



کیت‌های تشخیصی، ابزاری مؤثر در مدیریت تشخیص و کنترل بیماری تب برفکی

فاطمه طه‌وری*^۱، سید محمود عظیمی دزفولی^۲

عضو هیات علمی (استادیار)، موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

عضو هیات علمی (دانشیار)، موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* نویسنده مسئول: فاطمه طه‌وری f_tahoori@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴-۰۵-۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴-۰۸-۲۰

چکیده

بیماری تب برفکی^۱ یکی از مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی واگیردار در دام‌های زوج‌سم به شمار می‌رود که با خسارات اقتصادی و بهداشتی گسترده‌ای در صنعت دامپروری همراه می‌باشد. براساس دستورالعمل WOA (فصل ۲، ۵، ۱) تشخیص سریع و دقیق در مراحل اولیه بروز بیماری مهم‌ترین راهبرد کنترل به شمار می‌رود. کیت‌های تشخیصی استاندارد، ابزار کلیدی در شناسایی سریع کانون‌های آلودگی و جلوگیری از گسترش اپیدمی هستند. در شرایط کنونی که حمل و نقل دام و فرآورده‌های دامی در سطح ملی و بین‌المللی به صورت گسترده انجام می‌شود، هرگونه تاخیر در تشخیص و اعمال اقدامات پیشگیرانه می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری به دنبال داشته باشد. از این رو، تجهیز مراکز دامپزشکی و آزمایشگاه‌های منطقه‌ای به کیت‌های تشخیصی به‌روز و قابل اعتماد، گامی مهم در راستای بهبود پاسخ‌دهی به بحران‌های بهداشتی دام‌ها محسوب می‌شود. همچنین، توسعه و بومی‌سازی فناوری‌های تشخیصی نوین در داخل کشور می‌تواند به کاهش وابستگی به واردات و ارتقاء امنیت زیستی در سطح ملی کمک شایانی نماید. سرمایه‌گذاری در این حوزه افزون بر جنبه‌های اقتصادی، به ارتقاء سطح آمادگی کشور در مقابله با تهدیدات زیستی و بیماری‌های فراگیر دامی منجر خواهد شد. این مقاله به راهکارهای کنترل بیماری تب برفکی بر پایه تشخیص بیماری با استفاده از کیت‌های تشخیصی پرداخته است.

