

مفاهیم و اصطلاحات فنی مورد استفاده در صنعت پرورش میگو و کاربرد آن در آبزی پروری

مریم معزی*، کیومرث روحانی قادیکلایی^۱، محمدرضا زاهدی^۱، عیسی عبدالعلیان^۱، سعید تمدنی
جهرمی^۱، سجاد پورمظفر^۲، مسعود غریب نیا^۱

- ۱- پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
 - ۲- ایستگاه تحقیقات نرم‌تنان خلیج فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرلنگه، ایران
- *نویسنده مسئول: maryammoezzi1360@gmail.com

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۲۵

چکیده

پرورش میگو یک تجارت جوان و پویا با سابقه تغییر سریع در پاسخ به پیشرفت‌های فناوری است. اولین پیشرفت در فن‌آوری پرورش میگو اواخر دهه ۱۹۳۰ در ژاپن رخ داد. در دهه ۱۹۷۰ به دلیل نامناسب بودن آب‌وهوا و گونه‌های ژاپن جهت تولید تجاری، این فن‌آوری به دیگر کشورهای آسیا و آمریکا منتقل شد. افزایش شیوع بیماری در جمعیت‌های وحشی سبب معرفی میگوی وانامی *Litopenaeus vannamei* بدون پاتوژن (SPF) اقیانوس آرام، تولیدشده توسط کنسرسیوم پرورش میگو دریایی ایالات متحده به آسیا و جایگزینی آن به‌جای گونه‌های سریع‌الرشد و بومی کشورها گردید. انتقال مولدین بدون غربالگری و بدون تست کافی و آزمایش، منجر به گسترش WSSV در آسیا از قاره آمریکا گشت تا جایی که غالباً مولدین ظاهری سالم داشتند، اما در سطوح پایین بیماری حضور داشت و از ردیابی مصون می‌مانند؛ بنابراین با پیشرفت بیماری اصطلاحاتی مانند مولدین عاری از پاتوژن خاص (SPF)، مولدین مقاوم به پاتوژن خاص (SPR)، مولدین عاری از پاتوژن (PF)، مولدین با تحمل پاتوژن خاص (SPT)، مولدین با سلامتی بالا (HH) و دیگر اصطلاحات جهت تولید مولدین قابل اطمینان و انتقال برون مرزی به وجود آمد که هم‌اکنون سالانه OIE لیست این بیماری‌ها و اصطلاحات را به‌روزرسانی نموده و شرکت‌های تولیدکننده موظف به رعایت آن می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: مولد، پاتوژن خاص، مولدین ترکیبی، پایش، میگوی وانامی

مقدمه

تولید جهانی میگوی پرورشی میگو در سال ۲۰۱۸ به بیش از ۵ میلیون تن رسید و به یکی از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی آبزیان دنیا تبدیل شده است. این تولید در بیش از ۸۲ کشور دنیا صورت می‌گیرد و کشورهای چین، تایلند، هند، اندونزی و اکوادور پیش‌قراول این صنعت می‌باشند (FAO, 2019). پیش‌بینی شده که تولید میگو سالانه در دنیا معادل ۴/۸-۵ درصد است که بیشترین رشد را در میان گونه‌های آبزیان پرورشی دارد. از طرفی میگو به دلیل قیمت بالا و جایگاه آن در بازارهای بین‌المللی به‌عنوان یک کالای ارزآور برای اقتصادهای درحال توسعه کشورهای آسیای جنوب شرقی تبدیل شده است. در دهه‌های اخیر رشد روزافزون تولیدات آبزی‌پروری جهت تأمین پروتئین مایحتاج مردم دنیا سبب ایجاد بیمارهای مختلف در آبزیان گشته است که شامل بیماری‌های ویروسی، باکتریایی، قارچی و انگلی است. از این‌رو جهت تکثیر و تولید گونه‌های پرورشی نیاز به تولید مولدین سالم است که بتوان از این طریق میزان تولیدات را افزایش داد. جهت تولید مولدین عاری و یا مقاوم به پاتوژن شرکت‌های مختلف می‌بایستی پروتکل‌های مخصوص و مورد تأیید داشته باشند (Alday-Sanz et al., 2020). برنامه‌های اهلی سازی و اصلاح ژنتیک میگو در ایالات متحده آمریکا، تحت برنامه پرورش میگو دریایی ایالات متحده (SMSFP) (United States Marine Shrimp Farming Program)، با استفاده از میگوی پاسفید اقیانوس آرام *L. vannamei* در اواخر دهه ۱۹۸۰ آغاز شد. پرورش میگو دریایی ایالات متحده (USMSFP)، مبتنی بر مفاهیم اثبات‌شده از دام و طیور بود و با ایجاد ذخایر میگوهای عاری از عوامل بیماری‌زا (SPF) (Specific pathogen free) شروع به کار کرد. ذخایر اولیه میگو با استفاده از غربالگری دقیق میگوهای وحشی اسیرشده برای انتخاب افراد به‌طور طبیعی عاری از پاتوژن‌های مهم میگو به دست آمد. اگرچه مفهوم حیوانات SPF برای حیوانات خشکی تعریف شده بود؛ اما برای آبزی‌پروری نسبتاً جدید بود و زمان لازم برای پذیرش آن توسط جامعه آبزی‌پروری طول کشید. در اوایل دهه ۱۹۹۰، به‌موازات USMSFP چندین برنامه دیگر در مورد بهبود ژنتیکی میگو نیز در آمریکای لاتین آغاز شد. پس‌از آن چندین اصطلاح و تولیدات جدید مانند میگوهای مقاوم در برابر پاتوژن (SPR) (Specific pathogen resistant)، میگوهای تحمل‌پذیر در برابر پاتوژن (SPT) (Specific pathogen tolerant) و حتی میگوهایی که در معرض "همه پاتوژن‌ها" (APE) (All pathogen exposed) قرار داده می‌شوند، وارد واژگان صنعت میگو و تجارت شدند. این امر باعث سردرگمی در صنعت میگو در مورد معانی، رابطه و اهمیت این اصطلاحات جدید در رابطه با SPF شد. با توجه به وضعیت پاتوژن‌ها، تنها اصطلاح فنی که مورد استفاده برای حیوانات خشکی زی است، ذخایر عاری از پاتوژن (SPF) است. این تعریف همچنین می‌تواند برای همه حیوانات خشکی زی و غیره اعمال شود. با این حال، در صنعت میگو طی ۲ دهه گذشته چندین اصطلاح دیگر بدون "تعریف توافق شده" ارائه شده است؛ بنابراین، در این مقاله توضیحات علمی دقیقی برای این اصطلاحات تازه جهت استفاده در صنعت پرورش میگو و کاربرد آن در مورد سایر گونه‌های آبزی‌پروری ارائه شده است. استفاده از ذخایر مولدین و یا لاروهای عاری از بیماری و یا مقاوم در برابر بیماری در دنیا لازم و ضروری شده و نشان‌دهنده اهمیت آن به دلیل کاهش خطر شیوع بیماری و افزایش تولید و سودآوری است. همین اصول در مورد توسعه ذخایر SPF اهلی شده برای سایر گونه‌های مورد استفاده در آبزی‌پروری نیز اعمال می‌شود (Alday-Sanz, et al., 2020).

