

## Scientific Realism, Structural Realism, and the Pessimistic Meta-Induction Argument

Mirsaeid Mosavi Karimi\*

### Abstract

By appealing to the no-miracle argument (NM), scientific realists claim that the approximate truth of scientific theories and the existence of their postulated entities are the cause of the predictive and explanatory success of science. Antirealists, however, by appealing to the pessimistic meta-induction argument (PMI), claim that a lot of past predictively successful and yet false theories show that there is not any relationship between success of a theory and its truth. One of the most influential responses of realists to PMI is Structural Realism, proposed by John Worrall. The aim of this thesis is to show that during theory-shift there has been a continuity at the structural or formal level, and the central terms of successive theories refer to the same entities (structures). In the first part of this paper NM and PMI will be explained. Then, a critical evaluation of structural realism is given in both epistemological and ontological versions. It will be shown that this thesis is unable to rebut PMI conclusively. The conclusion of this paper, however, is that PMI cannot work against structural realists' thesis if they limit the domain of their claim to existential sentences of scientific theories, to what I call "Existential Realism."

**Keywords:** No Miracle, Pessimistic Meta-Induction, Structural Realism, Existential Realism

\* Associate Professor, Department of Philosophy, Mofid University, Qom, Iran,  
msmkarimi@mofidu.ac.ir

Date received: 2022/05/09, Date of acceptance: 2022/08/05



Copyright © 2018, 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.



## واقع گرایی علمی، واقع گرایی ساختاری و برهان فرا-استقراء بدبینانه

میر سعید موسوی کریمی\*

### چکیده

واقع گرایان علمی با استناد به برهان «معجزه نیست» (NM)، صدق (تقریبی) نظریه‌های علمی و وجود هستومندهای (مشاهده‌ناپذیر) پیشنهاد شده توسط آنها را علت موفقیت علوم در پیش‌بینی و توضیح می‌دانند. اما ضدواقع‌گرایان با استناد به برهان «فرا-استقراء بدبینانه» (PMI)، ادعا می‌کنند نظریه‌های موفق و در عین حال کاذب گذشته نشان می‌دهند که رابطه‌ای بین موفقیت یک نظریه در توضیح و پیش‌بینی، از یک طرف، و صدق آن نظریه، از طرف دیگر، وجود ندارد. یکی از مهم‌ترین پاسخ‌های واقع‌گرایان به PMI، نظریه «واقع‌گرایی ساختاری»، ارائه شده توسط جان ورال است. هدف این نظریه این است که نشان دهد ساختار صوری-ریاضی نظریه‌های موفق گذشته در نظریه‌های موفق امروزی حفظ شده‌اند، و ترم‌های حاکی از این ساختارها، به هستومندهایی (ساختارهایی) یکسان ارجاع می‌دهند. در این مقاله، پس از توضیح NM و PMI، با بررسی و نقد نظریه واقع‌گرایی ساختاری در دو خوانش معرفت‌شناسانه و هستی‌شناسانه، نشان خواهیم داد که این نظریه توان رد برهان PMI به شکلی فیصله‌بخش را ندارد. با این حال، برون‌شد مقاله این است که چنانچه واقع‌گرایان ساختاری دامنه واقع‌گرایی خود را به گزاره‌های وجودی نظریه‌های علمی، یعنی به نوعی واقع‌گرایی موسوم به "واقع‌گرایی وجودی" محدود سازند، دیگر برهان PMI علیه آنها کارساز نخواهد بود.

**کلیدواژه‌ها:** معجزه نیست، فرا-استقراء بدبینانه، واقع‌گرایی ساختاری، واقع‌گرایی وجودی

\* دانشیار دپارتمان فلسفه، دانشگاه مفید، قم، ایران، [msmkarimi@mofidu.ac.ir](mailto:msmkarimi@mofidu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۴



## ۱. مقدمه

واقع‌گرایان و ضدواقع‌گرایان<sup>۱</sup> در این باور مشترک‌اند که نظریه‌های علمی در توضیح و پیش‌بینی پدیده‌ها، به ویژه پدیده‌های بدیع (Novel Phenomena)، موفق‌اند. واقع‌گرایان، با توسل به «برهان معجزه نیست» (The No Miracle Argument) (یا به اختصار، NM)، علت این موفقیت را حکایت‌گری (تقریبی) نظریه‌های علمی از جهان خارج می‌دانند؛ یعنی، علوم، به ویژه علوم رشدیافته (بالغ)،<sup>۲</sup> تقریباً صادقند، و هستومندهای (هویات) تئوریک (Theoretical Entities) که آن‌ها پیش می‌نهند، وجود دارند. در مقابل، ضدواقع‌گرایان با توسل به «برهان فرا-استقراء بدبینانه» (The Pessimistic Meta-Induction Argument) (یا به اختصار، PMI)، تلاش کرده‌اند نشان دهند بین موفقیت یک نظریه در پیش‌بینی و توضیح از یک طرف، و درستی و ارجاع‌دهی ترم‌های اساسی آن، از طرف دیگر، رابطه‌ای وجود ندارد. پاسخ واقع‌گرایان به برهان PMI را می‌توان تحت دو عنوان کلی «رویکردهای غیرارجاعی» و «رویکردهای ارجاعی» تقسیم کرد. در رویکردهای غیرارجاعی، مهم‌ترین پاسخ‌های واقع‌گرایان عبارتند از: PMI برهانی خودشکن یا دچار نوعی مغالطه است؛ مقایسه نظریه‌های علمی گذشته که رشدنا یافته بودند، با نظریه‌های علمی امروزی که از گونه علوم رشدیافته‌اند، نادرست است؛ واقع‌گرایی علمی محدود به نظریه‌هایی با پیش‌بینی‌های بدیع (Novel Prediction) است، و نظریه‌های موفق در برهان NM چنین نظریه‌هایی هستند، و نه همه نظریه‌ها؛ و بالأخره، حتی اگر ترم‌های مرکزی یک نظریه به چیزی ارجاع ندهند، خود نظریه می‌تواند تقریباً صادق، و از نظر تجربی، موفق باشد.<sup>۳</sup>

اما در رویکردهای ارجاعی، واقع‌گرایان با ارائه مفهوم آسان‌گیرانه‌تری از ارجاع،<sup>۴</sup> تلاش کرده‌اند نشان دهند برخلاف ادعای ضدواقع‌گرایان، ترم‌های نظریه‌های موفق گذشته در هر حال ارجاعی بودند؛ یعنی به مصداق‌های خود ارجاع می‌دادند. این ترم‌ها، هرچند با نامی متفاوت، به نوعی در نظریه‌های بعدی نیز حفظ شده‌اند. بر همین اساس، هستومندهایی که آن نظریه‌ها پیش نهاده بودند، به نوعی در عالم وجود دارند. در این رویکرد، که به استراتژی «توسل به ارجاع» (Flight-to-Reference Strategy) (Bishop & Stich 1998) و «واقع‌گرایی حفظ‌کننده» (Preservative Realism) (Chang 2003) نیز مشهور شده است، برخی از مهم‌ترین راه‌حل‌های ارائه شده عبارتند از: راه حل هاردین و رزنیبرگ (Hardin &

(Rosenberg 1982)، راه حل کیچر (Kitcher 1993)، و راه حل سیلوس (Psillos 1996; 1999).<sup>۵</sup>

اما در میان رویکردهای ارجاعی، نظریه «واقع‌گرایی ساختاری» یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین راه‌حل‌ها در برابر برهان PMI است که نخستین بار توسط جان ورال (Worrall 1989) صورت‌بندی و ارائه شد. بر اساس واقع‌گرایی ساختاری، در طول تغییر نظریه‌ها، نوعی پیوستگی در سطح ساختاری یا صوری وجود داشته است، و نظریه‌های متوالی با ترم‌های متفاوت به همان ساختار یکسان ارجاع داده‌اند.

در این مقاله، پس از توضیح دو برهان NM و PMI، نظریه واقع‌گرایی ساختاری را دو خوانش معرفت‌شناسانه و هستی‌شناسانه، بررسی و نقد خواهیم کرد. نشان خواهیم داد که این نظریه توان رد برهان PMI به شکلی قاطع و فیصله‌بخش را ندارد، مگر آن که دامنه ادعای خود را به واقع‌گرایی درباره گزاره‌های وجودی نظریه‌های علمی محدود سازد. منظور از گزاره‌های وجودی گزاره‌هایی هستند که به این شکل کلی بیان می‌شوند: «x، وجود دارد، حال، ماهیت یا ساختار آن، هرچه باشد.» چنین دیدگاهی در واقع بیان‌کننده نوعی واقع‌گرایی است که آن را "واقع‌گرایی وجودی" (Existential Realism) می‌نامیم. برون‌شد پایانی مقاله این است که چنانچه واقع‌گرایان ساختاری دامنه واقع‌گرایی خود را به همان واقع‌گرایی وجودی محدود سازند، برهان PMI علیه واقع‌گرایی آن‌ها کارساز نخواهد بود.

دو برهان متعارض: «معجزه نیست» (NM) و «فرا-استقراء بدبینانه» (PMI)

از دیدگاه معرفت‌شناسانه، علت موفقیت علوم در پیش‌بینی و توضیح، صدق تقریبی نظریه‌های علمی است؛ یعنی، هستومندهای تئوریک که نظریه‌های علمی پیش می‌نهند، وجود دارند. در غیر این صورت، موفقیت علوم نوعی معجزه می‌بود. این، همان برهانی است که به "معجزه نیست" معروف شده است.<sup>۶</sup> به گفته پاتنم (Putnam 1978: 18)، اگر هستومندهای مورد ادعای نظریه‌های علمی واقعا وجود نداشته باشند، به معجزه خواهد ماند چنانچه نظریه‌ای بتواند پدیده‌ها را به درستی پیش‌بینی کند. بنابراین، NM مبتنی بر این فرض است که باید بین توان پیش‌بینی و موفقیت یک نظریه از یک طرف، و صدق ادعاهای آن نظریه درباره موجودات مشاهده‌پذیر و مشاهده‌ناپذیر عالم، از طرف دیگر، نوعی پیوند توضیح‌دهنده وجود داشته باشد.

