

## متاورس و مدیریت مخاطرات طبیعی

ابوالفضل جعفری

استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران | [jaafari@rifr-ac.ir](mailto:jaafari@rifr-ac.ir) | **رایانامه**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۴

تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱۲/۲۳

صص: ۶۳-۷۳

### چکیده

نوشتار پیش‌رو، فناوری متاورس و قابلیت‌ها، چشم‌اندازها و چالش‌های آن در مدیریت مخاطرات طبیعی را تشریح می‌کند. متاورس یا فراجهان چشم‌اندازی از اینترنت آینده است که با ترکیب فناوری‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، واقعیت ترکیبی، اینترنت اشیا، بلاک چین و هوش مصنوعی، ابزاری قدرتمند برای مدیریت مخاطرات طبیعی ارائه می‌دهد. متاورس می‌تواند شرایط مخاطرات طبیعی را شبیه‌سازی و بر مبنای آن برنامه‌های آموزشی و تمرینی مؤثری را برای واکنش به مخاطرات تدوین کند. با استفاده از متاورس، داده‌های بلادرنگ از محیط جمع‌آوری و تحلیل می‌شوند و برای پیش‌بینی و واکنش سریع‌تر به مخاطرات طبیعی از نتایج حاصل استفاده می‌شود. امکان همکاری بین‌المللی و به‌اشتراک‌گذاری بهترین شیوه‌ها و تجربه‌ها نیز از دیگر مزایای متاورس است. این همکاری، بهره‌وری اقتصادی را افزایش داده و سطح آماده‌باش در مواجهه با مخاطرات طبیعی را ارتقا می‌دهد. متاورس با افزایش آگاهی عمومی و آموزش افراد درباره مخاطرات طبیعی، اضطراب در مواقع بحران را کاهش می‌دهد. با این حال، برای استفاده از متاورس چالش‌هایی نیز وجود دارد، از جمله مقاومت در برابر تغییر ساختارهای سنتی، نیاز به زیرساخت‌های پیشرفته، حفاظت از حریم خصوصی داده‌ها، تأمین امنیت اطلاعات و هزینه‌های زیاد. به‌رغم این چالش‌ها، نقش متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی بی‌نظیر است و توان‌های بالقوه زیادی برای آینده دارد.

**کلیدواژه‌ها:** آتش‌سوزی جنگل و مرتع، خشک‌سالی، زمین‌لغزش، سیل، شبیه‌سازی، متاورس، مدیریت بحران.

## مقدمه

واژه متاورس که از دو جزء Meta به معنی فرا و ماورا و Universe به معنی جهان و گیتی تشکیل شده است، به معنی جهان ماورایی، فراگیر یا فراتر از جهان تعریف می‌شود. این واژه برای نخستین بار در سال ۱۹۹۲ در رمان علمی-تخیلی سقوط برف<sup>۱</sup> اثر نیل استیونسون<sup>۲</sup> ابداع شد (جاشوا، ۲۰۱۷)<sup>۳</sup>. در سال ۲۰۱۸ و با ساخت فیلم علمی-تخیلی بازیکن شماره یک آماده<sup>۴</sup> به کارگردانی استیون آلن اسپیلبرگ<sup>۵</sup>، تصویر جدیدتری از متاورس به دنیا معرفی شد و با طرح مجدد آن از سوی مارک زاکربرگ<sup>۶</sup> در سال ۲۰۲۱ توجه بیشتری را به خود جلب کرده و فراگیر شد (آمایزو و همکاران، ۲۰۲۴)<sup>۷</sup>. شرکت متا، متاورس را «اینترنت آینده» تعریف می‌کند که شامل بوم‌شناسی جامع، محیطی فراگیر و بستری چندبعدی است که با استفاده از فناوری‌های پیشرفته ایجاد شده است و با کم‌رنگ کردن مرز بین دنیای واقعی و رقمی، امکان تجربه‌های جدیدی را فراهم می‌آورد. متاورس با ترکیبی از واقعیت مجازی<sup>۸</sup>، واقعیت افزوده<sup>۹</sup>، واقعیت ترکیبی<sup>۱۰</sup>، اینترنت اشیا<sup>۱۱</sup>، بلاک‌چین<sup>۱۲</sup> و هوش مصنوعی<sup>۱۳</sup> به وجود می‌آید و به کاربران اجازه می‌دهد تا در یک جهان مجازی آموزش ببینند و فعالیت و همزیستی کنند (اقبال و همکاران، ۲۰۲۱)<sup>۱۴</sup>؛ چن و همکاران، ۲۰۲۴)<sup>۱۵</sup>. با این حال، بحث‌ها اغلب نشان می‌دهند که هر کاربر از آنچه در پس اصطلاح متاورس نهفته است، ایده شخصی خود را دارد و چگونگی پیاده‌سازی و استفاده از متاورس تحت تأثیر دیدگاه‌ها و اهداف مختلف قرار دارد. به عبارت دیگر، افراد یا سازمان‌های مختلف با توجه به نیازها، اهداف و دیدگاه‌های خود، از متاورس به شیوه‌های متفاوتی استفاده می‌کنند. این تنوع در استفاده از متاورس به دلیل ماهیت انعطاف‌پذیر و چندوجهی آن است. متاورس می‌تواند به‌عنوان یک بستر برای انواع مختلفی از فعالیت‌ها، مانند آموزش، سرگرمی، بهداشت، برنامه‌ریزی و مدیریت استفاده شود. بنابراین، چگونگی پیاده‌سازی متاورس برای فعالیت‌های مختلف می‌تواند بر اساس نیازها و اهداف خاص هر سازمان یا فرد متفاوت باشد.

