



تحليل روايتي بر كابد هوش مصنوعي در طراحي ابزارهاي هوشمند جهت شناسايي و رشد حيوانات فارم

صبغت الله ثبات^۱، صلاح الدين هدايت^۲

^۱ديپارتمنت علوم حيواني، پوهنځي زراعت، پوهنتون

^۲ديپارتمنت اقتصاد و توسعه زراعتي، پوهنځي زراعت، پوهنتون کابل

ايميل نويسنده مسئول: sebghatullahsubat400@gmail.com

خلاصه

افزايش جمعيت جهان و تقاضا برآي محصولات حيواني، نياز به بهبود مديريت فارم ها را افزايش داده است. هوش مصنوعي به عنوان يک فناوري نوين، نقش مهمي در تحليل داده ها و بهينه سازي توليد ايفا مي کند. اين مطالعه به هدف، بررسي کاربردهاي هوش مصنوعي در طراحي و توسعه ابزارهاي شناسايي، نظارت، تغذيه، سلامت و رفاه حيوانات فارم و تحليل چالش ها و فرصت ها انجام يافت. اين تحقيق به صورت مروري روايتي انجام شد و بر اساس جمع آوري، تحليل و طبقه بندي يافته هاي تحقيقات مرتبط از منابع علمي و بين المللي منتشر شده بين سال هاي ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ صورت گرفت. در اين پروسه، ابتدا ۵۵ مقاله جمع آوري شد و پس از اعمال مراحل بررسي، (۲۰) مقاله مرتبط به موضوع انتخاب و به صورت کيفي تحليل گرديد. يافته ها نشان مي دهد که هوش مصنوعي در شناسايي دقيق حيوانات، تعقيب حرکات، نظارت بر وضعيت رشد و تغذيه، تشخيص زود هنگام بيماري و تحليل رفاه و استرس حيوانات نقش مؤثر و چشم گيري دارد. با وجود اين دستاوردها، چالش هايي چون نبود زير بناهاي مناسب ديجيتالي، کمبود نيروي متخصص و محدوديت هاي مالي در کشورهاي در حال توسعه از جمله افغانستان، مانع از گسترش همه جانبه اين تکنالوژي ها گرديده است. بر اين اساس، پيشنهاده مي شود تا با افزايش آموزش هاي تخصصي، تقويت زير بناهاي تکنالوژي معلوماتي و حمايت هاي لازم در سطح سياست گذاري، زمينه بومي سازي و توسعه پايدار اين تکنالوژي ها فراهم گردد، تا علاوه بر ارتقا ي توليد و رفاه حيوانات، سهم بخش مالداري در رشد اقتصادي و تأمين امنيت غذايي کشورها افزايش يابد. اين تحقيق مي تواند به عنوان يک منبع مفيد براي محققين، تصميم گيرندگان و فعالان صنعت مالداري در راستاي بهره برداري مؤثر از هوش مصنوعي در اين بخش مورد استفاده قرار گيرد.

کليمات کليدي: امنيت غذايي، هوش مصنوعي، مديريت فارم، رفاه حيوانات، نظارت، مالداري هوشمند

A Narrative Analysis of the Use of Artificial Intelligence in Designing Smart Tools for Identifying and Growing Farm Animals

Sebghatullah Subat^{1*}, Salahuddin Hidayat²

¹Department of Animal Sciences, Agriculture Faculty, Baghlan University

²Department of Agricultural Economics and Extension, Agriculture Faculty, Kabul University

*Corresponding Author Email: sebghatullahsubat400@gmail.com

Abstract

The increasing world population and demand for animal products have increased the need to improve farm management. Artificial intelligence, as a new technology, plays an important role in data analysis and production optimization. In this study, applications of artificial intelligence in the design and development of tools for identification, monitoring, nutrition, health, and welfare of farm animals was conducted, and challenges and opportunities were analyzed. This research was conducted as a narrative review and was based on the collection, analysis, and classification of relevant research findings from scientific and international sources published between 2015 and 2024. In this process, 55 articles were initially collected, and after applying screening steps, 20 articles related to the topic were selected and analyzed qualitatively. The findings indicate that AI has significantly contributed to accurate animal identification, movement tracking, monitoring of growth and feeding patterns, early disease detection, and assessment of animal welfare and stress. Despite these advancements, challenges such as inadequate digital infrastructure, a shortage of skilled personnel, and financial constraints—particularly in developing countries like Afghanistan—hinder the full-scale adoption of these technologies. Accordingly, the study recommends enhancing specialized training, strengthening information technology infrastructure, and implementing supportive policies to facilitate the localization and sustainable development of AI technologies. Such efforts would not only improve livestock production and welfare but also enhance the sector's contribution to economic growth and food security. This review can serve as a valuable resource for researchers, policymakers, and stakeholders in the livestock industry seeking to optimize the use of AI in animal farming.

