مروری بر اثرگذاری فناوری بلاک‌چین بر فناوری‌های نوین (متاورس)

امیر رحمانی
کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، موسسه آموزش عالی فردوس، مشهد، ایران

چکیده

در این تحقیق، که رویکردی مروری داشته است، تلاش شد تا با مطالعه ۱۵ مقاله مرتبط به معرفی رابطه میان فناوری بلاک‌چین و متاورس از دیدگاه کلی و فنی پرداخته گردد. در دیدگاه کلی عناوین تضمین حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، اطمینان از کیفیت داده‌ها، فعال کردن اشتراک‌گذاری بدون درز و ایمن داده‌ها، فعال کردن قابلیت تعامل داده‌ها، اطمینان از یکپارچگی داده‌ها، سیستم مالی و استقرار قرارداد هوشمند به عنوان مفاهیم اثرگذاری فناوری بلاک‌چین در متاورس مورد بررسی قرار گرفت. همچنین در این تحقیق از دیدگاه‌های فنی همچون اکتساب داده، ذخیره‌سازی داده، اشتراک‌گذاری داده، قابلیت همکاری داده‌ها و حفظ حریم خصوصی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

در این تحقیق سعی گردید نقش و اثرات فناوری بلاک‌چین در جهت توسعه برنامه‌ها و خدمات در فضای متاورس مورد بررسی قرار گیرد. با تکیه بر بررسی سیستماتیک بلاک‌چین در فضای متاورس، در هر دو دیدگاه کلی و فنی، فناوری بلاک‌چین توانمندی گسترده‌ای جهت دگرگونی اساسی پیرامون تجربه همه‌جانبه با برنامه‌ها و خدمات مختلف ساخته‌شده در دنیای مجازی را خواهد داشت.

کلمات کلیدی: بلاک‌چین، متاورس، حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، کیفیت داده‌ها، اشتراک‌گذاری ایمن داده‌ها، قابلیت تعامل داده‌ها، اطمینان از یکپارچگی داده‌ها و استقرار قرارداد هوشمند

۱. مقدمه

اصطلاح متاورس ترکیبی از "متا" به معنای مجازی، متعالی و "ورس" که برگردانی از مفهوم جهان است. بنیاد مطالعات شتاب، یک سازمان غیرانتفاعی تحقیقاتی فناوری، متاورس را به چهار دسته دنیای مجازی که یک داستان مجازی بی‌عیب و نقص را تجربه می‌کند، دنیای آینه‌ای که منعکس‌کننده دنیای واقعی فعلی است، یک واقعیت افزوده که نشان می‌دهد. ترکیبی از اطلاعات افزوده شده در دنیای واقعی و ثبت زندگی، که اطلاعات روزمره افراد و اشیاء را جمع‌آوری و ذخیره می‌کند، طبقه‌بندی نمود (اسمارت و همکاران[۱]، ۲۰۰۷). متاورس مرحله بعدی تکامل دیجیتال است که می‌تواند پذیرش دیجیتال را تا سطحی خیره‌کننده متحول کند و دامنه خدمات را فراتر از سیستم‌های استاندارد با دسترسی آنلاین گسترش دهد. دیجیتالی شدن خدمات به روندی برای بهبود کارایی در زمینه‌های کسب وکار، سرگرمی، آموزش یا هر سیستم دیگری که می‌تواند با دسترسی آنلاین ادغام شود، در چند دهه گذشته تبدیل شده است. این سرویس‌ها و

[۱] Smart, Cascio & Paffendorf

سیستم‌ها با قابلیت‌های ارایه‌شده با سیستم‌های دیجیتال و امکانات ذخیره‌سازی، پردازش آنلاین در مراکز داده از راه دور و پلت‌فرم‌های ابری، به حداکثر پتانسیل خود ارتقا یافتند (لی و همکاران[۱]، ۲۰۲۰).

لذا این مفهوم یک محیط دیجیتالی شبیه‌سازی شده را ایجاد می‌کند که می‌تواند به عنوان یک دنیای مجازی فراگیر برای مشتریان خود قبول گردیده و کاربران می‌توانند از طریق آواتارهای دیجیتال خود با رعایت اصل دوگانگی با این سیستم اکو مجازی تعامل داشته باشند (لی و همکاران[۲]، ۲۰۲۱). بنابراین متاورس به دلیل پیشرفت‌های سریع بلاک‌چین، اینترنت اشیا[۳]، هوش مصنوعی، محاسبات ابری، و...، یکی از داغ‌ترین مفاهیمی است که توجه صنعت فناوری را به خود جلب کرده است (جوشا[۴]، ۲۰۱۷). با پیشرفت فناوری، تعداد افرادی که از متاورس استفاده افزایش یافته و با انجام فعالیت‌هایی در سطح واقعیت، داده‌های متنوع و زیادی تولید گردیده، که این داده‌های تولیدی در متاورس به خودی خود دارای ارزش هستند. در چنین فضایی، مقدار داده‌ها و ارزش آنها افزایش یافته و اهمیت قابلیت اطمینان و امنیت در حال افزایش است. در این میان فناوری بلاک‌چین برای تضمین قابلیت اطمینان داده‌ها در متاورس مورد نیاز بوده و از هوش مصنوعی برای ایمن‌سازی تنوع و محتوای غنی آن استفاده می‌شود (جئون و همکاران[۵]، ۲۰۲۲).

متاورس را می‌توان به عنوان یک سیستم اقتصادی کامل و خودسازگار، زنجیره کاملی از تولید و مصرف اقلام دیجیتالی در نظر گرفت. اقتصاد متاورس که به رفتارهای اقتصادی مبتنی بر تولید دیجیتال (ایجاد، مبادله و مصرف در دنیای دیجیتال) اشاره دارد، اجزای اساسی اقتصاد دیجیتال است. توسعه نظام اقتصادی را می‌توان یکی از چالش برانگیزترین وظایف متاورس دانست. زیرا تولید و مصرف دارایی‌های دیجیتالی قابل معامله در دنیای مجازی پدیده‌ای است که اقتصاددانان سنتی با آن مواجه نشده‌اند (لی و همکاران، ۲۰۲۰). در حال حاضر، محققان نمی‌توانند به طور دقیق پیرامون ساختار و مرز متاورس آینده قضاوت کنند. آنها تنها می‌توانند برخی از ویژگی‌های احتمالی آن، مانند فضای باز، تمرکززدایی، تجربه تعامل انسان و رایانه، دارایی‌های دیجیتال و اقتصاد دیجیتال را تصور کنند. آواتارهای بازیکن انسان، ساخته‌ها و مصرف آنها در متاورس بر دنیای فیزیکی تأثیر گذارده و حتی رفتار افراد در دنیای فیزیکی را از طریق تأثیر افکار افراد تغییر می‌دهند. این تغییر اهمیت اجتماعی عمیقی دارد و بنابراین سبک زندگی جامعه پس از انسان را در حالی که سیستم اقتصادی دیجیتال را بازسازی نماید، شکل می‌دهد (دیونیزو و گیلبرت[۶]، ۲۰۱۳). علاوه‌براین، در یک دنیای مجازی عمومی، منصفانه و خودسازماندهی‌شده، سیستم اقتصادی متمرکز دنیای فیزیکی به دلیل حجم بالای مبادلات درگیر نمی‌تواند به طور کارآمد عمل کند. بنابراین، سیستم اقتصادی متاورس باید به گونه‌ای غیرمتمرکز ساخته شود تا دارایی‌های مجازی آواتارها بتوانند به طور موثر در متاورس معامله شوند (یانگ و همکاران[۷]، ۲۰۲۲).

