https://mph.ui.ac.ir
Metaphysics
University of Isfahan E-ISSN: 2476-3276
Vol. 18, Issue 1, No. 41, 2026

(Research Paper)

The Artifact-Like Nature of Scientific Models

Ali seyedi Dehaghani
Institute for Humanities and Cultural Studies
asdehaghani@gmail.com
Alireza Mansouri *
Institute for Humanities and Cultural Studies
mansouri@ihcs.ac.ir

Abstract
The present article critiques prevalent views regarding the nature of abstract scientific models, arguing that these approaches fail to account for the role of intentionality in determining a model's essence. Instead, the paper proposes that scientific models should be viewed as abstract artifacts whose nature is directly dependent on the design intention, specific scientific goals, and the particular institutional contexts in which they are embedded. This approach specifically emphasizes the importance of intentionality in the formation of scientific models, positing that these models are purposefully designed to achieve specific scientific and research objectives. This perspective carries significant metaphysical implications, as it leverages the philosophy of artifacts to stress the existential dependence of models on the collective intention of scientists and the role of scientific institutions in shaping and establishing them. Finally, by offering a solution to the ontological problem of models, the article paves the way for proposing a form of institutional-functional realism that assesses the reality of models within the framework of their scientific and social functions.

Keywords: Theoretical Models, Ontology of Models, Intentionality in Modeling, Abstract Artifacts, Institutional Realism.

* Corresponding Author

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

10.22108/mph.2025.145811.1652

دوفصلنامه علمی متافیزیک

دوره ۱۸، شماره اول (پیاپی ۴۱)، ۱۴۰۵ ص ۱۶۲-۱۴۷

تاریخ وصول: ۱۴۰۴/۴/۱۱ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۲۶

(مقالهٔ پژوهشی)

ماهیت مصنوع‌مانند مدل‌های علمی

علی سیدی، دانشجوی دکتری پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران، ایران

asdehaghani@gmail.com

علیرضا منصوری *، دانشیار پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، تهران، ایران

mansouri@ihcs.ac.ir

چکیده

مقالهٔ حاضر ضمن نقدی بر دیدگاه‌های رایج دربارهٔ ماهیت مدل‌های انتزاعی علمی، نشان می‌دهد این رویکردها از تبیین نقش قصدمندی در تعیین ماهیت مدل‌ها ناتوان هستند. مقاله در عوض پیشنهاد می‌کند مدل‌های علمی به عنوان مصنوعاتی انتزاعی در نظر گرفته شوند که ماهیت آنها به طور مستقیم وابسته به قصد طراحی، اهداف علمی و زمینه‌های نهادی خاصی است که در آنها قرار دارند. این رویکرد به طور ویژه بر اهمیت قصدمندی در شکل‌گیری مدل‌های علمی تأکید دارد و بر این باور است که این مدل‌ها به منظور رسیدن به مقاصد خاص علمی و پژوهشی طراحی می‌شوند. این رویکرد پیامدهای متافیزیکی مهمی دارد؛ زیرا با بهره‌گیری از فلسفهٔ مصنوعات، بر وابستگی وجود مدل‌ها به قصد جمعی دانشمندان و نقش نهادهای علمی در شکل‌گیری و تثبیت آنها تأکید می‌کند. در نهایت، مقاله از رهگذر پاسخی به مسألهٔ هستی‌شناختی مدل‌ها، زمینه را برای پیشنهاد نوعی رئالیسم نهادی-کارکردی فراهم می‌کند که واقعیت مدل‌ها را در چارچوب کارکردهای علمی و اجتماعی آنها می‌سنجد.

واژگان کلیدی: مدل‌های نظری، هستی‌شناسی مدل‌ها، قصدمندی در مدل‌سازی، مصنوعات انتزاعی، رئالیسم نهادی.

* نویسنده مسئول

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

10.22108/mph.2025.145811.1652

۱- مقدمه

یکی از پرسش‌های مهم در فلسفهٔ علم آن است که مدل‌های علمی دقیقاً چه نوع موجوداتی هستند. در نگاه اول، ممکن است مدل‌ها صرفاً ابزارهایی برای محقق‌کردن و اجرای نظریه‌ها یا بازنمایی پدیده‌ها به نظر برسند. با این حال، استفادهٔ گسترده و متنوع از مدل‌ها در علوم مختلف، از فیزیک نظری تا علوم اجتماعی، نشان می‌دهد نیازمند تحلیل هستی‌شناختی دقیق‌تری از ماهیت آنها هستیم.

دیدگاه‌های رایج در فلسفهٔ علم مدل‌ها را عمدتاً به عنوان ابزارهایی برای بازنمایی جهان (Giere, 2004; Suppe, 1977) یا نشان‌دهندهٔ ساختارهای ریاضی آن (Freudenthal & Suppes, 1961)، یا به منزلهٔ داستان‌های علمی تخیلی (Frigg, 2010; Toon, 2012)، یا ابزارهایی برای استنتاج و تفکر (Morrison & Morgan, 1999; Reiss, 2013) و نه بازنمایی (Potochnik, 2019; Suárez, 2004) در نظر می‌گیرند. هر یک از این رویکردها نقش‌هایی از مدل‌ها را بازتاب می‌دهند و معمولاً به نقش قصدمندی[1] و عامل انسانی نیز در شکل‌گیری یا کارکردِ آنها اشاره شده است. با این حال، در بیشتر این رویکردها، قصدمندی به عنوان مؤلفه‌ای بنیادین و تعیین‌کننده در ماهیت مدل‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است و این مفهوم بیشتر در چارچوب کارکرد و بازنمایی مدل‌ها تحلیل شده است. به عبارت دیگر، بسیاری از متون موجود قصدمندی را عمدتاً به عنوان ویژگی مرتبط با کاربردهای عملی مدل‌ها یا فرایندهای بازنمایی علمی بررسی کرده‌اند؛ برخی دیگر، مانند تحلیل‌های افسانه‌گرایانه (Frigg, 2010; Toon, 2012) اساساً مدل‌ها را صرفاً به عنوان داستان‌های تخیلی فاقد هستیِ مستقل می‌دانند و به همین دلیل، تحلیل مستقلی از ماهیت مدل‌ها ارائه نمی‌کنند.

این مقاله، با تأکید بر این خلأ نظری، استدلال می‌کند برای فهم بهتر و دقیق‌تر ماهیت مدل‌های علمی، باید قصدمندی را نه صرفاً یک ویژگی فرعی در بازنمایی و کاربرد، بلکه به عنوان مؤلفه‌ای اساسی و تعیین‌کننده در بستر متافیزیک مصنوعات در نظر گرفت. به عبارت دیگر، قصدمندی جزء جدانشدنی هستی مصنوعاتی مانند مدل‌های علمی است که بدون آن، نمی‌توان ماهیت این مصنوعات را تبیین کرد.

در پاسخ به این خلأ، مقلهٔ حاضر با بهره‌گیری از مفاهیم فلسفهٔ مصنوعات (Thomasson, 2003; Hilpinen, 2011; Knuuttila, 2011; Kroes & Meijers, 2006)، پیشنهاد می‌کند مدل‌های علمی را باید به منزلهٔ *مصنوعات انتزاعی قصدمند* فهم کرد. از این دیدگاه، ماهیت مدل‌ها نه صرفاً از ساختار صوری یا ویژگی‌های بازنمایانه‌شان، بلکه از *قصد طراحی، اهداف نظری و زمینه‌های نهادی و تاریخی استفاده از آنها* ناشی می‌شود. این تحلیل بستری مناسب برای صورت‌بندی نوعی *رئالیسم نهادی-کارکردی* فراهم می‌آورد که واقعیت مدل‌ها را در پیوند با نقش آنها در نهادهای علمی و فعالیت علمی تبیین می‌کند.

ساختار مقاله به این ترتیب است: در بخش دوم نقدی مختصر بر نظریه‌های رایج ارائه می‌کنیم و سپس در بخش سوم، با تکیه بر فلسفهٔ مصنوعات، چارچوب مفهومیِ تحلیلِ مدل‌ها به عنوان مصنوعات انتزاعی[2] تبیین می‌شود. نقش قصدمندی در ماهیت و کارکرد مدل‌ها در بخش چهارم بررسی می‌شود و در نهایت، در بخش پنجم پیامدهای متافیزیکی این رویکرد تحلیل می‌شود. در پایان، بخش ششم به جمع‌بندی و ترسیم چشم‌اندازهای نظری این دیدگاه اختصاص دارد.

۲- معمای هستی‌شناختی مدل‌های علمی

برای پاسخ به معمای هستی‌شناسی مدل‌ها، تا کنون دیدگاه‌هایی متعدد در فلسفهٔ علم مطرح شده‌اند. در این بخش، مهم‌ترین این رویکردها را مرور می‌کنیم و نشان می‌دهیم هر یک از آنها در تبیین نقش قصد طراحی و زمینه‌های نهادی مدل‌ها ناکام هستند.

مدل‌های علمی از ابزارهای محوری در تفکر و فعالیت علمی هستند. آنها در نظریه‌پردازی، تبیین، پیش‌بینی، آزمون‌های فکری و تجربی و حتی طراحی فناوری‌های

[1] Intentionality

[2] Abstract Artifacts

جدید نقش ایفا می‌کنند. با این حال، پرسشی ساده همچون «مدل علمی چیست؟» با پاسخ‌هایی ساده و سرراست همراه نیست. مدل‌ها از تنوع شکل، محتوا و کارکرد برخوردار هستند و در بیشتر موارد، در مرزهای میان علم، تخیل، مهندسی و کاربردهای اجتماعی جای می‌گیرند. همین امر موجب شده است تا مسألهٔ «چیستی مدل» یا به تعبیر ما، معمای هستی‌شناختی مدل‌های علمی، به یکی از چالش‌های جدی در فلسفهٔ علم بدل شود.

