



A Study of Paul Thagard's Conceptual Change Theory and its Results on Scientific Progress

Ehsan Javadi Abhari* | Hossain Sheykhrezaee**

Received: 2019/11/25 | Accepted: 2020/04/27

Abstract

Conceptual change and its effects of the history of science has always been one of the challenges issues in historical and philosophical discussions of science. In this paper, we will first introduce Paul Thagard, one of the advocates of Philosophy of Computational Science regarding the essence and circumstances of conceptual change; based on this, we will indicate his approach to the history of philosophy in respect to its being accumulative or revolutionary. According to Thagard, evidence and methods are the least common things which are common in scientific revolutions between an existing and replacement theory. In this article, we will show that this claim does not seem to be compatible with Thagard's semantic holistic approach. Similarly, through historical case studies regarding Quantum Mechanics scientific revolutions in the history of physics, we will show that contrary to Thagard's theory, gradualness and overlap of an existing and substituent theory is not proof of cohesion between the two because even though one cannot find a precise boundary between them; this, however, does not mean that there is none and principally, the existing theory has been set aside and the replacement theory has been established.

Original Research



Keywords

Scientific revolution, conceptual change, incommensurability, scientific progress, Paul Thagard.

* PhD Candidate of Philosophy of Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. | ehsan.javadi62@gmail.com

** Assistant Professor of the Iranian Institute of Philosophy (IRIP), Tehran, Iran. (Corresponding Author) | sheykhrezaee@gmail.com

▣ Javadi Abhari, E.; Sheykhrezaee, H. (2020). A Study of Paul Thagard's Conceptual Change Theory and its Results on Scientific Progress. *Journal of Philosophical Theological Research*, 22(83), 101-126. doi: 10.22091/jptr.2020.4978.2237

▣ Copyright © the authors



Introduction

The Publication of Kuhn's influential book *The Structure of Scientific Revolutions* is one of the most important points in the history and philosophy of science studies and has raised many debates among philosophers and historians of science. One of the most interesting implications of Kuhn's thesis is the incommensurability of scientific paradigms and its related concepts. Paul Thagard is one of the philosophers who reacted to Kuhn's incommensurability thesis and tried to show how, by appealing to cognitive computational theories, the incommensurability problem could be resolved. In this essay, after introducing Thagard's Conceptual Change Theory and review of one case study, we will survey the implications of Thagard's theory on scientific growth and the history of science and present two critiques.

Summary

In this essay, in the first part, we have tried, by the introduction of concept constituents and representation based on Thagard's Computational Philosophy of Science to show how he explains conceptual changes and revolutions in the history of science. Thagard considered concepts as complex structures like neurons in neural networks which are organized in kind and part hierarchies and relating to each other by relevant weight. Thagard described four types of relations between replacement and substituent theories: incorporation, sublation, supplantation, and disregard. Sublation and supplantation are the important types of theory change processes that have been introduced by Thagard to describe scientific revolution. If T1 partially incorporates T1 while rejecting aspects of T1, then T2 *sublates* T1 and if T2 involves the near-total rejection of T1, then T2 supplants T1. As Thagard claimed, other than *disregard*, all of the other three types of scientific theory change accept some degree of cumulating in substituent theory. As we have reviewed in Thagard's case studies, which he referred to as radical conceptual revolutions; such as Lavasiour and Darwin's revolution, there is at least some amount of evidence and method cumulating in substituent theory. On the other hand, it could be interpreted that Thagard somehow accepted the semantic holism theory. In this paper, an argument has been posed which shows that these two claims are contradicted. The premises and conclusions of the argument are shown as below:

1. According to the holism theory of meaning, the meanings of concepts are determined by their relation in a conceptual web or hierarchy.

2. It could be interpreted that Thagard confirmed the holism theory of meaning.
3. Scientific Revolutions –either occurring as sublation or supplantation way – make dramatic changes in the conceptual hierarchy of existing theory in comparison with substituent theory.
4. Thagard declared that in the dramatic scientific revolution, there are at least some method and concepts
5. Thagard stated that evidence could be evaluated independently. In other words, he denies the theory dependency of evidence.
6. Premises 1, 2 and 3 are contradicted by 4 and 5. Because, by accepting the holism theory of meaning, there is no way to evaluate apparent common evidence of rival theories independently without considering their relation to existing and substituent theories.

Thagard and some other philosophers like Nancy Nersissian claimed that Thomas Kuhn's mistake is that he has not considered the gradual nature of conceptual changes which has been revealed with the help of cognitive science. They believe that in the theory change stage a gestalt shift is not occurring as Thomas Kuhn thought, for practitioners and advocates of existing and substituent theories or paradigm's, so there is not a sharp and clear boundary between rival theories and advocates of each theory could realize each other's experiments. As a final point, we will show by review of a historical case – the Quantum Mechanic revolution- that the gradual nature of scientific change would not imply that there is not a boundary at all and in principle it could be conceived a final point -albeit not clear- existing theory totally replaced by substituent theory and practitioners of new theory conform their mind by the exemplar, method and tradition of a new theory.

Conclusion

In this paper, we study Thagard's theory concerning concept structure, representation, and conceptual change. After review of an important case study, we reviewed four types of possible relations between existing and substitute theories. As it has been shown, Thagard believed that at least evidence and methods accumulation take place even in radical revolutionary theory change. By providing an argument, we have tried to show that the holism theory of meaning, which seems to be accepted by Thagard, is contradicted by evidence accumulation. On the other hand, by reviewing a historical case-study we have tried to show that Thagard's argument against the gestalt shift theory of Kuhn, is confronted by a problem.



بررسی نظریه تغییر مفهومی پل تاگارد و نتایج آن بر مسئله پیشرفت علمی

احسان جوادی ابهری* | حسین شیخ‌رضایی**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۴ | تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۸

چکیده

تغییر مفهومی و بررسی نتایج آن بر تاریخ علم همواره یکی از مسائل چالش‌برانگیز در مباحث تاریخ و فلسفه علم بوده است. در این مقاله ابتدا به معرفی آرای پل تاگارد یکی از فیلسوفان طرفدار فلسفه علم محاسباتی در مورد چستی و چگونگی تغییر مفاهیم می‌پردازیم و بر این اساس، به رویکرد او به تاریخ علم از جهت انباشتی بودن یا انقلابی بودن اشاره خواهیم کرد. از نظر تاگارد، شواهد و روش‌ها دست‌کم چیزهایی هستند که در اکثر انقلاب‌های علمی بین نظریه موجود و نظریه جایگزین مشترک هستند. در این مقاله، نشان داده خواهد شد که این ادعا با رویکرد کل‌گرایی معناشناختی تاگارد سازگار به نظر نمی‌رسد. همچنین با موردکاوی تاریخی در خصوص انقلاب علمی مکانیک کوانتومی در تاریخ علم فیزیک، نشان خواهیم داد که - برخلاف نظریه پل تاگارد - تدریجی بودن و همپوشانی نظریه موجود و جایگزین دلیلی بر پیوستگی آن دو نیست؛ زیرا اگر چه مرز دقیقی نمی‌توان میان آن دو یافت، اما این به معنای عدم وجود هیچ مرزی نیست و علی‌الاصول جایی نظریه موجود کنار رفته و نظریه جایگزین مستقر شده است.

کلیدواژه‌ها

انقلاب علمی، تغییر مفهومی، ناهمسنجگی، پیشرفت علمی، پل تاگارد.

علمی پژوهشی



* دانشجوی دکتری فلسفه علم دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران. | ehsan.javadi62@gmail.com

** عضو هیأت علمی موسسه پژوهشی و حکمت و فلسفه ایران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) | sheykhrezaee@gmail.com

□ جوادی ابهری، احسان؛ شیخ‌رضایی، حسین. (۱۳۹۹). بررسی نظریه تغییر مفهومی پل تاگارد و نتایج آن بر مسئله پیشرفت علمی. فصلنامه پژوهش‌های فلسفی-کلامی. ۲۲(۸۳)، ۱۰-۱۲۶. doi: 10.22091/jptr.2020.4978.2237



مقدمه

یکی از نقاط عطف مطالعات تاریخ و فلسفه علم انتشار کتاب ساختار انقلاب‌های علمی اثر تامس کوون^۱ بود که در آن تفسیر جدیدی از تاریخ علم ارائه داد. او نگرش خطی به تاریخ علم را که رشد علم را حاصل انباشت اجزای نظریه‌های متوالی می‌دانست، نادرست شمرد و تاریخ علم را به صورت دوره‌هایی مجزاً از هم که به صورت انقلابی جایگزین یکدیگر می‌شوند، توصیف کرد (Kuhn, 1970, ch. V & vii). او این دوره‌های مختلف را «پارادایم‌های علمی» نامید. هر پارادایم شامل یک یا چند نظریه و سنت‌ها و پیش‌فرض‌های فلسفی به وجود آورنده آن می‌شوند. یکی از تبعات نظریه کوون، ناهمسنجی^۲ پارادایم‌های علمی و مفاهیم تشکیل دهنده آنها بود. او در کتاب ساختار انقلاب‌های علمی از سه نوع ناهمسنجی روش‌شناختی، مفهومی، و مشاهده‌ای سخن به میان می‌آورد، به این معنا که دانشمندان در پارادایم‌های مختلف روش‌ها، ابزارها و نگرش‌های مختلفی برای حل مسائل دارند (ناهمسنجی روش‌شناختی^۳) در نتیجه، واژه‌ها و مفاهیمی که برای حل مسائل به کار می‌گیرند، متفاوت با هم هستند (ناهمسنجی مفهومی) و در نتیجه، نوع نگرش و مشاهده آن‌ها به جهان متفاوت است (Oberheim, 2018) و از روان‌شناسی گشتالتی و تعبیر «تغییر گشتالتی» برای توصیف تغییر وضعیت دانشمندان و کارورزان رشته علمی‌ای که در آن تغییر اتفاق افتاده بود، استفاده کرده است. این نظریه، واکنش‌ها و نقدهای بسیاری از فیلسوفان علم و از جمله پُل تاگارد^۴ را در پی داشت.

