Print-ISSN: 2423-5695
Electronic-ISSN: 27833291

# التیام

نشریه علمی

کاربرد اپیدمیولوژی، آمار و روش تحقیق در خدمات و پژوهش های دامپزشکی

سردبیر مهمان

دکتر حسام الدین اکبرین

برگرفته از عکس روی جلد کتاب Veterinary clinical epidemiology from patient to population از رونالد دی اسمیت.

دوره ۱۰، شماره ۲، ۱۴۰۲

عنوان شماره بعد: سترونی و پیشگیری از عفونت در جراحی دامپزشکی

سردبیر مهمان : دکتر داوود کاظمی

# التـــیام

نشریه علمی انجمن جراحی دامپزشکی ایران

با اعتبـــار علمـــی بـــه شـــماره ۸۴/۱۸/۸۰۵۵ مـــورخ ۱۳۹۳/۱۰/۲۵ از وزارت علـــوم، تحقیقـــات و فنـــاوری

نمایه شده در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام www.isc.gov.ir

پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی www.sid.ir

بانک اطلاعات نشریات کشور www.magiran.com

دوره ۱۰ شماره ۱. ۱۴۰۲

Print-ISSN: 5695-2423

Electronic-ISSN: 27833291

# التـــیام

## کاربرد اپیدمیولوژی، آمار و روش تحقیق در خدمات و پژوهش‌های دامپزشکی

صاحب امتیاز: انجمن جراحی دامپزشکی ایران

سردبیر: دکتر احمدرضا محمدنیا

سردبیر مهمان: دکتر حسام‌الدین اکبرین

(استادیار اپیدمیولوژی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران)

مدیر داخلی: دکتر مرضیه فائزی

هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر بهارک اختردانش (استاد داخلی دام های کوچک، دانشکده دامپزشکی شهید باهنر کرمان)

دکتر آذین توکلی (دانشیار جراحی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد گرمسار)

دکتر محمد مهدی دهقان (استاد جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران)

دکتر ابوتراب طباطبایی نایینی (استاد جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز)

دکتر محمد مهدی علومی (استاد جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید باهنرکرمان)

دکتر سید مهدی قمصری (استاد جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران)

دکتر احمدرضا محمدنیا (دانشیار جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد)

دکتر ایرج نوروزیان (استاد جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران)

آدرس دبیرخانه: خراسان رضوی - مشهد - بزرگراه آسیایی - روبه روی بیمارستان رضوی - بیمارستان و پلی‌کلینیک تخصصی دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، کد پستی: ۹۱۸۷۱۹۵۷۸۶

تلفن: ۳۶۵۷۹۴۳۰ - ۰۵۱ نمابر: ۳۶۵۷۹۴۳۰ - ۰۵۱

وب سایت : www.eltiamjournal.ir پست الکترونیک: eltiam.ivsa@yahoo.com

## سخن سردبیر

منت خدای را عز و جل که باردیگر افتخار انتشار شماره دیگری از مجله التیام را فراهم کرد. از سردبیر مهمان این شماره جناب آقای دکتر اکبرین که در گردآوری این شماره با تفاوت‌های نسبتا زیاد نسبت به سایر شماره‌های مجله تلاش کردند، صمیمانه سپاسگزارم .

هرچند دانش کافی در زمینه علوم اپیدمیولوژی دامپزشکی ندارم و امیدوارم که با خواندن مقالات این شماره بر دانش خود بیافزایم و زمینه‌های نسبتا تاریکی که در این قسمت‌ها برایم وجود دارد روشن‌تر شوند، بر این باورم که علم داده و فرآوری آن اهمیت بسیار بالایی در توسعه و پویایی همه علوم از جمله علوم درمانگاهی دامپزشکی و جراحی دارد. از دید من شاید این قسمت از علوم، قطعه گم‌شده بسیاری از خدمات دامپزشکی باشد که نبود یا کم‌رنگ بودن این قطعه منجر به کم‌رنگ شدن اهداف اصلی حرفه دامپزشکی و جایگاه آن شده است.

مجله التیام از ابتدای شکل‌گیری خود تا کنون بر روی موضوعات مختلف تمرکز کرده و با بهره‌گیری ازنیروی اساتید دامپزشکی کشور ۱۴ شماره در حوزه‌های مختلف تخصصی منتشر کرده است. هفت سال پیش با انتشار شماره یک از دوره ۴ ، آقای دکتر کامران سرداری به عنوان اولین سردبیر مهمان در کنار ما قرار گرفتند و دوره جدید انتشار مقالات مروری با بهره گیری از نیروی سردبیران مهمان آغاز شد. افتخار این را داشتیم تا از توان همکارانی از دانشکده‌های دامپزشکی فردوسی مشهد، تهران، شهید چمران اهواز، ارومیه، شیراز و شهید باهنر کرمان بهره بگیریم و ۱۰۹ مقاله مروری بسیار ارزشمند در حوزه‌های مختلف منتشر کنیم. به راحتی می‌توان ادعا کرد که شاید این حجم از مقالات مروری تا کنون در هیچ یک از نشریات دامپزشکی کشور منتشر نشده است و با توجه به اینکه به شکل رایگان در اختیار همه بهره‌گیرندگان قرار گرفته است، بانک اطلاعاتی بسیار خوبی را فراهم کرده است.

برخود لازم می‌دانم که از تلاش و زحمت همه دست‌اندرکاران اعم از سردبیران مهمان، نگارندگان و همچنین همکاران جوان و ارزشمندی که مدیریت فنی و انتشار مجله را به عهده دارند صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

نظر به ضرورت نمایه سازی هر چه بهتر مجله از این شماره در شکل مقالات و همچنین شکل مجله تفاوت‌هایی ایجاد شده است. متاسفانه شواهدی به مجله منتقل شده که برخی از بزرگان از محتویات مجله در نگاشته‌های خود استفاده کرده و به جای اینکه به خود مجله ارجاع دهند تنها به منابع ذکرشده در داخل مجله ارجاع داده‌اند که این مهم کار نمایه‌سازی مجله را دچار مشکل کرده است. تعداد داونلود و بازدید از مقالات مجله نشان می‌دهد که مورد اقبال بسیار خوبی قرار گرفته است چنانکه در آخرین آمارهای عملکرد مجله تعداد داونلود ۲۵۴۰ بار برای یک مقاله نیز ثبت شده است و در کنار این بازدید بسیار بالا از مقالات نیز دیده می‌شود که همه در پایگاه اطلاع رسانی مجله به نشانی www.eltiamjournal.ir در دسترس است.

از نگارندگان فارسی زبان خواهشمندم درصورتی که از مقالات مجله التیام استفاده می‌فرمایند حتما به آن ارجاع دهند. انواع اشکال ارجاع دادن به مجله در گوگل و سایر پایگاه‌های اطلاع رسانی آورده شده است.

**دکتر احمدرضا محمدنیا**

**سردبیر مجله التیام**

# فهرست مطالب


| | |
|---|---|
| **سخن سردبیر مهمان** | ۳ |
| **مسأله‌یابی و آینده‌پژوهی در برنامه‌ها و خدمات دامپزشکی**<br>(علیرضا باهنر، حمید شریفی) | ۴ |
| **ارزیابی آزمون‌های تشخیصی و غربالگری در دامپزشکی**<br>(محمدآراد زندیه، فاطمه شیخیان، حمید شریفی، حسام‌الدین اکبرین) | ۱۳ |
| **مروری بر روش‌های تعیین تعداد نمونه، نمونه‌گیری آماری و گردآوری داده‌ها در پژوهش‌های دامپزشکی**<br>(داریوش سعادتی، سمیرا سعادت‌جو، علی انوشا) | ۲۴ |
| **تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مرتبط با پژوهش‌ها و خدمات دامپزشکی**<br>(نگین اسفندیاری، محمدآراد زندیه) | ۳۴ |
| **مطالعه‌های مشاهده‌ای در پژوهش‌ها و خدمات دامپزشکی**<br>(علیرضا باهنر، مرضیه فائزی، زهرا بلوکی) | ۴۶ |
| **مطالعه‌های تجربی (مداخله‌ای) در پژوهش‌ها و خدمات دامپزشکی**<br>(علیرضا باهنر، مرضیه فائزی، زهرا بلوکی) | ۶۱ |
| **مروری بر کاربردهای هوش مصنوعی در پیش‌بینی رخداد و تشخیص بیماری‌ها در دامپزشکی: چالش‌ها و تکنیک‌ها**<br>(مهدی باشی‌زاده، پرهام صوفی‌زاده، مهدی ضمیری، آیدا لامعی، متین ستوده‌نژاد، مهسا دانشمند، ملیکا قدرتی، اریکا عیسوی، حسام‌الدین اکبرین) | ۷۱ |

## سخن سردبیر مهمان

از حسن نظر سردبیر محترم و مدیر داخلی گرامی نشریه التیام که شماره جاری را به موضوع «**کاربرد اپیدمیولوژی، آمار و روش تحقیق در خدمات و پژوهش‌های دامپزشکی**» اختصاص دادند و افتخار سردبیری مهمان این شماره را به بنده واگذار نمودند؛ صمیمانه سپاس‌گزاری می‌نمایم. در هر برنامه، خدمت و پژوهشی در حوزه دامپزشکی باید اصول طراحی مطالعه، نمونه‌گیری، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها رعایت شود تا به تفسیر یافته‌هایی ختم شوند که تعمیم‌پذیری قابل قبولی را داشته باشند. همان‌گونه که معنی‌داری بالینی (Clinical significance) یا بیولوژیک ( Biological significance) در تصمیم‌گیری نهایی در برنامه‌ها، خدمات و پژوهش‌های مرتبط با دامپزشکی تأثیر گذار هست، معنی‌داری آماری (Statistical significance) در مواردی که تعداد نمونه به‌درستی و اصولی انتخاب شده باشند؛ نیز تعیین کننده و به‌نوعی فصل‌الخطاب هست. در شماره پیشِ‌رو موضوع کاربرد آمار، اپیدمیولوژی و روش تحقیق در قالب مقاله‌هایی مروری در خصوص مسأله‌یابی و آینده‌پژوهی، ارزیابی آزمون‌های تشخیصی و غربالگری، روش‌های تعیین نمونه، نمونه‌گیری، گردآوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و مطالعه‌های مشاهده‌ای و تجربی (مداخله‌ای) در برنامه‌ها، خدمات و پژوهش‌های دامپزشکی مورد مرور و واکاوی قرار گرفته است. به‌دلیل اهمیت موضوع «هوش مصنوعی» و ارتباط آن با مباحث آماری و اپیدمیولوژی (به‌ویژه مفاهیم حساسیت، ویژگی، ارزش‌های اِخباری مثبت و منفی و ...)، یک مقاله نیز به‌صورت اختصاصی به کاربرد هوش مصنوعی در پیش‌بینی رخداد و تشخیص بیماری‌ها در دامپزشکی پرداخته است. سعی شده است مطالب به‌زبان ساده، به‌دور از پیچیدگی‌های آماری و به‌صورت کاربردی و درج مثال‌هایی از برنامه‌ها و پژوهش‌های انجام شده در کشور بیان شوند.

امید است مقاله‌های این شماره مورد توجه همکاران محترم دانشگاهی و بخش خصوصی، دانشجویان و پژوهشگران عزیز قرار گیرد.

**تا چه قبول اُفتد و چه در نظر آید**

**دکتر حسام‌الدین اکبرین**

**استادیار بخش اپیدمیولوژی و بیماری‌های مشترک، گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران**

التیام، دوره ۱۰، شماره ۲: ۱۲-۴، ۱۴۰۲ Eltiam 10 (2): 4-12, 2024

التیام
شاپا الکترونیکی:۲۷۸۳۳۲۹۱
eltiam.ivsa@yahoo.com
http://eltiamjournal.ir/

مقاله مروری

# مسأله‌یابی و آینده‌پژوهی در برنامه‌ها و خدمات دامپزشکی

علیرضا باهنر[۱*]، حمید شریفی[۲]

۱- استاد بخش اپیدمیولوژی و بیماری‌های مشترک، گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

۲- استاد اپیدمیولوژی، پژوهشکده آینده‌پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

*abahonar@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹، تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۲/۱۹

https://doi.org/10.61186/eltiamj.10.2.1

کپی‌رایت © مجله التیام: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

## چکیده

افزایش جمعیت و نیاز به تأمین مواد غذایی، اهمیت بهداشت دام و فعالیت‌های دامپزشکی را بیش از هر زمان دیگر در امنیت غذایی و توسعه کشور مطرح نموده است. در این مقاله که فعالیت‌های دامپزشکی در حوزه دام‌های مولد غذا مورد توجه قرار می‌گیرد، مفاهیم نیاز، عرضه و تقاضا تعریف و روش‌های تعیین و اولویت‌های نیازهای بهداشتی در جمعیت دامی کشور ارائه شده است. در زمینه مشکلات موجود در تعیین اولویت‌ها نیز نکات مهمی هم‌چون آمار جمعیت دامی، کمبود نیروی انسانی، تغییرات سریع مدیریتی، عوامل اقتصادی، ملاحظه‌های مدیریتِ، ساختار سنتی پروش دام، آموزش ناکافی تولیدکنندگان و مسئولان فنی-بهداشتی دامداری‌ها، فقدان همکاری‌های بین‌بخشی و حمایت‌های لازم از سازمان دامپزشکی کشور، نبود اطلاعات کافی از بیماری‌ها و وضعیت بهداشت دام در کشورهای همسایه به‌ویژه عراق و افغانستان و ضعف در سیستم‌های قرنطینه‌ای مرزی و بین استانی مورد توجه قرار گرفته است. هم‌چنین عوامل مؤثر بر بهره‌مندی از خدمات بهداشت دام نکاتی چون دسترسی به خدمات، احساس نیاز یا تقاضا، اطمینان از کیفیت، قیمت و هزینه خدمات و پوشش بیمه مورد اشاره قرار گرفته است.

از طرف دیگر، در دهه‌های اخیر موضوع‌هایی مانند تغییرات اقلیمی و آب‌وهوایی، تغییر قوانین و مقررات بین‌المللی در رابطه با بهداشت دام و محیط زیست، محصولات تراریخته، بیوتروریسم و خشک‌سالی که هر کدام به شکلی بر سلامت و تولیدات دامی تأثیر می‌گذارد، ضرورت توجه به آینده‌پژوهی را مطرح می‌نماید. آینده‌پژوهی علمی است که کمک می‌کند که این تغییرات بهتر دیده شود و برای آن‌ها آمادگی وجود داشته باشد.

پدیدار شـدن برخی حیطه‌های جدید مانند هوش مصـنوعی، پزشـکی و دامپزشـکی از راه دور (Telemedicine)، پزشـکی و دامپزشـکی شـخصـی (Personalized medicine)، پیدایش ربات‌ها در پزشـکی و دامپزشـکی و ... از مواردی اسـت که برای آمادگی بهتر در آینده باید به آن‌ها توجه نمود. مجموع این موضـوع‌ها، باید ما را به این فکر وا دارد که چقدر برای آینده و این تغییرات آمادگی وجود دارد. پیشنهاد می‌شود در حیطه‌های مهم دامپزشکی هم‌چون آموزش و پژوهش، ساختارهای دامپزشکی در سطوح ملی و بین‌المللی و مشاغل مرتبط با دامپزشکی، در راستای آینده‌نگاری و آینده‌پژوهی تغییراتی صورت گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** مسأله‌یابی، برنامه‌های دامپزشکی، خدمات دامپزشکی، آینده‌پژوهی

## مقدمه

جمعیت دامی کشور بالغ بر۱۲۰ میلیون واحد دامی برآورد می‌شود (۱). با توجه به تنوع گونه‌های حیوانی و تعدد بیماری‌ها و مشکلات بهداشتی در این جمعیت‌ها، لزوم تمرکز بر انواع مسائل و مشکلات سلامت، اولویت‌بندی و برنامه‌ریزی برای به حداقل رسانیدن این آسیب‌ها، ضروری است. بخش عمده برنامه‌های بهداشت دام در کشور توسط سازمان دامپزشکی کشور طراحی و اجرا می‌شود. اگر چه دامپزشکی و موضوع‌های آن به لحاظ ماهیت در زمره علوم پزشکی است، اما به لحاظ تشکیلات اجرایی و آموزشی در دو وزارتخانه مجزا قرار دارند، در حالی‌که در علوم پزشکی تمرکز آموزش، پژوهش و اجرا، استفاده از برخی گرایش‌های تخصصی هم‌چون اپیدمیولوژی، مدیریت خدمات بهداشت، اقتصاد بهداشت، آموزش بهداشت، مدیریت سوانح و بلایا، برنامه‌ریزی و مدیریت موضوع‌های بهداشتی را تسهیل می‌نماید. اگرچه ادغام آموزش و پژوهش در سیستم اجرایی وزارت بهداشت در ۴ دهه اخیر منتقدان جدی خود را دارد، اما این‌که دانشکده‌های دامپزشکی به تنهایی باید در تمامی این زمینه‌ها از دستگاه‌های اجرایی دامپزشکی حمایت علمی و فنی داشته باشند را می‌توان از جمله گره‌های سیستم دامپزشکی به‌معنای عام آن در نظر گرفت. در این خصوص تنوع بی‌نظیر عرصه‌های فعالیت در دامپزشکی هم‌چون دام‌های مزرعه (دام سنگین، دام سبک، اسب و ..)، صنعت طیور، آبزیان، زنبور عسل و کرم ابریشم، حیوانات همراه، حیات وحش، امنیت غذا و ... بر پیچیدگی‌های فعالیت دامپزشکی می‌افزاید.

در این مقاله با توجه به تنوع گونه‌های دامی و اهداف مختلفی که از نگهداری آن‌ها توسط انسان وجود دارد، مطالب ارائه شده مرتبط با دام‌های مولد غذا (Food Animal) است. موضوع دیگر، زندگی در عصر جدید، با تغییرات سریع و شگرفی همراه شده است که پژوهش در ابعاد مختلف این تغییرات، ضرورت اجتناب‌ناپذیری را ایجاد کرده است. از این رو مختصری هم به آینده‌پژوهی پرداخته شده است.

## مفهوم سلامت

بنا به تعریف سازمان جهانی بهداشت (WHO) در انسان «سلامت» به‌معنای رفاه کامل جسمی، روانی و اجتماعی است که جان ام. لست «نبود بیماری، ناتوانی یا نقص عضو» را به این تعریف اضافه کرده است و در چند دهه اخیر «داشتن زندگی ثمربخش» نیز به این تعریف اضافه شده است (۴-۲). در دام‌هایی که منشأ غذایی برای انسان دارند، می‌توان این مفهوم سلامت را به همراه تولید حداکثری در نظر گرفت.

## مفهوم نیاز، تقاضا و عرضه خدمات بهداشتی

نیاز به خدمات دامپزشکی و تقاضا برای آن‌ها از طرف ذی‌نفعان، از موضوع‌های مهم برای متولیان بهداشت دام است. گاهی در مواردی مانند تست و کشتار در برنامه‌های سل و بروسلوز ممکن است نیاز از طرف سازمان دامپزشکی کشور مطرح شود، اما خواسته دامدار نباشد. بنابراین تعریف این واژگان را خواهیم داشت:

**نیاز:** فاصله بین وضعیت موجود با وضعیت مطلوب است.

**تقاضا:** درخواستی که فرد برای برطرف شدن یا کاهش فاصله خود با وضعیت مطلوب مطرح می‌کند. به‌عبارت دیگر تقاضا چیزی است که ارائه‌دهندگان خدمت در مراجعه مردم با آن مواجه می‌شوند.

**عرضه:** سیستم خدمات بهداشتی از منظری که به نیازها می‌نگرد، خدماتی را برای برآوردن آن‌ها ارائه می‌دهد که به آن «عرضه» گفته می‌شود (۵).

در خصوص رابطه این مفاهیم باید گفت که نیازهایی ممکن است وجود داشته باشد که برای آن‌ها نه تقاضایی باشد و نه عرضه‌ای صورت پذیرد. از سوی دیگر تقاضاهایی وجود دارد که نیاز و عرضه‌ای برای آن‌ها وجود ندارد. هم‌چنین می‌توان مواردی را یافت که نیاز و تقاضا هم‌زمان وجود دارد، اما سیستم خدمتی برای آن‌ها عرضه نمی‌کند. در حالتی دیگر ممکن است بدون آن که نیازی وجود داشته باشد، هم تقاضا وجود داشته باشد و هم خدمتی برای آن عرضه شود. شرایطی هم وجود دارد که خدماتی عرضه می‌شود و هرچند نیاز به آن‌ها وجود دارد، اما مردم تقاضایی ندارند. گاهی خدمتی تعریف و عرضه می‌شود که نیاز و تقاضا برای آن‌ها وجود دارد (۵).

در این‌که چه عواملی بر تقاضا اثر می‌گذارند، فاکتورهای متعددی وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به منطقه جغرافیایی، عوامل فرهنگی و اجتماعی (سطح سواد، باورها و نگرش‌ها)، وضعیت اقتصادی مردم، شرایط سیاسی، بودجه و چگونگی ارائه خدمت نام برد (۵).

## تعیین و اولویت‌بندی نیازها

در اقتصاد دامپزشکی و بهداشت، تفاوت‌هایی را بین بازار خدمات بهداشتی با سایر بازارها بیان می‌کنند. از مهم‌ترین تفاوت‌ها این است که تقاضا کننده، نوع و مقدار نیازها را تعیین نمی‌کند، بلکه ارائه‌کننده خدمت تعیین می‌کند. نیازها در حوزه دامپزشکی دو نوع است:

**۱- نیازهای درمانی و مدیریت سلامت گله:** خدمات مرتبط با این نیازها توسط بخش خصوصی ارائه می‌شود و دامدار از طریق مراجعه به مراکز ارائه خدمات دامپزشکی (مطب، درمانگاه و بیمارستان)، استخدام تمام‌وقت یا پاره‌وقت یک یا چند دامپزشک، خدمات مربوط را دریافت می‌کند. هم‌چنین بر اساس قانون نظام جامع دامپروری کشور، اماکن پرورش دام، موظف هستند یک نفر دامپزشک را به‌عنوان مسئول فنی بهداشتی استخدام و به سازمان‌های دامپزشکی کشور نظام دامپزشکی ج.ا.ا. معرفی نمایند.

**۲- مدیریت بیماری‌ها توسط سازمان دامپزشکی کشور:** قدیمی‌ترین فعالیت سازمان دامپزشکی کشور در ایران و سایر کشورهای جهان که اغلب در تعامل با سازمان جهانی بهداشت حیوانات (World Organization of Animal Health) انجام می‌شود (۶)، پیشگیری و مدیریت بیماری‌هایی هستند که ابتلای جمعیت دامی به آن‌ها، اثرات قابل توجهی در جامعه یا صنعت پرورش دام دارد. بر این اساس برنامه‌های پایش و مراقبت برای تعدادی از بیماری‌ها و موضوع‌های بهداشتی تعریف و اجرا می‌شود. این که معیار تعیین اولویت برای ورود یک بیماری به برنامه مراقبت، بر چه اساسی است، معمولاً سه معیار ذکر می‌شود (۷):

- بیماری برای بهداشت عمومی یک تهدید و آسیب باشد.
- بیماری از منظر اقتصادی کاهش تولید و تلفات قابل توجهی دهد.
- در تجارت دام و فراورده‌های دامی در سطح ملی و بین‌المللی، تأثیرگذار باشد.

از این منظر که حاکمیت نیازها را شناسایی و برنامه ملی یا منطقه‌ای برای آن‌ها تعریف و اجرا می‌کند، تقاضا از طرف بهره‌برداران ممکن است ضعیف باشد که در بخش‌های بعدی به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

از دید کلی برای ارزیابی نیازها، چند رویکرد وجود دارد (۵):

**۱- نظرسنجی:** در این رویکرد با گردآوری سازمان یافته آرای افراد و گروه‌های صاحب‌نظر در خصوص نیازها و خدمات بهداشت دام اقدام می‌شود. خوشبختانه تشکل‌های صنفی، انجمن‌های علمی، دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های پژوهشی، با انجام فعالیت‌های معمول خود، اشراف خوبی بر انواع نیازهای صنعت پرورش دام دارند که سازمان‌های مسئول می‌توانند از آن‌ها بهره گیرند.

**۲- رویکرد مقایسه‌ای:** برمبنای این رویکرد، خدمات دریافت شده در یک منطقه را با آن‌چه در مناطق دیگر دریافت می‌شود، مقایسه می‌کنند. تفاوت واضح بین خروجی خدمات در مناطق، انگیزه تعریف و اجرای خدمت در منطقه مورد نظر می‌شود.

**۳- رویکرد اپیدمیولوژیک:** بر مبنای تعریف اپیدمیولوژی و فرایند معمول در فعالیت‌های این علم، گردآوری داده‌ها، تولید اطلاعات ایجاد فرضیه و آزمون آن با مطالعه‌های اپیدمیولوژیک، می‌توان برای انجام مداخله‌های جدید در جمعیت‌ها اقدام نمود. بدیهی است پس از ارزشیابی نتیجه به دست آمده از مداخله جدید، می‌توان برای مشاهده‌های تازه و تغییرات مورد نیاز اقدام نمود و چرخه اپیدمیولوژی می‌تواند با شکل‌های مختلف، تکرار شود.

**۴- قوانین و مقررات بین‌المللی در کشورهای دارای روابط تجاری:** بخش مهمی از تجارت محصولات غذایی مربوط به دام و فراورده‌های دامی است. سازمان‌های بین‌المللی یا منطقه‌ای (مانند اتحادیه اروپا) برای تأمین سلامت محصولات وارداتی، دستورالعمل‌های خود را به‌روزرسانی می‌کنند و کشورهای صادر کننده بر این مبنا لازم است در سیستم‌های خود این تغییرات را مدنظر قرار داده و اقدامات لازم را انجام دهند.

## مشکلات موجود در تعیین اولویت‌های بهداشت دام

برای تعیین اولویت‌های بهداشت دام، وجود زمینه‌های مناسب برای کارشناسان و متولیان مربوط یک ضرورت است. برخی از چالش‌هایی که به‌ویژه در ایران برای این موضوع وجود دارد، به شرح زیر می‌توان برشمرد:

- **آمار جمعیت دامی:** وجود آمار دقیق در عرصه‌های مختلف، پیش‌نیاز برنامه‌ریزی مناسب است. دو منبع اصلی آمار جمعیت دامی یعنی وزارت جهاد کشاورزی و مرکز آمار ایران اختلاف‌های قابل توجهی را در خصوص جمعیت دامی نشان می‌دهند.

- **کمبود نیروی کارشناس:** در سال‌های اخیر با برون‌سپاری برخی از وظایف سازمان دامپزشکی کشور مانند دارو و درمان، مایه‌کوبی، آزمایشگاه و ... بار مسئولیتی سازمان به ظاهر کاهش یافته است، اما بازنشسته شدن نیروهای قدیمی و عدم جذب نیروی جدید به مقدار لازم، توان کارشناسی این سازمان را ضعیف کرده است.

- **تغییرات سریع مدیریتی:** در حالی که در چند دهه اخیر، استقرار هر دولت ۸ سال بوده است، اما تغییرات مدیریتی در سازمان دامپزشکی کشور، خارج از حد عرف بوده است، به‌طوری‌که دوره مدیریت ۴ رییس قبلی سازمان، حدود ۲ سال است و این تغییرات معمولاً در سطوح معاونان و مدیران کل هم تسری داشته و توان تحلیل کارشناسی و اولویت‌بندی موضوع‌ها، به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

- **تغییر سیاست‌های دولت:** امنیت غذایی از دغدغه‌های اصلی همه دولت‌ها است. دخالت در اقتصاد و تعیین قیمت برای محصول نهایی، واردات بی‌رویه و ... جزء چالش‌های جدی این حوزه است.

- **عوامل اقتصادی:** نوسان‌های اقتصادی در سال‌های اخیر به‌طور عمده به‌دلیل افزایش نرخ ارز، بیش‌تر شده است. این افزایش، تبعاتی هم‌چون قاچاق دام، کاهش تولید و نیاز به واردات دام زنده یا محصولات دامی را بیش‌تر می‌کند. با ورود دام الگوی رخداد بیماری‌ها می‌تواند تغییر یافته و تعیین اولویت‌ها با مشکل مواجه شود. به طور کلی در زمان مشکلات اقتصادی و نابسامانی‌های اجتماعی، رخداد بیماری‌ها افزایش می‌یابد (۹-۸).

- **مدیریت و پرورش سنتی واحدهای پرورش دام:** برآورد می شود حدود ۲۰ درصد از جمعیت گاوداری‌های کشور صنعتی باشند و عمده جمعیت دام سبک نیز به‌شیوه سنتی پرورش داده می‌شوند (۱). پرورش توأم گونه‌های دامی بر مشکلات بهداشتی جمعیت‌ها و انتشار زئونوزها می‌افزاید.

- **آموزش ناکافی تولیدکنندگان و مسئولان فنی-بهداشتی دامداری‌ها:** تأثیر مداخله‌های آموزشی در بهبود و ارتقای سلامت گله و بهداشت فردی دامداران اثبات شده است (۱۰).

- **فقدان همکاری‌های بین‌بخشی و حمایت لازم از سازمان دامپزشکی کشور**

- **نبود اطلاعات کافی از بیماری‌ها و وضعیت بهداشت دام در کشورهای همسایه به‌ویژه عراق و افغانستان**

- **ضعف در سیستم‌های قرنطینه‌ای مرزی و بین استانی**

**عوامل مؤثر بر بهره‌مندی از خدمات بهداشت دام**

در سیستم‌های بهداشت دام، با تعریف و عرضه خدمات بهداشتی، الزاماً بهره‌مندی از خدمات به شکل کامل و مطلوب اتفاق نمی‌افتد. از مهم‌ترین عوامل در استفاده مطلوب از خدمات بهداشت دام، می‌توان به نکات زیر اشاره کرد (۴):

- **دسترسی به خدمات:** دسترسی مطلوب به خدمات، مستلزم از بین بردن موانع آن است که مهم‌ترین آن‌ها موانع فیزیکی (دوری مسافت، موانع طبیعی مانند رودخانه)، آگاهی نداشتن از خدمات، عدم توانایی مالی، مقبولیت نداشتن خدمات برای مردم به‌دلایل قومیتی، مذهبی و...، زمان نامناسب ارائه خدمت، و عدم تناسب عرضه و تقاضا (عرضه کم و تقاضای زیاد) است. برای هر یک از موارد یاد شده می‌توان مصداق‌های مختلفی را در دامپزشکی ذکر نمود. اصولاً تمرکز ارائه خدمت به‌ویژه در بخش خصوصی، در اطراف شهرها و به‌ویژه شهرهای بزرگ است. از طرف دیگر جمعیت‌هایی مانند عشایر، به دلیل متحرک بودن و گاهی استقرار در مناطق دوردست، بهره خوبی از خدمات نمی‌برند. این نکته مهم هم باید اشاره شود که عمده بهره‌برداران بخش دامپروری و کشاورزی، از سطح تحصیلات و بنیه مالی

بالایی برخودار نیستند که بتوانند از خدمات بهداشتی، استفاده بهینه داشته باشند. در سال‌های اخیر که سیاست‌های اقتصادی دولت برای تأمین نهاده‌ها، دارو و واکسن‌های دامی تغییرات اساسی نموده است، بهره‌مندی از خدمات تحت تأثیر قرار گرفته است.

- **احساس نیاز یا تقاضا:** برای درمان بیماری‌ها به‌دلیل آشکار بودن مشکل، تقاضا برای گرفتن خدمات به‌شکل خوبی وجود دارد، اما برای برنامه‌های کنترلی (واکسیناسیون، قرنطینه، تست و کشتار) نیازی که توسط سیستم شناسایی شده است، در بهره‌برداران یا وجود ندارد یا در حد کافی نیست. در این حالت نیاز به آموزش و فرهنگ‌سازی و برانگیختن احساس نیاز، لازمه‌ی موفقیت برنامه‌ها است.

- **اطمینان از کیفیت:** گیرنده خدمت باید اطمینان خوبی از کیفیت خدمت ارائه شده داشته باشد. مثلاً اگر واکسن دارای اثرات جانبی خارج از حد متعارف باشد، همکاری‌ها به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهد گرفت.

- **تناسب قیمت:** عمده خدمات دامپزشکی– به‌ویژه در موضوع واکسیناسیون- از گذشته در کشور رایگان بوده است. بهادار کردن برخی از این خدمات با مقاومت بهره‌برداران و وقوع بیماری در جمعیت حساس همراه بوده است. چنان‌چه تغییراتی در مسیر ارائه خدمات مدنظر باشد، لازم است با مطالعه‌های کافی و واقع‌بینانه انجام شده و قیمت‌گذاری مربوط نیز به‌شکل متناسبی صورت پذیرد.

- **پوشش بیمه:** در مقایسه با حوزه بهداشت انسانی که پوشش گسترده بیمه، بهره‌مندی از خدمات بهداشتی را تقویت نموده است، ضعف صنعت بیمه بخش کشاورزی و انحصار آن در صندوق بیمه محصولات کشاورزی در کنار مدیریت سنتی در پرورش دام (به‌ویژه دام سبک) استفاده از خدمات بهداشت دام، با محدودیت‌های جدی مواجهه دارد.

## آینده‌پژوهی در دامپزشکی

همه بر این باور هستند که شرایط حاکم در دنیای امروز با دنیای چند سال قبل تغییرات جدی داشته است. موفقیت امروز ما هم در این شرایط تغییر یافته به این بستگی دارد که چقدر در گذشته برای این تغییرات آمادگی وجود داشته است. این تغییرات بر تمامی ابعاد تأثیر گذاشته است و به‌نظر می‌رسد سرعت این تغییرات در شرایط کنونی بسیار بیش‌تر از گذشته است.

آینده‌پژوهی و آینده‌نگاری علم جوانی است که در دنیای امروز که دنیای عدم قطعیت است، جایگاه ویژه‌ای برای پیش‌بینی شرایط حاکم بر دنیا و علوم در آینده دارد (۱۱و۱۲). از آن‌جایی که آینده همیشه با عدم قطعیت جدی مواجه است، نمی‌توان آینده به‌درستی و بدون خطا پیش‌بینی نمود، اما می‌توان با شرایطی فضای حاکم و احتمال رخداد سناریوهای مختلف را در آینده پیش‌بینی نمود و از اکنون برای آن شرایط آمادگی داشت. برخی از عواملی که ضرورت توجه به آینده‌پژوهی را بیش‌تر می‌کند، عبارت‌اند از:

- تغییرات اقلیم و گرمایش زمین
- تغییر قوانین و مقررات بین‌المللی در رابطه با بهداشت دام و محیط زیست
- محصولات تراریخته
- بیوتروریسم
- وجود خشک‌سالی و کم‌آبی که سبب کمبود علوفه و نهاده‌های دامی و افزایش حساسیت دام‌ها به بیماری می‌شود.

هدف علم دامپزشکی کنترل و درمان بیماری‌های دامی، کمک به ارتقای بهداشتی و تولید بهتر دام‌هایی که جنبه اقتصادی دارند و کنترل بیماری‌های قابل انتقال بین انسان و حیوان و فعالیت در زمینه پژوهش‌ها و شرایط حاکم بر سلامت واحد ( One Health) است. برای موفق بودن به‌عنوان یک دامپزشک و داشتن یک سیستم دامپزشکی پویا که بتواند مشکلات آینده را بهتر مدیریت نماید، لازم است که آگاهی و توانایی کافی در پیش‌بینی تغییرات، تهدیدات و بحران‌های آینده در این حوزه وجود داشته باشد. از این‌رو لازم است که بتوان تغییراتی که در دامپزشکی در آینده رخ خواهد نمود را بررسی نموده و از اکنون برای این تغییرات آمادگی وجود داشته باشد (۱۳).

سرعت تغییرات در دنیای امروز به‌حدی رسیده است که باعث تغییرات جدی در ساختار اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، صنعتی و ... جوامع شده است. قرن‌ها شرایط و قوانین حاکم بر دنیا تغییرات زیادی نداشت و تا مدت‌ها و تا پیش از انقلاب علمی تغییرات زیادی در جوامع وجود نداشت، اما پس از انقلاب علمی و به‌دنبال آن انقلاب صنعتی سرعت تغییرات در تمامی حیطه‌های زندگی افراد با تغییرات جدی و سریع مواجه شد. این تغییرات معمولاً از یک حیطه از علم یا جامعه شروع می‌شود و به ابعاد دیگر آن سرایت می‌کند. سؤال اساسی و مهم این‌جا است که در این دنیای به‌شدت متغیر که عدم قطعیت مهم‌ترین

شاخصه آن است، چه می‌توان کرد؟ آیا می‌توان تغییرات نادیده گرفته شود و به روال عادی زندگی ادامه داد؟ باید گفت که تغییرات آن‌قدر سریع هستند که با کمی غفلت و حرکت نادرست در راستای تغییرات، باعث عقب‌ماندن از این تغییرات می‌شود. حیات و موفقیت جامعه، رشته‌های علمی، کسب و کار و سرنوشت ملت‌ها به این وابسته است که بتوانند ترسیم درستی از آینده‌های ممکن و محتمل داشته باشند تا برای آن‌ها آمادگی پیدا کنند.

علم دامپزشکی مانند سایر علم‌ها هم از این تغییرات در امان نبوده است. نگاهی به سیستم‌های پرورش حیوانات و بیماری‌های شایع در این حیوانات، نشان می‌دهد که تغییرات اساسی در این حیطه طی سال‌های گذشته ایجاد شده است. برخی از این تغییرات خیلی سریع‌تر بوده و برخی دیگر با سرعت کم‌تری ایجاد شده است. اگر به حیواناتی که در طول تاریخ زندگی بشر به آن‌ها وابسته بود، نظری افکنده شود، مشخص می‌شود که تغییرات جدی در این زمینه نیز ایجاد شده است. بشر در گذشته به دام‌هایی وابسته بود که بتوانند از نظر نیروی کار، غذا و سایر جنبه‌های اقتصادی کمک کنند، اما بشر امروز نوع وابستگی خود به حیوانات را افزایش داده است و نگهداری حیوانات خانگی که به‌نوعی بشر باید شرایط زندگی آن‌ها را تأمین نماید، بیش‌تر شده است. هم‌چنین در نوع بیماری‌ها، تشخیص و درمان آن‌ها نیز تغییرات اساسی ایجاد شده است. باید توجه داشت که این تغییرات در تمام جنبه‌ها صورت گرفته‌اند.

نکته مهم این است که در طول زمان سرعت تغییرات بیش‌تر شده و تغییرات هم اساسی‌تر هستند. قطعاً این تغییرات با سرعت بسیار بالایی در حال ایجاد هستند. اگر علم دامپزشکی و دامپزشکان خود را با این تغییرات وفق ندهند و تغییرات را نبینند، قطعاً دچار خسارت‌هایی می‌شوند که جبران آن آسان نخواهد بود. جامعه‌ای موفق خواهد شد که بتواند خود را برای آینده آماده کند. تصور کنیم که با پدیدار شدن هوش مصنوعی، تشخیص و درمان بیماری‌های دامی با چه تغییراتی مواجه خواهند شد. آیا برای تشخیص بیماری‌های دامی باید فقط به علم و تجربه بالینی اکتفا شود؟ آیا برای تشخیص و درمان بیماری‌ها مراجعه به کتاب‌های مرجع و مقاله‌های علمی کافی است؟ آیا ممکن است که با استفاده از هوش مصنوعی، الگوریتم‌هایی برای تشخیص بیماری‌ها بتوان طراحی کرد که کار تشخیص یا درمان بیماری‌ها را راحت‌تر، سریع‌تر و با دقت بالاتری انجام دهد؟

جنبه دیگری که احتمالاً تغییر اساسی خواهد کرد این است که آیا تکنولوژی‌های آینده در دامپزشکی، همین تکنولوژی امروز خواهد بود؟ آیا دستگاه‌های سونوگرافی مورد استفاده در دامپزشکی همیشه همین نوع دستگاه‌ها خواهند بود؟ آیا ممکن است که در آینده تکنولوژی گوشی‌های هوشمند شرایطی را ایجاد کنند که با آن بتوان سونوگرافی انجام داد؟ آیا آموزش‌های آینده دامپزشکی شبیه آن‌چیزی است که نسل‌های دهه ۵۰ و سایر همکارانی که در دهه ۶۰ یا ۷۰ هجری شمسی دانشجو بودند یا الان دانشجویان در دانشگاه‌ها درس می‌خوانند؟ یا این‌که در آینده چقدر از مشاغل مرتبط با حیوانات و دامپزشکی در دست دامپزشکان خواهد بود و یا این‌که دامپزشکان تا چه حد در نظام سلامت نقش ایفا می‌کنند. سؤال و مسأله مهم و اساسی این‌جا است که چقدر برای این تغییرات آمادگی وجود دارد؟ برای آمادگی در برابر این تغییرات چه باید کرد؟

آینده‌نگاری و آینده‌پژوهی علمی است که کمک می‌کند که این تغییرات بهتر دیده شود و برای آن‌ها آمادگی وجود داشته باشد. قطعاً بشر با داشتن علم و ابزارهای موجود نمی‌تواند آینده را به‌طور دقیق پیش‌بینی نماید، اما با توجه به شرایط موجود می‌توان تا حدی از تغییرات آینده آگاهی پیدا کرد. توجه عمده آینده‌پژوهی بررسی احتمالات و آینده‌های محتمل و بالقوه‌ای است که امکان تحقق دارند. این علم نوپا که مدت زیادی نیست مورد توجه بشر در تمامی ابعاد زندگی، کار، تجارت، آموزش، پژوهش و ... قرار گرفته است، می‌کوشد تا درکی ژرف و اندیشمندانه از آینده فراهم نماید. در واقع با کاربرد آینده‌پژوهی در کنار سایر علوم مانند دامپزشکی می‌توان تصویر بهتری از آینده داشت و با دارا بودن این تصویر یا تصویرها می‌توان برای آینده بهتر برنامه‌ریزی نمود (۱۲و۱۴).

پدیدار شدن برخی حیطه‌های جدید مانند هوش مصنوعی، پزشکی و دامپزشکی از راه دور (Telemedicine)، پزشکی و دامپزشکی شخصی (Personalized medicine)، پیدایش ربات‌ها در پزشکی و دامپزشکی و ... احتمالاً از مواردی است که باید برای آمادگی بهتر برای آینده به آن‌ها توجه نمود (۱۵). برای مثال، با پیشرفت اساسی که در گوشی‌های هوشمند صورت گرفته است، احتمالاً در آینده کاربرد بیش‌تری از این گوشی‌ها و اپلیکیشن‌های کاربردی آن برای تشخیص و درمان بیماری‌ها دیده خواهد شد. ممکن است گوشی‌های هوشمند نسل بعد مجهز به اپلیکیشن‌ها و ساختارهایی شوند که بتوان از آن‌ها برای

سونوگرافی و تشخیص بهتر بیماری‌ها استفاده نمود. همه این تغییرات باید به این فکر وا دارد که چقدر برای آینده و این تغییرات آمادگی وجود دارد.

برخی از حیطه‌های علم دامپزشکی که باید در راستای آینده‌نگاری و آینده‌پژوهی در آن‌ها تغییراتی صورت گیرد:

## الف- آموزش و پژوهش دامپزشکی

قطعاً نخستین حیطه‌ای از علم دامپزشکی که باید تغییرات آینده را مدنظر قرار دهد و برای آینده آمادگی لازم را داشته باشد؛ حیطه آموزش و پژوهش است. تغییراتی در سبک زندگی انسان و نزدیکی زندگی انسان وحیوانات به‌ویژه حیوانات خانگی و هم‌چنین تغییرات اساسی در شیوه مدیریت دام‌ها در دنیا باعث ایجاد تغییرات اساسی در رخداد بیماری‌ها شده است. هم‌چنین، در این شرایط کنترل بیماری‌ها هم اهمیت بیش‌تری پیدا نموده است. علاوه بر این موارد، پیدایش پارادایم‌های جدید مانند ورود و نزدیکی سایر رشته‌ها مانند مهندسی و علوم انسانی به پزشکی و دامپزشکی و ... باعث شده است که نیازهای آینده به دامپزشکان با تغییرات اساسی مواجه شود (۱۶). با نگاهی به آموزش دامپزشکی در کشور و هم‌چنین ساختار پژوهشی این رشته می‌توان متوجه شد که طی سال‌های گذشته این تغییرات به‌صورت جدی توسط ساختارهای علمی و اجرایی این رشته مدنظر قرار نگرفته است. جدا افتادن ساختار دامپزشکی از ساختار سایر علم‌های مرتبط با سلامت باعث شده است که هر دو حیطه دامپزشکی و پزشکی با خسارت‌های جدی مواجه شوند. هم‌چنین وجود منابع مالی اندک و عدم وجود ساختار مناسب برای انجام پژوهش‌های کاربردی دامپزشکی باعث شده است که پژوهش‌های کلان اندکی در کشور انجام شود.

## ب- ساختارهای دامپزشکی در سطح بین‌المللی و ملی

جنبه دیگری که تغییرات آن طی سال‌های گذشته در دنیا و در کشور دیده شده است، مشاغلی بوده است که در دامپزشکی و سایر حیطه‌های وابسته ایجاد شده است. در آینده هم این مشاغل با تغییرات بیش‌تری مواجه خواهند شد. ضرورت توجه بیش‌تر به جنبه‌های پیشگیری در دامپزشکی و نقش دامپزشکی در بهداشت عمومی و اقتصاد یک مملکت باعث خواهد شد که مشاغل دامپزشکان و سایر مشاغل وابسته به دامپزشکی هم تغییرات اساسی داشته باشند. ضرورت نزدیک شدن دامپزشکی با سایر علم‌ها سلامت و نگاه سلامت واحد محور در پیشگیری، کنترل، حذف و ریشه‌کنی بیماری‌های دامی و زئونوزها (سل گاوی، بروسلوز، مشمشه، هاری، لیشمانیوز، کیست هیداتید، لپتوسپیروز و ....) باعث خواهد شد که دامپزشکان آینده باید تفکری متفاوت از اکنون داشته باشند. برای رصد این فرصت‌های شغلی لازم است که ساختار سازمان دامپزشکی کشور بتواند این تغییرات را ببیند و برای آمادگی بهتر در راستای ایجاد مشاغل پاسخ‌گو محور شرایط را مهیا نماید. بازنگری در سیاست‌ها و استراتژی‌های پیشگیری، کنترل، حذف و ریشه‌کنی بیماری‌های دامی و زئونوزها از جنبه‌های مهمی است که باید سازمان‌های دامپزشکی کشورها و سازمان‌های دامپزشکی بین‌المللی برای آن تدابیری بیندیشند. هم‌چنین بخش خصوصی هم باید آمادگی تطابق با این تغییرات را داشته باشد تا بتواند سرمایه‌گذاری لازم را در این زمینه مهیا نماید (۱۳).

پیشنهاد می‌شود که کارگروهی در تمامی ساختارهای دامپزشکی مانند وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و سازمان دامپزشکی کشور برای رصد این تغییرات و ضرورت آمادگی برای این تغییرات تشکیل شود تا وضعیت تغییرات را آینده بررسی نماید و پیشنهادهایی برای آمادگی بهتر ارایه شود. هم‌چنین ضرورت همکاری بیش‌تر درون‌بخشی و بین‌بخشی برای پاسخ‌گویی بهتر به این تغییرات ضرورت جدی دارد. در کنار این ساختارها باید دانش آینده‌پژوهی هم در بین نسل جدید و مدیران کلان کشور در بخش دامپزشکی گسترش یابد و دامپزشکان با مفاهیم و حیطه‌های آینده‌نگاری و آینده‌پژوهی بیش‌تر آشنا شوند.

