فصلنامه پژوهش‌های حفاظتی-امنیتی
دانشگاه جامع امام حسین(علیه‌السلام)

سال یازدهم، شمارهٔ ۴۲ (تابستان ۱۴۰۱)صص۵۷—۳۵

کاربست مدل‌های عامل بنیان در تحلیل اطلاعاتی

● دکتر حسین حسینی ●
دانشیار دانشکده و پژوهشکده پیامبر اعظم (ص) دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران
● سعید محمدی ●
دانشجو دکتری تحلیل اطلاعات دانشکده و پژوهشکده پیامبر اعظم (ص) دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۷

چکیده

علوم اجتماعی محاسباتی[1] یک رویکرد بین رشته‌ای و نوظهور به مطالعه سیستم‌های اجتماعی است. در اینجا بررسی می‌کنیم که چرا آزمایش رفتار افراد و گروه‌ها در سیستم‌های اجتماعی از یک نقطه نظر الگوریتمی فرصت‌های تحلیلی جدید و شگفت‌آوری را برای جامعه اطلاعاتی و به جهت ارتقای روش‌های تحلیل اطلاعاتی فراهم می‌آورد. با بکارگیری جوامع مصنوعی[2] که عموماً به آن‌ها مدلهای عامل بنیان[3] گفته می‌شود، تحلیلگران اطلاعاتی می‌توانند ارزیابی‌های اطلاعاتی خود را به وسیله منافع برامده از اصول علمی محاسبات کامپیوتری ارتقا دهند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مدلسازی عامل بنیان در ادبیات امنیتی-اطلاعاتی کاربرد چشمگیری یافته بنحوی که مدلسازی آشوب‌های اجتماعی، بحران، فریب اطلاعاتی و جنگ روزبه روز غنای بیشتری می‌یابند.

کلید واژگان: اطلاعات، تحلیل اطلاعاتی، مدل، مدل عامل بنیان

1. Computational Social Science
2. Artificial Society
3. Agent Based Models

مقدمه

علوم اجتماعی محاسباتی یک رویکرد بین رشته‌ای به مطالعه سیستم‌های اجتماعی است. زادگاه آن به انقلاب‌های پس از مناقشات در علوم اجتماعی که به‌دنبال تئوری‌های فرمولیزه کننده برای رفتار جمعی و فردی در مدل‌های عمومی که می‌توانستند به‌صورت تجربی آزمایش و در روال‌های تصمیم‌گیری در دنیای واقعی و مدیریت و طراحی سازمانی به‌کار گرفته شوند، بر می‌گردد. پیشرفت‌های ایجاد شده در محاسبات رایانه‌ای افق‌های جدیدی را برای محققان علوم اجتماعی در جمع‌آوری، تولید و بررسی داده‌ها گشوده است. علوم اجتماعی محاسباتی در دو شکل مجزا وجود دارد: تحلیل‌های مبتنی بر کلان داده و دیگری، جوامع مصنوعی که هرکدام از این دو فرصت‌های مهمی را برای تحلیل اطلاعاتی فراهم می‌آورند (Frank، 2017). این مقاله تمرکز خود را بر فرصت‌هایی که توسط جوامع مصنوعی ارائه شده، قرار داده است. ادعای اصلی این است که با استفاده از جوامع مصنوعی که عموماً به مدل‌های عامل محور اطلاق می‌شوند تحلیل‌گران اطلاعاتی می‌توانند ارزیابی‌های اطلاعاتی خود را ارتقا دهند. تولید کنندگان محصولات اطلاعاتی می‌توانند از متدهای تحقیقاتی فرمال مانند مدل‌های عامل‌بنیان برای تطابق با نیازهای مشتری‌های محصولات اطلاعاتی (که این نیازها در شرایط پیچیده اجتماعی، عدم اطمینان و این باور که انتخاب‌های انسان، جهان پیرامونی را تشکیل می‌دهد، تعریف می‌شود) استفاده کنند.

علوم داده و علوم اجتماعی محاسباتی

در جامعه اطلاعاتی، علوم داده به‌عنوان یک رشته مهم و جدید ظهور کرده است با اینکه تفاوت‌های زیادی در تعاریف علوم داده وجود دارد، یک نقطه مرکزی وجود دارد که بر تقاطع علوم کامپیوتر، آمار و پشتیبانی از تصمیم[1] به منظور شناسایی و کشف ارتباط الگوها و ساختار داده تأکید می‌کند. نگاه‌هایی وجود دارد که چگونه علوم اجتماعی محاسباتی می‌تواند با به‌کارگیری داده‌ها و قدرت محاسباتی بینش‌هایی را در حوزه امنیت ملی و فعالیت‌های اطلاعاتی ایجاد کند. (Spoor and Rothman، 2021)

یک نسخه از علوم اجتماعی محاسباتی برآمده از داده است و بر تحلیل کلان داده[2] به منظور یافتن الگوها و ساختارهایی در حجم بالا از داده‌ها تأکید می‌کند. علوم اجتماعی محاسباتی از این نقطه

1. decision-support
2. Big data

نظر به علوم اجتماعی در مقیاس[1] نام برده می‌شود و ممکن است برای یافتن ساختارها و آنومالی‌ها در رکوردهای بانکی، تماس‌های تلفنی، داده‌های شبکه اجتماعی، الگوهای تحرکات و غیره به‌کار گرفته شود. ظهور مجموعه داده‌های بزرگ و ابزارهای شناسایی الگوها در درون داده‌ها یک رویکرد قدرتمند برای کشف علمی و مدیریت سیستم‌های اجتماعی را فراهم می‌آورد در جایی که دانش و تصمیم‌ها مبتنی بر همبستگی در داده‌ها و شواهدی که یک باور یا تصمیم را پشتیبانی می‌کند، است. نسخه دیگر از علوم اجتماعی محاسباتی، روی مدل‌سازی[2] و شبیه سازی[3] مبتنی بر پروسه‌های تصمیم‌گیری فردی و نیز تعاملات گروهی تمرکز دارد. مدل‌سازی و شبیه‌سازی یک متدولوژی شاخص برای بررسی افعال انجام شده توسط افراد یا گروه‌ها با نظیر نمودن ورودی‌ها به خروجی‌ها از طریق الگوریتم‌هاست که از آن به شبیه‌سازی محاسباتی اطلاق می‌گردد. این رویکرد به علوم اجتماعی رویکرد پایین به بالا یا علوم اجتماعی تولیدی[4] نام دارد چرا که به‌دنبال توضیح پدیده‌های ماکروسکوپی یا گروهی، از طریق تبیین تعامل‌ها بین عامل‌ها که نمایشگر افراد یا زیرگروه‌ها هستند (اجزای میکروسکوپی) می‌باشد.(Davis، O'Mahony and Pfautz2019) . به‌روزترین رویکرد ذیل دیدگاه فوق (پایین به بالا)، مدل‌سازی عامل‌بنیان می‌باشد. مدل‌های عامل‌بنیان به‌جای اثبات‌های ریاضی سفت و سخت و فرمال یا انجام آزمایش‌های تجربی که عمدتاً دارای نویز یا سوگیری در اندازه‌گیری‌ها هستند، به‌کار گرفته می‌شود(Frank، 2017).

چینش ساختار مقاله، در ادامه بدین صورت است که در بخش ۳، بر ارائه تعاریف از مدل‌سازی عامل‌بنیان و شرح جنبه‌های گوناگون ان پرداخته و در بخش ۴، به کاربست‌های این مدل‌سازی در تحلیل اطلاعاتی تمرکز می‌کنیم. سپس در قسمت ۵، بحثی عمومی را ارائه خواهیم داد و در بخش ۶ به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

مدل‌سازی عامل‌بنیان

ما در دنیای بسیار پیچیده‌ای زندگی می‌کنیم که در آن با پدیده‌های پیچیده‌ای مانند هنجارهای اجتماعی و فناوری‌های جدید روبه‌رو هستیم. برای درک چنین پدیده‌هایی، دانشمندان علوم

