

هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي؟^(*)

أ.د.م. مينا سبيني يوسف فانوس

أستاذ فلسفة العلوم المساعد،

قسم الفلسفة، كلية الآداب، جامعة القاهرة

الملخص:

أحد أغراض استخدام عمليات المحاكاة الحاسوبية الحصول على فهم أفضل لبعض معالم العالم الاجتماعي. ومن الأمثلة المعروفة جيداً نسبياً استخدام المحاكاة في البحث الديمغرافي، أو محاكاة الاقتصادات الوطنية، أو اكتشاف عواقب النظريات في «المجتمع الاصطناعي». ومع ذلك، تواجه هذه العمليات عقبات أقوى بكثير في العلوم الاجتماعية منها في معظم العلوم الطبيعية، وينتاب بعض علماء الاجتماع شكوك حول فائدتها في دراسة الظواهر الاجتماعية. على سبيل المثال، يُستخدم مصطلح **الوكيل** بشكل متكرر داخل الذكاء الاصطناعي. وعادة ما يُستخدم مفهوم الوكالة عند تطبيقه على الأشخاص؛ للتعبير عن الطبيعة الهادفة للنشاط البشري. وبالتالي نجده مرتبط بمفاهيم، مثل: الاعتقادات، والرغبات، والدوافع، والعواطف؛ أي تلك المفاهيم التي دائماً ما تنطبق على الأشخاص، لا على البرامج الحاسوبية، مما يثير السؤال عن مدى جدوى فكرة الوكالة داخل الذكاء الاصطناعي. ويرتبط مفهوم **الانبثاق** ارتباطاً وثيقاً ببنى ومفاهيم فئوية ماكروية، مثل: الطبقة، أو الثقافة، أو النظام، التي هي عبارة عن عواقب ماكروية للعمليات التوليدية الأساسية، يمكن استكشافها عن طريق عمليات المحاكاة. لكن إلى أي حد تؤسس المجتمعات الاصطناعية ظواهر اجتماعية؟ إلى أي حد تكشف هذه المجتمعات عن تأثيرات

^(*) المؤتمر الدولي: الذكاء الاصطناعي ومستقبل العلوم الإنسانية نوفمبر ٢٠٢٤ - كلية الآداب — جامعة القاهرة.

د. مينا سיתי يوسف: هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي

مفاجئة غير متوقعة؟ هل توفر المجتمعات الاصطناعية مختبراً لعلماء الاجتماع؟ وإذا كان هناك عدة تحديات تقف عائقاً أمام صحة نتائج نماذج المحاكاة في العلوم الاجتماعية، فكيف نعرف أن المحاكاة تحاكي الظاهرة الفعلية بشكل صحيح؟ وتناقش هذه الدراسة تلك الاسئلة، كما تتعرض لمشكلات تطبيق عمليات المحاكاة الحاسوبية داخل الحقول الاجتماعية ومزاياها أيضاً، وذلك عن طريق التحليل النقدي المقارن لها. وتخلص هذه الدراسة إلى أن لعمليات المحاكاة الحاسوبية معالم مميزة، تجعلها أداة تجريبية افتراضية جديدة مثمرة.

الكلمات المفتاحية: المحاكاة الحاسوبية، الوكيل، الانبثاق، المجتمع الاصطناعي، الصحة.

Can Computer Simulation yield Knowledge about the Social World?

Abstract

One purpose of using computer simulations is to gain a better understanding of some features of the social world. Relatively well-known examples include the use of simulation in demographic research, simulating national economies, or discovering the consequences of theories in “artificial society.” However, these processes face much stronger obstacles in the social sciences than in most natural sciences, and some social scientists have doubts about their usefulness in studying social phenomena. For example, the term **agent** is frequently used within artificial intelligence. The concept of agency is usually used, when applied to people; to express the purposeful nature of human activity. Thus, it is linked to concepts such as beliefs, desires, motives, and emotions, that is, concepts that always apply to people, not to computer programs. This raises the

question of how feasible the idea of agency within artificial intelligence is. The concept of **emergence** is closely linked to macro-categorical structures and concepts such as class, culture, or system that are macro-consequences of basic generative processes, which can be explored through simulations. Here some questions arise: to what extent do artificial societies create social phenomena? To what extent do these societies reveal surprising, unexpected effects? Do artificial societies provide a laboratory for social scientists? If there are several challenges that hinder the **validity** of the results of simulation models in the social sciences, how do as one know that the simulation correctly simulates the actual phenomenon? Through a comparative critical analysis, this study investigates these questions, and also addresses the problems of computer simulations application within the social fields and their advantages as well. This study emphasizes that computer simulations have distinctive features that make them a fruitful new virtual experimental tool.

Keywords: Computer Simulation, Agent, Emergence, Artificial Society, Validation.

مقدمة

لقد كان معظم العلم حاسوبياً لعدة عقود؛ إذ كان لأجهزة الحاسوب دوراً مركزياً وجوهرياً في النشاط العلمي. ومكنت سرعة الحواسيب الرقمية الحديثة ومرونتها، وتقنيات الذكاء الاصطناعي، من استخدام عمليات المحاكاة كبداية لمناهج التحقيق العلمي التقليدية أو إضافة لها. وظهرت أولى عمليات المحاكاة الحاسوبية في مشروع مانهاتن خلال الحرب العالمية الثانية لنمذجة

عملية تفجير نووي، ثم في مشروع الهدف منه النهوض بكل البحوث المتعلقة بالتنبؤ بالطقس وتطوير الأسلحة النووية. ومنذ ذلك الحين أصبح لا غنى عنها في جميع المجالات العلمية التي استعاضت -بشكل جزئي- عن النشاط التجريبي المختبري الاعتيادي بنشاط مختبري حاسوبي.

وأحد أغراض المحاكاة الحاسوبية الحصول على فهم أفضل لبعض معالم العالم الاجتماعي. والسبب الرئيس وراء زيادة اهتمام علماء الاجتماع بالمحاكاة الحاسوبية هو قدرتها على المساعدة في الاكتشاف والصياغة. فيمكن لعلماء الاجتماع بناء نماذج بسيطة للغاية تُركز على بعض الجوانب الصغيرة للعالم الاجتماعي، واكتشاف عواقب نظرياتهم في «المجتمع الاصطناعي artificial society» الذي شيده.

استُخدمت عمليات المحاكاة الحاسوبية في الفيزياء منذ أربعينيات القرن العشرين فصاعدًا، كما استُخدمت أجهزة الحاسوب في الذكاء الاصطناعي في وقت مبكر من أواخر خمسينيات القرن العشرين. ومع ذلك، قاومت بعض الحقول الإنسانية والاجتماعية تلك المناهج، وما زالت تفعل، فبقدر ما هو شائع تعني هذه الحقول بالمناهج السائدة المقبولة فحسب. فعادة ما كان تطوير النماذج الحاسوبية وعمليات المحاكاة الحاسوبية في تلك العلوم أمرًا حديثًا نسبيًا للغاية. وقوبلت محاولات استخدام العلوم الحاسوبية للتنبؤ بالسلوك الاجتماعي والاقتصادي بشكوك عالمية في ستينيات وسبعينيات القرن العشرين. وبشكل عام؛ يمكن القول إنه ما زالت عمليات المحاكاة الحاسوبية غير مقبولة عند بعض علماء الاقتصاد.

لقد حظيت المحاكاة الحاسوبية في العلوم الاجتماعية بولادة متعثرة. ومع ذلك تغير الوضع بشكل راديكالي في أوائل التسعينيات، نتيجة لتطوير النماذج متعددة الوكلاء التي وعدت بمحاكاة أفراد مستقلين وللتفاعلات الواقعة بينهم. ولقد انبثقت هذه الفرص من التقنيات المستوردة من دراسة الديناميكيات غير الخطية (يمكن أن تقود الشروط الابتدائية فيها إلى حالات نهائية مختلفة

إلى حد كبير)، ومن أبحاث الذكاء الاصطناعي. علاوة على ابتكار نماذج تسمى الأوتوماتا الخلوية cellular automata، سنتناولها بالتفصيل فيما بعد.

يعود تاريخ أول استخدام للمحاكاة الحاسوبية في حقل علم الاجتماع إلى الستينيات. وظهرت خلال السبعينيات تطورات جديدة في تقنيات العتاد الصلب hardware والعتاد المرن software، قادت الميثودولوجيات القائمة في المجالات الأخرى إلى مزيد من عمليات استخدام النماذج الحاسوبية الأكثر تعقيداً وتطوراً. خلال هذه الفترة عرف عالم الحاسوب "جاي رايت فورريستر Jay Wright Forrester" ديناميكيات النظم المستخدمة على نطاق واسع لتعريف عمليات المحاكاة الحاسوبية في العلوم الاجتماعية، بأنها نموذج لتحليل متغيرات نظام كلي^(١). وحالياً عملت التقنيات المشتقة من الذكاء الاصطناعي ونظريات النظم التكيفية المنظمة ذاتياً على ارتقاء أنواع جديدة من النماذج، مثل: الأوتوماتا الخلوية، والنظم متعددة الوكلاء، والخوارزميات الجينية.

لا يوجد تعريفاً دقيقاً للمحاكاة الحاسوبية، وإنما عدداً من التعريفات المتفاوتة. فقد اقترح "بول همفريز Paul Humphreys" عام (٢٠٠٤) تعريفاً لعمليات المحاكاة الحاسوبية، بُني بناء على فكرة القالب النظري، تلك التي تم تعريفها ضمناً كعلاقة عامة بين الكميات المشخصة لنظام. ويمكننا جعل قالب نظري أقل عمومية من خلال تحديد بعض متغيراته. فعندما تصبح النتيجة قابلة للحوسبة، ينتهي بنا المطاف إلى قالب حوسبي. وعندما يمنح قالب حوسبي تأويل، افتراضات بناء، وتبرير مبدئي، يصبح نموذجاً حوسبياً. وأخيراً، يعرض "همفريز" التوصيف التالي:

"يُطرح النظام (ظ) محاكاة أساسية للموضوع أو العملية (ع) فقط في حالة ما إذا كان (ظ) جهازاً حاسوبياً مادياً ينتج، عبر عمليات زمنية، حلولاً لنموذج حوسبي... ويمثل (ع) بشكل صحيح، إما استاتيكيّاً أو ديناميكيّاً. علاوة على أنه إذا النموذج الحاسوبي المُستخدم من قِبَل (ظ) يمثل بشكل صحيح بنية النظام الفعلي (ف)؛ فسنجد حينئذ أن (ظ) يوفر محاكاة أساسية

للنظام (ف) فيما يخص (ع)"(٢).

ويمكن القول مبدئيًا إن المحاكاة نوع خاص من النمذجة modeling. وتعد عملية بناء نموذج طريقة معترف بها لفهم العالم، شيئًا نفعله طوال الوقت، ولكنه أمر صقله العلم بشكل عام، والعلوم الاجتماعية بشكل خاص، وأضفى عليه طابعًا صوريًا. ويعد النموذج تبسيط -أصغر أو أقل تفصيلًا أو أقل تعقدًا أو كل ذلك معًا- لبعض البنيات أو النظم الأخرى. فمن المعترف به أن نموذج الطائرة طائرة، حتى لو كان أصغر بكثير من طائرة حقيقية، ولا يحوي أي من نظم تحكمها المعقدة. والنماذج الإحصائية هي الأكثر صلة بالعلوم الاجتماعية، وتستخدم للتنبؤ بقيم المتغيرات التابعة. وعلى شاكلة النماذج الإحصائية تمتلك عمليات المحاكاة مُدخلات ومُخرجات يتم ملاحظتها أثناء عمل المحاكاة. وغالبًا ما تكون المُدخلات هي السمات اللازمة لجعل النموذج يتطابق مع بعض الإعدادات الاجتماعية المُحددة، وتصبح المُخرجات هي سلوكيات النموذج عبر الزمن.