علاوه بر موارد یاد شده حیطه‌ها و مشاغل آینده مرتبط با دامپزشکی و کارآفرینی در این حوزه باید مورد توجه و برنامه‌ریزی دقیق قرار گیرد. جنبه‌های مورد غفلت دامپزشکی شناسایی و برنامه‌ریزی شوند. در سیاست‌ها و استراتژی‌های پیشگیری، کنترل، حذف و ریشه‌کنی بیماری‌های دامی و زئونوزها بازنگری انجام شود و برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت مبارزه با بیماری‌های دامی تدوین، اجرا و پایش شوند. علت ناکامی در سیاست‌های مبارزه با بیماری‌ها مورد واکاوی دقیق قرار گیرد و برنامه مراقبت فعال برای بیماری‌های دامی، طراحی، اجرا و ارزیابی مداوم شوند. به مقوله «رفاه» حیوانات توجه بیش‌تری شود، چرا که افزایش رفاه حیوانات، کاهش رخداد بیماری‌های دامی را نیز به‌دنبال خواهد شد. خسارت‌های اقتصادی مستقیم و غیر مستقیم بیماری‌های دامی و زئونوزها

برآورد و برای کاهش آن سیاست‌گذاران را توجیه و امکانات و اعتبارات لازم اخذ شود. شیوه کاهش رخداد بیماری‌ها مورد ارزیابی و در برنامه‌های مشخص زمانی اجرا و پایش شوند (۱۷).

## نتیجه‌گیری

دامپروی مدرن و موفق، تضمین کننده مشاغل پایدار در این بخش و صنایع وابسته، امنیت غذایی مردم و در نهایت سلامت جامعه است. بهداشت دام از ارکان و ضرورت‌های این صنعت است که لازمه‌ی آن بهداشت مناسب، اولویت‌بندی مناسب، طراحی برنامه‌های اصولی و اجرای موفق این برنامه ها است. این مراحل مستلزم حمایت‌های سیاسی، اقتصادی از سیستم‌های دامپزشکی است. احساس نیاز به ارائه خدمات بهداشت دام توسط حاکمیت نیازمند برنامه‌های آموزشی مستمر و ارتباط هر چه بیش‌تر با بهره‌برداران است تا موفقیت خوبی از برنامه‌ها حاصل شود. از طرف دیگر، تغییر الگوی زندگی، توسعه و عرضه تکنولوژی‌های نوین و جهان در حال تغییر، لزوم ورود به مباحث آینده‌پژوهی را در دامپزشکی گوشزد می‌نماید.

## تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

## منابع


۱- وزارت جهاد کشاورزی، آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰، معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، جلد دوم، ص ۸۸-۸۷.

2- Sartorius N. The Meanings of Health and its Promotion. Croat Med J. 2006; 47:662-64.

3- Schramme T. Health as Complete Well-Being: The WHO Definition and Beyond, *Public Health Ethics*. 2023;16(3): 210–218. https://doi.org/10.1093/phe/phad017

۴- یزدی فیض‌آبادی و، سیف‌الدینی ر، قندی م، مهرالحسنی مح. تعریف سلامت از دیدگاه سازمان جهانی بهداشت: مرور کوتاهی بر نقدها و ضرورت یک تغییر پارادایم. مجله اپیدمیولوژی ایران. ۱۳۹۶؛۱۳(۵) (ویژه‌نامه مبانی، رویکردها و عملکرد نظام سلامت ایران): ۱۶۵-۱۵۵.

۵- ملک‌افضلی ح، مجدزاده س‌ر، فتوحی ا، توکلی س. روش‌شناسی پژوهش‌های کاربردی در علوم پزشکی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران، چاپ اول، ۱۳۸۳، ص ۹۵-۵۳.

۶- معتمد ن، میرزایی ر. آشنایی با سازمان جهانی بهداشت دام (OIE)، مجله ترویجی واکسن و پیشگیری از بیماری‌ها در دامپزشکی، ۱۴۰۰، دوره ۱، شماره ۱، ص ۲۰-۱۴.

7- Salman MD. Animal Disease Surveillance and Survey Systems: Methods and Applications. Wiley; 2003.

۸- نقوی م. دگرگونی سیمای سلامت در ایران. مجله اپیدمیولوژی ایران. ۱۳۸۵؛ ۱(۳): ۲۵-۱۳.

۹- خسروی ا، چمن ر. گذار اپیدمیولوژیک و تغییر سیمای سلامت. مجله دانش و تندرستی. ۱۳۸۹؛ ۵(ویژه‌نامه ششمین کنگره اپیدمیولوژی ایران)، ص ۶۷.

۱۰- شجاع ح، پورنصیر رودبنه م. نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در مدیریت منابع انسانی و ارتقای عملکرد شبکه‌های دامپزشکی استان گیلان. مدیریت بهداشت و درمان (نظام سلامت) ۱۳۹۹؛۱۱ (۱ (پیاپی ۳۵): ۵۵-۴۷.

11- Dunmire PL. Knowing and Controlling the Future. Prose Studies. 2010; 32(3): 240-63. https://doi.org/10.1080/01440357.2010.528921 .

۱۲- شریفی ح، حق‌دوست ع‌ا. مدل‌سازی و آینده‌پژوهی در سلامت. کتاب مقالات سخنرانان مدعو نوزدهمین کنگره دامپزشکی ایران، ۸- ۶ اردیبهشت ۱۳۹۵. مرکز بین‌المللی همایش‌های رازی تهران، ص ۲۶-۲۲.

۱۳- باهنر ع، اکبرین ح. سلامت واحد، گستره‌ی مفهومی و فعالیت‌های در حال انجام در جهان. کتاب مقالات سخنرانان مدعو نوزدهمین کنگره دامپزشکی ایران، ۸-۶ اردیبهشت ۱۳۹۵. مرکز بین‌المللی همایش‌های رازی تهران، ص ۸-۵.

14- Harris D, Rosenthal K, Hines A. Thinking like a futurist could help the veterinary profession. JAVMA. 2019; 255(5):523-4. https://doi.org/10.2460/javma.255.5.523.

۱۵- بهاءالدین بیگی ک، مولایی خ. آینده‌پژوهی طبابت پزشکان و سلامت دیجیتال (نامه به سردبیر). انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی. ۱۴۰۱؛۹(۱): ۲۶-۲۵.

16- North American Veterinary Medical Education Consortium. *Roadmap for veterinary medical education in the 21st century: responsive, collaborative, flexible*. Available at: www.aavmc.org/data/files/navmec/navmec_roadmapreport_web_single.pdf.

17- Vet Futures Project Board. *Taking charge of our future: a vision for the veterinary profession for 2030*. London: Royal College of Veterinary Surgeons/British Veterinary Association, 2015. Available at: www.vetfutures.org.uk/resource/vet-futures-report/.

**Abstracts in English**

## Problem-solving and Futures Studies in Veterinary Programs and Services

**Alireza Bahonar[1*], Hamid Sharifi[2]**

1- Professor, Division of Epidemiology & Zoonoses, Department of Food Hygiene & Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Professor of Epidemiology, Institute for Future Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

* abahonar@ut.ac.ir

The increase in population and the need to supply foodstuffs have raised the importance of animal health and veterinary activities more than ever before in the country's food security and development. In this paper, which focuses on veterinary activities in the field of food-producing livestock, the concepts of need, supply, and demand are defined, and the methods of determining and prioritizing health needs in the livestock population of the country are presented. In the context of problems in setting priorities, there are also important points such as livestock population statistics, lack of human resources, rapid management changes, economic factors, management considerations, the traditional structure of animal husbandry, insufficient training of producers, and technical health officials of livestock farms, lack of inter-sectoral cooperation and necessary support. From the country's veterinary organization, the lack of sufficient information about diseases and animal health status in neighboring countries, especially Iraq and Afghanistan, and the weakness of border and interprovincial quarantine systems have been noted. Also, factors affecting the use of animal health services points such as access to services, feeling of need or demand, assurance of quality, price and cost of services and insurance coverage have been mentioned.

On the other hand, in recent decades, issues such as climate change, changes in international laws and regulations related to animal health and environment, transgenic products, bioterrorism, and drought, each of which affects the health and livestock production in some way, the need to pay attention to Proposes futures studies. Futures studies are a science that helps to better see these changes and prepare for them. The emergence of some new fields such as artificial intelligence, remote medicine and veterinary medicine (Telemedicine), personalized medicine and veterinary medicine, the emergence of robots in medicine and veterinary medicine, etc. paid attention. The sum of these issues should make us think about how much preparation there is for the future and these changes. It is suggested to make changes in the important fields of veterinary medicine such as education and research, veterinary structures at the national and international levels, and jobs related to veterinary medicine, in line with foresight and futurology.

**Keywords**: Problem-solving, Veterinary programs, Veterinary services, Futures Studies

التیام، دوره ۱۰، شماره ۲: ۲۳-۱۳، ۱۴۰۲ Eltiam 10 (2): 13-23, 2024

التیام
شاپا الکترونیکی:۲۷۸۳۳۲۹۱
eltiam.ivsa@yahoo.com
http://eltiamjournal.ir/

مقاله مروری

# ارزیابی آزمون‌های تشخیصی و غربالگری در دامپزشکی

محمدآراد زندیه[۱]، فاطمه شیخیان[۲]، حمید شریفی[۳]، حسام‌الدین اکبرین[۴*]

۱- دانشجوی PhD اپیدمیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

۳- استاد اپیدمیولوژی، پژوهشکده آینده‌پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

۴- استادیار بخش اپیدمیولوژی و بیماری‌های مشترک، گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

*akbarein@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۲۴ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۰/۱۴

https://doi.org/10.61186/eltiamj.10.2.2

کپی‌رایت © مجله التیام: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

## چکیده

آزمون‌های غربالگری نوع خاصی از آزمون‌های تشخیصی هستند که در جمعیت به‌ظاهر سالم انجام می‌شود. هدف از انجام آزمون‌های تشخیصی تشخیص درست بیماران، تفریق حیوانات بیمار از حیوانات سالم، تشخیص موارد و کنترل‌ها و تشخیص موارد طبیعی و غیر طبیعی است. آزمون‌های غربالگری باید ساده، ارزان بودن، سریع و معتبر باشند. آزمون‌های تشخیصی و غربالگری به‌طور عمده در پایش بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، از این‌رو آشنایی با اصطلاحات تخصصی مرتبط با ارزیابی این آزمون‌ها از جمله حساسیت، ویژگی، ارزش‌های پیشگویی مثبت و منفی، صحت و دقت و همچنین مفاهیمی مانند استاندارد طلایی به‌دلیل این‌که اغلب به‌جای یکدیگر استفاده می‌شوند و یا اشتباه تفسیر می‌شوند، اهمیت ویژه‌ای دارد. هم‌چنین با توجه به این‌که آزمون‌های استاندارد طلایی اغلب گران‌تر و زمان‌برتر هستند، از آزمون‌های تشخیصی ناقص استفاده می‌شود که در این شرایط با محاسبه‌ی حساسیت و ویژگی، محاسبه‌ی شیوع واقعی و ظاهری که توسط آزمون تشخیصی به‌دست آمده است؛ قابل محاسبه می‌شود، اما در صورتی که آزمون استاندارد طلایی موجود نباشد، ارزیابی آزمون‌ها از روش‌های دیگر از جمله آزمون شاخص کاپا استفاده می‌شود. یافته‌های تفسیر این آزمون‌ها رویکردی جامع و مبتنی بر شواهد را به کلینیسین‌ها و خبرگان ارائه می‌دهد که در نهایت به پایش دقیق‌تر، جامع‌تر، ارزان‌تر و سریع‌تر منجر می‌شود. در این مقاله مروری با بررسی کامل و جامع روی مفاهیم مرسوم در ارزیابی

آزمون‌های تشخیصی به‌همراه حل مثال‌هایی کاربردی به بسط و ارائه‌ی جامعی از این مفاهیم پرداخته خواهد شد. هم‌چنین آخرین مطالعه‌های اصیلی که در زمینه‌ی ارزیابی آزمون‌های تشخیصی انجام شده‌اند، نیز در این مقاله مرور خواهد شد.

**واژه‌های کلیدی:** آزمون تشخیصی، آزمون غربالگری، حساسیت، ویژگی، استاندارد طلایی

## مقدمه

آزمون‌های غربالگری (Screening tests) کاربست یک آزمون تشخیصی در جمعیت به‌ظاهر سالم به منظور مشخص نمودن عفونت یا بیماری تحت بالینی است. هدف از انجام آزمون‌های غربالگری، پیدا کردن بیماری به هر شکلی (تحت بالینی و بالینی) در جمعیت به ظاهر سالم است؛ یعنی جمعیتی که ظاهراً هیچ نوعی بیماری از خود نشان نمی‌دهند. آزمون‌های غربالگری جزء پیشگیری سطح دوم طبقه‌بندی می‌شود و هدف پیدا کردن بیماری به هر شکلی در جمعیت به‌ظاهر سالم است تا بیماری در همان مراحل اولیه خودش را نشان دهد که از مثال‌های آن می‌توان استفاده از آزمون کالیفرنیایی ورم پستان (California Mastitis Test; CMT) برای تشخیص ابتدایی ورم پستان در گاوها، آزمون توبرکولین برای تشخیص سل در جمعیت گاوهای به ظاهر سالم، آزمون مالئین برای تشخیص مشمشه در اسب، یا آزمون یونین برای تشخص بیماری یونه، آزمون آگلوتیناسیون میکروسکوپیک (Microscopic Agglutination Test; MAT) برای تشخیص لپتوسپیروز و رزبنگال برای تشخیص بروسلوز را نام برد.

آزمون‌های غربالگری نوع خاصی از آزمون‌های تشخیصی هستند که در جمعیت به‌ظاهر سالم انجام می‌شود. هدف از انجام آزمون‌های تشخیصی تشخیص درست بیماران، تفریق حیوانات بیمار از حیوانات سالم، تشخیص موارد و کنترل‌ها و تشخیص موارد طبیعی و غیر طبیعی است. آزمون‌های غربالگری باید ویژگی‌های زیر را داشته باشند:

ساده باشند و نیاز به آموزش خاص و پیچیده‌ای نداشته باشند و افراد با کم‌ترین سطح دانش بتوانند این آزمون را انجام دهند. مثلاً نیاز به میکروسکوپ الکترونی نداشته باشد.

آزمون‌ها ارزان باشند، چون در جمعیت زیادی قرار است استفاده شوند.

سریع باشند، مثل آزمون توبرکولین برای تشخیص سل در گاو که ۷۲ ساعت زمان بین آزمون و قرائت نیاز دارد.

معتبر (valid) باشند.

## ارزیابی اعتبار آزمون‌های تشخیصی

همواره دامپزشکان بالینی بر اساس آزمون‌های تشخیصی نسبت به تشخیص بیماری‌ها و شکلیت بیماران اقدام می‌کنند، در حالت ایده‌آل داده‌های تشخیصی حیوانات سالم و بیمار را به‌طور کامل از یکدیگر مجزا می‌کنند؛ به‌طوری‌که هیچ هم‌پوشانی با یکدیگر نداشته باشند، اما در واقعیت به‌علت نتایج مثبت و منفی کاذب، حیوانات سالم و بیمار با یکدیگر هم‌پوشانی دارند و دامپزشکان با قطعیت دست به داوری و اقدام نمی‌زنند. برای ارزیابی اعتبار یک آزمون غربالگری یا تشخیصی، نیاز به مقایسه آن با یک آزمون استاندارد طلایی (Gold Standard) وجود دارد. آزمون استاندارد طلایی باید یافته‌های قطعی و غیر قابل تغییر داشته باشد به بیان دیگر استاندارد طلایی روش قطعی تشخیص بیماری است که آزمونی است که بدون خطا بوده و حرف نهایی را در تشخیص می‌زند، مانند کشت یک باکتری در محیط اختصاصی خود. به‌عنوان مثال برای تشخیص بروسلوز ابتدا آزمون رزبنگال انجام می‌شود، اگر مثبت شد، سپس آزمون رایت و در نهایت یافته‌های مثبت آزمون رایت، توسط آزمون ۲-مرکاپتو اتانول (2ME) ارزیابی می‌شوند و اگر یافته این آزمون هم مثبت شد، قطعاً پاسخ مثبت است. مثلاً برای اندازه‌گیری طول یک ماژیک و یک مداد از یک وسیله‌ی اندازه‌گیری استاندارد که حداقل مساوی یا بزرگ‌تر از طول ماژیک یا خودکار باشد و به‌درستی مدرج شده باشد، باید استفاده شود. این خودکار یا ماژیک آزمون‌های غربالگری یا تشخیصی هستند

و وسیله استاندارد، همان آزمون استاندارد طلایی (Gold standard). در نتیجه آزمون استاندارد بررسی می‌کند که آزمون‌های غربالگری معتبر هستند یا خیر. آزمون‌های استاندارد طلایی هیچ‌وقت خطا یا یافته کاذب ندارند. علاوه بر کشت در محیط اختصاصی، یافته‌های پاتوگنومونیک هیستوپاتولوژی (مانند اجسام نگری در شاخ آمون یا هیپوکمپ مغز برای تشخیص هاری یا اجسام بولینجر در تشخیص آبله) نیز استاندارد طلایی محسوب می‌شوند، اما حال چرا اغلب از آزمون‌های ناقص (Imperfect tests) استفاده می‌شود؟ به این دلیل که اغلب آزمون‌های استاندارد طلایی نسبت به دیگر آزمون‌های تشخیصی گران‌تر و زمان‌برتر یا شرایط انجام آن وجود ندارد، هم‌چنین در موارد دیگری هم برای تشخیص بیماری استاندارد طلایی وجود ندارد. در این شرایط مفاهیمی همچون حساسیت، ویژگی، مثبت و منفی کاذب مطرح می‌شود (۳-۱).

محاسبه‌ی حساسیت و ویژگی راهی است برای کمی کردن توانایی آزمون تشخیصی که در یک جدول کلاسیک مقایسه آزمون غربالگری و تشخیصی با یک آزمون استاندارد طلایی، چهار خانه به وجود می‌آید (جدول شماره ۱):

اگر آزمون استاندارد طلایی مواردی که آزمون غربالگری مثبت تشخیص داد را تأیید کند؛ به آن مثبت واقعی (True Positive; TP) گفته می‌شود.

اگر آزمون استاندارد طلایی مواردی که آزمون غربالگری مثبت تشخیص داد را تأیید نکند؛ به آن مثبت کاذب (False Positive; FP) گفته می‌شود.

اگر آزمون استاندارد طلایی مواردی که آزمون غربالگری منفی تشخیص داد را تأیید نکند؛ به آن منفی کاذب (False Negative; FN) گفته می‌شود.

اگر آزمون استاندارد طلایی مواردی که آزمون غربالگری منفی تشخیص داد را تأیید کند؛ به آن منفی واقعی (True Negative; TN) گفته می‌شود.

| نوع آزمون | | آزمون استاندارد طلایی | | جمع |
|---|---|---|---|---|
| | | مثبت | منفی | |
| آزمون غربالگری/ تشخیصی | مثبت | مثبت واقعی (TP) | مثبت کاذب (FP) | TP+FP |
| | منفی | منفی کاذب (FN) | منفی واقعی (TN) | TN+FN |
| جمع | | TP+FN | TN+FP | TP+FP+FN+TN |

جدول ۱- یافته‌های آزمون‌های غربالگری/ تشخیصی و آزمون استاندارد طلایی

بر اساس جدول شماره (۱)، شاخص‌های حساسیت، ویژگی، شیوع واقعی، شیوع ظاهری و ارزش‌های پیشگویی مثبت و منفی قابل محاسبه هستند.

**حساسیت (Sensitivity)**: قدرت یک آزمون تشخیصی در تشخیص حیوانات واقعاً بیمار است؛ یا به‌عبارتی چه تعدادی از حیوانات بیمار به‌وسیله آزمون غربالگری مشخص می‌شوند یا نسبت حیوانات واقعاً بیمار جامعه غربالگری که به‌وسیله آزمون غربالگری بیمار تشخیص داده شده‌اند که از روی فرمول شماره (۱) محاسبه می‌شود:

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP+FN}$$ فرمول (۱)

**ویژگی (Specificity)**: قدرت یک آزمون در تشخیص درست حیوانات سالم یا چه تعدادی از حیوانات سالم به‌عنوان طبیعی (غیر بیمار) طبقه‌بندی می‌شوند. نسبت حیوانات واقعاً سالم که به‌وسیله آزمون غربالگری سالم تشخیص داده شده‌اند که از روی فرمول شماره (۲) محاسبه می‌شود:

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{TN+FP}$$ فرمول (۲)

**شیوع ظاهری (Appeared Prevalence; AP)**:

یعنی موارد مثبتی که توسط آزمون غربالگری تأیید می‌شود که از روی فرمول شماره (۳) محاسبه می‌شود:

$$AP = \frac{TP+FP}{TP+FP+FN+TN}$$ فرمول (۳)

**شـیوع واقعی (Real Prevalence; RP)**: یعنی موارد مثبتی که توسط آزمون استاندارد طلایی طلایی (حساسیت و ویژگی آزمون استاندارد طلایی ۱۰۰ درصد است) تأیید می‌شود که از روی فرمول شماره (۴) محاسبه می‌شود:

$$RP = \frac{TP+FN}{TP+FP+FN+TN}$$ فرمول (۴)

رابطه بین شیوع واقعی و شیوع ظاهری بر اساس فرمول شماره (۵) محاسبه می‌شود:

$$RP = \frac{AP+SP-1}{Se+SP-1}$$ فرمول (۵)

## اهمیت حساسیت و ویژگی

حساسیت و ویژگی یک آزمون بیان‌گر درستی آن آزمون است، اما یک دامپزشک آیا می‌تواند صرفاً بر اساس همین مفاهیم اقدام کند؟ آیا صرفاً بر اساس یافته‌های مثبت و منفی یک آزمون تشخیصی ناکافی می‌تواند نتیجه‌گیری کند؟ اهمیت این دو شاخص در این است که موارد بیمار و سالم را مشخص می‌کند. حال در این‌جا دو سؤال مطرح می‌شود که «احتمال بیمار بودن حیوانی که نتیجه آزمون غربالگری‌اش مثبت است؛ چه قدر است؟»و «احتمال سالم بودن حیوانی که نتیجه آزمون غربالگری‌اش منفی است؛ چه قدر است؟» دو شاخص حساسیت و ویژگی نمی‌توانند به این دو سؤال پاسخ بدهند و باید از شاخص‌های دیگری به نام ارزش‌های پیشگویی مثبت و پیشگویی منفی استفاده شوند.

پیش از بررسی ارزش پیشگویی باید با مفهوم دیگری به نام احتمال پیشین (Pre Test) آشنا شد. پیش از انجام آزمایش بر اساس شرح حال و و تجربه‌ی قبلی احتمال داشتن آن بیماری چقدر است؟ مثلاً احتمال ابتلا به یک بیماری ۲۰ درصد است. حال احتمالاتی که پس از انجام آزمون تشخیصی به دست می‌آید به آن احتمال پسین (Post test) گفته می‌شود که خود دو جزء ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی دارد (۱).

**ارزش پیشگویی (اخباری) مثبت ( Positive Predictive Value; PPV)**: نسبت بیماران واقعی در بین حیواناتی که نتیجه آزمون غربالگری آن‌ها مثبت بوده است یا اگر نتیجه آزمون حیوانی مثبت شود؛ احتمال بیمار بودن آن حیوان چقدر است؟ یا احتمال مبتلا بودن حیوانی که نتیجه آزمون وی مثبت است. بنا به تعریف احتمال (تعداد حالت‌های مطلوب تقسیم بر حالت‌های ممکن) شاخص ارزش پیشگویی مثبت از روی فرمول شماره (۶) محاسبه می‌شود:

$$PPV = \frac{TP}{TP+FP}$$ فرمول (۶)

**ارزش پیشگویی (اخباری) منفی ( Negative Predictive Value; NPV)**: نسبت حیوانات سالم در بین حیواناتی که نتیجه آزمون غربالگری آن‌ها منفی بوده است یا اگر نتیجه آزمون حیوانی منفی شود، احتمال سالم بودن آن حیوان چقدر است یا احتمال مبتلا نبودن (سالم بودن) حیوانی که آزمون وی منفی است؛ چقدر است که از روی فرمول شماره (۷) محاسبه می‌شود:

$$NPV = \frac{TN}{TN+FN}$$ فرمول (۷)

بر مبنای فرمول‌های ۶-۱، جدول توافقی زیر یافته‌های آزمون تشخیصی الایزا را درمقابل استاندارد طلایی تشخیص بیماری یون (کشت مدفوع) در ۴۰۴ رأس گاو از یک دامداری نمایش می‌دهد که شیوع، حساسیت، ویژگی و ارزش های اخباری مثبت و منفی به صورت زیر محاسبه می‌شوند (۴).

| | | FECAL CULTURE Positive | FECAL CULTURE Negative | |
|---|---|---|---|---|
| ELISA | Positive (0.35) | 102 | 40 | 142 |
| ELISA | Negative (< 0.35) | 38 | 224 | 262 |
| | | 140 | 264 | |

جدول ۲- مقایسه ی آزمون الایزا با کشت مدفوع (۴)

$$\text{Specificity}=\frac{224}{224+40}=\frac{224}{264}=0.85$$

$$\text{Sensitivity}=\frac{102}{102+38}=\frac{102}{140}=0.72$$

$$\text{RP}=\frac{102+38}{102+40+38+224}=\frac{140}{404}=0.35$$

$$\text{AP}=\frac{102+40}{102+40+38+224}=\frac{142}{404}=0.35$$

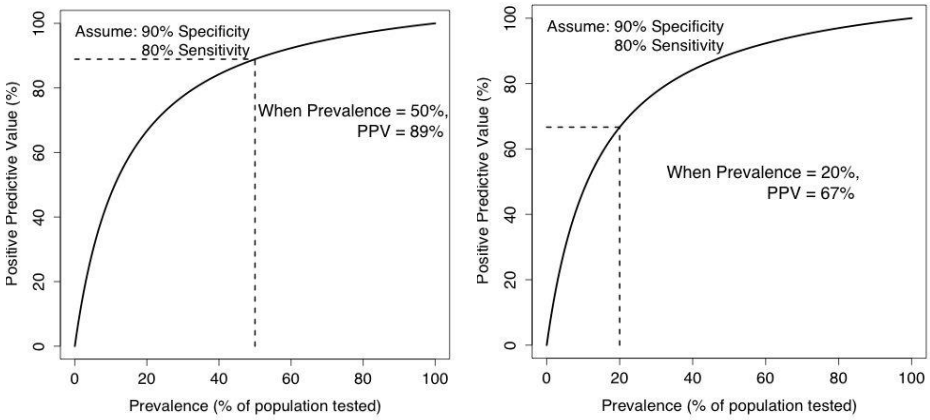
$$\text{NPV}=\frac{224}{224+38}=\frac{224}{262}=0.85$$

$$\text{PPV}=\frac{102}{102+40}=\frac{102}{142}=0.72$$

پرواضح است که چنان‌چه حساسیت و ویژگی از عدد ۱۰۰ کم شود، به‌ترتیب درصد منفی کاذب و درصد مثبت کاذب به دست می‌آید که در مثال یاد شده به ترتیب ۲۸ و ۱۵ درصد است.

**عوامل مؤثر بر ارزش پیشگویی (اخباری):** شیوع بیماری و ویژگی و حساسیت روی ارزش اخباری اثر می‌گذارند. شیوع در تعیین ارزش اخباری مهم تر است. چون در عمل نوسان حساسیت و ویژگی به ندرت بیش از ۲ برابر است، در حالی که شیوع بیماری می‌تواند دامنه نوسانات شیوع وسیع‌تر باشد.

**رابطه شیوع و ارزش اخباری مثبت:** بسته به شیوع ارزش پیشگویی مثبت تغییر می‌کند؛ هرچه شیوع بیشتر باشد، ارزش پیشگویی آزمون بیشتر است.




تصویر ۱– مثالی از رابطه ی ارزش اخباری مثبت با شیوع (۳)

اگر در جمعیت فرضی شیوع یک بیماری ۵۰ درصد و حساسیت و ویژگی با هم برابر و ۹۹ درصد باشد؛ ارزش‌های پیشگویی مثبت و منفی هر دو ۰/۹۹ خواهند بود (روش حل در پایین درج شده است).

$$\text{PPV}=\frac{0.50\times0.99}{0.5\times0.99+(1-0.99)(1-0.5)}=0.99$$

$$\text{NPV}=\frac{0.99\times(1-0.5)}{(1-0.99)\times0.5+0.99\times(1-0.5)}=0.99$$

و اگر شیوع بیماری به یک درصد برسد، با فرض ثابت ماندن حساسیت و ویژگی، ارزش‌های پیشگویی مثبت و منفی به ترتیب ۰/۵ و ۰/۹۹ خواهند بود (روش حل در پایین درج شده است).

$$PPV=\frac{0.01\times0.99}{0.01\times0.99+(1-0.99)\times(1-0.01)}=0.5$$

$$NPV=\frac{0.99\times(1-0.01)}{(1-0.99)\times0.01+0.99\times(1-0.01)}=0.99$$

با توجه به مثال بالا شیوع بیماری شدیداً بر PPV اثرگذار است.

**محاسبه ارزش‌های پیشگویی مثبت و منفی زمانی که جدول توافقی ۲*۲ در دسترس نباشد:** هنگامی که جدول توافقی در دسترس نباشد، نمی‌توان از روی فرمول‌های شماره (۶) و (۷) ارزش‌های پیشگویی مثبت و منفی را محاسبه کرد و باید از فرمول‌های شماره (۸) و (۹) محاسبه شوند:

فرمول (۸)

$$PPV=\frac{\text{شیوع}\times\text{حساسیت}}{(\text{شیوع}\times\text{حساسیت})+(\text{شیوع}-1)(\text{ویژگی}-1)}$$

فرمول (۹)

$$NPV=\frac{(\text{شیوع}-1)\times\text{ویژگی}}{(\text{شیوع}\times(\text{حساسیت}-1)+(\text{شیوع}-1)\text{ویژگی}}$$

بر اساس آمارنامه رسمی وزارت جهاد کشاورزی در خصوص عملیات مبارزه با سل گاوی در سال ۱۴۰۰، نسبت راکتور مثبت به تست ۰/۰۰۰۹ برآورد شده است (۵). اگر حساسیت و ویژگی آزمون توبرکولین بر اساس مطالعه خاوری و همکاران (۶) به‌ترتیب ۹۸ و ۷۲ درصد باشد، ارزش‌های پیشگویی مثبت و منفی به‌ترتیب ۳۱ درصد و ۹۹/۹۹ درصد به‌دست می‌آیند. (نسبت راکتور به تست معادل شیوع در نظر گرفته می‌شود)

$$PPV=\frac{0.98\times0.0009}{0.98\times0.0009+(1-0.72)(1-0.0009)}=31\%$$

یعنی احتمال ابتلا به سل در گاوهایی که به کشتارگاه اعزام می‌شوند، ۳۱ درصد است.

$$NPV=\frac{0.72\times(1-0.0009)}{(1-0.9991)\times0.0009+0.72\ (1-0.0009)}=99.99\%$$

یعنی ۹۹/۹۹ درصد گاوهایی که منفی هستند؛ واقعاً منفی هستند؛ یعنی NPV عدد خوبی است، اما PPV که احتمال مثبت بودن است؛ عدد پایینی (۰/۳۱) است.

**نتایج آزمون‌ها در داده‌های پیوسته:** زمانی که داده‌ها اعدادی باشند که پیوستگی دارند، باید برای نتیجه آزمون یک نقطه مرزی (cut off point)تعیین کرد که از چه نقطه‌ای به بعد سالم و چه نقطه‌ای به بعد بیمار است.

نقطه برش یا حد مرزی (cut off point): هرجایی که قرار بگیرد، سمت راست آن جمعیت بیمار و سمت چپ آن جمعیت سالم است. جمعیت مثبت کاذب زیر مجموعه مثبت واقعی است. جمعیت منفی کاذب زیر مجموعه منفی واقعی است.

بر اساس مطالعه سخا و همکاران آزمون BHB (بتا هیدروکسی بوتیریک اسید) برای تشخیص کتوز در گاوها استفاده می‌شود که در واقع BHB≥۱/۵ را بیمار تشخیص می‌دهند و ۱/۵ BHB کرا سالم یا غیر بیمار تشخیص می‌دهند و سیستم آزمون طلایی مانند جدول ۲×۲ گفته شده است (۷).

| | Disease + | Disease – |
|---|---|---|
| Test + 'BHB ≥ 1.5' | True Positive | False Positive |
| Test – 'BHB < 1.5' | False Negative | True Negative |

جدول ۳ – جدول طراحی شده با توجه به مطالعه‌ی سخا و همکاران (۷)

در BHB نقطه‌ی مرزی ۱/۵ است. اگر نقطه‌ی برش به سمت راست برده شود، نتیجه‌ی آزمون تغییر می‌کند؛ یعنی اگر نقطه‌ی مرزی از ۱/۵ به ۱/۷ تغییر داده شود، به همین نسبت حساسیت کاهش و ویژگی افزایش می‌یابد.

**برآورد شیوع بر پایه آزمون‌های ناقص**

آزمون ناقص (Imperfect test)، آزمونی است که حساسیت و ویژگی آن ۱۰۰ درصد نیست. حساسیت و ویژگی آزمون استاندارد طلایی ۱۰۰ درصد و بقیه آزمون‌ها، ناقص تلقی

می‌شوند. چنان‌چه شیوع بیماری با استفاده از آزمونی با حساسیت و ویژگی ۸۰ درصد برابر ۲۳ درصد به‌دست آید .شیوع واقعی این بیماری بر اساس فرمول شماره (۵) عبارت است از:

$$RP = \frac{AP + SP - 1}{Se + SP - 1}$$

$$RP = \frac{0.23 + 0.8 - 1}{0.8 + 0.8 - 1} = 0.05$$

**درستی یا صحت (Accuracy)**: درستی یک آزمون وابسته به توانایی آن در ارائه اندازه واقعی و صحیح در یک آزمون است . ممکن است مطالعه‌ای که خطای سیستماتیک کوچکی داشته باشد (مثلاً دستگاه کالیبر هنباشد) در نتیجه دارای درستی بالایی شود. درستی تحت تأثیر تعداد نمونه قرار نمی‌گیرد. درستی یک آزمون وابسته به دو مشخصه اعتبار یا روایی (Validity) و پایایی (Reliability) وابسته است. درستی شاخص قابل استنادی نیست. اعتبار، توانایی یک تست در تعیین حیوانات بیمار و سالم است که دارای دو جزء حساسیت و ویژگی است. پایایی در برگیرنده قابلیت تکرار (Repeatability) و دقت (Precision) است. قابلیت تکرار، توانایی یک آزمون در ارایه نتایج ثابت (مشابه و نه یکسان) در تکرار آزمایش است. ارائه نتایج ثابت روی یک نمونه در یک آزمایشگاه نشان دهنده کالیبر بودن دستگاه و عملکرد درست آن است. در ذیل فرمول صحت درج شده است.

صحت (احتمال صحیح بودن نتیجه) = (TN + TP) / Total

تکرارپذیری (Reproducibility) به‌معنای ارائه نتایج ثابت روی یک نمونه در آزمایشگاه‌های مختلف است. دقت (Accuracy) میزان انحراف نتایج با مقدار واقعی است و درجه انحراف یک مجموعه آزمون‌ها حول وحوش یک اندازه مرکزی (Standard Error; SE) گفته می‌شود.

## استراتژی‌های تشخیص

**آزمون‌های چندتایی یا آزمون‌های پی در پی ( Serial testing)**: درشرایط بالینی که ارزیابی سریع بیماران لازم نیست یا وقتی که آزمون‌ها گران یا پر مخاطره باشند. معمولاً از آزمون‌های پی در پی استفاده می‌شود مثل تست بروسلوز برای مبارزه با این بیماری در ایران. ابتدا تست رزبنگال انجام می‌شود سپس روی رزبنگال مثبت‌ها تست رایت انجام می‌شود ودر نهایت روی رایت مثبت‌ها، آزمون 2ME انجام می‌شود. ارزیابی هر آزمون با توجه به یافته‌های آزمون قبلی است. این آزمون‌ها معمولاً وقت‌گیرتر هستند. در این آزمون‌ها ویژگی و ارزش اخباری افزایش می‌یابد، اما حساسیت و ارزش اخباری منفی کاهش می‌یابند. نتایج مثبت دال بر بیماری است، اما خطر نادیده گرفته شدن بیماری افزایش می‌یابد.

فرمول‌های ۱۰ و ۱۱، محاسبه حساسیت و ویژگی در آزمون‌های پی در پی A و B:

$$Se = Se_A \times Se_B$$

$$SP = 1 - (1 - SP_A) \times (1 - SP_B)$$

**آزمون‌های موازی (Parallel tests)**: وقتی که ارزیابی سریع لازم باشد؛ از این روش استفاده می‌شود؛ مثلاً برای بیماری‌یابی سریع بروسلوز هر دامی که علامت بالینی بروسلوز داشته باشد یا سقط داشته باشد یا تست سرولوژی‌اش مثبت باشد، «بیمار» تلقی می‌شود و مانند تست پی در پی لازم نیست تأیید مرحله‌ای داشته باشد و اگر مثلاً از ۳ آزمون، یک آزمون هم مثبت شود؛ کفایت می‌کند. در آزمون‌های موازی، حساسیت و ارزش اخباری منفی افزایش می‌یابند، اما ویژگی و ارزش اخباری مثبت کاهش می‌یابد و در غربالگری با احتمال کم‌تری بیماری از نظر دور می‌ماند، اما احتمال تشخیص مثبت کاذب افزایش می‌یابد. در انگلستان برای ریشه‌کنی بروسلوز از این روش استفاده می‌شود.

فرمول‌های ۱۲ و ۱۳، محاسبه حساسیت و ویژگی در آزمون‌های موازی A و B:

$$Sp = Sp_A \times Sp_B$$

$$Se = 1 - (1 - Se_A) \times (1 - Se_B)$$

**تکرار آزمون (Repeat testing, Herd retest):**

نوع تغییر یافته آزمون آزمون پی درپی است که حیوانات با جواب منفی باید با همان آزمون در فاصله زمانی معینی دوباره آزمون شوند. اگر شیوع بیماری در جمعیت کاهش یابد افزایش ویژگی تست مورد استفاده مهم است. مثلاً حیوان اگر مشکوک به سل باشد؛ ۷۰ روز بعد دوباره آن را تست می‌کنند. در این حالت درصد مثبت کاذب افزایش می‌یابد؛ به‌ویژه هنگامی که حیوانات بیمار به کشتارگاه فرستاده می‌شوند. تکرار آزمون نوعی برنامه

تست وکشتار است که طراحی شده است تا بیماری را تا حد خاصی کنترل حذف و ریشه کن کند به مانند برنامه کنترل سل، بروسلوز و مشمشه.

## ارزیابی آزمون‌ها وقتی که معیار طلایی وجود ندارد

برخی باکتری‌ها دیر رشد هستند (مانند مایکوباکتریوم‌ها) و برخی از آن‌ها سخت رشد هستند (مانند لپتوسپیراها). برای این باکتری‌ها و موارد دیگر استفاده از آزمون استاندارد طلایی (کشت) بسیار زمان‌بر و سخت است و به دلیل لزوم آغاز زودهنگام مداخله درمانی، نمی‌توان منتظر پاسخ کشت ماند. در این موارد از توافق بین آزمون‌ها استفاده می‌شود. در توافق بین آزمون‌ها شاخص کاپا (ضریب هم‌خوانی، ضریب توافق کاپا) کمک‌کننده است.

برای محاسبه‌ی آماره کاپا از فرمول شماره (۱۴) استفاده می‌شود، که در این فرمول OP بیانگر نسبت مشاهده شده و EP بیان‌گر نسبت مورد انتظار است. n تعداد کل موارد است که با مجموع a+b+c+d در این فرمول است (۳).

$$kappa = \frac{OP-EP}{1-EP}$$ فرمول (۱۴)

$$OP = a + d/n$$

$$EP = \left(\frac{a+b}{n}\right) * \left(\frac{a+c}{n}\right) * \left(\frac{b+d}{n}\right) * \left(\frac{c+d}{n}\right)$$

برای تفسیر آزمون کاپا بدین شرح اقدام می‌شود؛ اگر نتیجه‌ی آزمون به ترتیب ۱، بیش از ۰/۸، بین ۰/۸ تا ۰/۶، بین ۰/۶ تا ۰/۴، بین ۰/۴ تا ۰/۲ و زیر ۰/۲ به‌ترتیب به عنوان توافق کامل، توافق عالی، توافق خوب، توافق متوسط، توافق ضعیف و عدم توافق گزارش می‌شود. البته لازم به ذکر است که اگر کاپا بیش از ۰/۶ باشد ،هردو تست خوب هستند و به‌جای یکدیگر می‌توان آن‌ها را به‌کار برد. همان‌طور که در دو جدول زیر دیده می‌شود، در جدول بالایی مقایسه‌ی موارد مثبت و منفی تست شیر و خون دیده می‌شود و در جدول پایینی کاپا ۶۷/ است که نشان دهنده‌ی توافق خوب است. هیچ‌کدام از تست شیر و تست شاخص خون استاندارد طلایی نیستند، اما به علت کاپا که توافق خوبی را نشان می‌دهد این دو تست را می‌توان به جای یکدیگر به کار برد (۸).

| شیر / خون | مثبت | منفی | کل |
|---|---|---|---|
| منفی | ۲۵ | ۰ | ۲۵ |
| مثبت | ۳ | ۴ | ۷ |
| کل | ۲۸ | ۴ | ۳۲ |

جدول ۴– مقایسه‌ی موارد مثبت و منفی تست شیر و تست شاخص خون برای پی بردن به حساسیت و ویژگی (۸)

| | Kappa | Asymp. Std. Error | Approx. T[b] | . p-Value |
|---|---|---|---|---|
| ضریب توافق | ۰.۶۷۶ | ۰.۱۶۹ | ۴.۰۴۱ | ۰.۰۰۰۵ |
| کل | ۳۲ | | | |

جدول ۵- ضریب توافق تست شیر و تست خون (۸)

در مطالعه‌ی جمشیدی و همکاران روی مقایسه‌ی ارزش روش‌های مختلف تشخیصی در تعیین آلودگی در گربه‌ها به هلیکوباکترهای معدی، ضریب کاپا بین این روش‌ها ۰/۵۵ به دست آمد که نشان دهنده‌ی توافق نسبی بین روش‌های مختلف است (۹).

## مروری بر برخی مطالعه‌های ارزیابی آزمون‌های تشخیصی

در مطالعه‌ی وکیلی و همکاران، حساسیت و ویژگی آزمون‌های الایزا در تشخیص بروسلوز اندازه‌گیری شد که به‌ترتیب حساسیت و ویژگی آزمون الایزا برای IgG به‌ترتیب ۹۳/۷ و ۷۰/۶ درصد و آزمون IgM به‌ترتیب ۱۲/۵ و ۱۰۰ درصد ارزیابی شد (۱۰).

در مطالعه‌ای دیگر که روی تیلریوز بدخیم گوسفند انجام گرفت، حساسیت و ویژگی آزمایش پادتن درخشان با روش غیر مستقیم ارزیابی شد. در این مطالعه حساسیت و ویژگی به‌ترتیب ۹۴/۵۷ و ۷۱/۷۰ درصد برآورد شد (۱۱).

ارزیابی تست ممانعت از تشکیل rosette برای تشخیص زودهنگام آبستنی در تلیسه‌های شیری توسط وجگانی و همکاران انجام شد که در این ارزیابی، حساسیت ۸۵ درصد و ویژگی ۲۶ درصد گزارش شد (۱۲).

برای تعیین میزان حساسیت و ویژگی تست PCR در مقایسه با نتایج کشت در تشخیص عفونت با M. Tuberculosis نادری و همکاران روی نمونه‌های بیمار در شهرستان زاهدان مطالعه کردند. در این مطالعه حساسیت و ویژگی تست PCR به‌ترتیب ۸۶/۹۱ و ۸۷/۹۶ درصد گزارش شدد. همچنین ارزش اخباری مثبت و منفی نیز به‌ترتیب ۵۳/۹۷ و ۸۵/۸۹ درصد گزارش شد (۱۳).

برای تعیین ارزش حساسیت و ارزش اخباری صدای زنگی در اختلالات حفره‌ی بطنی در گاو، نوروزیان و همکاران در مطالعه‌ی خود، در طرف چپ جدار حفره بطنی وجود صدای زنگی را دارای اعتبار بالایی در تشخیص دانستند و تغییر محل شیردان به طرف چپ بیانگر آن بود که ارزش اخباری آن ۸۱/۵۶ درصد به‌دست آمد. هم‌چنین ارزش اخباری در طرف راست جدار حفره‌ی بطنی اختلالات توپوگرافیکی شیردان، اختلالات سکوم و اختلالات روده‌های کوچک به‌ترتیب ۸۵/۹۴، ۸۷/۵ و ۸۵/۷۰ درصد گزارش شد (۱۴).

در مطالعه‌ی قاسم‌زاده نوا و همکاران حساسیت و ویژگی CMT برای تشخیص ورم پستان تحت بالینی در گاوهای شیری در مقایسه با کشت به‌ترتیب ۸۴/۱ و ۶۱/۲ درصد و حساسیت و ویژگی آن در مقایسه با SCC به ترتیب ۹۷/۵ و ۷۹/۶ درصد گزارش شد. همچنین در مطالعه‌ی دیگری برای بررسی حساسیت و ویژگی دستگاه MAS-D-TEC، حساسیت و ویژگی این دستگاه برای شناسایی ورم پستان تحت بالینی در گاوهای شیری به‌ترتیب ۱۰۰ و ۴۳/۳ درصد گزارش شد (۱۵).

در مطالعه‌ی اسلامی و همکاران، دقت روش‌های مختلف کشتارگاهی با روش متداول کشتارگاهی برای تشخیص سیستی‌سرکوس بویس در گاوهای ذبح شده بررسی شد که در بررسی آماری، سه روش با روش متداول کشتارگاهی اخلاف معنی‌داری وجود داشت (۱۶).

## تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

## منابع


۱. حق‌دوست ع‌ا، ایرانمنش الهام. ۱۳۸۷. ارزیابی دقت آزمون‌های تشخیصی. مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دوره شانزده، شماره ۱، ص ۱۰۵-۹۳.

۲. بشردوست ن. ارزیابی آزمون‌های تشخیصی، در: ملک‌افضلی ح، مجدزاده س‌ر، فتوحی ا، توکلی س. ۱۳۸۳. روش‌شناسی‌پژوهش‌های کاربردی، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران، چاپ اول، ص. ۲۲۹-۴۱

3. Thrusfield M. Veterinary epidemiology: 4th edition, John Wiley & Sons; 2018.

4. Smith RD. Veterinary clinical epidemiology, 3rd eition: CRC press; 1995.

۵. معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی (۱۴۰۱). آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰، جلد دوم، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی ص ۱۱۹.