دیدگاه‌هایی مختلف برای حل این معما پیشنهاد شده‌اند. یکی از قدیمی‌ترین آنها دیدگاه بازنمایی-ساختاری است که با آثار پاتریک سوپز[1] شناخته می‌شود. سوپز مدل‌های علمی را ساختارهای ریاضی می‌داند که برای بازنمایی سیستم‌های تجربی به کار می‌روند. دیدگاه او که بسیار متأثر از منطق ریاضی و نظریهٔ مجموعه‌هاست، مدل‌های علمی را یک ساختار ریاضی شامل مجموعه‌ای از عناصر (مانند اشیاء، روابط، توابع) می‌داند که اصول نظریه دربارهٔ آنها صدق می‌کنند. در این دیدگاه، انطباق بین مدل ریاضی و ساختار داده‌های تجربی اساس بازنمایی است (Freudenthal & Suppes, 1961). با وجود دقت صوری، این دیدگاه در تبیین تفاوت میان مدل‌های صوریِ هم‌ساختار، ولی با اهداف و کاربردهای متمایز، ناتوان است؛ از این رو، نمی‌تواند پاسخ‌گوی ابعاد زمینه‌مند و قصدمند مدل‌ها باشد. برای مثال، مدل‌های اقلیمی پیچیده مانند مدل‌های اقلیم جهانی (GCMs)[2] برای پیش‌بینی‌های خاص طراحی شده‌اند. هر نسخه از این مدل‌ها، با تغییراتی کوچک در پارامترها یا اهداف، معنا و کارکردی متفاوت می‌یابد (Parker, 2009). دیدگاه ساختاری نمی‌تواند تفاوت میان این نسخه‌ها را توضیح دهد، زیرا همگی ممکن است از نظر صوری ساختار مشابهی داشته باشند.

برای روشن‌ترشدن این محدودیت، مدل بوز-اینشتین[3] را به صورت موردی بررسی می‌کنیم که شکاف میان ساختار صوری و قصد طراحی را به‌خوبی نشان می‌دهد. مدل بوز-اینشتین که در دههٔ ۱۹۲۰ توسط ساتیندرا بوز[4] و آلبرت اینشتین[5] مطرح شد، به عنوان یک مدل آماری ایده‌آل برای توصیف رفتار بوزون‌ها در دماهای بسیار کم طراحی شد. ساختار ریاضی این مدل ساده است. فرض می‌شود ذرات با یکدیگر تعاملی ندارند و در یک سیستم بسته رفتار می‌کنند (Pethick & Smith, 2008). در دههٔ ۱۹۲۰، ابزارهای تجربی و نظری برای بررسی دقیق سیستم‌های پیچیدهٔ کوانتومی بسیار محدود بود؛ در نتیجه، این مدل از ابتدا به عنوان یک «ابزار نظری» برای بررسی رفتار بوزون‌ها در شرایط خاص طراحی شد. در اصل، یک مدل برای درک مفهومی و نظری از رفتار آماری بوزون‌ها، نه بازنمایی دقیق گازهای فیزیکی، موجود بود؛ بنابراین، بوز و اینشتین به دنبال یک مدل ساده‌سازی‌شده بودند که با فرض «بدون برهم‌کنش‌بودن ذرات» بتواند رفتار آماری جمعی بوزون‌ها را تحلیل کند. آنها با این مدل، وجود یک گذار فازی جدید در حوزهٔ مکانیک کوانتومی را پیش‌بینی کردند: یعنی چگالش بوز-اینشتین (Pethick & Smith, 2008).

در دههٔ ۱۹۹۰، با پیشرفت‌های فناوری در زمینهٔ سردسازی لیزری و تله‌گذاری مغناطیسی، امکان ایجاد چگالش بوز-اینشتین در آزمایشگاه فراهم شد و دانشمندانی مانند اریک کرنل[6] و کارل وایمن[7] در سال ۱۹۹۵ موفق به تولید چگالش بوز-اینشتین در گاز رقیق روبیدیوم شدند. متعاقبِ آن، مدل‌هایی با ساختار مشابه اما به **قصد** توصیف و پیش‌بینی رفتار واقعی چگالش بوز-اینشتین در گازها ساخته شدند. این مدل‌های جدید، برخلاف مدل اولیهٔ اینشتین، برای تطبیق با داده‌های تجربی و شبیه‌سازی رفتار واقعی گازهای بوزونی طراحی شدند (Pethick & Smith, 2008). از دیدگاه ساختاری، این دو مدل ممکن است فقط به مثابهٔ ساختارهای هم‌شکل دیده

[1] Patrick Suppes
[2] General Circulation Models
[3] Bose-Einstein
[4] Satyendra Bose
[5] Albert Einstein
[6] Eric Cornell
[7] Carl Wieman

شـوند. اما از دیدگاه متافیزیک مصـنوعات، آنها مدل‌هایی کاملاً متفاوت با قصـــدها، نقش‌ها و کارکردهای متمایز هسـتند؛ بنابراین، هرچند دیدگاه سـاختاری ممکن اسـت مدل‌ها را با ساختارهایِ ریاضی «مشخص» کند، در تحلیل تمایز میان مدل‌هایی که سـاختار مشـابه دارند اما برای مقاصد متفاوت طراحی شده‌اند، دچار کاستی جدی است.

از طرفی، مدل‌ها معمولاً در چارچوب‌های پژوهشی و در زمینه‌های تاریخی و نهادی سـاخته می‌شـوند؛ برای نمونه، از میان مدل‌های بازار در اقتصـاد نوکلاسـیک، مدل «بازار رقابت کامل»[1] از نظر سـاختاری ساده و قابل‌تعریف است، اما در نظریه‌های اقتصادی در برخی از دوره‌ها، برای توجیه آزادسـازی بازارها به کار رفته اسـت و در برخی دیگر برای نقد ناکارآمدی بازار (Morgan & Morrison, 1999). دیدگاه سـاختاری بدون تحلیل زمینهٔ تاریخی و نهادی نمی‌تواند این تغییرات را تحلیل کند.

بس ون فراسـن[2] نیز معتقد اسـت مدل‌ها جهان را نه از طریق مطابقت مسـتقیم با واقعیت، بلکه از طریق شـباهت سـاختاری بازنمایی می‌کنند. بر این اسـاس، مدل‌ها نقش واسطی میان نظریه‌ها و جهان ایفا می‌کنند و همانند نقشه یا نمودار، برای نمایش سـاختار پدیده‌ها به کار می‌روند (Van Fraassen, 2010). این دیدگاه به‌خوبی به کارکرد بازنمایی مدل توجه دارد، اما همچنان بر رابطهٔ مدل با جهان تمرکز می‌کند، بدون آنکه به هستی‌شناسیِ خود مدل به عنوان یک شیء توجه صریحی داشته باشد.

در واکنش به نارسایی‌های دیدگاه ساختاری، رویکردی دیگر پدید آمده است که مدل‌ها را نه به مثابهٔ بازنمایی‌های دقیقِ سـاختاری، بلکه به عنوان اشـیای خیالی یا داسـتانی تلقی می‌کند. این دیدگاه، با عنوان دیدگاه داسـتانی[3] در فلسـفهٔ علم، به ویژه در زمینهٔ مدل‌های علمی، توسـط فیلسـوفانی مانند رومن فریگ[4]، آدام تون[5] و مائوریسـیو سـوارز[6] توسعه یافته اسـت. این دیدگاه مدل‌های علمی را به عنوان موجوداتی خیالی در نظر می‌گیرد که شباهت‌هایی با شخصیت‌ها و موجوداتِ داستانی دارند. رومن فریگ و جیمز انگوین[7]، ایدهٔ اصلی «دیدگاه داستانی مدل‌ها» را این می‌دانند که مدل‌های علمی شبیه به اشیاء، شخصیت‌ها یا مکان‌های داستانی هستند (Frigg & Nguyen, 2016). آدام تون نیز با بهره‌گیری از نظریهٔ تظاهرِ[8] کندال والتون[9]، مدل‌ها را به عنوان ابزارهایی در بازی‌های تخیلی معرفی می‌کند. او معتقد است دانشمندان هنگام کار با مدل‌ها، درگیر بازی‌های تخیلی می‌شـوند که در آنها مدل‌ها به عنوان ابزار صـحنه یا ابزارهایی برای تصـور وضـعیت‌های ممکن یا فرضـی عمل می‌کنند (Toon, 2010). مائوریسیو سوارز نیز نقش تخیل در مدل‌سازی علمی را بررسی و مدل‌ها را به عنوان ابزارهایی برای بررسـی وضـعیت‌های ممکن معرفی می‌کند (Suárez, 2008).

بنابراین، دیدگاه داستانی مدل‌ها را به عنوان موجوداتی خیالی در نظر می‌گیرد که دانشمندان از آنها برای بررسی و تحلیل وضـعیت‌های ممکن یا فرضـی اسـتفاده می‌کنند. این دیدگاه تأکید می‌کند مدل‌ها نه بازنمایی‌های مسـتقیم از واقعیت، بلکه ابزارهایی تخیلی هسـتند که به دانشـمندان امکان می‌دهند تا ویژگی‌ها و رفتارهای سـیسـتم‌های مورد مطالعه را بررسی کنند.

