

The Transformation of Digital Entrepreneurship in Afghanistan in the Age of Artificial Intelligence; An Approach Based on Intelligent Computing, Algorithmic Ethics, and Comparative Analysis

Mohammad Shah Omid¹ , Reza Moeen² , Mohammad Wasil Jalali³ 

1. Faculty Member, Department of Information Technology, Faculty of Computer Science, Kateb University, Kabul, Afghanistan. (Corresponding Author)

Email: m.shah.omid@kateb.edu.af

2. Visiting Lecturer, Department of Information Technology, Faculty of Computer Science, Kateb University, Kabul, Afghanistan.

3. Bachelor's Degree in Computer Science, Faculty of Computer Science, Polytechnic University, Kabul, Afghanistan. Email: wasil.jalali@kpu.edu.af

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 01/02/2026
Received in revised form: 02/02/2026
Accepted: 12/03/2026
Available online: 19/03/2026

Keywords:

Artificial Intelligence,
Intelligent Computing,
Digital Entrepreneurship,
Algorithmic Ethics,
Comparative Analysis,
Developing Countries

ABSTRACT

The rapid advancement of artificial intelligence has transformed entrepreneurship from physical assets to data-driven and algorithm-driven processes. This study focuses on Afghanistan—a country in the early stages of digital transition-and addresses the question of how a framework based on intelligent computing and aligned with algorithmic ethics can be designed for digital entrepreneurship development despite infrastructural, data, and human capital constraints. Using a descriptive-analytical method and drawing on computer science literature, this paper examines the role of intelligent computing architectures, algorithmic capabilities, and data infrastructures in enabling digital entrepreneurial ecosystems, while simultaneously addressing algorithmic ethics challenges including bias, transparency, accountability, and privacy. A comparative analysis with India and Rwanda is conducted to identify transferable technical and institutional patterns. The findings indicate that limited computational infrastructure, lack of standardized national datasets, and shortage of skilled professionals are the main barriers. However, access to cloud computing, the use of lightweight machine learning models, and the gradual development of localized data ecosystems provide practical pathways for implementing AI-based solutions. Furthermore, integrating algorithmic ethics principles is essential for enhancing public trust and technology adoption in Afghanistan.

Cite this article: Omid, M. Moeen, R. & Jalali, M (2026). The Transformation of Digital Entrepreneurship in Afghanistan in the Age of Artificial Intelligence; An Approach Based on Intelligent Computing, Algorithmic Ethics, and Comparative Analysis, *Kateb Scientific-Research Journal of Technology and Engineering*, 1 (1), 85-101.



© The Author(s).

Publisher: Kateb University.

تحول کارآفرینی دیجیتال در افغانستان در عصر هوش مصنوعی؛ رویکردی مبتنی بر محاسبات هوشمند، اخلاق الگوریتمی و تحلیل تطبیقی

محمدشاه امید^۱ ✉، رضا معین^۲، محمد وصیل جلالی^۳ 

۱. عضو کادر علمی دبیرانمنست تکنالوژی معلوماتی، پوهنځی کمپیوترساینس، پوهنتون کاتب، کابل، افغانستان. (نویسنده مسئول)

ایمیل: m.shah.omid@kateb.edu.af

۲. استاد قراردادی دبیرانمنست تکنالوژی معلوماتی، پوهنځی کمپیوترساینس، پوهنتون کاتب، کابل، افغانستان.

۳. لیسانس رشته کمپیوترساینس، پوهنځی کمپیوترساینس، پوهنتون پولی تخنیک، کابل، افغانستان.

ایمیل: wasil.jalali@kpu.edu.af

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله تحقیقی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۲

تاریخ ارزیابی: ۱۴۰۴/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۲۸

واژه‌های کلیدی:

هوش مصنوعی، محاسبات هوشمند، کارآفرینی دیجیتال، اخلاق الگوریتمی، تحلیل تطبیقی، کشورهای درحال توسعه

پیشرفت هوش مصنوعی، الگوهای کارآفرینی را از دارایی‌های فیزیکی به فرایندهای داده‌محور و الگوریتم‌محور تغییر داده است. این تحقیق با تمرکز بر افغانستان (کشوری در مراحل ابتدایی گذار دیجیتال) به این پرسش پاسخ می‌دهد که چه‌گونه می‌توان با وجود محدودیت‌های زیرساختی، داده‌ای و سرمایه انسانی، یک چارچوب مبتنی بر محاسبات هوشمند و همسو با اصول اخلاق الگوریتمی برای توسعه کارآفرینی دیجیتال طراحی کرد. این مقاله با روش توصیفی تحلیلی و با تکیه بر ادبیات علوم کامپیوتر و تحلیل تطبیقی با کشورهای هند و رواندا، نقش معماری‌های محاسبات هوشمند، توانمندی‌های الگوریتمی و زیرساخت‌های داده‌ای را در توانمندسازی اکوسیستم‌های کارآفرینی دیجیتال بررسی کرده و همزمان چالش‌های اخلاق الگوریتمی (سوگیری، شفافیت، پاسخگویی و حریم خصوصی) را مورد توجه قرار می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که محدودیت در زیرساخت‌های محاسباتی، نبود مجموعه‌داده‌های ملی استاندارد و کمبود نیروی متخصص، از مهم‌ترین موانع هستند. با این حال، دسترسی به رایانش ابری، استفاده از مدل‌های سبک یادگیری ماشین و توسعه تدریجی اکوسیستم‌های داده‌ای بومی، راه عملی برای پیاده‌سازی راهکارهای هوش مصنوعی فراهم می‌سازد. همچنین، ادغام اصول اخلاق الگوریتمی برای افزایش اعتماد عمومی و پذیرش فناوری در افغانستان حیاتی است.

استناد: امید، محمدشاه، معین، رضا و جلالی، محمد وصیل (۱۴۰۴). تحول کارآفرینی دیجیتال در افغانستان در عصر هوش مصنوعی؛ رویکردی مبتنی بر محاسبات هوشمند، اخلاق الگوریتمی و تحلیل تطبیقی. *مجله علمی - تحقیقی تکنالوژی و انجینیری کاتب*، ۱ (۱)، ۸۵-۱۰۱.

مقدمه

تحول دیجیتال اقتصاد جهانی در دهه اخیر به گونه‌ای چشم‌گیر شتاب گرفته است؛ تحولی که بیشتر ناشی از پیشرفت‌های هوش مصنوعی، تحلیل داده‌ها، رایانش ابری و سیستم‌های هوشمند می‌باشد [۱]. این فناوری‌ها با انتقال کانون خلق ارزش از دارایی‌های فیزیکی به فرایندهای داده‌محور و الگوریتم‌محور، بنیان‌های فعالیت اقتصادی را دگرگون ساخته‌اند [۹]. در نتیجه، کارآفرینی دیجیتال به عنوان یک الگوی غالب ظهور کرده است که در آن نوآوری، مقیاس‌پذیری و رقابت‌پذیری بیش از هر زمان دیگر به توانمندی‌های محاسباتی وابسته شده‌اند، نه به منابع سرمایه‌ای سنتی [۱۵]. هوش مصنوعی نقش محوری در این تحول ایفا می‌کند؛ زیرا امکان خودکارسازی هوشمند، تحلیل‌های پیش‌بینانه، شخصی‌سازی خدمات و پشتیبانی تصمیم‌گیری را در حوزه‌های گوناگون فراهم می‌سازد [۳]. از منظر دانش کامپیوتر، کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی نیازمند دسترسی به پایپ‌لاین‌های داده‌ای قوی، معماری‌های محاسباتی مقیاس‌پذیر، الگوریتم‌های یادگیری کارآمد و طراحی‌های امن سیستمی است [۱۶]. بر همین پایه، موفقیت اکوسیستم‌های کارآفرینی دیجیتال به بلوغ زیرساخت‌های محاسبات هوشمند و توانایی طراحی، پیاده‌سازی و حکمرانی سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی وابسته می‌باشد [۱۲، ۲۷].