٦. خاوری خراسانی ا. ۱۳۷۸. پژوهشی در سل گاوی در ایران با تکیه بر روش‌های مختلف تشخیصی در جهت ارزیابی اعتبار آزمون توبرکولین و ارزشیابی اقتصادی برنامه‌های مبارزه با سل گاوی، انتشارات سازمان دامپزشکی کشور.

۷. سخا م، شریفی ح، طاهری ا، صافی ش. تعیین میزان فراوانی کتوز تحت درمانگاهی در گاوداری‌های شیری شهرستان کرمان با استفاده از روش اندازه‌گیری بتاهیدروکسی بوتیرات سرم. مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۸۳؛ ۵۹(۳): ۲۴۹.

۸. باستانی ب، شقایق ع، موسی‌خانی ف. ارزیابی حساسیت و ویژگی آزمایش نواری BHBA شیر در مقایسه با آزمایش BHBA خون جهت تشخیص کتوز تحت بالینی در گاوهای شیری. پژوهش‌های بالینی دامپزشکی ۱۳۹۲؛۴(۴)،پیاپی ۱۶):۲۳۵-۲۲۷.
20.1001.1.20088159.1392.4.4.1.7

۹. جمشیدی ش، اختردانش ب، محمدی م، ساسانی ف، بکایی س، زهرایی‌صالحی ت و همکاران. مقایسه ارزش روش‌های مختلف تشخیصی در تعیین آلودگی گربه‌ها به هلیکوباکترهای معدی. مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۸۶؛ ۶۲(۲): ۱۳۱.

۱۰. وکیلی ز، مؤمن‌هروی م، شریف ع، معصومی م. حساسیت و ویژگی آزمون الایزا در تشخیص بیماری بروسلوز. مجله پزشکی کوثر. ۱۳۸۹، دوره ۱۵، شماره ۲، ص ۹۸-۹۵.

۱۱. خاکی ز، رهبری ص، نوروزیان ا. تعیین حساسیت و ویژگی آزمایش پادتن درخشان با روش غیر مستقیم در تیلریوز بدخیم گوسفند. مجله تحقیقات دامپزشکی. ، دوره ۵۳، شماره ۳و۴، ص ۳۰-۲۷.

۱۲. وجگانی م، قراگوزلو ف، وجگانی م، میرترابی س‌و. تعیین حساسیت و ویژگی تست ممانعت از تشکیل Rosette برای تشخیص زود هنگام آبستنی در تلیسه‌های شیری. مجله تحقیقات دامپزشکی. ۱۳۸۱؛۵۷(۱):۴-۱.

۱۳. نادری م، شریفی‌مود ب، کوهپایه حر، ناصرپورفریور ت، احمدی من. تعیین میزان حساسیت و ویژگی تست PCR در مقایسه با نتایج کشت در تشخیص عفونت با M. Tuberculosis. مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان. ۱۳۸۳؛۱۳(۵۲):۵۵-۵۹.

۱۴. نوروزیان ا، کلانتری‌خاندانی ع، نادعلیان مق، دهقان مم. تعیین ارزش حساسیت و پیشگوئی صدای زنگی در اختلالات حفره بطنی گاو. پژوهش و سازندگی. ۱۳۷۹؛۱۳(۱ (پی آیند ۴۶)):۱۳۸-۱۳۲.

۱۵. اسلامی ع، مشگی ب، باهنر ع، موسوی س‌ع. مطالعه دقت روش‌های مختلف جهت تشخیص سیستی سرکوس بوویس در گاوهای ذبح شده. مجله تحقیقات دامپزشکی (دانشگاه تهران) ۱۳۸۴؛۶۰(۲):۱۸۰-۱۷۷.

**Abstract in English**

# Evaluation of Diagnostic and Screening Test in Veterinary Medicine

**Mohammad Arad Zandieh[1], Fateme Sheikhian[2], Hamid Sharifi[3], Hesameddin Akbarein[4]**

1- PhD candidate of Epidemiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Undergraduate Student, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

3- Professor of Epidemiology, Institute for Future Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

4- Assistant professor of Epidemiology, Division of Epidemiology and Zoonoses, Department of Food Hygiene& Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

* akbarein@ut.ac.ir

Screening tests are a special type of diagnostic tests that are performed in an apparently healthy population. The purpose of performing diagnostic tests is to correctly diagnose patients, distinguish affected animals from healthy animals, distinguish between cases and controls, and distinguish between normal and abnormal cases. Screening tests should be simple, cheap, rapid and valid. Diagnostic and screening tests are mainly used in the monitoring of diseases. Related terms to the evaluation of these tests, including sensitivity, specificity, positive and negative predictive value, accuracy and precision, as well as concepts such as the golden standard, because they are often used interchangeably or misinterpreted, it is especially important to learn them. Also, due to the fact that gold standard tests are often more expensive and time-consuming, incomplete diagnostic tests are used, which can be calculated by calculating the sensitivity and specificity of the actual and apparent prevalence obtained by the diagnostic test. However, if the golden standard test is not available, other methods are used to evaluate the tests, including the Kappa index test. The interpretation results of these tests provide a comprehensive and evidence-based approach to clinicians and experts, which ultimately leads to more accurate, comprehensive, cheaper and faster monitoring. In this review article, with a complete and comprehensive review of the conventional concepts in the evaluation of diagnostic tests, along with the solution of practical examples, we will expand and provide a comprehensive presentation of these concepts. Also, the latest original studies that have been done in the field of evaluation of diagnostic tests will also be reviewed in this article.

**Keywords**: Diagnostic test, screening test, sensitivity, specificity, gold standard

التیام، دوره ۱۰، شماره ۲: ۳۳-۲۴، ۱۴۰۲ Eltiam 10 (2): 24-33, 2024

التیام
شاپا الکترونیکی:۲۷۸۳۳۲۹۱
eltiam.ivsa@yahoo.com
http://eltiamjournal.ir/

مقاله مروری

# مروری بر روش‌های تعیین تعداد نمونه، نمونه‌گیری آماری و گردآوری داده‌ها در پژوهش‌های دامپزشکی

داریوش سعادتی[۱*]، سمیرا سعادت‌جو[۲]، علی انوشا[۳]

۱- دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- دانش‌آموخته دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی تهران و کلینیسین دامپزشکی در زابل، زابل، ایران

۳- دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح دام و طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

* saadatdariush@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۴ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۹/۱۳

https://doi.org/10.61186/eltiam.10.2.3

کپی‌رایت © مجله التیام: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

## چکیده

در شروع هر مطالعه‌ای، معمولاً این سؤال‌ها به ذهن پژوهشگر می‌رسد؛ چه تعداد نمونه برای انجام این مطالعه باید اخذ شود؟، این نمونه‌ها با چه روشی از بین اعضای جامعه هدف انتخاب می‌شوند؟، داده‌های مورد نیاز برای انجام این پژوهش با چه روشی باید جمع‌آوری شوند؟ در این مقاله تلاش می‌شود به این سؤال‌ها پاسخ داده شود.

برای انتخاب تعداد نمونه مناسب باید به روش آماری که قرار است داده‌ها با آن تجزیه و تحلیل شوند، توجه شود. در بررسی‌ها پژوهشگر قصد دارد با توجه به میانگین یا شیوعی که در نمونه آماری به دست آمده، میانگین یا شیوع مورد نظر را در جامعه با حدود اطمینان ۹۵ درصد برآورد نماید. دو فرمول برای تعیین حجم نمونه در بررسی‌ها وجود دارد که به آن‌ها اشاره می‌شود. در مطالعه‌ها هدف مقایسه میانگین یا شیوع بین گروه‌های مختلف است. در هر مطالعه با توجه به این‌که از کدام آزمون آماری برای آنالیز داده‌ها استفاده شود، فرمول خاصی برای تعیین تعداد نمونه وجود دارد که به برخی از آن‌ها در این مقاله اشاره می‌شود.

برای انتخاب روش نمونه‌گیری از لحاظ آماری باید به نوع پژوهش توجه شود، در بررسی‌ها و مطالعه‌ها مشاهده‌ای مقطعی نمونه آماری باید به صورت تصادفی از بین اعضای جامعه انتخاب شود. در غیر این صورت نمونه معرف جامعه هدف نخواهد بود. اما در مطالعه‌های مداخله‌ای، بحث روش نمونه‌گیری آماری مطرح نیست، بلکه ضوابطی برای ورود به مطالعه وجود دارد و هر فرد یا حیوانی (در

مطالعه‌های دامپزشکی) که این ضوابط را داشته باشد؛ می‌تواند وارد مطالعه شود. پس از ورود اعضاء به مطالعه مداخله‌ای، باید این اعضا به صورت تصادفی به تیمارهای مختلف تخصیص داده شوند.

داده‌های مورد نیاز برای انجام پژوهش را می‌توان از طریق معاینه، مشـــاهده، انجام آزمایش‌ها یا مصـــاحبه جمع‌آوری کرد. برای انجام مصاحبه باید پرسشنامه‌ای طراحی شود. در طراحی پرسشنامه باید به پایایی و روایی سؤال‌ها توجه شود.

**واژه‌های کلیدی**: تعیین تعداد نمونه، روش نمونه‌گیری آماری، روش جمع‌آوری داده‌ها

## تعیین تعداد نمونه (Sample Size) مناسب

برای انتخاب تعداد نمونه مناسـب باید به روش آماری که قرار اسـت داده‌ها با آن تجزیه و تحلیل شـوند، توجه شـود. امروزه تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، یک بخش ضـــروری از پژوهش به حسـاب می‌آید و بدون انجام تجزیه و تحلیل آماری، امکان تعمیم یافته‌ها به دســـت آمده از نمونه آماری به کل جامعه هدف امکان‌پذیر نیست. در بررسـی‌ها پژوهشـگر قصـد دارد با توجه به میانگین یا شـــیوعی که در نمونه آماری به دســـت آورده، میـانگین یـا شـــیوع مورد نظر را در جـامعـه بـا حـدود اطمینان ۹۵ درصـد برآورد نماید. دو فرمول برای تعیین تعداد نمونه در بررســـی‌ها وجود دارد. یکی از این دو فرمول زمانی استفاده می‌شود که هدف برآورد میانگین یک صفت در جامعه باشـــد و دیگری برای زمانی اســـت که هدف پژوهش برآورد شیوع در جامعه است.

در بررسـی‌هایی که هدف صـرفا تعیین شـیوع یک بیماری یا آلودگی در یـک منطقـه اســـت، از فرمول زیر کـه معروف بـه فرمول کوکران برای تعیین حجم نمونه استفاده می‌شود (۱).

$$n = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \times p\,(1-P)}{d^2}$$

در فرمول فوق n تعداد نمونه مورد نیاز اســـت. $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ مقدار توزیع نرمال استاندارد (Z) با سطح اطمینان $\alpha - ۱$ است. از آن‌جا که معمولاً ســـطح اطمینان ۹۵٪ درصـــد در نظر گرفته می‌شـود، مقدار $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ در فرمول فوق ۱٫۹۶ اسـت. p شـیوع بیماری در جامعه اسـت، که بر اسـاس مطالعه‌های قبلی برآورد می‌شود. d دقت است، یعنی حداکثر چه مقدار خطا در برآورد شـیوع قابل قبول اسـت. برای مثال، برای تعیین تعداد نمونه مورد نیاز در پژوهشی که به منظور بررسی شـیوع بروسـلوز در گوسفندان منطقه سیستان با روش PCR انجام شد، بر اساس پژوهش‌های قبلی شـیوع ملکولی بروسـلوز در منطقه سـیسـتان ۱۱ درصـد برآورد شـد. با پذیرش این‌که شـیوع به دسـت آمده در نمونه با شـیوع واقعی در جامعه حداکثر ۵ درصـد اختلاف داشـته باشـد (d=۰/۰۵) و در نظر گرفتن سـطح اطمینان ۹۵ درصـــد تعداد نمونه مورد نیاز برای این پژوهش ۱۵۰ رأس گوسفند برآورد شد (۲).

$$n = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \times p\,(1-P)}{d^2} = \frac{1.96^2 \times 11\%\,(1-11\%)}{5\%^2} = 150$$

در بررسی‌هایی که هدف پژوهشگر برآورد میانگین یک متغیر کمی (عددی) در جامعه است، از فرمول زیر برای تعیین تعداد نمونه استفاده می‌شود (۳).

$$n = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \times \sigma^2}{d^2}$$

در فرمول فوق $n$ تعداد نمونه مورد نیاز اســـت. $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ مقدار توزیع نرمال استاندارد (Z) با سطح اطمینان $\alpha - ۱$ است. $\sigma$ انحراف معیار صفت در جامعه است، که بر اساس مطالعه‌های قبلی برآورد می‌شود و d دقت است، یعنی حداکثر چه مقدار خطا در برآورد میانگین قابل قبول است.

برخلاف بررسـی‌ها، در مطالعه‌ها به مقایسـه گروه‌های مختلف حیوانات پرداخته می‌شـود (۴). یافته‌های حاصـل از مطالعه با آزمون آماری تجزیه و تحلیل می‌شـــود. آزمون آماری با توجه به یافته‌ها به دســـت آمده از نمونه قضـــاوت می‌کند که آیا تفاوتی بین پارامترهای جامعه وجود دارد یا خیر؟ اما آزمون آماری اعلام نمی‌کند که این تفاوت‌ها چقدر اســـت. به‌عنوان مثال آزمون آماری ممکن اسـت نشـان دهد که یک دارو در کاهش میانگین فشـار خون در جامعه مؤثر اسـت، اما نمی‌تواند نشـان دهد که این دارو چقدر میانگین فشـار خون افراد جامعه

را کاهش می‌دهد. سؤالی که به ذهن می‌رسد این است که آیا تأثیر این دارو به اندازه‌ای بزرگ هست که بتوان از آن برای کاهش فشار خون در بیماران مبتلا به پرفشاری استفاده کرد. برای پاسخ به این سؤال باید توجه داشت که آزمون آماری همانند یک ذره‌بین اختلاف‌ها را به ما نشان می‌دهد و تعداد نمونه در آزمون‌های آماری همانند قدرت ذره‌بین است (۵). همان‌طور که برای دیدن اشیای ریزتر باید از ذره‌بین قوی‌تر استفاده کرد، در مورد آزمون‌های آماری نیز برای معنی‌دار شدن اختلاف‌های کوچک‌تر باید تعداد نمونه بیشتری را انتخاب کرد. بنابراین در ابتدای هر مطالعه باید «تفاوت مهم از دیدگاه بالینی (Clinical Significance)» تعیین شود. به‌عنوان مثال در مورد داروی کاهنده فشار خون، باید دید اگر این دارو چقدر فشار خون را کاهش دهد، از لحاظ بالینی مهم و ارزشمند به حساب می‌آید. سپس تعداد نمونه در گروه شاهد و گروه درمان به اندازه‌ای قرار داده شود که اگر اثر واقعی دارو در جامعه به اندازه «تفاوت مهم از دیدگاه بالینی» باشد. این اثر معنی‌دار می‌شود (۵). باید توجه داشت که با مقایسه فشار خون بیماران در گروه شاهد و گروه درمان و بدون انجام آزمون آماری می‌توان فهمید که آیا اثر دارو در نمونه‌های مورد آزمایش به اندازه «تفاوت مهم از دیدگاه بالینی» بوده یا خیر؟ اما برای پی بردن به اثر دارو در کل جامعه انجام آزمون آماری ضروری است.

اصولاً در آزمون‌های آماری دو فرضیه متضاد $H_0$ و $H_1$ وجود دارد. فرضیه $H_0$، فرضیه‌ای است که می‌گوید «تفاوت مهم از دیدگاه بالینی» وجود ندارد و $H_1$ فرضیه‌ای است که می‌گوید این تفاوت وجود دارد. در انجام آزمون آماری دو نوع خطا ممکن است رخ دهد. خطای نوع اول مربوط به زمانی است که $H_0$ درست باشد، اما آزمون آماری آن را مردود اعلام کند، خطای نوع اول را با آلفا ($\alpha$) نشان می‌دهند. خطای نوع دوم زمانی اتفاق می‌افتد که $H_0$ غلط باشد، اما آزمون آماری این فرضیه را تأیید کند. خطای نوع دوم را با بتا ($\beta$) نشان می‌دهند. در مطالعه‌ها زمانی که قرار هست تعداد نمونه تعیین شود باید مشخص شود که حداکثر مقدار خطای نوع اول و دوم قابل قبول چقدر است. اگر قرار هست مقدار خطای نوع اول و دوم کاهش داده شود، باید تعداد نمونه بیشتری وجود داشته باشد، اما معمولاً مقدار خطای نوع اول (آلفا) را ۰/۰۵ و مقدار خطای نوع دوم (بتا) را ۰/۱۰ یا ۰/۲۰ در نظر می‌گیرند (۵)

در این‌جا به سه مورد از فرمول‌های تعیین حجم نمونه در مطالعه‌ها اشاره می‌شود.

$$n = \left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta}\right)^2 \frac{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)}{(P_1 - P_2)^2}$$

## تعداد نمونه مناسب برای مقایسه شیوع بیماری بین دو گروه ( ۸-۵):

در فرمول بالا n تعداد (حجم) نمونه مورد نیاز در هر گروه است. $Z$ مقدار توزیع نرمال استاندارد با اندیس مورد نظر است. آلفا ($\alpha$) و بتا ($\beta$) خطای نوع اول و دوم هستند. با در نظر گرفتن ۰/۰۵ خطای نوع اول، مقدار $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ برابر ۱/۹۶ می‌شود. اگر مقدار خطای نوع دوم ۰/۱۰ یا ۰/۲۰ در نظر گرفته شود، مقدار $Z_{1-\beta}$ به‌ترتیب برابر ۱/۲۸ و ۰/۸۴ است. $P_1$ و $P_2$ به‌ترتیب شیوع بیماری در جامعه ۱ و ۲ را نشان می‌دهند.

به عنوان مثال در پژوهشی که به منظور برآورد شیوع توکسوپلاسما در گوشت گاوهای کشتار شده در زابل و زاهدان انجام شد، فرضیه این بود که شیوع توکسوپلاسما در گوشت گاوهای وارداتی از پاکستان بیشتر از شیوع این انگل در گاوهای بومی است. بر اساس پژوهش‌های گذشته برآورد شد، شیوع در گوشت گاوهای وارداتی و بومی به‌ترتیب ۲۸ و ۷ درصد است. بنابراین حجم نمونه مورد نیاز برای هر گروه با توجه به فرمول یاد شده برابر ۵۰ نمونه (در مجموع ۱۰۰ نمونه) برآورد شد (۹).

$$n = \left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta}\right)^2 \frac{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)}{(P_1 - P_2)^2} =$$
$$(1.96 + 0.84)^2 \frac{0.28(1-0.28) + 0.07(1-0.07)}{(0.28 - 0.7)^2}$$
$$= 50$$

### تعداد نمونه مناسب برای مقایسه میانگین یک صفت کمی بین دو گروه (آزمون t) (۵-۸):

$$n = \frac{\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta}\right)^2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

در فرمول بالا n تعداد نمونه مورد نیاز در هر گروه است. $Z$ مقدار توزیع نرمال استاندارد با اندیس مورد نظر است. آلفا ($\alpha$) و بتا ($\beta$) خطای نوع اول و دوم هستند. $\mu_1$ و $\mu_2$ به‌ترتیب میانگین صفت در جامعه ۱ و ۲ هستند و $\sigma_1$ و $\sigma_2$ به‌ترتیب انحراف معیار صفت در جامعه ۱ و ۲ هستند. مقادیر میانگین و انحراف معیار در دو جامعه با توجه به مطالعه‌های گذشته برآورد می‌شوند.

### تعداد نمونه مناسب برای مقایسه میانگین یک صفت کمی بین بیش از دو گروه ( ۸-۵):

در برخی از پژوهش‌ها میانگین یک صفت بین چند گروه (بیش از دو گروه) با هم مقایسه می‌شوند. آزمون آماری که در این‌جا (در صورت نرمال بودن داده‌ها) مورد استفاده قرار می‌گیرد، آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) است. معمولاً تعداد نمونه لازم برای انجام آزمون ANOVA از بسیاری از آزمون‌های دیگر کمتر است. بنابراین زمانی که میانگین‌ها مقایسه می‌شوند، انتخاب ۳ یا ۴ تیمار به جای دو تیمار می‌تواند باعث شود تمامی تعداد نمونه لازم برای انجام پژوهش کاهش یابد، برای مثال فرض کنید، پژوهشگری می‌خواهد تأثیر یک دارو بر پارامترهای بیوشیمیایی خون را بررسی کند، اگر این پژوهشگر در پژوهش خویش دو گروه (شاهد و درمان) داشته باشد برای تجزیه و تحلیل داده‌ها باید از آزمون t استفاده کند، اما اگر این پژوهش دو تیمار دارو (یکی با غلظت کم و دیگری با غلظت زیاد) و یک گروه شاهد داشته باشد، آزمون آماری مورد استفاده وی آزمون آنالیز واریانس است، که چه بسا این پژوهش در مجموع به حجم نمونه کمتری نیاز داشته باشد. فرمول تعیین تعداد نمونه برای هر گروه در آنالیز واریانس در زیر نشان داده شده است (۷):

$$n = \frac{\lambda}{\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{K}(\mu_i - \bar{\mu})^2}$$

که مقدار λ از جدول شماره ۱ به دست می‌آید:

جدول ۱- مقدار λ در تعیین تعداد نمونه برای آنالیز واریانس

| تعداد گروه‌ها (K) | | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\beta = 0.10$ | $\alpha = 0.01$ | ۱۷/۴۳ | ۱۹/۲۵ | ۲۰/۷۴ | ۲۲/۰۳ | ۲۳/۱۹ | ۲۴/۲۴ | ۲۵/۲۲ | ۲۶/۱۳ |
| | $\alpha = 0.05$ | ۱۲/۶۶ | ۱۴/۱۸ | ۱۵/۴۱ | ۱۶/۴۷ | ۱۷/۴۲ | ۱۸/۲۹ | ۱۹/۰۹ | ۱۹/۸۳ |
| $\beta = 0.20$ | $\alpha = 0.01$ | ۱۳/۸۹ | ۱۵/۴۶ | ۱۶/۷۵ | ۱۷/۸۷ | ۱۸/۸۸ | ۱۹/۷۹ | ۲۰/۶۴ | ۲۱/۴۳ |
| | $\alpha = 0.05$ | ۹/۶۴ | ۱۰/۹۱ | ۱۱/۹۴ | ۱۲/۸۳ | ۱۳/۶۳ | ۱۴/۳۶ | ۱۵/۰۳ | ۱۵/۶۵ |

در فرمول بالا n تعداد نمونه مورد نیاز در هر گروه است. $\sigma$ انحراف معیار داده‌ها در گروه‌ها، $\mu_i$ میانگین در گروه i ام، آلفا ($\alpha$) و بتا ($\beta$) به‌ترتیب خطای نوع اول و دوم، و K تعداد گروه‌ها است و مقادیر λ در داخل جدول شماره ۱ نشان داده شده‌اند. برای مثال در پژوهشی که درباره اثرات سرکه سیب بر عملکرد دستگاه ایمنی جوجه‌های گوشتی انجام شد (۱۰)، سرکه سیب در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ درصد به جیره جوجه‌ها اضافه شد و یک گروه شاهد هم در نظر گرفته شد. به همه جوجه‌ها واکسن نیوکاسل تزریق شد و اثرات سرکه سیب بر مقدار تولید آنتی‌بادی نیوکاسل در جوجه‌های واکسن زده مطالعه شد، پیش از انجام این مطالعه و به‌منظور تعیین تعداد نمونه مورد نیاز با توجه به مطالعه‌های پیشین میانگین تیتر HI برای آنتی‌بادی نیوکاسل در تیمارهای ۳، ۲ و ۱ درصد عصاره سیر و گروه شاهد به ترتیب ۴/۷، ۴/۵، ۴/۲ و ۴ و انحراف معیار تیرهای سرمی ۰/۶۵ برآورد شد. با در نظر گرفتن ۰/۰۵ خطای نوع اول و ۰/۲۰ خطای نوع دوم، تعداد

نمونه مورد نیاز برای این پژوهش ۱۶ قطعه جوجه در هر گروه (در مجموع ۶۴ قطعه جوجه) در نظر گرفته شد (۱۰):

$$n = \frac{\lambda}{\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{K}(\mu_i - \bar{\mu})^2} = \frac{10.91}{\frac{1}{0.65^2}((4-4.35)^2 + (4.2-4.35)^2 + (4.5-4.35)^2 + (4.7-4.35)^2)} = 16$$

در این‌جا یادآور می‌شود که با توجه هزینه‌های پژوهش معمولاً پژوهشگران به دنبال راهی هستند تا با حجم نمونه کمتر، اما با دقت کافی از نظر آماری، پژوهش خویش را انجام دهند. یکی از طرح‌هایی که می‌توان در مطالعه‌های مداخله‌ای برای کاهش تعداد نمونه مورد استفاده قرار داد، طرح متقاطع (Crossover design) است. این طرح به ویژه زمانی که تأثیر آزمایش‌ها کوتاه‌مدت باشد و پس از مدتی بتوان حیوانات گروه درمان را به عنوان شاهد و حیوانات گروه شاهد را به عنوان درمان مورد استفاده قرار داد، مفید است. برای آشنایی بیشتر خوانندگان با این طرح، مطالعه مقاله "Understanding controlled trials crossover trials" در این زمینه پیشنهاد می‌شود (۱۱).

## انتخاب روش نمونه‌گیری

از لحاظ آماری نمونه‌گیری به معنی انتخاب تعدادی از اعضای جامعه است که پژوهش روی آن‌ها انجام می‌شود و یافته‌های به دست آمده از آن‌ها به کل جامعه تعمیم داده می‌شود. برای انتخاب روش نمونه‌گیری مناسب باید به نوع مطالعه توجه شود. از دید اپیدمیولوژی، انواع مطالعه‌ها به دو دسته مشاهده‌ای و مداخله‌ای تقسیم می‌شوند. مطالعه‌های مشاهده‌ای خود به دو دسته مقطعی و طولی تقسیم می‌شوند. در بررسی‌ها و مطالعه‌های مشاهده‌ای مقطعی روش نمونه‌گیری باید به‌صورت تصادفی باشد. مطالعه‌های مشاهده‌ای طولی معمولاً توسط اپیدمیولوژیست‌ها انجام می‌شود و طراحی خاصی دارد، بنابراین از ذکر روش نمونه‌گیری در مطالعه‌های طولی خودداری می‌شود. در مطالعه‌های مداخله‌ای بحث نمونه‌گیری از بین افراد جامعه مطرح نیست. بلکه یک‌سری ضوابطی (Admission Criteria) برای ورود به مطالعه وجود دارد، که افراد یا حیولناتی که وارد مطالعه می‌شوند باید این ضوابط را دارا باشند. سپس اعضایی که وارد مطالعه شده‌اند، با روش تصادفی و با کمک قرعه‌کشی به تیمارهای مختلف تخصیص داده می‌شوند (۴).

همان‌طور که گفته شد انتخاب افراد یا حیوانات در بررسی‌ها و مطالعه‌های مشاهده‌ای مقطعی باید به‌صورت تصادفی انجام شود. روش‌های نمونه‌گیری تصادفی در زیر توضیح داده شده‌اند:

### نمونه‌گیری تصادفی ساده (Simple Random Sampling)

در این روش هر عضو جامعه شانس برابری برای انتخاب شدن در نمونه دارد. داشتن فهرست تمامی اعضای جامعه به پژوهشگر کمک می‌کند تا بتواند از بین آن‌ها با کمک جدول اعداد تصادفی یا به روش قرعه‌کشی تعدادی را انتخاب کند. برای استفاده از جدول اعداد تصادفی، به هر عضو جامعه یک عدد تخصیص داده می‌شود. سپس بر اساس این جدول تعدادی شماره انتخاب می‌شوند، هر عضو (فرد یا حیوانی) که شماره‌اش با روش تصادفی انتخاب شود، جزء نمونه‌ها قرار می‌گیرد و وارد مطالعه می‌شود (۱۲). در این روش از آن‌جا که همه اعضا شانس برابری برای انتخاب شدن دارند، بنابراین نمونه اخذ شده نماینده شایسته‌ای برای جامعه است و به راحتی می‌توان یافته‌های به دست آمده از نمونه آماری را به جامعه هدف تعمیم داد. بارزترین ایراد روش نمونه‌گیری تصادفی ساده نیاز آن به فهرست کاملی از تمام اعضای جامعه است. این فهرست معمولاً برای جمعیت‌های بزرگ و جمعیت‌های دامی در دسترس نیست. در چنین مواردی، عاقلانه‌تر است که از روش‌های نمونه‌گیری دیگر استفاده شود (۱۳).

### نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک (Systematic Random Sampling)

در این روش فواصل نمونه‌گیری ثابت است. فواصل نمونه‌گیری برابر است با تعداد افراد جامعه تقسیم بر حجم نمونه. مثلاً اگر قصد انتخاب ۲۰ فرد از بین ۱۰۰۰ فرد به‌عنوان نمونه وجود داشته باشد‌شوند، فواصل نمونه‌گیری برابر $\frac{۱۰۰۰}{۲۰} = ۵۰$ خواهد بود. نخستین نمونه باید از بین شماره‌های ۱ تا ۵۰ به‌صورت تصادفی انتخاب شود،

نمونه‌های بعدی به فواصل ۵۰ تا پس از نمونه نخست انتخاب می‌شوند، مثلاً اگر نخستین نمونه شماره ۳ باشد، نمونه بعدی نمونه شماره ۵۳ خواهد بود. بعدی ۱۰۳، بعدی ۱۵۳ و به همین ترتیب به فواصل ۵۰ تایی نمونه گرفته می‌شود. روش نمونه‌برداری سیستماتیک برای نمونه‌گیری از خط تولید مواد غذایی مناسب است. برای مثال این روش در کارخانه کنسروسازی مفید است. به‌عنوان مثال می‌توان کنسرو شماره ۳، شماره ۵۳ ، شماره ۱۰۳و .. از روی خط تولید به عنوان نمونه برداشته می‌شود (۱۲). مزایای روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک این است که نمونه را به‌طور یکنواخت در بین جمعیت پخش می‌کند و انجام این روش آسان‌تر از نمونه‌گیری تصادفی ساده است. محدودیت استفاده از روش نمونه‌گیری سیستماتیک در زمانی است که فواصل نمونه‌گیری با روند دوره‌ای یک متغیر در جامعه منطبق باشد. به‌عنوان مثال فرض کنید ایرادی در دستگاه بسته‌بندی کنسروها وجود داشته باشد و این ایراد با فاصله هر ۱۰ کنسرو در خط تولید تکرار شود. در این صورت نمونه‌های اخذ شده با روش سیستماتیک دیگر تصادفی محسوب نمی‌شوند و نماینده کل محصول آن کارخانه نخواهند بود (۱۳).

**نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای ( Stratified Random Sampling)**: زمانی که جامعه آماری هدف از چند گروه (طبقه) تشکیل شده و گروه‌ها در مقایسه با کل جمعیت همگن‌تر باشند؛ این روش نمونه‌گیری مناسب‌تر است. برای مثال با اطلاع از این‌که فون انگل‌های دامی در مناطق کوهستانی، بیابانی و جلگه‌ای متفاوت است؛ در پژوهشی که به‌منظور شناسایی فون کرم‌های شیردان در گوسفندان مناطق مختلف ایران انجام شد، کل کشور به چهار منطقه آب‌وهوایی تقسیم و نمونه‌ها به‌صورت تصادفی طبقه‌ای از منطقه‌های مختلف اخذ شدند (۱۴).

در این روش جمعیت‌های دامی ممکن است بر اساس سن، محل، نوع پرورش، گونه، نژاد، وسعت دامداری، نوع تغذیه و .... طبقه‌بندی شوند. در روش طبقه‌ای پس از این‌که شیوع بیماری در هر طبقه مشخص شد، با در نظر گرفتن فراوانی نسبی هر طبقه، شیوع بیماری در کل جمعیت محاسبه می‌شود.

اگر صفتی که قصد پژوهش در خصوص آن وجود دارد، یک صفت کمّی باشد (مانند پارامترهای خونی که با واحدهای مشخص و با عدد اندازه‌گیری می‌شوند) و هم میانگین‌ها و هم واریانس در طبقه‌های مختلف متفاوت باشند، ممکن است برای تعیین تعداد نمونه در هر طبقه و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از روش تصادفی طبقه‌ای با ایرادتی مواجهه پیدا می‌کند (برای اطمینان از این‌که واریانس‌ها در طبقه‌های مختلف تفاوتی ندارند باید از آزمون F استفاده شود) (۱۳).

**نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای ( Cluster Random Sampling)**: این روش در جمعیت‌های بزرگ کاربرد زیادی دارد. در این روش جامعه آماری به تعدادی خوشه تقسیم می‌شوند. معمولاً در داخل هر خوشه ناهمگنی وجود دارد، اما بین خوشه‌های همگنی مشاهده می‌شود (۱۳). مزیت این روش این است که احتیاجی نیست که فهرست تمام افراد جامعه وجود داشته باشد، فقط کافی است که فهرست تمامی خوشه‌ها را داشت و مشخص باشد که در داخل هر خوشه چه تعداد نمونه وجود دارد. فرض کنید قصد انجام نمونه‌گیری تصادفی از کندوهای زنبور عسل در یک شهرستان وجود دارد. قطعاً این که فهرست تمامی کندوهای این شهرستان را داشت و به آن‌ها شماره داد، تقریباً غیرممکن است، اما اگر فهرست زنبورستان‌های این شهرستان وجود داشته باشد و بااطلاع از این‌که در هر زنبورستان حدوداً چند کندو وجود دارد، می‌توان نمونه‌گیری خوشه‌ای انجام داد. هر زنبورستان یک خوشه در نظر گرفته می‌شود. فرض کنید که در مجموع در این شهرستان ۵۰۰۰ کندوی زنبور عسل وجود داشته باشد و برای انجام این پژوهش نیاز به ۷۰ کندو از ۱۰ خوشه باشد، ابتدا فهرست زنبورستان‌ها تهیه می‌شود. فرض کنید در زنبورستان الف، ب، ج، و د به‌ترتیب ۱۷۰، ۲۳۰، ۲۴۰ و ۱۲۰ کندو وجود دارد. در فهرست تهیه شده فراوانی تجمعی حساب می‌شوند. فراوانی تجمعی کندوها در زنبورستان‌های الف، ب، ج، و د به‌ترتیب ۱۷۰، ۴۰۰، ۶۴۰ و ۷۶۰ است. برای بقیه زنبورستان‌ها (خوشه‌ها) هم فراوانی تجمعی محاسبه می‌شوند. فراوانی تجمعی آخرین زنبورستان ۵۰۰۰ است. در نظر گرفته

می‌شـود که کندوهای ۱ تا ۱۷۰ در زنبورسـتان الف، ۱۷۱ تا ۴۰۰ در زنبورسـتان ب، ۴۰۱ تا ۶۴۰ در زنبورسـتان ج و ۶۴۱ تا ۷۶۰ در زنبورسـتان د (الی آخر) قرار دارند. حالا از میان فراوانی‌های تجمعی به‌طریق تصادفی سیستماتیک، خوشه‌ها را انتخاب می‌شوند. فواصل نمونه‌گیری برابر با $\frac{۵۰۰۰}{۱۰} = ۵۰۰$ است. نخستین عدد را بین ۱ تا ۵۰۰ به‌طور تصادفی انتخاب می‌شـوند. مثلاً ۳۳ و بعد به فواصـل ۵۰۰ تا نمونه‌های بعدی انتخاب می‌شـوند (۳۳، ۵۳۳، ۱۰۳۳، ۱۵۳۳، ...). در این‌جا کدهای ۳۳ و ۵۳۳ در زنبورستان‌های الف و ج قرار گرفته‌اند و بنابراین این دو زنبورسـتان انتخاب می‌شـوند. هر زنبورسـتانی که انتخاب شـد، به آن‌جا مراجعه می‌شـود و از بین کندوهای آن زنبورستان ۷ کندو به‌طریق تصادفی ساده انتخاب می‌شوند. در روش نمونه‌گیری خوشه‌ای حجم نمونه مورد نیاز بیشتر از حجم نمونه در سایر روش‌های نمونه‌گیری است (۱۲).

همان‌طور که ذکر شـد فقط اگر نمونه‌ای با یکی از روش‌های نمونه‌گیری تصادفی اخذ شده باشد، می‌تواند نماینده جامعه هدف باشـد. با این حال در علوم زیسـتی به‌ویژه دامپزشـکی گاهی از اوقات انتخاب نمونه تصـادفی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست. برخی از احشام به‌ویژه در دامداری‌های صنعتی شماره بدن یا پلاک گوش دارند که از این شـماره‌ها می‌توان برای انتخاب تصـادفی بهره برد. هم‌چنین اگر در یک روسـتا قصـد نمونه‌گیری تصادفی خانه‌ها وجود داشته باشد، در صورتی که کدپسـتی خانه‌های روسـتا مشـخص باشـد، می‌توان از بین کدهای پسـتی به‌طور تصـادفی تعدادی را انتخاب کرد یا اگر کدپسـتی‌ها هم مشـخص نباشـد، یک مسـیری برای تردد در روسـتا انتخاب شـود و در آن مسـیر با فواصـل مشـخص و به‌صورت تصادفی سیستماتیک اقدام به نمونه‌گیری شود، اما برای نمونه‌گیری تصادفی از سـالن پرورش طیور، گله احشـام، حیوانات بدون سـرپرسـت در شـهرها یا حیوانات حیات وحش که حیولنات و .... که امکان شـمارگذاری آن‌ها وجود ندارد، قرعه‌کشی عملاً غیر ممکن است. در این‌جا باید تلاش شود با انجام ترفندهایی نمونه حاصـل تا حد ممکن تصـادفی باشـد. مثلاً اگر قرار باشـد از بین پرنده‌های یک سـالن مرغداری ۵۰ پرنده به‌طور تصـادفی انتخاب و از آن‌ها خونگیری شـوند، می‌توان با استفاده از یک قطعه فنس در ۵ نقطه از سالن و در هر نقطه ۱۰ پرنده‌ای که به‌طور تصـادفی در آن محل قرار گرفته‌اند را در حصار قرار داد و از آن‌ها نمونه‌گیری کرد. با این کـار اختیـار و اراده افراد در انتخـاب نمونـه از بین می‌رود و نمونه‌ها تصادفی‌تر انتخاب می‌شوند.

## روش جمع‌آوری داده‌ها

روش‌هـای مختلفی برای جمع‌آوری داده‌هـای پژوهش وجود دارد. داده‌هـای مورد نیـاز برای پژوهش را می‌توان از طریق معاینه دام‌ها، مشـاهده شـرایط دامداری و انجام آزمایش‌ها جمع‌آوری کرد. همچنین با مصـاحبه نیز می‌توان اطلاعاتی را راجع به دام‌ها و شـرایط نگهداری آن‌ها کسب نمود. در ضـمن مطالعه‌هایی وجود دارد که فقط به بررسـی آگاهی، نگرش و عملکرد افراد ( Knowledge Attitude and Practice Studies) می‌پردازند. چنین مطالعاتی صرفاً با مصاحبه انجام می‌شوند.

برای انجام مصـاحبه باید پرسـشـنامه‌ای طراحی شـود. در پرسـشـنامه ممکن اسـت از سـؤال‌های باز یا سـؤال‌های بسـته اسـتفاده شـود، در سـؤال‌های باز مصاحبه شـونده می‌تواند هر مطلبی که به ذهنش می‌رسد را در جواب سؤال‌ها بنویسد، اما در سـؤال‌های بسـته باید در بین گزینه‌های موجود یکی را انتخاب نماید، گاهی اوقات ممکن است پاسخ وی جزء گزینه‌ها نباشـد. در این صـورت باید نزدیک‌ترین گزینه به پاسـخ را انتخاب نماید.

تجزیه و تحلیل سؤال‌های بسته راحت‌تر از سؤال‌های باز است، اما ممکن اسـت پاسـخ شـامل مواردی باشـد که در گزینه‌ها وجود ندارد. سـؤال‌ها باید با توجه به سـطح فرهنگ و سـواد اشخاص مصاحبه‌شونده طرح شوند. اگر قرار است با دامداران محلی و روستائیان مصاحبه شود، سؤال‌ها باید به زبان ساده باشـند، از اسـامی محلی بیماری‌ها اسـتفاده شـود و از کلمات علمی استفاده نشود.

زمانی که از پرسـشـنامه برای سـنجش نظر یا نگرش افراد اسـتفاده می‌شـود، معمولاً سـؤال‌ها به‌صورت کیفی رتبه‌ای در مقیاس‌های ۵، ۷ یا ۹ رتبه‌ای مطرح می‌شوند. تجزیه و تحلیل متغیرهای کیفی رتبه‌ای با اسـتفاده از آمار ناپارامتریک یا

ضـریب همبسـتگی اسـپیرمن انجام می‌شـود. برای مثال در پژوهشـی که به‌منظور مقایسـه تأثیر تدریس درس عملی میکروب‌شناسی به‌صورت فشرده یا طولانی بر درصد یادگیری دانشجویان رشته داروسازی انجام شد، دانشجویان به دو دسته تقسـیم شـدند. به یک گروه درس عملی میکروب‌شـناسـی به‌صورت فشرده و به گروه دوم این درس به‌صورت طولانی‌مدت تدریس شد. پس از اتمام جلسه‌های تدریس، پرسشـنامه‌ای با سـؤال‌های پنج گزینـه‌ای در مقیاس لیکرت (کاملاً موافقم، موافقم، نظری ندارم، مخالفم و کاملاً مخالفم) به دانشـجویان داده شد و نظر دانشجویان راجع به روش تدریس پرسیده شد. در نهایت با استفاده از آزمون ناپارامتریک مان‌ویتنی (Mann-Whitney)پاسخ‌های دو گروه با هم مقایسه شد (۱۵).

در بررسـی‌های پرسـشـنامه‌ای، سـؤال‌ها باید ارزیابی شـوند و پایایی (Validity) و روایی (Relaibility) پرسـشـنامه مشـخص شـود. روایی یا اعتبار پرسـشـنامه یعنی این‌که سـؤال‌های پرسـشـنامه تا چه حد برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش مناسب است. پایایی یعنی این‌که اگر از آن پرسشنامه در چند زمان مختلف در یک جمعیت استفاده شود، یافته‌های به دسـت آمده اختلاف قابل توجهی نداشـته باشـند. برای اندازه‌گیری پایایی پرسشنامه از ضریب پایایی استفاده می‌شود اگر صـفر باشـد به معنای عدم پایایی و اگر مثبت یک باشـد، یعنی پایایی پرسـشـنامه کامل اسـت. انواع روش‌های به‌دست آوردن ضـریب پایایی شـامل روش آلفای کرونباخ، روش بازآزمایی، روش موازی و روش کودر ریچاردسـون اسـت. معمول‌ترین و رایج‌ترین روش سنجش پایایی محاسبه ضریب آلفای کرونباخ (Cronbach’s alpha coefficient) است، برای اطمینان از پایایی کافی پرسـشـنامه، می‌توان پیش از پژوهش اصـلی، یک مطالعه آزمایشـی (pilot study) انجام داد و ضریب کرونباخ را در مورد پاسخ‌های افراد شرکت‌کننده در مطالعه آزمایشی اندازه‌گیری کرد. نرم‌افزار SPSS قادر است آلفای کرونباخ را محاسـبه کند. آلفای کرونباخ زمانی مؤثر اسـت که سـؤال‌ها به شـکل درسـت و نادرسـت تدوین نشـده باشند.

## تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

## منابع


1. Cochran WG. Sampling techniques: 3th edition. John Wiley & Sons; New york, 1977.
2. Narouei M-R, Saadati D, Najimi M, Gangali H, Shah Karami F. Prevalence and risk factors of Brucella infection in sheep and goats in the Sistan region by PCR method. Journal of Zoonotic Diseases. 2022. https://doi.org/10.22034/jzd.2022.15111
3. Mohammad K, Malekafzali H. Statistical Methods and Health Indices. 19th edition. Jafari Novin; Tehran, 2021. 360 p.
4. Michael T, Robert C, Helen B, Peter J, Diggle, Nigel F, Keith H, Louise K, Annette O, Jan S, Hannah W. Veterinary Epidemiology: 4th edition. John Wiley & Sons; 2018. https://doi.org/10.1002/9781118280249.fmatter
5. Haghdoost A. Do You Want to Gain a Profound Insight into Sample Size and Statistical Power. Iranian Journal of Epidemiology, 2009;5(1):57-63.
6. Charan J, Biswas T. How to calculate sample size for different study designs in medical research? Indian Journal of Psychological Medicine. 2013;35(2):121-6. https://doi.org/10.4103/0253-7176.116232
7. Chow S-C, Shao J, Wang H, Lokhnygina Y. Sample size calculations in clinical research: CRC press; 2017. https://doi.org/10.1201/9780203911341
8. Stevenson MA. Sample size estimation in veterinary epidemiologic research. Frontiers in Veterinary Science. 2021; 7:539573. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.539573
9. Anvari D, Saadati D, Nabavi R, Eskandani MA. Epidemiology and molecular prevalence of toxoplasma gondii in cattle slaughtered in Zahedan and Zabol Districts, South East of

Iran. Iranian Journal of Parasitology. 2018;13(1):114. PMID: 29963093.

10. Jahantigh M, Kalantari H, Ayda Davari S, Saadati D .Effects of dietary vinegar on performance, immune response and small intestine histomorphology in 1-to 28-day broiler chickens. Veterinary Medicine and Science. 2021;7(3):766-72 . https://doi.org/10.1002/vms3.408.
11. Sibbald B, Roberts C. Understanding controlled trials crossover trials .BMJ. 1998;316(7146):1719-20. https://doi.org/10.1136/bmj.316.7146.1719.
12. Nanjundeswaraswamy T, Divakar S. Determination of sample size and sampling methods in applied research. Proceedings on Engineering Sciences. 2021; 3(1):25-32. https://doi.org/10.24874/PES03.01.003.
13. Sharma G. Pros and cons of different sampling techniques .International Journal of Applied Research. 2017;3(7):749-52.
14. Nabavi R, Eslami A, Shokrani H, Bokaie S, Shayan P, Saadati D. Study on the prevalence, intensity and seasonal dynamics of abomasal helminths in sheep from different climatic zones of Iran .World Appl Sci J. 2011;12(4):441-5.
15. Rashki-ghalehnoo Z, Saadati D, Tajrobe-kar O. comparison of intensive and non-intensive microbiology courses on the learning of pharmacy students. studies in Development of Medical Education. 2015;12(3):545-9

**Abstract in English**

# An overview of sampling, sample size and data collection methods in veterinary research

**Dariush Saadati[1*], Samira Saadatjou[2], Ali Anusha**

1 -Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Zabol, Zabol, Iran

2-DVM Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, university of Tehran, Veterinary clinician in Zabol, Zabol, Iran.

3-Ph.D. student in Animal genetics and breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

*** saadatdariush@uoz.ac.ir**

At the beginning of any study, these questions usually come to the researcher's mind; How many samples should be taken to conduct this study? How are these samples selected from the target population? How I can collect the required data? In this article, we are going to answer these questions.