Keywords: Artificial intelligence, animal welfare, food security, livestock farming, monitoring, smart farming

با افزایش روزافزون جمعیت جهان و تغییر الگوهای مصرف، تقاضا برای محصولات پروتئینی به‌ویژه گوشت، لبنیات و تخم‌مرغ در سطح جهانی رشد بی‌سابقه‌ای یافته است. جمعیت جهان در حال حاضر حدود ۷ میلیارد نفر است و پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ به ۹٫۴ میلیارد و تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۰ میلیارد نفر افزایش یابد (Akhigbe et al., 2021). این روند، سکتور مالداري را در برابر چالش‌های متعددی نظیر افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های تولید، بهبود رفاه حیوانات، مدیریت دقیق منابع و کاهش ضایعات قرار داده است. در این میان، نوآوری‌های فناورانه به‌ویژه کاربرد هوش مصنوعی^۱، به عنوان ابزاری تحول‌آفرین در راستای حل مشکلات ساختاری و مدیریتی فارم‌های حیوانی مورد توجه قرار گرفته است. فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی از جمله یادگیری ماشین، بینایی ماشین، ردیابی سنسوری و تحلیل ارقام کلان این ظرفیت را دارند که ارقام محیطی، رفتاری، تغذیه‌ای و سلامتی حیوانات را به صورت فوری تحلیل نموده و اطلاعات سودمند را برای تصمیم‌گیری مؤثر فراهم سازند (Neethirajan, 2024; Ahmed et al., 2023).

در بسیاری از کشورها، استفاده از این تکنولوژی‌ها منجر به تحول عمیق در مدیریت فارم، تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، بهینه‌سازی تغذیه و افزایش بازده تولیدی شده است (Ferraz et al., 2024). با وجود رشد تدریجی مطالعات در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در زراعت هوشمند و زنجیره تأمین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که در حوزه مالداري، خصوصاً طراحی و استفاده از ابزارهای هوشمند در شناسایی، رشد و سلامت حیوانات فارم، هنوز شکاف علمی و تکنیکی قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. اکثریت مطالعات روی یک بعد خاص مانند سیستم‌های تشخیص اتومات بیماری تمرکز داشته اند یا فاقد تحلیل جامع در زمینه تلفیق چندین تکنولوژی با شرایط واقعی فارم‌های حیوانی در کشورهایی با امکانات محدود می‌باشند (Rao et al., 2023; Liu & Can, 2024). این خلأ دانشی مانع از توسعه سیاست‌ها و اقدامات مبتنی بر شواهد در سکتور مالداري شده و ظرفیت‌های موجود برای ارتقاء تولید را محدود ساخته است. از این رو، ضرورت انجام تحقیقات مروری برای دسته‌بندی، تحلیل و یکپارچه‌سازی یافته‌های علمی در این حوزه پیش از پیش احساس می‌شود. همچنین، با توجه به اهداف توسعه پایدار^۲، به‌ویژه در محورهای امنیت غذایی، کاهش فقر و مدیریت منابع طبیعی، کاربرد فناوری‌های نوین مانند AI می‌تواند به عنوان یک راهکار کلیدی برای بهبود وضعیت فارم‌ها در کشورهای در حال توسعه مورد استفاده قرار گیرد.

تجربیات موفق برخی کشورها مانند هندوستان، چین، برزیل و ایالات متحده نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت حیوانات می‌تواند منجر به کاهش مصرف دارو، جلوگیری از شیوع بیماری‌ها، ارتقاء رفاه حیوانات و در نهایت افزایش عاید فارم‌ها گردد (Binuni Rebez et al., 2024; Schillings et al., 2021). این موضوع به‌ویژه برای مناطقی چون افغانستان که سکتور مالداري یکی از پایه‌های اصلی اقتصاد روستایی است، اهمیت ویژه دارد و می‌تواند به عنوان فرصتی استراتژیک برای رشد اقتصادی، اشتغال‌زایی و تقویت امنیت غذایی تلقی گردد (Sadeghi et al., 2023; Patel et al., 2022). هوش مصنوعی به‌واسطه توانایی در تحلیل ارقام بزرگ، قابلیت یادگیری و انطباق با شرایط متغیر، می‌تواند یک چارچوب تصمیم‌گیری خودکار، سریع و دقیق برای فارم‌ها فراهم کند. این امر موجب کاهش خطاهای انسانی، بهبود مدیریت منابع، افزایش بهره‌وری و توانایی پیش‌بینی رفتارهای آینده حیوانات می‌شود (Gehlot et al., 2023).

¹ Artificial Intelligence (AI)² United Nations Sustainable Development Goals

(et al., 2022; Tedeschi, 2022) استفاده از چنین ابزارهایی نه تنها از منظر اقتصادی مقرون به صرفه است بلکه از نگاه محیط زیستی نیز می تواند منجر به کاهش مصرف منابع و ضایعات گردد.

