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.

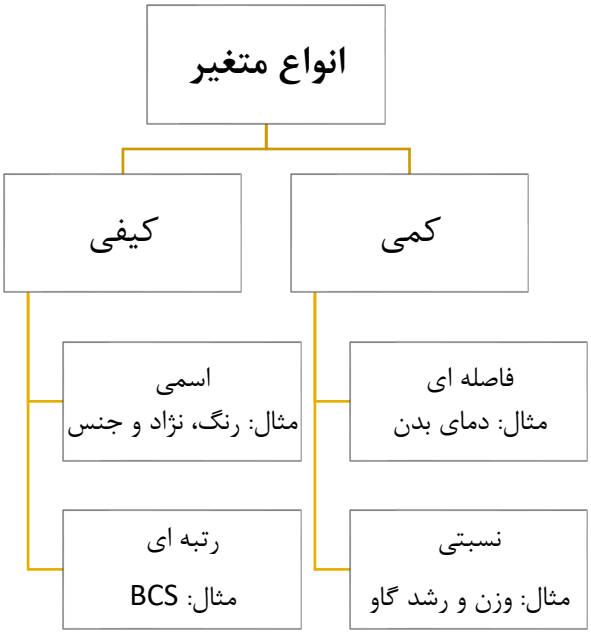
برای استنباط در مورد علیت بیماری یا فرضیه‌ی یک پژوهشگر، داده‌ها باید دسته‌بندی شود و که هدف از آن رسیدن به این تصمیم است که آیا گروه‌ها از نظر آماری تفاوت دارند یا خیر؟ در نهایت با استفاده از یک آزمون آماری مناسب فرضیه‌ی پژوهش رد یا قبول می‌شود و در نهایت تفسیرهای لازم صورت می‌گیرد. باید تفسیر داده‌های 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).

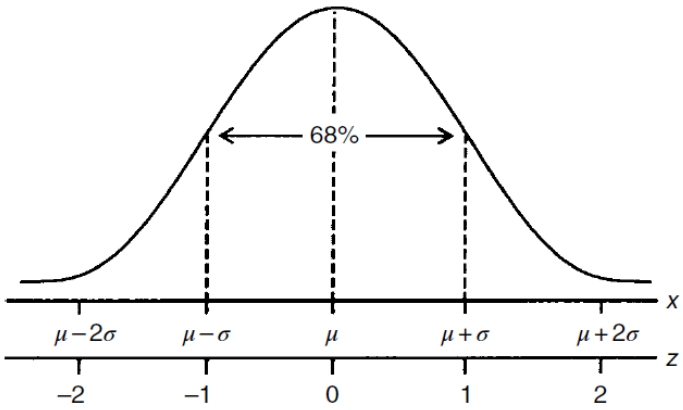


تصویر ۱- انواع متغیرها در پژوهش‌های دامپزشکی

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 (μ) و انحراف استاندارد (σ). 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

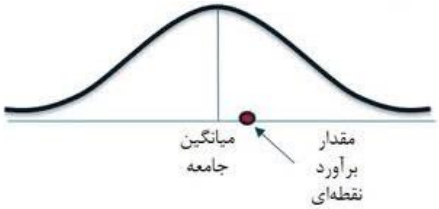
روش‌های مانند جذر گرفتن، لگاریتم گرفتن، به توان رساندن و حذف داده‌های پرت (Outlier) و خیلی پرت (Extra outlier) می‌توان آن‌ها را نرمال کرد (۱و۴).



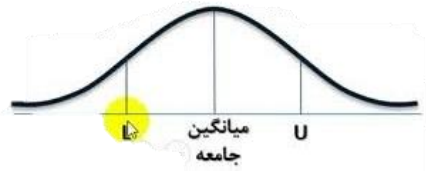
تصویر ۲- یک منحنی توزیع نرمال که رابطه بین μ، σ، z و نسبت مشاهدات را برای داده‌های توزیع شده نشان می‌دهد.