درواقع، یکی از ویژگی‌های اصلی متاورس محدود نبودن آن به یک چاقوب و قاعده خاص است. متاورس می‌تواند بر حسب سلیقه و توانایی کاربر شخصی‌سازی شود (چهرتری، دوویدی و یانسن<sup>۱۶</sup>، ۲۰۲۴). متاورس زنده و برخط است، به طوری که کاربر می‌تواند با سازمان‌ها، بازارها و کاربران دیگر به راحتی تعامل داشته باشد. متاورس بدون هیچ سقف و واحدی، برای کاربران در دسترس است؛ یعنی همه می‌توانند بخشی از فراجهان باشند و در یک رویداد یا مکانی با فعالیت خاص، باهم و هم‌زمان شرکت کنند. متاورس محدودیت مکانی و زمانی ندارد و می‌تواند در هر لحظه کاربر را در زمان و مکان نامحدود جابجا کند. همچنین، کاربر متاورس به اطلاعات و ابزارهای خود دسترسی همیشگی دارد.

متاورس به‌عنوان یک زیست‌بوم رقمی و مجازی توانسته است تحولی بزرگ در بسیاری از زمینه‌های علمی ایجاد کند. آموزش پزشکی یکی از برجسته‌ترین نمونه‌های استفاده از متاورس است. دانشجویان پزشکی می‌توانند در محیط‌های مجازی، شبیه‌سازی‌های پیچیده و تعاملی داشته باشند. این شبیه‌سازی‌ها به آن‌ها اجازه می‌دهد تا بدون نیاز به حضور در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی واقعی، مهارت‌های لازم را فراگیرند. همچنین، در متاورس، بیماران می‌توانند به جلسه‌های درمانی و توان‌بخشی مجازی دسترسی داشته باشند. در علوم اجتماعی و روان‌شناسی، متاورس به پژوهشگران امکان می‌دهد تا در محیط‌های کنترل‌شده

1. Snow Crash

2. Neal Stephenson

3. Joshua, 2017

4. Ready Player One

5. Steven Allan Spielberg

6. Mark Zuckerberg

7. Amaizu et al., 2024

8. Virtual Reality

9. Augmented Reality

10. Mixed Reality

11. Internet of Things

12. Blockchain

13. Artificial Intelligence

14. Iqbal et al., 2021

15. Chen et al., 2024

16. Kshetri, Dwivedi, &amp; Janssen, 2024

مجازی ایجاد کنند. این بازارها می‌توانند به تجارت بین‌المللی و دسترسی به مشتریان جدید کمک کنند. همچنین، شرکت‌ها می‌توانند از متاورس برای برگزاری رویدادهای تجاری و کنفرانس‌ها استفاده کنند. این رویدادها می‌توانند تعاملات تجاری و شبکه‌سازی را افزایش دهند. در گردشگری، نمایندگی‌های گردشگری می‌توانند از متاورس برای ارائه گشت‌های مجازی استفاده کنند. این گشت‌ها می‌توانند به مسافران امکان دهند تا قبل از سفر به مقصد، با آن آشنا شوند. همچنین، مسافران می‌توانند در متاورس تجارب گردشگری متنوعی داشته باشند. برای مثال، آن‌ها می‌توانند به شکل مجازی به مکان‌های دورافتاده سفر کنند و زیبایی‌های طبیعی را تجربه کنند.

مرور کاربردهای متاورس در علوم مختلف نشان می‌دهد که مهم‌ترین کارکرد متاورس شبیه‌سازی شرایط مختلف و متنوع است تا با تقویت توانایی مدیریت و برنامه‌ریزی کاربران، آن‌ها را برای مواجهه با شرایط واقعی آماده کند (جونگ<sup>۱</sup>، ۲۰۲۲). یکی از حوزه‌های پرچالشی که قابلیت‌های متاورس می‌تواند راهگشا باشد، مدیریت مخاطرات طبیعی است. استفاده از متاورس در این حوزه می‌تواند پیش‌بینی و مقابله با بحران‌ها، کاهش خسارت‌ها و افزایش آمادگی را بهبود بخشد.

هدف از نوشتار پیش‌رو معرفی قابلیت‌های متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی است. در این مقاله، ابتدا به مبانی نظری متاورس و مخاطرات طبیعی آن اشاره می‌شود. سپس، نقش متاورس در برنامه‌ریزی، آموزش، پایش و واکنش به مخاطرات بررسی خواهد شد. در ادامه، مزایای استفاده از متاورس در این زمینه و چالش‌های احتمالی آن بررسی می‌شود. در نهایت، درباره چشم‌انداز آینده استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی بحث خواهد شد.

و تعاملی، آزمایش‌های روان‌شناختی خود را انجام دهند و دقیق‌تر و جامع‌تر رفتار انسانی را مطالعه کنند. همچنین، پژوهشگران می‌توانند از متاورس برای مطالعه تأثیرات اجتماعی و فرهنگی استفاده کنند. در حوزه آموزش و پرورش، متاورس به معلمان و دانش‌آموزان امکان می‌دهد تا در محیط‌های تعاملی و جذاب، کلاس‌های درس را برگزار کنند. این کلاس‌ها می‌توانند از نظر محتوا و روش‌های آموزشی بسیار غنی‌تر از کلاس‌های سنتی باشند. همچنین، دانش‌آموزان می‌توانند با متاورس به تجارب آموزشی متنوعی دست یابند. برای مثال، آن‌ها می‌توانند به صورت مجازی به مکان‌های تاریخی سفر کنند و تاریخ را از نزدیک تجربه کنند. در صنعت و مهندسی، متاورس به مهندسان امکان می‌دهد تا پروژه‌های خود را در محیط‌های مجازی شبیه‌سازی کنند. این شبیه‌سازی‌ها می‌توانند به کاهش هزینه‌ها و زمان انجام پروژه‌ها کمک کنند. همچنین، متاورس به کارگران و مهندسان امکان می‌دهد تا به شکل مجازی به آموزش‌های فنی دسترسی داشته باشند. این آموزش‌ها می‌توانند در هر زمان و مکانی برگزار شوند و به افزایش بهره‌وری کمک کنند. در علوم فضایی، متاورس به سازمان‌های فضایی امکان می‌دهد تا مأموریت‌های فضایی را در محیط‌های مجازی شبیه‌سازی کنند. این شبیه‌سازی‌ها می‌توانند به آماده‌سازی فضانوردان برای مأموریت‌های واقعی کمک کنند. همچنین، فضانوردان می‌توانند در متاورس به آموزش‌های تخصصی نیز دسترسی داشته باشند. این آموزش‌ها می‌توانند به افزایش ایمنی و بهره‌وری فضانوردان در مأموریت‌های فضایی کمک کنند. در هنر و فرهنگ، هنرمندان می‌توانند آثار خود را در محیط‌های مجازی به نمایش بگذارند. این نمایشگاه‌ها می‌توانند به دسترسی بیشتر هنرمندان به مخاطبان جهانی کمک کنند. همچنین، موزه‌ها و مکان‌های فرهنگی می‌توانند از متاورس برای ارائه تجارب فرهنگی تعاملی استفاده کنند. بازدیدکنندگان می‌توانند به شکل مجازی از موزه‌ها و مکان‌های تاریخی دیدن کنند و با فرهنگ‌های مختلف آشنا شوند. در اقتصاد و تجارت، متاورس به کارآفرینان و شرکت‌ها امکان می‌دهد تا بازارهای

