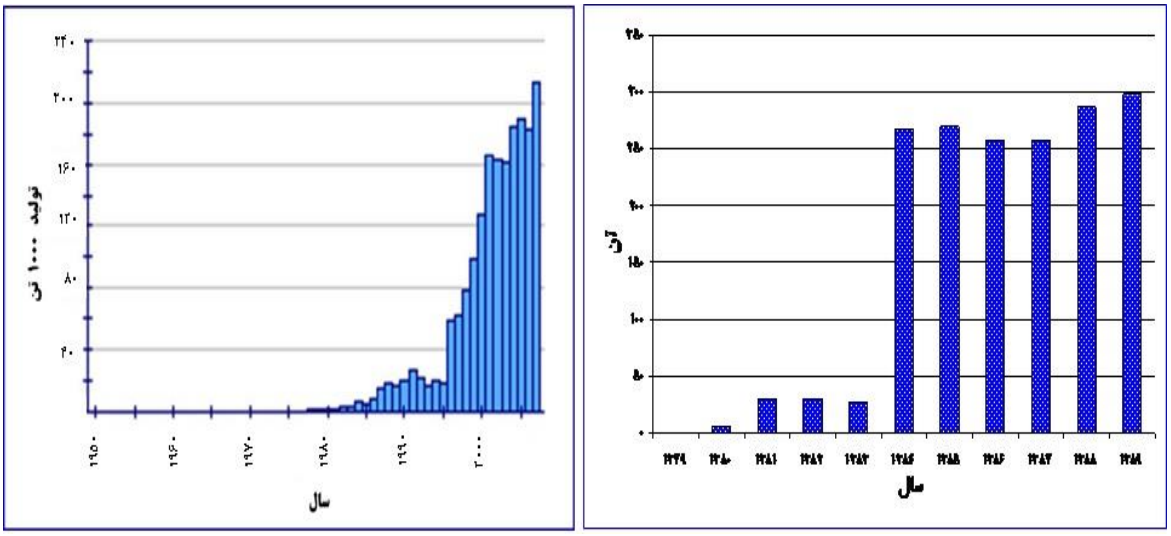
۶- مقاومت به بیشتر بیماریهای آبزیان.

۷- ارزش غذایی و اقتصادی بالا.

۱-۴- معرفی میگوی بزرگ آب شیرین به ایران و وضعیت کنونی تکثیر و پرورش آن

میگوی بزرگ آب شیرین گونهٔ بومی ایران نبوده و در راستای سیاست‌های افزایش تولید آبزی‌پروری و توسعهٔ گونه‌های جدید آبزی ابتدا در سال ۱۹۹۱ مولدین و پست‌لاروهای این گونه توسط مؤسسه تحقیقات شیلات ایران از کشور بنگلادش وارد ایران شد و در پژوهشکدهٔ آبزی‌پروری آبهای داخلی در بندر انزلی در مخازن و تانک‌های پرورشی نگهداری و پرورش آنها آغاز گردید. پرورش لاروها و پست‌لاروهای تولیدی تا تولید مولدین انجام گردید اما به علت نبود دانش کافی در مورد بیوتکنیک تکثیر این گونه در کشور، تکثیر این گونه در کشور با مشکل مواجه گردید و تولید لارو با موفقیت همراه نبود. دو سال بعد، در سال ۱۹۹۳ سازمان شیلات ایران میگوهای پیش مولد را از کشور مالزی جهت پرورش در مزارع خاکی استان خوزستان وارد نمود که این تلاش نیز با شکست مواجه گردید. در سال ۱۹۹۴ در سومین تجربه مجدداً سازمان شیلات ایران میگوهای پیش مولد

را از کشور مالزی جهت پرورش در مزارع کپور و تکثیر در مرکز تکثیر کوفیشه در استان خوزستان معرفی نمود که این تجربه با موفقیت همراه بود و در همان سال از مولدین بدست آمده در استخرهای خاکی و مخازن پرورشی لارو و پست لارو بدست آمد و تکثیر و پرورش میگوی بزرگ آب شیرین در کشور آغاز گردید (New and Kutty, 2010). با شروع تکثیر در ایران، پرورش این گونه نیز در کشور توسعه یافت؛ در ابتدا سه مرکز تکثیر شامل مرکز تکثیر کوفیشه در استان خوزستان، مرکز تکثیر قصرشیرین در استان کرمانشاه و مرکز تکثیر جیرفت در استان کرمان پست‌لاروهای مورد نیاز مراکز پرورشی را در کشور تأمین می‌کردند اما در سالهای بعد به‌علت عدم توانایی در مدیریت کیفیت آب، مولدین و لاروهای دو مرکز تکثیر کوفیشه و جیرفت از بین رفتند و در حال حاضر فقط مرکز تکثیر قصرشیرین پست‌لاروهای موردنیاز کشور را تولید می‌کند. پرورش تجاری این گونه در کشور بصورت پرورش تک‌گونه یا بصورت توأم با سایر گونه‌های آبزیان گرمابی از سال ۱۳۷۹ آغاز گردید و از سال ۱۳۸۴ جهت ارائه آمار به سازمان فائو مجموع تولیدی میگوی بزرگ آب شیرین و خرچنگ دراز آب شیرین استفاده می‌گردد؛ بطوریکه در سال ۱۳۸۹ مجموع تولید این دو گونه در کشور ۲۹۸ تن گزارش شده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۰). (نمودار ۱-۱).



نمودار ۱-۱- روند جهانی تولید میگوی بزرگ آب شیرین (FAO, ۲۰۱۱) (چپ). روند تولید میگوی بزرگ آب شیرین (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۰) (راست).

۱-۵- سازگاری طبیعی و جایگاه تکاملی میگوی بزرگ آب شیرین در بین سخت‌پوستان

روند تکاملی سخت‌پوستان راستهٔ ده‌پایان از آبهای شور دریاها و اقیانوس‌ها به طرف آبهای شیرین رودخانه‌ها و دریاچه‌ها شکل گرفته است. بطوری‌که در طول این روند، برخی سازگاری‌های زیستی در سخت پوستان آب شیرین در طبیعت اتفاق افتاده است (VanHook and Patel, 2008). در روند این تکامل، خانوادهٔ میگوی بزرگ آب شیرین[۲] بین میگوهای دریایی[۳] و خرچنگ دراز آب شیرین[۴] قرار دارد. علیرغم اینکه چرخهٔ زیستی طبیعی میگوی بزرگ آب شیرین عمدتاً در آبهای شیرین رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد، اما این چرخه بطور کامل از آبهای شور دریاها و اقیانوس‌ها مستقل نشده است. دورهٔ لاروی بیشتر گونه‌های این خانواده هنوز وابسته به آبهای لب‌شور مصب دریاها و رودخانه‌ها بوده و به همین دلیل در فصل تولیدمثل میگوهای بزرگ آب شیرین برای تخم‌ریزی بایستی به مناطق مصبی مهاجرت کنند. بنابراین، در فصل تولیدمثل میگوهای بزرگ آب شیرین دریاکوچ[۵] می‌شوند تا لاروهای تولیدشده دورهٔ تکاملی خود را در آبهای لب‌شور سپری کنند. بعد از طی شدن دورهٔ لاروی، پست‌لاروها به طرف بالادست رودخانه ها و آبهای شیرین مهاجرت می‌کنند.

در روند تکاملی سخت پوستان ردهٔ ده پایان تغییراتی در ظاهر و ویژگی‌های ریخت‌شناسی آنها اتفاق افتاده است. بطوری‌که از طرف آبهای شور به طرف آبهای شیرین با تغییر زیستگاه، بخش شکمی که محل استقرار پاهای شنا است به تدریج کوچکتر و بخش سینه‌ای و پاهای حرکتی برای حرکت در بستر رودخانه‌ها بزرگتر و قوی تر شده است. دومین جفت پاهای حرکتی در میگوهای دریایی تا حدودی مشابه سایر پاهای حرکتی است

[2] - Prawn
[3] - Marine Shrimps
[4] - Crayfish
[5] - Catadromous

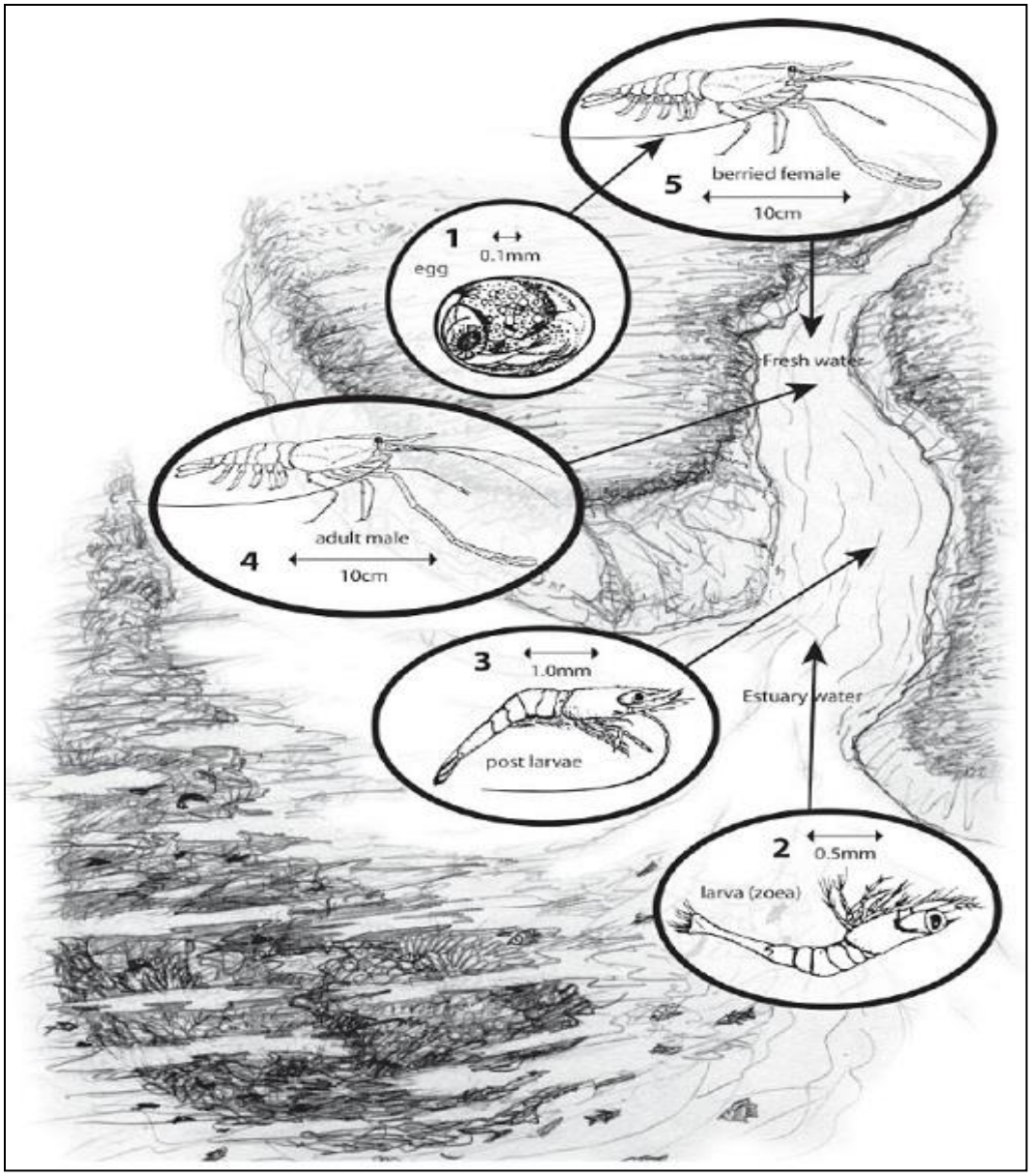
اما در میگوی بزرگ آب شیرین بزرگ شده و دارای چنگالهای قوی شده است و در خرچنگ دراز آب شیرین و خرچنگهای گرد این اندامک کاملاً عضلانی شده و بسیار قوی شده است (شکل ۱-۲). علاوه بر تغییرات ظاهری، تغییرات زیادی در تولیدمثل، حفاظت از جنین و لاروها، هماوری کل و دورهٔ جنینی آنها اتفاق افتاده است. در میگوهای دریایی هماوری کل بسیار بالا بوده (متوسط ۴۰۰۰۰۰ تخم)، دورهٔ جنینی در دمای ۲۸ درجهٔ سانتیگراد حدود ۱۴-۱۲ ساعت و هیچ‌گونه محافظتی از تخم‌ها صورت نمی‌گیرید اما در میگوی بزرگ آب شیرین هماوری بطور متوسط ۴۰۰۰۰ تخم بوده و دورهٔ جنینی در دمای ۲۸ درجهٔ سانتیگراد حدود ۳ هفته بوده و در طول دورهٔ جنینی مولد تخم‌ها را بر روی بخش شکمی نگه می‌دارد. این روند در خرچنگ دراز آب شیرین شدیدتر بوده و مولد از تخم‌ها و لاروها نگهداری می‌کند و بطور متوسط هماوری کل آن حدود ۲۰۰ تخم و دورهٔ لاروی بسیار طولانی و در حدود ۲ ماه می‌باشد.

