# واکسیناسیون در آبزی پروری با نگاهی برماهیان خاویاری

*سهیل علی نژاد*[1]، مهران یاسمی[1]*

۱- موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

**چکیده**

با افزایش تراکم در آبزی‌پروری افزایش شیوع بیماری‌ها گریزناپذیر است. آنتی‌بیوتیک‌ها و سموم شیمیایی روش معمول مبارزه با بیماری‌ها می‌باشند. هزینه بالا، مقاومت دارویی، مشکلات زیست محیطی، کاهش کیفیت گوشت و مشکلات اجرایی باعث شده تا واکسن‌ها بعنوان جایگزین مطرح شوند و یکی از بهترین روش‌ها برای مبارزه علیه بیماری‌ها می‌باشند.

از نظر ساخت واکسن‌ها به واکسن‌های کشته، تخفیف حدت یافته، تحت واحد و DNA واکسن‌ها تقسیم می‌شوند. مطالعات نشان داده است استفاده از عوامل بیماریزای بومی در تولید واکسن، کارآمدی بهتری دارند.

در آبزیان واکسیناسیون به روش‌های مختلف تزریقی، غوطه‌وری و خوراکی انجام می‌شود. تزریق به دو روش داخل صفاقی و داخل عضلانی انجام می‌شود که داخل صفاقی رایج‌تر است. روش تزریقی حفاظت طولانی مدت ایجاد می‌کند، در ماهی ۱۵ گرم و بیشتر کاربرد دارد و پرهزینه‌ترین روش واکسیناسیون در ماهی است.

در غوطه‌وری، ماهی در محلولی از واکسن شناور می‌شود. واکسیناسیون غوطه‌وری جهت ماهیان کوچک‌تر مناسب است ولی میزان اتلاف واکسن بالا بوده و امکان نگهداری واکسن مازاد وجود ندارد. روش خوراکی ساده‌ترین روش واکسیناسیون ماهی‌ها در تعداد زیاد است. در این روش نیازی به جابجایی ماهی نبوده و هزینه‌ها و تلفات ناشی از جابجایی‌ها کاهش می‌یابد اما کارایی کم آن است.

پاسخ ایمنی ماهی به واکسن بشدت تحت تاثیر مواردی مانند دما، نور، کیفیت آب، شوری و عوامل مختلف استرس‌زا قرار دارد. برای رسیدن به بهترین و بیشترین اثرگذاری باید واکسیناسیون طبق دستورالعمل کارخانه سازنده انجام شود. واکسیناسیون فقط برای پیشگیری از بیماری و در ماهی‌های سالم توصیه می‌شود و واکسن‌های تک گانه نیز نباید مخلوط شوند.

**کلمات کلیدی**: بیماری، پیشگیری، واکسیناسیون، آبزی‌پروری

**بیان مسئله**

آبزی پروری سریع‌تر از سایر بخش‌های تولید مواد غذایی درحال رشد است. امروزه با محدود شدن صید، بیش از ۵۰ درصد مصرف جهانی محصولات آبزیان از آبزی‌پروری حاصل می‌شود (دورودی، ۱۳۹۸). رشد روزافزون صنعت آبزی‌پروری و بکارگیری روش‌های متراکم و فوق متراکم برای افزایش تولید، موجب مشکلاتی مانند بروز بیماری‌های عفونی، استفاده مکرر از برخی آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد شیمیایی و در نتیجه بخطر افتادن سلامت مصرف کنندگان شده است (بادزهره و همکاران، ۱۳۹۱). بیماری‌های آبزیان از چالش‌های اصلی آبزی‌پروری در ایران و جهان می‌باشد. در سال‌های اخیر بدلیل عدم کنترل بسیاری از بیماری‌های شایع ناشی از عوامل بیماری‌زا، تولیدات آبزی‌پروری در معرض تهدید جدی قرار گرفته است (آهنگرزاده، ۱۳۹۹). یکی از عمده‌ترین مسایلی که پرورش دهندگان ماهی با آن مواجه هستند، کاهش ماندگاری و بقای ماهیان بخصوص در مراحل اولیه زندگی می‌باشد. بر این اساس تقویت سیستم ایمنی بدن ماهیان به ویژه در گونه‌های با ارزش و اقتصادی از اصلی‌ترین نیازهای پرورش دهندگان و مهم ترین رویکرد محققان می‌باشد (Shalaby *et al*., 2006). در بسیاری از فعالیت‌های دامپروری متراکم امکان جداسازی دام‌ها از گونه‌های وحشی به آسانی ممکن است، لیکن در محیط‌های آبزی‌پروری مانند قفس‌های دریایی، استخرها و کانال‌ها که آب آن‌ها از محیط زیست تامین می‌شود، جلوگیری از تماس ماهی پرورشی با عوامل بیماری‌زای محیطی یا موجود در ماهی‌های وحشی بسیار دشوار است، به همین علت با وجود رعایت اصول امنیت زیستی در مزارع، ماهی‌های پرورشی دائما در معرض تهدید انواع عوامل بیماری‌زا هستند، بطوریکه پرورش دهنده جهت کنترل بیماری و جلوگیری از تلفات مجبور به استفاده مکرر از آنتی بیوتیک‌ها و ضدعفونی کننده‌ها می‌باشند (دورودی، ۱۳۹۸). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در شرایط پرورشی سبب ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی، تجمع آنتی‌بیوتیک در بدن ماهیان و انتقال دارو به مصرف کنندگان ماهی می‌شود و احتمال ایجاد مقاومت در باکتری‌های بیماری‌زای انسانی و مشکلات زیست محیطی ناشی از تجویز آنتی بیوتیک‌ها افزایش می‌یابد، لذا یافتن راه‌های پیش‌گیری جهت به حداقل رساندن خسارات اقتصادی ناشی از تلفات در مزارع پرورش ماهی و نیز کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه آنتی بیوتیک‌ها ضروری بنظر می‌رسد (Hastein *et al*., 2005). استفاده از محرک‌های ایمنی یکی از روش‌هایی است که با هدف تقویت سیستم ایمنی آبزیان خصوصاً مکانیسم‌های دفاع غیر اختصاصی برای پیش‌گیری و کنترل بیماری‌ها در آبزی‌پروری بکار می‌رود. گزارش‌های متعددی در مورد تأثیر محرک‌های ایمنی مختلف بر سیستم ایمنی ماهیان و میگوها ارایه شده است (طافی و همکاران، ۱۳۹۲). براساس تخمین OIE بیش از ۱۰٪ آبزیان پرورشی در سال در اثر بیماری‌های عفونی تلف می‌شوند (علیشاهی، ۱۴۰۱). این مشکلات موجب شده تا طی سال‌های اخیر به روش‌های پیش‌گیری مانند واکسیناسیون و اقدامات قرنطینه‌ای و نیز استفاده از مواد محرک ایمنی برای ارتقاء واکنش‌های ایمنی غیر اختصاصی ماهیان و سخت‌پوستان پرورشی علیه بیماری‌های عفونی توجه جدی شود (بادزهره و همکاران، ۱۳۹۱). در مدیریت بهداشتی مزارع همواره پیش‌گیری، کم هزینه‌ترین و کارآمدترین راه کنترل بیماری‌ها محسوب می‌شود، به‌همین جهت واکسیناسیون ماهیان یکی از بهترین روش‌ها بر علیه بیماری‌های شایع در منطقه به‌شمار می‌آید (مازندرانی و همکاران، ۱۴۰۱ و آرامون و همکاران، ۱۳۹۷). در حال حاضر پرورش ماهیان دریایی در کشور بیشتر بصورت پرورش در قفس و در دریا انجام می شود که امکان

ضدعفونی آب (حذف عوامل بیماری‌زا) بدلایل تاثیرات مخرب بر اکوسیستم وجود ندارد و واکسیناسیون می‌تواند اقتصادی‌ترین و موثرترین روش پیش‌گیری و مدیریت بهداشتی مزرعه باشد.

