



Roy Bhaskar on Scientific Progress and the Fallibility of Cognition: A Critique of Four Approaches

Maryam Poostforush* | Mostafa Taqavi**

Received: 2020/12/16 | Accepted: 2021/03/01

Abstract

So far, various approaches have been proposed to explain the progress of science. These approaches, which fall under a fourfold classification, are as follows: semantic, functional, epistemic, and noetic approaches. Each of these approaches, based on the intended purpose of science, defines progress on the same basis. The semantic approach defines progress based on the approximation to the truth, the functional approach based on problem-solving, the epistemic approach based on knowledge accumulation, and the noetic approach based on increased understanding. With a stratified description of the world, Roy Bhaskar sees science as the movement toward deeper layers aimed at discovering productive mechanisms. He also explains progress based on the layering and acquisition of knowledge of the underlying layers. But because he believes in the social nature of science and considers knowledge a social product and subject to change, he acknowledges the fallibility of cognition. Hence, it is believed that moving to a new layer does not necessarily lead to the progress of science. However, it is possible that by acquiring knowledge about the new layer, our previous knowledge will be revised and corrected. In this article, while expressing the Bhaskar theory of scientific progress and

Original Research



* Master Student, Philosophy of Science Department, Sharif Industrial University, Tehran, Iran. | mpoostforush@gmail.com

** Assistant Professor, Philosophy of Science Department, Sharif Industrial University, Tehran, Iran. (Corresponding author) | M_taqavi@sharif.edu

□ Poostforush, M., & Taqavi, M. (2021). Roy Bhaskar on Scientific Progress and the Fallibility of Cognition: A Critique of Four Approaches. *Journal of Philosophical Theological Research*, 23(87), 131 -148. doi: 10.22091/jptr.2021.6359.2450

□ Copyright © the authors



explaining its contingency with respect to the fallibility of cognition, we pursue a basic goal. This goal is summarized in the review of all four approaches in order to show their lack of attention to the fallibility of cognition and its effect on explaining progress.

What has been done in this article is based on two phases: explaining the contingency of the progress of science for Bhaskar and examining the four approaches to the progress of science in order to show their inattention to the fallibility of cognition. In his philosophy, referring to the two dimensions of transitive and intransitive, Roy Bhaskar considers the purpose of science to be the acquisition of knowledge about intransitive objects, and this knowledge is achieved through a social activity. Since this cognition is a social product and belongs to the transitive dimension of science, it will be fallible and subject to change. Bhaskar concludes with philosophical arguments that the world contains generative mechanisms, but that it is the task of science to discover their nature and exactly what mechanisms are at work. This requires work in two theoretical dimensions, namely the use of conceptual tools and a practical dimension, that is, the use of experimental tools. Now, as the theoretical and technical conditions under which cognition is formed and evaluated are themselves expanding and subject to change and modification, our knowledge may also be expanded or corrected. In this study, it was found that the semantic approach is unaware of the effect of fallibility on the evidence used to estimate the approximation to the truth and, consequently, progress. The functional approach ignores this effect in solving the problems posed by theories. The epistemic approach does not take into account the fallibility of evidence used to justify and validate the evidence, and finally, the noetic approach neglects the effect of the fallibility on what the explanation and prediction are based on. These have led to these approaches, which consider the satisfaction of the criteria in question necessarily leads to progress.

Keywords

Roy Bhaskar, scientific progress, fallibility of cognition, contingent, necessary.



پیشرفت علم از منظر روی بسکار و خطاپذیری شناخت؛ نقدی بر چهار رویکرد

مریم پوست‌فروش* | مصطفی تقوی**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۶ | تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱

چکیده

مهمترین رویکردها در تبیین پیشرفت علم، عبارتند از: رویکرد معنایی، کارکردی، معرفتی و ادراکی. هر کدام از این رویکردها با توجه به هدفی که برای علم متصور است، پیشرفت را نیز بر همان مبنا تعریف می‌کنند. رویکرد معنایی، پیشرفت را مبتنی بر تقرب به صدق، رویکرد کارکردی مبتنی بر حل مسئله، رویکرد معرفتی مبتنی بر انباشت دانش و رویکرد ادراکی نیز پیشرفت را مبتنی بر افزایش فهم، تعریف می‌کند. روی بسکار با توصیفی لایه مند از جهان، «علم» را حرکت به سمت لایه‌های عمیق‌تر دانسته که با هدف کشف مکانیزم‌های مولد انجام می‌شود. او «پیشرفت» را نیز مبتنی بر همین لایه‌مندی و کسب دانش نسبت به لایه‌های زیرین، تبیین می‌کند، اما از آنجا که به اجتماعی بودن علم معتقد است و دانش را محصولی اجتماعی و در معرض تغییر می‌داند، به خطاپذیری شناخت اذعان دارد و بر این باور است که حرکت به سمت لایه جدید، ضرورتاً به پیشرفت علم نمی‌انجامد؛ اگر چه این امکان وجود دارد که با کسب دانش نسبت به لایه جدید، دانش پیشین بازبینی و تصحیح شود. در این مقاله، ضمن شرح نظریه پیشرفت بسکار و تبیین امکانی بودن آن با توجه به خطاپذیری شناخت، یک هدف اساسی را دنبال می‌کنیم. این هدف، در بررسی هر چهار رویکرد، به منظور نشان دادن عدم توجه آنان به جنبه خطاپذیری شناخت و تأثیر آن در تبیین پیشرفت، خلاصه می‌شود.