با توجه به این پیش زمینه ها، هدف اصلی این تحقیق مروری روایتی، بررسی نقش و کاربردهای هوش مصنوعی در طراحی و توسعه ابزارهای شناسایی، نظارت رشد، تغذیه، سلامت و رفاه حیوانات فارم می باشد. در این مطالعه تلاش شده است تا یافته های علمی اخیر از منابع معتبر، در قالب محورهای کاربردی تنظیم گردد و ضمن تحلیل نقاط قوت و ضعف، شکاف های تحقیقی و فرصت های نوآوری شناسایی شود. این تحقیق همچنان می کوشد تا با بررسی تجربیات کشورهای مختلف و امکان سنجی شرایط محلی، زمینه سازی برای معرفی و بومی سازی تکنولوژی های AI در فارم های افغانستان فراهم گردد.

روش تحقیق

در این مطالعه مروری، ابتدا ۵۵ مقاله از منابع علمی مختلف جمع آوری شد. سپس مقالات بر اساس معیارهای ورودی (Inclusion criteria) و خروجی (Exclusion criteria) مورد بررسی قرار گرفتند. معیارهای ورود شامل مرتبط بودن موضوع مقاله به کاربرد فناوری های نوین مانند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی در مدیریت مالداری، انتشار در مجلات علمی معتبر و دسترسی به متن کامل مقاله بود. در مقابل، مقالاتی که ارتباط مستقیم با موضوع نداشتند، تکراری بودند یا از نظر علمی اعتبار کافی نداشتند بر اساس معیارهای خروج حذف شدند. بدین اساس، منابع علمی مرتبط از پایگاه های معتبر بین المللی مانند Google Scholar، ScienceDirect و Web of Science بین سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ جمع آوری گردیدند. انتخاب منابع بر اساس معیارهای چون مرتبط بودن با موضوع، داشتن منظر اعتبار علمی و دسترسی به متن کامل انجام شد. پس از مرحله بررسی، در نهایت ۲۰ مقاله که بیشترین ارتباط و کیفیت علمی را با موضوع تحقیق داشتند انتخاب و مورد تحلیل قرار گرفتند. در ادامه، ارقام و یافته های استخراج شده از مقالات به صورت کیفی و موضوعی تحلیل شده و در پنج محور اصلی طبقه بندی شدند تا تصویری جامع از وضعیت فعلی، چالش ها، فرصت ها و کاربردهای AI در شناسایی، رشد و سلامت حیوانات فارم برای مالداران ارائه شود.

نتایج

کاربرد هوش مصنوعی در شناسایی و ردیابی حیوانات فارم

شناسایی دقیق، انفرادی و فوری حیوانات در فارم های بزرگ مالداران، پایه گذار بسیاری از اقدامات مدیریتی مؤثر مانند واکسیناسیون، تغذیه هدفمند، نظارت سلامت و بهینه سازی تولید است. هوش مصنوعی با بهره گیری از الگوریتم های یادگیری عمیق و بینایی کامپیوتری، توانسته است شناسایی حیوانات را از طریق ویژگی های منحصر به فرد مانند ساختار چهره، الگوهای رنگی بدن و مشخصات بینی، با دقتی بالای ۹۶٪ انجام دهد (Ferraz et al., 2024; Hasan et al., 2024). افزون بر این، فناوری های ترکیبی شامل سیستم موقعیت یابی جهان ۳، شناسایی با امواج رادیویی ۴ و سیستم های مبتنی بر اینترنت اشیا ۵، امکان ردیابی حرکت حیوانات را در محیط فارم یا چراگاه فراهم می کنند. این ارقام نه تنها در تحلیل رفتارهای روزانه مانند زمان استراحت، چرا و آشامیدن مفید هستند بلکه در ارزیابی رفاه حیوان نیز کاربرد دارند. استفاده

³ Global Positioning System

⁴ Radio Frequency Identification

⁵ Internet of Things

از تکنولوژی‌های شناسایی غیرتماسی، در عین بهبود مدیریت، از ایجاد استرس برای حیوانات نیز جلوگیری می‌کند (Fuentes et al., 2022).

