

## Structural Realism and Empiricist Structuralism

Mahmood Vahidnia\*, Seyed Mohammadhassan Ayatollahzadeh Shirazi\*\*

### Abstract

This paper provides a critical and comparative study of two versions of scientific structuralism. After a brief introduction, in section 2, we review the key concepts in the long-lasting debate between realism and antirealism in the general philosophy of science; scientific realism is a positive and optimistic epistemic attitude towards scientific theories (and especially the non-observational aspects thereof). Two influential arguments around the above debate are introduced and briefly examined in section 3; the main disagreement between the realist and the antirealist will turn on whether or not the novel predictive success of scientific theories is in need of any explanation (especially through truth). In section 4, focusing on a classic paper by John Worrall, we will see that structural realism has been introduced as a middle and more balanced position in the realism-antirealism dispute: (theoretical) scientific knowledge only concerns the structure of the (unobservable) world. Although Worrall himself was not explicit in this regard, we try to provide a preliminary understanding of his notion of structure. The more elaborate and detailed formulation of Worrall's structural realism based on Ramseyfication is presented and briefly examined in section 5. Possibly the most well-known threat to structural realism is an objection originally attributed to Max Newman: structuralism trivializes the theoretical (or non-observational) implications of scientific theories. In section 6, we provide an extensive treatment of Newman's

\* PhD student, Department of Philosophy, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, mahmoodvahidnia@gmail.com

\*\* Assistant Professor, Department of Philosophy, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author), h\_shirazi@sbu.ac.ir

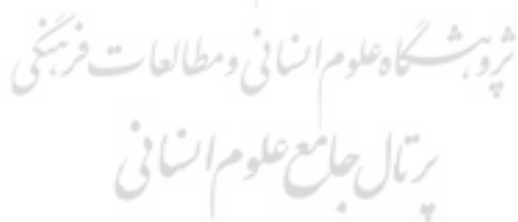
Date received: 2022/09/03, Date of acceptance: 2023/12/06



Copyright © 2010, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

objection, before arguing that structural realism can successfully circumvent it. Bas van Fraassen, who seems to consider Newman's objection somewhat detrimental to Worrall's project, advocates an antirealist view called empiricist structuralism. The latter mainly originates from the fact that the vehicles of scientific representation are mathematical models and structures. The motivations for this view along with its differences from scientific realism are reviewed in section 7. In the penultimate section 8, we will note that empiricist structuralism too is not totally immune from trivialization objections of the kind raised by Newman and also Putnam. It is, among other things, these kinds of threats that lead van Fraassen to a nonstructural aspect of scientific representation: perspectivity/indexicality. In our final argument, we intend to show that recognizing such an aspect, though revealing in itself, is NOT sufficient for repelling trivialization threats, unless van Fraassen is willing to sacrifice his long-standing commitment to the literal construal of the language of science. We will end with a brief conclusion.

**Keywords:** scientific realism/antirealism, structural realism, Ramseyfication, Newman's objection, empiricist structuralism, perspectivity/indexicality.



## واقع‌گرایی ساختاری و ساختارگرایی تجربه‌گرا

محمود وحیدنیا\*

سید محمدحسن آیت‌الله‌زاده شیرازی\*\*

### چکیده

مقاله پیش رو مطالعه‌ای انتقادی و مقایسه‌ای بر دو روایت از ساختارگرایی علمی است. پس از مقدمه‌ای کوتاه، در بخش ۲ مقدمات مفهومی جدال کهنه واقع‌گرایی-ناواقع‌گرایی در فلسفه علم را به‌اجمال فراهم می‌آوریم؛ واقع‌گرایی علمی رویکرد معرفتی مثبت و خوش‌بینانه‌ای به نتایج نظریه‌های علمی (به‌ویژه درباره هویات مشاهده‌ناپذیر) است. دو استدلال مهم پیرامون جدال یادشده در بخش ۳ معرفی و بررسی خواهند شد؛ اختلاف واقع‌گرا و ناواقع‌گرا نهایتاً بدین بازمی‌گردد که بایستی (به‌معنای خاصی) به دنبال تبیین موفقیت‌های علم باشیم یا خیر. در بخش ۴، با تکیه بر مقاله‌ای جریان‌ساز از جان وُرال، خواهیم دید که واقع‌گرایی ساختاری با نظر داشت همان دو استدلال مهم پیرامون (نا)واقع‌گرایی علمی، و به‌عنوان موضعی میانی و روایتی تعدیل‌شده از واقع‌گرایی پیشنهاد شده است: شناخت فراتجربی علمی تنها متوجه ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) است. هرچند وُرال در این باره صراحت ندارد، تلاش می‌کنیم فهمی اولیه از معنای ساختار نزد وی فراهم آوریم. صورت‌بندی دقیق‌تر وُرال از واقع‌گرایی ساختاری بر پایه رمزی‌سازی در بخش ۵ معرفی و ارزیابی خواهد شد. شاید مشهورترین تهدید برای واقع‌گرایی ساختاری اشکال نیومن باشد: ساختارگرایی مستلزم صدق بدیهی نتایج غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی است. در بخش ۶، مفصلاً بدین اشکال پرداخته و استدلال می‌کنیم که واقع‌گرایی

\* دانشجوی دکتری گروه فلسفه، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،  
mahmoodvahidnia@gmail.com

\*\* استادیار، گروه فلسفه، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده  
مسئول)، h\_shirazi@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۵



Copyright © 2018, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits others to download this work, share it with others and Adapt the material for any purpose.

ساختاری می‌تواند از آن رهایی یابد. از سوی دیگر، باس و فراسن از روایتی ناواقع‌گرا از ساختارگرایی علمی دفاع می‌کند، ساختاری تجربه‌گرا، که خاستگاهش وابستگی بازنمایی علمی به مدل‌ها یا ساختارهای ریاضی است. پس از معرفی این دیدگاه در بخش ۷، تفاوت‌های آن با واقع‌گرایی ساختاری را تحلیل خواهیم کرد. پیش از جمع‌بندی و پایان سخن، در بخش ۸ خواهیم دید که ساختارگرایی تجربه‌گرا نیز از مشابه اشکال نیومن و تهدید بدیهی‌شدگی در امان نیست. از جمله چنین تهدیدی است که ون فراسن را به سویه‌ای غیرساختاری از بازنمایی علمی متوجه می‌سازد: سویه نظرگاهی/اشاری. در واپسین استدلال، برآنیم نشان دهیم که به رسمیت شناختن این سویه از بازنمایی علمی تنها در صورتی برای دفع اشکال بدیهی‌شدگی کافی است که ون فراسن از تعهد جداگانه‌اش به تعبیر تحت‌اللفظی زبان علم عقب‌بنشیند.

**کلیدواژه‌ها:** واقع‌گرایی/ناواقع‌گرایی علمی، واقع‌گرایی ساختاری، رمزی‌سازی، اشکال نیومن، ساختارگرایی تجربه‌گرا، سویه نظرگاهی/اشاری.

## ۱. مقدمه

این پرسش که آیا می‌بایست نتایج غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی را واقع‌نما بشماریم یا خیر در مرکز جدال میان واقع‌گرایی علمی (scientific realism) و ناواقع‌گرایی علمی (scientific antirealism) بوده است. توانمندی دو استدلال مهم، یکی به سود و یکی به زیان واقع‌گرایی علمی، فیلسوفی چون جان وُرال ((John Worrall (1946)) را بدان سو کشاند که به پرسش مزبور پاسخی بینایی داده و از دیدگاهی به نام واقع‌گرایی ساختاری (structural realism) دفاع کند: فراتر از محتوای تجربی، نظریه علمی (تنها) درباره ساختار جهان مشاهده‌ناپذیر معرفت‌بخش است. پس از فراهم آوردن مقدمات ضروری پیرامون نزاع واقع‌گرایی-ناواقع‌گرایی و استدلال‌های یادشده در دو بخش ۲ و ۳، دیدگاه وُرال به تفصیل در بخش ۴ معرفی خواهد شد.

اما، ساختار یا شناخت معطوف به ساختار چگونه چیزی است؟ پس از این که دیدگاه وُرال کمی درباره پرسش اخیر پختگی و صراحت می‌یابد، او جمله رمزی (the Ramsey sentence) نظریه علمی را بیان‌گر محتوای شناختی آن برمی‌شمارد (بخش ۵)؛ خواهیم دید که به چه معنا جمله رمزی شناختی ساختاری فراهم می‌آورد. دیدیم که برای واقع‌گرایی ساختاری مهم است که نظریه علمی فراتر از محتوای تجربی هم پیامدی (درباره ساختار جهان مشاهده‌ناپذیر) داشته باشد؛ صورت‌بندی واقع‌گرایی ساختاری بر پایه جمله رمزی با تهدید بدیهی‌شدن و

کم‌اهمیت شدن چنین پیامدی روبروست. این چالش - که به اشکال نیومن (Newman's objection) مشهور است - در بخش ۶ واکاوی شده و این‌گونه استدلال می‌شود که واقع‌گرایی ساختاری راهی برای برون‌رفت دارد.

باس ون فراسن (Bas van Fraassen (1941))، فیلسوف علمِ ناواقع‌گرا، با چنین نتیجه‌ای هم‌دل نیست. به زعم او، اشکال نیومن نافی واقع‌گرایی ساختاری است، دست‌کم اگر قرار است وجه ساختارگرایانه این دیدگاه حفظ شود. او در مقابل روایت دیگری از ساختارگرایی علمی را پیش می‌نهد: ساختارگرایی تجربه‌گرا (empiricist structuralism). برخلاف واقع‌گرایی ساختاری که دیدگاهی است در معرفت‌شناسی علم، ساختارگرایی تجربه‌گرا رویکردی است (اولاً و بالذات) درباره چستی نظریه علمی: یک نظریه علمی کلاسی از مدل‌ها یا ساختارهای ریاضی است؛ شناختی که چنین هویتاتی می‌توانند از موضوع علم فراهم آورند حداکثر تا حد یک‌ریختی (isomorphism) است، یعنی شناختی از ساختار. این دیدگاه در بخش ۷ معرفی شده، و بر پایه نتایج بخش‌های پیشین، مقایسه‌ای میان آن و هم‌اورد واقع‌گرایانه‌اش ارائه می‌گردد.

ون فراسن ساختارگرایی تجربه‌گرا را با به‌رسمیت‌شناختن سویه‌ای غیرساختاری در بازنمایی علمی تعمیق می‌بخشد: بازنمایی علمی تنها رابطه‌ای از قبیل یک‌ریختی میان دو ساختار نظری و عینی نیست؛ (نظرگاه) کاربر نظریه یا مدل علمی نیز طرفی فروکاست‌ناپذیر از این رابطه دست‌کم سه‌جایگاهی است. در بخش ۸، پس از شناسایی سرشت نظرگاهی (perspectival) بازنمایی علمی، خواهیم دید که ون فراسن پذیرش آن را از جمله منحل‌کننده اشکال نیومن، یا به‌طور کلی تهدید بدیهی‌شدگی، برای ساختارگرایی علمی می‌داند. واپسین استدلال ما در همین بخش و پیش از پایان سخن این است که ون فراسن در نکته اخیر بر خطاست، و دیدگاه او نیز کمابیش در همان‌چه که پاشنه آشیل رقیب واقع‌گرایش می‌دانست آسیب‌پذیر است.

## ۲. هویت مشاهده‌ناپذیر، و نزاع واقع‌گرایی و ناواقع‌گرایی علمی

در علوم تجربی بارها از هویتاتی سخن گفته می‌شود که به مشاهده در نمی‌آیند. در اینجا چیزی را مشاهده‌پذیر (observable) می‌خوانیم که بتوان آن را در شرایط مساعد از راه حواس نامسلح (unaided senses) دریافت. (Chakravartty 2017, §1.1) برای نمونه، یکی از ذرات بنیادی، به‌طور خاص الکترون، را در نظر آورید. بر پایه تعریف بالا، الکترون نمونه کمابیش مناقشه‌ناپذیری از یک شیء مشاهده‌ناپذیر است. فیزیک‌دان در آزمایشگاه تنها رد پا یا نشانه‌ای

از الکترون را مشاهده می‌کند. در اینجا تعبیر مشاهده‌رَدِّپا فراتر از یک استعاره است؛ چرا که این نزدیک به همان چیزی است که در اتاقک ابر (cloud chamber) رخ می‌دهد.<sup>۱</sup> هویت مشاهده‌ناپذیر، از جمله الکترون، برانگیزنده کشمکشی مهم و ادامه‌دار میان واقع‌گرایی و ناواقع‌گرایی علمی هستند. در نخستین تلاش برای تعریف، می‌توان گفت که واقع‌گرایی علمی یک رویکرد مثبت و خوش‌بینانه معرفتی به برترین نظریه‌ها و مدل‌های علمی است؛ در این رویکرد توصیه می‌شود سویه‌های مشاهده‌پذیر و مشاهده‌ناپذیر جهان را، چنان که در نظریه‌های علمی بازنمایی شده‌اند، باور کنیم. (Chakravartty 2017) حال، هر دیدگاه مخالف با این رویکرد مثبت معرفتی، به‌ویژه درباره جنبه مشاهده‌ناپذیر جهان، را می‌توانیم گونه‌ای از ناواقع‌گرایی علمی قلمداد کنیم.

اشاره شد که واقع‌گرایی علمی رویکردی مثبت در باب وضعیت معرفتی دستاوردهای علمی (نظریه‌ها، مدل‌ها، یا جزئی از آنها) است. دست‌کم سه راه برای دقیق‌سازی این رویکرد یافت می‌شود که به روایت‌های جداگانه‌ای از (تعریف) واقع‌گرایی می‌انجامد: صدق یا صدق تقریبی نظریه‌های علمی یا جنبه‌هایی از آنها (روایت نخست)؛ ارجاع موفق واژگان علمی به هویت جهان بیرونی، و به ویژه، ارجاع موفق واژگان نظری به هویت مشاهده‌ناپذیر (روایت دوم)؛ و سزاوار باور بودن هستی‌شناسی نظریه‌های علمی (روایت سوم).<sup>۲</sup> آنچه میان این تعریف‌ها مشترک است این نکته است که (برترین) نظریه‌های علمی ما شناخت جنبه‌هایی بعضاً مشاهده‌ناپذیر از جهان بیرونی را فراهم می‌سازند.

در حالت کلی، ناواقع‌گرایی علمی چیزی جز نقیض واقع‌گرایی علمی نیست. ولی تمرکز ما در اینجا بر گونه خاصی از ناواقع‌گرایی خواهد بود، که می‌توان گفت مهم‌ترین گونه آن و بنابراین مهم‌ترین هم‌اورد واقع‌گرایی در فلسفه علم دهه‌های اخیر است. این دیدگاه را ون فراسن در کتاب مشهور خود تصویر علمی (The Scientific Image (1980) پروراند است:

هدف علم ارائه نظریه‌هایی است که کفایت تجربی<sup>۳</sup> دارند؛ و پذیرش یک نظریه تنها این باور را در بر می‌گیرد که آن نظریه کفایت تجربی دارد. این بیان نگاه ناواقع‌گرایانه‌ای است که من از آن دفاع می‌کنم؛ من این دیدگاه را تجربه‌گرایی ساختی (constructive empiricism) خواهم خواند.<sup>۴</sup>

توضیح مقدماتی ون فراسن از کفایت تجربی این است که یک نظریه کفایت تجربی دارد، اگر و تنها اگر، هرچه درباره اشیاء و رویدادهای مشاهده‌پذیر این جهان بیان می‌کند صادق باشد؛ به بیانی مشهور، اگر و تنها اگر پدیده‌ها را پوشش دهد (to save the phenomena). (van

Fraassen 1980, 12) دیدیم که رویکرد معرفتی مثبت واقع‌گرایان به نظریه‌های علمی، جنبه‌های مشاهده‌ناپذیر جهان را مستثنی نمی‌کند؛ دیدگاه ون فراسن دقیقاً بدین خاطر ناواقع‌گراست که چنین می‌کند. کفایت تجربی تنها ناظر به جهان مشاهده‌پذیر است، و پذیرش یک نظریه علمی نیازمند باوری جز باور به کفایت تجربی آن نیست.

ناواقع‌گرایی به‌روایت ون فراسن ویژگی مهمی دارد که آن را از گونه‌های دیگر ناواقع‌گرایی علمی مانند پوزیتیویسم منطقی (logical positivism) و ابزارگرایی (instrumentalism) متمایز می‌کند.<sup>۵</sup> ون فراسن بر آن است که زبان علم می‌بایست تحت‌اللفظی تعبیر گردد.<sup>۶</sup> در چنین تعبیری، اظهارات علمی در همان شکل ظاهری خود اظهاراتی صدق و کذب‌بردار هستند. تعبیر تحت‌اللفظی با تشریح زبان علم ناسازگار نیست، البته مادام که چنین تشریحی روابط منطقی میان جملات علم را تغییر ندهد. اگر تعبیر تحت‌اللفظی را شرط نگیریم، پوزیتیویست و ابزارگرا هم می‌توانند همانند واقع‌گرای علمی بپذیرند که علم (تقریباً) صادق است یا این‌که به‌دنبال صدق است، ولی تنها در صورتی که درست تعبیر شود، و از دید آن‌ها تعبیر درست زبان علم تحت‌اللفظی نیست. برای مثال، پوزیتیویست بر آن است که اگر جمله‌ای علمی واژگان نظری در بر داشته و به هوئیاتی مشاهده‌ناپذیر (همچون الکترون) ارجاع دهد، بایستی به جمله‌ای ترجمه یا تعبیر گردد که جز به هوئیات مشاهده‌پذیر ارجاع نمی‌دهد؛ بر پایه چنین تعبیری، علم در جمله‌های نظری نیز به دنبال صدق است. این در حالی است که تجربه‌گرای ساختی، یعنی همان ناواقع‌گرا به‌روایت ون فراسن، در تعبیر تحت‌اللفظی نظریه‌های علمی با واقع‌گرا همراه است<sup>۷</sup>، هرچند پذیرش نظریه‌ها را مستلزم باور به صدقشان نمی‌داند. اگر اظهارات یک نظریه شامل این باشد که «الکترون هست»، این نزد ون فراسن یعنی که نظریه می‌گوید الکترون هست، گرچه پذیرش آن نظریه مستلزم باور به وجود الکترون نیست.<sup>۸</sup>

پس از این آشنایی اجمالی با واقع‌گرایی علمی و سپس ناواقع‌گرایی به‌روایت ون فراسن، در بخش آینده با بررسی دو استدلال مهم پیرامون این دو رقیب، چندوچون کشمکش میان آن‌ها را روشن‌تر خواهیم ساخت، و از این راه انگیزه و زمینه شکل‌گیری دیدگاهی چون واقع‌گرایی ساختاری را بهتر خواهیم فهمید. البته، بخش پیش‌رو فراتر از یک مقدمه‌چینی و زمینه‌سازی است، چرا که بعدتر استدلال خواهیم کرد که سرنوشت نزاع واقع‌گرایی ساختاری با ساختارگرایی تجربه‌گرا نیز، کمابیش، به همان سرنوشت نزاع نخست (میان واقع‌گرایی و ناواقع‌گرایی) بازمی‌گردد.

### ۳. دو استدلال مهم پیرامون واقع‌گرایی علمی

دفاع از واقع‌گرایی علمی عموماً از رهگذر ارجاع به موفقیت پیش‌بینانه (predictive success) برترین نظریه‌های علمی انجام گرفته است. خطای کلی استدلال این بوده که این موفقیت بدون فرض واقع‌گرایی به یک اتفاق یا معجزه شبیه خواهد بود؛ از این روست که اصلی‌ترین پشتوانه واقع‌گرایی علمی را استدلال معجزه‌نیست (the no-miracles argument) می‌خوانند. در روایت‌های جافتاده‌تر استدلال، برای تدقیق این ایده کلی از شیوه استنتاج بهترین تبیین (Inference to the Best Explanation) بهره می‌گیرند. بدین گونه که موفقیت پیش‌بینانه برترین نظریه‌های علمی را یک پدیده انکارناپذیر و نیازمند تبیین می‌شمارند، و واقع‌گرایی (مثلاً با تعریف صدق تقریبی برترین نظریه‌های علمی) را بهترین تبیین آن پدیده قلمداد می‌کنند؛ بر پایه استنتاج بهترین تبیین، درستی خود واقع‌گرایی نتیجه می‌شود.<sup>۹</sup> این استدلال به اشکال گوناگون بارها بازبینی و بازگو شده، و طبیعتاً واکنش‌های گوناگونی نیز برانگیخته است.

واکنش فیلسوف ناواقع‌گرایی چون ون فراسن را می‌توان در دو سطح فهمید. عجزاً فرض می‌کنیم که ون فراسن هم می‌پذیرد که موفقیت تجربی نظریه‌های علمی نیازمند تبیین است. مناقشه کنونی او در استدلال معجزه‌نیست به فرض موفقیت نظریه‌های علمی یا شیوه استنتاج بهترین تبیین بازمی‌گردد، بلکه مقدمه‌ای را نشانه می‌رود که بهترین تبیین برای موفقیت یادشده را صدق تقریبی آن نظریه‌ها می‌شمارد. او خواهد گفت که برای این پدیده تبیین ساده‌تر و کم‌هزینه‌تری<sup>۱۰</sup> وجود دارد که واقع‌گرا نیز نمی‌تواند مفروضات آن را انکار کند. اساساً تکامل و گزینش نظریه‌های علمی، با هدف و معیار موفقیت تجربی رخ می‌دهد. نظریه‌های برتر کنونی، برندگان نبرد تاریخی و تنگاتنگی هستند که معیار پیروزی‌اش موفقیت تجربی است. بر این اساس، کاملاً پیش‌بینی‌پذیر، طبیعی، و بلکه بدیهی است که نظریه‌های برتر کنونی موفقیت چشم‌گیر تجربی داشته باشند.<sup>۱۱</sup>

شاید مهم‌ترین واکنش واقع‌گرایان به چنین پاسخی از جبهه مخالف، دقیق‌تر و قوی‌تر کردن شرط موفقیت یک نظریه علمی است، با این هدف که دیگر فرضی کم‌تر از صدق تقریبی نظریه از پس تبیین این موفقیت برنیاید. واقع‌گرا می‌گوید که دست‌کم برخی از برترین نظریه‌های علمی ما، پیش‌بینی‌های نوین (novel predictions) فراهم آورده‌اند. برخی پدیده‌ها چنان‌اند که می‌توان گفت یک نظریه علمی اساساً برای توصیف یا پیش‌بینی آن‌ها یا رده‌ای از پدیده‌ها که شامل آن‌هاست طراحی شده است. حال، پیش‌بینی نوین پیش‌بینی پدیده‌ای بیرون از این رده است.<sup>۱۲، ۱۳</sup> بدین ترتیب، واقع‌گرا استدلال معجزه‌نیست را چنین تقویت می‌کند که، اولاً، برخی



نظریه‌های علمی کنونی پیش‌بینی‌های نوین فراهم آورده‌اند. ثانیاً، تنها (و یا بهترین) تبیین برای این که نظریه‌ای بتواند پیش‌بینی‌های نوین فراهم آورد، صدق (تقریبی) آن است. بنابراین، با استنتاج بهترین تبیین می‌توانیم نتیجه بگیریم که آن نظریه‌های علمی تقریباً صادق‌اند.

به نظر می‌رسد، واکنش ون فراسن به این استدلال قوی‌تر نیز چندان تفاوت نکند.<sup>۱۴</sup> او می‌تواند بگوید که توانایی فراهم‌آوردن پیش‌بینی‌های نوین هم بخشی از معیار گزینش نظریه‌های برتر است. جای شگفتی نیست که با عملکرد این معیار گزینش در نبرد تاریخی میان نظریه‌ها، آن‌ها که بر جای مانده‌اند می‌توانند پیش‌بینی‌های نوین فراهم آورند. بنابراین، ون فراسن باز هم می‌تواند ادعا کند که برای موفقیت نظریه‌ها تبیینی بهتر (و به‌ویژه، ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر) از صدق تقریبی آن‌ها در اختیار دارد.