1. Social science at scale
2. Modeling
3. Simulation
4. Generative Social Science

اجتماعی اغلب از رویکرد تقلیل‌گرایی استفاده می‌کنند که در آن، پدیده‌ها را به برخی از متغیرهای سطح پایین تقلیل می‌دهند و روابط بین آن‌ها را از طریق طرحی از معادلات ریاضی مدل می‌کنند. این رویکرد که مدل‌سازی مبتنی بر معادله[1] (EBM) نامیده می‌شود، دارای نقاط ضعف اساسی در مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده واقعی است، به‌طوریکه مفروضاتی مانند عقلانیت نامحدود عامل‌ها و اطلاعات کامل آن‌ها به شدت مورد تأکید قرار می‌گیرند درحالی‌که سازگاری و ماهیت تکاملی همه عوامل درگیر به همراه اثرات شبکه مورد توجه قرار نمی‌گیرد. روش‌هایی چون نظریه بازی‌ها در این دسته‌بندی قرار می‌گیرند(Sabzian et al.، 2018) در مقابله با کمبودهای تقلیل‌گرایی، چارچوب سیستم انطباقی پیچیده[2] (CAS) در دو دهه گذشته بسیار تأثیرگذار بوده است. برخلاف تقلیل‌گرایی، تحت چارچوب CAS، پدیده‌های پیچیده به شیوه‌ای ارگانیک مورد مطالعه قرار می‌گیرند که در آن‌ها فرض می‌شود که عوامل، هم از نظر، منطقی محدود و هم از جهت اطلاعات محدود باشند. به‌عنوان قوی‌ترین روش برای مدل‌سازی CAS، مدل‌سازی مبتنی بر عامل (ABM) محبوبیت فزاینده‌ای کسب کرده است. ABMها نشان می‌دهند که چگونه قوانین رفتاری ساده عامل‌ها و تعاملات محلی آن‌ها در مقیاس خرد می‌تواند الگوهای پیچیده شگفت انگیزی را در مقیاس کلان ایجاد کند. ABM نوعی مدل محاسباتی است که سیستم‌های چند عامل متعامل را که در مکانی قرار دارند و در طول زمان تکامل می‌یابند، بررسی می‌کند. ABMها در توضیح چگونگی پدید آمدن الگوهای پیچیده از قوانین سطح خرد در طول یک دوره زمانی بسیار مؤثر هستند. پدیده‌های امنیتی و اطلاعاتی مانند آشوب، نارضایتی، فریب، عملیات روانی از چنین الگوهایی هستند. برخلاف EBM ها که مبتنی بر استدلال قیاسی هستند، ABMها نه تنها به‌عنوان یک تکنیک استدلال استقرایی که در آن نتیجه‌گیری از یک‌سری مشاهدات شکل می‌گیرد، بلکه به عنوان یک شکل خالص از استدلال ابداعی که بهترین توضیح برای پدیده‌های مورد مطالعه است، به درستی کار می‌کنند. همچنین برخلاف EBMها که عمدتاً بر روی رابطه بین متغیرهای کلان یک سیستم به روشی از بالا به پایین تمرکز می‌کنند، ABMها سعی می‌کنند که چگونگی تعاملات محلی و قابل پیش‌بینی بین اجزای خرد یک سیستم را می‌تواند یک رفتار پیچیده در سطح سیستم ایجاد کند مدل کنند (Conte and Paolucci، 2014).

1. Equation based Models
2. Complex Adaptive System

روش ABM ریشه در نظریه پیچیدگی و علم شبکه دارد. از نظر تئوری پیچیدگی، ABMها برای توضیح چگونگی ایجاد قواعد ساده منجر به ظهور پدیده‌های پیچیده (یعنی یک مدل فرآیند) و از نظر علم شبکه، ABMها برای تجزیه و تحلیل الگویی که از تعاملات عوامل در طول زمان ناشی می‌شود (یعنی یک مدل الگو) استفاده می‌شوند. پتانسیل بالای آنها را برای مدل‌سازی تعداد زیادی از مسائل دنیای واقعی که روش‌های معاصر نمی‌توانند به درستی مدل‌سازی کنند، این مدل‌ها را جذاب نموده است (Lemos، Lopes and Coelho، 2016).

چرا مدل‌سازی عامل‌محور؟

دنیا، شامل تعداد نامحدودی از پیچیدگی‌ها می‌شود، از پیچیدگی‌های سطح بسیار خرد مانند اتم‌های در حال تعامل تا سطوح بسیار کلان مانند کشورها. با نگاهی به سازمان‌های اقتصادی-اجتماعی مانند بانک‌ها، شرکت‌های بیمه، بیمارستان‌ها و تولیدکنندگان خودرو، مشخص می‌شود که همه این سازمان‌ها به نوبه خود نوعی سیستم پیچیده هستند به‌طوری‌که هریک از آن‌ها دارای یک کل (یا مجموعه) متمایز فراتر از اجزای تشکیل دهنده (یا اجزا)خود هستند.

سیستم‌های پیچیده را باید متفاوت از سیستم‌های با اجزای پر تعداد در نظر گرفت. درواقع، یک سیستم پیچیده شامل اجزای متعددی است که یک کل غیر قابل تقلیل به اجزای آن را تشکیل می‌دهند. بنابراین، آن را با منطق تقسیم و غلبه نمی‌توان به‌طور کامل درک کرد درحالی‌که یک سیستم پر از اجزا از اجزای مرتبط متعددی تشکیل شده است که یک کل قابل تقلیل به اجزای آن را تشکیل می‌دهند و می‌توان آن را با منطق تقسیم و غلبه درک کرد. هنگامی که یک سیستم پیچیده مورد مطالعه قرار می‌گیرد، عدم قطعیت نتایج آن هرگز به صفر نمی‌رسد، اما به محض اینکه یک سیستم پر اجزا تجزیه و تحلیل و درک شود، قطعیت نتایج آن تا حد زیادی افزایش می‌یابد. یک مثال برای نشان دادن تفاوت بین یک سیستم پیچیده و یک سیستم پر اجزا، یک تیم فوتبال و یک موتور خودرو است. موتور خودرو توسط تعدادی قطعه مونتاژ می‌شود. هنگامی که توسط تیمی از متخصصان به‌خوبی درک شود، می‌توان آن را بارها و بارها تجزیه و ادغام کرد بدون اینکه هیچ‌یک از عملکردهای مورد انتظار خود را از دست بدهد. در مقابل، یک تیم شامل تعدادی از افراد در حال تعامل می‌تواند عملکرد غیرمنتظره‌ای از خود نشان دهد، حتی اگر کارشناسان آن را از شرایط اولیه‌اش جدا کنند و آن را کاملاً مشابه شرایط اولیه قبلی‌اش تنظیم کنند. نظریه پیچیدگی[1] (CT)

1. Complexity Theory

یک زمینه بین رشته‌ای است که سیستم‌های پیچیده را از سیستم‌های پیچیده بیوفیزیکی مانند مولکول‌ها و اندام‌ها تا سیستم‌های پیچیده اجتماعی-اقتصادی مانند شرکت‌های کوچک و شرکت‌های چند ملیتی مطالعه می‌کند. طبق CT، سیستم‌های پیچیده‌ای که اطلاعات را از محیط اطراف جذب می‌کنند و دانشی را جمع‌آوری می‌کنند که می‌تواند به‌عمل کمک کند، معمولاً سیستم‌های انطباقی پیچیده (CAS) نامیده می‌شوند. یک CAS مفهوم سیستمی را نشان می‌دهد که در آن «کل بیشتر از اجزاست». درواقع، این‌ها سیستم‌هایی هستند که در آن بخش‌های متعدد و شاید بسیار ساده به شیوه‌ای غیر خطی و غیر پیش پا افتاده با هم تعامل می‌کنند تا رفتارهای جهانی اغلب غیر قابل پیش‌بینی قابل مشاهده و کشف در سطح بالاتری از انتزاع را ایجاد کنند(DeAngelis and Diaz، 2019).

در حوزه روش‌شناسی مدل‌سازی، ABMها به‌عنوان مدل‌های محاسباتی در مقیاس خرد عملکرد بسیار بهتری نسبت به مدل‌های مبتنی بر معادله (EBMs) مانند مدل‌های تحلیلی و روش‌های مدل‌سازی آماری از خود نشان داده‌اند. ABMها که از حوزه‌های پیچیدگی، سایبرنتیک، اتوماتای سلولی و علوم کامپیوتر توسعه یافته‌اند، در دهه ۱۹۹۰ محبوبیت زیادی به‌دست آوردند و مهاجرت روبه‌رشدی را نه تنها از مدل‌های مبتنی بر معادله مانند مدل‌های اقتصادسنجی، مدل‌های تحلیلی و تکنیک‌های مدل‌سازی آماری همچنین از رویکردهای شبیه‌سازی کلاسیک‌تر مانند شبیه‌سازی رویداد گسسته نشان می‌دهند. ABMها طیف وسیعی از حوزه‌های کاربردی دارند که از سیستم‌های بیولوژیکی گرفته تا مسائل مهندسی را شامل می‌شود. فلسفه مدل‌سازی مبتنی بر عامل مستقیماً از این ایده سرچشمه می‌گیرد که یک CAS را می‌توان با ایجاد عوامل و محیط، مشخص کردن قوانین رفتاری عامل‌ها و مشخص کردن تعاملات بین آن‌ها به‌طور مؤثر مدل‌سازی و توضیح داد. مدل‌سازی یک CAS به نوع خاصی از متدولوژی نیاز دارد. EBMها مانند تکنیک‌های مدل‌سازی آماری فاقد عملکرد مورد نیاز برای این منظور هستند، زیرا آن‌ها فقط یک سیستم را به بخش‌های اصلی آن تجزیه می‌کنند و رابطه بین آن‌ها را مدل می‌کنند (رویکردی از بالا به پایین) درحالی‌که این واقعیت را نادیده می‌گیرند که خود سیستم موجودی فراتر از اجزای تشکیل دهنده آن است (رویکردی از پایین به بالا) (Jager، 2021).

مدل‌سازی عامل‌بنیان و تحلیل اطلاعاتی

آژانس‌های اطلاعاتی کاوش‌های مهمی را برای توسعه توانایی‌های جدیدتر به منظور مدیریت حجم بالایی از داده‌ها و انجام امور تحلیلی انجام داده‌اند. تاکنون کاوش‌های انجام‌شده در علوم داده

عمدتاً روی تحلیل داده و روش‌های تجربی تمرکز کرده و توجه اندکی به شبیه‌سازی اجتماعی و فرصت‌های بالقوه آن شده است. بنابراین می‌توان گفت که وارد نمودن علوم اجتماعی تولیدی زیر چتر علوم داده فواید عملی متعددی را برای سازمان‌های جامعه اطلاعاتی به همراه می‌آورد.