واژگان کلیدی

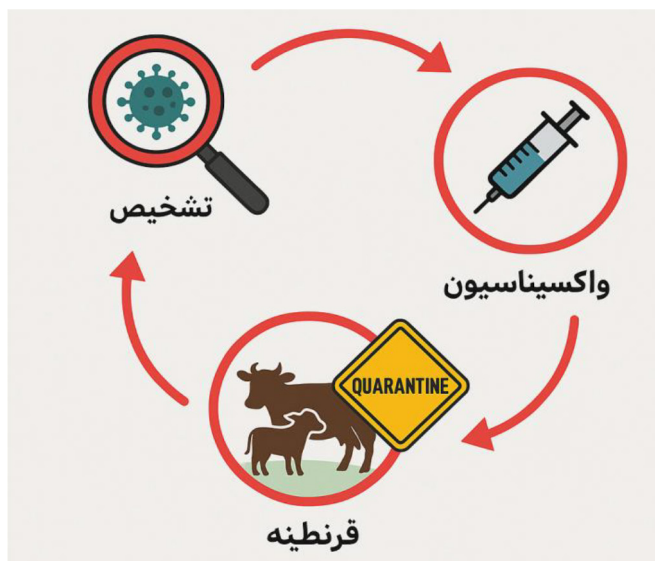
کیت تشخیصی، تب برفکی، ای‌زا

1. Foot and Mouth Disease (FMD).

بیان مسئله و اهمیت موضوع

در بسیاری از کشورهای جهان، بیماری تب برفکی از چالش‌های عمده بهداشت دام به‌ویژه در مناطق در حال توسعه و کشورهای دارای صنعت دامپروری گسترده است. این بیماری با توجه به قدرت سرایت بسیار بالا، تنوع ژنتیکی سروتیپ‌ها و توانایی بقای ویروس در محیط، تهدیدی دائمی برای سلامت دام‌ها و پایداری اقتصادی مزارع محسوب می‌شود (۱). شیوع ناگهانی تب برفکی می‌تواند سبب بسته شدن بازارهای صادراتی، کاهش تولیدات دامی، افزایش هزینه‌های واکسیناسیون و معدوم‌سازی دام‌ها و در نتیجه کاهش شدید درآمد صنعت دامپروری شود. یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد که فقط در مناطق اندمیک (بومی) خسارت تولیدی و هزینه واکسیناسیون سالانه بین ۶/۵ تا ۲۱ میلیارد دلار است و در کشورهای عاری از تب برفکی، شیوع بیماری بیش از ۱/۵ میلیارد دلار خسارت به تجارت وارد می‌کند. برای نمونه، کشور زامبیا سالانه بیش از ۱/۶ میلیارد دلار از صادرات دام نظیر گوشت گاو و بز کوهی، زیان دیده و هزینه تدابیر پیشگیرانه این بیماری بیش از ۲/۷ میلیون دلار در سال بوده است (۲). بسیاری از کشورها مثل آلمان، استرالیا و نیوزیلند با شیوع تب برفکی دچار محدودیت صادراتی جدی شده‌اند: مثلاً در آلمان یک مورد شیوع در ژانویه ۲۰۲۵ خسارتی بالغ بر یک میلیارد یورو به همراه داشت و کشورهایی مثل بریتانیا، کره جنوبی و مکزیک واردات گوشت و لبنیات را تعلیق کردند (۳و۴).

در ایران، بیماری تب برفکی به‌عنوان یک بیماری اندمیک شناخته می‌شود و به دلیل چرخه مداوم ویروس در جمعیت دامی، کنترل آن با دشواری‌های خاصی همراه است. بر همین اساس، واکسیناسیون دام‌ها به‌صورت الزامی در سراسر کشور اجرا می‌شود تا از گسترش اپیدمی‌های گسترده جلوگیری شود. با این حال، صرف انجام واکسیناسیون به‌تنهایی نمی‌تواند تضمین‌کننده ایمنی پایدار در جمعیت دامی باشد؛ چرا که عوامل متعددی مانند کیفیت واکسن، شرایط نگهداری، دفعات تزریق و تنوع سروتیپ‌های ویروس می‌تواند بر اثربخشی ایمنی ایجادشده اثرگذار باشند. در این میان، استفاده از کیت‌های تشخیصی استاندارد برای ارزیابی سطح ایمنی دام‌های واکسینه‌شده اهمیت ویژه‌ای دارد. این کیت‌ها با اندازه‌گیری دقیق آنتی‌بادی‌های اختصاصی علیه ویروس تب برفکی، امکان بررسی میزان موفقیت برنامه‌های واکسیناسیون را فراهم کرده و داده‌های ارزشمندی برای اصلاح و بهبود راهبردهای واکسیناسیون ملی در اختیار سیاست‌گذاران و واکسن‌سازان قرار می‌دهند (۵-۷). یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در کنترل این بیماری، تشخیص سریع و دقیق در مراحل اولیه بروز بیماری است. مادامی که بیماری در گام‌های آغازین شناسایی و مهار نشود، کنترل کامل آن در سطح منطقه‌ای و ملی بسیار دشوار خواهد بود. با توجه به شباهت بالینی علائم تب برفکی با سایر بیماری‌های ویروسی و باکتریایی دام‌ها، تشخیص بالینی به‌تنهایی کافی نبوده و نیاز به ابزارهای تشخیصی



تصویر شماره ۱- چرخه کنترل تب برفکی: تشخیص، واکسیناسیون و قرنطینه.