در این میان بلاک‌چین روشی برای ثبت و به اشتراک‌گذاری داده‌ها در چندین انبار داده است، که هر کدام بایگانی داده‌های یکسانی داشته و در مجموع توسط یک شبکه توزیع شده از سرورهای رایانه‌ای (نودها یا گره‌ها)، نگهداری و کنترل می‌شوند (ناتارجان و همکاران[۸]، ۲۰۱۷). بلاک‌چین یک فناوری با چهره‌های متفاوت است. در یک بلاک‌چین باز (بدون مجوز) شخص می‌تواند بدون نیاز به تصویب توسط هر یک از نهادهای اصلی (مرکزی)، به عضویت درآمده و یا از شبکه خارج شود. تمام آنچه برای پیوستن به شبکه و افزودن معاملات نیاز دارد رایانه‌ای است که نرم‌افزار مربوطه روی آن نصب شده باشد. هیچ مالک اصلی شبکه و نرم افزار وجود ندارد و رونوشت یکسان از دفترچه راهنما در تمام گره‌ها یا نودهای

---

[۱] Lee, Moon, Ko, Lee & Yoo
[۲] Lee, Braud, Zhou, Wang, Xu, Lin & Hui
[۳] Internet of Things (IoT)
[۴] Joshua
[۵] Jeon, Youn, Ko & Kim
[۶] Dionisio & Gilbert
[۷] Yang, Zhao, Huang & Zheng
[۸] Natarajan, Krause & Gradstein

شبکه توزیع می‌شود؛ بیشتر ارزهای رمزپایه‌ای که اکنون در حال گردش هستند مبتنی بر کلکسیون‌های مجاز است (ویتزیگ و سلیمان[۱]، ۲۰۱۸).

انتظار می‌رود که بلاک‌چین فرصت‌های مختلفی را برای متاورس به ارمغان آورد و دور جدیدی از نوآوری‌های فناوری و تحول صنعتی را آغاز کند. از سوی دیگر، پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی، راه‌حل‌های امیدوارکننده‌ای را برای غلبه بر چالش‌های توسعه متاورس، مانند تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، تولید محتوای مبتنی بر هوش مصنوعی و استقرار اطلاعات به ارمغان آورده است. در نتیجه، ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی و متاورس به یک روند امیدوارکننده برای ترویج تکامل خوش‌خیم اکوسیستم متاورس مبتنی بر بلاک‌چین تبدیل می‌شود. اگرچه ظهور بلاک‌چین و هوش مصنوعی باعث ایجاد تعداد زیادی فناوری و برنامه‌های کاربردی جدید شده است، ادغام بلاک‌چین و هوش مصنوعی با متاورس چندین چالش تحقیقاتی در حال ظهور را نیز به همراه دارد. به عنوان مثال، حجم تراکنش‌ها در سیستم متاورس به دلیل ویژگی‌های محصولات و بازارهای دیجیتال بسیار بیشتر از حجم معاملات در دنیای فیزیکی است (لامبرت[۲]، ۲۰۲۱).

آنچه روشن است استقرار و توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی و بلاک‌چین با استفاده از متاورس تسریع گردیده و لایه‌های فناوری متاورس همچون محاسبات فضایی، ساخت چارچوب و محتوا برای سازندگان و... را گسترش خواهد یافت. در این تحقیق به مرور مطالعاتی که در حوزه بلاک‌چین و متاورس و فناوری‌های مرتبط با آنها پرداخته شده است. به عنوان مثال شی و همکاران[۳] (۲۰۲۲) در تحقیقی متاورس را به عنوان مثال واقعیت توسعه یافته[۴]، اشکال جدیدی از حضور دوردست جذاب معرفی نموده، که ممکن است کارهای روزمره را آسان‌تر کند. چنین فناوری‌هایی به طور فزاینده‌ای کار، آموزش، مراقبت‌های بهداشتی، مصرف و سرگرمی را تسهیل می‌کنند. با این حال تحقیق، چالش‌های متاورس را در دو بخش واقعیت افزوده[۵] و واقعیت مجازی[۶] و ابعاد عملکرد، تلاش، فیزیکی، ذهنی و تقاضای زمانی را مورد بررسی قرار داده است. سیوانسکار[۷] (۲۰۲۲) بیان می‌کند که متاورس به آرامی دنیای واقعی و مجازی را در هم آمیخته و به آواتارها اجازه می‌دهد در طیف گسترده‌ای از فعالیت‌ها مانند ایجاد، نمایش، سرگرمی، شبکه‌های اجتماعی و تجارت شرکت کنند. هوش مصنوعی برای فعال کردن، پر کردن و حفظ متاورس استفاده خواهد شد. در متاورس در حال گسترش، هوش مصنوعی و فناوری‌های بلاک چین احتمالا نقشی حیاتی ایفا می‌کنند. بلاک‌چین برای ایجاد دنیای مجازی دیجیتالی استفاده می‌کند که در آن هر کسی می‌تواند با خیال راحت و آزادانه در فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی که فراتر از قلمرو فیزیکی است، شرکت کند.

در نگاه گادکالا و همکاران[۸] (۲۰۲۲) علیرغم توجه و مزایای زیاد، یک سوال طبیعی در متاورس این است که چگونه محتوا و داده های دیجیتال کاربران خود را ایمن نمود. در این راستا، بلاک‌چین به دلیل ویژگی‌های متمایز عدم تمرکز، تغییرناپذیری و شفافیت، راه‌حل امیدوارکننده‌ای است. در این راستا روش‌های مبتنی بر بلاک‌چین برای متاورس از دیدگاه‌های فنی (جمع‌آوری داده‌ها، ذخیره‌سازی داده‌ها، اشتراک‌گذاری داده‌ها، قابلیت همکاری داده‌ها) و حفظ حریم خصوصی داده‌ها به طور گسترده مورد بحث قرار گرفت. ژو و همکاران[۹] (۲۰۲۱) در مقاله‌ای بیان نموده‌اند که فناوری‌های متنوعی مانند متاورس، باعث رونق اینترنت اشیا شده‌اند. در نتیجه، طبیعی است که اینترنت اشیا به نیروی محرکه‌ای برای

---

۱ Witzig & Salomon
۲ Lambert
۳ Xi, Chen, Gama, Riar & Hamari
۴ Extended Reality (ER)
۵ Augmented Reality (AR)
۶ Virtual Reality (VR)
۷ Sivasankar
۸ Gadekallu, Huynh-The, Wang, Yenduri, Ranaweera, Pham & Liyanage
۹ Xu, Qu, Luan, Eklund, Xiang & Gao

پاسخگویی به تقاضای فزاینده تراکنش‌های بدون اصطکاک تبدیل شود. برای ایمن‌سازی تراکنش‌ها در اینترنت اشیا و واقعیت مجازی، بلاک‌چین به طور گسترده‌ای مستقر شده است؛ زیرا می‌تواند نیاز به یک مرجع مرکزی قابل اعتماد را برطرف کند. لیم و همکاران[۱] (۲۰۲۲) در مقاله‌ای ضمن اذعان به وجود نسخه‌های ساده متاورس در شرایط کنونی، بیان داشته‌اند که، با توجه به الزامات سنجش، ارتباطات و محاسبات سخت‌گیرانه، هنوز تا تحقق چشم‌انداز متاورس یکپارچه، بدون خرده و قابل همکاری فاصله وجود داشته و نیز در میان نگرانی‌های فزاینده حفظ حریم خصوصی در میان کاربران رخ می‌دهد. همچنین یانگ و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله‌ای مروری به بحث پیرامون چگونگی ترکیب بلاک‌چین و هوش مصنوعی از طریق بررسی مطالعات پیشرفته در سراسر اجزای متاورس، ارزهای دیجیتال، برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی در دنیای مجازی و بلاک‌چین پرداخته‌اند.

بنابراین در سال‌های اخیر، متاورس با توسعه فناوری‌های مرتبط توجه زیادی را در سراسر جهان به خود جلب کرده است. این مفهوم باید جامعه‌ای واقع‌بینانه با تعاملات مستقیم و فیزیکی بیشتر باشد؛ در حالی که مفاهیم نژاد، جنسیت و حتی ناتوانی جسمی تضعیف می‌شود که برای جامعه بسیار مفید است. با این حال، توسعه متاورس هنوز در مراحل اولیه است و پتانسیل زیادی برای بهبود دارد. با توجه به پتانسیل عظیم متاورس، در حال حاضر با آماده‌سازی پیشرفته همراه با سرمایه‌گذاری کلان در سازمان‌هایی مانند فیس‌بوک و... مواجه شده است، اما مباحث اندکی پیرامون متاورس در مراکز دانشگاهی وجود دارد تا بتوان آن را به طور علمی گسترش داد. لذا با توجه به آنچه بیان شد در این تحقیق سعی بر آن است تا با مرور مقالات انجام‌شدن در این حوزه پیرامون چگونگی ترکیب فناوری‌های بلاکچین و هوش مصنوعی با متاورس بحث نمود. به نظر می‌رسد فناوری‌های هوش مصنوعی در ایجاد و گسترش بازار دیجیتال به کار می‌روند. در همین حال، بلاک‌چین می‌تواند دارایی‌های دیجیتال، ارزهای دیجیتال و بازار دیجیتال را تضمین کند.

