

کارگاه آموزشی مدلسازی اقتصاد محاسباتی مبثني بر عامل



حسين راغفر



کبری سنگري مهذب

یکشنبه ۲۶ خردادماه ۱۳۹۸

ساعت ۹ الی ۱۲

ثبت نام و کسب اطلاعات بیشتر:

 ier.alzahra.ac.ir

 @alzahra_economics


بحران اقتصادی زمینه ساز تحولات مدلسازی در اقتصاد



چرا اقتصاد مبتنی بر عامل؟

○ دوین فارمر و دانکن فالی (۲۰۰۹) در مقاله ای در نیچر (Nature) با **عنوان اقتصاد نیاز به مدل سازی مبتنی بر عامل دارد** بحث خود را چنین آغاز می کنند:

○ در عصر فناوری های عالی امروزی، به طور طبیعی می توان فرض کرد که تیم اقتصادی بارک اوباما (رئیس جمهور) و شرکای بین المللی آن از **مدل های رایانه ای کمی پیشرفته** برای راهنمایی ما در خروج از بحران جاری کمک میگیرند. اما آنها چنین نمی کنند.



چرا اقتصاد مبتنی بر عامل؟

○ بهترین مدل هایی را که آنها استفاده می کنند
دو نوع هستند، هر دو با **معایب مهلک**.

○ نوع **نخست اقتصاد سنجی** است

○ نوع **دوم مدل های تعادل عمومی تصادفی**
(DSGE) هستند.



چرا اقتصاد مبتنی بر عامل؟

○ نوع نخست اقتصاد **سنجی**: مدل های آماری تجربی که بر داده های گذشته برآزش می شوند. مادامی که همه چیز کماکان مثل **گذشته** باشد این مدل ها چند فصل جلوتر را با موفقیت پیش بینی می کنند اما در صورت **تغییرات بزرگ** با **شکست** مواجه می شوند.



چرا اقتصاد مبتنی بر عامل؟

○ نوع دوم مدل های تعادل عمومی تصادفی: این

مدلها یک دنیای کامل را در نظر می گیرند، و به دلیل

همین ماهیتی که دارند، بحران هایی مانند بحران

۲۰۰۸ کنار می گذارند.



مدل‌های اقتصاد کلان سنتی

○ برای تبیین تاریخچه مدل‌سازی اقتصاد، باید با مدل‌های اقتصاد کلان ایجادشده **در دهه ۱۹۳۰** توسط فریچ و تینبرگن (مورگان، ۲۰۱۲، ص ۱۰) **آغاز کنیم.**



مدل‌های اقتصاد کلان سنتی

○ این مدل‌ها شامل مجموعه‌ای از معادلات مبتنی بر **همبستگی بین سری‌های زمانی** ایجاد شده از حساب‌های ملی بود. پیوند رسمی بین این مدل‌های اقتصاد کلان و تحلیل‌های خرد وجود نداشت؛ علیرغم این دیدگاه سنتی که "قوانین هم افزوده (Aggregate) بستگی به قوانینی دارند که برای استفاده در موارد فردی اعمال شده است".





مدل‌های اقتصاد کلان سنتی

البته همه محققین این مدل‌های جدید را

سودمند ارزیابی نکردند. به‌طور مثال هایک (۱۹۳۱) می‌نویسد:

○ نه هم افزوده‌ها و نه میانگین‌ها که متغیرهای کلان هستند، بر روی هم عمل نمی‌کنند و هرگز امکان‌پذیر نخواهد بود که ارتباط‌های لازم علت و معلول بین آن‌ها برقرار کرد؛ آن‌طور که بین پدیده‌های فردی، قیمت‌های یک کالا و مواردی از این قبیل این پیوندها را تبیین کرد.

○ با این وجود، اقتصاد کلان به عنوان یک حوزه جداگانه از اقتصاد خرد با انتشار کتاب اقتصاد ساموئلسون در سال ۱۹۴۸ شناخته شد (کولاندر، ۲۰۰۶).

مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

○ جداسازی اقتصاد کلان و

اقتصاد خرد تا بحران

اقتصادی در اواسط دهه

۱۹۷۰ (بحران اقتصادی

غرب) ادامه یافت که نقد

مشهور لوکاس مطرح شد...