در ماهیان خاویاری نیز با توجه به روند طولانی رشد و مواجهه با عوامل مختلف بیماری‌زای عفونی و غیرعفونی در طول دوره پرورش، محافظت در برابر بیماری‌های کشنده اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند (باقرزاده لاکانی و جمشیدی، ۱۴۰۱).

الهه افشاری‌پور و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که ویروس نکروز عصبی قابلیت ایجاد بیماری در بچه ماهیان خاویاری *Acipenser stellatus* را دارد. بنظر میرسد که واکسن ساخته شده توانایی ایجاد ایمنی مناسب بر علیه این ویروس را داشته است. بنابراین واکسیناسیون سبب افزایش بقاء و ماندگاری بچه ماهیان ازون برون بعد از مواجه شدن با ویروس زنده می‌شود. در آینده بهتر است واکسن مورد نظر بر اساس شرایط هر مزرعه و در محل ساخته شود. بیماری قارچی سیستمیک فئوهایفومایکوزیس در ماهی خاویاری سفید (*Acipenser transmontanus*) که بنام fluid belly شناخته می‌شود بیماری مهمی است که بر پرورش ماهیان خاویاری و نیز صنعت خاویار تاثیر می‌گذارد و هیچ واکسن تجاری یا درمان ضد قارچی تایید شده‌ای برای مدیریت شیوع آن وجود ندارد. یک واکسن موفق علیه فئوهایفومایکوزیس باعث کاهش مرگ و میر و افزایش تولید در صنعت خاویار می‌شود (McDonald *et al.* 2024).

ساخت واکسن برای ماهیان خاویاری در دستور کار موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی قرار دارد. این موسسه، تحقیقات، ساخت واکسن برای حفظ ماهیان خاویاری دریای خزر را آغاز کرده است. هدف از این فعالیت حفظ ماهیان خاویاری دریای خزر و تداوم پرورش اختصاصی آن‌ها در ایران می‌باشد. برای رسیدن به این هدف نیاز به همکاری موسسه تحقیقات تاس‌ماهیان دریای خزر و سازمان دامپزشکی نیز می‌باشد تا سویه‌های در گردش بیماری‌های ماهی‌های خاویاری بمنظور مقایسه ایمنی‌زایی و آغاز تحقیقات در اختیار موسسه رازی قرار گیرد. پس از ساخت واکسن در مقیاس نیمه صنعتی، مطالعات بالینی و بی ضرری در مزارع پرورش ماهیان خاویاری انجام می‌شود و در نهایت بعد از دستیابی به دانش فنی ساخت واکسن در موسسه رازی، می‌توان تولید انبوه این واکسن را به بخش خصوصی سپرد (حکیم مهر، ۱۳۹۸).

**عوامل موثر در انتخاب واکسن مناسب**

برنامه واکسیناسیون بر اساس موارد نوع بیماری، نوع واکسن، روش واکسیناسیون، زمان واکسیناسیون و احتیاج به تکرار مجدد واکسیناسیون تعیین می‌شود. نکته مهم در توسعه و تجاری کردن یک واکسن آن است که مناسب با شرایط اکولوژی و اپیدمیولوژی بیماری مانند فصل شیوع بیماری، اندازه ماهی و منطقه جغرافیایی که بیماری در آن بروز می‌کند باشد. نکته دیگر که باید مدنظر قرار گیرد این است که در زمان واکسیناسیون سیستم ایمنی ماهی هم از نظر ظاهری و هم از نظر عمل‌کردی توسعه کامل پیداکرده باشد (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

واکسن‌ها از نظر ساخت به چند دسته تقسیم می‌شوند:

۱- واکسن‌های غیرفعال شده یا کشته: واکسن‌های کشته، شامل عوامل بیماری‌زای کشته یا محصولات آن‌ها به عنوان آنتی‌ژن می‌باشد. مزیت اصلی واکسن‌های کشته، ایمن بودن آن‌ها است، زیرا عوامل بیماری‌زای کشته شده نمی‌توانند منجر به بیماری شوند. واکسن‌های کشته در ماهیان اغلب همراه با یاور ایمنی استفاده می‌شوند که ضعف ایمنی‌زایی ذاتی این واکسن‌ها را جبران می‌کند (محسنی پارسا و همکاران، ۱۳۹۴). بیشتر واکسن‌های باکتریایی استفاده شده

در آبزی‌پروری، واکسن‌های غیرفعال شده هستند و چون همه سلول‌های باکتری به همراه محصولات خارج سلولی باهم استفاده می‌شوند نتایج خوبی را به‌دنبال دارد (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

۲- دسته دوم از واکسن‌های مورد استفاده در آبزیان، واکسن‌های تخفیف حدت یافته می‌باشند (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). استفاده از واکسن‌های زنده در آبزی‌پروری در صورتی که خطرات بالقوه‌ی آن‌ها برای ماهی‌ها، محیط و انسان کم یا قابل اغماض باشد، یک روش مناسب است. مراجع قانونی که متولی بهداشت آبزیان هستند باید به احتمال رهاسازی این واکسن‌ها در محیط زیست توجه نمایند. در کاربرد این واکسن‌ها باید مستندات علمی مبنی بر تایید ایمنی و سالم بودن واکسن، عدم امکان عود حدت عامل و فقدان پلاسمید یا اجزای ژنتیکی تغییر یافته‌ای که باعث کد شدن ژنهای مربوط به مقاومت در برابر آنتی بیوتیک‌ها است وجود داشته باشد (محسنی پارسا و همکاران، ۱۳۹۴). در حال حاضر واکسن تجاری تضعیف حدت یافته برای مقابله با بیماری هرپس ویروس کوی ساخته شده است و در بازار وجود دارد (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). از مزایای این واکسن‌ها، تحریک ایمنی سلولی و خونی است و از معایب آن ماندگاری عامل بیماری‌زا در ماهی و محیط، برگشت حدت و عدم اطمینان کامل از بی‌خطر بودن آن‌ها می‌باشد (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

۳- دسته سوم از واکسن‌های موجود در بازار واکسن‌های تحت واحد (Subunit V) می‌باشند. مثلاً در واکسن‌های ویروسی پروتئین‌های اختصاصی ویروس استخراج و از یک یا تعداد محدودی آنتی‌ژن ویروسی موجود در آن‌ها جهت تحریک سیستم ایمنی میزبان هدف استفاده می‌شود (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). این واکسن ها بی‌خطر بوده ولی ایمنی سلولی کافی نمی‌دهند (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

۴- آخرین نوع واکسن‌ها، DNA واکسن‌ها می‌باشند که در آن‌ها DNA بدون پوشش به میزبان تزریق می‌شود (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). DNA واکسن‌ها معمولا از طریق داخل عضلانی بدون یاور ایمنی دریافت می‌شوند. علت اصلی تمایل به توسعه‌ی این واکسن‌ها در ماهی‌ها، تحریک قوی پاسخ‌های ایمنی خونی و سلولی، مشابه واکسن‌های زنده می‌باشد. بنابراین این فناوری برای تولید واکسن‌های ویروسی کاربردی‌تر است. واکسن‌های DNA به طور واضح در بسیاری از جنبه‌ها، ایمن‌تر از تکنولوژی‌های دیگر تولید واکسن می‌باشند. به دلیل اینکه در آن‌ها از هیچ گونه یاور ایمنی روغنی استفاده نمی‌شود، پریتونیت بعد از واکسیناسیون که همراه با واکسن‌های معمول همراه است، در این گونه واکسن‌ها در آبزی پروری رخ نمی‌دهد (محسنی پارسا و همکاران، ۱۳۹۴).