۱- تاریخچه انتقال بیماری

تجارت قابل توجهی از حیوانات آبزی زنده گزارش شده است که ناخواسته منجر به شیوع بیماری برون‌مرزی شده است (Walker, 2004). بیماری (White spot syndrome virus) WSSV به احتمال زیاد از طریق واردات *Penaeus monodon* از آسیا (Lightner et al., 1997; Flegel, 2006)، به آمریکا رسید و به سرعت در گونه‌های بومی آمریکا مانند *L. vannamei* مستقر شد. در اواخر دهه ۱۹۹۰ هم‌زمان نمونه‌هایی که از آسیای شرقی سرچشمه گرفته بودند از طریق مولدین تجاری از آمریکا به چین، وارد بازار شده و سپس در سال ۱۹۹۸ به تایلند و در سال ۲۰۰۰ به اندونزی ورود یافتند. سپس به دلیل مشکلات بیماری (از جمله بیماری لکه سفید)، میگوی *L. vannamei* متعاقباً در سال ۲۰۰۰ به ویتنام و در سال ۲۰۰۱ به

مالزی و هند که گونه غالب آن‌ها *P. monodon* بود به صنایع آبی‌پروری آن‌ها معرفی شد (مشاهدات شخصی دکتر وی آلدی سانز (Briggs et al., 2004)). رویه متداول انتقال مولدین بدون غربالگری و بدون تست کافی و آزمایش، منجر به گسترش WSSV در آسیا از قاره آمریکا گشت تا جایی که احتمال می‌رود WSSV (بیماری لکه سفید) غالباً در حیوانات ظاهراً سالم، در سطوح پایین حضور داشته باشد و از ردیابی شدن مصون بماند و ممکن است متعاقباً با شرایط استرس‌زای پرورش و حمل‌ونقل فعال شوند (Walker, 2004). علاوه بر این ممکن است حرکت احتمالی سخت‌پوستان دریایی آلوده در سراسر آب‌های بسترهای ماسه‌ای، منبع بیماری‌زایی باشند؛ زیرا میلیون‌ها تن آب با نظارت کم در سراسر جهان جابجا می‌شود (Drillet et al., 2016). جای تعجب نیست که مسیر اصلی سوبه‌ها از منابع قاره آمریکا و آسیایی است که دارای رابطه نزدیکی با یکدیگر می‌باشند.