وهناك مجموعة متنوعة من عمليات المحاكاة الحاسوبية ونماذجها، وتتضمن هذه العمليات استخدام أجهزة الحاسوب لتمثيل سلوك نظم والتحقيق فيها. وقد تكون الآلات الحاسوبية رقمية أو تناظرية. وفي كلتا الحالتين، قد تكون الحسابات حتمية أو غير حتمية. وفي النهاية يمكن تجميع أنواع مختلفة من النماذج الحاسوبية الرياضية والفيزيائية عبر العلم، كالنماذج القائمة على المعادلة، والنماذج القائمة على الوكيل، والنماذج المزدوجة أو النماذج متعددة المقاييس وغيرها، واستخدام جميع المناهج الحاسوبية المهمة أو الأطر الرياضية لتنفيذ عمليات محاكاة حاسوبية.

وقد يكون هذا التفكير التحليلي في حالة النماذج المعقدة، خصوصًا إذا كان التعيين غير خطي، صعبًا للغاية أو مستحيلًا. وعادة ما تكون المحاكاة في هذه الحالات هي السبيل الوحيد. وتعني المحاكاة تشغيل النموذج للأمام عبر زمان (مُحاكٍ)، ومراقبة ما يحدث. ودائمًا ما تكون الشروط الابتدائية، أي

الحالة التي يبدأ منها النموذج، مهمة. فغالبًا ما تختلف الديناميكيات للغاية اعتمادًا على الشروط الابتدائية الدقيقة المستعملة. وبينما يُشدد بعض المنذجين الإحصائيين أو المحاكين على الرغبة في الفهم، يؤكد غيرهم أهمية صنع تنبؤات. يبدأ المرء إذن بتحديد اللغز، وهو سؤال جوابه غير معروف، وسيصبح هدف البحث بأكمله. ويقودنا هذا إلى تعريف الهدف للنمذجة. وعادة ما ستكون هناك حاجة إلى بعض الملاحظات حول الهدف لتوفير البارامترات والشروط الابتدائية لنموذجنا. ومن ثَمَّ، يمكن للمرء بعد ذلك صنع بعض الافتراضات وتصميم النموذج، ربما في هيئة برنامج حاسوبي. ويتم إنجاز المحاكاة نفسها عن طريق تنفيذ هذا البرنامج، ويُسجل ناتج المحاكاة. إننا نحتاج إلى ضمان أن النموذج مُنفذ بشكل صحيح، ويعمل على نحو ما هو مقصود. وهذا هو التحقق verification، أي استئصال أكبر قدر من الأخطاء. تأتي بعد ذلك خطوة التأكد من الصحة validation، وهي ضمان أن سلوك النموذج مطابق لسلوك الهدف. وفي النهاية يحتاج المرء إلى معرفة درجة حساسية النموذج تجاه التغيرات الطفيفة التي قد تقع في البارامترات والشروط الابتدائية.

إنه بحث واقع على «المجتمعات الاصطناعية» كمختبرات، نحاول فيها زرع بنيات اجتماعية معينة في الحاسوب، بهدف اكتشاف الآليات المحلية الأساسية أو الميكرو الكافية لتوليد البنيات الاجتماعية الماكرو والسلوك الجماعي موضع الاهتمام. وتتضمن عملية بناء النموذج إما كتابة برنامج حاسوبي خاص أو استخدام واحدة من عدة حزم أو صناديق عدة جاهزة بالفعل للمساعدة في تطوير عمليات المحاكاة. وتستخدم العلوم عمليات المحاكاة لأغراض متعددة: كالإثبات والتنبؤ والتفسير الكلي أو الجزئي أو المحتمل وصياغة السياسات.

ويعد العالم السياسي "روبرت أكسلورد" **Robert Axelrod** هو الرائد في دراسة الظواهر الاجتماعية بمساعدة الحاسوب. ففي عام ١٩٨٠

د. مينا سيتي يوسف: هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي

أطلق "أكسلورد" مسابقة بين الخبراء في نظرية المباراة من حقول مختلفة^(٣). وتمثل التحدي في التوصل إلى إستراتيجية لمباراة معضلة السجين^(٤) المعادة ليتم لعبها في بطولة حاسوبية. جمع "أكسلورد" إستراتيجيات مجموعها خمس عشرة، وكان على المشاركين اللعب لمائتي جولة في كل البطولة. وتبين في نهاية البطولة أن الإستراتيجية الرابحة من أبسط وأقدم إستراتيجيات التعاون البشري، ألا وهي واحدة بواحدة. وكانت عمليات المحاكاة الحاسوبية مفيدة لهذا الغرض بالتحديد، بوصفها تمكن العلماء من التركيز على الجوانب التكرارية للتفاعلات الإستراتيجية، وليس على جودة الإستراتيجيات في حد ذاتها.

هكذا أصبح بالإمكان دراسة أية إستراتيجيات تبقى، وأيها تنقرض، وأيها تتعايش. ويمكن عبر المحاكاة الحاسوبية تمثيل الوكلاء الآليين بشكل أكثر واقعية من ذي قبل، على سبيل المثال كأفراد ذوي عقلانية محدودة ولديهم قيود تعلم وذاكرة. لتدرس عمليات المحاكاة كيفية انبثاق الظواهر الاجتماعية وتطورها عبر تفاعلات الأفراد وبيئتهم عن طريق تحليل كيفية وقوع ديناميكيات الظواهر الاجتماعية المعاد إنتاجها، بعد أن وقعت في العالم الاجتماعي. ويمكن عبر المحاكاة الحاسوبية تمثيل دور المتغيرات الفردية والبنوية والمؤسسية في هيئة واقعية معينة، يُزعم أنها تساعد على أسر تعقد ترابطها. ولا تساعد عمليات المحاكاة الحاسوبية على تجنب الأخطاء الشائعة في الحسب، بل قد تكشف أيضاً عن جوانب ذات الصلة بالنظام تم التقليل من شأنها أو تجاهلها. كما تحظى بوظائف إرشادية: فإنها تثير حسنا، ويمكن أن تساعدنا على استكشاف فروض جديدة، وتمكننا من التصوير العياني لنتائج مشكلة بطرق فعالة.

ولما كانت عمليات المحاكاة الحاسوبية قد أصبحت أدوات شائعة بشكل متزايد في العلوم الاجتماعية؛ ولدت شعبيتها ردود فعل مختلطة بين علماء الاجتماع. يكتب المدافعون عنها عن مزاياها، وينظرون إليها بوصفها أداة قوية ستحول العلوم الاجتماعية من خلال تحقيق الدقة والصرامة في

النظريات الاجتماعية. ويمكننا عبر استخدام سرعة وقوة الحواسيب الحديثة فحص عواقب القواعد المعقدة ودراسة ديناميكيات النظم الكبيرة. مما يجعلها الأداة المفضلة للتعامل مع التعقيدات المتأصلة في مجال العلوم الاجتماعية. ومن ناحية أكثر عمومية تجعل عملياتها العلوم الاجتماعية أكثر انسجاماً مع التطورات الأخيرة في العلوم الرياضية والطبيعية. بينما عبر معارضو استخدامها في العلوم الاجتماعية عن قلقهم من أن أهم جوانب العلوم الإنسانية والاجتماعية لا يمكن أسرها بواسطة أداة صورية، وبالتالي لا يمكن لعمليات المحاكاة الحاسوبية أن تصف بالكامل ثراء العمليات النفسية والاجتماعية. فالبشر، خصوصاً في السياق الاجتماعي، معقدون للغاية بحيث لا يمكن فهمهم عن طريق برنامج محاكاة. ففي الواقع الاجتماعي تعتمد نتيجة معظم العمليات ومحصلتها على عدة عوامل.

وفي العلوم الاجتماعية احتمالية صنع افتراضاً كاذباً أعلى منها في العلوم الطبيعية. مع الأخذ في الاعتبار تعددية العوامل التي تؤثر على كل عملية اجتماعية. وليس من الممكن أن تكون جميع افتراضات عمليات المحاكاة صحيحة. علاوة على أن كثير من العوامل الحاسمة للتنبؤ من المستحيل عملياً وبشكل خاص أخذها في الاعتبار داخل عمليات المحاكاة الحاسوبية. فعلى سبيل المثال، قد يعتمد قرار ما على خبرات طفولة شخص وعواطف اللحظة. وستولد عمليات المحاكاة الحاسوبية المخرج الذي يعتمد على المدخل في المحاكاة. وبهذا الصدد لن تتولد أية معرفة عن طريق تشغيل عمليات المحاكاة الحاسوبية لوجود كل المعارف منذ البداية. وتبعاً لمعارض عمليات المحاكاة الحاسوبية، تقلل عمليات المحاكاة عمومًا من فهمنا للعمليات الاجتماعية عبر عرض سراب من الوصف الدقيق. وعلى أفضل الأحوال يصرف هذا الانتباه عن تلك النظريات التي تستهدف الفهم العميق لطبيعة العمليات الاجتماعية. بينما على أسوأ الأحوال يمكن أن يدمر هذا ثراء التراث الإنساني في العلوم الاجتماعية. ومجال العلوم الاجتماعية مجالاً بينياً متعدد التخصصات، يركز

على الكائن البشري الفرد باعتباره ذي صلة وثيقة بالتأثيرات البيولوجية والثقافية والاجتماعية والتاريخية والاقتصادية والسياسية، كما يركز على المجتمع الذي يمكن وصفه بأنه نظاماً معقداً ذاتي التنظيم، يصعب استكشاف طبيعته بمساعدة المحاكاة الحاسوبية.

ولتوفير صورة واضحة عن الإشكالية، نتعرض لمجموعة من القضايا الإستمولوجية والميثودولوجية التي غالباً ما يتم التعبير عنها من ناحية نزاعات حية على هيئة ثنائيات على النحو التالي: التفسيرات التوليدية في مقابل التفسيرات العلية عبر المحاكاة، معاني الانبثاق وأشكاله في مواجهة المعاني الأنطولوجية والإستمولوجية، التجريد النظري في مقابل الأسس الإمبريقية، الأغراض النظرية في مقابل الأغراض العملية. كما نتناول السؤال عن أفضل مناهج للقيام بأبحاث محاكاة في العلوم الاجتماعية من منظور تاريخي وفلسفي. ذاهبين إلى أن للنقاش داخل المحاكاة الاجتماعية عدة صلات بالمناقشات التي تردد صداها على مر السنين داخل مجتمع العلوم الاجتماعية الأوسع حول طبيعة المعرفة الاجتماعية والافتراضات الإستمولوجية والميثودولوجية المناسبة التي يجب أن تقوم عليها أبحاث العلوم الاجتماعية.

مشكلة مصطلح الوكيل

يُستخدم مصطلح «الوكيل Agent» بشكل متكرر في العلوم هذه الأيام. ويبدو أن المعنى الأصلي للوكالة شخص ينوب عن شخص آخر. ولكننا نجد غالبية مستخدمي الذكاء الاصطناعي يشيرون به إلى كيان آلي يعمل بشكل متواصل، ومستقل ذاتياً، في بيئة تقع بها عمليات أخرى، ويوجد بها وكلاء آخرون. ولا تعد هذه الخاصية الموحدة المفترضة بين مستخدمي المصطلح في الذكاء الاصطناعي دقيقة. ومع ذلك، أخذ المصطلح في الانتشار يعني عدم حاجة نشاطات الوكلاء توجيهه أو تدخل إنساني ثابت، وإنما هم وكلاء آليون. وأصبح الوكيل هو الكيان الذي ينظر إلى حالته بوصفها مؤلفة من مكونات عقلية مثل: الاعتقادات والقدرات والاختيارات والالتزامات.

