The Quarterly Journal of *Philosophical Investigations*
University of Tabriz-İran
ISSN (print): 2251-7960 ISSN (online): 2423-4419
Journal Homepage: www.philosophy.Tabrizu.ac.ir

مجله علمی پژوهش‌های فلسفی دانشگاه تبریز

**Vol. 14/ Issue: 33/ Winter 2021**

# On the Problem of Relation without Relata

Received date: 2020.02.04 Accepted date: 2020.07.20
PP. 404-425
DOI: 10.22034/jpiut.2020.38275.2506

**Aboutorab Yaghmaie**
*Assistant professor, Institute for Science and Technology Studies, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.*
a_yaghmaie@sbu.ac.ir

## Abstract

The claim that there can be relations without relata, submitted by the radical ontic structural realist, mounts a serious challenge to her: on the one hand, the world is constituted, according to this sort of realism, just by structures and relations, and on the other hand, relations depend, mathematics says, on individual objects as relata. To resolve the problem, Steven French has argued that while the dependency of relations on relata is conceivable concerning the structure associated with the source of representation, radical ontic structural realism assumes the existence of relations devoid of relata regarding the target of representation. In this article, I will argue this solution considered together with his semantics for the sentences that contain terms referring apparently to individual objects seems incoherent.

**Keywords:** eliminativist (radical) ontic structural realism, structure, relation, relata category theory

## Introduction

Ontic structural realism (OSR), asserting the world is made of nothing but structures, may be read in two different ways. Upon the eliminativist (or radical) version (French 2014), there is no object and intrinsic property in any ontological level. According to its non-eliminativist (or moderate) form (Esfeld 2003; Esfeld and Lam 2008; Ladyman 2007), objects exist, though their individuation depends on the structures constituting the world. One of the most pressing challenges facing eliminativist OSR is the so-called "problem of relation without *relata*" (Dorato 2008; Stachel 2006; Wüthrich 2009): on the one hand, the world is devoid of objects, and on the other hand, structures are thought of as bundles of relations which themselves depend on objects as *relata*. To (re)solve the problem, Steven French (2014: Ch. 8) has suggested the dependence of relation on *relata* pertains to the structures supposed to represent ontic structures, not ontic structures themselves. So, for him, the eliminativist form of OSR is a coherent metaphysics. In this article, I will argue that just as certain features involved in the source of representation, e.g. symmetric properties, are projected to the target of representation, the (in)dependence of relation on *relata* may also be projected to ontic structures. Therefore, French's resolution to the problem is not satisfactory.

### A Full-Blown Scientific Structuralism

French's solution to the problem of relation without *relata* may be better understood by considering his full-blown scientific structuralism upon which the three components of scientific representation, i.e. the source of representation (e.g. scientific models or theories), the target of representation (i.e. a part of the world) and the relation of representation between source and target are all structural (French, 2014). For French (2006), while the issue of (in)dependence of relation on *relata* involved in the source of representation is a problem in the philosophy of mathematics, the (in)dependence of relation on *relata* in an ontic structure as the target of representation is a metaphysical concern regarding what constitutes the *physical* world. French holds that answers to the first problem have nothing to do with answers to the second one.

### Mathematical Structuralism

Mathematical structuralism, characterized by mottos "mathematics is the general study of structures" and we can "abstract away from the nature of objects instantiating those structures" (Reck and Schiemer 2020), has two eliminative and non-eliminative versions. According to *ante rem* structuralism, a non-eliminative form of structuralism, mathematical structures exist, quite independent of the systems realizing them (Shapiro 1997; Resnik, 1997). Set-theoretic structuralism as a form of non-eliminative structuralism holds that mathematical structures exist, but their existence depends on the systems realizing them. This sort of structuralism may be thought of as *in re* structuralism (Hellman and Shapiro 2018). Set-theoretic structuralism, however, has an eliminative form, named *relativist* structuralism, according to which there is no structure over and above realizing systems whose objects are relationally identified within axiomatic frameworks (Reck and Schiemer 2020). Now the question is whether the conception of structure in eliminativist OSR is more like to which notion of structure in mathematical structuralism.

### The Problem of Relation without *Relata*

One way to remedy the problem of relation without *relata* is replacing set theory with category theory - as meta-linguistic frameworks in which scientific theories are reconstructed - for it is in the former that the conception of relation and then of structure become dependent upon *relata*. Using the Elementary Theory of Category of Sets (ETCS) (Lawvere, 1964), more particularly, one can discard all set-theoretic notions which mirror this sort of dependence. Having equipped with this new framework, therefore, it is perfectly reasonable to assume that ontic structures exist, independent of any objects as relata, since what are supposed to represent these structures are themselves devoid of *relata* (Bain, 2013).

Although this solution supposedly supports eliminativist OSR, French as an advocate of this sort of OSR has argued it is not an adequate response to the problem. For him, the issues of the nature of mathematical and physical structures are separate and should not be conflated. More specifically, French (2006) argues that physical ontic structure can neither be considered as mathematical *ante rem* structure, since the former is concrete and does not exist independent of realizing systems, nor as mathematical *de re* structure, since this structure, contra ontic structure, depends on *relata*. To resolve the problem, he continues to argue "while it is of course correct that any mathematical formulation assumes some domain of quantification and while it may be the case that in order to represent structures, via set theory, or other parts of mathematics, or whatever, we have to invoke certain elements, one should resist the implication that is usually made from description to ontology" (French, 2014: 206), and in this way he resolves the dispute.

## French's Response Criticized

French's (dis)solution (of) to the problem of relation without *relata* being considered in isolation seems coherent, but would be problematic if taken together with his observation on the semantics of sentences referring apparently to individual objects, e.g. fermions and bosons. For him, while fermions do not exist, as maintained by eliminativist OSR, the sentence "fermions exist" is true. Following Cameron's (2008) truthmaker theory, French (2014: Ch. 7) argues that what make the sentence true are not fermions as individual objects, but fermions as described by the underlying structures of our best scientific theories, e.g. quantum field theory. This implies, however, what characterizes fermions and bosons is derived from the representational structures in questions, i.e. the subspaces of the relevant Hilbert space corresponding to the symmetric (bosons) and anti-symmetric (fermions) irreducible representations of the permutation group. Therefore, if we can project this physico-mathematical feature to an ontic structure, we can then explore the nature of relation involved in physico-mathematical structures to see whether relations in ontic structures are (in)dependent of *relata* or not.

## Conclusion

OSR presents us with a revolutionary metaphysic in which structures rather than objects constitute the world. Whether the world is also made of objects or not divides up this sort of metaphysic into two views: while the advocate of the non-eliminativist form of OSR agrees that objects, though dependent on structures, exist, eliminativist OSR attempts to discard the notion of object entirely from the ontology of the physical world. This latter stance, however, is faced with the so-called "problem of relation without *relata*": how can the world include *just* relations which themselves depend on objects as *relata*? To (re)solve the problem, French has suggested we should separate the mathematical conception of structure from its physical ontic notion. Here it was argued that such a strategy is not consistent with French's truthmaker theory.

## References


- Bueno, Otávio and Colyvan, Mark (2011) 'An Inferential Conception of the Application of Mathematics', *Noûs,* 45 (2), 345-74.
- Dorato, Mauro (2008) 'Is Structural Spacetime Realism Relationism in Disguise? The Supererogatory Nature of the Substantivalism/Relationism Debate', in Dennis Dieks (ed.), *Philosophy and Foundations of Physics* (4: Elsevier), 17-37.
- Frigg, Roman and Nguyen, James (2017) 'Models and representation', *Springer handbook of model-based science* (Springer), 49-102.

مجله علمی پژوهش‌های فلسفی دانشگاه تبریز
سال ۱٤/ شماره ۳۳/ زمستان ۱۳۹۹

# دربارۀ مسألۀ رابطۀ بدون مربوط

**ابوتراب یغمائی**
استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران. ایران
a_yaghmaie@sbu.ac.ir

## چکیده

یکی از مشکلات فراراهِ واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا مسألۀ رابطۀ بدون مربوط است: از یک‌سو، مطابقِ این نوع واقع‌گرایی، جهان صرفاً از ساختارها و روابط قوام یافته و تهی از اشیاء منفرد است، و از سوی دیگر، مطابق با فهم برآمده از ریاضیات، ساختارها و روابط به اشیاء منفرد به‌مثابۀ مربوط تکیه دارند. استیون فرنچ در مقام مدافع این نوع واقع‌گرایی چنین پاسخ می‌دهد که فرضِ وابستگی رابطه به مربوط به منبع بازنمایی باز می‌گردد، در حالی‌که واقع‌گرایی فوق مدعی‌ست که رابطه در هدف بازنمایی موجودی خودایستاست. در این مقاله نشان داده خواهد شد که این پاسخ همراه با نظر وی در مورد معناشناسی جملاتِ *ظاهراً* ناظر بر اشیاء منفرد نامنسجم است.

**کلیدواژه‌ها:** واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا، ساختار، رابطه، مربوط، نظریۀ رسته‌ها

**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۸/۱۱/۱۵ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۹/۰۵/۰۱

## ۱. مقدمه

در برابر دو ایراد عمده به واقع‌گرایی علمی، یعنی فرااستقرای بدبینانه[۱] و تعین ناقص هستی‌شناختی،[۲] واقع‌گرایی ساختاری[۳] از جملهٔ مهم‌ترین پاسخ‌هاست. مطابق نسخهٔ معرفتی آن، هر آن‌چه می‌دانیم ساختار است (Worrall 1989). مطابق نسخهٔ هستی‌شناختی آن، نه تنها هر آن‌چه می‌دانیم، بلکه هر آن‌چه هست ساختار است(French 2014; Ladyman 1998; Ladyman et al. 2007). واقع‌گرایان ساختاری، فارغ از این‌که مدافع کدام نسخه باشند، می‌پندارند که نظریه‌های علمی، برخلاف فرااستقرای بدبینانه، کاملاً مجزا نیستند و اشتراک ساختاری دارند، و اتفاقاً همین بخش مشترک ساختاری است که جهان را بازنمایی می‌کند.[۴] همچنین، نظریه‌هایی که دامنه و کفایت تجربی یکسانی دارند اما هستی‌شناسی‌های متفاوتی را تصویر می‌کنند، برخلاف آموزهٔ تعین ناقص هستی‌شناختی،[۵] به‌تمامی منفک نیستند و ساختار مشترکی را شامل می‌شوند. پس بار دیگر، این بخش مشترک خواهد بود که ساختار جهان را بازنمایی می‌کند. به‌این‌ترتیب، و البته با افزودن جزئیات بسیار، دو مشکلی که فراراهِ واقع‌گرایی علمی قرار دارند گویی از میان می‌روند.

واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی،[۶] که برخلاف نسخهٔ معرفتی نسبت به عناصر تشکیل‌دهندهٔ جهان موضعی لاادری نمی‌گیرد، خود به دو نسخهٔ عمده تقسیم می‌شود: واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا[۷] و غیرحذف‌گرا.[۸] در حالی‌که مدافعان نسخهٔ اول مدعی‌اند اشیاء منفرد[۹] اساساً در هیچ سطحی وجود ندارند (French 2014)، حامیان نسخهٔ دوم می‌گویند که اشیاء منفرد نیز وجود دارند، اما به‌واسطهٔ وجود عناصر ساختاری(Esfeld 2003; Esfeld and Lam 2008; Ladyman 2007). مقالهٔ پیشِ رو به یکی از مشکلاتی که واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا با آن روبه‌بروست می‌پردازد. مطابق آن، که از سوی بسیاری ازجمله(Dorato 2008; Stachel 2006; Wüthrich 2009) طرح شده است، چگونه جهان از یک‌سو تهی از اشیاء منفرد و از سوی دیگر متشکل از ساختارها و رابطه‌هایی است که این‌ها خود به اشیاء منفرد، به‌عنوان مربوط، تکیه دارند؟ این مشکل را *مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط*[۱۰] می‌خوانیم.[۱۱]

برای حل مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط پاسخ‌های متفاوتی پیشنهاد شده که پاسخ استیون فرنچ،[۱۲] مدافع اصلی واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا، یکی از آن‌هاست(French 2006; 2014: Ch. 8). مطابق آن، که بیشتر به انحلال مسأله می‌ماند تا حل آن، وابستگی رابطه به مربوط به ساختارهای ریاضی‌ای مربوط می‌شود که ساختار عالم را بازنمایی می‌کنند، نه خودِ ساختار عالم. بنابراین، بدون نگرانی می‌توان این وابستگی را دربارهٔ ساختارهای جهان کنار گذاشت، هرچند ساختارهای بازنمایی‌کنندهٔ آن آلوده به این وابستگی باشند. در این مقاله ادعا خواهد شد که این پاسخ، اگر با دیگر آموزه‌های فرنچ دربارهٔ واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا عطف شود، نامنسجم است.