کشورهای در حال توسعه با شرایط متفاوتی در برابر این تحول قرار دارند؛ به ویژه کشورهایی مانند افغانستان که در مراحل ابتدایی گذار دیجیتال قرار دارند و با محدودیت‌های قابل توجه در زیرساخت‌های فناوریانه، دسترسی‌پذیری داده و ظرفیت سرمایه انسانی روبه‌رو هستند [۷]. این محدودیت‌ها می‌تواند مانعی جدی در مسیر پیاده‌سازی سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و توسعه کارآفرینی دیجیتال پدید آورد. با این حال، گسترش تدریجی دسترسی به فناوری‌های مبتنی بر رایانش ابری، ابزارهای متن‌باز هوش مصنوعی و بسترهای دیجیتال جهانی، فرصت‌هایی نوین برای کاهش موانع ورود و تسریع نوآوری در چنین محیط‌هایی فراهم ساخته است [۶].

افزون‌براین، به کارگیری هوش مصنوعی در بسترهای کارآفرینانه تنها یک چالش فنی به شمار نمی‌رود، بلکه با ملاحظات مهم اخلاقی نیز همراه است. مسائلی همچون سوگیری الگوریتمی، نبود شفافیت در تصمیم‌گیری، نقض حریم خصوصی و ریسک‌های امنیتی می‌تواند اعتماد کاربران را تضعیف کند و اثربخشی سیستم‌های هوشمند را محدود سازد [۱۸]. از این رو، توسعه کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی نیازمند رویکردی یکپارچه است که در آن ملاحظات فنی و اخلاقی به گونه هم‌زمان در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌ها لحاظ گردد.

۱. بیان مسأله

در کشورهای در حال توسعه مانند افغانستان، ظهور کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی هم‌زمان فرصت‌ها و چالش‌هایی را پدید می‌آورد [۷]. محدودیت‌های ساختاری از جمله ضعف زیرساخت دیجیتال، دسترسی محدود به مجموعه داده‌های بزرگ و کمبود نیروی متخصص، پذیرش فناوری‌های پیشرفته محاسباتی را با مانع روبه‌رو می‌سازد [۲۱، ۲۹]. در عین حال، دسترسی فزاینده به بسترهای مبتنی بر رایانش ابری، چارچوب‌های متن‌باز هوش مصنوعی و خدمات دیجیتال توزیع‌شده جهانی، موانع ورود را

کاهش می‌دهد و امکان جهش فناوریانه را فراهم می‌سازد [۶]. این شرایط، افغانستان را به نمونه‌ای مناسب برای بررسی نقش محاسبات هوشمند در حمایت از کارآفرینی دیجیتال در محیط‌های دارای محدودیت منابع تبدیل می‌کند [۲۲]. فراتر از ملاحظات فنی، به‌کارگیری هوش مصنوعی در بسترهای کارآفرینانه، چالش‌های جدی اخلاق الگوریتمی را نیز مطرح می‌سازد [۱۴]. مسائلی مانند تصمیم‌گیری سوگیرانه، فقدان شفافیت در فرایندهای الگوریتمی، نقض حریم خصوصی و آسیب‌پذیری‌های امنیتی می‌توانند اعتماد عمومی را تضعیف و منافع اجتماعی نوآوری دیجیتال را محدود کنند [۱۸]. مواجهه مؤثر با این چالش‌ها نیازمند آن است که اصول اخلاقی به‌گونه‌ای درون‌ساختاری در طراحی و حکمرانی سیستم‌های هوشمند لحاظ شوند، نه این‌که اخلاق تنها به‌عنوان یک الزام مقرراتی یا بیرونی تلقی گردد [۱۴]. برخلاف بسیاری از مطالعات که رویکردی جهان‌شمول و غیرزمینه‌مند اتخاذ می‌کنند، این تحقیق به‌گونه‌ای مشخص بر بستر افغانستان متمرکز است و می‌کوشد تحلیل‌های فنی و مفهومی را با واقعیت‌های ساختاری، زیرساختی و اجتماعی این کشور هم‌راستا سازد.

۲. هدف تحقیق

هدف این مقاله، تحلیل تحول کارآفرینی دیجیتال در افغانستان در عصر هوش مصنوعی با اتخاذ رویکردی یکپارچه مبتنی بر محاسبات هوشمند، اخلاق الگوریتمی و تحلیل تطبیقی است. به‌طور مشخص، این تحقیق بررسی می‌کند که چگونه معماری‌های محاسباتی و فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند فعالیت‌های کارآفرینانه را توانمند سازند [۱۶]، پیامدهای اخلاقی و ریسک‌های مرتبط را از منظر سیستمی تحلیل می‌کند [۱۸] و مسیر دیجیتال افغانستان را در مقایسه با تجربه‌های کشورهای هند و رواندا به بررسی می‌گیرد [۱۹]. بدین ترتیب، مقاله حاضر به ادبیات روبه‌رشد کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی در بستر کشورهای درحال توسعه می‌افزاید و بینش‌هایی کاربردی برای تحقیق‌گران دانش کامپیوتر و کنشگران نوآوری دیجیتال در اقتصادهای نوظهور ارائه می‌کند [۲۰].

۳. پرسش‌های تحقیق

۱. چه‌گونه محدودیت‌های زیرساختی و داده‌ای در افغانستان بر توسعه کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی تأثیر می‌گذارند؟
۲. چه نوع معماری‌های محاسبات هوشمند می‌تواند در بستر افغانستان، با درنظرگرفتن محدودیت منابع، قابل پیاده‌سازی باشد؟
۳. چه‌گونه می‌توان اصول اخلاق الگوریتمی را به‌گونه‌ای درون‌ساختاری در سیستم‌های کارآفرینی دیجیتال در افغانستان ادغام کرد؟
۴. چه الگوهایی از تجربه‌های کشورهای هند و رواندا قابلیت انطباق با شرایط افغانستان را دارند؟

۴. پیشینه تحقیق

کارآفرینی دیجیتال به طور گسترده در چارچوب نوآوری های فناورانه، مدل های کسب و کار مبتنی بر بستر و سیستم های اطلاعاتی بررسی شده است [۱۵، ۱۱، ۲۸] و به عنوان یک پارادایم مبتنی بر فناوری های دیجیتال در ادبیات معاصر کارآفرینی نیز مطرح می گردد. در مراحل ابتدایی، تحقیق ها بیشتر بر نقش اینترنت و فناوری های اطلاعاتی در کاهش هزینه های مبادله و خلق فرصت های نوین کارآفرینانه تمرکز داشتند [۹]. با این حال، در مطالعات معاصر، این حوزه به سوی الگوهای داده محور و مبتنی بر هوش مصنوعی تحول یافته است؛ به گونه ای که تحلیل داده ها، قابلیت های الگوریتمی و سیستم های هوشمند به عناصر محوری در فرایند خلق ارزش و نوآوری تبدیل شده اند [۳].