کلیدواژه‌ها

روی بسکار، پیشرفت علم، خطاپذیری شناخت، ضروری، امکانی.

* دانشجوی کارشناسی ارشد فلسفه علم، گروه فلسفه علم، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. | mpoostforush@gmail.com

** استادیار گروه فلسفه علم، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) | m_taqavi@sharif.edu

□ پوست‌فروش، مریم؛ تقوی، مصطفی. (۱۴۰۰). پیشرفت علم از منظر روی بسکار و خطاپذیری شناخت؛ نقدی بر چهار رویکرد. فصلنامه پژوهش‌های فلسفی-کلامی. ۲۳ (۸۷)، ۱۴۸-۱۳۱. doi: 10.22091/jptr.2021.6359.2450



۱. مقدمه

نظریه‌های متفاوتی در خصوص این‌که چه زمانی پیشرفت در علم رُخ می‌دهد، ارائه شده‌است. الکساندر برد^۱ در سال ۲۰۰۷، رویکردهای مختلف را ذیل یک دسته‌بندی سه‌گانه قرار داد: (۱) رویکرد معنایی؛^۲ (۲) رویکرد کارکردی؛^۳ (۳) رویکرد معرفتی^۴ (Bird, 2007). چندی بعد، دلسن^۵ با ارائه دیدگاه ادراکی^۶ خود، رویکرد دیگری به این دسته‌بندی افزود (Dellsén, 2016). رویکرد معنایی، پیشرفت را با نزدیک‌تر شدن نظریه‌ها به «صدق»^۷ تعریف می‌کند. رویکرد کارکردی، پیشرفت را مبتنی بر افزایش کارآمدی در حلّ مسائل می‌داند. همچنین در رویکرد معرفتی، پیشرفت با انباشت دانش^۸ و در رویکرد ادراکی با انباشت فهم^۹ معنا می‌شود (Dellsén, 2018a, p. 1).

روی بسکار^{۱۰} در فلسفه خود با اشاره به دو بُعد ناگذرا^{۱۱} و گذرا،^{۱۲} هدف علم را کسب شناخت نسبت به اُبژه‌های ناگذرا می‌داند که این شناخت، طی یک فعالیت اجتماعی حاصل می‌شود. از آنجا که این شناخت یک محصول اجتماعی و مُتعلق به بُعد گذرای علم است، خطاپذیر^{۱۳} و در معرض تغییر خواهد بود. او با لایه‌مند^{۱۴} خواندن جهان، پیشرفت را بر مبنای حرکت به سمت لایه‌های زیرین و کشف مکانیزم‌های جدید تعریف می‌کند، اما با توجه به خطاپذیری شناخت، حرکت به سمت لایه جدید و کسب دانش نسبت به آن را الزاماً موجب پیشرفت نمی‌داند. همچنین او اذعان دارد که این امر، ممکن است به بازبینی یا تصحیح دانش ما نسبت به لایه بالاتر بیانجامد.

این مقاله، مقاله‌ای فلسفی-استدلالی با رویکردی تحلیلی است که در آن با استفاده از روش مطالعه و تحقیق کتابخانه‌ای، جست‌وجوی وسیعی در منابع متنوع در خصوص مسئله پیشرفت و رویکردهای مختلفی که به این موضوع پرداخته‌اند، انجام شده و ما را به سمت تعریف مسئله هدایت کرده است.

-
1. Alexander Bird
 2. semantic
 3. functional
 4. epistemic
 5. Finnur Dellsén
 6. noetic
 7. truth
 8. knowledge
 9. understanding
 10. Roy Bhaskar
 11. intransitive
 12. transitive
 13. fallible
 14. stratified

از این رو، در این مقاله با اقامه استدلال در صدد نشان دادن آن هستیم که نکته مد نظر بسکارو، در رویکردهای موجود، مغفول مانده و فرمول‌های ارائه شده توسط آنان برای پیشرفت علم، جنبه خط‌پذیر بودن شناخت را پشتیبانی نمی‌کند. به همین منظور، بخش نخست را به شرح مختصری از این چهار رویکرد اختصاص داده و در بخش دوم به نظریه پیشرفت علم در منظر بسکارو می‌پردازیم. بخش سوم نیز که بخش اصلی مقاله را تشکیل می‌دهد، به نشان دادن ضعف رویکردهای موجود در توجه کافی به خط‌پذیری شناخت، اختصاص یافته است.