ساختار مقاله به این شکل است. بخش دوم به معرفی ساختارگرایی علمی فرنچ اختصاص دارد که موضعی تمام‌عیار است، به این معنا که نزد وی، هر سه عنصر بازنمایی علمی سرشتی ساختاری دارند. این موضع در راه‌حل وی نقشی اساسی ایفا می‌کند. بخش سوم مقاله به ساختارگرایی ریاضی پرداخته و انواع آن را مختصراً معرفی می‌کند. به‌زعم فرنچ، مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط نتیجهٔ خلط ساختارگرایی ریاضی و ساختارگرایی علمی است. بنابراین، مسأله با تفکیک این دو به‌طریقی حل می‌شود. بخش چهارم به مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط و پاسخ‌های آن می‌پردازد. خصوصاً، راه‌حل جاناتان بین[۱۳](2013)، که بر نظریهٔ رسته‌ها[۱۴] تکیه دارد، و نقد وینسنت

لم[۱۵] و کریستین ووتریچ[۱۶] (2015) از آن بحث می‌شوند. در ادامه، به پاسخ فرنچ از مسأله پرداخته و نهایتاً نیز سعی می‌شود نشان داده شود که این پاسخ واقع‌گرایی وی را نامنسجم می‌سازد.

## ۲. ساختارگراییِ علمیِ تمام‌عیار

پاسخ فرنچ به مسألۀ رابطۀ بدون مربوط در چارچوب نظری وی در مورد آن‌چه قرار است جهان را بازنمایی کند، آن‌چه قرار است بازنمایی شود و البته خودِ رابطۀ بازنمایی، که *بازنمایی علمی*[۱۷] نامیده می‌شود، معنادار است. خصوصاً وقتی وی از خلط ساختارگرایی علمی با ساختارگرایی ریاضی به‌مثابۀ مشکل یاد می‌کند(French 2006)، این عناصر نقش مهمی ایفا می‌کنند. از همین‌رو، بخش پیشِ رو به دیدگاهِ وی دربارۀ این سه عنصر اختصاص دارد؛ دیدگاهی که می‌توان *ساختارگرایی تمام‌عیار* نامیدش، به این معنا که مطابق آن هر سه جزء دخیل در بازنمایی علمی، یعنی منبع، هدف و رابطۀ بازنمایی، سرشتی ساختاری دارند.

نظریه‌های علمی از جمله مهم‌ترین منابع بازنمایی جهان هستند. دانشمندان با استفاده از نظریه‌های علمی ویژگی‌هایی را در مورد هدف بازنمایی، که بخشی از جهان است، می‌فهمند، تبیین می‌کنند، پیش‌بینی می‌کنند و به سایر اهداف شناختی نائل می‌شوند. فرنچ دربارۀ چیستی نظریه‌های علمی مدافع دیدگاه معنایی[۱۸] است که می‌گوید عناصر برسازندۀ نظریۀ علمی ماهیتی نظریه – مدلی[۱۹] دارند، تا ماهیتی زبانی( da Costa and French 2000,2003; French and Ladyman 1999). این نظر در برابر دیدگاه نحوی[۲۰] است که می‌گوید نظریۀ علمی مجموعه‌ای از جملات در منطق مرتبۀ اول است.[۲۱] از طرفی، ساخت‌های نظریه – مدلی ساختارهای نظریه – مجموعه‌ای[۲۲] هستند، یعنی رده‌ای از روابط که روی رده‌ای از مجموعه‌ها تعریف می‌شود. این ساخت‌ها را می‌توان با $< \{A_i\}_{i\in I}.\{R_j\}_{j\in I} >$ نمایش داد که $\{A_i\}_{i\in I}$ نشان‌گر رده‌ای از مجموعه‌ها و $\{R_j\}_{j\in I}$ نشان‌گر رده‌ای از روابط است که روی مجموعه‌های موردنظر تعریف می‌شوند.[۲۳] این‌که روابط چگونه بر روی مجموعه‌ها تعریف می‌شوند و این‌که روابط چگونه به یکدیگر ارتباط پیدا می‌کنند با محمولی نظریه – مجموعه‌ای مشخص می‌شود که سرشت نظریۀ علمی را در خود دارد( da Costa and French 2000). به‌نظر فرنچ، نه تنها نظریه‌های علمی بلکه تمامی منابع بازنمایی علمی را می‌توان در قالب ساختارهای نظریه – مجموعه‌ای بازسازی کرد. پس خلاصه آن‌که منبع بازنمایی، نزد وی، ساختاری نظریه – مجموعه‌ای است.

فرنچ مدافع واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گراست؛ دیدگاهی که می‌گوید جهان *صرفاً* از ساختارها و روابط تشکیل شده است. انگیزۀ وی برای اتخاذ این موضع از یک‌سو پاسخ به دو ایراد فرااستقرای بدبینانه و تعین ناقص هستی‌شناختی به واقع‌گرایی علمی و از سوی دیگر حل مشکل فردیت خصوصاً درمکانیک کوانتومی است(French 2006). به‌بیانی کلّی، فرااستقرای بدبینانه مدعی‌ست که اکنون معلوم شده که مدلول‌های بسیاری از واژگان مشمول در نظریه‌های گذشته وجود ندارند، پس بنابر استقرا، در آینده معلوم خواهد شد که مدلول‌های واژگان نظریه‌هایی که امروز صادق پنداشته می‌شوند نیز وجود نخواهند داشت. درنتیجه، جهان آن‌چنان نیست که نظریه‌های علمیِ روز می‌گویند. پس، نظریه‌های علمیِ امروز صادق یا تقریباً صادق نیستند (Laudan 1981). اما مطابق با واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی، میان نظریه‌های قبلی و بعدی ساختاری مشترک وجود دارد. از طرفی، واقع‌گرای علمی باید به آن‌چه این ساختارهای مشترک بازنمایی می‌کنند تعهد هستی‌شناختی داشته باشد، نه مدلولِ واژگانِ مشمول در (شکلِ زبانیِ) نظریه‌های علمی. پس به‌عنوان راهنما، واقع‌گرا باید ابتدا نظریه‌های علمی را در ساخت‌های نظریه – مجموعه‌ای بازسازی کند، سپس ساختار مشترک

میان نظریه‌های قبلی و بعدی را مشخص کرده و در ادامه تعهد هستی‌شناختی خود را صرفاً نسبت به آن‌ها اظهار دارد، نه چیز دیگر(French 2014: Ch. 1). مطابق ایراد دوم، یعنی تعین ناقص هستی‌شناختی، بسیاری از نظریه‌های علمی که کفایت تجربی یکسانی دارند، و البته وقتی به‌شکل زبانی صورت‌بندی می‌شوند، جهان‌های متفاوتی را تصویر می‌کنند. این نتیجه برای واقع‌گرای علمی، که از کفایت تجربی نظریه به صدق آن گذار می‌کند مشکل‌ساز است، چراکه جهان‌های متفاوتی محصول این گذار خواهند بود. مطابق پاسخ واقع‌گرای ساختاری هستی‌شناختی(French 2014: Ch. 2)، اگر این نظریه‌ها را به‌شکل ساختارهای نظریه – مجموعه‌ای درآوریم درخواهیم یافت که میان آن‌ها نیز اشتراک ساختاری وجود دارد. بنابراین، کافی‌ست که تعهد هستی‌شناختی‌مان را به آن چیزی که این ساختار مشترک بازنمایی می‌کند محدود کنیم. اما انگیزهٔ دوم خاستگاهی طبیعت‌گرایانه دارد، به این معنا که نظریه‌های علمی راهنمای ما برای تعیین هستی‌شناسی هستند. باتوجه به مشکلاتی که اصل اینهمانی تمایزناپذیرها[۲۴] برای فردیت بخشیدن به ذرات کوانتومی دارد، یک دوراهی حاصل می‌شود: ذرات کوانتومی یا اساساً فردیت ندارند یا اگر فردیت داشته باشند با معیاری جز اصل مذکور فردیت می‌یابند. فرنچ و لیدیمن (2003) برای حلِ این تعین ناقص هستی‌شناختی پیشنهاد می‌کنند که اساساً شیء کوانتومی‌ای وجود ندارد که فردیت داشته یا نداشته باشد. در مقابل، جهان ساختارهایی دارد که با ساختارهای نظری در مکانیک کوانتومی بازنمایی می‌شوند. بنابراین، به‌جای آن‌که در برابر مشکل فوق‌الذکر با متافیزیک خداحافظی کنیم(Van Fraassen 1989: 480-82)، هستی‌شناسی شیء – محور را کنار گذاشته و به‌جای آن هستی‌شناسی متشکل از ساختار را بر می‌گزینیم. فرنچ به این قائل است که در هستی‌شناسی جدید اساساً اشیاء با ویژگی‌های ذاتی‌شان در هیچ سطح هستی‌شناختی‌ای حضور ندارند. از همین‌رو، دیدگاه وی به واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا یا رادیکال شهرت دارد. اما برخی دیگر که از نسخهٔ غیرحذف‌گرای این نوع واقع‌گرایی دفاع کرده‌اند به این قائل‌اند که اشیاء منفرد، در حالی‌که به روابط و ویژگی‌های ساختاری وابسته‌اند، وجود دارند(Esfeld and Lam 2008; Ladyman 2007).