تحلیل گران اطلاعاتی به‌دنبال افزایش شفافیت و هدفمند کردن تلاش‌هایشان در دهه‌های متمادی بوده‌اند. تلاش‌های انجام‌شده برای استفاده از مدل‌های فرمال علوم اجتماعی به دهه هفتاد میلادی بر می گردد جایی که بعد از جنگ ۱۹۷۳ آژانس جاسوسی آمریکا به‌دنبال استفاده از نظریات علوم اجتماعی بر آمده از انقلاب رفتاری در علوم اجتماعی بود. به هرحال این روش‌ها سهل‌الوصول نبودند به علت اینکه پیچیدگی‌هایی که تحلیل گران اطلاعاتی در مقایسه با هم‌قطاران آکادمیک مواجه هستند بیشتر است. این سختی‌ها شامل در نظر داشتن اثر انکار و فریب در دست‌یابی به داده‌ها، در نظر داشتن تعاملات استراتژیک و همچنین ویژگی‌های داده‌های اطلاعاتی اعم از پیچیدگی، دوری از اطمینان و مبهم بودن است. محدودیت‌هایی که روش علمی مرسوم در تحلیل اطلاعاتی دارد باعث می‌شود روش‌های جایگزین توسط تحلیل گران اطلاعاتی به‌کار گرفته شود. مدل‌های عامل‌بنیان مزایای فراوانی را برای ارتقای روش‌های تحلیل اطلاعاتی فراهم می‌آورند؛ بسیاری از این مزیت‌ها ناشی از رویکردهای خاص به علوم است؛ بعضی دیگر شامل توانایی به‌کارگیری جوامع مصنوعی در کنار تکنیک‌های تحلیل ساختارمند که فرصت‌های جدیدی را برای کشف ارتباط‌های مد نظر بین محصول اطلاعاتی و تولیدکنندگان و مصرف کنندگان محصولات به‌وجود آورده است(Gaeta، Loia and Orciuoli، 2021).

مهم‌ترین فرصت‌های تحلیلی که توسط مدل‌های عامل‌محور فراهم می‌شوند عبارت‌اند از: ۱- توانایی جوامع مصنوعی در مواجهه با تصمیم‌ها به‌عنوان واحدی از تحلیل و ترکیب متدولوژی تحلیلی با روش‌های پشتیبان تصمیم ۲- توانایی تولید تحلیل‌هایی که شامل رفتارهای فردی و سایر عوامل در سناریوهای مختلف و مدل‌سازی ارتباط عامل‌ها و پروسه‌ها و محصولات اطلاعاتی است ۳- سطوح بالایی از انعطاف‌پذیری نمایشی از طریق الگوریتم‌ها که می‌تواند تئوری‌های و مدل‌های ذهنی را که به آسانی توسط معادلات ریاضی نمایش داده نمی‌شوند نمایش دهد ۴- توانایی شبیه‌سازی ایده‌ها و جست‌وجو روی مدل‌های جایگزین به منظور افزایش کاملیت و قدرت محصولات اطلاعاتی ۵- توانایی هماهنگ‌سازی پیچیدگی‌ها به منظور اتصال بین گزارش‌ها و فرضیات هنگام استفاده از مدل ACH و سایر تکنیک‌های ساختارمند. اکنون به شرح این موارد می‌پردازیم.

واحدهای مبتنی بر تصمیم در تحلیل: مدل‌های عامل‌بنیان یک جایگاه متمایز در علوم اجتماعی دارند. تأکید آن‌ها بر کنش‌های اجتماعی بین عامل‌ها، تحلیل‌گر را قادر می‌سازد تا تصمیم‌ها به‌عنوان واحدی از تحلیل در مدل‌ها ظهور دهد.

به‌طورکلی، این رویکرد به پژوهش با نیازهای مصرف کنندگان محصولات اطلاعاتی تطابق دارد چراکه آن‌ها تمایل دارند تا به این باور برسند که تصمیم‌های آن‌ها و تصمیم‌های دیگران دارای اهمیت است. این بدان معنی است که ABMها را می‌توان به‌عنوان روشی که امکان کنترل بی‌سابقه‌ای در سطح خرد بر افراد در جوامع مصنوعی را فراهم می‌کند، به‌کار برد. به‌عنوان‌مثال با ABM می‌توان تمام تصمیمات و اقدامات را به استثنای یک فرد ثابت نگه داشت تا میزان تأثیر انتخاب‌های آن‌ها بر کل سیستم را ارزیابی کرد.

از منظر علوم اجتماعی، ABMها با رویکردهای دیگری سازگار هستند که بررسی می‌کنند که بازیگران به چه چیزی اعتقاد دارند و چگونه با سیاست‌های بوروکراتیک و فرآیندهای سازمانی به‌عنوان مبنایی برای توضیح و پیش‌بینی تعامل دارند. این رویکردها برای مدت طولانی از تحقیقات در مورد رقابت استراتژیک در دنیای واقعی حمایت می‌کردند، و ثابت کردند که در توضیح انحرافات از رویکردهای عقلایی صرف به رفتار سیاسی، اقتصادی و نظامی قدرتمند هستند. راجر هیلزمن استدلال می‌کرد که تمرکز بر فرآیندهایی که توسط آن‌ها سیاست‌گذاری در کشورهای خارجی انجام می‌شد، امری ضروری برای تحلیل‌گران اطلاعاتی است که به‌دنبال اجتناب از کاستی‌های رویکردهای نظری هستند که دولت‌ها را به‌عنوان بازیگران منطقی واحد تلقی می‌کردند. درواقع، توصیف او از مزایای ارائه شده با تأکید بر فرآیند سیاسی در تحلیل اطلاعاتی، به‌عنوان مقدمه‌ای برای این استدلال عمل می‌کند که چرا جوامع مصنوعی ابزار تحلیلی با ارزشی در روش شناختی تحلیل‌گر هستند. جوامع مصنوعی روشی سیستماتیک برای کشف روابط بین انتخاب‌ها و اقدامات فردی و جمعی و نتایج اجتماعی ارائه می‌دهند. این ادعا که چنین استفاده‌ای از مدل‌ها می‌تواند افراد کلیدی و لحظات حساس را در سیستم‌های پیچیده به‌طور نزدیک به یقین شناسایی کند - شناسایی پروانه‌های ضرب‌المثلی که باعث طوفان می‌شوند – کمی اغراق‌آمیز خواهد بود، چرا که در امر اطلاعاتی، یقین چندان موضوعیتی ندارد؛ اما استفاده از چنین مدل‌هایی برای شناسایی ویژگی‌های عوامل و شرایطی که در آن تصمیم‌ها ممکن است به‌طور استثنایی مهم باشند یا بی‌ربط به نظر برسند، مبنای قدرتمندی برای تجزیه و تحلیل فرصت‌ها، هشدارها و درک بهتر زمانی که شرایط بین‌المللی را می‌توان با اقدام فردی یا جمعی شکل داد، فراهم می‌کند.

جوامع مصنوعی روایت تولید می‌کنند: تلاش‌ها برای بهبود دقت تخمین‌های اطلاعاتی مرتباً با مشکلات ناشی از دقت عددی و تخمین‌های احتمال مواجه می‌شوند. درحالی‌که بسیاری از تلاش‌ها به‌دنبال راه‌های دقیق‌تری برای توصیف عددی عدم قطعیت بودند، چالش‌های عمیقی که تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان اطلاعات با آن روبه‌رو هستند ممکن است ریاضی نباشد. راه حل در دقت به فرآیندهای تصمیم‌گیری اجتماعی نهفته است. از آن‌جا که جوامع مصنوعی رفتارهای عوامل متقابل را در طول زمان شبیه‌سازی می‌کنند، در حین اجرا، ابعاد کامل خود را حفظ می‌کنند. در نتیجه، هر عامل در مدل، تاریخچه زندگی منحصربه‌فردی را ایجاد می‌کند که می‌توان آن را ثبت و ارزیابی کرد، و داستان‌هایی را در رابطه با روش‌های انتخاب، اقدامات انجام شده و پیامدهای تصمیمات وی، ارائه داد. تطبیق ویژگی‌های آماری و ساختاری ایجادشده توسط ABM با روایت‌های ریز از تاریخچه زندگی فردی عوامل می‌تواند نتایج را نسبت به نتایج عددی برای مصرف کنندگان قابل دسترس‌تر کند. از عوامل در اینجا، داستان‌ها ممکن است توصیف کنند که چگونه زیرگروه‌ها یا کل جوامع مصنوعی، اجرای خاصی از مدل را تجربه می‌کنند. بنابراین، می‌توان مقایسه کرد که گروه‌های مختلف چگونه از یک موقعیت خاص، مانند شورش‌های مدنی، سقوط بازار مالی، یا تحریم‌های اقتصادی، برداشت کردند و راه‌هایی را که انتخاب‌های جمعی آن‌ها شرایط را برای گروهشان بهتر یا بدتر کرد، بررسی کرد. با این‌حال، شاید مهم‌ترین موضوع اینجا، این واقعیت است که توسعه و استفاده از جوامع مصنوعی، تحقیقات و روایت تحلیلی متمایز خود را می‌طلبد. به‌عنوان مدل‌های رسمی، ABMها مصنوعات تولید شده توسط انسان هستند که مشخصات آن‌ها با مفروضات و داده‌های مورد استفاده توسط سازندگان آن‌ها توجیه می‌شود. متقاعد کننده بودن استنباط‌های حاصل از مدل در نهایت به روش‌های توسعه مدل، طراحی آزمایش‌های مورد استفاده برای اطمینان از عملکرد نرم‌افزار همان‌طورکه انتظار می‌رود و مواردی که بیشترین علاقه مصرف کنندگان را آزمایش می‌کنند، مرتبط است. اغلب، این داستان تجزیه و تحلیل است، نه ویژگی‌های اجرای منفرد مدل که اطمینان را در نتایج آن تضمین می‌کند.