این دیـدگـاه اگرچـه توانسـتـه اسـت نقش تخیـل، رولیت‌پردازی و خلق فضـاهای مفهومی در مدل‌سـازی علمی را برجسته کند، در تبیین ماهیت هستی‌شناختی مدل‌ها با چالش‌های جدی روبه‌رو است. نخست آنکه این رویکرد نمی‌تواند جایگاه هستی‌شناختی مدل‌هایی را که ساختارهای دقیق ریاضـی و عملکردهای علّی دارند، به‌خوبی توضـیح دهد؛ زیرا تقلیل آنها به داستان‌هایِ ذهنی یا تخیلات توجیه‌گر قدرت پیش‌بینی و کاربرد آنها در فعالیت علمی نیسـت. دوم آنکه نقش تخیل در مدل‌سازی علمی، کنترل‌شده، هدفمند و عمدتاً در بستر ریاضیات یا شبیه‌سازی است که قیاس مستقیم

[1] Perfect Competition
[2] Bas van Fraassen
[3] Fiction View
[4] Roman Frigg
[5] Adam Toon
[6] Mauricio Suárez
[7] James Nguyen
[8] Pretense Theory
[9] Kendall Walton

با داستان‌های ادبی را دشوار می‌کند (Contessa, 2010). سوم آنکه این دیدگاه عموماً ساختارهای درونی، روابط کمّی و سازوکارهای علی در مدل‌ها را نادیده می‌گیرد و آنها را صرفاً استعاره‌هایی برای فهم قلمداد می‌کند (Knuuttila, 2021b). در نهایت، مدل‌های علمی معمولاً در بافت‌های نهادی، پژوهشی و اجتماعی ساخته و به کار گرفته می‌شوند و تحلیل آنها بدون توجه به اهداف، زمینهٔ طراحی و استفادهٔ بین‌الاذهانی آنها ناقص می‌ماند (Morgan & Morrison, 1999). در مجموع، دیدگاه داستانی با نادیده‌گرفتن کارکردهای علّی، ساختارهای کمّی و زمینه‌های نهادی، تصویری ناقص از مدل‌های علمی ارائه می‌دهد.

در دیدگاه استنتاجی نسبت به مدل‌های علمی که از سوی فیلسوفانی همچون سوارز توسعه یافته است، مدل‌ها ابزارهایی برای استنتاج نتایج و پیش‌بینی‌ها از مفروضات علمی تلقی می‌شوند. در این رویکرد، مدل‌ها نه بازنمایی مستقیم واقعیت، بلکه واسطه‌هایی برای انتقال و استنتاج اطلاعات از نظریه‌ها به پدیده‌های تحت بررسی هستند (Suárez, 2004). با وجود این مزایا، این دیدگاه در تبیین ماهیت هستی‌شناختی مدل‌ها با چالش‌هایی مهم روبه‌رو است.

نخست آنکه تحلیل صرفاً استنتاجی از مدل‌ها نمی‌تواند تفاوت هستی‌شناختی میان مدل‌هایی که ساختار صوری یکسانی دارند ولی با اهداف متفاوت طراحی شده‌اند را توضیح دهد؛ برای مثال، یک مدل ریاضی مشابه ممکن است در فیزیک برای تحلیل انرژی ذرات و در زیست‌شناسی برای توصیف پویایی جمعیت به کار رود، اما نادیده‌گرفتن قصد طراحی به تفاوت معنایی و نهادی آن دو مدل بی‌توجهی می‌کند (Knuuttila & Boon, 2011). دوم، این دیدگاه قادر به توضیح جنبه‌های مصنوعی و طراحی‌شدهٔ مدل‌ها نیست؛ در حالی که بسیاری از مدل‌ها توسط دانشمندان ساخته می‌شوند و در بافت‌های خاص پژوهشی معنا می‌یابند. همچنین، دیدگاه استنتاجی از ارائهٔ معیاری روشن برای تشخیص مرز میان مدل‌ها و نظریه‌ها عاجز است؛ زیرا هر دو از فرایندهای صوری و استنتاجی بهره می‌برند (Morgan & Morrison, 1999).

افزون بر این، تحلیل استنتاجی در تبیین قدرت تبیینی مدل‌ها ناتوان است؛ زیرا مدل‌ها گاه پدیده‌ها را نه صرفاً از طریق استنتاج، بلکه با تکیه بر مکانیسم‌های علّی یا قیاس‌های ساختاری تبیین می‌کنند (Bogen, 2017). از سوی دیگر، نادیده‌گیری نقش نهادهای علمی، مخاطبان مدل و زمینه‌های استفادهٔ آنها باعث می‌شود دیدگاه استنتاجی نتواند جایگاه اجتماعی و کارکردی مدل‌ها را به‌درستی تحلیل کند (Morgan & Morrison, 1999). بنابراین، هرچند رویکرد استنتاجی در فهم برخی از کارکردهای معرفتی مدل‌ها مفید است، در ارائهٔ درکی کامل از ماهیت و جایگاه مدل‌های علمی ناتوان و نیازمند مکمل‌هایی از جنس تحلیل‌های مصنوع‌محور و قصدگراست.

در جمع‌بندی، باید گفت هر یک از این دیدگاه‌ها بخشی از حقیقت دربارهٔ مدل‌ها را آشکار می‌کنند، اما در ارائهٔ تحلیلی یکپارچه و هستی‌شناختی ناکام هستند. دیدگاه ساختاری بر دقت ریاضی، دیدگاه بازنمایی بر نسبت با جهان، دیدگاه داستانی بر تخیل و خلاقیت و دیدگاه ابزارگرایانه بر کارکرد تأکید می‌کند. در واقع، این نظریه‌ها بیشتر به نقش مدل‌ها در فعالیت علمی توجه دارند. این کاستی‌ها نشان می‌دهند برای پاسخ‌گویی به معمای هستی‌شناسی مدل‌ها، باید به تحلیلی رو بیاوریم که علاوه بر توضیح نقش‌های متنوع مدل‌ها، امکان تبیین قصد طراحی، زمینهٔ کاربرد و کارکرد نهادی مدل‌ها را نیز به‌شکلی هم‌زمان و یکپارچه فراهم کند. دیدگاه «مصنوعات قصدمند» که در بخش بعدی ارائه می‌شود، چنین قابلیتی دارد.

۳- مدل‌های علمی به مثابهٔ مصنوعات انتزاعی

همان‌طور که دیدیم، مدل‌های علمی معمولاً در چارچوب‌هایی همچون بازنمایی، ساختار، داستان، یا ابزار تحلیلی بررسی می‌شوند. اما این چارچوب‌ها به‌ندرت به طور مستقیم به هستی‌شناسی خود مدل‌ها اختصاص یافته‌اند. پیشنهادی که در این بخش طرح می‌شود این است که

هستی‌شناسیِ مدل‌های نظری علمی را باید در پرتو هستی‌شناسیِ مصنوعات انتزاعی نگریست. این رویکردِ پیشنهادی ریشه در متافیزیک مصنوعات دارد که عمدتاً در کارهای فیلسوفانی مانند امه توماسون[1]، پیتر کروس[2]، مارتین فرنسن[3] و آنتونی میجرز[4] توسعه یافته است.

۳-۱- مصنوعات و هستی‌شناسی قصدمند

در پدیدآمدنِ مصنوعات، برخلاف اشیای طبیعی، قصد انسانی دخالت دارد. یک چکش، یک قرارداد اجتماعی، یا یک الگوریتم رایانه‌ای، همگی ماهیتی وابسته به قصد مبدعان خود دارند. توماسون در نظریهٔ معروف خود، «انواع مصنوعی عام»[5]، استدلال می‌کند ماهیت یک مصنوع وابسته به شرایط قصدی و فرهنگی تولید آن است (Thomasson, 2003). به طور مشابه، ریستو هیلپینن[6] مصنوعات را به عنوان اشیایی تعریف می‌کند که برای تحقق اهداف خاصی طراحی شده‌اند (Hilpinen, 2011).

مدل‌های علمی نیز چنین هستند: آنها در متن مقاصد و اهداف نظری یا تجربی طراحی می‌شوند، پدیده‌هایی را ساده‌سازی یا ایده‌پردازی می‌کنند و ساختاری دارند که با مقاصد و طرح‌هایی خاص در ذهن سازندگانشان تعریف می‌شود (Tayebi & Mansouri, 2023). این شباهت با مصنوعات ما را به سوی بینشی هدایت می‌کند که مدل‌ها را نه به عنوان اشیای ریاضی یا داستانی، بلکه به عنوان مصنوعات انتزاعی درک کنیم.

۳-۲- مصنوعات انتزاعی در فلسفهٔ فناوری

برای به‌کارگیریِ ایدهٔ مصنوعات به مدل‌های علمی، باید از تحلیل کلاسیک مصنوعات فیزیکی فراتر برویم و وارد حوزهٔ مصنوعات انتزاعی شویم؛ مفهومی که در فلسفهٔ فناوری معاصر بسط یافته است. در متافیزیک مصنوعات، مارتین فرنسن و پیتر کروس تأکید می‌کنند مصنوعات انتزاعی، مانند مدل‌ها، نظریه‌ها، طرح‌ها و نرم‌افزارها، اشیایی هستند که اگرچه وجود مادی ندارند، مبتنی بر قصد، طراحی و کارکرد هستند. این مثال‌ها نشان می‌دهند مصنوعات انتزاعی نیز، همانند مصنوعات فیزیکی، فقط در بستر قصد طراحی و کارکرد نهادی قابل درک هستند؛ بنابراین، ماهیتِ آنها از طریق اسناد اجتماعی و استفادهٔ معنادار در یک چارچوب کاربردی قوام می‌یابد (Franssen & Kroes, 2009). مدل‌های علمی در این چارچوب ماهیتی دوگانه دارند: از یک سو، ساختار صوری آنها (مانند معادلات، نمودارها یا الگوریتم‌ها) قابل تحلیل ریاضی است و از سوی دیگر، دارای کارکردی علمی هستند که فقط با در نظر گرفتن زمینه و قصد طراحی و کارکرد قابل درک است (Kroes, 2012). این کارکردها می‌توانند شامل تبیین، پیش‌بینی، شبیه‌سازی، یا حتی اکتشاف مفهومی باشند و به همین دلیل، نمی‌توان ماهیت مدل‌ها را صرفاً از ساختار آنها استنتاج کرد.