تاگارد از طرفداران رویکرد فلسفه علم محاسباتی است. او از روش‌های برآمده از هوش مصنوعی یاری بسته تا به فهم ساختار و رشد معرفت علمی بپردازد. در بخش اول این مقاله خواهیم دید که از منظر تاگارد، نظریه‌ها ساختاری پیچیده دارند که خود در بردارنده مجموعه‌ای کاملاً سامان‌یافته از قواعد، مفاهیم و راه‌حل‌ها هستند. تبیین و حل مسئله، فرآیندهایی محاسباتی هستند که توسط قواعد، مفاهیم و راه‌حل‌هایی که نظریه‌ها را شکل می‌دهند، انجام می‌شوند. اکتشاف و ارزیابی نظریه‌ها و به عبارتی، تغییر و شکل‌گیری مفاهیم جدید نیز فرآیندهای ثانویه‌ای هستند که در قالب تبیین و حل مسئله انجام می‌شوند.

در بخش دوم، به سراغ نمونه‌ای از تاریخ علم خواهیم رفت و بر اساس نظریه تاگارد، به بررسی انقلاب علمی^۵ لاوازیه در علم شیمی خواهیم پرداخت. در این قسمت خواهیم دید که بر اساس آنچه که تفسیر تاگارد از تاریخ علم است، یکی انقلابی‌ترین تغییرات در تاریخ علم چگونه قابل تحلیل است. به نظر او جایگزینی نظریه موجود یعنی نظریه فلورزیستون و نظریه جایگزین، یعنی نظریه لاوازیه را می‌توان

1. Thomos Kuhn
 2. incommensurability
 3. methodological incommensurability
 4. Paul Thagard
 5. scientific revolution

فرآیندی از سنخ ریشه‌کنی دانست. در بخش سوم این مقاله به دسته‌بندی انواع تغییرات علمی خواهیم پرداخت. تاگارد، نسبت نظریه موجود و جایگزین را در انقلاب‌های علمی از جنس استحاله و ریشه‌کنی می‌داند و بر این باور است که در افراطی‌ترین حالت انقلاب‌های علمی نیز مقداری از انباشت اجزای نظریه موجود در نظریه جایگزین، به صورت شواهد مشترک و روش‌شناسی مشترک وجود دارد. از این نقطه نظر به ادعای تاگارد خواهیم پرداخت که اگر به مثابه یک کل به نظریه‌ها یا پارادایم‌های علمی نگاه کنیم و رویکردی کل‌گرایانه نسبت به مفاهیم داشته باشیم، نخواهیم توانست هیچ چیزی از نظریه موجود را در نظریه جایگزین مشترک بدانیم؛ زیرا معنای هر مفهومی در پیوند با دیگر مفاهیم و روابط تعریف می‌شود و از آنجا که شواهد نیز جزئی از شبکه مفهومی هستند، جایگاه مستقلی ندارند. همچنین تاگارد نیز نتوانسته ادعایی در رد نظریه‌بار بودن مشاهدات ارائه دهد تا از این طریق بتواند دست‌کم هویتی مستقل برای شواهد قایل شود.

از سوی دیگر، تاگارد و برخی دیگر از منتقدان کوون همچون نرسیسیان،^۱ با ارائه مدلی تدریجی از دوره گذار، تلاش کرده‌اند به نوعی با توسل به همپوشانی نظریه موجود و جایگزین، نشان دهند که گسست میان این دو نظریه آن‌چنان عمیق نیست و مفاهیم آرام آرام تغییر ماهیت داده و آن‌چنان که کوون می‌گوید، ناهمسنج نیستند. با موردکاوی تاریخی «نظریه مکانیک کوانتومی» نشان خواهیم داد که اگر چه دوره گذار از نظریه موجود به نظریه جدید زمان‌بر و تدریجی است، اما اگر رویکردی کل‌گرایانه به نظریه‌ها داشته باشیم، می‌توانیم بگوییم اگر چه مرز دقیقی میان دو نظریه نمی‌توان مشخص کرد، اما علی‌الاصول می‌توان در جایی گفت که نظریه موجود و ساختار شبکه مفاهیم آن کنار رفته و نظریه‌ای جدید جایگزین آن شده است. نظریه‌ای که اگر چه - به لحاظ ظاهر مفاهیم و برخی روابط - شاید مشابهت‌هایی با نظریه موجود داشته باشد، اما ساختار آن کاملاً دگرگون شده است. اینجا همان نقطه‌ای است که می‌توان گفت نگرش باورمندان آن به بخشی از جهان که مورد مطالعه آنهاست. تغییر کلی یافته است.

بازنمایی مفاهیم

پیشرفت و توسعه علم معمولاً به شکلی تدریجی صورت می‌پذیرد، اما گاهی علم به دلیل جایگزینی مفاهیم یک سیستم علمی و قوانین آن با عناصر جدید، از لحاظ ماهوی دچار تغییرات چشمگیری می‌شود. چنین تغییراتی غالباً «انقلاب‌های علمی» خوانده می‌شوند. اغلب فیلسوفان و مورّخین علم به اهمیت این تغییرات پرداخته‌اند و کمتر در خصوص ماهیت و تبیین چگونگی آن سخن گفته‌اند. این که چگونه این تغییرات مفهومی اتفاق می‌افتند و چگونه مفهوم جدیدی ایجاد و جایگزین مفهوم قدیمی می‌شود؛ پرسشی است که از نگاه بسیاری از فیلسوفان مغفول مانده است.

1. Nancy Nersessian

پاسخ پل تاگارد^۱ به این پرسش‌ها از منظری روان‌شناختی و محاسباتی است. او از روش‌های برآمده از هوش مصنوعی یاری جسته تا به فهم ساختار و رشد معرفت علمی بپردازد. او چنین رویکردی را «فلسفه علم محاسباتی»^۲ نامیده است.

بازنمایی مفاهیم در نظریه تاگارد به شکل ترکیبی از چارچوب‌ها و قواعد هستند. مفاهیم را می‌توانیم ساختاری پیچیده شبیه به چارچوب‌ها بدانیم. برای نخستین بار چارچوب‌ها توسط یکی از دانشمندان علوم‌شناختی به نام ماروین مینسکی (Minski, 1976, p. 1) معرفی شدند. چارچوب‌ها، ساختاری داده‌بنیان هستند که می‌توانند اشیاء، مفاهیم و موقعیت‌ها را بازنمایی کنند. هدف از ارائه چارچوب‌ها، تکمیل شبکه‌های معنایی بود. در شبکه‌های معنایی، گره‌ها نمایش‌دهنده مفاهیم و اشیاء هستند، اما جزئیات، ویژگی‌ها و مشخصات مفاهیم و اشیاء نشان داده نمی‌شوند. چارچوب در پی رفع این کاستی شبکه‌های معنایی است. هر چارچوب از دو بخش ثابت و متغیر تشکیل شده است؛ بخش ثابت هر چارچوب ویژگی‌هایی تغییرناپذیر اشیاء، مفاهیم و موقعیت‌ها را بازنمایی می‌کند و بخش متغیر چارچوب‌ها شامل درگاه‌ها^۳ یا ترمینال‌هایی هستند که باید با مصادیق یا داده‌های معینی تکمیل شوند. هویت مفاهیم در شبکه‌ای معنایی که سلسله مراتب انواع و اجزاء و در ارتباط با مفاهیم و همین‌طور قواعدی که میان آنها وجود دارند، شکل می‌گیرند. همچنین فکت‌ها و واقعیت‌های مربوط به مفاهیم، به صورت قاعده‌ها بازنمایی می‌شوند.

اهمیت حضور قواعد در بازنمایی مفاهیم، نشان دادن نقش مفاهیم برای فعالیت‌هایی شناختی چون استدلال‌های قیاسی، حل مسئله و تبیین است. همچنین قواعد مبین نقش مفاهیم در نظریه‌ها هستند؛ زیرا روابط علی در قالب قاعده‌ها یعنی همان روابط اگر-آنگاهی بیان می‌شوند. هر مفهوم به این ترتیب در قالب شبکه‌ای از مفاهیم با مفاهیم دیگر ارتباط خواهد یافت که شبکه یا سلسله‌مراتب مفهومی^۴ خوانده می‌شود. شبکه مفهومی می‌تواند به عنوان مجموعه‌ای از گره‌ها^۵ تلقی شود که در آن هر گره منطبق با یک مفهوم است و هر خط اتصال میان این گره‌ها به منزله اتصال و پیوند میان مفاهیم است. نمونه‌ای از این شبکه مفاهیم را می‌توان در شکل ۱-۱ دید. در این شبکه، پنج نوع از پیوندها و اتصالات وجود دارد:

پیوند میان انواع^۶؛ با خط مستقیم و با حرف k نمایش داده شده است. این خط نشان می‌دهد که مفهومی ذیل مفهومی دیگر قرار گرفته است و به عبارتی نوع مرتبه بالاتر آن به حساب می‌آید. قناری نوعی پرنده است و پرنده نوعی حیوان است.