دست‌آورد

کیت‌های تشخیصی تب برفکی در انواع مختلفی توسعه یافته‌اند که هر کدام بسته به نیازهای میدانی و آزمایشگاهی کاربرد ویژه‌ای دارند:

کیت‌های مبتنی بر آنتی‌بادی

این کیت‌ها برای تشخیص وجود یا عدم وجود آنتی‌بادی‌های اختصاصی علیه ویروس تب برفکی در سرم حیوانات استفاده می‌شوند. نمونه‌ها شامل ELISA نوع SP و NSP هستند که به ترتیب آنتی‌بادی‌های اختصاصی ساختاری و غیرساختاری را شناسایی می‌کنند. طبق WOAH، تست NSP-ELISA برای تفکیک حیوانات واکسینه‌شده از آلوده‌شده توصیه می‌شود (تصویر شماره ۳) (۹ و ۱۰).

کیت‌های مبتنی بر آنتی‌ژن

این دسته شامل روش‌های مولکولی و ایمنی‌سنجی است که حضور مستقیم ویروس را شناسایی می‌کنند. از جمله Real-time PCR برای شناسایی ژنوم ویروس. کیت‌های تشخیص سریع از نوع LFD به صورت تجاری عرضه می‌شوند (۱۱)، این کیت‌ها مشابه تست‌های بارداری عمل می‌کنند. با استفاده از نمونه‌های ترشحات بزاقی یا وزیکول‌های دهانی، آنتی‌ژن ویروس FMD را ظرف ۱۰ تا ۲۰ دقیقه شناسایی می‌کنند.

دقیق و حساس، اجتناب‌ناپذیر است. در این راستا، کیت‌های تشخیصی استاندارد و قابل اطمینان نقش کلیدی در شناسایی سریع کانون‌های آلودگی و پیشگیری از گسترش اپیدمی ایفا می‌کنند (تصویر شماره ۱).

اهمیت موضوع زمانی بیشتر نمایان می‌شود که بدانیم تب برفکی نه تنها تهدیدی برای صنعت دامپروری داخلی است، بلکه پیامدهای اقتصادی و سیاسی بین‌المللی نیز دارد؛ زیرا کشورهای صادرکننده دام و فرآورده‌های دامی ملزم به رعایت استانداردهای بین‌المللی بهداشتی و ارائه مدارک معتبر عدم آلودگی دام‌ها به تب برفکی هستند. بدون استفاده از کیت‌های تشخیصی دقیق و سریع، ارزیابی وضعیت دام‌ها غیرممکن خواهد بود (۸) (تصویر شماره ۲).

با توجه به انبوه نمونه‌های بالینی در اپیدمی‌های بیماری تب برفکی در کشور، قطعاً دستیابی به تولید کیت‌های تشخیصی می‌تواند در سیاست‌های کنترل و پیشگیری مؤثر باشد. علاوه بر این، توسعه فناوری‌های بومی در حوزه کیت‌های تشخیصی، می‌تواند وابستگی کشور به واردات این تجهیزات حیاتی را کاهش دهد و زمینه‌ساز خودکفایی در مدیریت بهداشت دام گردد. تولید داخلی این کیت‌ها، همچنین امکان بومی‌سازی تشخیص سروتیپ‌های شایع در هر منطقه را فراهم آورده و باعث بهبود کارایی تشخیص و کنترل بیماری در شرایط اقلیمی و دامپروری خاص کشور می‌شود.



تصویر شماره ۲- کاربرد میدانی کیت‌های سریع در دامداری‌ها.

کیت‌های پتیدی

فناوری جدیدی هستند که از پپتیدهای سنتتیک برای شناسایی سروتیپ‌های خاص ویروس FMDV استفاده می‌کنند. مزیت آن‌ها افزایش اختصاصیت و امکان تشخیص تفکیکی سروتیپ‌ها است. در ایران، نمونه‌های اولیه این فناوری در مرحله توسعه آزمایشگاهی هستند.

مقایسه کلی انواع کیت‌ها در زمینه تشخیص تب برفکی در جدول شماره ۱ آورده شده است.