تارجا کنوتیلا[7] با ارائهٔ رویکردی که آن را رویکرد مصنوع‌محور[8] می‌نامد، استدلال می‌کند مدل‌ها نه بازنمایی‌های منفعل، بلکه مصنوعات شناختی فعالی هستند که طراحی، ساخت و استفاده از آنها در چارچوب نهادهای علمی شکل می‌گیرد. بر اساس این تحلیل، ویژگی‌هایی مانند مقبولیت مدل یا کارایی پیش‌بینی‌گرایانهٔ آن، از زمینهٔ نهادی و قصد طراحی سرچشمه می‌گیرند (Knuuttila, 2011).

در مجموع، فلسفهٔ فناوری با گسترش تحلیل مصنوعات به حوزهٔ مصنوعاتِ انتزاعی، بستری مفهومی فراهم می‌آورد که در آن می‌توان مدل‌های علمی را نه به مثابهٔ بازنمایی‌های ساده‌شدهٔ جهان، بلکه به مثابهٔ مصنوعات هدفمند و طراحی‌شده در بستر نهادهای علمی تحلیل کرد. این دیدگاه امکان پاسخ‌گویی دقیق‌تر به پرسش‌های هستی‌شناختی دربارهٔ ماهیت، کارکرد و هویت مدل‌ها را فراهم می‌آورد.

---

[1] Amie Thomasson
[2] Peter Kroes
[3] Maarten Franssen
[4] Anthonie Meijers
[5] General Artifactual Kind
[6] Risto Hilpinen
[7] Tarja Knuuttila
[8] Artefactual Approach

۳-۳- نقش و ماهیت مدل

مسألهٔ محوری این بخش آن است که چه چیزی تعیین می‌کند یک ساختار انتزاعی، به عنوان یک مدل خاص علمی، شناخته شود. پاسخ این است که *قصد اولیهٔ طراحی* مؤلفهٔ تعیین‌کنندهٔ ماهیت مدل است. در تحلیل مصنوعات انتزاعی، رابطهٔ میان قصد اولیه و ماهیت شیء نقش محوری دارد. به طور خاص، ماهیت یک مصنوع وابسته به قصدی است که برای آن طراحی شده است. اگرچه ممکن است یک شیء در آینده در نقش‌هایی مختلف به کار رود، آنچه آن را به عنوان یک مصنوع تعریف می‌کند، قصد اولیهٔ تولیدکننده است (Kroes & Meijers, 2006).

این دیدگاه در رابطه با مدل‌های علمی بسیار روشن‌گر است. برای مثال، مدل اتمی بور نه صرفاً یک بازنمایی یا داستان، بلکه یک طرح نظری هدفمند است که برای توضیح طیف خطی اتم‌ها طراحی شده است و همین قصد، ماهیت اولیهٔ آن را به عنوان یک مدل علمی شکل می‌دهد. این امر به ما امکان می‌دهد تا میان مدل‌های علمی و سایر مصنوعات انتزاعی مانند رمان‌ها و مخلوقات هنری تمایز بگذاریم؛ زیرا مدل‌ها مشخصاً برای تحقق نقش‌های معرفتی و نظری خاص طراحی شده‌اند.

۳-۴- طراحی نظری و زمینه‌مندی[1]

در این بخش نشان می‌دهیم تحلیل مدل به عنوان مصنوعی قصدمند، بدون توجه به *زمینهٔ طراحی* – شامل اهداف، ابزارها، نظریه‌ها، و نهادها – ناکامل خواهد بود. برخلاف تحلیل‌های انتزاعی یا صوری، فلسفهٔ مصنوعات تأکید دارد هر مصنوع فقط درون یک زمینهٔ فرهنگی–نظری خاص معنا می‌یابد. برای نمونه، فرنسن استدلال می‌کند مصنوعات انتزاعی نیازمند زمینهٔ طراحی[2] هستند که در آن قصد، کارکرد، معیارهای موفقیت و ابزارهای تحقق مشخص می‌شوند (Franssen et al., 2009).

در رابطه با مدل‌های علمی، این نکته بسیار مهم است: یک مدل فقط در بستری خاص از نظریه، روش‌شناسی، فناوری موجود و اهداف پژوهشی معنا پیدا می‌کند. برای مثال، مدل تکاملی فیشر در زیست‌شناسی فقط در بستری خاص از سنت نوداروینی و به منظور کمّی‌سازی انتخاب طبیعی معنادار است (Andersson, 1994). این امر نشان می‌دهد تحلیل مدل به عنوان مصنوع انتزاعی، ما را وادار می‌کند تا توجهی ویژه به زمینهٔ طراحی آن و «قصدمندی نهادی» مدل‌های علمی در بخش بعد داشته باشیم.

۳-۵- تمایز با دیگر اشیای انتزاعی

در نهایت، این پرسش مطرح می‌شود که اگر مدل‌های نظری مصنوعاتی انتزاعی هستند، چه چیزی آنها را از سایر اشیای انتزاعی مانند مفاهیم ریاضی، داستان‌های ادبی، یا نظریه‌های علمی متمایز می‌کند. ادعای اصلی آن است که مدل‌های علمی، برخلاف بازنمایی‌های ساده یا ابزارهای صرف محاسباتی، در پی برقراری نوعی خاص از تعامل معرفتی[3] با جهان طبیعی هستند. منظور از تعامل معرفتی فرایندی است که در آن مدل نه فقط به مثابهٔ تصویر یا تقلیل یک وضعیت جهان، بلکه به عنوان واسطه‌ای فعال برای شناخت، توضیح و پیش‌بینی پدیده‌ها عمل می‌کند. این نقش فعال، از طریق ساختار صوری مدل، مفروضات ایده‌آل‌سازی‌شده و مقاصد طراحی آن تحقق می‌یابد. در این چارچوب، مدل‌ها نه کاملاً بازنمودی هستند، نه صرفاً ابزارهای محاسباتی، بلکه مصنوعاتی انتزاعی هستند که طراحی شده‌اند تا امکان تعاملی خاص با پدیده‌های طبیعی را فراهم کنند (Knuuttila, 2021a). این تعامل در قالب‌هایی همچون شبیه‌سازی رفتار پدیده‌ها، آزمون فرضیه‌های نظری، کشف مکانیسم‌های علّی محتمل یا حتی تولید داده‌های مجازی برای شرایط غیرقابل‌دسترس تجربی تحقق می‌یابد.

به تعبیر کنوتیلا، مدل‌ها مصنوعاتی نظری هستند که به گونه‌ای طراحی می‌شوند تا امکانات شناختی خاصی را

[1] Context-Dependence
[2] Design Environment
[3] Epistemic Interaction

فعال کنند؛ مانند تمرکز بر متغیرهای کلیدی، حذف عوامل مزاحم، یا ترکیب منابع دادهٔ ناهمگن. در این نگاه، تعامل معرفتی نه در تطابق با واقعیت، بلکه در قابلیت مدل برای درگیرشدن با پرسش‌های علمی و شرایط تجربی معنا می‌یابد (Knuuttila, 2011). برای مثال، مدل اقلیم جهانی (GCM) صرفاً توصیف یا بازنمایی شرایط جوی نیست، بلکه طراحی شده است تا در تعامل با داده‌های ماهواره‌ای، سناریوهای انسانی و فرضیه‌های فیزیکی، درک ما از پویایی زمین را ممکن کند (Parker, 2009). این مدل‌ها واجد قصد طراحی، لایه‌ای از پیچیدگی محاسباتی و زمینهٔ نهادی مشخصی هستند که همگی در تعامل معرفتی نقش دارند.

به همین دلیل، تحلیل مدل‌ها بر اساس هستی‌شناسی مصنوعات انتزاعی قصدمند، تبیینی بهتر از تعامل معرفتی آنها با جهان طبیعی ارائه می‌دهد. این دیدگاه نشان می‌دهد مدل‌ها نه صرفاً بازنمودهایی خنثی، بلکه ابزارهایی طراحی‌شده با مقاصد شناختی خاص هستند. بخش بعدی به‌تفصیل نقش قصدمندی در تعیین ماهیت مدل‌ها را بررسی خواهد کرد.

٤- قصدمندی و ماهیت مدل‌های علمی

پیش‌تر، مدل‌های نظری علمی را به مثابهٔ مصنوعات انتزاعی تحلیل کردیم؛ ساختارهایی طراحی‌شده با قصد و کارکردی مشخص. در این بخش، به طور دقیق‌تر نقش قصدمندی در تعیین ماهیت هستی‌شناختی مدل‌ها را بررسی می‌کنیم. ادعا این است که قصد علمی نه صرفاً یک پیش‌زمینهٔ روان‌شناختی یا معرفتی، بلکه مؤلفه‌ای هستی‌شناختی در تقویم مدل علمی است. مدل‌ها اشیایی قصدمند هستند: ماهیت و کارکرد آنها وابسته به قصد طراحان، کاربران و چارچوب‌هایی نهادی است که در آنها تولید و به کار گرفته می‌شوند.

۴-۱- قصدمندی طراحی مقوم ماهیت مدل

در فلسفهٔ علم، یکی از پرسش‌های بنیادی در رابطه با مدل‌ها این است که تحت چه شرایطی می‌توان گفت یک مدل علمی خاص، با وجود تغییر زمینه‌های کاربرد یا اصلاحات در ساختار صوری‌اش، همچنان «همان» مدل باقی می‌ماند. دیدگاه رایج در سنت‌های کلاسیک فلسفهٔ علم، ماهیت مدل را از طریق ویژگی‌های صوری یا محتوای بازنمایانهٔ آن تعیین می‌کرد. به بیان دیگر، اگر دو کاربرد از یک ساختار ریاضی یا مجموعه‌ای از فرضیه‌های مشابه استفاده می‌کردند، معمولاً فرض می‌شد هر دو به یک مدل اشاره دارند. اما تحلیل‌هایی که از دیدگاه متافیزیک مصنوعات ارائه شده‌اند، نشان می‌دهند این تلقی برای توضیح پایداری ماهیت مدل‌ها در فعالیت علمی کافی نیست. مدل‌های علمی مصنوعاتی هستند که توسط دانشمندان، با اهداف مشخص، در بافت‌های نهادی خاص و با توجه به پرسش‌های پژوهشی ویژه ساخته می‌شوند. به همین دلیل، ماهیت آنها نه صرفاً وابسته به ساختار صوری، بلکه وابسته به «قصد طراحی» آنهاست (Kroes & Meijers, 2006).