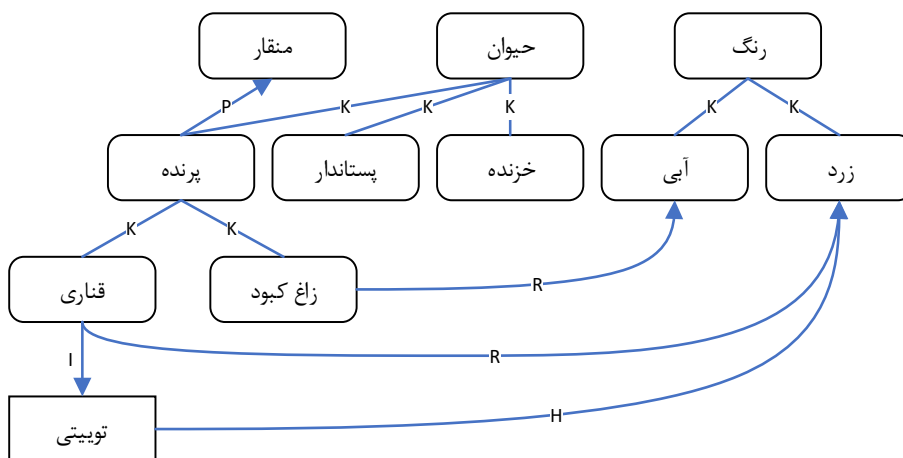
1. Paul Thagard
2. computational philosophy of science
3. slots
4. conceptual hierarchies
5. nodes
6. kind link

پیوند میان مصادیق: با خط مستقیم و حرف I نمایش داده می‌شود. این خط نشان می‌دهد شیئی خاص که با مربع نشان داده شده مصداقی از مفهوم است. در این نمودار نشان داده شده که تویییتی^۲ مصداقی از قناری است.

پیوند قواعد: با پیکانی منحنی که با حرف R نشانه‌گذاری شده، به نمایش درآمده است و روابط عام میان مفاهیم را بیان می‌دارد. برای مثال، قناری زرد رنگ است.

پیوند ویژگی‌ها: با پیکانی منحنی که با حرف H^۵ نشانه‌گذاری شده، به نمایش درآمده است که نشان می‌دهد شیئی واجد ویژگی ای هست. برای مثال، قناری واجد ویژگی زرد بودن است.

پیوند اجزاء: با پیکانی مستقیم که با حرف P نشانه‌گذاری شده، به نمایش درآمده است و این علامت نشان می‌دهد که یک کُل دارای چه اجزایی است و برای مثال، منقار، جزئی از پرنده است.



شکل ۱-۱

اگر شبکه مفهومی شامل شبکه‌ای از گره‌ها به منزله مفاهیم و پیوندهای میان آنها باشد؛ تغییر مفهومی،^۶ به معنای اضافه کردن و حذف کردن این گره‌ها و پیوندهاست. افزوده شدن گره مفهومی جدید، مثل

1. instance link

۲. تویییتی (Tweety) نام یک قناری خانگی در کارتوننی به همین نام است.

3. rule link

4. property link

5. has property

6. conceptual change

شترمرغ، می‌تواند همراه با اضافه شدن پیوند نوعی «پرنده بودن شترمرغ» نیز باشد. همچنین نمونه‌های خاص شترمرغ، پیوندهای مصداقی را ایجاد خواهد کرد و نیز پیوند قاعده‌ای میان گره مفهومی شترمرغ و گره مفهومی ای مانند درازپا ایجاد خواهد شد.

شناخته شده‌ترین این تغییرات شامل اضافه شدن:

گره‌های مفهومی جدید مانند، اضافه شدن مفهوم جدیدی مثل شترمرغ.

افزوده شدن پیوندهای نوعی جدید میان گره‌ها-قناری پرنده است.

افزوده شدن پیوندهای قاعده‌ای جدید میان گره‌ها-قناری آبی رنگ است (Thagard, 1992, p. 23).

اگر گره مفهومی جدیدی مثل شترمرغ به شبکه مفهومی اضافه شود، پیوندی نوعی میان شترمرغ و پرنده برقرار می‌شود. میان نمونه‌های خاص شترمرغ و مفهوم شترمرغ نیز پیوند مصداقی ایجاد خواهد شد. همچنین پیوند قاعده‌ای میان گره مفهومی شترمرغ و گره مفهومی ای مانند درازپا ایجاد خواهد شد، اما همه این حذف و اضافه‌ها در گره‌های مفهومی چندان جدی و بنیادین نیستند. تغییرات قابل ملاحظه در مفاهیم وقتی رخ می‌دهند که افزون بر اضافه شدن گره‌های مفهومی جدید، پیوندهای میان قواعد و انواع آنها نیز تغییر یابند. در این حالت، مفاهیم جدید و پیوندهای میان آنها جایگزین مفاهیم و پیوندهای قدیمی میان آنها می‌شوند.

اگر برخی از مفاهیم و پیوندهای پیشین باقی بمانند، به این معناست که مفاهیم جدید و پیوندهای آنها در سیستم جدید، جایگاهی شبیه جایگاهی که در سیستم قبلی داشتند، خواهند داشت. انقلاب مفهومی به معنای جایگزینی بخش عمده‌ای از سیستم مفهومی است، اما پیوستگی میان دو سیستم مفهومی جدید و قدیم با باقی ماندن پیوندهای میان مفاهیم، حفظ خواهد شد.

تغییر بنیادین مفاهیم در سلسله مراتب میان مفاهیم که پیوند میان انواع و اجزاء را شکل می‌دهند، بیشتر نمایان هستند. این سلسله مراتب‌ها به منزله داربستی هستند که مفاهیم را مرتب و ساماندهی می‌کنند. بنابراین، تغییر در روابط میان اجزاء و انواع معمولاً شامل باز ساختن سیستم‌های مفهومی می‌شود که چیزی فراتر از حذف و اضافه یک گره یا پیوند خواهد بود.

مراتب تغییر مفهومی

حال، به دنبال پاسخ این سؤال هستیم که چه زمانی مفهومی هویت خود را از دست می‌دهد و مفهومی دیگری می‌شود؟ حتی در مورد اشیاء معمولی نیز دچار این مشکل هستیم. آیا در صورت تعویض اجزای دوچرخه می‌توان گفت این همان دوچرخه قبلی است؟ اگر چه یافتن چنین معیاری دشوار به نظر برسد، اما تعویض برخی از این اجزاء اساسی‌تر تلقی می‌شوند. به عبارتی، تعویض چرخ‌ها از تعویض چراغ دوچرخه با اهمیت‌تر است و تعویض اسکلت دوچرخه از این دو اساسی‌تر.

فهرستی از انواع تغییرات مفهومی - بر اساس درجه اهمیت این تغییرات - ارائه شده است. موارد اول این لیست، در زمره مواردی هستند که می توان آنها را بازنگری در باورها به شمار آورد. موارد بعدی در زمره تغییرات مفهومی ای به شمار می آیند که اهمیت شناختی آنها افزایش می یابد و فراتر از بازنگری صرف در باورها هستند.

۱. افزودن مصداق جدید: ^۱ برای مثال، دلفین ها تا حدی شبیه وال ها هستند.
۲. افزودن قاعده ای ضعیف: ^۲ برای مثال، وال ها در اقیانوس شمالی نیز یافت می شوند.
۳. افزوده شدن قاعده ای قوی ^۳ که به طور مستمر در حل مسئله و تبیین علمی به کار می رود: برای مثال، وال ها از ساردین ها تغذیه می کنند.
۴. افزوده شدن رابطه میان اجزایی: ^۴ برای مثال، وال ها طحال دارند.
۵. افزوده شدن رابطه ای میان انواعی: ^۵ دلفین ها نوعی از وال ها هستند.
۶. افزوده شدن مفهومی جدید: ^۶ برای مثال، مفهوم ناروال. ^۷
۷. از هم پاشیدن روابط سلسله مراتب انواع و اجزای پیشین: ^۸ برای مثال، کنار گذاشته شدن تمایز میان حرکت طبیعی و غیر طبیعی ارسطو توسط نیوتن.
۸. بازسازی روابط میان انواع با جابجایی میان شاخه های ارتباط دهنده مفاهیم از یکی به دیگری: ^۹ به این معنا که مفهومی از یک شاخه درختچه سلسله مراتب به شاخه سلسله مراتب درختی دیگری منتقل می شود. برای مثال، پذیرش نظریه کوپرنیک نیازمند بازطبقه بندی زمین به عنوان نوعی سیاره بود، در حالی که قبلاً برای آن جایگاهی منحصر به فرد قائل بودند.
۹. دگرگونی درختچه سلسله مراتبها: ^{۱۰} به این معنی که اصول حاکم بر سلسله مراتبها تغییر کند.. برای مثال، داروین نه تنها انسان را در زمره حیوانات طبقه بندی کرد، معیار طبقه بندی را نیز از اساس دچار دگرگونی کرد. پیش از داروین، جانداران بر اساس شباهت اولیه طبقه بندی می شدند، اما داروین وجهی تاریخی به این مسئله بخشید و داشتن نیای مشترک را دلیل هم نوع بودن جانوران و همچنین شباهت ظاهری آنها دانسته است (Thagard, 1992, p. 35).

-
1. adding a new instance
 2. adding a new weak rule
 3. adding a new strong rule
 4. adding a new part-relation
 5. adding a new kind-relation
 6. adding a new concept

۷. شبه نهدنگ تک شاخ یا ناروال پستانداری آبی است از راسته آب بازسانان خانواده تک دندانان

8. collapsing part of a kind-hierarchy
9. reorganizing hierarchies by branch jumping
10. tree switching

همانطور که مشخص است تغییرات شماره ۱ تا ۳ به عنوان بازنگری‌هایی ساده در باورها تلقی می‌شوند، اما تغییرات شماره ۴ الی ۹ مستلزم دگرگونی سلسله مراتب‌های مفهومی هستند. به عبارتی، مصادیق انقلاب‌های مفهومی پنداشته می‌شوند؛ به ویژه این که جابجایی میان شاخه‌ها و دگرگونی درختچه سلسله مراتب‌های نمی‌تواند به راحتی صورت پذیرد (Thagard, 1992, p. 36).

