



## نانو دارو، افق روشن پیش روی تب برفکی

### Nano Drugs, Bright Horizons ahead of the Foot-and-Mouth Disease

#### چکیده

بیماری تب برفکی به‌عنوان یک بیماری عفونی واگیردار دامی، جمعیت دامی زوج سمان از جمله گونه‌های نشخوارکنندگان اهلی نظیر گاو، گاو میش، گوسفند و بز و همچنین نشخوارکنندگان وحشی (آهو، گوزن و...)، خوک و گراز را مبتلا می‌کند. اهمیت توجه به این بیماری و معرفی آن، از آن سبب است که خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به سرمایه‌های دامی دامداران زده و از این حیث اختلالات بسیاری را در چرخه سلامت دام و انسان به وجود می‌آورد. این تحقیق به معرفی و شناسایی این بیماری، علائم بالینی آن در دام و انسان، همچنین روش‌های پیشگیری و مبارزه با آن و نقش نانو داروها در درمان این بیماری می‌پردازد.

**واژه‌های کلیدی:** تب برفکی، پیشگیری، درمان، نانو دارو

#### مقدمه

تب برفکی (Foot and Mouth Disease) یکی از مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی واگیردار و حاد زوج سمان بوده که به دلیل اهمیت واگیری و خطرات اقتصادی، جزء بیماری‌های گروه A (اخطار کردنی) OIE قرار دارد و تلاش زیادی توسط کشورهای مختلف جهت پیشگیری از ورود، مبارزه یا ریشه‌کنی آن به عمل می‌آید (سلیمی راد، ۱۳۸۷).

در این بیماری، شدت واگیری در دام‌های حساس بسیار بالا بوده ولی میزان مرگ‌ومیر آن پایین بوده و عمدتاً دام‌های جوان را در بر می‌گیرد (پور تقی و همکاران، ۱۳۸۹؛ معتمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

بیماری تب برفکی در خاورمیانه از جمله ایران، بومی است. کنترل بیماری در چنین کشورهایی کاری است بسیار سخت و پرهزینه و اساس کنترل بر پایه‌ی واکسیناسیون جمعیت گاو استوار است. تب برفکی در سال ۱۳۳۰ در کشور گزارش شده و در سال ۱۳۳۴ تیپ O ویروس تب برفکی در سال ۱۳۳۹ تیپ A و در سال ۱۳۴۲، Asia 1 برای اولین بار جدا گردید. از آن زمان به بعد، هراز چندگاه کشور درگیر همه‌گیری‌های ناشی از این سروتیپ‌ها بوده است. در برخی از موارد نظیر همه‌گیری‌های سال ۱۳۶۶ (تیپ A)، سال ۱۳۸۹ وقوع نوع جدید (سروتیپ O) شاهد مرگ‌ومیر غیرمعمول ناشی از بیماری هستیم (زانگ و کیچینگ، ۲۰۰۱؛ ساتمولر و همکاران، ۲۰۰۳).

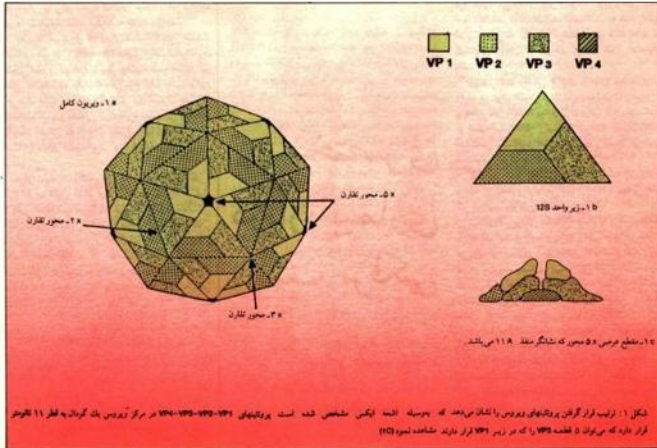
این بیماری بیشتر در جمعیت‌های دامی مطرح بوده و خسارات اقتصادی بسیار زیادی را به همراه دارد و به دلیل عواملی همچون سرعت انتشار و شدت عفونت‌زایی، جزء مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی دام محسوب می‌گردد به طوری که در رده‌بندی بیماری‌های دام در گروه A (طبقه‌بندی بیماری‌های دفتر بین‌المللی بیماری‌های واگیر دام) قرار گرفته است؛ بنابراین، در کشور مان نیز این بیماری مهم‌ترین عامل تهدیدکننده‌ی سرمایه و تولیدات دامی و اولین بیماری دامی در جدول مبارزه با بیماری‌های دام محسوب می‌گردد (پور تقی و همکاران، ۱۳۸۹؛ جیرانی و همکاران، ۲۰۱۲).

