Journal of Philosophical Theological Research
ISSN Print: 1735-9791 Online: 2538-2500

A Critical Review of Mario Alai's Solution to the Problem of Underdetermination of Quantum Mechanics Theories in Defense of Scientific Realism

Jalal Abdollahi[1], Seyyed Hedayat Sajadi[2]

Received: 2022/08/04 | Revised: 2022/12/16 | Accepted: 2022/12/29

Abstract

Empirical underdetermination is one of the problems that challenges the position of scientific realism regarding the unobservable level of scientific theories. In response to this problem, Mario Alai claims that underdetermination cannot seriously trouble the realist's position. Like other realists, he introduces theoretical virtues to break the underdetermination and offers special solutions to get rid of the objections to using theoretical virtues. Although Alai believes that theoretical virtues can break the existing underdetermination in most cases, he admits that today, despite using theoretical virtues, the underdetermination between the alternatives of quantum mechanics theories – Standard Quantum Mechanics (SQM) and Bohmian Quantum Mechanics (QBM) – cannot be broken. For this reason, defending the realist position in this special case, he proposes (and brings up) a new solution that pays attention to the unobservable agreements assumed in the ontologies of alternative theories. In this article, by critically examining Mario Alai''s approach to the problem of empirical underdetermination, it is shown that his solutions to solving the objections of using theoretical virtues are not without difficulties. Also, after examining some similarities of Alai's new proposed solution to maintain a realist position regarding quantum mechanics theories with the approach of structural realists, it is shown that his solution faces three drawbacks: 1) Reducing alternative theories to each other and dismantling the problem instead of dealing with it, 2) inconsistency and ambiguity in the truth of parts of the agreements of alternative theories, and 3) lack of guarantee in the existence of parts of the agreements, and ineffectiveness to generalize the solution for other possible cases.

Keywords: underdetermination, scientific realism, structural realism, theoretical virtues, Standard Quantum Mechanics, Bohmian Quantum Mechanics.

1. M.A. in the Philosophy of Science, Sharif University of Technology; Physics Teacher in Ministry of Education, Tehran, Iran **(Corresponding author)**. jalaljalal13721372@gmail.com
2. Assistant Professor of Philosophy of Science and Technology, Department of Physics Education, Farhangian University, Tehran, Iran. hedayatsajadi@gmail.com

▣ Abdollahi, J. & Sajadi, H. (2023). A Critical Review of Mario Alai's Solution to the Problem of Underdetermination of Quantum Mechanics Theories in Defense of Scientific Realism. *Journal of Philosophical Theological Research*, 24(94), 101-126. https://doi.org/10.22091/jptr.2022.8473.2744

▣ © the authors

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 | http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Introduction

According to scientific realism, scientists are not blocked by underdetermination because they don't look just for empirical data. Rather, they seek theories that have theoretical virtues such as simplicity, explanatory power, unification, and consistency with accepted theories and background beliefs.

Theoretical virtues and their inconclusive objections

But the utilization of theoretical virtues has two following objections: First, the concepts of these virtues are somewhat vague, and context-dependent, so they may be borderline and ambiguous cases. In reply, Alai claims that there is no reason to deny that they have epistemic value at least in clear-cut and univocal cases. For instance, he mentioned the Copernican and Ptolemaic systems that are underdetermined by empirical data. Alai says some unifying and explanatory features of the Copernican system speak for the truth of this system today just as they did five centuries ago, in a completely different cultural and epistemic situation. But the example that Alai narrated is not compatible with historical facts. In late 16th-century astronomy, there is a struggle between three theories: Ptolemaic geocentrism, Copernican heliocentrism, and Tycho Brahe's geoheliocentricism. While Alai ignores Brahe's theory and does not consider its coherence with accepted theories and background beliefs. Brahe's compromise system preserved the explanatory achievements of the Copernican approach and remained in agreement with most of the received physics and cosmology. Hence, the scientific community chose this theory. It is unclear why Alai ignores Brahe's theory and its coherence. Thus, the example that Alai presents is defective.

Second, different theoretical virtues may recommend different theories: If theory T has virtue X and theory T′ has virtue Y, we may be uncertain which one to choose. Alai says that scientists want a theory to have (to a reasonable extent) all of those virtues, for they assume that a true and informative theory would have all of them. But it is seem that this reply hided an unnecessary assumption. Alai assumes that only one theory can have all of the virtues, yet there is no obstacle that we meet many (not only one) theories that have all of the virtues. By the usage of *epistemic underdetermination* concept, we try to exemplify why Alai's assumption is incorrect.

Alai's solution to the underdetermination of Quantum Mechanics Theories

Alai focuses on alternative theories in quantum mechanics and admits that the theoretical virtues cannot break the underdetermination between those theories. For example, the following theoretical shortcomings can be mentioned: BQM postulates an instant dependence of everything on everything that the scientific community evaluates as an implausible and unsupported idea; SQM avoids the above shortcomings, but it provides no picture of the unobservable mechanisms and no explanation of the empirical regularities. Now, the position of scientific realism is faced with a serious threat. For this reason, Alai proposes a new solution that pays attention to the unobservable agreements assumed in the ontologies of alternative theories. He says all theories associate the quantum state with a peculiar physical field, all include the Schrödinger equation centrally in the dynamics, all endorse a strong form of ontic-structural nonseparability, and all agree on geometrical relations between sub-systems. Now, those agreements (and unobservable) matters about which realists have well-founded beliefs and probably even knowledge.

Assessment and evaluation of Alai's solution

But, it seems that this solution faces three criticisms. Regarding the first criticism, relying on making the agreements between the two alternative theories – SQM and BQM – leads to the problem that many basic components of Bohmian quantum mechanics theory (including the quantum potential) are ignored, and that means that BQM doesn't have a distinctive characteristic from SQM, and this cannot be accepted by the advocates of the Bohmian theory in any way. Because it is demonstrated that without the existence of these conceptual components of Bohmian theory, BQM reduces SQM. So, that causes us to dismantle the problem instead of dealing with it.

Concerning the second criticism, inconsistency, and ambiguity in the truth of parts of the agreements, Alai says the serious theoretical shortcomings of alternative theories indicate that, despite their compatibility with available evidence, none of them is true. In defense of the realist position, he proposes that we could rely on unobservable entities of agreements as part of alternative theories. It is not clear how the unobservable agreement parts of alternative theories (none of which are true due to theoretical shortcomings) can be considered true. On the one hand, Alai considers none of the theories to be true due to theoretical shortcomings; on the other hand, he considers the agreement parts of the theories to be true!

Finally, the third criticism is the lack of guarantee in the existence of parts of the agreement and the ineffectiveness to generalize the solution for other possible cases. According to Alai's view, the different theories and interpretations are constrained by the empirical findings, which limit the possible options. But there is no reason to accept that constrained theories by empirical data can guarantee existing great agreement in alternative theories. The same empirical underdetermination is a good reason to confirm that we can construct greatly different theories with equal empirical data.

Furthermore, some differences and similarities between the approach of structural realists and Alai's solution are pointed out. For example, it seems that the main idea of Alai is approximately similar to the view of structural realists. Because both attribute the claim of truth (and successful empirical predictions in scientific theories) to the commonality between alternative theories.

References

Acuña, P and Dieks, D. (2014). Another look at empirical equivalence and underdetermination of theory choice. *European Journal of Philosophy of Science*, 4(2), 153–180

Alai, M. (2019) The Underdetermination of Theories and Scientific Realism, *Axiomathes* 29, 621–637.

Carrier, M. (2011). Underdetermination as an epistemological test tube: expounding hidden values of the scientific community, *Synthese*, 180(2), 189–204

Dieks, D. (2017). Underdetermination realism and objectivity in quantum mechanics, In Agazzi E (ed.) Varieties of scientific realism. *Objectivity and truth in science*. Springer, Cham, pp. 295–314.

پژوهش‌های فلسفی کلامی
ISSN Print: 1735-9791 Online: 2538-2500

بررسی انتقادی رویکرد ماریو آلای برای حل مسئله تعین ناقص نظریه‌های مکانیک کوانتومی در دفاع از رئالیسم علمی

جلال عبدالهی[1]، سید هدایت سجادی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۸ | تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۹/۲۵ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳

علمی - پژوهشی

چکیده

تعین ناقص تجربی از جمله مسائلی است که موضع رئالیست‌ها در مورد شناخت مشاهده‌ناپذیرها را با چالش روبه‌رو می‌سازد. ماریو آلای در پاسخ به این مسئله مدعی است که تعین ناقص (چه در گذشته و چه امروزه) نتوانسته و نمی‌تواند موضع رئالیسم علمی را با اشکال روبه‌رو سازد. او ابتدا همصدا با دیگر رئالیست‌ها، مزیت‌های نظری را برای شکستن تعین ناقص معرفی می‌کند و برای رهایی از ایرادات به‌کارگیری مزیت‌های نظری، راهکار ویژه‌ای ارائه می‌دهد. با این که آلای معتقد است که مزیت‌های نظری به خوبی می‌توانند تعین ناقص بروزیافته در مورد بیشتر نظریه‌ها در تاریخ علم را بشکنند، اقرار دارد که امروزه به واسطه به‌کارگیری مزیت‌های نظری، تعین ناقص بین بدیل‌های مکانیک کوانتومی شکسته نمی‌شود. به همین دلیل، وی برای دفاع از موضع رئالیستی در این مورد ویژه، راه‌حل جدیدی را ارائه می‌دهد که در آن بر توافقات و اشتراکات مشاهده‌ناپذیر مفروض در هستی‌شناسی‌های نظریه‌های بدیل انگشت می‌گذارد. در این مقاله، با بررسی انتقادی رویکرد ماریو آلای در مواجهه با مسئلهٔ تعین ناقص تجربی نشان داده می‌شود که راهکار وی برای رفع ایرادات به‌کارگیری مزیت‌های نظری خالی از اشکال نیست. همچنین راه‌حل پیشنهادی‌اش برای حفظ موضع رئالیستی در مورد نظریات مکانیک کوانتومی با سه اشکال مواجه است: تقلیل نظریات بدیل به یکدیگر و منحل کردن مسئله به جای حل مسئله، ناسازگاری و ابهام در صدق اشتراکات، و نبود تضمین در وجود اشتراکات و ناکارمدی برای تعمیم راه‌حل برای موارد احتمالی دیگر.

کلیدواژه‌ها: تعین ناقص، رئالیسم علمی، رئالیسم ساختاری، مزیت‌های نظری، مکانیک کوانتومی استاندارد، مکانیک کوانتومی بوهم.

---

۱. کارشناسی ارشد فلسفه علم، دانشگاه صنعتی شریف؛ دبیر فیزیک در آموزش و پرورش، تهران، ایران **(نویسنده مسئول).** jalaljalal13721372@gmail.com

۲. استادیار، فلسفه علم و فناوری، گروه آموزش فیزیک، مرکز شهید بهشتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. hedayatsajadi@gmail.com

▣ عبدالهی، ج.؛ سجادی، ه. (۱۴۰۱). بررسی انتقادی رویکرد ماریو آلای برای حل مسئله تعین ناقص نظریه‌های مکانیک کوانتومی در دفاع از رئالیسم علمی. *پژوهش‌های فلسفی- کلامی*، ۲۴(۹۴)، ۱۰۱-۱۲۶. https://doi.org/10.22091/jptr.2022.8473.2744

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 | http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

مقدمه

مسئلهٔ تعین ناقص تجربی و رئالیسم علمی

مهم‌ترین معیاری که برای انتخاب نظریات علمی مد نظر قرار می‌گیرد سازگاری نظریه با داده‌های تجربی است. اما گاهی ممکن است چند نظریهٔ مفهوماً متمایز با داده‌های تجربی سازگار باشند که در این صورت نمی‌توان بر اساس داده‌های تجربی یک نظریه را انتخاب کرد. در چنین وضعیتی می‌گوییم که نظریه‌ها در تعین ناقص تجربی[1] قرار دارند. برای مثال، نظریه‌های نجوم کوپرنیکی و بطلمیوسی به رغم ناسازگاری مفهومی‌ای که داشتند در یک برههٔ تاریخی (بین سال‌های ۱۵۴۰ تا اوایل قرن هفدهم) به یک میزان با داده‌های تجربیِ در دسترس آن روزگار سازگاری داشتند. از این رو، دو نظریه هم‌ارز تجربی بودند. مراد از هم‌ارزی تجربی دو نظریه این است که از دو نظریه به صورت منطقی گزاره‌هایی (پیش‌بینی‌هایی) مشاهداتی نتیجه شود که این گزاره‌ها برای نظریه‌ها تأیید تجربی یکسانی فراهم سازند، به گونه‌ای‌که امکان انتخاب نظریه مرجح وجود نداشته باشد. با این حال نظریه‌های کوپرنیک و بطلمیوس به نحوی بنیادین در مورد آنچه درباره جهان می‌گفتند با هم اختلاف داشتند.

