

فصل نهم

انکوباتورهای متداول جهت انکوباسیون تخم ماهیان

چندین نوع انکوباتور وجود دارد که انتخاب بهترین نوع آن به موارد زیر بستگی دارد:

- ۱- مواد اولیه آن در محل وجود داشته باشد.
- ۲- نوع تخم‌های در حال انکوباسیون (چسبنده یا غیر چسبنده).
- ۳- اندازه و مقدار تخم به‌ازای فصل تخم‌ریزی.
- ۴- مقیاس مورد نیاز.
- ۵- شرایط محلی نظیر کیفیت و میزان آب در دسترس.

جدول ۹- انتخاب انکوباتور برای انکوباسیون تخم‌ها

نوع انکوباتور	نوع تخم	مقیاس کار		کنترل کیفیت		درمان تخم‌ها	نوع آب
		کوچک	متوسط	آب	تخم‌ها		
انکوباتور منفرد	آری -	آری	آری	خیر	مشکل	خیر	راکد
انکوباتور دوتایی	- آری	آری	-	خیر	مشکل	خیر	راکد
تراف	آری	آری	آری	ممکن	آسان	آری	جریان دارنقلی
جعبه‌ای	- آری	آری	-	ممکن	مشکل	آری	جریان دارنقلی
قیفی پارچه‌ای	- آری	آری	-	ممکن	مشکل	آری	جریان دارنقلی
پلاستیک شفاف	- آری	آری	آری	ممکن	آسان	آری	جریان دارنقلی

یا شیشه‌ای

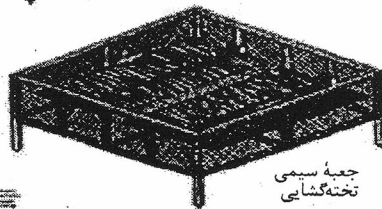
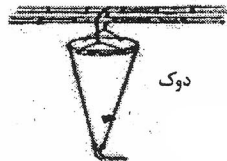
(وینارویچ و هروت، ۱۹۸۴)

در شکل زیر انواعی از انکوباتورها دیده می‌شود که در موارد بعدی در مورد هر یک از آنها توضیح

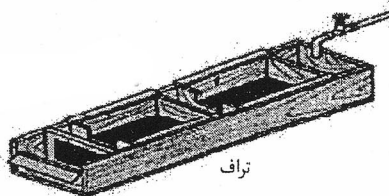
داده خواهد شد.



ه‌ا‌ا

جعبه سیمی
تخته‌گشایی

دوک



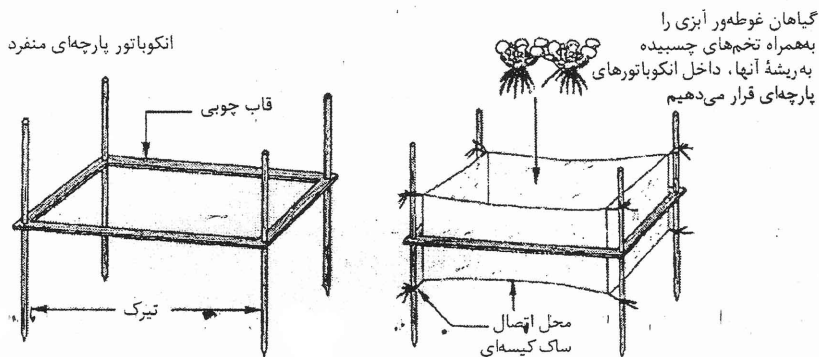
تراف

انکوباتورهای حصاری منفرد

انکوباتورهای حصاری منفرد معمولاً به دو صورت پارچه‌ای یا جعبه‌های با صفحات توری تهیه می‌شوند و برای انکوباسیون تخم‌های چسبنده جمع‌آوری شده از جمع‌کننده‌های تخم و گیاهان شناور در آب، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