اما بنا بر PMI، تاریخ علم نشان می‌دهد که NM برهانی شکست خورده است.<sup>۷</sup> به گفته پاتنم (Putnam 1978: 25)، بر مبنای نظریه‌های علمی امروزی، ترم‌های اساسی بسیاری از نظریه‌های علمی گذشته، به چیزی ارجاع نمی‌دهند، و از این رو، این نظریه‌ها باید کاذب باشند.<sup>۸</sup> بنابراین، با استقراء می‌توان پیش‌بینی کرد که در آینده خواهیم پذیرفت نظریه‌های امروزی نیز کاذبند، و ترم‌های آن‌ها نیز تهی‌اند و مصداقی ندارند.<sup>۹</sup>

اما به نظر می‌رسد بنا به همان علتی که لوئیس (Lewis 2001: 372-3) علیه برهان فوق اعتراض کرده است، خود پاتنم (Putnam 1978: 25) نیز باور چندانی به درستی این صورت‌بندی از برهان PMI نداشته است؛ زیرا مبتنی بر مقایسه‌ای ناقص بین نظریه‌های گذشته و حال است، و از این رو، شکافی عمیق در صورت‌بندی آن وجود دارد. اما لائودن در مقاله کلاسیک خود با عنوان «ردی بر رئالیسم هم‌گرا» (A Confutation of Convergent Realism) تلاش کرد این شکاف را ترمیم کند. (Laudan 1981) وی مقاله خود را با فهرستی از ادعاهایی که یک "واقع‌گرای هم‌گرا" باید به آن پای‌بند باشد، شروع، و سپس ادعا می‌کند که استدلال یک واقع‌گرا با روشی موسوم به "گذر به پایین" (The Downward Pass) این است که در علوم رشدیافته، نظریه‌های علمی در پیش‌بینی و توضیح موفق‌اند. البته این ادعایی است که ضد واقع‌گرایان هم با آن موافقت نمی‌کنند. سپس، در مسیری موسوم به «گذر رو به بالا» (The Upward Pass)، و با استفاده از نتایج NM، یک واقع‌گرا می‌تواند با استنتاج بهترین توضیح (IBE)،<sup>۱۰</sup> (Laudan 1984: 156) به این نتیجه برسد که در علوم رشدیافته، نظریه‌های علمی در پیش‌بینی و توضیح موفق، و لذا صادق‌اند، و ترم‌های مرکزی آن‌ها ارجاع‌دهنده هستند. (Laudan 1981: 23)

هدف اصلی لائودن در این مقاله، صورت‌بندی استدلالی علیه گذر رو به بالا، و قطع ارتباط بین موفقیت یک نظریه در پیش‌بینی و توضیح از یک طرف، و درستی و ارجاع‌دهی ترم‌های مرکزی آن، از طرف دیگر، است. به عبارت دیگر، لائودن انکار نمی‌کند که نظریه‌های علمی موجود ممکن است، صادق باشند. آنچه او انکار می‌کند، به گفته سیلوس (Psillos 1999: 102)، این است که ارتباطی بین موفقیت نظریه از یک طرف، و صدق آن از طرف دیگر، وجود ندارد. وی (Laudan 1981: 33) فهرست بلندبالایی از نظریه‌های موفق و در عین حال کاذب گذشته را ارائه می‌کند تا نشان دهد ادعای او موجه است. با این فرض که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین ماهیت نظریه‌های علمی موفق گذشته و ماهیت بسیاری از

نظریه‌های علمی امروز وجود ندارد، برهان لائودن ما را به این نتیجه می‌رساند که بسیاری از هستومندهای مشاهده‌ناپذیری که نظریه‌های علمی امروزی پیش می‌نهند، وجود ندارند؛ و بسیاری از ادعاهای اصلی بهترین نظریه‌های علمی، صادق نیستند.<sup>۱۱</sup>

باید توجه داشت که برهان PMI برخی پیش‌فرض‌ها را مسلم گرفته است.<sup>۱۲</sup> مناقشه برانگیزترین آن‌ها فرض تمایز بین هستومندهای مشاهده‌پذیر و مشاهده‌ناپذیر و هم‌چنین جمله‌های تئوریک (نظری) و غیر تئوریک (مشاهداتی) (Theoretical/Non-Theoretical Statements) است.<sup>۱۳</sup> در واقع، اگر تمایز بین نظریه و مشاهده انکار، و چنین فرض شود که همه ادراکات و باورها گرانبار از نظریه هستند، و در نتیجه، همه ادعاهای علمی در واقع، تئوریک هستند، می‌شود نتیجه گرفت یا برهان PMI را باید به تمام جمله‌های علمی، اعم از مشاهداتی و غیر مشاهداتی تعمیم داد، یا آن را انکار کرد. اما چون در حیطه فلسفه علم و معرفت علمی، نزاع اصلی بین واقع‌گرایان و غیرواقع‌گرایان درباره هستومندهای مشاهده‌ناپذیر و جمله‌های تئوریک است، و نه همه هستومندها و جملات، رویکرد نخست بسیار غیرموجه است. از این رو، به نظر می‌رسد که رویکرد دوم چاره‌ناپذیر است. بنابراین، به نظر می‌رسد با انکار تمایز بین نظریه و مشاهده می‌توان استدلال قدرتمندی علیه برهان PMI ارائه کرد. اما علاوه بر این که دست کم در مقیاسی از نظریه‌ها تمایز بین نظریه و مشاهده را می‌توان پذیرفت (موسوی کریمی ۱۹-۱۵: ۱۳۹۹)، لوازم غیرواقع‌گرایانه این ادعا که همه ادراکات و باورها گرانبار از نظریه‌اند، از جمله این که منجر به نظریه قیاس‌ناپذیری تئوری‌ها می‌شود،<sup>۱۴</sup> واقع‌گرایان را از به کار بردن این سلاح علیه ضدواقع‌گرایان و صورت‌بندی برهانی بر مبنای آن علیه PMI باز می‌دارد.

## ۲. برهان PMI و واقع‌گرایی ساختاری

هر چند به نظر برخی، PMI تهدیدی علیه واقع‌گرایی علمی نیست،<sup>۱۵</sup> بسیاری از واقع‌گرایان آن را مهم‌ترین تهدید علیه واقع‌گرایی علمی می‌دانند که باید به آن پاسخ داد. به جرأت می‌توان گفت که از میان پاسخ‌های واقع‌گرایان در رویکردهای ارجاعی، راه حل جان ورال که مبتنی بر نظریه واقع‌گرایی ساختاری است، کارآمدترین و پرنفوذترین راه حل بوده است. ورال (Worrall 1994) همانند بسیاری از واقع‌گرایان تلاش می‌کند نشان دهد که موفقیت نظریه‌های گذشته وابسته به مؤلفه‌هایی است که اینک آن‌ها را ادعاهای تئوریک تقریباً

صادق آن نظریه‌ها می‌دانیم؛ مؤلفه‌هایی که در نظریه‌های امروزی نیز حفظ شده‌اند. اما ورال ادعا می‌کند که دیگر رویکردهای ارجاعی نمی‌توانند رابطه بین نظریه‌های متوالی را به درستی توضیح دهند، زیرا هر کدام از آن‌ها به دنبال دفاع از چنان نسخه‌ای از واقع‌گرایی هستند که قدرتمندتر از آن است که قابل دفاع باشد. (Worrall 1994: 339) بنابراین این، وی از نسخه دیگری از واقع‌گرایی تحت عنوان "واقع‌گرایی ساختاری" (Structural Realism (STR)) دفاع می‌کند. در این واقع‌گرایی، وی تمایزی ایجاد می‌کند بین «محتوای» (Content) یک نظریه موفق گذشته که کنار گذاشته شده و «ساختار» (Structure) آن که در نظریه‌های بعدی حفظ شده است.

بنابر نظر ورال (Worrall 1994: 341-2)، ما هیچ‌گاه نمی‌توانیم برای نظریه‌های خود برویم، و دسترسی مستقیم و بدون واسطه نظریه‌ها به پدیده‌های عالم نداریم. بنابراین، یک واقع‌گرای تمام‌عیار در این ادعای خود بر خطاست که می‌توان چستی پدیده‌های بنیادین عالم را شناخت. (Worrall 1989: 122) از طرف دیگر، واقع‌گرای ساختاری ادعا می‌کند که می‌توان ساختار هستومندها را با استفاده از معادلات ریاضی نظریه‌های طبیعی به درستی توضیح داد. موردپژوهی مطلوب و محبوب ورال (Worrall 1989, 1994)، انتقال از نظریه اتر الاستیکی فرنل به میدان الکترومغناطیسی مکسول است. او (Worrall 1994: 340) ادعا می‌کند که آشکار است که فرنل در شناسایی ماهیت نور به خطا رفت. زیرا در عالم، چیزی به عنوان اتر مادی یا امواج نور مورد نظر فرنل وجود ندارد، بلکه آنچه هست، میدان الکترومغناطیسی است. اما وی (Worrall 1994: 340) پیشنهاد می‌کند فرنل در این مورد بر حق بود که چنان پدیده‌های نوری، وابسته به نوسان چیزی با زاویه مناسب به نور هستند. بنابراین، نظریه او از نظر ساختاری درست بود.