تعین ناقص تجربی یکی از مستمسک‌های آنتی‌رئالیست‌ها برای حمله به رئالیسم علمی است. مطابق ادعای رئالیست‌های علمی، نظریه‌های علمی می‌توانند سبب شناخت بخش‌های مشاهده‌ناپذیری از عالم شوند که در هستی‌شناسی آن نظریه‌ها مفروض گرفته می‌شوند. در مقابل، آنتی‌رئالیست‌ها صرفاً به امور مشاهده‌پذیر نظریه‌ها اکتفا می‌کنند و بر خلافِ رئالیست‌ها حاضر نیستند از حد *بلاواسطه* امور مشاهده‌پذیر نظریه‌ها *فراتر* روند و در مورد صدق بخش‌های مشاهده‌ناپذیر نظریه‌ها صحبت کنند –حتی اگر آن بخش‌های مشاهده‌ناپذیر در بهترین نظریه‌های علمی ما مفروض گرفته شوند. حال این فرارَوی خواه برای استنتاج هویات مشاهده‌ناپذیری مثل الکترون، بار الکتریکی، میدان نیرو، ذرات آلفا و... باشد و خواه برای استنتاج آموزه‌هایی فلسفی و مشاهده‌ناپذیر همانند موجبیت، که مطابق آن وضعیت آتی سیستم‌های بخش میکروجهان *اساساً و ماهیتاً* نه تابع اصول قطعی بلکه تابع احتمال و شانس است.

مسئلهٔ تعین ناقص تجربی یکی از استدلال‌های پشتیبان آنتی‌رئالیست‌ها است. مطابق تعین ناقص تجربی، داده‌های تجربی، به عنوان معیارهای تأیید نظریه، نمی‌توانند یک نظریهٔ خاص را متعین سازند و همواره این امکان منطقی وجود دارد که نظریه‌هایی که هستی‌شناسی‌های متعارضی با هم دارند و در مورد بخش مشاهده‌ناپذیر عالم مدعای مختلفی مطرح می‌سازند به یک اندازه با داده‌های تجربی سازگار باشند. در این صورت معلوم نیست که کدام یک از نظریه‌ها هستی‌شناسی درستی دارد و در مورد بخش مشاهده‌ناپذیر جهان مدعای صادقی مطرح می‌کند. از این رو، آنتی‌رئالیست‌ها معتقدند که سازگاری با

1. empirical underdetermination

داده‌های تجربی نمی‌تواند ما را به شناخت بخش مشاهده‌ناپذیر عالم برساند (van Fraassen, 1980).

امروزه در مکانیک کوانتومی نظریه‌های بدیلی مثل مکانیک کوانتومی بوهمی و استاندارد (کپنهاگی) یافت می‌شوند، که چون هر دو به یک میزان با داده‌های تجربی سازگارند، در تعین ناقص قرار گرفته‌اند. این درحالی است که این دو نظریه هستی‌شناسی‌های متعارضی ارائه می‌دهند (Dieks, 2017, p. 308). مهم‌ترین تعارض در این زمینه طرد اصل موجبیت و نیز شهودهای متعارف و کلاسیک در رابطه با مکان و مسیر حرکت ذرات در مکانیک کوانتومی استاندارد است.

برخی از سؤالات در این زمینه از این قرارند: پاسخ رئالیست‌ها به مسئله تعین ناقص تجربی چیست؟ و مهم‌تر این که آن‌ها با تعین ناقص بروزیافته در مکانیک کوانتومی چگونه روبه‌رو می‌شوند؟ ماریو آلای (Alai, 2019) سعی دارد به این سؤالات پاسخ دهد. او نخست ادعا می‌کند که دانشمندان به منظور شکستن تعین ناقص از مزیت‌های نظری[1] استفاده می‌کنند. این پاسخ آلای به هیچ وجه تازه نیست و قبلاً نیز رئالیست‌ها بر آن تأکید کرده بودند. در واقع، رویکرد متعارفی که رئالیست‌ها در مواجهه با تعین ناقص در پیش می‌گیرند «توسعه منابع تأیید» نامیده شده است (عبدالهی و اکبری، ۱۴۰۰). آن‌ها ادعا می‌کنند که مسئله تعین ناقص با فرض این نکته بروز می‌یابد که تنها منبع تأیید را تأیید حاصل از نتایج مشاهدتی نظریه بدانیم؛ در حالی که تأیید نظریه‌ها تنها محدود به تأیید حاصل از نتایج مشاهدتی نیست و منابع دیگری برای تأیید نظریه‌ها وجود دارد (Psillos, 1999). منبع و ابزار متعارف آن‌ها برای تأیید نظریات و رفع تعین ناقص توجه به تأیید غیرمستقیم (Laudan & Leplin, 1991) و مزیت‌های نظری، نظیر سادگی (Schindler, 2018)، توان تبیین‌گری، و سازگاری با نظریه‌های پذیرفته‌شدهٔ قبلی (Boyd, 1973) است. اما ادعای به‌کارگیری مزیت‌های نظری ایرادهایی به همراه دارد که آلای سعی دارد پاسخ‌های نسبتاً جدید و در عین حال منسجمی برای آن‌ها فراهم سازد. وی ادعا دارد که مزیت‌های نظری، در بیشتر مواردِ تاریخ علم، می‌تواند مسئله تعین ناقص را حل کند؛ اما در ادامه اقرار می‌کند که تعین ناقص بروزیافتهٔ کنونی در مکانیک کوانتومی را حتی با به‌کارگیری مزیت‌های نظری نیز نمی‌توان رفع کرد. به همین منظور راهکار ویژه‌ای برای دفاع از موضع رئالیستی ارائه می‌دهد که در آن بر *بخش‌های مشاهده‌ناپذیر مورد توافق در نظریات بدیل* تکیه می‌کند. بدین ترتیب ارائه این راه‌حل جدید اجازهٔ طرح این مدعا را به وی می‌دهد که حتی اگر در مکانیک کوانتومی تعین ناقص رفع نشود، همچنان می‌توان موضع رئالیستی اتخاذ کرد.

در این مقاله پاسخ‌های وی به ایرادهای وارد بر به‌کارگیری مزیت‌های نظری مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرد، و نشان داده می‌شود که راه‌حل جدید وی برای حفظ موضع رئالیستی در مکانیک کوانتومی خود دارای سه ایراد زیر است: نخست، تقلیل نظریات بدیل به یکدیگر و منحل کردن مسئله به جای حل مسئله

1. theoretical virtues

در چارچوب مدعیات کلی رئالیست‌های علمی؛ دوم، *ناسازگاری و عدم انسجام* رویکرد وی در رابطه با صدق بخش‌های مورد توافق در نظریه‌ها؛ و سوم، ناکارآمدی تعمیم این راه‌حل برای موارد احتمالی دیگر.

در این راستا، در بخش ۲ مقاله، مزیت‌های نظری، ایرادهای وارد بر آن‌ها و پاسخ آلای به آن ایرادها مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در بخش ۳، راه‌حلِ ویژه آلای برای دفاع از موضع رئالیستی در مکانیک کوانتومی توضیح داده می‌شود. در بخش ۴، راه‌حل آلای بررسی و ارزیابی می‌شود، و در نهایت در بخش ۵ به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری مباحث پرداخته می‌شود.

تحلیلی بر مزیت‌های نظری به مثابه راه‌حل استاندارد تعین ناقص

به‌کارگیری مزیت‌های نظری، به عنوان منبع تأیید نظریات، ایراداتی به همراه دارد. نخست، ایراد *ابهام* در مفهوم و چیستیِ دقیق این مزیت‌ها و نحوه به‌کارگیری‌شان است. تلقی و تصور از مزیت‌هایی نظیر قدرت تبیینی، سادگی و... به دلیل ابهامی که دارند الزاماً یکسان نیست و اطلاق و به‌کارگیری آن‌ها نزد افراد مختلف (در زمینه‌های مختلف) لزوماً یکسان صورت نمی‌گیرد. برداشت‌ها از مزیت‌ها، با توجه به پذیرش توصیفات[1] ممکنِ متفاوت از آن‌ها، تا حدی مبهم است. چه بسا برخی موارد مرزی و مبهم وجود داشته باشد. برای مثال، ممکن است معیارهای متفاوتی برای سادگی وجود داشته باشند، به گونه‌ای که نظریه الف از یک نقطه‌نظر ساده‌تر از ب باشد، ولی از نقطه‌نظری دیگر نظریه ب ساده‌تر از نظریه الف باشد (Alai, 2019, pp. 627-628). عده‌ای ریشه این ایراد را در زمینه‌مندی و ذهنی بودن مزیت‌ها می‌دانند (Acuna & Dieks, 2014, pp. 156-157).

آلای در مقام پاسخ به این ایراد ادعا دارد که به رغم وجود ابهام در بعضی از انتخاب‌ها، «دلیلی بر انکار فقدان ارزش معرفتی انتخاب‌ها، حداقل در موارد قاطع، در دست نیست» (Alai, 2019, p. 628). او *انتخاب* نظریه کوپرنیک (خورشیدمرکزی) را به عنوان نمونه‌ای ذکر می‌کند که در آن انتخاب‌های *قاطعی* بر اساس مزیت‌های نظریِ قدرت تبیینی و وحدت‌بخشی صورت گرفته است. این مزیت‌ها به صورت قاطعی در سیستم خورشیدمرکزی وجود داشتند، در حالی که نظریه زمین‌مرکزی فاقد آن‌ها بود. آلای انتخاب خورشیدمرکزی در گذشته را واجد همان میزان قاطعیتی می‌داند که امروز آن را درمی‌یابیم. زیرا با این که پس از گذشت پنج قرن زمینه و «موقعیت فرهنگی و معرفتی کاملاً متفاوتی حاصل گردیده است» (Alai, 2019, p. 628)، قاطعیت انتخاب نظریه کوپرنیک و درست به نظر رسیدن آن نسبت به پنج قرن قبل تغییری نکرده است. این در حالی است که مطابق ایرادی که در بالا گفته شد، می‌بایست قاطعیت این انتخاب با تغییر زمینه فرهنگی تغییر می‌کرد. لذا آلای با ارجاع به مثالی از تاریخ علم ادعا دارد که می‌توانیم در برخی از موارد با اتکا بر مزیت‌های نظری دست به انتخابی قاطع بزنیم.