## مبانی نظری

مخاطرات طبیعی به رویدادهای طبیعی گفته می‌شود که می‌توانند به انسان‌ها، محیط‌زیست و زیرساخت‌ها خسارت وارد کنند. هر یک از این مخاطرات، ویژگی‌ها و اثرات خاص خود را دارند که نه تنها جان انسان‌ها را به خطر می‌اندازند، بلکه باعث از بین رفتن زیرساخت‌ها، ازدست رفتن دارایی‌ها و اختلال در فعالیت‌های اقتصادی می‌شوند. بنابراین، مدیریت و کاهش خطر در مواجهه با این مخاطرات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مدیریت مخاطرات طبیعی از چند مرحله تشکیل شده است: پیش‌بینی و پیش، برنامه‌ریزی و آمادگی، واکنش به مخاطره و بازسازی پس از مخاطره. استفاده از فناوری‌های نوین در هر یک از این مراحل، می‌تواند کارایی را افزایش داده و از خسارت‌ها بکاهد (جعفری، مافی‌غلامی و یوسفی، ۲۰۲۴؛ جعفری، مافی‌غلامی و چوبین، ۲۰۲۵).

آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع به دلیل عوامل طبیعی یا انسانی رخ می‌دهد و می‌تواند به زیست‌بوم‌های گیاهی و محیط‌زیست خسارت‌های زیادی وارد کند. این آتش‌سوزی‌ها نه تنها پوشش گیاهی را از بین رفتن می‌برند، بلکه می‌توانند به سلامت انسان‌ها نیز آسیب بزنند. سیل نیز یکی از مخاطرات طبیعی است که می‌تواند با بارش شدید باران رخ دهد. سیل‌ها می‌توانند زیرساخت‌ها را نابود کنند، محصولات کشاورزی را از بین ببرند و در فعالیت‌های اقتصادی اختلال ایجاد کنند. با استفاده از سامانه‌های پیش‌بینی هواشناسی می‌توان وقوع سیل‌ها را پیش‌بینی کرد، اما واکنش به موقع و کارآمد به سیل‌ها، به برنامه‌ریزی دقیق نیاز دارد. زمین‌لغزش‌ها نیز یکی دیگر از پدیده‌های طبیعی هستند که می‌توانند به دلیل حرکت ناگهانی توده‌های خاک و سنگ رخ دهند. این پدیده‌ها اغلب به دلیل زلزله، بارش شدید یا فعالیت‌های انسانی نظیر ساخت‌وساز بی‌رویه و از بین بردن پوشش گیاهی اتفاق می‌افتند. زمین‌لغزش‌ها می‌توانند به خانه‌ها، جاده‌ها، و زیرساخت‌های دیگر خسارت‌های زیادی وارد کنند و برای جان انسان‌ها خطراتی جدی داشته باشند. پیشگیری از زمین‌لغزش‌ها

مستلزم مدیریت مناسب زمین و آب، حفظ پوشش گیاهی و اجرای سیاست‌های مهندسی صحیح است. خشک‌سالی نیز یکی از مخاطرات طبیعی و مهم‌ترین مسئله‌ای است که کشاورزی، تأمین آب و تأمین برق را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این پدیده به دلیل کاهش طولانی مدت بارش باران یا کاهش منابع آبی رخ می‌دهد و می‌تواند تأثیرات مخربی بر محیط‌زیست و اقتصاد داشته باشد. خشک‌سالی می‌تواند باعث کمبود آب آشامیدنی، کاهش تولیدات کشاورزی، و افزایش هزینه‌ها برای تأمین منابع آبی شود. استفاده بهینه از منابع آبی، ایجاد ذخایر آبی، اجرای برنامه‌های آبیاری هوشمند و استفاده از فناوری‌های جدید، از جمله موارد قابل بررسی در مدیریت بحران خشک‌سالی است. زلزله‌ها تکان‌های ناگهانی زمین هستند که از برخورد و حرکت صفحات تکتونیکی یا فعالیت‌های زیرزمینی ناشی می‌شوند. این پدیده‌ها می‌توانند به ساختارهای زمین، ساختمان‌ها، و زیرساخت‌های شهری آسیب بزنند و تلفات جانی در پی داشته باشند. تقویت سازه‌ها، طراحی مهندسی مناسب، و آموزش عمومی از جمله موارد پیشگیری در آسیب‌های زلزله‌ای است. سونامی نیز امواج عظیم دریایی هستند که به دلیل زلزله‌های زیرآبی یا فعالیت‌های آتش‌فشانی رخ می‌دهند. این امواج می‌توانند به سواحل آسیب بزنند و به محیط‌زیست و انسان‌ها خسارت‌های گسترده‌ای وارد کنند. ایجاد سامانه‌های هشدار سریع و برنامه‌های تخلیه می‌تواند خطرات ناشی از سونامی را کاهش دهد.

