

# متاورس (فراجهان): چالش‌ها و الزامات توسعه و به‌کارگیری





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:  
۱۴۰۲/۸/۲۱

شماره مسلسل: ۱۹۳۸۰  
کد موضوعی: ۳۱۰



مرکز پژوهش‌های  
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:  
متاورس (فراجهان):  
چالش‌ها و الزامات توسعه و به‌کارگیری

نام دفتر:  
مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات)

مدیر مطالعه:  
سهیلا خردمندنیا

تهیه و تدوین کنندگان:  
سیدمحمد رضا میرزابابایی، حسن پوراسماعیل

ناظران علمی:  
حبیب‌اله ظفریان، سعید شجاعی، سهیلا خردمندنیا

اظهار نظر کنندگان:  
سیدعلی محسنیان، اکبری نوری، رضا لطفی، الهام فراهانی

گرافیک و صفحه‌آرایی:  
نفیسه حاجی صفری

ویراستار ادبی:  
زهره عطاردی

واژه‌های کلیدی:  
۱. متاورس

۲. اینترنت همه‌جانبه

۳. واقعیت افزوده/ مجازی

۴. آواتارها، هوش مصنوعی

۵. همزادی دیجیتال

۶. شبکه و محاسبات لبه

۷. اقتصاد مجازی

۸. حریم خصوصی و مقبولیت اجتماعی



## فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۹
۲. متاورس چیست؟.....	۱۰
۳. فناوری‌های زیرساختی ایجاد متاورس.....	۱۳
۴. عناصر ضروری زیست‌بوم متاورس.....	۱۶
۵. چالش‌های پیش‌رو در زیست‌بوم متاورس.....	۲۲
۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۲۹
منابع و مأخذ.....	۳۱

## فهرست شکل

شکل ۱. همزادهای دیجیتال در مراحل اتصال دنیای فیزیکی و دیجیتال.....	۱۱
شکل ۲. تکامل تعامل با کامپیوتر در فناوری‌های متفاوت تا استفاده از فناوری‌های جدید واقعیت گسترش یافته، اینترنت اشیا و رباتیک، هوش مصنوعی، دفتر کل توزیع شده و وب ۳، بینایی ماشین و شبکه ارتباطی و پردازش لبه و ابر در متاورس.....	۱۳
شکل ۳. عناصر ضروری زیست‌بوم و فناوری متاورس.....	۱۷

## فهرست جدول

جدول ۱. عوامل شکل‌دهنده متاورس، چالش‌های پیش‌رو و الزامات تقنینی، تنظیمی یا ترویجی.....	۳۰
---	----





## متاورس (فراجهان): چالش‌ها و الزامات توسعه و به‌کارگیری

### چکیده



نماید. علاوه بر این از آنجا که زیست‌بوم متاورس در تناظر با زیست‌بوم‌های اجتماعی حقیقی است، باید به گونه‌ای توسعه یابد که از آثار سوء منتقل شده بین حوزه حقیقی و محیط مجازی حتی‌الامکان اجتناب شود. از آنجا که سیاست، تقنین و مقررات‌گذاری با هدف برنامه‌ریزی، تخصیص بودجه و ترویج و جلوگیری از تبعیض و بی‌نظمی انجام می‌شود، در این پژوهش، در هر بخش از فناوری‌ها و زیست‌بوم مواردی که نیاز به قانون یا مقررات‌گذاری دارد اشاره شده است که از آن جمله می‌توان به زیرساخت‌های نیازمند سرمایه‌گذاری و اقشار نیازمند حمایت، تعیین ماهیت حقوق و مالکیت و مسئولیت، سازوکار اعمال قانون، جلوگیری از انواع کلاهبرداری و حفظ منافع ملی اشاره کرد.

محیط مجازی دیجیتالی مرتبط با جهان واقعی هدف فراجهان یا به اصطلاح متاورس است. این محیط دارای دو جنبه فناوری و زیست‌بوم است. فناوری‌ها، سازنده محیط و زیست‌بوم عوامل اصلی شکل‌دهی به آن هستند. پیش‌بینی می‌شود در آینده نه‌چندان دور افراد جامعه بخشی از زندگی روزمره خود را در متاورس بگذرانند. از آنجا که متاورس نیز بخشی از خاک کشور به صورت مجازی محسوب می‌شود لذا از منظر حکمرانی، موضوعاتی همچون سیاست‌گذاری، ریل‌گذاری و برنامه‌ریزی برای ارتقای فناوری و راهکارهای آن در جنبه‌های تبلیغ، ارتقاء آموزش و هدایت صحیح آن بسیار مهم است. در بُعد زیست‌بوم نیز مدیریت کشور باید توسعه هر چه بیشتر چنین فضاهایی را تحت حاکمیت خود با نظم مبتنی بر سیاست‌های خود دنبال

## بیان / شرح مسئله

متاورس مجموعه‌ای از دنیاهای مجازی در ادغام با محیط فیزیکی (محیط‌های موازی مجازی - فیزیکی) است که بخشی از ساعات زندگی روزمره شهروندان در آن خواهد گذشت. فناوری‌هایی همچون هوش مصنوعی به ایجاد واقعی‌تر و پذیرفتنی‌تر متاورس توسط کاربران عادی کمک قابل توجهی خواهد نمود و پیش‌بینی می‌شود افراد قادر خواهند بود حتی دنیایی خلق کرده و در آن زیست مجازی داشته باشند که ابزارها و تعاملاتی خاص خودش را داشته باشد؛ این در حالی است لزوماً همه آنها در دنیای واقعی و فیزیکی امروزی ما موجود نبوده و زاینده تخیلات آنها هستند. باید توجه نمود که، تحقیق در مورد چنین محیط پیچیده‌ای هنوز در ابتدای راه بوده و هنوز در حال ایجاد اولین نقاط تماس با کاربران است. متاورس قابلیت همکاری بین سکوهایی که جهان‌های مجازی مختلف را ایجاد می‌کنند، فعال می‌کند. به‌عنوان مثال، کاربران می‌توانند محتوا ایجاد کنند و آن را به‌طور گسترده بین جهان‌های مجازی مختلفی که در آنها حضور دارند منتقل کنند. آواتارها به‌عنوان نمایندگان یا همزادهای دیجیتال اشیا حقیقی در متاورس عمل می‌کنند که کاربران در محیط‌های مجازی از آنها به‌عنوان نماد خود یا سایر چیزهایی که دارند استفاده می‌کنند.

## نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

متاورس دارای دو بُعد فناوری‌های پایه برای ایجاد (همچون فناوری‌های وب، واقعیت توسعه‌یافته، هوش مصنوعی، همزادهای دیجیتال) و بُعد زیست‌بوم آن برای گردش و رشد و پایداری این محیط است. از این رو، ارتقای هر کدام از زمینه‌های مختلف و جلوگیری از بروز اختلالات و حفظ منافع شهروندان در آن از اهداف اصلی قانونگذار می‌باشد. عناصر ضروری در زیست‌بوم متاورس شامل قابلیت اعتماد و مسئولیت‌پذیری، امنیت و حریم خصوصی، مقبولیت اجتماعی، اقتصاد مجازی، تولید محتوا و حوزه مسائل و فضای همزادهای دیجیتال، مباحثی است که در این گزارش بررسی شده و زمینه‌های تبعیض، بی‌نظمی،

کلاهبرداری و ... احصا شده است. همچنین بخش‌هایی که نیازمند توجه، سیاستگذاری یا قانونگذاری است شناسایی شده که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

## الف) الزامات توسعه محیط‌های موازی مجازی - فیزیکی ۱. فرهنگ استفاده از متاورس

استفاده از متاورس نیاز به فرهنگ مناسب حضور در محیط مجازی دارد. از آنجاکه نحوه پیاده‌سازی محیط توسط تولیدکنندگان (هم تولیدکنندگان نرم‌افزار و هم تولیدکنندگان محتوا) نقش مهمی در فرهنگ حضور در آن دارد و پس از آن فرهنگ حضور در متاورس می‌تواند حتی در فرهنگ دنیای حقیقی نیز تأثیر داشته باشد، ایجاد یک زیست‌بوم امن و پایدار نیازمند فرهنگ‌سازی و در عین حال تنظیم‌گری و قانونگذاری است.

## ۲. رشد پایدار

رشد پایدار محیط‌های موازی مجازی - فیزیکی نیاز به ایجاد مداوم اشیای جدید و سرزمین‌های جدید دارد. لذا فرهنگ زیستن در این محیط، حفظ امنیت و منافع شهروندان در عین تضمین سرمایه‌گذاری توسعه‌دهندگان عناصر کلیدی بقا و رشد این محیط می‌باشند.

## ۳. روحیه همکاری

با توجه به ماهیت فناوری‌های سازنده محیط متاورس و همچنین نزدیکی در عین تفاوت نظامات حاکم بر حکمرانی این زیست‌بوم نسبت به دنیای فیزیکی، ایجاد روحیه همکاری در توسعه این سامانه بسیار مهم است. این همکاری در عین حال خود باعث ایجاد رقابت مثبت مبتنی بر هم‌افزایی نیز خواهد شد.

## ۴. تسهیل‌گری در توسعه اقتصاد دیجیتال

از آنجاکه یکی از جذابیت‌های محیط متاورس توسعه کسب و کارهای دیجیتال است، تسهیل‌گری‌ها در توسعه اقتصاد

شود.

## ۵. ابزارهای واسط

ابزارهای ارتباطی جهت غوطه‌وری کاربران در محیط متاورس بسیار مهم است. این ابزارها بر دو نوع هستند: ابزارهایی که اطلاعات کامپیوتر را به کاربر انتقال می‌دهند که البته صرفاً به دید سه‌بعدی در حس بینایی و صدای سه‌بعدی در حس شنوایی ختم نمی‌شود و انواع حس‌های دیگر حتی چشایی و بویایی را نیز دربرمی‌گیرد، و ابزارهایی که اراده کاربر را به محیط مجازی منتقل می‌کنند که شامل انواع دستکش، لباس و حسگرهای محیطی است.

## پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

نیازهای دیگری نیز وجود دارد که به‌طور خلاصه در موارد زیر یادآوری می‌گردد:

۱. مالکیت معنوی و قوانین آن در مورد مالکیت بر اشیای مجازی یا همزادهای دیجیتال،
۲. حیطه وظایف و مسئولیت کاربران و توسعه‌دهندگان و سهم هر کدام از آنها در پاسخ‌گویی و جبران،
۳. زیرساخت‌های قانونی حفاظت از حریم خصوصی،
۴. زیرساخت‌های قانونی امنیت داده و فضای سایبری،
۵. زیرساخت‌های قانونی مواجهه با نشت اطلاعات و تعیین حدود و تکالیف و شیوه مقابله،
۶. تعیین تکلیف امکان ثبت مالکیت اشیای مجازی در فناوری دفتر کل توزیع شده و NFT،
۷. سازوکار اعمال عوامل محدودکننده یا تنظیم‌کننده همچون تعیین موارد و حذف محتوای غیرقانونی و خشن، کلاهبرداری، جرائم امنیتی و تبلیغات نابه‌جا و جرم‌انگاری‌های مربوط به آن،
۸. روال‌های نظارتی لازم برای ایجاد رقابت عادلانه،
۹. روال‌های حفاظت از افشار آسیب‌پذیر از جمله کودکان و نوجوانان،
۱۰. انواع سازوکارهای همکاری بین دولت، کاربران و توسعه‌دهندگان.

دیجیتال، انگیزه مناسب برای توسعه محیط متاورس و کسب درآمد را فراهم می‌سازد. لذا قوانین و مقررات اقتصاد دیجیتال در محیط فیزیکی می‌تواند تأثیر مستقیمی بر محیط متاورس که ترکیب دنیاهای مجازی-فیزیکی است، داشته باشد.

## ب) تکلیف دستگاه‌ها به ایجاد زیرساخت‌های لازم

### ۱. حفاظت داده‌ها

نشت‌های اطلاعاتی و اطلاعات از دست‌رفته، به‌خصوص در حملات سایبری مشکلات زیادی را برای توسعه‌دهندگان ایجاد کرده است که باید در سه حوزه مورد توجه قرار گیرد:

- تعیین روال‌های رمزنگاری مناسب (توسط مقررات‌گذار)،
- تعیین جریمه‌ها و سهم مسئولیت آسیب‌های وارد شده به کاربر (توسط قانونگذار)،
- تعیین روال‌های مراقبت از اطلاعات در مقابل حذف (توسط مقررات‌گذار).

### ۲. ایجاد ظرفیت محاسباتی

استفاده از الگوریتم‌های هوشمند به‌خصوص الگوریتم‌های هوشمند مولد یکی از مهم‌ترین بخش‌های فناوری متاورس است که معمولاً نیاز به حجم محاسبات زیادی دارد. پردازش‌های بینایی ماشین و نظارت هوشمند بر محیط واقعی برای انتقال اطلاعات به محیط مجازی نیز نیازمند ظرفیت محاسباتی زیادی هستند. (با مدیریت مقررات‌گذار)

### ۳. شبکه

ایجاد، توسعه و حفظ امنیت شبکه معمولاً فعالیتی است که بین بخش خصوصی و با نظارت دولت انجام می‌شود که نیاز به سیاستگذاری و قانونگذاری دارد.

### ۴. ذخیره‌سازی

ذخیره‌سازی معمولاً به‌صورت ابری و در بخش خصوصی انجام می‌شود و از آنجاکه اطلاعات بسیار ارزشمند هستند و طول عمر بسیار زیادی نیز دارند، بنابراین باید سیاستگذاری لازم برای پیش‌بینی زیرساخت‌های لازم به‌منظور بیمه کردن اطلاعات و تأمین حداقل هزینه‌ها برای حفظ طولانی‌مدت اطلاعات انجام



## ۱. مقدمه

کلمه متاورس،<sup>۱</sup> ترکیبی از پیشوند Meta (به معنای فراتر رفتن) و بخشی از کلمه Universe (به معنای جهان) است؛ این اصطلاح محیط مصنوعی فرضی مرتبط با جهان فیزیکی را توصیف می‌کند. متاورس یک یا چند محیط مجازی، ترکیبی فیزیکی و دیجیتالی است که با هم‌گرایی بین اینترنت، فناوری‌های وب<sup>۲</sup> و واقعیت توسعه یافته<sup>۳</sup> تجهیز می‌شود. امروزه اطلاعات در دست شرکت‌های معدود صاحب سکوها جمع‌آوری می‌شود؛ این در حالی است که مدیریت استفاده از اطلاعات نیز به دست آنهاست. در متاورسی که توسط شرکت‌ها به وجود می‌آید و با نام متاورس بسته شناخته می‌شود، نیز همین منطق وجود دارد. با استفاده از وب<sup>۳</sup> امید ایجاد متاورس باز<sup>۴</sup> به گونه‌ای که مدیریت اطلاعات کاربران به دست خود آنها باشد به وجود آمده است. برخی ایده پردازان برای تأکید بر باز بودن امکان توسعه و تأکید بر ترکیب انواع محیط‌های مصنوعی - فرضی در کنار هم در عین استقلال از هم، اصطلاح Multiverse را مطرح کرده‌اند که یک نگاه کل‌نگر را مطرح کرده و در همان تعریف متاورس قابل پذیرش است. همچنین شرکت انویدیا محیطی را با نام Omniverse با تأکید بر ترکیب محیط‌های گوناگون توسعه یافته پیشنهاد کرده است. در این گزارش با یادآوری مفهوم اینترنت که از انواع شبکه‌های دارای قابلیت همکاری با دیگران یا مستقل از دیگران تشکیل شده است، مفهوم متاورس به صورت جامع به محیط مجازی ترکیب شده از محیط‌های توسعه یافته توسط تمام ایده پردازان اطلاق می‌شود.

همان‌طور که زیست‌بوم‌های مختلف اجتماع از جمله فرهنگ، اقتصاد، قوانین و مقررات (به عنوان مثال، حوزه مالکیت داده‌ها) و هنجارهای اجتماعی، با یکدیگر متصل بوده و بروز هنجارها و مقررات موجود در جامعه واقعی است و از تولید کالاها و فیزیکی و محتویات ناملموس حمایت می‌کند، با اتصال زیست‌بوم‌ها در دنیای مجازی و حقیقی، می‌توانند در دنیای حقیقی و مجازی از تولید موجودات دیجیتال حمایت کنند. باید توجه نمود که، تحقیق در مورد چنین محیط پیچیده‌ای همچنان در ابتدای راه بوده و هنوز در حال ایجاد اولین نقاط تماس با کاربران است. متاورس قابلیت همکاری بین سکوهایی که جهان‌های مجازی مختلف را ایجاد می‌کنند، فعال می‌کند. به عنوان مثال، کاربران می‌توانند محتوا ایجاد کنند و آن را به طور گسترده بین جهان‌های مجازی مختلفی که در آنها حضور دارند منتقل کنند. پیشرفت‌های اخیر در فناوری نشان می‌دهد که تقریباً همه چیز برای ورود به دنیای متاورس آماده است. این مطلب در بخش‌های بعد با مثال‌های متعددی نشان داده می‌شود.

اگرچه تا به امروز برنامه‌های کاربردی واقعی کمی وجود دارند که توانسته باشند جهان مجازی و حقیقی را به شکل خوبی ترکیب کنند، ولی باید توجه داشت که تجربه این ترکیب دوگانه باید به گونه‌ای شکل بگیرد که محیط‌های مجازی بتوانند به صورت طولانی مدت با محیط فیزیکی جفت شوند. به عنوان مثال یک کاربر می‌تواند دوستان متاورسی خود را به خانه فیزیکی خود دعوت کند، دوستان وی به عنوان آواتار

1. Metaverse

۲ برای بررسی بیشتر ساختار خدمات‌دهی اینترنت توسط وب ۱، وب ۲ و وب ۳ به گزارش آمادگی سیاستگذاری برای نسل سوم وب مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی به شماره مسلسل ۱۸۵۹۶ مورخه ۱۴۰۱/۹/۲۸ مراجعه شود.

2. EXtended Reality (XR)

3. <https://www.realvision.com/blog/open-vs-closed-metaverse>.