۲. هوش مصنوعی در متاورس

اصطلاح متاورس در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط نویسنده داستان‌های علمی تخیلی نیل استفنسون رایج شد و از آن زمان توسط شرکت‌هایی مانند سکند لایف[۲]، دسنترالند[۳]، مایکروسافت[۴] و با تازگی متا (فیس‌بوک) توسعه یافته است. در حال حاضر فیس‌بوک به دلیل تلاش‌های خود در زمینه هوش مصنوعی و الگوریتم‌های پیشرفته آن مشهور است. تحقیقات هوش مصنوعی در این سازمان طیف گسترده‌ای از موضوعات از جمله تجزیه وتحلیل محتوا، پردازش صدای خودناظر، رابطهای روباتیک و... را شامل می‌شود؛ که ممکن این موارد بر مسیر آینده متا تأثیر بگذارد و پایه‌های کسب وکار آن را تغییر دهد (سیوانسکار، ۲۰۲۲). در حالی که محیط‌های واقعیت مجازی ممکن است بدون هوش مصنوعی وجود داشته باشند، ترکیب این دو سطح جدید از واقع‌گرایی را به ارمغان آورده و امکان دارد بر پنج مورد استفاده ذکرشده در زیر تأثیر بگذارد:

- توسعه آواتار[۵]:

کاربران در قلب متاورس قرار دارند و دقت آواتار (وسیله ارتباطی با دنیای مجازی) کیفیت تجربه را برای افراد تعیین می‌کند. یک سیستم هوش مصنوعی ممکن است عکس‌های کاربر دوبعدی یا اسکن‌های سه بعدی را برای ایجاد یک بازتولید مجازی بسیار واقعی تجزیه وتحلیل کند. سپس طیفی از حالات چهره، حالت‌ها، مدل مو، ویژگی‌های مربوط به پیری و... را ترسیم کند تا آواتار پویاتر شود.

- انسان‌نماها[۱]:

---

[۱] Lim, Xiong, Niyato, Cao, Miao, Sun & Yang
[۲] Second Life
[۳] Decentraland
[۴] Microsoft
[۵] Avatar

انسان‌نماها می‌توانند کاربران را ببینند و بشنوند، تا بفهمند چه می‌گویند. آنها همچنین ممکن است با استفاده از صدا و زبان بدن وارد بحث‌ها و تعاملات انسانی شوند. انسان‌نماها در متاورس چت‌ربات‌های سه بعدی هستند که می‌توانند در یک محیط واقعیت مجازی به فعالیت‌های افراد واکنش نشان داده و پاسخ دهند. انسان‌نماهای دیجیتال با هوش مصنوعی ساخته شده و نقش مهمی در ساخت فضای متاورس دارند.

- کارکرد زبانی[۲]:

پردازش زبان یکی از رایج‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در افراد دیجیتال است. هوش مصنوعی می‌تواند به تجزیه زبان‌های طبیعی مانند انگلیسی، تبدیل آن به قالب قابل خواندن توسط ماشین، انجام تجزیه وتحلیل، رسیدن به پاسخ، تبدیل نتایج به زبان محاوره‌ای و ارسال آن به کاربر کمک کند. بهترین جنبه این است که، بسته به آموزش هوش مصنوعی، یافته‌ها ممکن است به هر زبانی تبدیل شوند و به مردم از سراسر جهان اجازه دسترسی به متاورس را می‌دهد (جیانگ و همکاران[۳]، ۲۰۲۱).

- یادگیری داده‌ها[۴]:

روشن است که داده‌های یادگیری جزء مهمی از یادگیری ماشین و هوش مصنوعی است. هنگامی که یک مدل با داده‌های تاریخی تغذیه می‌شود، خروجی‌های مدل قبلی را آموخته و امکان دارد خروجی‌های جدید را بر اساس آنها توصیه کند. هر چه داده‌ها و بازخوردهای انسانی بیشتری در مدل جذب شود، خروجی‌ها هر بار بهتر شده و این چشم‌انداز را افزایش می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند کارها را کامل کند و نتایج دقیقی را به همان روشی که انسان‌ها انجام می‌دهند، تولید کند. به این ترتیب دخالت انسان کمتر خواهد بود و مقیاس‌پذیری متاورس با گذشت زمان افزایش می‌یابد.

- رابط غریزی[۵]:

در نهایت، هوش مصنوعی می‌تواند به ارتباط انسان و رایانه کمک کند. هنگامی که یک هدست واقعیت مجازی هوشمند و مجهز به هوش مصنوعی نصب گردد، حسگرهای آن می‌توانند الگوهای الکتریکی و ماهیچه‌ای افراد را شناسایی و پیش‌بینی کنند تا نحوه حرکت افراد در داخل متاورس را تعیین کنند. در واقعیت مجازی، هوش مصنوعی می‌تواند به بازآفرینی حس دقیق لمس کمک کند (امبراسایت و اسمگورائوسکایت[۶]، ۲۰۲۱).

۳. بلاک‌چین

بلاک‌چین که با ارز دیجیتال بیت‌کوین معرفی شد، به دلیل توانایی منحصربفرد خود در تشکیل یک اقتصاد مشترک و پایه‌گذاری بازار ارز دیجیتال موجود، به شهرت رسید. بلاک‌چین به عنوان یک تکنیک موفقیت‌آمیز برای حفظ امنیت و حفظ حریم خصوصی در نظر گرفته شده است (گادکالو و همکاران[۷]، ۲۰۲۱). به عبارت ساده‌تر، بلاک‌چین یک دفتر کل است که تراکنش‌های متعهد را ذخیره می‌کند تا ردیابی دارایی دیجیتال و ایمن‌سازی آن در یک شبکه تجاری تسهیل شود. این تراکنش‌ها یا سوابق که به‌صورت بلوک ذخیره می‌شوند، با استفاده از معیارهای رمزنگاری یا مکانیسم‌های درهم‌سازی به‌طور دقیق به یکدیگر مرتبط می‌شوند، تغییرناپذیری دفاتر را تضمین نموده و قابلیت اشتراک‌گذاری امن را حتی در یک محیط ناامن ممکن می‌سازند. برجسته ترین ویژگی بلاک چین توانایی آن برای کار بر روی محتوای دفتر کل

---

۱ Humanoids
۲ Linguistic Functionality
۳ Jiang, Kang, Niyato, Ge, Xiong & Miao
۴ Data Learning
۵ Instinctive Interface
۶ Ambrasaitė & Smagurauskaitė
۷ Gadekallu, Pham, Nguyen, Maddikunta, Deepa, Prabadevi & Hwang

غیرمتمرکز بدون یک مرجع متمرکز است (یانگ و همکاران، ۲۰۲۲). لذا از آنجایی که بلاک‌چین از اثبات کار به عنوان مکانیسم اجماع استفاده می‌کند، خود روش آن را ایمن‌تر و مناسب‌تر برای پلتفرم‌های تجارت الکترونیک می‌داند. در زمینه متاورس، بلاک‌چین توانمندساز مناسبی است که در نظر گرفته شده است تا مسئولیت‌پذیری را در اکوسیستم دیجیتال اعمال کند.

۴. بررسی تأثیر و نقش بلاک‌چین در فضای متاورس

در این بخش سعی شده است تا با مطالعه مقالات گوناگون مرتبط در این حوزه به معرفی رابطه میان فناوری بلاک‌چین و متاورس از دیدگاه کلی و فنی مورد بررسی قرار گیرد.