۱-۶- زیستگاه و چرخه زیستی میگوی آب شیرین در طبیعت

در چرخهٔ زیستی سخت‌پوستان ردهٔ ده‌پایان، چهار مرحلهٔ مشخص شامل تخم، لارو، پست لارو و بالغ وجود دارد (Mente, 2003). طول هر کدام از این دوره‌ها متفاوت بوده و به شرایط محیطی، از جمله درجه حرارت آب، تغذیه و شوری آب بستگی دارد (New, 2002). گونه‌های خانواده میگوهای بزرگ آب شیرین[۶] در روند تکاملی راستهٔ ده‌پایان[۷] از ردهٔ سخت‌پوستان[۸] که از دریا به سوی رودخانه‌ها و منابع آب شیرین صورت گرفته است، بطور کامل از منابع آب شور مستقل نشده‌اند و در چرخهٔ زیستی گونه‌های این خانواده، دورهٔ لاروی وابسته به منابع آب لب‌شور مصب رودخانه‌ها است (VanHook and Patel, 2008) به همین دلیل مولدین گونه های این خانواده در فصل تولیدمثل به سمت مصب رودخانه‌ها مهاجرت می‌کنند تا مراحل تکوین لاروی در آبهای لب‌شور مصب رودخانه سپری شود (شکل ۱-۳). این گونه در منابع آبی شیرین مناطق استوایی و نیمه

[6] - Palaemonidae
[7] - Decapoda
[8] - Crustacean

استوایی متصل به مناطق مصبی زیست می‌کنند. شرایط خاص بیولوژیکی و اهمیت اقتصادی میگوی بزرگ آب شیرین از دیدگاه تکثیر و پرورش این گونه باعث شده است که بطور طبیعی مراکز تکثیر آن در مناطقی احداث شود که آب شیرین و آب لب‌شور در دسترس باشد که این امر توسعهٔ این مراکز را محدود می‌کند؛ به همین دلیل تولید انبوه لارو در شرایط آزمایشگاهی و تفریخ‌گاهها بیش از سایر گونه‌های آبزیان مورد توجه قرار گرفته است. علیرغم اینکه پرورش میگوی بزرگ آب شیرین در استخرهای خاکی و بصورت سنتی انجام می‌گیرد، تکثیر نیمه‌مصنوعی و پرورش لارو آن معمولاً بصورت مدرن و در مراکز تکثیر در شرایط آزمایشگاهی انجام می‌شود، این امر مستلزم شناخت شرایط بهینه محیط‌زیست طبیعی این گونه در مراحل مختلف لاروی است.



شکل ۱-۳- چرخه زیستی میگوی بزرگ آب شیرین در طبیعت (Mente, 2003).

۱-۷- ریخت شناسی مولدین میگوی بزرگ آب شیرین

میگوی بزرگ آب شیرین از نظر ظاهری بدنی باریک، کم و بیش دوکی شکل، دارای تقارن دو طرفی می باشد و حالت بدن باعث کمترین مقاومت در حرکت و شنا در ستون آب می‌شود. گونه‌های مختلف جنس

Macrobrachium اندازه‌های متفاوت دارند و در اندازه‌های ۲/۵ تا ۹۰ سانتیمتر دیده می‌شود (Rastogi, 2002). میگوی بزرگ آب شیرین حداکثر به‌طول ۳۲۰ میلی‌متر و وزن ۲۰۰ گرم می‌رسد. روستروم بلند، دارای ۱۴-۱۱ دندانه در بالا و ۱۰-۸ دندانه در پایین می‌باشد. میگوهای جوان و بالغ دارای رنگ تیره نارنجی مایل به قهوه‌ای تا آبی هستند (نیو، ۱۳۷۰). نرهای بالغ نه تنها از ماده ها بزرگتر هستند، بلکه جفت پاهای حرکتی دوم خیلی بزرگتر از جنس ماده می‌شود. سرسینه میگوی نر بزرگتر است ولی بخش شکمی آن باریکتر از میگوی ماده می‌باشد، زیرا بخش شکمی در میگوی ماده بزرگتر می‌شود که این امر امکان حمل تخم‌های بیشتری را برای مولد ماده فراهم می‌کند (نیو، ۱۳۷۰). اندامک تناسلی میگوی نر در بین پنجمین جفت پاهای حرکتی قرار دارد. همچنین سر میگوی نر بزرگتر از سر میگوی ماده است. (New, 2002).

ساختار ظاهری این گونه مانند سایر گونه‌های راسته ده‌پایان، از سه بخش سرسینه، شکم و دم می‌باشد. سرسینه دارای ۱۴ قطعه، شکم دارای ۵ قطعه و دم دارای یک قطعه می‌باشد (شکل ۱-۴).

- بخش سرسینه[9]

۱۴ قطعه در سر میگو واقع گردیده که در هم ادغام شده و زیر پوسته بزرگ پشتی و جلویی بنام کاراپاس قرار گرفته است (Rastogi, 2002). سرسینه خود به دو قسمت اصلی سر و سینه (بخش کاراپاس) تقسیم می شود که سر از ۶ قسمت و کاراپاس یا سینه از ۸ قسمت تشکیل می‌شود. شکاف دهانی در زیر و در انتهای سرسینه قرار دارد. کاراپاس سخت و صاف است، دو خار در طرفین، یکی در سمت زیر حدقه و دیگری (خار کبدی) که پایین تر و پشت خار آنتنی واقع شده است. بخش جلوی سفالوتراکس، سفالون نامیده می‌شود، که دارای ۶ قسمت است و شامل چشمها و پنج جفت زائده می‌باشد (Mente, 2003). بخشهای مختلف سفالون عبارتند:

[9] - Cephalothorax

۱- ساقه چشها[10]

۲- آنتن اولیه که دارای سه بخش ساقه‌ای[11] است، که از هر یک دو تاژک[12] خارج شده است.

۳- آنتن دومی، دارای پنج بخش ساقه ای و یک تاژک بلند می‌باشد.

۴- فک‌ها[13] یا آرواره ها، کوتاه و سخت هستند و برای آسیاب کردن غذا استفاده می‌شوند.

۵- ماکزیلا[14] اول، که برگ مانند هستند، در زیر ماکزیلای دوم پنهان شده و برای انتقال غذا استفاده می‌شود.

۶- ماکزیلا دوم، مشابه ماگزیلای اول است. در بالا قرار دارد و دارای یک خار اضافه است.

دو جفت آنتن مهمترین محل برای دریافت های حسی به شمار می‌روند. بخش پشتی سفالوتراکس که بنام تراکس نامیده می‌شود، از ۸ قسمت تشکیل شده است که شامل ۳ سری ماکزیلی‌پد[15] و ۵ جفت پای حرکتی می‌باشد.

۱- اولین و دومین ماکزیلی‌پد مشابه اولین و دومین ماگزیلا بوده و بعنوان بخشی از دهان عمل می‌کنند.

۲- ماکزیلی‌پد سوم که بعنوان بخشی از ناحیه دهانی است اما بیشتر شبیه پا عمل می‌کند.

۳- اولین و دومین پا دارای انبرک[16] هستند که چنگال نامیده می‌شوند دومین جفت پاهای حرکتی برای گرفتن غذا، جفتگیری و مبارزه بکار می‌رود (Rastogi, 2002).

- بخش شکمی

بدن از ۶ قسمت مجزا تشکیل شده که به بخش سرسینه مفصل شده و در انتها به تلسون ختم می‌شود. در سومین قسمت بدن چرخشی ایجاد می‌شود که حالت بدن به شکل کاما (،) دیده می‌شود. هر قطعه یک جفت

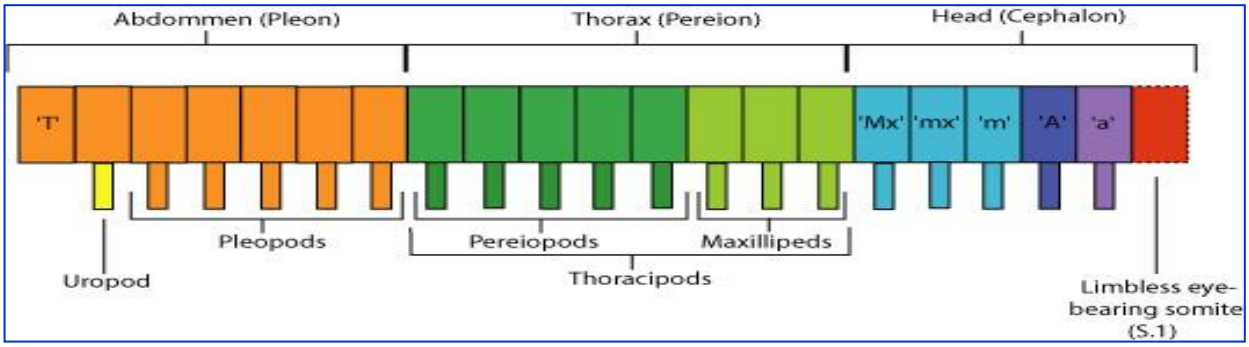
[10] - Stalked eyes
[11] - Stalks peduncles
[12] - Flagella
[13] - Mandibles
[14] - Maxillae
[15] - Maxilliped
[16] - Chelae

زانده در زیر دارد که بنام پلیوپود[۱۷] یا پاهای شنا نامیده می‌شود. مخرج در انتهای بدن در زیر شکم و در زیر تلسون قرار دارد. دهانه خروجی کلیه‌ها در زیر بند اول پاهای حرکتی باز می‌شود. پاهای شنا پنج جفت بوده و نرم هستند که در ماده‌ها دارای محل اتصال برای نگهداری کلاف تخم می‌باشد. در نرها، جفت دوم پاهای شنا برای استفاده در جفت‌گیری تغییر شکل داده و یک برآمدگی در زیر بنام زائده نرینگی دیده می‌شود.

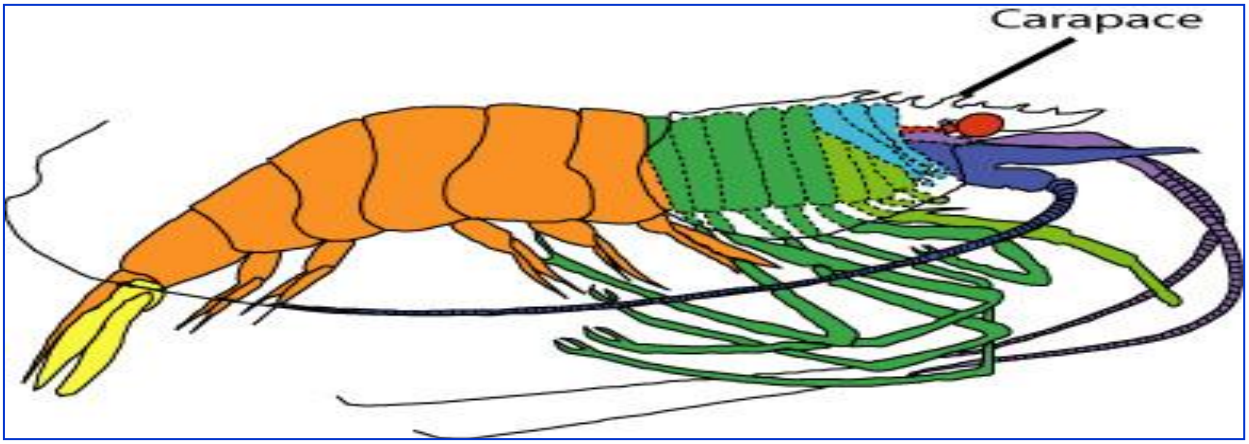
- بخش دم

در انتهای بدن، تلسون[۱۸] بروی آخرین بند شکمی دیده می‌شود که یک صفحه گسترده، با دو خار در کنار دارد که یوروپود[۱۹] را تشکیل می‌دهند و نقش آنها تعادل در هنگام شنا می‌باشد.

[17] - Pleopods
[18] - Telson
[19] - Uropod



a آنتنول؛ A آنتن؛ m مانديبول؛ mx ماکسیلول؛ M ماکسیلا؛ T تلسون



شکل ۱-۴- ریخت شناسی بخش‌های مختلف بدن میگوی بزرگ آب شیرین.

۱-۹- پوست‌اندازی[۲۰] میگوی بزرگ آب شیرین

پوست اندازی یکی از جنبه‌های مهم فیزیولوژی سخت‌پوستان است که به طور مستقیم و غیر مستقیم بر روی متابولیسم، تولیدمثل، رشد و رفتار آنها تأثیر میگذارد. گونه‌های سخت‌پوستان ردهٔ ده پایان دارای سه نوع پوست‌اندازی هستند:

۱- پوست اندازی رشد

۲- پوست اندازی تولید مثلی

[20] - Molting

۳- پوست اندازی در اثر استرس

الف-پوست اندازی رشد: چون بدن سخت پوستان از پوشش سخت کیتینی و کربنات کلسیمی احاطه شده است، برای رشد میگو باید پوست قدیمی خود را انداخته و پوشش جدید و بزرگتری را به وجود آورد. در زمان پوست اندازی کوتیکول، در ناحیه بین کاراپاس و قسمت قدامی شکاف می‌خورد و بدن میگو از داخل پوسته خارج می‌شود و این امر فرایند باعث رشد پلکانی سخت پوستان می‌شود.

ب- پوست اندازی تولید مثلی: در سخت پوستان ردهٔ ده‌پایان جفت‌گیری موفقیت آمیز بین میگوی ماده بالغ تازه پوست اندازی کرده و نر بالغ با پوسته سخت انجام می‌شود. در نتیجه ماده‌ها قبل از جفت‌گیری پوسته خود را رها کرده و آماده جفت‌گیری می‌شوند.

ج- پوست‌اندازی در اثر استرس: گاهی در اثر استرس‌های پی‌درپی هورمون اکدیسون ترشح کرده و پوست‌اندازی در سخت پوستان اتفاق می‌افتد.

هنگام پوست‌اندازی تغییرات اساسی دوره‌ای در بافتها و لایه‌های مختلف پوست، غده های گوارشی، لنف و ترکیبات دفعی بدن سخت پوستان رخ می‌دهد. علیرغم اینکه پوست‌اندازی توسط سیستم مرکزی-عصبی و از طریق هورمون های عصبی تنظیم می‌گردد، عوامل خارجی نظیر دما، غذا، دورهٔ نوری و اسیدیتهٔ آب محیط اطراف نیز بر روی این پدیده اثر می‌گذارند. اندازه و سرعت رشد میگو و سیکل تولید مثل آن نیز بر روی تناوب و فواصل بین پوست‌اندازی مؤثر است. پدیده پوست‌اندازی هنگامی‌که اندام X موجود در پایک چشمی، ترشح هورمون جلوگیری از پوست‌اندازی (MIH)[۲۱] را متوقف می‌کند با واکنش سیستم مرکزی – عصبی به بعضی از محرکهای فیزیولوژیکی آغاز می‌گردد. در این مرحله سیستم عصبی از طریق اندام Y ترشح بیشتر هورمون پوست‌اندازی یا هورمون اکدیسون[۲۲] را تحریک می‌کند. این امر موجب یک‌سری فرایندهای پیچیده می‌گردد که

[21] - Molting inhibition hormone
[22] - Ecdysone

در شرایط مساعد محیط و تغذیه‌ای منجر به پوست‌اندازی میگو می‌شود. به همین دلیل قطع پایک چشمی میگو سبب توقف ترشح هورمون جلوگیری کننده از پوست‌اندازی توسط اندام X شده سیکل آن را به میزان قابل ملاحظه‌ای کوتاه‌تر می‌کند. برخی محققین معتقدند که قطع و یا از دست دادن چند تا از اندامها ی خارجی بدن میگو نیز می‌تواند در القاء و تسریع پوست‌اندازی میگو مؤثر باشد. در موقع پوست‌اندازی کوتیکول در ناحیهٔ بین کاراپاس و ناحیه‌ای خاص بنام Inter-salary sklerit شکاف می‌خورد و از میان آن سرسینه و اندامهای ضمیمه قدامی بیرون آمده و با یک حرکت سریع و قوی بدن سخت‌پوست از پوستهٔ قدیمی خود رها شده و به سرعت از آن دور می‌شود.