۲. رویکردهای پیشرفت علم

همان‌طور که در مقدمه اشاره شد، رویکردها در زمینه پیشرفت علم، به چهار رویکرد تقسیم می‌شوند که در این بخش به اختصار به هر یک از آنها خواهیم پرداخت.

۲.۱. رویکرد معنایی

این رویکرد که پیشرفت را بر مبنای نزدیک‌تر شدن نظریه‌ها به «صدق» تعریف می‌کند، با معرفی مفهوم «تقرّب به حقیقت»^۱ توسط پوپر^۲ (Popper, 1963, p. 231) شکل گرفته است. او در ابتدا پیشرفت را مبتنی بر افزایش قدرت تبیین نظریه‌ها در نظر می‌گیرد، اما با طرح مفهوم «تقرّب به حقیقت»، پیشرفت را به نزدیکی نظریه‌ها به صدق، گره می‌زند (Tambo, 2015, p. 34). نییلوتو^۳ که از مدافعان اصلی این رویکرد است، تلاش‌هایی به منظور بسط نظریه پیشرفت پوپر و رفع نواقص آن داشته و با بهره‌گیری از فرمول زیر،^۴ پیشرفت را تبیین می‌کند.

$$Ver(H/E) = \sum P(C_i/E)Tr(H, C_i)$$

1. verisimilitude

2. Karl Popper

3. Ilkka Niiniluoto

۴. نییلوتو، پس از اصلاحاتی، به این فرمول برای تخمین پیشرفت می‌رسد. در این فرمول، $Ver(H/E)$ مخفف واژه Verisimilitude است که برای تقرّب به صدق نظریه استفاده می‌شود و به معنای تقرّب به صدق H بر مبنای E است. E اشاره به evidence به معنای شاهد و H اشاره به hypothesis دارد که نییلوتو در اینجا برای اشاره به نظریه‌ها از آن استفاده می‌کند. همچنین C مخفف constituent است که به توصیفاتی که از جهان داده می‌شود اشاره می‌کند. او با تعریف C^* به عنوان کامل‌ترین توصیف از جهان، معتقد است که به این امر نمی‌شود دست یافت بنابراین، C_i توصیفاتی است که در هر نظریه ارائه می‌شود. در نهایت، Tr نیز مخفف truth likeness به معنای صدق‌نمایی است که اشاره به صدق‌نمایی یک نظریه با توجه به توصیفاتش است.

Ci ، توصیفاتی است که نظریه H از جهان ارائه می‌دهد. اگر H ، جهان را کاملاً درست توصیف کند، $Tr(H, Ci)$ مقداری برابر با یک خواهد داشت. حال با تابع احتمالی $P(Ci/E)$ ، درستی این توصیف، با توجه به شواهد موجودسنجیده می‌شود. بنابراین، تقریب به حقیقت H بر مبنای شواهد، یعنی $Ver(H/E)$ ، با استفاده از فرمول بالا به دست می‌آید که اگر:

$$Ver(H'/E) > Ver(H/E)$$

آنگاه H' نسبت به H ، پیش‌رونده خواهد بود (Niiniluoto, 2014, p. 74).

نیلوتو از دو نوع پیشرفت نام می‌برد: پیشرفت واقعی^۱ و پیشرفت تخمینی^۲. او اذعان می‌دارد با توجه به این‌که توصیف کاملاً درست از جهان برای ما ناشناخته بوده و در دسترس نیست، پیشرفت را با این فرمول و با شواهد موجود، تخمین خواهیم زد (Niiniluoto, 2017, p. 3298). حال، ممکن است این تخمین اشتباه بوده و با شواهد مشاهدتی و تکنیکی جدید، بازمینی شود. طبق ادعای نیلوتو، از آنجا که تخمین تقریب به حقیقت، با افزایش شواهد اصلاح^۳ می‌شود، حرکتی تدریجی به سمت صدق عینی و پیشرفت واقعی خواهیم داشت (Niiniluoto, 2014, p. 74; Roselli, 2018, p. 5).

نقدهای متفاوتی به «رویکرد معنایی» وجود دارد. از جمله این‌که پیشرفت علم باید چیزی بیش از نزدیک شدن به صدق باشد؛ زیرا می‌توان با اضافه کردن یک گزاره این‌همانی به توصیفات ارائه شده، تقریب به حقیقت یک نظریه را افزایش داد (Mizrahi, 2017) یا آنکه برخی اشاره داشته‌اند که برای نشان دادن پیشرفت در علم، نزدیکی به صدق شرطی ضروری نیست و گاهی دستیابی به قدرت پیش‌بینی – بدون افزایش صدق نظریه – نیز موجب وقوع پیشرفت خواهد شد (Rowbottom, 2015). با این وجود، نیلوتو و دیگر مدافعان این رویکرد، معتقدند که تنها این رویکرد است که هم از واقع‌گرایی دفاع می‌کند و هم قادر به تبیین پیشرفت در طی انقلاب‌های علمی است (Niiniluoto, 2017, p. 3303).