۱,۴. بلاک‌چین و متاورس (دیدگاه کلی)

در این تحقیق منظور از متاورس، افزون بر مفاهیم سرگرم‌کننده و تخیلی آن، یک دنیای موازی است که در آن بوم‌شناسی اقتصادی اجتناب‌ناپذیر است. علاوه‌براین، دارایی‌های دیجیتال عملکردهای اصلی مانند توکن‌های همگن[۱] و توکن‌های غیرهمگن[۲] ارایه‌شده توسط بلاک‌چین هستند. از آنجایی که فناوری بلاک‌چین می‌تواند عملکرد اقتصادی نرم متاورس را حفظ کند، فناوری بلاک‌چین روح متاورس است، که در ادامه نقش‌های اساسی فناوری بلاک‌چین در فضای متاورس بیان شده است:

- تضمین حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها[۳]:

متاورس حجم وسیعی از اطلاعات حساس را جمع‌آوری می‌کند تا بهترین تجربیات ممکن را در اختیار کاربر قرار دهد. سازمان‌ها یا برنامه‌های کاربردی برای توسعه موفقیت‌آمیز سیستم‌های هدف‌گیری به این داده‌ها نیاز دارند. اگر اطلاعات توسط هکرها و یا غیرعمدی درز کند، ممکن است کاربران را در دنیای واقعی نیز هدف قرار دهند. بلاک‌چین با احراز هویت، کنترل دسترسی و مکانیسم‌های اجماع، کنترل کامل داده‌های خود را در اختیار کاربران قرار داده و از این طریق حریم خصوصی داده‌های کاربران را تضمین می‌کند. بلاک‌چین از رمزگذاری کلید نامتقارن و توابع هش استفاده می‌کند، که امنیت داده‌ها را در متاورس تضمین می‌کند؛ تابع هش رمزنگاری[۴]، یک الگوریتم ریاضی است که داده‌هایی با اندازه اختیاری (پیام) را به یک آرایه بیتی با اندازه ثابت (هش) نگاشت می‌دهد. ویژگی مهم این تابع یک‌طرفه بودن آن است و این یعنی تابعی است که وارونه‌سازی آن از نظر عملی اجرایی‌پذیر نیست (گادکالا و همکاران، ۲۰۲۲).

- اطمینان از کیفیت داده‌ها[۵]:

متاورس داده‌ها را از چندین برنامه مختلف از مراقبت‌های بهداشتی گرفته تا سرگرمی دریافت می‌کند. مدل‌های هوش مصنوعی در متاورس برای تصمیم‌گیری‌های کلیدی برای سهامداران خود به این داده‌ها متکی هستند. ایجاد اشیاء در متاورس به شدت به کیفیت داده‌های به اشتراک گذاشته‌شده توسط کاربران از دنیای واقعی بستگی دارد. بلاک‌چین، مسیرهای حسابرسی کاملی از تراکنش‌ها را فراهم نموده و به افراد و سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا تمام تراکنش‌ها را اعتبارسنجی کنند؛ که این مهم باعث افزایش کیفیت داده در متاورس می‌شود (لنگ و همکاران[۶]، ۲۰۲۱).

- فعال کردن اشتراک‌گذاری بدون درز و ایمن داده‌ها[۷]:

---

[۱] homogenized tokens based on ERC-20
[۲] non-homogenized tokens based on ERC-721 or ERC-1155
[۳] Ensuring Data Privacy and Security
[۴] Cryptographic hash function
[۵] Ensuring the Quality of the Data
[۶] Leng, Jian, Wang, Alrashoud & Hossain
[۷] Enabling Seamless and Secured Data Sharing

متاورس به دستگاه‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی بستگی دارد و در نتیجه دنیایی متصل‌تر و همه‌جانبه‌تر ایجاد می‌کند. مزیت واقعی متاورس در ادغام آن با واقعیت افزوده بر روی اشیاء دیجیتال و فیزیکی است. موفقیت متاورس به اشتراک‌گذاری یکپارچه داده‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی بستگی دارد، که امکان توسعه برنامه‌های کاربردی جدید و پیشرفته را فراهم می‌کند، که به حل مشکلات دنیای واقعی کمک می‌کند. سیستم اطلاعات رمزگذاری پیشرفته بلاک‌چین به اشتراک‌گذاری داده‌های متاورس را یکپارچه و ایمن می‌کند (آلانگات و همکاران[۱]، ۲۰۲۱).

- فعال کردن قابلیت تعامل داده‌ها[۲]:

در متاورس، ذینفعان باید به دارایی‌ها در جهان‌های مجازی مختلف دسترسی داشته باشند و آنها را نگه دارند و از برنامه‌های کاربردی متنوعی استفاده کنند. قابلیت همکاری داده‌ها در این جهان‌های مجازی، به دلیل محیط‌های متفاوتی که در آن ساخته شده‌اند، محدود است. امکان تبادل داده در دو یا چند بلاک‌چین واقع در جهان‌های مجازی مجزا با استفاده از پروتکل زنجیره‌ای وجود دارد. به دلیل قابلیت همکاری بلاک‌چین، کاربران می‌توانند راحت‌تر بین این جهان‌های مجازی مهاجرت کنند (کوتیاتس و همکاران[۳]، ۲۰۲۱).

- اطمینان از یکپارچگی داده‌ها[۴]:

داده‌های متاورس باید به طور مداوم و دقیق نگهداری شوند. اگر یکپارچگی داده‌ها به خطر بیفتد، ممکن است ذینفعان اعتماد خود را به متاورس از دست بدهند. داده‌های متاورس به‌عنوان یک نسخه در هر بلوک در سراسر زنجیره ذخیره می‌شوند، که به دلیل تغییرناپذیری ارایه‌شده توسط زنجیره بلوکی، نمی‌توان آنها را بدون رضایت اکثر شرکت‌کنندگان اصلاح یا حذف کرد؛ این مکانیسم بلاک‌چین یکپارچگی داده‌های متاورس را تضمین می‌کند (زریر و همکاران[۵]، ۲۰۲۱).

- سیستم مالی[۶]:

ضد دستکاری، باز بودن، شفافیت و عدم تمرکز چهار ویژگی مهم در بلاک‌چین هستند. در متاورس، میلیون‌ها تراکنش برای مبادله کالا در مدت زمان کوتاهی اتفاق می‌افتد، بنابراین امنیت و کارایی این معاملات باید تضمین شود. بر اساس ویژگی‌های فوق، بلاک‌چین کاندیدای خوبی برای ساخت سیستم اقتصادی در مقیاس بزرگ و مقیاس‌پذیر در دنیای مجازی است (کیم[۷]، ۲۰۲۱).

- استقرار قرارداد هوشمند[۸]:

ماهیت ذاتی شبکه بلاک‌چین به قراردادهای هوشمند اجازه می‌دهد تا به صورت خودکار، قابل برنامه‌ریزی، باز، شفاف و قابل تأیید در میان سایر ویژگی‌های قابل توجه باشند، بنابراین امکان تعاملات قابل اعتماد روی زنجیره را بدون نیاز به پلتفرم تأیید شخص ثالث فراهم می‌کند. اگر سیستم مالی در متاورس بر روی بلاک‌چین ساخته شده باشد، می‌توان از ویژگی‌های قراردادهای هوشمند برای غیرمتمرکز کردن عملیات قراردادها به صورت برنامه‌ریزی شده، قابل تایید، قابل ردیابی و قابل اعتماد استفاده کرد و در نتیجه رفتارهای مضر مانند رانت‌خواری، فساد و عملیات پنهانی، که ممکن است در

---

۱ Alangot, Reijsbergen, Venugopalan, Szalachowski & Yeo
۲ Enabling Data Interoperability
۳ Koutitas, Smith & Lawrence
۴ Ensuring Data Integrity
۵ Zarir, Oliva, Jiang & Hassan
۶ Financial system
۷ Kim
۸ Smart contract deployment

سیستم مالی وجود داشته باشد و می‌تواند به طور گسترده در بخش‌های مالی، اجتماعی و بازی مورد استفاده قرار گیرد (کو و همکاران[۱]، ۲۰۲۱).