پوسته قدیمی با توجه به منبع غنی کلسیم، معمولاً توسط سایر میگوها و شکارچیان آبزی خورده می‌شود. پوسته جدید در ابتدا نرم بوده اما با سرعتی که به شرایط محیطی و وضعیت فیزیولوژیکی هود میگو بستگی دارد به‌تدریج سخت می‌شود. سخت شدن پوسته جدید در میگوهای کوچک در عرض چند ساعت و در میگوهای بزرگتر در مدت ۱ تا ۲ روز صورت می‌گیرد. پوست اندازی معمولاً در شب انجام شده و کمتر از یک دقیقه طول می‌کشد و درصد بالایی از میگوها هنگام پوست‌اندازی تغذیه نمی‌کنند. تناوب پوست‌اندازی بستگی به بزرگی و اندازهٔ میگو دارد و با بزرگ شدن میگو، فاصله زمانی پوست‌اندازی‌ها نیز بیشتر می‌شود (Rostagi, 2002).

در دورهٔ لاروی و در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، معمولاً پوست‌اندازی در هر ۳۰ تا ۴۰ ساعت رخ می‌دهد و در میگوهای با وزن ۳ تا ۵ گرم هر ۴ تا ۶ روز یکبار، در میگوهای با وزن ۶ تا ۱۰گرم تقریباً هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار و در میگوهای ۱۳ تا ۱۷ گرم معمولاً در فواصل دو هفته یک بار پوست‌اندازی انجام می‌شود. پوست اندازی میگوی مولد پرورشی که به طور معمول رنگ سبز زیتونی روشنی دارند به فاصله هر ۳۸-۳۲ روز با میانگین متوسط ۳۵ روز یکبار انجام می‌شود. ابتداء ۳-۲ روز قبل از پوست‌اندازی، رنگ میگو از سبز زیتونی روشن به رنگ سبز مایل به کرم تغییر می‌کند. البته شرایط محیطی و عوامل تغذیه‌ای نیز در فواصل و دفعات پوست اندازی تأثیر می‌گذارند (New, 2002).

شکل ۱-۵- پوسته‌های میگوی بزرگ آب شیرین (الف). میگوی در حال تغذیه از پوسته (ب).

۱-۱۰- خودبُری[۲۳] و خودترمیمی[۲۴] اندامک‌های میگوی بزرگ آب شیرین

خودبُری و خودترمیمی فرایندی است که در اثر آن موجود اندامک‌های خود را که یا بصورت اختیاری دفع نموده یا در اثر آسیب‌دیدگی قطع شده است را بازسازی و ترمیم می‌کند. این امر حتی شامل ترمیم بخش‌های داخلی و خارجی پوسته نیز می‌شود. در سخت‌پوستان راستهٔ ده‌پایان برای هر یک از زوائد بدن یک بخش نرم اختصاصی در ابتدای اندامک وجود دارد که قادر به جداسازی اندامک از بدن موجود و بازسازی مجدد همان اندامک می‌باشد. فرایند خودبُری در پایهٔ اندامک‌ها در محل اتصال اندامک به ماهیچه‌های بدن اتفاق می‌افتد که در اثر انقباض شدید ماهیچه‌ها و شکست در محل بخش نرم ابتدای اندامک، عمل جدا شدن اندامک از بدن اتفاق می‌افتد (Rastogi, 2002).

[23] - Autotomy
[24] - Regeneration

در میگوی بزرگ آب شیرین بیشترین قطع اندامک بصورت اختیاری یا بخاطر آسیب‌دیدگی در اثر درگیری با سایر میگوها در دومین جفت پاهای حرکتی[۲۵] اتفاق می‌افتد. طول دومین جفت پاهای حرکتی یا همان چنگالهای میگوی بزرگ آب شیرین یکی از ویژگی‌های برتری و غالبیت در بین جمعیت می‌باشد. وقتی اندازهٔ دومین جفت پاهای حرکتی میگوی نر با توجه به اندازهٔ بدن به یک حد مشخصی می‌رسد، میگو بصورت اختیاری هنگام پوست‌اندازی دومین جفت پاهای حرکتی (چنگال‌ها) خود را نیز از بدن جدا می‌کند و بلافاصله بعد از آن عمل بازسازی و ترمیم اندامک قطع شده آغاز می‌گردد. خودبُری دومین جفت پاهای حرکتی میگوهای ماده زمانی اتفاق می‌افتد که نسبت طول بدن به طول چنگال ۱ به ۲/۸ باشد (Schmalbach *et al*., 1984). همچنین این محققین بیان کردند که این رفتار یک مزیت عمده در توالی غالبیت نرها در تولیدمثل و تنوع ژنتیکی در یک جمعیت می‌باشد. علاوه بر این، چنگالهای بزرگ پوست‌اندازی را با مشکل مواجه می‌کند.

بعد از خودبُری و قطع اندامک، سلول‌های اپیدرم اطراف محل قطع شدگی بزرگ می‌شوند و به محل قطع اندامک مهاجرت می‌کنند. بعد از چندین هفته، یک برآمدگی در اثر تقسیم‌های پ‌درپی این سلولهای اپیدرمی بوجود می‌آید. اندامک بازسازی شده با یک غلاف محافظتی پوشیده می‌شود که در پوست‌اندازی و فرایند اکدسیس دفع می‌شود (Skinner, 1985). یک رابطهٔ نزدیک بین پوست‌اندازی و بازسازی اندامک وجود دارد، بطوری‌که بازسازی اندامک فقط در دورهٔ پیش از پوست‌اندازی اتفاق می‌افتد. بنابراین، وقتی که میگو یک اندامک خود را از دست می‌دهد، تا چرخه پوست‌اندازی بعد نمی‌تواند اندامک آسیب‌دیده را بازسازی کند. اگرچه، وقوع پوست‌اندازی و بازسازی در میگوهایی که تعداد زیادی از اندامکهای خود را از دست داده‌اند ممکن است زودتر اتفاق بیافتد (Skinner, 1985). بطورکلی در میگوهای بزرگ آب شیرین که قلمروطلبی در بین آنها به وفور دیده می‌شود، درگیری برای تصاحب قلمرو بیشتر بوده و قطع اندامک بخصوص چنگالها (دومین جفت پاهای حرکتی) در بین آنها دیده می‌شود. در شکل ۱-۶ نمونه‌ای از قطع یکی از چنگالهای جنس نر میگوی بزرگ آب شیرین بازسازی آن دیده می‌شود.

[25] - Cheliped

شکل ۱-۶- بازسازی چنگال قطع شده و رشد مجدد آن در جنس نر میگوی بزرگ آب شیرین.

۱-۱۱- جفتگیری و تخمریزی میگوی بزرگ آب شیرین

دمای محیط مهمترین فاکتور در تولیدمثل و جفت‌گیری میگوی بزرگ آب شیرین است. در صورت مساعد بودن دما و شرایط محیطی، تولیدمثل میگوی بزرگ آب در سرتاسر سال اتفاق می‌افتد اما دو پیک تولیدمثلی بهاره و پاییزه در این گونه وجود دارد. در طی عمل تولیدمثل، میگوی نری که دارای پوسته سخت است با میگوی ماده‌ای که تازه پوست اندازی کرده و دارای پوسته نرم است جفت‌گیری می‌کند و میگوی نر اسپرم‌های خود را به‌صورت یک توده در قاعدهٔ و بین پاهای حرکتی اول و دوم مولد ماده قرار می‌دهد (Skinner, 1985). چند ساعت بعد از جفتگیری و با جایگزینی اسپرم‌ها، میگوی ماده تخم‌های خود را رها می‌کند که بطور همزمان به‌وسیله اسپرم‌های فعال لقاح می‌یابند و تخم‌های لقاح یافته به پاهای شنا و زواید شکمی میگوی مولد ماده می

چسبند (نیو، ۱۳۷۰). مولدین مادهٔ دارای تخم‌های بارور، به طور فعال برای تفریخ و سپری شدن دوره تفریخ، به سوی مصب و پایین دست رودخانه مهاجرت می‌کنند. در طول این مدت میگوی مولد ماده با عمل زنش پاهای شنا باعث هوادهی تخم‌ها می‌شود.

شکل ۱-۷- مولدین نر و مادهٔ آمادهٔ تولیدمثل میگوی بزرگ آب شیرین.

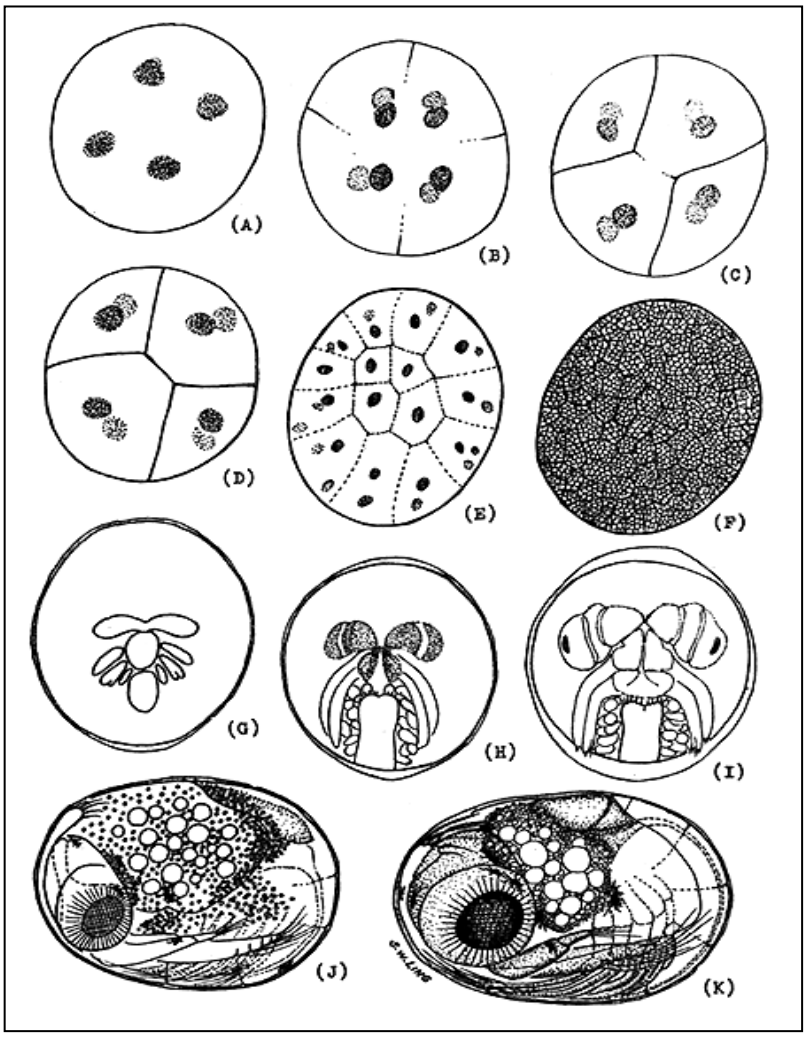
شکل ۱-۸- جفت‌گیری میگوی بزرگ آب شیرین.

چرخه زندگی میگوی بزرگ آب شیرین دارای چهار مرحله مشخص تخم، لارو، پست‌لارو و بالغ است (New, 2002; Muller *et al*., 2003). بلافاصله پس از جفت‌گیری و جایگزینی اسپرم‌ها، میگوی ماده تخم های خود را رها می‌کند که بطور همزمان به‌وسیله اسپرم‌های فعال لقاح می‌یابند و تخم‌های لقاح یافته به پاهای شنا و زواید شکمی میگوی ماده می‌چسبد و بعد از این مرحله میگوی ماده به سمت مصب رودخانه مهاجرت می کند (نیو، ۱۳۷۰). هماوری این میگو بطور متوسط برای میگوی ماده با طول ۱۷/۲ سانتیمتر و وزن ۶۵ گرم ۹۰۰۰۰ تخم می‌باشد (Muller *et al*., 2003; New, 2002). بسته به دمای محیط، دوره تخم‌گشایی این گونه ۲۵-۲۰ روز طول می‌کشد (Muller *et al*., 2003, Nhan, 2009). مرحله لاروی با تخم‌گشایی آغاز می‌شود و ۴۰-۱۵ روز طول می‌کشد تا لارو میگو به مرحله پست لاروی برسد و تبدیل به موجودی کفزی شود؛ ۱۲ مرحله مشخص لاروی که با ۱۲ بار پوست‌اندازی از هم تفکیک می‌شوند. پس از آنکه لاروها تبدیل به پست لارو شدند، پست لاروها (میگوهای جوان) برای ادامه رشد و بقاء خود نیاز به آب شیرین دارند و به تدریج به سمت بالادست رودخانه مهاجرت می‌کنند و در محیط رودخانه به مرحله بلوغ می رسند (New, 2002). در

این مرحله میگوی بالغ تغییر رنگ داده و به رنگ آبی مایل به قهوه‌ای در می‌آید و دارای رژیم غذایی همه چیزخواری است و از حشرات آبزی، جلبک‌ها، نرم‌تنان، تخم ماهیان و ... تغذیه می‌کند. میگوی بالغ در صورت عدم دسترسی به غذای طبیعی، به هم‌جنس‌خواری روی می‌آورد (Mente 2003).