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

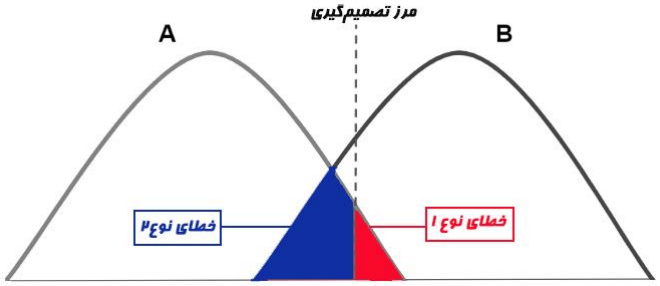
ارتباط هستند. اگر فرض شود فرضیه صفر مقدار خاصی از میانگین توزیع نرمال را بیان می‌کند، نمونه گرفته شده و آزمون‌های آماری فرضیه صفر را در سطح ۵ درصد رد کرده است. اگر تست‌های معنی‌دار فرضیه صفر را در سطح معنی‌داری ۵ درصد رد نکند، فاصله اطمینان ۹۵ درصد میانگین فرضیه صفر را در برخواهد گرفت. هدف اصلی از آزمون‌های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

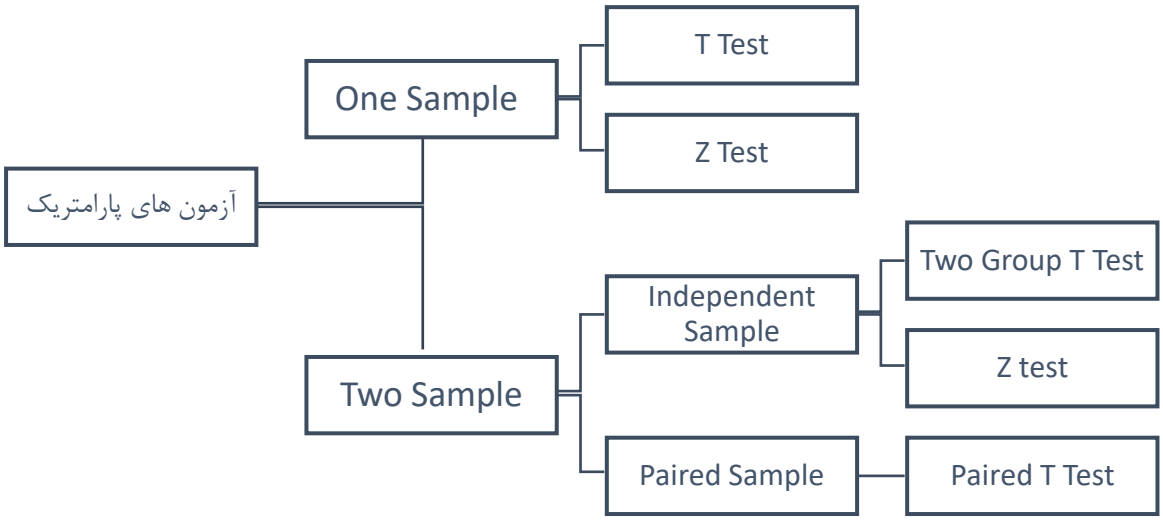
مفهوم مقدار احتمالاتی (p- value)

