فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال دوم/ شماره دوم/ بهار۹۳/ صفحات۹۲-۸۱

طراحی و ساخت دستگاه جداکننده تخم ماهی

حامد منوچهری*[۱]

چکیده

این بررسی به منظور ساخت دستگاه جداکننده تخم ماهی که قادر به جداسازی تخم‌های ناسالم از سالم باشد، انجام شد. اساس کار این دستگاه بر مبنای ویژگی فیزیولوژیک تخم قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد. تخم های سالم خاصیت ارتجاعی بالاتری نسبت به تخم های ناسالم داشتند. بنابراین اگر با وسیله‌ای تخم ها به سمت یک سطح پرتاب می‌شدند بر مبنای برگشت آنها از دیواره می‌شد آنها را جداسازی کرد. در ساخت دستگاه پنج قسمت سیستم مکانیک، سیستم الکترونیک، سیستم گردش آب (هیدرولیک)، اسکلت و قاب دستگاه، سیستم گردش‌هوا (پنوماتیک) در نظر گرفته شد. پس از انجام مراحل طراحی صنعتی و تهیه نقشه و مواد و قطعات مورد نیاز، برش کاری و تراشکاری قطعات انجام و سرانجام دستگاه مونتاژ گردید. اساس کار این دستگاه بدین صورت است که ابتدا درام دوار (سیستم مکانیک) تخم‌ها را از توده تخم‌های ریخته شده به درون مخزن جدا کرده و فاصله‌ای زمانی و مکانی بین تخم‌ها بوجود می‌آورد. روی استوانه دوار ۸ ردیف سوراخ تعبیه شده بود. اصلاح سیستم جریان آب، دمنده و مکانیک دستگاه، منجر به افزایش دقت دستگاه گردید. هزینه تمام شده برای ساخت نمونه ۶/۵ میلیون تومان برآورد گردید.

کلید واژه: دستگاه، جداکننده تخم، ماهی.

۱- گروه شیلات، دانشکده دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران hdmanuchehri@gmail.com

۱- مقدمه

یکی از کارهای زمان‌بر و پرهزینه در سالن‌های انکوباسیون تخم ماهی قزل‌آلا، جداسازی تخم های ناسالم از سالم است (لیت ریتس، ۱۳۶۰). تخم‌های ناسالم محلی مناسب برای تجمع عوامل بیماریزا، بویژه قارچ ساپرولگنیا می‌باشد. به همین دلیل تخم های ناسالم بصورت روزانه توسط نیروی کارگری بایستی از تخم های سالم جداسازی شوند (منوچهری و همکاران، ۱۳۸۴). وجود این مشکل منجر به ساخت دستگاه‌های شمارنده و جداکننده تخم ماهی به دلیل تقاضای آن توسط مزارع تکثیر گردید. در حال حاضر انواعی از این دستگاه‌ها در دنیا ساخته شده و در مزارع تکثیر به شمارش و جداسازی تخم‌ها کمک می‌نمایند. بطورکلی دستگاه‌های‌تخم‌شمار را به سه دسته تقسیم می‌کنند: دستگاه‌هائی که فقط تخم ماهی‌ها را می‌شمارند. دستگاه‌هایی که فقط تخم های سالم را از تخم های ناسالم جدا می‌کنند. دستگاه‌هایی که علاوه بر شمارش تخم ها آنها را جداسازی نیز می‌کنند. دستگاه هایی که هم تخم های سالم و ناسالم را می شمارند و هم تخم های ناسالم را از تخم های سالم جدا می‌کنند. یکی از این دستگاه ها با برند وین سورتر Winsorter و ساخت کشور دانمارک می‌باشد. دو دستگاه از آن چند سال پیش توسط شیلات ایران خریداری شده و یکی از آنها در کارگاه شهید مطهری یاسوج و دیگری در کلاردشت موجود می‌باشد. وین سورتر، ۳۵ سال پیش اختراع شد و با کمک پرورش دهندگان دانمارکی گسترش یافت. این دستگاه قادر است تعداد تخم های زنده و مرده را شمارش کند (علاوه بر شمارش، تخم های زنده و مرده را از هم جدا می‌کند). برای انجام جداسازی تخم ها بایستی نوع دیسک بر اساس اندازه تخم انتخاب شود، و پس از نصب دستگاه به آب از طریق لوله‌های ورودی آب دستگاه، تعداد کمی تخم به داخل دستگاه ریخته شود تا بدین وسیله بتوان سرعت جداسازی را تنظیم کرد. این دستگاه در دو مدل، یکی با سرعت ۱۰۰۰۰۰ عدد تخم در ساعت و دیگری ۲۰۰۰۰۰ عدد در ساعت، ساخته شده است(www.C+Haquaculture.com).