1. characterizations

ایـراد دوم بـه‌کارگیری مزیت‌هـای نظـری *تـزاحم و مناقشـه‌برانگیزی* اسـت: ممکـن اسـت، مـثلاً، نظریـهٔ الـف واجـد مزیـت سـادگی باشـد و در عـوض نظریـهٔ ب واجـد مزیـت قـدرت تبیینـی باشـد (Acuna & Dieks, 2014, pp. 158-160). لازم است به‌کارگیری آن‌ها به صورت عینی و معقول به انتخـاب یک نظریه منجر گردد، در حالی که معرفی و به‌کارگیری این مزیت‌هـا همـواره *مناقشـه‌برانگیز* بـوده اسـت. آلای برای خلاصی از این اشکال، یک نکته را متـذکر می‌شـود کـه مطـابق آن نظریـهٔ صـادق بایـد واجـد (تقریباً) همهٔ مزیت‌های نظری باشد:

> دانشمندان به دنبال نظریه‌ای هستند که واجـد (تقریبـاً) *همـهٔ مزیت‌هـای* مـورد اشـاره باشد، زیرا آن‌ها فرض می‌کنند که نظریهٔ صادق و اطلاع‌بخـش، *همـهٔ آن مزیت‌هـا* را دارد. (Alai, 2019, p. 628)

یعنی آلای گمان می‌کند که اگر یک نظریه واجد همه مزیت‌های نظری باشد، آنگـاه مشـکل تعـارض بین مزیت‌ها خودبه‌خود رفع خواهد شد. در شرایطی که نظریه‌ها هـم‌ارز تجربـی نداشـته باشـند، معمـولاً لزومی به توجه به مزیت‌های نظری و حتی بعضی از ناسازگاری‌های تجربی نیست. نظریهٔ نیوتون، با آن کـه در مورد توصیف نقطه حضیض عطارد با مشکل مواجه شده بود، به علت این که بدیل دیگـری نداشـت بـه مدت دو قرن مورد استفاده قرار گرفت. ولی اگر نظریه‌های بدیل فراهم آیند، دانشمندان با توجه به مزیت‌هـا و رفع ناسازگاری‌ها با اتکا بر تجربه از انتخاب قبلی خود صرف نظر می‌کنند. لـذا آن زمـان کـه نظریـه‌های بدیل بروز می‌یابند، نظریه‌ای به عنوان نظریهٔ صادق انتخـاب می‌گـردد کـه واجـد همـه مزیت‌هـا، بـه حـد کفایت، باشد (Alai, 2019, p. 628).

شایان ذکر است که در بین فیلسوفانی که مدافع به‌کارگیری مزیت‌هـای نظـری هسـتند، ایـراد ابهـام در اطلاق و به‌کارگیری مزیت‌ها وجود دارد. مثلاً مارتین کُریر، تعین ناقص بروزیافته در نظریات نجـوم اواخـر قرن شانزدهم و اوایل قرن هفدهم و نحوه رفع آن از طریق مزیت‌های نظری را به شکلی متفاوت (از آلای) بازگویی می‌کند. علاوه بر اشاره به وجود تعین ناقص بین نظریه‌های کوپرنیک و بطلمیوس، او به نظریه تیکو براهه نیز اشاره دارد که با دو نظریه کوپرنیک و بطلمیوس در تعین ناقص قرار دارد و دو مزیت قدرت تبیینی و سازگاری با دانش پس‌زمینه را مورد توجه قرار می‌دهد. قدرت تبیینی زمانی بیشتر است که با اصول مسـتقل کمتر، شمار وسیعی از پدیده‌ها را بتوانیم توضیح دهیم. نجوم کوپرنیکی از این منظر برتـری داشـت. بـرای مثال، پدیدهٔ حرکت تراجعی (بازگشتی)[1] و ویژگی‌های قابل مشاهده آن را می‌توان با صرف اتکـا بـر اصـول نظریهٔ کوپرنیک توضیح داد، در حالی که نظریهٔ بطلمیوس برای هر جنبه‌ای از ایـن پدیـده و همچنـین بـالا بردن دقت، مفروضات دیگری از جمله فلک‌های تدویر را اضافه می‌کـرد (Carrier, 2001, pp. 81-92). بـا

1. retrograde motion

این حال، این نظریهٔ زمین‌مرکزی بطلمیوس بود که با فیزیک ارسطویی، به عنوان دانش پس‌زمینهٔ آن برههٔ تاریخی، انسجام بیشتری داشت (Carrier, 2011, p. 198). مطابق نظریه کوپرنیک، اگر زمین دور محورِ خود بچرخد، باید در هر بازه زمانی کوتاه مسافت زیادی را بپیماید، ولی این مدعای نظریه، به واسطه فیزیک ارسطویی -و آزمایش‌هایی مانند سقوط اجسام از بالای برج- نفی می‌شد.

در نظریه براهه، همهٔ سیارات (عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل) دور خورشید، و مجموعه خورشید و سیارات به همراه ماه و ستارگان دور زمین می‌چرخیدند. لذا در نظریه براهه، نیازی به فلک تدویر به منظور تبیین حرکت تراجعی نیست. به علاوه، نظریه براهه ناسازگاری‌های نظریه کوپرنیک با دانش پس‌زمینه‌ای را نداشت -زیرا همچنان زمین در مرکز عالم بود. کریر معتقد است مزیت‌های نظری منجر به انتخاب نظریه *براهه* می‌گردند:

> پذیرش سریع سیستم زمین-خورشید مرکزی [نظریه براهه] را می‌توان به همان معیارها [مزیت‌های قدرت تبیینی و انسجام با نظریات پس‌زمینه] نسبت داد. سیستم سازش‌گرایانه براهه دستاوردهای تبیینی رویکرد کوپرنیک را حفظ کرد و با بخش عمدهٔ فیزیک و کیهان‌شناسی پذیرفته‌شده آن دورهٔ زمانی مطابقت داشت. حتی این نظریه می‌توانست پدیده‌های اهله زهره و قمرهای مشتری را که بعدها گالیله کشف کرده بود نیز تبیین کند. (Carrier, 2011, p. 198).

لذا در اینجا دو فیلسوفی که مدافع به‌کارگیری مزیت‌های نظری هستند در مورد نحوهٔ اطلاق و به‌کارگیری مزیت‌ها با یکدیگر اختلاف دارند. به بیانی دقیق‌تر، موردی که آلای آن را یک مثال تاریخی از انتخاب «قاطع» معرفی می‌کند (Alai, 2019, p. 628)، اصلاً «قاطع» نیست. آلای ادعا دارد که مثال انتخاب نظریه کوپرنیک بر اساس مزیت‌های نظری وابسته به زمینه اجتماعی-تاریخی نیست و چنانچه هم‌اکنون نیز با اتکا بر مزیت‌های قدرت تبیینی و وحدت‌بخشی دست به انتخاب یکی از دو نظریه بزنیم، به همان انتخابی می‌رسیم که عالمان در پنج قرن قبل به آن رسیده بودند (Alai, 2019, p. 628). ولی سؤال این است که آیا جامعه علمی در آن زمان به این *انتخاب* رسیده بود؟ مطابق دیدگاه کریر عالمان با اتکا به دو مزیت قدرت تبیینی و سازگاری با دانش پس‌زمینه به *انتخاب دیگری* رسیده‌اند. آلای از مزیت سازگاری با دانش پس‌زمینه چشم‌پوشی کرده است. شاید اگر از دید «ویگی»[1] به مسئله نگاه کنیم، به راحتی بتوانیم با آلای همدل باشیم (امروزه فیزیک ارسطویی به صورت کامل ابطال شده است)، ولی چنانچه از دید مردمان آن برهه تاریخی به مسئله نگاه کنیم، نمی‌توان به راحتی سازگاری با دانش پس‌زمینه را نادیده گرفت. معلوم نیست که چرا آلای مزیت سازگاری با دانش پس‌زمینه را نادیده گرفته است؟ پاسخ به این سؤال

---

۱. تاریخ‌نگاری علم به سبک ویگ با معیار قرار دادن دستاوردهای علوم جدید دربارهٔ اهمیت بخش‌های مختلف تاریخ‌علم قضاوت می‌کند.

مخصوصاً زمانی سخت‌تر می‌شود که ما ایراد تزاحم و مناقشه‌برانگیزی به‌کارگیری مزیت‌های نظری و پاسخ آلای به آن را مورد توجه قرار دهیم. چنانچه مزیت‌های دیگر نظیر سازگاری با دانش پس‌زمینه را مورد توجه قرار دهیم، ایراد تزاحم به خوبی نمایان می‌گردد؛ زیرا نظریه کوپرنیک، از یک طرف، به دلیل دارا بودن قدرت تبیینی بیشتر بر خود می‌بالد، ولی از طرف دیگر، به دلیل ناسازگاری با پس‌زمینه با مشکل مواجه می‌شود. به علاوه معلوم نیست که آلای چرا نظریه براهه را به حساب نیاورده است؟ به نظر می‌رسد که چنانچه ما مزیت‌های دیگر (علاوه بر وحدت‌بخشی و قدرت تبیینی) و همچنین نظریه براهه را به حساب آوریم، اوضاع تغییر کند و حرف کریر درست باشد و نظریه براهه مرجح باشد. یک شاهد کوچک برای حمایت از درستی حرف کریر تبلیغ نظریه براهه توسط جهان‌گردان و مبلغان مذهبیِ آن دوران است.

اکنون آلای باید به این سؤال پاسخ دهد که اگر نظریه براهه را به حساب آوریم، ماجرا چگونه می‌تواند به نفع انتخاب «قاطع» نظریه کوپرنیک خاتمه یابد؟ ممکن است در پاسخ گفته شود که در اینجا، به بلوغ نظریات علمی توجه نشده است. رئالیست‌ها در مناقشات خود با آنتی‌رئالیست‌ها، به خصوص به منظور کم‌اثر ساختن برهان فرا-استقرای بدبینانهٔ لاری لاودن، به بلوغ نظریات علمی توجه نشان دادند و مدعایشان در مورد صادق دانستن نظریات علمی را تنها به نظریات بالغ محدود ساخته‌اند. در اینجا هم می‌توان بدین شکل از رویکرد آلای در انتخاب نظریه خورشیدمرکزی دفاع کرد که تنها روی نظریات بالغ علمی متمرکز شویم. در این صورت، اساساً سازگاری با نظریه‌های غیربالغ، همانند «فیزیک و کیهان‌شناسی آن دوره»، مزیت‌های نظری به حساب نمی‌آیند که بخواهیم تأیید حاصل از آن‌ها را برای انتخاب نظریه براهه ملاک قرار دهیم. با این وصف، به نظر نمی‌رسد که اتکا بر نظریات بالغ، به دلایل زیر، بتواند در اینجا کمکی به آلای بکند: نخست، آلای خود صراحتاً اتکا بر مزیت‌های نظری برای شکستن موارد تعین ناقص بروزیافته در تاریخ علم را کافی می‌داند و بحثش بیشتر معطوف به انتخاب نظریه‌ها (صرف نظر از بالغ یا غیربالغ بودن آن‌ها) است. دوم، برای شناسایی نظریات بالغ راهکار غیرهمان‌گویانهٔ بی‌اشکالی معرفی نشده است (Laudan, 1981). سوم، برخی از راهکارهای معرفی‌شده برای تمایز نظریات بالغ از غیربالغ صراحتاً روی *نظریه‌های علمی معاصر* انگشت می‌گذارند (Ladyman, 2002, p. 232). با این توضیحات، اساساً صحبت از بالغ بودن یک نظریه در تاریخ علمِ قرن هفدهم، معنای مشخص و سرراستی نخواهد داشت، چراکه علم بالغ را ما اکنون حتی اگر بتوانیم تعریف هم کنیم، تنها قابل اطلاق به نظریه‌های معاصر است. گذشته از این، حتی اگر ما نظریه براهه را همراه زمین‌مرکزی و خورشیدمرکزی به حساب آوریم، و از تأیید حاصل از مزیت سازگاری نظریه براهه با نظریات پس‌زمینه‌ای غیربالغ صرف نظر کنیم، باز هم انتخاب نظریه خورشیدمرکزی، آن گونه که آلای می‌گوید، «قاطع» نیست. به عبارت دیگر، اگر تنها روی دیگر مزیت‌ها از جمله قدرت تبیینی و وحدت‌بخشی متمرکز شویم، با اتکا به مزیت‌های نظری نمی‌توان یکی از نظریات براهه و کوپرنیک را

ترجیح داد و این دو نظریه همچنان در تعین ناقص قرار می‌گیرند. پس در مجموع همچنان می‌توان گفت مثالی که آلای از تاریخ علم معرفی می‌کند بی‌اشکال نیست و به توضیحات بیشتری نیاز دارد.