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

- در اصل، لوکاس (۱۹۷۶) اشاره دارد که تغییرات سیاستی، **روشی که افراد رفتار می‌کردند** و بر این اساس ساختاری که مدل‌سازی می‌شود، را می‌تواند تغییر دهد
- و این تغییر به معنای آن است که **مدل‌های موجود نمی‌توانند برای ارزیابی سیاستی** مورد استفاده قرار گیرند.



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

○ نتیجه نقد لوکاس مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی بود که تلاش می‌کنند "تا با **ارائه بنیان‌های اقتصاد خرد** برای اقتصاد کلان، اقتصاد کلان را با اقتصاد خرد ادغام کند" (ویکنز، ۲۰۰۸،).

○ این ادغام از طریق در نظر گرفتن "یک فرد منفرد که یک کالا را تولید می‌کند که می‌توان آن را مصرف کرد یا برای افزایش تولید و مصرف در آینده سرمایه‌گذاری کرد" حاصل می‌شود.

○ این مدل‌ها به عنوان **مدل‌های رمزی** یا مدل‌های **عامل نماینده** شناخته می‌شوند.



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

○ در عمل، عامل **نماینده** بیانگر یک **فرد میانگین** است. و این فرد میانگین **تصمیمات** خود را بر اساس **بهبینه یابی** استوار می‌کند.

○ **محدودیت‌های** استفاده از **عامل‌های نماینده** مدت‌هاست که به رسمیت شناخته شده‌اند.

○ اما استفاده از آن‌ها ادامه یافت زیرا این مدل‌ها تحلیل‌های قابل ردیابی بیشتری را ایجاد می‌کنند (ویکنز، ۲۰۰۸، ص ۱۰).

○ اما، اکنون این وضعیت در حال تغییر است.

مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

○ ویکنز (۲۰۰۸، ۱۰) متذکر شد که "استفاده پیشرفته‌تر اقتصاد کلان اجازه بررسی عوامل ناهمگن را فراهم می‌سازد،"

○ و **مشکلات** فنی ناشی از استفاده از عوامل **ناهمگن** در مدل‌های **تعادل عمومی پویای تصادفی** اکنون (در سال ۲۰۱۴) در مرزهای پروژه‌های تحقیقاتی در حال بررسی هستند.

○ cutting-edge research projects



بحران ۱۹۷۰:

○ پیش بینی های **کینزی** می گفت که **تورم می تواند جامعه را از رکود خارج کند؛** چون افزایش قیمت ها به طور تاریخی موجب **تحریک عرضه** شده بود و تولید کنندگان در شرایط تورمی با افزایش تولید و استخدام نیروی کار بیشتر پاسخ می دهند.

○ اما وقتی که سیاستگذاران امریکایی عرضه پول را در تلاش برای تحریک اشتغال افزایش دادند این نظریه کار نکرد. آنها هم با تورم بالا و هم با بیکاری بالا مواجه شدند **مصیبتی** که آن را **رکود تورمی** (**Stagflation**) نامیدند.



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

○ رابرت لوکاس و دیگران گفتند که مدل‌های کینزی به این خاطر شکست خوردند که **قدرت یادگیری سازوارپذیری انسانی** را نادیده گرفتند.

○ بنگاه‌ها و کارگران آموختند که **تورم فقط تورم است، و معادل افزایش حقیقی در قیمت‌ها نسبت به دستمزدها نیست.**



اقتصاد پیچیدگی

○ کولاندر (۲۰۰۶): اقتصاد کلان پساوالراسی: ورای مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (مجموعه مقالات که دستور کاری را برای یک رویکرد جایگزین به اقتصاد کلان فراهم آورد)

❖ مفروضات محدود کننده مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی را در نظر نمی‌گرفت، به ویژه فرض نمی‌کرد مردم در یک محیط به لحاظ اطلاعاتی غنی عمل می‌کنند.

- Post Walrasian Macroeconomics: Beyond the Dynamic Stochastic General Equilibrium Model



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

○ مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی فرض می‌کنند که **اقتصاد قادر به دستیابی و حفظ یک تعادل** است اگرچه بحث‌های زیادی درباره اینکه تعادل چگونه تعریف می‌شود، وجود دارد.

○ دیگران این نظر را دارند که **اقتصاد یک دستگاه پویای غیرخطی پیچیده** است که **به ندرت**، اگر اصلاً چنین امری اتفاق بیفتد، **به تعادل می‌رسد**.