In order to choose the appropriate sample size, attention should be paid to the statistical method with which the data is to be analyzed. In the surveys, the researcher intends to estimate the desired average or prevalence in the population with 95% confidence interval. There are two formulas for determining the sample size in surveys that are referred to. In studies, the aim is to compare the average or prevalence between different groups. In each study, according to which statistical test to use for data analysis, there is a specific formula for determining the sample size, some of which are mentioned in this article.

In order to choose the sampling method from a statistical point of view, attention should be paid to the type of research, in surveys and cross-sectional observational studies, the samples should be randomly selected from among the members of the population. Otherwise, these samples will not be representative of the target population. But in interventional studies, random sampling method is not considered. Rather, there are inclusion criteria, and any person or animal (in veterinary studies) who meets these criteria can enter the study. After the members enter the intervention study, these members should be randomly assigned to different treatments.

The required data to conduct research can be collected through examination, observation, experiments or interviews. A questionnaire must be designed for the interview. In designing the questionnaire, attention should be paid to the validity and reliability of the questions.

**Keywords**: Sample size, Statistical sampling methods, Data collection methods.

التیام، دوره ۱۰، شماره ۲: ۴۵-۳۴، ۱۴۰۲

Eltiam 10 (2): 34-45, 2024

التیام

شاپا الکترونیکی:۲۷۸۳۳۲۹۱

eltiam.ivsa@yahoo.com

http://eltiamjournal.ir/

مقاله مروری

# تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مرتبط با پژوهش‌ها و خدمات دامپزشکی

نگین اسفندیاری[۱]، محمدآراد زندیه[۲*]

۱- دانشجوی PhD اپیدمیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

۲- بورد تخصصی اپیدمیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

* m.aradzandieh@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵، تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۱/۲۹

https://doi.org/10.61186/eltiamj.10.2.4

کپی‌رایت © مجله التیام: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

## چکیده

پژوهشگران با استفاده از داده‌هایی (data) که از ویژگی‌های مختلف حیوانات و محیط آن‌ها به دست می‌آورند، می‌توانند به تفسیر و تحلیل مشکلات و بیماری‌های دامی بپردازند. تجزیه و تحلیل داده‌های مرتبط با پژوهش‌های دامپزشکی نقش کلیدی در کشف ارتباط‌های موجود در این پژوهش‌ها را دارد. تفسیر این داده‌ها در نهایت منجر به نتیجه‌گیری و کشف الگوهای پیچیده می‌شود. برای تشخیص و کشف این ارتباط‌ها به‌ویژه در حوزه‌ی دامپزشکی که به تنوع زیستی و طیفی از گونه‌ها شاخص است، به روش‌های آماری قوی و دقیق نیاز دارد. برای استنباط در مورد علیت بیماری یا فرضیه‌ی یک پژوهشگر، داده‌ها باید دسته‌بندی شود و که هدف از آن رسیدن به این تصمیم است که آیا گروه‌ها از نظر آماری تفاوت دارند یا خیر؟ در نهایت با استفاده از یک آزمون آماری مناسب فرضیه‌ی پژوهش رد یا قبول می‌شود و در نهایت تفسیرهای لازم صورت می‌گیرد. پژوهشگر می‌تواند تصمیم بگیرد که چه داده‌هایی و به چه صورت باید جمع‌آوری بشوند. در عمل در این حالت دست پژوهشگر باز است و می‌توانند به بهترین شکل ممکن تصمیم‌گیری بکند، اما اغلب جمع‌آوری داده به‌صورت آینده‌نگر پرهزینه و زمان‌بر است. حالت دیگر پژوهش‌های گذشته‌نگر هستند، که اغلب از داده‌هایی که توسط دامپزشکان از کشتارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، کلینیک‌ها، مراکز مایه‌کوبی و ... یا از سازمان‌ها و نهادهای دیگر جمع‌آوری شده است.

با استفاده از کتاب‌های مرجع و مقالات مفاهیم اولیه به‌طور کامل بسط داده شد. در این مقاله طیف وسیعی از تکنیک‌های آماری مورد استفاده در پژوهش‌های دامپزشکی بررسی شد. در ابتدا به نرمال‌سازی داده‌ها، سپس به آزمون فرضیه و آزمون‌های پارامتریک و

ناپارامتریک، آزمون‌های همبستگی و رگرسیون و در انتها به روایی و پایایی پرداخته شد. این قابلیت‌ها و آزمون‌های آماری در کشف ارتباط‌های زیستی در گونه‌ها مؤثر است. این مقاله مروری می‌تواند به عنوان یک راهنمای جامع برای پژوهشگران و متخصصان حوزه‌های مختلف علوم دامپزشکی عمل می‌کند و بینش‌هایی را در مورد کاربرد درست تحلیل‌های آماری ارائه می‌دهد. با توجه به پیچیدگی‌های برخی از داده‌های دامپزشکی، استفاده درست از نرم‌افزارها و آزمون‌های آماری در نهایت ارتقای کیفیت و قابلیت اطمینان پژوهش‌ها در دامپزشکی است.

**واژه‌های کلیدی**: آزمون آماری، تجزیه و تحلیل آماری، پژوهش‌های دامپزشکی، اپیدمیولوژی، خدمات دامپزشکی

## مقدمه

پژوهشگران حوزه دامپزشکی به‌ویژه اپیدمیولوژیست‌ها فراوانی و توزیع بیماری (و گاهی سایر ویژگی‌هایی چون عملکرد) را در جمعیت‌های دامی بررسی و تفسیر می‌کنند، که شامل جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها است. در لغت داده (datum)، که به معنای «حقایق» به‌ویژه «حقایق عددی» است، برای ارجاع دادن یا ارائه اطلاعات با هم دیگر جمع می‌شوند (فرهنگ لغت انگلیسی آکسفورد، ۱۹۷۳). پژوهشگران با استفاده از داده‌هایی (data) که از ویژگی‌های مختلف حیوانات و محیط آن‌ها به دست می‌آورند، می‌توانند به تفسیر و تحلیل مشکلات و بیماری‌های دامی بپردازند. به‌طور مثال این داده‌ها می‌تواند شامل نشانه‌های بالینی، یافته‌های آزمایشگاهی و یافته‌های کالبدگشایی باشد. لازم به ذکر است که برخی از داده‌ها مانند موارد اسهال کره‌اسب‌ها مشاهده‌ای هستند یا برخی دیگر مانند امتیازدهی به لنگش در گاو نیازمند تفسیر مشاهده‌ها هستند.

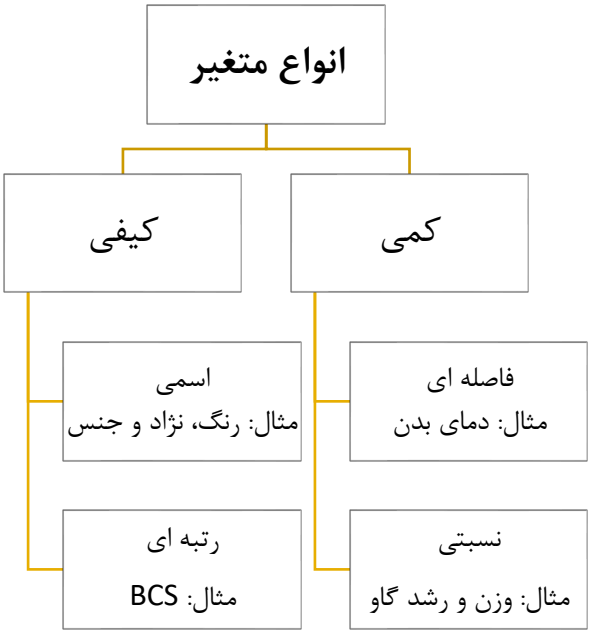
برای استنباط در مورد علیت بیماری یا فرضیه‌ی یک پژوهشگر، داده‌ها باید دسته‌بندی شود و که هدف از آن رسیدن به این تصمیم است که آیا گروه‌ها از نظر آماری تفاوت دارند یا خیر؟ در نهایت با استفاده از یک آزمون آماری مناسب فرضیه‌ی پژوهش رد یا قبول می‌شود و در نهایت تفسیرهای لازم صورت می‌گیرد. باید تفسیر داده‌های مشاهده‌ای با احتیاط انجام شود، چون ممکن است داده‌ها در گروه اشتباهی طبقه‌بندی بشوند. در این مقاله با توجه به اهمیت موضوع فرآیند تجزیه و تحلیل آماری پژوهش‌های دامپزشکی به‌صورت کامل بسط داده می‌شود. در پژوهش‌های دامپزشکی، اگر به‌صورت آینده‌نگر انجام شود، پژوهشگر می‌تواند تصمیم بگیرد که چه داده‌هایی و به چه صورت باید جمع‌آوری بشوند. در عمل در این حالت دست پژوهشگر باز است و می‌توانند به بهترین شکل ممکن تصمیم‌گیری بکند، اما اغلب جمع‌آوری داده به‌صورت آینده‌نگر پرهزینه و زمان‌بر است. حالت دیگر پژوهش‌های گذشته‌نگر هستند، که اغلب از داده‌هایی که توسط دامپزشکان از کشتارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، کلینیک‌ها، مراکز مایه‌کوبی و ... یا از سازمان‌ها و نهادهای دیگر جمع‌آوری شده است. انجام این پژوهش‌ها اغلب هزینه‌ی کم‌تری دارد و زمان کوتاه‌تری را طی می‌کنند. در پژوهش‌های دامپزشکی بیشتر پژوهش‌ها به‌صورت گذشته‌نگر انجام می‌گیرد. بنابراین آگاهی از مناسب بودن انواع داده‌های جمع‌آوری شده برای پژوهش مورد نظر ضروری است (۲-۱).

## تعریف متغیر و انواع آن

گام نخست هر پژوهش، مشخص کردن یک متغیر یا متغیرها است، تا بر اساس آن به جمع‌آوری داده پرداخته شود. متغیر به معنای هر رویداد قابل مشاهده است که می‌تواند تغییر کند. نمونه‌هایی از متغیرها وزن و سن حیوان و تعداد موارد بیماری است. به‌طور کلی متغیرها را می‌توان به دو گروه کیفی و کمی طبقه‌بندی کرد (تصویر شماره ۱). متغیرهای کیفی ویژگی یک دام را توصیف می‌کنند، قابل شمارش هستند و این ویژگی را در گروه‌های مختلف نام‌گذاری شده قرار می‌دهند (متغیر اسمی)، یا این متغیرها در رتبه‌های مختلف قرار می‌گیرند (متغیر رتبه‌ای).

متغیرهای کمی مربوط به مقدارهای اندازه‌گیری شده با ابزار هستند. برای مثال شیوع، بروز، وزن بدن، مقدار شیر، درجه حرارت بدن و تیتر آنتی‌بادی. این‌ها شامل دو گروه فاصله‌ای و نسبتی هستند. مقیاس فاصله‌ای، فاصله بین رتبه‌های مقدارهای شناخته شده است. یک مثال خوب دمای بدن حیوانات است. به‌طور معمول از دو مقیاس اصلی سانتی‌گراد و فارنهایت برای اندازه‌گیری دمای بدن استفاده می‌شود که هر دو دارای مقدار یکسانی از اطلاعات هستند. نسبت فاصله‌ها (مثلاً در این مثال اختلاف دما) مستقل از نقطه صفر است (صفر درجه سانتی‌گراد=۳۲ درجه فارنهایت) و برابر با نسبت اختلافات در مقیاس‌های فاصله‌ای دیگر است. مقیاس نسبتی مقیاس فاصله‌ای با یک نقطه صفر حقیقی است. مثلاً وزن مقیاس نسبتی است. وزن ممکن است واحد کیلوگرم، گرم، پوند یا اونس داشته باشند، اما همه آن‌ها از یک نقطه صفر حقیقی شروع می‌شوند. این بدان معنی است که عملیات حسابی را می‌توان نه تنها بر اساس نسبت اختلاف داده‌ها بلکه روی خود اعداد نیز انجام داد.

هم‌چنین این داده‌ها به دو گروه گسسته و پیوسته نیز تقسیم می‌شوند. متغیرهای گسسته می‌توانند فقط یک مجموعه از مقادیر مشخص مانند (۱، ۲، ۷، ۹ و ...) را داشته باشند. به بیان دیگر، تعداد را نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال تعداد دندان‌ها در سگ. متغیرهای پیوسته می‌توانند در یک محدوده تعریف شده دارای هر مقداری باشند (اگرچه این محدوده می‌تواند بی‌نهایت باشد). به‌عنوان مثال می‌توان به رشد گاو و وزن بدن آن اشاره کرد. متغیرهای پیوسته معمولاً با یک واحد ثابت کمی مقایسه می‌شوند، یعنی اندازه‌گیری می‌شوند. بنابراین متغیرهای پیوسته اندازه‌گیری‌هایی را ایجاد می‌کنند (۱و۳).

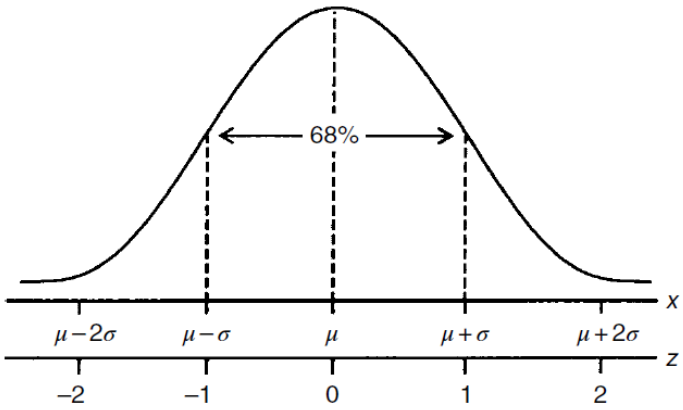



تصویر ۱- انواع متغیرها در پژوهش‌های دامپزشکی

## نرمال بودن داده‌ها و روش‌های نرمال‌سازی داده‌ها

اگر تعداد زیادی گوساله وزن شوند و مجموعه داده‌ها به صورت یک نمودار هیستوگرام درج شوند و سپس نمودار به صورت یک منحنی طراحی شود، تصویر شماره ۲ به دست می‌آید. این منحنی یک قله در وسط دارد و متقارن است. این شکل زنگوله‌ای به‌طور معمول در خانواده توزیع‌های فراوانی به نام توزیع نرمال شناخته می‌شود. بهتر است با حروف بزرگ N نوشته شود تا از سردرگمی جلوگیری شود. این توزیع با دو پارامتر توصیف می‌شود: میانگین ($\mu$) و انحراف استاندارد ($\sigma$). در آمار، توزیع نرمال یا توزیع گاوسی نوعی توزیع احتمال پیوسته برای یک متغیر تصادفی با ارزش واقعی است. توزیع نرمال با منحنی متقارن و زنگوله‌ای شکل استفاده می‌شود که بیشترین فراوانی داده‌ها را در وسط و با داده‌ها با کم‌ترین فراوانی در دو طرف انتهایی آن قرار می‌گیرد، نشان داده می‌شود. نرمال بودن را می‌توان تا حدی با به‌دست آوردن مقادیر چولگی و کشیدگی ارزیابی کرد. اگر داده‌ها نرمال نباشند، با استفاده از

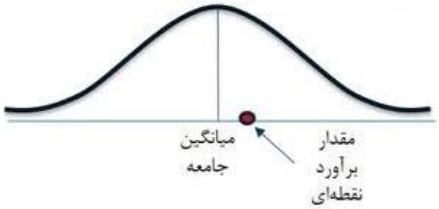
روش‌های مانند جذر گرفتن، لگاریتم گرفتن، به توان رساندن و حذف داده‌های پرت (Outlier) و خیلی پرت (Extra outlier) می‌توان آن‌ها را نرمال کرد (۱و۴).



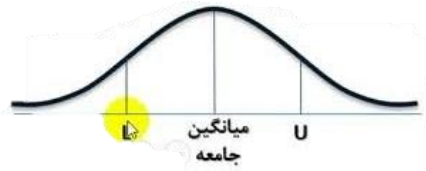

تصویر ۲- یک منحنی توزیع نرمال که رابطه بین μ، σ، z و نسبت مشاهدات را برای داده‌های توزیع شده نشان می‌دهد.

## برآوردهای نقطه‌ای و فاصله‌ای

عموماً برای هر پارامتر جامعه دو نوع برآورد نقطه‌ای (Point estimate) و برآورد فاصله ای (Interval estimate) می‌توان یافت و گزارش کرد. پارامتر یک عدد ثابت است و نقطه‌ی خاصی را روی محور اعداد حقیقی به خود اختصاص می‌دهد. برآورد نقطه‌ای کمک می‌کند تا یک مقدار برآوردی برای پارامتر در جامعه به‌دست آید. مثلاً برآورد نقطه‌ای برای میانگین جامعه یعنی استفاده از میانگین نمونه به عنوان برآوردی برای میانگین جامعه (تصویر شماره ۳). معمولاً از آماره‌های نمونه‌ای مانند میانگین، واریانس یا ضریب همبستگی برای برآورد نقطه‌ای استفاده می‌شود. از برآورد فاصله‌ای برای برآورد یک بازه‌ی اطمینان برای پارامتر جامعه استفاده می‌شود. برآورد فاصله‌ای به‌صورت یک بازه‌ی دوطرفه برای پارامتر ارائه می‌شود که بیانگر بازه‌ای است که با اطمینان مشخصی پارامتر جامعه را در بر می‌گیرد (تصویر شماره ۴). معمولاً از مفهوم «خطای استاندارد» یا «خطای معیار» (Standard error) و توزیع نمونه‌ای برای ساخت بازه‌های اطمینان استفاده می‌شود (۱و۳)




تصویر ۳- برآورد نقطه‌ای یک کمیت تقریبی که حدود خطای آن مشخص نیست.




تصویر ۴- در برآورد فاصله‌ای، یک فاصله اطمینان (اعتماد) ایجاد می‌شود که حد بالا و پایین مقدار پارامتر جامعه به همراه احتمال (دقت) آن مشخص می‌شود.

## آزمون فرضیه

در هر آزمون آماری فرضیه اولیه‌ای وجود دارد که آن را فرضیه صفر یا خنثی (Null Hypothesis) می‌نامند که به‌صورت $H_0$ نشان داده می‌شود. فرضیه صفر مساوی بودن دو موضوع و عدم اختلاف را مطرح می‌کند. در اغلب موارد، فرضیه صفر، همان فرضیه‌ای است که قصد اثبات نادرست بودن آن وجود دارد. در مقابل، فرضیه مخالف یا جایگزین (Alternative Hypothesis) وجود دارد که آن را با $H_1$ یا $H_A$ نشان می‌دهند (۵). در فرضیه صفر، فرض می‌شود که هیچ تفاوتی وجود ندارد و معنی‌داری یافته‌های آماری نشان دهنده رد شدن فرض صفر به‌نفع فرضیه مخالف است که دلیلی بر متفاوت بودن مشخصات نمونه به‌دست آمده از جمعیت مرجع است. فاصله اطمینان و یافته‌های معنی‌داری آزمون‌های نزدیک و مرتبط به‌هم با هم در

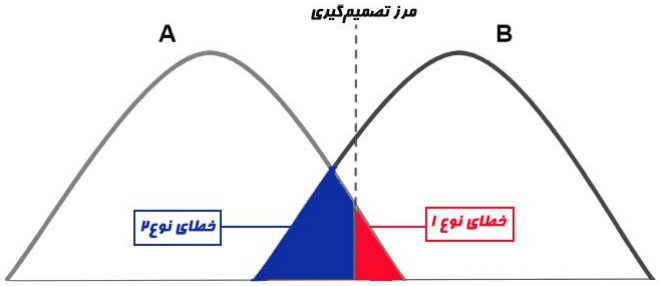
ارتباط هستند. اگر فرض شود فرضیه صفر مقدار خاصی از میانگین توزیع نرمال را بیان می‌کند، نمونه گرفته شده و آزمون‌های آماری فرضیه صفر را در سطح ۵ درصد رد کرده است. اگر تست‌های معنی‌دار فرضیه صفر را در سطح معنی‌داری ۵ درصد رد نکند، فاصله اطمینان ۹۵ درصد میانگین فرضیه صفر را در برخواهد گرفت. هدف اصلی از آزمون‌های فرضیه (آزمون‌های معنی‌داری) ارزیابی تعداد محدودی فرضیه‌های از پیش ساخته شده است (۶).

به‌طور کلی، هدف آزمون فرضیه‌های آماری تعیین این موضوع است که با توجه به اطلاعات به دست آمده از داده‌های نمونه، حدسی که درباره خصوصیتی از جامعه زده می‌شود، قویاً قابل تأیید است یا خیر. در مبحث آزمون فرضیه، دو نوع خطای نوع اول و نوع دوم وجود دارد که خطای نوع اول، غلط دانستن فرضیه صفر در صورتی که درست باشد، و خطای نوع دوم، درست دانستن فرضیه صفر در صورتی که غلط باشد؛ تعریف می‌شود (جدول شماره ۱).

| | | تصمیم در مورد فرض صفر مطابق آزمون آماری | |
|---|---|---|---|
| | | عدم رد فرض صفر | رد فرض صفر |
| واقعیت در مورد پارامتر جمعیت مطابق با فرض صفر | درست | تصمیم درست | خطای نوع اول |
| | غلط | خطای نوع دوم | تصمیم درست |

جدول ۱- تصمیم درست، خطای نوع اول و خطای نوع دوم

معمولاً در آزمون‌های آماری، منطقه رد کردن فرضیه صفر بر اساس مقدار معینی که برای اشتباه نوع اول ($\alpha$) در نظر گرفته می‌شود؛ تعیین می‌کنند (تصویر شماره ۵). مقدار این احتمال بستگی به تشخیص و نظر پژوهشگر و نیز موضوع مورد بررسی دارد. در پژوهش‌های علوم زیستی و بهداشتی این مقدار معمولاً معادل ۰/۰۵ یا ۰/۰۱ در نظر گرفته می‌شود (۳) .




تصویر ۵- مرز تصمیم‌گیری و خطای نوع ۱ و ۲ در آزمون‌های آماری

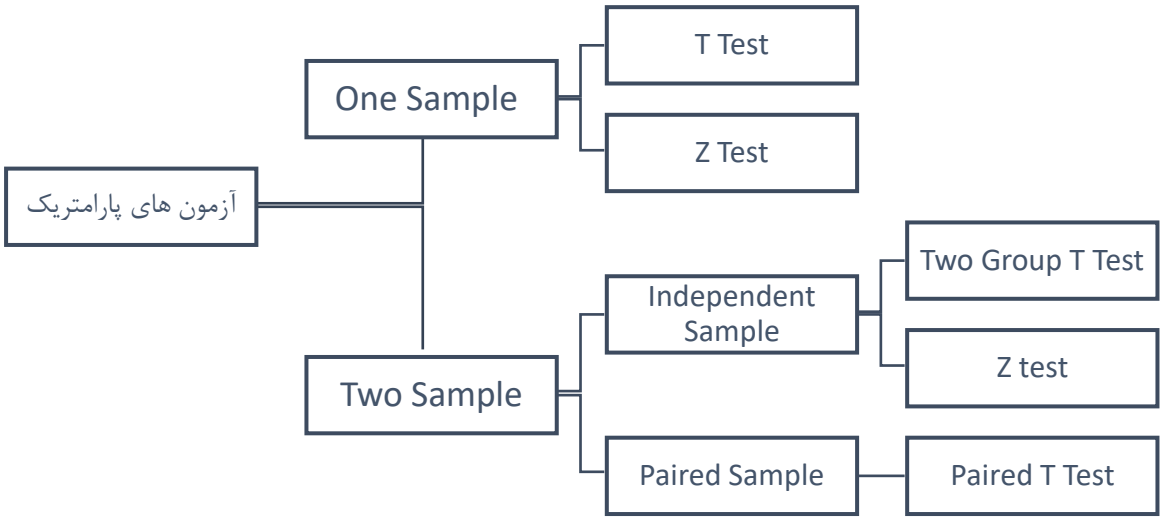
## مفهوم مقدار احتمالاتی (p- value)

مقدار $p$ به عنوان احتمال با فرض عدم تأثیر یا عدم تفاوت (فرضیه صفر) برای به دست آوردن نتیجه‌ای برابر یا شدیدتر از آن‌چه واقعاً مشاهده شده است؛ تعریف می‌شود. $p$ مخفف احتمال است و اندازه‌گیری می‌کند که چقدر احتمال دارد که هر تفاوت مشاهده شده بین گروه‌ها به دلیل شانس باشد. اگر این مقدار محاسبه شده از مقدار آلفای در نظر گرفته شده کم‌تر باشد، می‌توان فرضیه صفر را رد کرد (۷).

## آزمون‌های پارامتریک و غیر پارامتریک

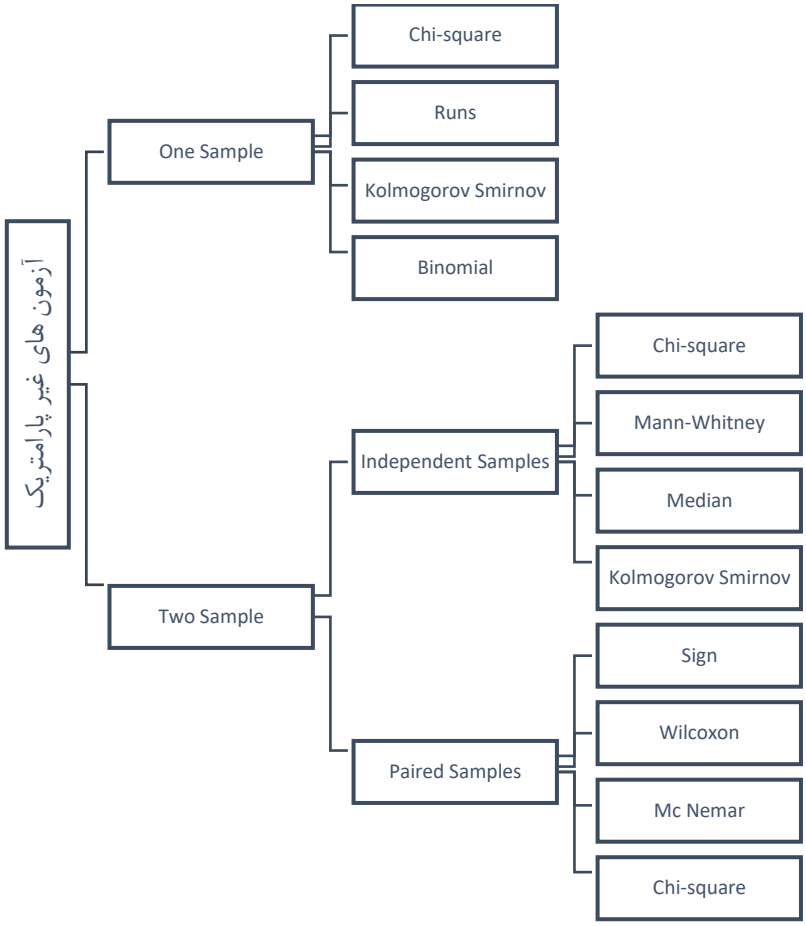
به‌صورت بسیار ساده، می‌توان آزمون‌ها را به دو نوع پارامتریک و غیرپارامتریک تقسیم نمود. آزمون‌های پارامتریک آن‌هایی هستند که در مورد پارامترهای توزیع جامعه که نمونه از آن

گرفته شده است، پیش‌فرض‌هایی در مورد نوع متغیرها (فاصله‌ای یا نسبتی بودن) و توزیع و واریانس آن‌ها شود و محاسبه‌ها با این پیش‌فرض‌ها در نظر گرفته می‌شوند. در مورد توزیع اغلب پیش فرض این است که داده‌های جمعیت به‌طور نرمال توزیع شده‌اند. پرکاربردترین آزمون‌ها عبارت‌اند از t-test (وابسته یا مستقل) و ANOVA (یک‌طرفه تکرار شونده، تکرار نشونده؛ دو طرفه، سه‌طرفه). در نمودار شماره ۱ این آزمون ها نشان داده شده است.




نمودار ۱- انواع آزمون‌های پارامتریک

در زمانی که این پیش‌فرض‌ها محقق نباشند و به‌راحتی و با تبدیل داده‌ها نتوان این پیش فرض‌ها را محقق نمود، باید از آزمون‌های آماری جایگزین که «آزمون‌های غیرپارامتریک» نامیده می‌شوند؛ استفاده کرد. آزمون‌های ناپارامتریک، آزمون‌های «بدون توزیع» یا «دارای توزیع آزاد» (Free distribution) هستند و می‌توانند برای متغیرهایی که دارای توزیع نرمال نیستند؛ استفاده شوند یا زمانی که متغیرها گسسته هستند، از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود. بیشترین استفاده از آزمون‌های مربع کای (Chi square)، دقیق فیشر (Fisher's Exact test)، جفت‌های همسان ویلکاکسون (Wilcoxon)، مان‌ویتنی (Mann-Whitney U)، کروسکال والیس (Kruskal-Wallis) و مک نمار می‌شود (۹-۸). در نمودار شماره ۲ انواع آزمون‌های ناپارمتریک نشان داده شده است.




نمودار ۲- انواع آزمون‌های غیر پارامتریک

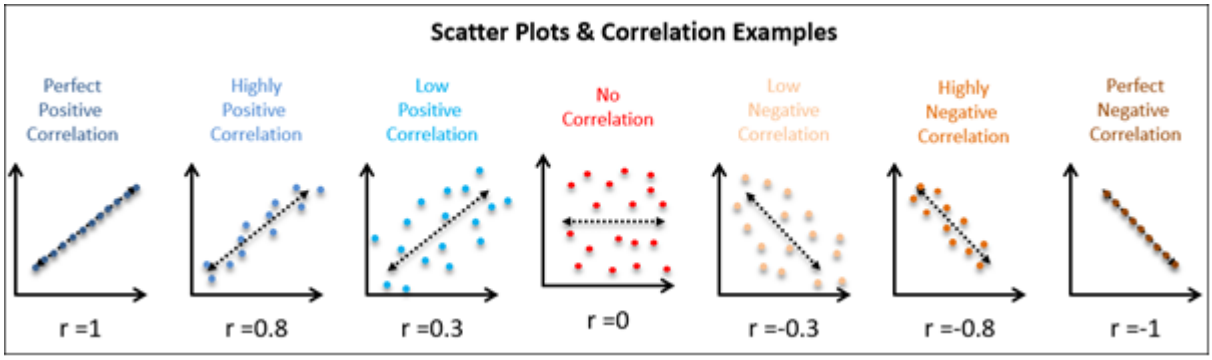
## مقایسه توان آزمون‌های پارامتریک و غیر پارامتریک

در مواردی که آزمون‌های پارامتریک مناسب نیستند، از آزمون‌های غیر پارامتریک استفاده می‌شود. به‌طور معمول، آزمون‌های پارامتریک ترجیح داده می‌شود، زیرا توانایی بهتری در تشخیص بین دو بازوی تست دارند. توان برخی از آزمون‌های ناپارامتریک تا حدود ۹۵ درصد آزمون‌های پارامتریک برآورد می‌شود، البته توان آزمون فریدمن ۶۴ درصد آنالیز داده‌های تکراری (Repeated measures) و کروسکال والیس حدود ۸۵ درصد آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) است. با این حال، آزمایش‌های ناپارامتریک اغلب ضروری هستند. برخی از موقعیت‌های رایج برای استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک، زمانی است که توزیع نرمال نیست (توزیع اریب است)، توزیع مشخص نیست، یا اندازه نمونه برای فرض کردن توزیع نرمال خیلی کوچک کم‌تر از ۳۰) است. از آن‌جایی که قدرت و توان آزمون‌های غیر پارامتریک کم‌تر از آزمون پارامتریک است، برای رسیدن به دقت کافی باید حجم نمونه را در این آزمون‌ها افزایش داد. به عبارتی اگر با دقت آماری مشخص و از پیش تعیین شده برای آزمون آماری پارامتریک باید در هر گروه ۱۰۰ نمونه وارد مطالعه شود، زمانی که اجبار به استفاده از آزمون غیر پارامتریک وجود دارد، باید حجم نمونه بیشتری گرفته شود تا در نهایت تجزیه و تحلیل با همان دقت قبلی صورت گیرد (۹).

## آزمون‌های همبستگی و رگرسیون

متداول‌ترین تکنیک‌های مورد استفاده برای بررسی رابطه بین دو متغیر کمی، همبستگی و رگرسیون خطی است. همبستگی قدرت رابطه خطی بین یک جفت متغیر را کمی می‌کند، در حالی که رگرسیون رابطه را در قالب یک معادله بیان می‌کند. در همبستگی خطی، این‌که آیا یک رابطه خطی بین دو متغیر عددی وجود دارد یا خیر باید تعیین شود، و در صورت وجود رابطه، درجه آن رابطه باید اندازه‌گیری شود. یک خط مستقیم، ارتباط خطی بین دو متغیر را زمانی که یک متغیر در برابر دیگری ترسیم می‌شود، به‌خوبی توصیف می‌کند. معیاری به نام ضریب همبستگی استخراج می‌شود که نزدیکی نقاط به خط

مستقیم را نشان می‌دهد. در تحلیل همبستگی، بین این دو متغیر تمایزی نباید قائل شد. می‌توان x و y را با هم عوض کرد، و هم‌چنان همان مقدار را برای ضریب همبستگی به دست آورد. یکی از بهترین ملاک‌های آنالیز همبستگی بین دو متغیر کمی، ضریب همبستگی پیرسون (Pearson correlation coefficient) است. این شاخص در سال ۱۹۰۰ میلادی توسط کارل پیرسون (Karl Pearson)، کارشناس انگلیسی آمار، در مقاله‌ای معرفی شد. وی از این شاخص برای بررسی علمی موضوع‌های مختلف مربوط به علوم زیستی و حتی جمعیتی استفاده کرد و به نتایج قابل توجهی رسید. اگر دو صفت در جامعه مستقل از هم باشند، این ضریب برابر صفر خواهد شد، اما صفر بودن ضریب همبستگی دلیلی برای مستقل بودن دو صفت از یکدیگر نیست، بلکه نشان دهنده ناهمبسته بودن و عدم وجود همبستگی خطی بین این دو صفت است و ممکن است رابطه غیر خطی بین آن‌ها وجود داشته باشد. تنها موقعی صفر بودن ضریب همبستگی دال بر مستقل بودن دو صفت است که توزیع توأم آن دو نرمال باشد. در تصویر شماره ۶ مثال‌هایی از ضریب همبستگی نشان داده شده است. اگر ضریب همبستگی برابر با صفر باشد، همبستگی وجود ندارد. اگر ضریب منفی یک باشد، همبستگی کامل و معکوس و اگر یک باشد، همبستگی کامل و مثبت وجود دارد و سایر مقادیر بین این دو همبستگی ناقص شمار می‌آیند (۱۱).




تصویر ۶- مثال‌هایی از ضریب همبستگی (۱۰)

در تفسیر شدت همبستگی از قدر مطلق ضریب همبستگی استفاده می‌شود، این درجه‌بندی از خیلی ضعیف تا خیلی شدید طبقه‌بندی می‌شود (جدول شماره ۲).

| قدر مطلق ضریب همبستگی | تفسیر شدت همبستگی |
|---|---|
| ۰-۰/۱۹ | خیلی ضعیف |
| ۰/۲۰-۰/۳۹ | ضعیف |
| ۰/۴۰-۰/۵۹ | متوسط |
| ۰/۶۰-۰/۸۵ | شدید |
| ≥۰/۸۶ | خیلی شدید |

جدول ۲- ارتباط قدر مطلق ضریب همبستگی و تفسیر شدت همبستگی (۱۱)

برای سنجش همبستگی بین یک متغیر کمی و یک متغیر کیفی رتبه‌ای، از ضریب همبستگی اسپیرمن (Spearman correlation coefficient) استفاده می‌شود. اگر دو صفت در جامعه مستقل از هم باشند این شاخص همبستگی نخستین

بار، در سال ۱۹۰۴ توسط چارلز اسپیرمن ( Charles Spearman)، دانشمند روان‌شناس انگلیسی، معرفی شد. وی با استفاده از این شیوه توانست نظریه‌های خود در مورد شناخت و هوش را توسعه دهد. همانند ضریب همبستگی اسپیرمن، ضریب همبستگی کندال ( Kendall correlation coefficient) نیز به جای مقدار از ترتیب مقدارها برای اندازه‌گیری میزان وابستگی استفاده می‌کند. این شاخص برای نخستین بار در سال ۱۹۳۸، توسط موریس کندال ( Maurice Kendall)، دانشمند انگلیسی علم آمار معرفی شد. به وسیله این شاخص، او میزان هم‌خوانی رتبه‌ها را ارزیابی نمود.

هدف از رگرسیون خطی توصیف رابطه خطی بین دو متغیر با تعیین معادله ریاضی مرتبط با متغیرها است. اغلب از این معادله برای پیش‌بینی مقدار یک متغیر (به نام متغیر نتیجه، وابسته یا پاسخ) از مقدار متغیر دیگر (به نام متغیر توضیحی، مستقل یا پیش‌بینی‌کننده) استفاده می‌شود. طبق قرارداد، متغیر y را به عنوان متغیر نتیجه و متغیر x را به عنوان متغیر توضیحی در نظر گرفته می‌شود. فرض این هست که که y تحت تأثیر x است. نمی‌توان x و y را در تحلیل رگرسیون جابه‌جا کرد.

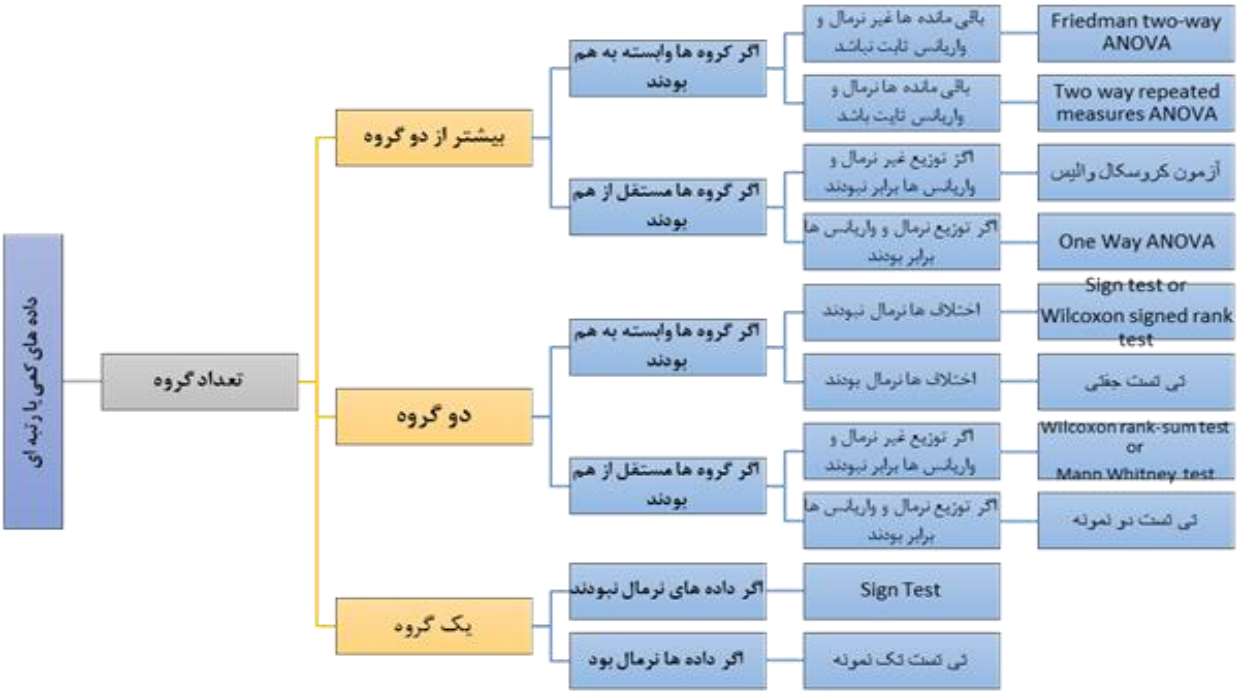
معادله رگرسیون به شرح زیر است:

۱. Yمقدار پیش‌بینی شده، مورد انتظار، برازش یا میانگین y برای مقدار معین x است.

۲. α عبارت ثابتی است که نشان‌دهنده قطع خط است، زمانی که x برابر با صفر باشد، برابر مقدار y است.

۳. β شیب خط است و میانگین تغییر y را برای تغییر واحد در x نشان می‌دهد، یعنی توضیح می‌دهد که وقتی x یک واحد افزایش می‌یابد؛ به‌طور متوسط چقدر y تغییر می‌کند.

در نهایت برای انتخاب یک آزمون آماری مناسب به روش نمودار شماره ۳ باید عمل کرد. این آزمون‌ها همان‌طور که اشاره شد بر اساس تعداد گروه‌ها طبقه‌بندی می‌شوند (یک گروه، دو گروه و بیشتر از سه گروه)، همچنین نرمال بودن داده‌ها و وابستگی گروه‌ها به یکدیگر در انتخاب آزمون نقش دارد.

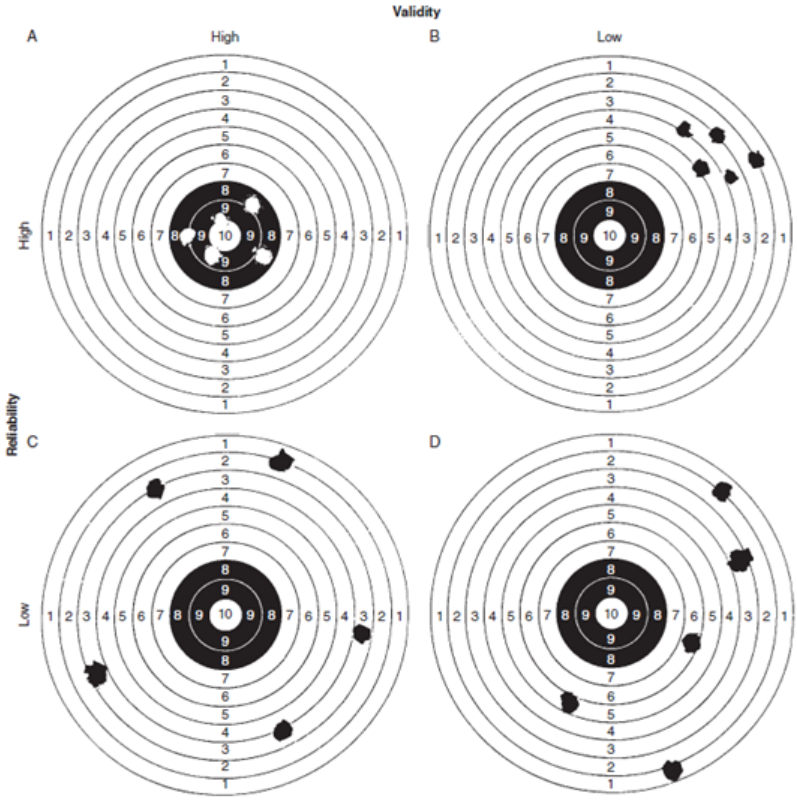



نمودار ۳- آزمون‌های آماری برای داده‌های کمی یا رتبه‌ای

## روایی و پایایی

روایی درجه ثبات بین تکرار یک اندازه‌گیری در شرایط مساوی یا درجه‌ی تکرارپذیری اندازه‌های به‌دست آمده از یک روش اندازه‌گیری است. در عمل ناپایایی نتیجه‌ی اختلاف بین مشاهده‌کنندگان، نوسانات در دستگاه اندازه‌گیری یا بی‌ثباتی خاص مورد اندازه‌گیری به‌وجود بیاید. بنابراین تکرارپذیری (Repeatability) از ویژگی‌های یک روش پایا است. تکرارپذیری درجه توافق بین مجموعه مشاهده‌ها انجام شده توسط همان ناظر روی همان حیوانات تعریف شده است. این در

تضـــاد با قابلیت بازســـازی (Reproducibility) اســـت که می‌تولند درجه توافق بین مجموعه مشـــاهده‌های انجام شـــده توسـط حیوانات مشـابه توسـط ناظران مختلف تعریف شـود. اگر یک روش تشـخیصـی آن‌چه را که قصـد اندازه‌گیری آن را دارد، اندازه‌گیری کند؛ معتبراســـت. روایی یا اعتبار به معنای نبود نســـبی تورش یا خطا اســـت. به‌عبارت دیگر به‌معنای درجه‌ی انطباق اندازه‌گیری انجام شـــده با آن‌چه که مورد اندازه‌گیری بوده است، می‌باشد. روایی یک ویژگی بلندمدت در یک تکنیک است که حساسیت و ویژگی از شاخص‌های آن است. اعتبار یک روش به بیماری مورد بررســی و روش تشـخیص بسـتگی دارد. برای مثال، شکستگی ران به هنگام معاینه فیزیکی بسیار دقیق تشـخیص داده شـود. ضـایعه به‌ندرت تشـخیص داده نمی‌شـود. بنابراین معاینه فیزیکی، به‌عنوان یک روش تشخیصی معتبر، در این مورد اســت، اما معاینه فیزیکی به هنگام تشـــخیص دیابت، نمی‌توانـد عـاری از خطـا در نظر گرفتـه شـــود. آزمـایش‌هـای بیوشـــیمیایی، تجزیه و تحلیل ادرار، برای کاهش خطا و برآورد قند خون ناشـــتا برای کاهش بیشـــتر خطا اســـتفاده می‌شـــود. اســـتفاده از روش‌های تشـــخیصـــی کمکی، مانند بررســـی‌های بیوشـیمیایی، رادیولوژی و میکروب‌شـناسـی، صـرفاً ابزاری برای افزایش صحت تشخیص با انتخاب روش‌های تشخیصی با اعتبار بالاتر اســت. ارزش یک روش تشـــخیصـــی با پایایی و اعتبار آن قضـاوت می‌شـود. این مثال را می‌توان با شـلیک هدف مقایسـه کرد (تصـویر شـماره ۷). در هدفA ، هر شـلیک درسـت و دقیق است، پس اعتبار و تکرارپذیری بالا است. در هدف B هیچ‌یک از شـلیک‌ها دقیق نیسـت، اما نتیجه قابل تکرار اسـت. در هدفD ، هیچ یک از شلیک‌ها دقیق نیست و تکرارپذیری نیز پایین است. هدف C با وجود این‌که دقت بالایی ندارد، اما اعتبار بالایی دارد. بنابراین اعتبار بالا به‌طور متوســـط با ضـــربه زدن دقیق به مرکز صفحه یا سیبل مطابقت دارد (۱ و ۱۴).




تصویر ۷- نمای شماتیک پایایی و روایی در آزمون‌های تشخیصی

## تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

## منابع


1. Thrusfield, M., 2018. Veterinary Epidemiology. 4th edition, John Wiley & Sons. Chapter 10. P. 201-218.

۲. رحیمی‌فروشانی ع. تجزیه و تحلیل داده‌ها، در: ملک‌افضلی ح، مجدزاده س‌ر، فتوحی ا، توکلی س. ۱۳۸۳. روش‌شناسی پژوهش‌های کاربردی در علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران. چاپ اول، ص. ۲۹۰-۲۵۶.

۳. کاظم م، ملک‌افضلی ح. ۱۴۰۰. روش‌های آماری و شاخص‌های بهداشتی، دریچه نو، ویرایش جدید، چاپ هفدهم، فصل اول، ص. ۱۶-۱.