۲,۴. بلاک‌چین و متاورس (دیدگاه فنی)

در این بخش سعی شده است تا با مطالعه مقالات گوناگون مرتبط در این حوزه، روش‌های نوین مبتنی بر بلاک‌چین برای متاورس از دیدگاه‌های فنی همچون اکتساب داده، ذخیره‌سازی داده، اشتراک‌گذاری داده، قابلیت همکاری داده‌ها و حفظ حریم خصوصی داده‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

- اکتساب داده‌ها[۲]:

جمع‌آوردی داده‌ها در متاورس به برنامه‌ها کمک می‌کند بینش بهتری ایجاد کنند، قادر به تغییر در طول زمان و سازگاری با موقعیت‌های جدید باشند. در این میان داده‌های تولیدی از طریق برنامه‌های غیرمتمرکز[۳] در متاورس زیاد، بدون ساختار و در زمان واقعی خواهند بود؛ این یک چالش مهم در دستیابی به داده‌های گسترده تولیدشده است. اطمینان یا یکپارچگی داده در متاورس بسیار مهم می‌باشند؛ چرا که اگر داده‌ها از منابع ناشناخته جمع‌آوری شوند، این سیستم‌ها تحت تأثیر قرار خواهند گرفته و می‌تواند بر قابلیت اطمینان این سیستم‌ها تأثیر بگذارد (تائو و همکاران[۴]، ۲۰۱۸).

در این میان با انطباق فناوری بلاک‌چین، دستیابی به داده‌های معتبر در متاورس برای برنامه‌هایی مانند شبکه‌های اجتماعی آسان‌تر خواهد شد. دفتر کل توزیع‌شده در بلاک‌چین امکان اعتبارسنجی سوابق تراکنش‌ها و ردیابی داده‌ها در متاورس را فراهم می‌کند (دیپا و همکاران[۵]، ۲۰۲۲). در نتیجه، اکتساب داده‌ها در برابر حملات مقاوم است، زیرا اکثر گره‌ها در دفتر کل باید هرگونه تغییر در داده‌های متاورس را تأیید کنند. تمام داده‌های به‌دست‌آمده در متاورس تحت یک روش اعتبارسنجی خاص بلاک‌چین قرار می‌گیرند، که توسط مکانیسم‌های اجماع گسترش می‌یابد. در یک زنجیره بلوکی، هر فعالیت به عنوان یک تراکنش ثبت می‌شود و هر بلوک حاوی یک هش رمزنگاری از بلوک قبلی به همراه مهر زمانی و ابرداده است. بنابراین، در یک بلوک، داده‌ها را نمی‌توان بدون تغییر بلوک‌های دیگر تغییر داد (لیو و همکاران[۶]، ۲۰۲۱).

- ذخیره‌سازی داده‌ها[۷]:

متاورس یک قلمرو دیجیتالی است که در کنار دنیای فیزیکی وجود دارد و توسط انسان‌ها اداره می‌شود، که به حجم عظیمی از ذخیره‌سازی داده نیاز دارد. پس از ساخته شدن و پیاده‌سازی متاورس، حجم بزرگی از داده‌ها تولید می‌شود که فشار قابل‌توجهی بر توانایی دنیای واقعی برای پردازش آن اطلاعات وارد نموده و لذا ذخیره‌سازی داده‌ها باید اولویت اصلی باشد تا بتوان از متاورس استفاده کرد (دوان و همکاران[۸]، ۲۰۲۱). بنابراین اگر متاورس به یک سیستم ذخیره‌سازی مرکزی متکی باشد، خطر نشت، دستکاری یا از دست دادن داده‌ها وجود دارد. احتمال زیاد از دست دادن داده‌ها و اختلال در برنامه‌های کاربردی متمرکز، توانایی متاورس را برای ارایه داده‌های بیومتریک، انحرافات صوتی و نشانه‌های مهم، که بر داده‌های حساس متکی هستند، به خطر می‌اندازد. همچنین برچسب‌گذاری و سازماندهی داده‌ها، چالش مهم دیگری با حجم زیادی از داده‌های تولید شده توسط برنامه‌های کاربردی متاورس خواهد بود (اسکارگیل و همکاران[۹]، ۲۰۲۲).

---

[۱] Ko, Chung, Kim & Shin
[۲] Data Acquisition
[۳] Decentralized applications (Dapps)
[۴] Tao, H., Bhuiyan, Abdalla, Hassan, Zain & Hayajneh
[۵] Deepa, Pham, Nguyen, Bhattacharya, Prabadevi, Gadekallu & Pathirana
[۶] Luo, Su, Zheng, Chen, Wang, Zhang & Chen
[۷] Data Storage
[۸] Duan, Li, Fan, Lin, Wu & Cai
[۹] Scargill, Chen, Eom, Dunn & Gorlatova

با توجه به این چالش در بلاک‌چین، برای هر تراکنش یک بلوک جدید ایجاد می‌شود، که ذخیره‌سازی متاورس را در برابر دستکاری غیرقابل نفوذ می‌کند. در نتیجه، داده‌ها به عنوان یک رونوشت از بلوک‌های اصلی در سراسر زنجیره ذخیره شده و قابلیت اطمینان و شفافیت داده‌ها را در متاورس افزایش می‌دهند (جئون و همکاران، ۲۰۲۲). لذا استفاده از فناوری بلاک‌چین منجر به بلوک‌های متعددی می‌شود که به توزیع داده‌ها کمک نموده و در نتیجه دسترسی داده‌ها را در برنامه‌هایی مانند نظارت حیاتی و هشدارهای پشتیبانی حیات در متاورس افزایش می‌دهند. ماهیت غیرمتمرکز فناوری بلاک‌چین به دانشمندان داده در متاوره اجازه می‌دهد تا با یکدیگر همکاری کرده و روی پاکسازی داده‌ها کار کنند، که به طور قابل‌توجهی زمان و هزینه‌های مرتبط با برچسب‌گذاری داده‌ها و آماده‌سازی مجموعه داده‌ها برای تجزیه وتحلیل را کاهش می‌دهد (زی و همکاران[۱]، ۲۰۱۹).

- اشتراک‌گذاری داده‌ها[۲]:

به اشتراک‌گذاری داده‌ها می‌تواند طیف متنوعی از ذینفعان فراسویه را به شیوه‌های مختلف منتفع کند. داده‌های جمع‌آوری‌شده در متاورس برای ایجاد سیستم‌های شخصی‌سازی‌شده، که برای اقدامات کاربران سفارشی‌سازی شده‌اند، استفاده خواهد شد. لذا سازمان‌ها قادر خواهند بود با انتشار اطلاعات در بین برنامه‌ها، تجزیه وتحلیل داده‌ها را از طریق متاورس انجام دهند. داده‌های مشترک به درک مشتریان، ارزیابی تبلیغات، شخصی‌سازی محتوا، ایجاد استراتژی‌های محتوا و ساخت محصولات در متاورس کمک می‌کند. به اشتراک‌گذاری داده‌ها در بسترهای تبادل داده متمرکز می‌تواند داده‌های حساس و خصوصی صاحبان داده‌ها را در معرض تهدیدهای گسترده در متاورس قرار دهد (اگلیستون و کارتر[۳]، ۲۰۲۱). داده‌ها در محیط اشتراک‌گذاری سنتی بسیار قابل تغییر هستند، که منجر به تأخیر زیاد و در دسترس بودن داده‌ها کمتر می‌شود. مقیاس‌بندی داده‌های قابل تغییر در مقایسه با داده‌های تغییرناپذیر چالش‌برانگیز است (یو و همکاران[۴]، ۲۰۲۱).

با توجه به این چالش، فناوری بلاک‌چین می‌تواند تراکنش‌ها در مبادلات رمزنگاری، آموزش و سایر برنامه‌ها را در متاورس شفاف‌تر و دقیق‌تر کند. برنامه‌هایی مانند حاکمیت و امور مالی یک رکورد غیرمتمرکز و غیرقابل تغییر از همه تراکنش‌ها ایجاد نموده و به ذینفعان اجازه می‌دهد این سوابق را مشاهده کنند (رشید و همکاران[۵]، ۲۰۲۱). از این‌رو، ذینفعان متاورس از شفافیت داده بیشتر بهره‌مند خواهند شد. بلاک‌چین زمان و هزینه صرف‌شده برای اعتبارسنجی داده‌ها را کاهش داده و قراردادهای هوشمند انعطاف‌پذیری در اشتراک‌گذاری داده‌ها را بهبود می‌بخشد (علی و همکاران[۶]، ۲۰۲۱).