الف) انکوباتورهای حصاری منفرد پارچه‌ای یا هاپا

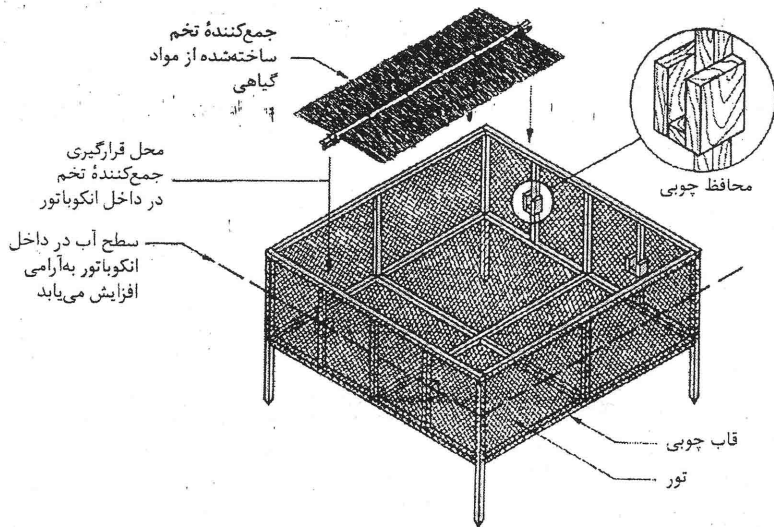
این نوع انکوباتورها ترجیحاً از مواد سنتتیک ساخته می‌شوند و معمولاً دارای ابعاد $2 \times 1 \times 1$ مترند. اندازه چشمه باید به اندازه کافی ریز (حدود نیم میلی‌متر) باشد تا قابلیت نگهداری لاروهای تفریخ شده را در داخل خود داشته باشد. قسمت‌های بالا و پایین کیسه پارچه‌ای توسط طناب نازک به تیرک‌هایی از بامبو یا چوب محکم می‌شود. مطابق شکل بخش‌های پایینی تیرک‌ها تیز است تا به خوبی به بستر قسمت‌های کم عمق مکان تفریخ محکم شود (وینارویچ و هروت، ۱۹۸۴).



ب) انکوباتورهای حصاری منفرد جعبه‌ای با صفحات توری

این نوع انکوباتورها شامل چارچوب‌های محکم چوبی‌اند که توری‌های پشه‌بند فلزی یا پلاستیکی با جعبه‌های مربعی یا مستطیلی به آنها محکم می‌شود. به منظور آن که جمع‌آوری کننده‌های تخم به صورت افقی و پایدار طی زمان انکوباسیون تخم در داخل این نوع انکوباتورها قرار داشته باشند از محافظ‌های

چوبی استفاده می‌شود. جهت جلوگیری از ورود پرندگان، قورباغه، و مهاجمان دیگر با نصب پوششی روی انکوباتور از آن محافظت می‌شود (وینارویچ و هروت، ۱۹۸۴).

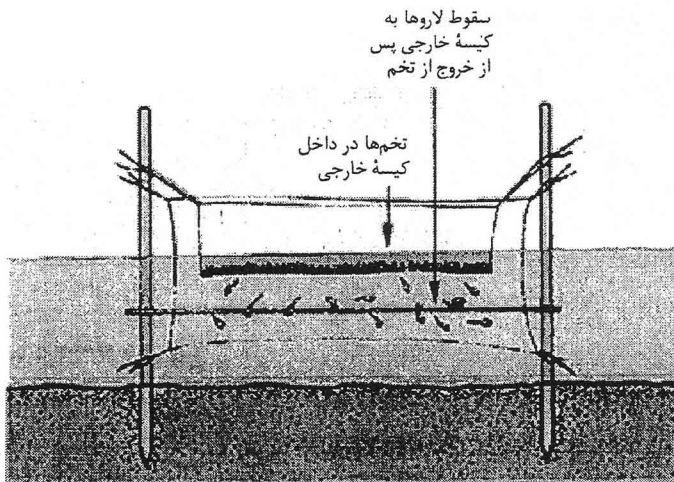


بهتر آن است که در اولین غروب آفتاب پس از تخم‌ریزی مولدان روی جمع‌آوری‌کننده‌های تخم، آنها را به داخل انکوباتورها منتقل کنیم. چنانچه تخم‌ریزی در شب اتفاق بیفتد، می‌توانیم ۸ تا ۱۰ ساعت بعد، جابه‌جایی را انجام دهیم. فاصله نقل و انتقال تا جای ممکن باید کم باشد و هنگام انتقال باید روی تخم‌ها را با پوشش پارچه‌ای مرطوب بپوشانیم. پس از تفریخ لاروها از تخم، جمع‌کننده‌های تخم را خارج و انکوباتورها را تمیز و خشک می‌کنیم تا برای استفاده مجدد آماده باشند.