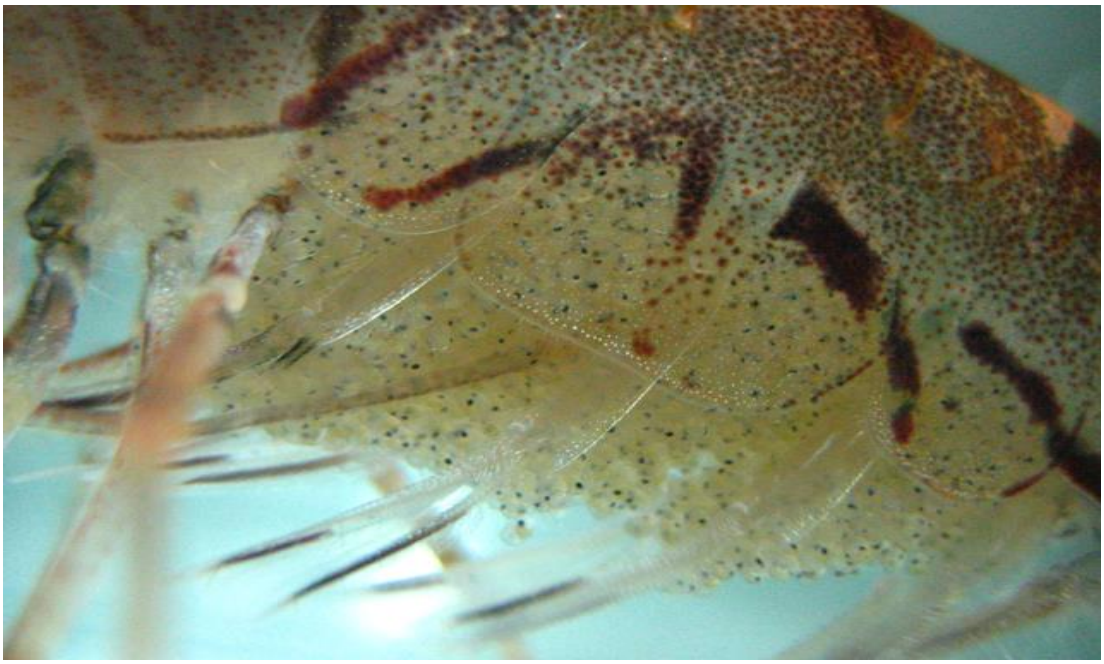
تخم میگوی بزرگ آب شیرین تا حدی بیضوی است، طوری که طول قطر بزرگ آن حدود ۰/۷-۰/۶ میلی‌متر است. رنگ تخم نارنجی است که در اثر رنگ زردۀ تخم بوجود می‌آید که مورد استفادۀ جنین قرار می‌گیرد و ۳-۲ روز قبل از تفریخ به رنگ قهوه‌ای تیره در می‌آید (New, 2002) (شکل ۱-۹). میزان هماوری کل میگوی ماده بسته به شرایط محیطی، تغذیه و سن مولد بین ۱۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ تخم می‌باشد. تخم‌های لقاح یافته بسته به دمای محیط، حدود ۲۵-۲۰ روز به‌وسیلۀ مولد ماده حمل می‌شود تا دورۀ جنینی سپری شود. در دمای ۲۸ درجه سانتیگراد، لاروها در روز بیستم تفریخ می‌شوند. شکل ۱-۱۰ مراحل مختلف دورۀ جنینی میگوی بزرگ آب شیرین را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۹- تخم‌های ابتدای دورهٔ جنینی (نارنجی-سمت راست) و انتهای دورهٔ جنینی (قهوه‌ای تیره- سمت چپ) میگوی بزرگ آب شیرین (New, 2002).



شکل ۱-۱۰- مراحل جنینی میگوی بزرگ آب شیرین در سه مرحلهٔ مورولا، بلاستولا و گاسترولا. (A) ۷ ساعت بعد ازلقاح و کامل شدن دومین تقسیم هسته سلول. (B) ۸ ساعت و ۴۵ دقیقه بعد از لقاح و کامل شدن سومین تقسیم سلولی در مرحلهٔ مورولا و نمایان شدن چهار خط تقسیم سلولی. (C) ۸

ساعت و ۵۵ دقیقه بعد از لقاح و تکمیل شدن سومین تقسیم هسته سلول و خطوط تقسیم سلولی در دو نقطه به هم می‌رسند. (D) ۹ ساعت بعد از لقاح و تشکیل چهار بخش مجزا در سلول تخم (بلاستومر). (E) ۱۴ ساعت بعد از لقاح و تشکیل ۳۲ هسته سلولی. (F) ۲۴ ساعت بعد از لقاح و تکمیل تقسیمات سلولی. (G) ۶ روز بعد از لقاح و تشکیل زواید دم. (H) ۷ روز بعد از لقاح و تشکیل پایهٔ چشم. (I) ۹ روز بعد از لقاح و توسعه رنگدانهٔ چشم. (J) ۱۴ روز بعد از لقاح و تشکیل ساختار بدنی لارو. (K) ۱۹ روز بعد از لقاح و لارو آمادهٔ تفریخ (Mente, 2003).



شکل ۱-۱۱- جنین‌های ۱۹ روز بعد از لقاح تخم میگوی بزرگ آب شیرین.

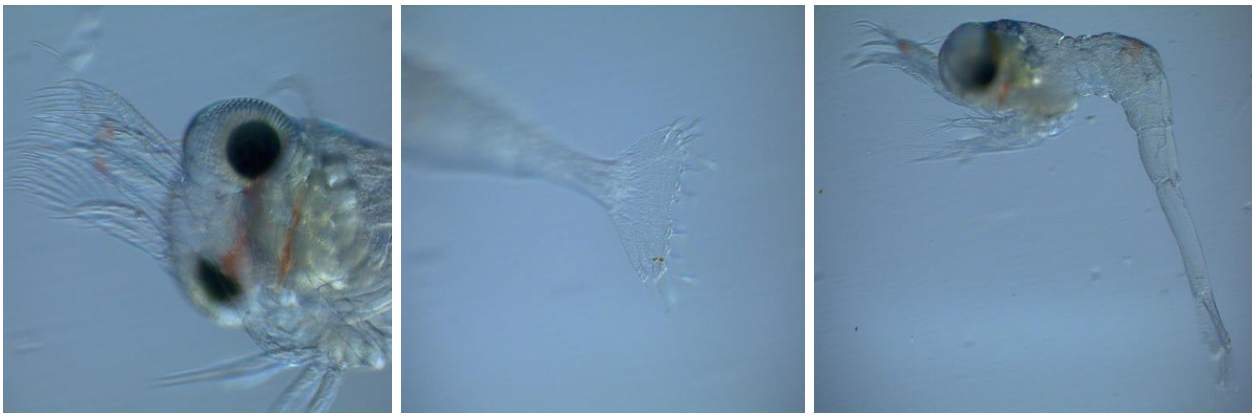
۱-۱۲- تکامل لاروی میگوی بزرگ آب شیرین

با توجه به میزان زردۀ تخم و روند تکاملی گونۀ میگوی بزرگ آب شیرین در بین گونه‌های سخت‌پوستان ردۀ ده‌پایان لارو در مرحلۀ زوآ[۲۶] از تخم بیرون می‌آید و به همین دلیل لارو قادر است بلافاصله بعد از تفریخ با استفاده از زوائد سینه‌ای که شکل گرفته است قادر به شنا بوده و در این مرحله لاروها از زئوپلانکتونها تغذیه می کنند (Rastogi, 2002). این امر تفاوت زیادی با تکامل جنینی و لاروی میگوهای خانواده پنائیده[۲۷] دارد زیرا لاروهای گونه‌های این خانواده در مرحله ناپلی[۲۸] از تخم بیرون می‌آیند و با توجه به عدم تکامل زوائد سینه‌ای، از زوائد سر برای شنا استفاده می‌کنند و اندازه دهان بسیار کوچک بوده و لاروها در این مرحله از فیتوپلانکتونها تغذیه می‌کنند.

معمولاً کلیه تخم‌ها طی یک یا دو شب تفریخ می‌شوند. طی این مدت مولد ماده با حرکات سریع زوائد شکمی، لاروهای تازه تفریخ شده را به به اطراف پراکنده می‌کنند. لارو میگوی بزرگ آب شیرین بلافاصله پس از تفریخ ۲ میلی‌متر طول دارند و بطور کامل زندگی پلانکتونیک دارد. لاروها در ستون آب شنا می‌کنند بطوریکه سر لارو رو به پایین و قسمت انتهای بدن لارو به سمت بالا است و لاروها شدیداً به سمت نور جذب می‌شوند. در طول دورۀ لاروی، لاروها همانند مولدین همه‌چیزخوار هستند و قادر هستند از فیتوپلانکتون‌ها، زئوپلانکتون‌ها، لارو حشرات، نرمتنان کوچک و ذرات آلی موجود در آب تغذیه کنند و در صورتی‌که غذا به لاروهای تازه تفریخ شده نرسد به شدت همه چیزخوار می‌شوند (Ling, 1969).

---

[26] - Zoae
[27] - Penaeidae
[28] - Nauplii



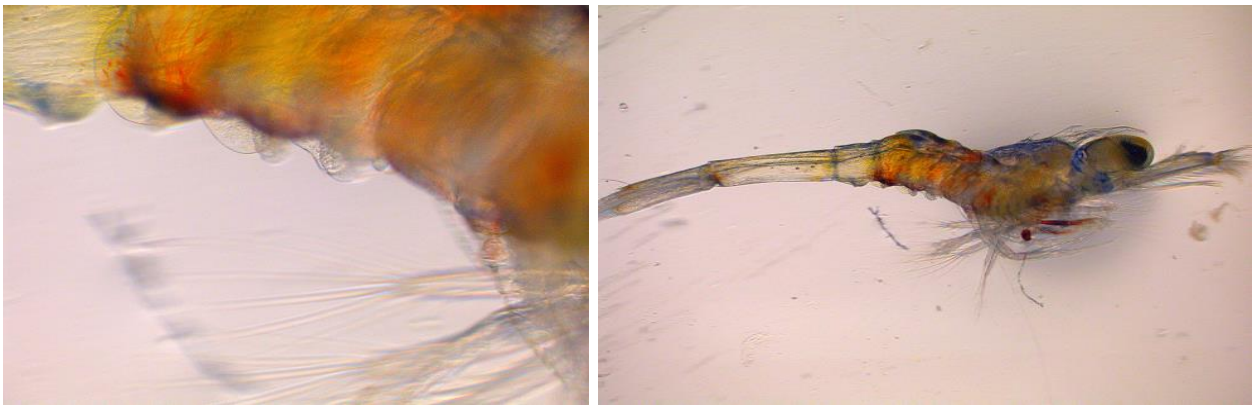
شکل ۱-۱۲- ریخت‌شناسی مرحلهٔ اول لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.

شکل ۱-۱۳- ریخت‌شناسی مرحلهٔ دوم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.

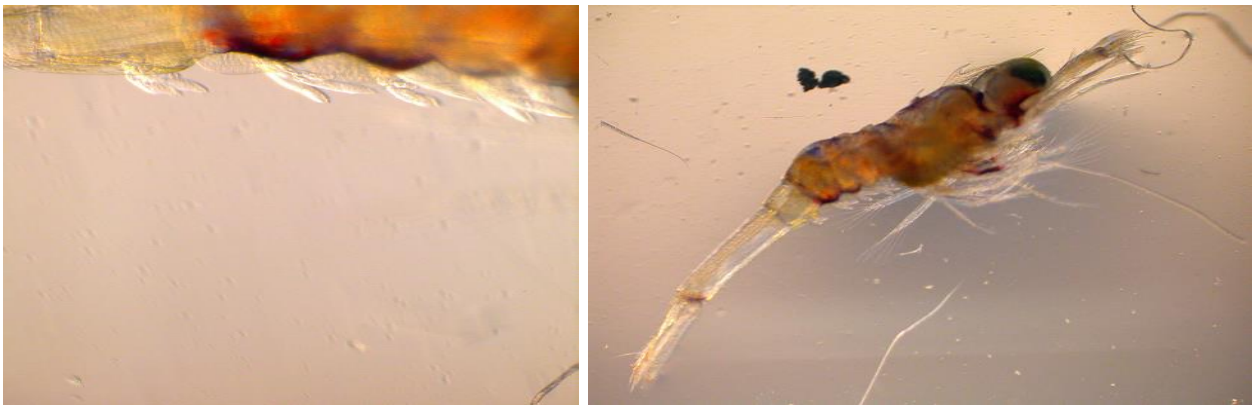
شکل ۱-۱۴- ریخت‌شناسی مرحلهٔ سوم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.

شکل ۱-۱۵- ریخت‌شناسی مرحلهٔ چهارم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.

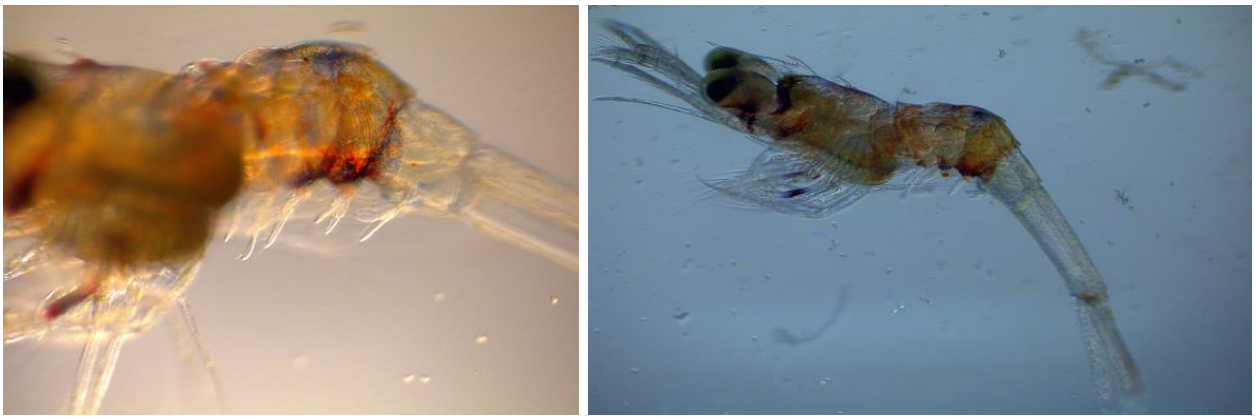
شکل ۱-۱۶- ریخت‌شناسی مرحلهٔ پنجم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.