پاسخ ون فراسن توضیحی برای پیدایش نظریه‌های موفق در فرایند تاریخی علم است. اما، واقع‌گرا ممکن است بگوید که او اساساً در سطح دیگری (نیز) در جست‌وجوی تبیین بوده است. یک مثال احتمالاً منظور را روشن‌تر خواهد کرد. فرض کنید سارا در کلاس خود شاگرد اول شده باشد. می‌پرسیم چرا سارا شاگرد اول شده است. در پاسخ ممکن است توضیح داده شود که او در طی جلسات و آزمون‌ها به طور میانگین عملکرد بهتری از هم‌شاگردی‌هایش داشته است. درست است که این به نوبه خود توضیح یا تبیینی برای شاگرد اول شدن سارا است، ولی در این باره، پرسیدن از گونه دیگری از تبیین نیز کاملاً روا و بلکه لازم است؛ این که سارا چه ویژگی‌هایی داشته که سبب شده بهتر از دیگران آزمون دهد یا مطالب درسی را دنبال کند. ممکن است پاسخ این باشد که ذهن او ذاتاً توان تحلیلی بالایی دارد، یا این که چون در شبکه‌های اجتماعی نیست، تمرکز بیشتری در طول کلاس دارد، یا... این نکات نیز پاسخ و تبیینی برای پرسش از موفقیت سارا هستند، هرچند به معنایی متفاوت از پاسخ نخست. حال، اگر به بحث خودمان برگردیم، به نظر می‌رسد که واقع‌گرا می‌تواند بپرسد که فارغ از این که نظریه موفق  $T$  در پی چه فرایند تکامل و گزینشی به دست آمده، چه ویژگی‌ای درباره آن (یا نسبت آن با جهان بیرونی) برقرار است که این موفقیت را سبب شده و آن را قادر به ارائه پیش‌بینی‌های نوین می‌سازد؟ واقع‌گرا بدین معنا (نیز) به دنبال تبیین موفقیت نظریه‌های علمی است. او می‌گوید که برای پرسش مزبور، پاسخی، و بدین معنا، برای پدیده مورد بحث تبیینی دارد: صدق تقریبی  $T$ ، یا ارجاع تقریباً موفق واژگان نظری آن، و یا درستی تقریبی هستی‌شناسی آن (بسته به این که چه تعریفی از واقع‌گرایی را در نظر بگیریم).<sup>۱۵</sup>

اشاره شد که ون فراسن در سطح دیگری نیز با استدلال معجزه‌نیست مخالفت دارد؛ محلّ بروز این مخالفت همین جاست و ناظر به نکتهٔ اخیر. این البته به یکی از مبانی (سلبی) دیدگاه فلسفی او برمی‌گردد، و ما در اینجا تنها به اشاره‌ای بسنده می‌کنیم. در یک کلام، ون فراسن درخواست (پی‌درپی) تبیین را، دست‌کم به معنایی که مدنظر واقع‌گراست، اساساً به رسمیت نمی‌شناسد.<sup>۱۶</sup> به ویژه، او یکی از مخالفان شیوهٔ استنتاج بهترین تبیین است.<sup>۱۷</sup> او در حقیقت پاسخ نخستین خود را نیز به معنایی که مدنظر واقع‌گراست تبیین نمی‌خواند؛ او در آنجا تنها نشان داده که چگونه موفقیت نظریه‌های علمی کنونی نتیجهٔ طبیعی فرایند گزینش در تاریخ تکاملی علم است. به هر روی، پاسخ ون فراسن به پرسش واقع‌گرا این خواهد بود که درخواست تبیین موفقیت نظریه‌های علمی را (به ویژه در آن سطح یا بدان معنا که مدنظر واقع‌گراست) به رسمیت نمی‌شناسد.  $T$  از دید تجربی موفق است، همین! لزوم و حتی شاید معنایی ندارد که فراتر از این تبیینی بجوییم.

اکنون می‌رسیم به یکی از مهم‌ترین استدلال‌ها بر ضدّ واقع‌گرایی: فرااستقرای بدبینانه (pessimistic meta-induction).<sup>۱۸</sup> این استدلال استقرایی است بر پایهٔ مشاهده‌هایی تاریخی دربارهٔ نظریه‌های علمی. پیش‌وند فرا- بدین نکته اشاره دارد که استقرای ما در اینجا از مرتبه‌ای فراتر از استقرای رایج است. معمولاً استقرا روی شواهد تجربی و به سود (گزاره‌ای از) یک نظریهٔ خاص علمی است؛ ولی استقرای فعلی، به گونه‌ای که خواهیم دید، روی نظریه‌های علمی (در طول تاریخ) و به سود گزاره‌ای دربارهٔ خود آن نظریه‌هاست. این گزاره از دید معرفت‌شناختی بدبینانه خوانده می‌شود، چرا که ناقض واقع‌گرایی است، و دیدیم که به چه معنا واقع‌گرایی رویکرد معرفتی خوش‌بینانه و مثبت به نظریه‌های علمی است.<sup>۱۹</sup>

مبنای استقرا آن دسته از نظریه‌های علمی هستند که زمانی به لحاظ تجربی بسیار موفق بوده و در زمرهٔ برترین نظریه‌ها قلمداد می‌شدند، ولی اکنون (به‌طور کلی یا جزئی) رها شده‌اند. پذیرش واقع‌گرایی دربارهٔ و در دورهٔ پیشتازی آن نظریه‌ها مقتضی آن می‌بود که واژگان نظری آن‌ها به درستی به اموری (به‌ویژه مشاهده‌ناپذیر) در جهان بیرونی ارجاع دهند یا این که هستی‌شناسی‌شان سزاوار باور باشند؛ در حالی که، رهاشدن آن نظریه‌ها بدین معناست که (برخی) واژگان نظری‌شان دیگر بدون مرجع واقعی دانسته می‌شوند یا (بخشی از) هستی‌شناسی‌شان سزاوار باور به حساب نمی‌آید. پس بیان کامل‌تر مبنای استقرا این خواهد بود که دربارهٔ نظریه‌های پیش‌تر موفق و برتر که اکنون رها شده‌اند واقع‌گرایی دیدگاه درستی نیست. بنابراین، بسیار محتمل است که (نتیجهٔ استقرا): دربارهٔ نظریه‌های موفق و برتر کنونی نیز

واقع‌گرایی نادرست باشد.<sup>۲۰</sup> به دیگر سخن، این مشاهده تاریخی مستلزم گونه‌ای بدبینی معرفتی به (واژگان نظری و هستی‌شناسی‌های) برترین نظریه‌های علمی کنونی است، و این به‌روشنی یعنی نقض واقع‌گرایی علمی. از واژگان نظری رهاشده و هستی‌شناسی‌های متروک نمونه‌های فراوان و مهمی داریم؛ یکی از شناخته‌شده‌ترین، مجاب‌کننده‌ترین، و نزدیک‌ترین آن‌ها به زمان ما، مورد اتر است. وجود اتر، یکی از مفروضات زمینه‌ای و (در ظاهر) مهم برخی از موفق‌ترین نظریه‌های فیزیک تا اوایل قرن بیستم بود. (چنان که در ادامه خواهیم دید، نظریه نور فرینل از این جمله است.) در حالی که، به‌ویژه پس از آزمایش مایکلسون-مورلی و مطرح شدن نسبیّت خاص، دیگر در هستی‌شناسی فیزیک معاصر نشانی از اتر نبوده، و از این روی واژه نظری اتر فاقد مرجع بیرونی قلمداد می‌شود.<sup>۲۱</sup>

مهم‌ترین واکنش واقع‌گرایان به این استدلال را شاید بتوان افزایش شروط لازم برای برقراری واقع‌گرایی، و بنابراین تضعیف ادعای واقع‌گرایی دانست. در بررسی استدلال معجزه نیست یکی از این شروط اضافه را دیدیم: واقع‌گرا تعهد واقع‌گرایانه خود را به نظریه‌هایی محدود می‌کند که پیش‌بینی‌های نوین فراهم می‌آورند. همین‌جا، یک گام طبیعی دیگر نیز برداشته می‌شود؛ محدود ساختن تعهد مزبور تنها به آن بخش‌ها یا جنبه‌هایی از نظریه علمی که برای موفقیت تجربی آن (به‌ویژه فراهم‌آوری پیش‌بینی‌های نوین) اجتناب‌ناپذیر است. بدین ترتیب، برای مثال روایت دوم از واقع‌گرایی را می‌توان چنین بازنویسی کرد: در میان آن نظریه‌های علمی که توفیق تجربی داشته‌اند (و به‌ویژه پیش‌بینی‌های نوین فراهم آورده‌اند)، آن دسته از واژگان نظری که در این توفیق تجربی نقش گریزناپذیری داشته‌اند، با موفقیت به هویتاتی در جهان بیرونی ارجاع می‌دهند. حال، واقع‌گرا خواهد گفت که آن دسته از واژگان نظری که اکنون کنار رفته، و تهی و بدون مرجع دانسته می‌شوند، یا به نظریه‌های موفق تعلق نداشته، و یا در آن موفقیت نقش اجتناب‌ناپذیری نداشته‌اند. برای نمونه، برخی واقع‌گرایان منکر این هستند که اتر در نظریه‌های موفق قرن نوزدهمی (از جمله نظریه نور فرینل) نقش محوری داشته است.<sup>۲۲</sup>

اما، با چه معیاری می‌توان دریافت که بخشی از یک نظریه اجتناب‌ناپذیر است؟ شاید نخستین نگرانی درباره پاسخ واقع‌گرا به فرااستقرای بدبینانه این باشد که گویی او تنها با نظر به آنچه از نظریه‌های علمی گذشته از میان رفته یا برجای مانده می‌تواند بگوید که چه بخش‌هایی از آن نظریه‌ها برای توفیق تجربی‌شان اجتناب‌پذیر یا اجتناب‌ناپذیر بوده است. به بیان دیگر، گویی واقع‌گرا برای تعیین اجتناب‌ناپذیری/اجتناب‌پذیری بخشی از یک نظریه، به چیزی جز

همین معیار ماندگاری/ناماندگاری در طی دگرگونی‌های علمی دسترسی ندارد.<sup>۲۳</sup> روشن است که چنین معیار گذشته‌نگری نمی‌تواند درباره نظریه‌های کنونی به کار رود، و اگر چنین است، واقع‌گرایی عملاً نمی‌تواند متضمن رویکرد معرفتی مثبت به دستاوردهای بهترین نظریه‌های کنونی باشد؛ زیرا اجتناب‌ناپذیری واژگان نظری این نظریه‌ها برای واقع‌گرا معلوم نخواهد بود، در حالی که اجتناب‌ناپذیری شرطی لازم است برای این که واقع‌گرا آن واژگان را دارای مرجع بیرونی بداند. از سوی دیگر، دست‌کم تا زمانی که واقع‌گرا معیار مشخصی برای اجتناب (نا)پذیری فراهم نیاورده باشد، روایت اخیر از واقع‌گرایی با اجتناب‌پذیری همه واژگان نظری یک نظریه نیز سازگار است!<sup>۲۴</sup> سرانجام این که، ممکن است کسی در این سخن واقع‌گرا که واژگان نظری رهاشده در موفقیت نظریه‌های پیشین نقش اجتناب‌ناپذیری نداشته‌اند، مناقشه کند (دست‌کم بر پایه برخی تعاریف اجتناب‌ناپذیری).<sup>۲۵</sup>

آنچه گذشت تنها مرور و بررسی مقدماتی دو استدلال شناخته‌شده به سود و بر ضد واقع‌گرایی علمی بود با چشم‌پوشی از بسیاری ظرایف. هرچند چگونگی تقریر ما همدلی ضمنی با طرف ناواقع‌گرا را نمی‌پوشاند، هدف این نوشتار مساهمت یا حتی موضع‌گیری در این جدال کهنه نیست. بحث بالا گذشته از این که زمینه‌ساز بخش آینده است، نتیجه‌گیری درباره منازعه میان روایت‌های ساختارگرایانه از واقع‌گرایی و ناواقع‌گرایی نیز بدان باز خواهد گشت.

#### ۴. واقع‌گرایی ساختاری

پیدایش یا بازپیدایش واقع‌گرایی ساختاری را می‌بایست در زمینه جدال فوق میان واقع‌گرایی و ناواقع‌گرایی علمی درک کرد. وُرال، فیلسوف انگلستانی، واقع‌گرایی ساختاری را به‌مثابه راهی میانه در این جدال مطرح می‌کند. (Worrall 1989) از یک سو، او با اساس استدلال معجزه‌نیست همدلی دارد و تبیین موفقیت علم بدون گونه‌ای واقع‌گرایی درباره نظریه‌ها را شدنی نمی‌بیند. از سوی دیگر، به زعم او چالش فرااستقرای بدبینانه برای واقع‌گرایی علمی متعارف جدی است. از این رو، وُرال بر آن است که موفقیت نظریه‌های علمی را با دیدگاه واقع‌گرایانه تعدیل شده‌ای توضیح دهد که با انقلاب‌های علمی و دگرش در هستی‌شناسی نظریه‌های علمی سازگار است. او در این دیدگاه (یا دست‌کم طرح کلی آن) خود را نه پیشتاز بلکه وارث دانشمندان و فیلسوفان علمی چون پوانکاره (Henri Poincaré (1854-1912) و دوهم (Pierre Duhem (1861-

(1916) می‌داند. این دیدگاه می‌تواند ساختارگرایی (structuralism) و یا سه پیروی از ورال و برای تأکید بر جنبه واقع‌گرایانه آن - واقع‌گرایی ساختاری خوانده شود.

در نخستین تلاش، می‌توان واقع‌گرایی ساختاری را چنین دیدگاهی معرفی کرد: آنچه نظریه‌های موفق علمی درباره ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) می‌گویند کمابیش صادق است (و آنچه فراتر از این درباره هویت مشاهده‌ناپذیر محقق‌کننده آن ساختار می‌گویند قابل‌اعتماد نیست). طبیعی‌ست پرسیم مراد از ساختار در اینجا چیست. ورال در تقریر و دفاع اولیه و مشهور خود از واقع‌گرایی ساختاری (Worrall 1989) تعریف صریحی از ساختار به دست نمی‌دهد. او در آنجا واقع‌گرایی ساختاری را از خلال بحثی در تاریخ علم و به‌ویژه مطالعه‌ای موردی بر نورشناسی فرِنل معرفی و پشتیبانی می‌کند؛ پس از مروری بر بحث مربوطه، به مفهوم ساختاری که از این جستار ورال استنباط می‌شود باز خواهیم گشت.

ورال تحت تأثیر استدلال معجزه‌نیست مایل است بیند که آیا گونه‌ای از واقع‌گرایی هست که از گزند فرااستقرای بدبینانه در امان باشد. او توضیح می‌دهد که واقع‌گرایی نیازمند آن است که شناخت علمی به معنایی افزایشی (cumulative) باشد؛ (Worrall 1989, 105-107) به بیانی ساده، یعنی در گذر تغییرها و انقلاب‌های علمی، شناختی که پیش‌تر حاصل شده از دست نرفته، بلکه دقیق‌تر و گسترده‌تر گردد. او کمابیش افزایشی بودن شناخت علمی در سطح محتوای تجربی را مفروض می‌گیرد؛ روشن است که نظریه‌های جانشین موفقیت‌های تجربی نظریه‌های پیشین را بایستی تکرار کنند، و این بدان معناست که بخش موفق پیامدهای تجربی نظریه پیشین، با تقریبی، در نظریه جانشین تکرار می‌شود. (اگر ناواقع‌گرایی از گونه ون فراسن مدنظر باشد، افزایشی بودن تجربی روند علم را بایستی مورد اتفاق واقع‌گرا و ناواقع‌گرا بدانیم.) از طرفی، ورال با استدلال مبتنی بر دگرگونی نظریه‌های علمی - یعنی همان فرااستقرای بدبینانه - نیز همدل است؛ او نیز می‌پذیرد که تاریخ علم شاهد موارد فراوان دگرگونی نظریه‌های موفق در سطح نظری بوده است. (Worrall 1989, 107-109) مفروضاتی چون اتر و فلوژیستون و کالریک، به رغم حضور در نظریه‌های موفق تجربی، در نظریه‌های جانشین به کلی کنار گذاشته شده‌اند. با این همه، ادعای اصلی ورال این است که می‌توان (افزایشی بودن تجربی و) دگرگونی‌های بنیادی نظری را به رسمیت شناخت، بی آن که به ورطه ناواقع‌گرایی افتاد. پیشنهاد وی واقع‌گرایی ساختاری است. بیان کیفی این دیدگاه، با استنباط از بحث کنونی ورال، چنین است: ورای داده‌های تجربی، نظریه‌های موفق علمی (بخشی از) ساختار واقعیتی را نیز که در پس آن

داده‌های تجربی‌اند تقریباً درست توصیف می‌کنند. بنابراین، افزون بر داده‌های تجربی، شناخت علمی درباره ساختار واقعیت نیز افزایشی است.<sup>۲۶</sup>

مثال مهمی که ورال مطرح می‌کند و پیش‌تر هم در این مقاله چند بار بدان اشاره شد نورشناسی فرِنل (Augustin-Jean Fresnel (1788-1827)) است. نظریه نور فرِنل مبتنی بر بستری صلب و کشسان به نام اتر بود. نور موجی قلمداد می‌شد که با نوسان اجزای اتر در طول آن گسترش می‌یافت. نظریه الکترومغناطیسی نور، اتر را کنار گذاشته، و نور را نوسان در میدان الکترومغناطیسی قلمداد می‌کند؛ میدانی که در اینجا دارای واقعیت فیزیکی بنیادین است. (Worrall 1989, 107-108, 115-116) پس در نظریه جانشین، بستر صلب و کشسانی در کار نیست. مفروضات نظری و هستی‌شناسی نظریه (در گذار از فرِنل به ماکسول (James Clerk Maxwell (1831-1879))) به کلی دگرگون شده است. در واقع، آنچه دو نظریه درباره طبیعت نور می‌گویند، به روشنی با یکدیگر ناسازگار است. اینجاست که ورال به معادلات فرِنل اشاره می‌کند. (Worrall 1989, 119) این معادلات درباره شدت نسبی پرتوی نوری است که تابیده شده و در گذار از محیطی به محیط دیگر دچار بازتاب (reflection) و شکست (refraction) می‌شود. با تغییر اندکی در شیوه تعبیر کمیت‌های حاضر در معادلات (مثلاً جایگزینی دامنه نوسان اجزای اتر با دامنه نوسان میدان الکترومغناطیسی)، این معادلات دقیقاً در نظریه ماکسول نیز برقرار و درست‌اند. پس روابطی که میان کمیت‌های نظریه فرِنل برقرار بوده، عیناً میان کمیت‌های متناظر نظریه ماکسول برقرارند. این روابط یا معادلات، به زعم ورال، بازنمای همان ساختاری هستند که نظریه فرِنل درباره واقعیتی که در پس پدیده‌های نوری است به درستی توصیف کرده است. در واقع (در صورت همراهی با استدلال معجزه نیست) می‌توان گفت، دریافت درست همین ساختار بوده که موفقیت تجربی نظریه فرِنل را در پی داشته است. این توصیف ساختاری درست، در جریان گذار به نظریه الکترومغناطیسی نور نیز محفوظ می‌ماند. بنابراین، دگرگونی‌های علمی تمام محتوای فراتجربی (یا نظری) نظریه‌های موفق پیشین را از میان نمی‌برد؛ مثال اخیر شاهدهی است بر آن که شناختی که نظریه‌های مزبور درباره ساختار واقعیت فراهم آورده‌اند محفوظ می‌ماند.<sup>۲۷</sup>

طبیعی است که ورال به مثال بالا بسنده نمی‌کند. به علاوه، او این مثال را از جهتی کم‌مانند قلمداد می‌کند. در مثال اخیر معادلات فرِنل عیناً در نظریه جانشین تکرار می‌شوند؛ در بیشتر نمونه‌ها، معادلات نظریه پیشین حالت حدی معادلات نظریه جانشین هستند، و بنابراین بایستی گفت که به گونه‌ای تقریبی محفوظ مانده‌اند. نکته اخیر، کمابیش همان چیزی است که در

فیزیک - و به‌ویژه پیرامون نظریه مکانیک کوانتوم - به عنوان اصل هم‌خوانی (the correspondence principle) شناخته می‌شود. به نظر می‌رسد که هرگاه نظریه‌ای فیزیکی که از موفقیت پیش‌بینانه - به معنای فراهم آوردن پیش‌بینی‌های نوین - برخوردار بوده، با نظریه تازه‌ای جایگزین شود، اصل هم‌خوانی برقرار است: این بدان معناست که معادلات نظریه پیشین بایستی به عنوان حالت حدی معادلات نظریه جانشین بازپیدا شوند. (Worrall 1989, 120) و رال توضیح می‌دهد که چون این اصل تنها و دقیقاً در سطح ریاضی نظریه حکم فرماست، کاملاً سازگار است با این که مفروضات نظری نظریه جانشین (که عبارات درون معادلات را تفسیر می‌کنند)، به کلی متفاوت با نظریه پیشین باشد.<sup>۲۸</sup> به نظر می‌رسد که رال برقراری اصل هم‌خوانی را ضامن پیوستگی تقریبی درون‌مایه ساختاری نظریه‌های علمی می‌داند.

از رهگذر دفاع و رال از واقع‌گرایی ساختاری با مثال معادلات فرنل و اصل هم‌خوانی، کمابیش تصویری اولیه از معنای ساختار نزد او نیز به دست می‌آید. در نظریه‌های علمی (و به‌ویژه در فیزیک) این معادلات ریاضی هستند که ساختار را بازنمایی می‌کنند. پس استنباطی اولیه می‌تواند چنین باشد که ساختار نزد و رال همان مابازاء عینی یا صادق‌ساز معادلات ریاضی نظریه‌های علمی ماست. اگر بپذیریم که صدق معادلات مربوطه درباره دسته‌ای از اشیاء بر پایه مجموعه‌ای از روابط استوار است که میان آن اشیاء یا میان ویژگی‌های‌شان برقرار است، ساختار همان مجموعه روابط است. تنها یک نتیجه چنین دیدگاهی این است که ساختار یا گردایه یکسانی از روابط را مجموعه‌های متمایزی از اشیاء می‌توانند محقق کنند.<sup>۲۹</sup>

در ادبیات پیرامون واقع‌گرایی ساختاری، و از جمله در مقاله جریان‌ساز و رال، واژه ساختار (structure) هم برای دلالت بر امری واقعی و عینی به کار می‌رود (همسو با کاربرد نوشتار ما تا بدین جا)، و هم گاهی برای دلالت بر امری نظری که احیاناً بازنماینده آن امر عینی است.<sup>۳۰</sup> بیاید ساختار به معنای نخست را ساختار عینی، و ساختار به معنای دوم را ساختار نظری بخوانیم. در این صورت، بیان دیگری از نتیجه‌گیری اخیر ما این خواهد بود که و رال ساختار نظری را کمابیش همان معادلات ریاضی نظریه‌های علمی (شاید در حالی نه کاملاً تعبیرشده) می‌داند، و ساختار عینی متناظر با این ساختار نظری را مجموعه‌ای از روابط (میان اشیاء یا میان ویژگی‌های اشیاء).

بدین ترتیب، نخستین و مشهورترین اثر و رال درباره واقع‌گرایی ساختاری تنها درکی تقریبی و اولیه‌ای از ساختار (به هر یک از دو معنای عینی و نظری‌اش) به دست می‌دهد. با این وجود،

وُرال در برخی نگاشته‌های بعدی‌اش<sup>۳۱</sup> به یاری رمزی‌سازی (Ramseyfication) صورت‌بندی دقیق‌تر و روشن‌تری به‌ویژه از ساختار نظری و به تبع آن واقع‌گرایی ساختاری پیش می‌نهد.<sup>۳۲</sup>

## ۵. واقع‌گرایی ساختاری بر پایه رمزی‌سازی

در رمزی‌سازی جمله متناظر با یک نظریه<sup>۳۳</sup>، تمام واژگان نظری آن را با متغیرهای مرتبه‌دوم (متغیرهای محمولی) جایگزین کرده، و روی آن‌ها سور وجودی می‌بندیم. فرض کنید  $\Theta(O_1, O_2, \dots, O_n, T_1, T_2, \dots, T_m)$  نظریه ما بوده، و  $O_1, O_2, \dots, O_n$  واژگان مشاهده‌ای و  $T_1, T_2, \dots, T_m$  واژگان نظری آن باشند. جمله  $\Theta$  پس از اعمال رمزی‌سازی روی واژگان نظری، به این شکل در خواهد آمد:  $\Theta(O_1, O_2, \dots, O_n, t_1, t_2, \dots, t_m) \exists t_1, t_2, \dots, t_m$  (ها متغیر محمولی یا مرتبه‌دوم هستند). جمله اخیر، یعنی  $\Theta$  پس از رمزی‌سازی که آن را به صورت  $\Theta_R$  نشان خواهیم داد، جمله رمزی نامیده می‌شود. جمله رمزی ویژگی‌های نحوی (syntactic) جالبی دارد؛ از جمله این که نتیجه منطقی (نحوی) جمله متناظر با نظریه است<sup>۳۴</sup>، و این که نتایج مشاهده‌ای آن با خود نظریه یکسان است.<sup>۳۵</sup>

به زعم وِرال جمله رمزی نظریه بیان مناسبی است از آنچه واقع‌گرای ساختاری درون‌مایه نظریه‌های علمی قلمداد می‌کند.<sup>۳۶</sup> صدق  $\Theta_R$  به این معناست که روابطی منطقی میان ویژگی‌ها و روابط مشاهده‌پذیر (یعنی آن‌ها که مرجع  $O_1, O_2, \dots, O_n$  هستند) و برخی ویژگی‌ها و روابط مشاهده‌ناپذیر (یعنی آن‌هایی که ارزش  $t_1, t_2, \dots, t_m$  هستند) وجود دارد.<sup>۳۷</sup> پس در اینجا با نوعی ساختارگرایی مرتبه دوم روبرویم؛ زیرا بر مبنای این دیدگاه، نظریه علمی درباره جهان مشاهده‌ناپذیر، تنها شناخت روابطی (مرتبه دوم) میان ویژگی‌ها و روابط (مرتبه اول) را فراهم می‌آورد، و نه هیچ شناخت دیگری از ویژگی‌ها و روابط مرتبه اول (نظری).<sup>۳۸</sup> همچنین، با کاربرد اصطلاحی که در پایان بخش گذشته معرفی کردیم، می‌توان گفت که جمله رمزی صورت‌بندی دقیق‌تر وُرال از ساختار نظری (بازنماینده ساختار عینی) است.