نظارت رشد، تغذیه و مدیریت خوراک با استفاده از هوش مصنوعی

مدیریت خوراک و نظارت رشد از مهم‌ترین عوامل در بهینه‌سازی تولید حیوانی و کاهش هزینه‌ها است. سیستم‌های هوشمند تغذیه حیوان با کمک سنسورهای وزنی، سنجش تصویری و تحلیل یادگیری عمیق (Deep Learning)، می‌توانند مصرف خوراک را به‌طور دقیق ثبت و روند رشد حیوان را نظارت کنند (Fuentes et al., 2022; Binuni Rebez et al., 2024). این معلومات، الگوریتم‌های AI را قادر می‌سازد تا رفتارهای تغذیه‌ای غیرطبیعی مانند کاهش مصرف خوراک یا نوسانات وزنی را شناسایی کرده و هشدار دهند. ارقام تحلیلی از ترکیب شیر یا کود، با استفاده از طیف‌سنجی مادون قرمز^۶، بیش از دقتی نسبت به سلامت تغذیه‌ای حیوانات را فراهم می‌کند. علاوه بر آن، مدل‌های شبکه عصبی مانند LSTM^۷ و GRU^۸، MLP^۹ می‌توانند رابطه میان مواد غذایی وارد شده در تغذیه و بازده نهایی را تحلیل کرده و حتی برای تنظیم جیره‌های غذایی شخصی‌سازی شده پیشنهاد ارائه دهند (Tedeschi, 2022). نظارت محیطی (حرارت، رطوبت، تهویه) و تأثیر آن بر رشد نیز در مدل‌های ترکیبی جنتیک-محیطی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی تحلیل می‌شود (Hossaini et al., 2022). این امر منجر به افزایش دقت در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و کاهش اتلاف منابع می‌گردد. (Deep Learning) شاخه‌ای قدرتمند از یادگیری ماشین و هوش مصنوعی است که توانایی عملکرد بهتر نسبت به روش‌های سنتی یادگیری ماشین، به‌ویژه در پردازش داده‌های بزرگ و بدون ساختار، را دارد (Shiri et al., 2024).

این مودل‌ها شامل لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی هستند که واحدهای پردازشی در آن‌ها سازمان‌دهی شده‌اند. هر واحد با واحدهای لایه پایین‌تر متصل است و هر اتصال دارای وزنی است که ورودی‌ها را ضرب در آن کرده و سپس جمع می‌کند تا خروجی تولید شود (Shrestha & Mahmood, 2019). Multi-Layer Perceptron نوعی شبکه عصبی هوش مصنوعی پیش‌خور است که از چندین لایه تشکیل شده و برای یادگیری روابط پیچیده و غیرخطی در داده‌ها استفاده می‌شود (Sarker, 2021). Long Short-Term Memory یک نوع شبکه عصبی در یادگیری عمیق است. این مدل برای پردازش داده‌های ترتیبی و زمانی استفاده می‌شود می‌تواند اطلاعات مهم را حفظ کند و اطلاعات غیر ضروری را کند (Fang, Chen, & Xue, 2021). Gated Recurrent Unite نوعی RNN است با ساختار ساده از LSTM، بدون حالت سلول جداگانه دارای سه بخش اصلی بوده که حافظه جاری امکان حفظ و به روز رسانی انتخابی اطلاعات گذشته و یادگیری وابستگی‌های بلند مدت را فراهم می‌کند (Dutta, Kumar, & Basu, 2020).

تشخیص زودهنگام بیماری‌ها و تحلیل سلامت حیوانات

تشخیص زودهنگام بیماری‌ها در حیوانات نه تنها از نظر اقتصادی، بلکه از نظر رفاه حیوان و ایمنی غذایی حائز اهمیت فراوان است. سیستم‌های هوش مصنوعی با ترکیب ارقام رفتاری (مانند لنگ بودن، کم‌حرکی، تغییرات تغذیه‌ای)، فیزیولوژیکی (حرارت، ضربان قلب، تنفس) و محیطی، می‌توانند الگوهای غیرعادی سلامت را شناسایی کنند و هشدارهای پیشگیرانه صادر نمایند (Kamphuis et al., 2020; Hernandez-Julio et al., 2021). الگوریتم‌هایی مانند

^۶ Near-Infrared Spectroscopy

^۷ Multi-Layer Perceptron

^۸ Gated Recurrent Unite

^۹ Long Short-Term Memory

۱۰ SVM، Random Forest و شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNN) ۱۱) توانسته‌اند بیماری‌هایی همچون التهاب پستان، تب شیر، کتوز، و مشکلات گوارشی را با حساسیت ۷۰-۹۷٪ پیش‌بینی کنند (Sahar et al 2020; Nascimento et al., 2025). ابزارهای پوشیدنی مانند تسمه‌های هوشمند، سنسورهای درون‌گوشی یا دستگاه‌های متصل به پوست، معلومات فیزیولوژیکی را به‌صورت پیوسته ثبت و به سیستم‌های تحلیلی منتقل می‌کنند (Ottó, 2022; Rao et al., 2023). این فناوری‌ها در کنار سیستم‌های مدیریت فارم (Farm Management Software)، یک اکوسیستم کامل برای تصمیم‌گیری سریع در درمان، قرنطینه یا اصلاح تغذیه ایجاد می‌کنند.