۲- تعاریف علمی و فنی اصطلاحات

در مورد میگو درک این نکته ضروری است زیرا تعامل میگو با پاتوژن‌های ویروسی کاملاً درک نشده است. برخلاف مهره‌داران، میگوها آنتی‌بادی تولید نمی‌کنند (Cerenius et al. 2010; Wang et al. 2014; Tassanakajon et al., 2018) و به خوبی مشخص شده است که معمولاً ممکن است افراد بازمانده از شیوع بیماری با ویروس کشنده تا یک‌عمر با ویروس کشنده در سطح پایین آلوده بمانند، بدون آنکه هیچ‌گونه علائمی از بیماری را نشان دهند. در این حالت، آن‌ها پتانسیل انتقال پاتوژن به فرزندان خود و میگوهای سالم دیگر را دارند و احتمال بیمار شدن آن‌ها وجود دارد. آن‌ها همچنین خطر ابتلا به بیماری را به دلیل عوامل محیطی و دیگر عوامل استرس‌زا دارند. پدیده تحمل نسبت به پاتوژن‌های ویروسی عفونی به مدت طولانی و بدون علائم بیماری، تطابق ویروسی نامیده می‌شود (Flegel, 2007; Utari et al., 2017)، اما مکانیسم‌های اساسی آن هنوز مشخص نیست. به‌عنوان مثال ذخایر میگوهایی که نسبت به TSV (Taura syndrome virus) تحمل دارند اما به TSV آلوده نشده‌اند و با استفاده از انتخاب ژنتیکی تولید شده‌اند (Moss et al. 2005; Cock et al., 2017)، زمانی که این ذخایر با سوبه‌های جدا شده کشنده TSV به چالش کشیده می‌شوند، آلوده می‌شوند؛ اما هیچ علائم ناخوشایند از بیماری نشان نمی‌دهند. با این حال آن‌ها ویروس کشنده را دارند و قادر به انتقال آن به میگوهای مستعد هستند؛ بنابراین میگوهایی که قادر به تحمل و یا ناقل پاتوژن ویروسی هستند ممکن است فاقد علائم ناخوشایند بیماری (از جمله ضایعات بافت‌شناسی) باشند و با روش‌های تشخیص مولکولی با حساسیت پایین قابل تشخیص نباشند؛ بنابراین در هنگام انتقال این ذخایر در محدوده برون‌مرزی جهت فعالیت‌های آبی‌پروری، باید بادقت و قرنطینه صورت گیرد زیرا این خود می‌تواند یک خطر خاص و همچنین راهی برای استفاده افراد سودجو باشد (Flegel, 2006). مهم است که جهت جلوگیری از سردرگمی، این اصطلاحات به‌طور واضح تعریف و شناخته شوند تا از سودجویی کسانی که در پرورش میگو از آن‌ها استفاده می‌کنند جلوگیری شود و همچنین کسانی که می‌خواهند از این ذخایر خریداری کنند با شرایط سلامتی میگو آشنایی لازم را داشته باشند.

۲-الف: مولدین عاری از پاتوژن (PF) (Pathogen free)، (اصطلاح جدید)

این میگوها مولدین عاری از هرگونه عامل بیماری‌زای شناخته‌شده یا ناشناخته هستند. از آنجاکه این تعریف شامل "پاتوژن‌های ناشناخته" است، بدیهی است که PF نمی‌تواند برای اشاره به حیوانات واقعی استفاده شود و فقط باید برای مباحث نظری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این امر به‌ویژه در مورد میگو به دلیل توانایی حمل ویروس‌ها، از جمله آن‌هایی که هنوز ناشناخته هستند برای مدت طولانی و بدون نشان دادن علائم بیماری صدق می‌کند (Alday-Sanz et al., 2020).

۲-ب: مولدین عاری از پاتوژن خاص (SPF)، (اصطلاح موجود و مشخص)

این مولدین باید از جمعیتی تهیه شوند که تست بیماری آن‌ها برای بیماری خاصی حداقل برای ۲ سال متوالی منفی باشد. پس از آن ایمنی زیستی با نظارت و مدیریت دقیق بر تجهیزات و ادوات و خوراک تغذیه شده، افزایش می‌یابد. برای اینکه بتوانید وضعیت SPF را حفظ کرده و در این خصوص اظهار نظر نمایید، می‌بایست یک برنامه نظارتی مناسب برای عوامل بیماری‌زای خاص، شامل هر دو ابزار مولکولی و هیستوپاتولوژیک، در محل داشته باشید. همان‌طور که گفته شد مولدین SPF لزوماً عاری از همه عوامل بیماری‌زا نیستند؛ بنابراین فهرستی از عوامل بیماری‌زایی که آن حیوانات از آن‌ها عاری هستند باید همیشه با آن‌ها همراه باشد. وضعیت SPF ممکن است نه تنها به عوامل بیماری‌زایی ذکر شده در OIE (World Organisation for Animal Health)، بلکه لازم است به سایر پاتوژن‌ها که توسط تولیدکننده مولدین SPF، اطلاق شود. هرگونه مولد میگو که SPF ادعا می‌شود، حداقل باید از عوامل بیماری‌زای ذکر شده در کد OIE و دفترچه راهنمای آن شرکت تولیدکننده عاری باشد، مانند ویروهای منفردی که باعث بیماری حاد نکروز کبدی حاد (AHPND) (Acute hepatopancreatic necrosis disease)، عفونت هیپاتوباکتر پنائی مسبب ایجاد سلول‌های کبدی نکروز کننده (NHP) (Necrotising hepatopancreatitis)، ویروس نکروز عفونی و خونریزی زیرپوستی (HHNV) (Infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virus)، ویروس مایونکروز عفونی (IMNV) (Infectious myonecrosis virus)، ویروس سندرم تاورا (TSV)، ویروس سندرم لکه سفید (WSSV) و ویروس سر زرد (YHV - ژنوتیپ ۱) (Yellow head virus).

