

## مدلسازی عامل-گرا<sup>۱</sup> و شبیه‌سازی پدیده‌های اجتماعی مسعود آموزگار

### مقدمه

در جهان ما، ذرات بنیادین، اتم‌ها را و اتم‌ها، مولکول‌ها را تشکیل می‌دهند، ساده و در عین حال پیچیده! و مولکول‌ها نیز اشیا جهان را می‌سازند. در این میان مولکول‌های پیچیده‌ی ارگانیک، سلول‌های زنده را می‌سازند و سلول‌ها نیز بافت‌ها و میکروارگانیسم‌ها را تشکیل می‌دهند و ارگانیسم‌ها نیز اکوسیستم‌ها را بوجود می‌آورند. نورون‌ها، نوع خاصی از سلول‌ها هستند که انسان را قادر می‌سازند که خودآگاه باشد. انسان‌ها در کنار هم دیگر، گروه‌ها و دیگر ساختارهای اجتماعی را تشکیل می‌دهند.

### پیچیدگی‌ها

قبلا از طریق شناسایی بخش‌ها و اجزای کلیدی و مد تقابلی آن‌ها با یکدیگر، برای هر یک از لایه‌های یک فریم‌ورک<sup>۲</sup> با روشی خاص، هویت و مفهوم آن لایه قابل توضیح بود اما هر یک از این لایه‌ها، خوشه‌ها یا انبوهی از بخش‌های پایین دستی<sup>۳</sup> نبوده‌اند؛ بلکه کلیتی پیچیده داشتند که دارای ساختارهایی مرتبط و متعامل بوده‌اند که ویژگی‌ها و نظم جدیدی را در برداشتند. با توجه به موفقیت بسیار کم روش‌های قبلی در تشریح چگونگی تبدیل (سازماندهی) یک سری اجزای ساده به یک کلیت پیچیده‌تر و کارآمدتر، روش‌های علمی جدید از جمله "علم شناخت پیچیدگی" یا "نظریه پیچیدگی" توانسته‌اند روش‌های ناکارآمد قبلی را از صحنه بیرون کنند. عموماً کلمه "پیچیدگی" به سیستم‌های پیچیده‌ی انطباقی اطلاق می‌شود. در واقع این سیستم‌های پویا از تعداد زیادی از اجزای ساده و غیرخطی تشکیل شده‌اند که می‌توانند با محیط دائماً در تغییر خود سازگار شوند. کارایی اصلی علم شناخت پیچیدگی بیشتر در این حوزه تمرکز یافته است که چگونه تقابل تعدادی از اجزای سطح پایینی به الگوهای ماکروسکوپی تاحدودی باثبات و یک‌پارچه تبدیل شده‌اند؟

### ویژگی‌های اصلی مدل‌سازی عامل-گرا

در توضیح مدل‌سازی عامل-گرا باید به تفاوت آن با روش‌های دیگر مدل‌سازی از جمله مدل‌سازی ریاضی<sup>۴</sup> مایکروسیمیه‌سازی<sup>۵</sup> و سیستم دینامیک<sup>۶</sup> اشاره کرد. این نوع مدل‌سازی شباهت زیادی به روش شی‌گرا در برنامه‌نویسی کامپیوتری دارد با این تفاوت که بر عامل خود تعیین می‌کند که چگونه با جهان خود تعامل داشته باشد و چگونه ورودی‌های گرفته از جهان خود را پردازش کند. در

<sup>۱</sup>Agent-based modeling

<sup>۲</sup>framework

<sup>۳</sup>low level

<sup>۴</sup>Mathematical Modelling

<sup>۵</sup>Micro simulation

<sup>۶</sup>System Dynamic

این روش برخلاف سیستم دینامیک هر عامل می‌تواند خود عمل متقابل با دیگر عامل‌ها را انتخاب کند و این عمل ممکن است با عمل عاملی که مقادیر درونی کاملاً مشابهی دارد متفاوت باشد. لذا می‌توان پیچیدگی‌هایی که در سیستم اجتماعی وجود دارد را با این مدل با تقریب خوبی در شبیه‌سازی‌ها نشان داد. همچنین در این روش مدل‌سازی، محدودیتی در تعداد المان‌های استفاده شده برای عامل‌ها وجود ندارد چون با وجود پردازنده‌های قوی، می‌توان میلیون‌ها عامل با المان‌های زیاد را بطور همزمان شبیه‌سازی کرد.