۲.۲. رویکرد کارکردی

لاودن^۴ که از پیشگامان این رویکرد است، با کنار گذاشتن صدق و با الهام از فعالیت جورچینی^۵

1. Real progress
2. Estimated Progress
3. Modify
4. Larry Laudan
5. puzzle solving

کوهن،^۱ پیشرفت را مبتنی بر افزایش حل مسئله می‌داند (Dellésén, 2018, p. 4). او تأکید می‌کند که برای بررسی مسئله پیشرفت، ابتدا باید مشخص شود هدف علم چیست و سپس پرسید که آیا در طول زمان، علم به این هدف نزدیک‌تر شده است؟ لاودن، «صدق» را دست‌نیافتنی می‌داند و معتقد است که تنها در صورتی می‌توان ادعایی در خصوص پیش‌رونده بودن نظریه‌های علمی داشت که هدفی دست‌یافتنی برای علم تعریف شود (Laudan, 1981, p. 145).

با این مقدمات، لاودن از توانایی حل مسئله به عنوان هدف علم نام برده و بر این باور است که «علم» تنها در سایه حرکت به سمت نظریه‌هایی که قدرت حل مسئله بالاتری دارند، پیشرفت می‌کند. به عبارتی، علم به دنبال پیشینه کردن دامنه مسائل حل شده و کمینه ساختن مسائل حل نشده است. کارآمدی حل مسئله یک نظریه، توسط تعداد و اهمیت مسئله‌هایی که نظریه حل می‌کند، مشخص می‌شود. این مسائل، شامل مسائلی تجربی^۲ و مسائلی مفهومی^۳ است (Laudan, 1981, pp. 145-146).

مسائلی تجربی، ابزارها، باورها و مفروضاتی هستند که نظریه در صدد تبیین آنهاست یا هنوز تبیین خرسندکننده‌ای از آنها ارائه نشده است و یا مسائلی ناهنجاری که یک نظریه خاص آن را حل نکرده است. مسائل مفهومی، به ساختار نظریه مربوط شده و می‌تواند یک ناسازگاری درونی یا یک ناسازگاری بیرونی با دیگر نظریه‌ها باشد یا آنکه نظریه، ادعایی در خصوص جهان داشته باشد که برخلاف نظریه‌ها و فرض‌های متافیزیکی معمول باشد (Dellésén, 2018, p. 5; Laudan, 1981, p. 146). از آنجا که این رویکرد نسبتی با صدق ندارد، پذیرش حل مسئله، مستقل از صدق تعیین می‌شود و این جامعه علمی است که در خصوص حاصل شدن پیشرفت، قضاوت می‌کند (Shan, 2019, p. 741; Scorzato, 2016, p. 4).

۲.۳. رویکرد معرفتی

می‌توان از برد، به عنوان بنیان‌گذار «رویکرد معرفتی» نام برد. او معتقد است که این انباشت دانش^۴ است که پیشرفت علم را رقم می‌زند؛ نه حل مسئله و تقریب به حقیقت (Bird, 2007, p. 4; Mizrahi &)

کوهن با تعریف پارادایم‌ها و دوره‌های علم‌عادی، بحران و انقلاب علمی، بر این باور است که پیشرفت در دوره علم‌عادی را، فعالیت جورچینی دانشمندان، رقم می‌زند (Kuhn, 1970). به همین دلیل، برد او را نیز ذیل هواداران رویکرد کارکردی قرار داده و بیان می‌دارد که کار او الهام‌بخش مدافعان تبیین پیشرفت بر پایه حل مسئله است.

1. Thomas Kuhn
2. empirical
3. conceptual
4. accumulation of knowledge

Buckwalter, 2014, p. 155). به بیانی دیگر، او یک مرحله^۱ در علم را زمانی پیش‌رونده می‌داند که در پایان مرحله، دانش بیشتری نسبت به آغاز آن وجود داشته باشد (Bird, 2007, p. 2). طبق تعریف برد، دانش مستلزم صدق و توجیه^۲ است و برای آنکه یک باور علمی، پیش‌رونده به حساب آید، هم نیازمند صدق است و هم نیازمند توجیه. به همین دلیل، او «رویکرد معنایی» را که به دنبال تقرّب به صدق است، نقد کرده و معتقد است که پیشرفت علم، صرفاً اکتسابِ باورهای درست نیست و تا زمانی که نتوان دلایل باور علمی را با شواهد موجود نشان داد، نمی‌توان از دانش و در نتیجه، از پیشرفت علم سخن گفت (Bird, 2007, pp. 10-12). البته، در پاسخ به این انتقاد، چنین گفته شده که «رویکرد معنایی» نیز، آنجا که به شواهد در دسترس برای تخمین پیشرفت اشاره می‌کند، به نوعی به دنبال توجیه است (Cevolani & Tambolo, 2013, p. 927).

برد معتقد است که تبیین پیشرفت علم بر مبنای دانش، این امتیاز را دارد که می‌توان ادعای پیوسته^۳ بودن پیشرفت را، بدون هیچ پس‌رفتی داشت؛ زیرا دانش، با صدق و توجیه گره خورده است. او ادعان دارد که تاریخ علم همواره با انباشت دانش همراه بوده و بنابراین، علم همیشه پیشرفت کرده است (Bird, 2007, p. 17, 21).