امروزه سایر پاتوژن‌های شناخته شده‌ای که ممکن است برای حذف در برنامه میگوی SPF در نظر گرفته شود عبارتند از: باکلوویروس از نوع مونودون (MBV) (Monodon-type baculovirus)، باکلوویروس پنائی (BP) (Baculovirus penaei)، نکروز سلول‌های کبدی (HPV) (Hepatopancreatic parvovirus)، انگل درون سلولی هیپاتوپنائی (EHP) (Enterocytozoon hepatopenaei)، نوداویروس *Streptococcus sp.*، *Spiroplasma sp.* (PvNv) (*Penaes vannamei*) (nodavirus)، ویروس لائم سینگ (LSNV) (Laem Singh virus) که یکی از عوامل مؤثر در سندرم رشد آهسته مونودون (MSGS) (Monodon slow growth syndrome) است و انگل میکروسپورییدی عضلات و انگل مژه‌دار (Gregarines). لیست SPF پاتوژن‌ها باید پویا بوده و مرتباً با عوامل بیماری‌زایی کشف شده اخیر به‌روز شود. لازم به ذکر است که حیوانات SPF (از جمله میگو) لزوماً نسبت به حیوانات غیر SPF مستعد ابتلا به عفونت یا بیماری نیستند. آن‌ها نسبت به هر عامل بیماری‌زا مقاوم و باقابلیت تحمل بالا نیستند. SPF منحصراً به وضعیت سلامتی (عفونت) مولدین میگو اشاره دارد.

۲-ب-۱: روش تولید مولدین عاری از پاتوژن خاص (SPF)

در حال حاضر دو راه برای تولید مولدین میگوی SPF وجود دارد. یک‌راه (که توسط (USMSFP) برنامه پرورش میگو دریایی ایالات متحده استفاده می‌شود) این است که یک منطقه جغرافیایی شناسایی شود که عوامل بیماری‌زای شدید میگو در آن وجود نداشته باشد یا در شیوع کم باشد، سپس میگوهای وحشی از آن منطقه گرفته شده و نمونه‌هایی که بر اساس لیست مشخصی از پاتوژن‌ها حداقل به مدت ۲ سال متوالی به نظر طبیعی هستند، انتخاب و غربال شوند. مولدین به وجود آمده در این روش را می‌توان "مولدین طبیعی SPF" نامید. راه دیگر برای تولید مولدین SPF انتخاب منطقه پرورش میگو است که در آن عمده عوامل بیماری‌زای میگو مانند WSSV، TSV و IHHNV وجود دارد و استفاده از فرآیند غربالگری مداوم برای انتخاب نمونه‌هایی که بر اساس لیست مشخصی از پاتوژن‌ها حداقل به مدت ۲ سال متوالی به نظر طبیعی هستند. مولدین موجود در این روش را می‌توان "مولدین SPF پاک" نامید. مولدین SPF پاک شده *L. vannamei* با موفقیت در سال ۲۰۱۸ تولید شده‌اند (Sanz, 2018). بدیهی است که این ساده‌ترین روش برای ایجاد مولدین طبیعی SPF است؛ اما ممکن است عدم قرارگیری قبلاً آن‌ها در معرض پاتوژن‌های اصلی، احتمال پتانسیل آن‌ها را برای انتخاب بعدی فاکتورهای ژنتیکی جهت مقاومت و یا تحمل

نسبت به آن عوامل بیماری‌زای اصلی کاهش دهد. در مقابل، تهیهٔ مولدین "SPF پاک" سخت است؛ اما به احتمال زیاد ممکن است با تلاش برای انتخاب فاکتورهای ژنتیکی جهت مقاومت و تحمل در برابر پاتوژن‌های بالا ایجاد شود. مفاهیم مقاومت و تحمل در هنگام مطالعه از دیدگاه ژنتیکی یا بهداشتی معنای متفاوتی دارند. برای متخصصان ژنتیک، مقاومت به‌عنوان توانایی محدود کردن بار بیماری‌زای موجود در یک حیوان آلوده تعریف شده است، درحالی‌که تحمل به‌عنوان توانایی محدود کردن شدت بیماری ناشی از یک‌بار بیماری‌زا مشخص شده، تعریف شده است (Raberg *et al.*, 2007). هر دو صفت کمی هستند با این حال، وضوح این تصمیمات از نقطه‌نظر بهداشتی مبهم است زیرا نتیجهٔ بیماری فقط به ویژگی ژنتیکی حیوان مربوط نمی‌شود. مدت‌هاست که مشخص شده که بیماری از اثر متقابل بین میزبان (ژنتیک)، عوامل بیماری‌زا و عوامل محیطی ناشی می‌شود (Snieszko, 1974)؛ بنابراین از نظر بهداشتی، مقاومت عبارت است از مقاوم در برابر عفونت (صفت کیفی) درحالی‌که تحمل، توان کاهش بیان بیماری است.