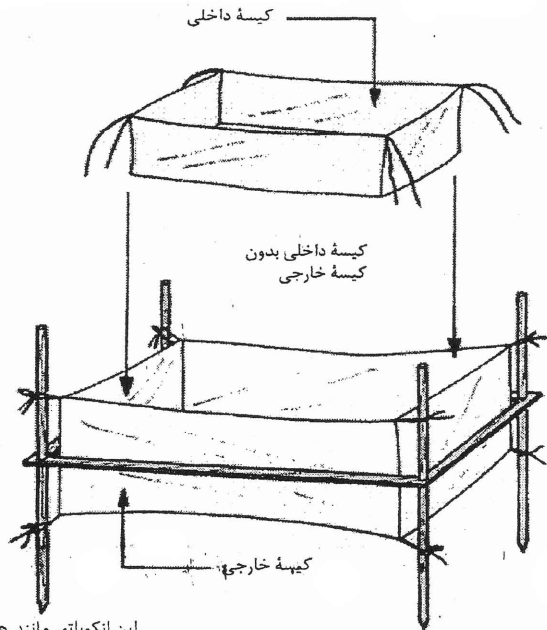
انکوباتورهای پارچه‌ای با دو جداره

به راحتی می‌توانیم انکوباتورهای پارچه‌ای دوجداره‌ای طراحی کنیم که جداره داخلی جهت نگهداری تخم مورد استفاده قرار می‌گیرد. طراحی نمود. جداره خارجی از پارچه‌های با چشمه‌های ریز (۰/۵

میلی‌متر) پنبه‌ای یا سنتتیک جهت نگهداری لاروهای تفریخ شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. ابعاد $2 \times 1 \times 1$ متری برای این کار مناسب است (ویناروویچ و هروت، ۱۹۸۴).



توری داخلی از چشمه‌های بزرگ‌تر (۲ تا ۲/۵ میلی‌متری) نظیر چشمه‌های پشه‌بند مدور با ابعاد مناسب $0/5 \times 0/8 \times 1/5$ متری تشکیل شده است. این نوع انکوباتورها باید در مناطق کم‌عمق نصب شوند. تخم‌های لقاح یافته باید به‌طور متحدالشکل در پایین توری داخلی پهن شوند (ویناروویچ و هروت، ۱۹۸۴).

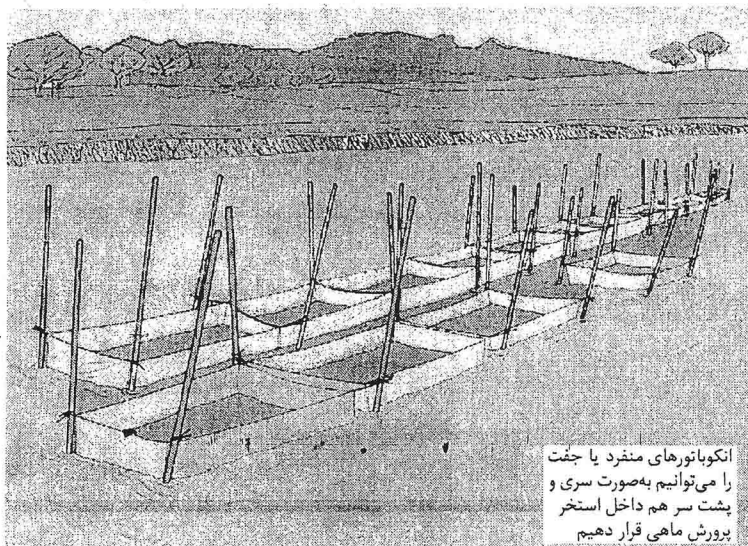


این انکوباتور مانند هاپاست

انکوباتورهای منفرد یا دوجداره (دوبل) می‌توانند به صورت سری به هم متصل و در داخل استخر یا رودخانه نصب شوند.