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

○ در حالی که در **یک نظام خطی** فرض بر این است که فعالیت در سطح کلان محصول یک **جمع ساده از اقدامات سطح خرد** است، که در یک نظام غیرخطی نتیجه جدیدی ممکن است حاصل شود.



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

استیگلitz و گالگاتی (۲۰۱۱):

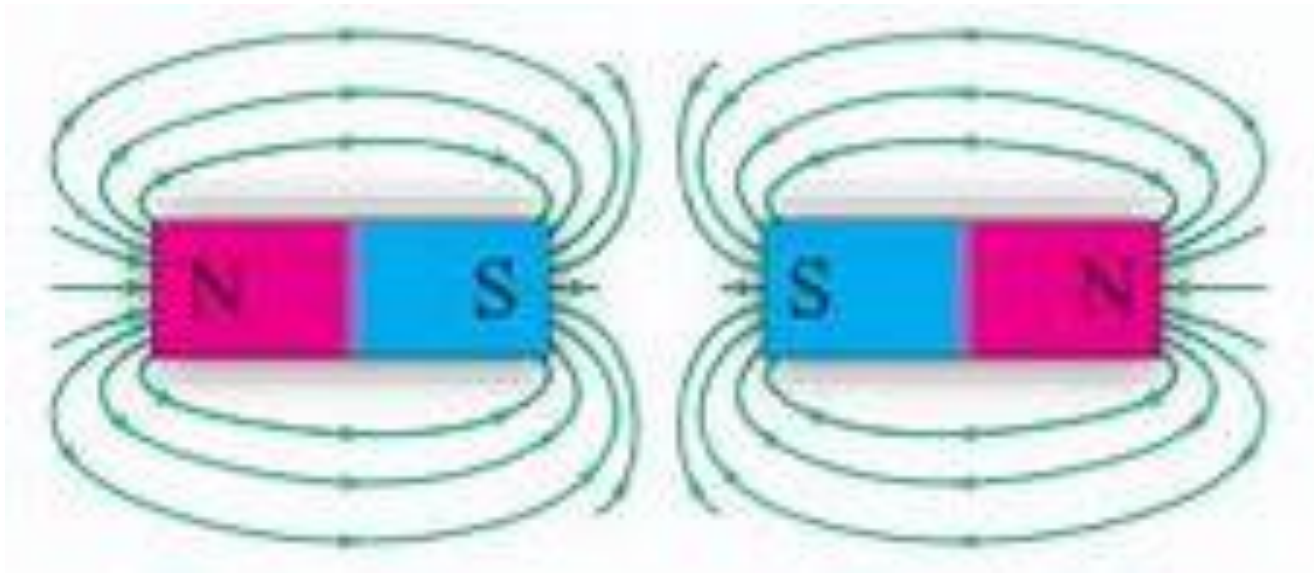
○ استفاده از عامل نماینده امکان **تحلیل تعامل‌های پیچیده** را منتفی می‌کند؛

○ از "یک **رویکرد پایین به بالا** دفاع می‌کنند که در آن دستگاه‌های سطح پایین (اقتصاد خرد) پایه‌های دستگاه‌های سطح بالا (اقتصاد کلان) را فراهم می‌آورند؛

○ که در آن **دستگاه‌های سطح بالا** (اقتصاد کلان) می‌توانند **ویژگی‌های جدید و متفاوتی** داشته باشند.

○ بنابراین، بسیاری از محققین مدل‌های مبتنی بر عامل را به **مثابه یک پیشرفت ارزیابی می‌کنند.**

○ هوویت (۲۰۱۲) می‌گوید که مدل‌های اقتصادی مبتنی بر عامل **"قطب مخالف"** مدل‌های اقتصادی تعادل عمومی پویای تصادفی هستند.



مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی فرض می‌کنند:

○ مردم **توانایی‌های** فوق‌العاده پیشرفته برای حل

یک مسئله برنامه‌ریزی در طول زمان که به لحاظ

محاسباتی پیچیده است، در یک **محیط**

فوق‌العاده **ساده** دارند،



مدل‌های مبتنی بر عامل

مدل‌های مبتنی بر عامل فرض می‌کنند:

○ مردم قواعد بسیار ساده رفتاری برای مواجهه با محیطی دارند که برای هر کسی که بخواهد به طور کامل آن را بشناسد، بسیار پیچیده است؛ محیط **بخاطر** این **تعامل** ها **بسیار** پیچیده است،



مدل‌های مبتنی بر عامل

○ مدل‌های اقتصادی مبتنی بر عامل می‌توانند یک
نظام اقتصادی را تصویر کنند که در آن **رفتار نظم**
یافته می‌تواند در **نتیجه تعامل بین عوامل**
ناهمگن باشد که هیچ یک از آنها درکی از اینکه
چگونه نظام کلی عمل می‌کند، ندارد.