۲-ج: مولدین مقاوم در برابر پاتوژن خاص (SPR)، (اصطلاحات جدید)

این ذخایر حیواناتی هستند که بدون نشان دادن علائم ناخوشایندی از آلودگی و یا بیماری، حتی در اثر مقابله با دوز کشندهٔ یک یا چند پاتوژن خاص، در برابر بیماری مقاوم هستند. مقاومت ممکن است خاص آن دسته از عوامل بیماری‌زا یا سویه‌های آن‌ها باشد. با این حال، برخی از مولدین ممکن است نسبت به بیش از یک عامل بیماری‌زا مقاومت نشان دهند، درحالی‌که ممکن است میگوهای دیگر مستعد آن باشند. برخلاف SPF، میگوهای SPR به وضعیت سلامتی مولدین میگو بر نمی‌گردد بلکه به خصوصیات ژنتیکی آن (یعنی وضعیت ژنتیکی آن) اشاره می‌کند. درواقع این امکان وجود دارد که مولدین غیر SPF که به‌عنوان SPR برای یک پاتوژن تبلیغ می‌شود، به یک یا چند عامل بیماری‌زای دیگر آلوده شود. امروزه جمعیت SPR بیماری WSSV میگوهای موندون از میگوهای وحشی که جهش‌های طبیعی جهت مقاومت در برابر بیماری یافته‌اند، جمع‌آوری می‌شوند.

۲-د: مولدین با تحمل پاتوژن خاص (SPT)، (اصطلاحات جدید)

مولدین با تحمل پاتوژن خاص، ذخایر مستعد ابتدا به عفونت توسط یک پاتوژن خاص هستند اما به‌طور معمول علائم واضحی از بیماری در نتیجه عفونتی نشان نمی‌دهند، یعنی نسبت به بیان بیماری در برابر سویه‌های پاتوژن و شرایط محیطی که مؤثر در ایجاد بیماری است، به‌طور کمی وابسته به ژنتیک خود می‌باشند. تحمل ممکن است خاص یک یا چند پاتوژن و یا یک گروه از عوامل بیماری‌زا باشد. مولدین غیر SPF که وضعیت SPT دارند می‌توانند مستعد آلوده شدن و یا بروز بیماری بالینی با سایر عوامل پاتوژن باشند. علاوه بر این اگر آن‌ها برای پاتوژن‌ها SPF نباشند، ممکن است ناقلان کاملاً نرمال برای آن دسته از پاتوژن‌ها باشند و قادر به انتقال آن‌ها به میگوهای طبیعی باشند. مطابق توضیحات SPR در بالا، SPT به وضعیت سلامتی حیوانات بر نمی‌گردد بلکه به خصوصیات ژنتیکی آن اشاره می‌کند.

۲-ه: مولدین ترکیبی SPF و SPR یا SPT، (اصطلاحات جدید)

همان‌گونه که اشاره شد، SPF به وضعیت سلامتی حیوانات اشاره دارد (تأییدشدهٔ سابقهٔ مولدین ۲ ساله در یک مرکز پرورش معتبر برای عدم وجود پاتوژن خاص). شاید این منطقی باشد که ترکیب وضعیت سلامتی با وضعیت ژنتیکی SPF به‌عنوان ترکیب SPF + SPR، SPF + SPT، یا مولدین SPF + SPT + SPR معرفی شود. به‌عبارت‌دیگر مولدین مشخص شده به‌عنوان SPF بر اساس وضعیت سلامتی می‌توانند در برنامه انتخاب ژنتیکی بعدی مطرح شوند و جهت شناسایی، توصیف و انتخاب ویژگی‌های ژنتیکی در مولدین موجود که می‌تواند منجر به مقاومت در برابر بیماری و یا تحمل یک یا چند بیماری شود قرار گیرند. با این حال، برای دستیابی به چنین وضعیت ترکیبی و ادعای آن باید بر اساس سابقهٔ پیشین مولدین و استراتژی امنیت زیستی برای تمامی ابزار و تجهیزاتی که در بالا به‌صورت جداگانه برای وضعیت SPR و SPT توضیح داده شده است، باشند.

۲- مولدین بازمانده انتخاب شده (USS) (Uncharacterised, selected survivor)، نامشخص (اصطلاح جدید)