در پاسخ آلای به ایراد تزاحم نیز فرضی وجود دارد که الزاماً درست نیست. آلای می‌گوید که نظریه صادق باید همه مزیت‌های نظری را داشته باشد و در این صورت ایراد تزاحم رفع می‌شود. ولی در اینجا فرض شده که فقط یک نظریه می‌تواند تمام مزیت‌های نظری را داشته باشد. در حالی که این فرض الزاماً درست نیست. ممکن است چند نظریه‌ای که در تعین ناقص تجربی قرار دارند، همگی واجد تمام مزیت‌های نظری نیز باشند. در این صورت همه آن‌ها تأیید یکسانی از جانب داده‌های تجربی و مزیت‌های نظری می‌گیرند و این بار به جای قرار گرفتن در تعین ناقص تجربی، در تعین ناقص *معرفتی* قرار می‌گیرند. تعین ناقص معرفتی زمانی حاصل می‌گردد که نظریه‌ها در کنار اخذ تأیید یکسان از نتایج مشاهدتی از دیگر منابع معرفتی (در اینجا مزیت‌های نظری) نیز تأیید یکسانی بگیرند. این اشکال قبلاً نیز در ادبیات فلسفی مورد اشاره برخی از فیلسوفان بوده است و (بدون ارائه مثال یا توضیح بیشتر) از آن به هم‌ارزی معرفتی[1] یاد کرده‌اند (Tulodziecki, 2012, pp. 218-219).

به نظر می‌رسد که یک حالت خاص از هم‌ارزی معرفتی و تعین ناقص معرفتی را می‌توان در نقدی که سورن بانگو به تأیید غیرمستقیم وارد کرده بود، ملاحظه کنیم. مطابق ایدهٔ تأیید غیرمستقیم، فرضیه‌های نظری H_1 و H_2 هم‌ارزِ تجربی و مفهوماً متمایز[2] هستند. حال H_1، و نه H_2، از یک نظریهٔ عمومی‌تر T قابل استنتاج است که T متضمن فرضیه دیگری همچون H است (H مفهوماً از H_1 متمایز است)؛ اگر نتیجه‌ای تجربی چون e از H حاصل گردد، آنگاه e از H و همچنین T حمایت می‌کند. بدین ترتیب e به صورت غیرمستقیم H_1 را تأیید می‌کند، در حالی که e جزء نتایج مشاهدتی H_1 نیست، و در همان حال اثری روی اعتبار H_2 نمی‌گذارد[3] (Laudan & Leplin, 1991, p. 464). در اینجا، شاهد e، جزء نتایج مشاهدتی H_1 نیست، و لذا همچنان می‌توانیم H_1 و H_2 را هم‌ارز تجربی یکدیگر بدانیم. با این حال، شاهد e می‌تواند به واسطه نظریه عام‌تر T، به صورت *غیرمستقیم* از H_1 حمایت کند، چون e نتیجهٔ مشاهدتی T و H است. پس در این حالت ما مجازیم به رغم هم‌ارزِ تجربی بودن H_1 و H_2، H_1 را برگزینیم، چون به واسطه نظریهٔ عام‌تری که متضمن H_1 است، تأیید بیشتری (به صورت غیرمستقیم) برای آن حاصل گردیده است. بانگو در یکی از نقدهایش می‌گوید ممکن است نظریهٔ عام دیگری همچون T* وجود داشته باشد، به طوری که متضمن H_2 باشد و توسط شاهد e مورد حمایت قرار گیرد. در این حالت، می‌توان گفت e به صورت غیرمستقیم از H_2 حمایت می‌کند. در نتیجه، میزان تأییدهایی که دو نظریهٔ هم‌ارز تجربی دارند دوباره

1. epistemic equivalence
2. conceptually distinct

۳. یعنی میزان تأیید فرضیه H_2 تغییر نمی‌کند.

یکسان می‌شود (Bangu, 2006, pp. 273-274). بدین معنا، در ایدهٔ تأیید غیرمستقیم فرض می‌شد که فقط یک نظریه T می‌تواند به صورت غیرمستقیم تأیید شود. ولی همان گونه که بانگو می‌گوید، ممکن است نظریهٔ دیگر *T هم به صورت غیرمستقیم تأیید شود، و بدین ترتیب امکان رفع تعین ناقص به واسطه تأیید غیرمستقیم منتفی می‌گردد. اگر با دیدی وسیع‌تر به این نقد بانگو بنگریم، می‌توان گفت در اینجا به رغم توسعه منابع تأیید و ملاحظه تأیید غیرمستقیم، (به جای فقط یک نظریه) بار دیگر هر دو نظریه به یک میزان مورد تأیید قرار می‌گیرند و بدین ترتیب دو نظریه‌ای که ابتدا در تعین ناقص تجربی قرار داشتند، این بار در وضعیت تعین ناقص معرفتی قرار می‌گیرند. لذا به‌کارگیری مزیت‌های نظری و به صورت کلی‌تر «رویکرد توسعه منابع تأیید» (عبدالهی و اکبری، ۱۴۰۰)، صرف نظر از تمام ایرادهایی که دارد، در رفع تعین ناقص با محدودیتی جدی روبه‌رو است و این فرض اثبات‌نشده را درخود نهفته دارد که تنها یک نظریه می‌تواند تأیید بیشتری را اخذ کند. ولی این فرض به صورت فلسفی اثبات نشده است. واقعیت این است که توسعهٔ منابع تأیید تنها *امکان* شکستن تعین ناقص را فراهم می‌سازد و نمی‌توان گفت که با توسعه منابع تأیید و به‌کارگیری مزیت‌های نظری *لزوماً* تعین ناقص رفع می‌شود. این امکان، مخصوصاً، زمانی بهتر خودنمایی می‌کند که منابع تأیید نظریات به واسطه معیارهای کلی معرفی گردند. از آنجا که معیارهای کلی به وضوح تکرارپذیرند، این امکان بدیهی می‌نماید که *چند* نظریه واجد آن معیارها باشند.

باید توجه داشت که احتمال بروز تعین ناقص معرفتی بسیار کمتر از تعین ناقص تجربی است. اما بروز تعین ناقص معرفتی همچنان یک امکان منطقی است. رئالیست‌های علمی باید به صورت منسجمی تبیین کنند که در صورت بروز (هرچند نادر) این موقعیت راهکار مناسب چیست -درست همان گونه که آن‌ها تلاش دارند راهکار مناسب برای تعین ناقص تجربی ارائه دهند.

ایراد مهم دیگر، اشکال در معرفتی بودن این مزیت‌هاست. آنتی‌رئالیست‌ها می‌توانند رابطه بین مزیت‌های نظری و صادق بودن نظریه‌ای را که بر اساس مزیت‌های نظری انتخاب می‌شود انکار کنند و این مدعا را طرح کنند که مزیت‌های نظری نمی‌توانند نشانه صدق یک نظریه باشند، بلکه انتخاب بر اساس آن‌ها فقط می‌تواند جنبهٔ عمل‌گرایانه داشته باشد (van Fraassen, 2017, p. 100-101 & Tulodziecki, 2013, p. 3733). در اینجا، معرفتی بودن مزیت‌های نظری زیر سوال می‌رود. گاهی کذب نظریه‌های انتخاب‌شده بر اساس مزیت‌های نظری با شواهد تجربی‌ای نشان داده شده است که بعدها فراهم می‌گردند:

هر داستان شسته‌ورفته و دقیقی قدرت تبیینی زیادی دارد، اما فکر نمی‌کنیم که داستان‌های [ادبیِ] واجد قدرت تبیینی بالای افرادی مانند رودیارد کیپلینگ[1] درست یا از نظر تجربی

۱. Rudyard Kipling، داستان‌نویس و برندهٔ نوبل ادبیات.

قابل‌اعتماد باشند. بسیاری از نظریه‌ها دارای قدرت تبیینی هستند، با این حال راهنماهای نادرست و غیرقابل اعتمادی برای فهم جهان هستند. قدرت تبیینی جهانِ زمین‌مرکزی ارسطو آن را درست نکرد و همچنین قدرت تبیینی فلوژیستون یا اتر آن‌ها را از زبالـه‌دان علم نجات نداد. (Douglas, 2009, p. 107)

همهٔ ما در مورد تراژدی بزرگ علم شنیده‌ایم که می‌گوید یک *نظریه زیبا قربانی یک فکت زشت می‌گردد*. آلای در مقاله‌اش پاسخ صریحی برای این نقد فراهم نمی‌کند. شاید یکی از پاسخ‌های احتمالی توجه به این نکته باشد که از دید رئالیست‌ها نظریه‌ای به معنای واقعی کلمه زیباست که واجد همهٔ مزیت‌ها باشد. شرط دارا بودن همهٔ مزیت‌های نظری یکی از شروط لازم صادق دانستن نظریات علمی از منظر رئالیست‌ها است. ولی سؤال این است که آیا واقعاً نظریه‌ای که همهٔ مزیت‌های نظری را داشته باشد تاکنون برساخته شده است؟ اگر چنین نظریه‌ای وجود ندارد، پس لازم است که فعلاً مدعای صادق دانستن (تقریبی) نظریه‌ها نادیده گرفته شود و در این صورت معلوم نیست اتخاذ رویکرد رئالیستی چه دلالتی می‌تواند داشته باشد.

در رابطه با تعین ناقص نظریه‌های مکانیک کوانتومی نیز اتخاذ موضع رئالیستی ایجاب می‌کند که مزیت‌های نظری مد نظر قرار گیرند. با این حال، از دید آلای حتی به‌کارگیری مزیت‌های نظری نیز نتوانسته تعین ناقص موجود بین دو نظریهٔ مکانیک کوانتومی استاندارد و بوهمی را برطرف سازد:

در نظریه بوهم این ایدهٔ نامحتمل و غیرقابل پشتیبانی فرض گرفته می‌شود که همه چیز به صورت آنی[1] به همه چیز وابسته است [...] در تعبیر کپنهاگی [نظریه مکانیک کوانتومی استاندارد][2] با این که این ایراد وجود ندارد، اما هیچ تصویری از مکانیسم‌های غیرقابل مشاهده ارائه نمی‌شود و به علاوه هیچ توضیحی برای چگونگی به وجود آمدن نظم‌های تجربی[3] ارائه نشده است. (Alai, 2019, p. 630)

در واقع، به گواه برخی از متخصصان هنوز استدلال قانع‌کننده‌ای به نفع انتخاب یکی از نظریه‌ها اقامه نگردیده است (Dieks, 2017, p. 311). لذا این وضعیت می‌تواند تهدیدی جدی پیش روی طرفداران رئالیسم باشد. زیرا تعین‌های ناقص بروزیافتهٔ گذشته معمولاً به میزان تعین ناقص بروزیافته در مکانیک کوانتومی سخت‌جان نبودند، و اغلب آن‌ها، صرف نظر از تأیید حاصل از مزیت‌های نظری، پس از

1. instant

۲. نظریه مکانیک کوانتومی استاندارد بر مبنای تعبیر کپنهاگی بسط یافت و به تدریج تثبیت شد. از این رو هرچند یکسان گرفتن این تعبیر کپنهاگی با نظریه مکانیک کوانتومی استاندارد محل تردید است، اما مسامحتاً در اینجا یکی گرفته شده‌اند.