از منظر دانش کامپیوتر، جریان های گوناگونی از ادبیات تحقیقی بر اهمیت محاسبات هوشمند در نوآوری دیجیتال تأکید دارند [۱۷]. تحقیق ها در زمینه یادگیری ماشین، تحلیل کلان داده و رایانش ابری نشان می دهد که معماری های محاسباتی مقیاس پذیر چگونه به استارت آپ ها امکان می دهند خدمات هوشمند را با تکیه بر منابع فیزیکی محدود ارائه کنند [۱۶]. همچنین مطالعات مربوط به سیستم های هوشمند نشان می دهد که بهینه سازی الگوریتمی، تصمیم گیری خودکار و سازوکارهای یادگیری تطبیقی به گونه ای معنادار، کارایی و مقیاس پذیری بنگاه های دیجیتال را افزایش می دهند [۲]. بخش دیگری از ادبیات به ابعاد اخلاقی و حکمرانی هوش مصنوعی اختصاص دارد [۱۴]. اخلاق الگوریتمی به عنوان حوزه ای کلیدی، بر انصاف، شفافیت، پاسخگویی و حریم خصوصی در سیستم های هوش مصنوعی تمرکز می کند. تحقیقگران استدلال می کنند که مجموعه داده های سوگیرانه، مدل های یادگیری غیرشفاف و ضعف سازوکارهای حکمرانی می توانند به نتایج تبعیض آمیز منتهی شوند و اعتماد به بسترهای دیجیتال را تضعیف کنند [۱۸]. در پاسخ به این چالش ها، راهکارهای فنی مانند هوش مصنوعی قابل توضیح، الگوریتم های کاهش سوگیری و یادگیری ماشین حافظ حریم خصوصی برای نهادهای سازای اصول اخلاقی در طراحی سیستم ها پیشنهاد شده اند [۱۴].

مطالعات تطبیقی پیرامون راهبردهای تحول دیجیتال ملی نیز بینش های ارزشمندی ارائه می دهند [۱۹]. کشورهایی مانند هند با بهره گیری از سامانه های هویت دیجیتال در مقیاس ملی، بسترهای داده باز و برنامه های مهارت آموزی مبتنی بر هوش مصنوعی، توانسته اند کارآفرینی دیجیتال را تقویت کنند [۲۰]. به طور مشابه، رواندا با سرمایه گذاری هدفمند در زیرساخت دیجیتال، مراکز نوآوری و مشارکت های بین المللی، علی رغم محدودیت منابع، شتاب تحول دیجیتال را افزایش داده است [۲۱]. با این حال، بسیاری از این مطالعات از منظر سیاست گذاری یا اقتصادی انجام شده و کمتر به معماری های محاسباتی زیربنایی و ملاحظات الگوریتمی توجه داشته اند. با وجود گسترش این ادبیات، همچنان خلأ تحقیقی در زمینه تلفیق محاسبات هوشمند، اخلاق الگوریتمی و تحلیل تطبیقی در بستر کارآفرینی دیجیتال محیط های کم منبع وجود دارد [۲۲]. به ویژه افغانستان تاکنون کمتر از منظر تحلیلی و مبتنی بر دانش کامپیوتر بررسی شده است [۷].

این مقاله می‌کوشد با تلفیق ابعاد فنی، اخلاقی و تطبیقی، درکی جامع از کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی در افغانستان ارائه کند. با وجود گسترش قابل توجه ادبیات در حوزه کارآفرینی دیجیتال و هوش مصنوعی، این مطالعات با محدودیت‌های مفهومی و کاربردی قابل توجهی روبه‌رو هستند. نخست، از این بابت که بخش عمده‌ای از تحقیق‌ها رویکردی کلی و جهان‌شمول اتخاذ کرده و کمتر به شرایط ویژه کشورهای دارای محدودیت منابع، از جمله افغانستان، توجه داشته‌اند. علت دوم این محدودیت‌ها تمرکز بیشتر آن‌ها بر ابعاد اقتصادی و سیاست‌گذاری است و این که تحلیل‌های مبتنی بر معماری‌های محاسباتی و ملاحظات فنی دانش کامپیوتر در سطح سیستم کمتر صورت گرفته است و علت سوم آن است که اگرچه برخی تحقیق‌ها به اخلاق الگوریتمی پرداخته‌اند، این مباحث اغلب به‌گونه‌ای جداگانه و بدون ادغام در چارچوب‌های طراحی سیستم‌های هوش مصنوعی در کارآفرینی دیجیتال مطرح شده‌اند.

افزون‌براین، در ادبیات موجود، نوعی دوگانگی مشاهده می‌شود؛ طوری که برخی مطالعات بر مزایای تحول دیجیتال و نقش تسهیل‌گر هوش مصنوعی در توسعه کارآفرینی تأکید دارند؛ در حالی که گروهی دیگر بر ریسک‌های مرتبط با سوگیری الگوریتمی، نقض حریم خصوصی و نابرابری دیجیتال تمرکز کرده‌اند، بدون آن که چارچوبی یکپارچه برای تلفیق این دو دیدگاه ارائه دهند.

بر این پایه، خلأ اصلی تحقیقی در نبود یک چارچوب یکپارچه است که بتواند به‌طور هم‌زمان ابعاد فنی محاسبات هوشمند، ملاحظات اخلاق الگوریتمی و ویژگی‌های زمینه‌ای کشورهای در حال توسعه را در تحلیل کارآفرینی دیجیتال ادغام کند. این تحقیق در تلاش است تا با تمرکز ویژه بر بستر افغانستان، این خلأ را پوشش دهد و مدلی تحلیلی ارائه کند که هم از دیدگاه فنی و هم از منظر اجتماعی اخلاقی قابل کاربرد باشد.