بخش سوم نظام فرنچ به رابطهٔ میان منبع و هدف بازنمایی بازمی‌گردد. تاکنون معلوم شد که دو قطعه از پازلِ بازنمایی علمی، یعنی نظریه و جهان، سرشتی ساختاری دارند. مطابق دیدگاه فرنچ(Bueno and French 2003; French 2011) و البته برخی دیگر(Bartels 2006; Ubbink 1960) رابطهٔ بازنمایی نیز ماهیتی ساختاری دارد.[۲۵] نزد فرنچ، این رابطه از جنس یک‌ریختی (جزئی)[۲۶] است. به‌عنوان نمونه، فرض کنید که ساختار منتسب به منبع بازنمایی $< A.R >$ و ساختار منتسب به هدف بازنمایی $< A'.R' >$ است. در این‌صورت، ساختار منبع $< A.R >$ ساختار هدف $< A'.R' >$ را بازنمایی می‌کند اگر و تنهااگر نگاشت یک به یک و پوشای $f: A \to A'$ چنان وجود داشته باشد که $R(a_1.a_2.\cdots.a_n)$ اگر و تنها اگر $R'(f(a_1).f(a_2).\cdots.f(a_n))$. به‌این‌ترتیب، نه نظریه واجد عناصر زبانی است، نه جهان از اشیاء منفرد تشکیل شده است، و نه رابطهٔ میان نظریه و جهان از جنس رابطه‌ای هم‌چون دلالت (میان واژگان زبان و اشیاء و ویژگی‌های‌شان) است. دراین‌صورت، ما با یک ساختارگرایی علمی تمام‌عیار روبه‌رو هستیم. فرنچ در نحوهٔ برخورد با مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط ضمن آن‌که از ویژگی‌های این نوع ساختارگرایی بهره می‌برد، بر اختلاف آن با ساختارگرایی ریاضی نیز تأکید می‌کند. اما ساختارگرایی ریاضی چیست و چه نسبتی با ساختارگرایی علمی دارد؟

## ۳. ساختارگرایی ریاضی

همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، فرنچ می‌پندارد که بروزِ مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط محصول خلط ساختارگرایی ریاضی با واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی است. ساختارگرایی ریاضی با دو شعار شناخته می‌شود: اول این‌که «ریاضی مطالعهٔ کلّی ساختارهاست» و دوم این‌که «با این نوع مطالعه می‌توان از ماهیت اشیائی که این ساختارها را تحقق می‌بخشند چشم پوشید»(Reck and Schiemer 2020). به‌نظر می‌رسد که ساختارگرایی علمی تمام‌عیار نیز با دو شعار مشابه همراه است: اولاً علم مطالعهٔ کلّی ساختارهای عالم است و ثانیاً با این نوع مطالعه می‌توان از ماهیت اشیائی که ساختارهای جهان را تحقق می‌بخشند چشم پوشید. بااین‌حال، برشمردن تفاوت‌های احتمالی میان این دو نوع ساختارگرایی نیازمند آن است که دیدگاه‌های مختلفی را که با این دو شعار همراه هستند بررسی کنیم.

پیش از آن‌که انواع ساختارگرایی در فلسفهٔ ریاضی معرفی شوند، باید چند مفهوم کلیدی را تعریف کنیم (Hellman and Shapiro 2018: 1-2). اولین مفهوم *سیستم*[۲۷] است که عبارت است از دسته‌ای از اشیاء همراه با تعدادی رابطهٔ مشخص که روی اشیاء تعریف می‌شوند. به‌عنوان مثال، مردم یک کشور سیستمی را تشکیل می‌دهند که اشیاء آن افراد آن کشور و روابط آن، نسبت‌های سیاسی، اجتماعی، فرهنگی، قومیتی، مذهبی و غیره مختص آن کشور است. ایران *نمونه‌ای*[۲۸] از چنین سیستمی است. همچنین، *اعداد طبیعی*[۲۹] یک سیستم است که از بی‌نهایت شمارا شیء و یک شیءِ معینِ آغازین[۳۰] تشکیل شده است. رابطهٔ حاکم بر این اشیاء رابطهٔ توالی[۳۱] است که اصل استقرا را برآورده می‌کند. اعداد طبیعی نزد ریاضی‌دان‌ها، لحظات زمان، و دستگاه شمارش فارسی نمونه‌هایی از سیستم اعداد طبیعی هستند. البته سیستم می‌تواند انواع متفاوتی از اشیاء را شامل شود، هم‌چون سیستم اقلیدسی که از سه دستهٔ «نقاط»، «خطوط» و «صفحات» تشکیل شده است. این اشیاء چنان به‌هم مربوط می‌شوند که اصول موضوع هندسهٔ اقلیدسی را برآورده می‌سازند. البته اشیاء در هر نمونه‌ای از یک سیستم دارای ویژگی‌های هستند که به آن سیستم مربوط نمی‌شوند. به‌عنوان نمونه، افراد یک کشو هرکدام قد و وزن خاصی دارند، اما موضوع این است که قد و وزن ربطی به سیستم کشور ندارند. یا صفحات و خطوط در نمونه‌ای از سیستم اقلیدسی می‌توانند رنگی باشند، اما رنگ آن‌ها ربطی به اقلیدسی بودن سیستم مورد نظر ندارد. این ویژگی ما را به مفهوم سوم، که *ساختار* است، می‌رساند. ساختار عبارت است از «صورت مجرد یک سیستم که در آن خصایصی از اشیاء، که به روابط سیستم مربوط نمی‌شوند، چشم‌پوشی شده یا نادیده گرفته می‌شوند»(Hellman and Shapiro 2018: 2).

در دسته‌بندی‌ای درشت – دانه، ساختارگرایی فلسفی در ریاضیات را می‌توان به دو دستهٔ ساختارگرایی غیرحذفی[۳۲] و حذفی[۳۳] تقسیم کرد.[۳۴] از جمله مشهورترین نمونه‌های ساختارگرایی غیرحذفی، ساختارگرایی *پیشا شیء*[۳۵] است که شاپیرو (1997) و رزنیک (1997) مدافعان‌اش هستند. مطابق آن، ساختار مستقل از سیستم‌های تحقق‌بخش وجود دارد. این یعنی آن‌که ساختار مستقل از اشیاء تشکیل‌دهندهٔ یک سیستم وجود دارد. مضافاً این‌که ساختار بر سیستم تحقق‌بخش تقدّم هستی‌شناختی دارد. مطابق این دیدگاه، ساختار به‌مثابهٔ دسته‌ای از گره‌ها[۳۶] یا مکان‌هاست[۳۷] که اینهمانی‌شان به‌واسطهٔ نقش‌شان در ساختار معین می‌شود. این ساختارِ از پیش موجود را سیستم‌های متفاوت با اشیاء مختص به‌خود می‌توانند تحقق بخشند. ساختارگرایی نظریه – مجموعه‌ای نمونه‌ای دیگر از ساختارگرایی غیرحذفی است(Hellman and Shapiro 2018). بنابر آن، ساختارها وجود دارند، اما مستقل از سیستم‌های تحقق‌بخش نیستند. در این دیدگاه، ساختار چیزی نیست جز

رده‌ای از سیستم‌های یک‌ریخت. بنابراین، ساختار وابسته به سیستم‌های تحقق‌بخش است. این نوع ساختارگرایی را می‌توان به‌مثابهٔ ساختارگرایی *پسا شیء*[۳۸] فهمید که در آن وجود ساختار بر وجود سیستم‌های تحقق‌بخش و در نتیجه اشیاء تشکیل‌دهندهٔ آن مقدّم نیست. اما ساختارگرایی نظریه – مجموعه‌ای را می‌توان در قالبی حذفی نیز فهمید(Reck and Schiemer 2020). مطابق این نوع واقع‌گرایی، کافی‌ست ساختار را یکی از سیستم‌های مشمول در ردهٔ سیستم‌های یک‌ریخت در نظر بگیریم. به‌عنوان نمونه، ساختار اعداد طبیعی را می‌توان ساختار نظریه – مجموعه‌ای دانست که اشیاء آن اعداد ترتیبی فون نویمان هستند که رابطهٔ میان آن‌ها براساس اصول موضوع ددکیند – پئانو[۳۹] تعریف می‌شود. این نوع ساختارگرایی را، که در آن ساختار به‌مثابهٔ موجودی مجرد فراتر از سیستم‌های تحقق‌بخش وجود ندارد، می‌توان ساختارگرایی نظریه – مجموعه‌ای *نسبی‌گرا*[۴۰] دانست، چراکه در آن ساختار نسبت به یک عضو ردهٔ یک‌ریختی تعریف می‌شود.

حال پرسش این است که معنای ساختار در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا شبیه به معنای ساختار در کدام نوع ساختارگرایی ریاضی است؟ آیا ساختار در این نوع واقع‌گرایی، همچون ساختارگرایی *پیشا شیء*، مستقل از سیستم‌های تحقق‌بخش وجود دارد، یا همچون ساختارگرایی *پسا شیء* به آن‌ها وابسته است؟ در بخش بعدی، و در برخورد با مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط، نسبت این دو نوع ساختارگرایی را واکاوی خواهیم کرد؛ نسبتی که در نحوهٔ پاسخ فرنچ به این مسأله تأثیرگذار است.

## ٤. مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط

منتقدان واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا مدعی‌اند که فرض وجودِ رابطهٔ بدون مربوط این آموزه را با عدم انسجام مفهومی روبه‌رو می‌کند. مطابق این نقد، که فرنچ آن را بنیادی‌ترین ایراد وارد بر برنامهٔ ساختارگرایی علمی و ریاضی می‌داند(French 2014: 193)، مدافعان این نوع واقع‌گرایی از یک‌سو مدعی‌اند که روابطِ قوام‌بخش ساختارهای بنیادی عالم بدون مربوط، که اشیاء منفرد هستند، وجود دارند. اما از سوی دیگر، رابطه مفهومی است که بر اساس مربوط تعریف و فهمیده می‌شود. بنابراین، واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا با عدم انسجام مفهومی روبه‌روست(Esfeld and Lam 2008; Stachel 2006; Wüthrich 2009). این عدم انسجام خصوصاً زمانی پررنگ می‌شود که به این نکته توجه کنیم که روابط مورد نظرِ مدافعان این نوع واقع‌گرایی روابط فیزیکی انضمامی‌ای هستند که برای تحقق یافتن به مربوط نیاز دارند (Lam and Wüthrich 2015: 606). آن‌ها روابط مجرد کلّی، همچون روابط ریاضی، نیستند که فرض وجودشان بدون حضور مربوط کمتر منافشه‌انگیز باشد.

اما نکتهٔ مهم در رابطه با نقد فوق‌الذکر این است که بر اساس چه تعریفی از ساختار و رابطه این مفاهیم به مربوط وابسته می‌شوند. در واقع، معنای نظریه – مجموعه‌ای از ساختار و رابطه است که چنین عدم انسجامی را نتیجه می‌دهد. مطابق معنای نظریه – مجموعه‌ای از ساختار، ساختار عبارت است از رده‌ای از روابط که روی رده‌ای از مجموعه‌ها تعریف می‌شوند. همچنین، رابطهٔ (دوتایی) $R$ بر روی مجموعهٔ $A$ عبارت است از زیرمجموعه‌ای از حاصل‌ضرب دکارتی $A \times A \coloneqq \{(a.b): a.b \in A\}$ که در آن زوج مرتب $(a.b)$ با مجموعهٔ $\{a.\{a.b\}\}$ تعریف می‌شود. بنابراین، چون مفهوم زوج مرتب به اشیاء (یا همان عناصر مجموعه‌ها)، حاصل‌ضرب دکارتی به زوج مرتب، رابطه به حاصل‌ضرب دکارتی و نهایتا ساختار به رابطه وابسته است، پس معنای نظریه – مجموعه‌ای از ساختار و رابطه به اشیاء وابسته خواهد بود. به‌این‌ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی موضعی نامنسجم است.

در پاسخ به این مشکل سه راه‌حل وجود دارد. راه‌حل اول، برگزیدنِ واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی معتدل[۴۱] (Esfeld 2003; Esfeld and Lam 2008) یا متوازن[۴۲] (Lam and Wüthrich 2015: 607) است. مطابق این آموزه، ساختار و رابطه مستقل از مربوط وجود ندارد، اما فردیتِ اشیائی که مربوط هستند به روابط بستگی دارد.[۴۳] مطابق راه‌حل دوم که از سوی جاناتان بین (2013) پیشنهاد شده است، واقع‌گرای ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا برای حل مشکل رابطهٔ بدون مربوط باید تعریف نظریه – مجموعه‌ای از رابطه را کنار گذاشته و به‌جای آن معنای نظریه – رسته‌ای[۴۴] از آن را برگزیند. مطابق راه‌حل سوم، که فرنچ ( 2006 ; 2014) مدافعاش است، ساختارهای نظریه – مجموعه‌ای یا نظریه – رسته‌ای ساختارهای مجردی‌اند که ساختار فیزیکی انضمامی را بازنمایی می‌کنند. بنابراین، استقلال یا عدم استقلال روابط از مربوط‌ها، که در ساختارهای بازنمایی‌کنندهٔ مجرد برقرار است، اساساً به ساختار فیزیکی انضمامی بازنمایی‌شده سرایت نمی‌یابد. بنابراین، نه ساختارهای نظریه – مجموعه‌ای نشان می‌دهند که در ساختار عالم رابطه به مربوط وابسته است، و نه ساختارهای نظریه – رسته‌ای نشان می‌دهند که در آن مربوط مستقل از رابطه است. راه‌حل اول متافیزیک جدیدی را پیشنهاد می‌کند که ارزیابی دقیق آن مجالی دیگر می‌خواهد. اما در ادامه به راه‌حل‌های اول و دوم پرداخته می‌شود.