در سال ۱۹۷۱ دستگاهی با نام وی. ام. جی. (V.M.G) اختراع شد و تا به امروز با اصلاحاتی که روی آن انجام شده قادر است تخم ماهی را در اندازه‌های مختلف شمارش و جداسازی کند. اساس کار و مکانیزم کاری آن تا حدی شبیه به دستگاه Winsorter می‌باشد. طرز کار و حرکت تخم ها در آن به این ترتیب است که تخم های چشم زده بوسیله جریان آب داخل جایگاهای خود روی دیسک جریان آب قرار می‌گیرند. تخم‌هائی که روی دیسک چرخان سوار شده‌اند، از زیر نور مادون قرمز عبور می‌کنند تا تخم‌های مرده بدین وسیله شناسائی و جداسازی شوند (www.VMGindustries.com)

دستگاه دیگر با برند جین سورتر (Jensorter) در پنج مدل شمارنده و جدا کننده تخم ماهی تولید می‌کند. کارخانه در منطقه بند (Bend) در ایالت ارگون در سال ۱۹۷۳ میلادی توسط Greg & Cathy Jensen تاسیس شد. در حال حاضر سه مدل جداکننده تخم ماهی، دو مدل شمارنده و

جداکننده و دو مدل شمارنده تخم و لارو ماهی توسط این شرکت ابداع گردیده است. اساس کاری این دستگاه‌ها تا حدی مشابه Winsorter می‌باشد. در ارتباط با مکانیزم دقیق کاری آنها اطلاعاتی داده نشده است(www.Jensorter.com). Tachibana در سال ۱۹۸۴ میلادیدستگاه جداکننده تخم ماهی را ابداع نمود. مکانیزم کاری دستگاه ماتساتاکاتاچی بانا، بدین صورت است که تخم ها همراه با یک جریان آب به روی سطح یک دیسک در حال چرخش ریخته می‌شوند و با چرخش دیسک توسط نیروی گریز از مرکز، در جهت لبه خارجی دیسک در یک ردیف قرار می‌گیرند. در این هنگام یک ردیاب فتوسل با تابانیدن شعاعی از نور روی ردیف تخم ها نور انعکاسی از تخم ها را ردیابی می‌کند که بدین وسیله تخم های مرده و زنده را ردیابی کرده و با مکش قوی هوا، تخم های مرده را که توسط چشم الکتریک ردیابی شده‌اند، به یک محور چرخش دیگر از یک دیسک حرکت می‌دهد تا تخم های مرده از زنده جدا شوند(www.Dynamicaquasupply.com).

در ایران بیش از ۹۰ درصد مزارع با روش دستی تخم های ناسالم را از تخم های سالم جداسازی می‌کنند. فقط تعداد معدودی از مزارع، دستگاه های اتوماتیک را با هزینه های بالا به دلیل تحریم‌ها خریداری کرده اند. که به دلیل نبود خدمات پس از فروش اکثر آنها از کار افتاده یا با خطای بالا کار می کنند. به همین دلیل نیاز به ساخت این دستگاه در داخل کشور ضروری به نظر می رسد (منوچهری و همکاران، ۱۳۸۴). هدف اصلی هم از ساخت آن در سرتاسر دنیا افزایش دقت و سرعت و کاهش نیاز به نیروی انسانی بوه است. در این بین نیاز به استفاده از فن‌آوری و تجهیزات مختلف در کشور ما نیز با توجه به افزایش روزافزون تولید و تقاضای ماهی به چشم می‌خورد. طبق آخرین اطلاعات بدست آمده از شیلات ایران، تا کنون چنین دستگاهی که تخم های سالم را از ناسالم بتواند جداسازی کند در ایران ساخته نشده است. بیشتر به سبب بالا بودن قیمت این دستگاهها بوده است (حدود ۱۷۰ تا ۲۵۰ میلیون ریال)، بسیاری از مراکز تکثیر در ایران امکان استفاده از این تجهیزات (نمونه خارجی دستگاه تخم شمار و جداکننده) را ندارند. وجود این مشکلات، انگیزه ای برای بررسی امکان ساخت دستگاه جداکننده تخم ماهی گردید. این طرح کاملاً ابتکاری بوده و نوع مشابهی از آن وجود ندارد و ساخت آن براساس ایده‌هائی بوده که از منابع مختلف و بررسی مورفولوژی تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و عکس‌های نمونه های خارجی شکل گرفته است. حتی نمونه‌هائی که توسط شیلات خریداری شده از لحاظ مکانیزم کاری هیچگونه شباهتی به این دستگاه ندارند.