فناوری‌های پیشرفته‌ای که امروزه توسعه یافته‌اند، شرایط فناورانه آن را به اندازه‌ای که جنبه زیست‌بوم اجتماعی آن هم شکل بگیرد، آماده کرده‌اند. وقتی صحنه‌های بسیار متنوع محیط‌های مجازی، مانند موزه‌های مجازی، شهرهای باستانی چین، و آزمایشگاه‌ها یا کلاس‌های درس مجازی بررسی می‌شود، این واقعیت که محیط‌های مجازی موجود معمولاً به‌عنوان یک فضای یادگیری مشارکتی به کار گرفته شده‌اند که در آن کاربران می‌توانند برخی از وظایف مجازی را با هم تحت موضوعات مختلف انجام دهند خودنمایی می‌کند. جنبه‌های واقع‌گرای، فراگیر بودن، قابلیت همکاری و مقیاس‌پذیری از جمله مهم‌ترین جنبه‌های متاورس هستند. از آنجایی که متاورس می‌تواند به‌عنوان یک محیط مجازی، فضای عمومی جمعی و مشترک عمل کند، نگرانی‌ها در مورد حفظ حریم خصوصی کاربر در چنین فضاهای نوظهوری باید به‌دقت لحاظ گردد. قبل از شروع بحث در مورد متاورس باید بر ماهیت بین‌رشته‌ای آن مجدداً تأکید کرد. به‌منظور بررسی دقیق موضوع متاورس و ابعاد آن به‌منظور دستیابی و شناسایی نیازهای تقنینی مرتبط با متاورس که به‌عنوان فناوری‌های اصلی و چالش‌های عمده شناخته شده‌اند در چهار بخش اصلی شامل چیستی متاورس، فناوری‌های پایه‌ای آن و عناصر زیست‌بوم آن و بررسی نیازهای مهم قانون و مقررات‌گذاری، بررسی می‌شود.

می‌توانند از طریق فناوری‌هایی مانند واقعیت مجازی، واقعیت ترکیبی و افزوده و مثلاً به‌صورت هولوگرام‌هایی در خانه دوستشان ظاهر شوند. این در حالی است که آن آواتار در یک اتاق جلسه مجازی در متاورس باقی مانده است و از طریق یک پنجره مکالمه با کاربر در محیط فیزیکی او (خانه‌اش) مرتبط شده و رفتارها و گفتارهای او را منعکس می‌کند.

تشکیل متاورس به فناوری‌های زیادی مانند اینترنت، شبکه‌های اجتماعی، بازی‌ها و محیط‌های مجازی مانند واقعیت مجازی و افزوده، شبکه‌های پرسرعت و محاسبات لبه‌ای، هوش مصنوعی و دفترکل توزیع شده (یا بلاکچین) که به‌عنوان بلوک‌های سازنده متاورس عمل می‌کنند، نیاز دارد. مشخصه مهم فضاهای مجازی متاورس، دائمی بودن، مشترک بودن، هم‌زمانی و سه‌بعدی بودن آن است. لذا در پرداخت به موضوع بررسی متاورس توجه به این سه بخش بسیار مهم است:

۱. چارچوب فناوری متاورس برای تحقق آن،
  ۲. فناوری‌هایی که هنوز آمادگی یا بلوغ لازم را ندارند و نیاز به تحقیق بیشتری دارند،
  ۳. چالش‌ها و فرصت‌های تحقیقاتی جدید.
- متاورس شامل دو جنبه فناورانه و زیست‌بوم اجتماعی است و لذا تعریف متاورس نیاز به در نظر گرفتن هر دو جنبه آن دارد.

## ۲. متاورس چیست؟



یکی از اولین فضاهای متاورسی بود که در سال ۲۰۰۳ ایجاد شد و طرفداران بسیاری پیدا کرد. دیسنترالند نیز یکی از معروف‌ترین محیط‌های متاورسی است که از سال ۲۰۲۰ معرفی شد و کاربران زیادی دارد. امروزه متاورس به‌عنوان ترکیب محیط‌های فیزیکی/ مجازی، ترکیبی و دیجیتالی شناخته می‌شود که با هم‌گرایی بین اینترنت و فناوری‌های وب و واقعیت توسعه یافته تجهیز شده است. در گستره‌ای که میان واقعیت و مجاز توسط میل گرام و کیشینو ارائه شده بود [۲]، واقعیت توسعه یافته دنیای مجازی و فیزیکی را بنا به نیازهای مختلف به درجات مختلف ادغام کرده‌اند. به‌عنوان مثال، واقعیت افزوده، واقعیت ترکیبی<sup>۴</sup> و واقعیت مجازی<sup>۵</sup> در این

کلمه متاورس برای اولین بار در یک داستان تخیلی به نام Snow Crash که توسط نیل استفنسون در سال ۱۹۹۲ نوشته شده بود [۱]، ابداع شد. در این رمان، استفنسون، متاورس را به‌عنوان یک محیط مجازی عظیم موازی با دنیای فیزیکی تعریف می‌کند که در آن کاربران از طریق آواتارهای دیجیتال با هم تعامل دارند. از زمان اولین ظهور، متاورس به‌عنوان یک جهان رایانه‌ای از طریق مفاهیم بسیار متنوعی مانند تداوم حیات، فضای جمعی مجازی، اینترنت تجسم یافته/ اینترنت فضایی و جهان آینه‌ای تعریف شد. سپس Omniverse توسط انویدیا به‌عنوان محلی برای برگزاری شبیه‌سازی و همکاری افراد مطرح شد. سکندلایف<sup>۱</sup>

1. Second Life
2. Decentraland
3. Augmented Reality (AR)
4. Mixed Reality (MR)
5. Virtual Reality (VR)

مربوط به خود را دارد، در قیاس با خود فیزیکی کاربر، این آواتار استعاره‌ای از دنیای واقعی کاربر است که باعث می‌شود تا کاربر زندگی جایگزینی را در دنیای واقعیت مجازی تجربه کند. برای دستیابی به چنین دوگانه‌ای، توسعه متاورس باید از سه مرحله متوالی شامل همزادهای دیجیتال، بومی‌سازی دیجیتال و در نهایت همزیستی واقعیت فیزیکی/مجازی یا مرحله کامل فوق واقع‌گرایی عبور کند. شکل ۱ رابطه بین این سه مرحله را نشان می‌دهد.

طیف تعریف می‌شود. در واقعیت افزوده اطلاعات و اشیای مجازی با استفاده از عینک‌های شفاف به محیط افزوده می‌شوند. در واقعیت ترکیبی اشیای مجازی قسمت عمده‌ای از فضای دید کاربر را اشغال می‌کند و در واقعیت مجازی کاربر به صورت کامل در دنیای فرضی زندگی می‌کند و در آن بدون توجه به دنیای واقعی غرق می‌شود. در داستان Snow Crash دوگانگی دنیای واقعی و یک کپی از محیط‌های دیجیتال تخیل شده بود. در متاورس، هر کاربر آواتار

شکل ۱. همزادهای دیجیتال در مراحل اتصال دنیای فیزیکی و دیجیتال



می‌کنند. اشیای تولید شده در دنیای دیجیتال اگر چه می‌توانند به همتایانی از دنیای فیزیکی خود مرتبط شوند، ولی فقط می‌توانند در دنیای دیجیتال وجود داشته باشند (بومی‌های دنیای دیجیتال).

همان‌طور که زیست‌بوم‌های مختلف اجتماع از جمله فرهنگ، اقتصاد، قوانین و مقررات (به‌عنوان مثال، حوزه مالکیت داده‌ها) و هنجارهای اجتماعی، با یکدیگر متصل بوده و بروز هنجارها و مقررات موجود در جامعه واقعی است و از تولید کالاهای فیزیکی و محتویات ناملموس حمایت می‌کند، با اتصال زیست‌بوم‌ها در دنیای مجازی و حقیقی، می‌توانند در دنیای حقیقی و مجازی از تولید موجودات دیجیتال حمایت کنند.

به‌رغم آنچه گفته شد باید توجه نمود که تحقیق در مورد چنین محیط پیچیده‌ای همچنان در ابتدای راه است و هنوز در حال ایجاد اولین نقطه تماس با کاربران است. هنوز بخش‌های زیادی در ارتباط انسان با کامپیوتر<sup>۱</sup> و نحوه ایجاد محتویات دیجیتال باقی است که باید به بلوغ لازم برسد.

همزادهای دیجیتالی، خواص همتایان فیزیکی خود یعنی انسان‌ها، از جمله حرکات جسم، دما و حتی عملکرد را منعکس می‌کنند. این همزادها به مدل‌ها و موجودیت‌های دیجیتالی با حجم زیاد و با کیفیت بالا نیاز دارند که در محیط‌های مجازی مختلف تکرار یا نگهداری می‌شوند. ارتباط بین همزادهای مجازی و فیزیکی با انتقال داده‌های آنها انجام می‌شود. برنامه‌های کاربردی زیادی برای ایجاد مدل‌های مجازی و ارتباط آنها با افراد حقیقی وجود دارند. به‌عنوان مثال در این زمینه می‌توان به نرم‌افزارهای طراحی به کمک رایانه (CAD) برای طراحی محصولات و معماری ساختمان‌ها، برنامه‌ریزی شهری هوشمند، سیستم‌های هوشمند صنعتی، سیستم‌های عملیاتی رباتیک و رباتیک و ... اشاره کرد. در این مرحله پس از ایجاد یک نسخه دیجیتالی از واقعیت فیزیکی، ایجاد محتوای بومی در محیط مجازی انجام می‌شود. سازندگان محتوا، که خود نیز معمولاً توسط آواتارهایشان نشان داده می‌شوند، با خلاقیت خود در ایجاد دنیای دیجیتال مشارکت

1. Human Computer Interface (HCI)



سه‌بعدی ساخته شده تاکنون توسط کاربران شناخته می‌شود. کاربران می‌توانند محیط‌های سه‌بعدی خود را بسازند و شکل دهند و در چنین دنیای مجازی به طرز نوآورانه زندگی کنند. با این حال، هنوز به جز یک یا دو مورد هیچ کدام از بازی‌های سه‌بعدی ویدیویی امروزی، قابلیت همکاری و استفاده از دستاوردها، بین بازی‌های تولید شده توسط یک شرکت یا توسط شرکت‌های مختلف را ندارند. تاکنون صرفاً موارد بسیار معدودی از امکان استفاده از دستاوردهای یک بازی در بازی‌های دیگر (تولید شده توسط همان شرکت) دیده شده است. البته این ایده در برخی از فیلم‌هایی که فضای متاورس را به تصویر کشیده‌اند<sup>۴</sup> ارائه شده است. همان طور که در مقدمه گفته شد، برخی از ایده‌پردازان برای اشاره به این قابلیت از اصطلاح مالتی ورس به جای متاورس استفاده کرده‌اند. توجه به این نکته حائز اهمیت است که اینترنت نیز از اتصال شبکه‌های کوچک‌تر و گاه مشابه توسط توسعه‌دهندگان مختلف و دارای امکان استفاده از دستاوردهای یک بخش در بخش‌های دیگر آن تشکیل شده است. در این گزارش مالتی ورس نیز تعمیم متاورس تلقی می‌گردد.

ب) سکوه‌های نوظهوری که از محیط‌های مجازی استفاده می‌کنند<sup>۵</sup> محیط‌های غنی شده‌ای را ارائه می‌دهند که فضاهای مجازی را برای مرادوات اجتماعی و جلسات آنلاین مهیا می‌سازند. اما این فضاهای مجازی همیشگی نیستند و پس از گردهمایی‌ها و جلسات از بین می‌روند یا تبدیل به صدا و فیلم ضبط شده می‌شوند. اشیای مجازی در بازی‌های واقعیت افزوده مانند پوکمون گو نیز (البته بدون انعکاس هیچ‌یک از اصول همزادهای دیجیتال) به واقعیت فیزیکی-مکانی متصل شده‌اند.

هنوز تحقیقات فراوجهی در مورد متاورس به اندازه کافی انجام نشده است. لذا، تلاش‌های تحقیقاتی بیشتری در طراحی و ساخت متاورس باید گسترش یابد. به خصوص هر دو جنبه فناوری و زیست‌بوم آن به عنوان عامل‌های مهم شکل دادن به متاورس عمل می‌کنند. تا اینجا متاورس چهار انتقال مهم (در شکل ۲ نشان داده شده است)؛ از بازی‌های تعاملی مبتنی بر متن، به جهان‌های باز مجازی و پس از آن به بازی آنلاین چند هزار نفره بزرگ، سپس به محیط‌های مجازی فراگیر در موبایل‌های هوشمند و ابزارهای پوشیدنی و سپس به

البته در نهایت در مرحله آخر (مرحله سوم)، متاورس می‌تواند به یک دنیای مجازی متکی به خود و پایدار تبدیل شود که با سطح بالایی از استقلال با جهان فیزیکی هم‌زیستی و تعامل دارد. به این ترتیب، آواتارها که کاربران انسانی را در دنیای فیزیکی نشان می‌دهند، می‌توانند فعالیت‌های ناهمگونی را در طول زندگی خود تجربه کنند که با تعداد نامحدودی از کاربران به طور هم‌زمان از لحاظ نظری در چند جهان مجازی مرتبط باشند. این نکته هم‌گفتنی است که متاورس می‌تواند قابلیت همکاری بین سکوهایی که جهان‌های مجازی مختلف نشان می‌دهند، را هم فعال کند. به عنوان مثال، کاربران می‌توانند محتوا ایجاد کنند و آن را به طور گسترده بین جهان‌های مجازی مختلفی که در آنها حضور دارند توزیع کنند. به عنوان نمونه، کاربر می‌تواند محتویات یک بازی مانند ماینکرافت را ایجاد کند [۳]، و این محتویات را به سکوها یا بازی دیگری مثل روبولوکس<sup>۱</sup> [۴]، با همین هویت و قابلیت‌ها یا هویت و قابلیت‌های دیگری انتقال دهد. علاوه بر این، این محتویات می‌تواند از طریق کانال‌های مختلف، دسترسی به اطلاعات کاربر از طریق نمایشگرهای پوشیدنی روی سر یا سربندهای موبایل (مانند مایکروسافت هولولنز [۵])، محتویات، آواتارها، عوامل رایانه‌ای در تعامل با دستگاه‌های هوشمند (باندیای فیزیکی [۶]) ارتباط برقرار کند و حتی با آنها تعامل داشته باشد. حتی ربات‌ها نیز به این صورت می‌توانند همزادهای دیجیتال داشته باشند. پیشرفت‌های اخیر در فناوری نشان می‌دهد که تقریباً همه چیز برای ورود به دنیای متاورس آماده است. این مطلب در ادامه با چند مثال نشان داده می‌شود.

الف) شبکه‌های اجتماعی به کاربران اجازه می‌دهند تا محتوا ایجاد کنند، اما این شبکه‌ها محدود به متن، عکس و ویدئو با گزینه‌های محدودی از تعامل کاربر (مثلاً لایک کردن یک پست) نیستند و امکانات محتویات جدید هر روزه به آنها افزوده می‌شود. بازی‌های ویدیویی نیز روزه‌روز واقعی‌تر و چشمگیرتر می‌شوند. کاربران می‌توانند گرافیک فوق‌العاده‌ای را با فیزیک درون بازی تجربه کنند، به عنوان مثال، بازی کال آف دیوتی<sup>۲</sup>، حس واقع‌گرایی را به گونه‌ای ارائه می‌کند که در جزئیات نیز شبیه به دنیای واقعی است. یک نمونه قابل توجه از یک دنیای مجازی با عمر نزدیک به دو دهه، سکند لایف<sup>۳</sup> [۷]، است که به عنوان بزرگ‌ترین جهان

1. Roblox

2. Call of Duty: Black Ops Cold War

3. Second Life

6. Massively Multiplayer Online Game (MMOG)

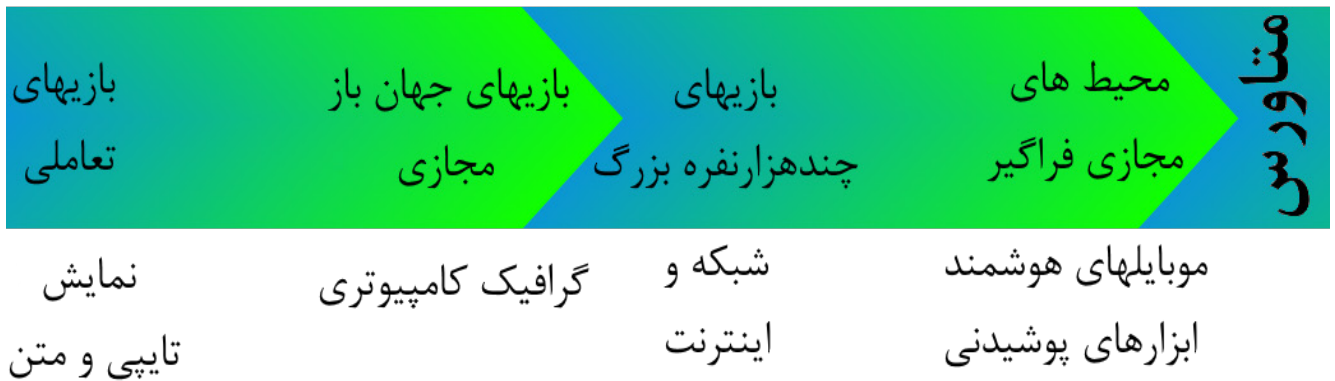
۴. رالف خرابکار در اینترنت، مالتی ورس.

۵. مانند VRChat و Microsoft Mesh.

انجام شده است. در حالت ایده‌آل، فناوری جدید می‌تواند به‌طور بالقوه ویژگی‌های اضافه‌تری را به متاورس بیفزاید. در مجموع ارائه دیدگاهی جامع از زیست‌بوم متاورس ضروری است.

وضعیت فعلی متاورس را تجربه کرده است. هر انتقال پس از ظهور فناوری‌های جدید مانند تولد اینترنت، تولد گرافیک‌های پر قدرت سه‌بعدی، استفاده وسیع از اینترنت و همچنین دفتر کل توزیع شده

شکل ۲. تکامل تعامل با کامپیوتر در فناوری‌های متفاوت تا استفاده از فناوری‌های جدید واقعیت گسترش یافته، اینترنت اشیاء و باتیک، هوش مصنوعی، دفتر کل توزیع شده و وب ۳، بینایی ماشین و شبکه‌ار تباطی و پردازش لبه و ابر در متاورس



### ۳. فناوری‌های زیر ساختی ایجاد متاورس

ترکیب اصلی واقعیت گسترش یافته عبارتند از: واقعیت مجازی VR، واقعیت افزوده AR، واقعیت ترکیبی MR و فناوری‌های هولوگرافی.