4. Pallant, J., 2010. A step by step guide to data analysis using the SPSS program.

۵. فشارکی م، داننده‌پور ع، عامری ا. ۱۳۸۲. آزمون فرضیه. مجله طب و تزکیه، شماره ۵۰، ص ۹۲-۸۶.

۶. جانقربانی م. ۱۳۸۰. رهنمودهای آماری برای نویسندگان مقاله‌های مجله‌های پزشکی. مجلهٔ غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران، سال سوم، شماره ۱، ص ۷۰-۵۷.

7. Dahiru, T. 2008. P-value, a true test of statistical significance? A cautionary note. *Annals of Ibadan postgraduate medicine*, *6*(1), pp.21-26.

8. Faculty Of Public Health (2010). *Parametric and Non-parametric tests for comparing two or more groups*. [online] Health Knowledge. Available at: https://www.healthknowledge.org.uk/public-health-textbook/research-methods/1b-statistical-methods/parametric-nonparametric-tests.

9. Chin, R.Y. and Lee, B.Y. (2008). *Principles and practice of clinical trial medicine*. Amsterdam; Boston: Elsevier/Academic Press.

10. CQE Academy (2023). *The Scatter Plot & Linear Regression*. [online] CQE Academy. Available at: https://cqeacademy.com/cqe-body-of-knowledge/continuous-improvement/quality-control-tools/the-scatter-plot-linear-regression

۱۱. صانعی س‌ح. آمار حیاتی کاربردی. جلد اول. انتشارات اندیشمند، چاپ دوم، زمستان ۱۳۸۲، ص ۲۴۰.

12. Bewick, V., Cheek, L. and Ball, J. 2003. Statistics review 7: Correlation and regression. *Critical care*, *7*, pp.1-9.

13. Petrie, A. and Watson, P., 2013. *Statistics for veterinary and animal science*. John Wiley & Sons.

۱۴. ناصری کیومرث، ۱۳۹۹. فرهنگ جامع همه گیر شناسی، گپ، ۱۳۹۹، چاپ چهارم، ص ۲۵۰ تا ۳۹۰

**Abstract in English**

# Data Analyses in Veterinary Research & Practice

**Negin Esfandiary[1], Mohammad Arad Zandieh[2*]**

1- PhD Candidate of Veterinary Epidemiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

2- Specialty Bored Certified in Veterinary Epidemiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

* m.aradzandieh@ut.ac.ir

Researchers can interpret and analyze livestock problems and diseases by using data obtained from different characteristics of animals and their environment. The pivotal role of statistical analysis of data in the field of veterinary research & practice is inevitable. In this review article, shedding light on its significance in unraveling complex patterns and drawing reliable conclusions from diverse datasets. The veterinary domain, characterized by a spectrum of species and inherent biological variability, necessitates robust statistical methodologies to discern meaningful insights. In order to make inferences about disease causation or a researcher's hypothesis, data must be categorized and the goal is to decide whether the groups are statistically different or not. Finally, using a suitable statistical test, the research hypothesis is rejected or accepted, and finally the necessary interpretations are made. The researcher can decide what data should be collected and how. In practice, in this case, the researcher's hands are open and they can make the best possible decision, but often prospective data collection is costly and time-consuming. Another mode is retrospective research, which is often based on data collected by veterinarians from slaughterhouses, laboratories, clinics, inoculation centers, etc. or from other organizations and institutions. The article explores a range of statistical techniques applied in veterinary research and practice, including data noramalisation, hypothesis test, parametric and non-parametric test, regression and coefficient test, and validity in veterinary medicine. These futures have sheding light on animal interactions and patterns.

Ultimately, this review article serves as a comprehensive guide for researchers and practitioners in veterinary science, offering insights into the nuanced application of statistical analyses. By navigating the complexities of veterinary data, it aims to empower the scientific community to leverage statistical tools effectively, ultimately advancing the quality and reliability of research in veterinary medicine.

**Keywords:** Statistical Analysis, Statistical Tests, Epidemiology, Veterinary Research & Practice

التیام، دوره ۱۰، شماره ۲: ۶۰-۴۶، ۱۴۰۲

Eltiam 10 (2): 46-60, 2024

التیام

شاپا الکترونیکی:۲۷۸۳۳۲۹۱

eltiam.ivsa@yahoo.com

http://eltiamjournal.ir/

مقاله مروری

# مطالعه‌های مشاهده‌ای در پژوهش‌ها و خدمات دامپزشکی

علیرضا باهنر[۱*]، مرضیه فائزی[۲]، زهرا بلوکی[۳]

۱- استاد، بخش اپیدمیولوژی و بیماری‌های مشترک، گروه بهداشت و کنترل موادغذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

۲- بورد تخصصی اپیدمیولوژی، گروه بهداشت و کنترل موادغذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

۳- PhD اپیدمیولوژی، عضو انجمن علمی اپیدمیولوژیست‌های ایران، تهران

*abahonar@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵، تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۲/۱۹

https://doi.org/10.61186/eltiamj.10.2.5

کپی‌رایت © مجله التیام: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

## چکیده

از مهم‌ترین کاربردهای علم اپیدمیولوژی، بررسی علت رخداد بیماری‌ها است. در این راستا طراحی درست مطالعه‌ها برای نزدیک شدن به علت و عوامل خطر رخداد بیماری‌ها امری حیاتی است. مطالعه‌های مشاهده‌ای، دسته‌ای از مطالعه‌ها هستند، که به شناسایی عوامل خطر رخداد بیماری‌ها کمک کرده و با برآورد کمی اثر این عوامل بر رخداد بیماری، در کنترل آن در جامعه تأثیر می‌گذارند. این مطالعه‌ها از راه مشاهده سیر طبیعی بیماری در جمعیت انجام می‌شوند. ثبت درست و دقیق داده‌ها (بخشی که در کشور کم‌تر مورد توجه قرار می‌گیرد) زیربنای اصلی این مطالعه‌ها است که نیازمند توجه ویژه مراکز آموزشی، ترویجی و پژوهشی است. در این مقاله در ابتدا انواع مطالعه‌های مشاهده‌ای به‌طور کلی معرفی شده است. پس از آن مطالعه‌های مقطعی، مورد- شاهدی و هم‌گروهی به‌عنوان سه نوع اصلی مطالعه‌های مشاهده‌ای به‌طور کامل توضیح داده شده‌اند. چگونگی گروه‌بندی نمونه‌ها برای ورود به مطالعه، محاسبه حداقل تعداد نمونه، کاربردها و مزایا و معایب هر یک از مطالعه‌ها به‌تفصیل شرح داده شده‌است. هم‌چنین امکاناتی که هر یک از انواع این مطالعه‌ها برای تفسیر علیتی رخداد بیماری یا حاصل مورد نظر در مطالعه، در اختیار پژوهشگر می‌گذارد؛ در انتهای هر بخش آمده است. پس از معرفی چگونگی اجرای هر مطالعه، برای آشنایی بیشتر خوانندگان بسته به مورد به ۳ یا ۴ مقاله که طرح مطالعاتی مشابه دارند، ارجاع داده شده است تا به عنوان نمونه‌ای از یک مطالعه مشاهده‌ای به‌عنوان الگو قرار گیرد. باید توجه داشت این نوع مطالعه‌ها زیربنایی، برای اجرای مطالعه‌های مداخله‌ای هستند و ایجاد زیرساخت برای ثبت داده و تحلیل آن برای انجام این مطالعه‌ها ضروری است.

**واژه‌های کلیدی:** مطالعه مشاهده‌ای، ثبت داده، مطالعه مقطعی، مطالعه مورد- شاهدی، مطالعه هم‌گروهی

## مقدمه

در منابع مختلف اپیدمیولوژی تقسیم‌بندی انواع مطالعه‌ها، کمی متفاوت بیان می شود. از یک نگاه، مطالعه‌ها به دو دسته کلی «مشاهده‌ای» و «مداخله‌ای (تجربی)» (تصویر ۱) تقسیم‌بندی می‌شوند، که بر اساس انجام یا عدم انجام مداخله در حیوانات مورد مطالعه است. مطالعه‌های مشاهده‌ای به دو دسته «توصیفی» و «تحلیلی» تقسیم می‌شوند. توصیف نخستین مرحله در کاوش‌های اپیدمیولوژی و مدیریت بیماری‌ها در جمعیت است. روش‌های توصیفی مشتمل بر بررسی مورد (Case report)، سری بیماران (Case series)، مطالعه‌های هنجاری (Normative research)، تحلیل دوباره داده‌ها (Secondary data analysis) مطالعه طولی (Longitudinal)، مطالعه هم‌بستگی یا بوم‌شناختی (Ecological study)، و مقطعی (Cross Sectional) است (۱و۲)، که در این مقاله فقط مطالعه مقطعی توضیح داده می‌شود و برای آشنایی با سایر روش‌های توصیفی می‌توان به منبع شماره (۲) مراجعه نمایند. مطالعه مقطعی از جمله روش‌های پرکاربرد در اپیدمیولوژی است، که به‌ویژه توسط دستگاه‌های اجرایی برای تعیین شیوع بیماری‌ها و موضوع‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و با یافته‌های حاصل از آن علاوه بر شناخت وضعیت موضوع مورد پژوهش، توزیع آن بر حسب متغیرهای مرتبط با میزبان، مکان و زمان شناخته‌می‌شود (۳).

مطالعه‌های مشاهده‌ای تحلیلی که به دنبال درک رابطه بین یک مواجهه و پیامد متعاقب آن هستند، به‌طور عمده مشتمل بر روش‌های مورد- شاهدی (Case-Control) و هم‌گروهی (Cohort) هستند. در مطالعه مورد- شاهدی، پژوهش‌گر، حیوانات را براساس داشتن یا نداشتن پیامد مورد نظر (معمولاً بیماری) تقسیم‌بندی نموده و سابقه مواجهه در دو گروه را سنجش و مورد مقایسه قرار می‌دهد. در مطالعه هم‌گروهی حیوانات بر حسب داشتن یا نداشتن مواجهه در ابتدای پژوهش تعریف می‌شوند و با پیگیری آن‌ها در طول زمان، میزان بروز بیماری در دو گروه ارزیابی می‌شود. این مطالعه به دو نوع هم‌گروهی آینده‌نگر (Prospective) و هم‌گروهی تاریخی (Historical) تقسیم می‌شوند (۵-۱). در این مقاله، مطالعه‌های مشاهده‌ای مشتمل بر ۳ مطالعه مقطعی، مورد- شاهدی و هم‌گروهی به اجمال معرفی خواهند شد.

تصویر ۱- الگوریتم تعیین انواع مطالعه در اپیدمیولوژی (۶)

## مطالعه مقطعی

مطالعه مقطعی تصویری از یک جمعیت مشخص در مقطعی از زمان را از نظر یک بیماری یا هر موضوع مرتبط با سلامت به دست می‌دهد. این مطالعه، چنان‌چه صرفاً با هدف تعیین شیوع و توزیع بیماری مدنظر، انجام شده باشد، «بررسی» (Survey) یا مقطعی- توصیفی نامیده می‌شود. جداسازی، تعیین شیوع و تعیین هویت عوامل بیماری‌زا در دامپزشکی به‌طور گسترده‌ای توسط پژوهشگران انجام می‌شود (۷)، اما چنان‌چه پژوهشگر در همین مطالعه به دنبال درک روابط بین فاکتورهای مختلف با بیماری باشد و به‌عبارتی آزمون فرضیه هم انجام دهد، یک مطالعه مقطعی- تحلیلی را انجام داده است (۱). در این مطالعه ارتباط مواجهه و پیامد به‌صورت هم‌زمان در جامعه‌ای معین و در یک مقطع زمانی خاص تعیین می‌شود و از طریق اندازه‌گیری شیوع بیماری‌ها و سایر حالت‌های مرتبط با سلامت، مشکلات موجود در زمینه سلامت جامعه و حجم این مشکلات مشخص می‌شود. بنابراین به مطالعه مقطعی با این شرایط، «**توصیفی- تحلیلی**» **اطلاق می‌شود**. البته باید توجه داشت چون در مطالعه‌های مقطعی، وضعیت پیامد و مواجهه هر دو در یک مقطع زمانی تعیین می‌شود، از نظر مشخص کردن روابط علت و معلول، مطالعه ضعیفی بوده و لازم است فرضیه در مطالعه‌های تحلیلی قوی‌تر، مورد آزمون قرارگیرد (۴).

## مراحل اصلی یک مطالعه مقطعی

**تعیین هدف مطالعه:** در این خصوص لازم است مکان و زمان مطالعه به‌طور دقیق مشخص شود. اگر چه در اغلب موارد، تعیین شیوع بیماری و تعدادی عوامل تعیین‌کننده مد نظر است، اما مطالعه می‌تواند در مورد شاخص‌های بهداشتی یا تولیدی گله نیز انجام شود (۸). در همین راستا تعریف دقیق و عملیاتی متغیر وابسته (مثلاً بیماری مورد نظر) ضرورت دارد. در دامپزشکی تعیین شیوع سرمی بیماری‌ها از جمله پژوهش‌های پرکاربردی است که به‌صورت مقطعی انجام می‌شود (۱۴-۹). مطالعه مقطعی می‌تواند در ارزیابی خسارت‌های اقتصادی بیماری‌ها مورد استفاده قرار گیرد (۱۵و۱۶).

تعریف جامعه آماری و جمعیت مورد مطالعه: در این زمینه گاهی واحد مطالعه «فرد» یا «رأس دام» است (تعیین شیوع داخل گله‌ای) و برخی موارد واحد مطالعه گله یا روستا یا واحد اپیدمیولوژیک است (تعیین شیوع بین‌گله‌ای). در دامپزشکی برای برخی جمعیت‌ها مثل طیور، آبزیان و زنبورعسل، اغلب اوقات واحد مطالعه جمعیت است، اما در خصوص دام‌هایی مانند گاو و گوسفند وبز، می‌تواند در سطح دام، گله یا هر دو در یک مطالعه مقطعی تعریف شوند. برای مثال حاج‌کاظمی و همکاران، مطالعه شیوع بروسلوز در جمعیت گوسفند و بز استان زنجان در سه سطح روستا، گله و دام بررسی کرده‌اند (۱۴).

تعیین اندازه نمونه: یکی از اصلی‌ترین هدف‌ها در مطالعه‌های مقطعی برآورد میانگین یک متغیر کمی یا نسبت یک متغیر کیفی در جامعه‌ی مورد مطالعه است. در تعیین تعداد نمونه با فرض نرمال (normal) بودن توزیع میانگین‌های نمونه‌ای، از فرمول شماره ۱ برای برآورد میانگین و فرمول شماره ۲ برای برآورد نسبت استفاده می‌شود (۲):

$$n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \times \delta^2}{d^2}$$ (فرمول ۱)

$$n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} \times P(1-P)}{d^2}$$ (فرمول ۲)

در این دو فرمول با استفاده از توزیع نرمال استاندارد، اگر سطح اطمینان مورد نظر ما $1-\alpha$ باشد از $Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$ (معادل با ۱/۹۶ در سطح اطمینان ۰/۹۵)، استفاده می‌شود. $d$ حداکثر خطای قابل قبول است که توسط پژوهشگر تعیین شده و برای کمیت‌های مختلف متفاوت است. هر چه دقت بیشتری از برآورد مورد نظر مورد انتظار باشد، این میزان کم‌تر است، در نتیجه به تعداد نمونه‌ی بیش‌تری نیاز خواهد بود. $\delta^2$ واریانس متغیر کمی مورد نظر و $P$ نسبت متغیر مورد نظر ما در مورد برآورد نسبت (شیوع) است. این دو مقدار بر اساس مطالعه‌های موجود در این رابطه که در گذشته انجام شده‌اند، در فرمول جای‌گذاری می‌شوند. در صورتی که در مورد موضوع مورد مطالعه، هیچ‌گونه یافته‌ی قدیمی وجود نداشت، با طراحی یک پیش‌آزمون (*Pretest*) این مقدارها مشخص می‌شوند. هنگامی که نسبت یا شیوع بیماری مورد نظر در مطالعه‌های اولیه ۵۰ درصد باشد، اندازه‌ی نمونه برای برآورد نسبت در بیش‌ترین حالت خود محاسبه خواهد شد. بنابراین می‌توان در صورت نبود مقدار $P$ در مطالعه‌های گذشته یا عدم امکان انجام مطالعه مقدماتی،

حداکثر مقداری که عقل و منطق می‌پذیرد را به‌عنوان $P$ قرار داد یا در صورتی که هیچ راهی امکان‌پذیر نیست، آن را معادل ۵۰ درصد قرار داد. باید توجه داشت که در فرمول شماره ۲ مقدار $d$، کم‌تر از ۲۰ درصد مقدار $P$ باشد و به‌طور کلی مقدار $P$ باید با دقت انتخاب شود. هرچه واریانس بیش‌تر باشد، برای برآورد میانگین متغیر در جامعه به تعداد نمونه‌ی بیش‌تری نیاز است. در صورت نبود این مقدار در مطالعه‌های قدیمی یا در جوامع مشابه، علاوه بر استفاده از مطالعه مقدماتی ساده، می‌توان از ۱/۴ (یک چهارم) اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار متغیر برای حیوانات طبیعی، یا استفاده از ۱/۶ ( یک ششم) دامنه تغییرات مقدارهای مشاهده شده، می‌توان انحراف معیار را به‌صورت برآوردی بیان کرد. این دو فرمول برای ارزیابی در جامعه بزرگ (نامحدود) بوده و در صورتی که تعداد نمونه به دست آمده از ۵ درصد جامعه بیش‌تر باشد، جامعه محدود درنظر گرفته شده و باید تعداد نمونه را با استفاده از فرمول شماره ۳ تصحیح کرد (۲):

$$n' = \frac{n}{1+\frac{n}{N}}$$ (فرمول ۳)

N اندازه‌ی جامعه و n تعداد نمونه محاسبه شده با استفاده از فرمول شماره ۱ یا ۲ است.

درصورتی که هدف از مطالعه ردیابی (حضور یا عدم حضور عامل در جامعه) است، تعداد نمونه از فرمول دیگری محاسبه می‌شود که جزئیات آن را می‌توانید در منبع‌های شماره ۱و۲ مشاهده کنید.

**روش نمونه گیری:** اساس کار در تعمیم یافته‌ها به جمعیت هدف، نمونه‌گیری تصادفی است که با استفاده از روش‌های نمونه‌گیری تصادفی ساده، سیستماتیک، طبقه‌بندی و خوشه‌ای انجام می‌شود.

**جمع‌آوری داده‌ها** که بر اساس پروتکل تهیه شده در طرح انجام می‌شود. پر واضح است که استفاده از روش‌ها و ابزارهای دقیق (معاینه بالینی، ابزارهای آزمایشگاهی، پرسشنامه و ...) شرط اساسی برای داشتن یافته‌های معتبر است. روایی و پایایی ابزارهای مورد استفاده باید مشخص بوده و معمولاً در گزارش یا مقاله‌های حاصل از مطالعه، باید اعلام شود. در برخی موارد داده‌های مراقبت می‌تواند در مطالعه مقطعی مورد استفاده قرار گیرد (۱۷).

**تجزیه و تحلیل داده‌ها** بر اساس هدف‌های مطالعه و نوع متغیرها و با نرم‌افزارهای آماری انجام می‌شود. در صورت نبود عوامل مخدوشگر برای ارزیابی آماری می‌توان از جداول ۲×۲ ساده استفاده کرد. در این روش شیوع در گروه‌های مورد مطالعه برآورد شده و می‌توان نسبت شیوع (prevalence ratio) را در دو جامعه مقایسه کرد. در صورت وجود متغیرهای مخدوش‌کننده، داده‌ها باید طبقه‌بندی شده و از روش‌های مدل‌سازی آماری برای آنالیز داده‌ها استفاده کرد. برای اطلاعات بیش‌تر می‌توانید به منبع‌های شماره ۱و۲ مراجعه کنید.

## کاربردهای مطالعه مقطعی

این مطالعه در تعیین شیوع و وسعت موضوع‌های بهداشتی بیش‌ترین کاربرد را دارد. بنابراین برای برآورد نیازهای سیستم بهداشتی به امکانات بهداشتی و درمانی، نقش اساسی دارد. از طرف دیگر بعد تحلیلی آن در شناسایی اولیه عوامل مؤثر بر موضوع‌ها مرتبط با سلامت به مدیران و پژوهشگران سیستم‌های مرتبط کمک می‌نماید. در همین راستا در هنگام وقوع اپیدمی‌ها یا طغیان‌ها می‌توان از مطالعه مقطعی به‌خوبی بهره گرفت (۳).در دهه‌های اخیر مطالعه‌های مقطعی در کنار سامانه اطلاعات جغرافیایی ( Geographical information System; GIS)، کمک شایانی به تعیین توزیع مکانی و زمانی بیماری‌ها و وقایع بهداشتی نموده است (۱۸).

## محدودیت‌های مطالعه مقطعی

با توجه به این‌که مطالعه معمولاً در دوره‌های کوتاه زمانی انجام می‌شود، تغییرات زمان را نمی‌توان مورد سنجش قرار داد. در برخی از مطالعه‌های مقطعی که طی دوره یک‌ساله انجام می‌شود، با توزیع نمونه در طول سال، تغییرات ماهیانه یا فصلی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تقدم و تأخر علت و معلول نیز به خوبی مشخص نیست و این یکی از دلایل ضعیف‌بودن بعد تحلیلی این مطالعه است. این مطالعه برای بیماری‌هایی که دوره کوتاهی دارند (بهبودی یا مرگ سریع اتفاق می‌افتد) کاربرد کم‌تری دارد.

نمونه گیری تصادفی در جمعیت‌های بزرگ و گسترده معمولاً مشکلات خاص خود را دارد و تعهد پژوهشگر در انجام درست آن، پیش‌شرط، یافته‌های قابل اعتماد این مطالعه است.

برای آشنایی بیشتر با مطالعه مقطعی می‌توانید به پایان‌نامه «ارزیابی شاخص‌های آسایش گاوهای شیری و اثر آن بر اسکور حرکتی در گاوداری‌های شهرستان مشهد» (۲۱) مراجعه کنید. هم‌چنین مقاله‌های شناسایی بایووار (Biovar)های بروسلا در نشخوارکنندگان کوچک در ایران (۲۰) و مطالعه مقطعی آگاهی صاحبان اسب‌ها از خطر و بیماری‌های اگزوتیک در بریتانیا (۱۹) نیز از طرح مطالعه مقطعی برای کار خود استفاده کرده‌اند که می‌توانید به بخش روش مطالعه مراجعه کنید (۲۲-۱۹).

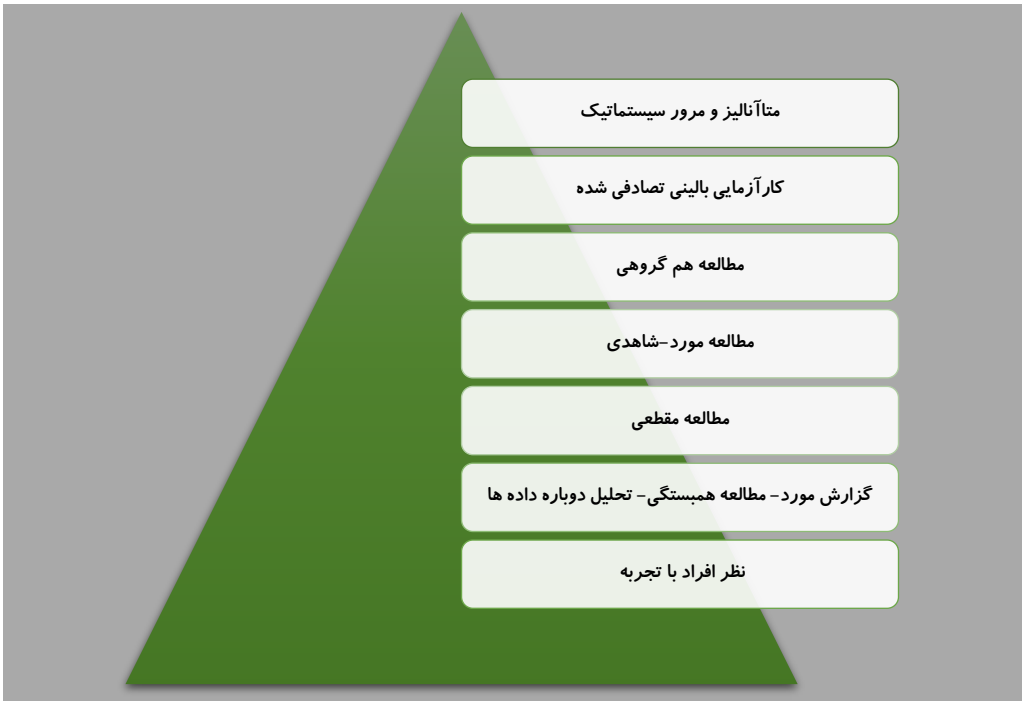
## مطالعه مورد- شاهدی

مطالعه مورد- شاهدی با توجه به ویژگی‌های خاصی که دارد، به‌طور گسترده در پژوهش‌های علوم پزشکی و سایر عرصه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع از مطالعه‌ها، جمعیت‌ها برحسب داشتن یا نداشتن یک پیامد مشخص مانند (یک بیماری یا یک وضعیت خاص) در گروه مورد (**Case**) و گروه شاهد (**Control**) قرارگرفته و سپس این دو گروه از نظر سابقه مواجهه (مواجهه‌ها) مقایسه می‌شوند. یعنی مطالعه از پیامد آغاز می‌شود. بنابراین جهت مطالعه‌های مورد- شاهدی از سمت معلول به علت است. اصطلاح گذشته‌نگر (**Retrospective**) که در برخی منابع به این مطالعه اطلاق می‌شود، به‌همین دلیل است. اگر نسبت مواجهه در گروه مورد بیش‌تر از شاهدها باشد، مواجهه می‌تواند یک عامل خطر برای بیماری باشد (۵-۱)

این مطالعه چند مزیت اصلی دارد: برای بیماری‌های نادر مناسب است؛ برای بیماری‌هایی که دوره کمون طولانی دارند، روش مناسبی است؛ می‌توان در یک مطالعه چند عامل مرتبط با پیامد یا بیماری مورد نظر را بررسی کرد (۲).

## مراحل انجام مطالعه

تعیین هدف از انجام مطالعه و تدوین فرضیه طرح از اصلی‌ترین مراحل است. پس از این مرحله که بر اساس مطالعه‌های پیشین هرم مطالعاتی شکل گرفته است (شکل ۲)، سایر مراحل انجام می‌شود.




تصویر ۲: هرم مطالعه‌ها، هرچه به سمت رأس هرم حرکت شود، مطالعه‌های نام‌برده شواهد بهتری را برای اثبات رابطه علیتی فراهم می‌کنند.

## محاسبه تعداد نمونه

در مطالعه‌ی مورد- شاهدی معمولاً نسبت‌ها در دو گروه مورد بررسی قرار می‌گیرند و مساوی بودن یا عدم تساوی نسبت حیوانات مواجهه یافته و مواجهه نیافته در دو گروه مورد و شاهد مقایسه می‌شود. تعداد نمونه مورد نیاز در صورتی که

$$\overline{P} = \frac{p_1 - p_2}{2}$$

باشد، از فرمول شماره ۴ قابل محاسبه است. در صورتی که صفات مورد مقایسه کمی باشند و هدف مقایسه میانگین در دوجامعه باشد، از فرمول شماره ۵ استفاده خواهد شد:

$$n = \frac{2\times(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2 \times \overline{P}(1-\overline{P})}{(p_1 - p_2)^2}$$ (فرمول ۴)

$$n = \frac{2\times\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta}\right)^2 \times (\delta_1^2 + \delta_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$ (فرمول ۵)

در این فرمول‌ها نیز با فرض نرمال بودن توزیع میانگین‌های نمونه‌ای از منحنی نرمال استاندارد استفاده شده است. در واقع تعداد نمونه به تفاوت اعضای دو گروه با هم $(p_1 - p_2)$، سطح معنی‌داری و خطای نوع اول $\alpha$ و خطای نوع دوم $\beta$ بستگی دارد. تعداد نمونه باید به گونه‌ای تعیین شود که خطاهای تصادفی به کم‌ترین مقدار برسد. با فرض نرمال بودن و خطای نوع اول ۵ درصد (سطح اطمینان ۹۵ درصد)، $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ مساوی ۱/۹۶و $\beta$ مساوی با ۰/۲ (توان تست ۸۰ درصد)، $Z_{1-\beta}$ معادل با ۱/۲۸ است. $p_2$ و $p_1$ و $\mu_2$ و $\mu_1$ هم‌چنین نسبت و میانگین برآوردی در دو گروه تحت مطالعه هستند (۲).

**تعریف بیماری (پیامد):** تعریف دقیق بیماری یا پیامد مورد نظر از ارکان یک مطالعه مورد- شاهدی برای درک درست رابطه مواجهه و پیامد است. در این راستا هر چه مبنای تشخیص علاوه بر علائم بالینی، مبتنی بر سایر روش‌های پاراکلینیکی (مثلاً در مورد بیماری عفونی، جدا کردن عامل) باشد، تشخیص دقیق‌تر شده و از بیمار بودن حیولنات یا نمونه‌های گروه «مورد»، اطمینان بیش‌تری وجود خواهد داشت. در این صورت ورود حیولنات غیر بیمار به گروه مورد (سوء طبقه‌بندی) کم‌ترین احتمال را دارد. در مطالعه شناسایی عوامل مؤثر بر ابتلای به بروسلوز در استان چهارمحال‌وبختیاری، بیمارانی که کشت خون آن‌ها مثبت بوده است، ارتباط قوی‌تری با عوامل خطر داشته‌اند (۲۳).

**انتخاب موارد:** همانند مطالعه مقطعی، مطالعه مورد- شاهدی هم می‌تواند در سطح انفرادی یا در سطح گله تعریف و اجرا شود. وقتی شرایط خاصی برای یک گله تعریف شود، مثلاً ابتلای حداقل یک رأس دام از گله به یک بیماری خاص، آن گله به‌عنوان مورد (بیمار) در نظر گرفته می‌شود. مطالعه‌های مختلفی در زمینه عوامل تعیین‌کننده بیماری‌های سل گاوی، بروسلوز و تب برفکی در سطح گله در کشور انجام شده است (۲۶-۲۴).

به‌طور کلی دو منبع عمده برای انتخاب گروه مورد وجود دارد:

### الف- بیمارستان‌ها (یا کلینیک‌ها)

به مطالعه‌های مورد- شاهدی که در آن، موردها از بین بیماران موجود در بیمارستان یا کلینیک انتخاب می‌شوند را در اصطلاح «مطالعه‌های مورد- شاهدی مبتنی بر بیمارستان ( Hospital base)» گفته می‌شود. در مطالعه‌های مبتنی بر بیمارستان، به‌دست‌آوردن موردها آسان‌تر است و بیماران با پژوهشگر همکاری بهتری دارند. هم‌چنین نیاز به هزینه، امکانات و وقت کم‌تری نسبت به مطالعه‌های مبتنی بر جمعیت دارد. بنابراین مطالعه‌های مورد- شاهدی مبتنی بر بیمارستان متداول‌تر از مطالعه‌های مورد- شاهدی مبتنی بر جمعیت هستند. در دامپزشکی، بیمارستان به مفهوم انسانی، عمدتاً در حیوانات خانگی معنی دارد (۲).

### ب- جمعیت‌ها

مطالعه‌های مورد- شاهدی که در آن، موردها از بین بیماران موجود در یک جمعیت تعریف شده انتخاب می‌شوند، «مطالعه‌های مورد- شاهدی مبتنی بر جمعیت» هستند. مثلاً برای انتخاب گاوهای مبتلا به بروسلوز، موارد مثبت شناخته شده در گاوداری‌ها به‌دنبال برنامه کشوری مراقبت، وارد مطالعه می‌شوند (۲۵).

در مطالعه‌های مورد- شاهدی مبتنی بر جمعیت، قابلیت تعمیم یافته‌های به‌دست‌آمده به جامعه آماری بیش‌تر از مطالعه‌های مبتنی بر بیمارستان است.

**چگونگی انتخاب بیماران:** موردها را در مطالعه مورد- شاهدی به دو روش می‌توان انتخاب نمود:

الف- موارد مبتنی بر شیوع (Prevalent cases) یا موارد موجود در زمان شروع مطالعه

ب- موارد بروز (Incident cases) یا موارد جدید که پس از شروع مطالعه رخ داده‌اند

به‌طور کلی، در مطالعه مورد- شاهدی استفاده از موارد بروز نسبت به موارد شیوع برتری دارد. از سبب‌های این موضوع یکی این است که در حالتی که از موارد موجود استفاده می‌شود، بیمارانی وارد مطالعه می‌شوند که بقای بیش‌تری دارند (حیواناتی که بهبود یافته‌اند یا ازبین رفته‌اند، وارد مطالعه نمی‌شوند). نکته دیگر این‌که بیمار تازه تشخیص داده شده، همکاری بهتری با پژوهشگر در پاسخ دادن به سؤال‌ها دارد، ضمن این‌که یادآوری بهتری هم از گذشته خود در خصوص مواجهه با فاکتورهای مورد مطالعه خواهدداشت (۲و۴).

**انتخاب گروه شاهد:** گروه شاهد در این مطالعه به پژوهشگر می‌گوید که چه نسبتی از کل جمعیت غیر بیمار جامعه (بیماری مورد نظر) دارای مواجهه هستند. بنابراین شاهدها باید نمونه معرف از جمعیتی که موارد در آن دیده می‌شود، باشند. انتخاب شاهدها مرحله مشکلی در انجام مطالعه مورد- شاهدی است. در واقع حیولنات گروه شاهد باید فاقد بیماری مورد مطالعه باشد و تمامی معیارهای تعریف گروه مورد را، به‌جز آن‌هایی که مربوط به پیامد (یا بیماری) است، داشته باشد. باید توجه داشت که همیشه شیوه تشخیصی در دو گروه الزاماً یکسان نیست. برای مثال اگر قصد بررسی عوامل مؤثر بر سرطان کولون در جمعیت انسانی وجود دارد و در گروه مورد برای انتخاب بیماران نمونه‌برداری بافتی انجام می‌شود، لازم نیست در گروه شاهد هم این کار انجام شود و صرف نبودن علایم معمولی برای این‌که فرد سالم تلقی شود (البته به شرط نادر بودن بیماری) کافی است. بنابراین، برای انتخاب درست گروه شاهد باید به جمعیت مرجع حیولنات گروه مورد، توجه کرد. یک قاعده کلی می‌گوید اگر موردها از بیمارستان هستند، شاهدها را هم از بیمارستان انتخاب شوند (۲و۴).

**الف- شاهدهای بیمارستانی:** شاهدهای بیمارستانی از میان بیماران موجود در بیمارستان‌ها یا کلینیک‌هایی که فاقد بیماری مورد مطالعه باشند، انتخاب می‌شوند. ایراد عمده شاهدهای بیمارستانی آن است که این شاهدها خود بیمار بوده و بنابراین از برخی سبب‌ها (مثلاً سیگاری بودن، مصرف الکل و ... در جمعیت انسانی) از افراد سالم جمعیت عمومی متفاوت هستند. نکته مهمی که در هنگام انتخاب شاهدهای بیمارستانی باید به آن توجه شود، این است که بیمارانی به عنوان شاهد انتخاب شوند که بیماری آن‌ها با عوامل خطر بیماری مورد مطالعه مرتبط نباشد. بهتر است شاهدهای بیمارستانی همه دارای یک نوع بیماری یکسان نباشند، بلکه از بیماری‌های مختلف که بیماری آن‌ها با عوامل خطر بیماری مورد مطالعه مرتبط نباشد، انتخاب شوند تا اگر احتمالاً بیماری گروهی از حیوانات شاهد با عوامل خطر بیماری مورد مطالعه رابطه داشته باشند، در یافته‌های مطالعه اختلال چندانی به‌وجود نیاید (۲و۴).

**ب- شاهدهای جمعیتی:** منبع دیگر برای انتخاب حیولنات گروه شاهد برای یک مطالعه مورد- شاهدی، جامعه یا منطقه جعرافیایی است که موردها از آن انتخاب شده‌اند. شناخت و اشراف بر جمعیت مرجع، از نکات مهم در این مطالعه است. در کل شاهدهای جمعیتی (Population controls) معمولاً نسبت به شاهدهای بیمارستانی، به زمان و هزینه بیش‌تری نیاز دارند و ممکن است تمایل کم‌تری برای مشارکت در مطالعه داشته باشند (۲).

**ج- شاهدهای خاص:** در برخی شرایط از گروه‌های خاصی جمعیت انسانی مانند خویشاوندان، همسایگان و دوستان افراد گروه مورد به‌عنوان شاهد استفاده می‌شود که به این حالت از انتخاب گروه کنترل، شاهدهای خاص می‌گویند. در دامپزشکی انتخاب شاهد از همان مزرعه یا گله‌ای که بیمار انتخاب شده است، می‌تواند شاهد خاص تلقی شود که در این حالت از نظر متغیرهایی مانند ژنتیک، مدیریت و تغذیه، همسان‌سازی صورت می‌گیرد (۱) .

**نسبت شاهد به مورد:** بهتر است تعداد مورد و شاهد برابر باشد، اما گاهی به‌دلیل این‌که اگر تمام موردهای موجود انتخاب شوند، تعداد نمونه محاسبه شده تأمین نمی‌شود. در این حالت

کمبود موارد با افزایش تعداد شاهدها جبران می‌شوند. نسبت شاهد به مورد می‌تواند ۲، ۳ و حداکثر ۴ باشد (۴).

**اندازه‌گیری مواجهه:** جمع‌آوری داده‌ها (به‌عبارتی سنجش مواجهه) در دو گروه باید با روش یکسان و دقت مناسبی انجام شود. برای مثال اگر جمع‌آوری داده‌ها در گروه مورد با استفاده از پرسشنامه صورت می‌گیرد، در گروه شاهد نیز جمع‌آوری داده‌ها باید به‌همین روش انجام پذیرد. توجه به نکات خاصی که در هر پژوهش مورد- شاهدی می‌تولند مطرح باشد، در جمع‌آوری داده‌های با اعتبار بالا ضروری است. این‌که مثلاً پرسشگر، فرضیه پژوهش را بداند و شیوه بیان سؤال‌ها در دو گروه ناخودآگاه متفاوت باشد یا صاحبان دام بیمار احساس کنند با پاسخ دادن به سؤال‌ها مدیریت گله ممکن است، پیگیری خاصی از طرف دستگاه‌های اجرایی یا نظارتی ایجادکند، می‌تواند باعث سوگرایی در جمع آوری داده‌ها شود (۲).

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** در تجزیه و تحلیل داده‌ها در این نوع مطالعه از جدول ۲×۲ استفاده شده و نسبت شانس ( Odds Ratio; OR) محاسبه می‌شود. هم‌چنین معمولاً از مدل‌های خطی چند متغیره ( Multivariable Generalized Linear Models) برای آنالیز داده‌ها استفاده می‌شود (۱).

## نقاط قوت مطالعه‌های مورد- شاهدی

با این نوع مطالعه‌ها می‌توان بیماری‌های نادر و دارای دوره کمون طولانی و هم‌چنین مواجهه‌های چندگانه (و برهم‌کنش‌های آن‌ها) را هم‌زمان بررسی نمود. برای مثال اگر مطالعه مورد- شاهدی برای بررسی ارتباط بین سیگار و بیماری قلبی طراحی شده باشد، در هنگام جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مواجهه می‌توان علاوه بر سیگار، درباره متغیرهای دیگری مانند ورزش کردن، رژیم غذایی و... هم سؤال کرد. البته این به این معنی نیست که این نوع مطالعه‌ها برای بیماری‌های شایع و با دوره کمون کوتاه کاربرد ندارد. این مطالعه‌ها در مقایسه با سایر مطالعه‌های تحلیلی کم‌هزینه‌تر است و در مدت زمان کوتاه‌تری قابل اجرا است. برای برخی از موضوع‌ها مانند ارزیابی اثربخشی واکسن‌ها که اغلب نیازمند استفاده از مطالعه‌های مداخله‌ای است، می‌توان از مطالعه مورد- شاهدی بهره گرفت که در خصوص واکسن‌های تب برفکی در گاو و نیوکاسل در طیور گوشتی در ایران، انجام شده است (۲۲،۲۶و۲۷). در بررسی اپیدمی‌ها نیز مطالعه مورد- شاهدی با توجه به سرعت اجرا، می‌تواند یکی از روش‌های پرکاربرد باشد(۲۸).

## نقاط ضعف مطالعه‌های مورد- شاهدی

۱ -نمی‌توان به‌طور مستقیم میزان بروز را برآورد کرد، مگر این‌که مطالعه‌های مورد- شاهدی مبتنی بر جمعیت باشد.

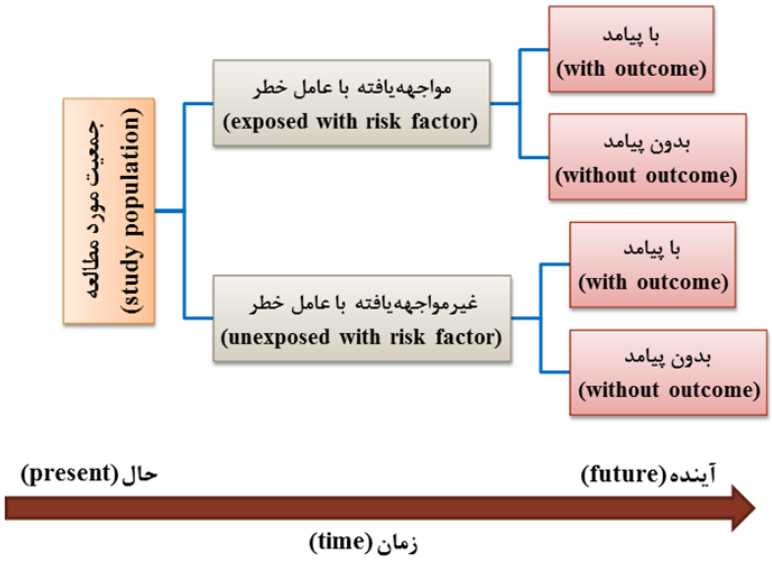
۲ -اثبات تقدم زمانی مواجهه نسبت به پیامد و در نتیجه تعیین رابطه علیتی مشکل است.

۳ -نسبت به سایر مطالعه‌های تحلیلی بیش‌تر مستعد رخ دادن تورش (به‌ویژه تورش اطلاعات) است.

علاقه‌مندان برای آشنایی بیش‌تر با مطالعه‌های مورد- شاهدی می‌توانند به مقاله‌های ۲۵، ۲۹ و ۳۰ مراجعه نمایند.

## مطالعه هم‌گروهی

مطالعه هم‌گروهی یا کوهورت که به آن مطالعه پیگیری (Follow up study) نیز گفته می‌شود، در گروه مطالعه‌های تحلیلی مشاهده‌ای قرار دارد که در آن حیوانات بر حسب داشتن یا نداشتن مواجهه، مورد پیگیری قرار گرفته و بروز پیامد در آن‌ها مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در ابتدای مطالعه حیوانات هر دو گروه فاقد بیماری (پیامد) مورد نظر هستند. واژه کوهورت (هم‌گروه) یک واژه رومی بوده که برای دسته‌ای از سربازان که در یک گروه رژه می‌رفتند، به‌کار برده شده‌است. این واژه در اپیدمیولوژی برای گروهی از حیوانات که از نظر یک ویژگی مشترک بوده و به‌دلیل آن ویژگی در طول دوره زمانی تحت‌نظر پژوهشگر قرار می‌گیرند؛ به‌کار می‌رود. همان‌طور که برای بررسی پیامدهای کم‌یاب، مطالعه مورد- شاهدی مناسب است؛ برای بررسی مواجهه‌های کم‌یاب، مطالعه هم‌گروهی مناسب‌تر است (۵-۱). طرح کلی مطالعه هم‌گروهی مطابق تصویر ۳ است.




تصویر۳- طرح کلی مطالعه هم‌گروهی (۶)

بر اساس منبع انتخاب گروه‌های دوگانه، مطالعه کوهورت را به انواع «مبتنی بر جمعیت» و «مواجهه‌های خاص» تقسیم‌بندی می‌کنند. هدف مطالعه هم‌گروهی مبتنی بر جمعیت، ارزیابی رابطه علت و معلولی بین مواجهه‌های متعدد و پیامدهای مختلف و در مطالعه کوهورت مواجهه‌های خاص، ارزیابی رابطه علیتی بین مواجهه خاص و پیامد مرتبط است (۱).

از ویژگی‌های مهم مطالعه‌های هم‌گروهی می‌توان به این موارد اشاره کرد: ۱- برای مواجهه‌های کم‌یاب مناسب است؛ ۲- امکان سنجش چند پیامد ناشی از مواجهه مورد بررسی وجود دارد؛ ۳- نسبت به مطالعه مورد- شاهدی، طولانی‌تر و هزینه‌برتر است؛ ۴- نسبت به مطالعه مورد- شاهدی امکان رخداد سوگرایی اطلاعات (Information bias) کم‌تر است؛ و ۵- از نظر تقدم علت و معلول، بر مطالعه مورد- شاهدی برتری دارد.

اصول اساسی (سه‌گانه) مطالعه‌های هم‌گروهی عبارت‌اند از: ۱- تمامی حیوانات وارد شده در مطالعه (دو گروه) باید در بدو ورود به مطالعه عاری از بیماری مورد نظر باشند؛ ۲- طول مدت زمان پیگیری (follow up) باید حداقل برابر با مدت دوره کمون پیامد مورد نظر باشد؛ و ۳- سنجش مواجهه و تعیین پیامد در هر دو گروه مواجهه‌یافته و غیرمواجهه‌یافته با ابزار و روش‌های یکسان انجام گیرد (۲).

## انواع مطالعه هم‌گروهی

**هم‌گروهی آینده‌نگر (Prospective cohort)**: در این طرح مواجهه حیوانات در زمان شروع مطالعه احراز و با پیگیری آن‌ها طی دوره تعریف شده، مطالعه به اتمام می‌رسد.

**هم‌گروهی تاریخی یا گذشته‌نگر (Retrospective cohort)**: در این حالت از طرح، مواجهه در گذشته حیوانات اتفاق افتاده است (و برای گروه مقایسه، مواجهه وجود نداشته است) و تا زمان حال وضعیت پیامد در آن‌ها ارزیابی می‌شود. مطالعه هم‌گروهی گذشته‌نگر، همه ویژگی‌های مطالعه کوهورت را دارد و علاوه بر این، در زمان کوتاه‌تر و با هزینه کم‌تری قابل اجرا است. مهم‌ترین مطالعه‌های کوهورت تاریخی، مطالعه‌های مواجهه‌های شغلی و مواجهه‌های خاص رخداده در زمان گذشته هستند. پس، طرح مطالعه هم‌گروهی آینده‌نگر و گذشته‌نگر یکسان است و تنها تفاوت در زمان‌بندی تقویمی آن‌ها است.