هدف اصلی از اجرای این طرح، ساخت دستگاهی بوده که قادر به شمارش دقیق تخم‌ها با حداقل خطا باشد. که پس از آزمون و خطاهای بسیار در طول مدت ساخت دستگاه و اصلاح عیوب آن، ساخت دستگاه با موفقیت کامل انجام شد. با ساخت این دستگاه تقریباً ۷۰ درصد مشکلات برای ساخت جدا کننده تخم ماهی نیز حل شد.

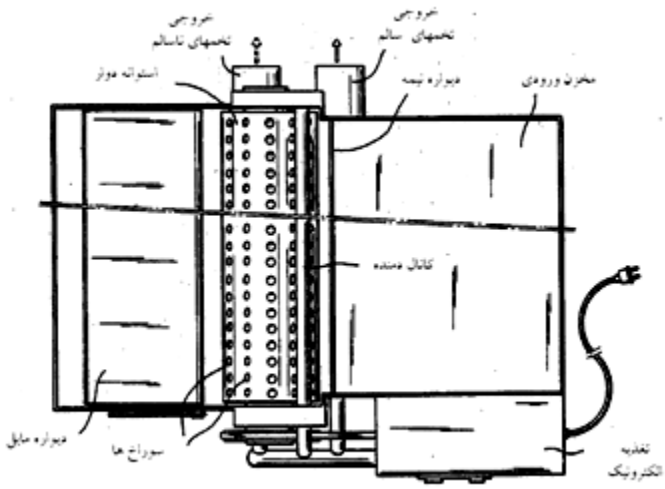
۲- مواد و روش‌ها

برای طراحی دستگاه جداکننده تخم، ابتدا نمونه‌های موجود در ایران مورد بررسی قرار گرفتند. اساس کار با توجه به مشکلات موجود در دستگاه‌های شمارنده خریداری شده توسط شیلات و رفع آنها تا حد امکان در طراحی دستگاه مورد نظر بود. با بررسی این دستگاه‌ها و جستجوهای اینترنتی، طرح اولیه آماده شد و لوازم مورد نیاز در مرداد ۹۲ خریداری و در تیرماه ۹۳ ساخت آن به اتمام رسید. برای ساخت این دستگاه ابتدا بخش‌های مورد نیاز پیش بینی گردید.- سیستم مکانیک، سیستم الکترونیک، سیستم گردش آب (هیدرولیک)، اسکلت و قاب دستگاه، سیستم گردش هوا (پنوماتیک). سپس طرح صنعتی آن تهیه شد. سیستم مکانیک می‌بایست طوری طراحی می‌شد تا بتواند تخم ها را دانه دانه، با کمک جریان آب از یک توده تخم جدا کرده و وارد استوانه گردان کند، به طوریکه فواصلی مساوی را بین آنها از لحاظ زمانی و مکانی بوجود آورد. همچنین برای ورود تخم به دستگاه بایستی یک مخزن در نظر گرفته می‌شد. تخم‌ها بایستی توسط جریان آبی که درون مخزن برقرار می شد وارد درام دوار می شدند. نیروی گشتاور درام بایستی توسط یک الکتروموتور تامین می شد. بر این اساس موتورهای داخل بازار ارزیابی و در نهایت موتور ۱۲ ولت با ولتاژ مستقیم انتخاب گردید(Bell,1981). نیروی موتور بایستی توسط فولی و تسمه به درام دوار منتقل می گردید. برای به جریان افتادن تخم ها درون دستگاه، می‌بایستی یک سیستم گردش آب در نظر گرفته می شد. این سیستم می بایست علاوه بر سوار نمودن تخم‌ها به روی درام دوار، جریان لازم برای خروج تخم های سالم و ناسالم از دستگاه را مهیا می‌نمود. در طراحی و ساخت قسمت‌های مختلف لوله‌های انتقال آب بایستی علاوه بر اینکه زوایای تیز و برنده بایستی حذف می‌شد تا فشار آب ورودی به دستگاه و سرعت جریان آب در سیستم گردش آب دستگاه نیز بایستی طوری در نظر گرفته می‌شد، تا از فشار و ضربه مستقیم و غیرمستقیم به تخم ها چه در زمانی که تخم‌ها داخل دستگاه در حرکت بودند و چه زمانی که از دستگاه خارج می‌شدند جلوگیری می‌شد. برای ساخت بدنه دستگاه، بایستی از جنسی استفاده می‌شد که خصوصیات زیر را دارا باشد: به راحتی در بازار ایران قابل تهیه باشد، در مقابل دما و جریان الکتریسیته عایق باشد، حداقل وزن را دارا باشد. حداکثر مقاومت در مقابل ضربات مکانیکی، آب، نوسانات دما، ضدعفونی کننده‌ها را داشته باشد. با این وصف سه نوع از مواد مورد نظر قرار گرفتند: پلی آکریل، پلی اتیلن و فایبرگلاس. در نهایت از بین این مواد، اسکلت دستگاه نیز از پلی آکریل ضخیم (۲۰mm) استفاده شد. طرح کلی قاب دستگاه با نرم افزار Solid works، طراحی و توسط دستگاه لیزر برش روی ورق‌های پلی آکریل داده شد. محل‌های اتصال توسط لیزر و دریل سوراخکاری و سطوح مختلف فرزکاری و در نهایت قاب دستگاه ساخته شد. برای جوش دادن قسمت‌های مختلف دستگاه که از جنس پلی اتیلن بود از الکترود و دستگاه جوش مخصوص پلی اتیلن