3. empirical regularities

چندی توسط شواهد تجربی رفع می‌شدند. به عبارت دیگر، اغلب آن‌ها در تعین ناقص *ضعیف* قرار داشتند که در آن با پیشرفت علم و مهیا گشتن شواهد تجربی بیشتر تعین ناقص با شواهد تجربی جدیدتر رفع می‌شد. ولی به نظر می‌رسد که تعین ناقص بین نظریه‌های مکانیک کوانتومی در میدان عمل و به دلیل محدودیت‌های آزمایشگاهی در تعین ناقص تجربی *قوی* قرار داشته باشند، بدین معنا که تمام شواهد تجربی پشتیبان دو نظریه (چه اکنون و چه در آینده) به یک میزان باشد.[۱] در این صورت، انتظار برای مهیا شدن شواهد تجربی جدید، برای شکستن تعین ناقص، منجر به نتیجه نمی‌شود. با این حال، آلای سعی دارد نشان دهد که حتی اگر به واسطه مزیت‌های نظری تعین ناقص بین دو نظریه برطرف نشود، همچنان می‌توان موضع رئالیست علمی را حفظ کرد.

رویکرد آلای برای حفظ موضع رئالیستی در نظریه‌های بدیل مکانیک کوانتومی

آلای دلیل باقی ماندن نظریه‌های بدیل مکانیک کوانتومی را در وضعیت تعین ناقص، به رغم توجه به مزیت‌های نظری، چنین بیان می‌کند: «بروز این وضعیت احتمالاً به این خاطر است که دانشمندان از یک نظریه راضی نمی‌شوند مگر این که آن نظریه، درحدی معقول، واجد همه یا تقریباً همهٔ استلزامات نظری [مزیت‌های نظری] باشد» (Alai, 2019, p.630). یعنی به عقیدهٔ آلای، از آنجا که هیچ یک از نظریات واجد تقریباً همهٔ مزیت‌های نظری نیستند، پس هیچ کدام *صادق* نیستند، و انتخاب یک نظریه همچنان در تعین ناقص قرار دارد. در این صورت، به علت تعین ناقص امکان شناخت بخش مشاهده‌ناپذیر عالم منتفی است. چنانچه نتوانیم در مورد بدیل‌های مورد بحث دست به انتخابی معقول بزنیم، انگار نمی‌توانیم از شناخت بخش مشاهده‌ناپذیر و ساختار ریزِ عالم صحبت کنیم و این یعنی پیروزی آنتی‌رئالیست‌ها.

در پاسخ به این مشکل، آلای نخست به دو *امکان* برای رفع تعین ناقص اشاره می‌کند: نخست، با پیشرفت ابزارهای تکنیکی، یکی از نظریات به لحاظ تجربی متعین گردد (Alai, 2019, p. 630)؛ دوم، نظریهٔ دیگری که بهتر از نظریه‌های کنونی است،[۲] برساخته و معرفی شود (Alai, 2019, p. 631). سال‌ها پیش برایان آلیس امکان نخست را به عنوان پاسخی کلی به مسئله تعین ناقص مطرح کرده و گفته بود که پیشرفت علم می‌تواند امکان مهیاسازی انتخاب بین دو نظریه را فراهم سازد (Ellis, 1985, pp. 64-66). پیشرفت و توسعه فناوری موجبات بالا رفتن دقت مشاهدات و مشاهده‌پذیر ساختن مواردی را فراهم ساخت که قبلاً مشاهده‌پذیر نبودند. مثلاً، تأیید نظریه «موجی» نور بدون پیشرفت ابزارهای تکنولوژیکی میسر نبود. در تاریخ علم نیز نمونه‌های فراوانی از این دست وجود دارد. تعین ناقص بین نظریات

---

۱. برای آشنایی تفصیلی با نسخه‌های مختلف تعین ناقص (ضعیف، قوی، و قوی‌تر)، نک. سجادی (۱۳۸۵).

۲. به این معنا که واجد مزیت‌های نظری باشد یا با شواهد تجربی بیشتری مورد تأیید قرار گیرد.

کوپرنیک و بطلمیوس با توجه به فراهم شدن شواهد جدید (به واسطهٔ اختراع ابزارهای جدید نظیر تلسکوپ) به صورت قاطع و با ارجاع به شواهد تجربی شکسته شد؛ نظریه‌های «موجی» و «ذره‌ای» نور با پیشرفت‌های مدام علم و فناوری به صورت متقابل تأیید (و تضعیف) می‌شدند تا نهایتاً دانشمندان، در تعبیر کپنهاگی مکانیک کوانتومی، قائل به ماهیت مکمل (موج/ذره) نور شدند؛ لذا پیشرفت در علم و فناوری می‌تواند ابزار مهمی را برای رفع مسئله تعین ناقص به همراه آورد.

اما در ادامه، آلای خود پرسش زیر را مطرح می‌کند: چنانچه هیچ یک از امکان‌های فوق در آینده به وقوع نپیوندد -که با توجه به محدودیت‌های آزمایشگاهی نامحتمل به نظر نمی‌رسد- چه موضعی باید اتخاذ کرد؟ طرح این پرسش از سوی آلای به معنای آن است که وی تعین ناقص بین نظریات بدیل را به عنوان یک نمونهٔ محتمل از تعین ناقص قوی معرفی می‌کند. او می‌گوید در چنین شرایطی ما باید محدودیت‌های غیرقابل رفع خود در کسب دانش در باب جهان کوانتومی را به عنوان یک امر واقع[1] بپذیریم.

با این حال، او این را به معنای پیروزی آنتی‌رئالیسم در باب جهان کوانتومی نمی‌داند: چنین نیست که ما در این شرایط نتوانیم باورهای خود را در مورد جهان کوانتومی توجیه کنیم. «این، رئالیسم را حتی در جهان میکروسکوپی غیرممکن نمی‌سازد» (Alai, 2019, p. 631). زیرا نظریه‌های مختلف، به رغم تفاوت‌هایی که در باب ماهیت دقیق جهان میکروسکوپی دارند، خصیصه‌های دلبخواهانه‌شان با یافته‌های تجربی محدود می‌شود. در نتیجه، نظریات بدیل واجد توافقات زیادی هستند. توسل به این توافقات میکروسکوپی در واقع می‌تواند باورهای خوش‌بنیانی[2] را فراهم سازد و ما را از سطح مشاهده‌ناپذیر آگاه سازد (Alai, 2019, p. 631).

به نظر آلای، نظریات بدیل باید با یافته‌های تجربی سازگار باشند. سازگاری با یافته‌های تجربی محدودیت‌هایی برای برساختن نظریه اعمال می‌کند و این تضمین‌کنندهٔ وجود توافقات بین نظریات بدیل است:

> تمام نظریات مذکور، حالت کوانتومی را با یک میدان فیزیکی مشخص عجین می‌سازند و معادله شرودینگر را در مرکز دینامیک [پویاشناسی] قرار می‌دهند و یک شکل قوی از جدایی‌ناپذیری وجودی- ساختاری[3] را تأیید می‌کنند و همه در مورد روابط هندسی بین زیرسیستم‌ها (ساختار درون‌مولکولی، ساختارهای اتمی و کوارکی و...) توافق دارند. (Cordero, 2001, p. S307)

1. matter of fact
2. well founded beliefs
3. ontic-structural nonseparability

با توجه به وجود این توافقات و اشتراکات، آلای نتیجه می‌گیرد: «اگرچه صدق موارد مورد اختلاف را که در نظریه‌ها همگرایی ندارند نادیده می‌گیریم و شاید آن‌ها را برای همیشه نادیده بگیریم؛ اما موضوعاتی [مورد توافق] وجود دارند که ما [به آن‌ها] باورهایی خوش‌بنیان و حتی احتمالاً دانش داریم» (Alai, 2019, p. 631). لذا آلای پس از این که دو امکان برساخته شدن نظریه‌های جدید و تعین‌بخشی یکی از نظریات بدیل کنونی بر اثر پیشرفت علم و تکنولوژی را مطرح می‌کند، راه‌حل رئالیستی *عاجلی* برای این مشکل در صورت عملی نشدن دو امکان فوق ارائه می‌دهد. او حل نشدن این مسئله در آینده را به معنای دست کشیدن از دیدگاه رئالیست‌های علمی نمی‌داند: ما می‌توانیم به آن بخش‌هایی از جهان کوانتومی شناخت پیدا کنیم که مورد توافق نظریه‌های بدیل هستند.

نقد رویکرد آلای

آلای معتقد است به رغم شکسته نشدن تعین ناقص بین دو نظریه مکانیک کوانتومی استاندارد و بوهمی، می‌توانیم به بخش‌های مشاهده‌ناپذیری شناخت پیدا کنیم که مورد توافق دو نظریه هستند. باید گفت که این پاسخ آلای پاسخی نو به چنین پرسشی است که «اگر تعین ناقص درست باشد، واکنش *رئالیست‌های علمی* چیست؟» در اینجا دو نکته قابل توجه است. نخست، شباهت رویکرد آلای به رویکرد رئالیست‌های ساختاری[1] است. در رئالیسم ساختاری، تمام محتوای نظریات علمی (از جمله بخش‌های مشاهده‌ناپذیر) صادق نیست، بلکه تنها هسته مشترک یا ساختارهای ریاضیاتی و انتزاعی مشترک میان نظریه‌های هم‌ارز به عنوان امر صادق پذیرفته می‌شود. به نظر می‌رسد ایده اولیه رویکرد آلای مشابه دیدگاه رئالیست‌های ساختاری باشد، زیرا هر دو مدعای صدق (و پیش‌بینی‌های موفق تجربی) در نظریات علمی را به هسته مشترک بین نظریات بدیل نسبت می‌دهند. ولی به نظر می‌رسد که در جبهه رئالیست‌های علمی، این آلای است که برای اولین بار چنین رویکردی را برای دفاع از *رئالیسم علمی* پیش می‌کشد. البته باید به تفاوت بین رئالیسم علمی و رئالیسم ساختاری توجه کرد. رئالیست‌های علمی مدعای صدق بخش‌های مشاهده‌ناپذیر نظریات علمی را پیش می‌کشند و قصد دفاع از صادق دانستن این بخش‌ها را دارند (که این بخش‌ها در نظریات بدیل مکانیک کوانتومی شامل عجین شدن حالت کوانتومی با میدان فیزیکی، استفاده از معادله شرودینگر، جدایی‌ناپذیری وجودی-ساختاری است)؛ اما دعاوی صدقی که در رئالیسم ساختاری از آن دفاع می‌شود درباره *همریختی ساختارها و صورت‌های ریاضی* است که در نظریات بدیل مشترک است (Worrall, 1989) و به نظر می‌رسد که تمام دعاوی مد نظر *رئالیست‌های علمی* در رابطه با صدق بخش‌های مشاهده‌ناپذیر را شامل نمی‌شود.