در فارم یا دامداری، زمانی از کیت‌های تشخیصی استفاده می‌شود که:

- علائم بالینی آشکار مانند تب، لنگش، تاول دامی، کاهش ناگهانی تولید شیر مشاهده گردد؛ در این موارد تشخیص

کیت‌های Tetracore[®] Prionies RAPID test FMD Ag از این دسته می‌باشند. اما تاکنون سازمان WOAH مدارک اعتبارسنجی رسمی این آزمون‌ها را دریافت نکرده است. پس از ارائه مستندات لازم از سوی تولیدکننده، امکان ثبت رسمی این کیت‌ها در فهرست آزمون‌های تأییدشده WOAH فراهم خواهد شد (۱۲).

به‌طور معمول، آزمون ELISA^۱ به دلیل حساسیت بالاتر و عدم تأثیرپذیری از عوامل مؤثر بر واکنش مکمل، نسبت به آزمون CFT ارجح است. با این حال، در صورت نبود معرف‌های ELISA یا در شرایطی که هدف، تعیین زیرتیپ ویروس باشد، می‌توان از سایر روش‌های مکمل استفاده کرد (۱۲).

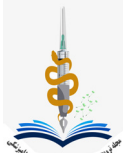


تصویر شماره ۳- کیت الیزا.

جدول شماره ۱- مقایسه انواع کیت‌های تشخیصی تب برفکی (۱۳).

ویژگی‌ها / نوع کیت	RT-PCR	ELISA آنتی‌ژن / آنتی‌بادی	LFD
نوع تشخیص	RNA ویروس	آنتی‌ژن / آنتی‌بادی NSP یا SP	آنتی‌ژن ویروس
زمان پاسخ‌دهی	۱-۳ ساعت	۲-۵ ساعت	۱۰-۲۰ دقیقه
نیاز به تجهیزات خاص	دارد (ترموسایکلر)	دارد (انکوباتور، ریدر)	ندارد
میزان دقت و حساسیت	بسیار بالا	بالا	متوسط
قابل استفاده در مزرعه	در صورت استفاده از کیت پرتابل	خیر	بله
قابلیت شناسایی سروتیپ	بله	بله	خیر
مناسب برای بررسی سابقه واکسیناسیون	خیر	بله	خیر
قیمت تقریبی	بالا	پایین	متوسط
نکته کلیدی	مناسب برای تایید نهایی و ردیابی ژنتیکی نیازمند محیط آزمایشگاه	مقرون به صرفه نیاز به محیط آزمایشگاهی	تشخیص فوری در محل

1. Complement Fixation Test.



زبان آبی، اکتیمای واگیر، طاعون نشخوار کنندگان کوچک و گنبدگی سم در گوسفند نیز می‌تواند با تب برفکی اشتباه شوند. اگر چه تاریخچه بیماری و درگیری گونه‌های مختلف می‌تواند شاخص با ارزشی در شناسایی بالینی باشد (۱۵). بنابراین در چنین شرایطی تأیید آزمایشگاهی تشخیص بالینی یا هر مورد مشکوک به تب برفکی ضروری می‌باشد (۱۶ و ۱۷). نوع نمونه‌هایی که در تشخیص بیماری تب برفکی در انواع کیت‌های تشخیصی بکار می‌روند از تنوع زیادی برخوردار نیستند بطور کلی این نمونه‌ها شامل اپی‌تلیوم تاولی تازه، بزاق، مایع وزیکولی، بافت زبان یا دهان می‌باشند.

برای تشخیص دقیق بیماری تب برفکی، انتخاب نوع و کیفیت نمونه‌های ارسالی به آزمایشگاه اهمیت زیادی دارد. در گاو، توصیه می‌شود حداقل ۲ سانتی‌متر مربع از بافت پوششی یک تاول تازه یا به تازگی پاره شده جمع‌آوری شود (۱۷). در گوسفند و بز، در صورت دسترسی، می‌توان از بافت پوششی تاول‌ها یا در موارد تلفات، از نمونه عضله قلب بره یا بزغاله تلف شده استفاده کرد (۱۴ و ۱۷). این نمونه‌ها باید در محلول نگهدارنده‌ای شامل مخلوط مساوی (۵۰:۵۰) گلیسرین و بافر فسفات ۰۴/۰ مولار (pH=۷/۴-۷/۶) قرار داده شوند. برای افزایش پایداری و جلوگیری از رشد عوامل میکروبی، افزودن آنتی‌بیوتیک‌ها و ضدقارچ‌ها به این محلول توصیه می‌شود؛ از جمله پنی‌سیلین (۱۰۰۰ واحد بین‌المللی در میلی‌لیتر)، سولفات نئوماکسین (۱۰۰ واحد)، سولفات پلی‌میکسین B50 (واحد) و نایستاتین یا میکوستاتین (۱۰۰ واحد).