■ واقعیت مجازی<sup>۱</sup> دارای ویژگی‌های کاملاً مصنوعی است. ابزارهای واقعیت مجازی به کاربران کمک می‌کنند تا وقتی در محیط‌های مجازی قرار می‌گیرند تا حد امکان در محیط غرق شوند و از طریق تکنیک‌های تعامل کاربر با اشیای مجازی تعامل داشته باشند. حتی چند کاربر در چنین محیط‌های مجازی می‌توانند در ایجاد یک اثر هنری با یکدیگر همکاری کنند. این کار با الزامات تعریف شده در محیط‌های مجازی مانند حس مشترک از فضا، حس مشترک حضور هم‌زمان (تعامل در پخش زنده) و استفاده از تکنولوژی‌هایی برای برقراری ارتباط و اشتراک گذاری اطلاعات (به‌عنوان مثال با اشاره، متن، صدا و...) و امکان تغییر در اشیای محیط مجازی انجام می‌شود.<sup>۲</sup>

مهاجرت به سمت ادغام فیزیکی و مجازی شامل سه مرحله استفاده از همزادهای دیجیتال، خیزش اشیای دیجیتال و ورود به متاورس است. تحقق متاورس به زیرساخت‌های فناورانه‌ای نیاز دارد که در زیر به آنها اشاره شده است:

#### ۱-۳. واقعیت گسترش یافته

واقعیت گسترش یافته در حالت ایده‌آل، به‌عنوان پنجره‌ای عمل می‌کند که کاربران را قادر می‌سازد به همزادهای دیجیتال خود و ابزاری با فناوری‌های مختلف دسترسی داشته باشند. فناوری رابط مغز و رایانه (BCI) در آینده نقش برجسته‌ای در این زمینه خواهد داشت. فناوری رابط بین مغز و رایانه به ایجاد یک کانال سیگنال مستقیم بین مغز انسان و سایر دستگاه‌های الکترونیکی اشاره دارد که در آنجا با دور زدن زبان و اندام‌ها برای تعامل با دستگاه‌های الکترونیکی انتقال اطلاعات انجام می‌شود. چهار

1. Virtual Reality (VR)  
2. Google TiltBrush





و دنیای مجازی در عصر متاورس آینده تبدیل خواهد شد. تمام استانداردها و مقررات در زمینه‌های مربوط به کنترل ابزار بر مغز یا عکس آن، آسیب احتمالی به مغز، استانداردهای کاهش آسیب و دستورالعمل‌های اجتناب از آسیب باید هر چه سریع‌تر آماده گردد.

### ۳-۳. اینترنت اشیا و رباتیک

سامانه‌های اینترنت اشیا، وسایل نقلیه خودران و ربات‌ها می‌توانند به‌خوبی از سامانه‌های واقعیت مجازی و افزوده برای تجسم عملیات خود و دعوت از کاربران برای مشارکت در مدیریت داده و تصمیم‌گیری استفاده کنند. لذا، ارائه جریان داده به شیوه‌های سهل‌الوصول و قابل مشاهده از حسگرها برای تعامل با اینترنت اشیا و ربات‌ها برای ارتقای فناوری ضروری است. رابط‌های واقعیت مجازی و افزوده عملاً نقش رسانه را داشته و طراحی مناسب و خلاقانه آن می‌تواند کیفیت تجربه کاربر را بالا ببرد. طراحی کاربرمحور در محیط‌های فراگیر و مجازی مانند فضای طراحی رابط‌های کاربری، الگوهای تاریک اینترنت اشیا و رباتیک، کنترل‌های ظریف سیستم‌های رباتیک جدید و ... هنوز در مرحله نوپای آنهاست و هنوز ایده‌های بسیار جالبی در مرحله تحقیقات قرار دارند و حتماً در سال‌های پیش رو، مطالعات تحقیقاتی بیشتری را می‌توان درباره تسهیل تعامل متاورس با اینترنت اشیا و ربات‌ها دید.

### ۴-۳. هوش مصنوعی

استفاده از هوش مصنوعی، به‌ویژه یادگیری عمیق، پیشرفت زیادی در اتوماسیون‌های لازم در تحقق محیط برای طراحان متاورس ایجاد می‌کند و عملکرد بالاتری نسبت به رویکردهای معمولی حاصل می‌شود. مدل‌های هوش مصنوعی موجود معمولاً بسیار عمیق هستند و لذا به قابلیت‌های محاسباتی زیادی نیاز دارند که دستگاه‌های تلفن همراه امروزی نه توان پردازشی و نه ذخیره انرژی لازم برای انجام این‌گونه پردازش‌ها را ندارند. از این‌رو، طراحی مدل‌های هوش مصنوعی یا باید سبک و کارآمد باشد (که معمولاً امکان آن نیست)، یا مبتنی بر استفاده از پردازش لبه‌ای و با پذیرش تأخیر شبکه (که تجربه نامطلوبی برای کاربر خواهد داشت) باشد. استفاده از هوش مصنوعی و پردازش اطلاعات نیاز به استاندارد گذار مداوم و کتابخانه‌های حجیم و به‌روز و نظارت مداوم دارد.

■ فناوری واقعیت افزوده ۱ معمولاً اطلاعات مفید را در هنگام نمایش محیط فیزیکی به کاربر ارائه می‌کند. این اطلاعات به‌صورت تئوری می‌تواند توسط هر پنج حس اصلی به کاربر انتقال داده شود. همچنین گاهی یک سیستم هوش مصنوعی، شرایط فرد و محیط را پایش کرده و ارائه اطلاعات خاصی به کاربر را توصیه می‌نماید.

■ متأسفانه، هیچ تعریف استاندارد برای واقعیت ترکیبی<sup>۲</sup> وجود ندارد. اما اکثر محققین آن را بازه‌ای بین دو حد نهایی واقعیت افزوده و واقعیت مجازی در نظر می‌گیرند. اشیا در واقعیت ترکیبی با درک محیطی و آگاهی از موقعیت، می‌توانند با سایر اشیا محسوس در محیط‌های فیزیکی مختلف کار کنند. به‌عنوان مثال، یک آچار فیزیکی می‌تواند پیچ‌های دارای موجودیت‌های دیجیتالی را در دنیای واقعیت ترکیبی باز و بسته نماید، این مثال نشان‌دهنده ویژگی مهم قابلیت همکاری بین موجودیت‌های دیجیتال و فیزیکی است. در واقع واقعیت ترکیبی به‌عنوان نسخه مجازی‌تر واقعیت افزوده دارای روابط بیشتری بین فضای فیزیکی، کاربر و موجودیت‌های مجازی است. لذا با توجه به آنچه گفته شد می‌توان واقعیت ترکیبی را نقطه شروع متاورس دانست. متاورس وابسته به تولید محتوا و واکنش‌های کاربران از طریق همزادهای دیجیتالی و ارتباط بین دنیای فیزیکی و مجازی است.

■ نمایشگرهای حجیم، ریزپروژکتورها و فناوری‌های هولوگرافی نیز یکی از مهم‌ترین نیازها در داخل محیط‌های مجازی (در نهایت متاورس) برای ارائه اطلاعات به کاربران به‌عنوان همزادهای فیزیکی در فضای عمومی مشترک است. علاوه بر این فناوری هولوگرافی (بازتابی یا لیزری) با نمایش تصاویر سه‌بعدی می‌تواند اشیایی مانند واقعی بسازد که در فناوری پلاسمونیک حتی قابل حس کردن نیز باشد. اگر چنین ابزارهایی به بلوغ خود برسند متاورس می‌تواند با زندگی شهری ادغام شود.

### ۲-۳. تعامل با کاربر

از آنجایی که در نهایت تمام حواس انسان با ارسال سیگنال‌ها به مغز درک می‌شوند، در صورت استفاده از فناوری رابط مغز و رایانه، می‌توان با تحریک نواحی مربوط به مغز، تمامی تجربیات حسی را به‌طور کامل شبیه‌سازی نمود. در مقایسه با سربندهای واقعیت مجازی و افزوده موجود (اصطلاحاً عینک واقعیت مجازی)، یک رابط مغز و رایانه که مستقیماً اطلاعات را به قشر مغز انسان می‌رساند در آینده به احتمال زیاد به بهترین دستگاه برای تعامل بین بازیکنان

1. Augmented Reality (AR)  
2. Mixed Reality (MR)  
3. Quality of Experience

محتوا با شرایط شبکه تطبیق لازم را پیدا کند. به عبارت دیگر لایه انتقال، جایی که کنترل تراکم اتفاق می‌افتد، می‌تواند از دحام را به لایه کاربردی نشان دهد. پس از دریافت چنین اطلاعاتی، برنامه می‌تواند به صورت تطبیق‌پذیر مقدار داده برای ارسال را کاهش دهد تا نیازهای توان عملیاتی، پهنای باند و تأخیر را برآورده کند. مهم‌ترین تأخیر در انتقالات متاورس تأخیر در آخرین نقطه اتصال اینترنت و کامپیوتر یا تلفن همراه است که به آن «تأخیر آخرین مایل» گفته می‌شود. امروزه برای کاهش بیشتر تأخیر از سرویس‌های پردازش لبه‌ای استفاده می‌شود.

### ۸-۳. آواتار (و همزادهای دیجیتال)

واژه آواتار واژه‌ای از زبان هندو است که تجسم یک خدای هندو را به صورت انسان یا حیوان در دنیای معمولی بیان می‌کند. آواتارها به عنوان نماینده کاربر در طیف وسیعی از جهان‌های دیجیتال ظاهر می‌شوند. آواتارها در مرحله اول، معمولاً به عنوان عکس نمایه در اتاق‌های گفت‌وگوی مختلف (مانند ICQ)، انجمن‌ها (مانند دلفی)، وبلاگ‌ها (مانند Xanga)، و همچنین شبکه‌های اجتماعی (به عنوان مثال، فیس‌بوک) استفاده می‌شدند. پس از آن، بازیکنان در نمونه‌های بسیار ابتدایی متاورس مانند AberMUD و SecondLife، از اصطلاح آواتار برای نشان دادن نمادی از خود استفاده کردند. امروزه، بازیکنان در بازی‌هایی مانند فورتنایت یا شرکت‌کنندگان در شبکه‌های اجتماعی مجازی می‌توانند ظاهر آواتاری خود را با گزینه‌های تقریباً نامحدود، ایجاد کنند یا تغییر داده و ویرایش کنند. همچنین، بازی‌های واقعیت مجازی، مانند VR Chat، به کاربران اجازه می‌دهند تا ظاهر فیزیکی خود را اسکن کنند و سپس با انتخاب لباس‌های مجازی از این ترکیب خود به عنوان آواتار استفاده کنند. برخی جلسات آنلاین که با واقعیت افزوده ارائه می‌شوند، امکان استفاده از سبک‌های مختلف کارتنی به عنوان چهره کاربران را فراهم نموده‌اند. گاهی آواتارها را در نقش دوستان نزدیک، مربی یا خود خیالی برای کنترل خود و تعیین اهداف مانند یادگیری و تغذیه استفاده کرده‌اند. از آنجاکه آواتارها به عنوان نمایندگان یا همزادهای دیجیتالی انسان‌ها در متاورس عمل می‌نمایند و کاربران به عنوان نماد خود در محیط‌های مجازی از آواتارها استفاده می‌کنند و اگرچه فناوری موجود می‌تواند ویژگی‌های ظاهر فیزیکی کاربر را به تصویر بکشد و به‌طور خودکار یک آواتار تولید کند، ولی طراحی آواتار می‌تواند فراتر از آواتارهای انسانی باشد.

### ۵-۳. فناوری بلاکچین

نیفتی یا NFT مکانیزمی برای ثبت غیرمتمرکز محتوای دیجیتال است که اکثراً مبتنی بر شبکه اتریوم طراحی شده است و تأیید تراکنش‌های آن زمان‌بر و با هزینه بالایی است. وجود مکانیزم نیفتی باعث می‌شود تا بتوان برای اموال ایجاد شده قیمت تعیین کرد و معامله انجام داد. البته در حال حاضر، اکثر راه‌حل‌های نیفتی نیاز به زمان طولانی برای تأیید تراکنش دارد که باعث کندی عملکرد و کاهش دسترسی به داده‌ها می‌شود که باید در آینده حل شود. در استفاده از این فناوری‌ها، حفظ اطلاعات و هویت کاربر در راستای حفظ حریم خصوصی مهم است.

### ۶-۳. بینایی ماشین

پردازش اطلاعات بصری از فعالیت‌های کاربر و محیط اطراف توسط کامپیوتر را بینایی ماشین می‌نامند. برای ساختن یک دنیای مجازی سه‌بعدی قابل اعتماد و دقیق در متاورس، الگوریتم‌های بینایی ماشین باید توسعه یابند. از آنجاکه متاورس با دنیای فیزیکی و افراد ارتباط دارد؛ بنابراین، الگوریتم‌های درک فضا و صحنه باید دقیق‌تر شده و محاسبات مؤثرتری باید ابداع و استفاده شوند. همچنین، الگوریتم‌های قابل اعتمادتر و کارآمدتری برای ردیابی بدن و اشارات و علامت‌های بیان شده با وضعیت چهره یا بدن و بیان شده در رفتارها باید ابداع شوند. باید توجه داشت که الگوریتم‌های تصحیح رنگ، بازیابی بافت، برطرف کردن تاری و واضح کردن تصویر نیز نقش مهمی در تضمین شکل دادن درست یک محیط سه‌بعدی دارند و باید حتی الامکان روز به روز دقیق‌تر شوند تا تعامل صحیحی با آواتارهای انسانی داشته باشند. برای ارتباط بهتر محتوای واقعی و مجازی و ارتباط با آواتارها در متاورس، باید روش‌های بازیابی سازگارتر و درعین حال مؤثرتری پیاده‌سازی شوند.

### ۷-۳. شبکه ارتباطات و پردازش لبه و ابر

در حصول تجربه با کیفیت از متاورس دستیابی به حداقل آستانه حد شاخص‌های عملکرد معمول شبکه‌های تلفن همراه، یعنی تأخیر و توان عملیاتی، حیاتی است. برخلاف رویکرد لایه‌ای سنتی در شبکه‌ها، که در آن حداقل ارتباطات بین لایه‌ها اتفاق می‌افتد، پرداختن به الزامات سخت تجربه با کیفیت کاربر در متاورس نیازمند ارتباط دوطرفه بین لایه‌هاست. ارتباطات نسل پنجم و جانشینان آن می‌تواند به برنامه‌ها کمک کند تا کیفیت انتقال



وسایل نقلیه هوشمند، ربات‌ها) باید تحقیقات بیشتری انجام شود و راهکارهای خلاقانه‌ای برای آنها یافته شود. لذا طراحی اخلاقی آواتارها و رفتار/نمایش متناظر آنها در فضای مجازی نیز موضوعی پیچیده خواهد بود. آواتارها به عنوان جامعه دیجیتالی بشریت در متاورس تا ابد زنده خواهد ماند. بنابراین، حتی اگر بدن فیزیکی، در واقعیت نبود شود، آواتار فرد در دنیای دیجیتال به زندگی در متاورس ادامه خواهد داد و شخصیت، منطبق رفتاری و حتی خاطرات خود را در دنیای واقعی حفظ خواهد کرد. به این صورت آواتارهای متاورس مسائل فنی و طراحی و مسائل اخلاقی خود دیجیتال را به همراه خواهند داشت که در ادامه بیشتر توضیح داده می‌شود.

مثلاً گاهی کاربران انسانی حیوانات خانگی خود را به عنوان آواتار خود در متاورس به کار می‌گیرند یا از آواتارهای ابرقهرمانان استفاده می‌کنند. حسگرهای موبایل هنوز آمادگی اینکه در همه جا و به صورت زنده تمام اطلاعات برای کنترل آواتار را کسب و پردازش نموده و به متاورس ارسال کنند، ندارند. البته هنوز برنامه‌ریزی و تخصیص بودجه برای تلاش‌های تحقیقاتی بیشتری برای تقویت بیان غیر کلامی آواتارها و اشارات و وضع رفتارها نیاز است. علاوه بر این، روی نقایص کنونی درک فضای طراحی آواتارها، تأثیر آن بر ادراک کاربر (به عنوان مثال، فوق واقع گرایی و حس داشتن بدن)، و نحوه تعامل آواتارها با دستگاه‌های هوشمند بسیار متنوع (اینترنت اشیا،

#### ۴. عناصر ضروری زیست‌بوم متاورس



واقعیت مجازی و افزوده را در کنفرانس ویدئویی بین مریدان و دانش‌آموزان نشان می‌دهد. تجارت دیجیتال نیز به شدت به تأثیر گذاران آنلاین برای افزایش حجم فروش متکی است. این تأثیر گذاران آنلاین محتوای تولید شده توسط کاربر را از طریق پخش زنده به اشتراک می‌گذارند، به عنوان مثال، چشیدن غذاها و اظهار نظر در مورد غذاها به صورت آنلاین [۹] [۱۰]، جلب توجه و تعامل با بینندگان آنلاین را به دنبال دارد. آینده سیستم‌های تولید محتوای واقعیت مجازی و افزوده می‌تواند به افزایش مشارکت کنندگان (به عنوان مثال، سخنرانان) در جریان رویدادهای پخش زنده کمک کند. محتوای غنی شده با لایه‌هایی از محیط مجازی، که توسط ابزارهای تعامل در محیط مجازی در واقعیت مجازی و افزوده پشتیبانی می‌شود، می‌تواند تعامل از راه دور را به این صورت تسهیل کند. سخنرانان می‌توانند از تولید محتوای مشترک با بینندگان بهره‌برداری کنند. به این صورت متاورس می‌تواند به عنوان رسانه‌ای برای هر چه نزدیک‌تر کردن سخنرانان (باز یگر اصلی محتوای تولید شده توسط کاربر) و بینندگان بر روی یک چشم‌انداز یکپارچه عمل کند.

در این میان، آشنایی با عناصر ضروری زیست‌بوم متاورس نشان خواهد داد متاورس در چه فضایی و با چه ابزاری شکل می‌گیرد و چه چارچوب‌ها و اصولی آن را تحت تأثیر قرار خواهد داد. شکل ۳ این ابعاد، بازیگران و چارچوب‌ها را نشان می‌دهد.

۶ عنصر ضروری برای ساخت زیست‌بوم متاورس وجود دارد که دانشمندان علوم اجتماعی، اقتصاددانان، سازندگان آواتار و محتوا، سیاستگذاران دیجیتالی و دستگاه‌های حاکمیتی باید آنها را طراحی کنند و چگونگی تعاملات فناوری‌های نوظهور بر دنیای فیزیکی و مجازی را تنظیم نمایند. البته تاکنون اغلب کسانی که در مباحث محیط‌های قبلی متاورس شرکت کرده‌اند، بر تحولات بازی محور تمرکز کرده‌اند و هنوز سایر ابعاد و چشم‌اندازی از متاورس در ترکیب کردن دنیای مجازی و فیزیکی (به نحوی که با زندگی روزمره افراد مرتبط باشد) به طور کامل به مرحله ظهور نرسیده است. هر چند که از سال ۲۰۲۰، اختلال ناشی از همه‌گیری جهانی به کووید ۱۹، تحول دیجیتال را سرعت بخشیده است و از این رو محیط‌های مجازی به عنوان جایگزینی برای سفرها، گردهمایی‌های اجتماعی و کنفرانس‌های حرفه‌ای به کار گرفته می‌شوند [۲۲]. سخنرانان آنلاین و آموزش از راه دور برخی از نمونه‌های قابل توجه و درعین حال تأثیرگذار هستند که در دوران قرنطینه ناشی از همه‌گیری کرونا، معلمان از ویدئو کنفرانس به عنوان نقطه کلیدی ارتباط با دانش‌آموزان خود استفاده کردند. با استقرار این رویه، در سال‌های کنونی، همچنان برگزاری کنفرانس‌های آنلاین ادامه دارد و تلاش می‌شود به کمک متاورس، حالتی واقعی‌تر و پیشرفته‌تر بیابد [۸]. مثلاً نرم‌افزار XRStudio مزایای اضافه شدن یک لایه محیط مجازی

شکل ۳. عناصر ضروری زیست‌بوم فناوری متاورس



مأخذ: یافته‌های پژوهش.