تحلیل رفاه حیوانات و شناسایی علائم استرس با کمک هوش مصنوعی

مفهوم رفاه حیوان در سال‌های اخیر از یک نگرانی اخلاقی به یک ضرورت اقتصادی و قانونی تبدیل شده است. هوش مصنوعی با تحلیل ترکیبی ارقام رفتاری (تعامل اجتماعی، حرکات غیرمعمول، الگوهای خواب)، فیزیولوژیکی (فشار خون، حرارت بدن) و عاطفی (حالات چهره، صداسازی)، می‌تواند سطح رفاه یا استرس حیوانات را نظارت نماید (Neethirajan, 2024; Gehlot et al., 2022). فناوری‌های نوینی مانند Affective Computing یا Emotional AI از تصاویر دوربین‌ها و الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای تحلیل احساسات حیوانات استفاده می‌کنند. تغییرات جزئی در حالات گوش، چشم، دم یا واکنش به صداها می‌تواند نشانه‌هایی از درد، ترس یا اضطراب باشد (Liu & Can, 2024). پلتفرم‌های هوشمند مانند IUMENTA با مدل‌سازی دیجیتال وضعیت روانی و جسمی حیوان‌ها، تصویری دقیق از سلامت کلی حیوان فراهم می‌کنند (Fuentes et al., 2022). همچنین بررسی کیفیت بستر، فضای موجود برای نگهداری، میزان دسترسی به غذا و آب، از ارقام هستند که سیستم‌های AI برای ارزیابی شاخص رفاه حیوان در سطح فارم استفاده می‌کنند.

چالش‌ها و فرصت‌های توسعه هوش مصنوعی در مالداری کشورهای در حال توسعه

هرچند پتانسیل هوش مصنوعی در تحول سکتور مالداری اثبات شده، اما تطبیق آن در کشورهای در حال توسعه با چالش‌هایی مانند ضعف زیرساخت دیجیتال، قیمت بالای تجهیزات، فقدان ارقام بومی و کمبود منابع انسانی متخصص همراه است (Ahmed et al., 2023; Sadeghi et al., 2023). دسترسی محدود به اینترنت پایدار، کمبود برق در مناطق دهاتی و عدم پذیرش سریع تکنولوژی توسط فارم‌داران سنتی از موانع مهم پیاده‌سازی هوش مصنوعی در این کشورها است. با این حال، تجارب موفق برخی کشورها نشان می‌دهد که حتی ابزارهای ساده مانند اپلیکیشن‌های موبایلی برای ثبت مصرف خوراک، دوربین‌های ارزان برای نظارت تصویری، یا دستگاه‌های رادیویکم‌هزینه، می‌توانند سرآغاز تحول دیجیتال در فارم‌ها باشند (Ali et al., 2023; Patel et al., 2022). از سوی دیگر، آموزش فارم‌داران، تدوین سیاست‌های حمایتی، ایجاد مراکز نوآوری دهاتی و توسعه مشارکت‌های بخش خصوصی از راهکارهای کلیدی برای بومی‌سازی هوش مصنوعی در سکتور مالداری به‌شمار می‌روند (Hasan et al., 2024). استفاده از ارقام محلی، طراحی سیستم‌های ساده‌شده و مقاوم در برابر شرایط سخت و توسعه الگوریتم‌هایی با مصرف کم انرژی، راهکارهایی عملی برای کشورهای چون افغانستان است.

¹⁰ Support Vector Machine

¹¹ Convolutional Neural Networks

جدول ۱. چالش ها و فرصت های بومی سازی هوش مصنوعی در مالداری کشورهای در حال توسعه

چالش ها	جزئیات/ مثال ها	فرصت ها / رهکار ها
ضعف زیر ساخت دیجیتال	دسترسی محدود به اینترنت پایدار، کمبود برق در مناطق روستایی	استفاده از ابزار های ساده و کم هزینه مانند اپلیکیشن های تلفن، دوربین های ارزان دستگاه های رادیویکم
هزینه بالای تجهیزات	تجهیزات پیشرفته و پرهزینه برای هوش مصنوعی و سنسور ها	انتخاب و بومی سازی ابزار های کم هزینه و ساده
فقدان ارقام بومی	الگوریتم ها و مدل ها بر اساس داده های خارجی توسعه یافته اند	استفاده از ارقام محلی و جمع آوری داده های داخلی برای آموزش مدل ها
کمبود نیروی انسانی متخصص	کمبود کارشناسان هوش مصنوعی و فناوری در مناطق روستایی	آموزش فارمداران و ایجاد مراکز نوآوری روستایی
پذیرش کند فناوری	مقاومت فارمداران سنتی در استفاده از تکنولوژی	طراحی سیستم های ساده و قابل استفاده، ترویج آگاهی و آموزش کاربردی
مصرف بالای انرژی الگوریتم ها	برخی الگوریتم های پیچیده انرژی زیادی مصرف می کنند	توسعه الگوریتم های سبک با مصرف کم انرژی و مقاوم در شرایط سخت