واقعیت مجازی، محیطی است که کاملاً با استفاده از برنامه‌های رایانه‌ای ایجاد می‌شود و کاربران می‌توانند با ابزارهای خاصی مانند دستکش، عینک، وب‌کم و هدست در آن محیط تعامل داشته باشند. واقعیت مجازی می‌تواند برای شبیه‌سازی شرایط مختلف استفاده شود و به کاربران کمک کند تا در شرایط شبیه‌سازی شده آموزش ببینند. در سال ۱۹۸۹، جارون لانیر<sup>۱</sup> برای اولین بار مفهوم واقعیت مجازی را ابداع کرد. واقعیت

1. Jaron Lanier

یکی از کاربردهای مهم متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی است. با استفاده از واقعیت مجازی و واقعیت افزوده می‌توان تأثیرات وقوع یک مخاطره، مانند آتش‌سوزی، سیل، زلزله و طوفان را دقیقاً مشاهده و تحلیل کرد. این شبیه‌سازی‌ها به مدیران بحران و پژوهشگران کمک می‌کند تا واکنش‌های مختلف در مواجهه با این مخاطرات را بررسی و ارزیابی کرده و راهکارهای مناسب‌تری را اتخاذ کنند. برای مثال، در شبیه‌سازی آتش‌سوزی جنگل، می‌توان میزان گسترش آتش، تأثیر آن بر زیست‌بوم و زیرساخت‌ها و نیز کارایی برنامه‌های اطفای حریق را به‌دقت بررسی کرد و متناسب با ضعف‌ها و قوت‌ها برنامه‌های مدیریت بحران را پیشنهاد داد. همچنین، در شبیه‌سازی سیل، می‌توان تأثیر بارش شدید و تغییرات اقلیمی بر رودخانه‌ها و مناطق شهری را بررسی و راهکارهای مهار و واپایش سیل را ارزیابی کرد. در شبیه‌سازی زمین‌لغزش می‌توان تأثیرات تغییرات جغرافیایی بر ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها را شبیه‌سازی و تحلیل کرد. این روش‌ها، آمادگی و واکنش به‌موقع در برابر مخاطرات طبیعی را افزایش داده و به مدیران بحران کمک می‌کند تا برای کاهش خطر و افزایش کارایی در بلایا، برنامه‌های بهتری را تدوین کنند. همچنین، در شبیه‌سازی خشک‌سالی می‌توان اثرات کاهش منابع آب و تغییرات اقلیمی بر کشاورزی و منابع آبی را بررسی کرد. این شبیه‌سازی‌ها به مدیران کمک می‌کند تا برای مدیریت منابع آب، کاهش مصرف آب در کشاورزی و برنامه‌ریزی برای تأمین آب در شرایط بحران راهکارهای مناسبی پیشنهاد دهند. این شبیه‌سازی‌ها می‌تواند تأثیرات بلندمدت خشک‌سالی بر اقتصاد و جامعه را نیز پیش‌بینی کرده و برای کاهش خسارت‌ها برنامه‌های مناسبی ارائه دهند.

### آموزش و تمرین

یکی از مزایای استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات

افزوده به محیطی گفته می‌شود که در آن اطلاعات مجازی را به محیط واقعی می‌افزایند. واقعیت افزوده به کاربران کمک کند تا درباره محیط اطراف خود اطلاعات بیشتری کسب کرده و در تصمیم‌گیری‌های خود از آن استفاده کنند. در سال ۱۹۹۰، توماس کارل<sup>۱</sup> مفهوم واقعیت مجازی را ابداع کرد (آمازو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۴).

واقعیت ترکیبی، ترکیبی از واقعیت مجازی و دنیای واقعی افزوده است که در آن اشیای مجازی و واقعی هم‌زمان وجود دارند و کاربران می‌توانند با هر دو تعامل داشته باشند. واقعیت ترکیبی براساس سهم واقعیت مجازی و دنیای واقعی متفاوت است. اینترنت اشیا به شبکه‌ای از دستگاه‌ها گفته می‌شود که می‌توانند به اینترنت متصل شوند و با یکدیگر و با محیط اطراف خود تعامل داشته باشند. اینترنت اشیا می‌تواند در جمع‌آوری داده‌ها و پایش محیط به کار رود. کوین اشتون<sup>۳</sup> در سال ۱۹۹۹ اصطلاح اینترنت اشیا را ابداع کرد.

### یافته‌ها

#### نقش متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی

متاورس با استفاده از واقعیت مجازی و واقعیت افزوده امکان شبیه‌سازی و برنامه‌ریزی برای واکنش به مخاطرات را فراهم می‌آورد. همچنین، اینترنت اشیا می‌تواند در جمع‌آوری داده‌ها و پایش محیط به کار رود و به پیش‌بینی و واکنش به مخاطرات کمک کند.

#### شبیه‌سازی شرایط مخاطرات طبیعی

برنامه‌ریزی برای واکنش به مخاطرات از چندین مرحله تشکیل شده است: شناسایی خطر، ارزیابی خطر، برنامه‌ریزی برای واکنش و اجرای برنامه. در هر یک از این مراحل، متاورس می‌تواند برنامه‌ریزی را بهبود بخشد. در محیط‌های شبیه‌سازی شده می‌توان شرایط مختلف را بررسی و برای واکنش بهینه به مخاطرات برنامه‌ریزی کرد. شبیه‌سازی شرایط مخاطرات طبیعی

1. Thomas P. Caudell

2. Amaizu et al., 2024

3. Kevin Ashton

می‌توانند اطلاعات رطوبت خاک، فشار زمین و تغییرات جغرافیایی منطقه را جمع‌آوری کنند. تحلیل این داده‌ها با ابزارهای هوشمند متاورس می‌تواند زمان و شدت وقوع مخاطرات را شناسایی کرده و به مدیران بحران در اتخاذ تصمیمات بهینه‌ای مثل تخلیه به موقع مناطق پرخطر و آماده‌سازی تجهیزات برای واکنش به مخاطرات کمک کنند (خان، گوپتا و گوپتا، ۲۰۲۰).