در حالتی ترکیبی، می‌توان مطالعه را به‌صورت تاریخی شروع کرد، اما حیوانات مورد مطالعه از زمان حال هم تا مدتی پیگیری شوند و پیامد در آینده مورد سنجش و مقایسه قرار گیرد. در این حالت مطالعه را کوهورت گذشته‌نگر- آینده‌نگر (Retrospective- Prospective cohort) می‌نامند (۱و۴). در گاوداری‌های صنعتی که داده‌های روزانه گاوها در برنامه‌های کامپیوتری ثبت می‌شود، انجام مطالعه کوهورت به‌شیوه تاریخی مقدور است (۳۳-۳۱).

از نگاهی دیگر، بسته به چگونگی ورود حیولات یا نمونه‌ها به مطالعه کوهورت، به دو شیوه می‌توان عمل کرد:

مطالعه کوهورت بسته یا ثابت (closed or fixed cohort study)، مطالعه‌ای است هم‌گروهی با رویکرد آینده‌نگر که پس از شروع مطالعه و آغاز پیگیری‌ها، فردی نمی‌تولند به مطالعه اضافه شود، اما امکان خروج حیولات از مطالعه به‌دلایلی از جمله انصراف صاحب حیوان از مطالعه، مرگ‌ومیر و ... امکان‌پذیر است.

مطالعه کوهورت باز یا پویا (open or dynamic cohort study)، مطالعه‌ای است هم‌گروهی با رویکرد آینده‌نگر که علاوه بر امکان خروج به سبب‌های مختلف، این امکان وجود دارد که حیواناتی پس از شروع مطالعه و آغاز پیگیری‌ها به مطالعه اضافه شوند. در جمعیت‌های دامی که جمعیت پویا (دینامیک) است و ورود و خروج دام زیاد دیده می‌شود، این حالت می‌تواند مطرح باشد (۳۴).

## مراحل انجام مطالعه‌های کوهورت

**۱- تعیین هدف از انجام مطالعه و تدوین فرضیه طرح**

**۲- محاسبه تعداد نمونه:** با توجه به این‌که در این مطالعه فرضیه‌ی یکسان بودن میانگین‌ها و نسبت‌ها آزمون می‌شود، از فرمول‌های شماره ۴ و ۵ برای محاسبه‌ی تعداد نمونه در هر گروه استفاده خواهدشد. باید در نظر داشت که با توجه به از دست‌رفتن برخی از نمونه‌ها در طول دوره‌ی پیگیری باید تعداد نمونه را نسبت به مواردی که حدس زده می‌شود از گروه‌ها حذف شوند، تصحیح کرد. در واقع باید n (تعداد نمونه به‌دست آمده از فرمول) را در $\frac{1}{1-f}$ ضرب کرد. f درصد ریزش (Attrition) موارد مطالعه است (۲و۳).

**۳- تعریف مواجهه:** ابتدا لازم است مواجهه به‌طور واضح تعریف شود. مواجهه ممکن است حاد و مزمن باشد و لازم است به دو ویژگی مواجهه یعنی شدت و مدت آن توجه شود (۲). در مواجهه‌های مزمن مانند استعمال سیگار هر دو ویژگی ارزیابی مواجهه اهمیت بسیار دارد. علاوه بر دو ویژگی، ممکن است وضعیت مواجهه حیوانات در طول مدت مطالعه تغییر یابد. یکی از سبب‌های این تغییر، اثر خود پژوهش است. یعنی بررسی وضعیت مواجهه فرد توسط پژوهشگر می‌تواند باعث تغییر رفتار وی شود.

**۴- انتخاب حیوانات گروه مواجهه‌یافته:** پس از تعریف مواجهه، باید حیوانات گروه مواجهه‌یافته انتخاب شوند. چگونگی انتخاب حیوانات گروه مواجهه‌یافته، به شیوع مواجهه در جامعه بستگی دارد. اگر مواجهه فراوان (شایع) باشد، (مانند مصرف گوشت قرمز و غیره در جمعیت انسانی) می‌توان از جمعیت عمومی استفاده نمود. در حالی‌که در مورد مواجهه‌های نادر باید حیوانات گروه مواجهه‌یافته از گروه‌های خاص در معرض آن مواجهه انتخاب شوند. برای مثال برای مطالعه اثر مسمومیت با مس در گوسفند و بز، لازم است در مناطق نزدیک معادن (مثل مس سرچشمه استان کرمان) دام‌ها را انتخاب کرد.

معمولاً در شروع مطالعه یک دوره زمانی مشخص می‌شود که اگر در این دوره در حیوانات مورد مطالعه، پیامد مورد نظر ایجاد شود، فرض می‌شود که این حیوانات از زمان شروع مطالعه بیمار بوده‌اند و از مطالعه کنار گذاشته می‌شوند. نکته مهم دیگر این است که در حیوانات منتخب باید استعداد ایجاد پیامد به‌شکل بالقوه وجود داشته باشد. برای مثال اگر قصد مطالعه رابطه بین مصرف رژیم غذایی خاص و سرطان رحم را در سگ با روش کوهورت باشد، در میان نمونه‌های انتخاب‌شده برای مطالعه نباید نمونه‌هایی وجود داشته باشند که قبلاً هیسترکتومی یا اواریوهیسترکتومی شده‌اند.

**۵- انتخاب حیولنات گروه مواجهه‌نیافته:** انتخاب حیوانات گروه مواجهه‌نیافته (گروه مقایسه) در یک مطالعه کوهورت همانند انتخاب گروه شاهد در مطالعه مورد- شاهدی، مشکل و مهم است. لازم است گروه مقایسه از متغیرهای مختلف (مانند سن و جنس) شبیه به گروه مواجهه‌یافته باشد و تنها حیوانات گروه مقایسه فاقد مواجهه باشند. حیوانات این گروه هم باید فاقد پیامد مورد مطالعه باشند و هم‌چنین در این حیوانات نیز باید امکان ایجاد پیامد وجود داشته‌باشد. اگر مواجهه شایع باشد و حیوانات گروه مواجهه‌یافته از جمعیت عمومی انتخاب شوند، حیوانات گروه مقایسه نیز می‌توانند از میان حیوانات همان جمعیت عمومی انتخاب شوند.

هم‌چنین می‌توان در مواردی، بروز پیامد در گروه مواجهه‌یافته را با بروز همان پیامد در جمعیت عمومی، به شرط آن‌که چنین

اطلاعاتی در جمعیت عمومی قابل دسترسی باشد) مقایسه کرد. در این حالت جمعیت عمومی نقش گروه مقایسه خارجی را ایفا می‌نماید (۳و۴).

**۶- همسان‌سازی:** در مطالعه کوهورت همانند مطالعه مورد- شاهدی، امکان حضور و تأثیر متغیرهای مخدوش‌کننده وجود دارد. برای کنترل اثر متغیرهای مخدوش‌کننده و افزایش دقت مطالعه می‌توان از همسان‌سازی استفاده کرد، اما از آن‌جایی‌که در مطالعه هم‌گروهی اغلب به تعداد نمونه بالایی نیاز است؛ در عمل همسان‌سازی مشکل است و البته با توجه به تعداد نمونه بالا در گروه‌های مطالعه، نیازی به همسان‌سازی نیست. بنابراین، در مطالعه‌هایی با تعداد نمونه کم، همسان‌سازی با هدف افزایش دقت مطالعه عملاً انجام می‌گیرد.

**۷- پیگیری و تعیین پیامد:** تعیین پیامد در هر دو گروه مواجهه‌یافته و مواجهه‌نیافته باید یکسان و در حد امکان توسط افرادی که از وضعیت مواجهه حیوانات اطلاعی ندارند، انجام شود. در غیر این صورت، سوگرایی اطلاعات (information bias) در مطالعه زیاد خواهد بود. در پیگیری حیوانات و نمونه ها، لازم است پژوهشگر برنامه مناسبی برای اطمینان از پیگیری مناسب حیوانات در فواصل زمانی تعیین‌شده طراحی کند. لازم است، تعداد شرکت‌کنندگانی که در هر روز (یا مقطع زمانی خاص) باید پیگیری شوند، در برنامه مشخص شود. در صورت عدم مراجعه شرکت‌کننده، یک یادآور (می‌تواند از طریق پیامک یا تماس تلفنی باشد) برای فرد (صاحب حیوان) ارسال شود. مهم است که فقط بیمارانی با آدرس ثابت در منطقه برای مطالعه‌های کوهورت طولانی‌مدت وارد مطالعه شوند. جزئیات مربوط به اقامت (آدرس دائم، آدرس موقت و مدت اقامت در آدرس فعلی) باید بخشی از معیارهای ورود باشند. در جمعیت دامی نیز، گله‌هایی که از ثبات مدیریتی بیشتری برخوردار هستند، وارد مطالعه شوند. چرا که در برخی موارد ممکن است دامدار کل گله را به فروش رسانده یا کشتار نماید. افت نمونه زیاد در مطالعه، برای پژوهشگر مشکلات خاص خود را ایجاد می‌نماید.

**۸- تجزیه و تحلیل داده‌ها و تفسیر یافته‌ها:** در این مطالعه با استفاده از جدول ۲×۲ می‌توان خطر نسبی (Relative Risk) را در دو گروه مواجهه‌یافته و مواجهه‌نیافته محاسبه کرد. خطر منتسب (Attributable risk) در گروه مواجهه و نسبت منتسب (Attributable fraction) به گروه مواجهه در این مطالعه قابل محاسبه است. هم‌چنین در این مطالعه نیز از مدل‌های آماری به خصوص مدل‌های خطی چند متغیره (Multivariable Generalized Linear Models) برای آنالیز روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته استفاده می‌شود(۱).

علاقه‌مندان برای آشنایی بیش‌تر با مطالعه‌های هم‌گروهی می‌توانند به مقاله‌های ۳۲، ۳۵ و ۳۶ مراجعه نمایند.

## مقایسه مطالعه‌های مورد- شاهدی و هم‌گروهی

مهم‌ترین وجه تمایز مطالعه‌ی هم‌گروهی با مورد- شاهدی، چگونگی آغاز مطالعه و گروه‌بندی بر اساس وضعیت مواجهه یا پیامد است. همین امر سبب می‌شود در هرم مطالعاتی، مطالعه هم‌گروهی در رده بالاتری نسبت به مطالعه مورد -شاهدی قرار گیرد و شواهد بهتری برای یافتن رابطه علیتی به پژوهشگر ارائه دهد. تقسیم‌بندی گروه‌ها بر اساس وضعیت مواجهه، توالی زمانی علت و معلول را بهتر نشان می‌دهد. هرچند مطالعه کوهورت ارزش بالایی دارد، اما صرف هزینه و وقت زیاد برای اغلب این نوع مطالعه‌ها، باعث شده تا استفاده از آن یک تصمیم مهم با صرف نیروی زیاد باشد. هم‌چنین زمانی که استفاده از مطالعه‌های مداخله‌ای از نظر اصول اخلاقی ممنوعیت داشته باشد، استفاده از مطالعه هم‌گروهی می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسب استفاده شود. از مهم‌ترین مزایای مطالعه مورد- شاهدی نسبت به هم‌گروهی استفاده از آن در هنگام مطالعه روی بیماری‌های نادر است. این درحالی است که مطالعه هم‌گروهی می‌تواند برای مطالعه روی مواجهه‌های نادر مورد استفاده قرار گیرد.

باید توجه داشت که استفاده از طرح مطالعه تصمیمی است که باید با توجه به هدف‌های پژوهشگر از طرح گرفته شود و سپس بودجه هزینه‌ای و زمانی مناسب برای آن درنظر گرفته شود.

## تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

## منابع


1. Thrusfield M. Veterinary epidemiology, 4th edition: John Wiley & Sons; 2018.
2. MalekAfzali H, Majdzadeh R, Fotouhi A, Tavakoli S. Methodology of applied rsearches in medical sciences (In persian), 1st edition. Tehran: Tehran University of Medical Dciences; 2005.
3. Park JE. Textbook of preventive and social medicine a treatise on community health. 17th ed: Samat Publication; 2002.
4. Gordis L. Epidemiology:5th edition: Gap; 2013.
5. Mausner JS, Bahn AK. Epidemiology Principals: Iran university press; 1994. ##
6. Mardani A. Studies in medical science researches 2021 [Available at: https://medlabnews.ir/].
7. Javadzade R, Rostami A, Arabkhazaeli F, Bahonar A, Mohammad Rahimi H, Mirjalali H. Molecular detection and genotype identification of E. cuniculi from pet rabbits. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases. 2021; 75:101616. https://doi.org/10.1016/j.cimid.2021.101616.
8. Faghihi SM, Rassouli A, Bahonar A. A Survey on the Status of Antibacterial Drug Use in Dairy Cattle Farms in Qom Province. Journal of Veterinary Research. 2019;74(4):574-82. https://doi.org/10.22059/jvr.2018.253642.2773.
9. Fallah Mehrabadi MH, Bahonar A, Vasfi Marandi M, Sadrzadeh A, Zeinolabedini Tehrani F. Sero-survey of H5 & H7 sub types of Avian Influenza in commercial and backyard poultry of Iran -2014. Journal of Veterinary Research. 2018;73(1):47-53. https://doi.org/10.22059/jvr.2018.130684.2345.
10. Fallah Mehrabadi MH, Bahonar A, Mirzaei K, Ghalyanchi Langeroudi A, Ghafouri SA, Tehrani F, et al. Serological Survey of Avian Influenza (H9N2) in Commercial Ostrich Farms in Iran, 2015. Archives of Razi Institute. 2018;73(4):325-30. https://doi.org/10.22092/ari.2017.108110.1081.
11. Haji-Abdolvahab H, Ghalyanchilangeroudi A, Bahonar A, Ghafouri SA, Vasfi Marandi M, Fallah Mehrabadi MH, et al. Prevalence of avian influenza, Newcastle disease, and infectious bronchitis viruses in broiler flocks infected with multifactorial respiratory diseases in Iran, 2015–2016. Tropical Animal Health and Production. 2019;51(3):689-95. https://doi.org/10.1007/s11250-018-1743-z.
12. Isfahani MS, Rostami A, Bahonar AR, Barin A, Memarian I. Serologic survey for Canine Distemper Virus in free-ranging wild canids in the northeast of Iran. Revue De Medecine Veterinaire. 2017;168(10-12):247-51.
13. Fallah Mehrabadi MH, Bahonar A, Mirzaei K, Molouki A, Ghalyanchilangeroudi A, Ghafouri SA, et al. Prevalence of avian influenza (H9N2) in commercial quail, partridge, and turkey farms in Iran, 2014–2015. Tropical Animal Health and Production. 2018;50(3):677-82. 10.1007/s11250-017-1438-x.
14. Hajkazemi MB, Bahonar AR, Nayeri Fasaei B, Rahimi Foroushani A. Seroprevalence and associated risk factors of brucellosis in rural domestic ruminants in Zanjan province. Veterinary Research & Biological Products. 2020;33(2): 75-83.

https://doi.org/10.22092/vj.2019.125488.1562.

15. Boluki Z, Bahonar AR, Amiri K, Akbarein H, Sharifi H, Akbari-Sari A, et al. Estimation of economic direct losses due to livestock brucellosis in iran (2003-2014). Iranian Journal of Epidemiology. 2017;12(4):12-21.

16. Fallah Mehrabadi MH, Ghalyanchilangeroudi A, Tehrani F, AmirHajloo S, Bashashati M, Bahonar AR, et al. Assessing the economic burden of multi-causal respiratory diseases in broiler farms in Iran. Tropical Animal Health and Production. 2022;54(2):117. https://doi.org/10.1007/s11250-022-03110-0.

17. Bahonar A, Bahrainipour A, Rahimi Foroshani A, Lotfollahzadeh S, Amiri K, Naghibi SB. Seroprevalence of Brucellosis among Industrial and Semi-industrial Dairy Cows under Brucellosis Testing and Slaughter Operations of Veterinary Organization of Iran-2018, 2019. Iranian Journal Of Infectious Diseases And Tropical Medicine. 2019;86(24):7-15.

18. Fallah Mehrabadi MH, Bahonar AR, Sadrzadeh AVM, M., Tehrani F. Spatial Pattern And Cluster Analysis Of Avian Influenza H9n2 Subtype In Backyard Poultry, Iran, 2014 And 2015. Veterinary Researches Biological Products (Pajouhesh-Va-Sazandegi). 2017;30(1):2-13.

19. Spence KL, Slater J, Rosanowski SM, Cardwell JM. A cross-sectional study of horse owners' awareness and perceived risk of exotic diseases in the United Kingdom. Preventive Veterinary Medicine. 2019;169:104706. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104706.

20. Behroozikhah AM, Bagheri Nejad R, Amiri K, Bahonar AR. Identification at Biovar Level of Brucella Isolates Causing Abortion in Small Ruminants of Iran. Journal of Pathogens. 2012;2012:357235. https://doi.org/10.1155/2012/357235.

21. Kohansal Lotfabad F. Evaluation of cow comfort indices and its effect on locomotion scoring in Mashhad. Mashhad, Iran: Ferdowsi University of Mashhad; D.V.M. thesis, 2023.

22. Emami SJ, Bahonar AR, Mehrabadi MHF, Lotfollazadeh S, Amiri K, Abdollahi D. Evaluation of foot and mouth disease (FMD) vaccine using registered surveillance data. Tropical Animal Health and Production. 2022;54(4):215. https://doi.org/10.1007/s11250-022-03204-9.

23. BAHONAR AR, Holakouei Naeini K, Nadim A, Zahedi MR, Zoughi E, Mohammad K. Brucellosis Determinants In Chaharmahal And Bakhtiari Province, Iran. PAYESH. 2002;1(1):25-32.

24. Akbarein H, Bahonar AR, Bokaie S, Mosavar N, Rahimi- Foroushani A, Sharifi H, et al. Determinants of Bovine Tuberculosis in Dairy Farms Covered by the Tuberculin Screening Test: A Herd Level Case Control Study. IrJE. 2014;10(3):15-24.

25. Bahreinipour A, Bahonar A, Boluki Z, Foroshani AR, Zadeh SL, Amiri K. Bovine Brucellosis Infection in Iranian Dairy Farms: A Herd-level Case-control Study. Iranian Journal of Veterinary Medicine. 2023;17(4):383-92. http://dx.doi.org/10.32598/ijvm.17.4.1005289.

26. Bagheri Amiri F, Bahonar AR, Mostafavi E, Mansournia MA ,Rasouli N, Fallah Mehrabadi MH, et al. Study of the Determinants of Foot-and-Mouth Disease in Iran: A Unit Level Case Control Study. IrJE. 2016;12(1):62-70.

27. Alian Samakkhah S, Bahonar A, Ghafouri SA, Sadrzadeh A, Fallah Mehrabadi MH, Tehrani FZ, et al .Effectiveness of different Newcastle disease vaccination programs in Iranian broiler farms: a case-control study. JPSAD. 2023;1(4):3-12.

28. Mirzaie K, Bahonar A, Mehrabadi MF, Hajilu G, Yaghoubi M. Determinants of Bovine Ephemeral Fever outbreak during 2013, in Qazvin Province, Iran. Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 2017;7(12):744-7.

29. Cox R, Burden F, Gosden L, Proudman C, Trawford A, Pinchbeck G. Case control study to investigate risk factors for impaction colic in donkeys in the UK. Preventive Veterinary Medicine. 2009;92(3):179-87. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.08.012.

30. Stavisky J, Radford AD, Gaskell R, Dawson S, German A, Parsons B, et al. A case–control study of pathogen and lifestyle risk factors for diarrhoea in dogs. Preventive Veterinary Medicine. 2011;99(2):185-92. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.02.009.

31. Sharifi H, Kostoulas P, Bahonar A, Bokaie S, Vodjgani M, Haghdoost AA, et al. Effect of health disorders on the hazard of culling on the first or second lactation in Iranian dairy herds. Preventive Veterinary Medicine. 2013;109(1):144-7. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.08.017.

32. Bahonar A, Sharifi H, Bokaie S, Vodjgani M, Rahimi Foroushani A, Haghdoost AA. Modeling the Effect of Lameness on Culling of Dairy Cows in Tehran Province. Iranian Journal of Veterinary Surgery. 2009;04(1-2):37-44.

33. Bahonar A, Azizzadeh M, Stevenson M, Vojgani M, Mahmoudi M. Factors affecting days open in Holstein dairy cattle in Khorasan Razavi province, Iran; A Cox proportional hazard model. Journal of Animal and Veterinary Advances. 2009;8(4):747-54.

34. Dohoo IR, Martin W, Stryhn HE. Veterinary Epidemiologic Research. 2nd ed. VER Inc. 2009.

35. Boge GS, Engdahl K, Bergström A, Emanuelson U, Hanson J, Höglund O, et al. Disease-related and overall survival in dogs with cranial cruciate ligament disease, a historical cohort study. Preventive Veterinary Medicine. 2020;181:105057. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105057.

36. Krontveit RI, Trangerud C, Sævik BK, Skogmo HK, Nødtvedt A. Risk factors for hip-related clinical signs in a prospective cohort study of four large dog breeds in Norway. Preventive Veterinary Medicine. 2012;103(2):219-27. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.09.018.

**Abstract in English**

# Observational Studies in Veterinary Research & Practice

**Alireza Bahonar[1*], Marzieh Faezi[2], Zahra Bolouki[3]**

1- Professor, Division of Epidemiology & Zoonoses, Department of Food Hygiene & Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Specialty Bored Certified in Veterinary Epidemiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- PhD of Veterinary Epidemiology, Member of Iranian Epidemiological Association, Tehran, Iran.

* abahonar@ut.ac.ir

One of the most important applications of epidemiology is the investigation of the causes of diseases. In this regard, the appropriate design of study to approach the causes and risk factors of a disease is vital. Observational studies are a category of studies that help the researcher in identifying risk factors for disease occurrence and quantifying the effect of these factors on it, thereby influencing its control within the population. These studies are conducted through observing the natural behavior of disease in the population. Accurate and precise data collection (a part that receives less attention in the country) forms the cornerstone of these studies, requiring special attention from educational, extension, and research centers. In this article, various types of observational studies are initially introduced in general terms. Subsequently, cross-sectional, case-control, and cohort studies, as the three main types of observational studies, are comprehensively explained. The methods of grouping for study entry, calculation of minimum sample size, applications, and advantages and disadvantages of each study are described in detail. Additionally, the capabilities that each type of these studies provides to the researcher for interpreting the causality of the occurrence or the desired outcome in the study are provided at the end of each section. After introducing the implementation method of each study, depending on the case, references to three or four articles with similar study designs are provided to serve as examples of observational studies as a model. It should be noted that these types of studies are foundational for conducting intervention studies, and creating infrastructure for data recording and analysis is necessary for conducting these studies.

**Keywords:** Observational study, data recording system, cross-sectional study, case-control study, cohort study

التیام، دوره ۱۰، شماره ۲: ۷۰-۶۱، ۱۴۰۲ Eltiam 10 (2): 61-70, 2024

التیام
شاپا الکترونیکی:۲۷۸۳۳۲۹۱
eltiam.ivsa@yahoo.com
http://eltiamjournal.ir/

مقاله مروری

# مطالعه‌های تجربی (مداخله‌ای) در پژوهش‌ها و خدمات دامپزشکی

علیرضا باهنر[۱*]، مرضیه فائزی[۲]، زهرا بلوکی[۳]

۱- استاد، بخش اپیدمیولوژی و بیماری‌های مشترک، گروه بهداشت و کنترل موادغذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

۲- بورد تخصصی اپیدمیولوژی، گروه بهداشت و کنترل موادغذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

۳- PhD اپیدمیولوژی، عضو انجمن علمی اپیدمیولوژیست‌های ایران

*abahonar@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵، تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۲/۱۹

https://doi.org/10.61186/eltiamj.10.2.6

کپی‌رایت © مجله التیام: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

## چکیده

مطالعه‌های مداخله‌ای (تجربی) به‌ویژه در سطح آزمایشگاهی، بخش عمده‌ای از پایان‌نامه‌های انجام شده در دانشکده‌های دامپزشکی کشور را تشکیل می‌دهند. اهمیت این طرح مطالعاتی در پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای، ضرورت آشنایی دانشجویان و پژوهشگران با این طرح را بیش از پیش روشن می‌سازد. در این مقاله ابتدا تاریخچه‌ی مختصری در مورد این نوع مطالعه آمده است. سپس با معرفی انواع این مطالعه‌ها (آزمایشگاهی و تجربی، کارآزمایی بالینی، کارآزمایی میدانی یا در عرصه،کارآزمایی اجتماعی و مطالعه شبه‌تجربی)، مرحله‌های مختلف این طرح (کارآزمایی برای فارماکولوژی و تعیین سمیت، کارآزمایی اولیه برای تعیین اثرات بالقوه درمانی و ایمنی دارو، مرحله ارزیابی بالینی، ارزیابی پس از بازاریابی) و کاربردها به‌انواع روش‌های اجرای آن (طرح‌های موازی، متقاطع، متوالی و فاکتوریل) پرداخته شده است. تعداد نمونه‌ی مورد نیاز برای اجرای مطالعه، ملاک‌های ورود دام‌های مورد مطالعه و ملاک‌های خروج آن‌ها از طرح، چگونگی کورسازی و رضایت آگاهانه (ملاحظه‌های اخلاقی) در این مقاله بیان شده است. با توجه به اهمیت کارآزمایی‌های بالینی به‌ویژه از نظر لزوم رعایت اخلاق در پژوهش، به ضرورت ثبت این نوع مطالعه پس از تدوین پروپوزال و پیش از اجرا نیز اشاره شده است. در این

مقاله به نمونه‌های متعددی از مطالعه‌های مداخله‌ای منتشر شده در ایران و جهان ارجاع داده شده تا دانشجویان و پژوهشگران بتوانند از این طرح‌ها به‌عنوان الگوی اجرایی استفاده کرده و بیش‌تر با مطالعه‌های مداخله‌ای آشنا شوند. انتظار می‌رود خواننده با یادگیری مطالب ارائه شده بتواند با شناختی مناسب، مقاله‌ها و گزارش‌های چاپ شده در متون علمی را به‌صورت نقادانه مطالعه نموده و بتواند در اجرای یک مطالعه تجربی، ایفای نقش مؤثری داشته باشد.

**واژه‌های کلیدی:** مطالعه‌های مداخله‌ای، مطالعه‌های تجربی، مطالعه‌های آزمایشگاهی، کورسازی، اخلاق

## مقدمه

مطمئن‌ترین سند برای اثبات رابطه بین یک مواجهه و پیامد مربوط، از راه مطالعه‌های تجربی حاصل می‌شود. این رابطه می‌تواند در خصوص یک عامل خطر بیماری‌زا، اثرهای درمانی داروها، تأثیر واکسن‌ها در پیشگیری از بیماری‌ها و آموزش مردم برای افزایش آگاهی در یک زمینه مشخص باشد (۶-۱).

از دیدگاه تاریخی، پس از تجربه بالینی برای اثبات تأثیر داروها، تحول اساسی با کارآزمایی‌های بالینی شاهددار اتفاق افتاد. همان‌طور که در مطالعه‌های تحلیلی مشاهده‌ای وجود گروه شاهد اجتناب‌ناپذیر است، در این مطالعه‌ها نیز گروه کنترل برای مقایسه تأثیر مداخله، ضروری است (۳).

در سال ۱۷۴۷ میلادی نخستین بار جیمز لیند، مبتلایان به اسکوربوت (Scurvy) را به دو گروه تقسیم کرد و تأثیر آب لیمو را بر درمان بیماری ارزیابی کرد. می‌توان کار ادوارد جنر در سال ۱۷۹۸ میلادی را به عنوان تجربه‌ای دیگر ذکر کرد. وی نخستین کارآزمایی پیش‌گیرانه شاهددار را با مایه‌کوبی انجام داد، اما پیشرفت قابل توجه پس از درک اهمیت گروه شاهد، به‌وسیله فیشر در سال ۱۹۴۶ اتفاق افتاد، فیشر روش تصادفی‌سازی (Randomization) را معرفی کرد و از آن پس جامعه پزشکی فقط اعتبار درمان‌هایی را قبول می‌کند که در کارآزمایی‌های شاهددار تصادفی دوسوکور ( Randomized double blinded controlled trial) مورد تأیید قرار گرفته باشند. به‌عبارتی عمر کارآزمایی‌های بالینی به معنای امروزی خود حدود ۷۰ سال است (۳و۴).

از نظر کلی ساختار مطالعه‌های تجربی شبیه مطالعه‌های هم‌گروهی است، که از مواجهه شروع و با پیامد پایان می‌یابد. تفاوت ذاتی آن‌ها در اِعمال مواجهه توسط پژوهشگر در مطالعه‌های تجربی است. مواجهه در مطالعه‌های هم‌گروهی به‌صورت طبیعی در جمعیت یا طبیعت وجود دارد یا ندارد و پژوهشگر در این خصوص نقشی نداشته و صرفاً مشاهده می‌کند. قابل ذکر است، منظور از مداخله در روش‌شناسی مطالعه تجربی، تخصیص مواجهه به‌عنوان بخشی از طرح مطالعه است و نه روش تهاجمی که در فرایندهای بالینی مطرح است (۳و۴). در دامپزشکی معمولاً کارآزمایی‌های بالینی با عنوان «آزمایش فارمی» شناخته می‌شوند. در یک بررسی انجام شده روی مقاله‌های چاپ شده در مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران طی سال‌های ۸۷-۱۳۷۸ (۱۰ سال)، ۳۹/۲ درصد مقاله‌ها، از نوع مطالعه‌های تجربی یا مداخله‌ای بوده‌اند (۷). در این مقاله به معرفی جنبه‌های مختلف این نوع از مطالعه‌ها از نظر طراحی، اجرا و تجزیه و تحلیل آن‌ها پرداخته خواهد شد.

## انواع مطالعه‌های تجربی(مداخله‌ای)

**۱**- آزمایشگاهی و تجربی: وقتی که در شرایط آزمایشگاهی و معمولاً روی مدل‌های حیوانی در شرایط کنترل شده تأثیر یک متغیر مستقل روی متغیر وابسته مورد بررسی و سنجش قرار داده شود، مطالعه از نوع تجربی است، که در مطالعه‌های در جمعیت انسانی، اغلب در مرحله پیش‌بالینی داروها و فراورده‌های بیولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در دامپزشکی به‌طور گسترده‌تری انجام می‌شود (۱۲-۸). در این شرایط کارایی (Efficacy) محصول مورد نظر ارزیابی می‌شود.

**۲**- کارآزمایی بالینی: شاخص‌ترین مطالعه مداخله‌ای، کارآزمایی بالینی است، که در بیش‌تر موارد برای تعیین مقدار تأثیر داروها در شرایط واقعی جامعه یا مزرعه انجام می‌شود و چون اثرات متغیرهای موجود در جامعه و محیط در پژوهش

لحاظ می‌شود، اثربخشی (Effectiveness) فراورده مورد نظر برآورد می‌شود (۱۳و۱۴).

**۳**- کارآزمایی میدانی یا در عرصه (Field trial): زمانی که تصادفی‌سازی روی دام‌های سالم انجام شود، کارآزمایی از نوع میدانی تعریف می‌شود (۱۵).

**۴**- کارآزمایی اجتماعی (Community trial): در این نوع کارآزمایی، به‌جای حیوان، مجموعه‌ای از جمعیت‌های دامی به‌صورت تصادفی در گروه‌های مداخله و شاهد قرار می‌گیرند. به‌عبارت دیگر، در این کارآزمایی، مداخله بر تمامی جمعیت دامی انجام می‌شود و در جامعه دیگر انجام نمی‌شود. این نوع مطالعه برای بررسی بیماری‌هایی با منشأ شرایط اجتماعی یا محیط زیستی خاصی مناسب است. از محدودیت‌های این نوع کارآزمایی این است که تخصیص تصادفی یا تصادفی‌سازی جوامع ممکن است مقدور نباشد (۳).

**۵**- مطالعه شبه‌تجربی (Quasi-experimental study): در صورتی‌که در یک مطالعه تجربی، گروه شاهد جداگانه وجود نداشته باشد یا انتخاب و تقسیم نمونه‌ها تصادفی نباشد (نبود یکی از دو ویژگی یاد شده)، به آن مطالعه شبه (نیمه)تجربی اطلاق می‌شود (۳).

## مراحل مختلف کارآزمایی بالینی

کارآزمایی‌های بالینی پس از مرحله پیش‌بالینی که مورد اشاره قرار گرفت، به‌طور کلی به ۴ فاز تقسیم می‌شوند:

**فاز نخست:** کارآزمایی برای فارماکولوژی و تعیین سمیت: داروی مورد نظر در تعداد محدودی (۱۰۰-۲۰ نمونه) از گونه هدف به‌منظور تعیین ایمنی دارو مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

**فاز دوم:** کارآزمایی اولیه برای تعیین اثرات بالقوه درمانی و ایمنی دارو، روی گونه‌های هدف و در مقیاس کوچک انجام می‌شود. مقایسه روش‌های مختلف استفاده دارو هم در این فاز می‌تواند انجام شود. در مطالعه‌های انسانی این فاز روی تعداد ۲۰۰-۱۰۰ نفر اجرا می‌شود.

**فاز سوم:** در این مرحله ارزیابی بالینی دارو مد نظر بوده که اصلی‌ترین فاز کارآزمایی دارو است و در مقیاس بزرگ‌تر (با محاسبه تعداد نمونه مورد نیاز) در شرایط واقعی جمعیت یا مزرعه انجام می‌شود که در آن اثرهای محیطی و مدیریتی هم لحاظ شده باشد.

**فاز چهارم:** مرحله پس از بازاریابی (Post Marketing Surveillance) است. ممکن است برخی اثرهای ناخواسته دارو در مقیاس‌های بزرگ جمعیت استفاده‌کننده، رخ دهد. از این رو سازمان‌های نظارتی در مرحله مصرف دارو را زیر نظر دارند تا در صورت وقوع هر گونه اثرهای منفی، تصمیم لازم را اتخاذ نمایند (۳).

## حالت‌های مختلف گروه شاهد در کارآزمایی‌های بالینی

همان‌طور که اشاره شد، کارآزمایی‌های بالینی حداکثر شباهت ساختاری را با مطالعه‌های هم‌گروهی دارند؛ یعنی از مواجهه شروع و به پیامد ختم می‌شوند. اگر در مطالعه هم‌گروهی، گروه شاهد، فاقد مواجهه مورد نظر است؛ در کارآزمایی نیز، چنین وضعیتی به‌طورکلی حاکم است. بدین معنی که گروه شاهد، درمان مورد نظر در گروه مواجهه (تیمار) را نمی‌گیرد. شاهد می‌تواند چند حالت داشته باشد:

۱- گروه شاهد درمان نشود.

۲- گروه شاهد درمان استاندارد را بگیرد.

۳- گروه شاهد گول‌دارو یا دارو نما (placebo) را دریافت کند. پرواضح است که این حالت به دلیل اثرهای روانی عدم دریافت درمان در گروه تیمار (در دامپزشکی صاحبان حیوان) تعریف و اجرا می‌شود. نکته مهم این‌که در مواردی می‌توان برای گروه شاهد از دارونما، استفاده کرد که هنوز درمان مؤثری برای بیماری مورد نظر معرفی نشده باشد (۶-۳).

۴- شاهدهای تاریخی: برخی از پژوهشگران، داروی جدید را در یک گروه از بیماران آزمایش می‌کنند و برای گروه شاهد، نتیجه درمان استاندارد را در بیماران قدیمی خود در نظر می‌گیرند و به آن مقایسه تاریخی می‌گویند. این شیوه انتخاب شاهد از دو جنبه انتخاب بیماران از نظر شدت بیماری در دو گروه و دو زمان مختلف و هم‌چنین از نظر ارزیابی پاسخ به درمان، مورد نقد جدی است و اصولاً توصیه نمی‌شود (۳و۴).

۵- وضعیت حیوان‌ها پیش از اعمال مواجهه، به‌عنوان شاهد برای خودشان، تعریف شود. در این حالت کارآزمایی را مطالعه

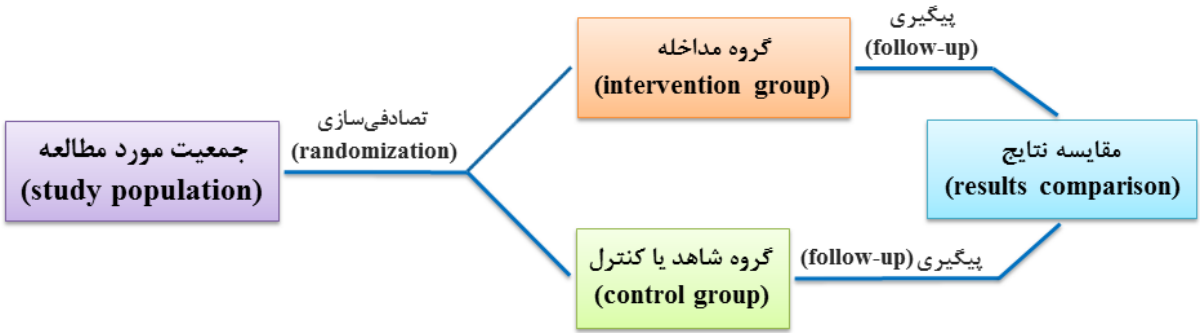
قبل- بعد (Before-After Study) می‌نامند. در این طراحی، ابتدا متغیر وابسته در هر دو گروه اندازه‌گیری و سپس مداخله در تمامی حیوان‌های مورد مطالعه صورت گرفته و در ادامه، مجدداً متغیر وابسته اندازه‌گیری می‌شود. سپس مقدار متغیر وابسته پیش و پس از مداخله مقایسه می‌شود. از آن‌جایی که این طرح دارای گروه شاهد واقعی نیست، نمی‌توان با قاطعیت اثر مشاهده‌شده را به مداخله نسبت داد؛ بنابراین به این نوع از مطالعه‌ها، «شبه‌تجربی» گفته می‌شود.

در پژوهش‌های تجربی مواردی دیده شده که بیش از یک گروه شاهد دارند، مثلاً یک گروه کنترل که درمان استاندارد را دریافت می‌کنند و گروهی دیگر، مواجهه ندارند (۱۶).

## طرح‌های مختلف کارآزمایی‌های بالینی

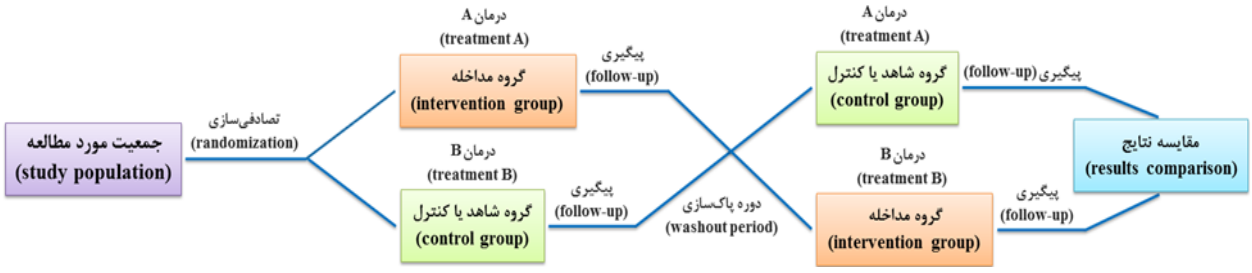
بر اساس شیوه گروه‌بندی و پیگیری حیوان‌ها در کارآزمایی‌ها، طرح‌های مختلف یک کارآزمایی به حالت‌های زیر است:

۱- طرح موازی (Parallel design): در این طرح، حیوان‌ها به‌طور تصادفی در یکی از گروه‌های مداخله یا شاهد قرار گرفته و تا پایان مطالعه در همین گروه‌ها باقی می‌مانند.در پایان مطالعه، یافته‌های ناشی از مقایسه گروه‌ها، تجزیه و تحلیل می‌شوند (تصویر شماره ۱).




تصویر ۱- نمای کلی مطالعه کارآزمایی بالینی، طرح موازی (۱۷)

۲-طرح متقاطع یا ضربدری (Crossover design): در این طرح، ابتدا حیوان‌ها مانند طرح موازی در دو گروه قرار می‌گیرند. سپس در مرحله نخست، گروه الف از درمان A و گروه ب از درمان B استفاده می‌کند. پس از پیگیری و بررسی پیامدها، پس از یک دوره پاک‌سازی (Washout period) جایگاه گروه‌ها با هم عوض می‌شود. دوره پاک‌سازی برای از بین‌رفتن اثر درمان در مرحله نخست است. مدت زمان این دوره بیش از طولانی‌ترین مدت زمان تأثیر مداخله (دارو) درنظرگرفته‌می‌شود. از مزایای طرح ضربدری این است که هر حیوان شاهد خود محسوب می‌شود که به کاهش تعداد نمونه و هم‌چنین تقویت مقایسه‌پذیری گروه‌ها منجر می‌شود (تصویر شماره ۲).




تصویر ۲- نمای کلی مطالعه کارآزمایی بالینی، طرح متقاطع (۱۷)

۳- طرح متوالی (Sequential design): زمانی که به سبب‌هایی هم‌چون عارضه‌های جانبی خطرناک دارو یا احتمال بالای تأثیر دارو در بیماری‌های خطرناک، باید کم‌ترین تعداد نمونه مورد مطالعه قرار گیرد، از طرح متوالی استفاده می‌شود. در این طرح، بدون الزام به تعیین تعداد نمونه پیش از شروع مطالعه، با مشخص شدن نتیجه درمان در تعدادی از نمونه‌ها، داده‌های

به‌دست آمده تجزیه و تحلیل می‌شود و بر اساس نتیجه مشاهده شده، یکی از تصمیم‌های زیر گرفته می‌شود:

الف- در دو گروه درمان و کنترل تفاوت معنی‌دار دیده می‌شود، در نتیجه مطالعه در همین مرحله خاتمه می‌یابد.

ب- در دو گروه درمان و کنترل تفاوت معنی‌دار دیده نمی‌شود، اما چون هنوز تعداد حیوان‌ها به اندازه‌ای نیست که توان مشاهده اختلاف بین دو روش (در صورت وجود) را داشته باشد، مطالعه ادامه پیدا می‌کند.

پ- در دو گروه درمان و کنترل تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود و مطالعه از توان کافی برای نشان دادن اختلاف بین دو روش (با فرض وجود) برخوردار است؛ بنابراین مطالعه با نتیجه منفی پایان می‌یابد (۳) .

۴- طرح فاکتوریل (Factorial design): زمانی که ارزیابی تأثیر بیش از یک متغیر مستقل (مواجهه) مد نظر باشد، طرح فاکتوریل مورد توجه قرار می‌گیرد. در این حالت با توجه به ویژگی‌های ۲ گروه، لزومی ندارد دو گروه جمعیتی تحت درمان قرار گیرند، بلکه با یک طراحی، در ۴ گروه به شرحی که در جدول شماره ۱ آمده است، مداخله‌ها تعریف و اجرا می‌شوند (۴). طراحی فاکتوریل بیش‌تر در پژوهش‌های آزمایشگاهی مثلاً در حوزه مواد غذایی که در آن مقایسه اثرهای فاکتورهای مختلف با بیش از دو سطح پرکاربرد است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

| | | داروی ب | |
|---|---|---|---|
| | | + | − |
| داروی الف | + | داروی الف و ب | فقط داروی ب |
| | − | فقط داروی الف | هیچ‌کدام از دو دارو |

جدول ۱-مثالی از طرح فاکتوریل

## طراحی کارآزمایی بالینی

در طرح پیشنهادی (پروپوزال) یک کارآزمایی بالینی، همانند هر پژوهش دیگری جنبه‌های مختلفی از مطالعه هم‌چون هدف‌ها و فرضیه‌های طرح، معیارهای انتخاب حیوان‌ها، تعداد نمونه، روش تخصیص حیوان‌ها به گروه‌ها، زمان و مکان انتخاب بیماران، استانداردکردن روش‌های کار و برنامه زمان‌بندی به دقت تدوین و مصوب می‌شود. در این قسمت چند بخش مهم‌تر که در این نوع مطالعه بیش‌تر مورد تأکید است، توضیح داده می‌شود.

**تعداد نمونه:** در مطالعه‌های کارآزمایی بالینی با توجه به شرایط کار، دست‌یابی به نمونه‌ای که بتواند نماینده‌ی جامعه‌ی مورد نظر پژوهشگر باشد، دشوار است. زیرا از یک‌سو همگن‌بودن نمونه از اهمیت بالایی برخوردار است و از سوی دیگر بهتر است طیف گسترده‌ای از بیماران مطالعه شوند. حذف تعدادی از بیماران، پذیرش بیمار، انتخاب دامپزشک به‌عنوان درمانگر و مواردی از این دست، کار را دشوارتر خواهدکرد. تعداد نمونه‌ای که برای مطالعه محاسبه می‌شود به مواردی هم‌چون دقت مورد نظر برای مقایسه دو یا چند گروه، میزان تفاوت بین دو گروه، خطای نوع اول $\alpha$ و خطای نوع دوم $\beta$ و روش آماری برای آنالیز داده‌ها بستگی دارد (۳).

برای برآورد تعداد نمونه برای مقایسه‌ی میانگین بین دو یا چند گروه (جامعه‌ی مستقل) از فرمول شماره ۱ و برای تشخیص اختلاف نسبت در دو جامعه از فرمول شماره ۲ استفاده می‌شود:

$$n=\frac{2\times\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}}+Z_{1-\beta}\right)^2(\delta_1^2+\delta_2^2)}{(\mu_1-\mu_2)^2}$$ (فرمول ۱)

$$n=\frac{2\times\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}}+Z_{1-\beta}\right)^2((p_1(1-p_1)+p_2(1-p_2))}{(p_1-p_2)^2}$$ (فرمول ۲)

در این فرمول‌ها با فرض نرمال بودن میانگین‌های نمونه ای، خطای نوع اول ۵ درصد (سطح اطمینان ۹۵ درصد)، $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ مساوی ۱/۹۶ و $\beta$ مساوی با ۰/۲ (قدرت تست ۰/۸)، $Z_{1-\beta}$ معادل با ۱/۲۸ است. $p_2$ و $p_1$ و $\mu_2$ و $\mu_1$ هم‌چنین نسبت و میانگین برآوردی در دو گروه مطالعه هستند. باید درنظر داشت که با توجه به از دست‌رفتن برخی از نمونه‌ها در طول دوره‌ی پیگیری باید تعداد نمونه نسبت به مواردی که حدس زده می‌شود؛ از گروه‌ها حذف شوند، تصحیح کرد. در واقع باید n

(تعداد نمونه به‌دست آمده از فرمول) را در $\frac{1}{1-f}$ ضرب کرد. f در این‌جا درصد ریزش موارد مطالعه است.

**ملاک‌های ورود و خروج:** برای تعمیم یافته‌های به‌دست آمده از حیوان‌های مورد مطالعه، لازم است معیارهای انتخاب حیوان‌ها برای ورود به کارآزمایی به دقت تعریف و اجرا شود. این‌که حیوان‌ها چه ویژگی‌هایی داشته باشند تا بتوانند وارد مطالعه شوند، ملاک‌های ورود به مطالعه ( Inclusion criteria) گفته می‌شود. مثلاً بیمار باید جنس یا سن مشخصی داشته باشد یا بیماری حیوان از نظر ملاک‌های تشخیصی واضح باشد.

از طرف دیگر حیوان ممکن است شرایطی داشته باشد که در صورت ورود به مطالعه، امکان ادامه درمان یا پیگیری، نداشته باشند. برای مدیریت چنین متغیرهایی، ملاک های خروج از مطالعه (Exclusion criteria) تعریف می‌شود. اگر حذف حیوان‌هایی با ویژگی‌های خاص از مطالعه انجام نشود یا به‌عبارت دیگر، ملاک‌های خروج از مطالعه اجرایی نشود، امکان رخداد سوگرایی در مطالعه وجود دارد (۳).