#### ۴-۱. تولید محتوا در متاورس

یکی از گام‌های اصلی در شکل‌گیری متاورس، ایجاد محتواست. با پیشرفت‌های کنونی در زمینه فناوری‌هایی همچون اینترنت، شبکه‌های اجتماعی، هوش مصنوعی و اینترنت اشیا، ایجاد محتوا از یک کار تخصصی و توسعه‌ای خارج شده و حتی کاربران عادی هم می‌توانند در این عرصه نقش‌های جدی بازی کنند. ابزارهای تولید محتوا در محیط‌های مجازی، کاربران را قادر می‌سازد تا اشیای دیجیتالی جدید را به شیوه‌های بصری و خلاقانه ایجاد کنند. امروزه در محیط‌های ترکیبی، صفحه‌کلیدها و کنترل‌کننده‌های مجازی متعدد و خوبی فراهم شده که به کاربران در انجام کارهای پیچیده کمک می‌کنند. به‌عنوان مثال، ابزارهایی برای ایجاد نمودار برنامه‌نویسی و اکشنی عملکردی<sup>۱</sup> فرایند نگارش را در محیط‌های مجازی سرعت می‌بخشد [۱۱] [۱۲] [۱۳]. همچنین کاربران می‌توانند از ابزارهای پوشیدنی هوشمند مانند دستکش برای ایجاد اشیای هنری استفاده کنند. به این صورت کاربران می‌توانند با ابزارهای فوق، شخصیت‌های تعاملی مبتنی بر هوش مصنوعی و رفتارهای آنها را در محیط‌های مجازی طراحی کنند. حتی در واقعیت ترکیبی و افزوده نیز کاربران می‌توانند طرح‌هایی بکشند و به اشیای فیزیکی و افراد موجود در محیط

فیزیکی خود، ملحق کنند. تقویت محیط‌های فیزیکی را می‌توان با ترسیم یک طرح جدید در هوا، شناسایی زمینه‌ها با پوشش‌های واقعیت افزوده از پیش تعریف شده، و یا با ثبت حرکات اشیا از دنیای واقعی به دست آورد [۱۴]. شبیه‌سازی خواص فیزیکی اشیا مانند کاغذ و خاک رس پلیمری در واقعیت افزوده و قرار دادن اشیا فیزیکی در واقعیت افزوده، می‌تواند به این منظور کمک کند [۱۵] [۱۶]. به‌وجود آمدن متاورس در گرو ایجاد محتوای بسیار حجیمی است و لذا تلاش زیادی می‌شود که به کاربران در ایجاد و درج محتوا بدون موانع فناورانه کمک شود. علاوه بر این، توجه به این نکته مهم است که هوش مصنوعی می‌تواند به صورت خودکار عمل تبدیل موجودیت‌ها از دنیای فیزیکی به محیط‌های مجازی را انجام دهد. به این ترتیب، تولیدکنندگان محتوا (غیر کدنویسان) احساس بهتری نسبت به ایجاد محتوا در محیط‌های مجازی به کمک هوش مصنوعی خواهند داشت. کاربران می‌توانند محتوا را به روش‌های مختلف که با خلاقیت خودشان ابداع کرده‌اند تولید کنند و در کنار هم در نقش‌های مختلف ایفای نقش نمایند و به‌طور مشترک در محیط‌های مجازی از ابزارهای هوشمند و محاسباتی ترکیب شده در ابزارهای واقعیت مجازی و افزوده به تولید محتوا بپردازند [۱۷].

1. Functional Reactive Programming (FRP)



## ۲-۴. اقتصاد دیجیتال در متاورس

با همه‌گیر شدن وب ۲ امکان ایجاد نرم‌افزارهای پایگاه داده در اینترنت که به خدمات بانکی می‌پردازند، فراهم شد و انواع سامانه‌های بانکداری اینترنتی، بانکداری در خانه و بانکداری همراه ارائه گردید. البته امروزه مسیر دیگری از اقتصاد دیجیتال در روال‌های دفتر کل توزیع شده و بلاکچین بدون نیاز به سرویس دهنده‌های بانک به‌عنوان واسطه معاملات نیز در اینترنت و متاورس قابل استفاده است. به‌مرور اقتصاد دیجیتال گسترش زیادی یافته و انواع نرم‌افزارهای خرید و فروش و فروشگاه‌ساز مانند پرستاشاپ و حراج در طول دو دهه گذشته ایجاد شده‌اند و فروشگاه‌های بی‌شماری در سراسر وب به‌وجود آمده است. به همین صورت فروشگاه‌هایی مانند گوگل پلی و کافه‌بازار برای ارائه و فروش نرم‌افزار به‌وجود آمده‌اند، البته بسیاری از نرم‌افزارها خود ترجیح دادند که پرداخت‌های درون‌برنامه‌ای را به کار بگیرند. بازی‌ها این پرداخت‌ها را تا حدی پیچیده کردند که در موارد متعددی سیستم‌های منسجم و گاهی پیچیده اقتصادی درون بازی‌ها شکل گرفته‌اند.

به‌عنوان مثال در بازی با مضمون فضایی به نام بازی بر خط حوا<sup>۱</sup> در شبکه پیچیده‌ای که طراحی و تولید آن از سمت هر بازیکن انجام می‌شود، یک سیستم اقتصادی شکل می‌گیرد. بازیکنان حتی برخی از نقش‌ها را در حکمرانی اقتصادی برعهده می‌گیرند و نتایج و دستاوردهای بازیکنان در گزارش‌های اقتصادی ماهیانه به آنها نشان داده می‌شود. باین حال، این بدان معنا نیست که همه توسعه‌دهندگان متاورس به‌سادگی می‌توانند به موفقیت بازی حوا برسند و تمام حکمرانی اقتصادی را به کاربران واگذار کنند. رمزدارایی‌ها عنصر اصلی نظام پرداخت در متاورس هستند که به‌نوعی واسطه مبادله شده و معاملات را تسویه می‌کنند. در بازی حوا، بازیکنان براساس فعالیت‌های خاص می‌توانند درآمدی در قالب رمزدارایی متعلق به بازی کسب کنند. عرضه پول در این بازی متناسب با فرایند ماینینگ از پیش تعریف شده توسط سازنده است و امکان عرضه دفعی و خارج از ضابطه توسط سازندگان و یا فعالین این بازی وجود ندارد.

### ۱-۲-۴. تجارت در متاورس و چشم‌اندازی از آینده

از زمانی که انسان‌ها در قرن‌ها پیش، تجارت مبادله‌ای را آغاز کردند،

تجارت بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی روزمره بوده است. لذا طبیعی است که امکان معاملات در متاورس نیز مطلوب باشد. در فضای متاورس علاوه بر معاملات بر روی اشیای دارای همزاد دیجیتال، معاملات می‌تواند بر روی اشیای مجازی بومی در متاورس که همزاد فیزیکی ندارند و به‌نوعی محتوای ایجاد شده توسط کاربر هستند نیز شکل بگیرد. هم‌اکنون سکوه‌های معاملاتی برای توکن‌های غیرقابل تعویض (NFT یا نیفتی)، مانند OpenSea و Rarible، به دارندگان نیفتی اجازه می‌دهند تا اشیای مجازی را مشابه معامله با سایر اشیای معمولی به راحتی با یکدیگر معامله کنند. امروزه طیف گسترده‌ای از اشیای مجازی با استفاده از نیفتی معامله می‌شوند. برخی حتی با تعبیه تجارت نیفتی در بازی‌های طراحی شده فراتر از این هم رفته‌اند. مثلاً بازی‌های Battle Pets و My DeFi Pet به بازیکنان اجازه می‌دهند که حیوانات خانگی مجازی خود را در تعامل با دیگران پرورش دهند، به نبرد وادار کنند و یا آنها را معامله نمایند. با توجه به فراوانی مثال‌های معاملاتی نیفتی در زندگی واقعی، توسعه‌دهندگان متاورس می‌توانند این ساختارها را در دنیای مجازی بسازند تا بازاری را برای کاربران ایجاد کنند که محتوای مجازی خود را مبادله کنند. علاوه بر این، روش‌های شناخته شده حراج واقعی برای کالاهایی با درجاتی از ارزش‌های مشترک مانند سازوکار حراج واکری-کلارک-گراوز<sup>۲</sup> [۱۸] و مزایده در چند دور هم‌زمان<sup>۳</sup> نیز می‌توانند در همزاد مجازی برای اعمال مالکیت‌های مجازی مانند حق رأی دادن برای اجرای خدمات ضروری در کشور معرفی شوند. باین حال، بسیاری از مشکلات تجارت متاورس با سیستم‌های تجاری حقیقی موجود مشابه هستند و می‌توان این روال‌ها را در ابتدا در دنیای حقیقی ایجاد کرد و سپس آنها را به متاورس منتقل نمود. البته یک مسئله بالقوه می‌تواند تجسم تجارت در دنیاهای مجازی مختلف باشد. مثلاً زمانی که یک شی موجود در یک جهان مجازی با جهان دیگر سازگار نباشد، به‌خصوص زمانی که موتورهای نرم‌افزاری مختلف دو جهان را تغذیه می‌کنند، تناقض ایجاد می‌شود. از آنجایی که تجارت اشیای مجازی در جهان‌های مختلف با قابلیت همکاری در هم تنیده است، نیاز برای یک چارچوب مشترک برجسته‌تر می‌شود.

امکان دارد که شخصی پس از مشاهده یک کار ارزشمند که توسط کاربران دیگر انجام شده اقدام به تولید کپی از آن کرده و ادعای اصالت آن را داشته باشند.

1. EVE Online  
2. Vickrey-Clarke-Groves  
3. Simultaneous Multiple Round Auction



جلوی سهولت امکان جعل را بگیرند تا اقتصاد در دنیای متاورس به سرعت بتواند به حرکت درآید.

### ۳-۴. مقبولیت اجتماعی و اعتماد به متاورس

در زیست‌بوم متاورس موضوع مقبولیت اجتماعی بسیار مهم است. مقبولیت اجتماعی می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی قرار گیرد که از جمله آنها می‌توان به تهدید حریم خصوصی، تنوع کاربر، عدالت محوری، اعتیاد کاربر، مزاحمت سایبری، قابلیت پذیرش دستگاه، طراحی بین‌نسلی، قابل قبول بودن نسخه‌های همزاد دیجیتال کاربر (یعنی آواتارها) و محاسبات سبز (یعنی طراحی برای پایداری) اشاره کرد. هر کدام از این موارد در جایگاه خود مسائلی چالش‌برانگیز هستند که در مسیر توسعه و کاربردی شدن متاورس بیش از پیش آشکار می‌شوند و حتی ممکن است سرعت توسعه متاورس را نسبت به آنچه تصور می‌شود کندتر نمایند. موفقیت نهایی متاورس به میزان تمایل کاربران به پذیرش محیط حاصل بستگی دارد، لذا در مسیر توسعه آن بحث اعتماد مبتنی بر تجربه کاربر و مسئولیت‌پذیری کاربر و مدیریت سکوی ارائه‌دهنده خدمات (پلتفرم) در صورت بروز عواقب ناخواسته ضروری است. مقبولیت اجتماعی و اعتماد به متاورس از حیث موضوعات زیر قابل بررسی هستند:

#### ۱-۳-۴. حریم خصوصی

با وجود پتانسیل‌های جدیدی که توسط زیست‌بوم متاورس فعال می‌شود، باید به مسئله نقض بالقوه حریم خصوصی در مرحله اولیه شکل‌گیری زیست‌بوم توجه نمود. متأسفانه هر راه‌حلی برای رفع نگرانی‌های حفظ حریم خصوصی نیازمند طراحی براساس زیست‌بوم است و هر تغییری در شکل‌گیری نیازمند بازنگری دوباره راه‌حل حفظ حریم خصوصی خواهد بود. به‌عنوان مثال عینک گوگل<sup>۱</sup> و گوشی‌های تلفن همراه که در هر جایی می‌توانند تصویربرداری کنند، زیست‌بومی را بنا کرده‌اند که حریم خصوصی را محدود و حتی در بسیاری اوقات نقض می‌کند. سلامت این فناوری‌ها به نیت خیر صاحبان دستگاه بستگی دارد، زیرا هیچ سازوکاری، چه قانونی و چه فنی، وجود ندارد که بتواند تعیین کند که آیا واقعاً حریم خصوصی افراد دیگر رعایت شده است یا خیر. البته ارائه یک سازوکار حفظ حریم خصوصی قابل تأیید توسط الگوریتم‌ها یکی از مهم‌ترین مسائلی است که باید از نظر مقبولیت اجتماعی حل شود [۲۳، ۲۴].

تاکنون نیز مواردی در مورد کلاهبرداری نیفتی گزارش شده است. موارد متعددی وجود دارد که در آنها خریداران فریب خورده‌اند و فکر می‌کنند برای آثار هنری اصلی از هنرمندان مشهور پول پرداخته‌اند در حالی که چنین نبوده است. یکی از دلایل این مسئله این است که هنوز مکانیزم‌های بررسی و أخذ تأییدهای محکم و کافی برای این‌گونه معاملات در تمام سکوه‌های موجود نبوده و یا به‌اندازه کافی شفاف نبوده است. با توجه به مجازی بودن کالاهای مورد معامله، این امر می‌تواند به‌ویژه برای یک جامعه متاورس مخرب باشد. برخلاف ملزوماتی که در زندگی واقعی خرید و فروش می‌شوند مانند: ماندن اقلام اصلی، آب و گرمایش، که در آن بخش قابل توجهی از ارزش این کالاها از کارکردهای سودمند آنها برای حمایت از نیازهای اساسی ناشی می‌شود، ارزش اشیای مجازی می‌تواند بیشتر به موقعیت اجتماعی مرتبط با آنها بستگی داشته باشد. به عبارت دیگر، داشتن برخی نیفتی‌های نادر در دنیای مجازی ممکن است مشابه استفاده از کالاهای لوکس و برند مانند لباس‌ها باشد. در محیط مجازی اصالت و کمیاب بودن اشیا، عامل مهمی در قیمت‌گذاری آنهاست. در این شرایط اگر بازار معاملات از اقلام ساختگی پر شود، خریداران بالقوه را منصرف می‌کند و بازار تضعیف خواهد شد. با نگران شدن بیشتر خریداران در مورد وجود اقلام تقلبی و در نتیجه محتاط شدن بیشتر نسبت به ارائه قیمت بالا، تولیدکنندگان محتوای قانونی هم‌انگیزه خود را از دست می‌دهند و هم بازار خراب می‌شود. جورج آکرلوف برنده جایزه نوبل در علم اقتصاد این شرایط را شرایط «بازار لیمو» نامیده که منجر به انحراف نامطلوب بازار می‌شود [۱۹]. با توجه به پیامدهای منفی، سؤالی که باید پرسیده شود این است که کدام‌دی نفع باید پاسخ‌گوی حل چنین معمای باشد؟ با توجه به اینکه مصرف‌کنندگان نمی‌توانند بهترین اطلاعات و ظرفیت را برای اعتبارسنجی موارد داشته باشند، نباید اجازه داد که تجربه خود را برای انجام تحقیقات گسترده در مورد اعتبار سازنده محتوا متوقف کنند، زیرا این توقف به کند شدن حرکت متاورس منجر می‌شود. از سوی دیگر سازندگان محتوا قادر به محافظت از خود در برابر نقض حق کپی نیستند. بنابراین، توسعه‌دهندگان متاورس باید برای حفظ نظم بازار، به موضوع مالکیت بپردازند [۲۰]. البته تحقیقاتی نیز تاکنون، برای بررسی ویژگی‌های خاص یک اثر هنری شده تا جعل هنر را با استفاده از روش‌های مختلف مانند شبکه‌های عصبی مورد بررسی قرار دهند [۲۱، ۲۲]. توسعه‌دهندگان متاورس باید با اجرای یک فرایند بررسی دقیق‌تر رویکردهای مرسوم را ترکیب کنند و

1. Google Glass



نوع دیگری از تهدید حریم خصوصی که مقبولیت اجتماعی متاورس را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تناقض در رعایت حریم خصوصی با برداشت اشتباه کاربران از آن است و زمانی رخ می‌دهد که کاربران با میل و رغبت اطلاعات خود را به اشتراک می‌گذارند و ناخواسته به ضرر خود عمل می‌کنند. واقعیت این است که در بیشتر موارد، کاربران به نحوه استفاده از داده‌های عمومی خود توجه نمی‌کنند. به عنوان مثال، بسیاری از افراد با کمال میل داده‌های خود را در فیس‌بوک به اشتراک می‌گذارند. اما همین کاربران زمانی که تفاوت بین کاربرد واقعی داده‌های آنها و استفاده انجام شده از داده‌ها آشکار شود و تناقضات کاملاً مشخص شود، واکنش‌های منفی بسیار شدیدی را نشان می‌دهند. به عنوان مثال در سال ۲۰۱۰ رسوایی داده‌های فیس‌بوک و کمبریج آنالیتیکا<sup>۱</sup> باعث اعتراض عمومی شد تا جایی که فیس‌بوک توسط کنگره ایالات متحده و پارلمان بریتانیا به جلسات استماع احضار شد و کمبریج آنالیتیکا بلافاصله پس از آن ورشکست شد.

### ۲-۳-۴. تنوع کاربر

به مانند تنوع افراد و ویژگی‌ها در جهان واقعی، تنوع کاربر در متاورس نیز بسیار حیاتی است. بنابراین متاورس باید شامل همه افراد جامعه بدون در نظر گرفتن نژاد، جنسیت، سن و مذهب، مانند کودکان، سالمندان، افراد ناتوان و ... باشد. در متاورس، محتویات مختلفی می‌تواند ظاهر شود و باید محتوا برای کاربران متنوع مناسب باشد. علاوه بر این، محتوای نشان داده شده در برابر کاربر نیز باید برای وی شخصی سازی شود و سیستم‌های ارائه‌کننده مطالب به کاربر به گونه‌ای ارتقا یابد که محتوای مغرضانه را به حداقل برساند و در نتیجه بر رفتار و تصمیم‌گیری کاربر تأثیر درست بگذارد [۲۵]. محتوای موجود در دنیای مجازی می‌تواند با ارائه عوامل لذت بخش بودن، توجه به جوانب عاطفی و هیجان، منجر به محبوب‌تر شدن شود و از این رو چگونگی طراحی محتوا برای به حداکثر رساندن سطح پذیرش با توجه به تنوع کاربر، همواره چالشی برای طراحان خواهد بود [۲۶].