انعطاف‌پذیری نمایشی: به‌عنوان مدل‌های محاسباتی، جوامع مصنوعی قادر به نمایش طیف گسترده‌ای از رفتار هستند، از جمله بسیاری از آن‌ها که نمی‌توانند به‌عنوان معادلات ریاضی نمایش داده شوند. در عوض، الگوریتم‌ها می‌توانند برای نمایش نظریه‌ها یا اکتشافی‌هایی استفاده شوند که

می‌توانند به روش‌های مختلف رمزگذاری شوند، اغلب تحلیل‌گران، توصیف‌های کمی و کیفی رفتار را ترکیب می‌کنند تا عوامل و فرآیندهای تصمیم‌گیری را نشان دهند.

مدل‌های عامل‌بنیان به تحلیل‌گران اجازه می‌دهند تا مدل‌هایی ایجاد کنند که بسیاری از مفروضات در مورد تصمیم‌گیری انسانی را که عمیقاً در مدل‌های ریاضی تعبیه شده است، تسهیل می‌کند، مانند آداب روان‌شناختی و دیگر آداب و رسوم مربوط به شرایط آن‌ها و غیره. به‌عنوان مثال، به‌جای ارائه یک عامل به‌دنبال گرفتن توپ بیسبال با توانایی مافوق بشری برای محاسبه معادلات حرکت، می‌تواند از یک مدل اکتشافی ساده استفاده کند که به عامل دستور می‌دهد که در حال پرواز به سمت توپ حرکت کند (توپ در یک زاویه ثابت) و نیز این حرکت وی، در زاویه‌ای که دید خود را نسبت به توپ حفظ می‌کند، باشد. نتیجه، توانایی ایجاد مدل‌هایی از رفتار فردی و اجتماعی است که فرآیندهای شناختی معتبر و قابل قبولی را منعکس می‌کند. علاوه بر این، به‌دلیل بازنمایی مجزا و گسسته آن‌ها از بازیگران در یک جامعه مصنوعی، آن‌ها بر روی واحدهای طبیعی سیستم عمل می‌کنند (به‌جای عمل بر روی کل یا میانگین‌هایی که در سیستم‌های دنیای واقعی وجود ندارند) در نتیجه، ABMها می‌توانند تنوع رفتاری و نتایج بیشتری را نسبت به همتایان ریاضی خود بیان کنند. جوامع مصنوعی به‌عنوان وسیله‌ای برای ایجاد اعتماد تصمیم گیرندگان به محصولات، فرآیندها و تحلیل‌گران استفاده می‌شود. تحلیل‌گران به همراه مصرف کنندگان محصولات اطلاعاتی، بر روی شبیه سازی‌ها در زمینه‌های مختلف تحت عنوان مدل‌سازی مشارکتی کار مشترک می‌کنند.

با شبیه‌سازی در کنار تصمیم گیرندگان نهایی و بررسی پویایی مدل‌ها در کنار هم، تحلیل‌گران توانسته‌اند درک بیشتری از علایق، اولویت‌ها و اهداف تصمیم گیرندگان به‌دست آورند، از سوی دیگر تصمیم گیرندگان درک بهتری از اساس قضاوت‌های تحلیلی و آدرس به‌دست آورده‌اند. تحلیل‌گران اطلاعاتی ممکن است این شیوه‌ها را اتخاذ کنند و از جوامع مصنوعی به‌عنوان وسیله‌ای برای یادگیری بهتر نحوه تفکر مصرف کنندگان در مورد جهان، آنچه که آن‌ها امیدوارند به انجام برسند و چگونه به‌دنبال دست‌یابی به اهداف خود هستند استفاده کنند. هدف از ساخت ABM (یا مدل‌های دیگر) بر اساس جهان‌بینی مصرف‌کنندگان، ارائه اطلاعاتی برای توجیه باورهای قبلی آن‌ها نیست، بلکه به‌عنوان نقطه عزیمت اولیه برای گفت‌وگوی گسترده که از طریق استفاده از مدل‌سازی تسهیل می‌شود، می‌باشد. با به‌کارگیری جوامع مصنوعی، تحلیل‌گران می‌توانند مفروضات کلیدی را که ممکن است انگیزه دهنده تصمیم گیری‌های سیاستی باشند، شناسایی کنند و بهتر یاد بگیرند که چگونه دیدگاه‌های

جایگزین را به اشتراک بگذارند. یکی از مهم‌ترین کاربردهای جوامع مصنوعی ابزاری برای تحریک یا تقویت تخیل تحلیل‌گران است. با در نظر گرفتن جنبه هنری تحلیل اطلاعات، توانایی قالب‌بندی مسائل، تولید سناریوها و پیشنهاد فرضیه‌ها اغلب به‌عنوان چیزی خارج از دسترس تحلیل و ابزارهای رسمی تحلیلی در نظر گرفته می‌شود. در مدل‌سازی و شبیه‌سازی، به‌طور فزاینده‌ای دیده می‌شود که ماشین‌ها یاد می‌گیرند الگوها و روابطی را که انسان‌ها از آن‌ها استفاده می‌کنند، به‌کار بگیرند؛ این درحالی است که بعید و شاید نامطلوب است که ماشین‌ها جایگزین تحلیل‌گران انسانی شوند. تولید اطلاعات استراتژیک، تعادل نیروی کار بین تحلیل‌گران و ماشین‌ها احتمالاً در آینده نزدیک تغییر خواهد کرد. سایر حرفه‌ها، به‌ویژه مهندسی، رایانه‌ها را به‌طور فزاینده‌ای در فرآیندهای طراحی سهیم کرده‌اند، و مهندسان معاصر اغلب در شرایطی کار می‌کنند که ماشین‌ها راه‌حل‌هایی را برای مشکلات توصیه می‌کنند و سپس، مهندسان آن‌ها را می‌پذیرند، رد می‌کنند و ارزیابی می‌کنند. در حوزه سیاست و امور انسانی، موارد جدید روش‌های تئوری تصمیم‌گیری با قابلیت‌های مدل‌سازی و شبیه‌سازی در مقیاس بزرگ ادغام شده‌اند تا میلیون‌ها، میلیاردها و حتی تریلیون‌ها مورد را به منظور شناسایی استراتژی‌های قوی و گسترش مجموعه‌ای از سناریوها بسیار فراتر از آنچه می‌توان به‌صورت دستی تولید و کاوش کرد، تولید کنند. آزمایش‌ها با رویکردهای جدید برای تقسیم کار بین انسان و ماشین‌ها به منظور کمک به تحلیل‌گران برای استفاده بهتر از داده‌های در دسترس، بررسی مفروضات بیان نشده و بررسی نشده، و به‌طور کلی عمق بخشی به مدل‌های ذهنی به منظور اطمینان از کامل بودن تلاش‌ها و محصولات تحلیلی آن‌ها در حال افزایش است.

پیچیدگی و ACH: مدل‌های عامل‌بنیان فرصتی برای پرداختن به یک فرض مهم در ACH(روش تحلیل فرضیات رقیب)، برجسته‌ترین روش تحلیل ساختارمند اطلاعاتی، فراهم می‌کنند. به‌عنوان یک روش کیفی، ACH به‌دنبال مقایسه داده‌های موجودی است که تحلیل‌گران در اختیار دارند با بسیاری از فرضیه‌های جایگزین به منظور ارزیابی فرضیه‌هایی که به‌راحتی رد می‌شوند، یا با اطلاعات موجود سازگار هستند، و جایی که تلاش‌های جمع‌آوری اضافی می‌تواند اطلاعات تشخیصی ارائه دهد. با این‌حال، همان‌طورکه مدل تفکیک شلینگ نشان می‌دهد، بسیاری از سیستم‌های پیچیده می‌توانند نتایج شگفت‌انگیز و اغلب غیر معمولی ایجاد کنند.