**رضایت آگاهانه:** اگرچه رعایت ملاحظه‌های اخلاقی در تمام پژوهش‌های علوم زیستی و در هر نوع مطالعه (انواع مطالعه‌های مشاهده‌ای و مداخله‌ای) دارای اهمیت است، اما در کارآزمایی‌های بالینی به این دلیل که داروی جدیدی که هنوز به ثبت نرسیده است در بیماران بررسی می‌شود، لازم است بیمار یا صاحب بیمار (سرپرست حیوان) در جریان پژوهش قرارگرفته و پس از موافقت و ثبت رضایت به‌صورت مکتوب، وارد مطالعه و فرایند تصادفی‌سازی شود. معمولاً برای ایجاد انگیزه در صاحبان حیوان‌ها برای شرکت در کارآزمایی، مشوق‌های مادی هم به شکل‌های مختلف مطرح و اجرا می‌شود. برای مثال این مشوق‌ها می‌تواند عدم پرداخت هزینه‌های دارو و آزمایش‌ها و هزینه‌های رفت‌وآمد باشد (۳و۴). گرفتن مجوز انجام پژوهش‌های تجربی از کمیته‌های اخلاق هر دانشگاه، عمدتاً ناظر به همین بخش از پژوهش تجربی است.

**تصادفی‌سازی:** چگونگی ورود حیوان‌ها به گروه‌های تعریف شده در مطالعه (گروه مداخله و شاهد)، از مهم‌ترین بخش‌هایی است که در اجرای یک کارآزمایی مطرح است. اعمال سلیقه‌های افراد مختلفی که در گروه پژوهش فعالیت می‌نمایند یا انتخاب خود شرکت‌کنندگان در مطالعه، همواره با چالش سوگرایی‌های مختلف مطرح است. مطمئن‌ترین روش برای توزیع یکنواخت عوامل مخدوش‌کننده در گروه‌ها از طریق تصادفی‌سازی یا تخصیص تصادفی (Random allocation)، مقدور می‌شود. به‌عبارت دیگر در این روش، احتمال حضور هر یک از حیوان‌های مورد مطالعه در هر یک از گروه‌ها، مساوی و غیرقابل پیش‌بینی باشد. روش تصادفی کردن می‌تولند از طریق جدول اعداد تصادفی یا از روش‌های پیشرفته‌تر مانند روش تصادفی‌سازی طبقه‌بندی‌شده (stratified randomization) یا روش تصادفی‌سازی بلوکی (block randomization) باشد (۳).

**کورسازی:** ماهیت متفاوت مداخله در گروه‌های مورد پژوهش، ایجاب می‌نماید تا حیوان‌ها از این‌که در فرایند تصادفی‌سازی به کدام گروه وارد شده‌اند؛ بی‌اطلاع باشند و این موضوع در مرحله رضایت آگاهانه به آن‌ها گفته می‌شود. درکارآزمایی بالینی، لازم است اعضای گروه‌ها (در دامپزشکی، صاحبان حیوان) از نوع مداخله بی‌اطلاع باشند؛ چرا که آگاهی از این‌که در کدام گروه (مداخله یا شاهد) قرار می‌گیرند، ممکن است در پاسخ‌دهی برای ارزیابی پیامد، تأثیرگذار باشد و به سوگرایی منجر شود. سه نوع یا سطح کورسازی در کارآزمایی‌های بالینی مطرح است:

۱- یک‌سو کور (Single-blind): مطالعه‌ای که در آن صاحب حیوان‌های شرکت‌کننده (هم بیماران و هم شاهدها) از نوع مداخله بی‌اطلاع باشند.

۲- دوسو کور (Double-blind): در این حالت علاوه بر صاحب حیوان، فردی که پیگیری بیماران و بررسی پیامدها (که معمولاً دامپزشک طرح است) نیز از وضعیت تعلق حیوان‌ها به گروه‌ها بی‌اطلاع است.

۳- سه‌سو کور (Triple-blind): کامل‌ترین حالت کورسازی است که علاوه بر افراد قبلی، فردی که آنالیز داده‌ها را انجام می‌دهد، از نوع مداخله در حیوان‌ها، آگاهی ندارد.

در ارزیابی روش‌شناسی مقاله‌های تجربی منتشر شده در مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران در ۱/۴ درصد مقاله‌ها به کورسازی اشاره شده است (۷).

**ثبت کارآزمایی:** با توجه به اهمیت کارآزمایی‌های بالینی به‌ویژه از نظر لزوم رعایت اخلاق در پژوهش، لازم است پس از تدوین پروپوزال و پیش از اجرا آن‌ها را ثبت کرد. از سال ۲۰۰۴ سازمان جهانی بهداشت (WHO) همه پژوهشگران را ملزم کرده است که کارآزمایی‌های بالینی را در وبگاه www.controlledtrails.com یا www.clinicaltrails.gov ثبت نمایند. در ایران، بر اساس ضوابط انتشار مقاله‌های کارآزمایی بالینی در نشریه‌های علوم پزشکی، با توجه به بند ۷ ماده ۴ اساسنامه کمیسیون نشریات علوم پزشکی به‌منظور هماهنگی علمی و اخلاقی کارآزمایی‌های بالینی، تمام مطالعه‌های کارآزمایی بالینی داخل و خارج کشور در صورتی در نشریه‌های پزشکی داخل کشور قابلیت چاپ یا انتشار الکترونیک دارد که پیش از شروع بیمارگیری در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی‌های ایران (IRCT) به ثبت رسیده باشند (۱۶). در کارآزمایی‌های که در دامپزشکی در کشور انجام می‌شود، تاکنون چنین الزامی مطرح نشده‌است.

## اجرای کارآزمایی بالینی

**۱- اعمال مداخله:** با تصویب و ابلاغ طرح به مجری (مجریان)، فعالیت اجرایی کارآزمایی یا همان جمع‌آوری داده‌ها آغاز می‌شود که با ورود نمونه‌ها و تصادفی‌سازی، مداخله تعریف شده در گروه‌ها اعمال می‌شود. بدیهی است تمام کارهای اجرایی باید منطبق با پروتکل تعریف شده در پروپوزال باشد. پژوهش‌های تجربی متعددی در دامپزشکی وجود دارد که برای ایجاد مداخله باید بیماری را به‌صورت تجربی ایجاد نمود و سپس با گروه‌بندی آن‌ها، مطالعه به انجام برسد (۱۸و۱۹).

**۲- پیگیری حیوان‌ها:** در طول دوره‌ای که حیوان‌هایی تحت پیگیری پس از مداخله قرار دارند، پژوهشگر در زمان‌های تعریف شده آن‌ها را مورد بررسی و معاینه و در صورت لزوم آزمایش‌های پاراکلینیکی لازم قرار می‌دهد. در فواصل این زمان‌ها، گروه پژوهش با بیماران (در دامپزشکی با صاحبان حیوان) در ارتباط بوده و هرگونه عارضه‌های ناخواسته و مشکلات احتمالی دیگر پایش می‌شود.

**۳- تحلیل‌رفتن نمونه‌ها:** در مطالعه‌های طولی که حیوان‌ها در طول زمان در مطالعه پیگیری می‌شوند، احتمال قطع ارتباط و از دست‌دادن آن‌ها، وجود دارد. این موضوع می‌تواند به سبب‌های مختلفی چون، سختی کار برای شرکت‌کننده و از دست‌دادن انگیزه، تغییر شغل، تلفات سنگین گله و در اثر سبب‌های دیگر باشد. بدیهی است پژوهش‌گر تلاش می‌کند به‌ویژه در خصوص حفظ مستمر انگیزه همکاری صاحب حیوان (هم‌چنان که در مرحله ورود حیوان‌ها و گرفتن رضایت آگاهانه از صاحب آن‌ها موفق بوده است)، حداکثر دقت را داشته باشد تا ریزش (Attrition) و از دست‌رفتن نمونه‌ها، به حداقل برسد.

**۴- سنجش پیامد:** بسته به نوع پیامد، این سنجش می‌تواند در مقطع‌های مختلف زمانی انجام شود. مثلاً اگر در یک کارآزمایی واکسن، که پیامد آن در ماه‌های مختلف پس از واکسیناسیون تعریف شده باشد، نمونه‌ها در زمان‌های ثابت مورد سنجش پیامد قرار می‌گیرند، اما در حالتی که مطالعه روی درمان دارویی است؛ پاسخ به درمان به‌شکل بالینی می‌تواند در حیوان‌ها، تفاوت زمانی داشته باشد. در پژوهش‌های دامپزشکی که در جمعیت‌های مختلف دام، طیور و آبزیان انجام می‌شود، پیامدهای بهبود بیماری، شاخص‌های تولیدی، بقاء و سایر حالت‌ها تعریف می‌شود(۲۶-۲۰). در حوزه بهداشت مواد غذایی نیز ارزیابی‌های حسی (ارگانولپتیک) به‌عنوان پیامد، معمول است (۲۷).

علاقه‌مندان برای آشنایی بیش‌تر با طرح مطالعه مداخله‌ای و کارآزمایی‌های بالینی می‌توانند به مقاله‌های ۳۱-۲۸ مراجعه نمایند.

## نتیجه‌گیری

مطالعه‌های تجربی، استاندارد طلایی در تعیین رابطه مواجهه و پیامد هستند. از این رو، انجام آن‌ها برای تصمیم‌گیری معرفی محصولات جدید در بازار مصرف دارو و واکسن، ضروری است. پس از کارآزمایی بالینی، به‌ترتیب مطالعه هم‌گروهی، مورد-شاهدی و مقطعی به لحاظ اعتبار یافته‌ها در بحث علیت، رتبه‌بندی می‌شوند. تصادفی‌سازی، مهم‌ترین رکن مطالعه تجربی است، که آن را از مطالعه مشاهده‌ای متمایز می‌کند. در عین حال باید در نظر داشت که نیاز به هزینه بالا و زمان طولانی، داشتن تعارض با اصول اخلاقی در برخی موارد، از دست‌دادن نمونه‌ها یا عدم همکاری حیوان‌های مورد مطالعه، از مشکلات اجرای مطالعه تجربی است.

## تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

## منابع


1. Thrusfield M. Veterinary Epidemiology, 4th edition, John Wiley & Sons; 2018.
2. Dohoo I, Martin W, Stryhn H. Veterinary Epidemiologic Research. 2nd ed, VER Inc; 2009.
3. Malekafzali H, Majdzadeh R, Fotouhi A, Tavakoli S. Methodology of Applied Rsearches in Medical Sciences (in Persian), 1st edition, Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2004.
4. Gordis L. Epidemiology, 6th edition, Gap; 2013.
5. Mausner JS, Bahn AK. Epidemiology Principals: Iran university press; 1994.
6. 6- Park JE. Textbook of Preventive and Social Medicine: a Treatise on Community Health. 17th ed: Samat publication; 2002.
7. Akbarein H, Bahonar AR, Nekouei Jahromi OA, Sharifi H,. Evaluation of published articles in the Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran between 2000 and 2009. Iranian Journal of Epidemiology. 2011;7(1):1-6.
8. Erfanmanesh A, Shokri H. Hassan J, Nikaein D, Gharibi S, Bahonar AR, Khosravi AR. Evaluation of anti-candida properties of cationic peptides derived from rana ridibunda skin. Journal of Veterinary Research. 2015;70(2):119-24.
9. Naeimi S, Sadeghi-hashjin G, Meurs H, Vojgani M, Muhammadnejad S, Bahonar AR, et al. Effects of experimental thyroid dysfunction on the reactivity of isolated tracheal smooth muscle in the guinea pig. World Applied Sciences Journal. 2012;16(10):1398-02.
10. Ahrari Khafi MS, Soroori S, Nakhjavani M, Mortazavi P, Vajhi AR, Bahonar AR. The effects of growth hormone administration on bone density in healthy adult rabbits. Tehran Univ Med J. 2011;69(1):10-15.
11. Katiraee F, Eidi s, Bahonar AR, Zarrinfar H, Khosravi AR. Comparision of mics of some iranian herbal essences against azole resistance and azole susceptible of candida albicans. Journal of Medicinal Plants. 2008;27(7):37-44.
12. Bahramiyan F, Ghiassi Tarzi B, Yaghmaei S, Bahonar AR. Extraction of plum phenolic compounds using different solvents - the antimicrobial effect of the extracts on the growth of e. coli and s. Aureus. Journal of Food Technology & Nutrition. 2012;9(1):73
13. Najafi momen R, Torabi goudarzi M, Bahonar AR, Akbari H, Darabi M. Clinical evaluation of the effect of myrtle oil on the oral lesions of fmd in cattle. Journal of Medicinal Plants. 2011;38(10):135-41.
14. Torabi goudarzi M, Bahonar AR, Raoufi A, Akbari H, Haghi Gh. Clinical evaluation of chicory (Cichorium intybus L.) and anise (Pimpinella anisum L.) on cattle appetite and comparison with common product. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research.* 2010;48(2):275-82.
15. Khalaj M, Nabian S, Nourelahi FA, Bahonar AR, Rahbari S. Field efficacy evaluation of cypermethrine and cyhalothrine acaricides against hyalomma tick. Iranian Veterinary Journal. 2009;23(5):89-93.
16. Sattari A, Mirzargar SS, Abrishamifar A, Lourakzadegan R, Bahonar A, Ebrahimzadeh Mousavi HA, et al. Comparison of electroanesthesia with chemical anesthesia (MS222 and clove oil) in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) using plasma cortisol and glucose responses as physiological stress indicators. . Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. 2009(4):306-13. https://doi.org/10.3923/ajava.2009.306.313
17. Mardani A. Studies in medical science researches 2021 [available from: https://medlabnews.ir/]
18. Vojgani M, Gharahgouzlou F, Bahonar AR, Darabi M, Jafari H. Evaluation of

therapeutic effects of topical application of eucalyptus essential oil (essence) on experimental mastitis caused by streptococcus agalactiae. Iranian Veterinary Journal. 2006;12(10):5-14.

19. Mosalanezhad B, Malmasi AA, Mohebali M, Tabatabaei M, Bahonar AR, Sasani F. Inhibitory effects of clindamycin on shedding of toxoplasma gondii oocyst and its comparison with monensin in kitten. Archives of Razi Institute. 2006;61(1):35-41
20. Mohammad Sadegh M, Shalizar Jalali M, Bahonar AR, Erfanmanesh A. Comparison between two chlorine disinfectants as a post milking teat dip in dairy cows. Journal of Veterinary Research. 2007;62(5):269-72.
21. Soltani M, Esfandiary M, Sajadi MM, Khazraeenia S, Bahonar AR, Ahari H. Effect of nanosilver particles on hatchability of rainbow trout (oncorhynchus mykiss) egg and survival of the produced larvae. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 2011;10(1):167-78.
22. Sharifrohani M, Ebrahimzadeh Mousavi HA, Khosravi AR, Mokhayer B, Mirzargar SS, Mehrabi Yad E. Evaluation of geranium herbarum escence application in control of fungal contamination in rainbow trout eggs. Journal of Veterinary Research. 2006;3(61):269-72.
23. Soukhtezari A, Vojgani M, Niassari Naslaji A, Bahonar AR, Gholami GR. Influence of Melatonin Treatment on Scrotal Circumference and Semen Parameters in Shall Rams on out of Season. Journal of Veterinary Research. 2008;63(4):297-300.
24. Youssefi R, Vojgani M, Gharegozloo F, Bolourchi M, Bahonar AR. Evaluation of the effect of presynch ovsynch program on reproductive performance of dairy cows with retained fetal membrane. Journal of Veterinary Research. 2013;68(2):143-50. https://doi.org/10.22059/jvr.2013.31961
25. Vojgani M, Mosanan A, Hasanlou J, Gharaghozlou F, Bahonar AR. Effect of PGF2α injection on conception rate of insemenated repeat breeder cows during summer warm condition. Journal of Veterinary Research. 2010;4(65):319-22.
26. Mousavi SM, Mirzargar SS, Ebrahimzadeh Mousavi HA, Omid Baigi R, Khosravi AR, Bahonar AR, et al. Evaluation of antifungal activity of new combined essential oils in comparison with malachite green on hatching rate in rainbow trout (oncorhynchus mykiss) eggs. Journal of Fisheries and Aquatic Science. 2009;4:103-10. https://doi.org/10.3923/jfas.2009.103.110
27. Saffarian AR, Rokni N, Akhondzadeh Basti A, Bahonar AR, Ebrahimzadeh Mosavi HA, Nouri N. Effects of gammairradiation and frozen storage on microbial, chemicaland sensory qualityoffish fillet. Journal of Veterinary Research. 2008;63(2):113-5.
28. Mokhtarnazif S, Smid AC, Weary DM, Mohamadnia A, Von Keyserlingk M. Motivation to walk affects gait attributes. J Dairy Sci. 2020;103(10):9481-7. 10.3168/jds.2019-18060
29. Shokri H, Asadi F, Bahonar AR, Khosravi AR The role of Zataria multiflora essence (iranian herb) on innate immunity of animal model. Iranian Journal of Immunology. 2006;3(4):164-8.
30. Larsen I, Hjulsager CK, Holm A, Olsen JE, Nielsen SS, Nielsen JP. A Randomised Clinical Trial on the efficacy of oxytetracycline dose through water medication of nursery pigs on diarrhoea, faecal shedding of lawsonia intracellularis and average daily weight gain. Preventive Veterinary Medicine. 2016;123:52-9. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.12.004
31. Ariza JM, Bareille N, Lehebel A, Oberle K, Relun A, Guatteo R. Evaluation of a biocide footbath solution in the occurrence and healing of digital dermatitis lesions in dairy

cows: a clinical trial. Preventive Veterinary Medicine. 2019;163:58-67. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.12.017

**Abstracts in English**

# Interventional (Experimental) Studies in Veterinary Research & Practice

**Alireza Bahonar[1*], Marzieh Faezi[2], Zahra Bolouki[3]**

1- Professor, Division of Epidemiology & Zoonoses, Department of Food Hygiene & Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Specialty Bored Certified in Veterinary Epidemiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- PhD of Veterinary Epidemiology, Member of Iranian Epidemiological Association, Tehran, Iran.

* abahonar@ut.ac.ir

Interventional studies, especially in laboratory experimental researches, constitute a significant portion of the theses conducted in veterinary faculties across the country. The importance of these study designs in applied research and development underscores the necessity for students and researchers to be familiar with this design. This article begins with a brief history of this type of study. It then proceeds to introduce various types (laboratory, clinical trials, field trials, social trials, quasi-experimental studies), the different phases of this design (pharmacological and toxicity testing, initial testing for potential therapeutic and safety effects, clinical evaluation stage, post-marketing evaluation), and its various methods (parallel design, crossover design, sequential design, factorial design). This article also discusses the required sample size for conducting a study, criteria for entry and exit of study participants or animals, blinding and medical ethics. Given the importance of clinical trials, especially in terms of ethical considerations in research, the registration of this type of study after proposal development is also mentioned. This article refers to some examples of interventional studies published in Iran and worldwide so that students and researchers can use these designs as models. It is expected that the reader could critically read this type of articles and reports, published in scientific texts and play an effective role in conducting an experimental (interventional) study.

**Keywords**: Interventional study, Experimental Study, laboratory study, blinding, medical ethics.

التیام
شاپا الکترونیکی:۲۷۸۳۳۲۹۱
eltiam.ivsa@yahoo.com
http://eltiamjournal.ir/

مقاله مروری

# مروری بر کاربردهای هوش مصنوعی در پیش‌بینی رخداد و تشخیص بیماری‌ها در دامپزشکی: چالش‌ها و تکنیک‌ها

مهدی باشی‌زاده[۱]، پرهام صوفی‌زاده[۲و۳]، مهدی ضمیری[۴]، آیدا لامعی[۴]، متین ستوده‌نژاد[۴]، مهسا دانشمند[۵]، ملیکا قدرتی[۴]، اریکا عیسوی[۴]، حسام‌الدین اکبرین[۶*]

۱- دانشجوی PhD اپیدمیولوژی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

۲- دانش‌آموخته دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

۳- پژوهشگر پژوهشکده‌ی بیماری‌های گوارش و کبد، بیمارستان دکتر شریعتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- دانشجوی دکترای عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

۵- دانشجوی PhD سم‌شناسی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

۶- استادیار بخش اپیدمیولوژی و بیماری‌های مشترک، گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران

* akbarein@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۱۱، تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۰/۷

https://doi.org/10.61186/eltiamj.10.2.7

کپی‌رایت © مجله التیام: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است، © نویسندگان. ناشر: انجمن جراحی دامپزشکی ایران.

## چکیده

تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، یکی از هدف‌های اصلی دستگاه‌های بهداشتی و سلامت است. این تشخیص به‌موقع می‌تواند از آسیب‌های بالقوه‌ی بیماری‌ها بکاهد. اهمیت این مسأله در دامپزشکی به‌سبب تلفیق آن با هدف‌های اقتصادی نیز چندین برابر می‌شود. بنابراین وجود یک رویکرد پیش‌بینی‌کننده برای تشخیص زودهنگام بیماری‌ها ضروری است. این رویکرد باید مبتنی بر شواهد بوده و از دقت بالایی برخوردار باشد. هم‌چنین باید از نظر اقتصادی نیز صرفه‌ی بالایی داشته باشد. هوش مصنوعی توانایی یک کامپیوتر یا ربات کنترل‌شده توسط کامپیوتر برای انجام کارهایی است که معمولاً توسط انسان انجام می‌شود و به هوش و

تشخیص انسان نیاز دارد. ظهور تکنیک‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در دنیای امروز، موجب بهبود عملکردهای موجود در سامانه‌های مراقبتی و بهداشتی شده است، به‌طوری که با به‌کارگیری این تکنولوژی، پیشرفت چشم‌گیری در رویه‌های پیش‌بینی رخداد و تشخیص بیماری‌ها، مدیریت و بهداشت در سطح کلان و ... شده است. هم‌چنین نوع بیماری قابل تشخیص، می‌تواند بسیار گسترده باشد و هرنوع بیماری‌ای که دارای داده‌ی قابل پردازش با الگوریتم‌های هوش مصنوعی باشد، می‌تواند توسط مدل آموزش داده‌شده تشخیص داده شود، اما صحت تشخیص با توجه به شاخص‌های بیماری و داده‌ی جمع‌آوری‌شده و مواردی مانند این متفاوت خواهد بود. در این مقاله به مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در دامپزشکی اشاره خواهد شد و به‌طور کلی، این کاربردها در حوزه‌های گوناگونی مانند تشخیص بیماری‌های شایع، تشخیص تفریقی، پیش‌بینی رخداد بیماری‌ها، تکنیک‌های تصویربرداری تشخیصی دامپزشکی، کلینیکال پاتولوژی دامپزشکی و ... مورد بررسی قرار خواهند گرفت. علاوه بر این به چالش‌های موجود در این زمینه نیز اشاره خواهد شد. این مقاله مروری بر مطالعه‌های موجود در این زمینه است.

**واژه‌های کلیدی:** هوش مصنوعی، دامپزشکی، پیش‌بینی، تشخیص

## مقدمه

تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، یکی از هدف‌های اصلی دستگاه‌های بهداشتی و سلامت است. این تشخیص به‌موقع می‌تواند از آسیب‌های بالقوه‌ی بیماری‌ها بکاهد. اهمیت این مسأله در دامپزشکی به‌دلیل تلفیق آن با هدف‌های اقتصادی نیز چندین برابر می‌شود. آسیب‌های اقتصادی بیماری‌ها در بهداشت و مدیریت دام، طیور، آبزیان و ... از موارد بسیار مهمی است که در بیش‌تر سیستم‌های مدیریتی در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، تشخیص زودهنگام بیماری، می‌تواند نقش به‌سزایی در بهبود رفاه حیوانات (Animal welfare) داشته باشد؛ رفاه حیوانات اثرات گوناگونی را در زندگی انسان به‌دنبال دارد؛ که می‌توان این آثار را به سه دسته‌ی اجتماعی، سلامت و اقتصادی تقسیم کرد. به‌گونه‌ای که ارتقای سطح رفاهی حیوانات، می‌تواند به‌طور غیرمستقیم موجب بهبود زندگی انسان در این سه سطح شود (۱-۳). موارد گوناگونی از خسارت‌های اقتصادی بیماری‌های دامی وجود دارد؛ به‌عنوان مثال، خسارت‌های اقتصادی ناشی از کنه‌ها و بیماری‌های منتقله از طریق کنه، سالانه ۱۸ میلیارد دلار برآورد شده است. تنها در برزیل، کنه‌های گاو باعث خسارت‌های تا ۲ میلیارد دلار در سال می‌شوند (۴). خسارت‌های اقتصادی ناشی از آلودگی به انگل‌های خارجی در گاو در ایالات متحده امریکا نیز بالغ بر ۲/۴ میلیارد دلار است. هم‌چنین زیان ورم‌پستان تحت‌بالینی (Subclinical mastitis) به صنعت لبنیات در ایالات متحده امریکا، حدود یک میلیارد دلار در سال برآورد شده است. بیماری زبان آبی نیز می‌تواند منجر به خسارت‌های مستقیم ناشی از مرگ، سقط جنین، کاهش تولید گوشت و شیر و هزینه‌های بالای کنترل بیماری و پیشگیری شود. هم‌چنین خسارت‌های غیرمستقیم مانند محدودیت صادرات حیوانات زنده و فراورده‌های آن‌ها را به‌دنبال دارد (۵). علاوه بر آسیب‌های اقتصادی، رخداد برخی از این بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های قابل انتقال بین حیوانات و انسان (Zoonoses) می‌تواند در نظام یکپارچه‌ی سلامت اختلال‌هایی را وارد کند. به‌عنوان نمونه تشخیص به‌موقع آلودگی‌های انگلی مانند توکسوپلاسما و ژیاردیا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا این عوامل، زئونوتیک بوده و با تشخیص زودهنگام، درمان و جلوگیری از پیشروی آن‌ها می‌توان از خسارت‌های آتی در نظام سلامت

انسانی پیشگیری کرد (۶). تمام این موارد نشان‌دهنده‌ی اهمیت وجود یک رویکرد پیش‌بینی‌کننده برای تشخیص زودهنگام بیماری‌ها است. این رویکرد باید مبتنی بر شواهد (Evidence-based) بوده و از دقت بالایی برخوردار باشد. هم‌چنین این رویکرد باید از نظر اقتصادی نیز صرفه‌ی بالایی داشته باشد.

چهار رویکرد برای بررسی و مطالعه در اپیدمیولوژی وجود دارد که به‌طور سنتی «انواع اپیدمیولوژی» نامیده می‌شود، که شامل اپیدمیولوژی توصیفی، تحلیلی، تجربی و نظری هستند. هنگامی که اساس اپیدمیولوژی یک بیماری توضیح داده شد، می‌توان از روش‌های تحلیلی خاص برای مطالعه بیش‌تر بیماری استفاده کرد و یک رویکرد تجربی خاص برای آزمایش یک فرضیه ایجاد کرد. اپیدمیولوژی نظری شامل نمایش بیماری با استفاده از «مدل‌های ریاضی» است که سعی در شبیه‌سازی الگوهای طبیعی رخداد بیماری دارند. بنابراین، هوش مصنوعی جزء اپیدمیولوژی نظری به حساب می‌آید (۷).

ظهور تکنیک‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در دنیای کنونی در صنایع مختلف، موجب بهبود عملکردهای موجود در هر صنعت شده است. نظام سلامت نیز از این قاعده مستثنی نبوده و با به‌کارگیری این تکنولوژی، پیشرفت چشمگیری در رویه‌های خود داشته است. کاربرد هوش مصنوعی در دامپزشکی نیز شامل طیف گسترده‌ای از حوزه‌های موجود در این رشته می‌شود. به گونه‌ای که استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند منجر به تولید ابزاری مبتنی بر شواهد و به صرفه (از لحاظ اقتصادی) برای تشخیص زودهنگام بیماری‌ها و پیش‌بینی وقوع آن‌ها در مطالعه‌های اپیدمیولوژی شود که به نوبه‌ی خود می‌تواند از رخداد آسیب‌های ناشی از وقوع بیماری‌ها، که پیش از این شرح داده شد، پیشگیری کند و سیستم‌های مراقبتی و بهداشتی دامپزشکی را در بخش‌های خصوصی و دولتی بهبود بخشد. علاوه بر این، استفاده از این تکنیک می‌تواند نقش مهمی در رویه‌های تشخیصی دامپزشکی نیز داشته باشد.

## مواد و روش کار

این مقاله مروری قصد دارد تا با بررسی مطالعه‌های موجود در زمینه‌ی هوش مصنوعی در دامپزشکی، به مروری از کاربردهای آن در این حوزه بپردازد. برای گردآوری مطالعه‌های مورد استفاده در این مقاله، از کلیدواژگان «هوش مصنوعی»، «یادگیری ماشین»، «سلامت»، «دامپزشکی» (و معادل انگلیسی آن‌ها) در پایگاه‌های داده‌ی معتبر از جمله Google Scholar، Science Direct، PubMed، Wiley و همچنین بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran) و پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) استفاده شده است که در نهایت تعداد ۷۵ مقاله مورد بررسی قرار گرفت.

## هوش مصنوعی: تعاریف و مقدمات

هوش مصنوعی (Artificial Intelligence; AI) توانایی یک کامپیوتر یا ربات کنترل‌شده توسط کامپیوتر برای انجام کارهایی است که معمولاً توسط انسان انجام می‌شود و به هوش و تشخیص انسان نیاز دارد. کاربردهای هوش مصنوعی شامل موتورهای جست‌وجوی پیشرفته، سامانه‌های توصیه‌گر، فهم زبان انسان‌ها، خودروهای خودران، هوش مصنوعی مولد یا خلاقیت محاسباتی و تصمیم‌گیری خودکار می‌شود. با بیش‌تر شدن توانایی ماشین‌ها، وظایفی که نیازمند «هوشمندی» هستند، اغلب از تعریف AI برداشته می‌شوند، پدیده‌ای که به آن «اثر هوش مصنوعی» گفته می‌شود. به‌عنوان مثال، تشخیص خودکار واژه‌ها و متن‌ها در تصاویر و تبدیل آن‌ها به متن‌های قابل ویرایش را اغلب از مواردی که AI در نظر گرفته می‌شوند؛ مستثنی می‌کنند، چرا که این فناوری تبدیل به فناوری عادی و روزمره‌ای شده است (۸و۹).

به‌طور کلی هوش مصنوعی به دو دسته‌ی ضعیف و قوی تقسیم می‌شود. هوش مصنوعی ضعیف بر انجام یک کار خاص مانند پاسخ دادن به سؤال‌ها بر اساس ورودی کاربر یا بازی شطرنج تمرکز می‌کند. این حالت می‌تواند یک نوع کار را انجام دهد، اما نه هر دو؛ در حالی که هوش مصنوعی قوی می‌تواند عملکردهای مختلفی را انجام دهد و در نهایت به خودش حل مشکلات جدید را آموزش دهد. هوش مصنوعی ضعیف برای تعریف پارامترهای الگوریتم‌های یادگیری و ارائه‌ی داده‌های آموزشی مربوط برای اطمینان از دقت، به دخالت انسان متکی است؛ در حالی که ورودی انسان فاز رشد هوش مصنوعی قوی را تسریع می‌کند، نیازی به آن نیست و با گذشت زمان، به‌جای شبیه‌سازی آن، مانند هوش مصنوعی ضعیف، هوشیاری شبیه انسان ایجاد می‌کند. خودروهای خودران و دستیاران مجازی، مانند siri، نمونه‌هایی از هوش مصنوعی ضعیف هستند. تاکنون از هوش

مصنوعی در پژوهش‌های پزشکی استفاده گسترده‌ای شده است. مواردی همچون تشخیص، پیش‌بینی رخداد و روند بیماری و هم‌چنین امکان پیش‌بینی بروز و شیوع بیماری‌های مختلف و همین‌طور تشخیص رادیوگراف‌ها، سی‌تی اسکن و... از مثال‌های کاربرد هوش مصنوعی در علوم پزشکی هستند (۱۳-۱۰).

## یادگیری ماشین و انواع آن

یادگیری ماشین زیرشاخه‌ای از هوش مصنوعی است که به‌طور کلی به عنوان توانایی ماشین برای تقلید از رفتار هوشمند انسان تعریف می‌شود. این روشی است برای آموزش کامپیوترها برای یادگیری از داده‌ها، بدون این‌که به صراحت برنامه‌ریزی شوند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین را می‌توان برای افزایش هوش و قابلیت‌های یک برنامه‌ی کاربردی به‌کار برد. انواع مختلفی از الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند یادگیری تحت‌نظارت، بدون‌نظارت، نیمه‌نظارت و یادگیری تقویتی وجود دارد. علاوه بر این، یادگیری عمیق، که بخشی از یک خانواده گسترده‌تر از روش‌های یادگیری ماشین است، می‌تواند داده‌ها را به‌طور هوشمند در مقیاس بزرگ تجزیه و تحلیل کند (۱۷-۱۴).

برخی از رایج‌ترین روش‌های یادگیری ماشین عبارت‌اند از تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی، تجزیه‌وتحلیل رگرسیون، خوشه‌بندی داده‌ها، یادگیری قوانین انجمنی، مهندسی ویژگی برای کاهش ابعاد، و هم‌چنین روش‌های یادگیری عمیق. این روش‌ها را می‌توان برای افزایش هوش و قابلیت‌های یک نرم‌افزار به‌کار برد.

یادگیری ماشین معمولاً سیستم‌هایی را با توانایی یادگیری و ارتقای تجربه به‌طور خودکار بدون برنامه‌ریزی خاص ارائه می‌دهد. برخی از مزایای یادگیری ماشین نسبت به سایر روش‌های هوش مصنوعی شامل توانایی آن در مدیریت مجموعه داده‌های بزرگ و پیچیده، توانایی یادگیری و بهبود عملکرد آن در طول زمان، و توانایی آن در پیش‌بینی یا تصمیم‌گیری بر اساس داده‌ها است. الگوریتم‌های یادگیری ماشین را می‌توان در طیف گسترده‌ای از برنامه‌ها، مانند سیستم‌های امنیت سایبری، شهرهای هوشمند، مراقبت‌های بهداشتی، تجارت الکترونیک، کشاورزی و بسیاری دیگر اعمال کرد (۲۰-۱۸).

یادگیری نظارت‌شده، با استفاده از مجموعه داده‌های برچسب‌گذاری‌شده برای آموزش الگوریتم‌ها برای طبقه‌بندی داده‌ها یا پیش‌بینی دقیق یافته‌ها تعریف می‌شود. یادگیری بدون نظارت، از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تجزیه‌وتحلیل و خوشه‌بندی مجموعه داده‌های بدون برچسب استفاده می‌کند. این الگوریتم‌ها، الگوهای پنهان یا گروه‌بندی داده‌ها را بدون نیاز به دخالت انسان کشف می‌کنند. تمایز اصلی بین این دو رویکرد استفاده از مجموعه داده‌های برچسب‌دار است. به‌بیان ساده، یادگیری نظارت‌شده از داده‌های ورودی و خروجی برچسب‌دار استفاده می‌کند، در حالی که الگوریتم یادگیری بدون‌نظارت این کار را نمی‌کند. یادگیری نیمه‌نظارتی حد واسطی بین یادگیری نظارت‌شده و بدون‌نظارت است. در طول آموزش، از یک مجموعه داده‌ی برچسب‌دار کوچک‌تر برای هدایت طبقه‌بندی و استخراج ویژگی از یک مجموعه داده‌ی بزرگ‌تر و بدون برچسب استفاده می‌کند. یادگیری نیمه‌نظارت‌شده می‌تواند مشکل نداشتن داده‌های برچسب‌گذاری‌شده‌ی کافی برای الگوریتم یادگیری نظارت‌شده را حل کند. هم‌چنین اگر برچسب‌گذاری داده‌های کافی بسیار پرهزینه باشد، این الگوریتم کمک‌کننده خواهد بود (۲۹-۲۱).

شبکه‌ی عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks; ANN) که به‌عنوان شبکه عصبی (Neural Networks; NN) نیز شناخته می‌شود، یک مدل محاسباتی است که قادر به پردازش اطلاعات برای مقابله با وظایفی مانند طبقه‌بندی و رگرسیون است. شبکه عصبی جزء هوش مصنوعی است، که از مغز و سیستم عصبی انسان الهام گرفته شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه‌های مختلف پژوهشی و صنعتی از جمله مهندسی، مالی، ارتباطات، پزشکی و جغرافیا استفاده می‌شوند. یک ANN از گره‌ها یا نورون‌های به‌هم پیوسته‌ای تشکیل شده است که اطلاعات را پردازش می‌کنند. هر اتصال، مانند سیناپس‌های یک مغز بیولوژیک، می‌تواند سیگنالی را به نورون‌های دیگر منتقل کند. نورون‌ها در لایه‌هایی سازماندهی می‌شوند که لایه‌ی ورودی داده‌ها را دریافت می‌کند و لایه خروجی نتیجه را تولید می‌کند. لایه‌های میانی را لایه‌های پنهان می‌گویند. اتصالات بین نورون‌ها دارای وزن‌هایی هستند که قدرت سیگنال ارسال شده بین آن‌ها را تعیین می‌کند. وزن‌ها در طول تمرین برای بهبود عملکرد شبکه تنظیم می‌شوند(۳۴-۳۰).

انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی مصنوعی مانند شبکه‌های پیش‌خور (Feedforward networks)، شبکه‌های بازگشتی

(Recurrent networks)، شبکه‌های پیچشی (Convolutional networks) و شبکه‌های باور عمیق (Deep Belief networks) وجود دارد. هر نوع دارای نقاط قوت و ضعف خاص خود است و برای انواع مختلفی از مشکلات مناسب است (۳۷-۳۵).

## کاربرد بلاکچین در دامپزشکی

ضمیری و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی کاربردهای بلاکچین در دامپزشکی پرداختند. بلاکچین یک پایگاه داده غیرمتمرکز، شفاف و امن است که رکوردهای مرتب شده در حال رشد به نام بلوک (Block) را نگهداری می‌کند. با توجه به غیرمتمرکز بودن این سیستم نیازی به وجود سرور برای ذخیره اطلاعات نبوده و این عمل به‌صورت غیرمتمرکز و شفاف در یک سیستمی که مالکیت آن برای تمامی کاربران است؛ انجام می‌شود. از این تکنولوژی می‌توان در زمینه‌های مختلفی از جمله دامپزشکی استفاده کرد. از کاربردهای آن در دامپزشکی می‌شود به سوابق پزشکی، زنجیره تأمین، کارآزمایی بالینی، شناسایی حیوانات و نظارت بر بیماری اشاره کرد (۳۸).

## ارزیابی مدل‌های هوش مصنوعی

معیارهایی برای اندازه‌گیری دقت مدل‌های هوش مصنوعی در نظر گرفته شده‌اند: صحت (Accuracy)، دقت (Precision)، بازیابی (Recall) و امتیاز اف-۱ (F-1 Score). صحت (درستی)، تعداد نمونه‌های داده‌ای که به‌درستی طبقه‌بندی شده‌اند در کل تعداد داده‌ها را نشان می‌دهد. دقت معیاری است که نسبت مثبت‌های واقعی را به‌مقدار کل مثبت‌هایی که مدل پیش‌بینی می‌کند؛ نشان می‌دهد. بازیابی بر این تمرکز دارد که این مدل چقدر در یافتن تمام داده‌های مثبت موفق است. امتیاز F-1 میانگین هم‌ساز (هارمونیک) دقت و بازیابی است. بنابراین به‌طور متقارن هم دقت و هم بازیابی را در یک معیار نشان می‌دهد (۴۳-۳۹).

## کاربرد هوش مصنوعی در تشخیص بیماری‌های شایع در دامپزشکی

الگوریتم‌های یادگیری ماشین پس از آموزش با مقدارهای مناسبی از داده‌ها توانایی تشخیص داده‌های جدید از همان نوع را دارند و این ویژگی یادگیری ماشین می‌تواند در تشخیص بیماری‌ها از طریق داده‌های MRI، تصویرهای پاتولوژی، تصویرهای رادیولوژی، سی‌تی اسکن، آزمایش خون و داده‌هایی مانند این مفید باشد. با توجه به تنوع داده‌هایی که می‌توان از آن‌ها در تشخیص به کمک مدل‌های هوش مصنوعی استفاده کرد، مدل‌های هوش مصنوعی قابل استفاده در این تشخیص‌ها نیز تنوع زیادی زیادی دارند.

از هوش مصنوعی می‌توان در تشخیص زودهنگام بیماری‌های رایج و کاهش ضررهای آن استفاده کرد. نوع بیماری قابل تشخیص می‌تواند بسیار گسترده باشد و هرنوع بیماری‌ای که بتواند داده‌ی قابل پردازش به الگوریتم‌های هوش مصنوعی ارائه کند، می‌تواند توسط مدل آموزش داده شده تشخیص داده شود، اما صحت تشخیص با توجه به شاخص‌های بیماری و داده‌ی جمع‌آوری‌شده و مواردی مانند این متفاوت خواهد بود. در ادامه مطالعه‌های انجام‌شده برای تشخیص زودهنگام بیماری‌ها مرور خواهد شد.

مکرم و همکاران در پژوهشی به طراحی سیستم امتیازدهی به لنگش در گاو شیری پرداختند. سیستم طراحی شده به کمک داده‌های نیروی تماس سم با زمین به امتیازدهی لنگش می‌پردازد. در این مطالعه از سیستم امتیازدهی اسپرچر (Sprecher Scoring System) استفاده شد. داده‌های نیروی تماس سم با زمین به‌کمک ۴ صفحه نصب شده روی جعبه تراش سم از ۱۰۵ رأس گاو شیری به‌دست آمد و در نهایت ۲۳ ویژگی از این داده‌ها برای ورودی شبکه عصبی مصنوعی استخراج شد. ۶۰ درصد داده‌ها برای آموزش شبکه عصبی و ۴۰ درصد باقی‌مانده برای آزمایش مدل ساخته شده مورد استفاده قرار گرفت و این سیستم در گروه‌های ۴-۱ به حساسیت و ویژگی بالای ۷۲ درصد رسید. در گروه ۵ به ویژگی ۱۰۰ درصدی و حساسیت ۵۰ درصدی دست یافت (۴۴).

یکی از بیماری‌های مهم و شایع حرکتی در اسب، لمینایتیس (Laminitis) است که تشخیص زودهنگام آن در درمان بیماری نقش کلیدی ایفا می‌کند. وجهی و همکاران، در پژوهشی ساخت نرم‌افزار تشخیص لمینایتیس و آموزش شبکه عصبی پیچیده مورد بررسی قرار دادند و آموزش شبکه عصبی با ۲۰ هزار رادیوگراف برچسب‌گذاری‌شده از اندام‌های حرکتی اسب انجام شد. ۹ نقطه برای علامت‌گذاری روی رادیوگراف‌های اندام حرکتی اسب انتخاب شدند که از روی این نقطه‌ها زاویه‌ها و فاصله‌های مورد نیاز برای تشخیص لمینایتیس تعیین شدند. سپس، مدل به‌گونه‌ای آموزش می‌بیند که این نقطه‌ها را روی تصویر جدید شناسایی کرده و بر اساس فاصله‌ها و زاویه‌ها، حضور یا عدم حضور این بیماری را تشخیص دهد. شبکه عصبی استفاده شده در این پژوهش، RestNet18 بود. در نهایت صحت این مدل ۸۷ درصد اندازه‌گیری شد (۴۵).

ورم پستان نیز یکی از بیماری‌های شایع در گاوهای شیری بوده و از نظر اقتصادی بسیار مهم است. در پژوهش هاید و همکاران، با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی ( Random Forest algorithm) آموزش مدل به‌کمک تعداد زیاد داده مدیریتی و بیماری انجام شد. پس از پردازش اولیه، داده‌ها به‌صورت تصادفی به دو دسته Cross-validation و External validation تقسیم و برای آموزش الگوریتم آماده شدند. این مدل توانست با صحت ۹۵ درصد به تشخیص ورم پستان در گاو شیری بپردازد. این مثال نشان دهنده‌ی کارآمد بودن یادگیری ماشینی در تصمیم‌گیری چند مرحله‌ای است؛ چرا که تشخیص و پیش‌بینی روش انتقال ورم پستان انواع متفاوتی داشته و در نتیجه تصمیم‌گیری باید در طی چند مرحله و با در نظر گرفتن چندین فاکتور انجام شود (۴۶).

هوش مصنوعی این توانایی را دارد که تا حد زیادی به قدرت تشخیص و اندازه‌گیری‌های رادیولوژیست‌ها بهبود ببخشد. با کمک گزارش‌هایی که سیستم‌های هوش مصنوعی از اطلاعات تهیه می‌کنند، می‌توان بهتر به بیمار خدمت‌رسانی کرد. همچنین، هوش مصنوعی زمان انتظار بیماران اورژانسی را کاهش می‌دهد و در تشخیص‌های رادیولوژی از راه دور کاربرد دارد (۴۷).

در پژوهش لی و همکاران هوش مصنوعی، برای تشخیص بزرگی دهلیز چپ در سگ مورد استفاده قرار گرفت. این مطالعه به‌صورت گذشته‌نگر انجام شد و سوابق بیماران از بیمارستان دامپزشکی آموزشی دیویس، در سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۰ استخراج شد. مدل استفاده شده در این مطالعه، یادگیری عمیق بود. در این پژوهش از ۷۹۲ رادیوگراف استفاده شد و هم‌پوشانی یافته‌های این مدل با گزارش‌های رادیولوژی که توسط متخصص نوشته شده بود، ۸۵/۱۹ درصد اندازه‌گیری شد (۴۸).

در پژوهش دیگری، بیرچر و همکاران استفاده از یادگیری عمیق در تشخیص آسیب‌های نخاعی با استفاده از تصاویر MRI در سگ را مورد بررسی قرار دادند. شبکه‌ی عصبی پیچیده در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. ۵۰۰ داده برای آموزش شبکه‌ی عصبی پیچیده از بایگانی دانشکده دامپزشکی هانوفر آلمان و کالج دامپزشکی لندن انگلستان به‌ترتیب، در طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۶ و ۲۰۱۴-۲۰۰۲ استخراج شد. در این پژوهش تشخیص انواع آسیب‌های نخاعی با صحت بالا انجام شد (۴۹).