۲.۴. رویکرد ادراکی

دلسن بر این باور است که «پیشرفت»، با افزایش فهم^۴ حاصل می‌شود؛ نه با انباشت دانش. او در طی مناقشاتی که با مدافعان رویکرد معرفتی دارد (Park, 2017; Dellsén, 2018b; Park, 2020)، تأکید می‌کند که «رویکرد معرفتی»، هدف علم را کسب دانش می‌داند؛ در حالی که هدف علم، قادرسازی ما برای فهم جهان است. فهم علمی – مطابق با تعریف دلسن – زمانی حاصل می‌شود که نسبت به هدفی خاص، تبیین و پیش‌بینی صحیحی داشته باشیم. در نتیجه، پیشرفت علم مبتنی بر آن است که دانشمند، نحوه صحیح تبیین و پیش‌بینی جنبه‌های بیشتری از جهان را به دست آورده باشد (Dellsén, 2016, p. 74).

او وجه تمایز رویکرد ادراکی و معرفتی را در این می‌بیند که فهم، نیازمند توجیه نیست و گاه می‌توان حتی با توسل به نظریه‌های ناموجه نیز، تبیین یا پیش‌بینی صحیحی انجام داد که موجب پیشرفت خواهد بود؛ در حالی که رویکرد معرفتی، نمی‌تواند چنین مواردی را پیش‌رونده بداند (Dellsén, 2018a, p. 7).

1. episode
2. justification
3. continuous
4. understanding

همچنین دل‌سن بر این باور است که انباشت دانش، همیشه به معنای پیشرفت نیست. ممکن است انباشت دانش داشته باشیم، بی آنکه افزایشی در فهم علمی پدید آید. برای نمونه، دل‌سن به جمع‌آوری همبستگی‌های آماری بی‌معنایی، مانند ارتباط افزایش زایمان در خارج از بیمارستان‌های برلین و افزایش جمعیت لک‌های شهر، اشاره می‌کند. این اطلاعات آماری می‌تواند بخشی از دانش را تشکیل دهد، اما افزایش فهمی را در پی ندارد. بدین ترتیب، رویکرد ادراکی و معرفتی قضاوت‌های متفاوتی راجع به وقوع پیشرفت خواهند داشت (Dellsén, 2016, p. 76-78).

۳. نظریه پیشرفت بسکار

بسکار، فلسفه خود را «واقع‌گرایی استعلایی»^۱ می‌نامد. این نامگذاری از آن جهت است که او به منظور احیای بُعد هستی‌شناختی در علم، به طرح پرسش‌ها و تحلیل‌های استعلایی^۲ می‌پردازد. به عبارتی، بسکار با توجه به تحقق علم و غیر قابل انکار بودن آن، علم را مقدمه استدلال استعلایی در نظر گرفته و به سمت توصیف جهانی که چنین امکانی را رقم زده می‌رود و نتیجه می‌گیرد که جهان، حاوی مکانیزم‌های مولد و اُبژه‌های ناگذراست. چنین اُبژه‌هایی مستقل از معرفت انسان عمل می‌کند و علم، در تلاش است تا شناختی نسبت به آنان به دست آورد (Bhaskar, 2008, p. 17, 19).

او با تحلیل فرایند شناخت، از وجه دیگر فلسفه خود، یعنی اجتماعی بودن علم، رونمایی کرده و اُبژه‌های گذرا را معرفی می‌کند. طبق تعریف بسکار، انسان در فعالیت اجتماعی خود دانشی را تولید می‌کند که محصولی اجتماعی بوده و مانند هر ساخته انسانی، هم مستقل از انسان نیست و هم در معرض تغییر است. اُبژه‌های گذرای دانش، فکت‌ها، نظریه‌ها، پارادایم‌ها، مدل‌ها، روش‌ها، ابزارها و تکنیک‌های پژوهشی‌ای هستند که از پیش به دست آمده و به عبارتی، مواد اولیه^۳ دانش را شکل می‌دهند (Bhaskar, 2008, p. 11). علم، بدون این اُبژه‌ها قابل تصور نیست؛ زیرا دانشمندان با کار بر روی این اُبژه‌های تغییرپذیر است که دانشی جدید نسبت به اُبژه‌های ناگذرا کسب می‌کنند (Bhaskar, 2008, p. 48). از این رو، آنچه که حاصل می‌شود، اُبژه‌های گذرای جدیدی است که بر بدنه دانش افزوده و موادی برای کارهای بیشتر خواهد بود.

1. transcendental realism

۲. استدلال استعلایی یا فرارونده که میراثی از کانت است، به این معناست که از سمت توصیف برخی پدیده‌های غیرقابل انکار به سمت توصیف چیزی می‌رویم که امکان ایجاد آن پدیده را فراهم آورده یا به عبارتی پیش‌شرطی برای امکان آن پدیده است (Clarke, 2010, p. 300).