تا اینجا مقاله، چپستی و مفاهیم آنها از نظر تاگارد و نحوه و انواع تحولات مفهومی بررسی شد. در بخش بعد خواهیم کوشید نمونه‌ای از تاریخ علم شیمی، یعنی انقلاب لاوازیه را که با کنار گذاشتن نظریه اشتال و مفهوم فلورزیستون که در توضیح بسیاری از پدیده‌ها مانند تکلیس و تنفس نقش داشتند، در چارچوب نظریه تاگارد بررسی کنیم. انقلاب علمی لاوازیه به لحاظ گستره و شدت تغییرات، یکی از ریشه‌ای‌ترین نمونه‌های انقلاب مفهومی در تاریخ علم است و بررسی آن از منظر تاگارد می‌تواند درک بهتری از رویکرد او در مورد پیشرفت علمی^۱ نیز حاصل کند.

نمونه تاریخی: انقلاب علمی در شیمی

در بخش اول با تغییر طبق نظریه تاگارد در مورد مفهوم و تغییر مفهومی در علم آشنا شدیم. همان‌طور که دیدیم چپستی هر مفهوم به صورت مجزا و ایزوله از مفاهیم و روابط مفاهیم با یکدیگر تعریف نمی‌شود، بلکه هر مفهوم در زنجیره‌ای از سلسله مراتب نوعی و جزئی تعریف می‌شود و تغییرات بنیادین در نظریه‌ها با دگرگونی در سلسله مراتب نوعی و جزئی اتفاق می‌افتند.

یکی از بهترین مثال‌هایی که در رابطه با تغییر مفهومی بنیادین می‌توان ارائه کرد، جایگزینی نظریه فلورزیستون^۲ با نظریه اکسیژن است. پیش از ارائه نظریه لاوازیه، پارادایم غالب در شیمی، نظریه فلورزیستون بود. پدیده‌هایی مانند احتراق^۳، تکلیس^۴ و تنفس^۵ در نظریه لاوازیه به وسیله اکسیژن توضیح داده می‌شوند، در حالی که در نظریه فلورزیستون، تمامی این پدیده‌ها با فرض هستومندی به نام فلورزیستون و جدا شدن آن از اشیاء توضیح داده می‌شد.

نظریه فلورزیستون اشتال^۶

نظریه فلورزیستون برای نخستین بار توسط جورج اشتال^۷ مطرح شد. او متأثر از آرای استادش جان بچر^۸ بود.

1. scientific progress

2. phlogiston theory

3. combustion

4. calcination

در کیمیاگری، به فرایند تشکیل اکسید یک فلز یا ترکیبات دیگر در اثر حرارت دادن فلز در مجاورت هوا «تکلیس» گفته می‌شود.

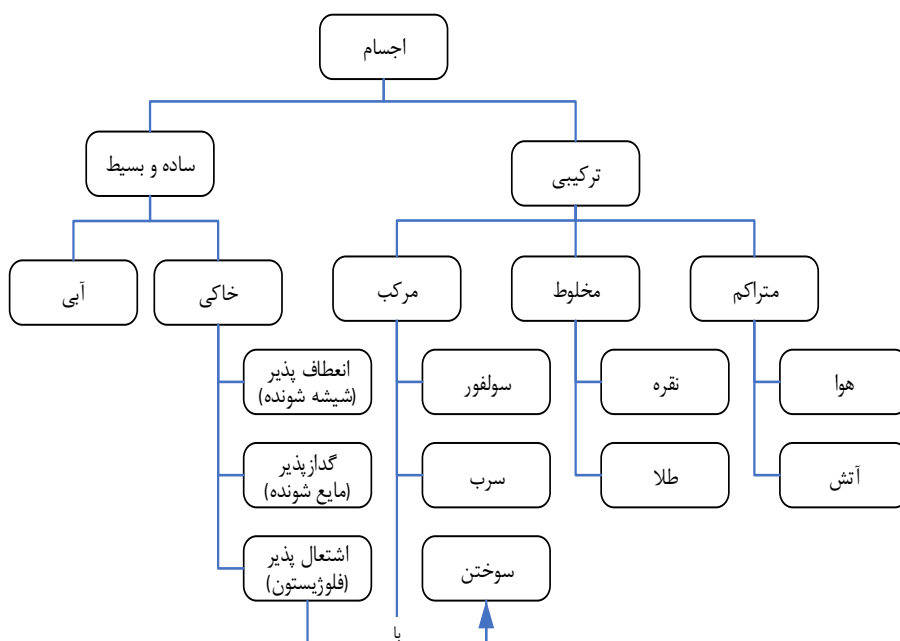
5. respiration

6. Stahl's Phlogiston Theory

7. Georg Stahl

8. Johann Becher

هر دو نفر آرای ارسطو را در مورد این که جهان از عناصر اربعه (آب، هوا، باد و خاک) ساخته شده است، کنار گذاشته بودند. اشتال، اجسام را به دو دسته بسیط^۱ و مرکب^۲ تقسیم می کرد. عناصر بسیط به دسته عناصر آبی و خاکی تقسیم می شدند. عناصر خاکی نیز به سه دسته عناصر شیشه شونده، آگذار پذیر (قابل تبدیل به مایع)^۳ و عناصر اشتعال پذیر^۴ (فلوژیستون) تقسیم می شدند: جسم مخلوط^۵ از چند عنصر بسیط تشکیل شده است. جسم مرکب می تواند از چند جسم مخلوط نیز تشکیل شده باشد. ویژگی های اجسام مرکب، بر اساس ویژگی های عناصر تشکیل دهنده آنها تبیین می شدند. برای مثال، دلیل سوختن سولفور، دارا بودن عنصر اشتعال پذیر، یعنی فلوژیستون است. در شکل زیر نمودار مفهومی نظریه اشتال را مشاهده می کنیم:



شکل ۱-۲: نمودار مفهومی اشتال از عناصر طبیعی^۷

1. simple
2. compounded
3. vitrifiable principle
4. liquefiable principle
5. inflammable principle
6. mixt

۷. خطوط مستقیم نشانگر روابط نوعی و جزئی و خطوط منحنی، نشانگر قاعده‌ها و ویژگی‌ها هستند.

امروزه تولید اکسید فلز^۱ را ناشی ترکیب اکسیژن با آن فلز می‌دانیم، در صورتی که در نظریه اشتال گفته می‌شد که وقتی اکسید فلز حرارت داده می‌شود، فلورزیستون از زغال چوب خارج و با ترکیب آن با اکسید فلز مجدداً فلز تولید می‌شود و بالعکس. اکسید شدن فلزات، همانند زنگ زدن آهن، به معنای خارج شدن فلورزیستون از فلز است. همین‌طور تنفس به معنای خارج شدن فلورزیستون از بدن به محیط بود. بنابراین، نظریه اشتال پدیده‌های بسیاری را در بر می‌گرفت و تبیین می‌کرد. با وجود اختلاف فاحشی که نظریه فلورزیستون با شیمی امروزی دارد، این نظریه از جامعیت و استحکام خاصی برخوردار بوده است.

آرای لاوازیه

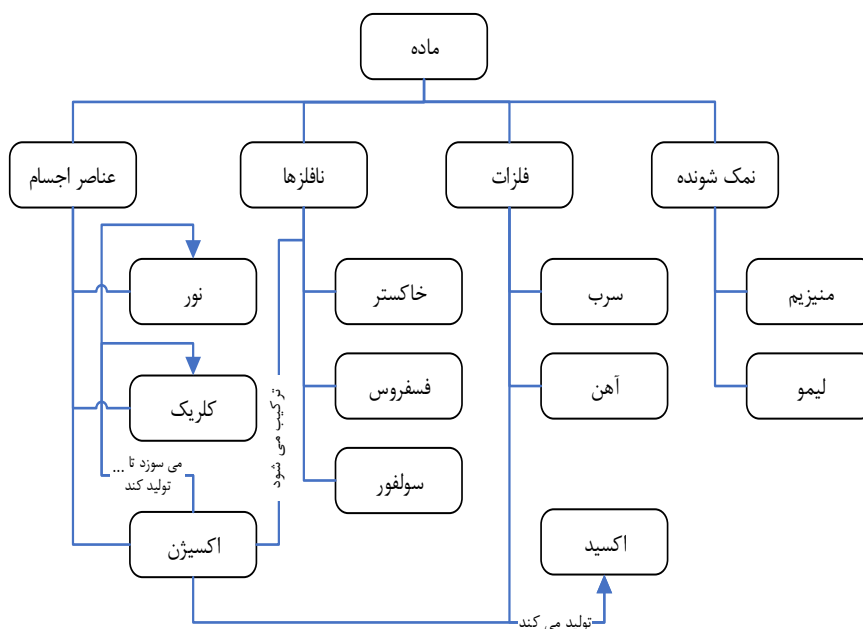
آنتوان لوران لاوازیه – شیمیدان نامدار فرانسوی قرن هجدهم – را به نوعی پدر علم شیمی نوین می‌دانند. او نخستین کسی بود که از ترازوهای دقیق در آزمایشگاه استفاده کرد که خود در کشف اکسیژن بسیار مؤثر بود. در سال ۱۷۷۲، لاوازیه در آزمایش‌های خود دریافت که در فرآیند احتراق فسفر و سولفور به وزن این دو عنصر افزوده می‌شود. او در نامه‌ای که در نوامبر همان سال به آکادمی علوم فرانسه نوشت، به اهمیت آن آزمایش اشاره کرد. او همچنین به این نکته اشاره کرد که اضافه شدن وزن اشیاء در فرآیندهای تکلیس و احتراق، دلیل مشترکی دارد و آن اضافه شدن هواست (Thagard, 1992, p. 42).