### ٤-١ راه‌حل نظریه – رسته‌ای

برای این‌که ببینیم وابستگی رابطه به مربوط چگونه در ساختارهای نظریه – رسته‌ای فرو می‌ریزد، ابتدا رسته را تعریف می‌کنیم. سپس، به این می‌پردازیم که در نظریهٔ پایه‌ای رستهٔ مجموعه‌ها (ETCS)،[۴۵] پیشنهادی از سوی ویلیام لاویر (1964)، چگونه مفاهیم نظریه – مجموعه‌ای هم‌چون عضویت و ضرب دکارتی بر اساس مفاهیم نظریه – رسته‌ای هم‌چون اشیاء پایانی[۴۶] و پیکان‌ها[۴۷] تعریف می‌شوند.

رستهٔ $\mathcal{C}$ از دو نوع چیز یا موجود تشکیل شده است: اشیاء[۴۸] $(A.B.C.\ \cdots)$ و پیکان‌ها $(f.g.h.\ \cdots)$.[۴۹] به هر پیکان، مثل $f$، دو شیء یکتا، مثل $A$ و $B$، نسبت داده می‌شود، که آن را با $A \xrightarrow{f} B$ یا $f\colon A \to B$ نمایش می‌دهیم. در این‌صورت، $A$ را *مبداء*[۵۰] و $B$ را *هدف*[۵۱] $f$ می‌نامیم. همچنین، اگر پیکان‌های $f\colon A \to B$ و $g\colon B \to C$ وجود داشته باشند، پیکان دیگر $g \circ f\colon A \to C$ نیز وجود خواهد داشت. بافرض وجود پیکان $h\colon C \to D$ خاصیت شرکت‌پذیری در مورد این پیکان‌ها برقرار خواهد بود، یعنی: $(h \circ g) \circ f = h \circ (g \circ f)$. همچنین، به‌ازای تمامی اشیاء $A$ و $B$، پیکان‌های همانی $1_A\colon A \to A$ و $1_B\colon B \to B$ چنان وجود دارند که به‌ازای هر $f\colon A \to B$، روابط $f \circ 1_A = f$ و $1_B \circ f = f$ برقرارند. به‌عنوان نمونه‌ای از رسته، می‌توان از رستهٔ مجموعه‌ها، **Set**، نام برد که اشیاء آن مجموعه‌ها و پیکان‌های آن توابع میان مجموعه‌ها هستند. همچنین، گروه‌ها، **Grp**، که اعضای آن گروه‌ها و پیکان‌های آن هم‌ریختی میان گروه‌هاست، تعریف رسته را برآورده می‌کند. اما لزومی ندارد که در یک رسته، اشیاء مجموعه یا ساختارهای مجموعه‌ای و پیکان‌ها نگاشت میان مجموعه‌ها یا ساختارهای مجموعه‌ای باشند. به‌عنوان مثال، مونوئید $< M.\cdot.e_M >$ را درنظر بگیرید. به این مونوئید می‌توان رستهٔ $\mathscr{M}$ را نسبت داد که تنها یک شیء دارد، مثلاً ■ یا تابع $f$ که میان دو مجموعهٔ دل‌خواه برقرار است. پیکان‌های این رسته اعضای مجموعهٔ $M$ هستند که ترکیب آن‌ها چیزی نیست جز حاصل‌ضرب آن‌ها در مونوئید. باتوجه به برقراری خاصیت شرکت‌پذیری ضرب در مونوئید، شرکت‌پذیری مورد نظر در تعریف رسته نیز برقرار خواهد بود. سایر ویژگی‌های رسته نیز در مورد $\mathscr{M}$ برقرار خواهند بود. پس همان‌طور که می‌بینیم، در مورد این رسته، پیکان‌ها اشیاء ریاضی

هستند. شیء آن نیز هرچیزی، مثلاً یک تابع، می‌تواند باشد. بنابراین، اشیاء و پیکان‌ها در نظریهٔ رسته‌ها لزوماً به اشیاء و توابع آشنا در ریاضیات دلالت نمی‌کنند. آن‌چه اهمیت دارد برقراری ویژگی‌های رسته در مورد یک ساختِ ریاضی است.

حال سعی می‌کنیم مفهوم عضویت، مقدار نگاشت و حاصل‌ضرب دکارتی را مستقل از مفاهیم نظریه – مجموعه‌ای و با زبان نظریهٔ رسته‌ها بیان کنیم. پیش از انجام این کار، ابتدا باید دو مفهوم را تعریف کنیم. رستهٔ $\mathcal{C}$ را در نظر بگیرید. شیء $1$ *شیء پایانی* $\mathcal{C}$ است اگر و تنهااگر به‌ازای هر شیء $X$ از $\mathcal{C}$ پیکان یکتای $X \rightarrow 1$ وجود داشته باشد. به‌عنوان مثال، رستهٔ $\mathbf{Set}$ را در نظر بگیرید. در این رسته، هر مجموعهٔ تک‌عضوی شیئی پایانی خواهد بود، چون از هر مجموعهٔ دل‌خواه $X$، که شیئی از $\mathbf{Set}$ است، تنها یک پیکان به مجموعهٔ تک‌عضوی وجود دارد. پیکان مذکور تمامی اعضای $X$ را به عضو مجموعهٔ تک‌عضوی نگاشت می‌کند. مفهوم دومی که باید تعریف شود مفهوم *عضو*[52] یا *نقطه*[53] است. رستهٔ $\mathcal{C}$ را با شیء پایانی $1$ و شیء دل‌خواه $X$ در نظر بگیرید. عضو یا نقطهٔ شیء $X$ عبارت است از پیکان $f: 1 \rightarrow X$. حال، رستهٔ $\mathbf{Set}$ را درنظر بگیرید. در این‌صورت، عضو $X$ (به‌معنای نظریه – رسته‌ای) نگاشتی از مجموعه‌ای تک‌عضوی به مجموعهٔ $X$ است که مقدارش عضوی از $X$ (به‌معنای نظریه – مجموعه‌ای)، مثلاً $x$، باشد. این پیکان را با $\vec{x}: 1 \rightarrow X$ نمایش می‌دهیم. باتوجه به تناظر مذکور، همواره می‌توان رابطهٔ عضویت $x \in X$ در نظریهٔ مجموعه‌ها را با پیکان $\vec{x}: 1 \rightarrow X$ در رستهٔ $\mathbf{Set}$ جایگزین کنیم. نکتهٔ مهم این است که پیکان در رستهٔ $\mathbf{Set}$ چیزی نیست جز نگاشت. بنابراین با این جایگزینی عملاً عضویت را با نگاشت جایگزین کرده‌ایم. می‌توانیم این روند را ادامه داده و سایر مفاهیم نظریه – مجموعه‌ای را با مفاهیم نظریه – رسته‌ای جایگزین کنیم. به‌عنوان مثال تابع $f$ از مجموعهٔ $A$ به $B$ را در نظر بگیرید که در $\mathbf{Set}$ با پیکان $f: A \rightarrow B$ بازنمایی می‌شود. باتوجه به معادل بودنِ عضویت یعنی $a \in A$ با پیکان $\vec{a}: 1 \rightarrow A$، مقدار نگاشت $f$ در $a$ یعنی $f(a)$ چیزی نیست جز ترکیب $f \circ \vec{a}$. بنابراین، نگاشت در $\mathbf{Set}$ نیز معنایی مستقل از مفاهیم نظریه – مجموعه‌ای خواهد داشت. در قدم نهایی، کافی است حاصل‌ضرب دکارتی را مستقل از معنای نظریه – مجموعه‌ای بنا کنیم. رستهٔ $\mathcal{C}$ را در نظر بگیرید. حاصل‌ضرب دکارتی شیء $X$ در شیء $Y$ از رستهٔ $\mathcal{C}$ عبارت است از سه‌تایی $(X \times Y. \pi_1: X \times Y \rightarrow X. \pi_1: X \times Y \rightarrow Y)$ چنان‌چه به‌ازای هر شیء $S$، و پیکان‌های $f_1: S \rightarrow X$ و $f_2: S \rightarrow Y$، پیکان یکتای $\theta: S \rightarrow X \times Y$ چنان وجود داشته باشد که دیاگرام زیر جابه‌جاپذیر باشد:

$$
\begin{tikzcd}
 & S \arrow[dl, "f_1"'] \arrow[d, "\theta"] \arrow[dr, "f_2"] & \\
X & X \times Y \arrow[l, "\pi_1"] \arrow[r, "\pi_2"'] & Y
\end{tikzcd}
$$

به‌راحتی می‌توان نشان داد که تعریف فوق از ضرب دکارتی برای رستهٔ مجموعه‌ها، $\mathbf{Set}$، مطابق تعریف ضرب دکارتی نظریهٔ مجموعه‌هاست.

ساخت مفاهیم نظریه – مجموعه‌ای و اثبات قضایای مربوط به آن‌ها با استفاده از مفاهیم نظریه – رسته‌ای در چارچوب نظریهٔ پایه‌ای رستهٔ مجموعه‌ها پیگیری می‌شود که لاویر پایه‌ریزی کرد. هرچند برخی از فلاسفهٔ ریاضی مدعی‌اند که نظریهٔ رسته‌ها به‌دلیل فقدان قضایای وجودی نمی‌تواند مبنای ریاضیات باشد ( Feferman 1977; Hellman 2003; Linnebo and Pettigrew 2011)، مک‌لارتی (2004) مدعی‌ست که نظریه پایه‌ای رستهٔ مجموعه‌ها به‌دلیل دربر داشتن چنین قضایایی و البته بازسازی نظریهٔ مجموعه‌ها می‌تواند چنین نقشی را ایفا کند. فارغ از جزئیات این برنامه، آن‌چه در رابطه با واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا اهمیت دارد این است که مفاهیم نظریهٔ مجموعه‌ای هم‌چون عضویت، تابع، رابطه، یک‌ریختی و غیره را می‌توان صرفاً با استفاده از مفاهیم نظریه – رسته‌ای تعریف کرد. اگر چنین باشد، نظریه‌های علمی را می‌توان، به‌جای نظریهٔ مجموعه‌ها، در چارچوب نظریهٔ پایه‌ای رستهٔ مجموعه‌ها صورت‌بندی کرد که در آن اشیاء منفرد، به‌معنای نظریه – مجموعه‌ای، نقشی ندارند. به‌این‌ترتیب، مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط را، که پیشِ پای واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا است، می‌توان حل کرد.