۵. چارچوب مفهومی تحقیق

این تحقیق بر پایه یک چارچوب مفهومی یکپارچه استوار است که سه بُعد اصلی را در تحلیل کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی در نظر می‌گیرد: محاسبات هوشمند، اخلاق الگوریتمی و تحلیل تطبیقی. در بُعد محاسبات هوشمند، تمرکز بر لایه‌های فنی شامل داده، زیرساخت، الگوریتم‌ها و سیستم‌های کاربردی است که به‌عنوان بنیان‌های اصلی توسعه راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در نظر گرفته می‌شوند. در بُعد اخلاق الگوریتمی، اصولی همچون انصاف، شفافیت، پاسخگویی و حفظ حریم خصوصی به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند مورد توجه قرار می‌گیرند. در پایان، تحلیل تطبیقی به‌عنوان بُعد سوم این چارچوب، امکان بررسی تجربه‌های کشورهای منتخب (هند و رواندا) را فراهم می‌سازد و به شناسایی الگوهای فنی و نهادی قابل انطباق با شرایط افغانستان کمک می‌کند. این چارچوب مفهومی به تحقیق اجازه می‌دهد تا کارآفرینی دیجیتال را نه تنها به‌عنوان یک پدیده اقتصادی، بلکه به‌عنوان یک نظام اجتماعی فنی تحلیل کند که در آن ابعاد فنی، اخلاقی و زمینه‌ای به‌گونه‌ای یکپارچه در نظر گرفته می‌شوند.

این چارچوب را می‌توان به‌عنوان یک مدل مفهومی پیشنهادی برای تحلیل و توسعه کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی در بستر کشورهای در حال توسعه، به‌ویژه افغانستان، در نظر گرفت.

۶. روش‌شناسی تحقیق و چارچوب تحلیلی

این تحقیق از روش‌شناسی کیفی تحلیلی بهره می‌گیرد که بر ادبیات دانش کامپیوتر، تحلیل داده‌های ثانویه و مطالعات موردی تطبیقی استوار است. در راستای افزایش اعتبار علمی، کوشیده شده است تا افزون بر گزارش‌های معتبر بین‌المللی، از مقاله‌های علمی داوری‌شده (peer-reviewed) منتشرشده در مجله‌ها و کنفرانس‌های معتبر نیز استفاده گردد. بدین منظور، منابع از پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی نظیر IEEE و ScienceDirect، Scopus، Xplore و Springer، و نیز گزارش‌های نهادهای معتبری همچون World Bank، OECD و UNDP گردآوری شده‌اند. انتخاب منابع بر پایه یک رویکرد نظام‌مند و هدفمند انجام شده و معیارهایی از جمله ارتباط مستقیم با کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی، تمرکز بر کشورهای درحال توسعه، انتشار در منابع معتبر علمی و به‌روز بودن (بیشتر پس از سال ۲۰۱۸) در نظر گرفته شده است. این رویکرد امکان پوشش هم‌زمان ابعاد فنی، اقتصادی و اخلاقی موضوع را فراهم ساخته است. رویکرد روش‌شناختی اتخاذشده به‌گونه‌ای طراحی شده است که هم ابعاد فنی و هم جنبه‌های سیستمی تحول کارآفرینی دیجیتال را در بستر هوش مصنوعی پوشش دهد. روش‌شناسی این مطالعه از یک چارچوب تحلیلی ساختاریافته پیروی می‌کند که تحلیل محاسبات هوشمند، ارزیابی اخلاق الگوریتمی و مطالعات موردی تطبیقی را یکپارچه می‌سازد؛ همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است [۱۹].



شکل ۱: چارچوب تحلیلی که محاسبات هوشمند، اخلاق الگوریتمی و تحلیل تطبیقی را برای کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی یکپارچه می‌سازد.

نخست، یک مرور نظام‌مند ادبیات انجام شد که مقاله‌های علمی، گزارش‌های فنی و انتشارات صنعتی مرتبط با محاسبات هوشمند، کارآفرینی دیجیتال و اخلاق الگوریتمی را در بر می‌گرفت. این مرور بر

مدل‌های محاسباتی، معماری‌های سیستمی، زیرساخت‌های داده‌ای و اصول طراحی اخلاقی مرتبط با اکوسیستم‌های کارآفرینی مجهز به هوش مصنوعی تأکید دارد.

سپس، یک چارچوب تحلیلی مبتنی بر محاسبات هوشمند برای بررسی بنیان‌های فناورانه کارآفرینی دیجیتال توسعه داده شد [۱۶]. این چارچوب لایه‌های متعددی از جمله گردآوری و مدیریت داده، زیرساخت محاسباتی، مدل‌سازی الگوریتمی، امنیت سیستم و پیاده‌سازی در سطح کاربرد را در نظر می‌گیرد. هر لایه بر پایه نقشی که در توانمندسازی یا محدودسازی نوآوری کارآفرینانه در محیط‌های دارای محدودیت منابع ایفا می‌کند، تحلیل شده است. این چارچوب به‌عنوان یک مدل تحلیلی چندلایه به کار رفته است که با ادغام ملاحظات اخلاق الگوریتمی از جمله انصاف، شفافیت و حریم خصوصی، امکان تحلیل یکپارچه سیستم‌های کارآفرینی دیجیتال را در بستر افغانستان فراهم می‌سازد.

در مرحله سوم، از روش‌شناسی تحلیل تطبیقی برای زمینه‌مند ساختن چشم‌انداز کارآفرینی دیجیتال افغانستان استفاده شد. کشورهای هند و رواندا به دلیل تفاوت در مقیاس‌های اقتصادی، زمینه‌های جغرافیایی و مسیرهای توسعه دیجیتال، به‌عنوان موارد مرجع انتخاب گردیدند. انتخاب این دو کشور بر پایه معیارهای تحلیلی مشخص صورت گرفته است. هند به‌عنوان نمونه‌ای از یک اکوسیستم دیجیتال در مقیاس بزرگ با زیرساخت‌های پیشرفته داده‌ای و هوش مصنوعی انتخاب شده است؛ در حالی که رواندا نمایانگر کشوری با منابع محدود اما دارای راهبردهای متمرکز و موفق در توسعه دیجیتال می‌باشد. این تفاوت ساختاری امکان شناسایی الگوهای قابل انطباق با شرایط افغانستان را فراهم می‌سازد. تمرکز این مقایسه بر توانمندسازهای فنی همچون بسترهای داده، زیرساخت‌های هوش مصنوعی، توسعه سرمایه انسانی در دانش کامپیوتر و ادغام ملاحظات اخلاقی در به‌کارگیری هوش مصنوعی است. هدف، تقلید مستقیم نیست، بلکه شناسایی الگوهای فنی و سازمانی قابل انتقال و متناسب با افغانستان می‌باشد.

در پایان، ابعاد اخلاقی و ریسک‌های مرتبط با پذیرش هوش مصنوعی در چارچوب تحلیلی گنجانده شد [۱۴]. این امر شامل ارزیابی سوگیری الگوریتمی، ریسک‌های حکمرانی داده، چالش‌های حریم خصوصی و آسیب‌پذیری‌های امنیتی مرتبط با سیستم‌های هوشمند است. با ادغام تحلیل اخلاقی در ارزیابی فنی، این تحقیق اطمینان می‌دهد که کارآفرینی دیجیتال به‌عنوان یک نظام اجتماعی فنی بررسی شود، نه فقط پدیده‌ای اقتصادی یا مبتنی بر سیاست‌گذاری. در مجموع، این روش‌شناسی امکان تحلیلی جامع و ساخت‌یافته از تحول کارآفرینی دیجیتال در افغانستان را فراهم می‌سازد و بینش‌های فنی دانش کامپیوتر را با ملاحظات اخلاقی و تطبیقی پیوند می‌دهد.