در سال ۱۷۷۷ نظریه لاوازیه به نظریه‌ای بدیل برای نظریه فلورزیستون تبدیل شده بود. در گزارش‌های لاوازیه به آکادمی علوم فرانسه، او از هوای خالص یا هوای قابل تنفس^۲ به عنوان بخشی از هوای تشکیل دهنده جو نام برده است. پیشرفت‌های صورت گرفته در آن زمان در روش‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی، پرستلی^۳، لاوازیه^۴ و اشپله^۴ را قادر ساخت این جزء از هوای جو را محصور کنند. پرستلی این جزء از هوا را «هوای فلورزیستون‌زدایی شده»^۵ نامید، اما لاوازیه معتقد بود عاملی که در احتراق و تکلیس حضور دارد، بخشی از هواست (Thagard, 1992, p. 45).

لاوازیه – در سال ۱۷۸۳ – تیر خلاص را به نظریه اشتال وارد کرد. او از هوای خالص و قابل تنفس به عنوان «عنصر اکسیژن» یاد کرد و نظریه فلورزیستون را کاملاً مردود شمرد، اما مفهوم اکسیژن لاوازیه با آنچه ما به عنوان اکسیژن می‌شناسیم، متفاوت است، بلکه از نظر او این عنصر مرکب از ماده آتش و گرما یا به عبارتی همان کالریک است (Thagard, 1992, p. 46).

1. metallic ores-oxid
2. pure air or eminently respirable
3. priestley
4. scheele
5. dephlogisticated air

در شکل زیر، نمودار مفهومی نظریه لاوازیه را مشاهده می کنید:



شکل ۲-۲

شبکه مفهومی عناصر بر اساس آرای لاوازیه در سال ۱۷۸۰^۱

به نظر تاگارد، پرسش اصلی این است که چگونه سیستم مفهومی جدید جایگزین سیستم مفهومی موجود می شود. دست کشیدن از نظریه فلوژیستون، صرفاً با کنار گذاشتن چند گره مفهومی و پیوندهای مربوط به آن صورت نمی پذیرد، بلکه باید نظریه بدیلی همانند آنچه لاوازیه در سال ۱۷۷۷ تدارک دیده بود، وجود داشته است. در نتیجه، گذار از نظریه اشتال به نظریه لاوازیه امری تدریجی است که به مرور اتفاق می افتد.

تا اینجا به بررسی و چستی مفاهیم، نحوه تغییرات مفهومی و انواع آنها پرداختیم. یکی از مهم ترین نمونه های تغییرات بنیادین در علم، یعنی انقلاب علمی لاوازیه - در علم شیمی - را بررسی کردیم. بر اساس آنچه تا کنون دیدیم، می توان پل تاگارد را مخالف دیدگاه انقلابی و براندازانه کونون و نگاه کاملاً

۱. خطوط مستقیم، نشانگر روابط نوعی و جزئی و خطوط منحنی نشانگر قاعده ها و ویژگی ها هستند.

پیوسته و انباشتی در پیشرفت علمی دانست. در ادامه، به روابط چهارگانه میان نظریه موجود و نظریه جدید خواهیم پرداخت تا ببینیم در نهایت، چه تفسیری از پیشرفت علمی بر اساس نظر پل تاگارد می‌توان ارائه داد.

تفسیر مسئله پیشرفت علمی، بر اساس نظریه تغییر مفهومی تاگارد

پل تاگارد از یک سو وجود تحولات بنیادین یا به عبارتی، انقلاب‌های علمی را می‌پذیرد و بر همین اساس، خوانش کاملاً انباشتی و سیر خطی تاریخ علم را نمی‌پذیرد. از سوی دیگر، تاگارد - بر خلاف توماس کون - معتقد است جایگزینی نظریه موجود با نظریه جدید فرآیندی معقول و روش‌مند است که به صورت تدریجی نوع نگاه دانشمند و جامعه علمی را دچار تحول می‌کند. از نظر او، سنگ محک گذار از نظریه موجود به نظریه جدید، معیار انسجام تبیینی است. به عبارتی، نظریه جدید - چه از نظر انسجام درونی گزاره‌های تشکیل دهنده آن و چه از نظر انسجام با گزاره‌هایی که شواهد بیرونی را بیان می‌کنند - نسبت به نظریه موجود برتری دارد.

تاگارد، چهار رابطه را بین نظریه موجود و نظریه جایگزین، متصور می‌داند:

۱. مشارکت: اگر نظریه جدید T2، به طور کامل نظریه T1 را در خود جذب کند، T1، T2 را در ساختار خود مشارکت داده است.
۲. استحاله: اگر T2 بخش‌هایی از T1 را بپذیرد، ولی شکل و صورت نظریه T1 کنار گذاشته شود، آنگاه T1، T2 استحاله کرده است.
۳. ریشه‌کنی: اگر نظریه T2 تقریباً همه نظریه T1 را کنار بگذارد، آنگاه T1، T2 ریشه‌کن کرده است.
۴. چشم‌پوشی: اگر پذیرش T2، با نادیده گرفتن T1 همراه باشد، در این صورت، به T1 بی‌اعتنا بوده است و از آن چشم‌پوشی کرده است (Thagard, 1992, p. 1006).

به نظر تاگارد، از حالت ۱ تا ۴ از روابط بین نظریه موجود و جایگزین، از میزان انباشت اجزای نظریه موجود و نظریه جایگزین کاسته می‌شود، اما به هر حال، میزانی از انباشت وجود دارد. البته، این انباشت صرفاً شامل هستومندهای نظری و روابط آنها نیست، بلکه روش‌شناسی و همین‌طور پدیده‌ها و شواهد نظریه‌ها را نیز دربرمی‌گیرد. به عبارتی، ممکن است در فرآیند جایگزینی نظریه موجود با نظریه جانشین هستومند

1. incorporation
2. sublation
3. supplantation
4. disregard

اصلی نظریه موجود و روابط آن با دیگر اجزاء کنار گذاشته شوند، اما همچنان روش‌های علمی مورد استفاده یا شواهد همچنان در نظریه جانشین به کار گرفته شده و باقی باشند (Thagard, 1992, p. 1006). مثال مشخص تاریخ علم در این مورد جاگزینی نظریه اکسیژن لاوازیه با نظریه فلورزیستون است. در این تحول یا انقلاب علمی یکی از مهم‌ترین مفاهیم نظریه یعنی فلورزیستون کنار گذاشته می‌شود، اما همچنان شواهد نظریه، یعنی تکلیس، احتراق و تنفس باقی هستند.

تاگارد، انقلاب‌های رخداد شده در علوم طبیعی را از نوع استحاله یا ریشه‌کنی می‌داند. نمونه‌ای از رابطه ریشه‌کنی را در انقلاب علمی لاوازیه که در بخش دوم مقاله به آن اشاره شد، دیدیم. انقلاب نظریه نسبیت نمونه‌ای از رابطه استحاله میان رابطه موجود و جایگزین است. شاید از یک جهت، این‌گونه به نظر برسد که نظریه نسبیت چندان انقلابی نیست؛ آنچنان که آلبرت اینشتین^۱ نیز اشاره کرده است، مکانیک نسبیت تنها یک اصلاح ساده در مکانیک نیوتنی ایجاد کرده است؛ زیرا اثر نسبیت تنها بر اجسامی که بسیار سریع و نزدیک به سرعت نور حرکت می‌کنند تأثیر دارد و در دیگر موارد ضریب $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ بر اجسام تأثیر قابل ملاحظه‌ای ندارد، کاربرد دارد؛ زیرا مقدار این ضریب نزدیک به ۱ خواهد بود. بنابراین، می‌توان گفت مکانیک نیوتنی حالت خاصی از نسبیت خاص در سرعت‌های پایین است. همین‌طور می‌توان گفت مکانیک نیوتنی در سرعت‌های پایین و میدان‌های گرانشی ضعیف نیز همان پیش‌بینی‌های نسبیت عام را در بر دارد. همچنین رابطه خمیدگی فضا در نسبیت عام بر اساس رابطه $\frac{GM}{3c^2}$ به دست می‌آید که M جرم ماده داخل کره و G ثابت گرانشی است؛ در صورتی که M کوچک باشد، خمیدگی فضا قابل چشم‌پوشی است و بر اساس روابط مکانیک نیوتنی می‌توان محاسبات را انجام داد (Feynman, 1962, p. 46).

نسبیت خاص و عام می‌توانند توضیح دهند که چرا روابط نیوتنی برای بسیاری از موارد که سرعت و مقدار جرم چندان زیاد نیست، برقرار است. بنابراین، اصول نیوتنی با اصول اینشتین منسجم هستند، اما عدم انسجام به دلیل مفروضات پیشینی نظریه‌ها برقرار است؛ زیرا نسبیت فضای مطلق و وجود ماده‌ای به نام اتر را نمی‌پذیرد. به علاوه، بین نظریه‌های ماکسول و نیوتن نیز ناسازگاری‌هایی وجود دارد که به یک معنا، همین عدم تقارن در فیزیک اینشتین را به ارائه نظریه نسبیت ترغیب کرد. همان‌طور که گفته شد، بررسی رابطه میان نظریه نسبیت و نظریه‌هایی که جایگزین آن شده‌اند، بسیار پیچیده است؛ زیرا معادلات نیوتنی را به عنوان حالت‌هایی خاص در نظریه‌اش بیان کرده و پیش‌فرض‌های بنیادین نیوتن را کنار گذاشته است. بنابراین، نمی‌توان گفت نظریه نسبیت، نظریه نیوتن را در خود مشارکت داده است.

1. Albert Einstein

اما نظریه نسبیت، به مراتب بیشتر از دیگر انقلاب‌های علمی دیگری که تاکنون به آنها پرداخته شد، اصول نظریه‌ای را که جانشین آن شده است، در خود حفظ کرده است. انقلاب‌های علمی‌ای نظیر لاوازیه چیزی از نظریه‌ای که جانشین آن شده‌اند - به جز چند پدیده - در خود حفظ نکرده‌اند. در نهایت، به نظر تاگارد انقلاب نظریه نسبیت، مکانیک نیوتنی را مستحیل^۱ کرده است؛ به جای آن که آن را ریشه‌کن^۲ کرده باشد.