جدای از نوع واکسن، مطالعات نشان داده است استفاده از سویه‌های باکتری‌های بیماریزای بومی در تولید واکسن، کارآمدی بهتری داشته و مقاومت بهتری در ماهیان ایجاد نموده و کاهش تلفات بیشتری را در ماهیان سبب می‌شوند. بنابراین چنانچه واکسیناسیون به عنوان روشی برای کنترل بیماریهای عفونی مورد توجه باشد ارجحیت در انتخاب واکسن، واکسن‌هایی هستند که از نمونه باکتری‌های بومی تهیه شده باشند(قیاسی، ۱۴۰۱). بسیاری از محققین، استفاده از واکسن‌های بومی‌ـمنطقه‌ای را یک راه‌حل بهتر برای پیش‌گیری در آبزی‌پروری می‌دانند. هم‌اکنون تقاضای عمومی برای این‌گونه واکسن‌ها که تحت کنترل و نظارت متولیان بهداشت آبزیان منطقه‌ای تولید می‌شوند، رو به افزایش است (آهنگرزاده، ۱۳۹۹). به عنوان مثال در بیماری استرپتوکوکوز، واکسن در برابر عفونت *S.iniae* از ماهی واکسینه شده در برابر این گونه خاص استرپتوکوک محافظت کرده، اما در برابر گونه‌های دیگر استرپتوکوک مانند *S. agalactiae* محافظت نمی‌کند (ملایم‌رفتار و

کرمی، ۱۳۹۷). علاوه بر موارد گفته شده ذکر این نکته ضروری است مطلوب‌ترین فرمولاسیون واکسن، پلی‌والان است که هم‌زمان در برابر بیشتر بیماری‌هایی که یک گونه خاص از ماهی در معرض آن است، محافظت می‌کند. علاوه بر این، واکسن‌های پلی‌والان باید تمام سروتیپ‌های اصلی هر عامل بیماریزای موجود در یک منطقه جغرافیایی خاص را پوشش دهند (آهنگرزاده، ۱۳۹۹) تا از کارایی لازم برخوردار باشد. ارزیابی کارایی واکسن مهم‌ترین شاخص در ارزیابی واکسن است.

سه معیار طول دوره ایمنی، نرخ ایجاد حفاظت و درصد نسبی زنده ماندن برای سنجش و ارزیابی اثربخشی واکسن استفاده می‌شوند. یک واکسن خوب باید این خصوصیات را داشته باشد: بی خطر (برای ماهی، واکسیناتور و مصرف کنندگان محصولات ماهی) باشد، دربرابر طیفی از انواع عوامل بیماریزا ایمنی ایجاد کند و اثربخش باشد، حفاظت طولانی مدت، حداقل تا پایان زمان چرخه تولید، ایجاد نماید، از بروز تلفات پیشگیری کند، برای تعداد زیادی از گونه‌های ماهی کارآمد باشد، با تشخیص بیماری تداخل نکند، پایدار بوده و شرایط ذخیره سازی آن آسان باشد، آماده سازی و تجویز آن آسان باشد، ارزان و مقرون به صرفه باشد، به راحتی تولید شود، به راحتی مجوز بگیرد و ثبت شود (دورودی، ۱۳۹۸).

**روش‌های واکسیناسیون (مزایا و معایب)**

از مشکلات واکسیناسیون در ماهی روش تجویز آن است. در آبزیان واکسیناسیون به روش‌های مختلف تزریق، غوطه‌وری و خوراکی انجام می‌شود که هر روش مزایا و محدودیت‌هایی دارد (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶).

روش تزریقی: در حال حاضر رایج‌ترین روش تجویز واکسن‌ها تزریقی است. تزریق به روش‌های مختلف داخل صفاقی و داخل عضلانی قابل انجام است که تزریق داخل صفاقی رایج‌تر است (آهنگرزاده، ۱۳۹۹). البته در برخی موارد مانند واکسن DNA، تزریق بصورت داخل عضلانی انجام می‌شود. واکسن‌های کشته غالبا بصورت تزریقی تجویز می‌شوند. این روش پرهزینه‌ترین روش تجویز واکسن در ماهی است. در این روش به منظور دستکاری راحت و ایمن ماهی‌ها در حین تزریق واکسن، لازم است آنها بیهوش شده یا آرامبخش دریافت نمایند. قبل از اجرای عملیات بیهوشی و تزریق واکسن، ماهی‌ها برای مدتی قطع غذا می‌شوند. (هرچه اندازه ماهی کوچکتر و دمای آب بالاتر باشد، مدت زمان مورد نیاز برای ناشتا بودن کمتر است) پس از این فرآیند ممکن است چند روز طول بکشد تا به تغذیه عادی بازگردند، لذا این عملیات پی آمدهایی از نظر رشد و تولید نیز خواهد داشت. ضمن اینکه بیهوشی‌ها می‌تواند با خطراتی نیز همراه باشد (درودی، ۱۳۹۸). اگرچه استفاده از روش تزریقی در سطح وسیع با مشکلات اجرایی همچون صید و تزریق تک تک ماهی‌ها (استرس، صرف وقت و هزینه بیش‌تر) همراه است، اما به دلیل رساندن مستقیم و مطمئن واکسن به هر ماهی، ازنظر کارایی همواره بر سایر روش‌ها ارجحیت دارد (آهنگرزاده، ۱۳۹۹). تزریقات برای ماهی استرس‌زا و دردناک است. برای این منظور اخیراً دستگاه‌هایی برای تزریق خودکار یا نیمه خودکار ماهیان ساخته شده است (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). این ماشین‌ها نمی‌توانند بطورکامل جایگزین واکسیناسیون دستی شوند. دخالت انسان در مراحلی از این فرآیند ضروری است. هنوز لازم است که برخی معاینات و یا بازرسی‌های پیش از تزریق برای تعیین ناهنجاری‌های احتمالی فقط توسط پرسنل آموزش دیده می‌تواند انجام شود. حتی مسایل نسبتا ساده‌ای نیز هست که باید با دخالت انسان انجام شود همانند اطمینان از اینکه ماهی‌ها به درستی وارد دستگاه واکسیناسیون می‌شوند و واکسن به محل

موردنظر تزریق می‌شود نه به بخش دیگری از بدن ماهی مانند عضله پشتی.

