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