با نظر داشت انقلاب علمی لاوازیه و نسبیت اینشتین، می‌توان نظر تاگارد را در مورد تاریخ علم به این شکل دسته‌بندی کرد:

۱. پیشرفت علمی در انقلاب‌های علمی کمتر حاصل انباشت نظریه‌های پیشین است، البته، این بدان معنا نیست که هیچ‌گونه انباشتی در آنها وجود نداشته باشد، بلکه در انقلابی‌ترین حالت نیز شواهد و گاهی روش‌ها از نظریه موجود به نظریه جایگزین منتقل می‌شوند.

۲. اگر پیشرفت از طریق انباشت اجزای نظریه‌های پیشین و پیشرفت از طریق براندازی نظریه‌ها را دو طیف افراطی نظریه‌ها در مورد پیشرفت علمی بدانیم، تفسیر تاگارد را می‌توان حد وسط این دو دیدگاه دانست؛ همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد، تاگارد معتقد است که همواره کمینه مقداری از اجزای نظریه موجود در نظریه جایگزین وجود دارد. در عین حال، او معتقد است که گاهی نظریه جدید، نظریه موجود را ریشه‌کن می‌کند.

۳. با توجه به آنچه در بخش قبل نیز گفته شد، ملاک برتری نظریه یا پارادایم موجود به نظریه یا پارادایم جایگزین انسجام تبیینی است. از نظر او، همین موضوع ثابت می‌کند که ناهمسنجی^۳ پارادایم‌های کوون نادرست است و از همین‌رو، مقایسه و هم‌سنجی پارادایم‌های علمی ممکن است.

با توجه به نکاتی که گفته شد، ارزیابی مثبتی که از نظریه تاگارد می‌توان داشت این است که او تاریخ علم و فرایند تغییرات در آن را یکسان نمی‌بیند؛ علوم تجربی از فیزیک تا زیست‌شناسی، روان‌شناسی و حتی جامعه‌شناسی ساختار یکسانی ندارند؛ چون در مورد هستی‌مندهای متفاوتی، پژوهش می‌کنند. برای مثال، هرگز نمی‌توان علم فیزیک را که با هستی‌مندهای ساده یا ساده‌سازی شده‌ای سر و کار دارند، با علوم دیگری همانند همچون زیست‌شناسی که موضوع مطالعه آن موجودات زنده هستند و از پیچیدگی زیادی برخوردارند، یکسان دانست. در جامعه‌شناسی این اختلافات عمیق‌تر نیز خواهد بود؛ زیرا با چیزهایی درگیر هستیم که افزون بر پیچیدگی، از ویژگی قصدمندی برخوردارند و این موضوع مطالعه نحوه رفتار اجتماعی آنها را بسیار دشوار خواهد کرد. بنابراین، توصیف یکپارچه علوم، با توجه به

1. sublate

2. supplant

3. incommensurability

تفاوت ژرف میان موضوعات آنها بسیار دشوار است. تقسیم‌بندی انقلاب‌های از حیث انباشت اجزا، این امکان را فراهم می‌کند که نسخه‌ای یکسان برای همه علوم از نظر توصیف نحوه تحولات تاریخی نظریه‌ها در آنها تجویز نکنیم. در ادامه، نقدهایی را به نظریه تاگارد ارائه خواهیم کرد.

انتقادات

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، تاگارد کمینه مقداری از انباشت را در هر انقلاب علمی می‌پذیرد. این انباشت شامل شواهد مشترک نظریه‌های موجود و جایگزین و دیگری روش‌شناسی مشترک آنهاست. برای مثال، در انقلاب علمی لاوازیه از انباشت شاهد، یعنی همان پدیده‌های تکلیس و احتراق و تنفس سخن به میان آورده است، پدیده‌های نیازمند تبیین که در نهایت، شواهد این نظریه‌ها تلقی می‌شوند وجود دارند و از نظر او، حداقل انباشت همین انباشت شواهد و روش‌شناسی پژوهش که در هر دو نظریه علمی باقی مانده است، اما نکته مهمی که باید در نظر داشت، ارائه استدلال مناسبی در مورد نظریه‌بار بودن مشاهدات است. تاگارد در فلسفه علم محاسباتی^۱ تا حد مختصری نیز نظریه‌بار بودن مشاهدات را پذیرفته است. او می‌گوید:

می‌توانیم نظریه‌بار بودن مشاهدات را در معنای ضعیف آن بپذیریم، بدون این که قائل به این نتیجه نسبی‌گرایانه باشیم که آنها نظریه‌وابسته هستند. اگر به شواهد تاریخی علم در دوره‌هایی چون دوره گذار از نظریه فلورزیستون به نظریه اکسیژن نگاه کنیم، خواهیم دید که نوعی تدرج در تکوین و پذیرش نظریه دیده می‌شود (Thagard, 1988, p. 117).

همچنین در کتاب انقلاب‌های مفهومی^۲، به شکل مختصری این موضوع را مورد تأیید خود قرار داده است؛ هرچند به اعتقاد او، دانشمندان طرفدار هر دو نظریه می‌توانند به راحتی آزمایش‌های یکدیگر را بفهمند. او می‌گوید:

پرسش اصلی توافق طرفداران دو پارادایم یا نظریه در این است که چه چیزی را می‌توان داد و تلقی کرد. نظریه‌بار بودن مشاهدات می‌تواند مخالف و در تضاد با چنین نظری به شمار آید، اما این ادعا تنها در تقابل با نظر پوزیتیویست‌های منطقی است که معتقدند زبان خنثی و بی‌طرفی وجود دارد که میان نظریه‌های رقیب مشترک است، اما ادعای من این است که طرفداران نظریه‌های رقیب می‌توانند آزمایش‌های یکدیگر را درک کنند (Thagard, 1992, p. 117).

1. computational philosophy of science
2. conceptual revolution

به عبارتی، پرستی از طرفداران پروپاقرص نظریه اشتال به راحتی می‌توانسته آزمایش‌های لاوازیه را درک کند و بالعکس. لاوازیه نیز از آن جهت که در مکتب نظریه اشتال پرورش یافته بود، می‌توانسته آزمایش‌های طرفداران نظریه فلوژیستون را به راحتی درک کند. او هر چند می‌پذیرد که فرضیه‌ها و نوع نگرش هر دانشمند در نوع مشاهده او نیز تأثیر دارند، اما معتقد است که جهان نیز در مشاهدات دخالت خواهد کرد.

در ادامه، با طرح استدلالی نشان داده می‌شود که عدم ارائه استدلالی درست بر علیه نظریه بار بودن مشاهدات و بخش‌هایی از نظریه تاگارد که به نوعی مؤید نظریه کل‌گرایی معناست، به نوعی تناقض در ادعاهای او می‌انجامد و از آنجا که به نظر او، مهم‌ترین اجزائی از نظریه موجود که در نظریه جایگزین باقی می‌مانند، همین شواهد هستند، ادعای او در مورد کمینه مقدار پیوستگی میان نظریه موجود و جایگزین دچار اشکال خواهد شد.

۱. در نظریه کل‌گرایی معنا، معنای مفاهیم و داده‌ها با توجه به جایگاه آنها در شبکه معنایی‌ای که در آن قرار گرفته‌اند، مشخص می‌شوند.

برای شفاف شدن بیشتر موضوع می‌کوشیم تعریف روشنی از «نظریه کل‌گرایی معنا» ارائه دهیم. نظریه کل‌گرایانه معنا دیدگاهی است که ادعا می‌کند معنای کلمات واژگان نه به صورت منفرد، بلکه به شکلی درهم‌تنیده با همه واژگان معین می‌شود. این دیدگاه در تقابل با دیدگاه «اتمیسمن منطقی» است که معنای هر واژه را مستقل از معنای واژگان دیگر می‌بیند. همین‌طور این نظریه در تقابل با «نظریه مولکولی معنا» است که مطابق با آن معنای هر واژه در پیوند با مجموعه کوچکی از واژگان دیگر است و برای مثال، معنای واژه «درخت» در پیوند با واژه‌های دیگری چون گیاه، ساقه و ریشه و... مشخص می‌شود نه کل شبکه واژگان. ریشه نظریه کل‌گرایانه معنا به ادعاهای کواین در مورد این که «صحبت از محتوای تجربی یک گزاره منفرد، گمراه‌کننده است» و «واحد معنای تجربی کل علم است» باز می‌گردد (Jackman, 2014). تفاوت عمده رویکرد تاگارد با کواین و دیگران در این است که آنها از شبکه باورها صحبت می‌کنند و تاگارد از شبکه مفاهیم.

۲. باورهای تاگارد مؤید نظریه کل‌گرایی معنا است.

در توضیح بند یک، شواهد بسیاری از طرفداری تاگارد از این نظر در کتاب انقلاب‌های مفهومی می‌توان یافت؛ هرچند خود تاگارد همواره در بررسی و ارزیابی نظریه‌های رقیب جایگاه شواهد را مستقل از دیگر اجزای نظریه می‌داند.

تاگارد در فصل دوم و چهارم کتاب انقلاب‌های مفهومی، به طور مشخص، می‌گوید: جایگاه و معنای هر مفهوم نه به شکل مجزا، بلکه در شبکه واژگان و در ارتباط با مفاهیم دیگر مشخص می‌شود. همان‌طور که در بخش اول مقاله نیز اشاره شده، از نظر او، هویت مفاهیم در شبکه‌ای معنایی که سلسله

مراتب انواع و اجزاء و در ارتباط با مفاهیم و همین‌طور قواعدی که میان آنها وجود دارند، شکل می‌گیرند (Thagard, 1992, p. 29).