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

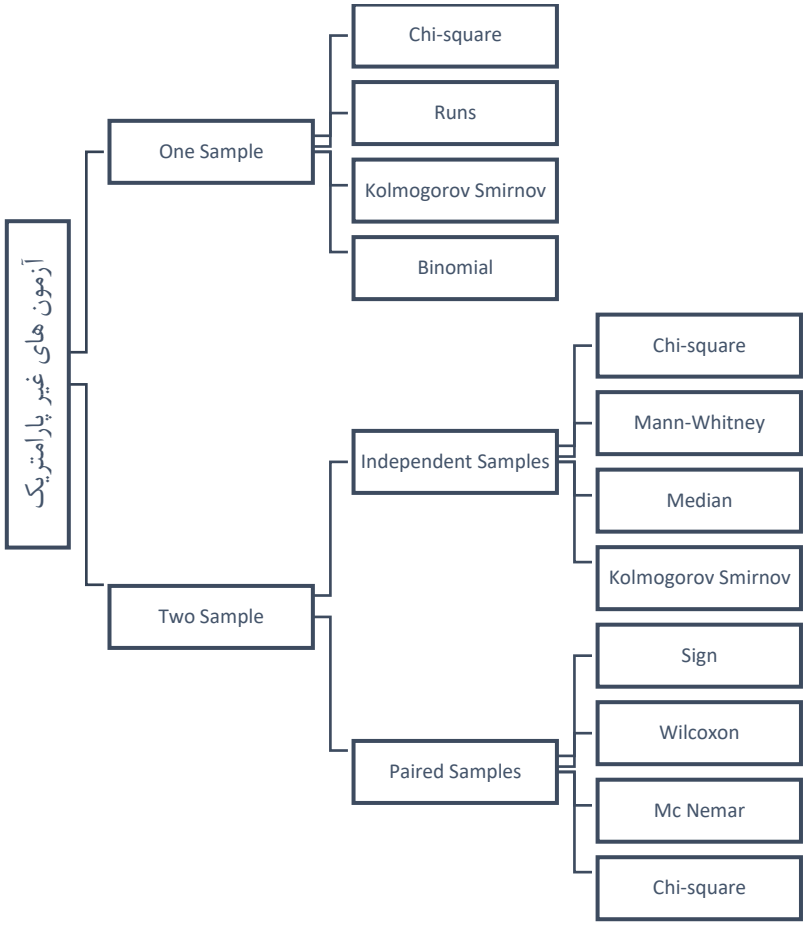
به‌صورت بسیار ساده، می‌توان آزمون‌ها را به دو نوع پارامتریک و غیرپارامتریک تقسیم نمود. آزمون‌های پارامتریک آن‌هایی هستند که در مورد پارامترهای توزیع جامعه که نمونه از آن

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

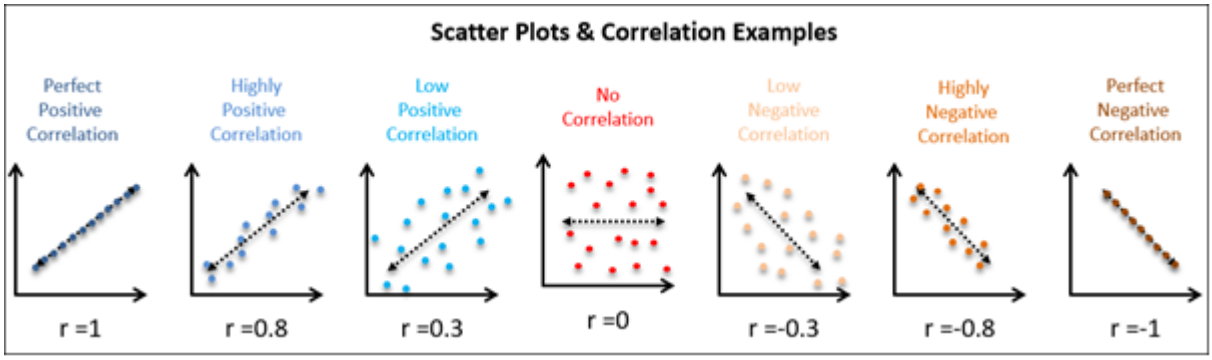
مقایسه توان آزمون‌های پارامتریک و غیر پارامتریک

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.