دوم، به نظر می‌رسد که پرسش یادشده در کارهای متاخرتر *رئالیست‌های علمی* چندان مورد توجه

1. structural realism

نبوده و پاسخ‌های قبلی نیز چندان رضایت‌بخش نبوده‌اند (موسوی کریمی، ۱۳۹۹). برای مثال، اصلاً معلوم نیست که با فرض تعین ناقص چگونه می‌توان از منظر هستی‌شناختی رئالیست و از منظر معرفت‌شناختی لاادری بود، که در اینجا چالش معرفت‌شناسانه علیه رئالیسم نادیده گرفته می‌شود که مدعی امکانِ شناخت بخش‌های مشاهده‌ناپذیر جهان است؛ یا چگونه می‌توان نظریه‌ها را هم صادق و هم ناصادق دانست (Newton-Smith, 1981, p. 42)، که اصل طرد شق ثالث نقض می‌شود؛ یا انتخاب آزادانه و ایمان‌گرایانهٔ یکی از نظریه‌ها، در غیاب هر گونه دلیل معرفتی (Magnus, 2005, p. 29) چه معقولیتی دارد. لذا رویکرد آلای از این منظر مهم است که اولاً با اشکالات پُرواضح و متناقض بالا همراه نیست و ثانیاً در قالب یک مثال واقعی از عمل علمی –نظریه مکانیک کوانتومی– ارائه می‌شود. با این حال، به نظر می‌رسد رویکرد او ایرادات جدی دیگری دارد که عبارت‌اند از تقلیل نظریه‌های بدیل به یکدیگر، ناسازگاری و عدم انسجام رویکرد، و نیز تعمیم‌ناپذیری آن به موقعیت‌های دیگر. در ادامه به تفصیل به این موارد پرداخته می‌شود.

تقلیل نظریه‌های بدیل به یکدیگر، به دلیل حذف بخش‌های متمایز نظریه‌ها

یکی از ایرادات اساسی رویکرد آلای تقلیل نظریه‌های بدیل به یکدیگر، به دلیل حذف بخش‌هایی از نظریه‌ها است که مورد توافق نیستند. در مورد دو نظریه هم‌ارز مکانیک کوانتومی، تکیه بر بخش‌های مورد توافق این چالش را به همراه دارد که عملاً نظریه بوهم را به نظریه استاندارد تقلیل می‌دهد. اگرچه تقلیل نظریه‌ها به همدیگر به‌خودی‌خود ایراد ندارد، اما به جای حل مسئله رئالیسم علمی در مورد مکانیک کوانتومی به حذف بدیل و کنار نهادن تعین ناقص در این زمینه خاص منجر می‌شود.

گلشنی (۱۳۹۴) برخی از تمایزات نوآورانهٔ مکانیک کوانتومی بوهمی از استاندارد را برمی‌شمارد: کلیت تجزیه‌ناپذیر دنیای بوهمی، تمایز سطح کوانتومی و زیرکوانتومی، برگشت تمامی اندازه‌گیری‌ها به اندازه‌گیری مختصات، نحوه مواجهه با مسئله اندازه‌گیری، معرفی پتانسیل کوانتومی[۱]، غیرموضعی بودن مدل بوهم، واقعیتِ دربردارنده ماده و شعور، و نیز موجبیتی و علیتی بودن آن.

برای نمونه، یکی از تمایزات میان این دو نظریه بدیل مناقشه بر سر علیت و موجبیت است. حامیان نظریه بوهم، که پایبند علیت و موجبیت هستند، در پی دست‌یابی به تجربیات شهودی کلاسیک در جهان کوانتومی هستند. اما در نظریه کوانتومی استاندارد، علیت و موجبیت و نیز برخی شهودهای دیگر متعارف جهان کلاسیک عملاً نادیده گرفته شده است. به زعم طرفداران تعبیر کپنهاگی، اگر موجبیت در این نظریه

۱. پتانسیل کوانتومی کمیتی است که یک نیروی کوانتومی بر ذره وارد می‌کند. این نیرو یک ویژگی ناموضعی دارد که اثر کل سیستم بر جزء را باعث می‌شود و باید آخرسر به نیروهای تعریف‌شده و متعارف در مکانیک کلاسیک افزوده شود (Bohm, 1952).

دیده نمی‌شود، پس موجبیت در عالم واقع وجود ندارد. برساخته شدن مکانیک کوانتومی بوهمی در واکنش به این تلقی فلسفی بود که در نظریه استاندارد شانس به سرشت واقعیت نسبت داده می‌شود. بوهم که این تصور از نظریه را قبول نداشت با اعمال تغییراتی در نظریه کوانتومی و اضافه کردن متغییرهای نهان و پتانسیل کوانتومی، نظریهٔ جدیدش را ارائه داد که در آن علیت همچنان پابرجا بود. از منظری واقع‌گرایانه، برای مثال، از نظر روی بسکار، هدف فعالیت‌های علمی کشف قوانین علّی حاکم بر ساختارهای جهان فیزیکی است (Bhaskar, 2008, p. 23). به همان صورت، قائلین به نظریه بوهم فرض پذیرش علیت را اساس و زیربنای متافیزیکی فعالیت‌های علمی می‌دانند. از این رو، در این دیدگاه، علیت یک مؤلفه اساسی است که حذف آن به مفهوم کنار نهادن بخشی اساسی از نظریه تلقی می‌شود.

مورد دوم مفهوم مسیر در دو نظریه است. در نظریه استاندارد، تابع موج به معنای یک موج احتمال وابسته به ذره است که شدت موج (متناسب با مجذور قدر مطلق آن) نشان‌دهنده احتمال توزیع ذره در نقاط مختلف فضا است. در واقع، همه اطلاعات مربوط به یک ذره از تابع موج آن ناشی می‌شود و چون در ذات یک موج عدم‌قطعیتی در خصوص مکان و تکانه ذره نهفته است، هیچ گاه ما قادر به اندازه‌گیری قطعی مکان نیستیم. بنابراین مسیر و معادله حرکت برای ذره معنا ندارد. در اینجا، تنها به نتایج حاصل از اندازه‌گیری، به عنوان واقعیت فیزیکی، نگاه می‌کنیم و به واقعیتی ورای کمیات مشاهده‌شده باور نداریم. برای مثال، الکترون تا قبل از اندازه‌گیری فاقد مکان و مسیر مشخص است و به محض این که مکان آن اندازه‌گیری می‌شود، تابع موج آن به صورت ناگهانی به یک حالت خاص (ویژه‌حالتی از عملگر مکان)[1] فرومی‌ریزد. لذا در این نظریه، امکان تعریف مسیر ذره وجود ندارد و این با شهود و تجربه‌های متعارف ما از دنیای کلاسیک بسیار متفاوت است. در تجربیات کلاسیک، خاصیت‌های واقعی منتسب به ذره مستقل از اندازه‌گیری و ناظر هستند؛ ولی در نظریه استاندارد، این استقلال دیده نمی‌شود. در مقابل، در نظریه بوهم به واسطه پذیرش متغیرهای نهان و فرض پتانسیل کوانتومی، موجبیت و تصورات متعارف دنیای کلاسیک همچنان پابرجاست و عدم‌قطعیت به نوعی به متغیرهای نهان و جهل ما از واقعیت نسبت داده می‌شود. در این نظریه، سطحی عمیق‌تر از سطح کوانتومی را در نظر می‌گیرند که فعلاً قابل مشاهده نیست، ولی در آن سطحِ نهان، ذرات را می‌توان اشیای معمولی با خواص معین در نظر گرفت[2] (گلشنی، ۱۳۹۴). تابع موج (موسوم به راهنما)، در این نظریه، مانند یک میدان فیزیکی دارای واقعیت است و روی ذره اثر می‌گذارد. این تأثیرگذاری به صورت هدایت ذره در مسیرهایی است که واقعاً وجود دارند و یک پتانسیل کوانتومی، که وابسته به دامنه تابع موج است، رفتارهای کوانتومی به ذره می‌دهد. یک ذره دارای مسیری کاملاً قابل تعریف

۱. هر اندازه‌گیری از یک کمیت فیزیکی منجر به کشف یک ویژه‌مقدار خاص از عملگر مربوط به آن کمیت می‌شود.

۲. با این حال، باید توجه داشت که این نظریه اشکالات شهودی دیگری دارد (برای مثال، نک. Goldstein, 2021).

است و با داشتن شرایط اولیه یعنی مکان و سرعت ذره می‌توان چنین مسیرهایی را برای آن ترسیم نمود. در نظریه بوهم، عدم‌قطعیتِ ذاتی وجود ندارد، بلکه اثر محیط بر سیستم مانع آن می‌شود که شرایط اولیه را دقیق بدانیم. لذا مسئله یک جنبه آماری به خود می‌گیرد ولی این به معنای عدم امکان وجود مسیر نیست.

مورد سوم این که در نظریه استاندارد تابع موج بدون وجود ناظر مفهومی ندارد؛ تابع موج همیشه ارجاع به ناظر دارد و از این رو واجد یک مفهوم شناخت‌شناسانه است. زیرا در تعبیر کپنهاگی، به ویژه در نگاه بور، ناظر، ابزار اندازه‌گیری، و سیستم مورد مشاهده در یک کل واحد، واقعیت کوانتومی را شکل می‌دهند.[1] همچنین مجذور این تابع، در تعبیر کپنهاگی، به مفهوم احتمالِ بودن در یک حالت ویژه است. این در حالی است که در نظریه بوهم، تابع موج صرف نظر از حضور یا عدم حضور ناظر، معنا و مفهومی مستقل دارد؛ از این رو واجد یک *وجه هستی‌شناسانه* است.

همچنین در نظریه استاندارد، احتمالی که از محاسبات حاصل می‌گردد احتمال یافتن ذره پس از اندازه‌گیری است، در حالی که در نظریه بوهم معنای احتمال، احتمالِ بودن ذره در یک ناحیه از فضا است و این احتمال ناشی از *جهل ما از شرایط اولیه سیستم* است و چنانچه همراه تابع موج، کمیت پتانسیل کوانتومی را نیز در دست داشته باشیم، می‌توانیم وضعیت سیستم را به صورت موجبیتی مشخص نماییم.

پس، میان نظریه‌های بدیل توافقی در مورد برخی از مؤلفه‌های اساسی‌ای که *مبنای مکانیک کوانتومی بوهمی* هستند دیده نمی‌شود: پتانسیل کوانتومی که در نظریه بوهمی عامل بقای موجبیت و نسبت دادن شهودهای متعارف است، در نظریه استاندارد هیچ جایگاهی ندارد؛ تابع موج در نظریه بوهمی، مستقل از ناظر، شأن وجودی و هستی‌شناسانه دارد، ولی در نظریه استاندارد تنها شأن و منزلت معرفتی دارد؛ معنای احتمال در دو نظریه به کلی متفاوت است. اگر با توجه به رویکرد آلای از دو نظریه اشتراک‌گیری شود، و تنها روی توافقات دو نظریه متمرکز شویم، آنگاه این تمایزات میان دو نظریه برداشته می‌شود. برای مثال، پتانسیل کوانتومی، به عنوان یک مفهوم اساسی و کلیدی در مکانیک کوانتومی بوهمی، بسیاری از این چارچوب‌های مفهومی را توضیح می‌دهد. اگر این مفهوم در فرمالیسم مکانیک بوهمی کنار نهاده شود، عملاً مکانیک بوهمی به مکانیک کوانتومی استاندارد تقلیل می‌یابد و برای حفظ علیت و موجبیت -که امثال اینشتین و بوهم در نظر داشتند- یا حفظ دیگر شهودهای متعارف و کلاسیک، مجالی باقی نمی‌ماند. این به مفهوم دست کشیدن از مواردی است که وجودشان در این نظریه به معنای کنار نهادن وجوه تمایز نظریه بوهم نسبت به نظریه استاندارد، و حذف نظریه بدیل و هم‌ارز نظریه مکانیک کوانتومی استاندارد است. بدین ترتیب می‌توان گفت که آلای، به جای حل مسئله، صورت مسئله را زدوده و مسئله را منحل کرده است.

---

۱. در این زمینه نک. سجادی (۱۴۰۱).