منبع: یافته های تحقیق

بحث

هوش مصنوعی به عنوان یکی از فناوری های نوین و تحول آفرین، نقش مهمی در بهبود مدیریت فارم های حیوانی ایفا می کند، به ویژه در بخش هایی مانند شناسایی، نظارت بر رشد، تغذیه، سلامت و رفاه حیوانات کاربرد گسترده دارد. یافته های این تحقیق نشان می دهد که استفاده از الگوریتم های پیشرفته نظیر یادگیری عمیق، بینایی کمپیوتری و مدل های پیش بینی کننده، موجب افزایش چشمگیر دقت و سرعت در تصمیم گیری های مدیریتی شده است. در بخش شناسایی و ردیابی حیوانات، نتایج بیانگر آن است که فناوری های مبتنی بر بینایی کمپیوتری و یادگیری عمیق می توانند حیوانات را به صورت انفرادی و با دقت بسیار بالا (بیش از ۹۶ درصد) شناسایی کنند. این موضوع با مطالعات قبلی همخوانی داشته و نشان دهنده برتری روش های غیرتماسی نسبت به روش های سنتی مانند برچسب گذاری فیزیکی است. علاوه بر این، این سیستم ها باعث کاهش استرس حیوانات شده و امکان نظارت پیوسته و دقیق بر رفتار آن ها را فراهم می سازند که برای مدیریت مؤثر فارم اهمیت زیادی دارد.

در زمینه نظارت بر رشد و تغذیه، تحلیل ها نشان می دهد که سیستم های هوشمند قادرند ارقام مختلف مانند وزن، تصاویر و شرایط محیطی را با یکدیگر ترکیب کرده و با استفاده از مدل هایی مانند LSTM و GRU، روند رشد و الگوهای تغذیه ای را با دقت بالا پیش بینی کنند. این امر زمینه را برای استفاده از تغذیه دقیق (Precision Feeding) فراهم می کند، به گونه ای که جیره غذایی هر حیوان به صورت جداگانه تنظیم می شود. چنین رویکردی علاوه بر افزایش بهره وری، موجب کاهش ضایعات و استفاده بهینه از منابع نیز می گردد. در حوزه سلامت حیوانات، یافته ها نشان می دهد که هوش مصنوعی توانایی بالایی در تشخیص زودهنگام بیماری ها دارد. ترکیب داده های رفتاری، فیزیولوژیکی و محیطی و تحلیل آن ها با استفاده از الگوریتم هایی مانند SVM، Random Forest و CNN، امکان پیش بینی بیماری ها را با دقتی بین ۷۰ تا ۹۷ درصد فراهم کرده است. این قابلیت نه تنها باعث کاهش تلفات و هزینه های درمانی می شود، بلکه در جلوگیری از شیوع بیماری ها و ارتقای ایمنی غذایی نیز نقش مهمی دارد. به طور کلی، کاربرد هوش مصنوعی در سکتور مالداری به عنوان یک راهکار نوین، زمینه ساز تحولات اساسی در مدیریت و نظارت بر حیوانات فارم گردیده است. نتایج این تحقیق نشان

می‌دهد که این فناوری در بخش‌های مختلف از جمله شناسایی دقیق حیوانات با استفاده از سیستم‌های بینایی ماشین و موقعیت‌یابی، نظارت بر رشد، تنظیم برنامه‌های غذایی و ارزیابی کیفیت خوراک تأثیر مثبت داشته است.

همچنین، استفاده از تکنالوژی‌هایی مانند آخورهای هوشمند، سنجش ترکیب شیر و پیش‌بینی نیازهای تغذیه‌ای، به کاهش ضایعات، بهبود کارایی فارم و ارتقای سلامت حیوانات کمک کرده است. در بخش صحت نیز، توانایی هوش مصنوعی در تشخیص زودهنگام بیماری‌ها بر اساس داده‌های فیزیکی و رفتاری حیوانات، منجر به کاهش تلفات، کاهش مصرف غیرضروری دوا و بهبود وضعیت عمومی صحت حیوانات شده است. با وجود این مزایا، تطبیق گسترده این فناوری‌ها در کشورهای در حال توسعه مانند افغانستان با چالش‌هایی همراه است. کمبود زیربنای دیجیتال، هزینه بلند تجهیزات، دسترسی محدود به اینترنت و نبود نیروی متخصص از جمله موانع عمده به شمار می‌روند. علاوه بر این، بسیاری از سیستم‌های هوش مصنوعی برای فارم‌های بزرگ و صنعتی در کشورهای پیشرفته طراحی شده‌اند، در حالی که فارم‌های کوچک مقیاس در کشورهای در حال توسعه به راه‌حل‌های ساده‌تر و بومی‌سازی شده نیاز دارند.