در این ارتباط، گوسفند و بز به‌ویژه می‌توانند در اپیدمیولوژی تب برفکی خطرناک باشند زیرا معمولاً فاقد یا دارای نشانه‌های بالینی بسیار خفیف می‌باشند که حتی می‌تواند از چشم دامپزشکان با تجربه نیز دور بماند و ویروس به راحتی منتشر شود. از این رو نشخوارکنندگان کوچک اهلی به عنوان یکی از عوامل زیاد شدن و انتشار ویروس تب برفکی در محیط محسوب می‌گردند (کیچینگ، ۲۰۰۲ الف؛ کیچینگ، ۲۰۰۲ ب، به نقل از زیبایی و همکاران، ۱۳۹۴). لذا توجه به این حیطه ضروری و پراهمیت می‌باشد.

#### اهمیت بیماری

بیماری تب برفکی به دلایل زیر به‌عنوان مهم‌ترین بیماری واگیر دام‌ها به شمار می‌آید:

- ۱- ویروس عامل بیماری، یکی از ویروس‌های مقاوم به شرایط محیطی به حساب می‌آید. به‌طور مثال، این ویروس در کود حیوان تا ۹۰ روز و بر روی لباس و لوازم دامداری تا ۷۰ روز زنده باقی می‌ماند.
- ۲- بیماری دارای سرعت انتشار بالا بوده و تا ۱۰۰ درصد دام‌های حساس را مبتلا می‌کند.
- ۳- باعث مرگ‌ومیر در دام‌های جوان (گوساله، بره و بزغاله) می‌شود.
- ۴- شدت بیماری در دام‌های خالص و پر تولید بیشتر است.
- ۵- باعث افزایش موارد ورم پستان و کاهش شدید شیر در گله‌ها می‌گردد.
- ۶- باعث افزایش موارد سقط‌جنین در دام‌های آبستن می‌گردد.
- ۷- باعث افزایش هزینه‌های درمان و تحمیل هزینه‌ها، واکسیناسیون و هزینه‌ی ضدعفونی در واحدهای آلوده می‌گردد.



شکل ۱- ترتیب قرار گرفتن پروتئین‌های ویروس

پیکورناویروس‌ها، دسته‌ی وسیع و فوق‌العاده مقاومی از ویروس‌ها هستند که بسیار کوچک بوده و به همین دلیل به آن‌ها «PICO» به معنی «کوچک»، گفته می‌شود. اندازه‌ی ویروس (۲۰-۳۰ نانومتر) بوده و فاقد پوشش و دارای ژنومی از جنس RNA تک‌رشته‌ای است. پیکورناویروس‌ها در مقابل اکثر مواد شیمیایی، چربی‌ها، مواد دترجنت (پاک‌کننده یا صابونی)، املاح صفراوی، خشک شدن و درجه حرارت پائین مقاوم هستند ولی به سود (NaOH)، ترکیبات یددار و بی‌کربنات سدیم حساس بوده و غیرفعال می‌شوند، همچنین در مقابل اسیدها خصوصاً اسیدلاکتیک، حساس بوده و ویروس تب برفکی از بین می‌رود (رفت‌هایی از اسیدلاکتیک برای ضدعفونی لابراتوارهای تب برفکی و اسطبل‌ها استفاده می‌شود). ویروس تب برفکی فاقد لیپید بوده و در مقابل کلروفرم و اتر مقاوم است (از کلروفرم در لابراتوارهای تب برفکی برای تصفیه‌ی ویروس از مواد زائد استفاده می‌شود و ویروس‌های بعدست‌آمده برای سرولوژی و تهیه‌ی واکسن مناسب می‌باشند) (شاهمرادی، ۱۳۷۱).