- قابلیت همکاری داده‌ها[۷]:

قابلیت همکاری نیروی محرکه اصلی متاورس خواهد بود. مجموعه متنوعی از برنامه‌های کاربردی مانند امور مالی و مراقبت‌های بهداشتی قادر به برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات در متاورس خواهند بود. متاورس یک پلت فرم تعامل اجتماعی و فرهنگی برای جهان‌های مجازی خواهد بود. پل‌های مجازی به تدریج ایجاد خواهند شد تا به کاربران اجازه دهند آواتارها و دارایی‌های خود را حفظ کنند و در عین حال به راحتی آنها را بین دنیای مجازی منتقل کنند؛ مجموعه منحصربفردی از اعتبارنامه‌ها با استفاده از یک استاندارد هویت برای کاربر صادر گردیده و این اعتبارنامه‌ها را می‌توان در سراسر مرزهای دنیای مجازی استفاده کرد (اسپارکس[۸]، ۲۰۲۱). در این میان پلتفرم‌های دیجیتال متمرکز سنتی، که در حال حاضر در دسترس هستند، از هم‌گسیخته و سازمان‌دهی نشده‌اند. افراد باید حساب‌ها، آواتارها، سخت‌افزار و

---

[۱] Xie, Yu, Huang, Xie, Liu & Liu
[۲] Data Sharing
[۳] Egliston & Carter
[۴] Yu, Tan, Aloqaily, Yang & Jararweh
[۵] Rashid, Masood, Abbas & Zhang
[۶] Ali, Jaradat, Kulakli & Abuhalimeh
[۷] Data Interoperability
[۸] Sparkes

زیرساخت‌های پرداخت خود را برای مشارکت در حوزه‌های مختلف راه‌اندازی کنند. توانایی استفاده از یک برنامه کاربردی در دنیای مجازی به ارتباط بین دنیای مجازی بستگی دارد. برنامه‌های کاربردی دنیای دیجیتال باید بتوانند آزادانه اطلاعات را با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. قابلیت متقابل فراجهانی به ظرفیت مدیریت تعاملات بین دنیای مجازی به شیوه‌ای مناسب بستگی دارد، که محدودیت جدی رویکرد سنتی است (میستاکیدیس[۱]، ۲۰۲۲).

لذا با توجه به چالش محدودیت جدی رویکرد سنتی، در فناوری بلاک‌چین برای اطمینان از قابلیت همکاری بین دنیای مجازی در متاورس، یک پروتکل زنجیره‌ای یک راه‌حل عالی است، که اجازه می‌دهد تا مبادله دارایی‌هایی مانند آواتارها و پرداخت بین جهان‌های مجازی انجام شود. قابلیت همکاری بین جهان‌های مجازی از طریق استفاده از فناوری زنجیره بلوکی متقابل فعال گردیده و نیاز به واسطه‌ها در متاورس را از بین می‌برد؛ چرا که بلاک‌چین اتصال افراد و برنامه‌ها را در متاورس ساده می‌کند (جبار و همکاران[۲]، ۲۰۲۰).

- حفظ حریم خصوصی داده‌ها[۳]:

متاورس از فناوری‌های پیشرفته رابط انسان و رایانه استفاده نموده و به کاربران امکان می‌دهد در تعاملات اجتماعی شرکت کنند و همچنین با محیط مجازی خود تعامل داشته باشند، که نگرانی‌هایی را در مورد حفظ حریم خصوصی داده‌ها ایجاد می‌کند. با افزایش دامنه و پیچیدگی اینترنت متاورس، مرزهای بین دنیای واقعی و دنیای مجازی را کاهش می‌دهد (آرواز[۴]، ۲۰۲۲). در این میان سازگاری با اکوسیستم متاورس در مراحل اولیه، که مهاجمان می‌توانند کاربران را فریب دهند و اطلاعات حساس را سرقت نمایند، دشوار خواهد بود. اگر از یک ربات هوش مصنوعی استفاده شود، کاربر متوجه نخواهد شد که با چه کسی روبرود بوده و کاربر ممکن است باور کند که با یک شخص واقعی در حال تعامل است و در نتیجه فریب او را خورده است. اطلاعات قابل شناسایی شخصی، هنگامی که صحبت از محافظت از محرمانه بودن داده‌های شخصی می‌شود، باعث نگرانی خواهد شد. همچنین ادغام اطلاعات اعتبار در متاورس دشواری مدیریت حجم زیادی از داده‌ها را به طور همزمان افزایش می‌دهد (هیوز[۵]، ۲۰۲۲).

جهت حل این چالش، فناوری بلاک‌چین به کاربران متاورس توانایی کنترل داده‌های خود را از طریق استفاده از کلیدهای خصوصی و عمومی داده و به طور مؤثر مالکیت داده‌های خود را به آنها اعطا می‌کند. در متاورس فعال‌شده با بلاک‌چین، واسطه‌های شخص ثالث مجاز به سوءاستفاده یا به دست آوردن اطلاعات از طرف‌های دیگر نبوده و صاحبان داده‌ها می‌توانند تنظیم کنند که شخص ثالث چه زمانی و چگونه به اطلاعات آنها دسترسی داشته باشد (کومار و همکاران[۶]، ۲۰۲۱). فناوری بلاک‌چین به افراد امکان می‌دهد دسترسی راحت به شناسایی موارد ضروری داشته باشند. داده‌ها در متاورس در حالی که از حریم خصوصی آنها محافظت نموده و مالکیت آنها را حفظ می‌کند، به کاربران امکان می‌دهد بدون افشای اطلاعات، برنامه‌های کاربردی را متقاعد کنند که چیزی در مورد آنها واقعی است (سدلمیر و همکاران[۷]، ۲۰۲۱).

۵. نتیجه‌گیری

در فضای متاورس مقادیر متنوع و زیادی داده‌های اولیه و ثانویه به دلیل فعالیت بسیاری از کاربران تولید می‌شود. در متاورس مبتنی بر بلاک‌چین، این داده دارای یک برچسب شناسایی منحصربفرد است و به عنوان داده قابل ردیابی استفاده

---

[۱] Mystakidis
[۲] Jabbar, Fetais, Krichen, & Barkaoui
[۳] Data Privacy Preservation
[۴] Arvas
[۵] Hughes
[۶] Kumar, Kumar, Srivastava, Gupta, Tripathi, Gadekallu & Xiong
[۷] Sedlmeir, Völter & Strüker

می‌شود. متاورس از هوش مصنوعی و فناوری بلاک‌چین برای ایجاد یک دنیای مجازی دیجیتالی استفاده می‌کند، که در آن می‌توان با خیال راحت و آزادانه در فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی که فراتر از محدودیت‌های دنیای واقعی هستند، شرکت نموده و بکارگیری این آخرین فناوری‌ها تسریع خواهد شد و لذا انتظار می‌رود هوش مصنوعی و فناوری بلاک‌چین نقش اساسی در فضای در حال گسترش متاورس ایفا کنند. در این تحقیق سعی بر آن بود تا با مطالعه و مرور مقالات انجام‌شده به اثرگذاری فناوری بلاک‌چین بر فضای متاورس پرداخته شود، که از مهم‌ترین آنها می‌توان به مطالعات شی و همکاران (۲۰۲۲)، سیوانسکار (۲۰۲۲)، گادکالا و همکاران (۲۰۲۲)، ژو و همکاران (۲۰۲۱)، لیم و همکاران (۲۰۲۲)، یانگ و همکاران (۲۰۲۲)، جئون و همکاران (۲۰۲۲)، (میستاکیدیس (۲۰۲۲)، (هیوز (۲۰۲۲)، (جیانگ و همکاران (۲۰۲۱)، (لنگ و همکاران (۲۰۲۱)، (آلانگات و همکاران (۲۰۲۱)، (لیو و همکاران (۲۰۲۱) و... اشاره داشت. با توجه به نتایج ۱۵ مقاله بررسی‌شده می‌توان گفت هوش مصنوعی و فناوری‌های بلاک چین نقش‌های اساسی را در فضای متاورس ایفا می‌نمایند. چنین فناوری‌هایی به طور فزاینده‌ای کار، آموزش، مراقبت‌های بهداشتی، مصرف و سرگرمی را تسهیل می‌کنند. علیرغم توجه و مزایای زیاد، باید به این مهم توجه نمود که متاورس چگونه محتوا و داده‌های دیجیتال کاربران خود را ایمن نمود. در این راستا، بلاک‌چین به دلیل ویژگی‌های متمایز عدم تمرکز، تغییرناپذیری و شفافیت، راه‌حل امیدوارکننده‌ای است.