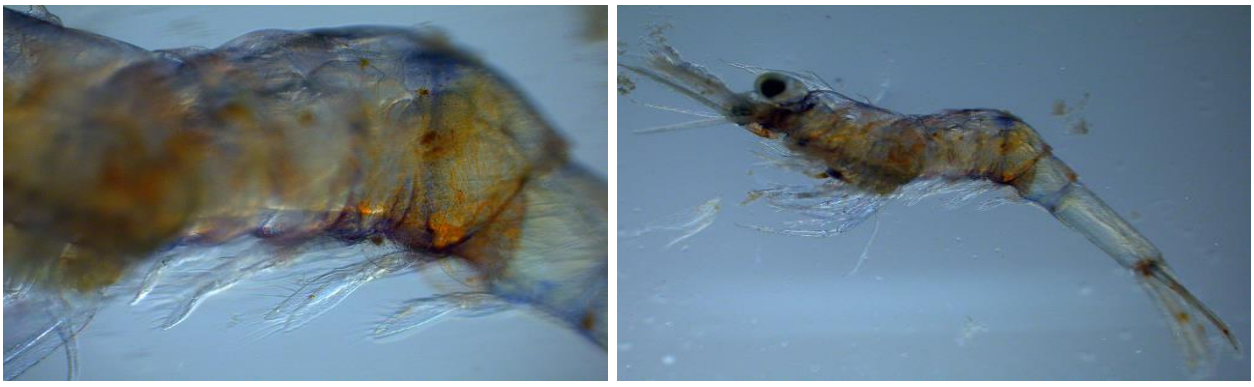
شکل ۱-۱۷- ریخت‌شناسی ششم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.



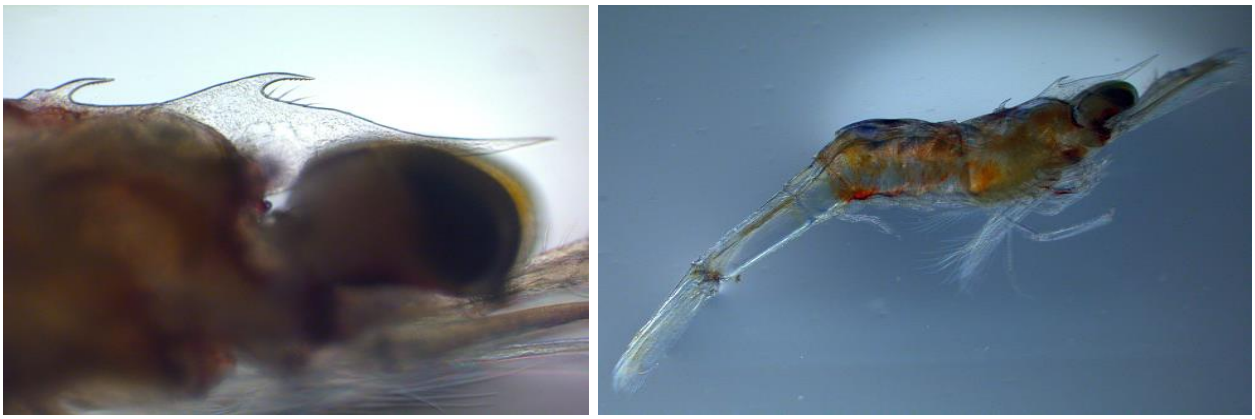
شکل ۱-۱۸- ریخت‌شناسی هفتم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.



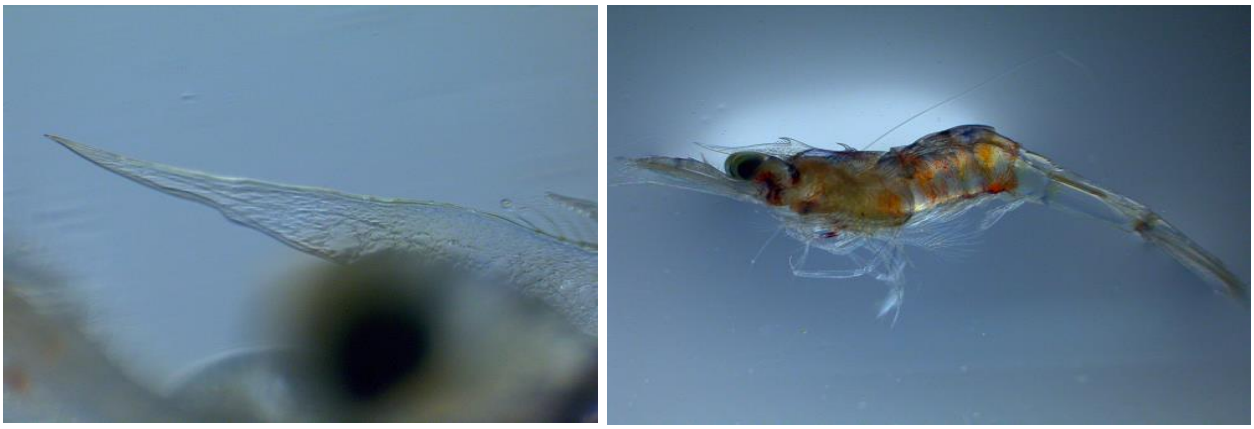
شکل ۱-۱۹- ریخت‌شناسی مرحلهٔ هشتم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.



شکل ۱-۲۰- ریخت‌شناسی مرحلهٔ نهم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.



شکل ۱-۲۱- ریخت‌شناسی مرحلهٔ دهم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.



شکل ۱-۲۲- ریخت‌شناسی مرحلهٔ یازدهم لاروی میگوی بزرگ آب شیرین.

۱-۱۳- تنظیم یونی و اسمزی لارو میگوی بزرگ آب شیرین

میگوی بزرگ آب شیرین در چرخهٔ زیستی خود در طبیعت هم در آبهای شیرین و هم در آبهای لب‌شور زیست می‌کند. بنابراین در طول دورهٔ لاروی، میگوهای جوان و مولدین بایستی در مواردی که فشار اسمزی در

محیط اطراف کاهش پیدا می‌کند، قادر به حفظ حجم آب میان بافتی[۲۹]، جلوگیری از خروج یونها از بدن و جذب یونهای موردنیاز بدن از آب محیط اطراف باشد. با وجود اینکه شناخت سیستم اسمزی و توانایی تنظیم اسمزی لارو میگوی بزرگ آب شیرین در امر تکثیر آن بسیار مهم است اما متأسفانه مطالعات و دانش زیادی در این زمینه وجود ندارد (New, 2002; New, 2003). حالتهای مختلف تکامل سیستم اسمزی را در سخت پوستان گزارش شده و نشان داده شده است که در لاروهای گونه‌های سخت‌پوستان راستهٔ ده‌پایان، فقط تعداد معدودی از گونه‌ها بلافاصله پس از تفریخ، سیستم تنظیم اسمزی مشابه مولدین خود دارند (Charmantier, 1998). مشابه *M. rosenbergii* گونهٔ *M. petersi* نیز برای تولیدمثل به مناطق مصبی مهاجرت می‌کند و این حالت تنظیم اسمزی مشابه مولدین خود را نشان می‌دهند؛ بطوریکه لاروهای مرحلهٔ اول قادر به تنظیم اسمزی در محیط اسمزی بالاتر[۳۰] و پایین‌تر[۳۱] از بدن خود هستند (Read, 1984). این محقق معتقد است که یک رابطه بین توانایی اسمزی مراحل مختلف لاروی و محل زیست طبیعی آنها وجود دارد. اولین مرحلهٔ زوآ در گونهٔ *M. petersi* هم در آبهای شیرین و هم در آبهای لب‌شور یافت می‌شود و بنابراین دارای توانایی تنظیم اسمزی بالایی است. از مرحلهٔ دوم لاروی به بعد، لاروها توانایی تنظیم اسمزی را در محیط آب شیرین از دست می‌دهند و از نظر شرایط مساعد زیستی در طبیعت، محدودهٔ زیست آنها به محیط مصبی محدود می‌شود. در این حالت اسمولالیتی آب میان بافتی بدن لارو با آب مناطق مصبی در شرایط ایزوتونیک قرار دارد. لاروها مجدداً در مرحلهٔ پست لاروی توانایی تنظیم اسمزی اولیه خود را بدست می‌آورند و قادر به زیست در محیط آب شیرین رودخانه هستند.

اولین مرحلهٔ زوآ میگوی بزرگ آب شیرین چندین روز قادر به زیست و زنده مانی در محیط آب شیرین است که این امر نشاندهنده توانایی بالای تنظیم اسمزی لاروهای این مرحله است. شواهد و مطالعات سازگاری لاروها به محیط آب شیرین در طول دورهٔ لاروی، کاهش در شیب منحنی تنظیم اسمزی همراه با یک کاهش میزان

---

[29] - Haemolymph
[30] - Hyper Osmotic
[31] - Hypo Osmotic

ایزواسموتیک محیط اطراف را نشان می‌دهد (Harrison *et al*., 1981). مطالعات بیشتری در مورد تنظیم اسمزی و سازگاری لارو میگوی بزرگ آب شیرین انجام شده است (Agard, 1999)؛ وی نشان داد که با کاهش شوری محیط اطراف، نسبت ترشح آمونیاک توسط لارو میگوی بزرگ آب شیرین افزایش می‌یابد. همچنین نشان داده شده است که پست لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین در دامنه تغییرات زیاد شوری محیط اطراف، قادر هستند تنظیمات اسمزی بدن خود را در محیطهای با فشار اسمزی هم بالاتر و هم پایین‌تر انجام دهند (Sandifer *et al*., 1975).

میگوی بزرگ آب شیرین همچنین زمانی که در دامنهٔ تغییرات زیاد شوری قرار می‌گیرد، توانایی زیادی در تنظیم عناصر بیشینه از خود نشان می‌دهد (Stern *et al*., 1987; Fungo-Smith *et al*., 1995; Wilder *et al*., 1998). در آب با شوری‌های پایین تر از غلظت داخلی بدن میگوی بزرگ آب شیرین (۱۵-۰ میلی‌گرم در لیتر)، غلظت سدیم و کلراید آب میان بافتی بالاتر از غلظت آب محیط اطراف است؛ در حالی‌که در آبهای با شوری بالاتر از غلظت داخلی بدن میگوی بزرگ آب شیرین با تغییر شوری آب محیط اطراف، غلظت سدیم و کلراید تحت تأثیر آن تغییر می‌کند. غلظت کلسیم و پتاسیم در آب میان بافتی همواره بالاتر[۳۲] از غلظت آب لب‌شور محیط اطراف است در حالی‌که غلظت منیزیم در آب میان بافتی همیشه پایین‌تر[۳۳] از غلظت آب لب شور محیط اطراف است. این گونه همچنین توانایی تنظیم غلظت عناصر کمینه‌ای مانند بروماید و استرانسیوم می‌باشد (Funge-Smith *et al*., 1995). غلظت عنصر بروماید در آب میان بافتی، در آبهای شیرین تا آب لب‌شور با غلظت مشابه بدن میگوی بزرگ آب شیرین همواره بالاتر از آب محیط اطراف است اما غلظت عنصر استرانسیوم در آب میان بافتی بدن میگوی بزرگ آب شیرین، در آب تا شوری ۱۸ گرم در لیتر، پایین‌تر از آب محیط اطراف است. اما در شوری‌های بالاتر، غلظت عنصر بروماید با تغییرات شوری تغییر می‌کند در حالی‌که غلظت عنصر استرانسیوم همواره پایین‌تر از غلظت آن در آب محیط اطراف است. این فرایند نشان می‌دهد که هر

[32] - Hyper-regulated
[33] - Hypo-regulated

دو عنصر بروماید و استرانسیوم در سیستم فیزیولوژی تنظیم اسمزی بدن میگوی بزرگ آب شیرین نقش بازی می‌کنند اما اهمیت آنها بسیار کمتر از عناصر پرنیاز مانند کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم است.

بررسی ساختار پوستهٔ شفاف و کوتیکولی میگوی بزرگ آب شیرین نشان می‌دهد که این پوسته عمدتاً از کلسیت (کربنات کلسیم) و کیتین نوع آلفا تشکیل شده است (Wilder *et al*., 1998). حدود ۲۵٪ از وزن کل بدن میگوی بزرگ آب شیرین را کلسیت تشکیل می‌دهد، در حالیکه کل میزان سدیم، پتاسیم و منیزیم بدن کمتر از ۲/۵٪ وزن کل بدن می‌باشد. میزان این سه عنصر در بدن، در واکنش به افزایش شوری آب تا حدود دو برابر ممکن است افزایش یابد اما میزان کلسیم نسبتاً ثابت بوده و تغییر زیادی نمی‌کند.

غلظت ایزواسموتیک[۳۴] گونه‌های مختلف جنس *Macrobrachium* بطور مستقیم با زیستگاه آنها در ارتباط است. بنابراین، گونه‌هایی که هم در آب شیرین و هم در آب لب‌شور زیست می‌کنند، نقطه ایزواسموتیک بالاتری نسبت به گونه‌های آب شیرین دارند (Moreira *et al*., 1983). نقطه ایزواسموتیک گونهٔ *Macrobrachium rosenbergii* ۴۴۰ میلی اسمول می‌باشد (Singh, 1980). این مقدار پایین نقطهٔ ایزواسموتیک میگوی بزرگ آب شیرین با سیستم اسمزی آن مرتبط بوده که کاملاً شبیه سخت‌پوستان آب شیرین انجام می‌شود (Mantel and Farmer, 1983).

فرایند حفظ غلظت یونی و اسمزی در آب میان بافتی سخت‌پوستان آب شیرین، از طریق مکانیسم‌های جذب و بازجذب یونی بوسیلهٔ هورمون‌های عصبی گروه CHG[۳۵] تنظیم می‌شود. در سخت‌پوستان آب شیرین که غلظت داخلی بدن آنها بیشتر از محیط اطراف است، یک مادهٔ محلول در آب در غدد سینه‌ای باعث کاهش نفوذ آب به بدن می‌شود، در حالی‌که فاکتورهای محلول در استون باعث افزایش نفوذ آب به بدن می‌شود. دوپامین در اندام پریکارد[۳۶] و AMP[۳۷] جذب سدیم توسط آبشش‌ها را افزایش می‌دهند (Kamemoto, 1991; Pequeux, 1995). یک سری از مطالعات انجام شده نشان بر روی گونهٔ *M. olfersii* نشان داده

[34] - Iso-osmotic
[35] - Crustacean Hypergycemic Hormone
[36] - Pericard
[37] - Adenosin 3′, 5′- cyclic monophosphate

است که فعالیتهای هورمونی نیز بر جذب یا دفع یونها و جذب آب توسط بدن نقش دارند (McNamara *et al*., 1991).