### ارتقای فناوری‌های مدیریت بحران

متاورس با ارائه ابزارها و فناوری‌های جدید، امکان ارتقای سامانه‌های مدیریت بحران را فراهم می‌کند. با شبیه‌سازی‌های دقیق و تعاملی می‌توان سامانه‌های مدیریت بحران را تحلیل و ارزیابی کرد و عملکرد آن‌ها را بهبود بخشید. سامانه‌های پیش‌بینی، سامانه‌های هشدار سریع و ابزارهای ارتباطی و هماهنگی، از جمله این فناوری‌ها هستند. برای مثال، سامانه‌های هشدار سریع متصل به اینترنت اشیا می‌توانند به سرعت وقوع مخاطرات را اعلام و انجام اقدامات پیشگیرانه را تسهیل کنند (پلیمنی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، این سامانه‌ها می‌توانند، در زمان واقعی، اطلاعات دقیق‌تری را به مدیران بحران ارائه کنند تا بتوان تصمیمات بهتری گرفت. در نتیجه، با استفاده از فناوری‌های متاورس، نه تنها می‌توان عملکرد سامانه‌های مدیریت بحران را ارتقا داد، بلکه در مواجهه با مخاطرات طبیعی می‌توان از تلفات جانی و مالی نیز کاست. همچنین، از متاورس می‌توان به عنوان یک ابزار همکاری مؤثر بین واحدهای تصمیم‌گیرنده و گروه‌های امدادی استفاده کرد. با استفاده از محیط‌های شبیه‌سازی متاورس، می‌توان به مقامات تصمیم‌گیر و گروه‌های امداد کمک کرد تا در شرایط وقوع مخاطرات، تصمیم‌های بهتری بگیرند و نوع واکنش به مخاطرات را بهینه کنند. محیط متاورس می‌تواند به عنوان یک مرکز فرماندهی مجازی عمل کند که در آن اطلاعات به‌روز از منابع

طبیعی، امکان آموزش و تمرین کارکنان و داوطلبان مدیریت بحران است. در محیط‌های مجازی متاورس، می‌توان شرایط واقعی را شبیه‌سازی و برای مواجهه با مخاطرات طبیعی، افراد را آماده کرد. تمرین‌های عملی، آشنایی و کار با تجهیزات و ابزارهای مختلف، و حتی شبیه‌سازی شرایط اضطراری می‌توانند از جمله این آموزش‌ها باشند. برای مثال، در یک شبیه‌سازی آتش‌سوزی، کارکنان می‌توانند روش‌های اطفای حریق و تخلیه ایمن افراد را تمرین کنند. علاوه بر این، متاورس به آن‌ها اجازه می‌دهد تا با شرایطی مانند زلزله، سیل یا طوفان‌های شدید نیز آشنا شوند و چگونگی واکنش سریع و مؤثر را تمرین کنند. این روش‌ها، کارایی و آمادگی تیم‌های مدیریت بحران را افزایش می‌دهد تا بتوانند در موقعیت‌های اضطراری واقعی، جان انسان‌ها را نجات داده و از خسارت‌های مالی بکاهند. به طور خلاصه، متاورس با ایجاد محیطی امن و قابل نظارت، در آموزش و تمرین‌های مدیریت بحران نقش مهمی دارد.

### تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی‌ها

اینترنت اشیا با اتصال دستگاه‌ها و حسگرها به شبکه‌های هوشمند، امکان جمع‌آوری داده‌های مرتبط با مخاطرات طبیعی را فراهم می‌کند. اطلاعات جغرافیایی، داده‌های آب‌وهوایی و آمار و اطلاعات جمعیتی از جمله این داده‌ها هستند. با تحلیل این داده‌ها در محیط متاورس، محققان و مدیران بحران می‌توانند الگوهای وقوع مخاطرات طبیعی را شناسایی کنند و از وقوع این مخاطرات پیش‌بینی‌های دقیق‌تری ارائه دهند. برای مثال، با نصب حسگرهای پیشرفته در مناطق مستعد سیل، می‌توان اطلاعات دقیقی از میزان بارش، سطح آب رودخانه‌ها، و تغییرات جغرافیایی منطقه جمع‌آوری کرد. تحلیل این داده‌ها با ابزارهای هوشمند متاورس می‌تواند زمان و شدت وقوع سیل را پیش‌بینی کند. با نصب حسگرهای پیشرفته در مناطق مستعد آتش‌سوزی، می‌توان اطلاعات دقیقی از میزان دما، رطوبت، و شرایط باد منطقه جمع‌آوری کرد. در مناطق حساس به زمین‌لغزش‌ها، حسگرها

1. Khan, Gupta & Gupta, 2020

2. Polymeni et al., 2022

دهند (سعید و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹؛ شریفی<sup>۲</sup>، ۲۰۲۳). این محیط‌ها می‌توانند شبیه‌سازی وقوع مخاطرات، ارائه اطلاعات آموزشی و حتی تمرین‌های عملی را شامل شوند. برای مثال، مردم می‌توانند از طریق شبیه‌سازی‌های تعاملی در محیط‌های مجازی، روش‌های صحیح تخلیه اضطراری و نقاط امن در زمان وقوع سیل را بیاموزند. علاوه بر این، می‌توان با ارائه اطلاعات دقیق و قابل فهم درباره خطرات مختلف، به افزایش آگاهی عمومی کمک کرد. این اطلاعات می‌توانند شامل نکات ایمنی، راه‌های پیشگیری و راهنمایی‌های لازم در شرایط اضطراری باشند. ایجاد محیط‌های تعاملی می‌تواند آموزش همگانی و سطح دانش عمومی از مخاطرات طبیعی را ارتقا داده و میزان آسیب‌پذیری جوامع در برابر این مخاطرات را کاهش دهد. همچنین، با تولید برنامه‌های آموزشی و تمرین‌های دوره‌ای در متاورس، می‌توان آمادگی و واکنش به موقع مردم در مواجهه با بلا یا ارتقا داد.