على سبيل المثال، اقترح الفيلسوف الأمريكي "دانييل دينيت" Daniel Dennett "الموقف القصدي" الذي ينسب فيه للنظم كفاءات عقلية مثل: المقاصد وحرية الإرادة^(٥). وليست المسألة بالنسبة إلى "دينيت" ما إذا كان النظام قصدياً بالفعل، وإنما إذا كان يمكننا اعتباره كذلك. وعلى الرغم من هشاشة فكرة الوكالة في الذكاء الاصطناعي، فإن عزو معالم معينة مثل: المقاصد والرغبات وغيرها لآلة أو برنامج حاسوبي أصبحت مسألة شائعة ومشروعة؛ نظراً للحاجة إلى هذه الكفاءات العقلية. فليس لدينا معرفة حسنة بعمل النظم المعقدة التي على شاكلة الروبوتات، لذا غالباً ما يكون من الأنسب توظيف هذه المصطلحات العقلية ونسبها إليها.

وتعد الأوتوماتا الخلوية أداة من الأدوات المهمة في محاكاة الديناميكيات المعقدة للوكلاء. وأول من عرفها هم عالمي الحاسوب "جون فون نيومان John Von Neumann" و"ستانيسلو أولام Stanislaw Ulam" في نهاية الأربعينيات^(٦)، لصنع نماذجاً محاكية للتطور البيولوجي والتكاثر الذاتي. وبفضل القوة المتزايدة للتقنيات الحاسوبية استُخدمت هذه التقنية لاحقاً في العلوم والهندسة، ثم أصبحت أداة شائعة في العلوم الاجتماعية وبعض العلوم الإنسانية، كونها توفر سبيلاً لدراسة الظواهر الاجتماعية أو الاقتصادية أو التاريخية أو السياسية عن طريق فحص تفاعلات الأفراد المتكررة التي تقود إلى نشوء الظاهرة موضع الاهتمام.

ويمكن من بعض النواحي تأكيد تشابه الأوتوماتا الخلوية مع النظم متعددة الوكلاء، بمعنى كونها نوعاً معين خاص من النظم القائمة على الوكيل التي للوكلاء فيها وظائف محددة في الشبكة، ومتجانسين في سلوكهم وطريقة تفاعلهم. إذ تتضمن المحاكاة القائمة على الوكيل مجموعة من الوكلاء ومجموعة من القواعد الواصفة لسلوك هؤلاء الوكلاء. يتفاعل الوكلاء مع بعضهم بعضاً ومع البيئة، وعادة ما تُجلب هذه التفاعلات المحلية ظواهر مفاجئة على المستوى الاجتماعي. وأحد أهداف المحاكاة هنا تحديد نوع الحالة

النهائية القصوى للانبثاق Emergence، والتحقق من الخواص المنبثقة لنظام اجتماعي. فإن نوع التفاعل المحدد على المستوى الميكرو يمكن أن يقود إلى تنظيم نهائي للنظام من الاستحالة التنبؤ به عبر تحليل الوحدات الفردية وحدها. وتسمح لنا محاكاة نموذج من هذا النوع بالتحقيق في أي نوع من النظام ينبثق من السلوك الفردي، كدراسة انبثاق الآراء العامة أو تطور التعاون أو ديناميكيات الصراعات المختلفة. جانب إيجابي آخر لهذا المنهج هو بساطته؛ إذ يتم صوغ سلوك كل وحدة بطريقة بسيطة للغاية، ليصبح بالإمكان تطوير تفسيرات للظواهر المعقدة بناء على قواعد قليلة للمكونات الفردية، علاوة على سهولة فهم نتائج المحاكاة؛ لإمكانية تمثيلها في تجسيد مرئي Visualization (تمثيل البيانات المُجمعة كمخرجات للعين المجردة).

وعادة ما يكون الوكلاء في نماذج المحاكاة القائمة على الوكيل مزودين بخواص مهمة على المستويات الإدراكية المعرفية والاجتماعية. والوكلاء إرشاديون من حيث اتباعهم قواعد سلوكية بسيطة يمكن تأويلها بأنها عادات ومعايير وما شابه. كما أنهم يتكيفون أيضاً؛ كونهم يستجيبون لردود الفعل الآتية من بيئتهم عبر التعلم والتطور. والوكلاء مستقلون، وقادرون على تغيير جوانب بيئتهم لتحقيق أهدافهم، وإن كانت استقلاليتهم مقيدة باعتمادهم على بعضهم بعضاً عن طريق اعتقاداتهم وسلوكياتهم. كما تسمح ميثولوجيا المحاكاة القائمة على الوكيل بنمذجة الوكلاء غير المتجانسين الذين يختلفون في اعتقاداتهم وأهدافهم وقواعد سلوكهم. ويمكن تضمين الوكلاء في شبكات، بحيث تصبح ديناميكيات المجموعات نتائج منبثقة من تفاعلات محلية. وتسمح المحاكاة القائمة على الوكيل للوكلاء بتغيير مواقعهم المكانية أو قطع العلاقات مع جيرانهم، والبحث عن علاقات جديدة. كما يمتاز الوكلاء بالاستباقية، فبالإضافة إلى تفاعلهم مع بيئتهم، يمكنهم أخذ زمام المبادرة والانخراط في سلوك موجه نحو هدف.

ويُشار أحياناً إلى النماذج القائمة على الوكيل للعمليات الاجتماعية

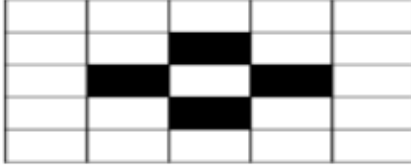
بتعبير «المجتمعات الاصطناعية»؛ إذ تتبثق في هذه المقاربة البنيات الاجتماعية الأساسية وسلوكيات المجموعات عبر تفاعل الأفراد العاملين في بيئات اصطناعية وفق قواعد توضع في حدود معلومات الوكيل وقدرته الحاسوبية. إنها مختبرات، نحاول فيها زراعة بنيات اجتماعية في الحاسوب، بهدف اكتشاف الميكانيزمات المحلية الأساسية أو الميكروية الكافية لتوليد البنيات الاجتماعية الماكروية والسلوكيات الجماعية موضع الاهتمام. وبشكل عام تتألف هذه المختبرات من ثلاثة مكونات أساسية؛ الوكلاء، والبيئة أو الفضاء، والقواعد.

تتألف الأوتوماتا الخلوية من عدة آلاف أو حتى ملايين من الخلايا المتماثلة المرتبة في شبكة منتظمة. ويمكن وجود الخلايا في خط طويل ذي بُعد واحد أو صف مستطيل أو حتى أحياناً في مكعب ثلاثي الأبعاد. وقد تمثل الخلايا في حالة عمليات المحاكاة الاجتماعية أفراداً أو ممثلات جماعية كالبلدان. وربما تكون كل خلية في حالة من بضع حالات (عامله أو متوقفة، حية أو ميتة، داعمة لأحد الأحزاب السياسية أو غير داعمة، مُنحازة للأصل العرقي أو غير مُنحازة، متعاونة أو غير متعاونة مع الآخرين). ويتقدم الزمن خلال المحاكاة في خطوات، وقد تتغير عند كل خطوة زمنية حالة كل خلية. وتُحدد حالة الخلية بعد أية خطوة زمنية عن طريق مجموعة من القواعد التي تحدد كيفية اعتماد هذه الحالة على الحالة السابقة للخلية نفسها وحالات خلاياها المجاورة لها. وتستخدم القواعد نفسها لتجديد حالة كل خلية في الشبكة^(٧).

استُخدمت الأوتوماتا الخلوية في مجالات العلوم الفيزيائية والرياضيات والبيولوجيا، واحتلت أهمية كبيرة في العلوم الاجتماعية. وأفضل استعمال لها هو نمذجة المواقف التي التفاعلات فيها محلية؛ لكون القواعد فيها غالباً ما تخص حالات الخلايا الأخرى التي في أحياء الخلية، ومن أشهرها حي مور (عبارة عن الخلايا الثمانية المحيطة بالخلية كجيران يؤثران على حالتها)،

د. مينا سيتي يوسف: هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي

وحي فون نيومان (عبارة عن الأربع خلايا التي تحيط بالخلية من الشمال والشرق والجنوب والغرب فحسب) (انظر الشكل (١)). وتعد مباراة الحياة Game of life لـجون هيرتون كوناوي John Horton **Conway** " أفضل مثال معروف على الأوتوماتا الخلوية.



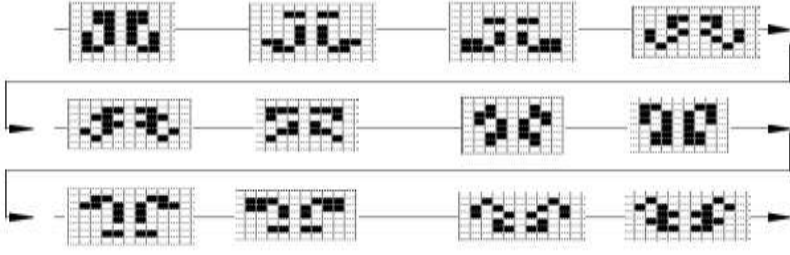
حي فون نيومان



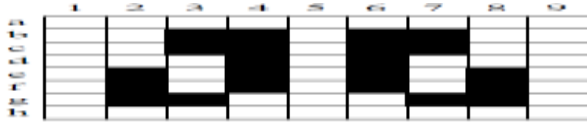
حي مور

(الشكل (١))

يمكن للخلية الواحدة أن تبقى على قيد الحياة في مباراة الحياة إذا حظيت باثنين أو ثلاث خلايا حية في حيها القريب الفوري، حي مور، وتموت دون هؤلاء الرفاق؛ إما من الازدحام إذا حظيت بكثير من الجيران الأحياء، أو من الوحدة؛ إذا لم يكن لها سوى قليل للغاية منهما. وبهذا هناك قاعدتان فقط لمباراة الحياة: (١) تبقى الخلية الحية حية، إذا حظيت باثنين أو ثلاثة من جيرانها الأحياء، وفيما عدا ذلك تموت. (٢) تبقى الخلية الميتة ميتة ما لم تحظ بثلاثة جيران أحياء، فإذا ما حدث ذلك تصبح حية. وما يثير الدهشة إمكانية أن تتولد العديد من الأنماط المتغيرة لخلايا الحياة والموت عن طريق هاتين القاعدتين فحسب. ويوضح الشكل (٢) تطور نمط صغير من الخلايا عبر ١٢ خطوة زمنية. ولتشكيل انطباع حول كيفية عمل مباراة الحياة في الممارسة دعنا نتبع القواعد باليد للخطوة الأولى، مما يظهر بشكل مكبر في الشكل (٣). الخلايا السوداء هي «الحية» والخلايا البيضاء هي «الميتة» (انظر الشكل (٣))^(٨).



الشكل (٢)



الشكل (٣)

تبدو محاكاة الأوتوماتا الخلوية هنا من صميم عمل الحاسوب^(٩). فإن تنفيذ العملية باليد مضجر للغاية، ويحظى باحتمال كبير لارتكاب الأخطاء. وتعد مباراة الحياة واحدة من عائلة نماذج الأوتوماتا الخلوية التي تقوم جميعها على فكرة الخلايا الواقعة على شبكة، لكنها تتفاوت في القواعد المستخدمة لتجديد حالات الخلايا وفي تعريفها لأي من الخلايا تعد جيران. فإن مباراة الحياة تستخدم مثلاً على نحو ما رأينا حي مور، بينما من عائلة هذه النماذج أيضاً نموذج التعادل parity model الذي يستخدم حي فون نيومان، وله قاعدة واحدة: تصبح الخلية حية أو ميتة بناء على ما إذا كان مجموع عدد الخلايا الحية فردي أو زوجي. كما أن هناك النماذج الأحادية البعد، فالشبكات المستخدمة حتى الآن ثنائية البعد، ولكن من الممكن أيضاً استخدام شبكات أحادية أو ثلاثية الأبعاد، ولها قواعدها المختلفة^(١٠).