جوامع مصنوعی می‌توانند با آزمایش روابط بین داده‌ها و فرضیه‌ها از استفاده از ACH حمایت کنند. با توجه به تأکید آن‌ها بر توصیفات تولیدی، ABMها باید برای آزمایش ساختار استدلالی ارزیابی‌های اطلاعاتی، به‌دنبال مواردی که سازگاری بین مشاهده و فرضیه‌ها ممکن است نادرست یا مبهم باشد، استفاده شوند. برای مثال، کاندولیزا رایس، در مقام مشاور امنیت ملی در سال ۲۰۰۳، استدلال کرد که تجارب تاریخی آفریقای جنوبی، اوکراین و خلع سلاح هسته‌ای داوطلبانه قزاقستان، الگویی برای برچیدن برنامه‌های هسته‌ای است که عراق از آن پیروی نمی‌کرد. هیچ رمز و رازی برای خلع سلاح داوطلبانه وجود ندارد... . جهان از نمونه‌هایی که توسط آفریقای جنوبی، اوکراین و قزاقستان ارائه شده است، می‌داند که وقتی یک دولت تصمیم می‌گیرد که سلاح‌های کشتار جمعی خود را کنار بگذارد، چگونه به نظر می‌رسد... رفتار عراق نمی‌تواند تضاد آشکارتری ارائه دهد... عراق به بازرسان اجازه «دسترسی فوری، بلامانع و نامحدود» به تأسیسات و افراد درگیر در برنامه تسلیحاتی خود را نمی‌دهد. استدلال او نشان داد که چگونه منطق مقایسه‌ای، در مقابل منطق مولد، ارزیابی مشکل‌آفرینی از فعالیت‌های عراق ایجاد می‌کند. این استدلال که عراق باید بر اساس این واقعیت که رفتارش با سایر موارد شناخته شده خلع سلاح داوطلبانه ناسازگار بود، به پیگیری خود برای سلاح‌های کشتار جمعی ادامه می‌داد، به‌جای ارزیابی عمیق از شرایط استراتژیک عراق، به تناقض رسید. از نظر منطقی، این استدلال معادل اثبات این بود که چون عدد سه زوج نیست، باید فرد باشد. چنین استدلالی ممکن است در مواردی کار کند که سیستم‌ها بسته هستند و همه رفتارها و بازیگران ممکن شناخته شده باشند. با این‌حال، دنیای اجتماعی باز و بدون محدودیت است و تحلیل‌گران و سیاست‌گذاران باید امکان تازگی همیشگی را بپذیرند. به این ترتیب، جوامع مصنوعی ممکن است یک تحلیل از نگاه دیگری در برابر استدلال منطقی با بررسی حالت‌های خاص ارائه دهند، بنابراین احتمال خطا در تعیین رابطه بین مشاهدات و فرضیه‌ها کاهش می‌یابد.

کاربردهای امنیتی اطلاعاتی

بیان گردید که مدل‌سازی عامل‌بنیان ابزاری نو به منظور انجام تحلیل اطلاعاتی است چرا که سناریوهای گوناگون پیش روی تحلیل‌گر و خروجی این سناریوها را با اعمال تغییر در پارامترها و ارتباطات آن‌ها تولید کرده و تحلیل‌گر براساس خروجی‌ها، به جمع‌بندی مطلوب در تحلیل خود می‌رسد(Cartes،2022). یکی از دغدغه‌های مطالعات امنیتی که توجه زیادی را در کاربرد مدل‌سازی عامل‌بنیان به‌خود جذب کرده، مدل‌سازی آشوب‌های اجتماعی است.

مدل‌های مبتنی بر عامل برای شبیه‌سازی پدیده‌های درگیری اجتماعی، مانند اعتراضات خیابانی مسالمت‌آمیز یا خشونت‌آمیز، خشونت مدنی و انقلاب کاربرد یافته است (Bosse، 2021). اهمیت درک و در صورت امکان پیش‌بینی و در نهایت کنترل روند تعداد، تنوع و شدت این پدیده‌ها کاملاً واضح است. از سویی پدیده‌های تعارض اجتماعی به شدت ناهمگون و متنوع هستند و وجود یک متدولوژی تحلیلی در کنار شبیه‌سازی، قدرت بالاتری در تحلیل پدیده‌ها به‌دست می‌دهد(Adhikari et al،2023).

درک فرآیند اعتراض جمعی منجر به سؤالاتی می‌شود مانند: الف) چرا برخی از اعتراضات تعداد زیادی از مردم را جمع می‌کنند درحالی که برخی دیگر جمع‌آوری نمی‌کنند.؟ ۲) کدام عوامل منجر به آغاز درگیری خشونت‌آمیز می‌شود و پس از شروع آن، تعداد زیادی از معترضان درگیر آن هستند؟ ۳) تأثیر ICT و پوشش رسانه‌ای بر پویایی اعتراض چیست؟ ۴) چگونه می‌توان تاکتیک‌های پلیس در تظاهرات اعتراضی را الگوبرداری کرد؟ ۵) تأثیر اعتراضات پایدار یا ادواری بر بافت اجتماعی چیست؟ ۶) در مقیاس جهانی، چگونه می‌توان انقلاب (تغییر ناگهانی زمینه سیاسی) را مدل کرد؟ (Thron and Jackson، 2015).

جدول شماره ۱:در بررسی مدل‌های آشوب اجتماعی، می‌توان چارچوب ذیل را پیشنهاد داد

توصیف	
هدف	محدوده مدل (نوع پدیده‌هایی که شبیه‌سازی شده‌اند).
هویت‌ها	انواع عامل (ویژگی‌ها، قوانین، واکنشی یا مشورتی) و محیط (همگن یا غیرهمگن).
چرخه زمانی پایه	چرخه زمانی، توالی عملیات، فعال‌سازی همزمان یا ناهمزمان عامل‌ها.
نتایج مدل	پدیده‌های توضیح داده‌شده، مقیاس‌های ویژگی‌های نوظهور (زمان، نسبت عوامل سرکش، زمان بین ورود رویداد، و غیره).
مشاهده	استفاده از اطلاعات تجربی برای پارامتر/ اعتبارسنجی
قدرت و محدودیت مدل	توان توضیح؛ شکاف بین نتایج مدل و رویدادهای واقعی

ABM درگیری اجتماعی معمولاً شامل چندین عامل به نمایندگی از عناصر جمعیت و نیروهای مجری قانون (پلیس) است، اگرچه مدل‌های انقلاب ممکن است شامل انواع دیگری از عوامل مانند

یک مرجع مرکزی (دولت) باشد. عواملی که جمعیت را نمایندگی می‌کنند می‌توانند ویژگی‌های متفاوتی داشته باشند (فعال، مزاحم، منفعل) و با توجه به وضعیت درونی و اطلاعاتی که در «شعاع دید» (همسایگی) و اقدامات دیگر عوامل حس می‌شوند، حالت (آرام، سرکش، زندانی) را تغییر دهند. در اکثر عوامل ABM در اشیای فضایی شبکه یا چنبره تعامل دارند. رفتار عامل‌ها با استفاده از مدل رفتار منطقی توصیف می‌شود که در آن عامل‌ها یک تابع مطلوبیت را به حداکثر می‌رسانند یا (بیشتر) مدل مبتنی بر قانون، که در آن اعمال یا تغییرات حالت عامل با استفاده از قوانین ساده مبتنی بر آستانه توصیف می‌شود(Lemos، Lopes and Coelho، 2016).

مدل اپستاین (Epstein، 2002)شناخته شده‌ترین و پر استنادترین مدل خشونت مدنی است. هدف این مدل شبیه‌سازی شورش علیه یک مرجع مرکزی (مدل اول)، یا خشونت بین دو گروه رقیب (خشونت قومی) است که یک مقام مرکزی به‌دنبال سرکوب آن است (مدل دوم). دو نوع عامل وجود دارد: عوامل جمعیت و پلیس (اقتدار). در مورد خشونت قومی، جمعیت بین دو نوع مختلف تقسیم می‌شود. هم جمعیت و هم پلیس به‌عنوان عوامل واکنشی که با قوانین ساده هدایت می‌شوند، تعریف می‌شوند. عوامل جمعیت می‌توانند در یکی از سه حالت (آرام، فعال یا زندانی) باشند. ویژگی‌های عوامل جمعیت عبارت‌اند از موقعیت، شعاع دید و تعداد کمی از پارامترهایی که شکایت سیاسی، ریسک گریزی و آستانه شورش را مشخص می‌کند. ویژگی‌های پلیس موقعیت و شعاع دید است. بر این مدل، بهبودهای متعددی ارائه شده است.

یافته‌های تحلیلی مدل‌سازی وی که در توسعه‌های بعدی نیز ارتقا یافتند، عبارت‌اند از: ۱) نسبت مأموران اجرای قانون برای حفظ سطح پایین فعالیت مجرمانه با اندازه جمعیت افزایش می‌یابد، این تغییرات غیرخطی است. ۲) کاهش تعداد مأموران پلیس به زیر سطح بحرانی به سرعت وقوع فعالیت‌های جنایی/خشونت‌آمیز را افزایش می‌دهد ۳) خشونت در شهرهای کوچک به تبع شهرهای بزرگ است درحالی‌که در شهرهای بزرگ این انفجارها غیر متمرکز هستند و خودجوش رخ می‌دهند. ۴) خشونت‌های متناوب بزرگ زمانی اتفاق می‌افتد که تغییر ریسک درک شده غیر یک‌نواخت باشد(Scholz et al.، 2021).

تجزیه و تحلیل

آینده را می‌توان برای مدل‌سازی عامل‌بنیان در جامعه تحلیل اطلاعاتی بدین‌گونه متصور دانست:

• واقعی: پتانسیل ABM برای اهداف اطلاعاتی تا حد زیادی استفاده نشده است. نسبت بالای مدل‌سازی غیر قابل استفاده به قابل استفاده و دشواری تمایز بین مدل‌های ABM، پیشرفت و جذب را به تأخیر می‌اندازد.