نشان داده شده است که قطع پایهٔ چشمی گونهٔ *M. olfersii* بر غلظت سدیم آب میان بافتی اثر گذاشته و در مواجهه با شوری بالا، حداقل بخشی از نفوذ سدیم به آب میان بافتی از طریق فعالیت‌های آنزیم Na/K-ATPase آبشش توسط یک فاکتور ناشناخته در پایهٔ چشمی تنظیم می‌شود (McNamara *et al*., 1990). همچنین بیان شده است که فاکتورهای عصبی موجود در غدد سینه‌ای ممکن است بر نفوذپذیری یونها در این گونه اثر گذار باشند (McNamara *et al*., 1991). محققیقن یک الگوی تنظیم اسمزی برای گونهٔ *M. olfersii* در محیط آب شیرین ارائه کردند (Santos and McNamara, 1996). در این الگو میگوی آب شیرین اسمولالیتی و غلظت یونهای آب میان بافتی داخل بدن را از طریق جذب فعال نمک‌ها بوسیلهٔ فعالیت های آنزیم Na/K-ATPase آبشش و بازجذب یونها در ادرار از طریق غدد موجود در پایهٔ شاخک‌ها انجام می دهد. نفوذ آب به بدن از طریق پایین بودن فشار اسمزی محدود می‌شود و آب جذب شده نیز از طریق ادرار رقیق که توسط غدد موجود در پایهٔ شاخک‌ها قرار دارند به بیرون دفع می‌شود.

۱-۱۳- مدیریت کیفیت آب مرکز تکثیر میگوی بزرگ آب شیرین

در مراکز تکثیر میگوی بزرگ آب شیرین سه روش برای تولید لارو میگوی بزرگ آب شیرین بیان شده است که در روش اول سازگان بصورت استاتیک است و بخشی از آب تخلیه و به همان اندازه آب جایگزین می‌گردد؛ در روش دوم سازگان بصورت مداربسته می‌باشد و فیلتراسیون آب بوسیله یک لایه از پوسته صدف در یک بخش جداگانه در زیر مخزن حاوی لارو انجام می‌شود اما در روش سوم سازگان بصورت مداربسته است و فیلتراسیون در مخزن آب نصب می‌شود (Menasveta and Piyatiratitivokul, 1980). در این مراکز، مهمترین فاکتور کیفیت آب لب‌شور بوده که تحت تأثیر ترکیب نمکهای معدنی و یونی (آنیون‌ها و کاتیون‌ها) در آن می

باشد (Wilder *et al*., 1998; New, 2002; Cheng *et al*., 2003; Yen and Bart, 2008). آنیون ها و کاتیون‌های موجود در آب از موارد مهم و موردنیاز لارو میگوی بزرگ آب شیرین است که به دو صورت انتقال فعال و انتشار ساده از طریق آبشش و سطح پوست (بعد از پوست‌اندازی) در ارتباط با آب میان‌بافتی درون بدن لاروها هستند و از این طریق ارتباط ایزوتونیک و تنظیم اسمزی بدن لاروها انجام می‌شود (Tan and Choong, 1981; Rainbow, 1997; Cheng *et al*., 2003; Augusto *et al*., 2009; Huong *et al*., 2010). کلسیم و منیزیم نیز دو فاکتور مهم کیفی آب هستند که در ترکیبات مختلف در رشد و توسعهٔ پوستهٔ سخت‌پوستان نقش حیاتی دارند (Mente, 2003) و بایستی با غلظت مناسب در آب در دسترس سخت پوستان قرار گیرد. نیاز به آب لب‌شور در مرحله لاروی باعث روی آوردن محققین به تولید آب لب‌شور مصنوعی در سیستم‌های آزمایشگاهی و تکثیر این گونه در شرایط آزمایشگاهی شده است.

فاکتور نسبت جذب سدیم[۳۸] (SAR) یک شاخص مهم در کیفیت آب در کشاورزی است که در آبزیان و بخصوص در دورهٔ لاروی میگوی بزرگ آب شیرین که در آب لب‌شور سپری می‌شود نیز اهمیت زیادی دارد؛ زیرا هر سه فاکتور این شاخص شامل سدیم، کلسیم، و منیزیم بر کیفیت و رشد لارو میگوی بزرگ آب شیرین اهمیت حیاتی دارد و تنظیم نسبت‌های این سه عنصر نسبت به یکدیگر در آب لب‌شور مراکز تکثیر این گونه اهمیت زیادی دارد.

برای تهیه آب لب‌شور موردنیاز لاروها، مراکز تکثیر میگوی بزرگ آب شیرین در مناطقی احداث می‌شود که آب شیرین و شور در دسترس باشد. بنابراین معمولاً این مراکز یا در مناطق ساحلی یا نزدیک مصب‌ها قرار دارند، که این امر یکی از عوامل محدود کننده توسعهٔ تکثیر و پرورش این گونه به حساب می‌آید. علاوه بر آب لب‌شور، شرایط اقلیمی مناسب با درجه حرارت بالا نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. بهترین دمای آب برای مراکز تکثیر میگوی بزرگ آب شیرین ۳۱-۲۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. لارو میگوی بزرگ آب شیرین مانند سایر سخت‌پوستان به شرایط اسیدی آب حساس بوده و اسیدیته آب مراکز تکثیر بین ۸/۵-۷ توصیه شده است.

[38] - Sodium adsorption ratio

غلظت کلر گازی بایستی کمتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر باشد. همچنین غلظت ترکیبات ازته در آب بسیار حائز اهمیت هستند و افزایش غلظت آنها در آب باعث ایجاد مسمومیت برای لاروها می‌شود. در آب ورودی مراکز تکثیر، غلظت آمونیاک بایستی کمتر از ۰/۰۱-۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر، نیتریت ۰/۱ و نیترات کمتر از ۲۰ میلی گرم در لیتر باشد. لارو سخت پوستان به فلزات سنگین آهن، روی و منگنز بسیار حساس هستند و غلظت آنها در آب مراکز تکثیر باید بسیار کم و در حد صفر باشد.

استفاده از فیلتر شنی به همراه خرده صدف و یا مرجان در آب ورودی به مراکز تکثیر می‌تواند در افزایش کیفی آب اثر داشته باشد. استفاده از آب لوله‌کشی شهر که به مدت ۴۸-۲۴ ساعت هوادهی شده است همراه با استفاده از تیوسولفات سدیم می‌تواند غلظت کلر گازی را به پایین‌تر از حد مورد نظر برساند و در این حالت قابلیت استفاده در مرکز تکثیر و پرورش میگوی بزرگ آب شیرین را دارد. حجم مصرفی آب شیرین و آب شور موردنیاز به شوری و ترکیبات نمکی مورد نیاز بستگی دارد. با توجه به هزینه‌های زیاد تأمین آب لب‌شور برای مراکز تکثیر، مقدار تعویض آب در طول دورهٔ لاروی نیز عامل مهمی محسوب می‌شود. بطور کلی روشهای مدیریت تکثیر و تولید لارو میگوی بزرگ آب شیرین بر اساس نوع عملکرد تعویض آب قابل تقسیم‌بندی است.

۱-۱۴- مدیریت کیفیت آب مخازن نگهداری مولدین میگوی بزرگ آب شیرین

مدیریت شرایط بهینه زیست مولدین، یکی از مهمترین بخشهای مراکز تکثیر آبزیان است. مدیریت بهینه مولدین در مراکز تکثیر باعث بهبود شاخص‌های تولیدمثلی و تولید تخم و لاروهای با کیفیت بالا در مراکز تکثیر می‌شود که این امر مهمترین اصل در مدیریت این مراکز از دیدگاه فنی و اقتصادی در فناوری تکثیر و پرورش آبزیان شیلاتی است. مدیریت کیفیت آب مهمترین اقدام مؤثر در مراکز تکثیر میگوی بزرگ آب شیرین برای مولدسازی است. سختی آب یکی از مهمترین فاکتورهای کیفی آب است که در فعالیتهای زیستی سخت‌پوستان نظیر تولیدمثل، پوست اندازی و رشد (Mente, 2003; Houng *et al*., 2010) و همچنین در تثبیت برخی

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب نظیر قلیائیت و اسیدیته (Brown *et al*., 1991) نقش حیاتی دارد. سختی پایین آب از یک طرف باعث طولانی شدن پوست اندازی میگوی بزرگ آب شیرین شده و از طرف دیگر باعث تشکیل پوستهٔ نرم می‌شود که میگو در برابر دستکاری و سایر فعالیتهای مدیریتی در مرکز تکثیر آسیب‌پذیر می‌شود (Adhikari *et al*., 2007; New, 2000; Wickins and Bread, 1974) . سختی بالای آب نیز باعث ایجاد مشکلاتی نظیر جلوگیری از پوست اندازی و اختلال در سیستم تنظیم اسمزی میگوی بزرگ آب شیرین می‌شود (Cavalli *et al*., 2001; Wilder *et al*., 1998). علاوه بر این، در مراکز تکثیر میگوی بزرگ آب شیرین مولدین در شرایط استرس‌زا هستند؛ استرس نه تنها باعث حساسیت مولدین می‌شود بلکه باعث اثرات منفی بر تولیدمثل آنها نیز می‌شود (New, 2000; Mente 2003). ویتامین C در جیره غذایی یا آب باعث ایجاد ایمنی غیر اختصاصی در آبزیان شده و اثرات سوء استرس بر آنها را در مرکز تکثیر کاهش می‌دهد (Verlhac and Gabaudan, 2003). ویتامین C به‌عنوان یک آنتی اکسیدان نقش بسیار مهمی در دیواره سلولی دارد و در ماهیان مولد اثرات کمبود آن بر درصد لقاح تخم (Sandnes *et al*., 1994) و کاهش بازماندگی لاروها (Soliman *et al*., 1996) نشان داده شده است اما شناخت کاملی از اثرات آن بر مولدین میگوی بزرگ آب شیرین وجود ندارد.

در طول سه دههٔ اخیر که مراکز تکثیر میگوی بزرگ آب شیرین توسعه پیدا کرده است همواره نیاز به آب لب‌شور با کیفیت و ترکیب مناسب یون‌ها و بخصوص عناصر پرنیاز برای مرحلهٔ لاروی از مشکلات اساسی این بخش بوده است. در راستای تحقیقات گذشته، خلاء تحقیقاتی نیازسنجی لارو میگوی بزرگ آب شیرین به عناصر پرنیاز کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم در آب لب‌شور مورد استفاده در مراکز تکثیر و تأثیر این یون‌ها در آب بر فعالیت آنزیم Na/K-ATPase در دورهٔ لاروی میگوی بزرگ آب شیرین در این تحقیق انجام می‌گردد.

هچریها یا سالن‌های تولید پست لارو میگوی بزرگ آب شیرین

طراحی یک سالن تفریخ تخم براساس ظرفیت تولید، خصوصیات اقلیمی، وجود مصالح ارزان و اعتبار مالی در دسترس پیشنهاد می‌گردد. در کشورهای آسیای جنوب شرقی با توجه به اینکه مولدین آمادهٔ تخم‌ریزی از محیط‌های طبیعی صید و به حوضچه‌های نگهداری مولدین وارد می‌شوند. با وجود امکانات ساده‌ای مانند حوضچه‌های سیمانی که در آنها آب در گردش است، حوضچه‌های فایبرگلاس مستطیل شکل به ابعاد (۴۰×۶۰×۸۰) درپوش‌دار برای نگهداری مولد مادهٔ آماده تخم‌ریزی (به تعداد یک عدد در هر حوضچه)، حوضچه‌های فایبرگلاس به ظرفیت نگهداری ۲۰۰۰ لیتر آب و امکانات هوادهی و تولید آب سبز و تفریخ سیست آرتمیا اقدام به تکثیر و تولید پست لارو میگوی بزرگ آب شیرین می‌کنند. براساس تحقیقات به عمل آمده توسط مرکز تحقیقات آنینو در هاوایی روش ارائه شده برای تکثیر به شرح ذیل می‌باشد.

مخزن بکار گرفته شده در این روش ظرفیت ۱۰ متر مکعب آب را در خود دارد و سطح مقطع آن ۱۴ مترمربع و ارتفاع آن حدود ۷۰ سانتی‌متر است (یک متر است ولی ۷۰ سانتیمتر آن را آب در برخواهد گرفت). در واقع ۱ متر عمق، ۲ متر عرض و ۷ متر طول دارد. ورودی آب و هوا در یک سر مخزن و بخش پاشویه یا خروجی آن در طرف دیگر قرار دارد. کف مخزن دارای شیب ملایمی به طرف خروجی می‌باشد. لولهٔ خروجی متشکل از یک زانوی ۴ اینچی است که به یک فیلتر مجهز می‌باشد تا در هنگام تعویض آب لاروها خارج نشوند. هوادهی شدید در مخزن از طریق ۲ یا سه لوله PVC محکم یا لوله پلاستیکی سنگین شده که در کف مخزن موازی با طول آن جای داده شده صورت می‌گیرد. لوله‌هایی به قطر ۱/۳ سانتیمتر برای هر مخزن ۱۰ مترمکعبی مناسب و کافی می‌باشند. به نظر می‌رسد که لوله‌هایی که سوراخهای کوچکی در آن ایجاد شده مشکل کمتری نسبت به سنگ هوا به وجود آورند.

صافی کف‌شکن ساخته شده از یک لوله PVC به طول ۶۰ سانتیمتر و قطر ۱۰ سانتیمتر است که در دیواره یا کف مخزن نصب می‌گردد. اگر تعداد سوراخ کوچک در انتهای برای وارد کردن قلاب ایجاد شود به راحتی می‌توان صافی را خارج نمود. بیشتر سطح لوله PVC بریده شده و بقیه قسمتهای آن بوسیله تور پشه‌بند پوشیده شده است. اندازهٔ چشمه تور اولیه نبایستی که از ۲۵۰ میکرون بزرگتر باشد ولی با رشد لارو می‌توان آنها

را به ۱۲۰۰ میکرومتر افزایش داد.