مدل‌های مبتنی بر عامل

○ در مدل‌های مبتنی بر عامل، **عامل** ها از قواعد تبعیت می‌کنند و به آن **در طول زمان واکنش نشان می‌دهند** و در آن **تعامل می‌کنند**. آنها به خوبی **در حال بهینه کردن رفتار خود** هستند، اما **در درون قیود متصور خود** چنین می‌کنند، و ممکن است **اطلاعات کامل نداشته باشند**.

○ در مقابل، اقتصاد نئوکلاسیک فرض می‌کند مردم می‌توانند با استفاده از اطلاعات کامل بهینه‌سازی کنند.

مدل‌های مبتنی بر عامل

○ به ویژه، در مدل‌های مبتنی بر عامل **عامل‌ها** می‌توانند **به دنبال یک اشتباه یا به هر دلیلی رفتار خود را تصحیح کنند**، بسته به الگوریتم یادگیری مورد استفاده تغییر رفتار خود را اصلاح کنند.

○ مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی فرض می‌کنند که اشتباهات تکرار نمی‌شوند.



بحران اقتصادی زمینه ساز تحولات مدل سازی در اقتصاد

○ واقع این است که **علم اقتصاد پس از ناتوانی در پیش بینی بحران بزرگ مالی ۲۰۰۸** دستخوش تحولی شده است که بسیاری از بزرگان حاضر علم اقتصاد به **بازنگری در ماهیت و کیفیت مفاهیم و نظریه های مسلط** حکم کرده اند و از علم اقتصاد پیشا بحران و پسا بحران یاد می کنند.

(کروگمن (۲۰۰۸)، تیلور (۲۰۱۰)، ترنر (۲۰۱۲)، استیگلیتز (۲۰۱۶)، اکرلاف و شیلر (۲۰۱۵)، کینگ (۲۰۱۶)، رومر (۲۰۱۶)، کولیر (،) بلک (،) اسکیدلسکی (،))



بحران اقتصادی زمینه ساز تحولات مدلسازی در اقتصاد

○ گزارش کمیته سیاست‌گذاری پولی برای بانک مرکزی انگلستان چنین نتیجه‌گیری کرد که "بحران مالی عملاً نشان داد کلیه مدل‌های اصلی اقتصاد کلان به طور دهشتناکی بسیار ضعیف تجهیز شده‌اند تا بتوانند پیامدهای این نوع رویداد را درک کنند (استاکتون، ۲۰۱۲، ۶).



بحران اقتصادی زمینه ساز تحولات مدلسازی در اقتصاد

○ به علاوه، در حوالی ۲۰۱۳، خواست به **تغییر در آموزش علم اقتصاد** گسترش یافته بود و در ۲۰۱۴ منابع شرح دروس دسترسی باز در علم اقتصاد ارائه شد، که همزمان یک منبع را برای درس نخست در علم اقتصاد فراهم می‌کرد و برای در برگرفتن **شبیه‌سازی‌های مبتنی بر عامل در این روش جدید آموزش علم اقتصاد برنامه‌ریزی شد** (انجمن سلطنتی اقتصاد، ۲۰۱۴).



بحران اقتصادی زمینه ساز تحولات مدلسازی در اقتصاد

○ مدل مبتنی بر عامل از پژوهش درباره پویایی‌های غیرخطی و هوش مصنوعی رشد کرد و با ورود رایانه‌های شخصی در دهه ۱۹۸۰ و اوایل ۱۹۹۰ رشد آن تسهیل شد.