ناسازگاری و عدم انسجام رویکرد آلای

شناخت بخش مشاهده‌ناپذیر جهان از راه اتکا بر توافقات موجود در نظریه‌های بدیل با رویکرد کلی رئالیست‌ها و از جمله آلای در مورد صدق سازگار نیست. آلای صریحاً بیان می‌کند که هیچ یک از نظریات موجود در مکانیک کوانتومی واجد تمام مزیت‌ها نیست. لذا هیچ یک از نظریات را نباید صادق در نظر گرفت. با این حال، او به دنبال راهی برای حفظ موضع رئالیستی است و می‌گوید می‌توان به بخش‌های مشاهده‌ناپذیر و مورد توافق نظریات بدیل دانش پیدا کرد. بدین معنا، او از بخش‌های مورد توافق نظریات غیرصادقْ شناختنِ سطح مشاهده‌ناپذیر را نتیجه گرفته است، در حالی که در چهارچوب فکری رئالیست‌هایی نظیر آلای هنوز معلوم نیست که چرا بخش‌های مشاهده‌ناپذیرِ مورد توافق باید صادق باشند؟ از آنجا که هیچ یک از این دو نظریه واجد تقریباً همهٔ مزیت‌ها نیستند، لذا تضمینی برای صدق و درستی هستی‌شناسی هیچ یک در دست نیست. پس تضمینی در مورد شناخت بخش‌های مشاهده‌ناپذیر عالم نیز وجود ندارد، حتی اگر آن بخش‌ها، مورد توافق چند نظریه بدیل باشند.

لذا نقطهٔ کور رویکرد آلای در دفاع از رئالیسم علمی این است که معلوم نیست چگونه اتکا بر توافقات نظریه‌های سازگار با داده‌های تجربی می‌تواند تضمین‌کنندهٔ صدق نظریه باشد، در حالی که از منظر رئالیست‌های علمی و نیز آلای هیچ یک از موارد سازگاری با تجربه و نیز اشتراک‌گیری از مواردِ مورد توافق نظریات بدیل، *بدون دارا بودن مزیت‌های نظری، نمی‌توانند نشانه صدق نظریه باشند*: «رئالیست‌ها می‌توانند بگویند که [...] کاستی‌های چشم‌گیرِ نظریِ این نظریات [که در تعین ناقص قرار دارند] نشان‌دهندهٔ این است که *به رغم سازگاری‌شان با شواهد موجود*، هیچ یک از آن‌ها صادق نیستند و ما باید به دنبال نظریات بهتر باشیم» (Alai, 2019, p. 631). ملاحظه می‌شود که سازگاری با شواهد تجربی نمی‌تواند به تنهایی نشانه صدق باشد. همچنین در مقاله آلای توضیحی در این باره نیامده است که چرا اتکا بر توافقاتِ مشاهده‌ناپذیرِ مشترک در نظریاتی که با مشاهدات سازگارند می‌تواند نشانه صدق باشد.

تکیه بر توافقات نظریه‌ها زمانی می‌توانست جوابگو باشد که اشتراک‌گیری در مورد نظریه‌هایی صورت گیرد که واجد تقریباً همهٔ مزیت‌های نظری باشند. در این صورت، به واسطه دارا بودن مزیت‌های نظری، تضمین برای صادق بودن هستی‌شناسی‌ها و بخش مشاهده‌ناپذیر می‌توانست ارائه گردد. این در حالی است که چنین تضمینی در مورد این نظریه‌ها وجود ندارد. لذا همچنان می‌توان در حال حاضر نظریات بدیل مکانیک کوانتومی را مثال نقضی برای دیدگاه رئالیستی و پیروزی آنتی‌رئالیست‌ها -حداقل در چهارچوب رویکرد آلای- به حساب آورد.

البته راه‌های مختلفی برای رفع این مشکل وجود دارد. مثلاً می‌توان این شرط آلای را حذف کرد که مطابق آن نظریه صادق باید تقریباً همهٔ مزیت‌ها را داشته باشد. نقد رویکرد آلای *با فرض پذیرش ایدهٔ خود وی است*، مبنی بر این که نظریه صادق نظریه‌ای است که همه مزیت‌های نظری را توأمان داشته

باشد. می‌توان گفت که این ایده، تا این حد که همه مزیت‌های نظری باید حاضر باشند، شرط لازم برای صدق نیست و بعضی از مزیت‌ها را می‌توان نادیده گرفت. البته در صورت اتخاذ این رویکرد، با دو مشکل روبه‌رو می‌شویم. نخست، لزوم ارائه راه‌حلی دیگر برای خلاصی از مشکل تزاحم در به‌کارگیری مزیت‌های نظری است، که آلای برای رفع آن شرط دارا بودن همهٔ مزیت‌های نظری را پیش کشید. اکنون که این شرط کنار گذاشته می‌شود، باید برای خلاصی از ایراد تزاحم پاسخ دیگری پیشنهاد دهد. دوم، مسئلهٔ نبود معیار جهت تمایز گذاشتن بین مزیت‌های نظری مختلف است. به عقیده برخی فیلسوفان، این مسئله منجر به تعین ناقص پیچیده‌تری برای رتبه‌بندی یا تمایز گذاشتن بین مزیت‌ها می‌گردد: بر چه اساسی یکی از مزیت‌ها انتخاب می‌گردد یا مبنا قرار می‌گیرد و دیگری نادیده گرفته می‌شود؟ (Tulodziecki, 2012, pp. 223-25; 2013, p. 3733).

راه دیگری که می‌توان در این راستا پیشنهاد داد توجه به «استنتاج بر اساس بهترین تبیین» است. با یاری گرفتن از این استنتاج، شاید بتوان یک استنتاجِ بهترین تبیین روی همه نظریه‌ها انجام داد، به این صورت که بهترین تبیین برای مشترک بودن این قسمت‌ها صدق آن‌ها است. از چند جهت می‌توان به این راهکار پرداخت: نخست، عدم اشاره آلای به این شیوه استنتاجی است. این بی‌توجهی منجر به بی‌پاسخ ماندن برخی از ایرادات در رابطه با انتخاب بهترین تبیین در این موضوع است. یکی از ایرادات اساسی در این زمینه ابهام در مورد چیستی معیارهای بهترین تبیین است. یکی از پیشنهادهایی که به عنوان معیار بهترین تبیین بودن طرح می‌شود توجه به مزیت‌های نظری است (Ladyman, 2002, Sec. 7). اما به‌کارگیری مزیت‌های نظری لزوماً به یک نتیجه مشخص و بدون مناقشه نمی‌انجامد. به علاوه، نباید چالش‌های فراروی استنتاج بر اساس بهترین تبیین را نادیده گرفت. ایرادهایی نظیر ایراد گروه بَد[1] که مطابق آن در دسترس نبودن تبیین صادق در میان گزینه‌های موجود را مورد توجه قرار می‌دهد و این ادعا را طرح می‌کند که بهترین تبیین انتخابی حداکثر می‌تواند بهترین تبیین از میان تمام گزینه‌های موجود و در دسترسی باشد که لزوماً شامل تبیین صادق نمی‌شود؛ نه بهترین تبیین از میان تمام گزینه‌هایی که لزوماً تبیین صادق را شامل می‌شود. یعنی تضمینی نیست که تبیین صادق در میان مجموعه تبیین‌های در دسترس (موجود) ما باشد. بدین ترتیب، گزینه‌های در دسترس ما یک گروه بد را تشکیل می‌دهند که تبیین صادق در میان آن‌ها نیست. در واقع، در صورت اشتراک‌گیری و صادق دانستن اشتراکات، ما هیچ تصویری در مورد مکانیسم‌ها و نحوه به وجود آمدن نظم‌های تجربی نخواهیم داشت (Alai, 2019, p. 630). به نظر می‌رسد که صادق دانستن اشتراکات یک نظریه، وقتی هیچ تبیین مناسبی درباره مکانیسم‌ها و نحوه حاصل گردیدن نظم‌ها در دست نیست، چندان خوشایند رئالیست‌های علمی نباشد، چون در این صورت

1. bad lot objection

حداقل چیزی که باید بدان اقرار کنند کوتاه آمدن از برخی دیگر از مواضع کلانشان است.

تعمیم‌ناپذیری رویکرد آلای و عدم کارایی آن در موقعیت‌های دیگر

پیشنهاد آلای این است که باید بخش‌های مشاهده‌ناپذیرِ موردِ توافق دو نظریه را انتخاب کنیم. او گمان می‌کند که چون همه نظریات با شواهد تجربی تحدید می‌شوند، می‌توان امیدوار بود که توافقات قابل‌توجهی بین نظریه‌ها وجود داشته باشد: «به رغم اصرار بر واگرایی دربارهٔ ماهیت دقیق جهان میکروسکوپی [که در نظریه‌ها به تصویر کشیده می‌شود] خصیصه‌های ممکن[1] پیش روی نظریات و تعبیرهای مختلف با یافته‌های تجربی تحدید می‌شود» (Alai, 2019, p. 631). به عبارت دیگر، آلای تحدیدیافتگی توسط شواهد تجربی را دلیل و ضامن وجود توافقات هستی‌شناختی و مشاهده‌ناپذیر می‌داند. ولی این رویکرد چنانچه به عنوان یک پیشنهاد عام در موقعیت‌های مشابه معرفی شود، مشکل جدی دیگری به همراه خواهد داشت: ممکن است نظریه‌های بدیلی بروز یابند که فاقد هر گونه توافق مهمی در هستی‌شناسی و بخش‌های مشاهده‌ناپذیر باشند. صرف نظر از ایراد نخست -تقلیل نظریه‌های بدیل به یکدیگر- از قضا و تصادفاً دو نظریه بدیل مکانیک کوانتومی توافقات زیادی دارند. از منظر منطقی و شهودی، تحدیدیافتگی نظریات توسط تجربه، *تضمینی برای وجود اشتراکات ارائه نمی‌دهد*. اساساً بروز تعین ناقص تجربی محصول همین واقعیت است که شواهد تجربی ممکن است نظریات متعارضِ مختلف را به یک میزان تأیید کنند.

با نگاهی به نظریه‌هایی که در گذشته در تعین ناقص قرار گرفته‌اند، می‌توان به صحت نسبی این نقد پی برد. در نیمه دوم قرن نوزدهم، تضاد و ناهمخوانی‌هایی بین نظریهٔ حاکم، به خصوص الکترودینامیک ماکسول، و مشاهدات ثبت‌شدهٔ آزمایشگاهی بیش از گذشته خودنمایی می‌کرد. از جملهٔ این مشکلات می‌توان به انحراف ستارگان، ضریب فرنل،[2] آزمایش فیزو،[3] عدم تخریب اشیای جامد بزرگ هنگام حرکت در اتر، و نتایج صفر آزمایش‌های طراحی‌شده برای یافتن تأثیرات نوری ناشی از حرکت زمین در اتر (آزمایش مایکلسون-مورلی) اشاره کرد. لورنتس در سال‌های ۱۸۸۶ تا ۱۹۰۴ با پروراندن نظریه‌ای سعی در رفع این تضادها داشت. او با وضع اصلاحاتی در فیزیک نیوتنی توانست این تضادها را رفع کند. از طرفی دیگر، اینشتین هم با ارائه نظریه نسبیت خاص خود، که حاوی دو اصل موضوع به همراه مفهوم انقلابی زمان-مکان بود، توانست هر آنچه را نظریهٔ لورنتس توضیح می‌داد تبیین و پیش‌بینی کند. این دو نظریه شواهد مشاهدتی یکسانی داشتند، ولی *ماهیت و ساختارهای کاملاً مجزایی* از همدیگر داشتند: یکی بر اساس مفروضات پارادایم نیوتونی و صرفاً اصلاحاتی کوچک بر آن مفروضات برساخته شده و

1. possible options
2. Fresnel
3. Fizeau

دیگری بر اساس مفروضاتی کاملاً انقلابی نسبت به پارادایم نیوتونی در مورد زمان و مکان حاصل شده بود. این دو نظریه هم‌ارز تجربی همدیگر بودند و در تعین ناقص تجربی قرار داشتند. با این که پس از مدت کوتاهی، به واسطه تأیید تجربی ادینگتون و تأیید غیرمستقیم، نظریه نسبیت خاص بر نظریه لورنتس برتری پیدا کرد، ولی اگر در اینجا تعین ناقص رفع نمی‌شد، معلوم نیست که چه *توافق قابل توجهی* بین این دو نظریه می‌توانستیم بیابیم، به گونه‌ای که بتوان در مورد بخش مشاهده‌ناپذیر نظریه ادعای شناخت داشت.