مراحل کار شامل حمل ماهی‌ها به میز واکسیناسیون، دستکاری درطی فرایند بیهوشی و واکسیناسیون و نیز در هنگام بازگشت به مخازن نگهداری، باید طوری ترتیب داده شود که موجب حداقل آسیب به فلس‌های ماهیان شود. مهارت واکسیناتورها می‌تواند تاثیر مهمی بر روی سلامت ماهی‌ها داشته باشد زیرا تکرار تزریق داخل صفاقی با سرعت بالا یک وظیفه بسیار مهارتی است و همیشه پتانسیل خطای انسانی وجود دارد. باید بسیار مراقبت بود که اطمینان حاصل شود طول سوزن برای اندازه ماهی مناسب باشد. برای اطمینان از این که واکسن در قسمت مورد نظر از حفره شکمی و نه در یکی از اعضای داخلی مانند مثانه یا کلیه وارد می‌شود، در ابتدای برنامه واکسیناسیون باید چند ماهی واکسن خورده بصورت اتفاقی صید و محل فرورفتن سوزن بدقت بررسی شود. از آنجا که سوزن‌ها در طول یک جلسه واکسیناسیون برای تعدادی از ماهی‌ها استفاده می‌شود، باید مراقب بود که از سوزن کند استفاده نشود زیرا به پوست ماهی آسیب رسانده و به میکروارگانسیم‌های فرصت طلب مانند باکتری‌های بی‌هوازی یا قارچ‌ها امکان می‌دهد که محل تزریق را به شکل ثانویه آلوده کنند. قطر سوزن نیز مهم است، کلفت بودن بیش ازحد سوزن منجر به ایجاد سوراخ بزرگ برروی پوست و نشت واکسن به خارج از محل واکسیناسیون ماهی و در نتیجه دریافت دوز کمتر از حد مطلوب شده و نازک بودن بیش از حد سوزن می‌تواند مشکلات عبور فیزیکی واکسن از سوزن، به خصوص با واکسن‌های حاوی نسبتا بالای روغن در شرایط آب و هوای سرد، گردد. مسئله مهم دیگر ایمنی پرسنل واکسیناسیون است. تعدادی از واکسن‌های ماهی موجود در حال استفاده، حاوی یک یاور ایمنی با مقدار نسبتا بالای روغن معدنی می‌باشند. خود تزریقی تصادفی با این نوع واکسن می‌تواند منجر به عواقب بالقوه جدی شود. تمام واکسن‌های برپایه روغن باید بر روی بسته بندی علامت هشدار دهنده داشته باشند و اگر واکسیناتور واکسن ماهی را تصادفی به خود تزریق نمود، باید بلافاصله کمک‌های پزشکی در دسترس باشد. پیآمدهای آن ممکن است از برداشت ناحیه آسیب دیده تا از دست دادن انگشت تزریق شده و یا یک واکنش آنافیلاکتیک سیستمیک باشد (درودی، ۱۳۹۸).

از معایب واکسیناسیون تزریقی، هزینه‌بر بودن آن است که امکان تزریقات یادآور را محدود می‌کند. ملانیزه شدن محل تزریق و ایجاد جراحات در اندام‌های محوطه بطنی و دردناک بودن تزریق از معایب دیگر این روش است که اینکار با آموزش پرسنل کارآمد و تزریقات اتوماتیک قابل کاهش است. بدلیل افزایش استرس در ماهی و دستکاری و جابجایی آن‌ها تلفاتی نیز ایجاد می‌شود. امکان تزریق برای ماهیان جوان و لاروها وجود ندارد لذا امکان ایجاد بیماری و تلفات تا زمان رسیدن ماهیان به اندازه قابل قبول برای تزریق واکسن وجود دارد (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). این روش فقط می‌تواند در ماهی ۱۵ گرم یا بیشتر بکار رود، ولی استفاده از واکسیناسیون تزریقی دارای مزایایی نیز می‌باشد. این روش بسیار موثر در تولید هردو پاسخ خونی و سلولی است، حفاظت طولانی مدت (بیش از یک سال) دارد، آنتی‌ژن‌های متعدد را می‌توان در یک واکسن منفرد ترکیب و با یک تزریق تجویز نمود، تمام ماهی‌ها در جمعیت، واکسن را با دوز مناسب دریافت کرده و حجم واکسن مورد نیاز نسبتا کم است، هزینه هر دوز واکسن نسبتا کم و میزان هدر رفت آن ناچیز است، خصوصا درمورد ماهی‌های گرانقیمت بسیار باصرفه است (درودی، ۱۳۹۸). واکسن تزریقی را می‌توان غلیظ کرده و با مواد کمکی یا سایر ترکیبات مفید مخلوط و تجویز کرد. آنتی‌ژن‌ها در این روش به خوبی حفظ شده و امکان

نگه‌داری آن در یخچال تا زمان مصرف وجود دارد (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶).

بطور کلی در واکسیناسیون تزریقی، استرس تزریق، تلفات بعد از تزریق، هزینه و نیروی کار بالا مانع اصلی گرایش پرورش دهندگان به استفاده از این روش است (علیشاهی و همکاران، ۱۳۹۸).

روش غوطه‌وری (مخاطی):

همانطور که گفته شد در بسیاری موارد واکسن‌های تزریقی کارایی بیشتری دارند. اما بدلایل گفته شده واکسن‌های مورد استفاده به روش حمام اقبال بیشتری دارند (مازندرانی و همکاران، ۱۴۰۱). در این روش ماهی‌ها برای مدت‌زمان مشخصی در محلول حاوی پادگن مورد نظر قرار داده می‌شوند تا عمل واکسیناسیون انجام گیرد (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

در روش غوطه‌وری، ماهی در محلولی از واکسن شناور می‌شود. واکسن از پوست و سطوح مخاطی در تماس با واکسن جذب بدن ماهی می‌شود. این روش جهت تحریک ایمنیت مخاطی مناسب بوده ولی پاسخ ایمنی خونی قوی ایجاد نمی‌کند. واکسیناسیون غوطه‌وری عمدتاً جهت استفاده در ماهیان کوچک‌تر مناسب است. ماهیان جوان و کوچک را می‌توان به صورت دسته‌جمعی ایمن نمود و استرس حمل و واکسیناسیون آن‌ها کمتر است. میزان تلفات کاهش می‌یابد و هزینه انجام این نوع واکسیناسیون نیز کمتر از روش تزریقی است. جهت ماهیان بزرگتر نیاز به مقادیر زیادی از واکس جهت ایجاد ایمنی می‌باشد. روش غوطه‌وری برای ماهیان بزرگ‌تر پرهزینه است و استفاده از مواد کمکی همراه و محرک‌های ایمنی در سیستم غوطه‌وری آسان نیست. میزان اتلاف واکسن بالا بوده و امکان نگهداری واکسن مازاد وجود ندارد (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶).

اطمینان از وضعیت عملکرد و کارآیی واکسن مورد استفاده از اهمیت بالایی برخوردار است. در به کارگیری واکسن‌هایی که به صورت حمام استفاده قرار می‌شوند، زمان حمام‌دهی و دوز واکسن بسیار مهم است. برای افزایش دریافت واکسن به صورت حمام، روشهای مختلفی به کار گرفته شده است از جمله استفاده از محیط هایپراسموتیک (محلول‌های با فشار اسمزی بالا) و سپس انجام واکسیناسیون و یا استفاده از یاورهای ایمنی مختلف که جذب واکسن را افزایش دهند (مازندرانی و همکاران، ۱۴۰۱).