واقع‌گرای ساختاری، برخلاف دیگر رویکردهای ارجاعی، نگران این نیست که آیا ترم‌های تئوریک اساسی چون "اتر" کنار گذاشته شده‌اند یا هم‌چنان ارجاعی هستند. بلکه آنچه او نیاز دارد تا نشان دهد این است که در طول تغییر نظریه‌ها، نوعی پیوستگی در سطح ساختاری یا صوری وجود داشته است. بنابراین، ورال (Worrall 1994: 341) تلاش می‌کند نشان دهد که، به عنوان مثال، در تغییر از فرنل به مکسول یک پیوستار در سطح ساختار یا صورت وجود داشته است. واقع‌گرایی ساختاری توضیح غیر معجزه‌گونه‌ای برای



واقع‌گرایی علمی، واقع‌گرایی ساختاری ... (میر سعید موسوی کریمی) ۱۶۱

موفقیت نظریه ارائه می‌دهد، زیرا پیشنهاد می‌کند که ساختارهای نظریه‌های موفق علمی، جهان را به درستی توصیف می‌کنند.

### ۳. واقع‌گرایی ساختاری: معرفت‌شناسانه یا هستی‌شناسانه؟

رویکرد ورال، همان‌گونه که لیدیمان (Ladyman 1998: 410) نشان می‌دهد، درباره یک پرسش بنیادین، مبهم است و آن این که ماهیت واقع‌گرایی ساختاری را آیا باید بر مبنای معرفت‌شناسانه توضیح داد یا هستی‌شناسانه؟ به عبارت دیگر، آیا واقع‌گرایی ساختاری، دیدگاهی معرفت‌شناسانه درباره واقع‌گرایی است یا این که واقعیت هستی‌شناسانه عالم را نوعی واقعیت ساختاری می‌داند؟ به گفته لیدیمان (Ladyman 1998: 410)، بعضی از گفته‌های ورال نشان می‌دهد او به واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناسانه باور دارد. به عنوان مثال، ورال می‌نویسد از دیدگاه واقع‌گرای ساختاری آنچه نیوتن در واقع کشف کرد رابطه بین پدیدارهایی است که او آن‌ها را در قالب معادلات ریاضی در نظریه خود بیان کرده است. یا در جای دیگر، وی بیان می‌کند ادعای واقع‌گرای ساختاری به سادگی این است که ساختار عالم احتمالاً چیزی شبیه مکانیک کوانتومی است. (Worrall 1989: 122-3)

اما سیلوس (Psillos 1999: 148) پیشنهاد کرده است واقع‌گرایی ساختاری بهتر است به عنوان دیدگاهی معرفت‌شناسانه درباره آنچه می‌توانیم بدانیم و آنچه نظریه‌های علمی می‌توانند آشکار کنند، شناخته و فهمیده شود. در آنچه در پی می‌آید، برخی اعتراض‌ها به واقع‌گرایی ساختاری معرفت‌شناسانه توضیح داده می‌شوند. پس از آن، به بررسی و نقد واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناسانه خواهیم پرداخت.

### ۱.۳ واقع‌گرایی ساختاری به مثابه یک واقع‌گرایی غیر اصیل

ساعتسی (Saatsi 2005: 510) ادعا می‌کند که واقع‌گرایی ورال ضعیف‌تر از آن است که قابل پذیرش باشد و در واقع، به نوعی پیوستگی پیش‌پا افتاده که هیچ نوع قدرت توضیح‌دهندگی ندارد، فرو می‌ریزد. به عبارت دیگر، صدق ساختار ریاضی یا صوری یک نظریه برای اهداف یک واقع‌گرا کفایت نمی‌کند. این همان نکته‌ای است که لائودن (Laudan 1981: 40) نیز پیش‌تر گفته بود زمانی که نوشت شخص ممکن است راضی باشد که صرفاً روابط

ریاضی-صوری نظریه‌های پیشین را در نظریه‌های بعدی ببیند. اما لائودن (Laudan 1981: 40) این دیدگاه را به پوزیتیویست‌های خاموش (Closet Positivists) نسبت می‌دهد که هیچ رئالیست واقعی آن را قبول ندارد، و از این رو، آن را کنار می‌گذارد.

اما به نظر می‌رسد این نکته، قوت دیدگاه ورال را نشان می‌دهد نه ضعف آن را. زیرا نخست نشان می‌دهد که لائودن پذیرفته است این گونه رویکرد به واقع‌گرایی از اشکالات برهان PMI علیه واقع‌گرایی علمی مصون است. ثانیاً این اعتراض به ورال در واقع نوعی مصادره به مطلوب است. هر چه باشد چنین نیست که جان ورال خود را متعلق به اردوگاه سستی واقع‌گرایان بدانند؛ اردوگاهی که از نظر ورال، موضع آنان در برابر برهان PMI شکننده است. از این رو، وی اهمیتی نمی‌دهد که آیا دیدگاه او نوعی واقع‌گرایی اصیل به معنای سستی آن است یا خیر.

### ۲.۳ تمایز ناموجه ساختار-ماهیت

با وجود اهمیت اساسی دو مفهوم ساختار و ماهیت (Structure and Nature)، ورال هیچ توضیح روشن و واضحی از آن‌ها ارائه نمی‌دهد. وی (Worrall 1994: 340) گاهی اوقات درباره پیوستگی ریاضی دو نظریه صحبت می‌کند که بنابر آن، پیوستگی ساختاری به معنای پیروی از قوانین یکسان یا این‌همان بودن ریاضیاتی است. ورال (Worrall 1994: 340) ادعا می‌کند اگر فرنل درباره آن‌چه که نوسان داشت برخطا بود، درباره آن پدیدارهای نوری که وابسته به نوسان چیزی در زاویه درست، نسبت به نور هستند، برحق بود.

اما ساعتسی (Saatsi 2005: 517) اعتراض می‌کند که در واژه‌شناسی معمولی فلسفی، صدق روابط زمانی-مکانی، همانند آن‌چه درباره نوسان در زاویه درست نسبت به جهت انتشار نور بیان شده است، یک صدق صوری-ریاضی نیست، بلکه صدق درباره برخی از ویژگی‌ها است که باید آن را ویژگی فضا-زمانی مرتبه بالاتر یک سیستم در نظر گرفت.

اما می‌توان به اعتراض ساعتسی این گونه پاسخ داد این که نوسان، یک ویژگی مرتبه بالاتر است، یا این که چنان ویژگی‌های مرتبه بالاتری می‌توانستند ساختاری نامیده شوند، اهمیت چندانی برای رویکرد ورال ندارد. نکته مهم این است که آیا این ویژگی‌ها مؤلفه‌هایی هستند که رابطه بین دو شکل یا دو پدیدار را نشان می‌دهند یا خیر. یعنی از دیدگاه ورال، عنصر اساسی که ماهیت یک ساختار را مشخص می‌سازد مفهوم رابطه است

که می‌تواند بین اجزای یک شی یا بین اشیاء متفاوت یا بین پدیده‌های گوناگون برقرار شود. بعلاوه، مهم است که این رابطه به زبان ریاضی و صوری بیان شود. بر این مبنای، به نظر می‌رسد که مثال ورال، یعنی نوسان در زاویه مناسب نسبت به جهت انتشار نور، هر دو این معیارها را برآورده می‌سازد.

اجازه دهید ایده فوق را به شکل کلی‌تری توضیح دهیم. فرض کنید ادعاهای علمی دربارهٔ یک هستومندِ تئوریک را بتوان در سه گونه گزاره به شکل زیر تقسیم‌بندی کرد: (۱)  $x$ ،  $y$  و  $z$  وجود دارند؛ (۲) رابطهٔ بین  $x$ ،  $y$  و  $z$  چنین و چنان است؛ (۳) ماهیت  $x$ ،  $y$  و  $z$  چنین و چنان است. ورال تنها دربارهٔ گزارهٔ نوع سوم موضع‌لاذری دارد، اما تأکید می‌کند که علم می‌تواند دربارهٔ گزاره‌های نوع اول و دوم، معرفت‌درستی را در اختیار ما قرار دهد.

برای روشن شدن این ایده می‌توان از رابطهٔ بین اعداد کمک گرفت. می‌توان به شکل معقولی چنین ادعا کرد که می‌دانیم (۱) اعداد وجود دارند (یعنی، اعداد  $...$ ،  $۳$ ،  $۲$ ،  $۱$  در جایی - مثلاً، عالم افلاطونی - به گونه‌ای - مثلاً، به شکلی مجرد - وجود دارند)؛ (۲) روابط چنین و چنانی بین این اعداد برقرار است (به عنوان مثال، هر عدد صحیح زوج بزرگتر از  $۲$  را می‌توان به صورت مجموع دو عدد اول نوشت.)؛ اما (۳) هیچ تصور روشنی از این که ماهیت اعداد چیست، نداریم (این که آیا اعداد، هستومندهایی ذهنی هستند، یا مجرد و انتزاعی، یا فیزیکی و غیره). پوانکاره (Psillos 1999: 150) این نکته را به روشنی توضیح داده است زمانی که می‌نویسد معادلات ریاضی که در طول انقلاب‌های مفهومی و همین‌طور تغییرات نظری شدید باقی می‌مانند، بیان‌کنندهٔ روابط هستند، و اگر این معادلات صادق باقی بمانند، از آن روست که روابط، واقعیت خود را حفظ می‌کنند. آن‌ها به ما یاد می‌دهند که چنین و چنان رابطه‌ای بین این شی و سایر اشیاء وجود دارد؛ رابطهٔ درست بین اشیاء واقعی تنها واقعیتی است که می‌توانیم آن را به دست آوریم.<sup>۱۶</sup>

این تحلیل هم‌چنین به ما کمک می‌کند انتقاد سیلوس علیه رویکرد ورال را ارزیابی کنیم. سیلوس (Psillos 1999: 147) می‌پذیرد که حفظ بسیاری از معادلات ریاضی در وضعیت انتقال از نظریه‌های گذشته به نظریه‌های جدید، واقعیتی غیر قابل انکار است. اما او (Psillos 1999: 152) استدلال می‌کند که چنان رابطه‌ای در سطح معادلات ریاضی صرفاً می‌تواند دلیلی عمل‌گرایانه حاکی از محافظه‌کاری جامعه علمی باشد به جای آن که نشان‌دهندهٔ رابطه‌ای واقعی در عالم باشد. از این رو، ورال برای این که دیدگاه خود را واقع‌گرایانه سازد

نیازمند آن است که برهانی ارائه دهد برای نشان دادن این که معادلات ریاضی حفظ شده و باقی مانده در نظریه‌های متوالی، حکایت‌گر روابط واقعی در جهان هستند.