۷. تحلیل محاسبات هوشمند و زیرساخت هوش مصنوعی

محاسبات هوشمند ستون فقرات فنی کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی را تشکیل می‌دهد. از منظر دانش کامپیوتر، این حوزه شامل ادغام زیرساخت‌های داده‌ای، معماری‌های محاسباتی، الگوریتم‌های یادگیری و بسترهای پیاده‌سازی است که در مجموع امکان ارائه خدمات دیجیتال هوشمند را فراهم می‌سازند. در محیط‌های دارای محدودیت منابع مانند افغانستان، تحقق سیستم‌های محاسبات هوشمند نیازمند طراحی معماری‌های آگاه از زمینه و متناسب با شرایط محلی است، نه تکرار الگوهای پرمنبع

به کاررفته در اقتصادهای توسعه یافته. کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی نیازمند معماری سلسله مراتبی و لایه‌ای است که داده، زیرساخت، الگوریتم‌ها و خدمات کاربردی را به گونه‌ای یکپارچه در بر گیرد؛ همان گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است [۱۷].



شکل ۲: معماری محاسبات هوشمند سلسله‌مراتبی و لایه‌ای برای کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی. در لایه داده، سیستم‌های هوشمند به دسترس‌پذیری، کیفیت و ساختار داده‌های دیجیتال وابسته‌اند [۲]. افغانستان در حال حاضر فاقد مجموعه داده‌های ملی بزرگ‌مقیاس و استاندارد است، به‌ویژه در حوزه‌هایی چون بهداشت، کشاورزی، آموزش و خدمات عمومی [۷]. این کمبود به‌طور مستقیم بر آموزش و کارایی مدل‌های یادگیری ماشین تأثیر می‌گذارد. با این حال، گسترش روزافزون فناوری‌های همراه و بسترهای دیجیتال، فرصت‌هایی را برای تولید تدریجی داده فراهم می‌سازد [۶]. از دیدگاه فنی، به کارگیری پایپ‌لاین‌های داده‌ای ماژولار و استفاده از ذخیره‌سازی مبتنی بر رایانش ابری می‌تواند محدودیت‌های زیرساختی را کاهش دهد و در عین حال امکان گردآوری و پیش‌پردازش داده‌ها را به گونه‌ای مقیاس‌پذیر فراهم کند [۱۶].

لایه زیرساخت محاسباتی نیز به همان اندازه حیاتی است. کاربردهای پیشرفته هوش مصنوعی به‌طور معمول به منابع محاسباتی با کارایی بالا نیاز دارند که شامل پردازش شتاب‌یافته توسط GPU و محیط‌های محاسبات توزیع‌شده می‌باشد [۱۷]. افغانستان هنوز دارای مراکز داده ملی یا خوشه‌های اختصاصی هوش مصنوعی نیست؛ با وجود این، بسترهای رایانش ابری، راهی جایگزین برای دسترسی به توان محاسباتی مقیاس‌پذیر فراهم می‌کنند [۱۶]. با استفاده از مدل‌های «زیرساخت به عنوان خدمت» (IaaS) و «بستر به عنوان خدمت» (PaaS)، استارت‌آپ‌های دیجیتال می‌توانند راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی را بدون

سرمایه‌گذاری نخستین سنگین در زیرساخت‌های فیزیکی پیاده‌سازی کنند [۸]. این رویکرد با روندهای معاصر در رایانش بدون سرور و پیاده‌سازی مبتنی بر کانتینر همخوانی دارد که پیچیدگی عملیاتی و هزینه‌ها را کاهش می‌دهد.

در سطح الگوریتمی، محاسبات هوشمند برای کارآفرینی دیجیتال به مدل‌های کارآمد و سازگار متکی است [۲]. معماری‌های سبک یادگیری ماشین، تکنیک‌های یادگیری انتقالی و مدل‌های ازپیش‌آموزش‌دیده، به‌ویژه برای محیط‌های کم‌منبع اهمیت دارند [۱۷]. برای نمونه، سازگار ساختن مدل‌های زبانی موجود با زبان‌های محلی مانند دری و پشتو از راه تنظیم دقیق (Fine-tuning) می‌تواند کاربردپذیری خدمات هوش مصنوعی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد و درعین حال نیازهای محاسباتی را کاهش دهد. به‌طور مشابه، الگوهای رایانش لبه‌ای می‌توانند در شرایطی که تأخیر شبکه یا محدودیت اتصال وجود دارد، پردازش محلی را پشتیبانی کنند [۱۶].

امنیت و قابلیت اطمینان سیستم نیز بُعد اساسی دیگری از محاسبات هوشمند به شمار می‌رود [۱۸]. بسترهای کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی در برابر حملات خصمانه، مسموم‌سازی داده و سوءاستفاده از مدل‌ها آسیب‌پذیر هستند. در نبود تدابیر حفاظتی مناسب، چنین آسیب‌پذیری‌هایی می‌تواند اعتماد را تضعیف کند و پذیرش فناوری را با مانع روبه‌رو سازد. از این رو، اصول «امنیت از مرحله طراحی»، سازوکارهای قوی احراز هویت و نظارت پیوسته باید در معماری سیستم‌های هوش مصنوعی ادغام شوند [۱۸]. برای افغانستان، گنجاندن ملاحظات امنیت سایبری در مراحل ابتدایی طراحی سیستم‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا چشم‌انداز تهدیدات در حال تحول است و ظرفیت نهادی برای پاسخ به رخدادها محدود می‌باشد [۲۱]. به‌طور کلی، این تحلیل نشان می‌دهد که محاسبات هوشمند می‌تواند بنیانی قابل اتکا برای کارآفرینی دیجیتال در افغانستان فراهم سازد، مشروط بر آن‌که معماری‌های فنی با در نظر گرفتن مقیاس‌پذیری، ماژولار بودن و قیود اخلاقی طراحی شوند [۱۷]. به‌جای پیگیری زیرساخت‌های متمرکز بزرگ‌مقیاس، یک رویکرد ترکیبی که خدمات ابری، الگوریتم‌های سبک و راهبردهای داده‌ای بومی را با هم تلفیق می‌کند، راهی عملی و پایدار را ارائه می‌دهد [۱۶].

۸. تحلیل اخلاق الگوریتمی و ریسک‌ها

ادغام هوش مصنوعی در کارآفرینی دیجیتال، مجموعه‌ای از چالش‌های اخلاقی و ریسک‌های مرتبط را پدید می‌آورد که فراتر از عملکرد فنی صرف هستند [۱۴]. اخلاق الگوریتمی به‌عنوان حوزه‌ای کلیدی، بر انصاف، شفافیت، پاسخگویی و حریم خصوصی در سیستم‌های هوش مصنوعی تمرکز می‌کند و در ادبیات معاصر به‌عنوان یکی از چالش‌های بنیادین در طراحی سیستم‌های هوشمند مورد توجه قرار گرفته است [۱۲، ۱۳]. در اکوسیستم‌های دیجیتال در حال توسعه، نبود چنین ملاحظات می‌تواند نابرابری‌های اجتماعی را تشدید و اعتماد عمومی به نوآوری‌های فناورانه را تضعیف کند.