### تأثیرات اجتماعی و روانی

مخاطرات طبیعی اغلب تأثیرات اجتماعی و روانی گسترده‌ای بر جوامع دارند. با متاورس می‌توان تأثیرات اجتماعی و روانی وقوع مخاطرات را تحلیل و ارزیابی کرد. این تحلیل‌ها می‌توانند نیازهای اجتماعی و روانی افراد در مواجهه با مخاطرات را شناسایی کرده و برای پشتیبانی از آن‌ها برنامه‌های مناسبی را ارائه دهند (سعید و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹).<sup>۳</sup> برای مثال، در شرایط رخداد زلزله، متاورس می‌تواند به بازسازی مجازی جوامع محلی کمک کرده و با شبیه‌سازی تجربه‌های مشابه، افراد را با تغییرات محیطی و اجتماعی سازگارتر کند. همچنین، با استفاده از واقعیت مجازی، امکان برگزاری جلسات مشاوره و پشتیبانی روانی برخط فراهم می‌شود تا افراد، بدون حضور فیزیکی، بتوانند از این خدمات استفاده کنند. این اقدامات می‌تواند اضطراب،

مختلف جمع‌آوری شده و به شکل هم‌زمان در اختیار گروه‌های واکنش قرار گیرند.

### همکاری بین‌المللی

یکی دیگر از مزایای استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی، امکان همکاری بین‌المللی است. مخاطرات طبیعی مرزهای جغرافیایی نمی‌شناسد و می‌تواند اثرات گسترده‌ای در سطح جهانی داشته باشند. در محیط‌های مجازی متاورس می‌توان در سطحی بین‌المللی در زمینه مدیریت مخاطرات همکاری کرد. این همکاری‌ها می‌توانند شامل تبادل اطلاعات، تحلیل داده‌ها و تمرین‌های مشترک باشد. کشورهایی که در مدیریت بحران‌های طبیعی تجربه بیشتری دارند می‌توانند دانش و تجربیات خود را با دیگر کشورها به اشتراک بگذارند و توانایی‌های مدیریت بحران در سطح جهانی را تقویت کنند. همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند آمادگی و واکنش به مخاطرات طبیعی در سطح جهانی را افزایش دهد. همچنین، این همکاری‌ها می‌تواند فناوری‌های نوین در مدیریت بحران را توسعه داده و روش‌های پیشگیری و واکنش به مخاطرات را بهبود بخشند. برای مثال، کشورهای مختلف می‌توانند در برنامه‌های مشترک پژوهشی و آموزشی شرکت کنند و از تجربیات موفق یکدیگر در مقابله با بلا یا بهره‌گیری از این تبادل دانش و تجربیات می‌تواند به ایجاد استانداردهای جهانی در مدیریت بحران کمک کرده و در مواجهه با مخاطرات، هماهنگی‌های بین‌المللی را بهبود بخشد.

### افزایش آگاهی عمومی

افزایش آگاهی عمومی درباره مخاطرات طبیعی و روش‌های پیشگیری و واکنش مناسب، می‌تواند خسارت‌های جانی و مالی را کاهش دهد. از متاورس می‌توان به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای افزایش آگاهی عمومی درباره مخاطرات طبیعی استفاده کرد. با ایجاد محیط‌های مجازی تعاملی می‌توان به مردم نشان داد که چگونه می‌توانند در مواجهه با مخاطرات طبیعی واکنش نشان

1. Said et al., 2019

2. Sharifi, 2023

3. Said et al., 2019

این فناوری برای افزایش امنیت و کاهش خسارت‌های ناشی از مخاطرات طبیعی استفاده کرد. اهمیت آموزش و آگاهی‌بخشی به مدیران و مردم، توسعه زیرساخت‌های مناسب و تدوین قوانین و مقررات مناسب نیز نباید نادیده گرفته شود. با توجه به این موارد، برای استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی آینده روشنی پیش‌بینی می‌شود.

### چالش‌های استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی

علی‌رغم مزایای متعدد متاورس، این فناوری با محدودیت‌ها و چالش‌هایی روبرو است که می‌توانند بر پذیرش و استفاده از این فناوری تأثیر بگذارند. یکی از اولین چالش‌ها، پذیرش فناوری‌های جدید در بین مدیران و تصمیم‌گیران است. برخی از افراد ممکن است به دلیل عدم آشنایی با این فناوری‌ها تمایلی به استفاده از آن‌ها نداشته باشند. این عدم آشنایی می‌تواند به دلیل فقدان آموزش و آگاهی کافی در مورد مزایا و کارکردهای متاورس باشد. چالش دیگر، مربوط به هزینه‌های مرتبط با توسعه و استفاده از متاورس است که ممکن است در برخی کشورها یا مناطق قابل توجه و یا غیرقابل تأمین باشد. اگر منابع مالی کافی برای توسعه و استفاده از این فناوری‌ها در دسترس نباشد، ممکن است استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی محدود شود. علاوه بر این، زیرساخت‌های فناوری موردنیاز برای استفاده از متاورس در بسیاری از مناطق در دسترس نیست. محدودیت‌هایی مانند دسترسی نداشتن به اینترنت پرسرعت و دستگاه‌های مناسب می‌تواند به عدم پذیرش و استفاده از این فناوری‌ها منجر شوند. در شرایط وقوع مخاطرات، ممکن است زیرساخت‌های فناوری دچار اختلال شوند که این موضوع می‌تواند به ناکارآمدی متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی بینجامد. برای مثال، در زمان وقوع یک زلزله، شبکه‌های ارتباطی ممکن است از کار بیفتند. در نتیجه، دسترسی به داده‌ها و خدمات متاورس نیز مختل می‌شود. یکی

تنش و تنهایی افراد در مواجهه با مخاطرات طبیعی را کاهش داده و بازسازی سریع‌تر جوامع پس از وقوع مخاطرات را تسهیل کند.