در مورد صورت‌بندی واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا در قالب نظریهٔ رسته‌ها به چند نکته باید توجه داشت. اولین نکته به معنای شیء و پیکان در یک رسته باز می‌گردد. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، استفاده از پیکان به‌جای شیء در صورت‌بندی یک نظریه به‌خودی خود نشان نمی‌دهد که نظریه به اشیاء فردی دلالت نخواهد کرد. در مورد رستهٔ متناظر با مونوئید دیدیم که پیکان در رستهٔ مربوط به اشیاء مونوئید دلالت می‌کرد. بنابراین، صورت‌بندی یک نظریهٔ علمی به‌زبان نظریهٔ رسته‌ها تنها *امکان* حذف اشیاء فردی را فراهم می‌آورد و برای آن کفایت نمی‌کند. برای نشان دادن کفایت آن، باید ابتدا نظریه را در قالب نظریهٔ رسته‌ها صورت‌بندی کنیم، و سپس دریابیم که اشیاء فردی حذف شده‌اند یا خیر. البته حداقل می‌دانیم که استفاده از نظریهٔ مجموعه‌ها برای حذف اشیاء فردی شرط لازم را فراهم نمی‌کند. بنابراین، از این منظر، نظریهٔ رسته‌ها نسبت به نظریهٔ مجموعه‌ها رجحان دارد، هرچند تضمینی برای حل مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط فراهم نمی‌کند. بین (2013) نیز به این نکته توجه کرده است. وی پس از بازسازی مفاهیم نظریه – مجموعه‌ای بر اساس مفاهیم نظریه – رسته‌ای، به‌سراغ نظریهٔ نسبیت عام در قالب جبر اینشتین، که بدیلی برای قالب هندسه دیفرانسیلی آن است، می‌رود و سپس به صورت‌بندی نظریه – رسته‌ای از هر دو قالب اشاره می‌کند. وی از یک‌سو نشان می‌دهد که اشیاء در قالب هندسه دیفرانسیلی (یعنی نقاط منیفلد) حذف‌پذیر نیستند، چون در برخی از راه‌حل‌های معادلات اینشتین نقش اساسی دارند. اما از سوی دیگر، اشیاء در قالب جبر اینشتین (یعنی ایده‌آل‌های ماکسیمال از توابع هموار) حذف‌پذیرند، چراکه در همان راه‌حل‌ها نقشی اساسی به‌عهده ندارند. بنابراین، صورت‌بندی‌ای از نسبیت عام وجود دارد، یعنی صورت‌بندی جبر اینشتین در نظریهٔ رسته‌ها، که در آن اشیاء منفرد جایی ندارند و صرفاً ساختارها نقش ایفا می‌کنند.

علی‌رغم تلاش بین برای نجات واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا، لم و ووتریچ (2015) اخیراً استدلال کرده‌اند که نظریه رسته‌ها در حل مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط وضع بهتری از نظریهٔ مجموعه‌ها ندارد. به‌نظر آن‌ها، در صورتی نظریهٔ رسته‌ها بستر مناسب‌تری نسبت به نظریهٔ مجموعه‌ها برای واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا فراهم می‌آورد که چهار شرط برآورده شوند(Lam and Wüthrich 2015: 612-13). مطابق شرط اول، باید نشان داد که مفهوم رابطه در نظریهٔ رسته‌ها خودایستاست[54] و ساختار به مفهوم شیء و مربوط وابسته نیست. ثانیاً باید نشان داد که این معنای خودایستا از رابطه و نگاشت در نظریهٔ رسته‌ها صرفاً یک نام‌گذاری مجدد از این مفاهیم در نظریهٔ مجموعه‌ها نیست. ثالثاً نظریه‌های فیزیک بنیادی باید

به‌نحوی در نظریهٔ رسته‌ها قابلیت صورت‌بندی شدن داشته باشند که با صورت‌بندی‌شان در نظریهٔ مجموعه‌ها معادل نباشد. و نهایتاً این‌که این صورت‌بندی‌های نظریه – رسته‌ای، خصوصاً در بازنمایی جهان متشکل از روابط و ساختارهای خودایستا، باید نسبت به صورت‌بندی‌های نظریه –مجموعه‌ای برتری داشته باشند. اما لم و ووتریچ نشان می‌دهند که واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی غنی‌شده با نظریهٔ رسته‌ها هیچ‌یک از شروط بالا را برآورده نمی‌کند. به‌عنوان مثال، آن‌ها امکان حذف روابط در بازسازی نظریه – رسته‌ای از نظریه‌های علمی را خاطرنشان می‌سازند و نتیجه می‌گیرند که «ادعای اصلی ROSR [واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی رادیکال یا حذف‌گرا]، یعنی این ادعا که به‌نحو بنیادی، تنها روابط وجود دارند و رابطه‌ای وجود ندارد، اگر کاذب نباشد، فریبنده است»(Lam and Wüthrich 2015: 618). هدف اصلی این مقاله بررسی و نقد ادعای بین و نقد لم و ووتریچ بر آن نیست، بلکه نقد استدلال فرنچ برای حل مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط است. فرنچ بر این باور است که که ویژگی ساخت‌های ریاضی، چه نظریه – مجموعه‌ای و چه نظریه – رسته‌ای یا هر چارچوب دیگری، نه نشان می‌دهند که رابطهٔ فیزیکی وابسته به مربوط است (چنان‌که رابطهٔ نظریه – مجموعه‌ای به‌این‌نحو است) نه مستقل از آن (چنان‌چه بین مدعی‌ست رابطهٔ نظریه – رسته‌ای چنین است). در ادامه به این ادعای فرنچ می‌پردازیم.

### ٤-۲ *تحلیل فرنچ از مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط*

در پاسخ فرنچ به مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط می‌توان چند پیش‌فرض را تشخیص داد که در آن نقش اساسی دارند. در ادامه، ابتدا به آن‌ها پرداخته می‌شود. سپس استدلال فرنچ، مبنی بر این‌که ویژگی‌های ساخت‌های ریاضی نشان نمی‌دهند که رابطه مستقل از یا وابسته به مربوط است، بحث خواهد شد. اولین پیش‌فرض تحلیل فرنچ، همان‌طور که در بخش دوم مقاله اشاره شد، تمایز صریح وی میان سه عنصر بازنمایی علمی، یعنی منبع و رابطه و هدف بازنمایی، است. ساختارگراییِ فرنچ تمام‌عیار است، به‌این معنا که وی می‌پندارد هر سه جزء بازنمایی علمی، یعنی منابع بازنمایی، از جمله نظریهٔ علمی، رابطهٔ بازنمایی علمی و همچنین هدف بازنمایی علمی، که بخشی از جهان است، همگی سرشتی ساختاری دارند. باتوجه به این تمایز باید دقت داشت که وابستگی رابطه به مربوط یا استقلال آن در کدام ساختار موردِ نظر است: منبع یا هدف بازنمایی؟ به‌نظر می‌رسد که مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط، که واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا با آن روبه‌روست، مسأله‌ای در مورد روابط و ساختارهای فیزیکی، که به هدف بازنمایی تعلق دارند، است. این در حالی‌ست که ساخت‌های نظریه – مجموعه‌ای یا نظریه – رسته‌ای همگی در سوی دیگر رابطهٔ بازنمایی قرار دارند، یعنی منبع بازنمایی. حال پرسش کلیدی این است که *آیا نسبت میان رابطه و مربوط، آن‌چنان‌که در منبع بازنمایی وجود دارد، به نسبت میان رابطه و مربوط، آن‌چنان‌که در هدف بازنمایی وجود دارد، تسرّی می‌یابد*؟ به‌بیان دقیق‌تر، اگر در منبع بازنمایی رابطه مستقل از (وابسته به) مربوط باشد، در هدف بازنمایی نیز رابطه مستقل از (وابسته به) مربوط خواهد بود؟ به‌نظر می‌رسد که در تحلیل بین و نقد لم و ووتریچ از آن چنین گسترشی مسلّم گرفته شده است. اما در ادامه خواهیم دید که بر اساس تحلیل فرنچ از سرشت ساختارهای فیزیکی در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا چنین تعمیمی مجاز نیست. برای آن‌که دریابیم چرا فرنچ چنین نتیجه‌ای را می‌گیرد باید با نظر وی در مورد نسبت میان ساختارهای ریاضی مجرد و ساختارهای فیزیکی انضمامی آشنا باشیم.

در بخش دوم مقاله انواع ساختارگرایی ریاضی را در مقیاسی درشت – دانه معرفی کردیم. در این قسمت به نظر فرنچ دربارهٔ نسبت میان آن‌ها و واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا می‌پردازیم. به‌نظر وی، ساختارها در این نوع واقع‌گرایی نه از جنس ساختارهای ریاضی در ساختارگرایی *پیشا شیء* (از جملهٔ

ساختارگرایی‌های غیرحذفی) هستند، و نه از نوع ساختارهای ریاضی در ساختارگریی *پسا شیء* (از جملهٔ ساختارگرایی‌های حذفی). اختلاف میان ساختاری که واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا با آن سروکار دارد و ساختاری که ساختارگرایی *پیشا شیء* به آن اشاره می‌کند چند وجهی است. اول از همه این‌که مطابق نوع دوم ساختارگرایی، ساختارها مستقل از سیستم‌های تحقق‌بخش وجود دارند. این به آن معناست که ساختارهایی مذکور هم‌چون کلیات افلاطونی سرشتی مجرد دارند. اما ساختارها در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی انضمامی‌اند و مستقل از سیستم‌های تحقق‌بخش وجود ندارند(French 2014: 207). ثانیاً این‌که در ساختارگرایی *پیشا شیء*، فردیت گره‌ها یا مواضع به‌واسطهٔ نقش‌شان در ساختار مربوط تعیین می‌شود، در حالی‌که در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا اساساً شیئی وجود ندارد که فردیت داشته باشد. از این منظر، ساختارگرایی *پیشا شیء* بیشتر شبیه واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی متوازن است، تا حذف‌گرا( French 2014: 205). اما این اختلاف‌ها مستلزم این نیست که ساختارها در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا شبیه ساختارها در ساختارگرایی *پسا شیء* باشند. در ساختارگرایی دوم اساساً ساختار بدون سیستمِ متشکل از اشیاء و روابط وجود ندارد، در حالی‌که در ساختارگرایی اول اساساً شیئی وجود ندارد که ساختار به آن وابسته باشد. همچنین، در ساختارگرایی *پسا شیء* ساختاری که به مجموعهٔ سیستم‌های یک‌ریخت اسناد می‌شود حاصل فرآیند انتزاع است. اما فرنچ حضور رابطهٔ انتزاع در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا را مشروع نمی‌داند و علیه وجود آن استدلال می‌کند(French 2014: 207).

با توجه به آن‌چه گفته شد، شباهت‌ها و افتراق‌هایی میان ساختارها در واقع‌گرایی موردنظر فرنچ و ساختارگرایی ریاضی وجود دارد. ساختارهای نوع اول از یک‌سو انضمامی و همراه با سیستم‌های فیزیکی هستند (برخلاف ساختارگرایی *پیشا شیء* و موافق با ساختارگرایی *پسا شیء*) و از طرفی دیگر خودایستا و مقدّم بر اشیاء هستند (برخلاف ساختارگرایی *پسا شیء* و موافق با با ساختارگرایی *پیشا شیء*). بنابراین، واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا جایی مابین دو ساختارگرایی ریاضی قرار می‌گیرد. اما علی‌رغم این شباهت‌ها و اختلاف‌ها، فرنچ مقایسهٔ میان دو نوع ساختارگرایی را غلطانداز می‌داند و بر بی‌بدیل بودنِ ساختارها در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا تأکید می‌کند:

... مقایسه [ی واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا] با ساختارگرایی ریاضی غلطانداز است. همانند ساختار *پیشا شیء*، ساختار کوانتومی، به‌عنوان مثال، مستقل از سیستمِ انضمامیِ تحقق‌بخش وجود ندارد. ساختار فوق سیستمی انضمامی *است*! اما این به آن معنا نیست که ساختار مذکور صرفاً ساختاری *پسا شیء* است، چراکه واقع‌گرای ساختاری هستی‌شناختی نمی‌پذیرد – یا حداقل نباید بپذیرد – که سیستم متشکل از اشیاء و روابط بر ساختار کوانتومی تقدّم هستی‌شناختی دارد. در حقیقت، ادعای اصلی واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی این است که ساختارهای این‌چنینی ساختارهایی‌اند که هم به‌لحاظ هستی‌شناختی تقدّم (دست آخر را) دارند و هم این‌که انضمامی‌اند(French 2006: 176).