در این تحقیق سعی گردید نقش و اثرات فناوری بلاک‌چین در جهت توسعه برنامه‌ها و خدمات در فضای متاورس مورد بررسی قرار گیرد. با تکیه بر بررسی سیستماتیک بلاک‌چین در فضای متاورس، در هر دو دیدگاه کلی و فنی، فناوری بلاک‌چین توانمندی گسترده‌ای جهت دگرگونی اساسی پیرامون تجربه همه‌جانبه با برنامه‌ها و خدمات مختلف ساخته‌شده در دنیای مجازی را خواهد داشت. در این میان بسیاری از جنبه‌های فنی و کاربردی همچون الگوریتم‌های اجماع، مدیریت شبکه و قابلیت همکاری فناوری بلاک‌چین می‌توانند بیشتر مورد توجه محققان در توسعه الگوی متاورس داشته باشند. امروزه شبکه‌ها و بلاک‌چین‌های متعددی برای برنامه‌ها و خدمات خاص در زیرمجموعه سازمان‌های اجتماعی و حتی نهادهای دولتی طراحی شده‌اند. بنابراین، اتصال زنجیره‌های موجود و جدید برای تقویت توسعه فناوری‌های نوظهور در متاورس ضروری است. زنجیره متقابل به عنوان راه‌حل نهایی برای به دست آوردن قابلیت همکاری بین زنجیره‌های مختلف معرفی شده است، که به کاربران اجازه می‌دهد تراکنش‌ها (با ارزش و اطلاعات) را با موفقیت بین شبکه‌های مختلف بلاک چین انجام دهند.

در این تحقیق تلاش شد تا با مطالعه مقالات گوناگون مرتبط به معرفی رابطه میان فناوری بلاک‌چین و متاورس از دیدگاه کلی و فنی پرداخته گردد. در دیدگاه کلی عناوین تضمین حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، اطمینان از کیفیت داده‌ها، فعال کردن اشتراک‌گذاری بدون درز و ایمن داده‌ها، فعال کردن قابلیت تعامل داده‌ها، اطمینان از یکپارچگی داده‌ها، سیستم مالی و استقرار قرارداد هوشمند به عنوان مفاهیم اثرگذاری فناوری بلاک‌چین در متاورس مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که بلاک‌چین با احراز هویت، کنترل دسترسی و مکانیسم‌های اجماع، کنترل کامل داده‌های خود را در اختیار کاربران قرار داده و از این طریق حریم خصوصی داده‌های کاربران را تضمین می‌کند. همچنین بلاک‌چین، مسیرهای حسابرسی کاملی از تراکنش‌ها را فراهم نموده و به افراد و سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا تمام تراکنش‌ها را اعتبارسنجی کنند؛ که این مهم باعث افزایش کیفیت داده در متاورس می‌شود. از سوی دیگر سیستم اطلاعات رمزگذاری پیشرفته بلاک‌چین به اشتراک‌گذاری داده‌های متاورس را یکپارچه و ایمن نموده و به دلیل قابلیت همکاری بلاک‌چین، کاربران می‌توانند راحت‌تر بین این جهان‌های مجازی مهاجرت کنند و بر اساس ویژگی‌های ضد دستکاری، باز بودن، شفافیت و عدم تمرکز بلاک‌چین کاندیدای خوبی برای ساخت سیستم اقتصادی در مقیاس بزرگ و مقیاس‌پذیر در دنیای مجازی است. در نهایت مشخص شد که ماهیت ذاتی شبکه بلاک‌چین به قراردادهای هوشمند اجازه می‌دهد تا به صورت

خودکار، قابل برنامه‌ریزی، باز، شفاف و قابل تأیید در میان سایر ویژگی‌های قابل توجه باشند، بنابراین امکان تعاملات قابل اعتماد روی زنجیره را بدون نیاز به پلت‌فرم تأیید شخص ثالث فراهم می‌کند.

همچنین در این تحقیق از دیدگاه‌های فنی همچون اکتساب داده، ذخیره‌سازی داده، اشتراک‌گذاری داده، قابلیت همکاری داده‌ها و حفظ حریم خصوصی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در مفهوم اکتساب داده‌ها در برابر حملات مقاوم است، زیرا اکثر گره‌ها در دفتر کل باید هرگونه تغییر در داده‌های متاورس را تأیید کنند. تمام داده‌های به‌دست‌آمده در متاورس تحت یک روش اعتبارسنجی خاص بلاک‌چین قرار می‌گیرند، که توسط مکانیسم‌های اجماع گسترش می‌یابد. از سوی دیگر استفاده از فناوری بلاک‌چین منجر به بلوک‌های متعددی می‌شود که به توزیع داده‌ها کمک نموده و در نتیجه دسترسی داده‌ها را در برنامه‌هایی مانند نظارت حیاتی و هشدارهای پشتیبانی حیات در متاورس افزایش می‌دهند. همچنین فناوری بلاک‌چین می‌تواند تراکنش‌ها در مبادلات رمزنگاری، آموزش و سایر برنامه‌ها را در متاورس شفاف‌تر و دقیق‌تر کند. در این میان در فناوری بلاک‌چین برای اطمینان از قابلیت همکاری بین دنیای مجازی در متاورس، یک پروتکل زنجیره‌ای یک راه‌حل عالی است، که اجازه می‌دهد تا مبادله دارایی‌هایی مانند آواتارها و پرداخت بین جهان‌های مجازی انجام شود. قابلیت همکاری بین جهان‌های مجازی از طریق استفاده از فناوری زنجیره بلوکی متقابل فعال گردیده و نیاز به واسطه‌ها در متاورس را از بین می‌برد. در نهایت فناوری بلاک‌چین به کاربران متاورس توانایی کنترل داده‌های خود را از طریق استفاده از کلیدهای خصوصی و عمومی داده و به طور مؤثر مالکیت داده‌های خود را به آنها اعطا می‌کند. در متاورس فعال‌شده با بلاک‌چین، واسطه‌های شخص ثالث مجاز به سوءاستفاده یا به دست آوردن اطلاعات از طرف‌های دیگر نبوده و صاحبان داده‌ها می‌توانند تنظیم کنند که شخص ثالث چه زمانی و چگونه به اطلاعات آنها دسترسی داشته باشد

۶. مراجع

۱. Alangot, B., Reijsbergen, D., Venugopalan, S., Szalachowski, P., & Yeo, K. S. (۲۰۲۱). Decentralized and Lightweight Approach to Detect Eclipse Attacks on Proof of Work Blockchains. *IEEE Transactions on Network and Service Management, 18(2)*, ۱۶۵۹-۱۶۷۲.

۲. Ali, O., Jaradat, A., Kulakli, A., & Abuhalimeh, A. (۲۰۲۱). A comparative study: Blockchain technology utilization benefits, challenges and functionalities. *IEEE Access, 9 (12)*, ۷۳۰-۷۴۹.

۳. Ambrasaitė, P., & Smagurauskaitė, A. (۲۰۲۱). Epic Games v. Apple: Fortnite battle that can change the industry. *Vilnius University Open Series, 1(2)*, ٦-۲۵.

۴. Arvas, İ. S. (۲۰۲۲). Gutenberg Galaksisinden Meta Evrenine: Üçüncü Kuşak İnternet, Web ۳٫۰. *AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi, 13(48)*, ۵۳-۷۰.

۵. Deepa, N., Pham, Q. V., Nguyen, D. C., Bhattacharya, S., Prabadevi, B., Gadekallu, T. R., & Pathirana, P. N. (۲۰۲۲). A survey on blockchain for big data: approaches, opportunities, and future directions. *Future Generation Computer Systems, 131(1)*, ۲۰۹–۲۲٦.

۶. Dionisio, J. D. N., III, W. G. B., & Gilbert, R. (۲۰۱۳). ۳D virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities. *ACM Computing Surveys (CSUR), 45(3)*, ۱-۳۸.