این نمونه‌ها باید به یک آزمایشگاه مرجع و مجاز که دارای امکانات ایمنی زیستی و تجهیزات لازم برای جداسازی ویروس زنده تب برفکی و تعیین سروتیپ‌های درگیر است، ارسال شوند. علاوه بر نمونه‌های بافتی، امکان ارسال خون کامل یا لخته شده و همچنین نمونه‌های پروبانگ (وسیله گرفتن نمونه از حلق در دامپزشکی) نیز وجود دارد (۱۸). رعایت اصول صحیح نمونه‌برداری، نگهداری و انتقال، نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت تشخیص و برنامه‌ریزی اقدامات کنترلی بعدی دارد.

حمل و نگهداری

- زنجیره سرد (۴ درجه سانتی‌گراد)
- ارسال به آزمایشگاه در حداقل زمان ممکن (ظرف ۲۴ ساعت)
- ثبت دقیق تاریخ، مکان، اطلاعات دام و دامداری بر اساس اطلاعات GIS^۵
- لازم به ذکر است که نمونه‌گیری نادرست می‌تواند باعث جواب منفی کاذب شود.

بالینی تنها کافی نیست و باید با RT-PCR یا antigen ELISA برای تأیید ویروس اقدام شود.

- دام جدید یا مشکوکی از منطقه‌ای با خطر بالا وارد گله شود؛ در این شرایط تست آنتی‌بادی NSP پیش از ورود دام به گله، برای تشخیص سابقه عفونت یا واکسیناسیون ضروری است.

- تماس احتمالی با حیوانات وحشی یا دام مشکوک رخ داده باشد؛ در این موارد مشاهده فعال روزانه همراه با نمونه‌گیری مشکوک و تست‌های تشخیصی سریع توصیه می‌شود.

- در ایستگاه‌های قرنطینه یا مرزی؛

- هر گونه نقل و انتقال بین استانی یا بین‌المللی

- شک به شیوع بیماری در گله مبدا

- عملیات پایش دوره‌ای در مناطق پرخطر

نکته مهم

کنترل موفق بیماری تب برفکی مستلزم تلفیق اقدامات واکسیناسیون، قرنطینه و تشخیص سریع است. مطابق با توصیه‌های WOAH و FAO، تشخیص اولیه در ۲۴ ساعت نخست از بروز علائم بالینی حیاتی است تشخیص در ۲۴ ساعت اول بیماری نقش حیاتی در کنترل شیوع بیماری تب برفکی ایفا می‌کند زیرا حیوانات مبتلا، حتی قبل از بروز علائم بالینی، می‌توانند ویروس را منتقل کنند؛ یعنی یک حیوان ممکن است تا یک روز کامل قبل از بروز تب یا ضایعات بالینی، ناقل بیماری باشد. این فاصله زمانی به شدت خطرناک است، زیرا بدون تشخیص سریع، ویروس می‌تواند در سکوت، تمام گله را آلوده کند و کنترل شیوع را دشوار سازد. پس تشخیص در ۲۴ ساعت اول نخستین فرصت طلایی برای اعمال قرنطینه، واکسیناسیون یا سایر اقدامات فوری است تا زنجیره انتقال متوقف شود.