وتكمن أهمية هذه النماذج في مدى إمكانية استخدامها لنمذجة الظواهر الاجتماعية. لذا من الشائع للغاية نمذجة الأفراد كخلايا، ونمذجة

التفاعل الواقع بينهم باستخدام قواعد الخلايا. فعلى سبيل المثال، يمكن للمرء نمذجة سرعة انتشار المعرفة أو الابتكارات أو التوجهات أو الإشاعات بهذه الطرق سواء بقواعد حتمية أم غير حتمية عشوائية تستخدم نسب احتمالية وقيم توزيع ترجيحية مختلفة وبحسب طبيعة العلاقات الاجتماعية وتفاعلاتها المختلفة، أو الاستعاضة عن الأفراد بكيانات مثل التحالفات السياسية، والسماح للممثلين بالتحرك في أنحاء مختلفة من الشبكة. ويمكن لأكثر من ممثل واحد احتلال خلية في أية لحظة معينة أو بالتأثر بأكثر من مجرد جيرانه المباشرين بحسب التأثير الكلي لحالات جميع الممثلين الآخرين الموجودين في النموذج أو بعض النسب منهم.

ومن المحاولات الأولى المتضافرة لتطبيق الأوتوماتا الخلوية والنمذجة الحاسوبية القائمة على الوكيل على العلوم الاجتماعية، والتي لا ينحصر فيها الممثلون في خلية محددة، وإنما يمكنهم التحرك بسهولة وفقاً لقواعد؛ محاولة "توماس شيلنج" **Thomas Schelling** في مؤلفاته^(١١)، المتمحورة حول قضية الانعزال والتفرقة العنصرية segregation. فقد توقع "شيلنج" عديد من المواضيع المواجهة في الدراسات المعاصرة المتعلقة بالتعقد الاجتماعي والتطور الاقتصادي. ولكن جهود "شيلنج" في السبعينيات كانت مقيدة بحدود القوة الحاسوبية التي كانت متاحة في ذلك الوقت، لذا نجد "شيلنج" قد استخدم الورقة والقلم وقطع الشطرنج مبدئياً. ومنذ العقد الماضي فحسب صنعت الأوتوماتا الخلوية والنمذجة القائمة على الوكيل فروقاً عملية واسعة النطاق بخصوص نمودجه.

استهدف نموذج "شيلنج" التحقيق في دور اختيار الفرد الواقع بخصوص انعزال الأحياء التي إما يسكنها غالبية من السود أو البيض. ويعتبر "شيلنج" دور الاختيار الفردي القائم على التفضيل أحد العلل المحتملة لهذه الظاهرة، وربما حتى أهمها، مقارنة بالعمل المنظم والعوامل الاقتصادية كعلتين أخريين محتملتين قام "شيلنج" بذكرهما^(١٢). استخدم "شيلنج" للتحقيق في هذه

الظاهرة نموذج رقعة الشطرنج؛ حيث تمثل حقول الرقعة المنازل. ويمكن تمثيل لون بشرة السكان -على سبيل المثال- عن طريق قطع نقدية تدور إما رؤوساً أو ذيولاً. ولقد افترض "شيلنج" عتبة تحمل وتسامح معينة تجاه عدد السكان ذوي الألوان المختلفة في الحي قبل أن تنتقل الأسرة إلى مكان آخر. والنتيجة التي كانت مستقرة نسبياً بين المتغيرات المختلفة للنموذج الذي فحصه هي انبثاق أحياء منفصلة، حتى لو كانت عتبة تحمل الحد الأكبر للجيران ذوي الألوان المتساوية أكبر من ٥٠%، أو حتى لو كانت عتبة تحمل الحد الأدنى للجيران ذوي الألوان المتساوية أقل من ٥٠%، مما يعني أن الانعزال ينبثق حتى لو كان السكان سعيدين للغاية بالعيش في بيئة متكاملة ذات مجتمع مختلط^(١٣).

وعلى الرغم من ارتباط هذا النوع من النماذج بالتفرقة العرقية، فإنه من الممكن تطبيقه بالمثل على العلاقات الواقعة بين عدد من التصنيفات المميزة بشكل كبير؛ ليس البيض والسود فحسب، وإنما الأغنياء والفقراء وغيرها أيضاً. ليشتمل حي التفاعل في بعض الحالات على جميع الخلايا المتواجدة في الشبكة، بحيث تؤثر حالة كل ممثل على كل ممثل آخر. وربما من الصعب للغاية التنبؤ بسلوك نظم من هذا النوع الذي توجد فيه تفاعلات تبادلية مسبقاً قبل إجراء المحاكاة. فإنه أمر من الصعب للغاية تحليله، ولكن من اليسير محاكاته.

إن الهدف من تشييد الوكلاء إنشاء برامج تتفاعل بذكاء مع بيئتها. ولقد تأثر عتاد الوكلاء المرن كثيراً بالعمل القائم في الذكاء الاصطناعي، خصوصاً مجال فرعي منه يدعى الذكاء الاصطناعي الموزع distributed artificial intelligence. وقد اختص هذا الفرع بخواص شبكات الوكلاء المتفاعلين وتصميمها، على سبيل المثال كيف يمكن للمرء تصميم مجموعة من الوكلاء لكل منها خبرات مختلفة، للتعاون من أجل حل مشكلة. ولما كان اهتمام الذكاء الاصطناعي الموزع منصب على بناء شبكات من أجل الوكلاء

الأدكيا؛ للتحقيق في خواصهم، فهناك الكثير في هذا المجال مرتبط بالمحاكاة الاجتماعية. ويتأثر في الوقت نفسه المهتمون بالذكاء الاصطناعي الموزع بشكل متزايد بأفكار العلوم الاجتماعية، وتفسير كيف يمكن استخدام النماذج التي تضم عديد من الوكلاء لمحاكاة المجتمعات.

مشكلة فهم الانبثاق

يرجع الظهور الاصطلاحي للانبثاق إلى كتاب الفيلسوف الإنجليزي "جورج هنري لويس George Henry Lewes" (مشكلات الحياة والعقل) (١٨٧٥) ^(١٤)، ويمكن العثور على الأفكار الأساسية الخاصة بفكرة الانبثاق قبل ذلك تحت مسميات مختلفة. وتعد عملية صياغة تعريف واضح للانبثاق مشكلة مارسها فلاسفة العلم لبرهة من الزمان. حتى اكتشاف ميكانيكا الكوانتم لم تكن هناك قوانين علمية معروفة يمكنها اختزال التفاعلات الكيميائية إلى العمليات الذرية التحتية. وهذا هو ما أهل الانبثاقية كفلسفة علم. ولكن مع تقدم ميكانيكا الكوانتم سرعان ما قلت مناشدة الانبثاقية. ولقد قاد هذا على وجه الخصوص أعضاء الوضعية المنطقية إلى اعتناق نظرة عالية الشك حول الانبثاقية. فقد كان يعتقد أنها اعتراف بالجهل العلمي ^(١٥)، أو أن علم معاصر كميكانيكا الكوانتم قد دحضها وأثبت فشلها، أو استبعادها من التفسيرات بواسطة تفسيرات ميكروية أكثر أساسية. وذهب فيلسوف العلم "إرنست ناجل Ernest Nagel" إلى أن خاصية الشيء تعد منبثقة إذا كان من المستحيل استنباط هذه الخاصية من المعرفة الكاملة بالمكونات وعلاقاتها ^(١٦). ولم يعد الانبثاق صفة أنطولوجية متأصلة في بعض الظواهر، وإنما مؤشر على نطاق معرفتنا في وقت محدد. وهكذا تسبب التقدم العلمي في تحويل فكرة الانبثاق البادية كادعاء أنطولوجي إلى ادعاء إستمولوجي. ومع ذلك، أصبح الوضع مختلفاً الآن في كيمياء منتصف القرن العشرين؛ فبسبب التقدم العلمي عاودت فكرة الانبثاق إلى الظهور مرة أخرى. كما قادت النظم الديناميكية غير الخطية والنظم التكيفية المعقدة إلى ظهور الانبثاق في النظم ذاتية التنظيم أيضاً.

عانى علماء الاجتماع من واحدة من المشكلات الفلسفية المواجهة عند محاولة فهم المجتمعات ونشوء ظواهرها الكلية: إنها مشكلة فهم الانبثاق، وخصوصاً العلاقات القائمة بين الخواص الميكروية والخواص الماكروية للنظم المعقدة. درس علماء الاجتماع هذه العلاقات منذ تأسيس المجال. على سبيل المثال، أكد "دور كايم" أحد الآباء المؤسسين له، على الطبيعة الخارجية للمؤسسات الاجتماعية والخاصية الماكرو للمجتمع، وأنها تفرض نفسها على الأفراد الموجودين على المستوى الميكرو. وبعد تعريف فئة الوقائع التي نعتها بالوقائع الاجتماعية الخارجية بالنسبة إلى الأفراد، وأن حالات الوعي الجماعي ذات طبيعة مختلفة عن حالات الوعي الفردي، وأن عقلية المجموعات ليست عقلية الأفراد لأن لها قوانينها الخاصة؛ كتب "دور كايم" على حد تعبيره يقول: "إذا أردنا فهم الفكرة التي يكونها المجتمع عن نفسه، وعن العالم الذي يحيط به، فلا بد لنا من دراسة طبيعة هذا المجتمع لا طبيعة أفرادهِ"^(١٧). ومن ثَمَّ، هناك تمثيلات اجتماعية يمكن فحصها بشكل مستقل عن الأفراد المشكلين للمجتمع. وتعد تلك التمثيلات فئة من الوقائع ذات خصائص مميزة للغاية، تتألف من سبل التفكير والشعور والفعل الخارجة عن الفرد.

اعتنق "دور كايم" النظرة القائلة بأن تراكب العناصر الفردية يولد مستوى جديد من الواقع، ويحتوي قوى جماعية واقعية كالقوى الجماعية المحددة لنسب الانتحار. ومن المؤكد أن "دور كايم" نفسه لم يستخدم مصطلح الانبثاق، لكن دل عليه بمصطلح *Sui generis*. وعند هذه النقطة بدأ مصطلح الانبثاق يلعب دوراً، كمفهوم لواقع اجتماعي خلقتة الأفعال الفردية، ولكن لا يمكن اختزاله إلى مستواها. لِيختلف البناء الاجتماعي عن مجرد مجموع الأفراد. ولقد طُوّرت نظرة العلاقة بين الفرد والمجتمع تلك بعد ذلك، ووسع المنظرون اللاحقون هذا التقليد الذي أصبح يُعرف «بالكّلية الميثودولوجية *methodological holism*»^(١٨) المؤكدة ضرورة تفسير السلوك الاجتماعي للأفراد من ناحية وظائف هؤلاء الأفراد داخل النظم الاجتماعية الحاكمة لها.

وعلى النقيض يفسر أنصار الفردية الميثودولوجية الظواهر الماكروية عن طريق خواص الأفراد الموجودين على المستوى الميكرو وسلوكياتهم. ويتطلب موقف الفرديين أن تكون جميع مفاهيم النظرية الاجتماعية قابلة للتحليل من ناحية الاهتمامات والأنشطة الخاصة بأعضاء المجتمع الفردي. فإذا كانت أحداث اجتماعية كالتضخم أو الثورات السياسية أو اختفاء الطبقات الوسطى من صنع البشر؛ فينبغي تفسيرها من ناحية الأفراد ومخاوفهم وأفكارهم وتصرفاتهم الدافعة لهم^(١٩). استمر الجدل بين هذين المعسكرين معظم فترة السبعينيات والثمانينيات. وأصبح من الممكن الآن الذهاب إلى أنه على الرغم من أن هناك بعض أوجه الصواب في كليهما، لم يكن أي منهما مساعدًا أو كاشفًا عن سبيل لتصور العلاقة القائمة بين السلوك الماكرو والسلوك الميكرو.