3. raw material

بسکار معتقد است که تفاوت میان هستی‌شناسی و معرفت‌شناسی به تمایز میان اُبژه‌های ناگذرا و گذرا باز می‌گردد (Bhaskar, 2009, p. 16). او افزون بر این دو بُعد در فلسفه علم، به بُعد سوم نیز اشاره می‌کند. به بیان بسکار، واقع‌گرایی استعلایی که به دنبال فهم و برداشت بسنده‌ای از علم است، در سه بُعد پیش می‌رود: بُعد ناگذرا یا هستی‌شناختی، بُعد گذرا یا معرفت‌شناختی و بُعد فراانتقادی^۱ که در این بُعد سوم، پیش‌فرض‌های فلسفی و اجتماعی از روایت‌های علمی، منتقدانه مورد بررسی و موشکافی قرار می‌گیرند (Bhaskar, 2009, p. 17; Bhaskar, 2010, p. 144).

واقع‌گرایی استعلایی ضمن انتقاد از فلاسفه پیشین در نادیده‌انگاشتن تمایز میان سیستم‌های باز^۲ و بسته^۳، و همه‌جا حاضر دیدن انتظام‌های^۴ تجربی، بیان می‌دارد که ما با جهانی روبه‌رو هستیم که یک سیستم باز است. به این معنا که مکانیزم‌های مختلفی در آن وجود داشته و به طور هم‌زمان عمل می‌کنند. این امر، تداخل عملکرد مکانیزم‌ها و در برخی مواقع، عدم فعلیت یافتن آنها را در پی خواهد داشت. بنابراین، در سیستم باز چنین نیست که رویداد نوع «الف»، همواره توسط رویداد نوع «ب» دنبال شود. از این رو، برای دست‌یابی به عملکرد یک مکانیزم خاص، نیاز به جداسازی مکانیزم از دیگر مکانیزم‌هاست و این کار در یک سیستم بسته آزمایشگاهی، انجام‌پذیر خواهد بود (Bhaskar, 2008, p. 24, 57).

بسکار با اشاره به تجربه‌های متفاوت از یک رویداد،^۵ رویدادها را مستقل از تجارب^۶ دانسته و با تحلیل آنچه در آزمایش اتفاق می‌افتد، یعنی اقتران‌های ثابتی^۷ که توسط انسان تولید می‌شود، نتیجه می‌گیرد که قوانین علی، مستقل از توالی رویدادها هستند و به عبارتی، بر این باور است که اقتران‌های ثابت رویدادها، وابسته به عمل و کنش انسان‌هاست، اما قوانین علی خیر (Bhaskar, 2009, p. 19). بدین ترتیب، واقعیت را به سه سطح متمایز واقعی،^۸ بالفعل،^۹ و تجربی^{۱۰} تقسیم می‌کند. در سطح تجربی، انسان به مشاهده و تجربه کردن مشغول است. سطح بالفعل نیز اشاره به رویدادهایی دارد که فارغ از آنکه تجربه شود یا نه، رخ می‌دهد و در نهایت، سطح واقعی، سطحی است که حاوی مکانیزم‌های مولد و ساختارهای علی است (Robert, 2016, p. 246). او با این توصیف لایه‌مند از جهان، علم را حرکت از سطح تجربی به سطح واقعی، دانسته و معتقد است که ما با مشاهده انتظام‌ها به سمت لایه‌های زیرین، به

1. meta critical dimation
2. open
3. closed
4. regularities
5. event
6. experiences
7. constant conjunctions
8. real
9. actual
10. empirical

منظور کشف مکانیزم‌هایی که مولد رویدادها هستند، پیش می‌رویم (Bhaskar, 2008, p. 133). بدین ترتیب، منطق اکتشاف علمی نزد بسکار چنین ترسیم می‌شود که با شناسایی یک انتظام، ایده‌های باورپذیر متنوعی در خصوص مکانیزم‌ها مطرح شده و در معرض انتقادات سخت و آزمون‌های تجربی قرار می‌گیرند. طبق تعریف او، زمانی که یک لایه واقعیت، به شکل بسنده‌ای توصیف شود، گام بعدی مبتنی بر کشف مکانیزم‌های مسئول برای رفتار در آن سطح خواهد بود (Bhaskar, 2008, p. 135).