معرفی اقتصاد محاسباتی

مبتهی بر عامل

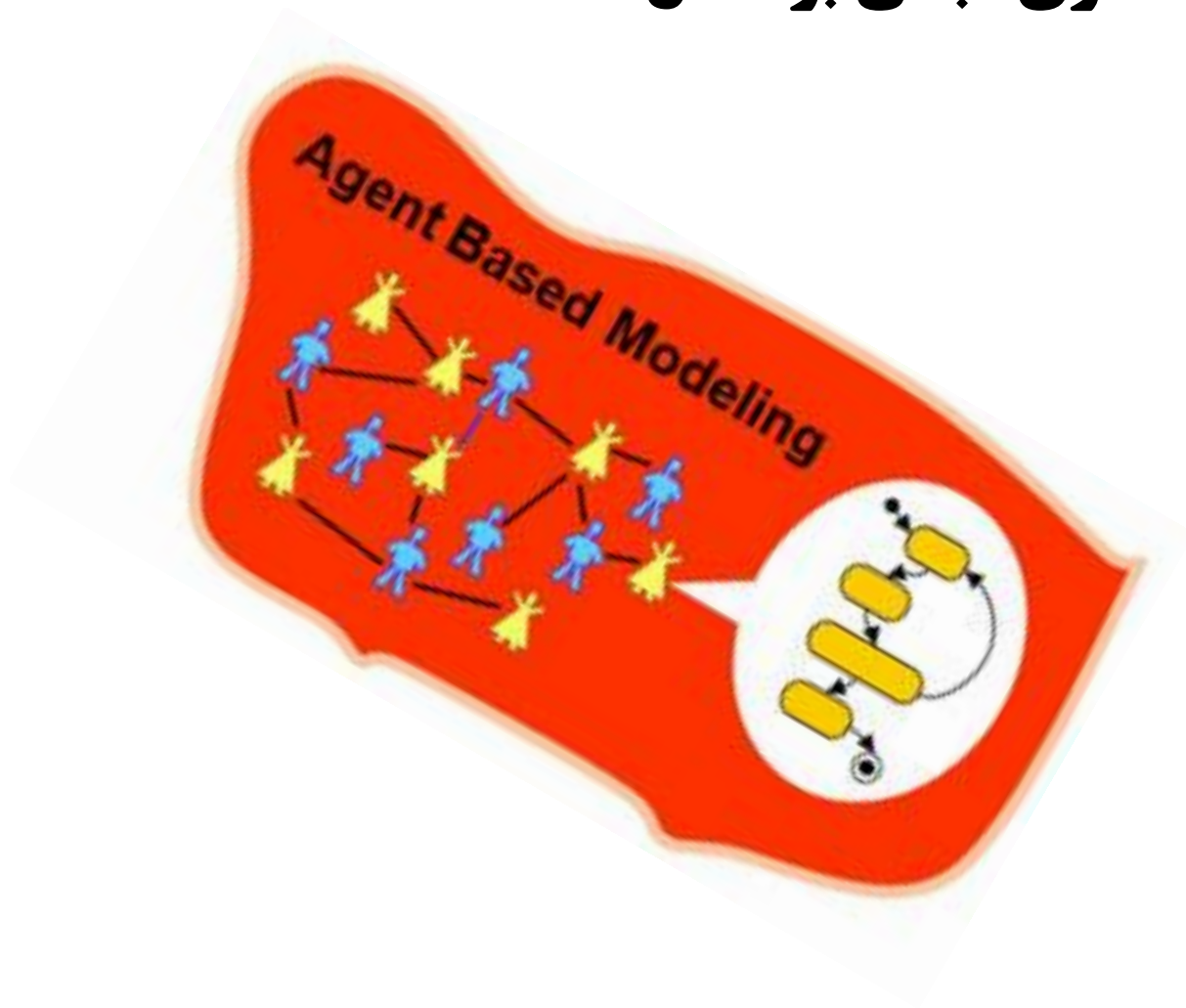


نامگذاری مدل‌سازی مبتنی بر عامل

- Agent-based modelling (ABM)
- Agent-based modelling and simulation (ABMS)
- Agent-based systems (ABS)
- Multi-agent systems (MAS)
- Multi-agent simulation (MAS)
- ...



نامگذاری مدل‌سازی مبتنی بر عامل



■ اقتصاد

■ جامعه‌شناسی

■ زیست‌شناسی

■ علوم سیاسی

■ باستان‌شناسی

■ زبان‌شناسی

■ ...



مولفه های اقتصاد مبتنی بر عامل

○ **تعریف عامل:** عامل یک موجود است که اثر می گیرد و اثر می گذارد می تواند **انسانی**، **نهادی** یا **حیوانی** باشد، به طور مثال می تواند بیانگر یک شخص، یک خانوار، یک بنگاه، یک حشره یا حتی یک کشور باشد.