برای مثال، مدل کیسه‌ای پروتون[1] که در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ توسعه یافت، مدلی است که با هدف تقریبی توصیف ساختار درونی پروتون‌ها بر اساس محدودکردن کوارک‌ها در یک فضای بسته (کیسه‌ای) طراحی شد. در این مدل، کوارک‌ها درون یک ناحیهٔ کروی به دام افتاده‌اند و انرژی سیستم به صورت تابعی از حجم و انرژی جنبشی کوارک‌ها بیان می‌شود (Frigg & Hartmann, 2020). حال اگر همین ساختار صوری را برای شبیه‌سازی یک پدیدهٔ نظری در مادهٔ چگال یا ذرات غیر پروتونی به کار ببریم، نمی‌توان گفت هنوز «مدل کیسه‌ای پروتون» را داریم، حتی اگر معادلات یکی باشند. علت این تفاوت در قصد طراحی و بافت معرفتی–نهادی مدل نهفته است. به تعبیر کروس و میجر، قصد صانع، بخشی از ماهیت یک مصنوع است و در غیاب آن، با مصنوعی متفاوت روبه‌رو هستیم (Kroes & Meijers, 2006).

این نکته در رابطه با مدل گاز ایده‌آل نیز صادق است. مدل گاز ایده‌آل در فیزیک یکی از کلاسیک‌ترین مثال‌های

1 Bag Model of the Proton

مدل‌سازی نظری است. این مدل بر پایهٔ فرضیه‌هایی همچون نقطه‌ای‌بودن ذرات، عدم وجود نیروی بین‌مولکولی و تصادم‌های کاملاً کشسان بنا شده است. از دیدگاه صوری، معادلهٔ PV = nRT مشخص‌کنندهٔ رفتار سیستم است. به عقیدهٔ کروس، قصد از طراحی این مدل تسهیل فهم پدیده‌های گازی در دماها و فشارهای معمول و همچنین آموزش مفاهیم اولیهٔ ترمودینامیک است. طراحی مدل نه به قصد بازنمایی دقیق واقعیت، بلکه به قصد کنترل و ساده‌سازی مفهومی صورت گرفته است. پس مدل گاز ایده‌آل یک مصنوع انتزاعی با کارکرد آموزشی و تحلیلی مشخص است. هر گونه تغییری در قصد، فرضیه‌های آن (برای مثال، افزودن نیروی بین‌مولکولی) را تغییر می‌دهد و آن را به مدلی دیگر (مانند مدل ون‌دروالس) بدل می‌کند؛ بنابراین، قصد طراحی در تمایز این دو مدل نقش محوری دارد (Kroes, 2012).

در نتیجه، آنچه پایداری ماهیت مدل‌ها را تضمین می‌کند، نه فقط ساختار صوری، بلکه پیوستگی قصد طراحی، اهداف معرفتی و کاربرد نهادی آنهاست. نادیده‌گرفتن این بُعد قصدی موجب می‌شود تحلیل‌های فلسفی از مدل‌ها دچار ساده‌سازی مفرط شوند و نتوانند تفاوت‌های کلیدی میان انواع گوناگون مدل‌های هم‌ساختار را توضیح دهند. به تعبیر تارجا کنوتیلا، مدل‌ها «مصنوعاتی معرفتی» هستند که هم در طراحی و هم در کاربرد، با قصد علمی پیوندی ناگسستنی دارند (Knuuttila, 2011).

۲-۴- قصدمندی جمعی و نهادینه‌شده در علم

جان سرل[1] در آثار خود، به ویژه در کتاب *ساخت واقعیت اجتماعی*[2]، مفهوم «قصدمندی جمعی»[3] را برای تبیین چگونگی شکل‌گیری و تداوم نهادهای اجتماعی، همچون پول، ازدواج یا مالکیت، مطرح می‌کند. او استدلال می‌کند نهادهای اجتماعی بر پایهٔ اعمال زبانی و توافق جمعی در نسبت‌دادن «کارکرد نهادین»[4] به اشیاء یا رویه‌ها بنا می‌شوند (Searle, 1995).

حال اگر این چارچوب را به مدل‌های علمی تعمیم دهیم، می‌توان استدلال کرد مدل‌ها نیز به طریق مشابه، نوعی نهاد فکری یا معرفتی هستند که از طریق قصدمندی جمعی جامعهٔ علمی شکل می‌گیرند. به بیان دقیق‌تر، مدل‌ها فقط زمانی معنادار و کارآمد تلقی می‌شوند که اجتماع علمی توافق داشته باشد که یک ساختار ریاضی یا نموداری خاص، در زمینه‌ای مشخص، کارکردی خاص از جمله پیش‌بینی، تبیین، شبیه‌سازی، ساده‌سازی یا ... را به‌خوبی برآورده می‌کند. در این معنا، کارکرد نهادین مدل محصول نسبت دادن قصدمندانهٔ جامعه علمی است و بدون این نسبت‌دادن، ساختار مدل صرفاً یک شیء انتزاعی بی‌معنا خواهد بود.

یعنی در علم، طراحی و استفاده از مدل‌ها صرفاً محصول قصد فردی دانشمندان نیست، بلکه در زمینه‌ای از قصدمندی جمعی و نهادینه‌شده شکل می‌گیرد. مفهوم «قصدمندی جمعی» که جان سرل و مایکل برتمن[5] بسط داده‌اند، برای تحلیل بهتر این ویژگی مدل‌های علمی اهمیتی ویژه دارد. بر اساس این دیدگاه، اعمال، باورها و نهادهای اجتماعی بدون وجود قصدهای مشترک میان افراد قابل تبیین نیستند (Bratman, 2013; Searle, 1995). قصدمندی جمعی زمانی پدید می‌آید که گروهی از افراد به طور هماهنگ در پی تحقق هدفی مشترک باشند؛ به نحوی که هر یک از اعضا آگاه باشند دیگران نیز همین قصد را دارند و قصد خود را در هماهنگی با دیگران تنظیم کنند (Tollefsen, 2002).

در حوزهٔ علم، بسیاری از مدل‌ها فقط در بستر قصدمندی جمعی قابل فهم هستند. این مدل‌ها نه صرفاً ساختهٔ ذهن یک فرد، بلکه محصول همکاری، توافق‌های ضمنی و انتظارات نهادینه‌شده در اجتماع علمی هستند. برای مثال، مدل گاز ایده‌آل که در فیزیک برای توصیف رفتار گازها استفاده می‌شود، اگرچه فرض‌هایی ایده‌آل‌کننده دارد (مانند عدم

[1] John Searle
[2] The construction of social reality
[3] Collective Intentionality
[4] Institutional Function
[5] Michael Bratman

وجود برهم‌کنش میان ذرات یا برخورد کاملاً الاستیک)، به دلیل توافق جمعی دربارهٔ کارکرد نظری و آموزشی آن، به عنوان مدلی معتبر در چارچوبی مشخص پذیرفته شده است (Frigg & Hartmann, 2020).

نمونه‌ای از قصدمندی جمعی در حیطهٔ اجتماعی را می‌توان در مفهوم «پول» مشاهده کرد: اسکناس‌های کاغذی فقط به دلیل توافق عمومی بر ارزشمندی‌شان کارکرد دارند (Searle, 1995). مشابه همین وضعیت در علم نیز حاکم است؛ برای مثال، مدل بیماری‌های واگیردار مانند مدلِ ریاضیِ «SIR» در اپیدمیولوژی، به این دلیل به طرزی فراگیر به کار می‌رود که اجتماع علمی ملاحظه کرده است این مدل با وجود ساده‌سازی‌هایش، چارچوب مفهومی مناسبی برای درک و پیش‌بینی شیوع بیماری‌ها فراهم می‌کند و از این رو، بر کاربرد آن توافق دارد (Kermack & McKendrick, 1927).

فرنسن، لوکهورست[1] و وندپول[2] نیز بر این نکته تأکید کرده‌اند که مدل‌ها نهادهایی هنجاری هستند: در جامعهٔ علمی، قواعدی دربارهٔ طراحی، استفاده و ارزیابی مدل‌ها برقرار است که فقط در بستر توافق‌های نهادی و قصدمندی جمعی قابل درک است (Franssen et al., 2009).

برای نمونه، مدل کیسه‌ای پروتون که در بخش قبل آوردیم، در فیزیک انرژی بالا برای توضیح رفتار کوارک‌ها درون پروتون و نوترون به کار می‌رود. این مدل فرض می‌کند کوارک‌ها درون «کیسه‌ای» حبس شده‌اند و فقط در این چارچوب می‌توانند حرکت کنند. این مدل نه بر پایهٔ مشاهده مستقیم، بلکه بر پایهٔ قصد نظری برای توضیح پدیدهٔ حبس کوارک[3] توسعه یافته است. از نظر موریسون، این مدل ابزاری است برای آزمون فرضیه‌های خاص در چارچوب نظریهٔ کرومودینامیک کوانتومی (QCD)[4] بدون نیاز به حل کامل معادلات آن (Morrison, 2009). نکتهٔ مهم در تحلیل این مدل کارکرد تبیینی-ابزاری آن است. این مدل به منزلهٔ یک «ابزار» برای درک بخشی خاص از رفتار ذرات بنیادی طراحی شده و فاقد ادعای بازنمایی کامل است. در نتیجه، مطابق تحلیل توماسون، ماهیت این مدل وابسته به قصد خاص در بافت نظری خاص است و در غیاب این بافت، کارکرد و ماهیت خود را از دست می‌دهد. با وجود آنکه نظریه‌های جدیدتر مدل‌هایی دقیق‌تر پیشنهاد کرده‌اند، همچنان به عنوان یک مدل با ماهیت خاص خود، در آموزش و بعضی تحلیل‌ها معتبر باقی مانده است. این استمرار ناشی از قصدمندی نهادینه‌شدهٔ جامعه علمی است که کارکرد آموزشی و تاریخی این مدل را حفظ کرده است (Thomasson, 2007).