إن الانبثاق سمة مميزة للنظم المؤلفة من عناصر تتفاعل بطريقة غير خطية. وحتى لو كانت عناصر النظام وتفاعلاتها بسيطة نسبيًا، قد تؤدي اللا خطية إلى سلوك ديناميكي معقد بشكل مذهل كالتنظيم الذاتي الاجتماعي Self-organization^(٢٠). وينتج عن ذلك إمكانية أن يُظهر نظام يتألف من عناصر متفاعلة بسيطة نسبيًا تعقدًا كبيرًا عن كل عنصر من العناصر على حدة. على سبيل المثال تعد درجة الحرارة خاصية منبثقة عن حركة الذرات، وليس للذرة المفردة الواحدة درجة حرارة، وإنما مجموعة منها تفعل ذلك. ويرتبط هذا الأمر الواقع في تعقد الانتقال من مستويات الوصف الميكرو إلى الماكرو بفكرة الانبثاق بشكل واضح.

وثق انبثاق النظام والفوضى في نظم مثل الأوتوماتا الخلوية حيث العناصر ثنائية بشكل أساسي. وعادة ما تظهر الخواص المنبثقة في هذه النظم على المستوى الماكرو. وبعبارة أخرى؛ يمكن كشف الاضطرابات واللا اضطرابات والأنماط من ناحية بعض المتغيرات الماكروية لا الميكروية. وتستطيع فكرة التنظيم الذاتي حل التناقض الظاهري للتعقد الواقع في العلوم الاجتماعية. ليرجع نجاح عمليات المحاكاة الحاسوبية في جزء كبير منه إلى

قدرتها على توفير تفسيرات بسيطة للظواهر المعقدة التي سبق لها مقاومة الفهم النظري. وحقًا الإنجاز الرئيس لمقاربة النظم الديناميكية غير الخطية التي طبقت بدرجة كبيرة عن طريق عمليات المحاكاة الحاسوبية اكتشاف كيفية التعقد من البساطة. مما يعزز أمل إمكانية توفير تفسيرات يسهل فهمها ودقيقة للظواهر المعقدة الحاضرة في ميدان العلوم الاجتماعية.

لا يمكن اشتقاق الخواص المنبثقة ببساطة من خواص العناصر الفردية، وبالتالي يصعب التنبؤ بها. ومع ذلك تسمح عمليات المحاكاة الحاسوبية بنمذجة الأفراد وتفاعلاتهم، وملاحظة عواقب هذه التفاعلات على مستوى المجموع. ومن المهم هنا تأكيد أهمية التجسيد المرئي في هذه المقاربة. ولما كانت عمليات المحاكاة الحاسوبية -التي من هذا النوع- ذات قيمة استكشافية؛ عادة ما لا يعرف الباحث بالضبط نوع الظواهر موضع الاهتمام، وبالتالي يجب قياسها. فإذا كانت نتائج المحاكاة مُجسدة مرئيًا؛ غالبًا ما يكشف الفحص بالعين المجردة انبثاق الخواص الجديدة الواقعة على المستوى الماكرو. وكلما أصبحت عديد من خواص العناصر والنظام مرئية عن طريق الاستخدام المناسب للأدوات والأشكال والترتيبات المكانية، أمكن ملاحظة الخواص المنبثقة. وفي هذه الحالة لا يخدم التجسيد المرئي دورًا إرشاديًا استكشافيًا فحسب، وإنما كبرهان علمي أيضًا.

لقد كانت الفردية الميثودولوجية أطروحة حول التفسير، وليس حول الأنطولوجيا. وما لم يطرحه "دور كايم" ونظريات أنصار الكلية الميثودولوجية اللاحقة هو نظرية حول الكيفية التي ينبثق عبرها مستوى جديد من الواقع بالضبط. ولهذا تبنى أنصارها موقفًا دفاعيًا فحسب. فلم يتم تفسير الانبثاق، وإنما مجرد طرحه كنقطة في حاجة إلى تفسير.

افتراض حتى الآن مستويان تمييزيان واضحان: الميكرو والماكرو. وفي الواقع الوضع أكثر تعقّدًا من ذلك، فربما تكون الهوية الفردية ظاهرة منبثقة، وربما يصبح من الأفضل في بعض الأحوال الأخرى اعتبار المجتمعات

د. مينا سيتي يوسف: هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي

ظواهر منبثقة من تفاعل المؤسسات الاجتماعية. وبالتالي يصبح من الأفضل الأخذ في الاعتبار التسلسل الهرمي لمستويات الانبثاق، وليس التقسيم المباشر بين الميكرو والماكرو.

استمرت عملية تبني موقف أو آخر من هذين الموقفين في معظم عمليات المحاكاة المعاصرة للمجتمعات البشرية، بينما ظهرت في العقود الأخيرة عدة محاولات للتغلب على هذا التعارض الصارم مثل نظرية البنية *Structuration Theory* لـ "نتوني جيدنز *Anthony Giddens*"^(٢١). وتذهب هذه النظرية إلى وجود علاقة ازدواجية تفاعلية بين المجتمع والوكلاء البشر القابلين للمعرفة. وتتنظر إلى الوكلاء باعتبارهم يعيدون إنتاج الخواص البنائية للمجتمع، مما يسمح بإعادة إنتاج الحياة الاجتماعية عبر حيز زمني. ويعني "جيدنز" بالخواص البنائية أمورًا مثل: الممارسات والقواعد والموارد المؤسسية. وتعد هذه الخواص الوسائل التي يتم عن طريقها إنتاج أو إعادة إنتاج البناء الاجتماعي. وليست الخاصية البنائية متصلة في المجتمع، وإنما بناء اجتماعي يُنتج عبر أفعال أعضاء المجتمع. ويحتوي الفعل البشري على هذه الخواص البنائية المضمنة فيه، بحيث إذا تصرف الأشخاص، يسهمون في إعادة إنتاج المجتمع. كما أن البنية الاجتماعية هي التي تقيد الفعل البشري وتمكنه، كونها الوسيط الذي يُنفذ عبره الفعل. وبناء عليه؛ البنية هي نتاج التصرف البشري العارف، وفي الوقت نفسه الوسيط الذي يؤثر على كيفية حدوث التصرف^(٢٢). وبالتالي لا تشكل أفعال الوكلاء الواقعة على المستوى الميكرو وحدها السلوك المنبثق، وإنما يمكن القول أيضًا إن السلوك المنبثق الماكرو يؤثر على الأفعال الميكروية للوكلاء بشكل عودي استرجاعي، لا توجد آلية واضحة له، وإنما يتأثر الوكلاء بجيرانهم فحسب.

ولكن هل من الممكن ربط النظرية البنائية بالنظرة الحاسوبية للانبثاق في المجتمعات الاصطناعية المحاكاة؟ وبعبارة أخرى؛ لما كانت فكرة البنائية قد سلطت الضوء على قدرة البشر على كشف الخواص الماكروية

المستوى والمعالم المنبثقة للمجتمعات التي تشكل جزءًا منها ومن التفكير حولها، فهل يمكن تضمين ذلك داخل عمليات محاكاة المجتمعات الاصطناعية؟ سيصبح من الضروري على وكلاء النظم المعقدة التكيفية مالكة خوارزميات التعلم إدراك كونهم أعضاء في مجموعات، وإدراك ما يعنيه ذلك بشأن تصرفات وأفعال الأعضاء. وربما يمكن ذلك عن طريق تصميم محاكاة الوكلاء فيها قادرين على كشف انبثاق المجموعات والرد على هذا البناء، ولا يكونوا أقل في هذا الصدد امتيازًا عن الملاحظ.

لم تعد مقارنة العلة/المعلول التقليدية مناسبة للقبض على الاستبصار القائل بأن العمليات الاجتماعية ناتجة إلى حد كبير داخليًا؛ إذ تعرض هذه العمليات أنماطًا من التغير حتى في حالة غياب التأثيرات الخارجية، وأحيانًا تعارض هذه التأثيرات. واعتُبرت هذه الديناميكيات الداخلية منذ بداية العلوم الاجتماعية ماهية جوهرية للفكر والسلوك البشري. وأحد العوامل المحورية للتقدم السريع الواقع في نظرية النظم الديناميكية اللا خطية هو الاستخدام الواسع لعمليات المحاكاة الحاسوبية التي لا يمكن حلها بالمناهج التحليلية. ولقد تكيفت أعداد متزايدة من علماء الاجتماع مع هذا البراديم الجديد الذي صاحبه تزايد عدد الباحثين الذين أعادوا تصور نظرياتهم، وبحثوا عن تفسيرات للظواهر المختلفة من ناحية المفاهيم والأدوات الديناميكية.

تقوم مقارنة النظم الديناميكية على أن حالة النظام في وقت معين تحدد إلى أي حد ستكون حالته في وقت لاحق بحسب بعض القواعد. ومع ذلك من المهم ملاحظة أنه لا ينبغي على قواعد الديناميكيات بشكل عام أن تكون محض حتمية، فربما تشتمل على بعض عناصر العشوائية. كما يتميز النظام الديناميكي ببعض العوامل الخارجية التي قد تغير بشكل جذري مسار الديناميكيات المتولدة داخليًا. وعادة ما يُطلق على هذه العوامل بارامترات التحكم؛ كونها خاضعة للتحكم الخارجي. وقد تتغير بارامترات التحكم بمرور الوقت، ولكن ليس هذا هو الحال دائمًا.

يمكن النظر إلى المجتمعات كنظم ديناميكية غير ثابتة ولا سلبية، تستمر العمليات الاجتماعية في التطور حتى في حالة غياب التأثيرات الخارجية ودون معلومات جديدة مُدخلة. وبعبارة أخرى؛ قد تقود التغيرات الداخلية أو الواقعة في الظروف الخارجية إلى تأثيرات ديناميكية غير متوقعة. وتعد عمليات المحاكاة الحاسوبية أداة قوية تسمح بدراسة العواقب الديناميكية للنظريات الاجتماعية. كما تتضمن عديد من العلاقات الملاحظة إمبيريقياً في العلوم الاجتماعية تأثيرات تفاعل بين المتغيرات. ولما كان من المعتاد أن تكون نظم المعادلات الخطية هي وحدها التي يتم حلها عن طريق الوسائل التحليلية، فربما تكون عمليات المحاكاة الحاسوبية هي السبيل الوحيد لفحص الخواص الديناميكية للنظم.

وقد يؤثر الأفراد على حالات الأفراد الآخرين وسلوكياتهم بطريقتين؛ الأولى: عن طريق الاعتماد المتبادل بين الأفراد؛ إذ يكون لاختيارات فرد عواقب مباشرة على فرد آخر. وتصف النماذج النظرية للمباراة هذا النوع من العلاقات. والمثال الأكثر شهرة هنا هو معضلة السجين. وتوفر عمليات المحاكاة الحاسوبية لهذه النماذج عدة استبصارات مهمة حول عواقب أنماط الاعتماد المتبادل المختلفة، كحل لغز كيفية انبثاق التعاون بين الأفراد. والثانية: عن طريق ممارسة الأفراد تأثيراً على الأشخاص الآخرين عن طريق الإقناع أو إعطاء الأوامر أو طرح معلومات. وبنيت نماذج الأوتوماتا الخلوية لنمذجة هذا التغير الاجتماعي المنتج عن طريق التأثير الاجتماعي. ولا يعد النموذج هنا نموذجاً لفرد في نظام اجتماعي، وإنما نموذج لسلوك جمعي. وحاولت نماذج كالذي لـ شيلنج وصف ظواهر مشابهة بالتركيز على حركة الأفراد ومصالحهم في فضاء اجتماعي.