### راه‌های انتقال بیماری تب برفکی

- ۱- ویروس عامل بیماری در دستگاه تنفسی، بزاق، شیر، ادرار، مدفوع، خون، گوشت، اندام‌های داخلی، جنین سقط شده و ترشحات همراه آن و اسپرم دام‌های بیمار، وجود دارد.
- ۲- ویروس عامل بیماری می‌تواند به همراه باد از منطقه‌ای به منطقه‌ی دیگر و تا شعاع زیاد منتقل شود.
- ۳- ویروس بیماری تب برفکی می‌تواند به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم به دام‌های دیگر منتقل شود.

- ۸- باعث کاهش شدید تولید گوشت، شیر و پشم می‌گردد.
- ۹- باعث کاهش مقاومت دام در برابر بیماری‌ها و در نتیجه افزایش وقوع دیگر بیماری‌های دامی می‌گردد.
- ۱۰- باعث باقی ماندن عفونت برای مدت‌های طولانی (ماه‌ها تا سال‌ها) در گله می‌گردد. به همین دلیل، در هنگام خرید دام، به سوابق سلامت گله و واکسیناسیون بایستی توجه گردد.
- ۱۱- باعث توقف صادرات دام و فرآورده‌های خام دامی می‌گردد (سازمان جهاد کشاورزی استان قم).

### ساختمان ویروس تب برفکی

ویروس عامل بیماری یک نوع پیکورناویروس (۲۴ nm نانومتر) است که در برابر اسید ناپایدار بوده و چگالی شناور آن در کلراید منیزیموم ۱/۴۳ گرم در میلی‌لیتر است. این ویروس در نقاط تاریک و مرطوب برای مدتی طولانی زنده می‌ماند. اسیدیته‌ی گوشت در مدت کوتاهی حتی اگر در یخچال نگهداری شود، ویروس تب برفکی را از بین می‌برد، ولی در اندام‌های داخلی و مغز استخوان که در معرض اسیدیته‌ی گوشت قرار ندارند، می‌توان ویروس را تا ۴۰ روز و حتی بیشتر خصوصاً در یخچال زنده نگهداشت. این ویروس‌ها سبب بیماری‌های تاولی عفونی مانند بیماری تب برفکی و بیماری وزیکولی خوک (S.V.D) می‌گردند. این ویروس‌ها همچنین باعث آلودگی مجاری تنفسی می‌شوند (شاهمرادی، ۱۳۷۱).

ویروس تب برفکی که از خانواده‌ی پیکورناویریده و از جنس آفتوویروس است، دارای ۷ سروتیپ مشخص و بیش از ۶۰ تحت تیپ از نظر ایمونولوژی است. تیپ‌های تب برفکی عبارت‌اند از: SAT۳، C، O، A، Asial، SAT۲، SAT۴ و تیپ‌های مذکور از نظر خواص آنتی‌ژنی باهم متفاوت بوده و واکسن ساخته‌شده برای یک تیپ قادر به ایجاد ایمنی در مقابل سایر تیپ‌ها نمی‌باشد (پور تقی و همکاران، ۱۳۸۹؛ معتمدی و همکاران، ۱۳۹۰؛ الچینگورا و همکاران، ۲۰۰۵).

در تحقیقات اخیر، گروهی از دانشمندان دپارتمان بیوتکنولوژی شرکت ولکام با همکاری دانشگاه آکسفورد انگلستان، ساختمان ویروس (F.M.D) به وسیله‌ی اشعه‌ی ایکس را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند و با کمک این اشعه و خاصیت انکسار نور توانسته‌اند شکل دقیقی از ویروس تب برفکی به دست آورند (شاهمرادی، ۱۳۷۱).