انکوباتورهای تراف

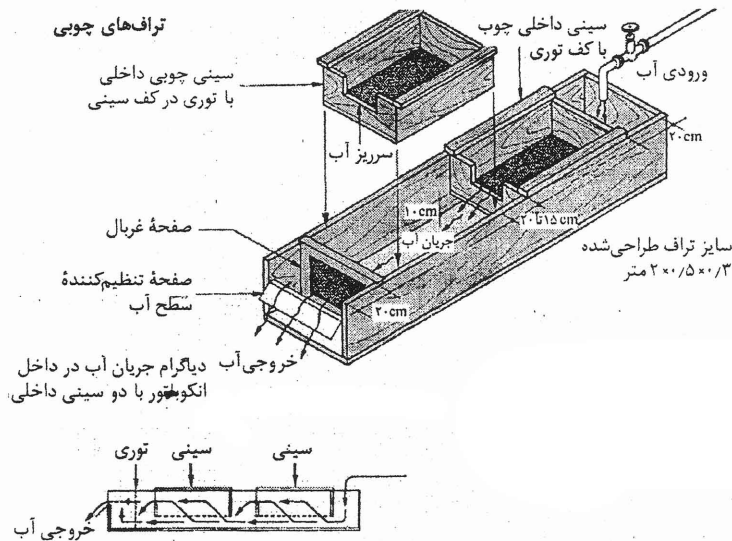
یک تراف ساده، ۱ تا ۳ متر طول، ۰/۳ تا ۰/۵ متر پهنا و حدود ۰/۳ متر ارتفاع دارد که از چوب، فایبرگلاس یا فلز ساخته می‌شود و جهت انکوباسیون تخم گونه‌های متعددی از ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع انکوباتورها آب از یک سو وارد و از سوی دیگر خارج می‌شود. جریان آب در داخل این نوع انکوباتور باید به گونه‌ای باشد تا علاوه بر این که اکسیژن مورد نیاز جهت انکوباسیون تخم را فراهم می‌آورد، بقایا و مواد زائد را خارج کند. در ضمن میزان جریان نباید زیاد باشد؛ به گونه‌ای که بهینه بودن جریان بسیار مهم است. تخم‌های چسبنده می‌توانند در یک لایه در قسمت ته انکوباتور یا جمع‌کننده تخم در داخل تراف قرار گیرند (هیوت، ۱۹۸۶).



انکوباتور ترف ساده را، که در شکل بالا نشان داده شده است، می‌توانیم با قراردادن سینی در کف

آن بهبود بخشیم. خصوصیات سینی‌ها به صورت زیر است:

- کف سینی با توری‌هایی از جنس فلز، پلاستیک یا پارچه پوشیده است.
- سینی‌ها معمولاً ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از کف ترف قرار می‌گیرند.
- حداقل بخشی از آن به میزان ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح ترف قرار دارد تا از ورود جریان آب از سمت بالا به آن ممانعت شود.
- نحوه جریان آب در این سینی‌ها باید به گونه‌ای باشد که از زیر تخم وارد آن شود.
- نحوه خروج آب از بخش بالایی شکاف ساخته شده در انتهای سینی است.