او پیشرفت علم را مبتنی بر لایه‌مندی جهان و حرکت علم از یک لایه به لایه زیرین‌تر، تبیین کرده و بر این باور است که با حرکت به لایه جدید و کسب دانش نسبت به آن، این امکان وجود دارد که دانش پیشین ما مورد بازبینی قرار گرفته و تصحیح شود. در نتیجه، علم در حرکت خود به سمت لایه‌های عمیق‌تر، هم امکان تغییر دارد و هم ممکن است با کشف لایه جدید، پیشرفت کند (Bhaskar, 2008, p. 181). ماهیت علم، در نگاه بسکار، ریشه در حرکت از «دانش نسبت به پدیده‌های آشکار» به سمت «دانش نسبت به ساختارهایی که این پدیده‌ها را تولید می‌کند» دارد که البته، این امر، با تکیه بر دانش‌های پیشین فراهم می‌شود (Bhaskar, 2009, p. 42). نکته مهمی که می‌توان از نظریه پیشرفت بسکار استخراج کرد، این است که حرکت به سمت لایه‌های زیرین، الزاماً به پیشرفت نخواهد انجامید؛ زیرا او شناخت را خط‌پذیر دانسته و معتقد است که «باورهای ما همیشه آماده اصلاح شدن در پرتو کار شناختی بیشتر هستند» (Benton & Craib, 2010, p. 121). همچنین اذعان دارد که تلاش‌های علمی برای آشکارسازی واقعیت، همیشه به ادعاهای معتبر در خصوص ماهیت مکانیزم‌ها نخواهند انجامید و چنین نیست که «نظریه‌ها، روز به روز هم‌ریختی بیشتری با واقعیت پیدا کنند» (Baert, 2005, p. 163).

بسکار با استدلال‌های فلسفی به این نتیجه می‌رسد که جهان، حاوی مکانیزم‌های مولد است، اما کشف ماهیت آنها و اینکه دقیقاً چه مکانیزم‌هایی در کار است را وظیفه علم می‌داند. این امر، مستلزم کار در دو بُعد نظری، یعنی به‌کارگیری ابزارهای مفهومی و بُعد عملی، یعنی به‌کارگیری ابزارهای آزمایشگاهی است. حال، از آنجا که شرایط نظری و تکنیکی‌ای که تحت آنها شناخت شکل گرفته و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، خود در حال گسترش و در معرض تغییر و اصلاح‌اند، دانش ما نیز ممکن است بسط پیدا کرده یا تصحیح شود (Bhaskar, 2008, p. 177).

اگر چه بسکار هدف علم را کشف مکانیزم‌هایی می‌داند که پدیده‌ها را تولید کرده و به نوعی اُبژه‌های ناگذرای دانش را تشکیل می‌دهند، اما اذعان دارد که کار دانشمندان در کسب شناخت نسبت به مکانیزم‌ها، مُتعلّق به جهان اجتماعی علم است. او معتقد است که ما با تکیه بر دانش‌های پیشین که اُبژه‌های گذرای دانش بوده و خود محصولی اجتماعی‌اند، دانشی جدید کسب می‌کنیم که به جهت ماهیت اجتماعی‌شان، خط‌پذیر و در معرض تغییرند (Yucel, 2018, p. 412; Bhaskar, 2008, p. 12, 202). از همین‌روست که بسکار معتقد است که ممکن است دانش ما نسبت به لایه جدید، به بازبینی یا

تصحیح لایه‌های رویین بیانجامد. بدین ترتیب، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در نگاه بسکار، حرکت به سمت لایه‌های عمیق‌تر الزماً منجر به پیشرفت نخواهد شد و اینکه کسب دانش نسبت به لایه جدید پیشرفت علم را به همراه داشته باشد، امری امکانی خواهد بود.

۴. پیشرفت و خطاپذیری شناخت

همان‌طور که در بخش پیشین عنوان شد، بسکارز «شناخت» را خطاپذیر دانسته و معتقد است که نظریه‌ها تلاش‌هایی خطاپذیر برای توصیف ساختارهای واقعی طبیعت هستند (Bhaskar, 2009, p. 41). از طرفی، مدعی شدیم که از این خطاپذیری و همچنین توصیف او از فعالیت دانشمندان در حرکت به سمت لایه‌های عمیق‌تر، چنین استنباط می‌شود که حرکت به سمت لایه‌های زیرین و کسب شناخت نسبت به آن، ضرورتاً منتهی به پیشرفت علم نخواهد شد و می‌توان گفت که پیشرفت در منظر بسکار، امری امکانی است. اگر چه او بر این باور است که با شناسایی، توصیف و تبیین سطوح عمیق‌تر، این امکان وجود دارد که دانش ما در سطوح بالایی، مورد بازبینی قرار گرفته، تصحیح شده یا به طور ریشه‌ای تغییر یابد (Bhaskar, 2009, p. 42)، اما باید دقت شود که همین دانش جدید، خود خطاپذیر بوده و نمی‌توان گفت به صرف کسب دانش جدید، پیشرفت در علم رقم خواهد خورد. حال در این بخش، قصد داریم تا با تدقیق چهار رویکرد در خصوص پیشرفت علم، به بررسی این امر پردازیم که آیا هیچ یک از این رویکردها به خطاپذیری شناخت و تأثیر آن در تبیین پیشرفت علم، توجه نموده‌اند یا نه.