اما به نظر می‌رسد این تنها ورال نیست که با این مشکل مواجه است. در واقع، همه واقع‌گرایان، از جمله خود سیلوس، باور دارند که معادلات ریاضی نظریه‌های علمی متوالی، توصیف تقریباً صادقی از جهان هستند. بنابراین، ورال می‌تواند به همان براهین واقع‌گرایان سستی، به عنوان مثال، برهان فقدان معجزه، تمسک کند تا دیدگاه واقع‌گرایی خود را موجه سازد؛ هرچند، وی دامنه برهان خود را صرفاً به ساختارهای ریاضی نظریه‌های علمی محدود خواهد کرد.

اما برای حمایت از اعتراض سیلوس می‌توان چنین گفت که واقع‌گرای سستی می‌تواند صدق تقریبی معادلات ریاضی را چنین توضیح دهد که آن‌ها بخش مهمی از محتوای تئوریک تأیید شده و تقریباً صادق نظریه‌ها هستند. (Psillos 1999: 147) اگر ورال معادلات ریاضی نظریه‌های علمی موفق را از محتوای تئوریک آن‌ها تهی سازد، نیاز خواهد داشت که نشان دهد ساختار ریاضی یک نظریه، به تنهایی مسئول موفقیت نظریه در پیش‌بینی و توضیح است. (Psillos 1996: S309) اما چنین کاری شدنی نیست زیرا معادلات ریاضی به تنهایی و بدون استفاده از فرض‌های کمکی و فرضیه‌های تئوریک نمی‌تواند هیچ‌گونه پیش‌بینی انجام دهد. (Psillos 1996: S309)

به عنوان مثال، درباره نظریه نوری فرنل، سیلوس ادعا می‌کند که مفروضات تئوریک به کار رفته در آن، همراه با حداقلی از مفروضات مکانیکی، عبارت بودند از: (۱) اصل بقای انرژی، و (۲) تحلیل هندسی شکل تشعشعات نور در دو محیط. به گفته سیلوس (Psillos 1999: 159)، همه این ویژگی‌های انتشار نور به نظریه مکسول نیز راه یافت، هرچند مکسول در نظریه خود به درستی از خیر مولکول‌های اتر گذشت. بنابراین، اگر موفقیت یک نظریه نشان دهد که سطح ساختار ریاضی آن در نظریه بعدی نیز حفظ شده است، هم‌چنین نشان خواهد داد که برخلاف دیدگاه ورال، قسمتی از محتوای تئوریک آن نیز باقی مانده و حفظ شده است.

واقعیت این است که ورال هیچ برهان صریحی برای رد اعتراض فوق ارائه نمی‌دهد. اما می‌توان چنین استدلال کرد که وی نیاز ندارد چنین کند. اعتراض فوق مبتنی است بر انکار تمایز بین ساختار یک نظریه و محتوای تئوریک آن، و این فرضی است که ورال نیز با آن

مخالف نیست. به عبارت دیگر، می‌توان هرگونه تمایز بین ساختار یک نظریه و تعبیر تئوریک آن را انکار کرد و در عین حال، یک رئالیست ساختاری بود. در واقع، تمایزی که یک واقع‌گرای ساختاری ناچار است آن را در نظر بگیرد از نوع دیگری است؛ یعنی تمایز بین دو گروه از تعبیرهای تئوریک: تعبیرهایی که درباره ساختار (یک هستومند) هستند و تعبیرهایی که به ماهیت (یک هستومند) مربوط‌اند. البته برای نشان دادن چنین فرضی و رال هیچ برهانی ارائه نمی‌دهد. از طرف دیگر، هیچ شاهدهی نیز وجود ندارد که معترضین به و رال با این فرض مخالف‌اند. اما می‌توان این فرض را رد کرد چنان که بتوان نشان داد که هیچ‌گونه تمایزی بین ساختار و ماهیت یک هستومند وجود ندارد.

درواقع، اعتراض اصلی سیلوس (Psillos 1995, 1999, 2001) به و رال این است که تمایز بین ساختار و ماهیت، آن‌گونه که واقع‌گرای ساختاری به آن پای‌بند است، در علوم جدید هیچ‌جای‌گاهی ندارد. وی (Psillos 1999: 155) استدلال می‌ورزد که برای ایجاد چنین تمایزی نه انگیزه کافی وجود دارد، و نه این که می‌توان ادعا کرد که ماهیت یک هستومند کمتر از ساختار آن قابل شناخت است. به ادعای سیلوس (Psillos 1999: 155)، منظور دانشمندان از ماهیت یک هستومند، مجموعه‌ای از روابط و ویژگی‌های اساسی آن است. این روابط در واقع قوانینی هستند که ویژگی‌های اساسی اشیا تابع آنند. همین‌طور، ساختار یک هستومند نشان‌دهنده چگونگی رفتار علی آن است. بنابراین، او (Psillos 1996: S309) ادعا می‌کند که ماهیت یک هستومند یا یک مکانیزم از طریق خصوصیات ساختاری/ریاضی ویژگی‌ها و روابط آن‌ها تعیین می‌شود. از این رو، سخن گفتن از ماهیتی و رای توصیفات ساختاری، اعم از فیزیکی و ریاضی، برگشت به همان رویکرد کهن و رده‌شده تمایز بین ماده و صورت است. به زعم سیلوس (Psillos 1999: 155-6)، این تمایز با انقلاب علمی قرن هفدهم کنار گذاشته شد.

برای تقویت دیدگاه خود، سیلوس تحول مفهوم جرم را بررسی می‌کند. مفهوم اولیه جرم از چیزی به عنوان توضیح‌دهنده ماهیت - یعنی مقدار ماده یک جسم - به چیزی جای‌گزین، یعنی ویژگی‌های ساختاری آن تغییر یافته است؛ یعنی جرم اینرسی (به عنوان ویژگی نشان‌دهنده مقاومت جسم در برابر شتاب)، و جرم گرانشی (به عنوان ویژگی نشان‌دهنده شتاب یک جسم در یک میدان گرانشی). معنای این تحول این است که با اکتشافات بیشتر درباره ویژگی‌های جرم، می‌توانیم اکتشافات بیشتری درباره ماهیت آن،

یعنی این که جرم چیست، به دست آوریم. (Psillos 1999: 156) این واقعیت که بعضی از نقش‌های علی هستومندها نمی‌توانند به صورت ریاضی صورت‌بندی شوند، و همین‌طور در هر برهه از زمان، برخی ویژگی‌های کشف‌نشده هستومندها وجود دارند، به این معنا نیست که همواره یک چیستی فراتری در هر هستومند وجود دارد که نمی‌توان آن را با تحقیقات بیشتر تحت تابعیت قوانین طبیعت درآورد. (Psillos 1999: 156) بنابراین، گفتن این که یک هستومند چیست، عبارت است از نشان دادن این که این هستومند، چگونه و چه ساختاری یافته است؛ یعنی ویژگی‌های آن چیست، روابط آن با اشیای دیگر چیست، و نظایر آن. سیلوس نتیجه می‌گیرد چیستی یک شیء نوعی پیوستگی با ساختار آن دارد، و دانستن یکی مستلزم دانستن دیگری است. (Psillos 1999: 156-157)

لیدیمن (Ladyman 1998: 414) باور دارد که سیلوس در اعتراض خود کاملاً بر حق است. به گفته وی (Ladyman 1998: 414)، در مشکل تغییر نظریه‌ها، واقع‌گرای ساختاری هیچ مزیتی بر واقع‌گرای سستی ندارد زیرا در ایجاد تمایز بین اجزائی از نظریه‌ها که باید به آن باور داشته باشیم با اجزایی که نباید به آن باور داشته باشیم، شکست می‌خورد. همین‌طور، استفورد (Stanford 2003) ادعا می‌کند که حتی در مورد نظریه‌های معاصر نیز نمی‌توانیم تمایزی موجه بین محتوا و ساختار آن‌ها ایجاد کنیم. نیومن (Newman 2004) نیز باور دارد اگر مقصود ورال از ساختار، صورت انتزاعی آن باشد که به روابط خاص بین هستومندها ارجاع می‌دهد، نمی‌توان هیچ تمایز روشنی بین ساختار و ماهیت ترسیم کرد.

در هر حال، به نظر می‌رسد که دیدگاه سیلوس دربارهٔ رابطهٔ ساختار/ماهیت، مبتنی بر نظریهٔ تجمیعی (پشته‌ای) ویژگی‌ها (The Bundle Theory of Properties) است. بر مبنای این نظریه، اشیاء، بسته‌ای تجمیعی از ویژگی‌ها هستند به گونه‌ای که با حذف این ویژگی‌ها، هیچ چیزی در پایان باقی نمی‌ماند؛ به عبارت دیگر، اشیاء علاوه بر ویژگی‌ها، چیزی به نام ذات یا جوهر ندارند. نسخه‌های متعددی از این نظریه توسط فلاسفه بسط و توضیح داده شده است.<sup>۱۷</sup> در حیطهٔ فیزیک نیز می‌توان شواهدی به نفع این نظریه یافت. به عنوان مثال، می‌توان گفت ریسمان‌های مورد نظر در نظریهٔ ریسمان (String Theory)، چیزی بیش از رشته‌های یک بعدی در حال ارتعاش نیستند که از هم‌افزایی ارتعاشات هستومندهای زیر اتمی شکل گرفته‌اند. پس، شاید بتوان گفت برخی از ذرات زیر-اتمی نیز چیزی بیش از مجموعه‌ای از ویژگی نیستند.<sup>۱۸</sup>

این مقاله گنجایش پرداختن به این نظریه و مشکلات آن را ندارد. در این جا تنها به این نکته اشاره می‌کنیم که این نظریه به شدت مناقشه‌برانگیز است، و از این رو، تمسک سیلوس به آن کاملاً مورد تردید است. با این حال، می‌توان استدلال کرد که سیلوس برای توجیه دیدگاه خود، لازم نیست به این نظریه پای‌بند باشد. بلکه ادعای وی صرفاً این است که ما دسترسی مستقیم به چیستی اشیا نداریم، مگر از طریق ساختار مؤلفه‌های تئوریک، به گونه‌ای که دانستن یکی از دانستن دیگری جدایی‌ناپذیر است. بنابراین، اعتراض سیلوس هم‌چنان معتبر است حتی اگر بخشی از یک جسم به عنوان ماهیت آن در نظر گرفته شود، و بخش دیگر، به عنوان ساختار آن.