به همین ترتیب، می‌توان انتظار داشت که نظریاتی که در آینده هم در تعین ناقص قرار می‌گیرند احتمالاً فاقد توافقات قابل توجه باشند، چون تحدیدیافتگی نظریه توسط شواهد تجربی نمی‌تواند ضامن وجود توافقات قابل توجه بین نظریه‌های هم‌ارز تجربی باشد. در ضمن، دلیل خوب دیگری برای تضمین وجود توافقات در نظریات بدیل وجود ندارد. با این که آلای ادعا ندارد که رویکرد وی قابل تعمیم است، ولی باید به این نکته نیز توجه داشت که پیشنهاد و اصلاحاتی که ارائه می‌شود نباید موضعی[1] باشد. مراد از موضعی بودن اتخاذ رهیافت‌هایی برای حل یک مشکل ویژه است که قابل اعمال بر موارد مشابه دیگر نیست.

ایراد اخیر نگارندگان در صورتی جدی‌تر تلقی می‌شود که ما پاسخ آلای به تعین ناقص را پیشینی بدانیم، پیشینی به این معنا که بدون در نظر گرفتن موارد خاص و به صورت کلی برای تمام موارد تعین ناقص بخواهیم این پاسخ را مد نظر داشته باشیم. ولی اگر این پاسخ را تنها برای این مورد خاص کارآمد در نظر بگیریم، به نوعی پاسخ را پسینی تلقی کرده‌ایم، پسینی به این معنا که هر مورد خاص تعین ناقص باید به صورت جداگانه بررسی شود و متناسب با هر مورد به دنبال پاسخ مناسب بود. در این صورت، شاید اندکی از جدیت ایراد طرح‌شده کم شود. ولی پسینی تلقی کردن پاسخ، روشنگری دیگری را در مورد شباهت بین رویکرد آلای و رئالیست‌های ساختاری نمایان می‌سازد. به نظر می‌رسد –حداقل با توجه به مثال نقضی که طرح شد– رهیافت اشتراک‌گیری را نمی‌توان به صورت کلی و پسینی مقبول دانست و باید در هر مورد خاص به صورت دقیق مشخص شود که آیا اشتراکات قابل‌توجهی بین نظریات بدیل وجود دارد یا خیر. اما نکته جالب این است که دقیقاً همین رویکرد پسینی در برخی از نسخه‌های رئالیسم ساختاری نیز دنبال می‌شود. در رئالیسم ساختاری وجودی[2] باید رابطه (شباهت) ساختاری و هم‌ریختی بین نظریات بررسی گردد تا معلوم شود که آیا دو نظریه ساختار معادلی دارند یا خیر. معادل بودن ساختار، در این نسخه، باید به صورت تجربی و پسینی مشخص شود و چنانچه به صورت پسینی معادل بودن نظریات بدیل نشان داده نشود، برهان تعین ناقص کماکان رئالیسم علمی را تضعیف خواهد کرد (معصومی، ۱۴۰۰، ص. ۱۰۴۶). به همین ترتیب، می‌توان در مورد رویکرد پیشنهادی آلای هم گفت که

1. ad hoc
2. ontic structural realism

اگر در هر موردِ تعین ناقص، اشتراکات قابل‌توجهی یافت نشود، تعین ناقص همچنان موضع رئالیست علمی را تضعیف خواهد کرد. از این منظر، آلای در رویکردش برای دفاع از *رئالیسم علمی*، آگاهانه یا غیرآگاهانه، برخی از خطوط اصلی‌اش را (چه در توجه به اشتراکات و چه در پسینی بودن رویکرد) به رئالیست‌های ساختاری نزدیک کرده است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، رویکرد آلای در مواجهه با مسئله تعین ناقص و تلاش او برای دفاع از موضع رئالیسم علمی بررسی شد. با این که آلای، همصدا با رئالیست‌ها، تأیید حاصل از مزیت‌های نظری را برای رفع تعین ناقص تجربی کارآمد می‌داند و به دنبال ارائهٔ پاسخ‌هایی مناسب به ایرادات وارد بر آن‌هاست، ولی روشن شد که این پاسخ‌ها برای رفع ایرادهای وارد بر مزیت‌های نظری -ایراد ابهام و ایراد تزاحم- بی‌اشکال نیستند. همچنین، رویکرد پیشنهادی آلای برای حفظ موضع رئالیستی نسبت به مکانیک کوانتومی، یعنی تکیه بر موارد توافق نظریه‌های بدیل، به رغم بدیع بودنش با مشکلاتی نظیر تقلیل نظریات بدیل به یک نظریه و انحلال مسئله، ناسازگاری و عدم انسجام در چگونگی صادق بودن موارد مورد توافق، و عدم کارایی در موقعیت‌های دیگر روبه‌رو است. از این رو رئالیست‌های علمی باید به دنبال پاسخ‌های مناسب‌تری به ایرادات وارد بر مزیت‌های نظری باشند و برای حفظ موضع رئالیستی نسبت به نظریه‌های کوانتومی راه‌های علاج شسته‌رفته‌تری ارائه دهند.

قدردانی

سپاس از دکتر جواد اکبری‌تختمشلو، استاد درس فلسفه علم دانشگاه صنعتی شریف، بابت مطالعه و بررسی *قسمت‌هایی* از پیش‌نویس‌های اولیه این مقاله.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

سجادی، سیدهدایت. (۱۳۸۵). تحلیلی بر مسئله تعیّن ناقص در عرصه انتخاب میان نظریه‌های علم تجربی. *حکمت و فلسفه*، ۲(۷)، ۲۳-۴۲. https://doi.org/10.22054/wph.2006.6675

سجادی، سیدهدایت. (۱۴۰۱). مکمّلیت بور و رهیافت‌های فلسفی در شکل‌گیری آن. *متافیزیک*، ۱۴(۳۳)، ۱۰۹-۱۲۴. https://doi.org/10.22108/mph.2022.132396.1381

عبدالهی، جلال، و اکبری تختمشلو، جواد. (۱۴۰۰). تعین ناقص و رئالیسم علمی. *پژوهش‌های فلسفی*، ۱۵(۳۴)، ۲۲۴-۲۴۷. https://dx.doi.org/10.22034/jpiut.2020.39058.2530

گلشنی، مهدی. (۱۳۹۴). *تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدانان معاصر*. تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

معصومی، سعید. (۱۴۰۰). تعین ناقص و واقع‌گرایی ساختاری وجودی. *پژوهش‌های فلسفی*، ۱۵(۳۷)، ۱۰۲۷-۱۰۵۱. https://dx.doi.org/10.22034/jpiut.2020.38918.2525

موسوی کریمی, میر سعید. (۱۳۹۹). واقع‌گرایی علمی و تعین ناقص نظریه‌ها. *دوفصلنامهٔ علمی هستی و شناخت*، ۷(۱)، ۷-۴۶. https://doi.org/10.22096/ek.2021.530038.1356

References

Abdollahi, J., & Akbari Takhtameshlou, J. (2021). Underdetermination and scientific realism. *Journal of Philosophical Investigations*, 15(34), 224-247. https://dx.doi.org/10.22034/jpiut.2020.39058.2530

Acuña, P., & Dieks, D. (2014). Another look at empirical equivalence and underdetermination of theory choice. *European Journal of Philosophy of Science*, 4(2): 153–180. http://dx.doi.org/10.1007/s13194-013-0080-3

Alai, M. (2019). The underdetermination of theories and scientific realism, *Axiomathes*, 29, 621–637. https://doi.org/10.1007/s10516-018-9384-4

Bhaskar, R. (2008). *A realist theory of science*. Routledge.

Bohm, D. (1952). A suggested interpretation of quantum theory in terms of hidden variables I and II. *Physical Review*, 85(2), 166-193. https://doi.org/10.1103/PhysRev.85.180

Boyd, R. (1973). Realism, underdetermination, and a causal theory of evidence. *Noûs*, 7, 1-12.

Carrier, M. (2001). *Nikolaus Kopernikus*. München: Beck

Carrier, M. (2011). Underdetermination as an epistemological test tube: Expounding hidden values of the scientific community. *Synthese*, 180(2), 189-204. https://doi.org/10.1007/s11229-009-9597-6

Cordero, A. (2001). Realism and underdetermination: Some clues from the practices-up. *Philosophy of Science*, 68(3), S301–S312. https://doi.org/10.1086/392917

Dieks, D. (2017). Underdetermination, realism and objectivity in quantum mechanics. In E. Agazzi (Ed.), *Varieties of scientific realism*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51608-0_16

Douglas, H. (2009). *Science, policy, and the value-free ideal*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Ellis, B. (1985). What science aims to do. In P. Churchland and C. Hooker (Eds.), *Images of science* (pp. 48-74). Chicago: University of Chicago Press.

Goldstein, S. (2021). Bohmian mechanics. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition). https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/qm-bohm

Golshani, M. (1394 SH). *Tahlili az didgah-i falsafi-yi physicdanan-i muʿaser*. Tehran: Institute for Humanities and Cultural Studies.

Ladyman, J. (2002). *Understanding philosophy of science*. London: Routledge.

Laudan, L. (1981). A confutation of convergent realism. *Philosophy of Science*, 48(1), 19-49. https://doi.org/10.1086/288975

Laudan, L., & Leplin, J. (1991). Empirical equivalence and underdetermination. *The Journal of Philosophy*, 88, 449-472. https://doi.org/10.2307/2026601

Magnus, D. (2005). Peirce: Underdetermination, agnosticism, and related mistakes. *Inquiry*, 48(1), 26-37. https://doi.org/10.1080/00201740510015347

Masoumi, S. (2021). Underdetermination and ontic structural realism. *Journal of Philosophical Investigations*, *15*(37), 1027-1051. https://dx.doi.org/10.22034/jpiut.2020.38918.2525

Mousavi Karimi, M. S. (2020). *Scientific Realism and the Underdetermination Argument*. Existence and Knowledge, 7(1), 7-46. https://doi.org/10.22096/ek.2021.530038.1356

Newton-Smith, W. H. (1981). *The rationality of science*. Boston: Routledge.

Psillos, S. (1999). *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. Routledge.

Sajadi, H. (2006). An analysis of the problem of underdetermination of scientific theories. *Wisdom and Philosophy*, 2(7), 23-42. https://doi.org/10.22054/wph.2006.6675

Sajadi, H. (2022). Philosophical approaches in the development of Bohr's complementarity. *Metaphysics*, 14(33), 109-124. https://doi.org/10.22108/mph.2022.132396.1381

Schindler, S. (2018). *Theoretical virtues in science: Uncovering reality through theory*. Cambridge University Press.

Tulodziecki, D. (2012). Epistemic equivalence and epistemic incapacitation. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 63, 313–328. https://doi.org/10.1093/bjps/axr032

Tulodziecki, D. (2013). Underdetermination, methodological practices, and realism. *Synthese*, 190, 3731–3750. https://doi.org/10.1007/s11229-012-0221-9

Van Fraassen, B. (1980). *The scientific image*. Oxford: Clarendon Press.

Van Fraassen, B. (2017). Misdirection and misconception in the scientific realism debates. In E. Agazzi (Ed.), *Varieties of scientific realism* (pp. 95-108). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51608-0_5

Worrall, J. (1989), Structural realism: the best of both worlds. *Dialectica*, 43, 99-124. https://doi.org/10.1111/j.1746-8361.1989.tb00933.x