إن المحاكاة الحاسوبية أقرب إلى ميثولوجيا تجريبية. فباستطاعة المرء تشييد نموذج محاكاة وتنفيذه عدة مرات، مع تغيير الظروف العامل فيه، ومن ثَمَّ استكشاف آثار البارامترات المختلفة. ويكاد البحث التجريبي أن يكون

غير معروف في معظم مناطق العلوم الاجتماعية، ولكنه يحظى بمميزات واضحة عندما يحتاج المرء توضيح العلاقات والاعتمادات المتبادلة بين الأفراد والمجموعات، وكيفية تفسير التغيرات والتأثيرات والتحولات الاجتماعية وعواقبها الديناميكية. وبهذا أصبحت المجتمعات الاصطناعية أداة ميثولوجية ذات نطاق استخدام واسع للتحقيق في المجتمعات البشرية. فإنها توفر مختبراً افتراضياً لعرض نمو الظواهر الماكروية الاجتماعية عن طريق استخدام تقنيات النمذجة القائمة على الوكيل المختلفة. وكما هو الحال في حالة التجارب المختبرية، تسمح المحاكاة بتحقيق التحكم من أجل اختبار الفروض.

هكذا اعتبرت المحاكاة بديلاً عن التجريب في العلوم الاجتماعية في بعض الأحيان. وتختلف عن التجريب في أنها لا تدرس الواقع بشكل مباشر، وإنما تمثيلاته. باختصار لما كان من الصعب للغاية دراسة الظاهرة الاجتماعية الفعلية، نحدد نموذج لها أكثر سهولة من حيث الوصول. وبشكل عام يتألف هذا النوع من التجريب من تحديد سيناريوهات مختلفة، والتحكم في عواقب كل تفصيلة. يمكننا في حالة ديناميكيات النظام تنفيذ تجارب عن طريق استكشاف سيناريوهات «ماذا لو» مختلفة مشتقة من قيم مختلفة للبارامترات. كما يمكننا بالمثل مقارنة سلوك النماذج المختلفة بأقل تكلفة. فعلى سبيل المثال يمكننا في نموذج الأوتوماتا الخلوية التحقق في نتيجة التكوينات الأولية المختلفة أو التعريفات المختلفة للحي والجيران أو قواعد الانتقال المختلفة. ويمكننا استكشاف نموذج نظام متعدد الوكلاء عن طريق تغيير التكوين الأولي للبيئة أو لبعض الظروف أو القواعد المحددة لسلوك كل وكيل.

ليست للمحاكاة سوى صياغة نموذج في مجموعة محددة من الظروف المؤسسية. إذا كان بإمكاننا تغيير بعض قيم متغيرات معينة في كل مرة، يمكننا حينئذ التمكن من عمليات محاكاة تستكشف سيناريوهات مختلفة ومواقف مغايرة للواقع عن طريق ربط متغير ببعض القيم الثابتة المختلفة عن تلك الملاحظة عادة. ليظهر على السطح نوع جديد من المنهج العلمي الذي

د. مينا سبتي يوسف: هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي

يتوسط -بشكل ما- التجريب الإمبريقي والتتظير التحليلي. وبدلاً من تحديد صحة نظرية وفقاً لنتائجها بالبيانات الواردة من العالم الفعلي، من المهم الأخذ في الاعتبار توسيع المحاكاة لهذه النظرية، لتحديد ما إذا كانت هذه النظرية متينة فيما يخص المغايرات الواقعة في المتغيرات العشوائية وغير المهمة نظرياً، والتحقيق في أي من عناصر النظرية محوري للديناميكيات الناتجة.

مشكلة صحة نتائج المحاكاة الحاسوبية

من الصعب في العلوم الاجتماعية إيجاد أية نظريات أساسية مؤيدة إمبريقياً بشكل قوي، وتغطي الظواهر بالكامل في مجالها. ليصبح التحدي الأول هو اختيار النظرية أو مجموعة النظريات الصحيحة، فعادة ما يكون لدى المرء مجموعة مختلفة من النظريات للاختيار من بينها. ولقد كانت الطريقة المثلى التي يتعامل بها علماء الاجتماع مع هذا الوضع هي الاختيار البرجماتي من الذخيرة النظرية ما قد يروونه مناسباً، ومن ثَمَّ النظر إلى أسئلتهم المطروحة من زوايا مختلفة مُقترحة من نظريات مختلفة، وفي النهاية تجميع كل هذا في صورة شاملة معقولة.

ومن المحتمل وجود نظريات شمولية مفضلة في العلوم الاجتماعية، لكنها لا تستطيع منافسة شمولية تطبيق بعض النظريات الفيزيائية التي تصدق حتى على بعض حالات لم تختبر بعد بشكل مباشر، أو عندما لا تكون هناك إمكانية لذلك. ومن ناحية أخرى يمكن تقريباً تأييد بعض هذه النظريات الاجتماعية المفضلة في بعض السيناريوهات المختارة، بينما يبقى صدقها العام أو على الأقل قابليتها للتطبيق الإمبريقي في بقية الحالات الأخرى موضع شك.

أحد الأسباب المهمة لهذا الوضع هو عدم توفر الإجراءات القياسية الموثوقة، فمن الصعب تأييد نظرية دون القدرة على قياس مقاديرها المركزية. وسبب آخر هو ندرة المبادئ أو القوانين (المناظرة للقوانين الطبيعية) المصاحبة للنظرية، مما يعني أن جزءاً كبيراً من العمل التفسيري للنماذج -بناء على تلك

النظرية أو غيرها- يُنفذ عن طريق الافتراضات المساعدة وقواعد خاصة بكل موقف. ليصبح الاعتماد على الصحة النظرية غير كافٍ. فإن علوم اجتماعية كعلم الاجتماع والتاريخ والسياسة تواجه صعوبات عند تطوير النماذج الصورية؛ لصعوبة توفر قوانين أساسية لديناميكياتها. علاوة على رفض بعض علمائها أن تقوم على إبستمولوجيا صُممت لتتناسب العلوم الطبيعية وحدها. ولا يعتقدون في ضرورة أن تهدف العلوم الاجتماعية إلى وضع نظريات ونماذج وتتنبأت رياضية وما إلى ذلك.

ولقد اختلف باحثو المحاكاة الحاسوبية حول الدور الذي يمكن أن تلعبه المحاكاة داخل هذا الإطار النظري، منهم من اعتبر المحاكاة الحاسوبية منهجاً لبناء النظرية واستكشافها، كما لو أن المحاكاة بديل كامل عن التحليلات الإمبريقية. واعتقدوا في القيمة الجوهرية المضافة للمجتمعات الاصطناعية باعتبارها تقوية للأسس النظرية للعلوم الاجتماعية، وأن مشكلات تطوير هذه العلوم تكمن في ضعف الركائز النظرية. وبالتالي يمكن الاستفادة من تركيبية المحاكاة في تجميع جوانب الطبيعة المعقدة للحياة الاجتماعية كافة. بينما أنكر آخرون أن تكون المحاكاة الحاسوبية أداة تجريبية ذاتية وشاملة، واعتقدوا أن الغرض من العلوم الاجتماعية الحاسوبية هو في المقام الأول تفسير الظواهر الإمبريقية عن طريق اللجوء إلى البيانات الإمبريقية. ورأوا أن المحاكاة الحاسوبية مجرد أداة تسمح للعالم الاجتماعي بتفسير الظواهر الإمبريقية، وينبغي استخدامها بجانب أدوات ومناهج أخرى. وظن هذا الفريق أن المشكلة تكمن في فائض التصورات والنماذج النظرية.

فمن المشكلات الرئيسة في العلم -بشكل عام- الإخفاق في سحب استدلالات صحيحة من أفكارنا النظرية. وتعد هذه المشكلة حادة وخطيرة خصوصاً عندما يتعلق الأمر بالظواهر الاجتماعية والإنسانية التي تتطوي على مستويات مختلفة من التنظيم. كما هو الحال عند محاولة الاستدلال على سلوك الجماعات أو المؤسسات أو الأفكار من سمات الأفراد المشكلين لهذه

د. مينا سيتي يوسف: هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي

المجموعات ودوافعهم. فإن سمة التنظيم ليست ببساطة مجرد تجميع لخصائص أعضائها، وربما لا تحمل أفعال بلد أية علاقة بشخصيات مواطنيها، خصوصاً عندما يتعلق الأمر بالتنبؤ بما ستفعله مجموعات الأشخاص.

وهناك بعض المعالم المميزة للعلوم الاجتماعية عن معظم العلوم الطبيعية في هذا السياق. فإن العلوم الاجتماعية متعددة المقاربات والبراديمات غير القابلة للقياس بشكل متبادل في الوقت نفسه. فقد اختار علماءها التعددية في منظورات كيفية التحقيق علمياً في الموضوعات نفسها، أي الظواهر الاجتماعية التي تنطوي على بناء اجتماعي وبناء نفسي وتوازن طبع وتطبع، وما إذا كان التبرير في النهاية اجتماعياً أم داخلياً (طبيعياً أم قارئاً). علاوة على تضمن العلوم الاجتماعية مقاربات كيفية كالمناهج الهيرمنيوطيقية. ومن الأمن عدم إمكانية تجاهلها تماماً، ولا إمكانية معالجتها دائماً بمناهج كمية أو صورية (كلغة البرمجة). كون جميع الأوصاف الصورية تتشارك الأخطاء الإبيستمولوجية نفسها: إما بخسارة معلومات مهمة؛ لكون القوة التعبيرية للغات الصورية محدودة مقارنة باللغة الطبيعية، أو بإضافة افتراضات تعسفية في شكل قرارات نمذجة. إذ يجبر نموذج المحاكاة مؤلفه على تقديم آليات مفصلة لجميع العمليات المتضمنة في النموذج، وإلا فلن يعمل. وإذا كانت بعض الآليات غير معروفة، فقد لا تصل النتائج سوى إلى مستوى التخمين النظري.

قد تؤثر جميع هذه المعالم على صحة Validation نتائج عمليات المحاكاة الاجتماعية. وعلى أية حال العلوم الاجتماعية علوم إمبريقية بشكل ما، وبالتالي يجب أن تسهم عمليات المحاكاة الاجتماعية بشكل مباشر أو غير مباشر في فهمنا للظواهر الاجتماعية الموجودة في العالم الإمبريقي. لذا دعنا نطرح مجموعة من الأسئلة الخاصة بهذا الموضوع: كيف نعرف أن المحاكاة تحاكي بالفعل الظاهرة المستهدفة بشكل صحيح؟ هل محاكاة انعزال حي شيلنج قابلة للتكذيب إمبريقياً؟ هل نتائج صحيحة؟ هل لها قيمة علمية؟ هل تزيد عملية تكرار نتائج المحاكاة هنا من الدعم الاستقرائي للنتائج أم أنها مجرد

وسيلة للتحقق من عتاد المحاكاة المرنة وتوضيح أخطاء البرمجة؟ لِمَ يستمر العلماء في إنتاج وفرة من دراسات عمليات محاكاة (كتطور تعاون أكسلورد) فشلت في أن تكون قابلة للتطبيق إمبريقياً؟ هل لهذا علاقة بالتوجه الوضعي المنتشر في العلوم الاجتماعية، والاعتقاد الدوجمائي بتفوق مناهج العلوم الطبيعية التي تتألف عملية تأكيد جزء كبير من صحة نظرياتها ونماذجها من الاختبار الإمبريقي لعواقبها عن طريق التجربة والملاحظة، أي عملية التحقق أو التكذيب أو بشكل أعم التأييد؟ هل تتطلب عمليات المحاكاة الحاسوبية مقاربات جديدة للصحة، واختبار ما إذا كانت نتائجها تأسر جزء من الظواهر الاجتماعية التي تفسرها بشكل كافٍ؟

لبناء المحاكاة الحاسوبية وتشغيلها يتم ترجمة افتراضات النظرية (إن كانت هناك نظرية) أو القواعد وتحويلها إلى شفرة حاسوبية. ويستخدم الباحث بعد ذلك الحاسوب لاشتقاق الآثار المترتبة على الافتراضات المنفذة وتحليلها. ومقارنة بمناهج المنطق الصوري والمناهج الرياضية تميل المحاكاة الحاسوبية إلى تزويد الباحث بمزيد من مرونة اختيار افتراضات النمذجة، مما يجعل المحاكاة منهجاً للاختيار عند عدم توفر الحلول التحليلية. وعلى الرغم من أن المناهج التحليلية تحظى بميزة توفير أدلة وبراهين صورية، فإنها غالباً ما تفرض على الباحث صنع افتراضات نظرية مقيدة حول سلوك البشر وتصورهم للبيئة وعملية اتخاذ القرارات الفردية على سبيل المثال. بينما تعد المحاكاة منهجاً قوياً لدراسة الآثار المترتبة على النظريات القائمة على افتراضات أكثر أريحية، بهدف تطوير نظريات أكثر واقعية أو الإجابة عن بعض الأسئلة من نوعية: ماذا لو، أو دراسة ما إذا كانت التنبؤات المهمة لنظرية قد تغيرت بتعديل إحدى الفروض.