در واکسیناسیون بصورت غوطه‌وری، سلول‌های ایمنی موجود در پوست، مخاط و آبشش ماهی به طور مستقیم در معرض آنتی‌ژن قرار گرفته و ایجاد پاسخ ایمنی موضعی می‌نمایند. بعلاوه این آنتی‌ژن‌ها توسط برخی دیگر از سلول‌های ایمنی به داخل بدن برده شده و یک پاسخ سیستمی نیز ایجاد می‌شود. بهمین جهت، بایستی توده زیستی ماهی‌های مورد واکسیناسیون محاسبه شود زیرا واکسن بر اساس مجموع وزن بدن آن‌ها تجویز می‌شود. همچنین اندازه ماهی‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد، زیرا واکسیناسیون مستلزم یک حداقل اندازه است و ماهی‌های کوچک‌تر از آن نباید واکسینه شوند. اطلاعاتی مربوط به حداقل اندازه ماهی برای هر واکسن خاص در برگه راهنمای آن درج شده است. واکسن با توجه به دستورالعمل و با استفاده از آب محل نگهداری ماهی‌ها رقیق می‌شود و ماهی‌ها به صورت دسته‌ای در زمان توصیه شده (معمولا حدود ۳۰ ثانیه) در واکسن رقیق شده غوطه‌ور می‌شوند.

در حین غوطه‌وری باید هوادهی انجام شود و دستورالعمل‌های واکسن در مورد حداقل درجه حرارت رعایت شود. این امر به دلیل آن است که پاسخ ایمنی ماهی بستگی به دمای آبی که ماهی نگهداری می‌شود دارد و پایین‌تر از دمای مثلا ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد، پاسخ ایمنی

برای ایجاد حفاظت مناسب در برابر بیماری کافی نیست (درودی، ۱۳۹۸). روش غوطه‌وری در محلول واکسن به دو صورت حمام طولانی‌مدت یا کوتاه‌مدت انجام می‌شود (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

روش فروبردن (کوتاه مدت): در این روش ماهی‌های کوچک (۱ تا ۵ گرم) در مدت زمان بسیار کوتاه (۳۰ثانیه) در محلول واکسن بسیار غلیظ (۱ قسمت واکسن به ۹ قسمت آب) قرارداده می‌شوند. این روش کاربرد گسترده‌تری دارد.

روش حمام دادن (طولانی مدت): در این روش ماهی‌های بزرگتر برای مدت طولانی‌تر، معمولا یک تا چند ساعت، در معرض یک غلظت پایین‌تر واکسن قرارداده می‌شوند.

مزایای و معایب واکسیناسیون غوطه‌وری (مخاطی):

الف- مزایا: موثر برای تعدادی از عوامل بیماری‌زای باکتریایی، تجویز ارزان و آسان برای ماهی‌های کوچک، امکان واکسیناسیون سریع تعداد زیادی از ماهی‌ها، کاهش استرس، هزینه‌های پایین نیروی کار، کم خطر برای تیم واکسیناسیون، مؤثرترین روش برای تضمین ایمنی کوتاه مدت ماهیان کوچک.

ب- معایب: مقدار واکسن مورد نیاز برای هر ماهی زیاد و لذا هزینه واکسن بالا، بسته به نوع آنتی‌ژن سطح حفاظت پایین تا متوسطی ایجاد می‌شود، مدت زمان ایمنی کم بوده و نیاز به تکرار وجود دارد (درودی، ۱۳۹۸).

روش خوراکی:

ساده‌ترین روش واکسیناسیون ماهی‌ها در تعداد زیاد، روش خوراکی است (آهنگرزاده، ۱۳۹۹). استفاده از واکسن‌های خوراکی در آبزیان، به‌دلیل سهولت تجویز، هزینه و استرس کم و امکان استفاده در دوره‌های مختلف زندگی ماهی، مزیت بالایی نسبت به سایر روش‌ها دارد (آرامون و همکاران، ۱۳۹۷). به همین جهت بیشترین تلاش برای توسعه چنین واکسن‌هایی صورت گرفته است. در این روش دوز دریافتی متغیر بوده و گاهی اوقات ازنظر قدرت ایمنی‌زایی ضعیف است (درودی، ۱۳۹۸). روش واکسیناسیون خوراکی در کنار آسان بودن، غیر محرک و غیر زیان‌آور است. واکسن خوراکی نقش غذای طبیعی ماهی را تقلید کرده و غلظت بالایی از آنتی‌ژن از طریق دستگاه گوارش جذب می‌شود. واکسن خوراکی قابلیت کاربرد در همه سنین را دارد. هزینه‌بر نیست و توسط مزرعه‌دار قابل انجام است. جهت تجویز واکسن به روش خوراکی، نیازی به جابجایی ماهی نبوده و هزینه‌ها و تلفات ناشی از جابجایی‌ها کاهش می‌یابد. تمایل به استفاده از روش خوراکی جهت دوزهای یادآور بیشتر است. امکان استفاده از واکسیناسیون خوراکی در ماهیان جوان وجود دارد و در این روش ایمنیت خونی نیز تحریک می‌شود. امکان استفاده از این روش برای واکسیناسیون ماهیان جوان قبل از انتقال آن‌ها به قفس جهت پرورش و نیز در دوره پرورش وجود دارد (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). مهم‌ترین مشکل این روش، کارایی کم واکسن‌ها می‌باشد. یکی از دلایل اصلی کارایی پایین این روش، تخریب آنتی‌ژن در لوله گوارش، قبل از جذب شدن در روده می‌باشد. لذا استفاده از موادی که قابلیت محافظت آنتی ژن در فضای لوله گوارش تا قبل از جذب را داشته باشند، به افزایش کارایی واکسن های خوراکی کمک میکند. واکسن‌های خوراکی تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی و شرایط اسیدی معده قرار می‌گیرند و تخریب می‌شوند. این آنزیم‌های گوارشی تحت تأثیر دما، ترکیبات بیوشیمیایی غذا، سن، گونه ماهی و فصل هستند (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

علاوه بر امکان تخریب آنتی‌ژن ویروس در دستگاه گوارش حفظ کارایی واکسن طی زمان نگهداری و نیز محیط‌های آبی تا زمان مصرف از مشکلات دیگر واکسن‌های خوراکی است. . امروزه جهت حفظ آنتی‌ژن در واکسن‌های خوراکی اقدام به کپسوله کردن آنتی‌ژن‌ها می‌کنند. یکی دیگر از

روش‌های حفظ آنتی‌زن‌های خوراکی استفاده از کپسول‌های زیستی نظیر آرتمیا و غنی‌سازی آن‌ها با آنتی‌ژن‌های باکتریایی و ویروسی می‌باشد (سلطانی و عبدی، ۱۳۹۶). موجوداتی که بعنوان غذای زنده ماهی استفاده می‌شوند در محلول غلیظ واکسن قرار می‌گیرند و بعد از بلع واکسن، این غذاهای زنده به مصرف ماهی‌ها می‌رسند. البته این روش کمتر استفاده می‌شود. روش تجویز خوراکی می‌تواند بر اساس واکسن متغیر باشد. سه روش مخلوط کردن واکسن با خوراک عبارتند از:

الف- افزودن پودر واکسن به خوراک آماده با استفاده از یک عامل چسبنده مانند روغن خوراکی یا حتی ژلاتین.

ب- اسپری بر روی خوراک آماده (در واکسن‌های مایع)

ج- آمیختن واکسن به داخل خوراک در طی فرایند ساخت آن.