اما حتی اگر این گونه باشد، در استدلال سیلوس شکافی وجود دارد. بسیار بعید است که ورال پیوستگی هستی‌شناسانه بین ماهیت یک هستومند و ویژگی‌های آن، یا بین همه ویژگی‌های اشیا را انکار کند، حتی اگر نظریه تجمیعی ویژگی‌ها پذیرفته شود. با این حال، پیوستگی هستی‌شناسانه مستلزم پیوستگی معرفت‌شناسانه نیست. به عنوان مثال، درست است که از منظر هستی‌شناسانه، ویژگی‌های ماکروسکوپی و زیراتمی اشیا نوعی پیوستگی دارند (به این معنا که می‌توان گفت یا همه ویژگی‌ها در نهایت قابل تحویل به ویژگی‌های زیراتمی هستند، یا اگر قابل تحویل نیستند وجوه مختلفی از یک واقعیت را نمایش می‌دهند). اما در عین حال، بسیاری از فیزیک‌دانان باور دارند که برخی از ویژگی‌های زیراتمی اشیا، برخلاف ویژگی‌های ماکروسکوپیک آن‌ها، در اساس غیرقابل شناخت هستند (مثل امتناع شناخت هم‌زمان مکان دقیق و اندازه حرکت دقیق یک الکترون، بر مبنای اصل عدم قطعیت هایزنبرگ). بر همین مبنا، یک واقع‌گرای ساختاری می‌تواند در عین باور به پیوستگی هستی‌شناسانه بین ماهیت یک شی و ساختار آن، یک تمایز معرفت‌شناسانه بین آن‌ها ایجاد کند.

بعلاوه، گذشته از درستی یا به واقع، نادرستی ادعای سیلوس (Psillos 1999: 156) که تمایز کهن بین ماده و صورت با انقلاب علمی قرن هفدهم کنار گذاشته شده است، قیاس او بین ماهیت/ساختار از یک طرف، و ماده/صورت از طرف دیگر، گمراه‌کننده و مع‌الفارق است. برای یافتن تعبیر مناسب‌تری از رابطه بین ماهیت و ساختار، به یاد آوریم آنچه را که چند پاراگراف قبل درباره دیدگاه پوانکاره گفتیم. در این جا شاهد دیگری از نوشته‌های پوانکاره به نقل از خود سیلوس (Psillos 1999: 150) می‌آوریم: اشیا، خودشان چیزی

نیستند که علم بتواند به آن دست یابد، برخلاف آنچه که یک فرد عامی چنین تصویری دارد. علم فقط می‌تواند رابطه بین اشیا را به دست آورد؛ فراتر از این رابطه، واقعیت قابل شناختی وجود ندارد.

این عبارت‌ها نشان می‌دهد که از دیدگاه یک واقع‌گرای ساختاری، رابطه بین ماهیت یک شی و ساختار آن بیشتر شبیه به رابطه بین یک شی و ویژگی‌های بیرونی (External Properties) آن است. ویژگی‌های بیرونی ویژگی‌هایی هستند که یک شی از جهت رابطه‌اش با فقدان رابطه‌اش با اشیاء دیگر دارد؛ در مقابل، ویژگی‌های درونی (Internal Properties) آن‌هایی هستند که اشیا به جهت آن چیزی که هستند آن‌ها را دارند. (Lewis 1986: 61) بنابراین، نه دانستن ویژگی‌های بیرونی (ساختار) مستلزم دانستن ویژگی‌های درونی (ماهیت) است و نه برعکس آن. اما در آنچه در پی می‌آید قصد دارم استدلال کنم، همان‌گونه که لیدیمن (Ladyman 1998: 411) نیز تأکید می‌کند، واقع‌گرایی ساختاری هیچ مزیتی بر واقع‌گرایی علمی سستی در برابر برهان PMI ندارد چنان که فقط نسخه معرفت‌شناسانه آن را بپذیریم.

### ۳.۳ واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناسانه

لیدیمن (Ladyman 1998) هشدار می‌دهد که بعضی از واقع‌گرایان سستی ممکن است از پیوستگی ساختاری نوعی پیوستگی هستی‌شناسانه اشیا را استنتاج کنند. اما موارد فراوانی تغییر نظریه وجود دارد که هرچند روابط در آن‌ها حفظ شده‌اند، طرفین رابطه و حتی نوع منطقی آن‌ها حفظ نشده‌اند. (Ladyman 1998: 415) به عنوان مثال، صورت مشابهی از قضیه اهرنفتست (Ehrenfest's Theorem)، یعنی  $F(\langle r \rangle) = m d^2 \langle r \rangle / dt^2$ ، در نظریه کوانتوم مکانیک و همین‌طور معادله  $F = ma$  در نظریه مکانیک کلاسیک، نشان‌دهنده نوعی پیوستگی ساختاری بین نظریه‌ها هستند. اما شناسه‌های (Arguments) کوانتوم مکانیک، مقادیر قابل انتظار عملگرهای همیلتونی (The Expectation Values of Hermitian Operators) هستند، حال آن که معادله کلاسیک با متغیرهای واقعی پیوسته سر و کار دارد. بنابراین، طرفین رابطه در این دو معادله کاملاً با یکدیگر متفاوتند.

مثال دیگر لیدیمن، تحول اساسی در مصداق مفهوم جرم در انتقال از مکانیک کلاسیک به مکانیک نسبیت خاص است که در واقع، باعث شده است واژه "جرم" نوعی مشترک



لفظی بین این دو نظریه باشد. از این رو، لیدیمان (Ladyman 1998: 415) بر این باور است که پیشنهاد دیدگاه ورال این است که واقعیت جای‌گزینی بنیادین هستی‌شناسانه را بپذیریم و بر این مبنا، تعهد (واقع‌گرایانه) خود به هستی‌شناسی نظریه‌های علمی را کنار بگذاریم. اما به نظر می‌رسد مثال لیدیمان مناقشه‌برانگیز است. اجازه دهید ابتدا مثال نخست او را به اختصار بررسی کنیم. قضیه اهرنفتست به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$\frac{d}{dt}\langle A \rangle = \frac{1}{i\hbar}\langle [A, H] \rangle + \left\langle \frac{\partial A}{\partial t} \right\rangle$$

که در آن،  $A$ ، برخی عملگرهای کوانتوم مکانیک (Quantum Mechanics Operator)،  $\langle A \rangle$ ، ارزش مورد انتظار (Expectation Value) آن،  $H$ ، همیلتونین (Hamiltonian of the System) سیستم است. این قضیه، مشتق زمانی ارزش انتظاری برای عملگر کوانتوم مکانیک به جابجاگر عملگر (The Commutator of the Operator) را با همیلتونی سیستم مرتبط می‌سازد. اینک اگر سیستم به مثابه مجموعه‌ای انبوه از ذرات در نظر گرفته شوند که در میدان پتانسیل حرکت می‌کنند، همیلتونی سیستم عبارت است از:

$$H(x, p, t) = \frac{p^2}{2m} + V(x, t)$$

که در آن،  $x$ ، مکان ذره است. می‌توان نشان داد که تغییر لحظه‌ای اندازه حرکت  $p$  از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\frac{d}{dt}\langle p \rangle = \langle -\nabla V(x, t) \rangle = \langle F \rangle$$

این، در واقع همان قانون دوم نیوتن است. یعنی، در حالتی که تعداد ذرات زیاد باشند، سرعت متوسط دقیقاً همان سرعت مورد انتظار یک ذره واحد است. به عبارت دیگر، نه تنها در اینجا یک ساختار مشابهی بین کوانتوم مکانیک و فیزیک کلاسیک وجود دارد، بلکه در حالت تعداد فراوان ذرات، سیستم کوانتوم مکانیک و سیستم فیزیک کلاسیک رفتار یکسانی دارند و واقعیت یکسانی را عرضه می‌کنند. این نکته به این معناست که یک پیوستگی وجودی در برخی از گستره‌های خاص بین جهان فیزیک کلاسیک و جهان مکانیک کوانتومی وجود دارد.