• محتمل: رکود مستمر بر اساس فشارهای زمانی، افق‌های تحلیلی فشرده، فرهنگ غیر علوم اجتماعی/ غیر مدل‌سازی، سرمایه‌گذاری اندک در مدل‌سازی کامپیوتری جاه‌طلبانه ABM، و فقدان پیچیدگی مدل‌سازی ABM در داخل دولت برای ارزیابی، بهره‌برداری و حفظ بسترهای مناسب.

• قابل قبول: برنامه‌های جدید دارپا و IARPA آگاهی از نیاز به جدی گرفتن علوم اجتماعی و استفاده از ABM برای اهلی کردن و نظم بخشیدن به نظریه‌های فریبنده و قدرتمند پیچیدگی و تکامل را نشان می‌دهد.

• ممکن است: واسط‌های استاندارد شده‌ای که به تحلیل‌گرانی که برنامه‌نویس نیستند اجازه می‌دهد مستقیماً و در زمان واقعی مفاهیم مفروضات مختلف یا مداخلات خط مشی را برای توزیع انواع نتایج برای اکثر آرایه وسیع کشورها، مناطق و حوزه‌ها جست‌وجو و آزمایش کنند که در AOR IC قرار می‌گیرند.

• غیرممکن: توسعه ابزارهای شبیه‌سازی برای ارائه پاسخ‌های مجزا به سؤالات خاص در مورد نتایج «واقعی».

در مدل‌سازی عامل‌بنیان تعیین ویژگی‌های مدل که از طریق تعیین ویژگی‌ها و رفتارهای عامل‌ها انجام می‌شود قیاسی بوده و بر اساس اینکه چگونه مسئله تئوریزه می‌شود. به هر ترتیب به‌علت پیچیدگی تعاملات بین عامل‌ها رفتار سیستم در طول زمان تنها از طریق شبیه‌سازی رفتار عامل‌ها و سپس تحلیل داده‌های کنش و واکنش‌های بین آن‌ها قابل فهم است یعنی هم‌زمان که مدل به‌صورت قیاسی توصیف می‌شود به‌طور استقرایی تحلیل می‌شود جایی که ساختارها، الگوها و دینامیک‌ها از طریق ارزیابی داده‌های تولید شده در مدل‌سازی مشخص می‌شوند.

ABM به‌دلیل عمق و وسعت پتانسیل بالقوه آن برای تغییر روش تحلیل اطلاعات متمایز است. درحالی‌که بیشتر روش‌های تحقیق در حوزه‌های خاص در جامعه اطلاعاتی کاربرد دارند، استفاده‌های آینده‌نگر از ABM در اطلاعات تقریباً نامحدود است. توانایی نمایش اهداف اطلاعاتی به‌عنوان سیستم‌های انطباقی پیچیده سطوح بالایی از انعطاف‌پذیری بازنمایی را فراهم می‌کند که به

ABMها اجازه می‌دهد مدل‌های ذهنی تحلیل‌گران و سیاست‌گذاران را نشان دهند. به همین ترتیب، از آن‌جایی‌که ABMها شبیه‌سازی هستند، تولید و کاوش سیستماتیک آینده‌ها و سناریوهای جایگزین را امکان‌پذیر می‌سازند و آن‌ها را از نظر معرفت شناختی با روش‌هایی که سیاست‌گذاران از طریق آن گزینه‌های جایگزین را شناسایی و انتخاب می‌کنند، سازگار می‌سازند.

در سطح تحلیلی، ABM فرصت‌های جدیدی را برای مطالعه رفتار سیستم‌های انطباقی پیچیده متشکل از بازیگران تعاملی و یادگیری بدون ایجاد «فرض‌های قهرمانانه» که پذیرش سایر فرمالیسم‌های مدل‌سازی را محدود کرده است، همانند تکنیک‌های تحلیل ساختاریافته (SAT) با تشویق به توضیح مفروضات و بیان روابط بین بازیگران مشاهده شده در داده‌ها یا نظریه پردازی شده توسط تحلیل‌گران فراهم می‌کند. با این‌حال، از آن‌جایی‌که ABMها شبیه‌سازی این روابط را نیز امکان‌پذیر می‌کنند، سیستم‌هایی که رفتارهای آن‌ها برای بررسی بدون کمک شناختی بسیار پیچیده است، می‌توانند به‌دقت مورد بررسی قرار گیرند. این قابلیت روش‌شناختی، تحلیل‌گران را تشویق می‌کند تا ارزیابی‌های تجربی را با شبیه سازی‌های محاسباتی به‌منظور تولید آینده‌های جایگزین و شناسایی تهدیدها و فرصت‌های بالقوه تقویت کنند.

توانایی بهبودیافته برای مطالعه سیستم‌های تطبیقی پیچیده ارائه شده توسط ABMها، آن را به‌عنوان روشی مهم می‌داند که باید در مجموعه ابزارهای تحقیقاتی تحلیل‌گران ادغام شود. با این‌حال، این به خودیِ خود یک قابلیت دگرگون کننده نیست. درواقع، تحلیل‌گران در حال حاضر به انواع روش‌ها، هم از نظر کمی و هم کیفی، دسترسی دارند که برای مشکلات خاص بسیار مهم بوده‌اند، اما خود صنعت تحلیلی را به‌طور چشمگیری تغییر نداده‌اند. این به این دلیل است که شرایط نهادی، فرهنگی و معرفت شناختی تصمیم‌گیری استراتژیک زمینه‌ای را ایجاد می‌کند که روابط بین تولید کنندگان اطلاعات و مصرف کنندگان سیاست‌گذار را تیره می‌کند.

این در مرز تجزیه و تحلیل اطلاعاتی، به‌ویژه رابط با سیاست گذاران است که در نهایت پتانسیل تحول آفرین ABM مشخص خواهد شد. از آن‌جایی‌که ساختار هستی‌شناختی زیربنایی ABM با جهان‌بینی عامل‌مدار تصمیم گیرندگان منطبق است، نهادهای تحلیلی که شبیه سازی‌های جهان‌بینی تحلیل‌گران را توسعه و بررسی می‌کند، می‌تواند گفت‌وگوی گسترده‌ای را بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان تسهیل کند که پایه و اساس لازم اعتماد و روابط شخصی را ایجاد کند که زیربنای اثربخشی است. استفاده از اطلاعات در سیاست و استراتژی، بنابراین ABMها نه تنها ابزارهایی برای

تحقیقات علمی و استراتژیک هستند، بلکه مکانیسم‌هایی برای تسهیل گفت‌وگوها در میان موانع نهادی متعدد جامعه اطلاعاتی هستند.

تحقق کامل پتانسیل تحول‌آفرین ABMها مستلزم شناخت مدل‌سازی و شبیه‌سازی به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از روند تحلیلی است. این بدان معنی است که ABM را به‌عنوان چیزی فراتر از یک تکنیک تحلیلی خاص می‌بینیم که استفاده از آن در شرایط کاملاً روش‌شناختی چارچوب‌بندی شده است. درعوض، مستلزم آن است که ABM به‌عنوان بخش مرکزی یک روند مدل‌محور تحلیل اطلاعاتی در نظر گرفته شود که هم به ماهیت اطلاعات موجود و هم بر فرآیند مدل‌سازی و شبیه‌سازی تأکید می‌کند. ABMها می‌توانند قضاوت‌های تحلیلی خاصی را با تولید داده‌های مصنوعی که می‌تواند شواهد تجربی استنباط تحلیل‌گران را تقویت کند، درحالی‌که فرآیند توسعه مدل‌ها و بررسی رفتار آن‌ها می‌تواند اعتماد مصرف کنندگان را به‌دقت، بی‌طرفی و شفافیت محصولات اطلاعات هم افزایش دهد. درحالی‌که بسیاری از مدل‌های ریاضی، عقلانیت کامل را فرض می‌کنند، تأکید ABMها بر فرآیندهای تصمیم‌گیری، بر توصیف‌های دقیق روان‌شناختی و سازمانی در مورد نحوه انتخاب افراد و سازمان‌ها، سرمایه‌گذاری می‌کند و امکان شبیه‌سازی واقعی‌تر رفتار منطقی محدود آن‌ها را فراهم می‌کند.

با استفاده از الگوریتم‌های محاسباتی برای نمایش سیستم‌ها به‌عنوان مجموعه‌ای از واحدهای متقابل، که هرکدام قادر به داشتن ویژگی‌ها، رفتارها و تجربیات منحصربه‌فردی هستند، پویایی و ویژگی‌های سیستم‌های تطبیقی پیچیده برای محققان قابل دسترسی شده‌اند. ABM در مقایسه با سایر فرمالیسم‌های مدل‌سازی محاسباتی متمایز است زیرا عمداً نظریه اجتماعی را در مشخصات و رفتار عامل گنجانده است. فرض اصلی محرک ABM این است که هیچ کنترل‌کننده متمرکزی اعمال تک تک بازیگران درون سیستم را هدایت نمی‌کند. در عوض، بازیگران، اطلاعاتی را که در اختیارشان است جمع‌آوری کرده و استفاده می‌کنند و با توجه به توانایی‌ها و اهداف فردی خود، که ممکن است شامل رقابت، همکاری یا هماهنگی با دیگران باشد، اقدام می‌کنند.