کاهش تولید شیر و بی‌حالی، مشاهده می‌گردد؛ که به دنبال کاهش تب در دام بیمار، علائم زیر را نمایان می‌گردد:

- ۱- ریزش بزاق (بزاق کف‌آلود)
- ۲- دندان‌فروچه
- ۳- زخم و تاول بر روی زبان و مخاط دهان (که گاهی منجر به کنده شدن تمام پوست لثه و زبان می‌گردد)
- ۴- زخم و تاول در سُم
- ۵- لنگش شدید
- ۶- زخم و تاول بر روی سر پستانک‌ها و قسمت پایین پستان که گاهی منجر به ورم پستان می‌گردد
- ۷- ابتلا سکنه قلب در دام‌های جوان می‌تواند باعث بروز مرگ ناگهانی گردد
- ۸- در دام‌های آبستن سنگین نیز سقط‌جنین ممکن است مشاهده گردد (سازمان جهاد کشاورزی استان قم).



شکل ۲- دام مبتلا به ویروس

(الف) انتقال مستقیم: به‌عنوان مهم‌ترین راه انتقال بیماری به حساب می‌آید و دام‌های بیمار یا دام‌های آلوده به‌ظاهر سالم، ویروس عامل بیماری را همراه هوای تنفسی به دام‌های دیگر انتقال داده و سبب بروز بیماری در دام‌های حساس می‌گردد. گوساله، بره، بزغاله از طریق خوردن شیر دام‌های آلوده مبتلا می‌شوند.

(ب) انتقال غیرمستقیم: در این روش ویروس عامل بیماری توسط آب، علوفه، وسایل دامداری، وسایل نقلیه، تردد افراد متفرقه، تردد دلالان و یا از طریق حیواناتی مانند گربه و پرندگان از واحدهای آلوده به واحدهای سالم منتقل می‌شود (سازمان جهاد کشاورزی استان قم).

#### روش شناسایی بیماری تب برفکی

روش شناسایی حاملان تب برفکی، استفاده از نمونه‌ی مایع مری-حلقی روی کشت سلولی است که این نمونه، مخلوطی از موکوس و سلول‌های پوششی قسمت‌های قدامی مری و حلق بوده و توسط فنجانک پروبانگ برداشت می‌گردد (زانگ و الکساندرسون، ۲۰۰۳)؛ اما حضور ویروس در ناحیه‌ی حلق حیوانات حامل می‌تواند به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای متغیر باشد. جداسازی ویروس وابسته به زمان نمونه‌گیری و عواملی چون مهارت در نمونه‌گیری و روش نگهداری نمونه است. آزمایش جداسازی ویروس بر روی کشت سلولی یکی از معتبرترین آزمایش‌های تشخیصی است؛ اما این آزمایش نیز مشکلات خاص خود را دارد. چرا که با توجه به وقت‌گیر بودن و نیز هزینه‌ی بالا، انجام این آزمایش مشکل‌ساز بوده، همچنین نیاز به تجهیزات اختصاصی و تجربه‌ی زیاد دارد (زیبائی و همکاران، ۱۳۹۴).

در پژوهشی با عنوان «تشخیص ویروس تب برفکی در نمونه‌های کلینیکی به روش RT-PCR» به این نتیجه رسیدند که با این روش سریع تشخیصی مولکولی که بسیار حساس و اختصاصی بوده و در کمتر از ۸ ساعت قادر به شناسایی ویروس تب برفکی در نمونه‌های بالینی است. لذا در تشخیص به‌موقع همه‌گیری‌های مشکوک به بیماری تب برفکی، این روش از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است (قریشی و همکاران، ۱۳۷۹).