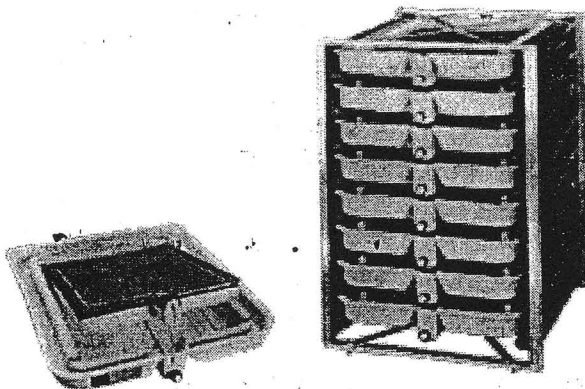


انکوباتورهای عمودی

این نوع انکوباتورها (شکل ۳۲) نیز برای انکوباسیون تخم ماهیان سردآبی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در این نوع انکوباتورها سینی‌هایی به صورت مطبق روی هم قرار می‌گیرند. تعداد طبقات ممکن است ۸

تا ۱۲ عدد باشد. در هر طبقه یک سینی مشبک حاوی تخم با ابعاد $5 \times 3.5 \times 4.0$ در داخل یک سینی آب با ابعاد $9 \times 6.2 \times 5.3$ وجود دارد. آب وارد بالاترین طبقه می‌شود پس از سیراب کردن تخم‌ها به داخل سینی پایین سقوط می‌کند و این روند به همین ترتیب تا آخر ادامه دارد. در هر سینی می‌توانیم حدود ۱۰,۰۰۰ تخم ماهیان آزاد و تعداد بیشتری از تخم قزل‌آلا را انکوباسیون کنیم در نتیجه در هر دسی‌متر مربع تعداد بیشتری تخم قابل انکوباسیون است. مزیت دوم این که جریان آب مورد نیاز آن نسبتاً کمتر است (معمولاً ۱۵ تا ۴۵ لیتر در دقیقه). ولی این نوع انکوباتورها فقط برای انکوباسیون تا مرحله تفریخ قابل استفاده‌اند و لارو را نمی‌توانیم پرورش دهیم. در ضمن آب مورد استفاده باید کاملاً شفاف و زلال با کیفیت خوب باشد. پس از جذب کیسه زرده و آمادگی نوزادها برای تغذیه از محیط خارج، سینی‌ها را باید به داخل کانال‌ها منتقل کنیم و با برداشتن سرپوش توری به بچه ماهیان فرصت دهیم که به داخل کانال شنا کنند. تخم‌های مرده و لاروهای ناقص را که در سینی به جا می‌مانند، می‌توانیم پس از خارج کردن لاروها، شمارش و معدوم کنیم (هیوت، ۱۹۸۶).

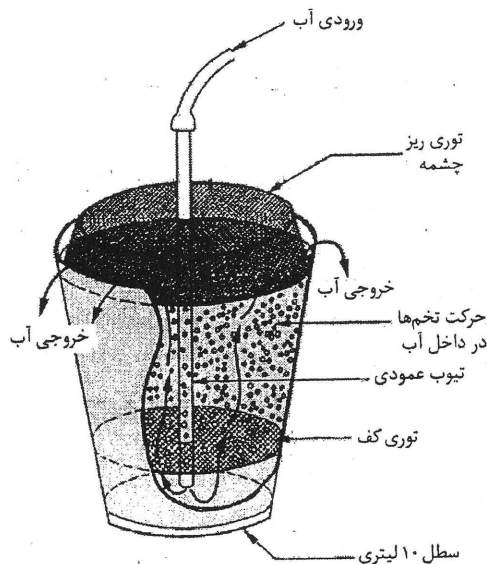


شکل ۳۲- انکوباتور عمودی (هیوت، ۱۹۸۶).

انکوباتورهای سطلی

این نوع انکوباتورها (شکل ۳۳) را به راحتی می‌توانیم با سطل پلاستیکی یا ظروف دهان گشاد به روشی که در زیر توضیح داده می‌شود، طراحی کنیم:

- جهت نگهداری تخم‌ها، حدود ۵ سانتی‌متر بالاتر از کف سطل، توری نصب می‌شود.
- برای جلوگیری از خروج تخم‌ها، در قسمت داخلی سطل توری نصب می‌شود به گونه‌ای که کمی بالاتر از سطح سطل را بگیرد.
- در قسمت وسط سطل، میله‌ای عمودی با قطر ۱ سانتی‌متر نصب می‌شود. این میله باید کمی پایین‌تر از توری نصب‌شده در زیر سطل و قدری بالاتر از سطح فوقانی انکوباتور باشد و از قسمت فوقانی به محل تأمین آب متصل شود.