نکات مهم در نمونه‌گیری صحیح

موفقیت تأیید آزمایشگاهی تشخیص بالینی تب برفکی وابسته به ارسال مواد مناسب در شرایط قابل قبول می‌باشد. تب برفکی را به صورت بالینی به راحتی نمی‌توان از سایر بیماری‌های تاولی شامل تورم تاولی دهان در گاو^۲، بیماری تاولی^۳ و زانتمای تاولی در خوک^۴ تفريق نمود (۱۴ و ۱۵). در نشخوار کنندگان کوچک و نیز بعضی نژادهای گاو به دلیل تظاهر معمولاً گذرای جراحات و شباهت به ضایعاتی که به وسیله سایر بیماری‌ها ایجاد می‌شود نشانه‌های بالینی می‌تواند وضوح کمتری داشته باشد و به راحتی با سایر بیماری‌ها اشتباه گرفته شود (۱۶ و ۱۷).

به طور کلی جراحات ایجاد شده به وسیله ورم پستان هرپسی، IBR، بیماری مخاطی، تب نزلای بدخیم و طاعون در گاو و

2. Bovine vesicular stomatitis.

3. Swine vesicular disease.

4. Swine vesicular xantema.

5. Geographic Information System.

- Vet Sci. 2025;12(6):542. <https://doi.org/10.3390/vetsci12060542>.
2. Sinkala Y, Simuunza M, Pfeiffer DU, Munang'andu HM, Mulumba M, Kasanga CJ, Muma JB, Mweene AS. Challenges and economic implications in the control of foot and mouth disease in sub-saharan Africa: lessons from the zambian experience. Vet Med Int. 2014;2014:373921. doi: 10.1155/2014/373921.
 3. Reuters. Farmers group fears billion-euro loss from German foot-and-mouth disease outbreak. Reuters. 2025. Available from: <https://www.reuters.com/world/europe/farmers-group-fears-billion-euro-loss-german-foot-and-mouth-disease-2025-01-16>.
 4. Financial Times. Germany hit by foot-and-mouth outbreak as EU imposes livestock trade restrictions. Financial Times. 2025. Available from: <https://www.ft.com/content/f29cb979-6c3e-4f78-a39a-734279294895>.
 5. Jamal SM, Belsham GJ. Foot-and-mouth disease: past, present and future. Vet Res. 2013; 44:116. doi:10.1186/1297-9716-44-116.
 6. Nematollahi A, Lotfollahzadeh S, Asasi K. Control of foot and mouth disease in Iran: Strategies and challenges. Iranian J Vet Res. 2015;16(4):347-353.
 7. OIE (WOAH). (2021). Foot and Mouth Disease. World Organisation for Animal Health. Retrieved from: <https://www.woah.org/en/disease/foot-and-mouth-disease>
 8. Wong CL, Yong CY, Ong HK, Ho KL, Tan WS. Advances in the Diagnosis of Foot and Mouth Disease. Front Vet Sci. 2020;7:477. doi.10.3389/fvets.2020.00477
 9. Ferris NP, Donaldson AI. The World Reference Laboratory for Foot and Mouth Disease: a review of thirty-three years of activity (1958-1991). Rev sci tech Off int epiz. 1992;11(3):657-684.
 10. Roeder PL, LE Blanc Smith PM. The detection and typing of foot-and-mouth disease virus by enzyme-linked immunosorbent assay: a sensitive, rapid and reliable technique for primary diagnosis. Res Vet Sci. 1987;43:225-232.
 11. Ferris NP, Nordengrahn A, Hutchings GH. Reid SM, King DP, Ebert K, et al. Development and

توصیه ترویجی

توصیه می‌شود نیروهای فارم‌ها و مراکز قرنطینه برای کار با کیت‌های تشخیصی و نحوه نمونه‌برداری استاندارد آموزش داده شوند. همچنین کیت‌های استاندارد داخلی و بین‌المللی توسط سازمان دامپزشکی در مناطق پرخطر تهیه و توزیع گردند. پس از آن جهت ایجاد سیستم پایش فعال با کمک کیت‌های تشخیصی مناسب و استاندارد برای رصد مداوم سطح ایمنی گله‌ها پس از اجرای برنامه‌های واکسیناسیون، مراحل زیر در شرایط مورد نیاز طی شود؛

۱. نوع کیت تشخیصی را مبتنی بر استراتژی تشخیص بیماری و شرایط موجود انتخاب کنید.
۲. اصول نمونه‌گیری و زنجیره سرد را طی نمونه‌گیری و انتقال به آزمایشگاه رعایت کنید. برای نمونه‌ها کد و شرح بالینی را یادداشت کنید.
۳. براساس دستورالعمل کیت، نمونه را مورد ارزیابی قرار دهید.
۴. علائم بالینی و نتایج را در کنار هم تفسیر کنید.
۵. براساس شرایط گله و نوع تشخیص حاصل شده، نسبت به تدوین برنامه بهداشتی اقدام نمایید.