○ **ناهمگنی** عوامل یک **وجه کلیدی** و مهم است: هر عامل می تواند یک مجموعه منحصر به فردی از مشخصات و قواعد رفتاری را داشته باشد.



مشخصات عامل ها

- **برداشت:** عوامل می توانند عوامل دیگر را در مجاورت خود و در محیط خود ارزیابی کنند.
- **عملکرد:** عوامل می توانند عمل کنند، همچون حرکت کردن و ارتباط برقرار کردن.
- **حافظه:** عوامل می توانند وضعیت ها و اقدامات گذشته خود را به خاطر آورند.
- **سیاست:** عوامل می توانند قواعدی داشته باشند که تعیین می کنند، آن ها در مرحله بعد چه می کنند.



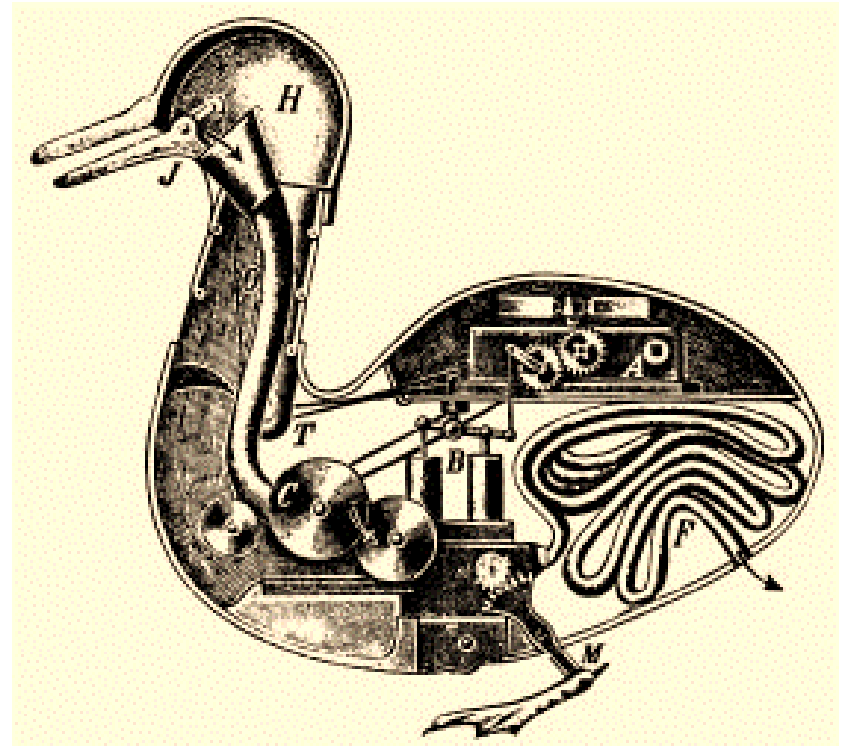
مدل مبتنی بر عامل

○ یک مدل مبتنی بر عامل یک **برنامه رایانه‌ای** است که یک **دنیای تصنعی** از **عامل‌های ناهمگن** می‌سازد و بررسی چگونگی **تعامل‌های** بین این **عوامل** و بین عوامل و وجوه دیگری همچون **زمان** و **فضا** امکان‌پذیر می‌کند و آن‌ها را به هم **می‌افزاید** تا به **الگوهای** شکل دهند که در **عالم واقع مشاهده می‌شوند**.



مدل مبتنی بر عامل

- مدل‌های مبتنی بر عامل می‌توانند طیفی از **مدل‌های ساده**، انتزاعی تا **مطالعات موردی بسیار پیچیده** دنیای واقعی را دربر بگیرند.
- آن‌ها می‌توانند فقط **دو عامل** یا **میلیون‌ها عامل** داشته باشند.



مدل مبتنی بر عامل

- این مدل ها به این فرض که اقتصاد به سمت یک وضعیت از پیش تعیین شده **تعادلی** پیش می رود، آنگونه که سایر مدل ها در نظر می گیرند، متکی نیست.
- در عوض در هر زمان معین هر عامل **مطابق** با وضعیت **حال حاضر خود**، **وضعیت دنیای اطراف خود**، و **قواعد حاکم بر رفتار خود عمل می کند**.