درک انقلاب‌های مفهومی به چیزی فراتر از بررسی مفاهیم به شکلی منفرد دارد. ما نیازمند این هستیم که بفهمیم مفاهیم چگونه می‌توانند در قالب سیستمی مفهومی جای می‌گیرند و چه چیزی در جایگزینی آنها نقش دارد (Thagard, 1992, p. 20).

پیشنهاد او در مورد چستی مفاهیم چنین است:

به نظر من مفاهیم ساختار پیچیده‌ای همانند قاب‌ها یا فریم‌ها هستند البته، الف) با در نظر گرفتن روابط نوعی و کل و جزء میان مفاهیمی که روابط سلسله‌مراتبی را می‌سازند و ب) بیان فکت‌ها و واقعیات توسط قواعدی که میان مفاهیم برقرار است (Thagard, 1992, p. 29).

۳. در انقلاب‌های علمی - چه جایگزینی نظریه موجود به صورت استحاله باشد و چه به صورت ریشه‌کنی - شبکه مفاهیم نظریه جایگزین نسبت به نظریه موجود تغییرات اساسی خواهند داشت. همان‌طور که در همین بخش نیز اشاره شد، از نظر تاگارد، شدت انقلاب‌های علمی همیشه یکسان نیست. گاهی تغییرات کمتر بنیادین هستند و برخی از مفاهیم به‌رغم به هم ریختن ساختار سلسله‌مراتب‌های نوعی و جزئی حفظ می‌شوند. همان‌طور که اشاره شد، تاگارد انقلاب نظریه نسبیّت را در تاریخ علم از این دست تحولات می‌داند. گاهی هم نسبت نظریه موجود با نظریه جایگزین از جنس ریشه‌کنی است، یعنی تغییرات چنان بنیادین هستند که عملاً می‌توان گفت چیزی از نظریه موجود باقی نمی‌ماند (به غیر از برخی از شواهد و روش) انقلاب لاوازیه در علم شیمی و انقلاب داروین در زیست‌شناسی و نظریه کوانتوم در فیزیک از این سنخ انقلاب‌ها هستند. شکل دیگر انقلاب علمی نادیده گرفتن نظریه موجود با جایگزین است که تاگارد جایگاهی برای آن در علوم تجربی قائل نیست (Thagard, 1992, p. 105).

۴. تاگارد می‌گوید شواهد یا روش‌ها می‌توانند انباشت اجزای نظریه موجود در نظریه جایگزین تلقی شوند (در افراطی‌ترین شکل انقلاب‌های علمی، یعنی ریشه‌کنی).

همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد، هر گاه نظریه جایگزین شواهدی را که نظریه موجود تبیین می‌کند، تبیین کند. در این حالت - از نظر تاگارد - انباشت شاهد صورت پذیرفته است. همین‌طور هر گاه روش‌ها و استانداردهای مشاهده و آزمایش و همین‌طور ارزیابی نظریه‌های موجود و جایگزین یکسان باشند، انباشت روش صورت پذیرفته است. برای مثال، پدیده‌های تنفس، تکلیس و احتراق شواهد مشترک نظریه فلورزیستون و لاوازیه به شمار می‌آیند؛ همین‌طور روش اندازه‌گیری و آزمایش از

نظر تاگارد در این دو نظریه یکسان است.

۵. تاگارد معتقد است که شواهد می‌توانند مستقل از نظریه‌ها ارزیابی شوند؛ هرچند تاگارد در برخی از مقالات و به صورت تلویحی، نظریه‌بار بودن مشاهدات را پذیرفته (Thagard, 1992, p. 96)، اما در نهایت، در گزاره (۵) نظریه انسجام‌تیینی، به گزاره‌های مشاهدتی ارجحیت بخشیده است. (گزارش‌های مشاهده‌ای، فی نفسه درجه‌ای از مقبولیت را دارند) (Thagard, 1992, p. 66).

۶. بندهای ۱، ۲ و ۳ با ۴ و ۵ در تناقض‌اند. در صورت پذیرش نظریه کل‌گرایی معنا نمی‌توان شواهد را مستقل از فرضیه‌های نظریه، در نظر گرفت. بنا براین، نمی‌توان وجود شواهد به ظاهر مشترک نظریه موجود و جایگزین را انباشت شواهد تلقی کرد (احتراق و تنفس در نظریه‌های فلوژیستون و لاوازیه).

۷. در مورد انباشت روش نیز می‌توان مثال‌های نقضی ارائه کرد؛ برای مثال، مفهوم اندازه‌گیری با اصل عدم قطعیت و تفسیر رسمی در مکانیک کوانتومی کاملاً دگرگون شده است. محدودیت ذاتی اندازه‌گیری به هیچ‌عنوان در مکانیک نیوتنی قابل فهم نیست. در نسبت نیز معیارهای اندازه‌گیری از اساس دگرگون شده‌اند و برای مثال، همزمانی دو رویداد دیگر بستگی به ناظرها خواهد داشت، موضوعی که اصلاً در مکانیک نیوتنی قابل طرح نیست. به عبارتی، با پیش‌فرض کل‌گرایی معنا که تاگارد نیز آن را می‌پذیرد، شواهد، مفاهیم و روش‌ها به لحاظ معنایی همه در چارچوب پیکره نظریه جدید ارزیابی می‌شوند و بنابراین، نمی‌توان جایگاهی ثابت و نامتغیر به آنها بخشید و صحبت از انباشت آنها در جریان انقلاب‌های علمی داشت.

نقد بعدی به انتقادات تاگارد از تعبیر گشتالتی کوون است. از نظر منتقدان، کوون چون تاگارد و نرسیسیان (Nersessian, 2008, p. 3) اشکال کار کوون، عدم توجه به ساز و کاری است که موجب تغییر مفهومی می‌شود. به نظر آنها، روان‌شناسی شناختی می‌تواند این ساز و کار را توضیح دهد. شاید به تعبیری، بتوان گفت که شناخت ساز و کار تغییر مفهومی می‌تواند معیارهایی برای هم‌سنجی انقلاب‌های مفهومی فراهم کند؛ آنچنان که به نظر تاگارد، مقایسه نظریه‌ها از طریق بررسی انسجام مفهومی آنها ممکن است، اما باید در نظر داشت که شناخت ساز و کار تغییر مفهومی و تدریجی پنداشتن آن نمی‌تواند دلیلی بر نفی تغییر گشتالتی و به عبارتی، مورد نظر کوون در علم باشد. تاگارد این تدریج در تغییرات را نشانه عدم وجود تغییرات گشتالتی در ذهن دانشمند در دوره انقلاب علمی می‌داند. او با وجود این که تغییرات بنیادین در مرحله انقلاب را می‌پذیرد، اما روایتی از انقلاب‌های علمی را که در آن بتوان مرز مشخصی میان نظریه موجود و نظریه جایگزین تصور کرد، نادرست می‌داند. او از نظر خود، روایتی غیرکل‌گرایانه از تغییر نظریه‌ها در تاریخ علم ارائه کرده است (Thagard, 1992, p. 57).

نتیجه بحث تاگارد این است که مرز دقیق و مشخصی میان دو نظریه وجود ندارد و نظریه موجود و

جایگزین حتی در بنیادی‌ترین انقلاب‌های علمی نیز با یکدیگر هم‌پوشانی دارند و در نتیجه، تغییر نگاه گشتالتی مورد نظر کوون اتفاق نمی‌افتد. البته، نکته مهمی که باید در نظر داشت این است که عدم وجود مرز دقیق، به معنای عدم وجود هیچ مرزی نیست. این استدلال شبیه استدلال ناواقع‌گرایان در برابر واقع‌گرایان است. واقع‌گرایان، استدلال می‌کنند که مرز دقیقی میان هستوندهای مشاهده‌پذیر و مشاهده‌ناپذیر وجود ندارد، اما ناواقع‌گرایان معتقدند اگر چه تعیین مرز دقیق میان مشاهده‌پذیر و مشاهده‌ناپذیر دشوار است، اما می‌توان گفت علی‌الاصول جایی هست که می‌توان گفت هستومندی مشاهده‌پذیر یا مشاهده‌ناپذیر است. در مورد مرز میان نظریه یا پارادایم موجود و مرز میان پارادایم یا نظریه جدید نیز همین استدلال قابل طرح است؛ اگر چه مرز دقیقی میان این دو وجود ندارد، اما می‌توان گفت علی‌الاصول جایی هست که نظریه یا پارادایم موجود کنار رفته و پارادایم یا نظریه جدید مستقر شده است.

برای مثال، انقلاب مکانیک کوانتومی را در نظر بگیرید: در نخستین قدم نظریه پلانک در مورد تابش جسم سیاه بود که بر اساس انتشار بسته‌های انرژی بسته‌های به نام کوانتا^۱ توضیح داده شد. توضیح پدیده فوتوالکترونیک توسط اینشتین بود. او نشان داد چگونه اثر فوتوالکترونیک به وسیله جذب کوانتوم نور (چیزی که بعدها فوتون نام گرفت) پدید می‌آید. پدیده بعدی اثر کامپتون^۲ بود که ویژگی ذره‌ای نور را نشان داد. آرتور کامپتون نشان داد که برخورد اشعه X به الکترون‌های ماده موجب افزایش طول موج پرتو و به عبارتی، پراکندگی آن می‌گردد. نیلز بور^۳ - در سال ۱۹۱۳ - مدل اتم هیدروژن را بر اساس کمیت‌های کوانتومی صورت‌بندی کرد. تا اینجا ویژگی‌های ذره‌ای امواج الکترومغناطیسی مورد تأیید قرار گرفت؛ چیزی که البته، چندان در تاریخ علم غریب نبود. توصیف ذره‌ای از نور که دیگر به عنوان زیرمجموعه‌ای از امواج الکترومغناطیسی به حساب می‌آمد، در نظریه نیوتن در مورد ماهیت نور وجود داشت که با توصیف موجی هویگنس کنار گذاشته شده بود. تا اینجا نمی‌شد گفت انقلابی علمی به معنای واقعی شکل گرفته است. هنوز تعبیر موجی از نور و امواج الکترومغناطیسی برای توضیح پدیده‌هایی چون پراشیدگی و تفرق نور به کار می‌آمد. به عبارتی، جامعه علمی فیزیک دچار نوعی سردرگمی بود، اما گام مهم بعدی توسط دویری^۴ برداشته شد. دویری نشان داد همان‌طور که امواج الکترومغناطیسی ویژگی‌های ذره‌ای دارند، عجیب نیست که ذرات مادی نیز ویژگی‌های موجی داشته باشند. دویری توانست صورت‌بندی ریاضی این فرضیه را با استفاده از روابط پلانک نشان دهد. او توانست نشان دهد بین ویژگی ذره‌ای تکانه و با ویژگی طول موج و انرژی دیگر ویژگی ذره‌ای، با بسامد تناسب وجود دارد.