۷. Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., & Cai, W. (۲۰۲۱). Metaverse for social good: A university campus prototype. *29th ACM International Conference on Multimedia* . Virtual Event China: SIGMM.

۸. Egliston, B., & Carter, M. (۲۰۲۱). Critical questions for Facebook's virtual reality: Data, power and the metaverse. *Internet Policy Review, 10(4)*, ۱-۲۳.

۹. Gadekallu, T. R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q. V., & Liyanage, M. (۲۰۲۲). Blockchain for the Metaverse: A Review. *arXiv preprint* , ۱-۱۷.

۱۰. Gadekallu, T. R., Pham, Q. V., Nguyen, D. C., Maddikunta, P. K. R., Deepa, N., Prabadevi, B., & Hwang, W. J. (۲۰۲۱). Blockchain for edge of things: applications, opportunities, and challenges. *IEEE Internet of Things Journal, 9(2)*, ۹٦٤-۹۸۸.

۱۱. Hughes, I. (۲۰۲۲). The Metaverse: Is it the Future? *ITNOW, 64(1)*, ۲۲-۲۳.

۱۲. Jabbar, R., Fetais, N., Krichen, M., & Barkaoui, K. (۲۰۲۰). Blockchain technology for healthcare: Enhancing shared electronic health record interoperability and integrity. *International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIoT).* Doha: Somaya Al-Maadeed.

۱۳. Jeon, H. J., Youn, H. C., Ko, S. M., & Kim, T. H. (۲۰۲۲). Blockchain and AI Meet in the Metaverse. *Frontiers in Blockchain, 42*, ۷۳-۸۳.

۱۴. Jiang, Y., Kang, J., Niyato, D., Ge, X., Xiong, Z., & Miao, C. (۲۰۲۱). Reliable Coded Distributed Computing for Metaverse Services: Coalition Formation and Incentive Mechanism Design. *arXiv preprint* , ۱-۱۵.

۱۵. Joshua, J. (۲۰۱۷). Information Bodies: Computational Anxiety in Neal Stephenson's Snow Crash . *Interdisciplinary Literary Studies, 19(1)*, ۱۷-٤۷.

۱۶. Kim, T. (۲۰۲۱). Digital Transformation, Business Model and Metaverse. *Journal of Digital Convergence, ۱۹(۱۱)*, ۲۱۵-۲۲۴.

۱۷. Ko, S. Y., Chung, H. K., Kim, J. I., & Shin, Y. (۲۰۲۱). A Study on the Typology and Advancement of Cultural Leisure-Based Metaverse. *KIPS Transactions on Software and Data Engineering, 10(8)*, ۳۳۱-۳۳۸.

۱۸. Koutitas, G., Smith, S., & Lawrence, G. (۲۰۲۱). Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders. *Virtual Reality, 25(1)*, ۸۳-۹٤.

۱۹. Kumar, P., Kumar, R., Srivastava, G., Gupta, G. P., Tripathi, R., Gadekallu, T. R., & Xiong, N. N. (۲۰۲۱). PPSF: a privacy-preserving and secure framework using blockchain-based machine-learning for IoT-driven smart cities. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 8(3)*, ۲۳۲٦-۲۳٤۱.

۲۰. Lambert, N. (۲۰۲۱). Beyond NFTs: A Possible Future for Digital Art. *ITNOW, 63(3)*, ۸-۱۰.

۲۱. Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., & Hui, P. (۲۰۲۱). *All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda.* Finland: LUT University.

۲۲. Lee, Y., Moon, C., Ko, H., Lee, S. H., & Yoo, B. (۲۰۲۰). Unified representation for XR content and its rendering method. *25th International Conference on 3D Web Technology.* Republic of Korea: ACM SIGGRAPH.

۲۳. Leng, P., Jian, X., Wang, Y., Alrashoud, M., & Hossain, M. S. (۲۰۲۱). Blockchain-empowered trusted networking for unmanned aerial vehicles in the B۵G era. *IEEE Network, 35(1)*, ۷۲-۷۷.

۲۴. Lim, W. Y. B., Xiong, Z., Niyato, D., Cao, X., Miao, C., Sun, S., & Yang, Q. (۲۰۲۲). Realizing the Metaverse with Edge Intelligence: A Match Made in Heaven. *arXiv preprint*, ۱-۹.

۲۵. Luo, Y., Su, Z., Zheng, W., Chen, Z., Wang, F., Zhang, Z., & Chen, J. (۲۰۲۱). A Novel Memory-hard Password Hashing Scheme for Blockchain-based Cyber-physical Systems. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT), 21(2)*, ۱-۲۱.

۲۶. Mystakidis, S. (۲۰۲۲). Metaverse. *Encyclopedia, 2(1)*, ٤۸٦–٤۹۷.

۲۷. Natarajan, H., Krause, S., & Gradstein, H. (۲۰۱۷). *Distributed ledger technology and blockchain.* Washington: World Bank Group.

۲۸. Rashid, A., Masood, A., Abbas, H., & Zhang, Y. (۲۰۲۱). Blockchain-Based Public Key Infrastructure: A Transparent Digital Certification Mechanism for Secure Communication. *IEEE Network, 35(5)*, ۲۲۰-۲۲۵.

۲۹. Scargill, T., Chen, Y., Eom, S., Dunn, J., & Gorlatova, M. (۲۰۲۲). Environmental, User, and Social Context-Aware Augmented Reality for Supporting Personal Development and Change. *Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW.* Florida: University of Florida.

۳۰. Sedlmeir, J., Völter, F., & Strüker, J. (۲۰۲۱). The next stage of green electricity labeling: using zero-knowledge proofs for blockchain-based certificates of origin and use. *ACM SIGENERGY Energy Informatics Review, 1(1)*, ۲۰-۳۱.

۳۱. Sivasankar, G. A. (۲۰۲۲). Study Of Blockchain Technology, AI and Digital Networking in Metaverse. *RE Journals, 5(8)*, ۱۱۰-۱۱۵.

۳۲. Smart, J., Cascio, J., & Paffendorf, J. (۲۰۰۷). *Metaverse roadmap overview.* Meadowbrook : Acceleration Studies Foundation.

۳۳. S

۳۴. T
a
o
d
k
e
s
,

M
.

(
H., Bhuiyan, M. Z. A., Abdalla, A. N., Hassan, M. M., Zain, J. M., & Hayajneh, T. (۲۰۱۸). Secured data collection with hardware-based ciphers for IoT-based healthcare. *IEEE Internet of Things Journal, ۶(۱)*, ۴۱۰-۴۲۰.

۳۵. Witzig, P., & Salomon, V. (۲۰۱۸). *Cutting out the middleman: a case study of blockchain-induced reconfigurations in the Swiss Financial Services Industry.* Switzerland: Université de Neuchâtel.

۳۶. Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., & Hamari, J. (۲۰۲۲). The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. *Information Systems Frontiers*, ۱-۲۲.

۳۷. Xie, J., Yu, F. R., Huang, T., Xie, R., Liu, J., & Liu, Y. (۲۰۱۹). A survey on the scalability of blockchain systems. *IEEE Network, 33(5)*, ۱۶۶-۱۷۳.

۳۸. Xu, C., Qu, Y., Luan, T. H., Eklund, P. W., Xiang, Y., & Gao, L. (۲۰۲۱). A Light-weight and Attack-Proof Bidirectional Blockchain Paradigm for Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal, 9(6)*, ۴۳۷۱-۴۳۸۴.

۳۹. Yang, Q., Zhao, Y., Huang, H & ,Zheng, Z. (۲۰۲۲) .*Fusing Blockchain and AI with Metaverse: A Survey* . New York: Cornell university.

۴۰. Yu, K., Tan, L., Aloqaily, M., Yang, H., & Jararweh, Y. (۲۰۲۱). Blockchain-enhanced data sharing with traceable and direct revocation in IIoT. *IEEE transactions on industrial informatics, 17(11)*, ۷۶۶۹-۷۶۷۸.

۴۱. Zarir, A. A., Oliva, G. A., Jiang, Z. M., & Hassan, A. E. (۲۰۲۱). Developing cost-effective blockchain-powered applications: A case study of the gas usage of smart contract transactions in the ethereum blockchain platform. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM), 30(3)*, ۱-۳۸.