این ذخایر، حیواناتی هستند که با انتخاب از بازماندگان (بر اساس اندازه و سلامتی ظاهری)، چندین نسل پیاپی تحت شرایط بدون امنیت زیستی دوره پرورش در منطقه‌ای که چندین پاتوژن شناخته شده و ناشناخته در آن‌ها ایجاد شده، تولید شده‌اند. این مولدین قبلاً به عنوان "مولدین در معرض همه پاتوژن" (APE) شناخته می‌شدند. باین‌حال، همه پاتوژن‌ها در هر منطقه جغرافیایی رخ نمی‌دهند، حتی چه آن‌هایی که در یک منطقه خاص شناخته شده و یا ناشناخته‌اند، همیشه در همه استخرها حضور ندارند؛ بنابراین، ایجاد مولدین در معرض همه عوامل بیماری‌زای شناخته شده و ناشناخته غیرممکن است. تعیین مولدین APE از نظر فنی و علمی بسیار سخت و طاقت‌فرسا است. به همین دلایل پیشنهاد می‌شود که عبارت مولدین APE توسط صنعت میگو غیرقابل قبول تلقی شود و آن را با عنوان مولدین USS جایگزین کرد. درک این نکته حائز اهمیت است که اگرچه ممکن است مولدین USS کاملاً طبیعی به نظر برسند، ممکن است آلوده به پاتوژن‌هایی باشند که می‌توانند به صورت افقی یا عمودی به میگوهای وحشی دیگر منتقل شوند، مگر اینکه آن‌ها بعداً با استفاده از تست پاتوژن که حداقل به مدت ۲ سال متوالی آزمایش آنان منفی باشد ضمانت شوند که بدون پاتوژن هستند (همان‌طور که در بالا توضیح داده شده است به وضعیت SPF پاک تبدیل شده است). از این تعریف واضح است که مولدین میگوی USS نسبت به مولدین میگوی SPF برای انتقال برون مرزی خطرناک هستند.

۲-ز: مولدین با سلامتی بالا (HH) (High health)، (اصطلاح جدید)

این یک اصطلاح تجاری است که اغلب مورداستفاده قرار می‌گیرد اما به روشنی تعریف نشده است. این اصطلاح اغلب به نسل مولدین SPF اشاره دارد. از آنجایی که شرایط بیماری‌زایی، ژنتیکی، اپی ژنتیکی یا پرورش آن‌ها را مشخص نمی‌کند، از اصطلاح مولدین HH باید اجتناب شود و در عوض، برای توصیف مولدین باید از یکی از اصطلاحات فوق که توصیف وضعیت سلامتی و پاسخ پاتوژن است استفاده شود. این تعریف در مورد وضعیت سلامتی و خصوصیات ژنتیکی مولدین با توجه به عوامل بیماری‌زا اعمال می‌شود. باین‌حال، مهم است که بدانیم که آن‌ها هیچ‌گونه نشانه غیرمعمولی در نرخ رشد یا نحوه پاسخگویی آن‌ها به تغییرات ژنتیکی پاتوژن‌ها و تغییر شرایط محیطی خارج از محدوده‌ای که مولدین تولید شده و تست شده، ندارند.

۳- اهمیت تشخیص پاتوژن و پایش

تست‌های تشخیصی حساس و خاص یک جزء اساسی در پیشگیری، کنترل و جلوگیری بیماری‌های عفونی هستند. طی دهه ۱۹۸۰ تشخیص پاتوژن میگو وابسته به تغییرات فیزیکی تشخیص داده شده با استفاده از ظاهر ناسالم، لام مرطوب میکروسکوپی و کشت میکروبی بافتی (شناسایی عوامل میکروبی) بود که توانایی رشد مستقل در محیط کشت فرموله شده را داشتند. به جز کشت و جداسازی در محیط‌های مصنوعی که برای بیماری‌زاهای باکتریایی و قارچی میگو خوب کار می‌کرد، هیچ سیستم کشت سلولی در آن زمان (و هم‌اکنون) در دسترس برای تشخیص ویروسی میگو وجود نداشت. در کنار پیشرفت تولید میگوی SPF اهلی شده (*L. vannamei*) در ایالات متحده تحت برنامه USMSFP، پیشرفت و توسعه سریع روش‌های آزمایش تشخیصی و به‌ویژه، آزمایش‌های تشخیصی سریع که به تشخیص توالی‌های اسید نوکلئیک اختصاصی می‌پردازد برای هرکدام از عوامل بیماری‌زا اتفاق افتاد. برای اولین بار در سال ۱۹۹۵، OIE فهرستی از پاتوژن‌های میگو منتشر کرد و روش‌ها و مراحل انجام آزمایش‌ها و تشخیص آن‌ها را در کد Aquatic animal و دفترچه راهنمای OIE توصیه کرد (Scarfe, 2003) و از آن پس به‌طور مداوم به‌روز می‌گردد (More et al., 2017).