بگذارید مثالی بزینیم. اگر ذره‌ای با گشتاور مغناطیسی ناصفر، مانند یک الکترون، از دستگاه اشترن-گرلاخ عبور کند، مسیرش (بسته به جهت اسپین) به بالا یا پایین منحرف شده و پس از اصابت لکه مشاهده‌پذیری در بخش بالایی یا پایینی صفحه آشکارساز بر جای می‌گذارد.<sup>۳۹</sup> چهار محمول تعریف می‌کنیم.  $Ex$ : الکترون است،  $SGy$ : دستگاه اشترن-گرلاخ است،  $Pxy$ : [ذره]  $x$  از [دستگاه اشترن-گرلاخ]  $y$  عبور می‌کند، و  $Dy$ : در بخش بالایی یا پایینی صفحه آشکارساز [دستگاه اشترن-گرلاخ]  $y$  لکه‌ای بر جای می‌ماند.  $E$  و  $P$  محمول‌هایی نظری



هستند<sup>۴۰</sup>، و  $D$  و  $SG$  محمول‌هایی مشاهده‌ای. فرض کنید بیانی که دربارهٔ الکترون و دستگاه اشترن-گرلاخ آمد را چنین صورت‌بندی کنیم:  $\forall xy (Ex \wedge SGy \wedge Pxy \rightarrow Dy)$ . بنا به توضیحات فوق، پس از رمزی‌سازی خواهیم داشت:  $\exists T T' \forall xy (Tx \wedge SGy \wedge T'xy \rightarrow Dy)$ <sup>۴۱</sup>. صدق این جملهٔ رمزی بدین معناست که یک ویژگی و یک رابطه هستند که اگر عطف به ویژگی دستگاه اشترن-گرلاخ بودن (و با اشتراک خاصی در مصادیقشان) احراز شوند، ویژگی برجای ماندن لکه‌ای در بخش بالایی یا پایینی صفحهٔ آشکارساز نیز محقق می‌شود. پس این جملهٔ رمزی بیان‌گر رابطه‌ای شرطی میان تحقق برخی ویژگی‌ها و روابط مشاهده‌ناپذیر و دو ویژگی مشاهده‌پذیر است. این گویای همان نکته است که در ساختارگرایی وُرال، چون شناخت علمی ما محدود به جمله‌های رمزی است، دربارهٔ جهان مشاهده‌ناپذیر تنها روابطی منطقی (و مرتبه‌دوم) میان ویژگی‌ها و روابط (مرتبه‌اول) قابل شناخت خواهد بود.

از ساختارگرایی کمابیش در چنین معنایی راسل ((Bertrand Russell (1872-1970)) و کارنپ (Rudolf Carnap (1891-1970)) نیز چند دهه پیش‌تر از وُرال دفاع کرده بودند.<sup>۴۲</sup> راسل پس از روبروشدن با اشکال مشهور نیومن<sup>۴۳</sup> به معنایی تسلیم شد و از این دیدگاه کوتاه آمد.<sup>۴۴</sup> اما کارنپ اشکال مشابهی را کمی قبل‌تر از طرح آن توسط نیومن پیش‌بینی کرده بود و به زعم خود چاره‌ای یافته بود.<sup>۴۵</sup> به هر حال، وُرال نیز بر آن است که ایراد مزبور پاسخ‌دادنی است. (Worrall 2007, 147-153; 2020, §4.2)

پیش از پرداخت به اشکال نیومن، می‌بایست اشاره کنیم که دست‌کم دو موضوع اساسی پیرامون واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی<sup>۴۶</sup> در آثار وُرال کمابیش مغفول یا مبهم مانده است:

اولاً، دیدیم که نزد وُرال، افزون بر داده‌های تجربی، شناخت علمی دربارهٔ ساختار واقعیت (مشاهده‌ناپذیر) نیز افزایشی است. فرض کنید  $\Theta^1$  یک نظریهٔ موفق علمی باشد که با نظریهٔ تازه‌تر  $\Theta^2$  جایگزین شده است؛ همچنین،  $\Theta_R^1$  و  $\Theta_R^2$  به ترتیب جمله‌های رمزی این دو نظریه هستند، که به زعم وُرال بیان‌گر تمام محتوای شناختی آن نظریه‌ها هستند. پس افزایشی بودن شناخت علمی در گذار از  $\Theta^1$  به  $\Theta^2$  مستلزم گونه‌ای پیوستگی، شباهت، یا اشتراک میان  $\Theta_R^1$  و  $\Theta_R^2$  است. تا جایی که بررسی ما نشان می‌دهد<sup>۴۷</sup>، وُرال رسماً بدین نکتهٔ مهم نپرداخته است. رمزی‌سازی این شهود را تجسم می‌بخشد که نظریهٔ علمی ما را به ویژگی یا رابطه‌ای که توصیفی را برآورده می‌سازد متعهد می‌کند؛ اما، شرط (صوری) این که چنین توصیفی (در جایگزینی  $\Theta_R^1$  با  $\Theta_R^2$ ) حفظ شده و شناخت علمی افزایشی باشد چیست؟ گویی، توجه وُرال عمدتاً مصروف این نکته شده که رمزی‌سازی چگونه می‌تواند ادعای مقطعی واقع‌گرایی ساختاری دربارهٔ چندوچون شناخت حاصل از یک نظریهٔ علمی

را صورت‌بندی کند، و بدین که ادعای طولی افزایشی بودن شناخت علمی دقیقاً چگونگی در این صورت‌بندی تعبیر می‌گردد نپرداخته است. مادام که ندانیم واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی تا چه اندازه مستلزم (یا دست‌کم سازگار با) افزایشی بودن شناخت علمی در سطح نظری و فراتجربی است، نخواهیم دانست که آیا صورت‌بندی مناسبی از انتظارات وُرال هست یا خیر.<sup>۴۸</sup>

ثانیاً، اگر جمله رمزی را نزد وُرال همان ساختار نظری بدانیم (که به گمان ما خوانشی قابل‌دفاع و بلکه طبیعی از دیدگاه اوست)، این پرسش پیش می‌آید که امر عینی‌ای که این ساختار نظری بازنمایی می‌کند چگونه چیزی است، و آیا می‌تواند مطابق دیدگاه وُرال ساختار (عینی) جهان قلمداد شود. روی دیگر چنین پرسشی این است که آیا واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی مستلزم مابعدالطبیعه یا هستی‌شناسی خاصی است یا خیر. پرسش اخیر به‌ویژه از آن رو اهمیت دارد که فلاسفه‌ای چون جیمز لیدیمن (James Ladyman) و استیون فرنچ (Steven French) هوادار روایتی مابعدالطبیعی از واقع‌گرایی ساختاری هستند که یک هستی‌شناسی ساختارگرا پیش می‌نهد، که در آن جایگاه هستی‌شناختی اشیاء (- فردی) و ویژگی‌های درونی تنزل یافته و جایگاه روابط ارتقاء می‌یابد.<sup>۴۹</sup> با این پیش‌زمینه، شکل خاص‌تری از پرسش یادشده این است که آیا واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی هم مقتضی یک هستی‌شناسی ساختارگراست یا این که دیدگاهی منحصرأ معرفت‌شناختی است؟

یک ملاحظه معناشناختی اولیه این است که ساختارهایی که زبان (مرتبه‌دوم) جمله رمزی نظریه روی آن‌ها تعبیر می‌شود کمابیش از قبیل همان ساختارهایی هستند که زبان (مرتبه‌اول) خود نظریه رویشان تعبیر می‌گردد؛<sup>۵۰</sup> تا جایی که معنانشناسی را راهنمای مابعدالطبیعه بدانیم، به نظر می‌رسد رمزی‌سازی اقتضائات هستی‌شناختی نظریه را چندان متأثر نمی‌سازد. این نکته سازگار است با این که واقع‌گرایی ساختاری به‌روایت وُرال هرگز قرار نبوده که هستی‌شناسی جایگزینی پیش نهد؛ این دیدگاه تنها قرار بوده معین سازد که شناخت علمی درباره چه جنبه‌هایی از این هستی‌شناسی است. هستی‌شناسی‌ای که جمله رمزی اقتضا دارد متشکل از همان دامنه‌ای از چیزها/اشیاء است و ویژگی‌ها و روابطی (برجسته یا طبیعی<sup>۵۱</sup>) روی این دامنه؛ نکته‌ای به سود هستی‌شناسی ساختارگرا (بدان معنای مدنظر لیدیمن و فرنچ) در آن یافت نمی‌شود. واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی مستلزم این است که شناخت علمی ما از این هستی‌شناسی (متعارف) حداکثر از این قبیل است که ویژگی‌ها و روابطی (برجسته یا طبیعی) در آن هستند، که روابط منطقی خاصی با یکدیگر دارند. در یک کلام، واقع‌گرایی ساختاری به‌روایت وُرال اقتضائات هستی‌شناختی دارد، ولی این اقتضائات نامتعارف یا به‌طور خاص ساختارگرا نیستند.

## ۶. اشکال نیومن و گریزگاه واقع‌گرایی ساختاری

نخست به تقریری از اشکال نیومن خواهیم پرداخت (که مانند بیان خود او) مستقل از رمزی‌سازی است. بدین منظور، نیاز است تعریفی صوری از ساختار فراهم آوریم<sup>۵۲</sup>: ساختار<sup>۵۲</sup> یک زوج مرتب  $(D, \mathcal{R})$  است که مؤلفه نخستش دامنه‌ای از چیزها و مؤلفه دومش مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و روابط تعریف‌شدنی به‌گونه‌ی مصداقی (extensional) روی آن دامنه باشد.<sup>۵۳</sup> با این تعریف، اگر داشته باشیم:  $D_0 = \{1, 2, 3\}$  و  $\mathcal{R}_0 = \{\{3\}, \{(1, 2), (3, 2)\}\}$ ، آنگاه  $(D_0, \mathcal{R}_0)$  یک ساختار است، با دامنه‌ای سه‌عضوی از اعداد و مجموعه‌ای دو‌عضوی از ویژگی‌ها و روابط (یک ویژگی که تنها بر یک عضو صدق می‌کند، و یک رابطه دوجایگاهی که دو زوج مرتب آن را محقق کرده‌اند). همچنین، دو ساختار را یکریخت (isomorphic) می‌نامیم اگر، به بیانی ساده، تناظری یک‌به‌یک میان دامنه‌ها و همین‌طور مجموعه ویژگی‌ها و روابطشان وجود داشته باشد که حافظ ساختار است.<sup>۵۴</sup> سرانجام این که، به نظر می‌رسد چنین تعریفی از ساختار، به تعبیری، در طول تفکیک ساختار به عینی و نظری (نزد واقع‌گرای ساختاری) قرار می‌گیرد؛ گویی با همین تعریف، هم می‌توان ساختار عینی داشت (احتمالاً آنگاه که اعضای دامنه اشیاء انضمامی بوده و ویژگی‌ها و روابط درون ساختار واقعی هستند)، و هم ساختار نظری (برای مثال، یک ساختار مجرد ریاضی که برای بازنمایی همان ساختار عینی به کار می‌رود).

تقریری ساده‌شده از ادعای واقع‌گرایی ساختاری این است که فقط ساختار جهان شناختنی است.<sup>۵۵</sup> بر پایه تعاریف بند پیشین، ادعای واقع‌گرای ساختاری را می‌توان چنین فهمید که شناخت حاصل از یک نظریه علمی از این قبیل است که مدل یا ساختاری چون  $(D_T, \mathcal{R}_T)$  با ساختاری در جهان یکریخت است. اشکال نیومن در حقیقت این است که چنین شناختی بسیار ناچیز یا سهل‌الوصول است. فرض کنید دامنه هویات جهان (یا بهتر بگوییم، هویات بخش یا جنبه‌ای از جهان که هدف نظریه مربوطه است)  $D_W$  باشد. اگر تعداد اعضا یا کاردینالیته دامنه‌ها، یعنی  $D_T$  و  $D_W$  برابر باشد، روشن است که میان آن‌ها تناظری یک‌به‌یک وجود خواهد داشت.<sup>۵۶</sup> به کمک این تناظر، بر پایه نظریه مجموعه‌ها می‌توان نشان داد مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و روابط<sup>۵۷</sup> روی  $D_W$  وجود دارد (مثلاً به نام  $\mathcal{R}_W$ )، به‌گونه‌ای که ساختارهای  $(D_T, \mathcal{R}_T)$  و  $(D_W, \mathcal{R}_W)$  یکریخت‌اند.<sup>۵۸</sup> (همچنین اگر تعداد اعضای  $D_W$  از  $D_T$  بیش‌تر باشد، به‌وضوح زیرمجموعه‌ای از  $D_W$  مانند  $D_W^*$  هست که با  $D_T$  هم‌شمار باشد، و آنگاه نیز  $(D_T, \mathcal{R}_T)$  با ساختاری چون  $(D_W^*, \mathcal{R}_W^*)$  یکریخت خواهد بود.) پس در ساختارگرایی علمی (بدین معنا)، هر ساختار دلخواهی را به (هر بخشی از) جهان -تنها اگر به شمار کافی

شیء در آن باشد- می توان نسبت داد. این گزاره که (بخشی از) جهان ساختار (یکریخت با)  $(\mathcal{D}_T, \mathcal{R}_T)$  دارد، تنها متضمن این است که تعداد اشیاء (آن بخش از) جهان برابر یا بیشتر از  $|\mathcal{D}_T|$  است. در یک کلام، به نظر می رسد ساختارگرایی این نتیجه عجیب را در پی دارد که شناخت علمی ما حداکثر از شمار اشیاء موجود در جهان است.<sup>۵۹</sup>

اکنون توضیح می دهیم که چگونه مشابه این اشکال دامن ساختارگرایی مبتنی بر رمزی سازی را هم می گیرد. به یاد می آورید که جمله متناظر با نظریه را پیش و پس از رمزی سازی به ترتیب  $\Theta$  و  $\Theta_R$  نامیدیم. ابتدا حالتی حدی و غیرواقعی را در نظر می گیریم که  $\Theta$  تنها واژگان یا محمول های نظری دارد (و بنابراین، تمام محمول های رمزی سازی می شوند)؛  $\Theta_R$  عبارت خواهد بود از:  $\exists t_1, t_2, \dots, t_m \Theta(t_1, t_2, \dots, t_m)$ . می توان نشان داد که جمله رمزی نظریه، یعنی  $\Theta_R$ ، (درباره جهان) صادق است، اگر و تنها اگر، خود نظریه، یعنی  $\Theta$ ، مدلی مانند  $(\mathcal{D}_M, \mathcal{R}_M)$ <sup>۶۰</sup> داشته باشد که با ساختاری در جهان یکریخت است.<sup>۶۱</sup> اما در این صورت روشن است که، به معنایی، مقدمه اشکال نیومن فراهم شده است. با توجه به آنچه در توضیح اشکال گفتیم، این یعنی  $\Theta_R$  صادق است، اگر و تنها اگر،  $\Theta$  مدلی داشته باشد که دامنه اش با دامنه (بخشی از) جهان هم شمار باشد؛ یعنی صدق جمله رمزی حداکثر متضمن شرطی درباره شمار هویت (بخشی از) جهان است.

همان گونه که اشاره شد، این که نظریه مان واژگان مشاهده ای نداشته باشد حالتی حدی و غیرواقعی است. نظریه علمی بدون نتایج مشاهده ای (مثلاً به عنوان پیش بینی) بی ارزش است، و داشتن نتایج مشاهده ای هم نیازمند حضور واژگان و محمول های مشاهده ای در نظریه است. این است که واکنش نخست فیلسوفی چون وُرال نیز به اشکال نیومن همین است که دست کم تقریر اولیه و اصلی اش تنها درباره این حالت غیرواقعی وارد است که نظریه مان هیچ محمولی مشاهده ای نداشته باشد و همه محمول های رمزی سازی حذف شوند.<sup>۶۲</sup> با این همه، می توان نشان داد که مشابه اشکال نیومن بدون این فرض هم طرح شدنی است.

اگر نظریه مان،  $\Theta$ ، چنان که طبیعتاً انتظار می رود واژگان مشاهده ای هم داشته باشد، جمله رمزی اش،  $\Theta_R$ ، عبارت خواهد بود از:  $\exists t_1, t_2, \dots, t_m \Theta(O_1, O_2, \dots, O_n, t_1, t_2, \dots, t_m)$ . ساختاری چون  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  را در نظر بگیرید که دامنه ای  $(\mathcal{W})$  متشکل از (بخشی از) هویت درون جهان داشته، و مجموعه ای  $(\mathcal{R}_O)$  از ویژگی ها و روابط روی  $\mathcal{W}$  که تعبیر مطلوب<sup>۶۳</sup> محمول های مشاهده ای (زبان) نظریه کنونی (یعنی  $O_i$  ها) هستند. با استدلالی که در گام نهایی کاملاً مشابه روایت بالا از اشکال نیومن است، می توان نشان داد که  $\Theta_R$  درباره (بخشی از) جهان

که دامنه‌اش  $\mathcal{W}$  است صادق است، اگر و تنها اگر،  $\Theta$  مدلی مانند  $(D_M, \mathcal{R}_M^O \cup \mathcal{R}_M^T)$  داشته باشد که فروکاست تجربی‌اش (یعنی  $(D_M, \mathcal{R}_M^O)$ )<sup>۶۴</sup> با  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  یک‌ریخت باشد.<sup>۶۵</sup> به بیانی ساده‌تر، جمله رمزی  $(\Theta_R)$  درباره جهان صادق است، اگر و تنها اگر، نظریه  $(\Theta)$  مدلی داشته باشد که فروکاست تجربی‌اش با ساختار مشاهده‌پذیری<sup>۶۶</sup> که هدف نظریه است یک‌ریخت باشد.<sup>۶۷</sup> بایستی توجه داشت که تعاریف ما به گونه‌ای است که شرط هم‌شماری دامنه مدل نظریه  $(\Theta)$  با دامنه (بخش هدف از) جهان، یعنی  $\mathcal{W}$ ، در نتیجه یا همان جمله سمت چپ این دوشروطی مستتر است.

به یاد می‌آورید که تعریف نخستین ون فراسن از کفایت تجربی بدین گونه بود: یک نظریه کفایت تجربی دارد اگر و تنها اگر نتایج مشاهده‌ای‌اش صادق باشد. بلافاصله پس از آن، او تعریف «کمی دقیق‌تر»ی نیز ارائه می‌دهد: یک نظریه کفایت تجربی دارد اگر و تنها اگر دست‌کم یک مدل داشته باشد که همه پدیده‌های واقعی (که هدف آن نظریه‌اند) درونش جای بگیرند.<sup>۶۸</sup> در ادامه همان اثر، این تعریف باز هم بهبود می‌یابد:

«ساختارهایی که می‌توان در گزارش آزمایش‌ها یا اندازه‌گیری‌ها توصیف کرد را نمودها (appearances) می‌خوانیم. نظریه کفایت تجربی دارد اگر مدلی داشته باشد به طوری که همه نمودها با زیرساختارهای تجربی آن مدل یک‌ریخت باشند».<sup>۶۹</sup>

با این حساب، رواست چنین استنباط کنیم که صدق جمله رمزی نیازمند برقراری شرطی است که کمی تقویت شده شرط کفایت تجربی ون فراسن است:<sup>۷۰</sup> این که نظریه مدلی داشته باشد که همه پدیده‌های واقعی (که هدف یا موضوع آن نظریه‌اند) درونش جای بگیرند و دامنه این مدل با دامنه (بخش هدف از) جهان هم‌شمار باشد.

به هر ترتیب، وراى شرطی درباره شمار هویتات (بخشی از) جهان، جمله رمزی نظریه علمی اقتضای دیگری درباره جهان مشاهده‌ناپذیر ندارد. روشن است که چنین نتیجه‌ای برای دیدگاه وِرال ویران‌گر خواهد بود. واقع‌گرایی ساختاری نیازمند این است که جمله رمزی (بهترین) نظریه‌های علمی از ساختار جهان مشاهده‌ناپذیر - و نه حداکثر شمار هویتاتش - حکایت کند. باید توجه کرد که چنان نیست که ناواقع‌گرایی هم در هر شکلش از گزند اشکال نیومن در امان باشد. اشکال نیومن در واقع نتایج نظری (یا غیرمشاهده‌ای) نظریه‌های علمی را بدیهی‌سازی می‌کند. لزومی ندارد یک ناواقع‌گرا با این نکته همراه باشد؛ دیدیم که ون فراسن، برای مثال، نتایج غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی را نیز تحت‌اللفظی می‌فهمد، ولی هوادار امکان نوعی ندانم‌گرایی درباره آن‌هاست.<sup>۷۱</sup> «الکترون وجود دارد» ادعایی نابديهی درباره جهان

مشاهده‌ناپذیر است؛ یک ناواقع‌گرا از گونه‌ون فراسن تنها بر آن است که نیازی نیست برای پذیرش یک نظریه به صدق یا کذب این دست گزاره‌ها باورمند باشیم. بنابراین، از اشکال نیومن چنین برمی‌آید که هرکس، چه واقع‌گرا و چه ناواقع‌گرا، مادام که فحوای نظریه‌های علمی دربارهٔ جهان مشاهده‌ناپذیر را فارغ از صدق و کذب نابدیهی بداند، نمی‌تواند بر آن باشد که جملهٔ رمزی بیان‌گر همهٔ درون‌مایهٔ یک نظریهٔ علمی است (در بخش‌های پایانی خواهیم دید که هرچند ون فراسن نگاهی اساساً متفاوت به چیستی نظریه و شناخت علمی دارد، از اشکالی نزدیک به اشکال نیومن در امان نیست).<sup>۷۲</sup>

منشأ بروز اشکال نیومن، به‌ویژه در تقریر ما از روایت اصلی آن، در حقیقت همان‌جا بود که ادعای ساختارگرایی علمی بر پایهٔ تعریف (نظریه‌مجموعه‌ای) ساختار چنین بیان گردید: شناخت علمی از این قبیل است که یک مدل یا ساختار نظری با ساختاری در جهان یک‌ریخت است. مادام که تعریف نظریه‌مجموعه‌ای از ساختار مدنظر باشد، «ساختاری در جهان» یعنی هر ساختاری که با شمار اعضای دامنهٔ جهان سازگار باشد، و یک‌ریختی با یکی از این ساختارها کمابیش برای هر مدل علمی حاصل است (طبعاً به شرط مناسب بودن کاردینالیتی). همین ملاحظه می‌تواند گریزگاه‌های احتمالی را نشان دهد.<sup>۷۳</sup> می‌توانیم تعریف (نظریه‌مجموعه‌ای) ساختار را اصلاح کرده و مانع‌تر سازیم، یا توصیف «ساختاری در جهان» را به‌نحوی مقیدتر و معین‌تر کنیم. چون راه‌برد نخست مستلزم اصلاح درک کمابیش جاافتاده‌ای از مدل یا ساختار نظری نیز بوده و از چارچوب کنونی فهم ساختارگرایی دور می‌شود، بررسی فعلی بر راه‌برد دوم متمرکز خواهد بود. ما ساختاری در جهان را ساختاری چون  $(D_W, R_W)$  دانسته بودیم که دامنه‌اش  $(D_W)$  دربرگیرندهٔ (بخشی از) هویتات جهان باشد. می‌توان گفت که عمدهٔ پاسخ‌ها به اشکال نیومن این‌گونه‌اند که شرطی هم دربارهٔ مجموعهٔ ویژگی‌ها و روابط این ساختار  $(R_W)$  وضع می‌کنند؛ مثلاً می‌گویند ویژگی‌ها و روابط درون  $R_W$  می‌بایست واقعی (real)، مهم (important)، طبیعی (natural)، یا به هر نحوی برجسته و متمایز از باقی ویژگی‌ها و روابط (به‌معنای مصداقی (extensional)) باشند.<sup>۷۴</sup> روشن است که دیگر نمی‌توان برای هر ساختار یا مدل نظری مانند  $(D_T, R_T)$ ، تنها بر پایهٔ هم‌شماری  $D_T$  با  $D_W$ ، نتیجه گرفت که با ساختاری در جهان، مانند  $(D_W, R_W)$ ، که  $R_W$  تنها شامل ویژگی‌ها و روابط واقعی/مهم/طبیعی باشد، یک‌ریخت است. ساده بگوییم: این که یک مدل یا ساختار نظری با ساختاری واقعی/مهم/طبیعی در جهان یک‌ریخت باشد دیگر بدیهی و سهل‌الوصول نیست.<sup>۷۵</sup>

نظیر همین راه‌حل درباره ساختارگرایی مبتنی بر رمزی‌سازی نیز قابل پیاده‌سازی است، البته با اعمال تغییری در خود رمزی‌سازی: می‌بایست درون سوری که روی متغیرهای محمولی بسته‌ایم و عطف به فرمول مربوط به نظریه تصریح کنیم که آن متغیرها ویژگی‌ها و روابطی را بیان می‌کنند که واقعی/مهم/طبیعی هستند. فرض کنید می‌خواهیم طبیعی بودن را شرط بگیریم، و محمول مرتبه دوم  $N$  ویژگی مرتبه دوم طبیعی بودن را بیان کند. آن‌گاه جمله شبه‌رمزی،  $\Theta'_R$ ، بدین صورت درخواهد آمد:

$$\exists t_1, t_2, \dots, t_m \left( \left( \bigwedge_{i=1}^m N(t_i) \right) \wedge \Theta(O_1, O_2, \dots, O_n, t_1, t_2, \dots, t_m) \right)$$

این جمله درباره جهان صادق است، اگر و تنها اگر، نظریه مدلی داشته باشد که فروکاست تجربی‌اش با ساختار مشاهده‌پذیری که هدف نظریه است یک‌ریخت بوده و اعضای مشاهده‌ناپذیر مجموعه ویژگی‌ها و روابط آن همگی طبیعی باشند.<sup>۷۶</sup> جمله‌واره اخیر بدین معناست که -برخلاف جمله رمزی- فحوای جمله شبه‌رمزی درباره جهان مشاهده‌ناپذیر کاملاً نابدیهی بوده و دیگر سهل‌الوصول نیست.<sup>۷۷</sup>

یک نکته نهایی درباره راه‌برد کنونی برای گریز از اشکال نیومن. چه می‌شد اگر از همان ابتدا به جای این که بگوییم مدل یا ساختار نظری با ساختاری در جهان یک‌ریخت است، بگوییم با ساختار جهان یک‌ریخت است؟ به نظر می‌رسد با توجه به تعریف ما از ساختار، تعبیر ساختار جهان وصف معینی است که شرط یکتایی‌اش برقرار نیست. ولی به نحوی می‌توان این مشکل را دور زد؛ بگوییم مدل یا ساختار نظری با (خود) جهان یک‌ریخت است. چنین بیانی طبعاً مستلزم این است که جهان خودش ساختار باشد (دقت کنید که تا به حال سخن این بود که جهان ساختار/هایی دارد یا ساختار/هایی در جهان هست/ند). پس می‌گوییم جهان این همان است با ساختاری چون  $(D_{the\ world}, R_{the\ world})$ . حال، ساختارگرا می‌تواند بگوید متعلق شناخت علمی از این قبیل است که یک مدل یا ساختار نظری با جهان یا یکی از زیرساختار<sup>۷۸</sup>‌هایش یک‌ریخت است.<sup>۷۹</sup> روشن است که (با پذیرش این که جهان یک ساختار است) این ادعای یک‌ریختی کاملاً نابدیهی است.