باید توده زیستی ماهی‌های مورد واکسیناسیون تخمین زده شود و واکسن با توجه به دستورالعمل سازنده با میزان کافی خوراک مخلوط و به ماهی‌ها خورانده شود. دستورالعمل سازنده واکسن درمورد نگهداری خوراک حاوی واکسن و همچنین حداقل اندازه ماهی که می‌تواند با یک واکسن خاص واکسینه شود نیز باید رعایت گردد.

مزایای و معایب واکسیناسیون خوراکی:

الف- مزایا: ساده‌ترین و مناسب‌ترین روش برای واکسیناسیون گروهی تمام اندازه‌های ماهی است، کمترین استرس را وارد می‌نماید، در هزینه و نیروی کار برای تجویز صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای می‌شود، ایمنی مخاطی خوبی ایجاد می‌کند.

ب- معایب: میزان دریافت واکسن وابسته به میزان غذای خورده شده در هر ماهی است برای همین همه ماهی‌ها واکسن را یکسان دریافت نمی‌کنند، برای ایجاد ایمنی مقادیر زیادی آنتی‌ژن مورد نیاز است و قیمت هر دوز واکسن بالاتر است، به علت تخریب آنتی‌ژن در روده ماهی پاسخ ضعیف و ناپایدار (کوتاه مدت) و گاهی قدرت ایمنی‌زایی ضعیف با واکسن‌های خوراکی رایج گزارش شده است، این روش اثر بخشی کم تا متوسط دارد خصوصا وقتی به تنهایی (بدون دوز یاداور) استفاده می‌شود (درودی، ۱۳۹۸). بطور کلی از دیدگاه اقتصادی روش خوراکی مطلوب‌ترین روش برای واکسیناسیون ماهی است، ولی احتیاج به دوز یادآور دارد ولی ایراد اصلی واکسیناسیون به روش خوراکی، درصد بالای خطای آن می‌باشد (آهنگرزاده، ۱۳۹۹).

در تجویز واکسن بصورت غوطه‌وری و خوراکی کارایی واکسن مناسب نیست و در روش تزریقی هم استرس و تلفات بعد از تزریق و همچنین هزینه و مشکلات اجرایی تزریق مانع اصلی گرایش پرورش دهندگان به استفاده از این واکسن می‌باشد. هریک از روش‌های تجویز واکسن مزیت‌ها و معایبی نسبت به یکدیگر دارند و انجام تحقیقی در مورد بررسی کارایی این واکسن‌ها می‌تواند گزینه‌های بیشتری را در برابر پرورش دهندگان قرار دهد تا با آشنایی با کارایی روش‌های مختلف، مناسب‌ترین روش را با توجه به شرایط خود انتخاب کنند (علیشاهی و همکاران، ۱۳۹۸).

**عوامل موثر در انتخاب روش واکسیناسیون**

اثربخشی واکسن‌ها در ماهی‌ها ممکن است با عوامل مختلف مانند دما، استرس و ماهیت ناپایدار ایمنی محدود شود (ملایم‌رفتار و کرمی، ۱۳۹۷). سیستم و پاسخ ایمنی ماهی به شدت تحت تاثیر عوامل مختلف خارجی مانند دما، نور، کیفیت آب، شوری و عوامل مختلف استرس زا قرار دارد بعنوان مثال کاهش دمای محیط آبی به‌دلیل خونسرد بودن ماهی بر میزان عملکرد فیزیولوژیکی و نتیجتا پاسخ ایمنی بدن تأثیر می‌گذارد. شروع یک پاسخ ایمنی در گونه‌های آب گرم سریع‌تر از گونه‌های آب سرد است. معمولا ایجاد یک ایمنی خوب حاصل از واکسیناسیون، بسته به درجه حرارت، چند هفته تا چند ماه طول می‌کشد.

همچنین ثابت شده که افزایش دما باعث افزایش خطر واکنش‌های موضعی می‌شود. در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، مدت نور روزانه نیز پاسخ ایمنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استرس ناشی از عوامل انسانی مانند تراکم، دستکاری و حمل‌ونقل نیز می‌تواند سطح کورتیزول در گردش خون را افزایش داده و باعث نقصان ایمنی اختصاصی و غیراختصاصی شده و علاوه بر مهار اثربخشی واکسن، ماهی‌ها را مستعد ابتلا به عوامل بیماری‌زای فرصت طلب می‌کند.

اندازه ماهی، نوع و سویه عامل بیماری‌زا، واکسن تک سویه در مقابل چندگانه، نوع واکنش ایمنی مورد نیاز، مدت زمان حفاظت مورد نیاز و هزینه واکسن از دیگر عوامل موثر در انتخاب روش واکسیناسیون بحساب می‌آیند. بطور مثال، از آنجا که بیماری IPN درحال حاضر عمدتا در مراکز تکثیر قزل‌آلای رنگین‌کمان در گروه سنی بچه ماهیان عمدتا تا وزن ۲ گرم شایع می‌باشد، لذا اولویت با واکسن خوراکی و غوطه‌وری است. همچنین لازم است واکسن بر اساس سویه‌های کشور تولید شده باشد (دورودی، ۱۳۹۸).

**توصیه ترویجی (جمع‌بندی)**

افزایش تراکم در آبزی‌پروری از اهداف اصلی است، ولی هم‌زمان با آن افزایش شیوع بیماری‌ها نیز گریزناپذیر است. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و سموم شیمیایی یکی از روش‌های سنتی و معمول مبارزه با بیماری‌ها می‌باشد. تمایل شدید به حذف آنتی‌بیوتیک‌ها در آبزی‌پروری به علت هزینه بالا، ایجاد مقاومت دارویی، مشکلات زیست محیطی، کاهش کیفیت گوشت و مشکلات اجرایی تجویز، باعث شده است تا واکسن‌ها بعنوان جایگزینی برای درمان آنتی‌بیوتیکی، بیشتر مورد توجه قرار گیرند (افشاری‌پور و همکاران، ۱۴۰۰). با این وجود در حال حاضر بسیاری از کشاورزان هنوز به درمان بیشتر از پیشگیری توجه دارند. واکسن‌ها حفاظت طولانی مدت را ایجاد می‌کنند و در محصول تولیدی و محیط زیست باقی نمی‌مانند. واکسن‌ها سیستم ایمنی را تحریک کرده و مقاومت در برابر عامل بیماری‌زای مورد نظر را افزایش می‌دهند (ملایم‌رفتار و کرمی، ۱۳۹۷).

پیشگیری از بیماری توسط واکسیناسیون مناسب‌ترین روش در کنترل بیماری‌ها در آبزی‌پروری شناخته شده است. در پرورش ماهی در قفس نیز، توجه دقیق به مدیریت بهداشتی به‌خصوص در امر پیشگیری و کنترل بیماری‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ازاینرو توسعه واکسیناسیون در چشم‌انداز آبزی‌پروری در قفس چشمگیر خواهد بود (افشاری‌پور و همکاران، ۱۴۰۰).