### بهره‌وری اقتصادی

استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی، بهره‌وری اقتصادی را افزایش می‌دهد. با شبیه‌سازی‌های دقیق و تحلیل داده‌ها، می‌توان هزینه‌ها را کاهش داد و بر کارایی برنامه‌های مدیریت بحران افزود. این بهره‌وری می‌تواند خسارت‌های مالی و جانی ناشی از وقوع مخاطرات را کاهش دهد (تان و همکاران، ۲۰۲۱).<sup>۱</sup> برای مثال، با استفاده از شبیه‌سازی‌های متاورس می‌توان برنامه‌های تخلیه و انتقال افراد در زمان وقوع بحران را بهینه‌سازی و هزینه‌های اجرایی را کاهش داد. همچنین، این فناوری می‌تواند خسارت‌های اقتصادی ناشی از مخاطرات را بهتر پیش‌بینی و ارزیابی کند و برای تخصیص منابع مالی و انسانی، برنامه‌های بهتری ارائه دهد. با تحلیل داده‌های جامع و ارائه اطلاعات دقیق، مدیران بحران می‌توانند بهتر تصمیم بگیرند و اقدامات پیشگیرانه‌تری را اجرا کنند. به طور کلی، استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی می‌تواند به بهبود بهره‌وری اقتصادی و کاهش تأثیرات منفی مخاطرات بر جوامع کمک کند.

### دستاوردها

#### چشم‌انداز استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی

انتظار می‌رود که در آینده نزدیک، استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی افزایش قابل توجهی یابد. با پیشرفت فناوری‌ها و توسعه زیرساخت‌های موردنیاز، این محیط‌ها می‌توانند به بخشی جدایی‌ناپذیر از برنامه‌های مدیریت مخاطرات تبدیل شوند. همچنین، انتظار می‌رود که تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود تا بتوان از توان بالقوه و کامل متاورس در این حوزه استفاده شود. در نهایت، می‌توان گفت که متاورس می‌تواند ابزار قدرتمندی در مدیریت مخاطرات طبیعی باشد. با بهره‌گیری از پیشرفت‌های فناوری و انجام پژوهش‌های علمی، می‌توان از



بخشید. کاهش هزینه‌ها، افزایش کارایی، بهبود آموزش، آگاهی‌بخشی و تقویت همکاری‌های بین‌المللی، از جمله مزیت‌های استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی است. با این حال، برای استفاده فراگیر از متاورس چالش‌ها و محدودیت‌هایی وجود دارد که اغلب می‌تواند از ناآگاهی از کارکردهای متاورس، کمبود منابع مالی، وجود محدودیت‌های فنی و اجتماعی و قوانین دسترسی آزاد به اطلاعات ناشی شود. سیاست‌گذاران و مدیران می‌توانند با پذیرش متاورس و تخصیص منابع مالی کافی برای توسعه زیرساخت‌های فناوری و آموزش و آگاهی‌بخشی به افراد، استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی را افزایش دهند. همچنین، تدوین قوانین و مقررات کافی و مناسب برای حفاظت از داده‌ها و حریم خصوصی می‌تواند اعتماد به این فناوری‌ها را افزایش دهد. در هر حال، با توجه به مزایای استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی، انتظار می‌رود که این فناوری به زودی به بخشی از برنامه‌های مدیریت مخاطرات طبیعی تبدیل شود.

در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استفاده از فناوری متاورس می‌تواند در سه بخش اثرگذار باشد. در حوزه تحقیقات، متاورس به عنوان یک محیط مجازی تعاملی، امکان شبیه‌سازی دقیق شرایط مختلف محیطی را فراهم می‌کند. با استفاده از متاورس، پژوهشگران می‌توانند شرایط مختلف برای مدیریت پایدار کشاورزی و منابع طبیعی را شبیه‌سازی کنند و تأثیر احتمالی اقدام‌های خود بر زیست‌بوم‌ها را شاهد باشند. در حوزه آموزش، متاورس می‌تواند برای برگزاری دوره‌های آموزشی تعاملی برای کشاورزان، کارشناسان و بهره‌برداران، بستر لازم را فراهم کند. این دوره‌ها می‌توانند شامل شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی از روش‌های مدیریت پایدار منابع طبیعی، روش‌های کشاورزی هوشمند و مقابله با تغییرات اقلیمی و مخاطرات طبیعی باشند. همچنین، برگزاری مجازی دوره‌های آموزشی در متاورس، دسترسی افراد از نقاط مختلف کشور به این برنامه‌ها را افزایش خواهد داد. استفاده از متاورس در حوزه

دیگر از چالش‌های ممکن، بحث‌های قانونی درباره استفاده از داده‌ها و حفاظت از مناطق راهبردی و نظامی و یا حریم‌های خصوصی است. استفاده از داده‌های حساس در متاورس ممکن است حریم خصوصی را نقض و از اطلاعات سوءاستفاده شود. بنابراین، به قوانین و مقرراتی نیاز است که حفاظت از داده‌ها را تضمین کند. علاوه بر این، مشکلات مربوط به امنیت فضای مجازی نیز می‌تواند یکی از موانع استفاده گسترده از متاورس باشد. به روزرسانی‌های مداوم و تضمین امنیت داده‌ها و اطلاعات کاربران، از مهم‌ترین چالش‌هایی است که به توجه ویژه نیاز دارد. دستیابی به توازن بین بهره‌وری از فناوری و حفاظت از حریم خصوصی و امنیت، نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و همکاری گسترده است. استفاده از فناوری‌های نوین مانند بلاک‌چین می‌تواند امنیت و حفاظت بهتری از داده‌ها را فراهم آورد. برای استفاده مؤثر از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی، باید با همکاری دولت‌ها، شرکت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی چالش‌های موجود را حل و فصل کرد. در زمینه توسعه زیرساخت‌های فناوری، آموزش و آگاهی‌بخشی به کاربران، و ایجاد قوانین و مقرراتی برای حفاظت از داده‌ها و امنیت، باید در سطحی بین‌المللی همکاری شود.