استفاده شد.

۳- نتایج

در نتیجه طراحی دستگاه، یک عدد درام از جنس پلی اتیلن با ۸ ردیف سوراخ روی هر کدام به قطر سوراخ ۵/۵ میلیمتر، ساخته و پس از نصب قطعات داخلی آن، روی کابینت نصب شد (شکل ۱).

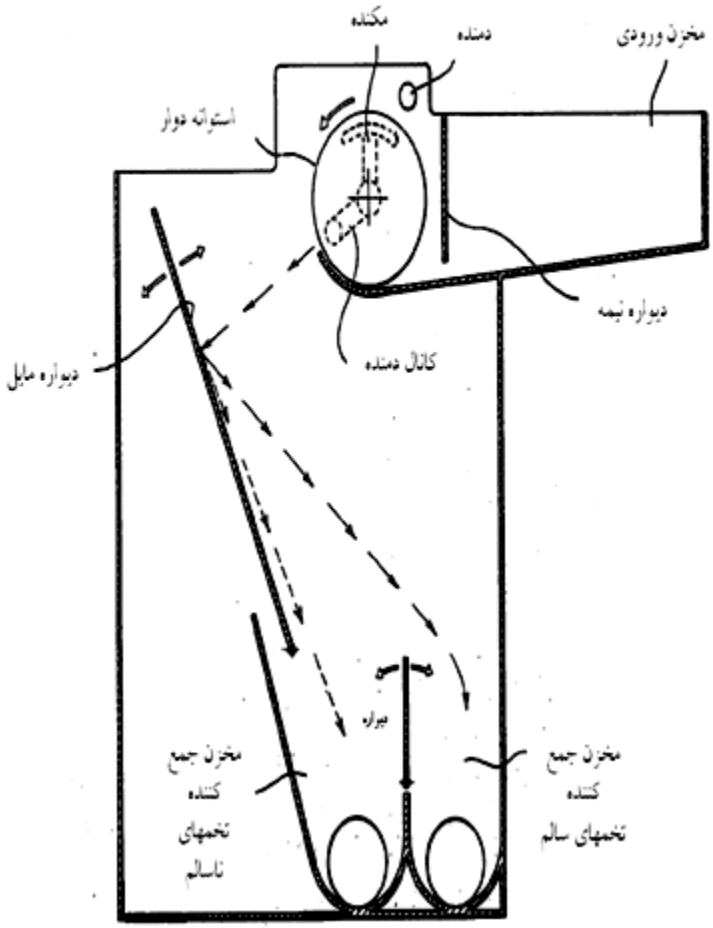


شکل ۱: نمای بالایی دستگاه جداکننده تخم

مخزن مستطیلی که انتهای آن به درام دوار متصل می شود ساخته شد. این مخزن باید طوری ساخته شد که توده تخم‌های ریخته شده روی آن تا آخرین تخم به روی استوانه دوار سوار شوند. برای این منظور یک دیواره نیمه بر سر مسیر حرکت تخم‌ها قرار داده شد. این دیواره از ریخته شدن توده‌ای تخم‌ها بر روی استوانه جلوگیری می کرد (شکل ۲).