تا این‌جا مشخص شد که اولاً نسبت میان مربوط و رابطه که بین و لم و ووتریچ از آن صحبت می‌کنند به ساختار منبع بازنمایی باز می‌گردد تا هدف بازنمایی. ثانیاً معلوم شد که مطابق ایدهٔ فرنچ میان منبع بازنمایی (که ساختار ریاضی مجردی است) و هدف بازنمایی (که ساختار فیزیکی انضمامی است) شباهتی وجود ندارد. بنابراین، نمی‌توان از ویژگی‌های اولی ویژگی‌هایی را در مورد دومی استنتاج کرد. مشخصاً، نمی‌توان از استقلال رابطه از مربوط در اولی استقلال آن‌ها را در دومی نتیجه گرفت. در مورد وابستگی نیز چنین است. باتوجه به این می‌توان مدعی شد که برخورد بین و لم و ووتریچ با مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط بر مسیری اشتباه پیش رفته است: *آن‌ها در*

مورد *نسبت میان رابطه و مربوط در ساختارهای ریاضی بحث می‌کنند، در حالی‌که واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا بر خودایستا بودن ساختار فیزیکی تکیه دارد*. این تحلیل نتیجهٔ دیگری دارد که چیزی نیست جز انحلال مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط. وابستگی رابطه به مربوط تنها در ساخت‌های نظری‌ای که شأن بازنمایانه دارند می‌تواند مشکل‌ساز باشد، نه ساختارهای فیزیکی‌ای که قرار است بازنمایی شوند. همچنین، حتی اگر در ساختی بازنمایانه این وابستگی وجود داشته باشند، از این نتیجه نمی‌شود که ساختار بازنمایی‌شده نیز دچار مشکل است. باتوجه به این‌ها، استقلال ساختار و رابطه از مربوط آموزه‌ای صرفاً متافیزیکی‌ست که با ویژگی‌های ریاضی تهدید نمی‌شود. به عبارت دیگر، استقلال یا وابستگی در ساختارهای ریاضیِ بازنمایی‌کننده به ساختارهای فیزیکیِ بازنمایی‌شده تسرّی نمی‌یابد. به‌بیان فرنچ:

هرچند این نکته درست است که هر صورت‌بندی ریاضی‌ای دامنه‌ای را برای تسویر مفروض می‌گیرد، و هرچند این نکته می‌تواند درست باشد که برای بازنمایی ساختارها از طریق نظریهٔ مجموعه‌ها یا هر بخش دیگری از ریاضیات، یا هر چیز دیگری، باید به عناصر معینی رجوع کنیم، باید در برابر نتیجه‌ای که از *توصیف* برای *هستی‌شناسی* گرفته می‌شود مقاومت کرد... مشخصاً، این‌که هر صورت‌بندی ریاضی‌ای دامنه‌ای از عناصر را مفروض می‌گیرد نباید هیچ آموزهٔ متافیزیکی‌ای را دربارهٔ ماهیت آن عناصر نتیجه دهد. خصوصاً، نباید آن را به‌مثابهٔ چیزی دانست که فهم ساختاری از عناصر را منع می‌کند(French 2014: 206).

اما آیا این انحلال واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا را با مشکل مواجه نمی‌کند؟ بخش بعدی مقاله به این پرسش می‌پردازد.

### ۵. نقدی به پاسخ فرنچ به مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط

در بادی امر چنین به‌نظر می‌آید که استدلال فرنچ در انزوا معتبر است: منبع و هدف بازنمایی علمی ماهیت‌های متفاوتی دارند و بنابراین نمی‌توان ویژگی‌ای از اولی را به دومی تسرّی داد. شاید همان‌طور که نمی‌توان از بی‌جرم بودن عددی طبیعی (که قرار است ذره‌ای در جهان را بازنمایی کند) نتیجه گرفت که ذرهٔ بازنمایی‌شده بی‌جِرم است، نمی‌توان از مستقل بودنِ رابطه از مربوط (یا وابسته بودن آن) در یک ساختار ریاضی نتیجه گرفت که ساختار فیزیکی بازنمایی‌شده نیز چنان است. اما علی‌رغم این اعتبارِ در انزوا، می‌توان نشان داد که واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا، خصوصاً نحوهٔ انحلال مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط در آن، همراه با تحلیل معناشناختی فرنچ از جملاتی که *گویی* به اشیاء منفرد اجاع می‌دهند، همچون «فرمیون‌ها وجود دارند» یا «بوزون‌ها وجود دارند»، مجدداً به عدم انسجام می‌انجامد. برای نشان دادن این عدم انسجام ابتدا به شرح وی از نسبت ویژگی‌های نظریه – گروهی (که به منبع بازنمایی متعلق‌اند) و ساختارهای کوانتومی (که به هدف بازنمایی متعلق‌اند) پرداخته می‌شود. می‌توان این مثال را تعمیم داد و سایر ساخت‌های ریاضی و ساختارهای فیزیکی را درنظر گرفت. پس ابتدا به تحلیل فرنچ از جملاتی همچون «فرمیون‌ها وجود دارند» می‌پردازیم و نهایتاً نیز نشان می‌دهیم که این‌ها در کنار هم نامسنجانند.

فرنچ (1999) برای آن‌که نشان دهد نظریه‌های فیزیک چگونه در قالب نظریه‌های ریاضی گنجانده می‌شوند به‌سراغ مکانیک کوانتومی (به‌مثابهٔ نظریه‌ای فیزیکی) و نظریهٔ گروه‌ها (به‌مثابهٔ نظریه‌ای ریاضی) می‌رود و با بررسی آثار ویگنر[۵۵] و وایل[۵۶] نشان می‌دهد که ویژگی‌های ساختاریِ ریاضیِ نظریه‌هایِ فیزیکی استلزاماتی برای ساختار عالم دارند. در واقع، این ادعای اصلی واقع‌گرای ساختاری هستی‌شناختی است. وی این گفتهٔ وایل را نقل می‌کند که «یک اتم یا یون، که هسته‌اش به‌مثابهٔ مرکز نیروی ثابت O فرض می‌شود، دو نوع

ویژگی‌های تقارنی دارد: (۱) قوانین حاکم بر آن تقارن کروی دارند، یعنی تحت دوران‌های دل‌خواه ناوردا باقی می‌مانند؛ (۲) اتم یا یون تحت جایگشتی از f الکترون‌اش ناوردا باقی می‌ماند» (French 1999: 194-95 نقل و قول شده) و در ادامه می‌نویسد که «نوع اول تقارن با استفاده از گروه دورانی و نوع دوم تقارن با استفاده از گروه متقارن متناهی از f! جایگشت توصیف می‌شود»(French 1999: 195). در حقیقت، وی ویژگی‌های ساختاری عالم را با توسل به ویژگی‌های ساختاری منبع بازنمایی توصیف می‌کند. به‌نحو دقیق‌تر، وی از ویژگی‌ای از منبع بازنمایی (تقارن نظریه – گروهی) ویژگی‌ای را در مورد هدف بازنمایی (تقارن حاکم بر قوانین یا حالات) نتیجه می‌گیرد. برای روشن شدن موضوع، به نوع دوم تقارن‌ها می‌پردازیم؛ تقارن‌های گسسته که ساختار منتسب به ذرات در جهان را معین می‌کنند.

سیستم کوانتومی‌ای را درنظر بگیرید که از $N$ ذره، $\{1.2.3.\cdots.n\}$ تشکیل شده است و با حالت $\psi = |1.2.3.\cdots.n\rangle$ در فضای هیلبرت $\mathscr{H}$ بازنمایی می‌شود. جایگشتی را تصور کنید که مثلاً ذرهٔ اول را با دوم جابه‌جا می‌کند، یعنی $P_{12}|1.2.3.\cdots.n\rangle = |2.1.3.\cdots.n\rangle = \psi'$. مجموعهٔ تمام جایگشت‌های ذرات گروهی را تشکیل می‌دهند با نام گروه تقارنی $S_n$. حال اگر $P \in S_n$ و $\hat{A}$ عملگر مشاهده‌پذیری روی $\mathscr{H}$ باشد، آن‌گاه برای ذرات تمایزناپذیر داریم $(P\psi)^T\hat{A}(P\psi) = \psi^T\hat{A}\psi$ که این یعنی $P^T\hat{A}P = \hat{A}$. از سوی دیگر، دو حالت کوانتومی معادل هستند اگر به‌ازای تمامی مشاهده‌پذیرها مقادیر چشم‌داشتی یکسان داشته باشند. این یعنی آن‌که دو حالت کوانتومی $\psi$ و $\psi'$ معادل هستند اگر $\psi' = \sum_{P\in S_n}\lambda_P P\psi$ که $P$ در رابطهٔ قبلی صدق می‌کند ($\lambda_P$ ضریب است). حال تمامی رده‌های هم‌ارزی متشکل از حالات کوانتومی معادل را درنظر بگیرید. این رده‌های هم‌ارزی در تناظری یک به یک با زیرفضاهای کاهش‌ناپذیر[۵۷] (مرتبط با گروه تقارنی) فضای هیلبرت $\mathscr{H}$ قرار می‌گیرند. از جملهٔ این زیرفضاها دو زیرفضای متقارن و پادمتقارن هستند که اولی بوزون‌ها (هم‌چون فوتون‌ها) و دومی فرمیون‌ها (هم‌چون الکترون‌ها) را توصیف می‌کند. به‌بیان دیگر، تناظری یک به یک میان ساختاری نظریه – گروهی (یعنی زیرفضاهای کاهش‌ناپذیر باتوجه به گروه تقارنی) و ساختار فیزیکی عالم (متشکل از بوزون‌ها و فرمیون‌ها) وجود دارد. باتوجه به این، منبع بازنمایی نه تنها هدف بازنمایی را توصیف می‌کند، که بنیادی‌ترین آجرهای آن را بنا می‌نهد. به‌نظر می‌رسد که این گذار گذاری است از *توصیف* به *هستی‌شناسی*، یعنی همان گذاری که فرنچ در حل مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط مجازش نمی‌دانست. اما چگونه است که از ویژگی‌ای نظریه – گروهی می‌توان ساخت عالم را شناخت، اما از ویژگی‌ای نظریه – مجموعه‌ای (یعنی وابستگی رابطه به مربوط) یا ویژگی‌ای نظریه – رسته‌ای (یعنی استقلال رابطه از مربوط) نمی‌توان نسبت میان رابطه و مربوط را در عالم شناخت؟ اگر دومی مجاز نباشد، اولی هم مجاز نیست. اما موضوع این است که مجاز نبودن اولی برنامه ی واقع‌گرایی ساختاری را با مشکل مواجه می‌کند. اگر اولی مجاز نباشد نمی‌توانیم از ویژگی‌های ساختاری منبع بازنمایی ویژگی‌های ساختاری هدف بازنمایی را نتیجه بگیریم و به آن معرفت پیدا کنیم. به‌این‌ترتیب، پاسخ فرنچ به مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط ظاهراً برنامهٔ وی را با مشکل مواجه می‌کند. آیا باید نحوهٔ انحلال را تغییر داد؟

به‌نظر می‌رسد که فرنچ بتواند، تا این‌جا، مانعِ نقد و مدعی شود ایراد فوق نشان نداده که ساختار فیزیکی جهان ویژگی‌ای ریاضی دارد. خصوصاً، نشان نداده است که ساختار انضمامی عالم فضای هیلبرتی است که (از جمله) به زیرفضاهای کاهش‌ناپذیر متقارن (متناظر با بوزون‌ها) و پادمتقارن (متناظر با فرمیون‌ها) تقسیم می‌شود. آن‌چه انجام شده این است که متناظر با ساخت‌های ریاضی، یعنی زیرفضاهای کاهش‌ناپذیر فوق‌الذکر، ساخت‌های انضمامی فیزیکی، یعنی فرمیون‌ها و بوزون‌ها، وجود دارند. این در حالی‌ست که در شیوهٔ برخورد بین

و لم و ووتریچ با مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط همان ویژگیِ منبع بازنمایی (یعنی نسبت میان رابطه و مربوط) به هدف بازنمایی اسناد می‌شود. مطابق پاسخ احتمالی فرنچ به ایراد بالا، در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی چنین نیست که همان ویژگی ساختاری منبع بازنمایی به هدف بازنمایی اسناد شود. بلکه، ابتدا ویژگی یا ویژگی‌های ساختاری در مورد منبع بازنمایی استخراج، سپس عملیات ریاضی روی آن انجام، و نهایتاً ویژگی‌ای ساختاری، که البته متفاوت ولی برآمده از ویژگی‌های منبع بازنمایی است، به هدف بازنمایی اسناد می‌شود. در واقع این مطابق با شرحی از بازنمایی علمی است که بوئنو و کولیوان (Bueno and Colyvan 2011) پیشنهاد کرده‌اند. این اشاره نکتهٔ درخوری است و در بادی امر می‌تواند پاسخ فرنچ به مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط را نجات دهد. اما نکته این‌جاست که فرنچ تحلیلی از جملات شامل واژگانِ ظاهراً ناظر به اشیاء منفرد دارد که پاسخ بالا را با مشکل مواجه می‌کند. ببینیم که این تحلیل چیست.