اکنون، پرسش کلیدی و مهم این است: آیا راه‌برد ذکر شده برای گریز از اشکال نیومن (مثلاً با بهره‌گیری از ویژگی مرتبه دوم طبیعی بودن) با واقع‌گرایی ساختاری سازگار است؟ یک پاسخ مثبت بسیار حداقلی از این قرار است: پیش از رویارویی با اشکال نیومن، واقع‌گرای ساختاری محتوای شناختی نظریه را آنچه جمله رمزی نظریه بیان می‌کرد می‌دانست؛ اکنون، کافی است که

او ادعای خود را چنین اصلاح/تقویت کند که محتوای شناختی نظریه همان است که جمله شبرمزی نظریه بیان می‌کند. ادعای اخیر تعریف (تازه) واقع‌گرایی ساختاری است، که پیشاپیش در برابر اشکال نیومن ایمن شده است.

چنین پاسخی به وضوح کاستی مهمی دارد. واقع‌گرایی ساختاری نام هر چیزی نمی‌تواند باشد؛ این نام در صورتی اطلاق‌شدنی است که دیدگاه مربوطه انتظاراتی را که در فلسفه علم از دیدگاهی بدین نام می‌رود برآورده سازد. نگرانی اصلی این خواهد بود که آنچه جمله شبرمزی بیان می‌کند از آن‌گونه شناخت علمی که ساختارگرا میسر می‌داند فراتر رود؛ اگر در جمله رمزی نظریه نور فرنل آنچه از تعهد به اتر باقی می‌ماند، تعهد به وجود ویژگی‌ای بود که ارتباطاتی (منطقی) با دیگر ویژگی‌ها داشت، در جمله شبرمزی تعهد مزبور به وجود ویژگی‌ای طبیعی است که در ارتباطاتی با دیگر ویژگی‌ها قرار دارد.

ما گمان نمی‌کنیم این افزایش تعهد (به برجستگی، یا به ویژه، طبیعی بودن ویژگی‌ها و روابط مربوطه) با واقع‌گرایی ساختاری تضادی داشته باشد. حتی بدون لحاظ اشکال نیومن، به نظر روشن است که کاربرد سور نامقید (مرتبه دوم) نیازی را که واقع‌گرای ساختاری دارد بر نمی‌آورد؛ ویژگی یا رابطه‌ای که واقع‌گرای ساختاری انتظار دارد نظریه علمی با توصیف بدان ارجاع دهد می‌بایست برجسته‌تر و کم‌یاب‌تر از هر گردایه دلخواهی از اشیاء جهان باشد. او می‌خواهد هویت (از جمله) به علت یا بر پایه اشتراک در آن ویژگی یا رابطه نقش‌هایی را ایفا کنند که می‌کنند. اگر تعریف ویژگی و رابطه مصداقی باشد، نکته اخیر بدین معناست که ویژگی‌ها و روابطی که واقع‌گرای ساختاری انتظار دارد نظریه مستلزم وجودشان باشد وصفی افزون بر ویژگی/رابطه بودن نیز دارند؛ آن‌ها (در میان همه ویژگی‌ها و روابط) می‌بایست به گونه‌ای برجسته و متمایز باشند. یک راه برای الزام این برجستگی و تمایز افزودن قیدی (مثلاً طبیعی بودن) به کمک یک محمول بنیادی مرتبه دوم است (و راهی دیگر دور شدن از معناشناسی استاندارد زبان مرتبه دوم و تعبیر سور مرتبه دوم روی گزیده‌ای از ویژگی‌ها و روابط تعریف‌شدنی بر دامنه است). به بیانی دیگر، دست کم مادام که معناشناسی‌ای که پذیرفته‌ایم مبتنی بر درک مصداقی از ویژگی‌ها و روابط باشد، معقول و بلکه لازم است که واقع‌گرای ساختاری به گونه‌ای ویژگی‌ها و روابطی که نظریه علمی وجودشان را وضع می‌کند برجسته ساخته یا، معادلاً، سور مرتبه دوم را مقید کند. با این تفصیل، می‌توان گفت که نادرست یا دست کم بیش از حد سخت‌گیرانه است که این راه‌برد را با واقع‌گرایی ساختاری ناسازگار بدانیم.



به گمان ما، اشکال نیومن تنها به تدقیق واقع‌گرایی ساختاری مبتنی بر جمله رمزی می‌انجامد، نه به ابطال آن.

به نظر می‌رسد که کتلند در زمره فلاسفه‌ای است که این گریزگاه را برای واقع‌گرایی ساختاری معتبر و موجه می‌دانند. (Ketland 2009, 44.) او بر آن است که راه‌برد یادشده مستلزم این است که واقع‌گرایی ساختاری جهان را به خودی‌خود برخوردار از ساختار انواع طبیعی (natural kind structure) بداند؛ دست‌کم نزد کتلند، این تنها بیان دیگری است از این که برخی ویژگی‌ها و روابط (با همان تعریف نظریه‌مجموعه‌ای) وصف بنیادی طبیعی داشته باشند. از سوی دیگر، ون فراسن چنین استدلال می‌کند که اتخاذ راه‌برد متکی بر طبیعی بودن نیازمند عقب‌نشینی از ساختارگرایی علمی است.<sup>۸۰</sup> او ساختارگرایی را به‌طور کلی این‌گونه معرفی می‌کند: علم تنها ساختار را توصیف یا بازنمایی می‌کند، و تنها درباره ساختار آگاهی‌بخش است.<sup>۸۱</sup> در این چارچوب، واقع‌گرایی ساختاری چنین تعریفی خواهد داشت: علم تنها ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) را توصیف یا بازنمایی می‌کند، و تنها درباره ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) آگاهی‌بخش است. افزون بر این، نزد ون فراسن شناخت ساختار شناختی است حداکثر تا حد یک‌ریختی؛ یعنی، شناختی از این قبیل که ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) با ساختار نظری S یک‌ریخت است. حال، اگر چنان که راه‌برد طبیعی بودن می‌طلبد، نظریه علمی مستلزم طبیعی بودن ویژگی‌ها و روابط درون ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) هم باشد، از شناختی تا حد یک‌ریختی فراتر می‌رود: ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) با ساختار نظری S یک‌ریخت است و ویژگی‌ها و روابط درون ساختار جهان طبیعی هستند. شرط اخیر، یعنی شرط طبیعی بودن ساختار<sup>۸۲</sup>، به زعم ون فراسن دیدگاه مربوطه را از ساختارگرایی (محض) دور می‌سازد.

پیش‌تر به ابهامی که در تعبیر ساختار جهان وجود دارد، اشاره کردیم. دیدیم که با این فرض که جهان (خودش) یک ساختار به همان معنای نظریه‌مجموعه‌ای باشد، اساساً اشکال نیومن پیش نخواهد آمد. اشکال در صورتی پیش می‌آید که بگوییم مدل یا ساختار نظری با ساختاری در جهان یک‌ریخت است؛ در این صورت، حتی اگر جهان یک دامنه واحد و خوش‌تعریف از اشیاء داشته باشد، هر ساختار (نظری) دلخواهی، به صرف آن که شمار اعضای دامنه‌اش کم‌تر از یا برابر با اشیاء جهان باشد، با ساختاری در جهان یک‌ریخت است (با این فرض که ساختاری در جهان یعنی یک ساختار با دامنه‌ای که زیرمجموعه اشیاء جهان است). اینجا بود که رهیافت طبیعی بودن به کار ساختارگرا می‌آمد و ادعای او بدین‌گونه تقویت می‌شد: مدل یا ساختار نظری

با ساختاری طبیعی در جهان یکریخت است. ولی توجه کنید که همچنان می‌توان گفت (یا در حقیقت، بایستی گفت) شناختی که از این ساختار طبیعی به دست می‌آید حداکثر تا حد یکریختی است؛ همچنان هم سو با انتظار کلی و فراسن از ساختارگرایی، علم تنها ساختار (طبیعی) را توصیف یا بازنمایی می‌کند و صرفاً درباره آن آگاهی بخش است. با این تفصیل، ما نقد و فراسن بر راه‌برد مبتنی بر طبیعی بودن را قانع‌کننده نمی‌یابیم.

حاصل بحث اخیر این است که واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی، یعنی دیدگاه وِرال، می‌تواند با اصلاحی کمابیش جزئی از پس اشکال نیومن برآید<sup>۸۳</sup>؛ این ادعا که راه‌حل اشکال واقع‌گرای ساختاری را از اصولش دور می‌سازد، اگر نگوییم نادرست، دست‌کم سخت‌گیرانه است. شاید بتوان گفت که تهدید جدی‌تر برای واقع‌گرایی ساختاری، نه از ناحیه اشکال نیومن، بلکه از سوی هم‌وردی ناواقع‌گراست که از قضا و فراسن از آن دفاع می‌کند.

## ۷. ساختارگرایی تجربه‌گرا

به نظر می‌رسد و فراسن ایراد نیومن را ضربه‌ای جدی به برنامه وِرال ارزیابی می‌کند؛ ولی بایستی گفت که مقدم بر این ایراد و مستقل از آن نیز راه فیلسوفی چون او از وِرال و واقع‌گرایی ساختاری جدا شده است. او با بخش واقع‌گرایانه این دیدگاه که اصلاً همراه نیست، هرچند برنامه او با ساختارگرایی به طور کلی هم‌دل است. در واقع، برخلاف ساختارگرایی وِرال که بر پایه نگاه نحوی (syntactic view) به نظریه‌های علمی است، ساختارگرایی و فراسن اساساً بر نگاه معنایی (semantic view) به نظریه‌های علمی مبتنی است. در نگاه نحوی، یک نظریه هویتی زبانی-منطقی داشته، و در واقع مجموعه‌ای از جمله‌ها (مثلاً در منطق مرتبه اول یا دوم) است. در نگاه معنایی، نظریه هویت ریاضی دارد، و کلاسی از مدل‌های ریاضی است.<sup>۸۴</sup> صدق نظریه در نگاه نخست، به صدق دست‌کم بخشی از جمله‌های آن باز می‌گردد. اما در نگاه معنایی، صدق (تجربی) نظریه، یا درست‌تر بگوییم، کفایت تجربی آن اجمالاً بدین معناست که دست‌کم یکی از مدل‌های نظریه با داده‌های تجربی جور است؛ به بیانی دقیق‌تر: یک نظریه علمی کفایت تجربی دارد، اگر و تنها اگر، زیرساختار تجربی (empirical substructure) یکی از مدل‌های نظری (theoretical models) آن با مدل داده‌ای (data model) مربوطه یکریخت باشد.<sup>۸۵</sup> و فراسن بر آن است که نگاه معنایی ذاتاً ساختارگرایانه است؛<sup>۸۶</sup> چرا که در اینجا مدل‌ها (چه نظری و چه داده‌ای) هویت‌های ریاضی‌اند، و هویت‌های ریاضی را حداکثر تا حد یکریختی می‌توانیم بشناسیم. این شناختی بودن حداکثر تا حد یکریختی نزد و فراسن کمابیش تعریف

ساختار (در برابر درون‌مایه یا محتوا) است. حال، توصیف یا بازنمایی علمی (scientific representation)، چون به واسطه ساختار انجام می‌شود، نمی‌تواند از حد یک‌ریختی فراتر رود. یعنی، موضوع علم نیز حداکثر تا حد یک‌ریختی شناختنی است؛<sup>۸۷</sup> ون فراسن از این ملاحظه چنین نتیجه می‌گیرد که علم تنها ساختار (موضوع خود) را توصیف می‌کند.<sup>۸۸</sup> خلاصه این که، چون دیدگاه ون فراسن در چارچوب نگاه معنایی به نظریه‌های علمی قرار دارد، ضرورتاً به معنای اخیر ساختارگرا خواهد بود.

دیدگاه ورال، یا همان واقع‌گرایی ساختاری بر پایه جمله رمزی که در چارچوب نگاه نحوی به نظریه‌های علمی قرار داشت، بدین دلیل ساختارگرایانه بود که جمله رمزی را بیان‌گر شناخت علمی می‌دانست. دیدگاه ون فراسن، یا به‌طور کلی نگاه معنایی، بدین دلیل ساختارگرایانه است که واسطه بازنمایی علمی را مدل‌ها (یعنی هویت‌هایی ریاضی که تا حد یک‌ریختی شناختنی‌اند) می‌داند. بررسی جزئی‌تر مسأله ارتباط این دو گونه ساختارگرایی فرصت دیگری می‌طلبد، ولی به نظر می‌رسد روشن باشد که این مسأله مستقل از موضوع کلی‌تر ارتباط دو نگاه نحوی و معنایی به نظریه‌های علمی حل و فصل نمی‌شود.

از خاص‌تگاه معنایی ساختارگرایی ون فراسن که بگذریم، ویژگی دیگر آن ناواقع‌گرایی/تجربه‌گرایی است. دست‌کم در نخستین نگاه، به نظر نمی‌رسد که ساختارگرایی مبتنی بر نگاه معنایی با واقع‌گرایی علمی ناسازگار باشد؛<sup>۸۹</sup> به هر حال، بنیاد برنامه فلسفی فیلسوفانی چون لیدمن و فرنچ واقع‌گرایی ساختاری برآمده از نگاه معنایی است.<sup>۹۰</sup> بگذارید نخست مرور کنیم که ساختارگرایی ون فراسن چگونه تجربه‌گرایانه بوده و از تعهدات واقع‌گرایانه بی‌نیاز است. در نگاه او، ما نتایج اندازه‌گیری‌ها و داده‌های تجربی را در مدلی داده‌ای گردآوری کرده و از رهگذر آن پدیده‌های مربوطه را بازنمایی می‌کنیم. همچنین، مدل‌های نظری‌ای ساخته و پرداخته می‌کنیم و یا از ریاضیات وام می‌گیریم که با مدل‌های داده‌ای (به‌گونه‌ای که بیان دقیق‌تر آن پیش‌تر آمد) همخوانی دارند. بدین ترتیب، مدل‌های نظری، با میانجی‌گری مدل‌های داده‌ای، پیوندها، الگوها، هم‌بستگی‌ها، و در یک کلام، ساختارهایی را در پدیده‌های تجربی/مشاهده‌پذیر بازنمایی می‌کنند. پس ون فراسن با واقع‌گرای ساختاری در این نکته همراه است که شناخت علمی ما شناختی معطوف به ساختار است. ولی، برای او این شناخت تنها کاشف از ساختار(های) پدیده‌های تجربی است، نه این که مانند واقع‌گرا این شناخت را ناظر به چیزی فراتر از پدیده‌های مشاهده‌پذیر، یعنی ساختار جهان مشاهده‌ناپذیر نیز، بداند.

توضیح دادیم که ورال مدعی است که نمونه‌هایی چون نظریه نور فرنل و نظریه الکترومغناطیسی نور، یا نظریه گرانش نیوتون و نسبیت عام، و یا در حالت کلی برقراری اصل هم‌خوانی، گواهی است بر اینکه فراتر از درون‌مایه تجربی، نظریه‌های موفق در سطح ساختار نظری نیز به‌طور تقریبی در نظریه‌های جانشین محفوظ می‌مانند.<sup>۹۱</sup> واکنش ون فراسن این است که اتفاقاً در تمام این نمونه‌ها، آنچه در معادلات محفوظ می‌ماند، ساختارهای کشف شده در پدیده‌های تجربی است، و یا حداقل این که، برای توضیح روند رو به پیشرفت و افزایشی علم، نیازی نیست به چیزی ورای افزایشی بودن نظریه‌های علمی از حیث ساختارهای کشف شده در پدیده‌های تجربی باور داشته باشیم. علم توصیف‌کننده ساختار پدیده‌های مشاهده‌پذیر است، و از آنجا که نظریه جانشین می‌بایست موفقیت تجربی نظریه پیشین را تکرار کرده و از آن فراتر رود، قابل انتظار است که بخشی از توصیف‌های فراهم‌آمده در نظریه‌های موفق پیشین از ساختار پدیده‌های تجربی، به‌طور تقریبی، در نظریه‌های جانشین بازیابی شوند؛ این می‌تواند به‌رغم دگرگونی‌های جدی در اعماق نظری ساختار (مدل‌های) نظریه رخ دهد.<sup>۹۲</sup> «معقول است اگر توصیف تجربی را ساختار روین پایدار ولی در حال تکامل علم در نظر آوریم که جلوه بیرونی یک محتوای نظری به‌تندی و شدت دگرگون‌شونده است» (van Fraassen 2006b, 304). ون فراسن دیدگاه خویش را گونه‌ای ساختارگرایی تجربه‌گرا قلمداد می‌کند.<sup>۹۳</sup>

به هر روی، واکنش طبیعی ورال به (ناواقع‌گرایی) دیدگاه فوق‌باز هم چنین خواهد بود که، به بیانی، ون فراسن حق استدلال معجزه‌نیست را ادا نکرده است؛<sup>۹۴</sup> توفیق نظریه‌های علمی در توصیف ساختار پدیده‌های مشاهده‌پذیر، بدون فرض صدق تقریبی توصیف آن‌ها از ساختار جهان مشاهده‌ناپذیر، به معجزه شبیه خواهد بود. بنابراین، می‌توان گفت که سرنوشت بحث در اینجا به سرنوشت همان جدال کلی واقع‌گرا و ناواقع‌گرا (به ویژه ون فراسن) درباره استدلال معجزه‌نیست برمی‌گردد، که پیش‌تر بدان پرداختیم.

خلاصه این که، به نظر می‌رسد کشمکش میان واقع‌گرایی ساختاری (دیدگاه ورال) و ساختارگرایی تجربه‌گرا (دیدگاه ون فراسن)، از حیث واقع‌گرایی، به همان جدال پابرجا میان واقع‌گرایی و ناواقع‌گرایی علمی، و از حیث ساختارگرایی، کمابیش به اختلاف میان دو نگاه نحوی و معنایی به ساختار نظریه‌های علمی فروکاسته می‌شود.

## ۸. ساختار و نظرگاه (perspective)

دیدیم که ون فراسن اشکال نیومن را بر ساختارگرایی فلاسفه‌ای چون وُرال وارد می‌دانست؛ به زعم او، گریز از این اشکال مگر با کوتاه‌آمدن از ساختارگرایی محضی که آن‌ها در نظر داشتند امکان‌پذیر نمی‌نمود. اکنون، شاید این پرسش به ذهن خواننده بیاید که آیا ممکن است ساختارگرایی ون فراسن نیز با چالشی مانند ایراد نیومن روبرو گردد. خواهیم دید که در جریان بررسی این پرسش، تصویر دقیق‌تر و اصلاح‌شده‌ای از ساختارگرایی مدنظر ون فراسن به دست خواهد آمد. در پایان، استدلال خواهیم کرد که این روایت بهبودیافته از دیدگاه ون فراسن همچنان به بدیهی‌شدگی محتوای غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی انجامیده و این نکته با هوداری وی از تعبیر تحت‌اللفظی زبان علم ناسازگار است.

بدین منظور، نخست بایستی اجمالاً به استدلالی مطرح‌شده از سوی پاتنم (Hilary Putnam) (1926-2016) (علیه واقع‌گرایی مابعدالطبیعی (metaphysical realism)) اشاره کنیم، که گاهی پارادوکس پاتنم (Putnam's paradox) نیز خوانده می‌شود.<sup>۹۵</sup> خواهیم دید که این استدلال شباهت زیادی به اشکال نیومن دارد؛ این است که در برخی جزئیات بر تحلیل مفصل‌مان در بخش ۶ تکیه خواهیم کرد. استدلال پاتنم در بافت نگاه نحوی به نظریه‌های علمی مطرح می‌شود؛ هرچند، چنان که خواهیم دید، به نظر نمی‌رسد که نتیجه آن منحصرأ چنان رویکردی را متأثر سازد. به بیانی ساده و کوتاه‌شده، پاتنم می‌خواهد این را نشان دهد: با این فرض که همه نتایج مشاهده‌ای نظریه‌ای (مانند  $T$ ) صادق باشند، تنها اگر آن نظریه مدلی (مانند  $M$ ) با دامنه‌ای هم‌شمار با دامنه چیزها/تکّه‌های جهان<sup>۹۶</sup> داشته باشد، آن‌گاه نظریه مزبور درباره جهان صادق است. توضیح آن که، برابری کاردینالیتی یا همان هم‌شماری یادشده به معنای وجود تناظر یک‌به‌یک میان اعضای دامنه مدل و چیزها یا تکّه‌های جهان است. حال، به کمک این تناظر، می‌توان نظیر تمام روابط و ویژگی‌های مدل  $M$  را روی (دامنه) جهان یافت. سپس، به راحتی می‌توان دید این که  $M$  مدل  $T$  است، صدق  $T$  درباره جهان (به معنای نظریه مدلی)<sup>۹۷</sup> را نتیجه می‌دهد.<sup>۹۸</sup> این استدلال، فارغ از این که پاتنم و دیگران دقیقاً چگونه از آن بهره گرفته‌اند، در صورت صحت دست‌کم چنین نتیجه‌ای دارد: صدق یک نظریه درباره جهان، بدین معنا، بیش از حد ارزان و سهل‌الوصول است.