مدل مبتنی بر عامل

○ به عنوان مثال **فرد مصرف کننده** ممکن است تصمیم بگیرد که بر اساس نرخ **تورم**، **خوش بینی** **حال حاضر او** **درباره آینده**، قواعد رفتاری ناشی از **تجربیات روانشناسی پس** انداز کند یا **خرج** کند.

○ **رایانه تعامل های زیاد عامل** را **دنبال** می کند، تا ببیند **در طول زمان چه اتفاقی** می افتد.



مدل مبتنی بر عامل

- شبیه سازی های مبتنی بر عامل می توانند یک طیف بسیار گسترده تر از رفتار غیرخطی را مدیریت کنند تا مدل های متعارف مبتنی بر تعادل.
- بنابراین سیاستگذاران می توانند یک اقتصاد تصنعی را تحت سناریوهای سیاستی متفاوت شبیه سازی کنند و پیامدهای آن را به طور مقدراری نشان دهند.



مدلسازی مبتنی بر عامل

شبیه سازی مبتنی بر عامل معمولاً شامل ۶ مرحله است:

- ✓ تعریف هدف،
- ✓ طراحی یک مدل،
- ✓ ساختن مدل،
- ✓ تأیید،
- ✓ اعتبارسنجی
- ✓ تحلیل حساسیت



مدلسازی مبتنی بر عامل

- شبیه سازی با یک تعریف ساده از **هدف** آغاز می شود.
- بر این اساس، مدل **صورتبندی** شده و در مرحله سوم به برنامه شبیه سازی ترجمه می شود (**ساختن مدل**).
- بعد از این مرحله، لازم است مدلساز مطمئن شود که مدل فکری به درستی اجرا شده است که این مرحله **تأیید** است.
- یک مرحله رایج کنترل است که رفتار و پیامد مدل ها **متناظر** با رفتار مورد انتظار از **مدل نظری** باشد.
- سرانجام، **تحلیل حساسیت** بررسی سیستماتیک تنظیمات متفاوت مدل و شبیه سازی است.