مخازن را می‌توان در هوای آزاد قرار داد. اما در جاهایی که امکان افزایش درجه حرارت آب وجود داشته باشد سایبانی احداث می‌گردد. جنس این سایبان می‌تواند متفاوت باشد. در مکانهایی که تغییرات درجه حرارت در طول روز زیاد است معمولاً از مکانهای شبیه گلخانه برای تکثیر استفاده می‌گردد. در هنگامی که مخازن در مناطق سرپوشیده قرار می‌گیرند ورود کمی نور به آنها ضروری است.

مخازن نگهداری آب و مخلوط سازی آن

برای مخلوط‌سازی آب با توجه به ظرفیت تعیین شده برای تولید پست لارو میگو از مخازنی استفاده می‌شود که اندازه و شکل آنها متفاوت است. معمولاً مخازن مخلوط‌سازی ظرفیت نگهداری ۵۰ مترمکعب آب را دارند و از بلوکهای سیمانی و پوشش سیمانی ساخته می‌شوند. این مخازن معمولاً در جایی قرار می‌گیرند که اختلاف ارتفاع با مجموعه دارند بطوریکه آب مخلوط شده با غلظت حدود ۱۲ گرم نمک در لیتر از طریق نیروی ثقل در مخازن لارو توزیع گردد. ظرفیت کل مخازن ذخیرهٔ آب و مخلوط‌سازی بایستی حدود ۴ برابر حجم مخازن پرورش لاروی باشد. برای مثال ۴ مخزن ۵۰ مترمکعبی یا دو مخزن ۱۰۰ مترمکعب برای هر پنج مخزن ۱۰ مترمکعبی پرورش لارو به کار گرفته می‌شود.

هوادهی و تولید آن

برای تأمین هوای موردنیاز برای تزریق در آب از کمپرسورهایی استفاده می‌شود که تولید روغن نمی‌نمایند. برای این کار نیاز به تولید زیاد فشار نیست. مگر برای تمیز کردن فیلترها که معمولاً یک دمنده $۲۰۰CFM$ با تولید ۵/۶ مترمکعب هوا در دقیقه جهت تأمین هوا برای هچری‌ای یا سالن تفریخی به ظرفیت تولید ۲۰ میلیون لارو کافی به نظر می‌رسد. توزیع هوا در سازگان (سیستم) پرورشی از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا از مقدار هوادهی در هر مخزن و یکنواختی آن بایستی که مطلع بود. برای این کار از لوله‌های PVC که مانند لوله‌های

هدایت گاز عایق‌بندی شده‌اند (در محل اتصال) استفاده می‌گردد که دارای انشعاب‌های مختلف می‌باشند و در محل استفاده از هوا به یک لولهٔ با قطر کمتر هدایت می‌شوند که دارای منافذی است که از طریق یک سوئیچ باز و بسته می‌گردند و شلنگ‌های (لوله‌های هواده) مخصوصی به آنها وصل و از طرف دیگر از طریق سنگ هوا وارد مخزن پرورشی می‌گردند. بنابراین بخش هواده از بخشهای حیاتی محسوب می‌گردد.

تصفیه آب ورودی

برای ضدعفونی کردن آب دریا می‌توان از فرمالین به غلظت $۲۵ppm$ میلی‌گرم در لیتر استفاده کرد. طی این مدت مخزن آب بایستی که به شدت هوادهی شود و این عمل در ظرف ۶ روز بایستی صورت گیرد. برای ضدعفونی کردن آب شیرین می‌توان از هیپوکلرید کلسیم $Ca(Clo)_۲$ یا مقدار ۶۰ میلی‌گرم در لیتر محلول کلراکس (وایتکس) استفاده کرد. غلظت تجاری این محلول ۵٪ است $(Naclo)$ هریک از این مواد غلظتی حدود ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر ایجاد می‌کنند. مدت هوادهی و نگهداری بر ته‌نشست مواد ۵ روز است. بعد از این عمل به محلول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تیوسولفات سدیم $(Na_۲S_۲O_۳.۵H_۲O)$ اضافه می‌شود. برای خارج کردن کلر اضافی این عمل صورت می‌گیرد و هوادهی شدید نبایستی فراموش گردد. بعد از آن برای مدت یک روز هوادهی قطع و بعد از نشست مواد رسوبی این مواد با شلنگی از مخزن سیفون یا آب سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آب لب شور موردنیاز از مخلوط آب دریا و آب شیرین بدست می‌آید. این عمل در مخزن مخلوط آب صورت می‌گیرد. برای توزیع آب می‌توان از پمپ‌های مختلفی استفاده نمود. در استفاده از پمپ بایستی دقت نمود که مس و روی با غلظت بالا برای میگوی آب شیرین سمی می‌باشند. و در این پمپ‌ها آلیاژ این مواد نبایستی وجود داشته باشد.

تخلیه آب مصرفی

باید توجه داشت که آب خروجی نبایستی امکان ایجاد آلودگی را در سالن بیابد. در سالن‌های تفریخ ساخته شده در کنار دریا شرایط جزر و مد دریا در تعیین ورودی و خروجی دخالت دارد.

اندازه‌گیری کیفیت آب

هر مزرعه پرورش میگو باید قادر به تعیین عوامل دخیل در کیفیت آب باشد.

مهمترین عواملی که بایستی مورد اندازه‌گیری قرار گیرند، عبارتند از:

۱-درجه حرارت ۲- اکسیژن محلول ۳- پی- اچ ۴- کدورت

۵-شوری ۶- آمونیاک ۷- نیتریت ۸- نیترات

۹-سختی آب ۱۰- غلظت فلزات سنگین و سموم دفع آفات نباتی

EC-۱۱

وسایل موردنیاز در سالن‌های تفریخ

در سالن‌های تفریخ وجود لوازم زیر ضروری است.

۱-ترازو ۲- سطل (انواع و اندازه مختلف) ۳- انواع ساچوک در اندازهٔ متفاوت ۴-انواع شلنگ با قطر متفاوت ۵- رابط‌های مختلف برای انتقال الکتریسیته ۶- پیچی دیسک ۹- انواع لوله‌های PVC و رابط‌های آن ۱۰- رنگ اپوکسی ۱۱- انواع آچار و انبر قفلی ۱۲- وسایل برش لوله شامل اره‌های برقی و دستی ۱۳- چسب آکواریوم ۱۴- انواع داروها و آنتی بیوتیک ۱۵- نمک دریایی ۱۶- وسایل پخت و پز ۱۷- وسایل انتقال لارو ۱۸- مواد شیمیایی برای ضدعفونی کردن عملیات تکثیر میگو بزرگ آب شیرین

۱-تهیه و آماده‌سازی مولدین

همانطور که گفته شد میگوی مادهٔ آمادهٔ تخم‌ریزی تخمهایی به رنگ خاکستری مایل به سیاه را در بخش شکمی خود حمل می‌کند. تحت این شرایط میگوهای مولد را معمولاً از رودخانه یا استخرهای پرورشی به دست می‌آورند. در برخی از کشورها مانند مالزی مولدین را در استخرهای سیمانی که آب استخر از یک طرف پمپ یا مکش و در یک کانال یا پیچ سیمانی با پیچ و خمهای زیاد وارد و سپس به مخزن برگردانده می‌شود. در بخش یا کانال مارپیچ از برخی از موجودات مانند حلزونها برای مصرف شدن فضولات و از بسترهایی مناسب برای کشت باکتریهای نیتریت‌ساز استفاده می‌شود. در هنگام انتقال میگوهای مولد حامل تخم از مخازن خاص که به صورت شبکه مانند است و یا کیسه‌های پلاستیکی استفاده می‌کنند در مورد دوم تیزی رستروم را با قیچی می‌گیرند و یا بر روی آن یک پلاستیک نرم قرار می‌دهند.

معمول است که یک مزرعه میگوی آب شیرین بخشی را برای تولید و نگهداری مولد داشته باشد. مهم این است که انتخاب مولدین صورت پذیرد و میگوهایی انتخاب گردند که ظاهری سالم داشته باشند. براساس کیفیت مولدین تعداد تخم حاصله از هر مولد مورد محاسبه قرار می‌گیرد و در نهایت با توجه به ظرفیت سالن تفریخ مولدها انتخاب می‌گردند. یک برآورد ساده این است که براساس وزن میگوی مولد تعداد تخم استحصالی مورد محاسبه قرار گیرد و آن این است که هر گرم وزن تعداد ۱۰۰۰ عدد تخم را تولید کند.

تراکم نگهداری مولدین در هر مخزن

تراکم مولدین در هر مخزن بستگی به شرایط کیفی آب و علی‌الخصوص توانایی تهویه آب دارد. با توجه به رفتارشناسی میگو تعداد ۳ عدد به ازای هر مترمکعب فضا پیشنهاد می‌گردد. بهتر آن است که از مخازنی دارای حدود ۳۰۰-۲۰۰ لیتر آب برای ورود یک میگو مولد آماده تخم‌ریزی استفاده گردد. بعد از اینکه میگوی مولد تخم‌ریزی را انجام داد بلافاصله (رها شدن تخم‌ها) میگوی مولد از مخزن خارج می‌گردد و به استخرهای نگهداری مولدین انتقال می‌یابد. بعد از تفریخ تخم میگو که بعد از چند ساعت بطول می‌انجامد و بعد از یک روز

می‌توان ناپلی‌های تولید شده را به مخازن نگهداری ناپلی انتقال داد. تعداد تراکم در این مخازن ۵۰-۳۰ لارو در لیتر است. لازم به یادآوری است که می‌توان میگوی مولد را به مخازن گرد انتقال داد و بر روی مخازن لازم است که پارچه‌ای از جنس برزنت کشید تا مانع عبور نور به مخزن شویم و بعد از تخم‌ریزی مولد و تفریخ تخم در همان مکان ناپلی‌های تولیدی را تا تولید پست لارو پرورش داد.

لازم است که پلاک‌گذاری مولدین و شماره‌گذاری مخزنهایی که لارو هر مولد در آن مورد پرورش قرار می‌گیرد بطور واضحی صورت پذیرد تا از کیفیت تولید لارو توسط هر مولد اطمینان حاصل شود. این امر به انجام عملیات غذادهی کمک می‌کند.

در شرایطی که آلودگی مولدین به باکتری و قارچ وجود دارد می‌توان مولدین را از طریق قرار دادن آنها در حمام فرمالین به غلظت ۲۰-۱۰ میلی‌گرم در لیزو یا سولفات مس ۰/۵-۰/۲ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۳۰ دقیقه ضدعفونی کرد.

غذادهی مولدین

ماده‌ها را می‌توان با غذای آماده شده برای پست لاروها تغذیه کرد ولی بهتر است که با غذاهای گوشتی نظیر ماهی و گوشت اسکوئید و صدف نیز تغذیه شوند. کیفیت غذای مصرفی برای تغذیه مولدین در مخازن نگهداری مولد اثر معنی‌داری را بر تولید تخم و ماندگاری لاروهای تولیدی خواهد گذاشت در این میان درصد پروتئین، انرژی و وجود اسیدهای چرب ضروری اهمیت زیادی را دارند.

شوری مناسب برای نگهداری مولدین و خروج نوزاد از تخم

قرار دادن مولدین در آب لب شور در مقایسه با قرار دادن آنها در آب شیرین بازدۀ خروج نوزاد از تخم را افزایش می‌دهد. برای سهولت تکثیر برخی از کارشناسان اجازه می‌دهند که میگوهای مولد تخم‌ها را در آب شیرین رها کنند و به دنبال آن نوزادان نیز در آب شیرین از تخم‌ها خارج شوند. برخی دیگر میگوهای ماده را در آب لب

شور با غلظت ۵ گرم نمک در لیتر قرار می‌دهند. در این شرایط میگوهای مادهٔ حامل تخم شوک حاصل از انتقال ناگهانی به شوری بالاتر را نیز تحمل خواهند نمود و بعد از ضدعفونی کردن آنها می‌توان آنها را به مخازن نگهداری لارو با شوری حدود ۱۲ گرم نمک در لیتر انتقال داد.

خروج نوزادان از تخم غالباً در شب اتفاق می‌افتد. این موضوع با بررسی میگوی مولد و بازدید بخش شکمی آن مورد تأیید قرار می‌گیرد. در مخازن نگهداری لارو در روز به راحتی حرکت نوزادان به خصوص در حاشیه مخزن نگهداری آنها قابل مشاهده است و برای اطمینان از سلامت آنها می‌توان نمونه آب را در داخل پتری دیش قرار داد و در زیر لوپ حرکت و رشد نوزادان را مورد بررسی قرار داد. اطمینان از مصرف غذا نیز از این طریق مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بایستی حتی‌الامکان سعی نمود که تغییرات شوری آب انجام نگیرد. تغییرات تا ۲ گرم در لیتر اشکال زیادی را ایجاد نمی‌کند. از دستگاه انکسارسنج می‌توان مقدار شوری را مورد محاسبه قرار داد. با اندازه‌گیری EC آب نیز می‌توان مقدار غلظت نمک را در آب برآوردنمود (شوری به گرم در لیتر=EC×۰/۷ به میلی‌موس/سانتیمتر).

درجه حرارت و اثر آن در حین پرورش لارو

لاروها در دمای بالاتر بهتر و سریعتر رشد می‌کنند و پوست‌اندازی نیز به خوبی انجام می‌گیرد. دامنهٔ تغییرات درجه حرارت در حین پرورش نوزادان ۳۱-۲۶ درجه سانتیگراد است در درجه حرارت کمتر رشد لاروها کم می‌شود و دورهٔ دگردیسی آنها طولانی‌تر می‌شود (تا ۴۰ روز می‌رسد). این امر باعث افزایش هزینهٔ تولید پست لارو در سالن تفریخ می‌شود. دمای بالاتر معمولاً کشنده است. گرچه این امر به شرایط و یا عوامل محیطی دیگر بستگی می‌یابد. از تغییر ناگهانی درجه حرارت در هنگام تعویض آب بایستی که پرهیز شود. که باعث شوک و مرگ و میر نوزادان خواهد شد (حتی یک درجه سانتیگراد اثر دارد). بنابراین وجود آب لب شور با درجه حرارت یکسان در سالن تفریخ ضروری می‌باشد.