اکنون می‌رسیم به واکنش ون فراسن به پارادوکس پاتنم؛<sup>۹۹</sup> به زعم وی، به مجرد این که در این استدلال از تکّه‌های جهان سخن می‌گوییم، یعنی پیشاپیش وجود توصیفی از جهان و اجزایش را مفروض گرفته‌ایم. این فرض پنهان، به‌ویژه هنگامی آشکار می‌شود که می‌خواهیم

به کمک تناظری یک‌به‌یک میان اعضای  $M$  و جهان، نظیر ویژگی‌ها و روابط  $M$  را روی جهان تعریف کنیم. این توصیف از جهان و اجزایش در همان زبان طبیعی خودمان مستور است. اما در این صورت، ما برای تخصیص مصداق یا مرجع به واژگان و محمول‌های  $T$  از میان ویژگی‌ها و روابط تعریف‌شدنی روی جهان، چنان که استدلال پاتنم به نظر می‌رساند آزادی عمل نداریم. اگر تناظر یک‌به‌یکی که برگزیده‌ایم، مثلاً به واژه آب همان آب را تخصیص ندهد، تعبیر و مدل به دست آمده پذیرفتنی نیست (پیش‌تر اشاره کردیم که نظریه علمی نمی‌تواند تهی از واژگان مشاهده‌ای، مانند آب، باشد). به بیان دیگر، زبان ما نسبت به ویژگی‌ها و روابط تعریف‌شده روی جهان که به واژگان  $T$  نسبت می‌دهیم، و در نتیجه، نسبت به  $M$  و نیز تناظر یک‌به‌یکی که میان  $M$  و جهان برمی‌گزینیم، خاموش و بی‌طرف نیست. همین کافی‌ست که دریابیم صدق یک نظریه درباره جهان عملاً هرگز چنان که استدلال پاتنم به نظر می‌رساند به راحتی حاصل نمی‌شود. استدلال پاتنم، اگر قرار است درباره یک نظریه علمی واقعی باشد، نتیجه غیرقابل‌پذیرش و بدیهی‌سازی که در وهله نخست به نظر می‌رسد در پی ندارد؛ چون چنین نظریه‌ای در واژگان مشاهده‌ای با زبان طبیعی ما اشتراک دارد، تناظر یک‌به‌یک دلخواهی میان دامنه مدل و جهان لزوماً فراهم‌آورنده تعبیر مطلوب واژگان یادشده و بنابراین صدق نظریه درباره جهان (مشاهده‌پذیر) نیست.<sup>۱۰۰</sup>

با این وجود، استدلال (و نتیجه‌گیری) پاتنم با کمی بازنگری می‌تواند در برابر چنین نقدهای ایمن‌گردد. با توجه به بحث مبسوط ما از اشکال نیومن، شاید خواننده تاکنون چگونگی چنین اصلاحی را پیش‌بینی کرده باشد: فرض استدلال می‌بایست چنین تقویت گردد که  $T$  مدلی همچون  $M$  دارد که فروکاست تجربی‌اش با ساختار مشاهده‌پذیر جهان (که تعبیر مطلوب زبان مشاهده‌ای نظریه را فراهم می‌آورد) یک‌ریخت است؛ این‌گونه، پیشاپیش تضمین خواهد شد که مصداق آب آب باشد. همچنان با فرض برقراری شرطی که دیدیم چندان فراتر از کفایت تجربی نیست، صدق  $T$  درباره جهان مشاهده‌ناپذیر (یا این که واژگان نظری  $T$  به درستی ارجاع دهند) بدیهی و سهل‌الوصول است.

استدلال پاتنم در بافت نگاه نحوی به نظریه‌های علمی مطرح شده است. در اینجا نظریه، یا همان  $T$ ، جمله یا مجموعه‌ای از جمله‌هاست.<sup>۱۰۱</sup> با این حال، بازسازی استدلال در شکل معنایی‌اش هم سرراست به نظر می‌رسد: اگر  $T$  (به عنوان کلاسی از مدل‌های نظری) عضو/مدلی چون  $M$  داشته باشد که زیرساختاری از آن<sup>۱۰۲</sup> با مدل داده‌ای مربوطه یک‌ریخت باشد یا، به عبارت دیگر، مدل داده‌ای مربوطه در  $M$  جای‌گیر<sup>۱۰۳</sup> شود، آن‌گاه با فرض هم‌شماری

دامنه‌های  $M$  و جهان، یک‌ریختی مدلی از نظریه، یعنی  $M$ ، با جهان نتیجه می‌شود؛ به بیانی کوتاه، کفایت تجربی نظریه تنها با برقراری شرطی درباره‌ی کاردینالیتهی جهان مستلزم صدق نظریه درباره‌ی جهان (اعم از جهان مشاهده‌ناپذیر) است. گویی با فرض کفایت تجربی، صدق (به معنای یک‌ریختی مدل نظری با جهان) در ساختارگرایی تجربه‌گرا یا به‌طور کلی نگاه معنایی نیز بدیهی و سهل‌الوصول است.

البته می‌توان با تقویت شرط صدق  $T$  درباره‌ی جهان راه را بر استدلال پاتنم سد کرد؛ می‌توان مثلاً چنین شرط کرد که تنها ویژگی‌ها و روابط طبیعی می‌توانند مرجع محمول‌های نظری (در روایت نحوی) یا طرف یک‌ریختی مدل نظری (در روایت معنایی) باشند. ولی مشکل اینجاست که ون فراسن ادعا می‌کند که ملاحظه‌پیشین (درباره‌ی قیودی که زبان کاربردی ما بر بخش مشاهده‌ای نظریه وضع می‌کند) برای مسدود ساختن استدلال پاتنم و انحلال اشکال مطرح‌شده کافی است؛ این به گمان ما خطاست، حتی اگر چنان که خواهیم دید ون فراسن با بدیهی‌شدگی محتوای غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی کنار بیاید.

در پایان بخش به نکته‌ی اخیر باز خواهیم گشت. پیش از آن بگذارید به نحوه‌ی دیگری از بروز اشکال به‌ویژه برای درک معنایی از بازنمایی علمی پردازیم.<sup>۱۰۴</sup> دیدیم که در نگاه معنایی، نظریه کلاسی از مدل‌های ریاضی است، مدل‌های نظری، که به‌واسطه‌ی مدل‌های داده‌ای، پدیده‌های تجربی را بازنمایی می‌کنند. ارتباط میان مدل‌های داده‌ای و مدل‌های نظری، که هر دو گروه ساختارهای ریاضی هستند، ارتباطی ساختاری است که به‌کمک رابطه‌ای از قبیل یک‌ریختی<sup>۱۰۵</sup> بیان می‌شود. اما، پرسش این است که چگونه رابطه‌ای میان دو ساختار ریاضی پیوند نظریه با جهان و به‌ویژه پدیده‌های مشاهده‌پذیر را تضمین می‌کند؛ رابطه‌ی بازنمایی مدل داده‌ای با جهان/پدیده‌ها از چه قبیل است؟<sup>۱۰۶</sup> به نظر می‌رسد که بازنمایی تنها رابطه‌ای میان (ساختار) مدل داده‌ای و پدیده‌های مربوطه نباشد. زیرا ممکن است مدل‌های داده‌ای مرتبط با دو پدیده‌ی متفاوت یکسان (یا هم‌ساختار) باشند. ون فراسن رشد جمعیت باکتریایی و فرایند واپاشی هسته‌ای را مثال می‌زند؛ (van Fraassen 1997, 524.) فرض کنید هر دو با منحنی نمایی یکسانی توصیف شوند. اگر بازنمایی پدیده‌ها توسط نظریه، در نگاه معنایی، صرفاً معادل رابطه‌ای ساختاری (یک‌ریختی) میان مدل‌های داده‌ای و مدل‌های نظری باشد، مثال یادشده متضمن این است که نظریه‌ای درباره‌ی رشد جمعیت باکتریایی پدیده‌های مربوط به واپاشی هسته‌ای را (هم) بازنمایی یا توصیف کند؛ به نظر می‌رسد چنین عدم‌تعیینی درباره‌ی موضوع بازنمایی علمی پذیرفتنی نباشد.

پاسخ ون فراسن به چنین اشکالی این است که اهمیت یک مدل داده‌ای فراتر از صرف ساختارش بوده، و نقش آن در بازنمایی پدیده‌ها را نیز در بر می‌گیرد. این مهم است که ما یک مدل داده‌ای را برای چه هدفی، یعنی برای توصیف و بازنمایی چه پدیده‌ای، (پس از مشاهده‌ها و اندازه‌گیری‌های مربوطه) فراهم آورده‌ایم. همان‌طور که در پاسخ به استدلال پاتنم، این زبان طبیعی ما بود که نسبت به تعبیری که از واژگان  $T$  می‌کردیم حساس، غیربی‌طرف، و تعیین‌کننده بود، اینجا نیز مایی که مدل داده‌ای مزبور را با هدف خاصی (یعنی برای توصیف و بازنمایی پدیده‌های خاصی) به کار می‌بریم، در این که نهایتاً آن مدل، و نظریه مربوطه، توصیف کدام جنبه از کدام پدیده‌ها (از میان گزینه‌های هم‌ساختار) است، نقش مستقیم داریم. این لزوم ارجاع به ما کاربران یک مدل یا نظریه را، به پیروی از ون فراسن، می‌توان نشان‌گر سویه نظریه‌نگاری یا به‌طورخاص اشاری (indexical) بازنمایی علمی قلمداد کرد.<sup>۱۷</sup> بنابراین، از راه‌حل ون فراسن برای اشکال(های) فوق درباره ساختارگرایی علمی به‌طورکلی و ساختارگرایی تجربه‌گرا به‌طورخاص این را می‌توان آموخت که نظریه‌ها ساختار یا مدل ریاضی محض نبوده، و شرط این‌همانی آن‌ها نیز تنها یک‌ریختی نیست، بلکه نسبتی که با (زبان) ما کاربرانشان دارند نیز مقوم آن‌هاست. بیان دیگری از این ملاحظه این است که بازنمایی علمی نه رابطه‌ای دوجایگاهی میان مدل و پدیده/جهان، بلکه رابطه‌ای دست‌کم سه‌جایگاهی است که جایگاه سوم آن توسط کاربر یا نظریه‌نگار وی پر می‌شود.<sup>۱۸</sup>

با این همه، به نظر نمی‌رسد که پذیرش سویه نظریه‌نگاری یا اشاری بازنمایی علمی دیدگاه ون فراسن یا همان ساختارگرایی تجربه‌گرا را از تهدید بدیهی‌شدگی (درباره جهان مشاهده‌ناپذیر) برهاند. ما با ون فراسن در این نکته همراهیم که سویه اشاری این را تضمین می‌کند که مدل‌های داده‌ای، و از رهگذر آن‌ها زیرساختارهای تجربی مدل‌های نظری، به پدیده‌های مشاهده‌پذیری که هدف نظریه بوده‌اند متوجه و مرتبط گردند؛ توجه به این سویه از بازنمایی علمی، خطر بدیهی شدن نتایج مشاهده‌ای نظریه را دفع کرده و چگونگی پیوند مدل‌های ریاضی با پدیده‌های واقعی را از ابهام خارج می‌سازد. ولی، ساختارگرایی موردپسند ون فراسن هنوز دربرابر بدیهی‌شدگی نتایج غیرمشاهده‌ای نظریه مقاوم نشده است. کفایت تجربی یک نظریه (به‌علاوه شرطی بالنسبه بدیهی) تضمین می‌کند که نظریه ما مدلی دارد یک‌ریخت با جهان، همان‌گونه و به همان معنا که از روایت بهبودیافته اشکال نیومن و پارادوکس پاتنم برمی‌آید؛ به‌رسمیت شناختن سویه اشاری تنها تهدید بی‌معنایی و/یا بدیهی‌شدگی کفایت تجربی را دفع می‌کند، در حالی که استدلال‌های (بهبودیافته) نیومن و پاتنم تازه با رفع این تهدید امکان طرح



می‌یابند. بر این اساس، به گمان ما ون فراسن در این نکته بر خطاست که توجه به سویه اشاری به انحلال (dissolution) اشکال‌های مزبور انجامیده (van Fraassen 2006a, 544; 2008, 225)، و او را از توسل به برجسته‌سازی ویژگی‌ها و روابط وضع‌شده در نظریه‌های علمی (مثلاً از رهگذر قول به طبیعی‌بودنشان) بی‌نیاز می‌سازد.

از واکنش ون فراسن به نقدی کمابیش مشابه چنین برمی‌آید که او بدیهی‌شدگی محتوای غیرمشاهده‌ای نظریه را مشکلی برای دیدگاه خود نمی‌بیند. به زعم او، اگر هدف علم را بازنمایی پدیده‌های مشاهده‌پذیر از طریق ساختارهایی احتمالاً بسیار بزرگ‌تر و پیچیده‌تر از خود پدیده‌ها (یعنی مدل‌های نظری) بدانیم، دلیلی ندارد بر آن باشیم که محمول‌های نظری مرجع متعینی و رای پدیده‌ها دارند.<sup>۱۰۹</sup> روی دیگر سکه بدیهی‌شدگی محتوای غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی عدم‌تعیین افراطی (radical indeterminacy) مرجع محمول‌های نظری است؛<sup>۱۱۰</sup> برداشت ما از کلام ون فراسن این است که وی این‌گونه عدم‌تعیین و بدیهی‌شدگی همراهش را برای ساختارگرایی تجربه‌گرا تهدیدی به حساب نمی‌آورد. اما، به نظر می‌رسد او در چنین پاسخی تعهد جداگانه خود به تعبیر تحت‌اللفظی زبان علم را زیر پا می‌گذارد. پیش‌تر دیدیم که این نحوه فهم زبان علم از جمله امکان ندانم‌گرایی درباره نتایج غیرمشاهده‌ای نظریه علمی را فراهم می‌آورد؛ اگر چنین نتایجی از صدق بدیهی برخوردار باشند، ندانم‌گرایی درباره‌شان ناموجه است. اگر ون فراسن نمی‌خواهد از تعبیر تحت‌اللفظی زبان علم عقب بنشیند، به‌رغم بیزاری از مابعدالطبیعه، ناچار است بپذیرد که نظریه‌های علمی در صورت صدق مستلزم یک ساختار طبیعی (یا به هر نحو برجسته) در جهان مشاهده‌ناپذیرند. روشن است که او همچنان می‌تواند بر این دیدگاه که پذیرش نظریه علمی نیازمند باور به صدق آن (درباره جهان مشاهده‌ناپذیر) نیست اصرار ورزیده و ندانم‌گرایی درباره ساختار طبیعی یادشده را روا بداند.<sup>۱۱۱</sup>

## ۹. نتیجه‌گیری، جمع‌بندی، و سخن پایانی

ما این جستار را با روشن‌سازی نقطه اصلی اختلاف میان واقع‌گرایی و ناواقع‌گرایی علمی آغاز کردیم؛ آیا می‌بایست فحوای بهترین نظریه‌های علمی درباره هویت مشاهده‌ناپذیر را جدی بگیریم یا خیر؟ با تمرکز ویژه بر استدلال معجزه‌نیست، درمی‌یابیم که راه واقع‌گرا و ناواقع‌گرا مشخصاً آنجایی جدا می‌شود که یکی موفقیت پیش‌بینانه نظریه‌های علمی را نیازمند تبیین (بر پایه صدق تقریبی آن نظریه‌ها) و دیگری آن را بی‌نیاز از چنین تبیینی می‌بیند. در چنین زمینه‌ای، وُرال واقع‌گرایی ساختاری را پیش می‌نهد که درباره نیازمندی موفقیت پیش‌بینانه علم به تبیین با

طرف واقع‌گرا همراه است. با این وجود، چون وُرال اشکال برآمده از دگرش‌های علمی را نیز جدی می‌بیند، بر آن است که می‌بایست فحوای نظریه علمی تنها درباره ساختار جهان (مشاهده‌ناپذیر) را جدی بگیریم، و نظریه‌ها را تنها در ساختارشان افزایشی بدانیم.

تلاش دوباره وُرال برای تدقیق مفهوم ساختار نظری از راه رمزی‌سازی است: جمله رمزی نظریه بیان‌گر تمام درون‌مایه شناختی نظریه است. به زعم ما این روایت (بهبودیافته) از واقع‌گرایی ساختاری دست‌کم در راستای دقیق‌سازی ادعای افزایشی بودن شناخت علمی در سطح فراتجربی گامی به جلو برداشته است. با این حال، مانع اصلی پیش‌روی واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی غالباً اشکال نیومن دانسته می‌شود. به کمک محدودساختن ویژگی‌ها و روابط (مشاهده‌ناپذیر) برآورنده جمله رمزی به ویژگی‌ها و روابط طبیعی، برخلاف موضع فیلسوفی چون ون فراسن، ما بر آن شدیم که اشکال نیومن نه تنها دفع‌شدنی است، بلکه در حقیقت نشان می‌دهد که صورت‌بندی نخستین واقع‌گرایی ساختاری بر پایه جمله رمزی چه کاستی‌ای داشته و چگونه از آن رها می‌گردد. به گمان ما، تهدید جدی‌تر برای واقع‌گرایی ساختاری، از ناحیه رقیب ناواقع‌گرایی با نام ساختارگرایی تجربه‌گراست. هوادار دیدگاه اخیر، یعنی ون فراسن، بر آن است که علم ساختار پدیده‌های مشاهده‌پذیر را (به واسطه جای‌دادنشان در مدل‌های نظری) بازنمایی می‌کند؛ طبیعی و قابل‌انتظار است که علم از حیث ساختارهای کشف‌شده در پدیده‌های تجربی افزایشی و پیش‌رونده باشد. با اندازه‌های ساده‌سازی و ایجاز، دو روایت معرفی‌شده از ساختارگرایی علمی را می‌توان چنین مقایسه کرد:

دیدگاه	نگاه برگزیده به نظریه‌های علمی	گونه ساختارگرایی (چیستی ساختار نظری)	استدلال معجزه‌نیست؛ موفقیت پیش‌بینانه علم ...	پاسخ به اشکال بدیهی‌شدگی صدق نظریه یا تحقق مدل
واقع‌گرایی ساختاری	نحوی	جمله رمزی	نیازمند تبیین است.	رهیافت طبیعی بودن
ساختارگرایی تجربه‌گرا	معنایی	مدل‌های ریاضی	نیازمند تبیین نیست.	سویه نظرگاهی/اشاری*

بخش پیشاپایانی این جستار پیرامون خصوصیتی از بازنمایی علمی بود (\*) که به اعتراف ون فراسن در آثار نخستین وی کمابیش مغفول مانده بود.<sup>۱۱۲</sup> همان‌گونه که تهدید بدیهی‌شدن صدق نظریه علمی (در قالب اشکال نیومن) به تدقیق‌ترشدن صورت‌بندی واقع‌گرایی ساختاری می‌انجامد، تهدید مشابهی (این‌بار در قالب پارادوکس پاتنم) ون فراسن را به سویه نظرگاهی/اشاری بازنمایی علمی متوجه ساخته و به بهبود ساختارگرایی تجربه‌گرا منتهی

می‌گردد. همه آنچه یک مدل ریاضی را توصیف یا بازنمایی بخشی از (پدیده‌های) جهان می‌سازد در ساختار آن جای نمی‌گیرد.<sup>۱۱۳</sup> بازنمایی علمی رابطه‌ای (دست‌کم) سه‌جایگاهی است که در صورتی تحقق می‌یابد که دانشمندی یک مدل ریاضی را درباره پدیده‌های خاصی به کار برد.

ما با ساختارگرایی تجربه‌گرا و به‌ویژه بهبود آن از رهگذر به‌رسمیت‌شناختن این سویه نظرگاهی مخالفی نکرده‌ایم، ولی تلاش کردیم نشان دهیم که ون فراسن در این گمان که از این راه اشکال‌های بدیهی‌شدگی را اساساً منحل ساخته بر خطاست. نظرگاه یا کاربرد این را متعین می‌سازد که زیرساختار تجربی مدل متوجه کدام پدیده‌های مشاهده‌پذیر است؛ ولی در برابر تحقق بدیهی جنبه‌های غیرمشاهده‌ای مدل نظری بازدارنده نیست. ساختارگرایی تجربه‌گرا به‌خودی‌خود شاید بتواند با این نحوه بدیهی‌شدگی کنار بیاید، ولی برداشت ما این است که این موضوع با تعهد جداگانه و ریشه‌دار ون فراسن به خوانش تحت‌اللفظی زبان علم ناسازگار است.<sup>۱۱۴</sup> اگر او نخواهد از این تعهد دیگر عقب بنشیند، به نظر ناچار است بپذیرد که نظریه علمی در صورت صدق مستلزم تحقق ساختاری متشکل از ویژگی‌ها و روابط مشاهده‌ناپذیر برجسته یا طبیعی است، یا به بیان دیگر، مستلزم یک مابعدالطبیعه است. روشن است که این موضع همچنان با ندانم‌گرایی درباره صدق نظریه علمی سازگار است.

## پی‌نوشت‌ها

۱. برای معرفی جامعی از این دستگاه، آزمایش و فیزیک مربوط به آن، ن.ک. به: Gupta & Ghosh 1946.
۲. چاکراواریتی به‌جمال اشاره می‌کند که گذشته از دو روایت پیشین از تعریف واقع‌گرایی که به‌کمک مفاهیم صدق و ارجاع فراهم می‌آیند، برخی نیز این دیدگاه را از طریق باور به هستی‌شناسی نظریه‌های علمی تعریف کرده‌اند (Chakravartty 2017, §1.1). اگر بخواهیم این روایت را نیز متناظر با دو مورد نخست به‌کمک وصفی از نظریه‌های علمی بیان کنیم، به نظر می‌رسد بایستی بگوییم هستی‌شناسی (برترین) نظریه‌های علمی سنزاور باور است.
۳. «کفایت تجربی» را برگردان «empirical adequacy» گرفته‌ایم.
۴. تأکیدات از نویسنده است: van Fraassen 1980, 12.
۵. در این باره، ن.ک. به: van Fraassen 1980, 10-11; Monton & Mohler 2021, §1.2.
۶. «تعبیر تحت‌اللفظی» را به‌جای «literal construal» به کار می‌بریم.

۷. «موافقت میان واقع‌گرایی علمی و تجربه‌گرایی ساختی قابل‌توجه بوده، و مشتمل است بر تعبیر تحت‌اللفظی زبان علم، تلقی یک نظریه به‌مثابه پیکره‌ای از اطلاعات (که می‌تواند صادق یا کاذب باشند، باور شده یا باور نشوند)، و گرایشی مهم به تفسیر، یعنی دریافتن این که جهان با توجه به این نظریه چگونه است» (van Fraassen 1991, 4).

۸. ون فراسن دست‌کم در یکی از آثارش (van Fraassen 2006a, 539n.2, 542n.6) لزوم تعبیر تحت‌اللفظی را به‌نحوی مقید یا شاید دقیق‌تر می‌سازد؛ در بخش پیشاپایانی مقاله بدین نکته باز خواهیم گشت.

۹. برای تاریخچه‌ای از این استدلال، و نیز تقریر و دفاعی تفصیلی از آن، ن.ک. به: Psillos 1999, Ch.4.

۱۰. یعنی با تعهدات مابعدالطبیعی کم‌تر.

۱۱. در این باره ن.ک. به: van Fraassen 1980, 39-40; 2006b, 298-299.

۱۲. گاهی به جای تعبیر پیش‌بینی‌نویس، از پیش‌بینی یک پدیده در برابر جای‌دهی (accommodation) آن سخن می‌گویند؛ در این باره و نیز درباره تلاش‌های گوناگون برای تعریف نوین‌بودن (novelty)، ن.ک. به: Barnes 2018.

۱۳. یکی از مشهورترین نمونه‌های پیش‌بینی نوین به نسبت عام داده می‌شود. در جریان خورشیدگرفتگی کاملی که در سال ۱۹۱۹ رخ داد، پیش‌بینی نظریهٔ اینشتین دربارهٔ خمیده‌شدن اخترتاب (نور ستاره) در اثر گذر از کنار خورشید تأیید گردید. حال، این کمابیش مناقشه‌ناپذیر است که نسبت عام برای پیش‌بینی پدیدهٔ مربوطه، یعنی خمیدگی اخترتاب، طراحی نشده بود؛ پس بنا به تعریف، این را می‌توان نمونه‌ای از یک پیش‌بینی نوین دانست.

۱۴. جایی را سراغ نداریم که ون فراسن به استدلال معجزه‌نیست با تأکید بر پیش‌بینی‌های نوین پرداخته باشد؛ ولی پاسخ‌یادشده در متن را می‌توان از همان موضعی که او به روایت سادهٔ این استدلال می‌پردازد برداشت کرد. پیش‌تر به دو نمونه از این مواضع ارجاع داده بودیم.

۱۵. واکنش سیلوس به دیدگاه داروین‌گرایانهٔ ون فراسن هم بسیار نزدیک به همین بیان ماست (Psillos 1999, 93-94). او بر آن است که توضیح یا روایت ون فراسن فنوتیپی (phenotypic) است، و به یک سازوکار گزینش (selection mechanism) اشاره می‌کند که بر اساس آن نظریه‌هایی با فنوتیپ یکسان، یعنی موفقیت تجربی، برگزیده می‌شوند. ولی نکتهٔ بسیار مهم این است که تبیین فنوتیپی با تبیین ژنوتیپی (genotypic) ناسازگاری ندارد؛ این دومی تبیینی است بر پایهٔ یک ویژگی که میان نظریه‌های موفق مشترک بوده، و موفقیت آن‌ها به سبب آن است. در دیدگاه واقع‌گرایان، ویژگی مزبور همان صدق تقریبی نظریه‌هاست.

۱۶. در این باره، می‌توانید ن.ک. به: van Fraassen 2006b, §3.1, §4.1؛ به ویژه پانوشته‌های شمارهٔ ۱۱، ۲۶، و ۲۹.