### ۳-۳-۴. عدالت و عدم تبعیض

جهان‌های مجازی متعددی در متاورس ساخته خواهند شد و هر دنیای مجازی قوانین جداگانه خود را برای کنترل رفتارهای

کاربر و اطلاعات فعالیت‌های آنها خواهد داشت. به این ترتیب باید تلاش زیادی برای مدیریت و نگهداری چنین دنیاهای مجازی انجام شود. انتظار می‌رود که عوامل مستقل، با پشتیبانی هوش مصنوعی، در نقش حاکمیت در دنیای مجازی شرکت کنند تا از حجم کارهای اپراتوری دستی بکاهند. لذا باید توجه داشت که عوامل مستقل در دنیای مجازی برای واکنش نشان دادن به تغییرات پویا و با ثابت اشیا و آواتارهای مجازی به الگوریتم‌های یادگیری ماشینی متکی هستند. به همین دلیل از یک سو هیچ مدلی نمی‌تواند به طور کامل نمونه دنیای واقعی را توصیف کند و از سوی دیگر نیز، یک مدل ناعادلانه یا مغرضانه می‌تواند به طور سیستماتیک به تجربه کاربر در متاورس آسیب برساند؛ البته عدالت و عدم تبعیض هم از سمت کاربر و هم از سمت توسعه‌دهندگان متاورس قابل بررسی است.

همان‌طور که گفته شد فعالیت‌های متاورس توسط الگوریتم‌ها تنظیم و کنترل می‌شود؛ لذا الگوریتم‌های ناعادلانه می‌تواند باعث شود که آزادی‌های مشروع (طبق قانون) برخی از گروه‌های اجتماعی سلب شوند. در مقابل، الگوریتم‌ها با حفظ و رعایت عدالت می‌توانند خدمات کلی و با کیفیت بالا را در بین گروه‌های اجتماعی تولید کنند. به همین دلیل، طراحان با در نظر گرفتن متاورس به عنوان یک جامعه مجازی، باید عدالت الگوریتمی را به عنوان ارزش اصلی طرح‌های خود لحاظ کنند و بر این اساس، زمانی که از الگوریتم‌ها و عوامل رایانه‌ای برای ایفای نقش‌های مدیریتی و حاکمیتی استفاده می‌شود، باید رویه عدالت را حفظ کنند که البته این موضوع نیازمند شفافیت بالایی برای کاربران است. در غیر این صورت پیامدهای نامطلوب برای احاد کاربران یا گروه‌ها می‌تواند خوشنامی دنیای طراحی شده را تخریب نماید [۲۷]. تأکید می‌شود که ادراک کاربر از عادلانه بودن الگوریتم‌های یادگیری بسیار مهم است. این عمل نباید باعث سوگیری به سمت نتیجه نامطلوب شود. به علاوه، طراحان متاورس باید کانال‌هایی را برای شنیدن صدای گروه‌های اجتماعی متنوع باز کنند و راه‌حلی را طراحی نمایند که منجر به عدالت در محیط‌های متاورس شود [۲۸].

گاهی این چنین تصور می‌شود که برای اطمینان از اینکه در یک دنیای متاورس عدالت الگوریتمی برقرار است باید بخشی از (یا کل) کد متن برنامه به صورت باز منتشر شود.

۱. رسوایی Cambridge Analytica: در دهه ۲۰۱۰ اطلاعات شخصی میلیون‌ها کاربر فیس‌بوک بدون رضایت آنها توسط شرکت مشاوره بریتانیایی کمبریج آنالیتیکا جمع‌آوری شد، که عمدتاً برای کمپین تبلیغات سیاسی استفاده می‌شد.

چنین اجازه‌ای نمی‌دهد. مثلاً در محیط‌های مجازی بسیار واقعی، افراد می‌توانند ماجراهای غیرممکن در زندگی واقعی خود را امتحان کنند (مانند تصادف یا رویدادهای غیراخلاقی مانند دزدی و قتل)، متأسفانه حتی همین رفتارها هم می‌تواند ابعاد اعتیادآور داشته باشد.

### ۴-۳-۵. زورگویی سایبری

زورگویی سایبری به رفتارهای نادرستی مانند ارسال یا به اشتراک‌گذاری مطالب منفی، مضر، نادرست یا بدخواهانه در مورد قربانیان و باج‌خواهی در فضاهای مجازی گفته می‌شود [۳۲]، که متأسفانه به‌طور مکرر در شبکه‌های اجتماعی رخ می‌دهد. باید توجه کرد که متاورس به‌عنوان یک نمونه فضای مجازی بسیار بزرگ از این تهدید مصون نیست. طبیعی است که در صورتی که متاورس به‌فعالیت پردازد پس از مدتی مشکلاتی پدید خواهد آمد که باعث خواهد شد تا مقامات قضایی دستوراتی در مورد جلوگیری از فعالیت بعضی از بخش‌های آن صادر کنند. البته باید توجه داشت که انواع جهان‌های مجازی ایجاد خواهد شد و نیاز است که سامانه‌ها و الگوریتم‌های متنوعی برای تشخیص زورگویی سایبری ایجاد شود. منصفانه و عادلانه بودن چنین الگوریتم‌هایی عامل مهمی برای حمایت و جذب کاربران در متاورس خواهد بود. پس از شناسایی موارد مزاحمت سایبری، راه‌حل‌های کاهش دسترسی مانند مراقبت و پشتیبانی، حمایت‌های اجتماعی مجازی و خودافشایی<sup>۲</sup> باید به‌طور مؤثر در محیط‌های مجازی به‌کار گرفته شوند. باین‌حال، تشخیص آزار و اذیت سایبری در محیط متاورس بسیار پیچیده‌تر از شبکه‌های اجتماعی است، زیرا رفتار نادرست کاربران می‌تواند مبهم و تشخیص آن دشوار باشد. به‌طور مشابه، ترکیب جهان‌های مجازی سه‌بعدی در داخل متاورس می‌تواند سناریوهارا حتی پیچیده‌تر از این کند و لذا تشخیص آزار سایبری در مقیاس بزرگ را به‌غایت دشوار نماید [۳۳، ۳۴].

### ۴-۳-۶. سایر عوامل اجتماعی

همزادهای دیجیتال در فضای مجازی و حقیقی در هماهنگی با یکدیگر و ارتباط با اشیای مختلف و همزادهای آنها شبکه بزرگی را ایجاد می‌کنند که شبکه اینترنت همزادهای دیجیتال نامیده می‌شود [۳۵].

انتشار متن برنامه می‌تواند اسرار تجاری نویسنده محیط را به خطر بیندازد. حتی افشای بخشی از این اطلاعات هم می‌تواند تهدیدکننده باشد. البته امروزه توسعه‌دهندگان متعددی وجود دارند که سیاست اقتصادی آنها بر باز بودن کد متن<sup>۱</sup> بوده است و کد این برنامه‌ها در دسترس عموم قرار دارد.

### ۴-۳-۴. اعتیاد کاربر

استفاده زیاد از محیط‌های دیجیتال (اعتیاد کاربران) وقتی که متاورس به رایج‌ترین مکان برای وقت‌گذرانی در دنیای مجازی و گاهی فرار از دنیای واقعی تبدیل شود، موضوع مهمی خواهد بود. همیشه مواردی از اعتیاد به فضاهای مجازی یا سکوه‌های دیجیتالی مختلف مانند شبکه‌های اجتماعی، اپلیکیشن‌های موبایل، گوشی‌های هوشمند، واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و ... دیده می‌شود [۲۶]. اعتیاد کاربران به فضاهای مجازی می‌تواند منجر به مسائل روانی و اختلالات روانی مانند افسردگی، تنهایی و همچنین پرخاشگری در کاربران شود [۲۹]. قبلاً فعالیت‌های تبلیغی زیادی در تمام کشورهای دنیا درباره محدودیت زمان استفاده از صفحه نمایش و فرهنگ‌سازی استفاده از محیط‌های دیجیتالی به‌طور گسترده‌ای انجام می‌شد، ولی همه‌گیری کووید-۱۹ تأثیر بسیاری بر کم‌رنگ شدن تعاملات حضوری داشت و لذا این فضای دیجیتالی بود که میزبان اکثر این تعاملات شد. در دوران کرونا رویکرد کلی انجام فعالیت‌های اجتماعی و کسب و کارها از جلسات حضوری یا گروه‌های اجتماعی به‌روشن‌های مختلف مجازی تغییر یافت. متأسفانه این همه‌گیری تا حد زیادی تأثیر فرهنگ‌سازی‌ها و تبلیغات محدودسازی استفاده از محیط‌های دیجیتالی و مجازی را از بین برد [۳۰].

براساس یک دیدگاه روان‌شناختی، با بررسی گستره کاربران، از جمله ذهن، بدن، دارایی‌های فیزیکی، خانواده، دوستان و گروه‌های وابسته به وی این نتیجه حاصل می‌شود که میل شدید کاربر به کاوش و پاداش در یک حلقه بازخورد بی‌پایان فعال می‌شود و پاداش‌های پشت‌سرهم در محیط متاورس می‌تواند به‌نوعی اعتیاد کاربر بینجامد [۳۱]. این حوزه نیاز به تحقیقات بیشتری در زمینه اعتیاد دارد. یکی از تجربه‌هایی که کاربران می‌توانند در متاورس به‌دست بیاورند، فوق‌واقع‌گرایی است که شامل فعالیت‌های مختلفی است که در دنیای واقعی یا غیرممکن است و یا کسی

1. Open Source  
2. Self-disclosure



#### ۴-۴. حریم خصوصی و امنیت در متاورس

موضوع حریم خصوصی و امنیت در متاورس را می‌توان یکی از محورهای مهم زیست‌بوم متاورس قلمداد کرد. تجهیزات و وسایل پوشیدنی متصل به اینترنت مانند ساعت مچی، لباس‌های هوشمند یا کفش هوشمند امکان نظارت و جمع‌آوری گسترده اطلاعات کاربران را فراهم می‌کند. این اطلاعات را می‌توان به روش‌های مختلفی پردازش کرد. گاهی در شرایطی مانند خانه‌های هوشمند، حتی اطلاعاتی از ضبط‌های همه‌جانبه و مداوم وجود ندارد و از این رو، حریم خصوصی می‌تواند به گونه‌ای غیرقابل تصور در خطر قرار بگیرد. دستگاه‌های اینترنت اشیا می‌توانند انواع مختلفی از داده‌ها مانند اطلاعات شخصی (به عنوان مثال، فیزیکی، فرهنگی و اقتصادی)، رفتار کاربران (مانند عادات، انتخاب‌ها) و ارتباطات (مانند آبر داده مربوط به ارتباطات شخصی) را جمع‌آوری کنند. در بسیاری از موقعیت‌ها، کاربران بهره‌مندی از مزایا را با وجود خطرات احتمالی حریم خصوصی و امنیتی استفاده از این دستگاه‌ها یا خدمات هوشمند ترجیح می‌دهند. به عنوان مثال، در بسیاری مواقع موقعیت‌یابی GPS برای جستجوی دوستان نزدیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مورد واقعیت مجازی که معمولاً دستگاه اصلی مورد استفاده برای نمایش متاورس است، رویکردهای جدید برای فعال کردن محیط‌های فراگیرتر (مانند دستگاه‌های لمسی، ابزارهای پوشیدنی برای ردیابی حرکات ظریف کاربران) می‌توانند تهدیدکننده جدیدی برای امنیت کاربران باشند. متاورس را می‌توان به عنوان کپی دیجیتالی آنچه در واقعیت است، به عنوان مثال، ساختمان‌ها، خیابان‌ها، افراد در نظر گرفت. البته، متاورس می‌تواند چیزهایی مانند کنسرت‌های بزرگ با میلیون‌ها تماشاگر بسازد که در واقعیت وجود ندارند. در این زیست‌بوم، درک حریم خصوصی و امنیتی افراد عملاً بازتابی از رفتارهای واقعی و مجازی آنها خواهد بود.

از این رو باید نیاز و رضایت کاربر از آواتارها و کپی دیجیتالی کاربران و مسائل استفاده از آن، در طول زمان بررسی شود [۳۶]. به عنوان مثال، هنگامی که یک کاربر فوت می‌کند، اگر اعضای خانواده، بستگان یا دوستان کاربر، آواتار مربوط به وی را نپسندند چه کار باید کرد. یا اینکه اگر آواتار هوشمند باشد و تمایلی به تعامل با آنها نداشته باشد چه پیش خواهد آمد؟ همان‌طور که در این سناریو دیده می‌شود، نوعی جاودانگی مجازی وجود دارد که شخصیت و رفتارهای یک فرد به عنوان یک نسخه دیجیتالی ذخیره می‌شود و حتی بعد از فوت فرد می‌تواند به زندگی و تعامل با دیگران با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی که در زمان زنده بودن کاربر رفتارهای او را یاد گرفته‌اند، ادامه دهد. متاورس، که به عنوان یک دنیای دیجیتال غول‌پیکر در نظر گرفته می‌شود، توسط دستگاه‌های محاسباتی بی‌شماری پشتیبانی خواهد شد. به این ترتیب، متاورس می‌تواند مصرف‌کننده انرژی و تولیدکننده آلودگی زیادی شود. طراحان متاورس نباید از ملاحظات طراحی از منظر محاسبات سبز نیز غافل شوند. دوستی با محیط زیست و مسئولیت زیست‌محیطی می‌تواند بر نگرش کاربران نسبت به متاورس و شاید تعداد کاربران فعال و مخالفان آن تأثیر بگذارد. بنابراین، ساخت متاورس با تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس شاخص‌های پایداری برای مقبولیت گسترده آن ضروری است. در نهایت، باید به عواملی مانند آسیب‌های درون بازی، خطرهای غیرمنتظره، انزوای کاربر، مسئولیت‌پذیری و اعتماد، سرقت/نشست هويت، تخلف مجازی یا دست‌کاری محتویات به گونه‌ای که رفتارهای کاربر را ناخواسته عوض می‌کند (مثلاً تبلیغات فریبنده)، اشاره کرد که تمام آنها در مقبولیت متاورس و رضایت کاربر از حضور در محیط (تجربه کاربر) تأثیر دارند [۳۷] [۳۸].

#### ۵. چالش‌های پیش‌رو در زیست‌بوم متاورس

##### ۵-۱. لزوم ارتقا زیرساخت‌های فناورانه

اینترنت اشیا، نقطه شروع توسعه متاورس است. سیستم‌های تعاملی جدید می‌توانند زمینه ترکیب دنیای واقعی و محتوای واقعیت افزوده را به شکل مطلوب در مورد متاورس پدید آورند که از آن جمله می‌توان به وسایل نقلیه خودران و ربات‌ها اشاره کرد. کاربران پس از مشاهده موجودیت‌های دیجیتال باید بتوانند با آنها تعامل داشته باشند، لذا گام بعدی، استفاده از فناوری رابط مغز

اگرچه امروزه فناوری‌هایی که به عنوان زیرساخت متاورس شناخته می‌شوند وجود دارند، ولی اکثر آنها مانند همه فناوری‌های دیگر نیاز به توسعه و بهبود دارند. ارتقای فناوری‌های واقعیت گسترش یافته به عنوان ابزاری که کاربران را قادر می‌سازد به همزادهای دیجیتال خود دسترسی داشته باشند و ادغام با

صحت‌سنجی آنها بپردازد.

## ۲-۵. چالش‌های ایجاد محتوا

از نظر توسعه و اجرا، زیست‌بوم ایجاد محتوا در متاورس به صورت کار بر محور و بسیار بزرگ خواهد بود. لذا مراکز داده و پایگاه‌های اطلاعاتی باید ظرفیت خود را برای میزبانی تعداد انفجار آمیزی از محتوای دیجیتال آماده کنند، که اگر این آماده‌سازی انجام نشود با انباشته شدن محتوای دیجیتال عظیم بیشتر از ظرفیت محاسباتی یا ذخیره‌سازی دنیاهای موازی در متاورس، ناگزیر از تصمیم‌گیری برای نگهداری یا حذف محتوای قدیمی خواهند بود.

حفاظت از محتواهای تولید شده توسط کاربران، رعایت حق مالکیت کاربران، قوانین بدون تبعیض برای حفظ حقوق پدیدآورندگان آثار دیجیتال در محیط متاورس و شیوه تنظیم‌گری و نظارت دولت از باب حقوق فردی و اجتماعی و حریم خصوصی بسیار مهم و از مباحث چالش‌برانگیز توسعه متاورس است.

از سویی دیگر کنترل محدوده و ماهیت محتواهای تولید شده توسط دولت‌ها نیز ممکن است به یک موضوع چالش‌برانگیز بدل شود. در اینترنت امروزی، محدودسازی وبسایت‌های خاص، کنترل انتشار اطلاعات به صورت الکترونیکی، محدود کردن انتشار اطلاعات افشا شده برای عموم، در محتوایی که قرار است منتشر شود، انجام می‌شود [۳۹]. در قوانین متفاوت کشورها، محتوا، طی ضرب‌الاجل یک‌ساعته تا یک‌روزه<sup>۱</sup> و یا یک‌هفته حذف می‌گردد؛ و در اکثر موارد غیرقانونی موجود در تالارها،<sup>۲</sup> وبلاگ‌ها و یا ویکی‌ها حذف محتویات یا محدودیت دسترسی کاربر، به صورت دستی توسط نماینده مدیران با اختیارات ویژه انجام می‌شود که یا با پیمایش‌های عادی و یا روش‌های آماری و یا هوش مصنوعی یا بر مبنای گزارش‌های کاربران به کارور یا پلیس، انجام می‌شود.

متاورس نیز در آینده از این روال مستثنا نخواهد بود و بخش‌هایی از متاورس با رویکردهای مشابهی محدودسازی خواهند شد و متقابلاً تلاش‌هایی نیز برای گریز از آن رخ خواهد داد. محدود کردن برخی رفتارهای آواتارها مانند، حذف برخی از کلمات خاص در گفتار آواتارها، ممنوع کردن برخی حرکات بدن آواتارها و شاید ممنوع کردن برخی وسایل ارتباطی غیر کلامی اجتناب‌ناپذیر است.

و کامپیوتر و طراحی سامانه‌های ارتباط‌دهنده آنهاست. لذا باید توجه داشت که چنین سامانه‌هایی از دید قوانین سامانه‌های هوش مصنوعی جزء سامانه‌های هوشمند پرخطر دسته‌بندی می‌شوند. از این رو نیاز به تدوین مقررات مربوط به کیفیت کنترل ابزار بر مغز یا عکس آن، آسیب احتمالی به مغز، استانداردهای اجتناب از آسیب و دستورالعمل‌های فرار از آسیب وجود دارد. نقش دفاتر کل توزیع شده و بلاکچین نیز به عنوان یک پایگاه داده غیر متمرکز، تضمین‌کننده توزیع شده بودن و ثبت غیرقابل انکار اطلاعات روشن است، چراکه بارگذاری کلان داده‌های تولید شده در این محیط در سرورهای ابری متمرکز به دلیل منابع محدود شبکه بسیار مشکل است. نیفتی یا NFT مکانیزمی برای ثبت غیر متمرکز محتوای دیجیتال است که اکثراً مبتنی بر اتریوم (نوع دیگری از بلاکچین) است و تأیید تراکنش‌های آن زمان‌بر و با هزینه به نسبت بالایی است. حوزه دفتر کل توزیع شده و نیفتی نیز از مباحثی است که همه محققان بر نیاز به قانونگذاری در آن متفق القول هستند. در این میان، زیرساخت‌هایی همچون پردازش ابری کاهش تأخیر در عملیات پردازش، ذخیره‌سازی و انتقال در متاورس، با توسعه شبکه و نسل‌های جدید ارتباطات باید با رویکردهای بودجه‌ریزی و ترویجی تقویت شوند.