#### علائم بالینی بیماری تب برفکی در گاو

ویروس عامل بیماری، ۵ تا ۷ روز بعد از وارد شدن به بدن دام باعث بیماری دام می‌شود. علائم بیماری در ابتدا به‌صورت تب بالا،

به عنوان یاور بوده و مدت ایمنی آن ۶ ماه است. مؤثر بودن این واکسن، به‌وسیله‌ی آزمون‌های سرولوژیک-تزریق به کف پای خوکی‌های هندی و همچنین تزریق به گوساله و گوسفند، کنترل می‌شود. بهترین محل تزریق این واکسن در گاو، ناحیه‌ی غبغب و یا یکی از دو طرف گردن و در گوسفند و بز، یکی از دو طرف گردن بوده و تزریق باید منحصراً زیر جلدی صورت گیرد (شاهمرادی، ۱۳۷۱).

طالب شوستری و همکاران (۱۳۸۲) با مقایسه‌ی اثربخشی و طول دوره‌ی ایمنی واکسن تب برفکی ساخته‌شده با دو یاور آبی (آزل دالمین + ساپونین) و (مونتااید)، به این نتیجه نائل شدند که استفاده از روغن ISA۲۵ به‌عنوان یاور واکسن تب برفکی، به دلیل سطح ایمنی مطلوب و طولانی و ساده بودن تولید و نیز پایداری آن می‌تواند در کشور ما ساخته شده و به‌منظور ایجاد یک ایمنی مطلوب و طولانی‌تر از واکسن آبی به مصرف برسد.

#### نقش ضدعفونی‌کننده‌ها در بیماری تب برفکی

ضدعفونی‌کننده‌ی مناسب، علاوه بر این که باید قدرت ویروس کشی مناسب داشته باشد، باید از لحاظ اقتصادی به‌صرفه بوده و ضرری برای انسان و یا دام نداشته باشد. در این راستا، رفیعی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهش خود به بررسی تأثیر مستقیم نانو ذره اکسید منیزیم روی ویروس تب برفکی در شرایط آزمایشگاهی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نانو ذرات منیزیم علی‌رغم نیاز به مصرف کم در مقدار آن‌ها، توانایی ویروس کشی بسیار مناسبی را دارا هستند.

#### نقش نانوداروها در درمان بیماری تب برفکی

مبارزه با بیماری تب برفکی در بعضی از کشورها منحصراً با روش «stomping out» (ذبح و معدوم نمودن تمام دام‌های آلوده، ایزوله نمودن منطقه‌ی آلوده، کنترل در ورود و خروج دام‌ها، کنترل دام، گوشت و سایر مواد غذایی دامی وارده به کشور، قرنطینه و ...) انجام می‌شود. همچنین، در اغلب کشورهای اروپایی علاوه بر واکسیناسیون دام‌ها و روش «stomping out» انجام می‌گیرد ولی در غالب کشورهای دیگر جهان، مبارزه با واکسیناسیون انجام می‌پذیرد (شاهمرادی، ۱۳۷۱).

البته تاکنون درمان اختصاصی برای درمان این بیماری وجود

در کل، عفونت پایدار غیر آشکار، یکی از پیامدهای متداول اشکال درمانگاهی و تحت درمانگاهی عفونت یا ویروس تب برفکی در نشخوارکنندگان است که وضعیت حامل نامیده می‌شود (رید و همکاران، ۲۰۰۱).

البته این بیماری در گاوهای بالغ از احتمال کشندگی کمی برخوردار است اما در اثر ایجاد میوکاردیت در کم سن و سال‌ها کشندگی بالایی دارد. دوره‌ی بهبودی این بیماری ۸ تا ۱۵ روز است. گاو، گوسفند، بز، خوک و همه‌ی نشخوارکنندگان وحشی میزبانان این ویروس هستند البته شتر از استعداد کمی برای ابتلا برخوردار است (اسماعیل پور، ۱۳۹۴).