۴- تأیید و حفظ وضعیت SPF

تأیید و نگهداری از وضعیت SPF برای میگو یک فرایند وقت‌گیر و گران است. این امر مستلزم آن است که امکانات، روش‌های عملیاتی استاندارد ایمنی زیستی (SOPs) (Biosecurity standard operating procedures) و میگوهای موجود در تشکیلاتی که شروع به فعالیت می‌کنند، مطابق با استانداردهای مناسب برای آن محل باشند تا اطمینان حاصل شود که میگوهای مستقر در آن تشکیلات می‌توانند به‌عنوان SPF نگهداری شوند (Vincent and Lotz., 2007). اعتبار سنجی و تأییدیه تأسیسات و همچنین برای یک قطعه خاص یا یک گروه میگو به‌صورت متفاوت از هم بیان شده است. مشکل و خطر آلودگی پاتوژنی در یک منطقه ساحلی ناشی از عملیات و یا پساب ناشی از تأسیسات مولدین میگو، کارگاه‌های تکثیر یا مزارع تولید میگوی غیر SPF در همسایگی آن‌ها بسیار زیاد است. در مقابل خطر آلودگی پاتوژنی برون‌زا برای تشکیلات SPF در منطقه‌ای مشابه به‌دوراز منطقه ساحلی و در داخل کشور و با استفاده از فناوری چرخشی با روش‌های ایمنی مناسب کاهش می‌یابد. برای جمع‌آوری، ارسال و آزمایش دوره‌ای نمونه بافت میگو، باید از روش‌های تشخیصی مناسب استفاده شود (Lightner, 2011; More *et al.*, 2017). آگاهی از ذخایر جدیدالورود میگو به تأسیسات می‌بایستی به‌خوبی در مراحل اول و دوم قرنطینه موردبررسی قرار گیرد، همچنین مراحل و پروتکل‌های اعمال‌شده قبل از ورود به تشکیلات SPF باید موردتوجه قرار گیرند. در سنجش آزمایشگاهی و گزارش نتایج می‌بایستی از کارکنان حرفه‌ای، قابل‌اطمینان و دارای مجوز و یا آزمایشگاه‌های تشخیصی دولتی یا شخصی قابل‌اطمینان جهت انجام نمونه‌برداری، زنجیره حس و حفاظت برخوردار شد. مدت‌زمان استاندارد جهت آزمایش تشکیلات SPF به مدت ۲ سال تخمین زده شده است (Lightner, 2011; OIE, 2018). مگر اینکه امکانات و تشکیلات SPF با میگوهای به وجود آورنده SPF که نسل فرزندان حاصل از جمعیت میگوهای SPF موجود است ذخیره‌سازی شوند که قبلاً قرنطینه شده‌اند و فرآیندهای قرنطینه و آزمایش‌های نسلی آن‌ها انجام شده است. در این شرایط یک استاندارد از ۶ ماه تا ۱ سال ممکن است قابل‌قبول باشد. اعتبارسنجی کیفیت SPF برای عوامل بیماری‌زای ذکرشده در لیست OIE به‌خوبی مشخص شده است. باین‌حال، عوامل بیماری‌زای جدید نیز باید به‌محض شناسایی این موارد در روند غربالگری گنجانده شوند. مشتری آگاه از میگوی SPF باید احتیاط کند، درخواست آزمایش بیشتر نه تنها برای عوامل بیماری‌زای ذکرشده در لیست OIE و در نظر گرفتن یک مرحله قرنطینه هنگام ورود به کشور واردکننده، بلکه تست‌های اضافی PCR، معاینه بافت‌شناسی، کشت میکروبی و اتفاقاً پروتکل‌های چالش زیست‌سنجی نیز به‌عنوان اقدامات احتیاطی برای کاهش خطر و حفاظت داشته باشد و انجام گیرد. این سطح از آزمایش‌های اضافی جهت کاهش خطر، اختیاری است اما در برخی شرایط برای تشکیلاتی که دارای ذخایر میگو بارز بالا هستند، در بسیاری از نسل‌های اهلی‌شده و از نظر ژنتیکی بهبود یافته است مناسب است، به‌گونه‌ای که از دست دادن شرایط SPF جمعیت آن‌ها، عواقب مخرب اقتصادی برای شرکت به همراه خواهد داشت (Utari *et al.*, 2017).

توصیه ترویجی

پرورش میگو به یک صنعت تجاری با پیشرفت‌های سریع در علم و فناوری تبدیل گشته است. با توسعه این صنعت در کشورهای مختلف بخصوص در منطقه آسیا سبب ایجاد بیماری و افزایش آن گشته است و همین عامل باعث جایگزینی و معرفی میگوی *L.vannamei* در این صنعت گردید. با پیشرفت علم و تشخیص بیماری‌های میگو محققین میگوی تولید کردند که نسبت به برخی یا بیماری‌های خاصی مقاوم و یا عاری از آن است؛ اما تولید این نوع میگو به دلیل اینکه هزینه بالا و شرایط خاص و استانداردی نیاز دارد همه کشورها قادر به تولید آن نیستند و در حال حاضر مراکز خاصی در دنیا مشغول به تولید آن هستند. از این‌رو برای خریدارانی که به این مراکز مراجعه می‌کنند نیاز است جهت آشنایی با اینکه چه مولدی جهت تکثیر برای صنعت پرورش میگوی کشور خود خریداری می‌کنند با یکسری اصطلاحات که هر ساله توسط OIE بروز رسانی و به این صنعت معرفی می‌شود آشنا شوند؛ بنابراین برای اطمینان بیشتر و بهتر از سالم بودن و مطمئن بودن مولدین خریداری‌شده نیاز به

آشنایی با این اصطلاحات و انجام یکسری غربالگری و تست کافی و آزمایش است که هم از انتقال مولدین سالم جهت انتقال برون مرزی اطمینان داشت هم اینکه مولدین با بیماری وارد کشور و آن منطقه نشوند. به همین منظور بایستی به محض ورود مولدین ابتدا تدابیر قرنطینه و ایمنی زیستی رعایت گردد و طبق پروتکل های معرفی شده برای آن نوع مولد، اقدامات ایمنی زیستی و قرنطینه صورت پذیرد.