همین استدلال را می‌توان در مورد جرم نیز به کار برد. در واقع، بسیاری از فیزیک‌دانان بر این باورند که دو عبارت "جرم نیوتنی" و "جرم ایشتمینی" در برخی از محدوده‌های

خاص از سرعت، به همان ویژگی یکسان ارجاع می‌دهند.<sup>۱۹</sup> از این رو، علاوه بر پیوستگی ساختاری بین دو نظریه، نوعی پیوستگی وجودی نیز بین آن‌ها برقرار است. با این حال، از دیدگاه لیدیمن (1998) کاملاً ناموجه است چنانچه پیشنهاد شود که مصادیق کوانتوم مکانیک، مکانیک نسبیتی و مکانیک کلاسیک یکسان باشند. به عنوان مثال، در فیزیک کلاسیک، جرم، صرفاً یک ویژگی ساده‌اشیاء است، حال آن‌که در مکانیک نسبیتی، جرم، رابطه‌ی بین ویژگی ساده‌جرم در حال سکون، رابطه‌ی دو موضعی سرعت نور و رابطه‌ی سه موضعی سرعت نسبیتی است. (Ladyman 1998: 415) به عبارت دیگر، در نظریه‌ی نخست، جرم، یک ویژگی درونی، یا رابطه‌ی یک موضعی بیرونی، اشیاء است؛ حال آن‌که در نظریه‌ی دوم، به نظر می‌رسد ویژگی چندموضعی بیرونی (Multi-Place Extrinsic Property) است. اما، اگر این‌گونه است، لیدیمن چگونه می‌تواند ادعای واقع‌گرایان ساختاری را تأیید کند که یک پیوستگی ساختاری بین نظریه‌ها وجود دارد؟ در واقع، دیدگاه لیدیمن مستلزم آن است که ایده‌ی کوهنی که بنابر آن، واژه "جرم" صرفاً مشترک لفظی بین فیزیک نیوتنی و فیزیک اینشتینی است، پذیرفته شود.

البته، باید توجه داشت ادعای این مقاله این نیست که نظریه‌های پیشین غالباً موارد محدودی از نظریه‌های بعدی هستند. (Putnam 1978: 123) چرا که این، ادعایی مناقشه‌برانگیز است. به عنوان مثال، لائودن (Laudan 1981: 39-40) ادعا می‌کند که نظریه‌ی  $T_1$  می‌تواند مورد محدودی از نظریه‌ی  $T_2$  باشد تنها اگر (الف) همه‌ی هستومندهایی که توسط نظریه‌ی  $T_1$  فرض شده‌اند در هستی‌شناسی نظریه‌ی  $T_2$  نیز وجود داشته باشند؛ و تنها اگر (ب) همه‌ی قوانین نظریه‌ی  $T_1$  را بتوان با توجه به شرایط محدودکننده مناسب، از نظریه‌ی  $T_2$  استخراج کرد. اما به نظر می‌رسد به سختی بتوان دو نظریه‌ی متوالی یافت که این هر دو شرط را داشته باشد. حتی خود ورال نیز به صراحت تأکید می‌کند که نظریه‌ی اینشتین صرفاً گسترش یافته‌ی نظریه‌ی نیوتن نیست، و این دو نظریه، منطقاً ناسازگارند: اگر نظریه‌ی اینشتین درست باشد، نظریه‌ی نیوتن کاذب است. (Worrall 1989: 104)

اما، لیدیمن در این ادعای خود بر حق است که تز ورال نمی‌تواند مشکل PMI را حل کند مگر این‌که بر مبنایی متافیزیکی (هستی‌شناسانه) تعبیر شود. ویژگی اصلی ساختارگرایی متافیزیکی لیدیمن، انتقال از هستی‌شناسی اشیا (Object-Ontology) به هستی‌شناسی ساختارها (The Ontology of Structure) است. در این نظریه، از نظر هستی‌شناسی، ساختارها

همواره بنیادین‌اند به گونه‌ای که در واقع، خودبنیادند. به عنوان مثالی از این ایده، دیسال (DiSalle 1994) پیشنهاد کرده است که فضا-زمان، نه یک شی است و نه رابطه بین اشیاء، بلکه ساختاری است که بدون ابتدا بر نقاط فضایی-زمانی، وجود دارد.

برای توجیه دیدگاه ساختارگرایی هستی‌شناسانه، لیدیمان (Ladyman 1998: 420) ادعا می‌کند که باور واقع‌گرایان سستی مبنی بر وجود هستومندهایی با ویژگی‌های متافیزیکی مبهم، هیچ توجیه قانع‌کننده‌ای ندارد. مقصود وی از "هستومندها" در اینجا ذرات زیراتمی (Subatomic Particles) است؛ هستومندهایی که هیچ معیار روشنی برای این‌همانی و تفرد (Identity and Individuality) آن‌ها وجود ندارد. بنابراین، با انتخاب واقع‌گرایی ساختاری که بنا بر آن، چنان ذراتی را می‌توان نمایانگر ساختارها فرض کرد، پرسش از چگونگی تفرد آن‌ها کنار می‌رود. به علاوه، این نظریه از اعتراض سیلوس نیز مصون است که بنا بر آن، هیچ تمایز قطعی بین ماهیت و ساختار وجود ندارد. لیدیمان (Ladyman 1998: 418) نتیجه می‌گیرد که چنان تعبیر متافیزیکی از واقع‌گرایی ساختاری می‌تواند پیوستگی ساختار ریاضیاتی را حتی بین نظریاتی که به نظر کاملاً متفاوت می‌رسند، در بر بگیرد، و از این رو مشکل PMI را کنار بگذارد.

اما علیه واقع‌گرایی ساختاری متافیزیکی لیدیمان نقدهای فراوانی اقامه شده است. (Psillos 1995, 1999, 2001; Busch 2003; McArthur 2006) اشکال اصلی و مهم این است که ایده اصلی این نظریه که بنا بر آن، ساختارها می‌توانند با اتکای به خود وجود داشته باشند، به نظر می‌رسد کاملاً خلاف شهود است. بحث درباره این موضوع فراتر از حجم این مقاله است. اما اجازه دهید چنین فرض کنیم که اگر ساختاری وجود داشته باشد، باید ساختار چیزی باشد. این نکته واضح‌تر و موجه‌تر می‌شود چنان‌چه رابطه یک شی و ساختار آن، همان‌گونه که پیشتر توضیح دادیم، به مثابه رابطه یک شی و ویژگی‌های بیرونی (Extrinsic Properties) آن در نظر گرفته شود. بنابراین، نظریه جان ورال مبنی بر پیوستگی ساختاری بین نظریه‌های متوالی، مستلزم نوعی پیوستگی هستی‌شناسانه نیز است.

بعلاوه، پیشتر استدلال کردیم چستی یک هستومند، همان ساختار آن نیست، و دانستن ساختار و ویژگی‌های یک شی نیز مستلزم دانستن ماهیت آن نیست. بنا بر این، گفتن این که ساختار یک هستومند، حال ماهیت آن هرچه باشد، بنا به ادعای ورال، در طول تغییر نظریه‌ها حفظ می‌شود، معادل است با گفتن این که هستومندی «چون x وجود دارد»، حال

ماهیت آن هرچه باشد، به گونه‌ای که ساختار آن،  $y$  در طول تغییر نظریه‌ها از  $T_1$  به  $T_2$  حفظ شده است. لازمه این نکته این است که هر دو نظریه  $T_1$  و  $T_2$  نه تنها حاوی گزاره‌های توصیف‌کننده  $y$  هستند؛ بلکه هر دو به اشتراک بیان می‌کنند که  $x$  وجود دارد، حال ماهیت آن هرچه باشد. یعنی هر دو نظریه، در واقع به هستومند یکسانی ارجاع می‌دهند. بنابراین، نظریه ورال مستلزم یک پیوستگی هستی‌شناسانه در سطح وجود مصادیق در طول تغییر نظریه‌ها است، حال ماهیت‌شان هرچه که باشد.

پیوستگی وجودی (Existential Continuity) در واقع برای نظریه ورال اهمیت حیاتی دارد. زیرا قلب نظریه او، یعنی، حفظ ساختارهای ریاضی در طول تغییر نظریه‌ها، همان گونه که نیومن (Newman 2004) استدلال می‌کند، شکننده‌ترین عنصر در دیدگاه ورال است. در واقع، هیچ تضمینی وجود ندارد که ساختار طبیعت، ریاضی وار باشد. بعلاوه، واقع‌گرایان ساختاری یا ناچارند دامنه ادعای خود را صرفاً به علوم ریاضی وار چون فیزیک محدود کنند، یا نیاز دارند که نشان دهند چگونه عناصر حفظ شده در نظریه‌های غیرریاضی وار، چون زیست‌شناسی، می‌توانند بر مبنای تمایز بین ماهیت/ساختار، تفسیر شوند. (Newman 2004) آشکار است که برای واقع‌گرایان ساختاری، این، کار آسانی نیست.

بنابراین، به نظر می‌رسد که واقع‌گرایان ساختاری در پایان ناچارند این دیدگاه را بپذیرند که در تغییر نظریه‌ها، آن‌ها به همان هستومند یکسان،  $x$  ارجاع می‌دهند؛ با این بیان مشترک که « $x$  وجود دارد، حال، ماهیت یا ساختار آن، هرچه باشد.» این گزاره، ادعای اصلی و مرکزی نوعی واقع‌گرایی است که آن را "واقع‌گرایی وجودی" می‌نامیم. حجم این مقاله، اجازه توضیح تفصیلی درباره واقع‌گرایی وجودی را نمی‌دهد. در اینجا به همین مقدار بسنده می‌کنیم که گزاره‌های علمی در تحلیل نهایی، چنین صورتی دارند: «(الف) هستومند  $x$  وجود دارد، و (ب) ویژگی‌هایی (اعم از ماهیت، ساختار، و ...) چون  $P_1, P_2, P_3, \dots$  واقع‌گرایان وجودی دامنه واقع‌گرایی خود را به گزاره‌های نوع (الف) محدود می‌سازند، اما درباره گزاره‌های نوع (ب) لادری باقی می‌مانند.»<sup>۲۰</sup>

نکته جالب و مهم در این میان این است که چنانچه واقع‌گرایان ساختاری دامنه واقع‌گرایی خود را به گزاره‌های نوع (الف)، یعنی گزاره‌هایی چون « $x$  وجود دارد، حال، ماهیت یا ساختار آن، هرچه باشد» محدود سازند، دیگر برهان PMI علیه واقع‌گرایی آن‌ها کارساز نخواهد بود؛ این نکته‌ای است که حتی خود لائودن نیز به آن معترف است. وی

ادعای خود را مبتنی می‌سازد بر ایجاد تمایز بین «فرض یک هستومند» (Postulating an Entity) و «توصیف آن» (Describing an Entity). او ادعا می‌کند نظریه‌ای که واقعا ارجاع‌دهنده است، به درستی، هستومندهایی را که به واقع وجود دارند، فرض می‌گیرد، هرچند چنین نیست همه آن چه که این نظریه درباره این هستومندها و ویژگی‌های آنها می‌گوید، صادق باشد. (Laudan 1981: 24) به عنوان مثال، به ادعای لائودن، نظریه دالتون درباره فرض وجود اتم‌ها و نظریه نخست بور در این ادعا که الکترون‌ها وجود دارند، درست است. اما به گمان وی، توصیف‌های هر دو نظریه درباره این هستومندها، کاذب است (Laudan 1981: 24) همین نکته نشان می‌دهد "واقع‌گرایی وجودی" از مشکلات برهان PMI در امان است.