پیش‌تر هم گفته شد که مطابق واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا اشیاء منفرد اساساً وجود ندارند. الکترون، پروتون، میز، قلم، فرمیون‌ها، بوزون‌ها، نقاط فضا – زمان و همهٔ آن‌چه شیء منفرد و دارای ویژگی‌های ذاتی و رابطهٔ پنداشته می‌شود وجود ندارد. باتوجه به این موضوع، پرسش این است که تکلیف معناشناسی جملاتی هم‌چون «میز وجود دارد» یا «فرمیون‌ها وجود دارند» چه می‌شود؟ آیا آن‌ها بی‌معنا هستند؟ آیا آن‌ها معنادار و کاذب هستند؟ یا معنادار و صادق؟ اگر به یکی از دو پرسش اول پاسخ مثبت داده شود، آن‌گاه میان جملات ناظر به تصویر اولیه از جهان، که در آن‌ها به اشیاء منفرد ارجاع می‌شود، و جملات ناظر به تصویر علمی یا برآمده از واقع‌گرایی علمی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا، که در آن به اشیاء منفرد ارجاع نمی‌شود، تعارض اساسی به‌وجود خواهد آمد. پاسخ مثبت به پرسش سوم نیز برنامهٔ فرنچ را با مشکل مواجه می‌کند: چگونه است که با این‌که فرمیون‌ها وجود ندارند، جملاتی هم‌چون «فرمیون‌ها وجود دارند»" صادق خواهند بود؟ فرنچ در کتاب خود مفصلاً به این موضوع پرداخته و شیوه‌های برخورد متفاوت با این مسأله را معرفی، نقد و دیدگاه مرجع خود را بیان کرده است(French 2014: Ch. 7). مطابق نظر وی، به‌عنوان نمونه، هم فرمیون‌ها وجود ندارند و هم جملهٔ «فرمیون‌ها وجود دارند» صادق است، که ظاهراً نظرگاهی نامنسجم می‌نماید. وی برای منسجم ساختنِ دیدگاه خود، به‌سراغ نظریهٔ صادق‌ساز کامرون می‌رود که مطابق آن «"a وجود دارد" می‌تواند مطابق نظریه‌ای صادق باشد که وجود a جزء تعهدات هستی‌شناختی آن نیست»(Cameron 2008: 4). به‌نظر فرنچ، «آن‌چه جملهٔ "میز وجود دارد" را صادق می‌سازد هر آن‌چیزی‌ست که ما اشیاء مقوم بنیادی میز درنظر می‌گیریم، یعنی مولکول‌ها، اتم‌ها، ذرات بنیادی، ذرات میز و یا هر چیز دیگری» (French 2014: 176). البته، واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا این دستهٔ دوم را هم، که ابتدایی[58] نامیده می‌شوند، ناموجود می‌داند. از همین‌رو، فرنچ روش برآمده از نظریهٔ کامرون را گسترش داده و ادعا می‌کند که ابتدایی‌ها ماهیتی ساختاری دارند. از این‌رو، به‌عنوان مثال، جملهٔ «فرمیون‌ها وجود دارند» به‌خاطر وجود فرمیون‌ها یا هر شیء منفردی که می‌تواند برسازندهٔ آن‌ها باشد صادق نیست، بلکه به‌خاطر وجود ساختارهایی در عالم، یعنی *ابتدایی‌های ساختاری*، صادق است(French 2014: 182).

مانور بالا اگرچه معناشناسی واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا را منسجم می‌سازد، پاسخ فرنچ به مسألهٔ رابطهٔ بدون مربوط را با مشکل مواجه می‌کند. وی می‌گفت که کاهش‌ناپذیری متقارن و پادمتقارن فضای هیلبرت ویژگی ساختار عالم نیست، بلکه ویژگی ساختاری منبع بازنمایی عالم است. از طرفی در معناشناسی‌اش، به‌عنوان نمونه، خواهد گفت «فرمیون‌ها و بوزون‌ها هرکدام تمایزناپذیرند» صادق است *به‌خاطر* این‌که هر کدام منتسب به زیرفضای کاهش‌ناپذیری از فضای هیلبرت هستند. ساختی کلیشه‌ای از رابطهٔ صادق‌سازی و اظهار

صرف این‌که «فرمیون‌ها و بوزون‌ها هرکدام تمایزناپذیرند» *به‌خاطر* آن‌که ساختار عالم $X$ است قیود حاکم بر رابطهٔ صادق‌سازی را برآورده نمی‌کند. خصوصاً، اتخاذ دیدگاه اخیر باعث می‌شود که برای صدق‌های علمی هرچیزی که ناظر بر ساختاری از عالم است صادق‌ساز باشد. به‌عنوان نمونه، صدق دیگری هم‌چون «بوزون‌ها حاملان میان‌کنشِ فرمیون‌ها هستند» را در نظر بگیرید که صادق‌سازش ساختار $Y$ عالم است. باتوجه به کلیشه‌ای بودن صادق‌ساز های اول و دوم، می‌توان جای آن‌ها را تغییر داد.[۵۹] با استخدام صادق‌سازهای کلیشه‌ای، این کار را برای سایر صدق‌های علمی نیز می‌توان به‌کار برد. اما این یعنی آن‌که یک واقعیت ساختاری (البته کلیشه‌ای) همهٔ جملات علمی صادق را صادق می‌کند. از سوی دیگر، ساخت صادق‌ساز کلیشه‌ای جنبه‌های شناختی یا معرفتی را نیز نادیده می‌گیرد. ما می‌خواهیم با ارجاع به صادق‌سازهای مشخص و معلوم بفهمیم که چرا جمله‌ای خاص صادق است. اگر به ساختارهای عالم به‌نحو کلیشه‌ای و بدون سرشت ارجاع دهیم، نمی‌توانیم به اهداف شناختی نائل شویم. بنابراین، چاره‌ای نداریم جز آن‌که سرشت ساختارهای عالم را درنظر بگیریم. اما مسأله این‌جاست که به‌غیر از ویژگی‌های ساختاری منبع بازنمایی، هم‌چون کاهش‌ناپذیری متقارن و نامتقارن فضای هیلبرت، چیز دیگری در اختیار نداریم. بنابراین، ساخت‌های صادق‌ساز را باید چنین بفهمیم:

«فرمیون‌ها و بوزون‌ها هرکدام تمایزناپذیرند» صادق است *به‌خاطر* آن‌که هر کدام منتسب به زیرفضاهای کاهش‌ناپذیری از فضای هیلبرت هستند.

حال پرسش این است که چرا کاهش‌ناپذیری متقارن و پادمتقارن فضای هیلبرت جملهٔ «فرمیون‌ها و بوزون‌ها هرکدام تمایزناپذیرند» را صادق می‌سازد، اما رابطه، در ساختی نظریه – مجموعه‌ای، به مربوط وابسته است جملهٔ «در ساختار انضمامی بازنمایی‌شده، رابطه به مربوط وابسته است» را صادق نمی‌سازد؟ یا به‌نحو مشابه، چرا رابطه، در ساختی نظریه – رسته‌ای، از مربوط مستقل است جملهٔ «در ساختار انضمامی بازنمایی‌شده، رابطه از مربوط مستقل است» را صادق نمی‌سازد؟ در قالب ادبیات مربوط به بازنمایی علمی نیز می‌توان مشکل را صورت‌بندی کرد: چرا کاهش‌ناپذیری متقارن و پادمتقارن فضای هیلبرت ساخت‌های انضمامی عالم را بازنمایی می‌کند، اما مستقل بودن مربوط از رابطه در ساختی نظریه – رسته‌ای یا وابسته بودن آن‌ها در ساختی نظریه – مجموعه‌ای استقلال یا وابستگی روابط و مربوطها را بازنمایی نمی‌کند؟ آیا باید میان جنبه‌های بازنمایانهٔ ساختارهای ریاضی و جنبه‌های غیربازنمایانه تمایز گذاشت؟ یا این‌که از معناشناسی پیشنهادی دست کشید؟ یا حتی به نسخه‌ای متوازن از واقع‌گرایی ساختاری متعهد شد؟ چنین می‌نماید که فرنچ برای انسجام دستگاه فلسفی‌اش باید دست به اصلاح زند.

## ٦. نتیجه

واقع‌گرایی ساختاری را می‌توان یکی از مهم‌ترین پاسخ‌ها دانست در برابر دو ایراد اصلی به واقع‌گرایی علمی، یعنی فرااستقرای بدبینانه و تعین ناقص هستی‌شناختی. مطابق نسخهٔ هستی‌شناختی این نوع واقع‌گرایی، بنای عالم را ساختارها نهاده‌اند، نه اشیاء منفرد. نسخهٔ حذف‌گرای واقع‌گرایی هستی‌شناختی پا را فراتر نهاده و ادعا می‌کند که اساساً شیئی وجود ندارد که بخواهد عالم را بنا نهد. این آموزه می‌گوید که ساختارهای عالم، بدون آن‌که بر اشیاء منفرد به‌عنوان مربوط تکیه کنند، وجود دارند. اما مسأله این‌جاست که رابطه در پرتو وجود مربوط فهمیده می‌شود. اگرچنین باشد، واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا با مشکل روبه‌رو خواهد بود. فرنچ ریشه‌های این مسأله را در خلط ساختارگرایی ریاضی با ساختارگرایی علمی سراغ می‌گیرد و ادعا می‌کند که

وابستگی رابطه به مربوط در ساختارِ منبع بازنمایی، که در محیطی ریاضی تعریف می‌شود، به ساختارِ هدف بازنمایی، که مربوط به جهان است، سرایت نمی‌یابد. البته استقلال اولی نیز به دومی گسترش نمی‌یابد. بنابراین، بدون نگرانی می‌توان رابطه‌هایِ قوام‌بخشِ جهان را مستقل از اشیاء منفرد مفروض گرفت. در این مقاله نشان داده شد که پاسخ فوق‌الذکر، اگر با معناشناسی فرنچ دربارهٔ جملات ظاهراً ناظر بر اشیاء منفرد درنظر گرفته شود، بار دیگر نظام فکری وی را نامنسجم می‌سازد.