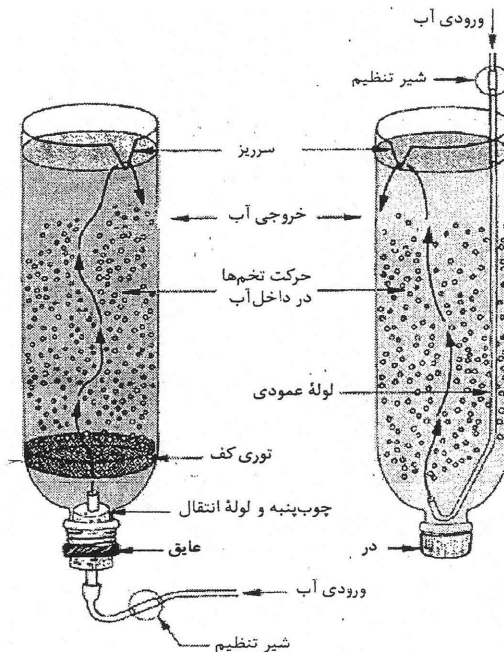


شکل ۳۳ - انکوباتور سطلی

تخم‌های لقاح‌یافته به داخل انکوباتور (روی توری نصب‌شده در کف انکوباتور) معرفی می‌شوند. جریان آب به‌گونه‌ای برقرار می‌شود که تخم‌ها معلق باشند و حداقل در دو فاز اولیه از تکامل جنینی به آرامی با جریان آب حالت غوطه‌وری داشته باشند. پس از آن که تخم‌ها وارد مرحله تخم چشم‌زده شدند، جریان آب به آهستگی افزایش می‌یابد.

انکوباتورهای بطری شکل

این نوع انکوباتورها (شکل ۳۴) به دلیل قیفی شکل بودن به این نام خوانده می‌شوند و برای اولین بار در کشور سوئیس ساخته شدند و مورد استفاده قرار گرفتند. اوایل در اندازه‌های ۶ تا ۱۶ لیتری و از جنس شیشه ساخته می‌شدند، ولی امروزه تکنولوژی تولید آنها تغییر کرده است، به‌گونه‌ای که در اندازه‌های ۴۰، ۸۰ و حتی ۲۰۰ لیتری و از جنس پلاستیک یا فایبرگلاس ساخته می‌شوند. این انکوباتورها در مراکز تکثیر کپورماهیان به‌خصوص کپورماهیان چینی کاربرد زیادی دارند. سیستم آنها به‌گونه‌ای است که آب ورودی از قسمت کف وارد می‌شود و میزان جریان آن توسط شیر ورودی قابل تنظیم است. وجود جریان در کف باعث معلق قرارگرفتن تخم‌ها در لستون آب می‌شود و از به هم چسبیدن و انباشته شدن آنها جلوگیری می‌کند. به‌منظور ممانعت از خروج تخم‌ها با جریان آب، در ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری قسمت بالایی این انکوباتورها، شبکه‌ای توری تعبیه می‌شود. درواقع این نوع انکوباتورها برای انکوباسیون تخم ماهیانی استفاده می‌شوند که فاقد چسبندگی‌اند یا چسبندگی آنها در حد بسیار کمی است. همچنین گاهی در ماهیانی که به روش لانه‌گذاری تخم‌ریزی می‌کنند (همانند سوف و اسبله) لانه‌های حاوی تخم‌ها را جمع‌آوری و به این انکوباتورها منتقل می‌کنند. این نوع انکوباتورها را به راحتی می‌توانیم توسط بطری‌های پلاستیکی یا شیشه‌ای مخصوص نوشیدن آب یا مایعات دیگر به روش ارائه‌شده در زیر طراحی کنیم (هیوت، ۱۹۸۶).