1. quanta
2. campton effect
3. Niels Bohr
4. de broglie

پیشرفت‌های صورت گرفته از پلانک تا دوبری «مکانیک کوانتوم قدیمی» خوانده می‌شود. تحوّل بعدی ارائه معادلات موجی-ذره‌ای شرودینگر و صورت‌بندی ماتریسی مکانیک هایزنبرگ^۱ از مکانیک کوانتومی بود. گام‌های بعدی تعبیر احتمالاتی ماکس بورن از معادلات شرودینگر بود، تعبیرهایی که چندان به مذاق شرودینگر خوش نیامده بود. گام مهم بعدی ارائه روابط عدم قطعیت توسط هایزنبرگ بود که مبنایی بر تفسیر غالب از مکانیک کوانتومی که «تفسیر کپنهاگی» خوانده می‌شد، درآمد (هرن، ۱۳۸۷، ص ۴۱-۱۲).

همان‌طور که تاگارد نیز پذیرفته است، تغییرات از مکانیک نیوتنی تا صورت‌بندی نهایی، فرایندی کاملاً تدریجی بوده است، اما نتیجه این تغییرات - چه به لحاظ پیش‌فرض‌های علمی، روش‌شناسی و چه از دیگر جهات - کاملاً متفاوت با فیزیک کلاسیک بوده است. تا جایی که بسیاری از بنیان‌گذاران مکانیک کوانتومی چون اینشتین، پلانک و شرودینگر از سمت و سوی مکانیک کوانتومی که توسط نیلز بور، هایزنبرگ و دیگران دنبال شد، ناخرسند بودند. طبعاً طرفداران و پیشتازان تفسیر کپنهاگی^۲ از مکانیک کوانتوم همچون بور نیز در ابتدا به چنین تغییر نگرش کلی نسبت به فیزیک کلاسیک دست نیافته بودند، بلکه این تغییر نگاه حاصل مباحثات فراوان و بررسی آزمایش‌ها و موفقیت‌های تجربی مکانیک کوانتومی بوده است، اما بالاخره می‌توان گفت که به تدریج این تغییر نگاه کلی که شاید بتوان آن را چیزی شبیه تعبیر گشتالتی مورد نظر کورن دانست، هر چند نه در نقطه و زمانی مشخص، بلکه به صورت کاملاً تدریجی اتفاق افتاده است. برای مثال، نیلز بور و هایزنبرگ نه در لحظه‌ای مشخص، بلکه به شکلی کاملاً تدریجی، تفسیر غیر علی کپنهاگی برایشان پذیرفته شده بود و به عبارتی نوعی تغییر نگاه به جهان که از نظر کورن شبیه تغییر گشتالتی است، در آنها اتفاق افتاده بود. از سوی دیگر، اینشتین تا آخر نتوانست با تفسیر کپنهاگی از مکانیک کوانتومی کنار بیاید و مجادله مفصل او با نیلز بور در حاشیه کنفرانس سولوی، گواه این موضوع است. حتی خود پلانک نیز مدتها کوشیده بود به نحوی ثابت پلانک h را - که نشان دهنده کمینه مقدار انرژی است - به نوعی با فیزیک کلاسیک آشتی دهد که در آن ناکام بوده است.

همین موضوع را می‌توان در انقلاب علمی لاوازیه نیز مشاهده کرد. اگر از آغاز آشنایی لاوازیه با نظریه اشتال تا ارائه نظریه اکسیژن و کنار گذاشتن نظریه اشتال و فلوریتون را نگاه کنیم، تغییرات در ذهن او کاملاً تدریجی است و تا حدی همپوشانی میان این دو وجود دارد و شاید قواعد و مفاهیمی مشترک به نظر برسند، اما به ناچار از جایی به بعد که شاید چندان هم مشخص نباشد دیگر کلیت نظریه اشتال دگرگون شده و لاوازیه و پیروان او چارچوب مفهومی جدیدی را برگزیده‌اند. بنابراین، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اگر چه مرز مشخصی برای این تغییر نگرش بنیادی در مرحله گذار از نظریه موجود به نظریه جدید نتوان مشخص کرد، اما علی‌الاصول می‌توان در جایی گفت این تغییر نگرش اتفاق افتاده است.

1. heisenberg

2. copenhagen interpretation

نتیجه گیری

همان طور که دیدیم، تاگارد کوشیده با رهیافتی شناختی-محاسباتی ساز و کاری برای توضیح چگونگی گذار از نظریه موجود به نظریه جایگزین در انقلاب های علمی، فراهم کند. رهیافت او برای این سؤال توصیف تاریخ علم، نه آنچنان که هیونل و پوزیتیویست های منطقی می پندارند، کاملاً تدریجی و انباشتی است و نه آنچنان که کوون و فایراند می گویند، حاصل دوره هایی گسسته از هم است. با توجه به گستردگی و شاخه های علمی و تنوع انقلاب های این موضوع نقطه قوت نظریه تاگارد تلقی شد.

در رویکردی بینابینی، تاگارد همچنین به یکسان بودن همه انقلاب های علمی قائل نیست. از نظر او، انقلاب های علمی از لحاظ میزان انباشتی که از نظریه موجود در نظریه جایگزین ایجاد می شود، با یکدیگر تفاوت دارند. در افراطی ترین حالت که «ریشه کنی» نام دارد، دست کم شواهد و روش شناسی دو نظریه تغییری نمی کنند و به عبارتی، حداقل روش ارزیابی نظریه ها و شواهد مشترک دو نظریه در تاریخ علم انباشته می شوند که انقلاب علمی لاوازیه نمونه مشخص آن در تاریخ علم بود. در برخی از مواقع نیز میزان انباشت بیشتر روش ها و شواهد است که در این حالت رابطه میان نظریه موجود و جایگزین «استحاله» خواهد بود. نمونه این نوع انقلاب علمی هم انقلاب نظریه نسیت بود.

در مورد انباشت روش به طور مختصر نشان داده شد که موارد نقضی از جمله مکانیک کوانتوم و نسیت وجود دارند که از اساس مفهوم مشاهده دگرگون شده است. در مورد انباشت شواهد نیز با اشاره به ادعای نظریه بار بودن مشاهدات نیز نشان داده شد که تاگارد پاسخ مشخص و دقیقی به این ادعا نداده است، از سوی دیگر، از نظرات او چنین بر می آید که طرفدار نظریه کل گرایی معناست و شواهد به عنوان اجزایی از شبکه مفاهیم و قواعد نظریه در قالب کلیت نظریه ارزیابی می شوند. از این رو، ادعای خنثی بودن شواهد در ارزیابی نظریه ها چندان درست به نظر نمی رسد.

از سوی دیگر، تاگارد و نرسیسیان - در رد نظر تغییر گشتالتی و وکل گرایانه کوون - چنین ادعا کرده اند که ساز و کار تدریجی نشان دهنده نوعی همپوشانی میان نظریه موجود و جایگزین است و به این ترتیب، مرز مشخصی میان این دو وجود ندارد و تغییر گشتالتی و عمیق آن چنان که کوون می گفت، در دوره های گذار وجود ندارد. با بررسی مورد انقلاب علمی مکانیک کوانتوم، دیدیم که اگر چه مرز دقیقی میان نظریه ها وجود ندارد، اما علی الاصول می توان گفت در جایی دانشمند به نقطه ای رسیده که دیگر نمی تواند از مفاهیم و قواعد قبلی تبعیت کند و به عبارتی، عینکی که اکنون برای مشاهده جهان بر چشم دارد، با عینک قبلی فرق دارد.

فهرست منابع

پاکینگ هرن، جان. (۱۳۸۷). نظریه کوانتومی. (ترجمه: حسین معصومی همدانی). تهران: نشر فرهنگ معاصر.

References

- Feynman, R.; Leighton, R.; & Sands, M. (1963-1964). *Feynman Lecture on physics*. 2 vols. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Jackman, H. (2017). Meaning Holism. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2017). Retrieved from <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/meaning-holism/>
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Minsky, M. (1975). A framework for representing knowledge. In P. H. Winston. (Ed.), *The psychology of computer vision*. New York: McGraw-Hill.
- Nersessian, N. (2008). *Creating scientific concepts*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Oberheim, E., & Hoyningen-Huene, P. (2018). The Incommensurability of Scientific Theories. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2018). Retrieved from <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/incommensurability/>
- Polkinhorne, J. (1387 AP). *Nazariye-i Qwantomi* [Quantum Theory: A Very Short Introduction]. (H. Masoumi Hamedani, Trans.). Tehran: Farhang-i Muasir Publication. [In Persian]
- Thagard, P. (1988). *Computational philosophy of science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton: Princeton University Press.