یکی از مهم‌ترین ریسک‌های اخلاقی، سوگیری الگوریتمی است [۱۸]. مدل‌های یادگیری ماشین که بر مجموعه‌داده‌های ناقص، غیرنماینده یا دارای سوگیری تاریخی آموزش داده می‌شوند، ممکن است به نتایج تبعیض‌آمیز انجامند. در بستر افغانستان، کمبود داده و نابرابری در بازنمایی دیجیتال، احتمال

تصمیم‌گیری‌های سوگیرانه در خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی را افزایش می‌دهد. از دیدگاه فنی، راهبردهای کاهش سوگیری، از جمله ساخت مجموعه داده‌های متوازن، ممیزی الگوریتمی و تکنیک‌های یادگیری آگاه از انصاف برای کاهش این ریسک ضروری‌اند. ادغام این سازوکارها در طراحی سیستم‌ها، اهداف اخلاقی را با شیوه‌های محاسباتی همسو می‌سازد.

شفافیت و قابلیت توضیح، بُعد مهم دیگری از اخلاق الگوریتمی است [۲]. بسیاری از مدل‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه معماری‌های یادگیری عمیق، به‌گونه «جعبه سیاه» عمل می‌کنند و درک فرایند تصمیم‌گیری آن‌ها برای کاربران و ذی‌نفعان دشوار است. در بسترهای کارآفرینی دیجیتال که دسترسی به خدمات مالی، آموزشی یا فرصت‌های شغلی را زیر تأثیر قرار می‌دهند، نبود قابلیت توضیح می‌تواند مشروعیت سیستم را زیر پرسش ببرد. تکنیک‌های هوش مصنوعی قابل توضیح، مانند ابزارهای تفسیر مدل و سیستم‌های ترکیبی مبتنی بر قواعد، راهکارهای عملی برای افزایش شفافیت بدون کاهش چشم‌گیر کارایی فراهم می‌کنند. حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها نیز از نگرانی‌های اساسی اخلاقی به شمار می‌رود [۲۲]. کاربردهای کارآفرینانه مبتنی بر هوش مصنوعی بیشتر به داده‌های حساس شخصی و رفتاری متکی‌اند و در محیط‌هایی با نظارت مقرراتی محدود، خطر سوءاستفاده یا دسترسی غیرمجاز افزایش می‌یابد. از منظر طراحی سیستم، تکنیک‌هایی چون ناشناس‌سازی داده، یادگیری فدراتیو و معماری‌های ذخیره‌سازی امن می‌توانند ضمن حفظ حریم خصوصی، امکان آموزش و استنتاج مدل‌ها را فراهم سازند.

افزون بر ملاحظات اخلاقی، سیستم‌های هوش مصنوعی ریسک‌های عملیاتی و امنیتی نیز به همراه دارند [۱۸]. حملات خصمانه، دست‌کاری مدل‌ها و تهدیدات سایبری خودکار، چالش‌های جدی برای بسترهای مبتنی بر هوش مصنوعی پدید می‌آورند. مواجهه با این ریسک‌ها نیازمند پیاده‌سازی پروتکل‌های امنیتی قوی، اعتبارسنجی پیوسته مدل‌ها و سازوکارهای دفاعی تطبیقی است. در افغانستان که تخصص امنیت سایبری هنوز در حال شکل‌گیری است، ظرفیت‌سازی در زمینه طراحی امن سیستم‌های هوش مصنوعی، پیش‌شرط اساسی برای کارآفرینی دیجیتال پایدار به شمار می‌رود. در مجموع، اخلاق الگوریتمی نباید به‌عنوان یک قید مقرراتی بیرونی تلقی شود، بلکه باید جزء جدایی‌ناپذیر سیستم‌های محاسبات هوشمند باشد [۱۴]. با همسوسازی اصول اخلاقی و انتخاب‌های فنی در طراحی سیستم‌ها، کارآفرینان دیجیتال می‌توانند بسترهایی مبتنی بر هوش مصنوعی ایجاد کنند که افزون بر نوآورانه و کارآمد بودن، قابل اعتماد و از دیدگاه اجتماعی مسئولانه نیز باشند.

۹. تحلیل تطبیقی: هند و رواندا

تحلیل تطبیقی به‌عنوان یک رویکرد ساختاریافته، امکان شناسایی الگوهای فنی و سازمانی قابل انتقال در توسعه کارآفرینی دیجیتال را فراهم می‌سازد [۲۰]. در این چارچوب، کشورهای هند و رواندا به دلیل تفاوت در مقیاس اقتصادی، سطح توسعه زیرساختی و رویکردهای راهبردی، به‌عنوان موارد مرجع انتخاب شده‌اند. در این بخش، یک ارزیابی تطبیقی از اکوسیستم‌های کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی در هند، رواندا و افغانستان ارائه می‌شود تا الگوهای فنی و نهادی قابل انطباق شناسایی گردد. این مقایسه بر پایه تحلیل ترکیبی از منابع گوناگون، از جمله [۷، ۱۹، ۲۰، ۲۱] انجام شده و نتایج آن به‌گونه خلاصه

در جدول ۱ ارائه گردیده است. همچنین، اطلاعات ارائه شده برای افغانستان بر پایه داده‌ها و گزارش‌های واقعی موجود [۷] استخراج شده است و بیانگر یک سناریوی فرضی نمی‌باشد، بلکه وضعیت کنونی اکوسیستم دیجیتال این کشور را باز می‌تاباند.

بُعد / شاخص	هند	رواندا	افغانستان
زیرساخت دیجیتال	پلتفرم‌های دیجیتال ملی در مقیاس بزرگ	زیرساخت متمرکز و در حال رشد	زیرساخت‌های پراکنده و محدود
میزان استفاده از رایانش ابری	بالا (اکوسیستم‌های ابری دولتی و خصوصی)	متوسط (راهبرد «ابر در اولویت»)	پذیرش در مرحله ابتدایی
دسترسی پذیری داده	مجموعه داده‌های ملی بزرگ و استاندارد	داده‌های بخشی و روبه رشد	مجموعه داده‌های محدود و غیراستاندارد
توسعه نیروی متخصص هوش مصنوعی	زنجیره قوی دانشگاه-صنعت	برنامه‌های هدفمند توسعه مهارت	ظرفیت محدود سرمایه انسانی
حکمرانی و اخلاق هوش مصنوعی	راهبردها و مقررات ملی هوش مصنوعی	حکمرانی دیجیتال مبتنی بر سیاست‌گذاری	چارچوب مقرراتی نوپا
بلوغ اکوسیستم استارت‌آپی	بزرگ، بالغ و در مقیاس جهانی	کوچک اما متمرکز و تطبیق‌پذیر	نوپا و در مراحل اولیه
همکاری‌های بین‌المللی	مشارکت‌های گسترده جهانی	همکاری‌های بین‌المللی راهبردی	محدود اما با ظرفیت روبه رشد