#### ۴. نتیجه‌گیری

در این مقاله، پس از توضیح دو برهان NM و PMI، نظریه واقع‌گرایی ساختاری بررسی و نقد شد. راه حل واقع‌گرایان ساختاری برای رد برهان فرااستقراء بدبینانه را می‌توان چنین خلاصه کرد: باید نشان داد که آن بخش‌هایی از نظریه‌ها که مسئول موفقیت آنها هستند در نظریه‌های متوالی حفظ شده‌اند. این بخش‌های حفظ شده در نظریه‌های متوالی نیز چیزی نیستند جز ساختار صوری-ریاضی نظریه‌ها، که در نظریه‌های متوالی به هستومندهای یکسانی ارجاع می‌دهند. بر مبنای تفسیر متافیزیکی از این دیدگاه، این هستومندها همان ساختار ریاضی وار عالم‌اند. بنابر این، برهان PMI شکست می‌خورد اگر بتوان نشان داد که «دو نظریه متوالی A و B هر دو می‌پذیرند که هستومندی (ساختاری) وجود دارد، x، که هر دو نظریه به آن ارجاع می‌دهند.»

اما نشان داده شد که نظریه واقع‌گرایی ساختاری توان رد برهان PMI به شکلی قاطع و فیصله‌بخش را ندارد، مگر آن که دامنه ادعای خود را به واقع‌گرایی وجودی، یعنی واقع‌گرایی درباره گزاره‌های وجودی نظریه‌های علمی، محدود سازد. گفته شد که گزاره‌های وجودی گزاره‌هایی هستند که به این شکل کلی بیان می‌شوند: «x وجود دارد، حال، ماهیت یا ساختار آن، هرچه باشد.» به عبارت دیگر، واقع‌گرا می‌تواند برهان PMI در صورت‌بندی‌های گوناگون آن را شکست دهد چنانچه ادعای خود را به این موارد محدود سازد. (۱) «x وجود دارد؛» (۲) «هر دو نظریه متوالی A و B به همان x ارجاع می‌دهند؛»

اما درباره این گزاره لادری باقی بماند که (۳) « $x$  چنان و چنان است، یا چنان و چنان ساختاری دارد.» بنابراین، با پذیرفتن واقع‌گرایی وجودی می‌توان نسخه‌ای از واقع‌گرایی را داشت که در برابر مشکلات برخاسته از برهان PMI علیه واقع‌گرایی علمی در نسخه‌ستی آن، در امان است.

### پی‌نوشت‌ها

۱. درباره واقع‌گرایی و ضدواقع‌گرایی علمی (Scientific Realism/Anti-Realism) و انواع آن، نک: موسوی‌کریمی (۹-۸: ۱۳۹۹).
۲. برای توضیح تفصیلی درباره ویژگی‌های علوم رشدیافته (The Mature Science) و تمایز آن‌ها از علوم رشدنا یافته (The Immature Sciences)، نک به: موسوی‌کریمی (۱۴۰۰ الف).
۳. برای بررسی و نقد تفصیلی پاسخ‌ها در رویکرد غیرارجاعی، نک به: موسوی‌کریمی (۱۴۰۰ الف).
۴. ارجاع جزئی (partial reference)، ارجاع تقریبی (approximate reference)، توان ارجاع ناهمگون (heterogeneous reference potential)، و اصل اغماض (principle of charity) از جمله این مفاهیم آسان‌گیرانه از ارجاع هستند. (Hardin & Rosenberg 1982; Cummiskey 1992; Psillos 1994; Kitcher 1993; Devitt, 1997; Leplin 1997; Niiniluoto 1999)
۵. برای بررسی و نقد تفصیلی این راه‌حل‌ها در رویکرد ارجاعی نک به: موسوی‌کریمی (۱۴۰۱).
۶. پیشینه این برهان به دوهم (Duhem [1914] 1991)، اسمارت (Smart 1963) و مکسول (Maxwell 1962) می‌رسد، هرچند صورت‌بندی مهم و اثرگذار خود را در آثار پاتنم (Putnam 1975, 1978) و نیوتن-اسمیت (Newton-Smith 1981) یافت، و توسط بوید (Boyd 1983) به عنوان دفاعی نظام‌مند از واقع‌گرایی علمی استفاده شد.
۷. پیشینه برخی از صورت‌بندی‌های PMI به پوانکاره (Poincaré [1905] 1952: 160) برمی‌گردد.
۸. به باور لوئیس (Lewis 2001: 372)، اگر هر نظریه گذشته در تعارض با چندین نظریه باشد می‌توان گفت که کذب نظریه‌های گذشته ضرورتاً وابسته به صدق نظریه‌های امروزی نیست. این باره، نک به: موسوی‌کریمی (۱۴۰۰ الف).
۹. برای صورت‌بندی دقیق‌تر استدلال پاتنم و نقد آن، نک به: لوئیس (Lewis 2001: 372)؛ برای نقد دیدگاه لوئیس، نک به: موسوی‌کریمی (۱۴۰۰ الف).

## واقع‌گرایی علمی، واقع‌گرایی ساختاری ... (میر سعید موسوی کریمی) ۱۷۵

۱۰. برای بحث‌های تفصیلی دربارهٔ JBE، نک به: اعتمادالاسلامی بختیاری (۱۳۹۵) و موسوی کریمی و اعتمادالاسلامی بختیاری (۱۳۹۸؛ ۱۳۹۶؛ ۱۳۹۴؛ ۱۳۹۴الف).

۱۱. برای توضیح بیشتر در این باره، نک به: موسوی کریمی (۱۴۰۰الف).

۱۲. برای توضیح بیشتر در این باره، نک به: موسوی کریمی (۱۴۰۰الف).

۱۳. ترم‌های مشاهداتی ترم‌هایی هستند که به هستومندهای مشاهده‌پذیر ارجاع می‌دهند، و جمله‌های مشاهداتی جملاتی هستند که تنها در بردارندهٔ ترم‌های مشاهداتی و واژه‌های منطقی است. از طرف دیگر، جمله‌های تئوریک جمله‌هایی هستند که تنها در بردارندهٔ ترم‌های تئوریک مثل الکترون، گرانش، تابع موج و نظایر آن است. برای توضیح بیشتر، نک: موسوی کریمی (۱۹-۱۳۹۹)؛ موسوی کریمی و مؤذنزاده (۱۳۹۴) و مؤذنزاده (۱۳۹۵).

۱۴. در این باره، نک به: موسوی کریمی (۱۴۲-۱۳۹: ۱۴۰۰) و (Mousavi Karimi (2009: Ch 3).

۱۵. به عنوان مثال، نک به: Devitt (1997).

۱۶. ممکن است اعتراض شود که این پاسخ در واقع تعبیر متافیزیکی واقع‌گرایی ساختاری را پیش فرض می‌گیرد، حال آن که رویکرد ورال معرفت‌شناسانه است. در مقاله به این نکته خواهیم پرداخت. در اینجا فقط اشاره می‌کنم که بهتر است رویکرد ورال را متافیزیکی تعبیر کرد. زیرا همان‌گونه که لیدیمن (Ladyman 1998: 414) تأکید می‌کند، واقع‌گرایی ساختاری چنانچه معرفت‌شناسانه تفسیر شود هیچ مزیتی نسبت به واقع‌گرایی سستی نخواهد داشت و نمی‌تواند برهان PMI را رد کند.

۱۷. برای بحث بیشتر در این باره، نک به: (McDaniel (2001), Van Cleve (2001), Vallicella (2002), Schaffer (2003), and Grupp (2004).

۱۸. برای توضیح بیشتر در این باره، نک به: (Becker & Becker & Schwarz (2007).

۱۹. چون  $M = m/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ ، جرم نسبیته،  $M$ ، و جرم حالت سکون،  $m$ ، وقتی که  $v \gg c$  است، برابر می‌شوند. البته رویکردهای متفاوتی دربارهٔ مفهوم جرم وجود دارد. برای بحث بیشتر در این باره، نک به: (Levin (1979) and Muhlholzer (1995).

۲۰. البته این نکته را نیز باید یادآور شویم که واقع‌گرایی وجودی دیدگاهی ذاتا ناسازگار خواهد بود مگر این که بتواند نوعی تفکیک هستی‌شناسانه و معرفت‌شناسانه بین وجود هستومندها و باور به اصالت آن‌ها، از یک طرف، و ویژگی‌ها یا ماهیت آن‌ها، از طرف دیگر، برقرار سازد. نگارنده امید می‌برد که در آینده‌ای نزدیک، در مقاله‌ای تحت عنوان "واقع‌گرایی علمی و واقع‌گرایی وجودی" به تفصیل به این دو دیدگاه و رابطهٔ آن‌ها با یکدیگر بپردازد.