## مدلسازی عامل‌گرا در علوم اجتماعی

در ابتدا باید بر این موضوع تأکید شود که هدف اولیه مدل‌سازی و شبیه‌سازی عامل-گرا در علوم اجتماعی، پیش‌بینی نیست، بدین معنی که پروسه‌های اجتماعی معمولاً آنقدر پیچیده هستند که امکان همانندسازی آن‌ها وجود ندارد. پس مدل‌های عامل-گرا دارای دقت لازم برای اهدافی نظیر پیش‌بینی کردن، کارآمد نیستند.

هدف اصلی مدل‌سازی عامل-گرا کمک به ایجاد تئوری‌های جدید یا فرمالایز کردن تئوری‌های قبلی است. در واقع با توجه به پروسه‌ی فرمالایز کردن که شامل فرمول‌بندی یک تئوری است (به طوری که یکپارچگی و تمامیت آن حفظ شود)، شبیه‌سازی کامپیوتری در علوم اجتماعی همان نقش ریاضیات در علوم طبیعی را ایفا می‌کند. پس با این دید که شبیه‌سازی کامپیوتری نسبت به مدل‌های ریاضی برای علوم اجتماعی روش بسیار مناسب‌تری برای فرمالایز کردن است، می‌توان موارد زیر را از ویژگی‌های خوب مدل‌سازی عامل-گرا برشمرد:

- زبان‌های برنامه‌نویسی بسیار واضح‌تر و رساتر هستند و انتزاع کمتری نسبت به تکنیک‌های ریاضی دارند.
- با برنامه‌های کامپیوتری به راحتی می‌توان پروسه‌های موازی را پیاده‌سازی کرد تا با معادله‌های ریاضی.
- برنامه‌ها براساس مبانی مهندسی نرم‌افزار ساخته می‌شوند، بنابراین ساخت‌یافته‌تر هستند و این باعث تسهیل ویرایش آن‌ها می‌شود که معمولاً سیستم‌های ریاضیاتی فاقد این ویژگی هستند.
- امکان شبیه‌سازی سیستم‌هایی با عامل‌های همگن بسیار ساده‌تر است (برای مثال برای شبیه‌سازی مردمی متفاوت در نگاه اجتماعی آن‌ها، میزان دانش و توانایی‌هایشان) که این امر با استفاده از ریاضیات نسبتاً سخت‌تر است.
- امکان مدل کردن عامل‌هایی با عقلانیت محدود<sup>۷</sup> که با توجه به موقعیت و میزان دانشی که دارند تصمیم می‌گیرند.
- امکان مدل کردن پروسه‌هایی خارج از تعادل.

## محیط‌ها و ابزارهای مدل‌سازی عامل-گرا

محیط‌های رایجی که برای مدل‌سازی عامل-گرا رایج هستند، عبارتند از:

NetLogo, Mason, Repast

که از حوصله‌ی این متن خارج است که هرکدام بررسی شوند. ولی نکته‌ی مهم و جالبی که نباید فراموش کرد این است که بیشتر ابزارهای مدل‌سازی عامل-گرا بر پایه‌ی زبان‌های برنامه‌نویسی جاوا<sup>۸</sup> یا پایتون<sup>۹</sup> هستند که این بخاطر راحتی در مدل کردن سیستم‌های چندعاملی توسط این زبان‌ها است. از جمله آخرین کتابخانه که برای مدل‌سازی عامل-گرا برای زبان برنامه‌نویسی جاوا آمده است می‌توان به JADE اشاره کرد که به نظر می‌رسد قدرتمندترین آن‌ها نیز باشد.

<sup>۷</sup>Boundedly rational

<sup>۸</sup>Java

<sup>۹</sup>Python

- [1] N. Gilbert, *Agent-Based Models* , London: Sage Publications, 2007.
- [2] N. Gilbert and K. G. Troitzsch , *Simulation for the social scientist* , Buckingham, Philadelphia: Open University Press, 1999.
- [3] I. Lusic, *Agent based modeling of collective identity Testing constructivetheory* , Journal of Artificial Societies and Social Simulation , 1, 2000.
- [4] A. Srbljinovic and O. Skunca , *An introduction to agent based modeling and simulation of social processes* , Interdisciplinary description of complex systems , 1-8, 2003.