بر خلاف سایر انواع دام، فرصت‌های محدودی در طول زندگی ماهی‌های پرورشی برای تجویز واکسن ها وجود دارد. بسته به گونه ماهی، نوع واکسن و درجه حرارت محیط آبی، واکسیناسیون باید در یک زمان مناسب قبل از مواجهه با بیماری و یا قبل از انتقال به محل مستعد بیماری انجام شود (در یک حداقل زمان معین قبل از خطر مواجهه با عوامل بیماری‌زا). لذا مدیریت مناسب همراه با بهداشت مناسب مزرعه و محدود کردن استرس که عوامل کلیدی در پیش‌گیری از بیماری‌های عفونی هستند نیز برای تاثیر بهینه واکسن‌ها ضروری می‌باشند. در حال حاضر نگرانی‌های مربوط به محیط زیست مانع توسعه و استفاده از واکسن‌های زنده ویروسی در ماهی می‌شوند، زیرا امکان ابتلای گونه‌های غیر هدف در تماس ناخواسته با میکروارگانیسم‌های تخفیف حدت یافته وجود دارد.

برای رسیدن به بهترین و بیشترین اثرگذاری باید واکسیناسیون طبق دستورالعمل کارخانه سازنده انجام شود.

دستورالعمل واکسیناسیون تزریقی

الف- دو هفته قبل از واکسناسیون: بررسی سلامت و اندازه مناسب ماهی‌ها برای واکسیناسیون، هماهنگی با گروه انجام

واکسیناسیون، مدیریت مزرعه تا ماهی‌ها در بهترین شرایط و بدون استرس باشند.

ب- یک هفته قبل از واکسیناسیون: نگهداری واکسن و لوازم مربوطه در شرایط تعیین شده، بررسی تاریخ انقضای واکسن و سایر شرایط عمومی، در دسترس بودن مواد شوینده، ضدعفونی کننده و بیهوشی به میزان کافی و از کارخانه‌های معتبر، وجود سرنگ، میز، تجهیزات رقم‌بندی و پشتیبانی و تعداد کافی از سوزن‌های با قطر و طول مناسب در محل، وجود لوازم حفاظت در برابر خود تزریقی و نیز آدرنالین تزریقی، وجود برگه خلاصه ویژگی‌های واکسن بعنوان مرجع.

ج- روز قبل از واکسیناسیون: بررسی وضعیت سلامت، رفتار، اشتها و تلفات ماهی‌ها، بررسی شرایط و متوسط اندازه ماهی‌ها برای انجام واکسیناسیون، قطع غذا قبل از واکسیناسیون (۴۸ تا ۷۲ ساعت)، بررسی تجهیزات واکسیناسیون و پشتیبانی از نظر تهیه، تمیز و ضد عفونی شدن، تمیز و ضد عفونی محل نگهداری ماهی‌های واکسینه.

ه- نکات عمومی قبل از شروع واکسیناسیون: فقط ماهی‌های سالم واکسینه شوند، ثبت حداقل، حداکثر و متوسط وزن ماهی‌ها، ثبت حداقل، حداکثر و متوسط ضخامت دیواره بدن تعدادی از ماهی‌ها بصورت تصادفی، بررسی طول سوزن برای نفوذ ۱ تا ۲ میلی‌متر به حفره شکمی، اتصال تجهیزات تزریق به صورت استریل به ظروف واکسن، آماده بودن مواد و لوازم بیهوشی، تنظیم غلظت ماده بیهوشی در تعدادی ماهی، ثبت سوابق و اقدامات.

و- در طول واکسیناسیون: تنظیم سرعت بیهوش سازی با میزان واکسیناسیون، پایش مداوم مدت زمان ایجاد بیهوشی و زمان توقف در محلول بیهوشی. اگر ماهی بیش از ۱ تا ۲ دقیقه در محلول بیهوشی قرار داشته باشد و یا اگر زمان برای رسیدن به بیهوشی بیش از ۱ تا ۲ دقیقه باشد موضوع جهت اصلاح روند کار اعلام شود، حداقل استرس و آسیب به مخاط و فلس‌ها با دستکاری آرام و ملایم ماهی‌ها، بررسی تک تک ماهی‌ها از نظر هرگونه ناهنجاری آشکار، انجام تزریق در خط میانی به اندازه ۱ تا ۱/۵ برابر طول باله شکمی جلوتر از قاعده باله شکمی، اطمینان از تزریق کل دوز واکسن در حفره شکمی، پاک کردن فلس‌های چسبیده شده به سوزن، تعویض سوزن بمحض کند شدن، پایش مرتب زمان برگشت از بیهوشی و هر گونه نشت واکسن از محل تزریق، تمیز و ضد عفونی مرتب تمام سطوح در تماس با ماهی، قرار دادن ماهی‌های واکسینه شده در مخازن تمیز و ضدعفونی شده، ثبت تعداد ماهی هر مخزن در مستندات واکسیناسیون، تکمیل و امضای مستندات ثبت سوابق واکسیناسیون توسط شخص ثبت کننده، انتقال فرد مجروح در صورت تزریق اتفاقی به خود بلافاصله به مرکز پزشکی. برای اطلاع پزشک بایستی برگه اطلاعات ایمنی واکسن مورد استفاده به همراه برده شود.

ز- بعد از واکسیناسیون: انتخاب تصادفی تعدادی از ماهی‌ها و بررسی و ثبت کیفیت و نتایج واکسیناسیون، عدم دست‌کاری، رقم بندی و جابه جایی ماهی‌ها برای مدت چهار هفته پس از واکسیناسیون، امضای مستندات سوابق واکسیناسیون توسط سرپرست تیم واکسیناسیون و مدیر مزرعه پس از تایید توسط شخص ثبت کننده.

ح- تذکرات عمومی: نگهداری و تجویز واکسن طبق دستورالعمل آن، رعایت دقیق دستورالعمل‌های بهداشتی توسط تیم‌های واکسیناسیون بین بخش‌های مختلف یک مزرعه و نیز بین مزارع، حداقل استرس دستکاری در ماهی‌ها طی حمل ماهی‌ها به میز واکسیناسیون، فرایند بیهوشی و واکسیناسیون و نیز در هنگام بازگشت به مخازن نگهداری، تعویض سوزن واکسیناسیون به‌طور مرتب برای جلوگیری از آسیب دیدن ماهی و نیز انتقال آلودگی از ماهی به ماهی دیگر، مصرف همه واکسن پس از باز شدن ظرف

آن در طول عملیات واکسیناسیون آن روز و معدوم سازی مابقی طبق دستورالعمل کارخانه تولید کننده.

واکسن‌های غوطه‌وری: بررسی وضعیت سلامت، رفتار، اشتها و تلفات ماهی‌ها، بررسی اندازه مناسب ماهی‌ها برای واکسیناسیون، بررسی نوع، مقدار و نگه‌داری صحیح واکسن طبق دستورالعمل کارخانه سازنده، بررسی تاریخ انقضا و کیفیت ظاهری واکسن.

الف- روز قبل از واکسیناسیون: بررسی، شستشو، ضد عفونی و آماده سازی تجهیزات واکسیناسیون و پشتیبانی، تمیز و ضد عفونی مخازن/ قفس‌های نگهداری ماهی‌های واکسینه شده، توزین ماهی‌ها و ثبت حداقل، حداکثر و متوسط وزن آنها، تکمیل و امضای مستندات سابقه واکسیناسیون، در دسترس بودن برگه خلاصه ویژگی‌های واکسن بعنوان مرجع.