## ۱-۱-۵. الزامات ترویجی، تنظیمی و تقنینی

■ نیاز به تخصیص بودجه و سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری‌های مرتبط با متاورس،

■ برنامه‌ریزی برای تربیت متخصصین و نیروی انسانی،

■ توسعه شبکه و ارتباطات نسل پنجم و بعد از آن،

■ تدوین شیوه‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های اجرایی و عملیاتی با کمک ذی‌نفعان شامل ایجاد و به‌روزرسانی بانک داده‌های استاندارد، ایجاد سامانه‌ها و محیط‌های تست و صحنه‌گذاری، استانداردسازی و ارتقای کمی و کیفی سامانه‌های تست برای جلوگیری از آسیب‌ها و مخاطرات احتمالی،

■ تعیین چارچوب‌های توسعه متاورس با همکاری دولت و توسعه‌دهندگان جهت امنیت بیشتر سرمایه‌گذاری. قابل توجه است که در بسیاری از موارد، حاکمیت می‌تواند بر اساس منافع ملی چارچوب قوانین را به توسعه‌دهندگان اعلام نماید تا خود آنها قوانین و راهکارهای لازم را مشخص کنند و سپس حاکمیت به

۱. مثلاً کشور آلمان.





محتوای تولید شده در شبکه و در آینده متاورس (بازه تنوع فرهنگی قابل قبول در محیط و اجتناب از تبعیض) و تعیین مسئول آن،

■ شرایط و سازوکار محدودسازی متون ناپسند و مضر، محتوای غیراخلاقی، قمار، فروش مال دزدی، پول شویی و ترور، محتوای خشن، تبانی، کلاهبرداری، جرائم امنیتی و تبلیغات نابه‌جا و تعیین حدود مسئولیت حقوقی و قانونی توسعه‌دهندگان و کاربران و سایر ذی‌نفعان و کنشگران،

■ تعیین ماهیت حقوق معنوی و مالکیت فکری در فضای مجازی و متاورس.

### ۳-۵. چالش‌های اقتصاد مجازی در متاورس

در دنیای متاورس کاربر از صبح تا شب، با رایانه مشغول است و این نه تنها نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی، بلکه پتانسیل تجاری آن و نیاز نظارت بر آن را آشکار می‌کند. از نظر توسعه و اجراء، با توجه به اینکه رمزارایی‌ها عنصر اصلی نظام مالی در متاورس هستند، فرایندهای تنظیم‌گری در عرصه رمزارایی‌ها بر مسیر تنظیم‌گری متاورس نیز اثر می‌گذارد و کاربران باید با انگیزه‌های شخصی خود یا از طریق مداخله توسعه‌دهندگان محیط متاورس در حد لازم به رمزارایی مورد استفاده در محیط اعتماد داشته باشند.

در متاورس نیز واسطه‌گری مالی رمزارایی‌ها همچون دنیای واقعی از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو توسعه سکوها، این حوزه که به کاربران اجازه می‌دهد رمزارایی خود را سپرده‌گذاری کنند و سودی را به‌عنوان پاداش دریافت کنند نیز مجدداً تحت تأثیر مقررات و قوانین کلی خواهد بود که کشورها برای تنظیم‌گری در رمزارایی‌ها وضع می‌کنند.

مداخله دولت برای ایجاد رقابت عادلانه و شکستن انحصار در متاورس نیز حائز اهمیت است؛ زیرا رقابت بین شرکت‌های طراح متاورس می‌تواند بر رفاه مصرف‌کننده تأثیر بگذارد. بنابراین، باید به دولت‌های کشورها یا حتی نهادهای بین‌المللی اجازه داده شود که در نظارت بر تبانی احتمالی بین این شرکت‌ها، نقش خود را همان‌طور که در سایر بخش‌های تجاری بازی می‌کنند، انجام دهند. شاید در شرایطی دولت‌ها مجبور شوند که برای محافظت از رفاه و منافع مصرف‌کنندگان، جلوی برخی ادغام‌ها یا تملک‌ها را بگیرند یا حتی شرکت‌های متاورس را مصادره کنند. همان‌طور که گفته شد، حکمرانی اقتصادی در سطح بین‌المللی یا ملی همیشه باعث

اگرچه هنوز هیچ تجربه کاملی از اجرای محدودسازی در متاورس وجود ندارد، ولی قاعدتاً همان‌طور که محدودسازی اجرا می‌شود، باید نحوه انجام آن در بخش‌های مختلف برای درک علت (های) اصلی و نظر کاربران در مورد آن انجام شده، بررسی و به‌صورت شفاف ارائه شود. هم‌اکنون معیارهایی برای میزان محدودسازی (سانسور) در اینترنت با نام مجموعه سیاره سانسور شده<sup>۱</sup> برای این کار آماده شده است [۴۰]. از آنجایی که مصادیق هر کدام از محتواهای نیازمند به محدودسازی صرفاً توسط قانون قابل تعیین است، لذا تعیین این مصادیق متناسب با ساختار فرهنگی، اجتماعی، مذهبی، امنیتی کشور و حذف محتویات غیرقانونی و نحوه مواجهه با راه‌های گریز از آن بسیار مهم است. در عین حال، همان‌طور که گفته شد، محتواهای دیجیتالی (چه آنهایی که از قبل تهیه شده‌اند و چه آنهایی که جدید تولید می‌شوند) باید با هم‌زاد دنیای واقعی ترکیب شوند و البته در حالت ایده‌آل، همه افراد در محیط‌های فیزیکی به‌طور یکسان به فناوری متاورس ترکیبی دسترسی خواهند داشت. فرهنگ مجازی جدیدی که شکل خواهد گرفت می‌تواند بر فرهنگ موجود در دنیای واقعی تأثیر بگذارد. همان‌گونه که امروزه شبکه‌های اجتماعی بر فرهنگ زندگی تأثیر گذاشته و خواهند گذاشت. ایجاد هر محتوایی نیاز به سه نقش کارگردان، بازیگر و فیلم‌بردار دارد. کاربران در هر سه نقش می‌توانند وارد شوند. به همین دلیل آواتارهای متاورس علاوه بر مسائل فنی و طراحی، در زیست‌بوم متاورس حاوی مسائل اخلاقی و حقوقی نیز هستند. سؤالاتی در اینجا باید پاسخ داده شوند. به‌عنوان مثال آیا آواتار در طولانی‌مدت قادر به انجام حقوق و تعهدات انسانی است؟ و یا آواتار می‌تواند دارایی فرد را به ارث ببرد؟ در مطالعات مربوط به آواتارها باید رفتارهای کاربر در فضای بیرون، زمینه‌های آواتار در محیط‌های مجازی، رفتارهای کاربر ناشی از آواتار، مباحث حریم خصوصی کاربر، عدم تبعیض در انتخاب آواتار و نحوه ارتباط با جهان فیزیکی مورد بررسی قرار گیرد.

### ۱-۲-۵. الزامات ترویجی، تنظیمی و تقنینی

■ حفظ فرهنگ حقیقی و ارتقای آن و جلوگیری از ایجاد محتوای ضدفرهنگی در محیط متاورس،  
 ■ رسمیت قانونی ثبت نسخه اصلی محتوا و مالکیت آنکه توسط فناوری دفتر کل توزیع شده و بلاکچین قابل انجام است،  
 ■ چارچوب‌های تنظیم‌گرانه در جهت تعیین محدوده و ماهیت

1. Censored Planet

بنابراین، همان‌طور که افراد می‌توانند دارایی‌های خود را در هنگام گردشگری و تعطیلات از کشوری به کشور دیگر ببرند و با خود به‌همراه داشته باشند، توسعه‌دهندگان نیز باید چنین امکانی را در همزادهای دیجیتال یک کاربر در دنیاهای متفاوت بازسازی کنند. البته این قابلیت هنوز توسعه نیافته است و حتی در بازی‌های ویدیویی به‌عنوان یکی از مصادیق متاورس، حتی در بازی‌هایی که ارائه‌دهنده آنها مشترک است، بازیکنان را با قابلیت انتقال سرمایه‌ها به‌صورت کامل از یک بازی به بازی دیگر راه نمی‌دهند. این در حالی است که در زندگی واقعی، کاربران امکان جابه‌جایی سرمایه‌هایشان بین بازی‌های موجود را با برخی از عناصر قابلیت همکاری در بازی‌های یک شرکت، البته با تنوع کمتر، می‌توانند تجربه کنند. عدم توسعه این حوزه به این دلیل است که توافق یا استاندارد میان داشته‌ها در بازی‌های متفاوت وجود ندارد. بنابراین، توسعه‌دهندگان متاورس باید کاستی‌های بازی‌های موجود را با توجه بیشتر و توسعه قابلیت‌های همکاری پر نموده و مروج راه‌حل‌های جدیدی برای این منظور شوند. لازم به ذکر است که در عمل معمولاً تجارتی میان کاربران بازی‌ها وجود ندارد و نوع محتوا و همچنین جهت جریان محتوا بین بازی‌ها کاملاً توسط توسعه‌دهندگان تعیین می‌شود. از آنجایی که در غیاب چارچوب مشترک همچنان می‌توان جهان‌های جداگانه‌ای ساخت، مشکلات فنی طراحی ارتباط میان داده‌های بازی‌ها زمینه‌ساز واگرایی در ارتباط کاربران بین فضاهای مجازی و تبادل محتواهای جهان‌های مختلف خواهد بود. از این‌رو شاید در آینده با گسترش تجارت در متاورس نیاز به تعریف زمینه‌های مشترک توسعه‌دهندگان متاورس در قالب یک پروتکل جهانی وجود داشته باشد. آینده در اختیار حکمرانانی است که زودتر قوانین و پروتکل‌ها را بنویسند.

### ۱-۳-۵. الزامات ترویجی، تنظیمی یا تقنینی

- تنظیم‌گری موضوع رمزدارایی‌ها و توسعه سکوهایی مرتبط،
- نظارت بر رقابت‌ها و تباری‌های احتمالی در رقابت بین سکوها و نرم‌افزارهای متاورسی و درون دنیاهای متاورسی،
- مداخله دولت‌ها در ایجاد رقابت عادلانه و شکستن انحصار در حوزه اقتصاد سکوهایی مجازی و تعیین مسئولیت‌ها و اختیارات،
- امکان ثبت مالکیت اشیای مجازی توسط روش‌های ثبت در بلاکچین و متاورس مانند نیفتی،

تضعیف تجارت در متاورس نیست. گاهی، مداخله دولت می‌تواند باعث ایجاد اعتماد و تقویت وضعیت رمزپول به‌عنوان یک وسیله مبادله قابل اعتماد در دنیای موازی باشد. موضوع انحصار نیز در متاورس مهم است. تمرکز سهم بازار در دست چند شرکت ثروتمند دارای فناوری پیشرو، می‌تواند صنعت متاورس را تبدیل به یک بازار انحصاری نماید و این انحصارطلبی‌های قابل پیش‌بینی می‌تواند به‌ویژه در مرحله سوم توسعه متاورس (یعنی تخیلی بودن محیط) مشکل ایجاد کند. به‌عنوان مثال باید در نظر داشت که امروزه غول‌های فناوری مانند شرکت آلفابت درآمدی معادل ۱۴۷ میلیارد دلار از تبلیغات گوگل در دنیای واقعی به‌دست می‌آورند که این عدد می‌تواند سود دنیای متاورس را در مرحله توسعه نشان دهد. شرکت‌های بزرگی مانند فیس‌بوک و مایکروسافت قبلاً سرمایه‌گذاری زیادی در این زمینه کرده‌اند و از استارت‌آپ‌ها بسیار جلوتر هستند. از این‌رو، اگر هزینه آتی توسعه و حفظ دنیای متاورس با قابلیت نگهداری میلیون‌ها کاربر به‌دلیل عوامل نهادی یا پیشرفت‌های فناوری کاهش پیدا نکند، استارت‌آپ‌های بعدی به‌خاطر کمبود منابع مالی با مشکلات قابل توجهی در ورود و رقابت با شرکت‌های بزرگ مواجه خواهند شد.

تجارت در متاورس مفهوم نوظهوری است که در دنیای مجازی پدید آمده و ملاحظاتی مخصوص به خود دارد و معمولاً شامل تجارت میان کاربران<sup>۱</sup> با یکدیگر و بین کاربران و شرکت‌ها می‌شود. اما کاربردهای آن به این دو حالت محدود نمی‌شود. از آنجایی که تجارت به‌صورت دیجیتالی انجام می‌شود، سیستم تجارت تا حد زیادی می‌تواند از سیستم تجارت الکترونیک معمولی که اکنون از آن بهره می‌بریم وام بگیرد. به‌عنوان مثال، شرکت eBay با دارایی خالص حدود ۴۹ میلیارد دلار، الگوی خوبی از تجارت الکترونیکی C2C برای جامعه متاورس است. از آنجا که در متاورس تأکید اصلی بر قابلیت همکاری در دنیاهای متفاوت است، تجارت در آن نیز ملاحظات مخصوص به خود دارد. توسعه ابزارهایی که کاربران بتوانند از آن برای حمل دارایی‌های خود در جهان‌های مختلف مجازی استفاده کنند در آینده متاورس بسیار مهم خواهد بود، زیرا سیستم متاورس در واقع به‌تنهایی به معنی ایجاد یک دنیای مجازی نیست، بلکه حاصل ایجاد و ترکیب بسیاری از آنهاست. یعنی، کاربران می‌توانند در سراسر جهان‌های مجازی متعدد سفر کنند تا هر طور که می‌خواهند، هر کدام از جهان‌ها را تجربه کنند.

1. C2C  
2. B2C



از اطلاعات شخصی وی را به دست بیاورد. لذا می‌توان سناریوهایی را پیش‌بینی کرد که این اطلاعات بتواند باعث آسیب‌های فیزیکی شود. در نهایت، مهاجمان می‌توانند با استفاده از سایر تکنیک‌های پیشرفته‌تر مانند الگوهای تاریک (طراحی صفحات فریبنده‌ای که با خدعه‌گری، کاربر را به انجام کاری مانند خرید بیمه‌های پرهزینه یا پرداخت تکراری قبوض وادار می‌کند) و بهره‌گیری از مشاهدات ثبت شده قبلی در متاورس، کاربران را در تصمیم‌های ناخواسته یا ناآگاه تحت تأثیر قرار دهند. به عنوان مثال، مهاجم با دانستن محصول مورد علاقه کاربران و طراحی محصول مجازی مشابه باعث شود که کاربر بدون توجه به اینکه محصول اصلی نیست، آن را خریداری کند. تکنیک‌های یادگیری ماشین هم می‌توانند روش‌های جدیدی از ربات‌های چت و ربات‌های بازی را در متاورس ایجاد کنند. این ربات‌ها از ویژگی‌های استنباط شده قبلی کاربران (به عنوان مثال، شخصیت) برای ایجاد تعاملات اجتماعی در متاورس استفاده می‌کنند. این چالش‌ها را می‌توان به تفکیک به دسته‌های زیر تقسیم کرد:

#### ۱-۴-۵. نمایش‌های جایگزین و جعلی در متاورس

نمایش‌های جایگزین یکی از راه‌هایی است که مهاجمان با ساختن حساب کاربری مشابه حساب کاربری دیگران و اطلاعات مشابه آن با آواتار مشابه آن می‌توانند در متاورس جعل انجام دهند. برای اجتناب از این مشکل در محیط کنونی برخی بازی‌ها مثل سکندلایف مقررات و قوانین درونی برای این مسئله وجود دارد و با استفاده از کد پشتیبان و نظارت مستمر کاربران (به عنوان مثال، گزارش‌های چت، مکالمات) اجرا می‌شود. در این محیط، توسعه‌دهندگان متاورس، کاربران را پس از گزارش شدن توسط دیگران محدود می‌کنند. حکمران متاورس باید محدودیت‌های کاربر خاصی که محروم شده است را با دقت مدیریت کند. می‌توان پیش‌بینی کرد که متاورس از دو منظر باید کنترل شود. یکی از نظر قوانین و مقررات کشوری که متاورس در آن کار می‌کند و دیگری در چارچوب یک دولت مرکزی مجازی که خود تحت حاکمیت توسعه‌دهندگان متاورس است و مشخص است که اعمال قانون از طریق کد برنامه‌نویسی اجرا خواهد شد.

■ مقابله با کلاهبرداری‌های مالی، حمله سایبری، قمار، ارتشا و امثال این با استفاده از نرم افزارهای رگ تک<sup>۱</sup> که توسط توسعه‌دهندگان متاورس پیاده‌سازی می‌شود،  
■ تعیین چارچوب‌های حکمرانی داده در کشور.

#### ۴-۵. چالش‌های امنیتی و نقض حریم خصوصی

در متاورس، افراد می‌توانند با استفاده از اطلاعات شخصی مشابه، مانند جنسیت، سن، نام یا شخصیت‌های کاملاً تخیلی که حتی در ظاهر فیزیکی نیز مشابه نیستند یا حاوی اطلاعات مرتبط با شخص واقعی نیستند، آواتار ایجاد کنند. در بازی سکندلایف<sup>۲</sup> یک متاورس اجتماعی جهان باز) بازیکنان می‌توانند آواتارهای خود را با توجه به بخشی از اطلاعاتی که می‌خواهند، به سایر بازیکنان نشان دهند. با این حال، با توجه به ماهیت بازی، هر بازیکنی می‌تواند فعالیت‌های کاربران دیگر را زمانی که در متاورس قرار دارند (مثلاً به کدام مکان‌ها می‌روند یا با چه کسانی صحبت می‌کنند) ببیند. با توجه به محدودیت‌های فعلی واقعیت مجازی و فناوری‌های آن، کاربران نمی‌توانند به طور کامل از محیط اطراف خود در متاورس و اینکه چه کسی آنها را دنبال می‌کند آگاه باشند. مطالعات نشان می‌دهد که کاربران سکندلایف معمولاً رفتارهای مشابهی دارند. معمولاً حریم خصوصی و رفتارهای امنیتی آنها هم مشابه رفتار واقعی آنان است. همان‌طور که گفته شد، اخاذی، نظارت و استراق سمع در هنگام ارتباط با دیگران همچنان چالش برانگیز است. در دنیای مجازی ایجاد شده در متاورس، تهدیدات بالقوه‌ای برای حریم خصوصی وجود دارد که گاهی بیشتر از تهدیدات دنیای واقعی است. به عنوان مثال، جعل عمیق می‌تواند تأثیر بیشتری بر رفتارهای حریم خصوصی کاربران داشته باشد. اگر روش جعل عمیق (یا نمایش‌های جایگزین) با هدف فریب دادن کاربران انجام شود می‌تواند برای کاربران (در تمایز اشیای اصلی و ساخته شده با جعل عمیق) مشکل ایجاد کند. مهاجمان می‌توانند از این تکنیک‌ها برای ایجاد احساس فوریت، ترس یا احساسات دیگر به گونه‌ای استفاده کنند که از این راه کاربران را به افشای اطلاعات شخصی در جهت منفعت خود سوق دهند. مثلاً، مهاجم می‌تواند آواتاری شبیه به دوست کاربر ایجاد کند تا برخی

۱. Regulatory Technology: RegTech زیرمجموعه‌ای از فین‌تک است که با تکیه بر فناوری و تسهیل فرایندهای نظارتی، باعث می‌شود که کسب‌وکارها در مواجهه با قوانین روزافزون، کارآمدتر و مؤثرتر عمل کنند.