#### علائم بیماری تب برفکی در گوسفند و بز

- ۱- شدت علائم بیماری در گوسفند کم‌تر از گاو بوده و مهم‌ترین علامت بیماری، لنگش و آگیرداری در گله است.
- ۲- بعضی از دام‌های بیمار ممکن است علائم تاول و زخم کوچک در سم و دهان را نشان دهند.
- ۳- دام‌های آبستن ممکن است دچار سقط‌جنین شوند.
- ۴- بیماری در دام‌های جوان (بره و بزغاله) باعث مرگ ناگهانی ناشی از ابتلا قلب می‌گردد (سازمان جهاد کشاورزی استان قم).

#### تب برفکی در انسان

بیماری تب برفکی (FMD)، انسان را از طریق تماس یا خوردن گوشت آلوده با پخت ناقص مبتلا می‌سازد و می‌توان این بیماری را جزء زئونوزها به شمار آورد. ولی در هر صورت بیماری تب برفکی در انسان به‌ندرت گزارش شده است. مشخصات بیماری در انسان شامل تب، افزایش ترشح بزاق و وجود وزیکول‌هایی در مخاط حلق، دهان و پوست کف دست‌وپا است (شاهمرادی، ۱۳۷۱).

#### واکسیناسیون و پیشگیری از بیماری تب برفکی

در بخش تحقیق و تولید واکسن تب برفکی، مؤسسه‌ی رازی کرج، کشت و تکثیر ویروس‌های تب برفکی با متد کشت سلولی (از سال ۱۳۳۹ تا ۱۳۵۴)، متد فرانکل (از سال ۱۳۴۲ تا ۱۳۶۸) و متد کشت سلول BHK به‌صورت سوسپانسیون (از سال ۱۳۵۴ تا به امروز) انجام داده و واکسنی تهیه شده که به‌وسیله‌ی فرمالین غیرفعال شده است. در این واکسن آلومینیوم هیدروکساید سوسپونین

### نتیجه‌گیری

بیماری تب برفکی از جمله بیماری‌هایی است که سالانه خسارات هنگفتی را بر سلامت جامعه تحمیل نموده که این موضوع، ضرورت و اهمیت شناخت ابعاد مختلف این بیماری و توجه به پیشگیری از این بیماری را بیش از پیش روشن می‌ساخته و بر آن صحنه می‌گذارد. چرا که آنچه مسلم است، پیشگیری همواره بهتر از درمان بوده است؛ اما مایه‌ی بسی مباحثات است که تلاش بی‌وقفه‌ی یاوران سلامت در عرصه‌ی دانش و تولید به بار نشسته، قدم‌هایی مستحکم در راه درمان این بیماری برداشته شده و افتخار این تلاش به نام کشورمان رقم خورده است. در این راستا، نانوداروی کشف شده می‌تواند در جهت درمان این بیماری مهلک که ضررها و هزینه‌های زیادی را بر دامداران زحمتکش میهنمان و همچنین نظام دامپزشکی و به تبع آن چرخه‌ی بهداشتی درمانی کشورمان وارد می‌کند، مؤثر واقع گردد.

### منابع

- ۱- اسماعیل پور، م. (۱۳۹۴). "راه‌های پیشگیری و کنترل بیماری تب برفکی." همایش ملی یافته‌های نوین در پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه، آذربایجان، ایران.
- ۲- پور تقی، غ.، توکلی، ر.، توکلی، ح.، رفعتی، ح.، عامریون، الف.، کریمی، الف.، معصوم بیگی، ح. و سنایی نسب، ح. (۱۳۸۹). "تب برفکی." فصلنامه‌ی علمی و آموزشی دفتر توسعه‌ی آموزش دانشکده‌ی بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، ۱۰ (۳۷)، ۱۶-۲۵.
- ۳- رفیعی، س.، رضا توفیقی، س.ا.، رعایایی اردکانی، م. و مددکار، ا. (۱۳۹۴). "بررسی تأثیر مستقیم نانو ذره اکسید منیزیم روی ویروس تب برفکی در شرایط آزمایشگاهی." نشریه‌ی میکروبیولوژی دامپزشکی، ۱۱(۱)، ۳۹-۴۷.
- ۴- زیبایی، س.، رضائی، ص. و رشتی باف، م. (۱۳۹۴). "بررسی فراوانی حامل‌های ویروس تب برفکی در گوسفندان ذبحی کشتارگاه صنعتی مشهد با استفاده از RT-PCR." مجله‌ی تحقیقات دامپزشکی، ۷۰ (۱)، ۷-۱۴.
- ۵- سازمان جهاد کشاورزی استان قم (۱۳۸۹). "آشنایی با بیماری تب برفکی، اداره‌ی کل دامپزشکی استان قم." مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی.
- ۶- سلیمانی تبار، م. و ملکوتی خواه، ج. (۱۳۹۶). "گذری بر نانو