خروجی مخزن به صورت یک شیار کامل و سراسری به صورت افقی روی درام دوار قرار گرفت. نیروی لازم برای چرخش دیسک، توسط یک موتور گیربکس‌دار با ولتاژ 12VDC و شدت جریان ۴/۵Amp و همچنین مقاوم در برابر آب تأمین شد. جهت گردش موتور، موافق حرکت عقربه‌های ساعت انتخاب شد. یک نگهدارنده فلزی، جهت تنظیم و ثابت کردن موتور زیر مخزن ساخته شد. برای انتقال قدرت از الکتروموتور به فولی روی درام، از یک تسمه لاستیکی استفاده شد. برای کاهش سرعت درام دوار، قطر فولی استوانه دوار، سه برابر فولی الکتروموتور محاسبه و ساخته شد. کوپلینگ دستگاه طوری طراحی شد تا بتوان درام‌های مختلف با قطرهای مختلف (متناسب با قطر

تخم‌های مختلف) به راحتی تعویض کرد. سیستم الکترونیک شامل منبع تغذیه و کلید قطع و وصل جریان بود. منبع تغذیه طوری طراحی شد تا قابلیت تبدیل برق شهری 220VAC را به دو ولتاژ پائینتر 24VDC , 12 دارا می‌باشد. در این بخش از مدارات صافی جریان جهت جلوگیری از ورود پارازیت به سیستم الکترونیک، استفاده شد.این منبع تغذیه قادر به تأمین برق موتور، در مدت زمان طولانی بود. جریان برق برای راه اندازی سه بخش پنوماتیک، هیدرولیک و الکتروموتور توسط یک کلید برق صفر– یک در نظر گرفته شد.



شکل ۲. برش عرضی دستگاه جدا کننده تخم

سیستم گردش آب برای حرکت و به جریان افتادن توده تخم‌ها در ورودی و خروج آنها از خروجی در نظر گرفته شد. برای این دستگاه دارای یک ورودی و دو خروجی آب بر اساس نیاز در نظر گرفته شد، در شرایطی که آب ورودی برای به جریان انداختن تخم ها کافی نباشد، آب یکی از خروجی‌ها (خروجی آب) تحت شرایطی با یک پمپ آب، قابل برگشت به مخزن حاوی تخم می‌باشد. این سیستم خود به ۴ بخش تقسیم شد:

برای ورود آب یک شیر از جنس پلی‌اتیلن به قطر $\frac{3}{4}''$ تهیه شد و سپس از بیرون روی قاب دستگاه نصب شد. نتیجه آزمایش این بخش نشان داد که فشاری معادل فشار آب شهری پشت این شیر لازم بود تا گردش هرچه بهتر آب درون دستگاه فراهم شود، با این شیر می‌توان فشار آب ورودی به دستگاه را تنظیم کرد. آب از طریق این ورودی وارد یک ترمینال شده سپس وارد دو شیر فرعی می‌شد. شیر خروجی از جنس پلی اتیلن به قطر $\frac{3}{4}''$ و برای افزایش سرعت آبگیری مخزن و تنظیم گردش آب تعبیه شد.

دو شیر فرعی برای تنظیم و ایجاد جریان ملایم برای جمع کردن تخم ها روی درام و راندن آنها به درون حفره های آن روی ترمینال نصب شدند. جنس این شیرها از پلاستیک ای. بی. اس. در نظر گرفته شد. کلیه لوله‌های انتقال آب درون از جنس لاستیک شفاف می‌باشند که به اتصالات برنجی و پلی‌اتیلنی متصل می‌باشند. یک مجرای ورودی برای مخزن در نظر گرفته شد (مخزن اصلی شمارش تخم). در طراحی و ساخت قسمتهای مختلف لوله‌های انتقال آب بایستی علاوه بر اینکه زوایای تیز و برنده بایستی حذف می‌شد تا فشار آب ورودی به دستگاه و سرعت جریان آب در سیستم گردش آب دستگاه نیز بایستی طوری در نظر گرفته می‌شد، تا از فشار و ضربه مستقیم و غیرمستقیم به تخم ها چه در زمانی که تخم ها داخل دستگاه در حرکتند و چه زمانی که از دستگاه خارج می‌شوند جلوگیری شود. اسکلت و بدنه دستگاه طوری طراحی شد تا ارتفاع مناسب از سطح زمین داشته باشد و نیاز به پایه‌ای جداگانه نداشته باشد، از طرفی وزن آن به حدی باشد تا امکان حمل و نقل آن به راحتی میسر باشد. ارتفاع قسمتی که صفحه نمایشگر روی آن باید قرار می گیرد بایستی طوری در نظر گرفته می‌شد که برای کار بر روی آن، کمترین زحمت به کاربر داده شود. طرح کلی قاب دستگاه با نرم افزار اتوکد طراحی و توسط دستگاه لیزر برش داده شد.