منابع

- 1- Alday-Sanz, V., Brock, J., Flegel, T.W., McIntosh, R., Bondad-Reantaso, M.G., Salazar, M. and Subasinghe, R., 2020. Facts, truths and myths about SPF shrimp in Aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 12(1), pp.76-84.
- 2- Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R. and Phillips, M., 2004. Introductions and movement of *Penaeus*
- 3- Cerenius, L., Jiravanichpaisal, P., Liu, H.P. and Soderhall, I., 2010. Crustacean immunity. *Invertebrate immunity*, pp.239-259.
- 4- Cock, J., Salazar, M. and Rye, M., 2017. Strategies for managing diseases in non-native shrimp populations. *Reviews in Aquaculture*, 9(3), pp.211-226.
- 5- Drillet, G., 2016. Protect aquaculture from ship pathogens. *Nature*, 539(7627), pp.31-31.
- 6- *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. *RAP publication*, 10(2004), p.92.
- 7- Flegel, T.W., 2006. The special danger of viral pathogens in shrimp translocated for aquaculture. *Science Asia*, 32(3), pp.215-221.
- 8- Flegel, T.W., 2007. Update on viral accommodation, a model for host-viral interaction in shrimp and other arthropods. *Developmental & Comparative Immunology*, 31(3), pp.217-231.
- 9- Lightner, D.V., 2011. Status of shrimp diseases and advances in shrimp health management. *Diseases in Asian Aquaculture VII. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Selangor, Malaysia*, pp.121-134.
- 10- Lightner, D.V., Redman, R.M., Poulos, B.T., Nunan, L.M., Mari, J.L. and Hasson, K.W., 1997. Risk of spread of penaeid shrimp viruses in the Americas by the international movement of live and frozen shrimp. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 16(1), pp.146-160.
- 11- Vincent, A.G. and Lotz, J.M., 2007. Advances in research of necrotizing hepatopancreatitis bacterium (NHPB) affecting penaeid shrimp aquaculture. *Reviews in Fisheries Science*, 15(1-2), pp.63-73.
- 12- More, S., Bøtner, A., Butterworth, A., Calistri, P., Depner, K., Edwards, S., Garin-Bastuji, B., Good, M., Schmidt, C.G., Michel, V. and Miranda, M.A., 2017. Assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): equine encephalomyelitis (Eastern and Western). *EFSA Journal*, 15(7).
- 13- Moss, S.M., Doyle, R.W. and Lightner, D.V., 2005. Breeding shrimp for disease resistance: challenges and opportunities for improvement. *Diseases in Asian aquaculture V*, pp.379-393.
- 14- OIE (World Animal Health Organization), 2018. Aquatic Animal Health Code, 21st Edition, (<http://www.oie.int/standardsetting/aquatic-code/access-online/>).

- 15- Råberg, L., Sim, D. and Read, A.F., 2007. Disentangling genetic variation for resistance and tolerance to infectious diseases in animals. *Science*, 318(5851), pp.812-814.
- 16- Sanz, V.A., 2018. Specific pathogen free (SPF), specific pathogen resistant (SPR) and specific pathogen tolerant (SPT) as part of the biosecurity strategy for whiteleg shrimp (*Penaeus vannamei* Boone 1931). *Asian Fish Soc*, 31, pp.112-120.
- 17- Scarfe, A.D., 2003. State, regional, national, and international aquatic animal health policies: focus for future aquaculture biosecurity. *Biosecurity in aquaculture production systems: exclusion of pathogens and other undesirables. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana*, pp.233-262.
- 18- Snieszko, S.F., 1974. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes. *Journal of Fish Biology*, 6(2), pp.197-208.
- 19- Tassanakajon, A., Rimphanitchayakit, V., Visetnan, S., Amparyup, P., Somboonwiwat, K., Charoensapsri, W. and Tang, S., 2018. Shrimp humoral responses against pathogens: antimicrobial peptides and melanization. *Developmental & Comparative Immunology*, 80, pp.81-93.
- 20- Utari, H.B., Soowannayan, C., Flegel, T.W., Whityachumnarnkul, B. and Kruatrachue, M., 2017. Variable RNA expression from recently acquired, endogenous viral elements (EVE) of white spot syndrome virus (WSSV) in shrimp. *Developmental & Comparative Immunology*, 76, pp.370-379.
- 21- Vincent, A.G. and Lotz, J.M., 2007. Effect of salinity on transmission of necrotizing hepatopancreatitis bacterium (NHPB) to Kona stock *Litopenaeus vannamei*. *Diseases of aquatic organisms*, 75(3), pp.265-268.
- 22- Walker, P.J., 2004. *Disease emergence and food security: global impact of pathogens on sustainable aquaculture production* (No. 650-2016-44526).
- 23- Wang, P.H., Huang, T., Zhang, X. and He, J.G., 2014. Antiviral defense in shrimp: from innate immunity to viral infection. *Antiviral research*, 108, pp.129-141.