عناصر کلیدی مدل‌سازی – انتزاع و ساده‌سازی، کاوش و اشتقاق – مجموعه‌ای از مهارت‌ها را می‌طلبد که تأکید سنتی تحلیل اطلاعات و علوم اجتماعی را به‌چالش می‌کشد که شیوه‌های تحلیلی بیشترین شباهت را با آن‌ها دارد. مهارت‌های اساسی مرتبط با تجزیه و تحلیل اطلاعات اغلب بر روی علوم اجتماعی متمرکز شده‌اند و به‌طورکلی بر خواندن، سازماندهی و طبقه‌بندی به‌عنوان نشانه‌های

موفقیت و تخصص تأکید دارند. بنابراین، واحد پول تخصص تحلیل‌گران اطلاعاتی، دانش آن‌ها از ادبیات مربوطه، گزارش‌های دانشگاهی و اطلاعاتی، و حقایق خاص و تاریخچه مشکلات، مانند جغرافیا، فرهنگ و تاریخ یک کشور است.

در مقایسه، مدل‌سازی از مجموعه مهارت‌های متفاوتی استفاده می‌کند، که اغلب در جامعه اطلاعاتی به رسمیت شناخته نمی‌شود و به‌دلیل تقدم اطلاعات جاری - ارائه توضیحاتی از رویدادها و فعالیت‌های در حال انجام اهداف اطلاعاتی به مصرف کنندگان - بر اطلاعات استراتژیک، که به مصرف کنندگان این امکان را می‌دهد تا زمانی که تولید کنندگان و مصرف کنندگان اطلاعاتی بر اطلاعات جاری تأکید داشته باشند، تسلط بر ویژگی‌های مشکلات اطلاعاتی ضروری باقی خواهد ماند و به‌عنوان ویژگی بارز تخصص تحلیلی ارزیابی می‌شود. با این‌حال، در موارد اطلاعات استراتژیک، که در آن ویژگی تحلیل از توصیف رویدادهای جاری به تخمین‌های مربوط به آینده‌های بالقوه تغییر می‌کند، تحلیل به‌طور فزاینده‌ای تئوری می‌شود و بر توسعه، کاوش، و مفاهیم چارچوب‌های مفهومی جایگزین استوار است که از طریق آن اطلاعات و مشکلات اطلاعاتی به‌دست می‌آیند. در این شرایط، اطلاعات استراتژیک شبیه فرآیند ساخت و ارزیابی مدل است، جایی که تجزیه و تحلیل به توانایی انتزاع از واقعیت، توسعه مدل‌های بالقوه، استخراج مفاهیم از مدل‌ها و مقایسه رفتارها و خروجی‌های مدل‌ها با اطلاعات مربوط به سیستم‌های هدف بستگی دارد.

مدل‌سازی مبتنی بر انتزاع و ساده‌سازی است، فعالیت‌هایی که لزوماً ویژگی‌های مشکلات خاص را در نمایش سیستم‌های هدف حذف می‌کنند. در زمینه تحلیل اطلاعات، انتزاع و ساده‌سازی به‌دلایل فرهنگی مشکل‌ساز است، زیرا تخصص تحلیل‌گران با تسلط بر جزئیات و نکات ظریف موارد خاص نشان داده می‌شود. به‌عنوان‌مثال، مدلی که محیط تجاری یک کشور را بر اساس روندهای اقتصادی و فناوری بررسی می‌کند، اما اطلاعات دقیق در مورد الگوهای مالکیت نخبگان و ارتباطات سیاسی را حذف می‌کند، به عنوان استفاده ناکافی از دانش تحلیلگران تلقی می‌شود.

چالش دیگر انتزاع و ساده‌سازی در جامعه اطلاعاتی عملیاتی است. داده‌های اطلاعاتی، به‌ویژه اطلاعات بسیار دقیق و محلی شده از منابع اطلاعات انسانی (HUMINT) و اطلاعات فنی (TE-CHINT)، ممکن است با تلاش، هزینه و ریسک زیاد جمع‌آوری شود. استفاده نکردن از تمام اطلاعات موجود به‌دلیل اینکه در یک مدل انتزاعی و نظری قرار نمی‌گیرد، می‌تواند به‌عنوان شکست در به حداکثر رساندن منابع جامعه اطلاعاتی تلقی شود، که به‌طور بالقوه باعث ایجاد تضاد بین جمع‌آوران

اطلاعات، تحلیل‌گران و مصرف کنندگان می‌شود. در محیطی که ممکن است اطلاعات کمیاب باشد، تحلیل‌گران ممکن است در برابر دور انداختن اطلاعات اندکی که در اختیار دارند مقاومت کنند. درواقع، تمایل به استفاده از همه اطلاعات موجود، به‌ویژه هنگام برخورد با اهداف سختی که فعالانه به‌دنبال انکار یا دستکاری جمع‌آوری اطلاعات هستند، درواقع می‌تواند باعث افزایش اطلاعات شود. خطر فریب، بنابراین طنز تحلیل اطلاعات این است که در مواردی که بخش‌های خاصی از اطلاعات بسیار مهم تلقی می‌شوند، اهمیت و نیاز به مدل‌های انتزاعی افزایش می‌یابد تا اطمینان حاصل شود که اطلاعات کمیاب از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تنش بین تخصص اطلاعاتی، که بر جزئیات و نکات ظریف تأکید دارد، و مدل‌سازی و طراحی، که بر انتزاع و ساده‌سازی تأکید دارد، ناشی از سوء تفاهم در مورد اینکه مدل‌ها چیستند و چگونه می‌توان آن‌ها را در روند تحلیلی به‌کار گرفت. اگر مدل‌ها به‌عنوان اشیای مستقلی در نظر گرفته شوند که گزاره‌های عینی در مورد سیستم‌هایی که نشان می‌دهند بیان می‌کنند، آنگاه دیده می‌شود که مستقیماً تخصص و تجربه تحلیلی را به‌چالش می‌کشند. این چالش استفاده از مدل‌ها حتی بیشتر خواهد شد اگر فرض شود که سادگی نمایش آن‌ها نشان دهنده سادگی سیستم هدفی است که آن‌ها نشان می‌دهند. تا زمانی که تحلیل‌گران و مصرف کنندگان مدل‌ها را عینی و واقعی بدانند، احتمالاً دو افراط بر تولید و استفاده از اطلاعات تسلط خواهند داشت. علاقه‌مندان ممکن است در دسترس بودن مدل‌ها را به‌عنوان وسیله‌ای برای جایگزینی تحلیل‌گرانی که دارای سوگیری‌های انگیزه‌ای و بی‌انگیزه هستند، با مدل‌هایی که اعتقاد بر این است که گزاره‌های عینی درباره واقعیت ارائه می‌دهند، اشتباه بگیرند و خروجی‌های آن‌ها را بدون انتقاد بپذیرند. بدبینان ممکن است مدل‌ها را تهدیدی برای نقش‌هایی که توسط تحلیل‌گران یا حتی تصمیم گیرندگان بازی می‌شود، ببینند. بنابراین به شدت در برابر استخدام آن‌ها در فرآیندهای تحلیلی و تصمیم‌گیری مقاومت می‌کنند و از مزایای بالقوه تولید کنندگان و مصرف کنندگان خودداری می‌کنند. مدل‌ها به‌طور هم‌زمان وابسته و مستقل از خالقان خود هستند. هنگامی که رسمیت می‌یابند، خارج از ذهن خالقانشان وجود دارند، بنابراین مصنوعاتی با ویژگی‌ها و قدرت عاملیت منحصر به فرد خود هستند. با این‌حال، مدل‌ها مجموعه‌ای از حدس‌ها، یا فرضیات درباره جهان باقی می‌مانند و محصول آن‌ها هستند. ذهن و ایده‌های سازندگان، بر پایه باورها، تجربه و تخصص طراحان آن‌ها نشسته است. بنابراین، مدل‌ها به بهترین وجه به‌عنوان بیان بیرونی‌شده باورهای توسعه دهندگانشان در نظر گرفته می‌شوند، خواه این باورها در مورد رفتار بازیگران و روابط در یک سیستم باشند، یا در انتخاب و کدگذاری داده‌ها، و نه به‌عنوان بازنمایی عینی درباره دنیای واقعی.

از آن‌جایی‌که مدل‌ها ساده‌تر از سیستم‌هایی هستند که نشان می‌دهند، آن‌ها اجازه می‌دهند تا بینش‌هایی از مشاهده و دستکاری آن‌ها به روش‌هایی به‌دست آید که دنیای واقعی اجازه نمی‌دهد. با این‌حال، از آن‌جا که مدل‌ها ساده‌سازی سیستم‌های پیچیده‌تر هستند، دقیقاً مانند سیستم دنیای واقعی رفتار نمی‌کنند. یکی از معروف‌ترین اظهارات در مورد مدل‌ها، که به آماردان جورج باکس نسبت داده می‌شود، چالش توسعه و استفاده از مدل‌ها را با ذکر این نکته خلاصه کرد که «همه مدل‌ها اشتباه هستند، برخی مفید هستند». تحقیق و تحلیل ماهرانه به توانایی استفاده مؤثر از مدل‌ها با درک محدودیت‌های آن‌ها و راه‌هایی که رفتار آن‌ها احتمالاً از سیستم‌های دنیای واقعی منحرف می‌شود، بستگی دارد.