رگ تک به سازمان‌های خدمات مالی کمک می‌کند تا وظایف انطباق با قوانین را خودکار کرده و ریسک‌های مربوط به رعایت الزامات نظارتی و تعهدات گزارش دهی را کاهش دهند. علاوه بر این، این فناوری باعث می‌شود که سازمان‌ها بتوانند براساس داده‌های واقعی ارائه شده از طریق سیستم، انتخاب‌های آگاهانه‌ای انجام دهند. این داده‌ها، خطرات واقعی انطباق را که سازمان با آن مواجه است را کاهش و مدیریت این خطرات را مشخص می‌کند.

در متاورس، از جمله تعامل آواتارها با دارایی‌های دیجیتال مانند سایر آواتارهاست. اینجاست که، داده‌های بیومتریک می‌توانند تجربه‌های همه‌جانبه‌تری را ارائه دهند و در عین حال تهدیدات جدیدی را برای حفظ حریم خصوصی کاربران ایجاد کنند. علاوه بر این، همزادهای دیجیتال از داده‌های دنیای واقعی مانند داده‌های بیومتریک کاربران (به‌عنوان مثال، نظارت بر سلامت و فعالیت‌های ورزشی) برای شبیه‌سازی دارایی‌های دیجیتال واقعی در متاورس استفاده می‌کنند. این اطلاعات برای هرکس بسیار جذاب هستند و بنابراین، نیاز به محافظت از چنین اطلاعاتی در برابر حملات وجود دارد. گفتنی است که اگرچه امروزه این دستگاه‌ها قابل دسترسی هستند، ولی هنوز حفاظت جدی از اطلاعات جمع‌آوری شده توسط آنها نمی‌شود و این مسئله می‌تواند زمینه‌ساز حملاتی باشد که با نام «حمله روز صفر» شناخته می‌شوند.

#### ۴-۴-۵. الزامات ترویجی، تنظیمی و تقنینی

- زیرساخت‌های قانونی حفاظت از حریم خصوصی،
- زیرساخت‌های قانونی حفاظت از داده، امنیت داده و فضای سایبری،
- زیرساخت‌های قانونی مواجهه با نشت اطلاعات و تعیین حدود و تکالیف و شیوه مقابله،
- تعیین حقوق مالکیت، دامنه وظایف و مسئولیت کاربران و توسعه‌دهندگان متاورس،
- تدوین دستورالعمل‌های لازم برای اجتناب از نقض حریم خصوصی در متاورس و تعیین ضمانت‌های لازم و پیگرد قانونی در شرایط نقض.

#### ۵-۵. چالش‌های پیش روی مقبولیت اجتماعی و اعتماد به متاورس

##### ۱-۵-۵. چالش تشخیص اطلاعات صحیح و واقعی

امروزه در عصر اخبار و روابط عمومی، شایعات جهانی تبدیل به مشکلی حاد در اینترنت شده است. چگونه می‌توان شایعات را از گزارش، واقعیت را از تخیل، منبع موثق را از اطلاعات نادرست و راست‌گو را از فریبکار تشخیص داد؟ عامل محدودکننده مقبولیت شبکه‌های اجتماعی و سکوها، قابلیت اعتماد است [۴۴].

#### ۲-۴-۵. حفاظت از همزادهای دیجیتال در متاورس

همزادهای دیجیتال اشیای مجازی هستند که در تناظر با اشیای فیزیکی ایجاد می‌شوند. این اشیای دیجیتال و فیزیکی نه تنها از لحاظ ظاهر شبیه هم هستند، بلکه می‌توانند عملکرد یا رفتار دارایی‌ها را نیز داشته باشند. به‌منظور محافظت از همزادهای دیجیتال، متاورس باید از اصل بودن همزادهای دیجیتالی ایجاد شده و اجرا شده اطمینان حاصل کند. از آنجاکه این مسئله چالشی مهم در توسعه متاورس است، لذا متاورس به یک سیستم اطلاعاتی مبتنی بر اعتماد برای محافظت از همزادهای دیجیتال نیاز دارد. برای حفظ همزادهای دیجیتال در متاورس استفاده از سیستم‌های بلاکچین<sup>۱</sup> توصیه شده‌اند [۴۱]. این امر به اطمینان از اصل بودن همزادهای دیجیتالی کمک خواهد کرد. حتی برخی از سیستم‌های مبتنی بر بلاکچین برای ذخیره الکترونیکی داده‌های سلامت (به‌عنوان مثال، داده‌های بیومتریک) و سوابق سلامتی که همزادهای دیجیتال هم می‌توانند استفاده کنند، پیشنهاد شده‌اند [۴۲]. علاوه بر این، بلاکچین قادر خواهد بود در کنار نیفتی شکل‌های جدیدی از بازار را در زیست‌بوم‌های دیجیتالی ایجاد کند. به‌طوری که سازندگان همزادهای دیجیتال بتوانند با استفاده از بلاکچین، همزادهای دیجیتالی خود را به‌عنوان دارایی‌های منحصر به فرد بفروشند.

#### ۳-۴-۵. چالش محافظت از داده‌های بیومتریک افراد

متاورس از داده‌های دنیای فیزیکی (مثلاً حرکات دست کاربران) برای دستیابی به یک واسط کاربر همه‌جانبه استفاده می‌کند. به‌عنوان مثال، حسگرهای مختلف متصل به کاربران (مثلاً، ژيروسکوپ برای ردیابی حرکات سر کاربران) می‌توانند آواتار آنها را به‌صورت واقعی تری کنترل کنند. علاوه بر نمایشگرهای روی سر، ابزارهای پوشیدنی مانند دستکش و لباس‌های مخصوص، می‌توانند رویکردهای تعاملی جدیدی را برای ارائه تجربیات واقعی تر و غوطه‌ورکننده تر کاربر در متاورس فعال کنند [۴۳]. این دستگاه‌ها می‌توانند به کاربران اجازه دهند آواتار خود را با استفاده از اشارات (مثلاً دستگاه‌های ردیابی دست مبتنی بر دستکش) کنترل کنند و باز خورد لمسی را به کاربر برای نمایش تعاملات طبیعی تر ارائه دهند. هدف از گرفتن چنین اطلاعات بیومتریک، ادغام این روش ترکیبی (ورودی و خروجی) برای ایجاد یک تجربه کاربری جامع

۱. بلاکچین یک پایگاه داده توزیع شده است که در آن اطلاعات در داخل بلوک‌های رمزنگاری ذخیره می‌شود. اعتبار هر بلوک جدید (به‌عنوان مثال، ایجاد یک همزاد دیجیتال جدید) توسط یک شبکه نظریه‌نظیر قبل از افزودن رکورد جدید به زنجیره، تأیید می‌شود.





را می‌خوانند. اغلب اوقات، کاربران با تنظیمات مجوز پیش فرض به وب‌سایت‌ها می‌روند؛ در حالی که این تنظیمات برای آنها مناسب نیست. یک راه جایگزین، تکیه بر ساز و کار رضایت مبتنی بر داده هوشمند است که اولویت‌های حریم خصوصی کاربر را یاد می‌گیرد. این سیستم تنظیمات مجوز برای جمع‌آوری داده‌ها را بر اساس رفتار کاربر تغییر می‌دهد و همچنین توجه دارد که ترجیحات حریم خصوصی کاربر می‌تواند در طول زمان تغییر کند [۴۷، ۴۶].

### ۳-۵-۵. حفاظت و صیانت از کودکان و نوجوانان

یکی از چالش‌های مهمی که جهان متاورس باید به آن بپردازد این است که چگونه اطلاعات حساس خردسالان را مدیریت کند. خردسالان بخش گسترده‌ای از کاربران واقعیت مجازی و افزوده را تشکیل می‌دهند و به‌طور فزاینده‌ای پیچیده و باهوش هستند. آنها معمولاً کمتر از خطرات موجود در پردازش داده‌های خود آگاه هستند. از نقطه نظر عملی، تشخیص اینکه آیا کاربر کودک است یا خیر و به‌عنوان مثال، رضایت معتبر والدین در مورد او به متاورس داده شده است یا خیر، ساده نیست. بر این اساس، ارائه‌دهندگان خدمات در متاورس باید اقداماتی را که برای محافظت از داده‌های کودکان انجام می‌دهند به‌طور منظم بررسی کنند و سازوکارهای تأیید مؤثرتری را به‌غیر از تکیه بر سازوکارهای رضایت ساده پیاده‌سازی کنند. البته ایجاد سازوکار رضایت برای متاورس می‌تواند از توصیه‌های کلی صادر شده توسط نهادهای قانونی، مانند بررسی سن مناسب (که توسط دفتر کمیسیون اطلاعات بریتانیا منتشر شده است)، استفاده کند. اعضای جمعیت‌های آسیب‌پذیر نه تنها بیشتر مستعد نقض حریم خصوصی و سوءاستفاده از اطلاعات هستند، بلکه حتی امنیت و رفاه آنها نیز به شدت تحت تأثیر این نقض‌ها قرار می‌گیرد. این مسئله می‌تواند به دلایل مختلفی مانند اختلال جسمی/روانی، نژاد یا جنسیت باشد و باعث تبعیض روزافزون گردد. هیچ‌کدام از دسته‌بندی‌های سازوکارهای رضایت نباید این کاربران را مجبور به ارائه اطلاعات حساسی کند که پس از افشای آن ممکن است به وی آسیب بیشتری وارد شود [۴۸].

### ۴-۵-۵. مسئولیت‌پذیری

مسئولیت‌پذیری یکی از نکات اصلی تحقق ظرفیت‌های زیست‌بوم متاورس است. به‌رغم پیشرفت‌های فناورانه، بسیاری از مزایای بالقوه آن محقق نمی‌شوند مگر اینکه افراد از این فناوری‌ها به شکل صحیح استفاده کنند و مسئولیت‌ها را در آنها قبول کنند.

لذا برای اینکه هم‌گرایی واقعیت مجازی و افزوده، شبکه‌های اجتماعی و اینترنت واقعاً به متاورس تبدیل شود، باید سازوکار تشخیص اطلاعات درست و واقعی و اعتماد به آن ایجاد گردد. در جهان متاورس، کاربران از یک سو احتمالاً زمان بیشتری را به سفرهای خود در محیط سه‌بعدی لذت‌بخش اختصاص می‌دهند، اما از سوی دیگر با افشای رفتارهای خود در معرض سایر طرف‌ها (ناشناس) خود را آسیب‌پذیر می‌کنند. این مسئله تجربه خوب حضور در متاورس را خراب می‌کند [۴۵]. این نگرانی در واقعیت مجازی و افزوده تشدید می‌شود، زیرا واقعیت مجازی و افزوده تجسم تعاملات شبیه‌دنیای واقعی است و سوءاستفاده از آنها توسط اشخاص دیگر می‌تواند باعث آسیب‌های مالی و روانی قابل توجهی به کاربران شود. آگاهی از موقعیت، در افزایش اعتماد به محیط (به‌ویژه محیط متاورس) مهم و مؤثر است. تحقیقات در مورد اعتماد نشان می‌دهد که ارائه دیداری با استفاده از نمایش در موقعیت خاص باعث بهبود اعتماد می‌شود. پیشرفت‌های اخیر مسیری را برای ایجاد محیط‌های اجرایی قابل اعتماد مبتنی بر سخت‌افزار و رمزنگاری در دستگاه‌های تلفن همراه هموار کرده است. این محیط‌های اجرایی قابل اعتماد، اجرای کد ایمن، ایزوله و پردازش رمز شده داده‌ها (ذخیره‌سازی و پردازش حفاظت شده به صورت رمز) را فراهم می‌کنند و به این صورت عملیات مهم روی داده‌های کاربر را می‌توان در محیط اجرایی قابل اعتماد انجام داد. باین حال، این فناوری هنوز در حال تکمیل است و نیاز به زمان بیشتری دارد تا در دستگاه‌های واقعیت مجازی و افزوده به کار گرفته شود و در عین حال تجربه خوب کاربر را در شرایط پخش زنده تضمین کند.

### ۲-۵-۵. سازوکار رضایت آگاهانه تبادل اطلاعات

در سیستم متاورس، بخش زیادی از اطلاعات بالقوه حساس احتمالاً از حوزه کنترل مالک خارج می‌شود. همان‌طور که در دنیای فیزیکی در حین ارتباط چهره‌به‌چهره، به طرف اعتماد می‌شود (زیرا می‌توان اطلاعات و تعهداتی را که دیگران ارائه می‌دهند را به صورت فی‌المجلس بررسی نمود)، به همین شکل باید سازوکار رضایت آگاهانه را توسعه داد تا آواتارها، یعنی تجسم مجازی کاربران، بتوانند در پرتو اطلاعاتی که باید قابل بررسی باشد، تصمیم مقتضی بگیرند. سازوکارهای رضایت آگاهانه موجود، ممکن است همیشه منجر به ارائه انتخاب آگاهانه به کاربران نشود. فرم‌های رضایت حاوی اصطلاحات فنی و حقوقی هستند و به‌رغم اینکه در بسیاری از صفحات نمایش داده می‌شوند، ولی کاربران به ندرت آنها



ثانویه که از داده‌های کاربر ایجاد شده‌اند، چالش‌هایی وجود دارد زیرا ایجاد رابطه بین داده‌های ثانویه و تک‌تک داده‌های اولیه دشوار است. این موضوع باعث شده که هنوز مسئله مالکیت داده‌ها در اینترنت متاورس حل نشده باشد. جدای از جمع‌آوری داده‌ها، خطرات ناشی از نشت داده‌ها در متاورس بیش از این است، زیرا عواقب ناخواسته پردازش‌ها می‌تواند نه تنها آسیب روانی، بلکه آسیب فیزیکی نیز ایجاد کند. به‌عنوان مثال، کسب اطلاعات محیطی در متاورس و خارج از آن در هنگام نمایش واقعیت مجازی و افزودن توسط سربندها می‌تواند حاوی اطلاعات مهمی باشد که باعث بروز حوادث تهدیدکننده برای کاربر شود [۴۹]. نهادهای نظارتی و تقنینی هنوز در حال تحقیق در مورد چگونگی تعیین تعهدات برای عوامل حادثی هستند که برای کاربری که توجه کامل وی توسط ماشین از بین رفته، اتفاق می‌افتند. نهادهای نظارتی باید حالت‌های بیشتر و گسترده‌تری را در متاورس در نظر بگیرند و مسئول خسارات در چنین سناریوهایی را تعیین کنند که به عهده کاربر، محقق، سازنده دستگاه یا چه شخص دیگری است و مقدار این مسئولیت چقدر است.

### ۵-۵-۵. الزامات ترویجی، تنظیمی و تقنینی

- ارتقای سطح فرهنگ عمومی یا فرهنگ استفاده از سکوها و در آینده متاورس برای جلوگیری از اعتیاد به محیط یا آموزش اهمیت حفظ اطلاعات خاصی مانند اطلاعات بهداشتی و سلامت افراد که در کیفیت زندگی کاربران تأثیر دارد،
- تهیه چارچوب‌های حکمرانی داده در کشور،
- تدوین سازوکارهای رضایت آگاهانه اشتراک داده و تبادل اطلاعات،
- جرم‌انگاری در انتشار یا سوءاستفاده یا جعل و کلاهبرداری از اطلاعات کاربران،
- نیاز به حمایت و ایجاد محدوده‌های تنظیم‌گرانه ویژه برای اقشار آسیب‌پذیر در فضای مجازی و متاورس همچون کودکان و نوجوانان.

سیاست‌های تنظیم‌گری محتوا که جزئیات نحوه برخورد سکوها و سرویس‌ها با محتوای تولید شده توسط کاربر را شرح می‌دهد، اغلب در رسانه‌های اجتماعی سنتی به کار گرفته می‌شود تا کاربران را در قبال محتوایی که تولید می‌کنند پاسخ‌گو نگه دارد. کشورهای مختلف در سراسر جهان از سال‌ها قبل با وضع قوانینی در مقابل محتواهای خاص مانند نفرت‌پراکنی و خشونت‌آمیز فضای مجازی، کاربران‌شان را محافظت می‌کنند. قوانین بازدارنده در این کشورها اجازه گسترش چنین محتوایی در فضای مجازی را نمی‌دهد و در صورت حذف نشدن آن جریمه‌ها و تنبیهات در انتظار شبکه‌های اجتماعی متخلف خواهد بود. برخی کشورها شرکت‌های فناوری را ملزم کرده‌اند که خود در این باره قوانینی وضع کنند.

بر اساس برخی قوانین، محتوای نفرت‌پراکنی و خشونت‌آمیز ظرف مدت زمانی محدود پس از انتشار باید حذف شود و در غیر این صورت سکوی متخلف جریمه می‌شود. لذا باید توجه داشت که اگرچه کاربران حق آزادی بیان دارند، ولی موارد حاوی مطالب خشونت‌آمیز یا افراطی و سخنان تنفرآمیز و دسته‌های دیگری از مطالب به دلایل فرهنگی در هر کشوری ممنوع است. یکی دیگر از جنبه‌های مسئولیت‌پذیری در دنیای متاورس نحوه مدیریت داده‌های درست و نادرست کاربران است. دستگاه‌های واقعیت مجازی و افزوده ذاتاً اطلاعات حساس‌تری مانند مکان‌های کاربر و محیط اطراف آنها را نسبت به دستگاه‌های سنتی جمع‌آوری می‌کنند. اما، اغلب اوقات، کاربران به‌طور کامل از خطرات احتمالی آگاهی ندارند و همین منجر به نقض حقوقشان می‌شود. برای مقابله با این مسئله، در متاورس باید اصل ارائه حداقلی داده‌های شخصی را ترویج کرد، به این معنی که فقط حداقل مقدار داده‌های لازم برای عملکرد اصلی جمع‌آوری شود. همچنین نگهداری اطلاعات باید در فناوری دفتر کل توزیع شده انجام شود تا همواره کاربران بتوانند در مورد داده‌های خود، پردازش‌هایی که روی آن انجام می‌شود و منشأ تصمیم‌گیری کنند. با این حال، در مورد نحوه ممیزی داده‌های

### ۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری



در حال انجام است. این محیط توان بالقوه زیادی در توسعه اقتصادی دارد و می‌توان به آن به‌عنوان سکویی برای پرش قدرت اقتصادی نگاه کرد و البته باید از سوءاستفاده‌های ممکنه اجتناب نمود.