نداشت و معمولاً بهترین راه‌حل، پیشگیری بود (پور تقی و همکاران، ۱۳۸۹)؛ اما اخیراً، یکی از کارشناسان دانشگاه بوعلی سینا با همکاری پژوهشکده انستیتو پاستور شمال کشور شعبه‌ی آمل موفق به کشف داروی ضد ویروس تب برفکی شده و بدین ترتیب، درمان بیماری تب برفکی با نانو داروهای گیاهی امکان‌پذیر شد.

نانو داروهای گیاهی را «اسماعیل قادری» عضو هسته‌ی فناوری مستقر در مرکز رشد پژوهشکده‌ی انستیتو پاستور شعبه‌ی آمل تهیه کرده و مورد تأیید اداره کل دامپزشکی مازندران نیز قرار گرفته است. این موفقیت علمی برای درمان قطعی و اولیه تب برفکی دستاورد بزرگی است که دوره درمان را در مقایسه با داروهای مشابه شیمیایی، کوتاه‌تر می‌کند و خطر مرگ دام‌ها را کاهش می‌دهد.

نانوذرات استفاده شده برای انتقال دارو شامل انواع ساختارها با اندازه، شکل و مواد مختلف هستند که هر کدام ظرفیت بارگیری دارو، آزادسازی، هدف‌گیری سلولی و پایداری متفاوتی دارند (هو همکاران، ۲۰۱۰).

نانو دارو یکی از شاخه‌های نانوتکنولوژی است که با استفاده از آن می‌توان ابزار قدرتمند و پراستفاده‌ای در زمینه پزشکی و تحقیقاتی ساخت. علاوه بر ساخت ابزار، علم نانودارو به ساختارهای مواد و داروها هم مربوط می‌شود و در زیرشاخه‌های خود به درمان بیماری‌های خاص و جراحی‌های حساس و حرفه‌ای نیز می‌پردازد البته استفاده نانو دارو به این شکل نیست که این علم به صورت مستقیم در تولید و ساخت خود دارو نقش داشته باشد؛ بلکه در نحوه‌ی پخش شدن آن در بدن تأثیر دارد و این کار داروها را افزایش می‌دهد. از همین قابلیت برای درمان بیشتر سرطان‌ها استفاده شده است. سیستم دارورسانی نوین (نانو) عبارت است از رساندن دارو در یک زمان معین و با دوز کنترل شده به اهداف دارویی خاص، این کار به نحو چشمگیری ایمن‌تر و بسیار مؤثرتر از پخش دارو در تمام بدن است. یکی از مشکلاتی که وجود دارد این است که اهداف در بدن بسیار کوچک و پراکنده می‌باشند. دارورسانی نوین عوارض ناخواسته را کاهش می‌دهد و دوزهای کمتری را مصرف می‌کند. استفاده از دارورسانی نوین می‌تواند، اجازه استفاده از روش‌های جدید درمانی را به ما بدهد (سلیمانی تبار و ملکوتی خواه، ۱۳۹۶).

and Research Institute, 67, 101-107.

16. Kitching, R.P. (2002) "Clinical variation in foot and mouth disease cattle." *Revue Scientifique Et Technique De L Office International Des Epizooties*, 21, 499-504.