مدلسازی مبتنی بر عامل

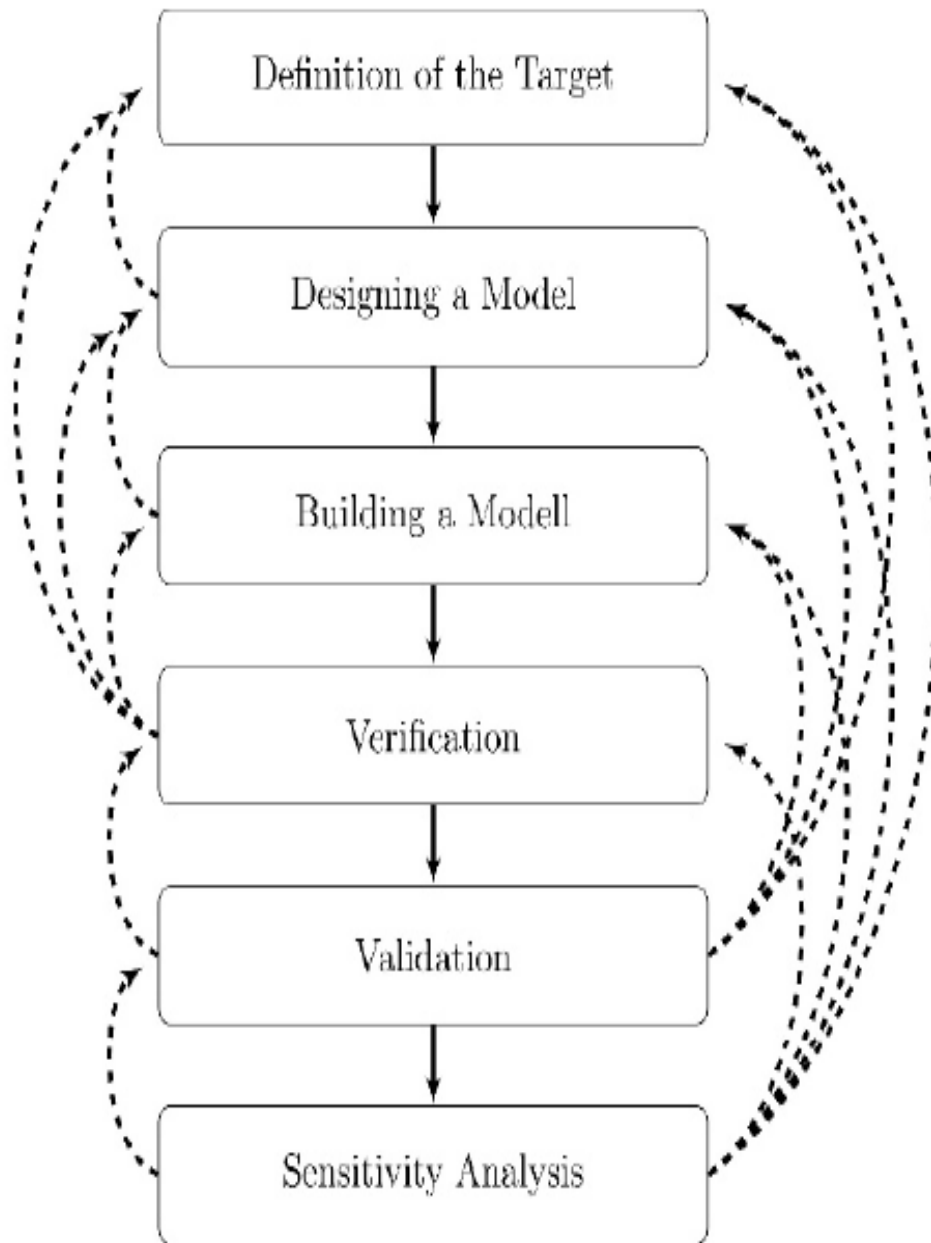


Figure 9: Idealised Steps of Using Simulations (Source: own illustration based on Gilbert, Troitzsch)

مدلسازی مبتنی بر عامل

○ استفاده از شبیه سازی هرگز یک فرایند روشن گام به گام نیست. در مقابل، استفاده از شبیه سازی ها یک فرایند پویا است که در آن هیچ ترتیب روشنی حفظ نمی شود.

○ برای مثال، گاهی اوقات مدلسازی تنها در حین مرحله تحلیل حساسیت در می یابد که کدهای شبیه سازی هنوز دارای خطا هستند. مثال دیگر حلقه های بازخوردی گوناگون هستند که در واقع یکی از مزیت های استفاده از شبیه سازی است: یعنی انعطاف پذیری.

- an iterative and evolving process
- baseline scenario



مدلسازی مبتنی بر عامل

○ شبیه سازی ایجاد فرایند تکراری و تکاملی است که در آن برای درک بهتر رفتار مدل شبیه سازی شده، اغلب نسخه های متعددی از مدل ایجاد می شود.

○ مدلساز برای مثال با یک سناریوی پایه آغاز می کند که در آن فرایندهای درون شبیه سازی تنها در یک سطح پایه پیاده سازی شده است. سپس مدلساز می تواند لایه های مختلف شبیه سازی را گسترش دهد.



مدلسازی مبتنی بر عامل

○ مدل های مبتنی بر عامل **نوش دارو همه دردها نیستند.**

○ چالش اصلی در مشخص کردن اینکه چگونه عامل ها رفتار می کنند و به ویژه در انتخاب قواعدی که آنها برای تصمیم گیری استفاده می کنند، قرار دارد.



مدلسازی مبتنی بر عامل

○ چنین مدل های اقتصادی باید بتوانند که ابزار متفاوتی ارائه کنند تا درک بهتری در مورد اینکه چگونه سیاستهای دولت میتواند بر مشخصه های گسترده ای از عملکرد اقتصادی اثر بگذارند و به طور کمی نشان دهند که چگونه اقتصاد احتمالاً در واکنش به سناریوهای مختلف واکنش نشان می دهد.

○ در اصل حتی این امکان وجود دارد که یک مدل اقتصاد مبتنی بر عامل ایجاد کرد که بتواند پیش بینی های مفیدی از اقتصاد واقعی داشته باشد.



مدلسازی مبتنی بر عامل

- ایجاد یک مدل مبتنی بر عامل از اقتصاد که به دقت طراحی و اجرا شده باشد، مستلزم بازخوردهای نزدیک بین شبیه سازی، آزمون، گردآوری داده ها و توسعه نظریه است.
- این امر نیازمند قدرت محاسباتی جدی و همکاری چندرشته ای میان اقتصاددانان، صاحب نظران علوم رایانه، روان شناس ها، زیست شناسان و دانشمندان علوم فیزیکی با تجربه در مدلسازی های مقیاس بزرگ است.