در کنار توصیه‌های ترویجی، موارد زیر نیز حائز اهمیت است؛

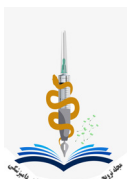
- توصیه به مراکز تولیدکننده واکسن: استفاده از کیت‌های تشخیصی به عنوان ابزار ارزیابی اثربخشی واکسن‌ها در حیوانات واکسینه شده
- توصیه به دامپزشکان: بهره‌گیری از کیت‌های سریع در غربالگری اولیه دام‌ها و کنترل میدانی سریع کانون‌های مشکوک بیماری
- توصیه به سیاست‌گذاران: ضرورت استانداردسازی فرآیند استفاده از کیت‌های تشخیصی در کشور و آموزش تخصصی پرسنل دامپزشکی

استفاده از کیت‌های استاندارد و مورد تأیید WOAH، به‌ویژه ELISA و PCR، در نظام پایش و مراقبت فعال کشور توصیه می‌شود. توسعه فناوری بومی در حوزه کیت‌های پپتیدی نیز گامی مؤثر در ارتقای ظرفیت تشخیص ملی است.

تشخیص سریع و دقیق تب برفکی از طریق کیت‌های تشخیصی، نقش کلیدی در مهار سریع اپیدمی‌ها و کاهش خسارات اقتصادی دارد. همکاری نزدیک بین صنایع واکسن‌سازی و فناوری‌های تشخیصی، زمینه‌ساز کنترل موثر بیماری خواهد بود.

فهرست منابع

1. Triatmojo A, Guntoro B, Strausz P, Muzayyanah MAU, Agustiar R, Kusza S. Socioeconomic Impact of Foot and Mouth Disease Outbreaks on Small-holder Cattle Farmers in Yogyakarta, Indonesia.



laboratory validation of a lateral flow device for the detection of foot-and-mouth disease virus in clinical samples. *J Virol Methods*. 2009;155 (1):10–17.

12. World Organisation for Animal Health (WOAH). (2025). *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, Chapter 2.1.5: Foot and Mouth Disease.* Paris: WOA. Available at:

[https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/2.01.05_FMD.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/2.01.05_FMD.pdf)

13. Brahma D, Sharma K, Barman NN, Deka P, Borah B, Buragohain BM, et al. Comparing Typing Methods for Foot-and-Mouth Disease Virus Serotypes: Sandwich ELISA, Multiplex PCR, RT-LAMP and SYBR Green Real-time PCR. *Indian J Anim Res*. 2024;43(2):225-32.

14. Murphy FA, Gibbd EPJ, Horzinek MC, Stud-

dert MJ. *Veterinary Virology*, 3 edition, Academic press;1999:521- 528.

15. Remond M, Kaiser C, Lebreton F. Diagnosis and screening of foot and mouth disease. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 2002;25:309-320. doi: 10.1016/s0147-9571(02)00028-0.

16. Kitching RP. Identification of foot and mouth disease virus carrier and Subclinically infected animals and differentiation form vaccinated animals. *Rev sci tech*. 2002;21(3):531 -538. doi: 10.20506/rst.21.3.1365.

17. Kitching RP, Hughes GJ. Clinical variation in foot and mouth disease :sheep and goates. *Rev sci tech* 2002;21(3):505-512. DOI: 10.20506/rst.21.3.1342.

18. Kitching RP. Clinical variation in foot and mouth disease:cattle. *Rev Sci tech*. 2002;21(3):499-504. DOI: 10.20506/rst.21.3.1343.