## کاربرد هوش مصنوعی در تشخیص تفریقی بیماری‌ها

تشخیص تفریقی در بیماری‌هایی با علائم مشابه، عملی چالش‌برانگیز بوده و می‌تواند با خطا همراه باشد. الگوریتم‌های یادگیری ماشینی می‌توانند با آموزش همراه با تعداد داده‌ای مناسب از هر دو بیماری با دقت بسیار بالایی به تشخیص تفریقی بیماری‌های مشابه بپردازند. این تشخیص نیز همانند تشخیص عادی بیماری‌ها، نیاز به داده‌هایی مانند داده‌های MRI، تصاویر لام‌های پاتولوژی، تصاویر رادیولوژی و ... از هر دو بیماری دارد و تشخیص تفریقی با آنالیز ویژگی‌های هر بیماری از داده‌های موجود و تفاوت‌های آن‌ها انجام می‌شود. در پژوهش‌های اخیر ۳ مدل نمونه در تشخیص تفریقی بیماری‌های دامپزشکی مورد استفاده قرار گرفتند:

۱) **تشخیص تفریقی بین بیماری التهابی روده (IBD) و لنفوم گوارشی (AL) در گربه:** آوایشه و همکاران، از آزمون‌های CBC و بیوشیمیایی سرم برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده کردند. داده‌های استفاده‌شده به‌صورت گذشته‌نگر از گربه‌های دارای سرپرست ارجاعی به بیمارستان دامپزشکی ویرجینیاتک در ۳ گروه ۴۰ عضوی (در مجموع ۱۲۰ عضو) بین سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۸ استخراج شدند. برای تفریق دو بیماری از بیوپسی

آندوسکوپی دوازدهه استفاده شد. برای تشخیص از ۳ مدل پیش‌بینی Naive Bayes، درخت‌های تصمیم‌گیری (Decision trees) و شبکه‌ی عصبی مصنوعی استفاده شد که بالاترین دقت مربوط به مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی با صحت ۷۰/۸ درصد بود (۵۰).

۲) **تشخیص تفریقی مننژیوما و گلیوما در تصاویر MRI سگ:** در پژوهشی، بانزاتو و همکاران از تصاویر MRI سگ‌های دارای بیماری‌های یاد شده برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده کردند، داده‌ها به‌صورت گذشته‌نگر از دو مجموعه استخراج شد و سپس، از مدل شبکه‌ی عصبی پیچیده (CNN) برای تشخیص استفاده شد. مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی در این مطالعه به‌دلیل محدود بودن تعداد داده‌های استخراج شده، به‌صورت آموزش مجدد مدل پیش آموزش داده شده‌ی GoogleNet بود. پس از پایان فرایند، این تشخیص صحت ۹۴ درصد را نشان داد (۵۱).

۳) **تشخیص تفریقی بیماری‌های چشمی اسب با تأکید بر یووئیت (Uveitis):** می و همکاران در این پژوهش، از ۹۳۸۴ تصویر چشم اسب برای آموزش شبکه‌ی عصبی پیچیده استفاده کردند. داده‌های تصویری از زوایای مختلف چشم در مرکز درمانی بیماری‌های چشمی اسب گرفته شدند. دسته‌بندی داده به‌صورت مستقیم انجام شد و ۴ نوع شبکه‌ی عصبی پیچیده در این تشخیص با یکدیگر مقایسه شدند. دسته‌بندی نهایی تشخیص در ۳ دسته یووئیت، دیگر بیماری‌های چشمی و سالم خلاصه شد و شبکه‌های عصبی VGG16و VGG19 با صحت ۹۶/۸-۹۳ درصد کارآمدی (Efficiency) خودرا نسبت به دو شبکه دیگر نشان دادند (۵۲).

## کاربرد هوش مصنوعی در پیش‌بینی رخداد بیماری‌های دامپزشکی

به‌طور سنتی، روش‌های استاندارد آماری و دانش و تجربه‌ی دامپزشک برای پیش‌آگهی و پیش‌بینی خطر بیماری استفاده می‌شد. این عمل اغلب منجر به سوگیری‌های ناخواسته، خطاها و هزینه‌های بالا می‌شود و بر کیفیت خدمات ارائه‌شده به بیماران تأثیر منفی می‌گذارد. با افزایش دسترسی به داده‌های الکترونیکی سلامت، رویکردهای محاسباتی قوی‌تر و پیشرفته‌تری مانند یادگیری ماشینی برای اعمال و کشف در حوزه پیش‌بینی بیماری کاربردی‌تر شده‌اند (۵۳). الگوریتم‌های هوش مصنوعی از روش‌های مختلف آماری، احتمالی و اصلاحی استفاده می‌کنند تا از تجربه‌های گذشته بیاموزند و در مجموعه‌های اطلاعاتی پیچیده و سازمان نیافته، الگوهای مفیدی بیابند (۵۴). این تکنولوژی به دامپزشکان اجازه می‌دهد تا با ارائه‌ی داده‌های موثق و مناسب، سیستمی طراحی شود که قادر به یادگیری است و با نتیجه‌گیری از آموزه‌های خود، به متخصصان در زمینه‌ی پیش‌بینی و جلوگیری از رخداد بیماری‌ها یاری می‌رساند. به این علت است که الگوریتم‌های هوش مصنوعی با گذر زمان بیش‌تر در آزمایش‌ها، تصویربرداری‌های دامپزشکی و پیش‌بینی بیماری‌ها استفاده می‌شوند. در ادامه به چند مثال از آن پرداخته خواهد شد.

۱) **پیش‌بینی شیوع عوامل بیماری‌زا:** نظارت با استفاده از اطلاعات پیش‌تشخیصی، شامل دسته‌بندی‌های وسیعی از بیماری‌ها است و عموماً «نظارت سندرمی» نامیده می‌شود (۵۵). بولیگ و همکاران در سال ۲۰۲۰ مقاله‌ای منتشر کردند که در آن نظارت سندرمی با استفاده از گزارش‌های کالبدگشایی دامپزشکی، عملکرد چندین الگوریتم یادگیری ماشینی را بررسی و مقایسه کرد. مدل آن‌ها با استفاده از بیش از ۳۳۰۰۰ گزارش کالبدگشایی، ویژگی‌های زمانی و مکانی بیماری‌ها را در یک دوره‌ی ۱۴ ساله مورد بررسی قرار داد و از این طریق، روندهای اپیدمیولوژیک را آشکار کرد. الگوریتم جنگل تصادفی با امتیاز F1 گوارشی=۰/۹۲۳، تنفسی=۰/۹۶۰ و ادراری=۰/۸۸۸ یکی از بهترین عملکردها را نشان داد (۵۶). در زمینه‌ی دسته‌بندی و شناسایی تک‌یاخته پلاسمودیوم (عامل مالاریا)، گروه پژوهشی داس و همکاران، از یادگیری ماشینی برای بررسی تصاویر میکروسکوپ نوری از اسمیر خون محیطی استفاده کردند. یافته‌ها نشان داد که استنباط بیزی با انتخاب ۱۹ خصوصیت مهم و ۸۴ درصد صحت، دقیق‌ترین روش است؛ در حالی که SVM با انتخاب ۹ خصوصیت مهم، ۸۳/۵ درصد صحت دارد (۵۷). کریپتوسپوریدیوم و ژیاردیا به‌خاطر خاصیت ژنوتیک و اثربخشی بر سلامت انسان، انگل‌های مهمی هستند. لیگدا و همکاران برای طراحی

مدل‌های ارزیابی خطر، حضور و منشأ این انگل‌ها را در منابع آبی متفاوت شمال یونان بررسی کردند و روابط بین فاکتورهای زنده و غیرزنده را تشخیص دادند. روش‌های مدل‌سازی یادگیری ماشینی، یافته‌های نویدبخشی برای پیش‌بینی آلودگی ارائه دادند؛ هر چند دقت آن‌ها کم‌تر از سطح مطلوب بود و نیازمند پژوهش و بررسی بیش‌تر هستند (۵۸).

۲) **پیش‌بینی احتمال ابتلا به بیماری:** در مقاله‌ی فرایوان و همکاران، توانایی الگوریتم‌های یادگیری ماشینی در پیش‌بینی نیاز به عمل جراحی و احتمال زنده ماندن اسب‌هایی که دچار کولیک شده بودند، آزموده شد. پارامترهای پیش‌بینی با کمک درخت تصمیم، یادگیری عمیق، شبکه بیز و نایو بیز (بیز ساده) مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات بالینی ارائه‌شده برای آموزش، شامل تاریخچه‌ی بیمار، یافته‌های معاینه‌های بالینی و روش‌های تشخیصی بود. درستی تشخیص الگوریتم در نیاز به جراحی ۷۶ درصد و صحت تشخیص زنده ماندن ۸۵/۲ درصد بود (۵۹). مطالعه‌ی بردلی و همکاران در سال ۲۰۱۹ نیز، برای پیش‌بینی احتمال ابتلای گربه‌ها به بیماری‌های مزمن کلیوی، تا ۲ سال پیش از تشخیص، از یک الگوریتم یادگیری ماشین استفاده کردند. ویژگی بالای الگوریتم (بیش از ۹۹٪)، به‌همراه حساسیت ۶۳ درصدی به این معنی است که از هر ۱۰۰ گربه با شیوع ۱۵ درصد، احتمال این‌که گربه بیمار در ۱۲ ماه آینده مبتلا به بیماری مزمن کلیوی بشود یا نه، در ۹۳ گربه به درستی تشخیص داده خواهد شد (۶۰). در یک مطالعه مشابه توسط بیورژ و همکاران، برای تشخیص گربه‌های بالای ۷ سال که در خطر ابتلا به بیماری کلیوی مزمن (CKD) و ازوتمی بودند، از تکنیک‌های هوش مصنوعی استفاده شد. پیش‌بینی‌ها بر اساس متغیرهای متداول مانند کراتینین پلاسما، غلظت نیتروژن اوره خون (BUN) و اولتراسونوگرافی (USG) از یک معاینه بود و باعث شد مدل قابلیت این را داشته باشد که بدون نیاز به اطلاعات تاریخچه، در بالین به کار برود. این مدل برای پیش‌بینی CKD طی ۱۲ ماه، دقت، حساسیت و ویژگی ۸۸، ۸۷ و ۷۰ درصد را ثبت کرد (۶۱).

## کاربرد هوش مصنوعی در تصویربرداری دامپزشکی

هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در چند سال اخیر نقش مهمی در تصویربرداری تشخیصی در پزشکی داشته است (۶۲. مطالعه‌هایی در حوزه‌ی رادیولوژی، سی‌تی اسکن، MRI و سونوگرافی دامپزشکی انجام شده است. برای مثال در مطالعه‌ای با استفاده از یادگیری انتقالی عمیق (Deep Transfer Learning)، ناحیه‌ی مفصل لگن در رادیوگراف‌های شکمی-پشتی تشخیص داده شده و وضعیت دیسپلازی را در آن مشخص کرده است (۶۳). در مطالعه‌ی ارگون و همکاران نیز با استفاده از یادگیری ماشین تشخیص بلوغ اسکلتی سگ‌ها، تعیین زمان شکستگی و تشخیص شکستگی در استخوان‌های بلند انجام شده است (۶۴). در پژوهشی دیگر با استفاده از مجموعه‌ای از ویژگی‌ها (BOF) و شبکه عصبی پیچشی (CNN) به تشخیص برخی موارد مانند سایه‌ی نرمال قلب در مقابل بزرگ‌شدگی قلب، ریه‌ی نرمال در مقابل الگوهای غیرنرمال ریوی، موقعیت نرمال مدیاستن در مقابل mediastinal shift، فضای جنب نرمال در مقابل تراوش جنبی و پنوموتوراکس پرداخته شده است (۶۵). هم‌چنین می‌توان به ارزیابی هنگام جراحی سارکومای سگ توسط توموگرافی انسجام نوری (Optical Coherence Tomography; OCT) با استفاده از یادگیری عمیق (Deep Learning) اشاره کرد (۶۶). در مطالعه‌ای دیگر به تحلیل MRI برای تمایز بین مننژیوما و گلیوما در سگ‌ها پرداخته شده است (۵۱). هم‌چنین در مطالعه‌ی بنزاتو و همکاران با استفاده از یادگیری انتقالی (Transfer Learning)، بیماری‌های منتشر دژنراتیو کبدی در عکس‌های سونوگرافی تشخیص داده شده است (۶۷).

## کاربرد هوش مصنوعی در کلینیکال پاتولوژی دامپزشکی

حوزه‌ی آنالیز خون نیز بخشی است که هوش مصنوعی می‌تواند در زمینه‌ی شمارش سلول‌ها، پیش‌بینی و مقایسه، کاربرد زیادی داشته باشد. در پژوهش وینیکی و همکاران، از شبکه‌های عصبی پیچشی (Convolutional Neural Networks; CNN) (یک زیرشاخه از یادگیری عمیق) برای شمارش رتیکولوسیت‌ها در تصاویر گرفته شده از لام‌های خون گربه‌ها استفاده شد. دقت این روش در ارائه شمارش صحیح ۹۸/۷ درصد بود (۶۸).

اندازه‌گیری غلظت IgG با کیت‌های تشخیصی زمان‌بر و پرهزینه است. جایگزینی این کیت‌ها می‌تواند با شیوه‌های غیرمستقیم و با بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای سرعت‌بخشی حاصل شود. سیهان و همکاران در سال ۲۰۲۱ ثابت کردند که پیش‌بینی غلظت IgG در نمونه‌های خونی (GGT-TP-ALB) با روش‌های هوش مصنوعی ممکن است. هم‌چنین استفاده از ( Fuzzy Neural Networks; FNN) (یک الگوریتم یادگیری ماشین) ضریب همبستگی ۰/۹۸، خطای میانگین ریشه مجذورات (Root Mean Square Method; RMST) ۲۳۴/۴ و خطای میانگین قدر مطلق ( Mean Absolute Error; MAE) ۱۷۵/۸ داشت (۶۹).

## سایر کاربردهای هوش مصنوعی در دامپزشکی

یکی از کاربردهای هوش مصنوعی در دامپزشکی، استفاده از آن در تشخیص هیستوپاتولوژی است. از جمله ضایعات قابل تشخیص می‌توان به تومورها اشاره کرد. در پژوهش زاپاتا و همکاران از تشخیص سلولی برای تشخیص تومورهای پوستی در سگ استفاده و شبکه‌ی عصبی پیچشی برای آموزش انتخاب شد (۷۰). ۱۵۰۰ نمونه تصویر هیستوپاتولوژی توده‌ی پوستی برای آموزش شبکه عصبی استخراج شد و دسته‌بندی داده‌ها در ۳ دسته‌ی التهابی، نئوپلاستیک و هایپرپلاستیک انجام شد و در نهایت تشخیص بر اساس این دسته‌بندی انجام شد و حداکثر صحت در تشخیص‌های اولیه در این پژوهش ۷۰ درصد ذکر شد. علاوه بر این کاربرد هوش مصنوعی در تشخیص‌های هیستوپاتولوژیک تنها محدود به ضایعات نئوپلاستیک نمی‌شود و طیف گسترده‌ای را در بر می‌گیرد. در مطالعه‌ی زورا و آفنر، به‌طور مفصل به کاربردهای هوش مصنوعی در پاتولوژی پرداخته شده است (۷۱).

یادگیری ماشین در قرن گذشته، آنالیز مجموعه‌های اطلاعاتی پیچیده و گسترده را امکان پذیر کرده است و پتانسیل بهبود نظام سلامت را دارد. در حال حاضر ۹۷ سیستم یادگیری ماشین در خدمت میکروبیولوژیست‌ها هستند. حدود ۸۵ درصد این سیستم‌ها عفونت‌های باکتریایی، ۱۱ درصد عفونت‌های انگلی، ۹ درصد عفونت‌های ویروسی و ۳ درصد عفونت‌های قارچی را هدف قرار می‌دهند (۷۲).

باشی‌زاده و همکاران با طراحی دو تکنیک یادگیری ماشین، جنگل تصادفی و شبکه عصبی مصنوعی، به پیش‌بینی مقاومت یا بیماری گاوها نسبت به لکوز گاوی پرداختند. در این مطالعه که از داده‌های آلل‌های BoLA-DRB3 هر رأس گاو و مارکرهای سطح سلولی استفاده شده بود، صحت الگوریتم جنگل تصادفی و شبکه عصبی مصنوعی به‌ترتیب ۸۴ و ۷۶ درصد ذکر شد. هم‌چنین، در بخش دوم مطالعه با طراحی یک شبکه عصبی بازگشتی، به بررسی ارتباط بین آلل‌های BoLA-DRB3 با مقاومت و حساسیت به لکوز گاوی پرداختند. صحت این سیستم در تشخیص ارتباط آلل‌ها ۶۰ درصد بود و در نهایت از آن برای پیش‌بینی ارتباط سایر آلل‌هایی که تاکنون در مطالعه‌های پیشین ارتباط آن‌ها با بیماری کشف نشده بود؛ استفاده شد. (۷۳)

بکائی و همکاران با استفاده از تکنیک داده‌کاوی، مرگ‌ومیر بیماری‌های منتقله از راه غذا و طغیان بیماری‌های منتقله از راه آب و غذا در ایران را طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۰ ارزیابی نمودند(۷۴).

در تلقیح آزمایشگاهی، شناسایی زودهنگام جنین‌هایی که پتانسیل تلقیح دارند برای کاهش زمان بارداری و جلوگیری از مشکلات زمان زایمان ضروری است. هوش مصنوعی با کمک سن، شاخص توده بدن و اطلاعات بالینی می‌تواند در انتخاب بهترین تخمک و اسپرم و همچنین پیش‌بینی کیفیت جنین و زمان تلقیح مفید باشد (۷۵).

الگوریتم‌های هوش مصنوعی را می‌توان در سنجش و مقایسه فاکتورهایی مانند دما، رطوبت، وضعیت بدنی و تعداد تنفس نیز به‌کار گرفت. در مواردی که به‌علت تعداد بالا و محدودیت زمانی و نیروی انسانی، نظارت فردی بر دام غیرممکن است، استفاده از هوش مصنوعی باعث صرفه‌جویی در منابع می‌شود. برای مثال اگر وضعیت دمایی داخل یک سالن پرورش طیور فراتر از حد استاندارد باشد، به کاهش تولید می‌انجامد (۷۶). بهترین شاخص تشخیص استرس گرمایی در جوجه‌های گوشتی، اندازه‌گیری دمای مقعدی آن‌ها است (۷۷). بنابراین لوپز و همکاران در سال ۲۰۱۴ از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی دمای مقعدی جوجه‌ها با توجه به عواملی مثل دمای هوا، رطوبت نسبی و جریان هوا استفاده کردند (۷۸). الگوریتم MLP به یافته‌های عالی دست

یافت. میانگین خطای این روش ۰/۷۸ درصد در مجموعه آموزشی و ۱/۰۲ درصد در مجموعه صحت‌سنجی بود (۷۹).

## چالش‌های روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در دامپزشکی

کاربرد هوش مصنوعی در حوزه دامپزشکی را می‌توان به ۳ گروه تشخیص بیماری و تشخیص تفریقی بیماری‌ها، پیش‌بینی وقوع بیماری‌ها و تحلیل یافته‌های از آزمون‌های بالینی تقسیم کرد. پس انتظار می‌رود که الگوریتم‌های مورد استفاده الگوریتم‌های طبقه‌بندی (دوتایی و چندتایی) و تحلیل داده‌های تصویری و کمی باشند. یکی از چالش‌ها و محدودیت‌ها در استفاده از هوش مصنوعی در بسیاری از علوم از جمله دامپزشکی کمبود داده‌ها است؛ همان‌طور که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد، مطالعه‌های گذشته‌نگر و جمع‌آوری داده‌ها می‌تواند راه‌حل این چالش باشد.

با توجه به مطالعه‌هایی که تاکنون انجام شده و به آن‌ها اشاره شد؛ بیش‌ترین داده‌های در دسترس که مدل‌سازی‌ها بر روی آن‌ها انجام شده است مربوط به دادگان حاصل از انواع تصویربرداری بوده و داده‌ها در اصل تصاویر هستند. به‌دنبال آن الگوریتم‌ها از گروه یادگیری عمیق، به‌ویژه شبکه‌ی عصبی پیچشی (CNN) انتخاب شده‌اند که بیش‌ترین کاربرد را در مدل‌سازی‌ها برای داده‌های تصویری دارند. در مورد مطالعه‌ها و مدل‌های تفریقی وجود داده‌های مشترک برای هر دو بیماری الزامی است که می‌تواند یکی از محدودیت‌های این حوزه باشد. نکته‌ی قابل توجه این است که در بسیاری از مطالعه‌ها، جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت گذشته‌نگر است که از بایگانی کلینیک‌ها، بیمارستان‌ها و مراکز پژوهشی طی سال‌های متمادی جمع شده‌اند و می‌توانند ایده‌ای برای شروع ساخت پایگاه‌های داده‌ی بومی باشد. در مورد داده‌های کمی از انواع الگوریتم‌های یادگیری ماشین استفاده شده است و به‌طور کلی می‌توان گفت قدرت پیش‌بینی کم‌تری داشتند که می‌تواند به علت کمبود داده‌های کمی و خطاهای محاسباتی، دستگاهی و انسانی باشد.

یکی از نکات قابل توجه جایگزینی کیت‌ها با روش‌های هوش مصنوعی است که می‌تواند هزینه‌ی آزمون‌ها را کاهش داده، امکان انجام آزمون‌ها و سرعت را افزایش دهند، در صورتی که الگوریتم‌ها با داده‌های سالم آموزش داده شده باشند امکان حذف خطاهای انسانی و کاهش عدم قطعیت را نیز به همراه دارد. همانند سایر آزمون‌های برون‌تنی، درون‌تنی، دستگاهی و بالینی صحت، دقت و حساسیت پارامترهایی هستند که باید برای اعتبارسنجی مدل‌ها محاسبه شوند که در تمام مطالعه‌ها به آن‌ها اشاره شده است؛ اما همواره تلاش‌ها برای بهبود صحت مدل‌ها، افزایش داده‌ها و افزایش اعتبار مدل‌ها ادامه دارد.

## جمع‌بندی

حرکت با تکنولوژی، کاری است که هر حرفه‌ای باید آن را اصلی‌ترین هدف خود بدانند. به این صورت احتمال بقای آن حرفه و افرادی که در آن مشغول به فعالیت هستند، بیش‌تر خواهد شد. با توجه به پیشرفت چشم‌گیر تکنیک‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در دهه‌های اخیر و تلفیق این تکنیک‌ها با رویه‌های موجود در سامانه‌های مراقبتی و بهداشتی، به‌کارگیری رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی در دامپزشکی، می‌تواند مقدمه‌ای برای شروع حرکت به سمت پیشرفت و ارتقای دستگاه‌های مرتبط با دامپزشکی باشد. در این مقاله به مروری بر تکنیک‌های مورد استفاده از هوش مصنوعی در دامپزشکی پرداخته شد. به‌طور کلی بنابر آن‌چه که به آن اشاره شد، استفاده از هوش مصنوعی در دامپزشکی، در حوزه‌های گوناگونی جای می‌گیرد؛ از جمله آن که هوش مصنوعی می‌تواند در پیش‌بینی و تشخیص بیماری‌ها چه در سطح کلان و چه به صورت فردی کمک‌کننده باشد؛ در واقع این تکنیک‌ها علاوه بر آن‌که به دامپزشک در تشخیص درست بیماری کمک می‌کند، می‌تواند به دولت‌ها و نظام‌های مدیریتی نیز کمک شایانی در شناسایی و پیش‌بینی همه‌گیری‌ها کند. به‌طور حتم، این رویکردها، نه تنها از اطمینان بالایی برخوردار هستند، بلکه در ارتقای سطح اقتصادی و هم‌چنین مدیریت خدمات دامپزشکی نیز اثر پررنگی خواهند داشت. علاوه بر موارد گفته‌شده، هوش مصنوعی می‌تواند در زمینه‌های دیگری نیز در دامپزشکی مورد استفاده قرار گیرد؛ به‌عنوان مثال استفاده از آن در پژوهش‌های زیست‌پزشکی و بیوتکنولوژی، یا در طراحی، شناسایی و کشف مولکول‌های دارویی، واکسن‌ها، یا در بهداشت و مدیریت دام، طیور، آبزیان و ... جنبه‌های دیگری از دامپزشکی است که مطالعه‌های اندکی در آن انجام شده است و پتانسیل انجام پژوهش‌های بیش‌تری را

دارد. استفاده از هوش مصنوعی در دامپزشکی اکنون صرفاً محدود به حوزه‌ی پژوهشی است. این چشم‌انداز دور از ذهن نیست که ابزارهایی مبتنی بر هوش مصنوعی به‌صورت تجاری وارد بازارهای جهانی شوند و تکنیک‌های موجود در دامپزشکی را کاملاً تغییر دهند. بنابراین آشنایی کامل با تکنیک‌های هوش مصنوعی، شناسایی کاربردهای بالقوه‌ی آن و تجاری‌سازی محصولات مبتنی بر هوش مصنوعی از جمله مواردی است که دامپزشکان پیشرو برای آینده‌ی خود باید مد نظر داشته باشند.

در این مقاله، به موضوع‌های کاربردی هوش مصنوعی در دامپزشکی پرداخته شد و مروری بر مطالعه‌های انجام‌شده در این زمینه، به‌ویژه با رویکرد تشخیص زودهنگام و پیش‌بینی بیماری‌ها صورت گرفت.

## تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده‌است.

## منابع


1. Akbarein H, Zehtabvar O, Enayati A, Soufizadeh P, Ethics in Veterinary Education and Research: dos and don'ts. The 5th National Congress of Basic Veterinary Sciences, November, 2019, Shahid Bahonar University, Kerman. pp: 24-34.
2. Akbarein H, Enayati A, Soufizadeh P. Companion Animals Welfare and Rights: The Need to Pay Serious Attention. Proceedings of the 3rd National Congress of Companion Animal Medicine, October, 2018, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, pp: 19-32.
3. Akbarein H, Enayati A. Professional Ethics in Teaching and Research of Biological Sciences: Considerations and Challenges. Articles of the Second Conference of Ethics, December, 2018, University of Tehran, pp: 66-77.
4. Ashfaq M, Razzaq A, Hassan S. Factors affecting the economic losses due to livestock diseases: a case study of district Faisalabad. Pak J Agric Sci. 2015;52(2). https://doi.org/10.21162/PAKJAS
5. Manavian M, Hashemi M, Tavan F, Hosseini SMH, Nikoo D. Prevalence rate and risk factor of bluetongue disease in dairy cattle farms of fars province. Veterinary Research & Biological Products. 2017;30(4):24–8. https://doi.org/10.22092/vj.2017.113187
6. Sotoudehnejad M, Akbarein H. Machine Learning and Artificial Intelligence functions in parasitology and Diagnostic systems: A mini-review. 2nd national Congress of Animal Parasitic Diseases and Zoonoses, October 11-12, 2023, University of Tabriz, P: 51.
7. Thrusfield M. Veterinary epidemiology.4th edition, John Wiley & Sons; 2018 Apr 30; P: 28-35
8. Neapolitan RE, Jiang X. Artificial intelligence: With an introduction to machine learning. CRC Press; 2018. https://doi.org/10.1201/b22400
9. Sheikh H, Prins C, Schrijvers E. Artificial Intelligence: Definition and Background BT - Mission AI: The New System Technology. In: Sheikh H, Prins C, Schrijvers E, editors. Cham: Springer International Publishing; 2023. p. 15–41. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2
10. 10. Haenlein M, Kaplan A. A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. Calif Manage Rev. 2019;61(4):5–14. https://doi.org/10.1177/0008125619864925
11. Helm JM, Swiergosz AM, Haeberle HS, Karnuta JM, Schaffer JL, Krebs VE, et al. Machine learning and artificial intelligence: definitions, applications, and future directions. Curr Rev Musculoskelet Med. 2020;13:69–76. https://doi.org/10.1007/s12178-020-09600-8
12. McCarthy J, Minsky ML, Rochester N, Shannon CE. A proposal for the Dartmouth summer research project on

artificial intelligence (1955). Reprinted online at http://www-formal stanford edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth html. 2018. https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904

13. Wang P. On defining artificial intelligence. Journal of Artificial General Intelligence. 2019;10(2):1–37. https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002
14. Hutter F, Kotthoff L, Vanschoren J. Automated machine learning: methods, systems, challenges. Springer Nature; May, 2019; PP.: 219. https://10.1007/978-3-030-05318-5
15. Khakpour A, Colomo-Palacios R. Convergence of Gamification and Machine Learning: A Systematic Literature Review. Technology, Knowledge and Learning [Internet]. 2021;26(3):597–636. Available from: https://doi.org/10.1007/s10758-020-09456-4
16. Nilsson NJ. Introduction to machine learning. An early draft of a proposed textbook (1998). Software available at http://robotics stanford edu/people/nilsson/mlbook html. 2020.
17. Zhou ZH. Machine learning. Springer Nature; August, 2021; PP.: 457. https://doi.org/10.1186/s40813-022-00280-z
18. Jordan MI, Mitchell TM. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science (1979). 2015;349(6245):255–60. https://doi.org/10.1126/science.aaa8415
19. Mahesh B. Machine learning algorithms-a review. International Journal of Science and Research (IJSR)[Internet]. 2020;9(1):381–6. https://doi:10.21275/ART20203995
20. Sarker IH. Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. SN Comput Sci [Internet]. 2021;2(3):160. Available from: https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x
21. Jiang T, Gradus JL, Rosellini AJ. Supervised machine learning: a brief primer. Behav Ther. 2020;51(5):675–87. https://doi.org/10.1016/j.beth.2020.05.002
22. Jo T. Machine learning foundations. Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning Cham: Springer International Publishing, First Edition. 2021; PP. 411. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65900-4
23. Khanum M, Mahboob T, Imtiaz W, Ghafoor HA, Sehar R. A survey on unsupervised machine learning algorithms for automation, classification and maintenance. Int J Comput Appl. 2015;119(13). https://doi.org/10.5120/21131-4058
24. Morales EF, Escalante HJ. A brief introduction to supervised, unsupervised, and reinforcement learning. In: Biosignal processing and classification using computational learning and intelligence. Elsevier; 2022. p. 111–29. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820125-1.00017-8
25. Nasteski V. An overview of the supervised machine learning methods. Horizons b. 2017;4:51–62. https://doi:10.20544/HORIZONS.B.04.1.17.P05
26. Osisanwo FY, Akinsola JET, Awodele O, Hinmikaiye JO, Olakanmi O, Akinjobi J. Supervised machine learning algorithms: classification and comparison. International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT). 2017;48(3):128–38. https://doi:10.14445/22312803/IJCTT-V48P12

27. Reddy Y, Viswanath P, Reddy BE. Semi-supervised learning: A brief review. Int J Eng Technol. 2018;7(1.8):81. https://doi.org/10.14419/ijet.v7i1.8.997
28. Shanthamallu US, Spanias A, Tepedelenlioglu C, Stanley M. A brief survey of machine learning methods and their sensor and IoT applications. In: 2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA). IEEE; 2017. p. 1–8.
29. Zhu X, Goldberg AB. Introduction to semi-supervised learning. Springer Nature; May, 2022. PP.:130
30. Krenker A, Bešter J, Kos A. Introduction to the artificial neural networks. Artificial Neural Networks: Methodological Advances and Biomedical Applications InTech. 2011;1–18.
31. Krogh A. What are artificial neural networks? Nat Biotechnol. 2008;26(2):195–7. https://doi.org/10.1038/nbt1386
32. Mijwel MM. Artificial neural networks advantages and disadvantages. Retrieved from LinkedIn https//www linkedin com/pulse/artificial-neuralnet Work. 2018;21.
33. Sarker IH. Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions. SN Comput Sci [Internet]. 2021;2(6):420. Available from: https://doi.org/10.1007/s42979-021-00815-1
34. Yegnanarayana B. Artificial neural networks. PHI Learning Pvt. Ltd.; 2009; PP.: 480
35. Moein S. Definition of artificial neural network. In: Artificial Intelligence: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. IGI Global; 2017. p. 1–11.
36. Nunes I, Da Silva HS. Artificial neural networks: a practical course. Springer, First Edition; 2018; PP. 303
37. Walczak S. Artificial neural networks. In: Advanced methodologies and technologies in artificial intelligence, computer simulation, and human-computer interaction. IGI global; 2019. p. 40–53.
38. Zamiri M, Lamei A, Akbarein H. Blockchain in Veterinary Medicine,The fourth international conference on new findings in medical and health sciences with a health promotion approach; May, 2023.
39. Davis J, Goadrich M. The relationship between Precision-Recall and ROC curves. In: Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning. 2006. p. 233–40.
40. Goutte C, Gaussier E. A probabilistic interpretation of precision, recall and F-score, with implication for evaluation. In: European conference on information retrieval. Springer; 2005. p. 345–59.
41. Yacouby R, Axman D. Probabilistic extension of precision, recall, and f1 score for more thorough evaluation of classification models. In: Proceedings of the first workshop on evaluation and comparison of NLP systems. 2020. p. 79–91.
42. Zheng A. Evaluating machine learning models: a beginner's guide to key concepts and pitfalls. O'Reilly Media, First Edition; 2015; PP.: 58
43. Juba B, Le HS. Precision-recall versus accuracy and the role of large data sets. In: Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence. 2019. p. 4039–48. https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.3301 4039
44. Mokarram-Ghotoorlar S, Ghamsari SM, Nowrouzian I, Mokarram-Ghotoorlar S, Ghidary SS. Lameness scoring system for dairy cows using force plates and artificial intelligence. Veterinary Record.

2012 Feb;170(5):126-130. https://doi.org/10.1136/vr.100429
45. Vajhi A, Norouzi M, Molazem M, Vasei H, Amini E, Ramzi Sh, et al. Application of artificial intelligence in diagnostic radiology of laminitis in horses, The 5th National Congress of equine Health and Diseases. December 2021, Shahid Bahonar University, Kerman. pp: 168-178.
46. Hyde RM, Down PM, Bradley AJ, Breen JE, Hudson C, Leach KA, et al. Automated prediction of mastitis infection patterns in dairy herds using machine learning. Sci Rep. 2020;10(1):4289. https://doi.org/10.1038/s41598-020-61126-8
47. Ghadiri A. Deep Learning, Machine Learning and Artificial In-telligence in Veterinary Diagnostic Imaging. InThe 2nd Regional Conference on Cow Comfort & Lameness 18-20 July 2022 University of Tehran, Iran 2022 Jul 16, p. 76.
48. Li S, Wang Z, Visser LC, Wisner ER, Cheng H. Pilot study: application of artificial intelligence for detecting left atrial enlargement on canine thoracic radiographs. Veterinary Radiology & Ultrasound. 2020;61(6):611–8. https://doi.org/10.1111/vru.12901
49. Biercher A, Meller S, Wendt J, Caspari N, Schmidt-Mosig J, De Decker S, et al. Using deep learning to detect spinal cord diseases on thoracolumbar magnetic resonance images of dogs. Front Vet Sci. 2021;8:721167. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.721167
50. Awaysheh A, Wilcke J, Elvinger F, Rees L, Fan W, Zimmerman KL. Evaluation of supervised machine-learning algorithms to distinguish between inflammatory bowel disease and alimentary lymphoma in cats. Journal of veterinary diagnostic investigation. 2016;28(6):679–87. https://doi.org/10.1177/1040638716
51. Banzato T, Bernardini M, Cherubini GB, Zotti A. A methodological approach for deep learning to distinguish between meningiomas and gliomas on canine MR-images. BMC Vet Res. 2018;14(1):1–6. https://doi.org/10.1186/s12917-018-1638-2
52. May A, Gesell-May S, Müller T, Ertel W. Artificial intelligence as a tool to aid in the differentiation of equine ophthalmic diseases with an emphasis on equine uveitis. Equine Vet J. 2022;54(5):847–55. https://doi.org/10.1111/evj.13528
53. Zamiri M, Lamei A, Akbarein H. 2023. Applications of AI in Veterinary Medicine,The first international congress of artificial intelligence in medical sciences, Kish Island; P. 320
54. Mitchell TM. Machine learning (WBC/McGraw-Hill, Boston). MA. 1997.
55. Dórea FC, Sanchez J, Revie CW. Veterinary syndromic surveillance: current initiatives and potential for development. Prev Vet Med. 2011;101(1–2):1–17. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.05.004
56. Bollig N, Clarke L, Elsmo E, Craven M. Machine learning for syndromic surveillance using veterinary necropsy reports. PLoS One. 2020;15(2):e0228105. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228105
57. Das DK, Ghosh M, Pal M, Maiti AK, Chakraborty C. Machine learning approach for automated screening of malaria parasite using light microscopic images. Micron. 2013;45:97–106. https://doi.org/10.1016/j.micron.2012.11.002
58. Ligda P, Claerebout E, Kostopoulou D, Zdragas A, Casaert S, Robertson LJ, et al. Cryptosporidium and Giardia in surface water and drinking water: Animal

sources and towards the use of a machine-learning approach as a tool for predicting contamination. Environmental Pollution. 2020;264:114766. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114766

59. Fraiwan MA, Abutarbush SM. Using artificial intelligence to predict survivability likelihood and need for surgery in horses presented with acute abdomen (colic). J Equine Vet Sci. 2020;90:102973. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.102973
60. Bradley R, Tagkopoulos I, Kim M, Kokkinos Y, Panagiotakos T, Kennedy J, et al. Predicting early risk of chronic kidney disease in cats using routine clinical laboratory tests and machine learning. J Vet Intern Med. 2019;33(6):2644–56. https://doi.org/10.1111/jvim.15623
61. Biourge V, Delmotte S, Feugier A, Bradley R, McAllister M, Elliott J. An artificial neural network-based model to predict chronic kidney disease in aged cats. J Vet Intern Med. 2020;34(5):1920–31. https://doi.org/10.1111/jvim.15892
62. Pereira AI, Franco-Gonçalo P, Leite P, Ribeiro A, Alves-Pimenta MS, Colaço B, et al. Artificial Intelligence in Veterinary Imaging: An Overview. Vet Sci. 2023;10(5):320. https://doi.org/10.3390/vetsci10050320
63. McEvoy FJ, Proschowsky HF, Müller A V, Moorman L, Bender-Koch J, Svalastoga EL, et al. Deep transfer learning can be used for the detection of hip joints in pelvis radiographs and the classification of their hip dysplasia status. Veterinary Radiology & Ultrasound. 2021;62(4):387–93. https://doi.org/10.1111/vru.12968
64. Ergün GB, Güney S. Classification of Canine Maturity and Bone Fracture Time Based on X-Ray Images of Long Bones. IEEE Access. 2021;9:109004–11. https://doi:10.1109/ACCESS.2021.3101040
65. Yoon Y, Hwang T, Lee H. Prediction of radiographic abnormalities by the use of bag-of-features and convolutional neural networks. The Veterinary Journal. 2018;237:43–8. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2018.05.009
66. Ye Y, Sun WW, Xu RX, Selmic LE, Sun M. Intraoperative assessment of canine soft tissue sarcoma by deep learning enhanced optical coherence tomography. Vet Comp Oncol. 2021;19(4):624–31. https://doi.org/10.1111/vco.12747
67. Banzato T, Bonsembiante F, Aresu L, Gelain ME, Burti S, Zotti A. Use of transfer learning to detect diffuse degenerative hepatic diseases from ultrasound images in dogs: a methodological study. The Veterinary Journal. 2018;233:35–40. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.12.026
68. Vinicki K, Ferrari P, Belic M, Turk R. Using convolutional neural networks for determining reticulocyte percentage in cats. Published online March 13, 2018. doi: 10.48550. ArXiv. 1803;
69. Cihan P, Gökçe E, Atakişi O, Kırmzıgül AH, Erdoğan HM. Prediction of immunoglobulin G in lambs with artificial intelligence methods. Kafkas Univ Vet Fak Derg; 27 (1): 21-27, 2021. https://acikerisim.aksaray.edu.tr/dx.doi.org/%2010.9775/kvfd.2020.24642
70. Zapata, Lorena, et al. “Detection of Cutaneous Tumors in Dogs Using Deep Learning Techniques.” Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing, June 2019, pp. 83–91. Crossref, https://doi.org/10.1007/978-3-030-20454-9_8.

71. Zuraw A, Aeffner F. Whole-slide imaging, tissue image analysis, and artificial intelligence in veterinary pathology: An updated introduction and review. Vet Pathol. 2022;59(1):6–25. https://doi.org/10.1177/03009858211040484
72. Sotoudehnejad M, Akbarein H. Machine Learning and AI at the service of Microbiologists, 24th Iran's International Congress of Microbiology, Tehran, Iran. September, 2023; P. 342.
73. Bashizadeh M. (Supervised by Akbarein H & Nikbakht-Boroijeni Gh.). Developing a machine learning method for prediction of Bovine Leukemia Virus (BLV) disease progress by BoLA-DRB 3 alleles. DVM thesis, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran- Iran, September. 2023. p:22-37
74. Bokaie S, Mosa Farkhani E. Epidemiological investigation of waterborne and foodborne disease outbreaks in Iran: 2012-2018. J Mil Med. 2019 Jan 1;21(6):637-46.
75. Bashizade M, Madani K, Akbarein H. The Application of Artificial Intelligence in the Success Rate of In Vitro Fertilization, The First International Congress of Artificial Intelligence in Medical Sciences, Kish Island. 2023; P. 327.
76. Medeiros CM, Baêta FDC, Oliveira RD, Tinôco I, Albino LFT, Cecon PR. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Engenharia na Agricultura 13 (4): 277-286. 2014.
77. Campos OF, Cunha D, Pereira JC, Junqueira MM, Martustello JA, Pires MFA, et al. Utilização de diferentes abrigos para bezerros de rebanhos leiteiros em condições tropicais durante a época das águas: temperatura retal, frequência respiratória e consumo de água. Proceedings of the XLI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brazil. 2004;1–5.
78. Lopes AZ, Junior TY, Lacerda WS, RABELO D. Predicting rectal temperature of broiler chickens with artificial neural network. International Journal of Engineering e Technology. 2014;14(5):29–33. Paper ID:145205-8383-IJET-IJENS
79. Milosevic B, Ciric S, Lalic N, Milanovic V, Savic Z, Omerovic I, et al. Machine learning application in growth and health prediction of broiler chickens. Worlds Poult Sci J. 2019;75(3):401–10. https://doi.org/10.1017/S0043933919000254

**Abstracts in English**

# An Overview of Artificial Intelligence Applications in Prediction and Diagnosis of Diseases Occurrence in Veterinary Medicine: Challenges and Techniques

**Mahdi Bashizadeh[1], Parham Soufizadeh[1,2], Mahdi Zamiri[3], Ayda Lamei[3], Matin Sotoudehnejad[3], Mahsa Daneshmand[4], Melika Ghodrati[3], Erika Isavi[3], Hesameddin Akbarein[5]**

1 -Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Researcher, Digestive Disease Research Institue, Shariati Hospital. Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Undergradute Student, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

4- PhD Candidate of Toxicology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

5- Assistant Professor, Division of Epidemiology & Zoonoses, Department of Food Hygiene & Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

*akbarein@ut.ac.ir

Early diagnosis of diseases is one of the main goals of health and wellness centers. Timely diagnosis can reduce the potential damage of diseases. The importance of this issue in veterinary medicine multiplies due to its combination with economic goals. Therefore, a predictive approach is necessary for early diagnosis of diseases. This approach should be evidence-based and highly accurate. It should also be economically efficient. Artificial intelligence is the simulation of human intelligence and judgment by a computer or a robot that is programmed or trained to perform tasks that normally need human abilities. The emergence of artificial intelligence and machine learning techniques in today's world has improved the existing functions in health care systems. So that with the application of this technology, a significant progress has been made in the procedures of event prediction and disease diagnosis, management and health at the macro level, etc. Furthermore, the scope of diagnosable diseases is extensive, encompassing any ailment for which relevant data can be processed by artificial intelligence algorithms. The trained model has the capability to diagnose a wide range of diseases, with accuracy contingent upon factors such as disease indicators, collected data, and other pertinent variables. In this review article, the most important applications of artificial intelligence in veterinary medicine will be mentioned, and in general, these applications will be examined in various fields such as diagnosis of common diseases, differential diagnosis, prediction of disease occurrence, veterinary diagnostic imaging techniques, veterinary clinical pathology, etc. In addition, the challenges in this field will also be mentioned. This article is a review of recent studies in this field.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Veterinary Medicine, Prediction, Diagnosis

# Table of English Abstract


| | |
|---|---|
| **Problem-solving and Futures Studies in Veterinary Programs and Services** (Alireza Bahonar, Hamid Sharifi) | **12** |
| **Evaluation of Diagnostic and Screening Test in Veterinary Medicine** (Mohammad Arad Zandieh, Fateme Sheikhian, Hamid Sharifi, Hesameddin Akbarein) | **23** |
| **An overview of sampling, sample size and data collection methods in veterinary research** (Dariush Saadati, Samira Saadatjou, Ali Anusha) | **33** |
| **Data Analyses in Veterinary Research & Practice** (Negin Esfandiary, Mohammad Arad Zandieh) | **45** |
| **Observational Studies in Veterinary Research & Practice** (Alireza Bahonar, Marzieh Faezi, Zahra Bolouki) | **60** |
| **Interventional (Experimental) Studies in Veterinary Research & Practice (**Alireza Bahonar, Marzieh Faezi, Zahra Bolouki) | **70** |
| **An Overview of Artificial Intelligence Applications in Prediction and Diagnosis of Diseases Occurrence in Veterinary Medicine: Challenges and Techniques** (Mahdi Bashizadeh, Parham Soufizadeh, Mahdi Zamiri, Ayda Lamei, Matin Sotoudehnejad, Mahsa Daneshmand, Melika Ghodrati, Erika Isavi, Hesameddin Akbarein) | **87** |

# Eltiam

## Application of Epidemiology, Statistics and Research Methods in Veterinary Investigations and Services

**Print ISSN: 2423-5695**
**Electronic-ISSN: 27833291**

**Publisher: Iranian Veterinary Surgery Association (IVSA)**

**Editor-in-Chief: Ahmadreza Mohamadnia**

**Guest Editor: Hesameddin Akbarein**

(Department of Food Hygiene and Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran)

**Manager: Marzieh Faezi**

Editorial Board

**Baharak Akhtardanesh** (Prof. of Small Animal Internal Medicine, Shahid Bahonar University of Kerman)
**Azin Tavakoli** (Assoc.Prof. Veterinary Surgery, Islamic Azad University, Garmsar)
**Mohammad Mehdi Dehghan** (Prof. Veterinary Surgery, University of Tehran)
**Aboutorab Tabatabai Naini** (Prof. Veterinary Surgery, Siraz University)
**Mohamad Mehdi Oloumi** (Prof. Veterinary Surgery, Shahid Bahonar University of Kerman)
**Seyed Mehdi Ghamsari** (Prof. Veterinary Surgery, University of Tehran)
**Ahmadreza Mohamadnia** (Assoc.prof. Veterinary Surgery, Ferdowsi University of Mashhad)
**Iradj Nowrouzian** (Prof. Veteinary Surgery, University of Tehran)

**Postal Adress: Asian Highway, Opposite to Razavi Hospital, Faculty of Veterinary Medicine Teaching Hospital, Secretariet of IVSA, Mashhad, Iran**

**PostalCode: 9187195786**

**Phone: 0098-5136579430** **Fax: 0098-5136579430**

**Website: www.eltiamjournal.ir**

**Email Adress: eltiam.ivsa@yahoo.com**

# Eltiam

**(Iranian Veterinary Surgery Association Journal)**

**ISSN 2423-5695**

**Electronic-ISSN: 27833291**

**Volume 10. Issue 2. 2024**

Next Issue:

Sterilization and Prevention of Infection in Veterinary Surgery

Guest Editor: Davoud Kazemi

Print-ISSN: 2423-5695
Electronic-ISSN: 27833291

# Eltiam

Application of Epidemiology, Statistics and Research Methods in Veterinary Investigations and Services

Guest Editor

Hessameddin Akbarein (D.V.M., Ph.D.)

Courtesy of Veterinary clinical epidemiology from patient to population, Ronald D. Smith

Volume 10, Issue 2, 2024