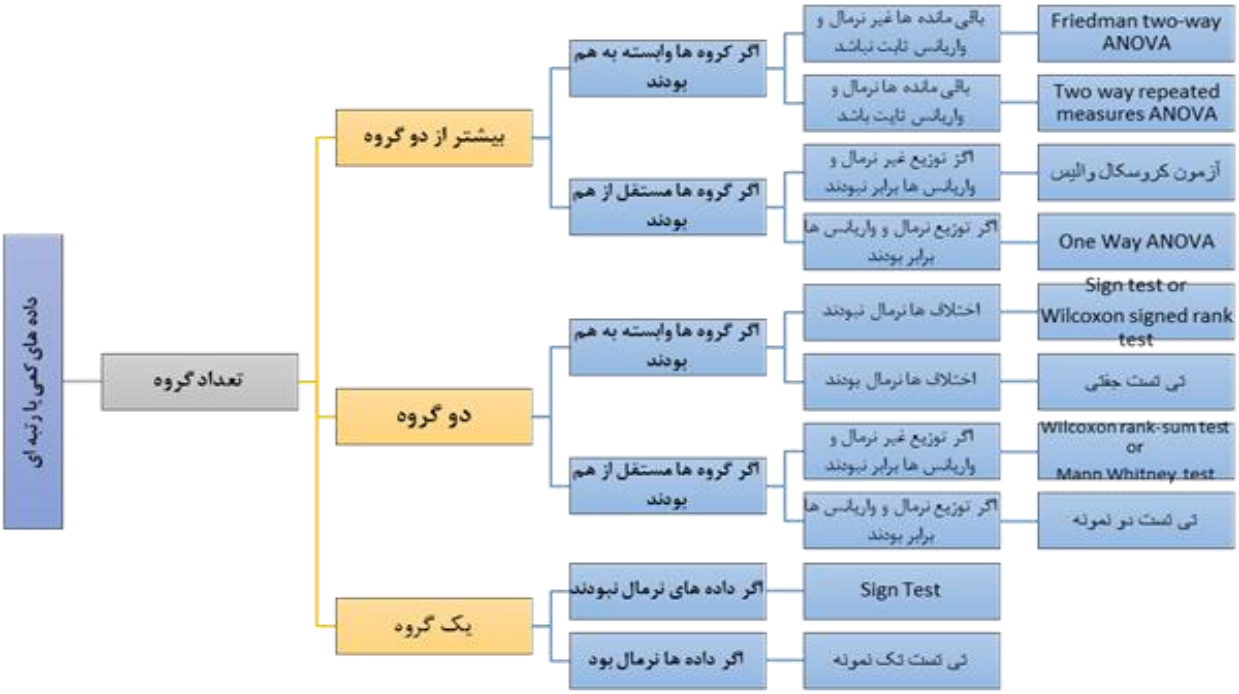
معادله رگرسیون به شرح زیر است:

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.

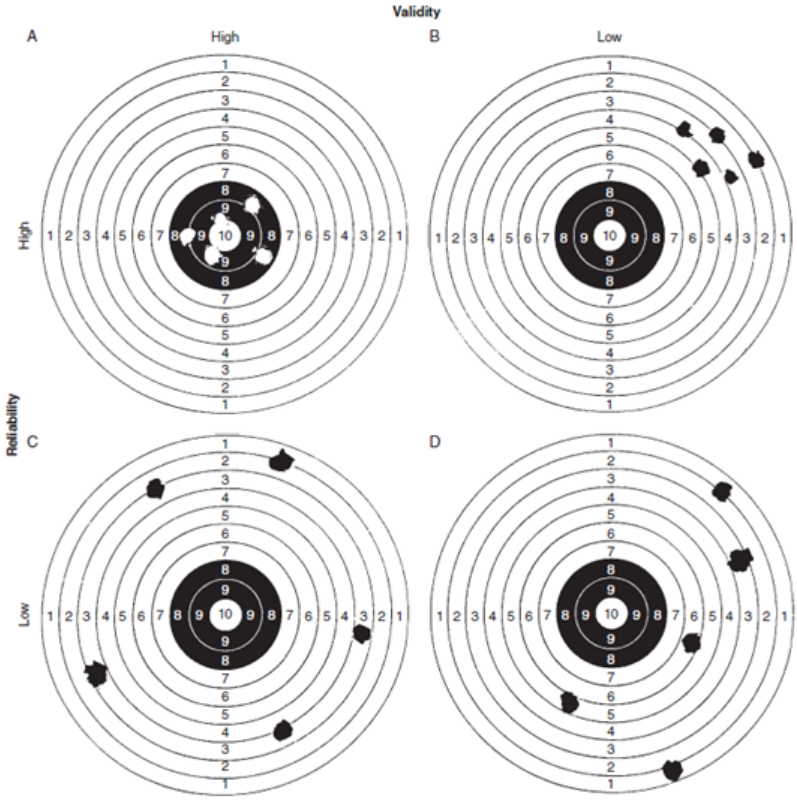


نمودار ۳- آزمون‌های آماری برای داده‌های کمی یا رتبه‌ای

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