بخشهای اتصال توسط لیزر و دریل سوراخکاری گردید و قاب دستگاه به این شکل ساخته شد. برای جوش دادن قسمتهای مختلف دستگاه که از جنس پلی اتیلن بود از الکترود و دستگاه جوش مخصوص پلی اتیلن استفاده شد. اسکلت دستگاه نیز از پلی آکریل ضخیم (۲۰mm) استفاده شد. برای

بالاتر نگه داشتن کف دستگاه از سطح زمین و همچنین به منظور تنظیم کامل دستگاه در سطح افق در سطوح شیبدار پایه‌هائی قابل تنظیم در کف دستگاه قرار داده شدند. دو دسته پلاستیکی جهت بلند کردن دستگاه و حمل و نقل آسانتر در طرفین آن تعبیه شد.

در این تحقیق می بایستی، مواد و قطعات مختلف در طرحهای گوناگون طی مراحل ساخت مورد آزمایش قرار می‌گرفتند تا نتیجه نهایی به صورت مطلوب گرفته شود. به همین علت، در محاسبه هزینه‌ی ساخت این دستگاه، کلیهٔ مواد و قطعات مکانیکی و الکترونیک که خریداری شده بودند و اغلب در نتیجه‌ی عدم جواب‌دهی از تحقیق ساخت حذف شدند.

در جدول ۳-۶ هزینه ساخت دستگاه جداکننده تخم تحقیق حاضر آورده شده‌است. مطابق با این جدول، هزینه ساخت دستگاه بدون احتساب مواد حذف شده ۶۵/۰۰۰/۰۰۰ ریال تخمین زده شد.

جدول ۳-۶: هزینه ساخت یک دستگاه تخم شمار بدون احتساب قطعات حذف شده.

قسمتهای مختلف	هزینه ها (۱۰۰۰ ریال)
مکانیک	۱۳۰۰۰
الکترونیک	۹۶۰۰
شبکه گردش آب	۱۹۰۰
ابزار آلات جوش و برش	۶۰۰۰
ساخت کابینت دستگاه	۱۵۰۰۰
قطعات دقیق	۲۰۰۰۰
جمع کل	۶۵۵۰۰

۴- بحث

دستگاه‌های جداکننده تخم که توسط کارخانجات مختلف اشاره شده در بخش مقدمه ساخته می‌شوند، همگی بر اساس ردیابی الکترونیک تخم‌ها کار می‌کنند. مبنای ردیابی تخم‌های ناسالم در این دستگاه‌ها شفافیت تخم می‌باشد.

تخم‌های شفاف نور را از خود عبور داده و تخم‌های ناسالم که کاملاً سفید رنگ می باشند نور را از خود عبور نمی دهند. برای این منظور نوری از فرستنده فرستاده شده و اگر از تخم عبور کند به گیرنده می رسد که نشان دهنده سلامت تخم است. اگر نور تابیده شده منعکس گردد، نشاندهنده سفید بودن تخم بوده و بلافاصله تخم ناسالم توسط فشار هوا از دستگاه به بیرون پرتاب می‌شود (منوچهری، ۱۳۸۴).

البته برای این منظور فرستنده و گیرنده‌های مختلفی استفاده می‌شد. سنسورهای نوری، مادون قرمز و القایی انواع سنسورهای قابل استفاده برای ردیابی اجسام می‌باشند (جی‌کینگ، ۱۹۷۶ ;Carlson,1986;BolestadandNachelsky, 1982; Green, 1971; Gandhi, 1989). به عنوان مثال دستگاهی که در مرکز شهید مطهری یاسوج کار می‌کرد از نوع وین سورتر بود نوع مداری که در آن استفاده شده بود از نوع فرستنده و گیرنده های نوری بود. پس از چند سال از کارکرد مداوم دستگاه، این مدار کارایی دقیق خود را از دست داده بود.