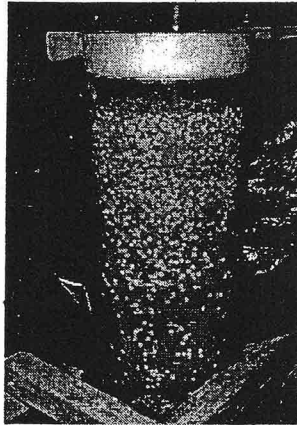
شکل ۳۴- ساختار انکوباتور قیفی شکل

- بشکه تغییر یافته ماهی قزل آلا

این بشکه (شکل ۳۵) شامل یک ظرف فایبرگلاس به ارتفاع ۵۱ سانتی‌متر و قطر ۲۰/۲ سانتی‌متر است. بشکه به وسیله یک مجرای تعبیه شده در قسمت پایین، از آبی که اشعه ماوراء بنفش به آن تابانده شده است، تغذیه می‌شود. آب با یک سلسله لوله‌های منگنه شده سوراخ دار، که در زیر توری فلزی قرار دارند وارد بشکه می‌شود و توری فلزی مذکور، ستونی از شن و سنگریزه است. نقش سنگریزه‌ها این است

که هنگام بالا آمدن در ستون، جریان آب را می‌شکنند و آنرا به آرامی و یکنواخت پخش می‌کنند و توری دوم هم در بالای سنگریزه‌ها نصب می‌شده که به منزله محلی برای تخم‌های تاس ماهی است.

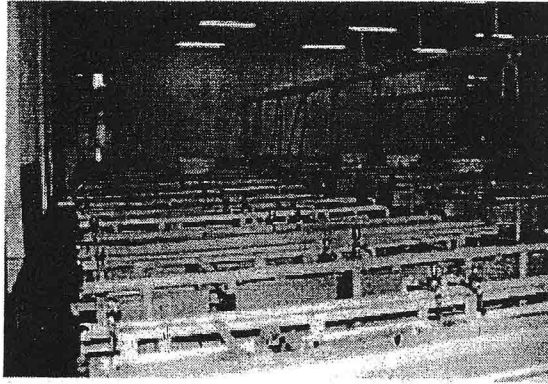
علاوه بر دو توری فلزی ذکر شده، مخزن دارای توری سوم هم هست که مانند کلاهک روی آن قرار دارد. به این ترتیب آب به طرف بالا جریان پیدا می‌کند و از راه لبه زیرین به شکاف تخلیه می‌ریزد.



شکل ۳۵- بشکه تغییر یافته جهت انکوباسیون تخم ماهی قزل‌آلا

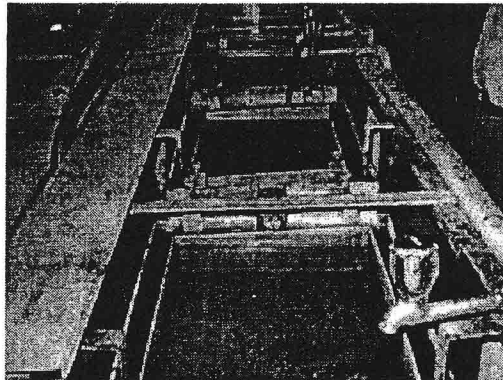
- انکوباتور پوشچنکو

این انکوباتور (شکل ۳۶ و ۳۷) از دو جعبه فلزی که در داخل یکدیگر قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. ابعاد جعبه خارجی $27 \times 65 \times 73$ سانتی‌متر و جعبه داخلی، که متحرک بوده، دارای ابعاد $21 \times 56 \times 66$ سانتی‌متر است. کف جعبه داخلی از توری فلزی با چشمه $0/6$ تا $0/7$ میلی‌متر تشکیل شده است. در فضای بین دو جعبه یک صفحه زیگزاک مانند فلزی قرار گرفته و مکانیسم آن طوری است که در هر دقیقه ۳ بار حرکت می‌کند و باعث دوران آب و به هم زدن تخم‌ها در داخل دستگاه می‌شود. حرکت صفحه به وسیله اهرمی صورت می‌گیرد که با ریزش آب در داخل یک سطلک ایجاد می‌شود. معمولاً در هر جعبه حدود $0/5$ کیلوگرم تخم ریخته می‌شود. آب مورد نیاز برای هر دستگاه انکوباتور حدود $0/3$ لیتر در ثانیه در زمان بیشترین نیاز آبی است (نیاز آب در مراحل مختلف رشد و نمو جنینی؛ یعنی از مرحله اول تا زمان خروج لارو تغییر می‌کند).