ب- در طول واکسیناسیون: تکان دادن بطری واکسن برای یکنواخت شدن مخلوط محتویات بطری، رقیق سازی محتویات بلافاصله پس از باز کردن بطری طبق برگه خلاصه ویژگی‌های واکسن با استفاده از آب هچری، عدم مخلوط کردن واکسن‌های غوطه‌وری با محصولات دیگر، اختلاف دمای واکسن رقیق شده با دمای محیط نگهداری بیش از ۵ درجه سانتی‌گراد نباشد، دسته‌بندی ماهی‌ها با توجه به اندازه آنها و حجم واکسن رقیق شده، تنظیم زمان بندی غوطه‌وری ماهی با توجه به برگه خلاصه ویژگی‌های واکسن، پوشش مناسب (مانند استفاده از دستکش پلاستیکی) کارکنانی که درتماس با واکسن یا ماهی‌های واکسینه شده هستند، تکمیل مستندات ثبت سوابق واکسیناسیون و امضای آن، معدوم سازی ظروف واکسن‌های استفاده شده طبق دستورالعمل کارخانه تولید کننده.

در آخر اینکه در مورد همه واکسن‌های ماهی واکسیناسیون فقط برای پیشگیری از بیماری در ماهی‌های سالم توصیه می‌شود و واکسن‌های تک گانه نیز نباید مخلوط شوند (دورودی، ۱۳۹۸).

**منابع**

**آرامون، ا.، علیشاهی، م.، صیفی‌آبادشاپوری، م.ر.، قربانپور، م.، ۱۳۹۷.** بررسی میزان ایمنی واکسن بایوفیلم آئروموناس هیدروفیلا خوراکی و تزریقی در ماهی انگشت‌قد کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*). فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. سال دهم، شماره ۳. ۲۱۲-۲۰۷.

**آهنگرزاده، م.، ۱۳۹۹.** آشنایی با واکسیناسیون در آبزی پروری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. http://www.ifsri.ir/news/view-52756.aspx

**افشاری پور، ا.، آذری تاکامی، ق.، ذریه زهرا، س.م.ج.، مطلبی، ع. کاکولکی، ش.، ۱۴۰۰.** ارزیابی اثر محافظتی واکسن کشته شده علیه ویروس نکروز عصبی ( Nervous Necrosis Virus) با استفاده از سنجش فراسنجه‌های لیزوزیم و سوپراکسید دیسموتاز سرم ماهی اوزون *Acipenser Stellatus* Pallas 1771. مجله علوم و فنون شیلات. دوره ۱۱ شماره۱، صفحات ۱۲-۱.

**بادزهره، غ.، سلطانی، م.، شاه حسینی، غ.، نفیسی بهابادی، م.، ۱۳۹۱.** تاثیر بتاگلوکان بر رشد، بقاء و کارایی واکسن ضد استرپتوکوکوزیس در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*). مجله تحقیقات دامپزشکی، دوره ۶۷، شماره ۱، ۱۱-۱۷.

**باقرزاده لاکانی، ف.، جمشیدی، ش.، ۱۴۰۱.** روش‌های تشخیص مولکولی بیماری‌های ماهیان خاویاری. دوفصلنامه ترویجی ماهیان خاویاری. سال پنجم، شماره ۹. ۴۲-۳۴.

**دورودی، ج.، ۱۳۹۸.** واکسیناسیون در ماهی، دفتر بهداشت و مدیریت بیماری‌های آبزیان سازمان د امپزشکی کشور.

**سلطانی، م.، عبدی، ک.، ۱۳۹۶.** بیماری‌های ویروسی ماهیان. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۳۵۱ صفحه.

**طافی، ع.ا.، مشکینی، س.، توکمه‌چی، ا.، ۱۳۹۲.** مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران). جلد ۲۶، شماره ۴. ۴۶۸-۴۷۷.

**علیشاهی، م.، ۱۴۰۱.** واکسن‌های تجاری بیماری‌های باکتریایی و ویروسی ماهی، دومین همایش ملی-منطقه‌ای آبزی‌پروری. اهواز، ۱۰-۹ بهمن.

**علیشاهی، م.، حلیمی، م.، قربانپورنجف‌آبادی، م.، عرفان‌منش، ا.، ۱۳۹۸.** مقایسه کارایی و ایمنی‌زایی سه روش تجویز واکسن دوگانه استرپتوکوکوزیس و لاکتوکوکوزیس در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، سال یازدهم، شماره ۴. ۱۹۶-۱۸۷.

**قیاسی،م.، ۱۴۰۱.** دستیابی به دانش فنی تولید واکسن کشته دوگانه یرسینیوزیس - استرپتوکوکوزیس در ماهیان قزل‌آلای پرورشی، گزارش نهایی پروژه، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. شماره ثبت ۶۱۵۱۲.

**مازندرانی، م.، حسینی‌فر، س.ح.، رضا قلی‌تبار، ز.، سوداگر، م.، صفری، ر.، ۱۴۰۱.** ارزیابی عملکرد واکسن آنتی‌یرسینیا "*Yersinia ruckeri*" در بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان. دوره ۱۱ شماره ۲. ۴۸-۳۷.

**محسنی پارسا، س.، طولابی دزفولی، ز.، مصباح، م.، علیشاهی، م.، ۱۳۹۴.** انواع واکسن‌ها در آبزی‌پروری. اولین همایش ملی ایمنی و واکسیناسیون در ماهیان سردابی.

**ملایم رفتار، ط.، کرمی، ا.، ۱۳۹۷.** استفاده از واکسن در سیستم‌های پرورش در قفس. دو فصلنامه ماهیان دریایی. سال دوم، شماره ۳. ۲۶-۲۰.

https://hakimemehr.ir/fa/news/51232/

**McDonald, S., Yazdi, Z., Camus, A., Soto, E., 2024.** Evaluation of three inactive vaccines against *Veronaea botryosa* infection in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Fish and Shellfsh Immunology. 145: 1-9.

**Shalaby, A.M., Khattab, Y. A., Abdel Rahman, A. M., 2006.** Effects of (Allium sativum) and chloramphenicol on growth performance,physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases, 12: 172–201.

# Vaccination in aquaculture with emphasis on sturgeon fishes

*Soheil Alinezhad[1*], Mehran Yasemi[1]*

1- Agricultural Education and Extension Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

*soheilalinezhad47@gmail.com

## Abstract

With increasing density in aquaculture, the rise in disease prevalence is inevitable. Antibiotics and chemical agents are the common methods for combating diseases. However, the high cost, drug resistance, environmental issues, reduced meat quality, and practical challenges have led to vaccines being proposed as an alternative, making them one of the best methods to fight diseases.

In terms of vaccine production, they are classified into killed, attenuated, subunit, and DNA vaccines. Studies have shown that using native pathogens for vaccine production offers better efficacy.

In aquatic species, vaccination is performed through different methods such as injection, immersion, and oral administration. Injections are carried out either intraperitoneally or intramuscularly, with intraperitoneal injection being more common. The injection method provides long-term protection, is applicable for fish weighing 15 grams or more, and is the most expensive vaccination method for fish. In immersion vaccination, fish are immersed in a solution containing the vaccine, which is suitable for smaller fish. However, the loss of vaccine is high, and it is not possible to store the excess vaccine. Oral vaccination is the simplest method for vaccinating large numbers of fish. This method does not require moving the fish, thus reducing costs and mortality due to handling, but its effectiveness is lower.

The immune response of fish to vaccines is significantly influenced by factors such as temperature, light, water quality, salinity, and various stress factors. To achieve the best and most effective results, vaccination should be performed according to the manufacturer's instructions. Vaccination is recommended only for the prevention of diseases and in healthy fish, and monovalent vaccines should not be mixed.

**Keywords:** Disease, Prevention, Vaccination, Aquaculture