در نتیجه، قصدمندی جمعی نه فقط برای ایجاد و دوام نهادهای اجتماعی، بلکه برای شکل‌دهی به ماهیت و کارکرد مدل‌های علمی نیز ضروری است. درک این نکته تحلیل متافیزیکی مدل‌ها به مثابهٔ مصنوعات انتزاعی را ژرف‌تر و نقش نهادهای علمی و سنت‌های نظری را در تثبیت ماهیت مدل‌ها برجسته می‌کند.

۳-۴- قصدمندی و تمایز میان مدل‌ها

نقش قصدمندی، به ویژه در تمایزگذاری میان مدل‌های مشابه یا حتی هم‌شکل، اهمیتی بنیادین دارد. دو ساختار ریاضی ممکن است از لحاظ صوری یکسان باشند، اما اگر برای اهداف و مقاصد متفاوتی طراحی شده باشند، به عنوان دو مدل علمی متمایز محسوب می‌شوند. برای نمونه، مدل‌های مبتنی بر معادلات حرکت نوسانی، می‌توانند هم در مدل‌سازی حرکت یک جرم آویزان از فنر در فیزیک کلاسیک و هم در مدل‌سازی چرخه‌های تجاری در اقتصاد کلان استفاده شوند. در هر حالت، قصد از به‌کارگیری ساختار ریاضی، نوع مسألهٔ علمی و زمینهٔ نظری، ماهیت مدل را شکل می‌دهد (Kroes, 2012).

در اینجا، ایدهٔ «ماهیت نقش‌محور»[5] که توماسون مطرح کرده است، کمک مفهومی ارزشمندی ارائه می‌دهد. بر اساس این دیدگاه، اشیاء (شامل اشیای فیزیکی، نهادی یا

[1] Lokhorst
[2] van de Poel
[3] Quark Confinement
[4] Quantum Chromodynamics
[5] Role-Based Identity

مفهومی) ماهیت خود را نه فقط از ویژگی‌های درونی یا ماهیت فیزیکی‌شان، بلکه از نقش‌هایی که در چارچوب‌های هنجاری به عهده دارند به دست می‌آورند (Thomasson, 2007). برای مدل‌های علمی، این بدان معناست که ماهیت مدل تابع نقشی است که در پژوهش، آموزش، سیاست‌گذاری یا تبیین علمی ایفا می‌کند. به عبارتی، یک ساختار صوری مشخص فقط در پیوند با قصد طراحی و بافت نهادی‌اش به عنوان یک مدل علمی خاص تعریف می‌شود.

برای مثال، مدل «SIR» در اپیدمیولوژی (که قبلاً نیز به آن اشاره شد) برای تحلیل شیوع بیماری‌های واگیردار طراحی شده است و بر اساس سه جمعیت فرضی (مستعد، مبتلا، بهبودیافته) عمل می‌کند (Kermack & McKendrick, 1927). همین معادلات دیفرانسیل را می‌توان در حوزه‌های دیگر، برای مثال در تحلیل انتشار اطلاعات در شبکه‌های اجتماعی، نیز به کار برد (Pastor-Satorras & Vespignani, 2001). اما قصد طراحی و زمینهٔ علمی متفاوت باعث می‌شود ماهیت مدل‌ها تغییر کند.

مدل لوتکا–ولترا[1] مجموعه‌ای از معادلات دیفرانسیل غیرخطی است که برای توصیف پویایی جمعیت شکار و شکارچی طراحی شده است. این مدل نخست با هدف تحلیل زیست‌شناختی توسعه یافت (Lotka, 1925; Volterra, 1926). اما در دهه‌های اخیر، در حوزه‌های اقتصادی نیز کاربرد یافته است: برای تحلیل دوره‌ای رشد اقتصادی در شیوهٔ مارکسیستی (Goodwin, 1967)، بررسی تحولات نهادی (Zhang, 2012)، تحلیل توزیع درآمد و بررسی رقابت در فناوری و بازار. این تغییر زمینهٔ کاربرد پرسشی هستی‌شناختی ایجاد می‌کند: آیا همچنان با همان مدل مواجه هستیم یا مدلی جدید ساخته شده است؟ از دیدگاه رویکرد قصدمندانه، بسته به میزان تغییر در قصد طراحی و زمینهٔ کاربرد، ممکن است مدل لوتکا–ولترا به یک مدل دیگر تبدیل شده باشد. حتی اگر ساختار ریاضی مشابه باقی بماند اما قصد طراحی تغییر کند، تمایز مدل‌ها نه در ساختار، بلکه در قصدِ آنهاست (Chao, 2023).

مدل «عامل عقلانی» که در نظریه‌های نئوکلاسیک اقتصاد به کار می‌رود، فرض می‌کند افراد تصمیم‌گیرنده به صورت منطقی و با حداکثرسازی مطلوبیت رفتار می‌کنند. این مدل از نظر صوری ممکن است در قالب توابع مطلوبیت، معادلات تقاضا و عرضه، یا مدل‌های انتخاب منطقی ظاهر شود. تحلیل این مدل بر کارکرد آن در تثبیت ساختارهای نظری اقتصاد نئوکلاسیک دلالت دارد. اما این مدل نه به منظور بازنمایی دقیق رفتار واقعی انسان‌ها، بلکه به قصد فراهم‌کردن چارچوبی ساده و قابل تحلیل برای سیاست‌گذاری اقتصادی طراحی شده است. از این رو، ماهیت این مدل با قصد طراحی و بافت نهادی‌اش گره خورده است. اگر همین ساختار صوری در روان‌شناسی یا علوم شناختی به کار رود (برای مثال، در مدلی از تصمیم‌گیری انسانی)، لزوماً همان مدل نخواهد بود، مگر آنکه قصد و هدف طراحی حفظ شود (Hausman, 2003; Mäki, 2009). در اینجا، تحلیل قصدمندانه تمایز میان مدل‌های هم‌شکل را ممکن می‌کند.

یا در علوم اجتماعی، مدل «انتخاب عقلانی»[2] در اقتصاد سیاسی برای تحلیل رفتار رأی‌دهندگان توسعه داده شده است (Downs, 1957). در حالی که ساختاری مشابه در نظریهٔ بازی‌ها برای تحلیل راهبردهای نظامی به کار رفته است (Von Neumann & Morgenstern, 2007)، تفاوت در قصد و بافت استفاده از مدل نشان‌دهندهٔ تفاوت ماهوی میان این مدل‌هاست.

بنابراین، تمایز میان مدل‌های علمی صرفاً بر مبنای شکل ریاضی یا نحوهٔ فرمالیزه‌شدن آنها نیست، بلکه به‌شدت متکی به قصد طراحی و چارچوب نهادی–هنجاری استفاده از آنهاست. تحلیل مدل‌ها به عنوان مصنوعات قصدمند نه فقط تمایز مدل‌های مشابه را توضیح می‌دهد، بلکه به ما امکان می‌دهد تا تحول و تغییر

1 Lotka-Volterra

2 Rational Choice

کارکردهای مدل‌ها را در تاریخ علم بهتر درک کنیم.

۴-۴- قصدمندی و پویایی ماهیت مدل

از آنجا که قصد و کارکرد مدل‌ها در طول زمان تغییر می‌کند، ماهیت مدل‌ها نیز پویاست. مدل‌ها می‌توانند در طول زمان، بازتفسیر، بسط یا ساده‌سازی شوند، بی‌آنکه لزوماً از ماهیت اولیهٔ خود گسسته شوند. اما اگر قصد طراحی به گونه‌ای بنیادی تغییر کند، می‌توان گفت مدلی جدید ساخته شده است (Winsberg, 2010). وایزبرگ[1] در فصل پنجم کتابش مشخصاً توضیح داده است «اهداف نظری مدل‌ساز شکل کاربرد و تحلیل مدل را تعیین می‌کنند» (Winsberg, 2010, pp. 74-77). همچنین در فصل سوم به تفسیر اشاره می‌کند و نشان می‌دهد تعبیر مدل متأثر از هدف اولیه است (Winsberg, 2010, pp. 24-35) و در فصل هفتم بررسی می‌کند چگونه تغییر هدف می‌تواند منجر به تغییر در ماهیت مدل شود (Winsberg, 2010, pp. 114-120).

برای مثال، همان‌طور که قبلاً هم اشاره کردیم مدل رقابتی لوتکا–ولترا[2] در اکولوژی در ابتدا برای توصیف پویایی جمعیتی شکار و شکارچی طراحی شده بود، اما امروزه گاه در حوزه‌های اقتصادی یا حتی اجتماعی به کار می‌رود. در این حالت، بسته به شدت تغییر در هدف و زمینه، ممکن است با مدل‌هایی با ماهیت جدید مواجه باشیم. تحلیل قصدمندانه ابزاری مناسب برای ارزیابی این دگرگونی‌ها فراهم می‌آورد. این پویایی در ماهیت مدل‌ها ما را به سوی پیامدهای متافیزیکی گسترده‌تری هدایت می‌کند که در بخش بعدی آنها را بررسی خواهیم کرد.

۵- پیامدهای متافیزیکی

تحلیل مدل‌های علمی به عنوان مصنوعات قصدمند[3] پیامدهای متافیزیکی مهمی دارد که فراتر از توصیف سادهٔ ماهیت مدل‌ها می‌رود و به پرسش‌های بنیادین دربارهٔ وجود، ماهیت و کارکرد آنها پاسخ می‌دهد.