## کتابنامه

- اعتمادالاسلامی بختیاری، محمدمهدی (۱۳۹۵) واکاوی توجیه معرفت‌شناختی استنتاج بهترین تبیین، پایان‌نامه دکتری، اساتید راهنما: میرسعید موسوی کریمی و ابراهیم آزادگان. تهران: دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فلسفه علم.
- مؤذن‌زاده، جهانگیر (۱۳۹۵) تمایز مشاهده‌پذیر/مشاهده‌ناپذیر در فلسفه علم، پایان‌نامه دکتری، استاد راهنما: میرسعید موسوی کریمی. تهران: دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فلسفه علم.
- موسوی کریمی، میرسعید (۱۳۹۹) "واقع‌گرایی علمی و تعین ناقص نظریه‌ها"، دوفصلنامه علمی - پژوهشی هستی و شناخت، دوره ۷، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، صص ۴۶-۷.
- موسوی کریمی، میرسعید (۱۴۰۰) درآمدی بر فلسفه زبان و زبان دین. قم: انتشارات دانشگاه مفید.
- موسوی کریمی، میرسعید (۱۴۰۰الف) "برهان فرا-استقراء بدبینانه و واقع‌گرایی علمی: رویکردهای غیرارجاعی"، دوفصلنامه علمی - پژوهشی هستی و شناخت، در دست انتشار.
- موسوی کریمی، میرسعید (۱۴۰۱) "برهان فرا-استقراء بدبینانه و واقع‌گرایی علمی: رویکردهای ارجاعی"، نشریه متافیزیک، در دست انتشار.
- موسوی کریمی، میرسعید و سیدمحمدمهدی اعتمادالاسلامی بختیاری (۱۳۹۴الف) «ارتباط مزیت‌های تبیین‌گر با یک‌دیگر و محدودیت ایراد هانگرفورد»، ذهن، دوره ۱۶، شماره ۶۳، پاییز ۱۳۹۴، صص ۱۳۱-۱۶۴.
- موسوی کریمی، میرسعید و سیدمحمدمهدی اعتمادالاسلامی بختیاری (۱۳۹۴ب) «استنتاج بهترین تبیین و ایراد گروه بد»، دوفصلنامه علمی - پژوهشی هستی و شناخت، جلد ۲، شماره ۲ (۱۳۹۴)، صص ۱۱۱-۱۳۱.
- موسوی کریمی، میرسعید و سیدمحمدمهدی اعتمادالاسلامی بختیاری (۱۳۹۶) «واکاوی ملاک‌های احتمالاتی در استنتاج بهترین تبیین»، دو فصلنامه منطق‌پژوهی، دوره ۸، شماره ۲، شماره پیاپی ۱۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۶، صص ۲۵-۴۸.
- موسوی کریمی، میرسعید و سیدمحمدمهدی اعتمادالاسلامی بختیاری (۱۳۹۸) «ناتوانی احتمال‌گرایی در پاسخ به "ایراد وُلتر"»، روش‌شناسی علوم انسانی، دوره ۲۵، شماره ۹۸، بهار ۱۳۹۸، صص ۱۳-۱۵۰.
- موسوی کریمی، میرسعید و جهانگیر مؤذن‌زاده (۱۳۹۴) "معضل مشاهده‌ناپذیرها: دفاعی از تمایز مشاهده‌پذیر/مشاهده‌ناپذیر ون‌فراسن"، نشریه علمی - پژوهشی متافیزیک، سال پنجاه و یکم، دوره جدید، سال هفتم، شماره ۲۰، پاییز و زمستان ۱۳۹۴، صص ۶۴-۴۵.



- Becker, Katrin & Melanie Becker & John Schwarz (2007) *String Theory and M-Theory: A Modern Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bishop, Michael A. & Stephen P. Stich (1998) "The Flight to Reference, or How Not to Make Progress in the Philosophy of Science", *Philosophy of Science*, Vol. 65, No. 1. (Mar., 1998), pp. 33-49.
- Boyd, Richard (1983) "On the Current Status of Scientific Realism", *Erkenntnis* 19, pp. 45-90, reprinted in: *The Philosophy of Science*, Ed. By: R. Boyd, P. Gasper, and J. D. Trout. Cambridge, MA: The MIT Press (1999), pp. 195-222.
- Busch, Jacob (2003) "What Structures Could not be", *International Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 17, No. 3, pp. 211-223.
- Chang, Hasok (2003) "Preservative Realism and Its Discontents: Revisiting Caloric", *Philosophy of Science*, 70 (December 2003) pp. 902-912. Available at: [HUhttp://philsciarchive.pitt.edu/archive/00001059/UH](http://philsciarchive.pitt.edu/archive/00001059/UH).
- Cumminsky, D. (1992) "Reference Failure and Scientific Realism: a Response to the Meta-induction", *Brit. J. Phil. Sci.* 43: 21-40.
- Devitt, M. (1997) *Realism and Truth*. Princeton: Princeton University Press.
- DiSalle, R. (1994) "On Dynamics, Indiscernibility, and Spacetime Ontology", *British Journal for the Philosophy of Science* 45: 265-287.
- Duhem, P. ([1914]1991) *The Aim and Structure of Physical Theory* (2nd ed.) (P. Wiener, Trans.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Grupp, Jeffrey (2004) "Compresence is a Bundle: A Problem for the Bundle Theory of Objects", *Metaphysica: The International Journal for Ontology and Metaphysics*, Vol. 5, No. 2, 2004, pp. 63-72.
- Hardin, C. L. & A. Rosenberg (1982) "In defense of convergent realism", *Philosophy of Science* 49: 604-615.
- Kitcher, P. (1993) *The Advancement of Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Ladyman, James (1998) "What is Structural Realism?" *Studies in History and Philosophy of Science*, Vol. 29: 409-24.
- Laudan, Larry (1981) "A Confutation of Convergent Realism", *Philosophy of Science* 48: 19-49.
- Laudan, Larry (1984) "Realism without the Real", *Philosophy of Science*, Vol. 51, No. 1. (Mar., 1984), pp. 156-162.
- Leplin, Jarett (1997) *A Novel Defense of Scientific Realism*. Oxford: Oxford University Press.
- Levin, Michael E. (1979) "On Theory-Change and Meaning-Change", *Philosophy of Science*, Vol. 46, No. 3: 407-424.
- Lewis, David (1986) *On the Plurality of Worlds*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Lewis, Peter J. (2001) "Why the Pessimistic Induction is a Fallacy", *Synthese*, 129: 371-380.

- Maxwell, G. (1962/1970) "The ontological status of theoretical entities", in: *Readings in the Philosophy of Science*, edited by Baruch A. Brody, pp. 224-233. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- McArthur, Daniel (2006) "Recent Debates over Structural Realism", *Journal for General Philosophy of Science*, 37:209–224.
- McDaniel, Kristopher (2001) "Tropes and Ordinary Physical Objects", *Philosophical Studies*, 104: 269-290.
- Mousavi Karimi, Mirsaeid (2009) *Scientific Realism and the Fundamentality of Existence*, Avail. At: <https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.503882>.
- Muhlholzer, Felix (1995) "Science without Reference", *Erkenntnis*, 42: 203-222.
- Newman, Mark (2004) "Ramsey-Sentence Realism as an Answer to the Pessimistic Meta-Induction" available at: <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00001975/>.
- Newton-Smith, W. H. (1981) *The Rationality of Science*. Boston: Routledge & Kegan Paul Ltd.
- Niiniluoto, I. (1999) *Critical Scientific Realism*. Oxford: Clarendon Press.
- Poincaré, H. ([1905] 1952) *Science and Hypothesis*. New York: Dover. Republication of the 1905 edition, Walter Scott Publishing Company.
- Psillos, Stathis (1994) "A Philosophical Study Of The Transition From The Caloric Theory Of Heat To Thermodynamics: Resisting the pessimistic meta-induction", *Studies in History and Philosophy of Science, Part A* 25 (2):159-190.
- Psillos, S. (1995) "Is Structural realism the Best of Both Worlds?", *Dialectica* 49: 15-46.
- Psillos, Stathis (1996) "Scientific Realism and the 'Pessimistic Induction'" *Philosophy of Science*, Vol. 63, Supplement: Proceedings of the 1996 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part I: Contributed Papers. (Sep. 1996), pp. 5306-5314.
- Psillos, Stathis (1999) *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. London: Routledge.
- Psillos, S. (2001) "Is Structural Realism Possible?" *Philosophy of Science*, Vol. 68, No. 3, Supplement: Proceedings of the 2000 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. Part I: Contributed Papers. (Sep., 2001), pp. S13-S24.
- Putnam, H. (1975) *Mathematics, Matter and Method*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Putnam, H. (1978) *Meaning and the Moral Sciences*. Boston: Routledge & Kegan Paul.
- Saatsi, Juha (2005) "Reconsidering the Fresnel–Maxwell theory shift: how the realist can have her cake and EAT it too" *Stud. Hist. Phil. Sci.* 36 (2005) 509-538.
- Schaffer, Jonathan (2003) "The Problem of Free Mass: Must Properties Cluster?", *Philosophy and Phenomenological Research*, LXVI, No. 1, 125-138.
- Smart J. J. C. (1963) *Philosophy and Scientific Realism*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Stanford, P. Kyle (2003) "Pyrrhic Victories for Scientific Realism", *The Journal of Philosophy*, Vol. C, No. 11, November 2003, pp. 553-572.

واقع‌گرایی علمی، واقع‌گرایی ساختاری ... (میر سعید موسوی کریمی) ۱۷۹

Vallicella, William F. (2002) *A Paradigm Theory of Existence: Onto-Theology Vindicated*. London: Kluwer Academic Publishers.

Van Cleve, James (2001) "Three Versions of the Bundle Theory", in Michael Loux, *Metaphysics: Contemporary Readings*. New York: Routledge, pp. 121-133.

Worrall, John (1989) "Structural Realism: The Best of Both Worlds?" *Dialectica* 43: 99-124.

Worrall, John (1994) "How to Remain (Reasonably) Optimistic: Scientific Realism and the "Luminiferous Ether"", *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1994, Volume One: Contributed Papers (1994), pp. 334-342.