## پی‌نوشت‌ها

1. Pessimistic meta-induction
2. Ontological underdetermination
3. Structural realism

۴. مطابق استدلال فرااستقرای بدبینانه، با گذشت زمان معلوم شده است که اشیاء یا ویژگی‌های موردِ اشاره در بهترین نظریه‌های علمیِ سابق واقعاً وجود ندارند. بنابراین، در آینده نیز معلوم خواهد شد که اشیاء یا ویژگی‌های موردِ اشاره در بهترین نظریه‌های علمی کنونی نیز واقعاً وجود ندارند. بنابراین، بهترین نظریه‌های علمی کنونی نیز صادق یا تقریباً صادق نخواهند بود. برای جزئیات بیشتر، به (Psillos 1999) مراجعه کنید.

۵. مطابق با این آموزه، ممکن است نظریه‌ها یا صورت‌بندهای متفاوتی از یک نظریه با کفایت تجربی یکسان اما هستی‌شناسی‌های پیشنهادی متعارض وجود داشته باشند. اگر چنین باشد، نظریه‌های کنونی موفق صادق یا تقریباً صادق نخواهند بود. برای جزئیات بیشتر، به (Psillos 1999) مراجعه کنید.

6. Ontological structural realism
7. Eliminativist
8. Non-eliminativist
9. Individual objects
10. Relation without relata

۱۱. برای فهم بهتر موضوع شاید این مثال روشنی‌بخش باشد. رابطه *بزرگ‌تری* را در نظر بگیرید که مربوطهای آن *اعداد صحیح* هستند. اگر نسبت به این رابطه حذف‌گرا باشیم خواهیم گفت که رابطهٔ بزرگتری وجود دارد، اما اعداد وجود ندارند. مخالفان چنین ادعایی را نامعقول می‌پندارند، چراکه به نظر آن‌ها بزرگ‌تر بودن بدون هویات مربوط وجود ندارد.

12. Steven French
13. Jonathan Bain
14. Category theory
15. Vincent Lam
16. Christian Wüthrich
17. Scientific representation
18. Semantic view
19. Model-theoretic
20. Syntactic view

۲۱. برای آشنایی مختصر با این دو دیدگاه و محل نزاع‌شان، (Lutz 2017) را ببینید.

22. Set-theoretic

۲۳. البته مطابق دیدگاه فرنچ (و داکوستا) نظریه‌های علمی در ساختارهای جزئی بازسازی می‌شوند، نه ساختارهای تمام. چون مدعای اصلی این مقاله به جزئی یا تمام بودن ساختارها ارتباطی پیدا نمی‌کند، و به‌دلیل سهولت کار با ساختارهای تمام، از معرفی ساختارهای جزئی چشم‌پوشی شده است. برای آشنایی با این ساختارها و نحوه بازنمایی‌شان، (da Costa and French 2003) را ببینید.

24. Identity of indiscernibles

۲۵. برای آشنایی با نقدهای وارد بر این دیدگاه، (Frigg and Nguyen 2017) را ببینید.

26. (partial) isomorphism
27. System

28. Example
29. Natural number
30. Initial
31. Succession
32. Non-eliminative
33. Eliminative

۳۴. برای آشنایی با تقسیم‌بندی‌های ظریف‌تر، (Reck and Schiemer 2020) را ببینید.

35. Ante ream
36. Nodes
37. Places
38. In re
39. Peano- Dedekind axioms
40. Relativist
41. Moderate
42. Balanced

۴۳. این‌که اینهمانی ساختار و روابط نیز به مربوطها وابسته است یا خیر موضوعی مجادله‌انگیز است. بر اساسا خوانش فرنچ از پژوهش‌هایی که به آن‌ها ارجاع شده است در واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی متعادل یا متوازن وابستگی متقابل وجود دارد و همین موضوع این آموزه را با مشکل مواجه می‌کند (French 2014: 178-79). به‌نظر وی، مدافعان این آموزه دیدگاهی راسلی درباره نسبت رابطه و مربوط برمی‌گزینند و ادعا می‌کنند که رابطه تنها در صورتی وجود پیدا می‌کند که مربوطهای آن فردیت پیدا کرده باشند. به‌عبارتی دیگر، وجود رابطه حداقل به تعدد مربوطها وابسته است. اما مدافعان این نوع واقع‌گرایی در ادامه اظهار می‌کنند که فردیت مربوطها به روابط وابسته است. به‌این ترتیب، واقع‌گرایی ساختاری متوازن، که به نوعی وابستگی متقابل متعهد است، با عدم انسجام روبه‌روست. اما بر اساس تلقی لیدیمن (2007) و استچل (2002) از این نوع واقع‌گرایی، صرفاً وابستگی یک‌سویه از رابط به رابطه وجود دارد. به‌نظر فرنچ (2014: 180)، هرچند این دیدگاه دچار عدم انسجام نیست، امابه چیزی نمی‌انجامد جز واقع‌گرایی ساختاری هستی‌شناختی حذف‌گرا. در نقد این دیدگاه، یانتزن (2011) استدلال کرده است که معیارهای فردیت‌بخشِ رابطه‌ای نمی‌توانند عدد اصلی مجموعه مربوطها را معین کند.

44. Category-theoretic
45. Elementary Theory of Category of Sets
46. Terminal objects
47. Arrows
48. Objects

۴۹. «شیء» در این‌جا به‌معنای شیء فردی (individual object) که می‌تواند واجد ویژگی‌های ذاتی و رابطه‌ای باشد نیست، بلکه صرفاً نام‌گذاری‌ای برای دسته‌ای از نشانه‌هاست که تعابیر مختلفی می‌توانند داشته باشند. برای آشنایی کامل‌تر با نظریه رسته‌ها به (Awodey 2010) مراجعه کنید.

50. Source
51. Target
52. Element
53. Point
54. Free-standing
55. Wigner
56. Weyl
57. Irreducible
58. Simple

۵۹. توجه داریم که جابه‌جاناپذیری آن‌ها تنها در پرتو ارجاع به ساختارهای بازنمایی‌کننده‌شان معنادار است. و البته این ما را به ساخت صادق‌ساز اول می‌رساند.

## References


- Awodey, Steve (2010) *Category theory*, Oxford University Press.
- Bain, Jonathan (2013) 'Category-theoretic structure and radical ontic structural realism', *Synthese,* 190 (9), 1621-35.
- Bartels, A. (2006) 'Defending the structural concept of representation', *Theoria,* 55, 7–19.
- Bueno, Otávio and Colyvan, Mark (2011) 'An Inferential Conception of the Application of Mathematics', *Noûs,* 45 (2), 345-74.
- Bueno, Otávio and French, Steven (2011) 'How Thories Represent', *British Journal of the Philosophy of Science*, 1-38.
- Cameron, Ross P (2008) 'Truthmakers and ontological commitment: or how to deal with complex objects and mathematical ontology without getting into trouble', *Philosophical Studies,* 140 (1), 1-18.
- da Costa, N. C. A. and French, Steven (2000) 'Models, theories, and structures: Thirty years on', *Philosophy of Science,* 67, S116-S27.
- da Costa, N. C. A. and French, Steven (2003) *Science and Partial Truth: A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*, Oxford University Press.
- Dorato, Mauro (2008) 'Is Structural Spacetime Realism Relationism in Disguise? The Supererogatory Nature of the Substantivalism/Relationism Debate', in Dennis Dieks (ed.), *Philosophy and Foundations of Physics* (4: Elsevier), 17-37.
- Esfeld, Michael (2003) 'Do relations require underlying intrinsic properties? A physical argument for a metaphysics of relations', *Metaphysica: International Journal for Ontology and Metaphysics,* 4 (1), 5-25.
- Esfeld, Michael and Lam, Vincent (2008) 'Moderate structural realism about space-time', *Synthese,* 160 (1), 27-46.
- Feferman, Solomon (1977) 'Categorical foundations and foundations of category theory', *Logic, foundations of mathematics, and computability theory* (Springer), 149-69.
- French, Steven (1999) 'Models and mathematics in physics: the role of group theory', in Constantine Pagonis and Jeremy Butterfield (eds.), *From Physics to Philosophy* (Cambridge: Cambridge University Press), 187-207.
- French, Steven (2003) 'A Model-Theoretic Account of Representation (Or, I Don't Know Much about Art ... but I Know It Involves Isomorphism)', *Philosophy of Science,* 70, 1472-83.
- French, Steven (2006) 'Vi*—Structure As A Weapon Of The Realist1', *Proceedings of the Aristotelian Society (Hardback),* 106 (1), 170-87.
- French, Steven (2014) *The Structure of the World: Metaphysics and Representation*, Oxford University Press.
- French, Steven and Ladyman, James (1999) 'Reinflating the semantic approach', *International Studies In The Philosophy Of Science,* 13 (2), 103-21.
- French, Steven and Ladyman, James (2003) 'Remodelling structural realism: Quantum physics and the metaphysics of structure', *Synthese,* 136 (1), 31-56.
- Frigg, Roman and Nguyen, James (2017) 'Models and representation', *Springer handbook of model-based science* (Springer), 49-102.
- Hellman, Geoffrey (2003) 'Does category theory provide a framework for mathematical structuralism?', *Philosophia Mathematica,* 11 (2), 129-57.
- Hellman, Geoffrey and Shapiro, Stewart (2018) *Mathematical Structuralism*, Cambridge University Press.

- Jantzen, Benjamin C (2011) 'No two entities without identity', *Synthese,* 181 (3), 433-50.
- Ladyman, James (1998), 'What is structural realism?', *Studies In History and Philosophy of Science Part A,* 29 (3), 409-24.
- Ladyman, James (2007) 'Scientific structuralism: On the identity and diversity of objects in a structure', *Aristotelian Society Supplementary Volume* (81: Wiley Online Library), 23-43.
- Ladyman, James, et al. (2007) *Every Thing Must Go*, Oxford University Press.
- Lam, Vincent and Wüthrich, Christian (2015), 'No categorial support for radical ontic structural realism', *British Journal for the Philosophy of Science,* 66 (3), 605-34.
- Laudan, Larry (1981) 'A confutation of convergent realism', *Philosophy of science*, 19-49.
- Lawvere, F William (1964) 'An elementary theory of the category of sets', *Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America,* 52 (6), 1506.
- Linnebo, Øystein and Pettigrew, Richard (2011) 'Category theory as an autonomous foundation', *Philosophia Mathematica,* 19 (3), 227-54.
- Lutz, Sebastian (2017) 'What was the syntax-semantics debate in the philosophy of science about?', *Philosophy and Phenomenological Research,* 95 (2), 319-52.
- McLarty, Colin (2004) 'Exploring categorical structuralism', *Philosophia Mathematica,* 12 (1), 37-53.
- Psillos, Stathis (1999) *Scientific Realism*, London: Routledge.
- Reck, Erich and Schiemer, Georg (2020) 'Structuralism in the Philosophy of Mathematics', in Elie Zahar (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 edn.).
- Resnik, Michael D (1997) *Mathematics as a Science of Patterns*, Oxford University Press.
- Shapiro, Stewart (1997) *Philosophy of mathematics: Structure and ontology*, Oxford University Press on Demand.
- Stachel, John (2002) 'The relations between things' versus 'the things between relations': The deeper meaning of the hole argument', *Reading natural philosophy: Essays in the history and philosophy of science and mathematics*, 231-66.
- Stachel, John (2006) 'Structure, individuality and quantum gravity', in D. Rickles, S. French, and J. Saatsi (eds.), *The Structural Fundations of Quantum Gravity,* Oxford University Press, 53-82.
- Ubbink, J. B. (1960) 'Model, description and knowledge', *Synthese*, 302-19.
- Van Fraassen, Bas C. (1989) *Laws and symmetry*, Oxford: Clarendon.
- Worrall, John (1989) 'Structural Realism: The Best of Both Worlds?', *Dialectica,* 43 (1-2), 99-124.
- Wüthrich, Christian (2009) 'Challenging the spacetime structuralist', *Philosophy of Science,* 76 (5), 1039-51.