۱۷. برای بحث تفصیلی ون فراسن پیرامون استنتاج بهترین تبیین و یا اساساً درخواست تبیین (the demand for explanation)، در همین بافت مربوط به استدلال‌ها برای واقع‌گرایی، ن.ک. به: van Fraassen 1980, 19-40.

۱۸. تقریرهایی از (فرا)استقرای بدبینانه، هرچند نه لزوماً با تأیید نتایج ظاهراً ناواقع‌گرایانه‌اش، دست‌کم تا زمان پوانکاره قدمت دارد؛ اما گفت‌وگوهای تازه‌تر پیرامون این استدلال به‌ویژه پس از مقاله (Laudan 1981) شدت یافت. گزارشی روشن و مقدماتی از گونه‌های (فرا)استقرای بدبینانه را می‌توانید در (Wray 2015) بیابید.

۱۹. به نظر می‌رسد بیان فرااستقرای بدبینانه با تکیه بر روایت‌های دوم و سوم از تعریف واقع‌گرایی کمی سرراست‌تر باشد، و ما نیز در اینجا چنین می‌کنیم. هرچند می‌توان دید که بازنویسی آنچه در پی می‌آید بر پایه روایت نخست نیز دشوار نیست.

۲۰. صورت‌بندی احتمالاتی این استدلال با اتهام مغالطه نرخ پایه (base rate fallacy) روبروست (اتهامی که درباره صورت‌بندی‌های این چنینی استدلال معجزه‌نیست هم مطرح شده است). در صورت پذیرش اتهام، یک واکنش این است که استدلال را از شکل احتمالاتی یا حتی استقرایی خارج کنیم؛ همین که مثالی از یک نظریه بسیار موفق یافت شود که رها شده (و بنابراین، دیگر صادق قلمداد نمی‌شود)، لزوم یا درستی تبیین موفقیت تجربی/پیش‌بینانه از طریق صدق نفی شده است. برای بیان کوتاهی از اشکال و چنین پاسخی، ن.ک. به (Chakravartty 2017, §3.3)، و برای بحث مفصلی از مغالطه نرخ پایه پیرامون دو استدلال بحث‌شده در بخش کنونی، ن.ک. به: Magnus & Callender 2004.

۲۱. راه‌گزینی برای واقع‌گرا که ما آن را در اینجا پی نمی‌گیریم می‌تواند دست‌یازی به گونه‌ای نظریه علی ارجاع (causal theory of reference) باشد و باور به این که واژه‌ای نظری چون تیراز همان دوره کاربردش (در نظریه نور) به میدان الکترومغناطیسی، یا میدان کوانتومی، یا هرچه که واقعاً بستر انتشار نور است ارجاع می‌داده و از این رو همچنان دارای مرجع است. برای بررسی جامعی پیرامون ارجاع واژگان نظری، از منظری واقع‌گرایانه، ن.ک. به: Psillos 1999, Ch.12.

۲۲. مثلاً ن.ک. به: Kitcher 1993, §5.4; Psillos 1999, §6.3.

۲۳. گرچه درستی همین معیار هم چندان روشن نیست؛ بر فرض که بپذیریم ناماندگاری متضمن اجتناب‌پذیری است، بدیهی است که ماندگاری در طی یک یا حتی چند مورد دگرگونی علمی ضرورتاً متضمن اجتناب‌ناپذیری نیست.

۲۴. در اینجا بیش از هرچیز به قضیه کریگ (Craig's theorem) و پیامد فلسفی مشهورش نظر داریم. بیانی از (یک کاریست) قضیه کریگ با کمی ساده‌سازی چنین است: برای هر نظریه علمی بیان‌شدنی در منطق مرتبه‌اول (به‌نحو اصل موضوع‌پذیر)، مانند  $T$ ، که واژگان غیرمنطقی‌اش به دو دسته (به نام مشاهده‌ای و نظری) افزاشدنی باشند، نظریه‌ای (اصل موضوع‌پذیر) وجود دارد که تنها از واژگان

مشاهده‌ای  $T$  ساخته شده و قضایا یا نتایجش دقیقاً همان دسته از قضایای  $T$  هستند که در آن‌ها تنها واژگان مشاهده‌ای به کار رفته است. برخی فلاسفه علم، و به‌ویژه تجربه‌گرایان و ابزارگرایان، این کاربست قضیه کریگ را چنین تفسیر کرده‌اند که همه واژگان و جمله‌های نظری (در نظریه‌های علمی) غیر ضروری و اجتناب‌پذیرند. معرفی روشنگری از قضیه کریگ به‌همراه بیان و نقد نتیجه‌گیری فلسفی از آن را می‌توانید در (Putnam 1965) بیابید. بحث دیگری، با تکیه بیشتر بر تفسیر فلسفی قضیه و نقدش، در (Psillos 1999, 20-24) آمده است. به هر حال، شکی نیست که واقع‌گرایان با چنین مفهومی از اجتناب(نا)پذیری مخالفت خواهند کرد، ولی سخن ما این است که قضیه کریگ اهمیت ارائه پیش‌دستانه تعریف یا معیاری برای اجتناب(نا)پذیری از سوی واقع‌گرایان را روشن می‌سازد.

۲۵. درباره همان نمونه اتر، مثلاً می‌توان به مخالفت وُرال با کیچر و سیلوس درباره زائیدبودن (redundancy) اتر در نظریه نور فرنل اشاره کرد (Worrall 2020, 181-184).

۲۶. ن.ک. به: Worrall 1989, 117-118؛ او در این صفحات ادعای پیشتازی پوانکاره در این دیدگاه را نیز مستند و مستدل می‌سازد.

۲۷. هواداران واقع‌گرایی ساختاری طبیعتاً به دیگر موارد دگرش علمی نیز پرداخته‌اند. یک نمونه، جایگزینی نظریه بطلمیوس (مدل زمین مرکز) با نظریه کپلر (مدل خورشیدمرکز) درباره کیهان است. درباره این مورد، به نظر می‌رسد که موضع وُرال در گذر زمان دچار تغییر شده است. او در آثار پیشین کمابیش بر آن بوده که مدل زمین مرکز (برخلاف مدل خورشیدمرکز) پیش‌بینی نوینی فراهم نمی‌آورده و تنها پدیده‌ها یا داده‌های نجومی را جای‌دهی می‌کرده است (Worrall 2011, 163-165). ولی در اثر تازه‌تری (Worrall 2020)، او به روشنی از این موضع بازمی‌گردد؛ در اینجا، وُرال نظریه بطلمیوس را (در کنار نظریه کالریک درباره گرما) از مواردی می‌شمارد که بسیار غلط ("very false") بوده و حتی صدق تقریبی هم ندارند، به‌رغم این که پیش‌بینی نوین فراهم آورده‌اند. وُرال در اینجا اقرار می‌کند که به‌همراه دیگر فلاسفه علم واقع‌گرا در این که وزن زیاد و تعیین‌کننده‌ای به موفقیت‌های پیش‌بینانه منفرد (single) می‌داده‌اند بر خطا بوده‌اند. او توضیح می‌دهد که در مواردی که واقعاً مستلزم تعهد واقع‌گرایانه بوده و به‌درستی شهود استدلال معجزه‌نیست را برمی‌انگیزند، چنین نیست که نظریه تنها از یک موفقیت تجربی منفرد برخوردار باشد؛ در این موارد، نظریه گستره‌ای از پیش‌بینی‌های نوین و صحیح تجربی فراهم می‌آورد. وُرال استدلال می‌کند که در نمونه نظریه نور فرنل، این شرط به روشنی برقرار است (Worrall 2020, 172). به هر حال، با هر دو نگرش، این نتیجه یکسان است که (نزد وُرال) تعهد واقع‌گرایانه درباره مدل زمین مرکز و، بنابراین، انتظار حفظ ساختار نظری آن در مدل خورشیدمرکز نابه‌جاست. دگرش علمی دیگری که غالباً شاهدی به‌زیان واقع‌گرایی علمی به شمار می‌رود، جایگزینی نظریه فلوریتون در شیمی احتراق (و پدیده‌های مربوطه) با نظریه اکسیژن (لاووازیه) است؛ فلوریتون از پرکاربردترین مثال‌ها برای واژگان نظری رهاشده و بدون

### واقع‌گرایی ساختاری ... (محمود وحیدنیا و سید محمدحسن آیت‌الله‌زاده شیرازی) ۳۱۷

مرجع واقعی است. با این حال، لیدیمن چنین استدلال می‌کند که نمونه نظریه فلورزیستون اتفاقاً مؤید واقع‌گرایی ساختاری است (Ladyman 2011). نظریه فلورزیستون به‌درستی فرایند (مشاهده‌ناپذیر) نوعاً یکسانی را در پس‌رویدادهایی چون احتراق (combustion)، تکلیس (calcination)، و تنفس (respiration) تشخیص می‌دهد است. اصل این فرایند (dephlogistication) و معکوسش (phlogistication) در شیمی معاصر به نام‌های اکسایش (oxidation) و کاهش (reduction) شناخته می‌شوند. ادعا این است که واقع‌گرایی ساختاری - و نه واقع‌گرایی علمی استاندارد - می‌تواند توضیح دهد که به‌رغم ارجاع‌ندادن واژگان نظری (خواه/تر و خواه فلورزیستون)، چگونه نظریه رهاشده در تشخیص ساختارهایی در پس قانون‌مندی‌های تجربی موفق بوده است (Ladyman 2011, 97-100).

۲۸. ن.ک. به: Worrall 1989, 120-121؛ او در اینجا گذار از فیزیک نیوتونی به نسبیّت عام اینشتین را مثال می‌زند، با تأکید بر قانون جهانی گرانش.

۲۹. شاید بهتر باشد بگوییم ساختارهای یک‌ریختی را مجموعه‌های متمایزی از اشیاء می‌توانند محقق سازند. البته این نکته وابسته به تعریف دقیق ساختار و شرایط این‌همانی آن است؛ در تعریف معمول نظریه مجموعه‌ای از ساختار، که در بخش ۶ مطرح خواهد شد، یک‌ریختی مستلزم این‌همانی ساختارها نیست. (در همان بخش مفهوم یک‌ریختی را نیز تعریف خواهیم کرد.)

۳۰. در مقاله مزبور (Worrall 1989)، بیشتر کاربردهای واژه "structure" از گونه نخست است؛ ولی نمونه‌هایی از کاربرد گونه دوم را نیز می‌توانید در صفحه‌های ۱۲۱-۱۱۹ بیابید.

۳۱. (Worrall 2007; 2020) از مهم‌ترین آن‌ها هستند.

۳۲. به نظر می‌رسد ورال در این باره متأثر از گروور ماکسول (Grover Maxwell) باشد (ن.ک. به: Worrall 1989, 117n). به هر حال این ماکسول بود که نخستین بار به صورت‌بندی دیدگاهی با نام واقع‌گرایی ساختاری به کمک جمله‌های رمزی پرداخت؛ برای نمونه در (Maxwell 1970). ماکسول خود در این دیدگاه عمیقاً تحت تأثیر فلسفه راسل دوران متأخر است. درباره واقع‌گرایی ساختاری ماکسول و نیز ارتباط آن با راسل، همچنین می‌توانید ن.ک. به: Ladyman 2014, §3.2; Frigg and Votsis 2011, 235-236.

۳۳. اگر نظریه ما مجموعه‌ای از جمله‌ها باشد، در بحث کنونی عطف منطقی همگی آن‌ها را جمله متناظر با نظریه قلمداد می‌کنیم.

۳۴. استنتاج  $\Theta_R$  از  $\Theta$  تنها به گونه مرتبه دوم قاعده معرفی سور وجودی نیاز دارد.

۳۵. نتایج مشاهده‌ای یعنی نتایجی که در آن‌ها واژگان نظری نیامده‌اند. هم نتایج مشاهده‌ای مرتبه دوم  $\Theta$  و  $\Theta_R$  (یعنی آن‌ها که می‌توانند سور مرتبه دوم داشته باشند) یکسان هستند، و هم (به تبع آن) نتایج مشاهده‌ای مرتبه اول؛ برای اثبات این نکته ن.ک. به: Ketland 2004, 293. (Psillos 2006, 72) نیز

فهرست سودمندی از این دست ویژگی‌های جمله رمزی فراهم آورده و منابعی برای اثبات برخی از آن‌ها ذکر می‌کند.

۳۶. Worrall 2007, 147-149; 2020, 196-198؛ در واقع وُرال در این مواضع ادعای قوی‌تری مطرح می‌کند. از یک سو، او بر آن است که تنها دیدگاه قابل دفاع درباره معنا/مرجع واژگان نظری تلقی توصیفی (the descriptive account) است. الکترون یعنی همه آن توصیفی که نظریه‌های ما از آن فراهم می‌آورند. به زعم وی نظریه علی ارجاع (the causal theory of reference) درباره واژگان نظری مستلزم این محال خواهد بود که ما دسترسی بی‌واسطه نظریه (non-theory-mediated access) به جهان مشاهده‌ناپذیر داشته باشیم. از سوی دیگر، نزد وُرال این نکته که جمله رمزی همه درون‌مایه شناختی یک نظریه را در بر می‌گیرد نتیجه مستقیم پذیرش تلقی توصیفی است. بنابراین، چون واقع‌گرای ساختاری تلقی توصیفی را (به‌عنوان تنها گزینه قابل دفاع) می‌پذیرد، پیامدش این است که جمله رمزی را بیان‌گر درون‌مایه نظریه علمی بشمارد.

۳۷. دو نکته مهم: نخست این که، ما در بحث کنونی ویژگی و رابطه را متباین به کار می‌بریم؛ به بیان دیگر، ویژگی را (مرجع محمول) یک‌جایگاهی و رابطه را (مرجع محمول) چندجایگاهی می‌شماریم (چند به معنای دو یا بیشتر). در بافت‌های دیگر فلسفی، گاهی رابطه اعم از ویژگی و گاهی نیز ویژگی اعم از رابطه قلمداد شده است؛ یعنی، به ترتیب، گاهی ویژگی را یک رابطه یک‌جایگاهی و گاهی نیز رابطه را یک ویژگی چندجایگاهی به شمار آورده‌اند. دیگر این که، ویژگی یا رابطه مرتبه‌اول آن است که، به ترتیب، شیء یا اشیاء دارای آن باشند، در حالی که، ویژگی یا رابطه مرتبه‌دوم یا بالاتر، خود متعلق به ویژگی‌ها یا روابط دیگر است. برای نمونه، دو مترفاصله داشتن رابطه‌ای مرتبه‌اول است که برخی اشیاء با یکدیگر دارند؛ اما تراگذری بودن (transitivity) ویژگی مرتبه‌دومی است که برخی روابط دارند (دو مترفاصله داشتن تراگذری نیست، در حالی که، قهراً بلندتری داشتن رابطه‌ای تراگذری است).

۳۸. برای توضیح بیش‌تر درباره این گونه ساختارگرایی ن.ک. به: Ladyman 2014, §3, §3.2.

۳۹. فرض کنید صفحه آشکارساز به سه بخش بالایی، پایینی، و میانی تقسیم شده است.

۴۰. شاید نظری یا مشاهده‌ای بودن محمولی چون  $P$  مناقشه‌بردار باشد؛ چه مطابق فرض ما نظری باشد و چه مشاهده‌ای، در اصل بحث کنونی تفاوت جدی ایجاد نمی‌کند.

۴۱. در اینجا متغیرهای محمولی را با حروف بزرگ نمایش داده‌ایم تا از متغیرهای فردی تمیزدادنی باشند.

۴۲. دیدگاهی که لیدیمن مشخصاً به راسل و کارنپ نسبت می‌دهد از این قرار است: «ما نمی‌توانیم افراد (individuals)، ویژگی‌ها یا روابط مرتبه‌اولشان را بشناسیم، بلکه می‌توانیم ساختار مرتبه‌دوم ویژگی‌های رابطه‌ای (relational properties) شان را بشناسیم. ... علم ما را تنها از خصوصیات محضاً



### واقع‌گرایی ساختاری ... (محمود وحیدنیا و سید محمدحسن آیت‌الله‌زاده شیرازی) ۳۱۹

منطقی (purely logical features) جهان مطلع می‌سازد» (Ladyman 2014, §3). پیش‌تر در پی‌نوشتی ذکر گردید که گروور ماکسول نیز در دفاع از گونه‌ای واقع‌گرایی ساختاری بر پایه رمزی‌سازی بر وژال تقدّم داشته و احتمالاً بر او اثر گذاشته است.

۴۳. Max Newman (1897-1984): برای بیان اصلی اشکال، ن.ک. به: Newman 1928.

۴۴. دقیق‌تر این است که راسل چنین پاسخ داد که منظورش چیزی نبوده که در واقع بیان کرده (نقل شده در (Ainsworth 2009, 156)). آنچه که به نظر می‌رسد معمولاً در ادبیات مربوط به اشکال نیومن مغفول می‌ماند این است که خود نیومن هم در پایان مقاله‌اش (Newman 1928, 148) اشاره می‌کند که، برخلاف برخی شواهد متنی، راسل در حقیقت نمی‌خواسته به گونه‌ای که در معرض اشکال فعلی است از ساختارگرایی دفاع کند.

۴۵. برای مروری انتقادی بر روایت‌های مشابه راسل و کارنپ از ساختارگرایی و نحوه روبروشدن آن دو با اشکال نیومن، ن.ک. به: van Fraassen 2008, 213-229.

۴۶. وژال نام واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی (Ramsey-sentence structural realism) را دست‌کم در عنوان و چکیده یکی از سخنرانی‌هایش به کار برده است:  
<https://www.youtube.com/watch?v=XSTY-xQSzPQ>

۴۷. مثلاً در (Worrall 2007; 2020) که بی‌شک (اگر نگوئیم مهم‌ترین، دست‌کم) از مهم‌ترین آثار وی در تقریر و دفاع از واقع‌گرایی ساختاری جمله‌رمزیایی هستند.

۴۸. پیش‌تر در پی‌نوشتی اشاره کردیم که لیدیمن نمونه نظریه فلورزیستون را به‌طور کلی تأییدی بر واقع‌گرایی ساختاری می‌شمارد؛ ولی جالب اینجاست که او مشخصاً این امکان را رد می‌کند که جمله رمزی نظریه فلورزیستون بتواند محفوظ بماند. او این نکته را (به سود روایت خود از واقع‌گرایی ساختاری و) علیه روایت جمله‌رمزیایی ارزیابی می‌کند (Ladyman 2011, 100).

۴۹. معرفی کوتاه این دیدگاه به‌طور اجتناب‌ناپذیری مبهم است؛ برای یک معرفی و بررسی انتقادی، می‌توانید ن.ک. به: وحیدنیا و مسگری ۱۴۰۰.

۵۰. با نظر داشت اشکال نیومن، در هر دو مورد، ساختار کمابیش متشکل است از یک دامنه، مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و روابط مدلول محمول‌های (مشاهده‌ای) نظریه، و مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و روابط برجسته یا طبیعی که می‌توانند مدلول محمول‌ها (ی نظری) یا ارزش متغیرهای محمولی باشند.

۵۱. دلیل کاربرد وصف برجسته یا طبیعی (برای برخی ویژگی‌ها و روابط مدلول در جمله رمزی) در بخش آینده روشن خواهد شد.

۵۲. ساختار بدین تعریف، نزدیک است به همان مفهومی از ساختار که در منطوق و به‌ویژه نظریه مدل‌ها برای فراهم‌آوردن معناشناسی زبان‌های منطقی به کار می‌رود؛ در ادامه ما نیز چنین استفاده‌ای از مفهوم

کنونی خواهیم کرد و ساختار کمابیش بدین معنا به عنوان مدل نظریه یا جمله رمزی اش نقش آفرینی خواهد کرد. تعریف مشابهی از ساختار، یکریختی میان ساختارها، و نیز برخی ملاحظات جانبی درباره چنین تعریفی را می‌توانید در (Frigg and Votsis 2011, 229-230) بیابید. تعریف (Ketland 2009, 34) نیز از مفهوم استاندارد ساختار (the standard conception of structure) کمابیش همین است با این تفاوت که به جای مجموعه، دنباله‌ای (مرتب) از روابط و ویژگی‌ها پس از دامنه می‌آید.

۵۳. در تلقی مصداقی، هر ویژگی برابر با زیرمجموعه‌ای از دامنه ( $D$ ) بوده، و هر رابطه  $n$ -جایگاهی مجموعه‌ای از  $n$ -تایی‌های مرتب از اعضای دامنه است (به بیان دیگر، رابطه  $n$ -جایگاهی زیرمجموعه‌ای از  $D^n$  است).

۵۴. به بیانی دقیق‌تر، دو ساختار  $(D_1, \mathcal{R}_1)$  و  $(D_2, \mathcal{R}_2)$  یکریخت‌اند تنها در صورتی که تناظرهای یک‌به‌یک  $f: D_1 \rightarrow D_2$  و  $g: \mathcal{R}_1 \rightarrow \mathcal{R}_2$  وجود داشته باشند، به گونه‌ای که برای هر  $r$  ( $m$ -جایگاهی) درون  $\mathcal{R}_1$  و هر  $m$ -تایی مرتب  $(d_1, d_2, \dots, d_m)$  از اعضای  $D_1$ ، درون رابطه  $r$  باشد، اگر و تنها اگر،  $(f(d_1), f(d_2), \dots, f(d_m))$  درون رابطه  $g(r)$  باشد.

۵۵. این کمابیش همان دیدگاهی است که نیومن پیش از بیان اشکال معروف خود به راسل نسبت می‌دهد (Newman 1928, 144).

۵۶. به ویژه برای مجموعه‌های نامتناهی، اساساً تعریف هم‌شماری یا کاردینالیته برابر داشتن وجود تناظری یک‌به‌یک میان آن‌هاست.

۵۷. توجه کنید که اشکال نیومن در بستر تلقی مصداقی از ویژگی‌ها و روابط مطرح می‌گردد، که کمی قبل در پی‌نوشتی معرفی گردید.

۵۸. فرض کنید  $f$  تناظر یک‌به‌یک یادشده میان  $D_W$  و  $D_T$  است. برای هر  $r$  ( $m$ -جایگاهی) درون  $\mathcal{R}_T$ ، تعریف می‌کنیم:  $g(r) := \{(f(d_1), f(d_2), \dots, f(d_m)) | (d_1, d_2, \dots, d_m) \in r\}$ ، و سپس:  $\mathcal{R}_W := \{g(r) | r \in \mathcal{R}_T\}$  و  $f$  و  $g$  تناظرهای یک‌به‌یکی هستند که یکریختی میان  $(D_T, \mathcal{R}_T)$  و  $(D_W, \mathcal{R}_W)$  را نشان می‌دهند. لازم به ذکر است، وجود داشتن ویژگی‌ها و روابطی چون  $g(r)$  و مجموعه  $\mathcal{R}_W$  مطابق تعاریفشان، و به تبع آن وجود یکریختی یادشده، همگی قضایای نظریه مجموعه‌ها (زرمولو-فرانکل) هستند.

۵۹. برای تقریر مشابهی از اشکال نیومن، ن.ک. به: Ketland 2004, 294-295.

۶۰. همان‌طور که کمی پیش‌تر در پی‌نوشتی اشاره کردیم، ما از تعریف ساده زوج مرتبی‌مان از ساختار در معناشناسی و به‌عنوان مدل (مرتب‌دوم) برای نظریه یا جمله رمزی‌اش نیز بهره گرفته‌ایم. این کاربرد با مسامحه‌ای نسبتاً جدی همراه است. ساختاری که بخواهد مدل واقع شود بایستی از طریق تعبیر (interpretation)  $Y$  به زبان (language) نظریه‌مان مرتبط گردد. ما در این نوشتار این پیش‌فرض (معقول) را داریم که واژگان غیرمنطقی زبان یک نظریه تنها و دقیقاً همان واژگان غیرمنطقی خود

نظریه بوده، و واژگان غیرمنطقی زبان جمله رمزی یک نظریه نیز دقیقاً همان واژگان غیرمنطقی جمله رمزی نظریه است؛ یعنی، به‌طور خاص، زبان جمله رمزی نظریه اساساً محمول‌های غیرمشاهده‌ای یا نظری ندارد. حال، تعبیر تابعی است که به هر ثابت غیرمنطقی زبان یک عضو از دامنه (مؤلفه اول ساختار) و به هر محمولی نیز یک عضو از مجموعه ویژگی‌ها و روابط (مؤلفه دوم ساختار) نسبت می‌دهد. در اینجا برای حفظ سادگی و یکنواختی در تعریف زوج مرتبی ساختار، در کاربرد آن به‌مثابه مدل نیز اشاره صریح به زبان و تعبیر را حذف کرده‌ایم. از این رو، وقتی می‌گوییم «ساختار  $(\mathcal{D}, \mathcal{R})$  مدلی برای  $\varphi$  است» یا می‌نویسیم " $(\mathcal{D}, \mathcal{R}) \models \varphi$ »، یعنی جمله  $\varphi$  مدلی دارد که تابع تعبیر آن به هر ثابت غیرمنطقی در زبان  $\varphi$  یک عضو  $\mathcal{D}$  و به هر محمول در زبان  $\varphi$  ویژگی یا رابطه‌ای (روی  $\mathcal{D}$ ) نسبت می‌دهد که درون  $\mathcal{R}$  بوده، و همچنین هر عضو  $\mathcal{R}$  تعبیر محمولی در زبان است. متغیرها و سورهای مرتبه‌اول روی  $\mathcal{D}$  تعبیر می‌شوند، و متغیرها و سورهای مرتبه‌دوم روی همه ویژگی‌ها و روابط تعریف‌شدنی روی  $\mathcal{D}$ . نکته اخیر بدین معناست که مدلهایی که ما در نظر می‌گیریم سیر (full) هستند.