17. Kitching, R.P. (2002). "Identification of foot and mouth disease virus carrier and subclinically infected animals and differentiation from vaccinated animals." *Revue scientifique et technique International Office of Epizootics*, 21, 531-538.

18. Reid, S.M., Ferris, N.P., Hutching, G.H., De Clerk, K., Newman, B.J., Knowles, N.J. and Samuel, A.R. (2001). "Diagnosis of foot-and-mouth disease by RTPCR: use of phylogenetic data to evaluate primers for typing of viral RNA in clinical samples." *Archives of Virology*, 146, 2421-2434.

19. Sutmoller, P., Barteling, S.S., Olascoaga, R.C. and Sumption, K.J. (2003). "Control and eradication of foot-and-mouth disease." *Virus Research*, 91, 101-144.

20. Zhang, Z. and Alexanderson, S. (2003). "Detection of carrier cattle and sheep persistently infected with foot-and-mouth disease virus by a rapid real-time RTPCR assay." *The Journal of Virological Methods*, 111, 95-100.

21. Zhang, Z.D. and Kitching, R.P. (2001). "The localization of persistent foot and mouth disease virus in the epithelial cells of the soft palate and pharynx." *The Journal of Comparative Pathology*, 124, 89-94.

فناوری و نانوداروهای تجاری شده." فصلنامه‌ی اینترنتی پیام فن بازار سلامت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران و دبیرخانه‌ی دائمی فن بازار ملی سلامت.

۷- سلیمی راد، م. (۱۳۸۷). "تب برفکی و یافته‌های جدید در خصوص آن." مجموعه مقالات یازدهمین کنگره‌ی دامپزشکی ایران، ۱۴۰-۱۴۲.

۸- شاهمرادی، ا.ح. (۱۳۷۱). "مختصری درباره‌ی بیماری تب برفکی." مؤسسه‌ی تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، ۵ (۱)، ۱۰۱-۱۰۳.

۹- طالب شوشتری، ع.، مهروانی، ه.، صالحی زاده، م. و اهورائی، پ. (۱۳۸۲). "مقایسه‌ی اثربخشی و طول دوره‌ی ایمنی واکسن تب برفکی ساخته شده با دو یاور آبی [ژل دالومین+سایونین] و (مونتانااید)." پژوهش و سازندگی، ۵۸، ۸۷-۸۹.

۱۰- قریشی، س.ع.، دلیری، م.، حاجیان، ت.، بانوئی، م.م. و الوندی، ع. (۱۳۸۰). "تشخیص ویروس تب برفکی در نمونه‌های کلینیکی به روش RT-PCR." پژوهش و سازندگی، ۵۳، ۱۰-۱۲.

۱۱- معتمدی سده، ف.، سلیمان جاهی، ح.، جلیلیان، ا. و مهروانی، ه. (۱۳۹۰). "ساخت ناقل بیانی حاوی ژن VPI ویروس تب برفکی سویه‌ی O (typeO/IRN/1/2007 FMDV)، تأیید پروتئین تولید شده در سلول‌های کلیه بچه‌هامستر (BHK21) و ارزیابی پاسخ ایمنی در مدل موشی." مجله‌ی علوم پزشکی مدرس، آسیب‌شناسی زیستی، ۱۴ (۳)، ۶۹-۷۹.

13. Elechiguerra, J.L., Burt, J.L., Morones, J.R., Camacho-Bragado, A., Gao, X., Lara, H.H. and Yacaman, M.J. (2005). "Interaction of silver nanoparticles with HIV-1 virus." *Journal of Nanobiotechnology*, 29, 3-6.

14. Hu, C.M. J., Aryal, S., and Zhang, L. (2010). "Nanoparticle-assisted Combination Therapies for Effective Cancer Treatment." *Therapeutic Delivery*, 1, 323-334.

15. Jeirani, F., Ahmadi, A., Azimi, M. and Mahravani, H. (2012). "Rapid and accurate diagnosis of Foot and Mouth Disease virus by Real-time PCR in field samples." *Razi Vaccine*