إذاً الصحة جزء مهم من نشاط اجراء عمليات محاكاة حاسوبية في العلوم الاجتماعية. وبالعودة إلى محاكاة نموذج "شيلنج" -على سبيل المثال- نجد أن بإمكان مناهج البحث الاجتماعي الإمبريقية المعتادة اختبار افتراضاته،

كعتبة تحمل الأفراد للجيران وانتقالهم إلى حي آخر في محاولة تجاوز هذه العتبة أو اختبار توقع التغيرات المستقبلية للحي. وعلى الرغم من أن النموذج يختص بعلّة واحدة فقط من العلل المحتملة لانعزال الحي، فإنه مفيد في تقدير الوزن النسبي لهذه العلة مقارنة بعلل أخرى فعلية محتملة. وربما ترجع متانة محاكاته إلى أن وقوع تغيرات كبيرة في البارامترات المدخلة الخاصة بعتبة التسامح وحجم السكان وغيرها؛ لا تقود إلى نتيجة مختلفة إلى حد كبير، فالمحصلة في كل الأحوال هي انعزال الحي.

لا تحتاج عملية المحاكاة تلك إلى أسر السيناريوهات الفعلية بكل تفاصيلها، وإنما السيناريوهات الممكنة أو المغايرة للواقع counterfactual فحسب. فعادة ما لا يتحدث الباحثون كثيرًا عن كيفية ربط نظرياتهم ونماذجهم بالعالم الفعلي، وإنما يتعاملون مع نماذج مثل الذي لـ"شيلنج" باعتبارها "عوالم مغايرة للواقع موثوق فيها"^(٢٣)، لا يقصد بها إثارة أية ادعاءات إمبيريقية مُحددة، وإن كانت تخبرنا شيئًا عن العالم الفعلي. إنها عادة ما تلعب دورًا مهمًا في عملية الاختبار الإمبريقي غير المباشر؛ كونها تُسهل عملية تحديد مضامين النظريات أو القواعد التي تعارض نظريات أو قواعد أو استبصارات أخرى بديلة، وكذلك تسهل التنبؤات النظرية كمرشحات مفضلات للاختبارات الإمبيريقية.

وبناء عليه؛ استخدام مصطلح الصحة هنا بمعنى عملية مواجهة النظرية بالدليل الإمبريقي بهدف نهائي يتمثل في تطوير تفسير صادق وواقعي بالكامل للظاهرة أمرًا مقيدًا للغاية. ولم تُصنع بعض عمليات المحاكاة المعروفة في العلوم الاجتماعية لتحقيق هذا الهدف. فعادة ما استُخدم نموذج "شيلنج" لإثبات أنه حتى في المدن ذات التسامح غير الواقعي يمكن أن ينقسم السكان فيها إلى مناطق متجانسة عرقيًا. ليصبح هذا النموذج مثالًا للعواقب غير المقصودة الناشئة عن التفاعل الاجتماعي. بينما لم يخدم النموذج القائم على افتراضات واقعية حول متى ولم ينتقل الأفراد إلى حي آخر هذا الهدف بشكل

أفضل.

وعلى النقيض من نموذج "شيلنج" لا يعد نموذج "أكسلورد" متيناً، ولا بالإمكان التعرف على العوامل الدافعة للظاهرة المنبثقة، المتمثلة في التعاون المستقر، إمبيريقياً؛ لعدم إمكان قياس بارامترات المكافأة دائماً، وعدم إمكان وصف كثير من الروابط العليّة التي تهتم العلوم الاجتماعية رياضياً، بخلاف نموذج "شيلنج" الذي حظي بحسن عند انتقاء أمثلة الحالات التي تعمل فيها النماذج الرياضية حقاً. وعلى الرغم من الواقعة القائلة بأن عمليات محاكاة معضلة السجين المعادة لـ"أكسلورد" (كنموذج لتطوّر التعاون) قد اتضح فشلها إمبيريقياً تماماً بحلول منتصف التسعينيات، علاوة على ما تلقته من نقد من نظرية المباراة؛ استمر تمريرها بوصفها نموذج يحتذى به لعمليات المحاكاة الاجتماعية حتى الوقت الحاضر. ويبدو أن هناك فهماً حدسياً داخل المجتمعات العلمية يستخدم بشكل معتاد هذه النماذج، وإن كان من الصعب العثور هنا على معايير واضحة. وقد يكون هذا هو السبب في التقدم المحدود نسبياً لعمليات المحاكاة الحاسوبية في العلوم الاجتماعية، أو ربما نحن في حاجة إلى فهم ما بعد وضعي لمفهوم الصحة.

وترتبط مشكلة الصحة أيضاً بعدم احتواء معظم البيانات الإمبيريقية في العلوم الاجتماعية على كمّيات قابلة للقياس، وعندما تفعل غالباً ما يكون من الصعب قياسها بدقة. فليس من الممكن ببساطة صب أي شيء يمكنك وصفه باللغة الطبيعية في شكل نموذج رياضي. بينما عادة يتم توقع إجابة دقيقة كمّياً من عمليات المحاكاة الكميّة المطبقة عملياً. فإن تكلفة الوصول إلى حل خاطئ، مثلاً عن طريق استخدام افتراض كاذب، عالية. وهناك حاجة إلى تأسيس هذا النوع من المحاكاة على نظرية مختبرة جيداً، بينما في معظم ميادين العلوم الاجتماعية لم تتقدم النظريات بما فيه الكفاية حتى تصبح أساساً للمحاكاة الكميّة. وما يجعل من الصعب الحصول على إجابات كمّية موثوقة من عمليات المحاكاة الحاسوبية في ميدان اجتماعي أنه لا يوجد سوى عدد

قليل للغاية من المفاهيم العلمية الاجتماعية التي يمكن قياسها كمياً، مثل: عدم المساواة أو سعادة الفرد. ربما يمكن التغلب على بعض مشكلات القياس هنا عن طريق أساليب ومناهج إحصائية، كقياس الباحثين لآراء الأفراد حول موضوع من الموضوعات، والتعبير عنها بنسب مئوية. ولكن تبقى هناك صعوبة تكذيب النماذج عن طريق أدوات القياس الإشكالية تلك. وعادة ما تأتي العلاقات القائمة بين المتغيرات في شكل تبعية عشوائية. علاوة على صعوبة العثور على المتغيرات المحورية.

ويحاول المرء هنا بناء أبسط نموذج ممكن له خواص كيفية للظواهر من أجل نمذجتها. والهدف هو محاولة القبض على جوهر الظواهر المنموجة فحسب، وتجاهل التفاصيل. ولا توجد خوارزمية بسيطة تُشير إلى كيفية تحقيق ذلك. لذا عادة ما تكون عملية بناء هذا النموذج مجرد فعلاً استبصارياً. ليلحظ الباحث أحياناً عن طريق اللعب بالنموذج أن سلوك النموذج يشبه بعض الظواهر الفعلية. ونظراً لكون سلوك النظم لا يعتمد عادة على تفاصيل خاصة بالعناصر الفردية، فقد يثبت التمثيل بنماذج موجودة في مجالات علوم أخرى كونه مفيداً في بناء نموذج داخل مجال آخر. فعلى سبيل المثال، توفر نماذج السلوك التعاوني في البيولوجيا استبصارات غنية لفهمنا للمعالم المحورية لانبثاق التعاون الواقع في المجتمعات البشرية.

بالطبع تختلف المجموعات البشرية والاجتماعية عن مجموعات العلوم الطبيعية وكياناتها فيما يخص سلوك النظم المعقدة، ولكن الاكتشافات الخاصة بها تحظى بأهمية عند بناء نماذج الظواهر الاجتماعية. وتوفر إمكانية أن تكون بضعة متغيرات قليلة محورية حول الخواص الكيفية لسلوك النظام وسائل يمكن عبرها وصف الظواهر الاجتماعية والنفسية المعقدة بطرق بسيطة نسبياً. وعندما يوجد نموذج أو فئة عامة من نماذج المحاكاة الاجتماعية للظواهر الاجتماعية؛ من الممكن تغيير جميع افتراضات النموذج بشكل منظم، وملاحظة آثار تغيير الافتراضات العامة للنموذج وقيم متغيرات محددة.

ويُلاحظ المرء عادة في هذا الإجراء أن إسقاط بعض الافتراضات أو استبدالها بافتراضات أخرى قد لا يكون له تأثير كبير على سلوك النظام. ومع ذلك تعد بعض الافتراضات الأخرى حاسمة ومحورية لسلوك النظام، لدرجة أنه حتى التغيرات الطفيفة في قيمها تقود إلى تغيرات راديكالية في ديناميكيات النظام. وبعبارة أخرى؛ قد تبسط عمليات المحاكاة الحاسوبية بشكل كبير عملية بناء النموذج عن طريق استبعاد متغيرات وافتراضات النموذج غير الضرورية.

وبناء عليه؛ أكد فيلسوف علم الحاسوب "إيكهارت أرنولد" Eckhart Arnold أنه بخلاف العلوم الطبيعية قد لا تكون الخطوة الأخيرة في سلسلة نماذج (المحاكاة هنا في العلوم الاجتماعية) القائدة من النظرية للواقع الإمبريقية ببساطة نموذج للبيانات أو الظواهر، وإنما تأويل هيرمنيوطيقي للبيانات. ويعني بالهيرمنيوطيقا هنا الاشتغال على تأويل نتائج الإدراك البشري وفهمها من قبل وكيل بشري. وبسبب صعوبات القياس الكمي، ومن أجل استخلاص استنتاجات صحيحة، يجب أن يكون النموذج متين فيما يخص تغيرات قيم بارامتراته المدخلة في نطاق عدم دقة القياس. وكلما زاد حجم عدم دقة القياس -في الحالات التي يأخذ فيها التأويل الهيرمنيوطيقي مكان القياس- أو نطاق التأويلات المقبولة، يجب أن يكون النموذج أكثر متانة^(٢٤).

من المشكلات الأخرى التي تواجه صحة نماذج عمليات المحاكاة ونتائجها النهائية في العلوم الاجتماعية أيضاً؛ أنه ما زالت كثير من المفاهيم الاجتماعية مُعرفة بشكل متعدد وغامض، ولم تطوّر التخصصات إجماع على معاني شق كبير من مصطلحاتها. فعلى سبيل المثال يظل مصطلح «الرأي» غامضاً في قطاع عريض من الدراسات. وتُشير معظم مساهمات عمليات المحاكاة الاجتماعية إلى الخواص المؤثرة اجتماعياً لآراء الأفراد أو الوكلاء دون إدراج تعريف للمفهوم. وربما أحد أسباب إخفاق محاكاة نموذج "أكسلورد" في النشر الثقافي تعريفه للثقافة بأنها: "مجموعة من السمات الفردية التي تخضع للتأثير الاجتماعي"^(٢٥). إنه تعريف واسع فضفاض، يمكن تطبيقه على أي

د. مينا ستي يوسف: هل يمكن للمحاكاة الحاسوبية أن تولد المعرفة حول العالم الاجتماعي

سياق اجتماعي يمارس فيه الأفراد أي شكل من التأثير على بعضهم بعضاً وعلى جميع أشكال السلوك، بينما عادة ما يعود جزء لا بأس به من الأبعاد السلوكية إلى الآليات النفسية المختلفة، وليس التأثير على الآراء فحسب. علاوة على أن هناك فروقاً جوهريّة بين مختلف أشكال الإدراك؛ فهناك من ناحية عبارات الاعتقادات حول العالم التي إما أن تكون صادقة أو كاذبة، وعبارات التقييمات التي ليست صادقة ولا كاذبة من ناحية أخرى.