نخست، این رویکرد مدل‌های علمی را به مثابهٔ مصنوعات انتزاعی با هستی وابسته به قصد طراحی معرفی می‌کند. برخلاف اشیای طبیعی که وجودی مستقل از قصد انسان دارند، مدل‌ها فقط در شبکه‌ای از اهداف، نهادها و کارکردهای طراحی‌شده معنا و وجود می‌یابند (Kroes, 2012; Thomasson, 2003)؛ این به معنای انکار وجود آنها نیست، بلکه پذیرش نوعی هستی نهادینه‌شده است که توسط قصدهای مشترک علمی و اجتماعی ممکن می‌شود. از این دیدگاه، مدل‌ها همچون قراردادهای حقوقی یا نهادهای اجتماعی وجود واقعی دارند.

دوم، این تحلیل می‌تواند به پرسش متافیزیکی دربارهٔ چیستی ماهیت مدل‌ها پاسخ دهد. ماهیت یک مدل نه فقط از ساختار صوری یا ریاضی آن، بلکه از «نقش کارکردی قصدمندانه» ناشی می‌شود. بر اساس ایدهٔ «ماهیت نقش‌محور» که توماسون بسط داده است، یک مصنوع ماهیتش را از نقشی می‌گیرد که در چارچوبی هنجاری برای آن تعیین شده است. برای مثال، حتی اگر معادله‌های استفاده‌شده در مدل گاز ایده‌آل و مدل آماری یک بازار مشابه باشند، قصد طراحی و کاربرد آنها متفاوت است و بنابراین، ماهیت مدل نیز تغییر می‌کند (Thomasson, 2007).

سوم، رویکرد تحلیل مدل‌های علمی به عنوان مصنوعات قصدمند افقی تازه در بررسی مسألهٔ واقعیت آنها می‌گشاید. در این رویکرد، می‌توان از نوعی «رئالیسم نهادی–کارکردی»[4] دفاع کرد: مدلی از رئالیسم که در آن، واقعیت مدل‌ها نه ناشی از بازنمایی دقیق پدیده‌های طبیعی، بلکه مبتنی بر کارکرد آنها در نهادهای علمی و زمینه‌های معرفتی خاص درک می‌شود. این اصطلاح را می‌توان برآمده از خوانشی ترکیبی از تحلیل‌های کنوتیلا دربارهٔ مدل‌ها به عنوان مصنوعات معرفتی و موریسون در تحلیل نهادین کارکرد مدل‌ها دانست. در این خوانش، مدل‌ها واقعی هستند؛ به این معنا که در چارچوب‌های پژوهشی تثبیت‌شده، نقشی مؤثر در تولید، سازمان‌دهی و انتقال دانش ایفا می‌کنند و این واقعیت امری وابسته به

[1] Winsberg
[2] Competitive Lotka–Volterra Equations
3 Intentional Artifacts

[4] اصطلاح «رئالیسم نهادی–کارکردی» در این مقاله برساخته‌ای تحلیلی است و در منابع یادشده به این نام نیامده است.

قصد طراحی، زمینهٔ نهادی و بافت اجتماعی علم است.

وابستگی به قصد (جمعی) ممکن است موجب طرح این نقد شود که این وابستگی در تعارض با رویکرد رئالیستی و عینیت است. اما رئالیسم و عینیت لزوماً با وابستگی به قصد (جمعی) تعارض ندارند. پوپر[1] به طور مبسوط در خصوص عینیتِ علم و عدم تنافیِ آن با علم به مثابهٔ امری اجتماعی (یا وابسته به پیش‌فرض‌های پیشین) بحث کرده است.[2] همچنین، علی پایا[3] در مقالهٔ خود به طور مشخص از دیدگاه پوپر در این باره بحث کرده است (Paya, 2011)[4]. از پوپر که بگذریم، جان سرل هم در خصوص اینکه واقعیات نهادی و اجتماعی با اینکه وابسته به قصد جمعی هستند، در عینِ حال چگونه عینی هستند، بحث کرده است (Searle, 2010; Searle, 1995).[5] دربارهٔ ماهیت وابسته به ذهنِ مصنوعات که از قضا «واقعی» هم هستند، می‌توان آرای فیلسوفان معاصر فناوری را بیان کرد (Juvshik, 2021, 2023; Kroes & Meijers, 2006; Thomasson, 2013).

چهارم، این تحلیل پاسخی به مسألهٔ تغییر و تحول مدل‌ها می‌دهد. بسیاری از مدل‌ها در طول تاریخ علم تغییر کرده یا بازتفسیر شده‌اند. ایدهٔ مصنوعات قصدمند توضیح می‌دهد تغییر در قصد و کاربرد ممکن است منجر به تغییر ماهیت مدل شود یا مدل جدیدی خلق کند. برای نمونه، مدل اتمی بور در ابتدا به قصد توضیح خطوط طیفی هیدروژن ساخته شد، اما در ادامه با تغییر اهداف پژوهشی و تکامل فیزیک کوانتومی، جای خود را به مدل‌هایی جدیدتر داد.

پنجم، این رویکرد اهمیت زمینهٔ نهادینه در درک مدل‌ها را برجسته می‌کند. مدل‌های علمی نه در انزوا، بلکه در تعامل با نهادهای پژوهشی، متون آموزشی، آزمایشگاه‌ها و هنجارهای ارزیابی علمی تکوین و تثبیت می‌شوند.

بنابراین، مطالعهٔ هستی‌شناسی مدل‌ها بدون توجه به زمینه‌های نهادی و فرهنگی آنها ناقص خواهد بود (Morrison & Morgan, 1999).

در مجموع، تحلیل مدل‌ها به مثابهٔ مصنوعات قصدمند نشان می‌دهد مدل‌های علمی نه صرفاً موجوداتی خیالی یا ابزارهای بی‌ثبات، بلکه اجزایی واقعی و کارکردی از تلاش عقلانی انسان برای فهم طبیعت هستند. این تحلیل پاسخی غنی به معمای هستی‌شناسی مدل‌ها می‌دهد و راه را برای رئالیسمی نقادانه و نهادی هموار می‌کند که هم به واقعیت نهادینهٔ مدل‌ها احترام می‌گذارد و هم نسبت به محدودیت‌های معرفتی آنها آگاه است.

پس به طور خلاصه:

- وجود و ماهیت مدل‌ها به قصد طراحی وابسته است؛ آنها اشیایی نیستند که مستقل از ذهن یا نهادها وجود داشته باشند، بلکه درون شبکه‌ای از اهداف، هنجارها و کارکردهای طراحی‌شده تحقق می‌یابند.
- مدل‌ها با سایر مصنوعات انتزاعی از جمله داستان‌های ادبی و تخیلی متفاوت هستند؛ زیرا به قصد کارکردِ متفاوتی طراحی و ساخته می‌شوند.
- تغییر در قصد و کاربرد می‌تواند منجر به تداوم، بازتفسیر یا تحول در ماهیت یک مدل شود.
- برای درک دقیق مدل‌ها، باید آنها را در بستر نهادهای علمی، هنجارهای پژوهشی و شبکهٔ معناییِ متخصصانِ مربوط مطالعه کرد.

۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله، با اتکا به رویکردی مبتنی بر فلسفهٔ مصنوعات، تحلیلی بدیل از ماهیت مدل‌های علمی ارائه شد. تحلیل ما بر این ایده استوار بود که مدل‌ها را می‌توان به منزلهٔ مصنوعات انتزاعی قصدمند در نظر گرفت؛ یعنی ساختارهایی

---

[1] Popper

[2] پوپر در مواردی مختلف در این باره بحث کرده است؛ به طور مشخص، ر.ک: فصل ۲۳ کتاب *جامعهٔ باز* در نقد جامعه‌شناسیِ معرفت.

[3] Ali Paya

[4] ترجمهٔ فارسیِ این مقاله در کتاب *فلسفهٔ تحلیلی از منظر عقلانیت نقاد*، انتشارات طرح نقد، منتشر شده است.

[5] سرل توضیح می‌دهد واقعیات نهادی و اجتماعی چگونه از کانال زبان و طریق قواعد قوام‌بخش constitutive rules عینی می‌شوند.

طراحی‌شـــده در بســـتر اهداف علمی، بافت‌های نهادی و ســـنت‌های پژوهشـــی خاص. این نگاه، به ویژه در پاســـخ به معمای هســـتی‌شـــناختی مدل‌ها، چشـــم‌لندازی متفاوت از دیدگاه‌های رایج همچون ســـاختارگرایی، بازنمایی‌محوری، یا دیدگاه‌های داستانی و استنتاجی گشود.

یکی از مدعیات اصـــلی این مقاله آن بود که ماهیت مدل‌های علمی را نمی‌توان صرفاً از طریق ساختار صوری یا عملکرد بازنمایانه آنها درک کرد، بلکه فهم آنها نیازمند توجه به قصـــد طراحی، کارکردهای معرفتی و زمینه‌های اجتماعی–نهادی اســت که در آن شـکل می‌گیرند و به کار بسته می‌شوند. تحلیل مدل‌ها به مثابهٔ مصنوعات قصدمند، امکان تمایز مفهومی میان مدل‌های هم‌ســـاختار، تبیین پویایی هویتی مدل‌ها در طول زمان و فهم بهتر تعامل معرفتی مدل‌ها با جهان را فراهم می‌آورد. بر این اساس، ما صـورت‌بندی مقدماتی نوعی رئالیسـم نهادی–کارکردی را پیشنهاد کردیم که واقعیت مدل‌ها را نه در تطابق مستقیم با جهان، بلکه در پیوند با نقش‌های تثبیت‌شـــدهٔ آنها در ساختارهای نهادی علم تحلیل می‌کند.