۶۱. در این حالت خاص که جمله رمزی هیچ محمولی ندارد، صدق  $\Theta_R$  (درباره جهان) یعنی  $(\mathcal{W}, \emptyset) \models \Theta_R$ ، طوری که  $(\mathcal{W}, \emptyset)$  ساختاری است با دامنه‌ای  $(\mathcal{W})$  متشکل از (بخشی از) هویت درون جهان. همچنین، توجه دارید که  $(\mathcal{W}, \emptyset)$  ساختاری است برای زبان بدون محمولی که جمله رمزی بدان تعلق دارد؛ بنابراین، مجموعه ویژگی‌ها و روابط تعبیرکننده محمول‌ها در این ساختار تهی است. به هر ترتیب، داریم:  $(\mathcal{W}, \emptyset) \models \exists \underline{t} \Theta(\underline{t})$ ، که  $\underline{t}$  همان دنباله  $t_1, t_2, \dots, t_m$  است. این معادل است با این که تخصیصی متغیری (variable-assignment) مانند  $s$  وجود دارد، طوری که  $(\mathcal{W}, \emptyset), s \models \Theta(\underline{t})$ . اگر  $\mathcal{R}_s$  را مجموعه ویژگی‌ها و روابطی بگیریم که  $s$  به دنباله  $\underline{t}$  تخصیص می‌دهد و تعبیر  $T_i$  همان ویژگی یا رابطه‌ای باشد که  $s$  به  $t_i$  تخصیص می‌دهد، گزاره پیشین معادل است با این که مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و روابط روی  $\mathcal{W}$ ، مانند  $\mathcal{R}_s$  هست که  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_s) \models \Theta(\underline{t})$ ، و  $\underline{T}$  همان دنباله  $T_1, T_2, \dots, T_m$  است. از آن‌جا که یکریختی مدل‌بودن ساختارها را حفظ می‌کند، گزاره اخیر هم معادل است با این که  $\Theta$  مدلی دارد، مانند  $(\mathcal{D}_M, \mathcal{R}_M)$ ، که با ساختاری در جهان (یعنی ساختاری با دامنه  $\mathcal{W}$ ) یکریخت است (و البته این هم، بر پایه آنچه در توضیح اشکال نیومن آمد، معادل است با این که  $\Theta$  مدلی دارد که دامنه‌اش با  $\mathcal{W}$  هم‌شمار است).

۶۲. ن.ک. به: Worrall 2007, 150; 2020, 199-200.

۶۳. فرض کنید هم‌طول هستند یک محمول مشاهده‌ای دوجایگاهی در زبان نظریه باشد؛ در این صورت، تعبیر مطلوب این محمول رابطه مشاهده‌پذیر هم‌طول بودن، یا دقیق‌تر بگوییم، مجموعه دوتایی‌های مرتبی است که مؤلفه‌هایشان هم‌طول هستند.

۶۴. فروکاست تجربی مدل یک نظریه را تعریف می‌کنیم ساختاری با دامنه همان مدل و (مجموعه) ویژگی‌ها و روابطی که تعبیر واژگان مشاهده‌ای نظریه در مدل یادشده هستند.

۶۵. طرح استدلال بسیار شبیه حالت ساده‌تر پیشین است: صدق  $\Theta_R$  درباره بخشی از جهان که دامنه‌اش  $\mathcal{W}$  است، یعنی  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O) \models \Theta_R$ . پس داریم:  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O) \models \exists t \Theta(O, t)$ ، که همان دنباله  $t_1, t_2, \dots, t_m$  دنباله  $O_1, O_2, \dots, O_n$  است. این معادل است با این که تخصیصی متغیری مانند  $s$  وجود دارد، طوری که  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O), s \models \Theta(O, t)$ . اگر  $\mathcal{R}_T$  را مجموعه ویژگی‌ها و روابطی بگیریم که  $s$  به دنباله  $t$  تخصیص می‌دهد و تعبیر  $T_i$  همان ویژگی یا رابطه‌ای باشد که  $s$  به  $t_i$  تخصیص می‌دهد، گزاره پیشین معادل است با این که مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و روابط روی  $\mathcal{W}$ ، مانند  $\mathcal{R}_T$  هست که  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O \cup \mathcal{R}_T) \models \Theta(O, T)$ ، و همان دنباله  $T_1, T_2, \dots, T_m$  است. چون یک‌ریختی مدل‌بودن را حفظ می‌کند، گزاره اخیر هم معادل است با این که  $\Theta$  مدلی دارد، مانند  $(D_M, \mathcal{R}_M^O \cup \mathcal{R}_M^T)$  دربرگیرنده تعبیر محمول‌های مشاهده‌ای و  $\mathcal{R}_M^T$  دربرگیرنده تعبیر محمول‌های نظری است)، که با ساختاری در جهان که گسترشی از  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  باشد یک‌ریخت بوده به نحوی که فروکاست تجربی‌اش (یعنی  $(D_M, \mathcal{R}_M^O)$ ) نیز با  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  یک‌ریخت باشد. استدلالی کاملاً مشابه آنچه در توضیح اشکال نیومن آورده‌ام نشان می‌دهد که آخرین گزاره هم معادل است تنها با این که  $\Theta$  مدلی دارد که فروکاست تجربی‌اش با  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  یک‌ریخت است (تابع یک‌ریختی میان  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  و  $(D_M, \mathcal{R}_M^O)$  به تابعی یک‌ریختی میان  $(D_M, \mathcal{R}_M^O \cup \mathcal{R}_M^T)$  و گسترشی از  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  توسیع می‌یابد).

۶۶. در بخش دوم از این مقاله، ما مشاهده(نا)پذیری را وصفِ هویت یا اشیاء گرفته بودیم. در ادبیات پیرامون اشکال نیومن، در این باره که می‌بایست مشاهده(نا)پذیری را اولاً و بالذات وصف ویژگی‌ها و روابط قلمداد کنیم یا وصف اشیاء/هویت/چیزها (یا همان اعضای دامنه ساختار) اختلاف نظر وجود دارد. کتلند در مقاله نخست و مهم خود درباره رمزی‌سازی و اشکال نیومن (Ketland 2004) مشاهده(نا)پذیری را اولاً و بالذات وصف اشیاء در نظر گرفته، و مشاهده(نا)پذیری ویژگی‌ها و روابط را فروکاستنی به مشاهده(نا)پذیری مصادیقشان قلمداد می‌کند. بدین منظور، ساختارهای کتلند دوگونه‌ای (two-sorted) هستند، و دامنه از دو مجموعه (یکی متناظر با اشیاء مشاهده‌پذیر و دیگری مشاهده‌ناپذیر) تشکیل شده است. همچنین ساختار او سه دنباله ویژگی‌ها و روابط دارد: مشاهده‌پذیرها، مشاهده‌ناپذیرها، آمیخته (mixed)ها؛ ویژگی یا رابطه مشاهده(نا)پذیر یعنی آن که همه (مؤلفه‌های) مصادیقش مشاهده(نا)پذیر باشند، و ویژگی یا رابطه آمیخته یعنی آن که هر مصادیقش دست‌کم یک مؤلفه مشاهده‌پذیر و یک مؤلفه مشاهده‌ناپذیر داشته باشد. بدین فهم از مشاهده(نا)پذیری و صورت‌بندی اشکال نیومن بر مبنای آن نقدهای (مهمی) وارد شده است (ن.ک. به بررسی خوب اینسورس در (Ainsworth 2009, §5.2)). کتلند در مقاله دومی که به نوعی در تکمیل و تعمیم برخی نتایج مقاله نخست می‌نویسد (Ketland 2009)، نشان می‌دهد که اگر (بالعکس) رهیافت

مقاله نخست (مشاهده‌نا)پذیری را اولاً و بالذات وصف ویژگی‌ها و روابط ساختار فرض کنیم و دامنه ساختار را تک‌گونه‌ای (one-sorted) بگیریم هم اشکال نیومن سر بر می‌آورد (تفاوت‌ها با صورت‌بندی دوگونه‌ای بر توان اصلی اشکال اثر چندانی ندارند؛ ن.ک. به (Ketland 2009, §§2-4) و نیز همان بحث مستقل اینسورس در (Ainsworth 2009, §5.2). ما در بحث کنونی، متفاوت از رویه بخش ۲، مشاهده‌نا)پذیری را وصف ویژگی‌ها و روابط قلمداد کرده‌ایم، و صورت‌بندی و تحلیل تک‌گونه‌ای‌مان به صورت‌بندی کتلند در مقاله دومش نزدیک است؛ این انتخاب به حفظ یکدستی و سادگی تعریف ساختار کمک کرده است. با این همه، گمان ما این است که هنگامی می‌توان مشاهده‌نا)پذیری را (اولاً و بالذات) وصف ویژگی‌ها و روابط دانست که تلقی ما از آن‌ها منحصرراً مصداقی (extensional) نباشد، بلکه توصیف یا مفهوم (intension) را نیز به‌نحوی مقوم آن‌ها بدانیم. برای نمونه، درباره همان مثال رابطه هم‌طول‌بودن، به نظر می‌رسد مشاهده‌پذیری تنها می‌تواند (اولاً و بالذات) وصف مفهوم یا توصیف این رابطه باشد، نه مجموعه دوتایی‌های مرتبی که مصداق آن هستند.

۶۷. ساختار مشاهده‌پذیری که هدف نظریه است، در کاربرد ما، یعنی ساختاری که تعبیر مطلوب زبان مشاهده‌ای نظریه را فراهم می‌آورد. می‌توان نشان داد به‌طور کلی این که  $\Theta$  مدلی داشته باشد که فروکاست تجربی‌اش با چنین ساختاری (یعنی در اینجا  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_\Theta)$ ) یک‌ریخت باشد شرطی است قوی‌تر از این که همه نتایج مشاهده‌ای  $\Theta$  (درباره جهان، یعنی در ساختار  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_\Theta)$ ) صادق باشد؛ برای بحثی نسبتاً تفصیلی در این باره (البته در بستر صورت‌بندی دوگونه‌ای (two-sorted) از مدل‌های نظریه علمی)، ن.ک. به: Ketland 2004, 295-298. با این همه، در صورت تناهی  $\mathcal{W}$  این دو شرط معادل هستند (Ketland 2009, 41-42). پس در صورت تناهی  $\mathcal{W}$ ، صدق جمله رمزی معادل است با این که همه نتایج مشاهده‌ای نظریه صادق باشد. بایستی توجه کرد که چون در بحث کنونی نتایج مشاهده‌ای آن‌هایی دانسته می‌شوند که واژگان نظری (و متغیرهای مرتبه‌دوم) ندارند، تعمیم‌های تجربی (empirical generalizations) را هم شامل شده و محدود به جملات مفرد (singular sentences) نیستند؛ برای نمونه، «همه کلاغ‌ها سیاه هستند» هم جمله‌ای مشاهده‌ای است.

۶۸. van Fraassen 1980, 12. او چند صفحه پیش‌تر (3-4) روشن ساخته که مرادش از پدیده‌ها (phenomena) امور مشاهده‌پذیر هستند.

۶۹. تأکید از نویسنده است: van Fraassen 1980, 64. خوب است توجه کنیم که در این اثر، یعنی تصویر علمی، ون فراسن پدیده‌ها (phenomena) و نمودها (appearances) را کمابیش به جای یکدیگر و در یک معنا به کار برده است. وی در اثری تازه‌تر معنای این دو واژه را تفکیک می‌کند؛ ن.ک. به (van Fraassen 2008, 283-288)، و به‌ویژه یادداشت شماره ۲۴ از همان بخش.

۷۰. مقایسه کنید با: Ketland 2004, §§4-5; Ainsworth 2009, 145.

۷۱. لطفاً به کاربرد واژه/مکان دقت کنید. ون فراسن بر آن است که پذیرش یک نظریه علمی نیازمند باور به صدق آن (و وجود هویتات مشاهده‌ناپذیری که وضع می‌کند) نیست. نزد او چنین باوری زائد و غیرلازم بوده و پذیرش یک نظریه علمی با ندانم‌گرایی نیز سازگار است. اما، این بدین معنا نیست که او از ندانم‌گرایی (به‌عنوان رویکرد معرفتی درست به نتایج غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی) دفاع می‌کند. دیدگاه او درباره چستی و هدف علم است و نه معرفت‌شناسی. ن.ک. به: van Fraassen 2007, 343.

۷۲. پس ما با این تحلیل اینسورس (Ainsworth 2009, 148) مخالفیم که بر پایه اشکال نیومن، واقع‌گرایی ساختاری «...» (در روایت جمله‌رمزبایی‌اش) تنها همان ناواقع‌گرایی ون فراسن است که با این ادعای عجیب تقویت شده که ما (شاید) بتوانیم کاردینالیتی جهان مشاهده‌ناپذیر را دریابیم. (به نظر می‌رسد کتلند (Ketland 2009, 37) هم استنباطی نزدیک به اینسورس دارد). برخلاف آنچه اشکال نیومن درباره ساختارگرایی اقتضا دارد، در دیدگاه ون فراسن فحوائی نظریه علمی درباره جهان مشاهده‌ناپذیر بدیهی و کم‌اهمیت نیست، بلکه پذیرش نظریه مستلزم باور به آن جنبه دانسته نمی‌شود. البته در بخش پیشاپایانی این جستار استدلال خواهیم کرد که در این رابطه ناسازگاری یا دست‌کم تنش میان آراء ون فراسن یافت می‌شود. فارغ از این، شاید بتوان سخن اینسورس را این‌گونه قابل دفاع ساخت که بگوییم اشکال نیومن نشان می‌دهد شناختی که جمله رمزی نظریه فراهم می‌آورد چندان فراتر از آن شناختی نیست که ناواقع‌گرایی چون ون فراسن بر آن است که می‌بایست از نظریه‌های علمی انتظار داشت.

۷۳. در برخی پاسخ‌ها به اشکال نیومن، از لزوم ترک ساختارگرایی مبتنی بر جمله رمزی، یا به‌طور کلی ترک نگاه نحوی (syntactic view) به نظریه‌های علمی، سخن گفته شده است؛ برای مرور و نقد دو نمونه مهم، ن.ک. به: Ainsworth 2009, 148-152. همان‌گونه که اینسورس نیز به‌درستی اشاره کرده، هسته اصلی اشکال که در همان روایت اصلی‌اش توسط نیومن یافت می‌شود وابسته به رمزی‌سازی و یا نگاه نحوی نیست؛ حتی بایستی گفت که روایت اصلی اشکال بیشتر با نگاه معنایی (semantic view) به نظریه‌های علمی هم‌خوانی دارد. این نکات از گزارش کنونی ما از اشکال نیومن نیز به‌خوبی برمی‌آید؛ ما پیش از هماهنگ‌سازی اشکال با ساختارگرایی مبتنی بر جمله رمزی، نخست آن را در همان روایتی تقریر کرده بودیم که ادعای علمی را از قبیل ادعای یک‌ریختی میان یک مدل علمی و ساختار جهان می‌دانست. این بسیار هم‌سوتر با نگاه معنایی است که نظریه علمی را مدل یا مجموعه‌ای از مدل‌ها قلمداد می‌کند تا نگاه نحوی که نظریه علمی را جمله یا مجموعه‌ای از جمله‌ها می‌داند. پس می‌توان گفت نحوه گزارش ما از اشکال نیومن خودبه‌خود جای چندانی برای این دست واکنش‌ها به آن باقی نگذاشته و، از این رو، ما نیز بیشتر بدان‌ها نمی‌پردازیم.

۷۴. اینسورس این دست پاسخ‌ها را در (Ainsworth 2009, §6) گزارش داده و ارزیابی نموده است؛ بررسی مختصرتری نیز در (Frigg and Votsis 2011, 252-253) آمده است.

۷۵. از جمله برای فرار از اتهام بی‌معنایی یا تک‌کارگی (ad hocery)، هوادار چنین راه‌حلی می‌بایست توضیحی درباره معنای وصف (مرتبه‌دوم) واقعی/مهم/طبیعی بودن بدهد. به نظر نمی‌رسد که او مجاز باشد بر معنایی که مخاطب پیشاپیش از چنین اوصافی در ذهن دارد تکیه کند. حتی کافی نیست که بگوید وصف یادشده برای برخی ویژگی‌ها و روابط بنیادی بوده و تعریف صریح/ذاتی آن ممکن نیست؛ دست‌کم بایستی توضیح دهد که ویژگی‌ها و روابط واقعی/مهم/طبیعی چه گونه نقش‌هایی (به‌سبب یا بر پایه این وصف افزون) ایفا می‌کنند و از این راه تعریفی ضمنی/عَرَضی فراهم آورد. یک راه شناخته‌شده این است که بگوید (مثلاً) طبیعی بودن وصف بنیادی برخی ویژگی‌ها و روابط (به معنای نظریه‌مجموعه‌ای) است، و به‌سبب برخورداری از این وصف ویژگی‌ها و روابط شباهت‌عینی آور بوده و تحقق یا نمونه‌داری‌شان به نقش‌آفرینی علی می‌انجامد. چنین توضیحی -که در ادامه متن نیز بدان متوسل خواهیم شد- کمابیش برگرفته از آراء دیوید لوئیس است؛ چرا که نزد وی ویژگی‌هایی طبیعی هستند که اشتراک در آن‌ها شباهت‌آور است و با نیروهای علی مرتبط‌اند؛ در این باره، ن.ک. به: Lewis 1983.

۷۶.  $\Theta'_R$  درباره جهان (یعنی  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$ )، که تعبیر مطلوب محمول‌های مشاهده‌ای نظریه را فراهم می‌آورد) صادق است، اگر و تنها اگر،  $\Theta$  مدلی مانند  $(\mathcal{D}_M, \mathcal{R}_M^O \cup \mathcal{R}_M^T)$  داشته باشد  $(\mathcal{R}_M^O)$  دربرگیرنده تعبیر محمول‌های مشاهده‌ای و  $\mathcal{R}_M^T$  دربرگیرنده تعبیر محمول‌های نظری است) که فروکاست تجربی‌اش (یعنی  $(\mathcal{D}_M, \mathcal{R}_M^O)$ ) با  $(\mathcal{W}, \mathcal{R}_O)$  یک‌ریخت بوده و همه اعضا  $\mathcal{R}_M^T$  طبیعی باشند. استدلال برای این نتیجه (درباره جمله شبه‌رمزی) به‌سادگی از روی همان استدلال برای دوشروطی مربوط به صدق جمله رمزی -که پیش‌تر در پی‌نوشتی آمد- به دست می‌آید.

۷۷. راه‌حل مبتنی بر برجسته‌سازی ویژگی‌ها و روابط به‌گونه‌ای دیگر نیز در ساختارگرایی جمله‌رمزیایی قابل‌تفسیر است: دورشدن از معناشناسی استاندارد منطق مرتبه‌دوم. در چارچوب معناشناسی استاندارد، ما نیز در پی‌نوشتی ذکر کردیم که گستره متغیرها یا سورهای مرتبه‌دوم را همه ویژگی‌ها و روابط تعریف‌شدنی روی دامنه مدل قلمداد می‌کنیم. نکته مهم این است که اشکال نیومن با چنین پیش‌فرضی طرح‌شدنی است. اگر معناشناسی‌ای از قبیل معناشناسی هنکین (Henkin semantics) را برگزیده، و گستره سورهایمان را (مثلاً، همسو با راه‌حل یادشده، به ویژگی‌ها و روابط طبیعی) محدود کنیم، اشکال نیومن دست‌کم در شکل کنونی‌اش وارد نیست. درباره چنین راه‌حلی و ارزیابی آن، برای نمونه، ن.ک. به: Dewar 2022, 30-31; Ainsworth 2009, §6.3; Melia & Saatsi 2006, §5.1.

۷۸. برای ساختاری چون  $(\mathcal{D}, \mathcal{R})$ ،  $(\mathcal{D}_{sub}, \mathcal{R}_{sub})$  یک زیرساختار است، اگر  $\mathcal{D}_{sub} \subseteq \mathcal{D}$  و برای هر ویژگی یا رابطه  $n$ -جایگاهی مانند  $P_{sub}$  درون  $\mathcal{R}_{sub}$ ، ویژگی یا رابطه‌ای چون  $P$  در  $\mathcal{R}$  وجود داشته باشد که:  $P_{sub} = P \cap \mathcal{D}_{sub}^n$ . اگر به‌جای رابطه برابری در شرط اخیر رابطه زیرمجموعگی بگذاریم  $(P_{sub} \subseteq P \cap \mathcal{D}_{sub}^n)$ ، تعریف زیرساختار ضعیف به‌دست می‌آید، که اتفاقاً شاید بهره‌گیری از مفهوم اخیر به‌جای زیرساختار صورت‌بندی واقع‌بینانه‌تری از ادعای ساختارگرایی به‌دست دهد.

۷۹. ایده اصلی دیدگاه اخیر را از (Ketland 2009, 34) وام گرفته و کمی پروراندیم. کتلند این مطلب را به عنوان راه‌حلی برای اشکال نیومن مطرح نکرده است. او در تلاشی کوتاه برای فهم ساختارگرایی هستی‌شناختی (ontological structuralism) به چنین دیدگاهی می‌رسد، و می‌گوید که ادعای آن نابدیهی بوده و اشکال نیومن متوجهش نمی‌شود. البته ما بعید می‌دانیم هواداران ساختارگرایی هستی‌شناختی یا، چنان که مشهورتر است، واقع‌گرایی ساختاری وجودی (ontic structural realism) از چنین انتسابی کاملاً خشنود باشند (لیدیمان و فرنچ از شناخته‌شده‌ترین آن‌ها هستند؛ برای آشنایی با این پروژه فلسفی، برای نمونه ن.ک. به: French and Ladyman 2011; Ladyman 2014, §4). دیدگاه آنان دو سویه جدی دارد: یکی حذف یا کاهش جایگاه اشیاء (فردی) به سود (ویژگی‌ها و) روابط، و دیگری حذف یا کاهش جایگاه ویژگی‌ها (ی درونی) به سود روابط. هرچند سویه دوم با صورت‌بندی کتلند سازگار به نظر می‌رسد، چون این صورت‌بندی بر تلقی متعارف نظریه‌مجموعه‌ای از ساختار (و ویژگی‌ها و روابط) استوار است، راهی سراغ نداریم که بتواند با سویه نخست، به‌ویژه در حالت حذف‌گرایانه‌اش، جمع گردد. برای بررسی جامع‌تری از واقع‌گرایی ساختاری وجودی و نیز آشنایی با یک صورت‌بندی که می‌تواند هر دو سویه را در خود جای دهد، ن.ک. به: وحیدنیا و مسگری ۱۴۰۰.

۸۰. او در مقاله‌ای به‌صراحت می‌گوید دیدگاهی که با افزودن قید طبیعی بودن حاصل می‌شود دیگر ساختارگرایی نیست (van Fraassen 1997, 518)؛ ولی در اثری تازه‌تر با لحن آشتی‌جویانه‌تری اشکال نیومن و پذیرش رهیافتی از قبیل طبیعی بودن را (تنها) مستلزم عقب‌نشینی واقع‌گرایی ساختاری از ساختارگرایی محض (pure) قلمداد می‌کند (van Fraassen 2011, 438-439).

۸۱. van Fraassen 1997, 511; 2008, 191. به نظر می‌رسد این تعریف کلی (و مبهم) قرار است به‌خودی‌خود نسبت به واقع‌گرایی/ناواقع‌گرایی علمی خاموش باشد؛ در بخش آینده خواهیم دید که ون فراسن از گونه‌ای ساختارگرایی ناواقع‌گرا یا تجربه‌گرا دفاع می‌کند.

۸۲. ساختار طبیعی ساختاری است که ویژگی‌ها و روابط درون آن طبیعی باشند.