محیط مجازی متاورس ادامه دنیای واقعی در ابعاد متنوع است که می‌تواند دامنه حکمرانی حکومت‌ها را توسعه دهد.

به همین دلیل رقابت زیادی میان شرکت‌ها و دولت‌ها در زمینه ایجاد، توسعه و تصاحب بخش‌های بیشتری از فضای مجازی



افزایش خواهد داد و لذا اقدامات فعالانه و تنظیم‌گرانه کشورها نه تنها از نظر توسعه این حوزه که از نظر نحوه استفاده از آن بسیار حائز اهمیت است.

بالحاظ زیرساخت‌های فناورانه مورد نیاز برای توسعه متاورس، عناصر ضروری در زیست‌بوم متاورس شامل مقبولیت اجتماعی و اعتماد به متاورس با تمرکز بر مسئولیت‌پذیری کاربر و سکوی ارائه‌دهنده خدمت، امنیت و حریم خصوصی، اقتصاد مجازی، تولید محتوا و حوزه مسائل و فضای هم‌زادهای دیجیتال (آواتارها) می‌باشند که در جدول زیر چالش‌های مرتبط با هر یک از این عناصر و الزامات قانونی، تنظیمی یا ترویجی آن به اختصار آمده است.

در این محیط سرعت انتقال بالاست و امکان معاملات اتوماتیک ماشین‌ها با هم وجود دارد. امکان تعریف دنیا‌های موازی در آن مهیاست و هم‌زمان می‌توان در چند مکان حضور داشت. به نظر می‌رسد که این محیط به تنظیم‌گری و قانونگذاری برای حفظ پایداری و حرکت سریع و درست نیازمند است. برخی آسیب‌های محیط مجازی با آسیب‌های محیط حقیقی متفاوت و برخی مشترک است. هر کدام از شرایط خطر ساز باید بررسی و از قبل مقررات لازم برای آن گذاشته شود. با تعریف صحیح از امکانات و چرخه‌ها و پروتکل‌ها می‌توان از مشکلات اجتناب نموده و رشد سریع متاورس را شاهد بود. رشد سریع متاورس، کاربران آن را

جدول ۱. عوامل شکل‌دهنده متاورس، چالش‌های پیش‌رو الزامات تقنینی، تنظیمی یا ترویجی

عامل	اهداف پیش‌رو	الزامات
زیرساخت‌های فناورانه	<ul style="list-style-type: none"> <li>- لزوم ارتقا و توسعه فناوری‌های پیش‌رو در ایجاد متاورس</li> <li>- ایجاد زیرساخت‌های شبکه ارتباطات و اطلاعات و پردازش داده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ تخصیص بودجه و سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری‌های مرتبط</li> <li>■ تربیت متخصصین و نیروی انسانی</li> <li>■ توسعه شبکه و ارتباطات نسل پنجم و بعد از آن</li> <li>■ ایجاد و به‌روزرسانی بانک داده‌های استاندارد، ایجاد سامانه‌ها و محیط‌های تست و صحت‌گذاری، استانداردسازی و ارتقا کمی و کیفی سامانه‌های تست برای جلوگیری از آسیب‌ها و مخاطرات احتمالی</li> <li>■ تعیین چارچوب‌های توسعه متاورس با همکاری دولت و توسعه‌دهندگان</li> </ul>
ایجاد محتوا و آواتار	<ul style="list-style-type: none"> <li>- حفاظت از محتوای تولید شده</li> <li>- کنترل محدوده و ماهیت محتوای تولید شده</li> <li>- تبیین و تعیین ابعاد حقوقی و اخلاقی مرتبط با هم‌زادهای دیجیتال از قبیل ثبت مالکیت و مسئولیت آنها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ تعیین ماهیت حقوق معنوی و مالکیت فکری در فضای مجازی و متاورس</li> <li>■ ارتقا آگاهی‌های عمومی و ایجاد ظرفیت و مهارت لازم برای حضور در متاورس با حفظ فرهنگ حقیقی</li> <li>■ تعیین محدوده و ماهیت محتوای تولید شده در شبکه و در آینده متاورس (بازه تنوع فرهنگی قابل قبول در محیط و اجتناب از تبعیض) و تعیین مسئول آن</li> <li>■ سازوکار محدودسازی متون ناپسند و مضر، محتوای غیراخلاقی، قمار، فروش مال دزدی، پول‌شویی و ترور، محتویات خشن، تبانی، کلاهبرداری، جرائم امنیتی و تبلیغات نابه‌جا</li> <li>■ تعیین حدود مسئولیت حقوقی و قانونی توسعه‌دهندگان و کاربران و سایر ذی‌نفعان و کنشگران</li> </ul>
اقتصاد دیجیتال	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ایجاد ارزش اقتصادی برای داده با تسهیل دسترسی به داده و تبادل آن</li> <li>- ایجاد زیرساخت‌های رم‌ذارایی‌ها</li> <li>- ایجاد رقابت عادلانه</li> <li>- توسعه نرم‌افزارهای رگ‌تک</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ تنظیم‌گری موضوع رم‌ذارایی‌ها و توسعه سکوی مرتبط (تنظیم‌گری اقتصاد دیجیتال در کشور)</li> <li>■ نظارت بر رقابت‌ها و تبانی‌های احتمالی در رقابت بین سکوها و در آینده نرم‌افزارهای متاورسی و درون دنیا‌های متاورسی</li> <li>■ تعیین چارچوب‌های حکمرانی داده در کشور</li> <li>■ مداخله دولت در ایجاد رقابت عادلانه و شکستن انحصار در حوزه اقتصاد سکوی مجازی و تعیین مسئولیت‌ها و اختیارات</li> <li>■ امکان ثبت مالکیت اشیای مجازی توسط روش‌های ثبت در بلاکچین و متاورس مانند نیفتی</li> <li>■ مقابله با کلاهبرداری‌های مالی، حمله سایبری، قمار و ارتشا</li> </ul>

الزامات	اهداف پیش رو	عامل
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ایجاد سامانه‌ها و محیط‌های تست و صحه‌گذاری، استانداردسازی</li> <li>■ افزایش امنیت محیط متاورس به لحاظ فنی و طراحی و ارتقا کمی و کیفی سامانه‌های تست برای جلوگیری از آسیب‌ها و</li> <li>■ مقابله با اقدامات خرابکارانه همچون جعل عمیق یا مخاطرات احتمالی</li> <li>■ سوء استفاده از اطلاعات شخصی و بیومتریک افراد</li> <li>■ توسعه محیط متاورس با بهبود ذخیره اطلاعات و حفاظت از آن از طریق اجرای کدهای ایمن و ایزوله</li> <li>■ زیرساخت‌های قانونی حفاظت از حریم خصوصی</li> <li>■ زیرساخت‌های قانونی حفاظت از داده، امنیت داده و فضای سایبری</li> <li>■ زیرساخت‌های قانونی مواجهه با نشت اطلاعات و تعیین حدود و تکالیف و شیوه مقابله</li> <li>■ تعیین حقوق مالکیت، دامنه وظایف و مسئولیت کاربران و توسعه‌دهندگان متاورس</li> <li>■ تدوین دستورالعمل‌های لازم برای اجتناب از نقض حریم خصوصی در متاورس و تعیین ضمانت‌های لازم و پیگرد قانونی در شرایط نقض</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ایجاد اعتماد به محیط متاورس</li> <li>■ حفاظت از افشار آسیب‌پذیر از جمله کودکان و جلوگیری از اعتیاد به محیط نوجوانان</li> <li>■ تعیین حدود مسئولیت‌ها، حقوق و جبران خسارات</li> </ul>	امنیت و حریم خصوصی
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ارتقای سطح فرهنگ عمومی یا فرهنگ استفاده از سکوها برای</li> <li>■ حفاظت از افشار آسیب‌پذیر از جمله کودکان و جلوگیری از اعتیاد به محیط نوجوانان</li> <li>■ آموزش اهمیت حفظ اطلاعات خاصی مانند اطلاعات بهداشتی و سلامت</li> <li>■ افراد که در کیفیت زندگی کاربران تأثیر دارد</li> <li>■ تهیه چارچوب‌های حکمرانی داده در کشور</li> <li>■ تدوین ساز و کارهای رضایت آگاهانه اشتراک داده و تبادل اطلاعات</li> <li>■ تعیین مسئولیت توسعه‌دهندگان و کاربران در محیط متاورس و ابعاد حقوقی آن</li> <li>■ جرم‌انگاری در انتشار یا سوء استفاده یا جعل و کلاهبرداری از اطلاعات کاربران</li> <li>■ تعیین چارچوب‌های تنظیم‌گرانه حضور کودکان و نوجوانان در محیط متاورس</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ایجاد اعتماد به محیط متاورس</li> <li>■ حفاظت از افشار آسیب‌پذیر از جمله کودکان و جلوگیری از اعتیاد به محیط نوجوانان</li> <li>■ تعیین حدود مسئولیت‌ها، حقوق و جبران خسارات</li> </ul>	مقبولیت اجتماعی و پاسخ‌گو بودن

## منابع و مآخذ

1. Joshua, J., Information Bodies: Computational Anxiety in Neal Stephenson's Snow Crash. *Interdisciplinary Literary Studies*, 2017. 19(1): p. 30.
2. Milgram, P., et al., Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Photonics for Industrial Applications*. Vol. 2351. 1995: SPIE.
3. Welcome to the Official Site Of Minecraft Available from: <https://www.minecraft.net/en-us>.
4. Powering Imagination. Available from: <https://www.roblox.com>.
5. Learn how HoloLens 2 can boost your organization's productivity. Available from: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>.
6. 3D Interactive Globe. Available from: <https://earth3dmap.com>.
7. Official Site | Second Life - Virtual Worlds, Virtual Reality. Available from: <https://id.secondlife.com>.
8. Rainer Winkler, S.H., Antti Salovaara, Matthias Sollner, and Jan Marco Leimeister. Sara. Improving learning in online education with a scaffolding-based conversational agent.

in In Proc. of the 2020, CHI '20. 2020. USA.

9. Chiwon Lee, H.J., and Soojin Jun. Social vr as the new normal? Understanding user interactions for the business arena. in Human Factors in Computing Systems, CHI EA '21. NY, USA.
10. Philip Weber, T.L., Sabrina Brodesser, and Laura Grönewald. It's a kind of art! : Understanding food influencers as influential content creators. in ACM CHI Conf. on Human Factors in Computing Systems, CHI '21. 2021. New York, NY, USA.
11. Oney, L.Z.a.S. Flowmatic: An immersive authoring tool for creating interactive scenes in virtual reality. in 33rd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. 2020.
12. Dorner, H.a.R., Virtual reality forge: Pattern-oriented authoring of virtual reality nuggets, in 25th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology. 2019.
13. Larry Cutler, A.T., R. Schiewe, Justin Fischer, Nathaniel Dirksen, and Eric Darnell, Authoring interactive vr narratives on baba yaga and bonfire, in Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques Conf. Talks. 2020.
14. Danilo Gasques, J.G.J., Tommy Sharkey, and Nadir Weibel, Pintar: Sketching spatial experiences in augmented reality. , in Companion Publication of the 2019 on Designing Interactive Systems Conf. 2019.
15. Madier, M.N.a.K., 360proto: Making interactive virtual reality & augmented reality prototypes, in Conf. on Human Factors in Computing Systems. 2019.
16. Gabriel Freitas, M.P., M. Silveira, and F. Maurer, A systematic review of rapid prototyping tools for augmented reality, in 22nd Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). 2020. p. 199–209.
17. Maximilian Speicher, K.L., and Michael Nebeling., Designers, the stage is yours! Medium-fidelity prototyping of augmented & virtual reality interfaces with 360- Computer Interaction, in ACM on Human Computer Interaction. 2021 .p. 1-25.
18. Mills, T.V.a.C.W., The theory of the leisure class. Routledge. 2017.
19. Akerlof, G.A., The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. The Quarterly Journal of Economics,, 1970. 84(3): p. 488.
20. Benjamin Klein, A.V.L., and Kevin M Murphy, The economics of copyright” fair use” in a networked world. American Economic Review, 2002. 92(2): p. 4.
21. Zheng Wang, D.L., Dong Zhang, Meijun Sun, and Yan Zhou, Fake modern Chinese painting identification based on spectral–spatial feature fusion on hyperspectral image. Multidimensional Systems and Signal Processing, 2016. 27(4): p. 14.
22. Ahmed Elgammal, Y.K., and Milko Den Leeuw, Picasso, Matisse, or a fake? Automated analysis of drawings at the stroke level for attribution and authentication, in Thirty-second AAAI Conf. on artificial intelligence. 2018.

23. Paarijaat Aditya, R.S., Peter Druschel, Seong Joon Oh, Rodrigo Benenson, Mario Fritz, Bernt Schiele, Bobby Bhattacharjee, and Tong Tong Wu, I-pic: A platform for privacy-compliant image capture. 14th annual Int'l Conf. on mobile systems, applications, and services, 2016: p. 14.
24. Jiayu Shu, R.Z., and Pan Hui, Cardea: Context-aware visual privacy protection for photo taking and sharing. 9th ACM Multimedia Systems Conf :2018 ,.p. 9.
25. Kit Yung Lam, L.-H.L., and Pan Hui, A2w: Context-aware recommendation system for mobile augmented reality web browser. ACM Int'l Conf. on Multimedia, United States, 2021.
26. Wu, C.W.H.a.J., User acceptance of virtual worlds: The hedonic framework. SIGMIS Database, 2007. 38(4): p. 4.
27. Ruotong Wang, F.M.H., and Haiyi Zhu, Factors influencing perceived fairness in algorithmic decision-making: Algorithm outcomes, development procedures, and individual differences, in Human Factors in Computing Systems. 2020: New York, NY, USA. p. 14.
28. Allison Woodruff, S.E.F., Steven Rousso-Schindler, and Jeffrey Warshaw, A qualitative exploration of perceptions of algorithmic fairness. Human Factors in Computing Systems, 2018: p. 14.
29. Eui Jun Jeong ,D.J.K., and Dong Min Lee, Game addiction from psychosocial health perspective, in 17th Int'l Conf. on Electronic Commerce 2015, ACM: New York, NY USA.
30. Camino Lopez Garcia, M.C.S.G., and Ana Garcia-Valcarcel Munoz Repiso, Scales for measuring internet addiction in covid-19 times: Is the time variable still a key factor in measuring this addiction?, in Eighth Int'l Conf. on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, TEEM'20. 2020: New York, NY, USA. p. 5.
31. Belk, R., Extended self and the digital world. Current Opinion in Psychology, Consumer behavior, 2016. 10: p. 5.
32. Despoina Chatzakou, I.L., Jeremy Blackburn, Emiliano De Cristofaro, Gianluca Stringhini, Athena Vakali, and Nicolas Kourtellis, Detecting cyberbullying and cyberaggression in social media. ACM Trans. Web, 2019. 13(3.)
33. Zahra Ashktorab, E.H., Jennifer Golbeck, and Jessica Vitak, Beyond cyberbullying: Self-disclosure, harm and social support on ASKfm, in Conf on Web Science, WebSci 2017, ACM p. 9.
34. Haewoon Kwak, J.B., and Seungyeop Han, Exploring cyberbullying and other toxic behavior in team competition online games, in Proc. of the 33rd Annual ACM Conf. on Human Factors in Computing Systems, CHI '15. 2015, ACM: New York, NY, USA. p. 9.
35. Y. Wang, Z.S., S. Guo ,M. Dai, Tom H. Luan, Y. Liu, Intergenerational comparison of social media use: Investigating the online behavior of different generational cohorts, in 49th Int'l Conf. on System Sciences (HICSS). 2023: Hawaii p. 9.
36. K. J. Fietkiewicz, E.L., K. S. Baran ,and W. G. Stock, Intergenerational comparison of



- social media use: Investigating the online behavior of different generational cohorts, in 49th Int'l Conf. on System Sciences (HICSS). 2016: Hawaii p. 9.
37. Sun Zhe, T.N.W., and L.H. Lee, Using data envelopment analysis for supplier evaluation with environmental considerations, in Int'l Systems Conf. (SysCon). 2013, IEEE p. 5.
38. L.H. LEE, T.N.W., and Z. SUN, An agent-based framework for partner selection with sustainability considerations, in IFAC Proc7 .th IFAC Conf. on Manufacturing Modelling, Management, and Control. 2013. p. 6.
39. Ehsan ul Haq, T.B., Young D. Kwon, and Pan Hui, Enemy at the gate: Evolution of twitter user's polarization during national crisis., in IEEE/ACM Int'l Conf. on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM). 2020. p. 5.
40. R. S. Raman, P. Shenoy, K. Kohls. R. Ensafi, Censored Planet: An Internet-wide, Longitudinal Censorship Observatory, p. 49-66, CCS'20: Proceedings of the ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, 2020.
41. Adil Rasheed, O.S., Trond Kvamsdal, Digital Twin: Values, Challenges and Enablers From a Modeling Perspective. IEEE, Access, 2020: p. 32.
42. Lanxiang Chen, W.-K.L., Chin-Chen Chang, Kim-Kwang Raymond Choo, and Nan Zhang, Blockchain based searchable encryption for electronic health record sharing. Future generation computer systems, 2019. 95: p. 10.
43. Haihan Duan, J.L., Sizheng Fan, Zhonghao Lin, Xiao Wu, and Wei Cai, Metaverse for social good: A university campus prototype, in MM '21: ACM Multimedia Conference. 2021.
44. Business Standard. Users shun WhatsApp to join Telegram, Signal amid rising data concerns. 2021; Available from: <https://www.business-standard.com/article/companies/users-shun-whatsapp-to-join-telegram-signal-amid-rising-protect-penalty@-M-data-concerns-1210109002711.html>.
45. Davide Salanitri, G.L., and Brian Waterfield. , The relationship between presence and trust in virtual reality, in In Proc. of the European Conf. on Cognitive Ergonomics, ECCE '16. 2016, ACM: New York, NY, USA.
46. Paritosh Bahirat, Y.H., Abhilash Menon, and Bart Knijnenburg, A data-driven approach to developing iot privacy-setting interfaces, in 23rd Int'l Conf. on Intelligent User Interfaces. 2018: New York, NY, USA. p. 12.
47. Abhishek Kumar, T.B., Lik-Hang Lee , and Pan Hui, Theophany: Multimodal speech augmentation in instantaneous privacy channels, in Int'l Conf. on Multimedia (MM'21). 2021, ACM. p. 5.
48. Fiesler, B.D.a.C., Social norm vulnerability and its consequences for privacy and safety in an online community, in ACM Human-Computer Interaction, 4(CSCW2). 2020.
49. Richard Cloete, C.N., and Jatinder Singh, A call for auditable virtual, augmented and mixed reality, in Symposium on Virtual Reality Software and Technology. 2020, ACM. p. 6.





## مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: [mrc@majles.ir](mailto:mrc@majles.ir)

وبسایت: [rc@majles.ir](http://rc@majles.ir)