با این حال، فرصت‌هایی مانند توسعه اپلیکیشن‌های موبایلی کم‌هزینه، استفاده از سنسورهای ساده و اجرای برنامه‌های آموزشی برای فارم‌داران، می‌تواند زمینه استفاده تدریجی و مؤثر از هوش مصنوعی را فراهم سازد. در این راستا، همکاری میان دولت، نهادهای تحقیقاتی و سکتور خصوصی برای تأمین حمایت‌های مالی و تخنیکی، آموزش نیروی انسانی و توسعه راه‌حل‌های بومی، از اهمیت ویژه برخوردار است. در نهایت، استفاده مؤثر از هوش مصنوعی می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری، بهبود رفاه حیوانات، کاهش فقر روستایی و تقویت امنیت غذایی در کشورهای مانند افغانستان گردد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با پیشرفت سریع تکنالوژی در دهه‌های اخیر، هوش مصنوعی به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای نوین، نقش برجسته‌ای در تحول سکتور مالداری ایفا کرده است. این مطالعه مروری روایتی نشان داد که کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت حیوانات فارم نه تنها باعث بهبود نظارت بر رشد، تغذیه و صحت حیوانات می‌شود، بلکه می‌تواند سطح بهره‌وری فارم‌ها را نیز به گونه‌ای چشم‌گیر افزایش دهد. تکنالوژی‌هایی چون بینایی ماشین، سنسورهای هوشمند، تحلیل ارقام و یادگیری ماشین، بستر مؤثری برای شناسایی دقیق حیوانات، نظارت فعالیت‌های آن‌ها، تشخیص امراض، تنظیم تغذیه و ارزیابی رفاه حیوانات فراهم ساخته است. به‌رغم چالش‌هایی چون هزینه‌های بلند، نبود زیرساخت‌ها و کمبود ظرفیت‌های تخنیکی در کشورهای در حال توسعه، یافته‌ها نشان می‌دهند که هوش مصنوعی ظرفیت آن را دارد تا در میان‌مدت و درازمدت به یک ابزار مؤثر در کاهش هزینه‌های تولید، بهبود وضعیت صحت حیوانات، کاهش مصرف دوا و افزایش کیفیت محصولات حیوانی مبدل گردد. به ویژه در کشورهای مانند افغانستان، بهره‌گیری هدفمند از این تکنالوژی می‌تواند نقشی مؤثر در تقویت اقتصاد دهاتی، کاهش فقر و بهبود امنیت غذایی ایفا نماید. با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر پیشنهادها به صورت ذیل لست می‌شود؛

۱. توسعه زیربنای دیجیتال: برای بهره‌برداری مؤثر از هوش مصنوعی نیاز است دولت و نهادهای پالیسی‌ساز در توسعه اینترنت پر سرعت، برق پایدار و تجهیزات دیجیتالی در مناطق دهاتی سرمایه‌گذاری نمایند.
۲. تربیه و ارتقای ظرفیت فارم‌داران: اجرای برنامه‌های آموزشی برای آگاهی‌دهی به فارم‌داران در مورد مزایای هوش مصنوعی، نحوه کارکرد سیستم‌ها و استفاده از اپلیکیشن‌های ساده بسیار ضروری است.

۳. انکشاف تکنالوژۍ‌های بومی: لازم است شرکت‌های تکنالوژیکی و مراکز تحقیقاتی ابزارهایی متناسب با نیاز فارم‌های کوچک‌مقیاس طراحی و بومی‌سازی کنند تا قابل استفاده در شرایط محلی باشند.
۴. تشویق سرمایه‌گذاری خصوصی: ایجاد زمینه برای مشارکت سکتور خصوصی در توسعه و تطبیق ابزارهای هوش مصنوعی می‌تواند سرعت انکشاف این بخش را افزایش دهد.
۵. حمایت پالیسی‌سازان: تنظیم پالیسی‌ها و استراتژی‌هایی در سطح ملی به‌منظور ترویج استفاده از هوش مصنوعی در سکتور مالداري، باید در اولویت نهادهای ذیربط قرار گیرد.
۶. تحقیقات بیشتر در سطح ملی: انجام مطالعات میدانی در شرایط افغانستان برای ارزیابی عملی بودن این تکنالوژي‌ها و اندازه‌گیری تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی آن ضروری پنداشته می‌شود.