جدول ۱: تحلیل تطبیقی اکوسیستم‌های کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی

منبع: برگرفته و تطبیق یافته از [۷، ۲۱، ۲۰، ۱۹]

هند نمونه‌ای از یک مدل تحول دیجیتال در مقیاس بزرگ است که توسط زیرساخت‌های گسترده داده‌ای، بسترهای دیجیتال ملی و یک زنجیره نیرومند تربیت نیروی متخصص در دانش کامپیوتر هدایت می‌شود [۲۰]. ابتکاراتی مانند سیستم‌های هویت دیجیتال در مقیاس ملی، بسترهای داده باز و خدمات عمومی دیجیتال مبتنی بر رایانش ابری، این امکان را برای استارت‌آپ‌های هندی فراهم ساخته است که راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی را در مقیاس وسیع توسعه دهند [۱۹]. از منظر فنی، موفقیت هند به‌طور مستقیم با دسترسی به مجموعه داده‌های استاندارد شده، زیرساخت‌های ابری مقیاس‌پذیر و ظرفیت‌های پیشرفته تحقیق در حوزه هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های بخش خصوصی مرتبط است [۱۶]. این عامل‌ها زمینه‌ساز استقرار سریع مدل‌های یادگیری ماشین در حوزه‌هایی مانند امور مالی، بهداشت و تجارت الکترونیک شده‌اند [۱۳].

در برابر، رواندا نمایانگر یک رویکرد متمرکز و کارآمد از نظر استفاده از منابع در مسیر تحول دیجیتال است. علی‌رغم محدودیت منابع اقتصادی، این کشور توسعه زیرساخت دیجیتال، ایجاد مراکز نوآوری و مشارکت‌های راهبردی با شرکت‌های فناورانه بین‌المللی را در اولویت قرار داده است. از دیدگاه دانش کامپیوتر، مدل رواندا بر معماری‌های ماژولار سیستم، راهبرد «ابر در اولویت» و برنامه‌های هدفمند توسعه

مهارت‌ها تأکید دارد. رواندا به‌جای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های متمرکز بزرگ‌مقیاس، از بسترهای ابری بین‌المللی و ابتکارات داده‌ای بومی برای پشتیبانی از خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی در حوزه‌های بهداشت، کشاورزی و ادارهٔ عمومی بهره گرفته است [۲۱].

برای افغانستان، هیچ‌یک از این دو مدل به‌طور مستقیم قابل تقلید نیست؛ با این حال، هر دو دربردارندهٔ درس‌های قابل انتقال هستند [۲۱]. تجربهٔ هند اهمیت حکمرانی داده، بسترهای محاسباتی مقیاس‌پذیر و سرمایه‌گذاری پایدار در آموزش فنی را برجسته می‌سازد [۱۹]. در برابر، راهی که رواندا پیموده است نشان می‌دهد که طراحی منسجم سیستم‌ها، اولویت‌بندی راهبردی و مشارکت‌های بیرونی می‌تواند کمبود منابع را جبران کند [۲۱]. یک رویکرد ترکیبی که اندیشهٔ اکوسیستم داده‌محور هند را با راهبرد زیرساختی ماژولار و تطبیق‌پذیر رواندا تلفیق کند، به نظر می‌رسد مناسب‌ترین گزینه برای مرحلهٔ کنونی توسعهٔ دیجیتال افغانستان باشد [۲۲].

۱۰. توصیه‌های راهبردی و فنی

بر پایهٔ تحلیل محاسبات هوشمند، ارزیابی اخلاقی و یافته‌های تطبیقی، این بخش مجموعه‌ای از توصیه‌های راهبردی و فنی را برای حمایت از تحول کارآفرینی دیجیتال در افغانستان پیشنهاد می‌کند. نخست، افغانستان باید توسعهٔ یک معماری بنیادین هوش مصنوعی را در اولویت قرار دهد که لایه‌های گردآوری داده، ذخیره‌سازی، پردازش و کاربرد را به‌گونهٔ یکپارچه در بر گیرد. این معماری باید مبتنی بر رایانش ابری، ماژولار و دارای قابلیت تعامل‌پذیری باشد تا استارت‌آپ‌ها بتوانند خدمات هوشمند را بدون اتکا به زیرساخت‌های فیزیکی بزرگ‌مقیاس پیاده‌سازی کنند [۱۶].

دوم، ایجاد اکوسیستم‌های داده‌ای بومی یک ضرورت اساسی است. توسعهٔ مجموعه‌داده‌های استاندارد و دارای حکمرانی اخلاقی، به‌ویژه برای زبان‌های محلی و بخش‌های کلیدی اقتصادی، می‌تواند امکان‌پذیری کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. دانشگاه‌ها و نهادهای تحقیقی می‌توانند نقش محوری در گردآوری داده و توسعهٔ مدل‌ها ایفا کنند [۱۲].

سوم، توسعهٔ سرمایهٔ انسانی باید با الزامات محاسبات هوشمند همسو گردد. برنامه‌های آموزشی دانش کامپیوتر در دانشگاه‌ها لازم است تمرکز بیشتری بر یادگیری ماشین، مهندسی داده، امنیت سایبری و طراحی اخلاقی هوش مصنوعی داشته باشند. هم‌زمان، ابتکارات آموزشی صنعت-محور می‌تواند شکاف میان دانش نظری و پیاده‌سازی عملی را کاهش دهد [۲۰].

چهارم، اخلاق الگوریتمی باید به‌گونه‌ای مستقیم در فرایندهای طراحی سیستم‌ها ادغام شود. رهنمودهای فنی مربوط به ارزیابی انصاف، قابلیت توضیح و حفظ حریم خصوصی باید همراه با توسعهٔ سیستم‌های هوش مصنوعی به کار گرفته شوند تا ملاحظات اخلاقی در سطح معماری و الگوریتمی لحاظ گردد، نه این‌که تنها به مقررات بیرونی واگذار شود [۱۴]. در پایان، همکاری‌های بین‌المللی باید برای تسریع ظرفیت‌سازی به کار گرفته شود. مشارکت با ارائه‌دهندگان خدمات ابری جهانی، جوامع متن‌باز هوش مصنوعی و شبکه‌های تحقیقی بین‌المللی می‌تواند دسترسی به ابزارها، تخصص و بهترین تجربه‌ها را برای محیط‌های کم‌منبع فراهم سازد [۲۱].

به‌عنوان یک نمونه کاربردی، می‌توان توسعه یک بستر هوشمند در حوزه کشاورزی در افغانستان را در نظر گرفت که با استفاده از مدل‌های سبک یادگیری ماشین و داده‌های گردآوری‌شده از راه تلفن همراه، توصیه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی کاشت، پیش‌بینی آفات و مدیریت منابع آبی ارائه دهد. چنین سیستمی می‌تواند با اتکا به رایانش ابری و بدون نیاز به زیرساخت‌های سنگین محلی پیاده‌سازی شود و درعین‌حال با رعایت اصول حریم خصوصی و شفافیت الگوریتمی، اعتماد کاربران را جلب کند. این نمونه نشان می‌دهد که چگونه چارچوب پیشنهادی تحقیق می‌تواند به‌گونه عملی در بستر افغانستان پیاده‌سازی گردد.