این رویکرد برنامهٔ پژوهشـــیِ جدیدی باز می‌کند و در آن مسائلی جدید اهمیت می‌یابند که تلاش برای پاسخ به آنها می‌تولند در تبیین و درک بهتر ماهیت و نقش مدل‌ها در فعالیت علمی مفید باشـــد. از جملهٔ مســـئلل پیش رو می‌توان به تحلیل تمایز میان مدل‌های علمی و ســـایر محصـــولات ذهنی مانند نظریه‌ها و الگوریتم‌ها، نســـبت تحول هویتی مدل با دگرگونی قصـــد طراحی در طول تاریخ یک مدل و همچنین، بســـط نظری رابطهٔ میان قصدمندی جمعی و سازوکارهای نهادی در تثبیت یا طرد مدل‌ها اشاره کرد.

References

Andersson, M. (1994). *Sexual selection* (Vol. 72). Princeton University Press. https://doi.org/10.1016/0024-4066(95)90031-4

Bogen, J. (2017). Theory and observation in science. In *The Stanford encyclopedia of philosophy* (Fall 2017 ed.). Metaphysics Research Lab Philosophy Department Stanford. https://plato.stanford.edu/entries/science-theory-observation

Bratman, M. E. (2013). *Shared agency: A planning theory of acting together*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199897933.001.0001

Chao, H.-K. (2023). Three kinds of the Lotka–Volterra model transfer from biology to economics. *Synthese*, *202*(4), 124. https://doi.org/10.1007/s11229-023-04341-w

Contessa, G. (2010). Scientific models and fictional objects. *Synthese*, *172*, 215-229. https://doi.org/10.1007/s11229-009-9503-2

Downs, A. (1957). An economic theory of political action in a democracy. *Journal of Political Economy*, *65*(2), 135-150. https://doi.org/10.1086/257897

Franssen, M., & Kroes, P. (2009). Sociotechnical systems. In *A companion to the philosophy of technology* (pp. 223-226). Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781444310795.ch40

Franssen, M., Lokhorst, G.-J., & Van de Poel, I. (2009). Philosophy of technology. In *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Metaphysics Research Lab Philosophy Department Stanford. https://plato.stanford.edu/archives/spr2009/entries/technology

Freudenthal, H., & Suppes, P. (1961). A comparison of the meaning and uses of models in mathematics and the empirical sciences. The concept and the role of the model in mathematics and natural and social sciences. In *Proceedings of the Colloquium sponsored by the Division of Philosophy of Sciences of the International Union of History and Philosophy of Sciences organized at Utrecht*. Stanford, California https://doi.org/ 10.1007/978-94-010-3163-1

Frigg, R. (2010). Models and fiction. *Synthese*, *172*(2), 251. https://doi.org/10.1007/s11229-009-9505-0

Frigg, R., & Hartmann, S. (2020). Models in science. In *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Metaphysics Research Lab Philosophy Department Stanford. https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/models-science

Frigg, R., & Nguyen, J. (2016). The fiction view of models reloaded. *The Monist*, *99*(3), 225-242. https://doi.org/10.1093/monist/onw002

Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of Science*, *71*(5), 742-752. https://doi.org/10.1086/425063

Goodwin, R. M. (1967). A growth cycle: Socialism, capitalism and economic growth. In *Essays in economic dynamics* (pp. 165-170). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-349-05504-3_12

Hausman, D. M. (2003). *Philosophy of economics*. Routledge Encyclopedia of Philosophy, Taylor and Francis. https://doi.org/10.4324/9780415249126-r005-1

Hilpinen, R. (2011). Remarks on the iconicity and interpretation of existential graphs. *Semiotica*, *2011*. https://doi.org/10.1515/semi.2011.051

Juvshik, T. (2021). Artifacts and mind-dependence. *Synthese*, *199*(3), 9313-9336. https://doi.org/10.1007/s11229-021-03204-6

Juvshik, T. (2023). On the social nature of artefacts. *Theoria*, *89*(6), 910-932. https://doi.org/10.1111/theo.12506

Kermack, W. O., & McKendrick, A. G. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society of london. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, *115*, 700-721. https://doi.org/10.1098/rspa.1927.0118

Knuuttila, T. (2011). Modelling and representing: An artefactual approach to model-based representation. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, *42*(2), 262-271. https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2010.11.034

Knuuttila, T. (2021a). Epistemic artifacts and the modal dimension of modeling. *European Journal for Philosophy of Science*, *11*(3), 65. https://doi.org/10.1007/s13194-021-00374-5

Knuuttila, T. (2021b). Imagination extended and embedded: artifactual versus fictional accounts of models. *Synthese*, *198*(Suppl 21), 5077-5097. https://doi.org/10.1007/s11229-017-1545-2

Knuuttila, T., & Boon, M. (2011). How do models give us knowledge? The case of Carnot's ideal heat engine. *European Journal for Philosophy of Science*, *1*(3), 309-334. https://doi.org/10.1007/s13194-011-0025-4

Kroes, P. (2012). *Technical artefacts: Creations of mind and matter: A philosophy of engineering design* (Vol. 6). Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3940-6

Kroes, P., & Meijers, A. (2006). The dual nature of technical artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science*, *37*(1), 1-4. https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2005.12.001

Lotka, A. J. (1925). The measure of net fertility. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, *15*, 469-472. https://www.jstor.org/stable/24527482

Mäki, U. (2009). Missing the world. Models as isolations and credible surrogate systems. *Erkenntnis*, *70*, 29-43. https://doi.org/10.1007/s10670-008-9135-9

Morgan, M. S., & Morrison, M. (1999). Models as mediating instruments. In M. S. Morgan & M. Morrison (Eds.), *Models as mediators: Perspectives on natural and social science* (pp. 10-37). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/cbo9780511660108.003

Morrison, M. (2009). Models, measurement and computer simulation: The changing face of experimentation. *Philosophy of Science*, *76*(5), 792-803. https://doi.org/10.1007/s11098-008-9317-y

Morrison, M., & Morgan, M. S. (1999). Models as mediators. Perspectives on natural and social science. *Economics & Philosophy*, *17*(2). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/s0266267101230272

Parker, W. S. (2009). Does matter really matter? Computer simulations, experiments, and materiality. *Synthese*, *169*, 483-496. https://doi.org/10.1007/s11229-008-9434-3

Pastor-Satorras, R., & Vespignani, A. (2001). Epidemic spreading in scale-free networks. *Physical Review Letters*, *86*, 3200. https://doi.org/10.1103/physrevlett.86.3200

Paya, A. (2011). The misguided conception of objectivity in humanities and social sciences. In *The crisis of the human sciences: False objectivity and the decline of creativity* (pp. 151-184).Gulf University for Science & Technology Publication.

Pethick, C. J., & Smith, H. (2008). *Bose–Einstein condensation in dilute gases*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/cbo9780511802850

Potochnik, A. (2019). *Idealization and the aims of science*. University of Chicago Press. https://doi.org/10.7208/9780226507194

Reiss, J. (2013). *Philosophy of economics: A contemporary introduction*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203559062

Searle, J. (2010). *Making the social world: The structure of human civilization*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780195396171.001.0001

Searle, J. R. (1995). *The construction of social reality*. Simon and Schuster. https://www.penguin.com.au/books/the-construction-of-social-reality-9780140235906

Suárez, M. (2004). An inferential conception of scientific representation. *Philosophy of Science*, *71*(5), 767-779. https://doi.org/10.1086/421415

Suárez, M. (2008). *Fictions in science: Philosophical essays on modeling and idealization*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203890103

Suppe, F. (1977). *The structure of scientific theories* (Vol. 634). University of Illinois Press. https://books.google.com/books?id=SpvZsxCA0TIC&lpg=PA1&ots=bHhIQVuR1S&dq=Suppe%2C%20F.%20(1977).%20The%20structure%20of%20scientific%20theories%20(Vol.%20634).%20University%20of%20Illinois%20Press.&lr&pg=PA3#v=onepage&q&f=false

Tayebi, E., & Mansouri, A. (2023). A critical review of ontological theories of technical artifacts. *Philosophy of Science*, *13*(1), 135-157. https://doi.org/10.30465/ps.2023.44732.1662

Thomasson, A. (2007). *Ordinary objects*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195319910.001.0001

Thomasson, A. L. (2003). Realism and human kinds. *Philosophy and Phenomenological Research*, *67*(3), 580-609. https://doi.org/10.1111/j.1933-1592.2003.tb00309.x

Thomasson, A. L. (2013). Public artifacts, intentions, and norms. In *Artefact kinds: Ontology and the human-made world* (pp. 45-62). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00801-1_

Tollefsen, D. P. (2002). Collective intentionality and the social sciences. *Philosophy of the Social Sciences*, *32*(1), 25-50. https://doi.org/10.1177/004839310203200102

Toon, A. (2010). *Models as make-believe. Beyond mimesis and convention: Representation in art and science*. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-3851-7_5

Toon, A. (2012). *Models as make-believe: Imagination, fiction and scientific representation*. Springer. https://doi.org/10.1057/9781137292230

Van Fraassen, B. C. (2010). *Scientific representation: Paradoxes of perspective*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199278220.001.0001

Volterra, V. (1926). *Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi*. Società anonima tipografica "Leonardo da Vinci". https://books.google.com/books/about/Variazioni_e_fluttuazioni_del_numero_d_i.html?id=fSPUYN1xPNkC

Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (2007). Theory of games and economic behavior: 60th anniversary commemorative edition. In *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press. https://doi.org/10.1515/9781400829460

Winsberg, E. (2010). *Science in the age of computer simulation*. University of Chicago Press. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226902050.001.0001

Zhang, Y. (2012). A Lotka–Volterra evolutionary model of China's incremental institutional reform. *Applied Economics Letters*, *19*(4), 367-371. https://doi.org/10.1080/13504851.2011.579054