۸۳. طبیعی است اگر بپرسید واکنش خود وُرال به‌عنوان هوادار اصلی و احیاگر واقع‌گرایی ساختاری - به اشکال نیومن چگونه است. پاسخ او کمابیش ناسرراست و چندلایه است؛ در اینجا تنها به ذکر طرح کلی آن بسنده می‌کنیم (Worrall 2007, 147-153; 2020, 196-203). پیش‌تر در متن اصلی نیز اشاره‌ای شد که به زعم وُرال بیان اصلی اشکال مردود است، چرا که مبتنی بر این بدفهمی است که واقع‌گرایی ساختاری تمام محمول‌های یک نظریه علمی را نظری قلمداد کرده و از این رو برای رمزی‌سازی تمامشان را با متغیرهای محمولی جایگزین می‌کند. او همچنین بیان بهبودیافته اشکال را نیز - که از (Demopoulos and Friedman 1985) نقل می‌کند - چیزی فراتر از تکرار یک نتیجه بدیهی و بی‌آزار واقع‌گرایی ساختاری مبتنی بر رمزی‌سازی نمی‌داند. با این همه، هرچند وُرال اشکال نیومن را چنان جدی نمی‌گیرد که بخواهد در پاسخ به رهیافت طبیعی بودن متوسل شود، در خلال این بحث



واقع‌گرایی ساختاری ... (محمود وحیدنیا و سید محمدحسن آیت‌الله‌زاده شیرازی) ۳۲۷

به پیروی از الی زاها (Elie Zahar) چنین می‌گوید که ارزش متغیرهای محمولی در جمله رمزی نظریه انواع طبیعی (natural kinds) هستند؛ به بیان دیگر، گویی نزد او صدق جمله رمزی متضمن وجود انواعی طبیعی متناظر با آن متغیرهای محمولی است که رویشان سور بسته‌ایم (ن.ک. به: Worrall 2007, 152). خلاصه این که، اگر این اشاره کوتاه از او را جدی بگیریم، فهم وی از جمله رمزی به گونه‌ای است که بی‌نیاز از افزودن شرطی مستلزم طبیعی بودن ویژگی‌ها و روابط مشاهده‌ناپذیر است. (درنگ ما از این روست که وُرال در پرداخت تازه‌ترش به اشکال نیومن، یعنی (Worrall 2020)، نکته اخیر را بازگو نمی‌کند).

۸۴ برای نقدی اجمالی بر شیوه رایج تعریف این دو نگاه و نیز بیان تردیدی درباره تمایز قاطع میانشان، به ترتیب، ن.ک. به: Halvorson 2019, §8.5; Dewar 2017, §3.

۸۵ van Fraassen 1980, 64-69; 1997, 519, 522-524; 2008, 166-172. ون فراسن در پرداخت‌های تازه‌تر بدین موضوع (برای مثال van Fraassen 2008)، میان مدل‌های داده‌ای و مدل‌های سطحی (surface models) تمیز قائل می‌شود؛ مدل‌های داده‌ای خلاصه‌کننده (فراوانی نسبی) نتایج اندازه‌گیری‌ها هستند، و مدل‌های سطحی از هموارسازی و ایده‌آل‌سازی مدل‌های داده‌ای به دست می‌آیند (استحصالی تابع احتمال از فراوانی نسبی). در این بیان دقیق‌تر، این مدل‌های سطحی هستند که می‌بایست درون مدل‌های نظری جای‌گیر شوند یا، به عبارت دیگر، با زیرساختاری تجربی یکریخت باشند.

۸۶ درباره این نکته و توضیح پیش‌رو، از جمله ن.ک. به: van Fraassen 1997, 522-523; 2006b, 303-305. در چنین نگاهی، ون فراسن از جمله با هرمان ویل (Hermann Weyl) مشترک است؛ او چند باری، و از جمله در (van Fraassen 2008, 208)، این فقره را از ویل نقل نموده است: «علوم هرگز نمی‌توانند موضوع خود را متعین سازند مگر تا حدی یک بازنمایی یکریخت. ایده یکریختی مرز واضح و غیرقابل عبور معرفت را نشان می‌دهد. چنین نتیجه می‌شود که علم نسبت به طبیعت موضوع خود کاملاً بی‌تفاوت می‌ماند» (Weyl 2009, 95-96).

۸۸ ساختارگرایی منظوری در نگاه معنایی را، به پیروی از (van Fraassen 1997, 522)، بدون موضع‌گیری درباره موضوع علم بیان کرده‌ایم؛ روشن است که ون فراسن نگاه معنایی را به خودی‌خود به دلیل و به معنایی که در متن شرح دادیم ساختارگرا می‌داند. این بیان خنثی و خاموش نسبت به موضوع علم شاید از آن روست که ون فراسن نمی‌خواهد استدلال به سود ساختارگرایانه بودن نگاه معنایی را (مثلاً) وابسته به موضع‌گیری پیرامون واقع‌گرایی/ناواقع‌گرایی علمی کند.

۸۹ دیدیم که کفایت تجربی مستلزم رابطه‌ای ساختاری (یکریختی) میان زیرساختار تجربی یکی از مدل‌های نظریه علمی و مدل داده‌ای است. بر این اساس، نگاه معنایی ون فراسن تنها از (مدل‌های) نظریه علمی جوربودن با ساختار داده‌های تجربی و جهان مشاهده‌پذیر را طلب می‌کند. با این حال،

به نظر نمی‌رسد نگاه معنایی، به خودی خود، با انتظاری فراتر از نظریه‌های علمی ناسازگار باشد. برای مثال، می‌توان چنین انگاشت که نظریه علمی کلاسی است از مدل‌ها، ولی همچنین بر آن بود که پذیرش یک نظریه علمی یعنی باور به این که دست‌کم یکی از این مدل‌ها با جهان (و از جمله سویه‌های مشاهده‌ناپذیر آن) رابطه‌ای ساختاری از قبیل یک‌ریختی دارد.

۹۰. برنامه فلسفی یادشده، یعنی همان واقع‌گرایی ساختاری وجودی، پیش‌تر در پی‌نوشتی به‌اجمال معرفی شد.

۹۱. در بحث تازه‌تری از اصل هم‌خوانی، ورال مکانیک نیوتونی و نظریه نسبیت خاص را مثال می‌زند (Worrall 2020, 194-195).

۹۲. به بیانی دقیق‌تر، طبیعی است اگر بخشی از زیرساختار تجربی مدل‌های نظریه پیشین که در پس موفقیت تجربی آن بودند، به‌طور تقریبی، به‌عنوان زیرساختار تجربی مدل‌های نظریه جانشین حفظ و تکرار شوند؛ هرچند، بخش‌ها و سویه‌های غیرتجربی و مشاهده‌ناپذیر مدل‌ها ممکن است دگرش‌های جدی داشته باشند.

۹۳. برای تفصیل بیشتر درباره نقد ون فراسن بر سویه واقع‌گرایانه دیدگاه ورال، و سپس دفاع او از ساختارگرایی تجربه‌گرا، ن.ک. به: van Fraassen 2006b, 295-305. بحث جامع دیگری پیرامون این‌گونه ساختارگرایی را می‌توانید در (van Fraassen 2008, Ch.11) بیابید.

۹۴. ن.ک. به: Worrall 1989, 109-111؛ افزون بر این، ورال در جایی مدعی می‌شود که ون فراسن، در این که کفایت تجربی را ناظر به تمام داده‌های تجربی می‌داند و نه تنها آن‌هایی که تاکنون مشاهده شده‌اند، خود تلویحاً از استدلال معجزه‌نیست بهره برده است (Worrall 2007, 146).

۹۵. برای بیان اصلی این استدلال، ن.ک. به: Putnam 1977. ون فراسن در چندین اثر بدین استدلال پرداخته است، از جمله (van Fraassen 1997; 2008) که در ادامه بحث نیز محل توجه ما بوده‌اند.

۹۶. پاتنم در این استدلال عبارت تکه‌های جهان (the pieces of THE WORLD) را به کار می‌برد (Putnam 1977, 485).

۹۷. صدق درباره جهان در اینجا یعنی وجود مدلی با دامنه چیزها یا تکه‌های جهان که نظریه مزبور را برمی‌آورد (satisfies)؛ یعنی، روی دامنه چیزها یا تکه‌های جهان ویژگی‌ها و روابطی وجود دارند که اگر مدلول محمول‌های نظریه قرار گیرند، مدلی به دست می‌دهند که گزاره‌های نظریه را برآورده می‌سازد. برای توضیح پاتنم درباره این معنا از صدق، ن.ک. به: Putnam 1977, 485, n.4.

۹۸. در شکل اصلی استدلال، به جای فرض ما که  $T$  مدلی هم‌شمار با جهان دارد، پاتنم چنین فرض می‌کند که  $T$  مستلزم نامتناهی بودن اشیاء است و، همچنین، کاردینالیته دامنه (اشیاء یا تکه‌های) جهان نیز نامتناهی است. سپس، با این فرض که نظریه سازگار باشد، بر پایه قضیه تمامیت گودل نتیجه

واقع‌گرایی ساختاری ... (محمود وحیدنیا و سید محمدحسن آیت‌الله‌زاده شیرازی) ۳۲۹

می‌گیرد که مدلی (بنا به فرض، نامتناهی) دارد. آن‌گاه، بر پایه قضیه لوونهایم-اسکولم (Löwenheim-Skolem theorem) - که البته نه در (Putnam 1977) بلکه مثلاً در (Putnam 1980) صراحتاً از آن نام برده می‌شود - نتیجه می‌گیرد که  $T$  مدلی هم‌شمار با جهان دارد.

۹۹. برای بحث تفصیلی ون فراسن درباره این استدلال و معنای آن برای ساختارگرایی علمی، برای نمونه ن.ک. به: van Fraassen 1997, §2.3; 2008, Ch.10.

۱۰۰. پاتنم کمابیش چنین نقدی را پیش‌بینی کرده و بدان پاسخ نیز گفته است؛ چون همان‌گونه که خواهیم دید این نقد اگر وارد باشد هم نهایتاً مانعی برطرف‌نشده در برابر استدلال پاتنم نیست، ما در اینجا از بررسی بیشتر آن صرف‌نظر می‌کنیم. در این باره (و هم‌چنین به‌طور کلی درباره استدلال پاتنم و واکنش‌ها بدان)، می‌توانید هم‌چنین ن.ک. به: Paul 2013. ون فراسن بر آن است که پاتنم نیز راه‌حلی ویتگنشتاینی مشابه همان‌چه او پیشنهاد داده برای پارادوکس فوق در نظر داشته است (van Fraassen 2008, 234-235)؛ راه‌حل یادشده از آن رو ویتگنشتاینی خوانده شده که بر ما و کاربرد نظریه‌ها و بازنمایی‌ها از سوی ما تمرکز دارد.

۱۰۱. بایستی تا بدین‌جا روشن شده باشد که اگر معنای نحوی از جمله مدنظر باشد، نظریه به معنای دقیق کلمه نمی‌تواند صرفاً جمله یا مجموعه‌ای از جمله‌ها (ی تعبیر نشده) باشد. دست‌کم زبان مشاهده‌ای نظریه تعبیر مطلوب خود را به‌طور ضمنی به‌همراه دارد.

۱۰۲. ون فراسن چنین زیرساختاری را زیرساختار تجربی (empirical substructure) می‌خواند. به نظر نمی‌رسد در بافت نگاه معنایی زیرساختار تجربی تعریفی جز به واسطه نقش یادشده داشته باشد: آن بخش از مدل نظری که عهده‌دار بازنمایی پدیده‌ها (از رهگذر یک‌ریختی با نموده‌ها یا مدل‌های داده‌ای) است؛ ن.ک. به: van Fraassen 1980, 64; 2008, 289.

۱۰۳. «جای‌گیر کردن/شدن» را به‌جای «to embed/be embedded» به کار برده‌ایم؛ جای‌گیری یک ساختار در ساختاری دیگر، دست‌کم در کاربرد ون فراسن، یعنی یک‌ریختی با بخشی از ساختار دوم؛ مثلاً ن.ک. به: van Fraassen 2008, 247.

۱۰۴. بیانی از این مسأله و پاسخ به آن را می‌توانید در (van Fraassen 1997, 521-525; 2006a) بیابید؛ برای بررسی کامل‌تر، ن.ک. به: van Fraassen 2008, 239-261.

۱۰۵. مثلاً رابطه‌ی جای‌گیری (embedding).

۱۰۶. پرسش در این شکل کلی‌اش - یعنی این که ساختاری ریاضی چگونه واقعیتی فیزیکی را بازنمایی می‌کند - کمابیش همان چیزی است که ون فراسن مسأله هم‌آرایی (the problem of coordination) نامیده و برجسته‌ساختنش را بیش از هر کس به رایشنباخ (H. Reichenbach) نسبت می‌دهد؛ ن.ک. به: van Fraassen 2008, Ch.5; 2006a, §2. این مسأله به معنایی مقدم بر و بنیادی‌تر از اشکال نیومن و پارادوکس پاتنم است؛ گویی دو مورد اخیر پس از آن مطرح می‌شوند که پاسخی به مسأله هم‌آرایی

داده‌ایم و در آن پاسخ تشکیک می‌کنند. با این همه، می‌توان گفت که هسته اصلی پاسخ تجربه‌گرایانه/نواقح‌گرایانه ون فراسن به مسئله هم‌آرایی همان به رسمیت شناختن سویه نظرگاهی یا به ویژه اشاری بازنمایی علمی بوده که به زعم وی امثال اشکال نیومن و پارادوکس پاتنم را نیز منحل می‌سازد؛ در ادامه این پاسخ را طرح و نقد خواهیم کرد.

۱۰۷. اشاری بودن (indexicality) تنها یکی از اقسام یا وجوه نظرگاهی بودن (perspectivity) است؛ درباره رابطه دقیق این دو مفهوم نزد ون فراسن، ن.ک. به: van Fraassen 2008, 85-86. همچنین، برای شرحی روشن‌تر از سویه اشاری تجربه‌گرایی ساختاری، ن.ک. به: Iranzo 2014, 63-72.

۱۰۸. سه جایگاهی از بازنمایی (علمی) را نهایی ندانسته و با این امکان که مثلاً حیثیت یا هدف بازنمایی نیز جایگاه‌هایی مختص به خود داشته باشند همدلی دارد؛ برای نمونه، ن.ک. به: van Fraassen 2008, 21, n.18.

۱۰۹. ن.ک. به: van Fraassen 2010, 470.

۱۱۰. برای نمونه، (Paul 2013) بر این تعبیر از نتیجه استدلال پاتنم تأکید دارد؛ این اثر در (van Fraassen 2010) مخصوصاً مدنظر بوده است.

۱۱۱. ون فراسن دست‌کم در یک موضع (و آن هم در پانوشتی) لزوم فهم تحت‌اللفظی زبان علم را به گونه‌ای مقید ساخته است. پس از تکرار این نکته که نظریه‌های علمی می‌بایست تحت‌اللفظی فهم گردند، او می‌افزاید: «این تنها برای آن بخشی از [نظریه‌ها] که در زبان کاربردی ما (our language in use) -زبانی که در آن زندگی می‌کنیم- بیان می‌گردند میسر است» (van Fraassen 2006a, 542n.6). این قید بی‌ابهام نیست؛ برای مثال، «الکترون» در زبان کاربردی ما، زبانی که در آن زندگی می‌کنیم جای دارد یا نه؟ ون فراسن فقره مزبور را چنین تکمیل می‌کند: «فهم تحت‌اللفظی [البته مانع نوعی ندانم‌گرایی معقول (a healthy agnosticism) درباره وجود هویتی که در آن [نظریه‌ها] توصیف می‌گردند نیست». به هر ترتیب، او حتی اگر بخواهد امکان تعبیر تحت‌اللفظی و ندانم‌گرایی را تنها درباره بخشی از نتایج غیرمشاهده‌ای نظریه محفوظ بدارد، می‌بایست به گونه‌ای مانع بدیهی‌شدگی تمام نتایج غیرمشاهده‌ای شود؛ تهدیدی که به گمان ما دیدگاه او در برابرش بی‌دفاع است.

۱۱۲. van Fraassen 2006a, 538-539; 2008, 386n.8. در این مواضع ون فراسن می‌پذیرد (Mea culpa) که بیان وی در کتاب تصویر علمی در برابر مسئله هم‌آرایی آسیب‌پذیر بوده است. او بر آن است که توجه به سویه اشاری بازنمایی علمی این مسئله و اشکال‌های نزدیک به آن (که نیومن و پاتنم مطرح کرده بودند) را منحل می‌سازد.

۱۱۳. در این باره، ون فراسن از قیاس جالبی با یک نقشه بهره می‌گیرد. برای به‌کارگیری نقشه، ما بایستی موقعیت خود در آن را بیابیم. روشن است افزودن نشانه یا جمله‌ای چون «شما اینجا هستید» هم

## واقع‌گرایی ساختاری ... (محمود وحیدنیا و سید محمدحسن آیت‌الله‌زاده شیرازی) ۳۳۱

نمی‌تواند جای آن موقعیت‌یابی را بگیرد (از کجا بدانیم که همانجا هستیم که آن نشانه می‌گوید؟). به عبارتی، نمی‌توان چیزی به ساختار نقشه افزود که جای آن معرفت‌اشاری ما/اینجا هستیم را بگیرد. مشابهاً، افزوده‌ای ساختاری نمی‌تواند جای جنبه‌اشاری مدل‌ها یا نظریه‌های علمی را بگیرد. درباره این مثال، ن.ک. به: van Fraassen 1997, 526. با این حال، از جمله همان بحث (van Fraassen 1997, 524-526) تردیدی باقی نمی‌گذارد که او این ملاحظه مهم را تنها افزوده یا قیدی بر ساختارگرایی به شمار می‌آورد، و نه نافی آن.

۱۱۴. بیان دیگری از این نتیجه‌گیری: ساختارگرایی تجربه‌گرا قرار است یک مدل یا پیاده‌سازی برای (اصول) آن‌گونه ناواقع‌گرایی علمی باشد که ون فراسن دهه‌هاست از آن دفاع کرده است. از جمله (پیامدهای) اصول ناواقع‌گرایی ون فراسن این است که نظریه‌های علمی محتوای نظری یا غیرمشاهده‌ای جدی و قابل‌اعتنا دارند، ولی پذیرش یک نظریه علمی با ندانم‌گرایی درباره (صدق) چنان محتوایی سازگار است. این در حالی است که ساختارگرایی تجربه‌گرا، حتی با پذیرش سوئی نظریه‌های، به بدیهی شدن محتوای غیرمشاهده‌ای نظریه‌های علمی انجامیده، و از این رو نمی‌تواند اصول مزبور را برآورده و مدلی برای ناواقع‌گرایی علمی مطلوب ون فراسن باشد. به هر حال، به نظر می‌رسد این ناسازگاری یا تنش میان (اصول) ناواقع‌گرایی ون فراسن و تجربه‌گرایی ساختاری تاکنون در نوشتارگان پیرامون ساختارگرایی علمی مغفول مانده باشد.

## کتاب‌نامه

وحیدنیا، م.، و مسگری، ا.ع. (۱۴۰۰). واقع‌گرایی ساختاری وجودی و نقد ون فراسن. شناخت، ۸۵/۱، ۲۵۲-۲۲۳.

Ainsworth, P., (2009). "Newman's Objection," *British Journal for the Philosophy of Science*, 60(1): 135-171.

Barnes, E. C. (2018) "Prediction versus Accommodation", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/prediction-accommodation/>.

Chakravartty, A. (2017) "Scientific Realism", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/scientific-realism/>.

Demopoulos, W., & Friedman, M. (1985). Bertrand Russell's the analysis of matter: Its historical context and contemporary interest. *Philosophy of science*, 52(4), 621-639.

Dewar, N. (2017). Interpretation and equivalence; or, equivalence and interpretation. [Preprint] URL: <http://philsci-archive.pitt.edu/id/eprint/13234> (accessed 2022-11-23).

- Dewar, N. (2022). *Structure and equivalence*. Cambridge University Press.
- French, S., & Ladyman, J. (2011). In defence of ontic structural realism. In *Scientific structuralism* (pp. 25-42). Springer, Dordrecht.
- Frigg, R., & Votsis, I. (2011). Everything you always wanted to know about structural realism but were afraid to ask. *European journal for philosophy of science*, 1(2), 227-276.
- Gupta, N. D., & Ghosh, S. K. (1946). A report on the wilson cloud chamber and its applications in physics. *Reviews of Modern Physics*, 18(2), 225.
- Halvorson, H. (2019). *The logic in philosophy of science*. Cambridge University Press.
- Iranzo, V. (2014). Models and phenomena: Bas van Fraassen's empiricist structuralism. In W. J. Gonzalez (Ed.) *Bas Van Fraassen's Approach to Representation and Models in Science* (pp. 63-76). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Ketland, J. (2004). Empirical Adequacy and Ramsification. *British Journal for the Philosophy of Science*, 55(2), 287-300.
- Ketland, J. (2009) 'Empirical Adequacy and Ramsification II', in A. Hieke and H. Leitgeb (eds) *Reduction, Abstraction, Analysis: Proceedings of the 31st International Ludwig Wittgenstein symposium in Kirchberg, 2008*, Lancaster: Gazelle Books, 29-46.
- Kitcher, P. (1993). *The advancement of science: Science without legend, objectivity without illusions*. Oxford University Press on Demand.
- Ladyman, J. (2011). Structural realism versus standard scientific realism: The case of phlogiston and dephlogisticated air. *Synthese*, 180(2), 87-101.
- Ladyman, J. (2014) "Structural Realism", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/structural-realism/>>.
- Ladyman, J., O. Bueno, M. Suárez, and B. van Fraassen, (2011). "Scientific Representation: A Long Journey from Pragmatics to Pragmatics," *Metascience*, 20 (3): 417-442.
- Laudan, L. (1981). A confutation of convergent realism. *Philosophy of science*, 48(1), 19-49.
- Lewis, D. (1983). New work for a theory of universals. *Australasian journal of philosophy*, 61(4), 343-377.
- Magnus, P. D., & Callender, C. (2004). Realist ennui and the base rate fallacy. *Philosophy of Science*, 71(3), 320-338.
- Maxwell, G. (1970). *Structural realism and the meaning of theoretical terms*. University of Minnesota Press, Minneapolis. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, <https://hdl.handle.net/11299/184645>.
- Melia, J. & Saatsi, J. (2006). Ramseyfication and theoretical content. *British Journal for the Philosophy of Science* 57 (3):561-585.

- Monton, Bradley & Chad Mohler, "Constructive Empiricism", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/constructive-empiricism/>.
- Newman, M. H. (1928). Mr. Russell's "Causal Theory of Perception". *Mind*, 37(146), 137-148.
- Paul, L. A. (2013). Realism about structure and kinds. In Mumford, S., & Tugby, M. (Eds.). *Metaphysics and science* (pp. 183-198). Oxford: Oxford University Press.
- Psillos, S. (1999). *Scientific realism: How science tracks truth*. Routledge.
- Psillos, S. (2006). Ramsey's Ramsey-sentences. In *Cambridge and Vienna* (pp. 67-90). Springer, Dordrecht.
- Putnam, H. (1965). Craig's theorem. *The Journal of Philosophy*, 62(10), 251-260.
- Putnam, H. (1977). Realism and Reason. In *Proceedings of the American Philosophical Association* (Vol. 50, pp. 483-98).
- Putnam, H. (1980). Models and reality. *The journal of symbolic logic*, 45(3), 464-482.
- Van Fraassen, B. C. (1980). *The scientific image*. Oxford University Press.
- Van Fraassen, B. C. (1991). *Quantum mechanics: An empiricist view*. Oxford University Press.
- Van Fraassen, B. C. (1997). Structure and perspective: Philosophical perplexity and paradox. In *Logic and scientific methods* (pp. 511-530). Springer, Dordrecht.
- Van Fraassen, B. C. (2006a). Representation: The problem for structuralism. *Philosophy of Science*, 73(5), 536-547.
- Van Fraassen, B. C. (2006b). Structure: Its shadow and substance. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 57(2), 275-307.
- Van Fraassen, B. C. (2007). From a View of Science to a New Empiricism. In B. Monton (Ed.) *Images of Empiricism: Essays on Science and Stances, with a Reply from Bas C. van Fraassen* (pp. 337-383). Oxford: Oxford University Press.
- Van Fraassen, B. C. (2008). *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*, Oxford: Oxford University Press.
- Van Fraassen, B. C. (2010). Reply to Belot, Elgin, and Horsten. *Philosophical Studies*, 150(3), 461-472.
- Van Fraassen, B. C. (2011). Author's response to comments on *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*, in Ladyman, J., O. Bueno, M. Suárez, and B. van Fraassen, "Scientific Representation: A Long Journey from Pragmatics to Pragmatics," *Metascience*, 20(3): 428-433.
- Weyl, H. (2009). *Mind and Nature: Selected Writings on Philosophy, Mathematics, and Physics*. Pesic, P. (ed.) Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Worrall, J. (1989). Structural realism: The best of both worlds?. *Dialectica*, 43(1-2), 99-124.
- Worrall, J. (2007). Miracles and models: Why reports of the death of structural realism may be exaggerated. *Royal Institute of Philosophy Supplements*, 61, 125-154.

- Worrall, J. (2011). Underdetermination, realism and empirical equivalence. *Synthese*, 180(2), 157-172.
- Worrall, J. (2020). Structural Realism: The Only Defensible Realist Game in Town?. *New approaches to scientific realism*, 169-205.
- Wray, K. B. (2015). Pessimistic inductions: Four varieties. *International Studies in the Philosophy of Science*, 29(1), 61-73.