غلظت اکسیژن و چگونگی تعویض آب و کیفیت عمومی آب درحین پرورش

غلظت اکسیژن آب در حین پرورش بایستی که در حد اشباع باشد. و قطع هوادهی بایستی که بسیار کوتاه باشد که این کار معمولاً در هنگام تمیز کردن مخزن صورت می‌گیرد. برای تمیز کردن مخازن معمولاً از یک شلنگ مخصوص استفاده می‌گردد. یک سر شلنگ در داخل مخزن قرار می‌گیرد و بعد از مکش و ایجاد جریان خروجی آب از طریق شلنگ سر دیگر آن در داخل سطلی قرار می‌گیرد که بر روی آن یک توری با قطر چشمهٔ حداقل ۲۵۰ میکرون قرار گرفته تا از خروج نوزادان از مخزن در حین تمیز کردن آن جلوگیری شود. تغییرات شیمیایی فراوانی در کیفیت آب پرورش لارو به وجود می‌آید. زیرا با غذادهی فضولات تجزیه شده و تجزیه آنها شرایط محیط پرورشی را نامناسب می‌کند. مهمترین عامل همانطور که گفته شد آمونیاک غیریونیزه می‌باشد با توجه به بالا بودن پی- اچ و غیریونیزه بودن آن تحت این شرایط غلظت آن در محیط بایستی بسیار ناچیز باشد. برای افزایش کیفیت آب می‌توان از سازگان مدار بسته و عبور آب از فیلتر زیستی استفاده نمود.

برخی اعتقاد دارند که استفاده از آب سبز برای تغذیه نوزادان اثر مثبتی را در افزایش کیفیت آب دارد ولی تجربه نشان داده است که بهترین روش برای تولید نوزادان تعویض بخشی از آب پرورشی است. بهتر است به نکات ذیل برای حفظ کیفیت آب توجه نمود.

۱- بیش از حد تغذیه صورت نگیرد و از مصرف غذا اطمینان حاصل شود.

۲- دیواره‌های مخزن هر دو روز یکبار با برس تمیز گردد. این کار بعد از قطع هوادهی بایستی انجام گیرد.

۳- ذرات ته‌نشین شده در کف بایستی که سیفون شوند.

۴- لاروهای مرده کف و مریض با انجام عملیات سیفون کردن از محیط خارج خواهند شد.

۵- روزانه ۵۰ درصد حجم آب مخزن بایستی تعویض گردد. این عمل ۴-۳ روز بعد از خروج نوزادان از تخم صورت می‌گیرد و ادامه می‌یابد. با افزایش تغذیه بهتر است که تعویض آب روزانه بیشتر شود.

۶- آب جانشین بایستی که هم دما با آب موجود در مخزن باشد و شوری و پی- اچ آن نیز برابر باشد.

۷- گاهی مواقع نیاز است که به مخزن پرورشی آنتی بیوتیک اضافه کرد. که ضرورت آن هنوز تأیید نشده است.

۸- برای افزایش حاصلخیزی و جذب فلزات سنگین آب تعویضی از نمک سدیم اتیلن *(EDTA)* به مقدار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده می‌شود.

نور مستقیم خورشید اثر مضری را در سیستم پرورشی ایجاد می‌کند که مهمترین آن تغییر دمای آب می‌باشد. ولی نور غیرمستقیم ضروری است. در شرایط خاصی بهتر است که ۹۰-۷۰ درصد مخزن پوشیده شود. در ضمن عمل پرورش در شرایط با محیطی بایستی صورت گیرد که تحت تأثیر باد و باران قرار نداشته باشد. برای این منظور می‌توان از صفحه‌های ایرانیت و چهارچوب‌های فلزی برای ایجاد سقف در محیط بهره برد.

تغذیه نوزادان

در سالن‌های تفریخ نوزادان با غذاهای مختلفی مورد تغذیه قرار می‌گیرند که عبارتند از:

۱- آب سبز (شامل رونیفر و پلانکتون (جلبک)

۲- آرتمیا یا میگوی آب شور و موئینا

۳- تخم ماهی‌ها

۴- گوشت ماهی، اسکوئید، خرچنگ، آرتمیای بالغ منجمد قطعه قطعه شده

۵- کرمها و غذاهای مرکب، کستر یا کیک تخم مرغ

در اغلب موارد دو نوع غذا یکی آرتمیا و دیگری غذای آماده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مورد اول ناپلی نورس مورد استفاده قرار می‌گیرد و غذای دوم یا آماده مخلوطی از تخم مرغ و گوشت ماسل می‌باشد.

در روز اول داروهای خارج شده از تخم تغذیه ندارند و برای اطمینان لازم است که غذای کمی مورد استفاده قرار

گیرد. در هر حال در یک بخش خاصی از مجموعه تولید ناپلی آرتمیا بایستی صورت پذیرد. تغذیه لاروها در روز اول با ناپلی آرتمیا نیز مفید است. این عمل تا روز پنجم و روزانه در دو نوبت صبح و بعدازظهر انجام می‌گیرد. افزایش دفعات غذادهی تأثیر مثبتی را در میزان رشد لاروها دارد. هر میگوی جوان روزانه ۵۰ عدد ناپلی را مصرف می‌کند. برای اینکه غذا در دسترس لارو جوان باشد تعداد ناپلی موجود بایستی حداقل ۱ عدد و حداکثر ۵ عدد در میلی‌لیتر درنظر گرفته شود. با در نظر گرفتن این موضوع که یک گرم تخم آرتمیا ۲۰۰ هزار عدد ناپلی تولید می‌کند و در نظر گرفتن تراکم ۵۰-۳۰ لارو در هر لیتر آب مقدار مصرف آرتمیا در یک دوره پرورش قابل محاسبه خواهد بود.

از روز پنجم می‌توان از غذای نوع دوم برای تغذیه نوزادان استفاده کرد. تعداد دفعات غذادهی نیز به ۵-۴ وعده افزایش می‌یابد. مهم آن است که از مصرف غذا توسط نوزادان اطمینان حاصل نمود. و مصرف غذا توسط نوزادان در زیر لوپ بایستی مورد مشاهده قرار گیرد. تغذیه کم باعث رشد کم و تمایل موجود به همجنس‌خواری می‌شود. و افزایش تغذیه نیز آلودگی را ایجاد می‌کند.

غذای نوع دوم بایستی قطری کمتر از ۰/۳ میلی‌متر داشته باشد. این قطر غذایی تا روز دهم حفظ می‌شود بعد از آن قطر غذا می‌تواند بیشتر شود (۱-۰/۳).

نرخ رشد و دگردیسی لارو

لاروهای سالم در سطح آب ازدحام دارند بخصوص در ۱۰ روز اول و بطور فعال تغذیه می‌نمایند. لاروهای ناسالم در کف مخزن تجمع می‌نمایند. رنگ لاروهای سالم قرمز مایل به قهوه‌ای و لارو ناسالم اغلب آبی رنگ است.

طول دورهٔ دگردیسی لاروها براساس تغذیه و شرایط محیطی بخصوص درجه حرارت تفاوت می‌یابد. اگر تغذیهٔ کامل و درجه حرارت مناسب باشد اولین پست لاروها در حدود روزهای ۱۶ قابل مشاهده هستند ولی اغلب آنها ظرف ۲۸-۲۵ روز دورهٔ دگردیسی را سپری می‌کنند و طولانی شدن این دوره از نظر اقتصادی به صرفه نمی‌باشد. تبدیل یا اتمام دوره و رسیدن به مرحلهٔ پست لاروی با ایجاد تغییر در رفتار لارو قابل تشخیص است.

شکل لارو شبیه موجود بالغ می‌گردد و از شنای آزاد خارج و در سطح مخزن شروع به خزیدن می‌کند و یا بالا می‌رود. در هنگامی که ۹۵-۹۰ درصد لاروها به مرحلهٔ پست لاروی می‌رسیدند بایستی آنها را به محیط پرورش انتقال داد. از این زمان به بعد آب لب شور موردنیاز نیست و می‌توان آنها را در آب شیرین نگهداری کرد.

انتقال پست لاروها به محل جدید پرورشی

گرچه پست لاروها توانایی تحمل آب شیرین را دارند ولی بهتر است برای انتقال آنها به آب شیرین یک سازگاری تدریجی صورت پذیرد. برداشت پست لارو از مخزن از طریق کاهش سطح آب و با استفاده از نور دستی بهتر انجام می‌گیرد. پوشانیدن مخزن و نفوذ نور از یک مجرا باعث تجمع پست لاروها و جمع‌آوری بهتر آنها خواهد شد.

تحت شرایط مطلوب ۲۰۰-۱۰۰ هزار پست لارو در هر مخزن ۱۰ مترمکعبی تولید می‌شود. معمولاً پست لاروها را به مخازن بتونی به ظرفیت نگهداری ۵۰ مترمکعب آب انتقال می‌دهند. طول مدت نگهداری در این شرایط ۴-۱ هفته است. عملیات هوادهی تعویض آب (۲۰۰ درصد در هفته) ادامه می‌یابد و تراکم آنها به ۵ عدد در هر لیتر تقلیل می‌یابد و به مرور تراکم آنها در هر هفته کاهش می‌یابد. بعد از یک ماه تراکم به ۱ عدد در هر لیتر می‌رسد. تحت این شرایط تراکم در سطح بسیار معنی‌دارتر از تراکم در حجم خواهد بود و با قرار دادن توریهایی بطور موازی می‌توان سطح را افزایش داد.

حمل و نقل پست لارو

برای انتقال پست لاروها از مخازن سرد و مجهز به سیستم هوادهی مخصوص حمل ماهی استفاده می‌شود. در فواصل نزدیک از ظروف پلاستیکی نیز استفاده می‌شود. در یک ظرف ۱۰۰ لیتری محتوی ۴۰ لیتر آب می‌توان تا ۳۰۰۰۰ عدد پست لارو را قرار داد و برای جلوگیری از ایجاد حرکات شدید آب تیغه‌هایی را در داخل آب قرار می‌دهند.

بیماریها و مهاجمین

چندین بیماری بر لارو میگوی آب شیرین اثر دارد، که مهمترین آنها عبارتند از: ۱- پروتوزوآها شامل جنس *Zoothanium , Epistylis* و کمتر *Voricella* که با حرکت در اطراف لارو خود را به سطح بدن و آبشش‌ها می‌چسبانند که اغلب در زمان پوست‌اندازی ظاهر می‌شوند. از شکارچی‌های آنها می‌توان مرحلهٔ لاروی ستارهٔ دریایی را نام برد (هیدروزوآ)

آلودگیهای باکتریایی به دو دسته تقسیم می‌شوند.

الف) آنهایی که باعث فرسایش اسکلت خارجی می‌شوند و صدمات فیزیکی را به دنبال دارند و به صورت لکه‌های سیاه در بافت‌ها ظاهر می‌شوند و یا باعث خوردگی ضمائم بدن میگو می‌شوند.

ب) باکتریهایی که (رشته‌ای) برانش‌ها را مسدود و اختلالات تنفسی ایجاد می‌کنند. در فشار زیاد اکسیژن رنگ لاروها تیره و یا سفید می‌شود.

آلودگی خارجی در لاروها نیز مشاهده می‌گردد که برای تیمار آنها از فرمالین استفاده می‌گردد.

- ۲۰۰-۳۵۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۳۰-۲۰ دقیقه
- و یا مالاشیت سبز ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۳۰ دقیقه
- سولفات مس ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۶ ساعت

بعد از آن آب مخزن بطور کامل تخلیه و آبکشی می‌گردد.

می‌توان از غلظت کمتر فرمالین برای مدت طولانی‌تر استفاده کرد. مثلاً ۳۰-۲۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۲۴ ساعت. برای کنترل باکتریهای رشته‌ای از *(leucothrix spp)* از آنتی‌بیوتیک استفاده می‌شود. مقدار مصرف آن ۲/۵-۱/۲۵ میلی‌گرم در لیتر استرپتومایسین در هر مخزن است.

استفاده از آمپی‌سیلین به مقدار ۲-۱ میلی‌گرم در لیتر در هر سه روز یکبار بلافاصله بعد از خروج نوزاد از تخم و یا اکسی تتراسایکلین معمول است. ولی در استفاده از این داروها بایستی احتیاط لازم را به خرج داد.

عملیات پرورش یا پرواربندی

بعد از آماده‌سازی استخر مانند آماده‌سازی استخرهای گرم آبی ذخیره‌سازی صورت می‌گیرد. بعد از آبگیری استخر پست لاروها وارد استخر می‌گردند. پست لاروهایی که حدود ۴ هفته سن دارند وارد استخرها می‌گردند و تا مرحلهٔ برداشت در آنجا باقی می‌مانند. هم دما کردن کیسه‌های حاوی پست لارو با دمای استخر در هنگام ذخیره‌سازی ضروری است. تنظیم پی- اچ نیز ضرورت دارد. برای این کار قبل از ورود پست لارو پی- اچ استخر بایستی که چک شود. میزان ذخیره‌سازی معمولاً ۲۲-۱۶ عدد در هر مترمربع است. وزن برداشت معمولاً ۷۰ گرم است که ظرف مدت ۸ ماه عملیات پرورش صورت می‌گیرد. حداقل ذخیره‌سازی ۵ عدد در هر مترمربع است.

تغذیه در زمان پرواربندی

اگر از غذای طبیعی تولید شده در استخر استفاده شود. امکان تولید ۳۰۰-۲۰۰ کیلوگرم میگو در هکتار و در سال وجود دارد. ولی در مقیاس تجاری از غذاهای مکمل استفاده می‌شود این غذاهای مصرفی بسیار متفاوت می‌باشند و از انواع مواد خام گیاهی و یا حیوانی تهیه می‌گردند. در تالیند برنج و محصولات جنبی آن بخش عمده‌ای از ترکیبات غذایی را تشکیل می‌دهند. ضایعات میگو همراه با ضایعات ماهی و نرم‌تنان از منابع با ارزش غذای به حساب می‌آیند. غذای دستی تولید شده بایستی که ماندگاری مناسبی را داشته باشد. در حال حاضر از غذاهای کارخانه‌ای پلیت با ترکیبات مختلف و ارزش غذایی متفاوت در سطح تجاری استفاده می‌شود. برای افزایش ماندگاری غذا از صمغ و مواد چسبندهٔ طبیعی و مصنوعی و با اضافه کردن نشاسته ژلاتینه استفاده می‌شود. معمولاً در استخری با تراکم ۵ عدد میگو در مترمربع حدود ۶/۲۵ کیلوگرم غذا در هکتار مصرف می‌شود. این مقدار به مرور افزایش می‌یابد و قبل از برداشت به ۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار یعنی برداشت ۱۲۵۰ کیلوگرم میگو در هکتار می‌رسد.