خاتمة

إننا نذهب إلى أن المحاكاة الحاسوبية ظاهرة جديدة نوعياً في الممارسة العلمية، بل ونذهب إلى حد القول أنها ظاهرة تغير الممارسة العلمية ليس من ناحية التجريب فحسب، ولكن بالنسبة للعلم ككل أيضاً. واقترحنا في هذه الدراسة أن للمحاكاة عدداً من الميزات المتاحة أمام بحوث العلوم الاجتماعية، أكثرها وضوحاً كونها متكيفة للغاية مع تطوير النظريات المتعلقة بالعمليات الاجتماعية واستكشافها. ومقارنة ببعض مناهج التحليل الأخرى نجد قدرة عمليات المحاكاة الحاسوبية على تمثيل الجوانب الديناميكية للتغير حاضرة. كما تساعد على فهم العلاقة القائمة بين سمات الأفراد وسلوكياتهم الواقعة على المستوى الميكرو والخواص الكلية للمجموعات الاجتماعية الواقعة على المستوى الماكرو. وبناء عليه؛ من الممكن استخدام المحاكاة للتحقيق في الانبثاق، وكميثودولوجيا تجريبية افتراضية إلى حد ما.

كما توفر تقنيات المحاكاة الحاسوبية فرصاً جديدة لتطوير البحث الاجتماعي. ومع ذلك يبقى ضعف هذه المحاكاة من ناحية تحديد صحة النموذج المحاكى، كما أن هناك بعض المشكلات في العلوم الاجتماعية بخصوص القياس. وأحياناً تقوم عملية القياس هنا على الحدس الشخصي للباحثين، مما يعني أن مستوى قبول النموذج الحاسوبي في العلوم الاجتماعية أقل حتمية. وسيصبح أكبر تحدياً يواجه المحاكاة في العلوم الاجتماعية البحث عن أدوات قادرة على تحديد الصلة بين العلم الافتراضي والعالم البشري

الإمبريقي المعيش. ربما يمكن حينئذ عن طريق الأدوات الصحيحة والمكملة لبعضها بعض حل مشكلة الصحة الحالية.

ولقد ساعدت عملية توفير تصورات للنظم المعقدة على سرعة انتشار منهج المحاكاة؛ كونها الأداة الأكثر ملاءمة لاستكشاف تطور العمليات اللا خطية. فلا تستطيع في هذه الحالات تحديد قوانين عامة كونية؛ لأن السلوك الفوضوي لا يسمح بتفسيرات عامة. وكل ما يمكننا فعله هو الوصول إلى حلول محلية للمشكلة. ولا يمكننا في حقل ديناميكيات النظام معرفة سلوك نظام في كل موقف، وإنما يمكننا فحسب استكشاف ما يحدث في موقف محدد. لذا ما يمكننا القيام به هو تنفيذ محاكاة بمجموعة من الشروط والبارامترات الأولية، وبالتالي تحديد متى يخضع النظام لتعديل ذي مغزى في سلوكه. علاوة على أنه على الرغم من عدم استطاعة المحاكاة وصف سلوك جميع المكونات بطريقة حتمية مفصلة، فإنها تسمح لنا بملاحظة الشروط المسببة لتغيرات راديكالية.

كما تحظى عمليات المحاكاة القائمة على الوكيل بمزايا تميزها عن بقية الميثودولوجيات الأخرى المعتادة في العلوم الاجتماعية. إذ يمكن لعدد هائل من الوكلاء غير المتجانسين إحداث تفاعلات معقدة على مدى فترات طويلة. وتوفر سبيلاً لسد فجوة الميكرو-ماكرو؛ لإزالة بعض الغموض عن عمليات الانبثاق. وقد يكون هؤلاء الوكلاء أفراداً أو مجموعات منظمة أو شركات أو حتى دول فاعلة، يشكلون تصورات عن محيطهم، ولديهم القدرة على الانخراط في صنع القرار المستقل والتصرفات المتعمدة. فإنها تسمح بأن يكون المرء مرئاً حول خصائص الوكلاء. وبخلاف النماذج الاقتصادية المعيارية يمكن أن تعمل النماذج القائمة على الوكيل بأي عدد من الوكلاء، ومن ثمّ توفير مزيد من النماذج الواقعية -إلى حد ما- للعمليات الاجتماعية.

الهوامش

- (1) Forrester, J. W. (1961) *Industrial Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.
Forrester, J. W. (1969) *Urban Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.
Forrester, J. W. (1971) *World Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.
- (2) Humphreys, P. (2004). *Extending ourselves: computational science, empiricism, and scientific method*. Oxford University Press. P. 110.
- (3) Axelrod, R. (1980). More effective choice in the Prisoner's Dilemma. **Journal of Conflict Resolution**, 24(3), 379–403.
- ٤ () يُمكننا لمزيد من التفاصيل حول نظرية المباراة ومعضلة السجين الرجوع إلى:
روزنبرج، أليكس وماك شي، دانيل. (٢٠١٨). *فلسفة البيولوجيا: مدخل معاصر*، ترجمة:
مينا سبتي، القاهرة: المركز القومي للترجمة، العدد ٢٧٨٢، ص ص ٣٢٥-٣٣٧.
- (5) Dennett, D. C. (1987). *The intentional stance*. Cambridge, MA: MIT Press.
- (6) Schiff, J.L. (2008). *Cellular automata: a discrete view of the world*, 1st edn. Wiley, Hoboken, p. xi.
- (7) Gilbert, N. and Troitzsch, K.G. (2005), *Simulation for the Social Scientist* (2nd Edition), Open University Press, Milton Keynes, UK, pp. 130-131.
- (8) *Ibid*, pp. 131-133.
- ٩ () على الرغم من أن "كونواي" قد نفذ مبارياته عن طريق استخدام أطباق العشاء على بلاط أرضية مطبخه.
- ١٠ () يُمكننا لمزيد من التفاصيل الرجوع إلى:
Gilbert, N. and Troitzsch, K.G. (2005), *Simulation for the Social Scientist*, Op.Cit, pp.134-135.

- (11) Schelling, T. C. (1969). Models of segregation. *American Economic Review* 59:488–493.
- Schelling, T. C. (1971a). Dynamic models of segregation. *Journal of Mathematical Sociology* 1:143–186.
- Schelling, T. C. (1971b). On the Ecology of Micromotives, *The Public Interest* 25 (Fall): 61- 98.
- Schelling, T. C. (1978). *Micromotives and Macrobehaviour*. New York: W. W. Norton.

(12) Schelling, T. C. (1971a). Dynamic models of segregation. *Op.Cit*, p. 144.

(13) *Ibid*.

(14) Lewes, G. H. (1875) *Problems of Life and Mind*. vol. 2. London: Kegan Paul, Trench, Turbner, & Co.

(15) Hempel, C. G., and Oppenheim, P. (1965) On the Idea of Emergence in *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, pp. 258–264, New York: Free Press.

(16) Nagel, E. (1961) *The Structure of Science*. New York: Harcourt, Brace and World.

١٧) دوركايم، إميل. (١٩٨٨). *قواعد المنهج في علم الاجتماع*، ترجمة: محمود قاسم والسيد محمد بدوي، الإسكندرية، دار المعرفة الجامعية، ص ٣٣.

(18) O'Neill, J. (1973). *Modes of individualism and collectivism*. London: Heinemann.

(19) Watkins, J. W. (1955). Methodological individualism: a reply. *Philosophy of Science*, 22: 58–62. p. 58.

٢٠) تعرف المقاربة النظرية التي طوّرت في الأصل داخل البيولوجيا، وأصبحت مؤثرة للغاية بعد ذلك بعد أن أخذت في اعتبارها قدرة الأشخاص على الإدراك والتفكير حول المؤسسات والتفاعل معها على محمل الجد، بنظرية التنظيم الذاتي. وتركز هذه النظرية على الكائنات الحية أو الوحدات ذاتية الإنتاج والصيانة. وتتألف من شبكة عمليات تخلق المكونات التي تحدد باستمرار عبر تفاعلاتها شبكة العمليات التي أنتجتها.

(21) Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society*. Cambridge: Polity Press.

(22) *Ibid*, p. 25.

- (23) Sugden, R. (2009). Credible Worlds, Capacities and Mechanisms, *Erkenntnis* 70:3-27. P. 3.
- (24) Eckhart, A. (2010). *Tools or toys?* Stuttgart: Institute of Philosophy, University of Stuttgart. P. 21.
- (25) Axelrod, R. (1997). The dissemination of culture: A model with local convergence and global polarization. *Journal of Conflict Resolution*, 41(2):203–226. p. 204.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر والمراجع باللغة العربية

- دوركايم، إميل. (١٩٨٨). *قواعد المنهج في علم الاجتماع*، ترجمة: محمود قاسم والسيد محمد بدوي، الإسكندرية، دار المعرفة الجامعية.
- روزنبرج، أليكس وماك شي، دانييل. (٢٠١٨). *فلسفة البيولوجيا: مدخل معاصر*، ترجمة: مينا سيتي، القاهرة، المركز القومي للترجمة، العدد ٢٧٨٢.

ثانياً: المصادر والمراجع باللغة الإنجليزية

- Axelrod, R. (1980). More effective choice in the Prisoner's Dilemma. *Journal of Conflict Resolution*, 24(3), 379–403.
- Axelrod, R. (1997). The dissemination of culture: A model with local convergence and global polarization. *Journal of Conflict Resolution*, 41(2):203–226.
- Dennett, D. C. (1987). *The intentional stance*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Eckhart, A. (2010). *Tools or toys?* Stuttgart: Institute of Philosophy, University of Stuttgart.
- Forrester, J. W. (1961) *Industrial Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Forrester, J. W. (1969) *Urban Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Forrester, J. W. (1971) *World Dynamics*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society*. Cambridge: Polity Press.

- Gilbert, N. and Troitzsch, K.G. (2005), *Simulation for the Social Scientist* (2nd Edition), Open University Press, Milton Keynes, UK.
- Hempel, C. G., and Oppenheim, P. (1965) On the Idea of Emergence in *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, pp. 258–264, New York: Free Press.
- Humphreys, P. (2004). *Extending ourselves: computational science, empiricism, and scientific method*. Oxford University Press.
- Lewes, G. H. (1875) *Problems of Life and Mind*. vol. 2. London: Kegan Paul, Trench, Turbner, & Co.
- Nagel, E. (1961) *The Structure of Science*. New York: Harcourt, Brace and World.
- O'Neill, J. (1973). *Modes of individualism and collectivism*. London: Heinemann.
- Schelling, T. C. (1969). Models of segregation. *American Economic Review* 59:488–493.
- Schelling, T. C. (1971a). Dynamic models of segregation. *Journal of Mathematical Sociology* 1:143–186.
- Schelling, T. C. (1971b). On the Ecology of Micromotives, *The Public Interest* 25 (Fall): 61- 98.
- Schelling, T. C. (1978). *Micromotives and Macrobehaviour*. New York: W. W. Norton.
- Schiff, J.L. (2008). *Cellular automata: a discrete view of the world*, 1st edn. Wiley, Hoboken.
- Sugden, R. (2009). Credible Worlds, Capacities and Mechanisms, *Erkenntnis* 70:3-27.
- Watkins, J. W. (1955). Methodological individualism: a reply. *Philosophy of Science*, 22: 58–62.