خطای شمارش و جداسازی آن به حدی بالا بود که اعداد نشان داده شده روی صفحه نمایش دستگاه اصلاً قابل اطمینان نبود. حتی سیستم جدا کننده‌ی دستگاه نیز دقت لازم را نداشت و همیشه داخل سبد تخم‌های سفید و مرده تعدادی تخم سالم یافت می شد و همچنین در سبد تخم‌های سالم نیز همیشه تعدادی تخم سفید مشاهده می‌شد. پس از عمل جداسازی کارگر ناچار به جداسازی دستی تخم ها بود. همچنین همیشه در طول مدت کارکرد دستگاه تعدادی تخم روی چشم می افتادند و مانع از کارائی دقیق دستگاه می‌شدند.

با توجه به اینکه هم اکنون کارخانه وین سورتر، در تولید دستگاه‌های جدید خود اقدام به استفاده از چشم‌های مادون قرمزکرده (www.c+haquaculture.com)، می‌توان نتیجه گرفت که کارشناسان این کارخانه در صدد یافتن مدارهای دقیق تر برای ردیابی تخم‌ها هستند (سهرابیان، ۱۳۷۳). به دلیل مشکل تهیه سنسور مناسب برای ساخت دستگاه، تصمیم بر ساخت دستگاهی دیگر گرفته شد که مکانیسم کاری آن نسبت به سایر دستگاه‌ها متفاوت باشد. به همین دلیل تحقیقی بر ویژگی‌های مختلف تخم ماهی قزل‌آلای رنگین کمان انجام شد.

نتیجه این تحقیقات نشان داد ویژگی فیزولوژیک تخم قزل آلا خاصیت ارتجاعی آن است. این خاصیت ارتجاعی می‌توانست مبنای خوبی برای جداسازی تخم‌های سالم از ناسالم باشد. ویژگی منحصر به فرد این دستگاه، در جداسازی تخم های ناسالم این بود که از مکانیسم دیگری به غیر از سنسورهای الکتریکی برای جداسازی تخم ها استفاده می کند. این دستگاه بر مبنای خاصیت ارتجاعی تخم‌ها که یک ویژگی فیزیولوژیک می باشد عمل می‌کند. تخم‌های سالم دارای خاصیت ارتجاعی بیشتری نسبت به تخم‌های ناسالم می‌باشند. بنابراین در صورت کوبیده شدن به یک سطح خاصیت ارتجاعی بیشتری نسبت به تخم های ناسالم از خود نشان می‌دهند.

در آزمایش سیستم هیدرولیک دستگاه، حرکت تخم‌ها به سمت درام دوار به کندی انجام می‌گرفت. علت این بود که جریان آب مناسب در مخزن برای کشانیدن تخم‌ها به درون سوراخ‌ها وجود نداشت از طرفی سرعت حرکت درام نیز زیاد بود و به تخم ها اجازه‌ی ورود به درون سوراخ‌های دیسک را نمی‌داد. جهت حل این مشکل سرعت گردش موتور توسط چرخ دنده‌ها کاسته شد و یک

شبکهٔ ساده جریان آب که شامل یک ورودی و یک خروجی(خروجی تخم) بود، برای مخزن در نظر گرفته شد. در آزمایش سسیستم آبرسان مشخص شد مقدار آبی که وارد دستگاه می شود بیشتر از مقدار آبی است که از آن خارج می شود. برای ورود آب به مخزن، دو ورودی تعبیه شده بود در حالی که فقط یک خروجی، آن هم خروجی تخم، تنها محل خروج آب از دستگاه بود.

جهت حل این مشکل دو خروجی در کف مخزن اضافه شد اما بدلیل خروج بیش از حد آب، یکی از این خروجی‌ها مجدداً بسته شد و خروجی دیگر توسط یک لوله به خارج از دستگاه هدایت شد. با عنایت به ضعف‌هائی که فایبرگلاس نسبت به پلی‌اتیلن و پلی آکریل داشت، در ساخت این دستگاه از پلی اتیلن و پلی آکریل استفاده شد.

مزایای پلی آکریل و پلی اتیلن نسبت به فایبرگلاس عبارتند از مقاومت بیشتر نسبت به سایش و ضربات مکانیکی، مقاومت بالاتر نسبت به آب و نور آفتاب، مقاومت بیشتر نسبت به مواد شیمیائی و ضدعفونی‌کننده‌ها، عدم نیاز به ساخت قالب در این طرح، مشکلات و مضرات کمتری درحین ساخت برای انسان دارد، عدم وجود سطوح زبر و برنده و خلل و فرج، که خود از نظر بهداشتی نیز یک مزیت محسوب می‌شود.

در دستگاه‌هایی که از دیسک دوار و سنسور برای جداسازی تخم‌های ناسالم استفاده می کنند برای افزایش سرعت شمارش تعداد دیسک ها را افزایش می دهند.