این نمونه می‌تواند به‌عنوان یک مطالعه موردی مفهومی (conceptual case) در نظر گرفته شود که قابلیت پیاده‌سازی چارچوب پیشنهادی تحقیق را در بستر واقعی افغانستان نشان می‌دهد.

۱۱. جمع‌بندی نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف تحلیل تحول کارآفرینی دیجیتالی مبتنی بر هوش مصنوعی در بستر افغانستان انجام شد و کوشید به این مسأله پاسخ دهد که چه‌گونه می‌توان با وجود محدودیت‌های زیرساختی، داده‌ای و سرمایه انسانی، زمینه توسعه این نوع کارآفرینی را در کشور فراهم ساخت. یافته‌های تحقیق نشان داد که در افغانستان، ضعف زیرساخت‌های محاسباتی، نبود مجموعه داده‌های استاندارد و کمبود نیروی متخصص در حوزه هوش مصنوعی از مهم‌ترین موانع توسعه اکوسیستم‌های کارآفرینی دیجیتال به شمار می‌روند. با این‌حال، نتایج بیانگر آن است که استفاده هدفمند از رایانش ابری، به‌کارگیری معماری‌های سبک یادگیری ماشین و توسعه تدریجی اکوسیستم‌های داده‌ای بومی می‌تواند راه‌های عملی و قابل پیاده‌سازی برای غلبه بر این محدودیت‌ها فراهم سازد. از منظر فنی، این تحقیق تأکید می‌کند که موفقیت کارآفرینی دیجیتال در افغانستان بیش از آن‌که به منابع اقتصادی سنتی وابسته باشد، به شیوه طراحی و پیاده‌سازی معماری‌های محاسباتی، مدیریت داده و انتخاب الگوریتم‌های مناسب بستگی دارد. درعین‌حال، یافته‌ها نشان می‌دهد که بی‌توجهی به ملاحظات اخلاق الگوریتمی به‌ویژه در زمینه سوگیری داده، شفافیت تصمیم‌گیری و حفظ حریم خصوصی می‌تواند اعتماد کاربران را تضعیف کند و مانع پذیرش گسترده فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در جامعه افغانستان گردد. از این‌رو، ادغام اصول اخلاقی در سطح طراحی سیستم‌ها به‌عنوان یک ضرورت فنی و اجتماعی مطرح می‌شود.

نتایج تحلیل تطبیقی نیز نشان داد که اگرچه افغانستان از نظر زیرساخت و ظرفیت فنی با کشورهایی مانند هند فاصله قابل توجهی دارد، می‌تواند با اتخاذ رویکردهای ماژولار، استفاده از خدمات ابری و بهره‌گیری از همکاری‌های بین‌المللی (مشابه تجربه رواندا) مسیر توسعه دیجیتال خود را تسریع کند. این یافته‌ها حاکی از آن است که یک رویکرد ترکیبی و بومی‌سازی‌شده، که هم‌زمان به الزامات فنی و شرایط اجتماعی اقتصادی افغانستان توجه داشته باشد، می‌تواند اثربخشی راهبردهای تحول دیجیتال را افزایش دهد.

در مجموع، این تحقیق نشان می‌دهد که تحقق کارآفرینی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی در افغانستان نیازمند یک رویکرد یکپارچه است که در آن زیرساخت‌های محاسبات هوشمند، حکمرانی داده،

ملاحظات اخلاق الگوریتمی و توسعه سرمایه انسانی به گونه هماهنگ در نظر گرفته شوند. چنین رویکردی می تواند زمینه ساز شکل گیری اکوسیستم های نوآوری پایدار و متناسب با واقعیت های بومی افغانستان گردد.

۱۲. پیشنهادهای تحقیقی آینده

در ادامه این تحقیق، انجام مطالعات تجربی مبتنی بر داده های واقعی، ارزیابی پیاده سازی نمونه های عملی سیستم های هوشمند در بخش های گوناگون اقتصادی افغانستان و توسعه مدل های بومی یادگیری ماشین برای زبان ها و نیازهای محلی، می تواند به غنای بیشتر ادبیات این حوزه کمک کند. همچنین، بررسی تأثیرهای اجتماعی و اقتصادی کاربرد هوش مصنوعی در کارآفرینی دیجیتال در بستر افغانستان، راه های مهمی برای تحقیقات آینده فراهم می سازد.

منابع و مراجعها

- [1] K. Schwab, The Fourth Industrial Revolution. New York, USA: Currency, 2018.
- [2] S. Russell and P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th ed. Pearson, 2021.
- [3] B. Marr, Artificial Intelligence in Practice. Wiley, 2019.
- [4] T. Davenport and R. Ronanki, The AI Advantage. MIT Press, 2018.
- [5] E. Brynjolfsson and A. McAfee, Machine, Platform, Crowd. W.W. Norton, 2018.
- [6] A. S. Ghezzi, Digital Entrepreneurship: Theory and Practice. Springer, 2020.
- [7] N. Kshetri, Big Data's Role in Emerging Economies. Oxford University Press, 2017.
- [8] J. Kacprzyk and W. Pedrycz, Intelligent Computing Paradigms. Elsevier, 2020.
- [9] IEEE Computer Society, Cloud Computing Architecture and Systems. IEEE Press, 2019.
- [10] ACM, Security Challenges in Artificial Intelligence Systems: A Survey. ACM Publications, 2021.
- [11] S. Nambisan, "Digital entrepreneurship: Toward a digital technology perspective," Entrepreneurship Theory and Practice, vol. 41, no. 6, pp. 1029–1055, 2017.
- [12] L. Floridi et al., "AI4People—An ethical framework for a good AI society," Minds and Machines, vol. 28, pp. 689–707, 2018.
- [13] B. Mittelstadt et al., "The ethics of algorithms: Mapping the debate," Big Data & Society, 2016.
- [14] A. Vaswani et al., "Attention is All You Need," Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), 2017.
- [15] OECD, Digital Economy Outlook 2020.
- [16] World Bank, Digital Entrepreneurship Report, 2021.
- [17] UNDP, Afghanistan Digital Transformation Report, 2022.
- [18] McKinsey, AI and the Future of Work, 2021.
- [19] World Economic Forum, Global Competitiveness Report, 2020.
- [20] Gartner, AI Maturity Model, 2021.
- [21] PwC, Global AI Study, 2020.
- [22] UNESCO, AI in Developing Countries, 2021.
- [23] OECD, National AI Strategies, 2021.
- [24] Startup Genome, Global Startup Ecosystem Report, 2022.
- [25] ITU, ICT Development Index, 2021.
- [26] UNCTAD, Digital Economy Report, 2021.
- [27] M. Dwivedi et al., "So what if ChatGPT wrote it? Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative

conversational AI,” International Journal of Information Management, 2023.

[28] S. Faraj, S. Pachidi, and K. Sayegh, “Working and organizing in the age of artificial intelligence,” Information and Organization, 2021.

[29] World Bank, “Digital Development Overview 2023,” World Bank, 2023.