اگر مدل‌ها به‌عنوان منابع پیش‌بینی‌های عینی در نظر گرفته شوند، انتزاع و ساده‌سازی تضاد مهمی ایجاد می‌کنند. از آن‌جا که مدل‌ها شامل پیچیدگی کامل سیستم واقعی تحت بررسی نیستند، هر چیزی که از مدل حذف شده است کاهش می‌یابد و به‌عنوان مقدار صفر تفسیر می‌شود. با این‌حال، نکته مهم این است که این یک نتیجه‌گیری گمراه کننده است زیرا متغیرها، بازیگران، فرآیندها و سایر ویژگی‌های از دست‌رفته تنها در دنیای مصنوعی مدل، و نه دنیای واقعی که آن را نشان می‌دهد، ارزشی ندارند. بنابراین، فضیلت مهم صرفه‌جویی که اغلب در طراحی و آزمایش مدل جست‌وجو می‌شود، باید قبل از هر چیز به‌عنوان یک ملاحظه عملی به‌جای یک حقیقت معرفتی در مورد واقعیت در نظر گرفته شود.

ماهیت عملی صرفه جویی در مدل‌ها در مقابل واقعیت، با توجه به استفاده از مدل و اطلاعات‌مندی، امری ضروری است. برای اهداف مدل‌سازی، مهم است که بدانیم راه‌های زیادی برای مقابله با مشکلات بسیار پیچیده وجود دارد. مدل‌های رسمی زمانی مؤثرتر هستند که به‌عنوان منبعی برای پاسخ‌های جزئی در نظر گرفته شوند، اغلب به‌دلیل ناتوانی آن‌ها در ایجاد نتایج خاص، جداسازی روش‌های عملکرد متغیرها یا روابط خاص، یا ساختن سیستم‌های ایده‌آلی که می‌توانند اهمیت متغیرها یا روابط را از طریق حذف آن‌ها نشان دهند. مدل‌های ساده و مقرون به صرفه ممکن است برای فرآیند تحلیل ضروری باشند، اما حضور آن‌ها نباید با این باور اشتباه شود که خود سیستم هدف ساده است.

نتیجه گیری

ABM فرصت‌های جدیدی را در اختیار تحلیل‌گران و جمع‌آوران قرار می‌دهد تا با روش‌هایی به تحلیل بپردازند که دیگر مدل‌های رسمی قادر به ارائه آن نبوده‌اند. از آن‌جایی‌که محور ABM به‌جای یک معادله، ایجاد یک جامعه مصنوعی است، شبیه‌سازی‌ها ابعاد کامل سیستم را حفظ می‌کنند

و به سیستم‌های شبیه‌سازی شده اجازه می‌دهند از منظرهای متعدد به‌طور هم‌زمان بررسی شوند. ABMها به‌جای فشرده کردن بسیاری از متغیرهای مستقل در یک متغیر وابسته، نمایش کاملی از سیستم را در طول زمان حفظ می‌کنند. در نتیجه، ABMها توانایی شبیه‌سازی سیستم‌های اجتماعی را به منظور کشف ویژگی‌های آن‌ها و همچنین ارزیابی استراتژی‌ها و قابلیت‌های جمع‌آوری بالقوه در آن به تحلیل‌گران می‌دهند. این به تحلیل‌گران اجازه می‌دهد تا روش‌هایی را که در آن تلاش‌های جمع‌آوری ممکن است مغرضانه یا گمراه کننده باشد، با توجه به پویایی‌های اجتماعی مشخص شده، اولویت‌بندی اهداف مجموعه بر اساس علایق تحلیلی، درک آسیب پذیری‌ها در برابر انکار و فریب دشمن و غیره را بهتر درک کنند.

علاوه بر شبیه‌سازی استراتژی‌های جمع‌آوری جایگزین در برابر یک هدف اطلاعات‌مند، استفاده از محاسبات تکاملی، یادگیری ماشین، و تکنیک‌های دیگر ممکن است به تحلیل‌گران و جمع‌آوران اجازه دهد تا از فناوری محاسباتی در طراحی سیستم‌های مجموعه سرمایه‌گذاری کنند. این بسیار مهم است زیرا ماشین‌ها را قادر می‌سازد تا در جست‌وجوی راه‌حل‌هایی برای مشکلات جمع‌آوری اطلاعات کمک کنند و به تحلیل‌گران و جمع‌آوران اجازه می‌دهد تا با مشکلات عقلانیت محدود و قابلیت‌های جست‌وجوی محدود که زیربنای مشکل ذهنیت‌ها در تجزیه و تحلیل هستند، مقابله کنند. بنابراین تلاقی بین مدل‌های نظری رفتار عامل و فناوری‌ها برای یافتن امکانات بزرگ پیکربندی مدل به مدل‌های رسمی اجازه می‌دهد تا در فعالیت‌هایی که معمولاً خلاقانه و فراتر از دسترس روش‌شناسی‌های دقیق در نظر گرفته می‌شوند، کمک کنند.

منابع

1-Adhikari ،A. et al. (2023) ‘Agent Based Modeling of the Spread of Social Unrest Using Infectious Disease Models’ ،ACM Transactions on Spatial Algorithms and Systems [Preprint]. Available at: https: //doi. org/10. 1145/3587463.

2-Bosse ،S. (2021) ‘Large-Scale Agent-Based Simulation and Crowd Sensing with Mobile Agents’ ،in Handbook of Computational Social Science ،Volume 2. Routledge.

3-Cartes ،C. (2022) ‘Mathematical modeling of the Chilean riots of 2019: An epidemiological non-local approach’ ،Chaos (Woodbury ،N. Y.) ،32(12) ،p. 123113. Available at: https: //doi. org/10. 1063/5. 0116750.

4-Conte ،R. and Paolucci ،M. (2014) ‘On agent-based modeling and computational social science’ ،Frontiers in Psychology ،5 ،p. 668. Available at: https: //doi. org/10. 3389/fpsyg. 2014. 00668.

5-Davis ،P. K. ،O’Mahony ،A. and Pfautz ،J. (eds) (2019) Social-Behavioral Modeling for Complex Systems. 1st edition. Hoboken ،NJ: Wiley.

6-DeAngelis ،D. L. and Diaz ،S. G. (2019) ‘Decision-Making in Agent-Based Modeling: A Current Review and Future Prospectus’ ،Frontiers in Ecology and Evolution، 6. Available at: https: //www. frontiersin. org/article/10. 3389/fevo. 2018. 00237 (Accessed: 13 January 2022).

7-Epstein ،J. M. (2002) ‘Modeling civil violence: An agent-based computational approach’ ،Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America ،99(Suppl 3) ،pp. 7243–7250. Available at: https: //doi. org/10. 1073/pnas. 092080199.

8-Frank ،A. (2017) ‘Computational social science and intelligence analysis’ ،Intelligence and National Security ،32(5) ،pp. 579–599. Available at: https: //doi. org/10. 1080/02684527. 2017. 1310968.

9-Gaeta ،A. ،Loia ،V. and Orciuoli ،F. (2021) ‘A comprehensive model and computational methods to improve Situation Awareness in Intelligence scenarios’ ،Applied Intelligence، 51(9) ،pp. 6585–6608. Available at: https: //doi. org/10. 1007/s10489-021-02673-z.

10-Jager ،W. (2021) ‘Using agent-based modelling to explore behavioural dynamics affecting our climate’ ،Current Opinion in Psychology ،42 ،pp. 133–139. Available at: https: //doi. org/10. 1016/j. copsyc. 2021. 06. 024.

11-Lemos ،C. ،Lopes ،R. J. and Coelho ،H. (2016) ‘On Legitimacy Feedback Mechanisms in Agent-Based Modeling of Civil Violence’ ،International Journal of Intelligent Systems ،31(2) ،pp. 106–127. Available at: https: //doi. org/10. 1002/int. 21747.

12-Sabzian ،H. et al. (2018) ‘A review of agent-based modeling (ABM) concepts and some of its main applications in management science’ ،Iranian Journal of Manage-

ment Studies ،11(4) ،pp. 659–692. Available at: https: //doi. org/10. 22059/ijms. 2018. 261178. 673190.

13-Scholz ،G. et al. (2021) 'Social Identity in Agent-Based Models—Exploring the State of the Art' ،in P. Ahrweiler and M. Neumann (eds) Advances in Social Simulation. Cham: Springer International Publishing (Springer Proceedings in Complexity)، pp. 59–64. Available at: https: //doi. org/10. 1007/978-3-030-61503-1_6.

14-Spoor ،B. and Rothman ،M. (2021) 'On the critical utility of complexity theory in intelligence studies' ،Intelligence and National Security ،36(4) ،pp. 555–568. Available at: https: //doi. org/10. 1080/02684527. 2021. 1893076.

15-Thron ،C. and Jackson ،E. (2015) 'Practicality of Agent-Based Modeling of Civil Violence: an Assessment'. arXiv. Available at: https: //doi. org/10. 48550/arXiv. 1501. 05838.