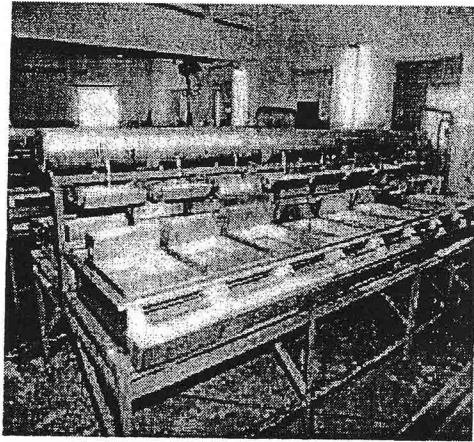


شکل ۳۶- نمایی از سالن انکوباتورهای نوع یوشچنکو

از معایب اصلی این انکوباتور نحوه خروج لاروها و تخم‌های مرده است که باید توسط دست و ساچوک انجام گیرد و طبیعتاً در هنگام خروج لاروها از تخم، به نیروی کارگری زیادی برای جمع‌آوری لاروها نیاز خواهد بود. از طرفی وارد آمدن ضربه به لاروها در روش انتقال دستی موجب افزایش استرس و بالارفتن میزان مرگ‌ومیر در مراحل بعدی می‌شود و با توجه به سروصدای شدید ناشی از حرکت دستگاه مذکور و اهرم‌های آن، احتمالاً تأثیرات سوء آلودگی صوتی نیز بر درصد تبدیل تخم به لارو مؤثر خواهد بود. از این نوع انکوباتور برای تفریخ تخم‌های ماهیان خاویاری استفاده می‌شود.



شکل ۳۷- نمایی دیگر از سالن انکوباسیون، انکوباتور نوع یوشچنکو



شکل ۳۸- انکوباتور نوع آسوتر

- انکوباتور مک دونالد

این نوع انکوباتور در مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری در کشور آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این انکوباتور ابتدا برای تفریح تخم‌های کپورماهیان استفاده می‌شد، ولی به دلیل بروز مشکلاتی نظیر چسبندگی تخم‌ها و بیماری قارچی، جهت تفریح تخم کپورماهیان کمتر به کار گرفته می‌شود. این دستگاه شامل پایه نگهدارنده زوک‌های تخم‌کشی، مخزن فوقانی برای تأمین آب، که با اشعه ماوراء بنفش ضدعفونی شده است، و سینی جمع‌آوری آب است. زوک‌های استوانه‌ای شکل تخم‌کشی دارای ظرفیت ۱۳ لیتر و از نوع ته‌گردند که بلندی هر یک ۵۰ سانتی‌متر و قطرشان ۲۰ سانتی‌متر است. جنس آن‌ها از پلاستیک آکرلیک است تا امکان مشاهده تخم‌ها و نحوه جریان آب را فراهم سازد. آب از مجرای ضدعفونی کننده اشعه ماوراء بنفش وارد مخزن بالایی می‌شود.

مخزن مذکور دارای لوله عمودی خم‌شونده مخصوص است که سطح آب را ثابت نگه می‌دارد و از طرف دیگر فشار بالاسری را برای جریان یافتن آب در زوک‌های تخم‌کشی تأمین می‌کند. آب از راه لوله‌های توزیع کننده مجهز به شیر کنترل وارد محوطه می‌شود و سپس توسط یک لوله پی‌وی‌سی از راه سرپوش وارد تک‌تک آن‌ها می‌شود و در داخل هر شیشه $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{8}$ کیلوگرم تخم ریخته می‌شود. جریان آب مورد نیاز در این دستگاه به‌طور متوسط $\frac{1}{2}$ لیتر در ثانیه به‌ازای هر کیلوگرم تخم است (هیوت، ۱۹۸۶).