همچنین راه دیگر، در استفاده از دو دیسک و دو چشم در یک دستگاه می باشد، در دستگاه جین سورتر، Jensorter. از دو دیسک که پشت بر هم قرار داده شده‌اند برای شمارش و جداسازی استفاده می‌شود. با همین روش، شمارندهٔ مدل BCM ساخت کارخانه‌ی Jonsorter قادر است تا ۷۵۰/۰۰۰ عدد تخم را در ساعت شمارش و جداسازی کنند.

دستگاه شمارنده‌ی مدل VMG و winsorter قادر به شمارش و جداسازی ۱۰۰/۰۰۰ عدد تخم در ساعت می‌باشد. این دستگاه نیز از دیسک دوار برای جداسازی تخم‌ها استفاده می‌کند. البته یک دستگاه با این ظرفیت شمارش و جداسازی، برای اغلب کارگاه های تکثیر مناسب می باشد. ولی کارگاه‌های تکثیر خیلی بزرگ، بهتر است از دو دستگاه یا از دستگاه‌های با ظرفیت بالاتر استفاده کنند.

برای جلوگیری از سرریزشدن آب از روی مخزن، یک لوله برای تنظیم سطح آب، داخل مخزن تعبیه شد. این لوله آب اضافی را مستقیم به سمت خروجی اصلی می برد.

در حال حاضر یکی ار دلایلی که مزرعه داران علاقه‌ای برای خرید دستگاه جداکننده ندارند، قیمت بالای آن می باشد. به عنوان مثال دستگاه VMG در ایالات متحده، حدود ۷۰۰۰ دلار به فروش می رسد.

مطابق با جدول ۳-۶، هزینه ساخت این دستگاه شش و نیم میلیون تومان برآورد گردید. به نظر

می‌رسد با تولید انبوه و خرید مواد و قطعات لازم به صورت عمده و نقدی بتوان تا ۱۰ درصد هزینه ساخت دستگاه را کاهش داد. با توجه به اینکه جداسازی دستی تخم‌ها در ۹۰ درصد مزارع تکثیر قزل آلای رنگین کمان با دست و با کمک لوله مکنده پواً انجام می شود.

از طرفی این روش بسیار سخت و پرهزینه می‌باشد چرا که به نیروی کارگری بالایی در فصل تکثیر مورد نیاز می‌باشد.

بدیهی است خرید این دستگاه علاوه بر افزایش دقت و سرعت جداسازی تخم‌های سالم از ناسالم در هزینه کارگری نیز صرفه جویی قابل ملاحظه ای خواهد داشت.

از طرفی مزرعه‌داران رغبتی به خرید دستگاه‌های خارجی که خدمات پس از فروش در ایران ندارند، نشان نمی دهند. دستگاه هایی که در حال حاضر در ایران کار می کنند هیچگونه خدمات پس از فروشی ندارند.

بطور کلی دستگاه ساخته شده با توجه به قیمت مناسب، دارابودن خدمات به دلیل ساخت ایران بودن و دقت بالای آن قابل توصیه به کارگاه‌های تکثیر ماهی قزل آلای رنگین کمان می‌باشد.

فهرست منابع

۱. **سهرابیان، ب،(۱۳۷۳)**، کنترل از راه دور و مدارات فرستنده و گیرنده، انتشارات گام الکترونیک.

۲. **جی کینگ، گ،(۱۹۷۶)**، طراحی آنتهای عملی، انتشارات پرتونگار.

۳. **لیت ریتس، ا،(بی‌تا)**، تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا و ماهی آزاد. ترجمه ح. عمادی، ۱۳۶۰، نشریه شماره ۴ موسسه فنی پرورش ماهی، تهران، چاپ اول.

۴. **منوچهری، ح؛ عمادی، ح؛ صالحی، ح،(۱۳۸۴)**، ساخت دستگاه تخم شمار ماهی، مجله علمی پژوهشی موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۴ (۲): ۱۴۵-۱۲۷.

5. **Bell, D., 1981**. Pulse electric circuits, Prentice-HLSS. 187 p.

6.**Bolestad, R .et Nachelsky,L .1982**, Electronic dunces and circuits theory, Prentice-HLSS. 157 p.

7.**Carlson, B. A. 1986**. Communication systems, Mcgraw-HILL. 205 p.

8. **Green, D.C. 1971**. Radio and line transmission, Pitman. 127 p.

9. **Gandhi, Om. P. 1989**. Microwave Engineering and Application. Pergamon. 260 p.