References

- Ahmed, G., Malick, R. A. S., Akhunzada, A., Zahid, S., Sagri, M. R., & Gani, A. (2021). An approach towards IoT-based predictive service for early detection of diseases in poultry chickens. *Sustainability*, 13(23), 13396. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132313396>
- Akhigbe, B. I., Munir, K., Akinade, O., Akanbi, L., & Oyedele, L. O. (2021). IoT technologies for livestock management: a review of present status, opportunities, and future trends. *Big data and cognitive computing*, 5(1), 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/bdcc5010010>
- Can, L. (2024, October). Application of artificial intelligence in animal nutrition and feed science. In 4th International Conference on Public Administration, Health and Humanity Development (PAHHD 2024) (pp. 187-194). Atlantis Press. DOI: [10.2991/978-2-38476-295-8_23](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-295-8_23)
- Dutta, A., Kumar, S., & Basu, M. (2020). A gated recurrent unit approach to bitcoin price prediction. *Journal of risk and financial management*, 13(2), 23. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm13020023>
- Ferraz, P. A., Poit, D. A. S., Pinto, L. M. F., Guerra, A. C., Neto, A. L., do Prado, F. L., & Pugliesi, G. (2024). Accuracy of early pregnancy diagnosis and determining pregnancy loss using different biomarkers and machine learning applications in dairy cattle. *Theriogenology*, 224, 82-93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.05.006>
- Fuentes, S., Viejo, C. G., Tongson, E., & Dunshea, F. R. (2022). The livestock farming digital transformation: implementation of new and emerging technologies using artificial intelligence. *Animal health research reviews*, 23(1), 59-71 DOI: <https://doi.org/10.1017/S1466252321000177>
- Fang, W., Chen, Y., & Xue, Q. (2021). Survey on research of RNN-based spatio-temporal sequence prediction algorithms. *Journal on Big Data*, 3(3), 97. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Gehlert, A., Malik, P. K., Singh, R., Akram, S. V., & Alsuwian, T. (2022). Dairy 4.0: Intelligent communication ecosystem for the cattle animal welfare with blockchain and IoT enabled technologies. *Applied Sciences*, 12(14), 7316. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12147316>
- Hosseini, M., Resnik, D. B., & Holmes, K. (2023). The ethics of disclosing the use of artificial intelligence tools in writing scholarly manuscripts. *Research Ethics*, 19(4), 449-465. DOI: <https://doi.org/10.1177/17470161231180449>
- Kamphuis, C., Duenk, P., Veerkamp, R. F., Visser, B., Singh, G., Nigsch, A., & Broekhuijsen, M. L. W. J. (2020). Machine learning to further improve the decision which boar ejaculates to process into artificial insemination doses. *Theriogenology*, 144, 112-122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.12.017>
- Nascimento, D., & de Souza Veloso, J. (2025). A study on the application of artificial intelligence in material movement based on scientific publications. *REMUNOM*, 1(1), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.61164/rmnm.v1i1.3420>
- Neethirajan, S., Scott, S., Mancini, C., Boivin, X., & Strand, E. (2024). Human-computer interactions with farm animals—enhancing welfare through precision livestock farming and artificial intelligence. *Frontiers in veterinary science*, 11, 1490851. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1490851>
- Patel, H., Samad, A., Hamza, M., Muazzam, A., & Harahap, M. K. (2022). Role of artificial intelligence in livestock and poultry farming. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, 6(4), 2425-2429. DOI: [10.33395/sinkron.v7i4.11837](https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i4.11837)
- Rohan, A., Rafiq, M. S., Hasan, M. J., Asghar, F., Bashir, A. K., & Dottorini, T. (2024). Application of deep learning for livestock behaviour recognition: A systematic literature review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 224, 109115 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109115>
- Rebez, E. B., Sejian, V., Silpa, M. V., Kalaignazhal, G., Thirunavukkarasu, D., Devaraj, C., & Dunshea, F. R. (2024). Applications of artificial intelligence for heat stress management in ruminant livestock. *Sensors*, 24(18), 5890. DOI: <https://doi.org/10.3390/s24185890>
- Rao, A., Monika, H. R., Rakshitha, B. C., & Thaseen, S. (2023). Cattle disease prediction using artificial intelligence. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 11(IV), 2184. DOI: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.50535>
- Sadeghi, M., Banakar, A., Minaei, S., Orooji, M., Shoushtari, A., & Li, G. (2023). Early detection of avian diseases based on thermography and artificial intelligence. *Animals*, 13(14), 2348 DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13142348>
- Szenci, O. (2022). Accuracy to predict the onset of calving in dairy farms by using different precision livestock farming devices. *Animals*, 12(15), 2006. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12152006>
- Sahar, M. W., Beaver, A., von Keyserlingk, M. A., & Weary, D. M. (2020). Predicting disease in transition dairy cattle based on behaviors measured before calving. *Animals*, 10(6), 928. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10060928>
- Shrestha, A., & Mahmood, A. (2019). Review of deep learning algorithms and architectures. *IEEE Access*, 7, 53040–53065. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2912200>
- Shiri, F. M., Perumal, T., Mustapha, N., & Mohamed, R. (2024). A comprehensive overview and comparative analysis on deep learning models. DOI: <http://dx.doi.org/10.32604/jai.2024.054314>
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN computer science*, 2(3), 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Schillings, J., Bennett, R., & Rose, D. C. (2021). Exploring the potential of precision livestock farming technologies to help address farm animal welfare. *Frontiers in Animal Science*, 2, 639678. DOI: <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.639678>

- Tedeschi, L. O. (2022). ASAS-NANP symposium: mathematical modeling in animal nutrition: the progression of data analytics and artificial intelligence in support of sustainable development in animal science. *Journal of Animal Science*, 100(6), DOI: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
- Zohirul Islam, H., Khan, S., Paul, S. K., Imtiaz Rahi, S., Hossain Sifat, F., Mahadi Hasan Sany, M., & Hossain Polas, I. (2024). Muzzle-Based Cattle Identification System Using Artificial Intelligence (AI). *arXiv e-prints*, arXiv-2407.DOI:[10.48550/arXiv.2407.06096](https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.06096)