هر یک از چالش‌های مطرح‌شده در استفاده از متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی، می‌تواند به عنوان موضوعی پژوهشی مورد توجه قرار گیرند. تجزیه و تحلیل این چالش‌ها، فرصت‌های متعددی را برای ارائه راهکارهای کاربردی فراهم می‌کنند و می‌توانند به گسترش استفاده از متاورس کمک کنند.

## نتیجه‌گیری

در این مقاله، نقش متاورس در مدیریت مخاطرات طبیعی بررسی شده است. متاورس به عنوان محیطی مجازی - تعاملی، می‌تواند در برنامه‌ریزی، آموزش، پایش و واکنش به مخاطرات طبیعی نقش مهمی داشته باشد. با استفاده از فناوری‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و اینترنت اشیا می‌توان شرایط مختلف مخاطرات طبیعی را شبیه‌سازی کرد و واکنش به بلایا را بهبود

- Said, N., Ahmad, K., Riegler, M., Pogorelov, K., Hassan, L., Ahmad, N., & Conci, N. (2019). Natural disasters detection in social media and satellite imagery: a survey. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 31267-31302.
- Sharifi, A. (2023). The resilience of urban social-ecological-technological systems (SETS): a review. *Sustainable Cities and Society*, 104910.
- Tan, L., Guo, J., Mohanarajah, S., & Zhou, K. (2021). Can we detect trends in natural disaster management with artificial intelligence? A review of modeling practices. *Natural Hazards*, 107, 2389-2417.

ترویج کشاورزی نیز می‌تواند مدل‌های موفق کشاورزی پایدار و روش‌های نوآورانه مدیریت و بهره‌برداری را به نمایش بگذارد و برای تبادل دائمی دانش بین کشاورزان، بهره‌برداران، پژوهشگران و سیاست‌گذاران، اجتماعات مجازی ایجاد کند.

## منابع

- Amaizu, G. C., Njoku, J. N., Lee, J. M., & Kim, D. S. (2024). Metaverse in advanced manufacturing: Background, applications, limitations, open issues & future directions. *ICT Express*, 10(2): 233-255.
- Chen, Z., Gan, W., Wu, J., Lin, H., & Chen, C. M. (2024). Metaverse for smart cities: A surveys. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*.
- Iqbal, U., Perez, P., Li, W., & Barthelemy, J. (2021). How computer vision can facilitate flood management: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 53, 102030.
- Jaafari, A., Mafi-Gholami, D., & Choubin, B. (2025). Spatiotemporal dynamics of social vulnerability to natural hazards: Trends and projections from 2002 to 2030 in northwestern Iran. *Sustainable Cities and Society*, 120, 106172.
- Jaafari, A., Mafi-Gholami, D., & Yousefi, S. (2024). A spatiotemporal analysis using expert-weighted indicators for assessing social resilience to natural hazards. *Sustainable Cities and Society*, 100, 105051.
- Jaung, W. (2022). Digital forest recreation in the metaverse: Opportunities and challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122090.
- Joshua, J. (2017). Information bodies: computational anxiety in Neal Stephenson's snow crash. *Interdisciplinary Literary Studies*, 19(1), 17-47.
- Khan, A., Gupta, S., & Gupta, S. K. (2020). Multi-hazard disaster studies: Monitoring, detection, recovery, and management, based on emerging technologies and optimal techniques. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47, 101642.
- Kshetri, N., Dwivedi, Y. K., & Janssen, M. (2024). Metaverse for advancing government: Prospects, challenges and a research agenda. *Government Information Quarterly*, 41(2), 101931.
- Polymeni, S., Athanasakis, E., Spanos, G., Votis, K., & Tzovaras, D. (2022). IoT-based prediction models in the environmental context: A systematic literature review. *Internet of Things*, 20, 100612.

## Metaverse and natural hazards management

### Abolfazl Jaafari

Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran 1496793612, Iran. **(Corresponding author). Email:** jaafari@rifr-ac.ir

### Abstract

This article introduces Metaverse technology and outlines its capabilities, prospects, and challenges in managing natural hazards. Metaverse is a vision of the future Internet that combines virtual reality, augmented reality, mixed reality, the Internet of Things, blockchain, and artificial intelligence to offer a powerful tool for managing natural hazards. Metaverse can simulate natural hazard conditions and propose effective training and educational programs for hazard response. Further, the Metaverse aids in data analysis and hazard prediction. Metaverse collects real-time data from the environment and transfers it to analytical systems. This data plays a crucial role in predicting and reacting more swiftly to natural hazards. Metaverse makes international collaboration and sharing of best practices and experiences possible. This cooperation increases economic efficiency and improves preparedness levels in facing natural hazards. Additionally, the Metaverse can reduce crisis management's social and psychological impacts. However, challenges also exist in using the Metaverse. These challenges include resistance to traditional structure changes, the need for advanced technological infrastructure, data privacy protection, ensuring information security, and high setup and maintenance costs. Despite these challenges, the Metaverse's role in managing natural hazards is unparalleled, offering numerous potential benefits for the future.

**Keywords:** Drought, crisis management, flood, landslide, Metaverse, simulation, wildfire.