۱.۴. رویکرد معنایی

پیش‌تر اشاره شد که رویکرد معنایی با فرموله کردن تقرّب به حقیقت، پیش‌رونده بودن یک نظریه را به افزایش تقرّب به حقیقت گره می‌زند. این رویکرد با توجه به ناشناخته بودن توصیف کاملاً صحیح از جهان، معتقد است آنچه از فرمول مذکور حاصل می‌شود، پیشرفت واقعی نیست، بلکه تخمین پیشرفت است. حال با آنکه رویکرد معنایی، به این امر واقف است که در چنین تخمینی، احتمال خطا و اشتباه وجود دارد، اما مدعی است که با افزایش شواهد، این تخمین دقیق‌تر شده و به تدریج، به صدق نزدیک می‌شود. حال این‌گونه به نظر می‌رسد که این رویکرد با تکیه بر چنین شواهدی، تصحیح تخمین پیشرفت را ضروری می‌پندارد. به بیانی دیگر، «رویکرد معنایی» یک رابطه مستقیم میان بالا رفتن شواهد و نزدیک شدن به صدق در نظر می‌گیرد. همچنین از آنجا که پیشرفت را بر مبنای تقرّب به حقیقت تعریف می‌کند، نتیجه می‌گیرد که هر چه شواهد بیشتری در دسترس باشد، محاسبه پیشرفت تخمینی به پیشرفت واقعی نزدیک‌تر است.

اینک و پیش از آنکه به بررسی این شواهد پردازیم، اشاره به این مطلب ضروری است که برخی واقع‌گرایان - در مقام نقد این رویکرد - معتقدند که «چنین شواهدی، بیان‌کننده این نکته هستند که یک نظریه چه مقدار موقّق و تا چه اندازه آگاهی‌بخش یا سازگار با دیگر نظریه‌هاست ... و این در حالی است که ادّعی رویکرد معنایی در فرمول ارائه شده، تقرّب به حقیقت و نزدیکی به صدق است، لکن آنچه انجام می‌گیرد صرفاً کفایت تجربی است؛ نه یک حرکت واقع‌گرایانه» (Roselli, 2018, p. 7- 8). باید دقّت شود که بحث ما متفاوت از این نقد بوده و مشخصاً معطوف به ماهیت این شواهد است. به این معنا که حتی اگر نینیلوتو و دیگر مدافعان این رویکرد، از موضع واقع‌گرایانه خود نیز عدول نکنند، باز ایراد ما با برجا خواهد بود.

این شواهد، دقیقاً همان چیزهایی هستند که بسکار از آنها با نام «ابژه‌های گذرای دانش» یا «محصولات اجتماعی» یاد کرده و آنان را هم خطاپذیر و هم در معرض تغییر می‌داند؛ زیرا «آنچه به طور اجتماعی تولید می‌شود، به طور اجتماعی نیز قابل تغییر است» (Bhaskar, 2008, p. 180). از این رو، نمی‌توان در قیاس میان دو نظریه، بر مبنای به دست آمدن شاهد جدید، ادّعا کرد که نظریه «ب» نسبت به نظریه «الف» ضرورتاً پیش‌رونده است؛ زیرا با بهبود ابزارهای نظری و عملی، این امکان وجود دارد که خطای شواهدی که مؤید این پیشرفت است، قضاوت شود.

۲.۴. رویکرد کارکردی

مسئله مهم در این رویکرد، توجه ویژه به جامعه علمی است. همان‌طور که در بخش نخست بیان شد، رویکرد کارکردی که با کنار گذاشتن صدق، پیشرفت را مبتنی بر «حلّ مسئله» تعریف می‌کند، قضاوت پیش‌رونده بودن یک نظریه را بر عهده جامعه علمی می‌داند. لاودن، مجموعه‌های نظری چون پارادایم را «سنت‌های پژوهشی»^۱ خوانده و ادّعا دارد که این سنت‌های پژوهشی هستند که تعیین می‌کنند چه چیزی مسئله اصلی عنوان شود و چه چیزی راه حل یک مسئله به حساب آید (Laudan, 1981, p. 150). به زعم مدافعان این رویکرد، امتیاز گره زدن پیشرفت به حلّ مسئله این است که فارغ از صحّت نظریه‌ها می‌توان تنها به کارآمدی حلّ مسئله نگریست و اگر تعداد و اهمیت مسائل حل شده توسط نظریه بیشتر باشد، آن را پیش‌رونده خواند (Dellsén, 2018a, p. 5). برد در نقد این دیدگاه و به جهت دفاع از لزوم صدق و توجیه، چنین استدلال می‌کند: فرض کنید نظریه‌ای صحیح که مسائل مختلفی را مطرح کرده و حل می‌کند با نظریه‌ای غلط که مسائل بیشتری را مطرح و حل کرده، جایگزین شود. حال، اگر آن‌طور که رویکرد

کارکردی ادعا می‌کند، مبنای پیش‌رونده بودن، تعداد مسائل حل شده باشد، نمی‌توان نشان داد که نظریه جدید، پیش‌رونده است (Bird, 2007, p. 70). در کنار نقدِ برد، این مسئله را نیز باید در نظر گرفت که جامعه علمی مبرا از خطا نیست و تاریخ علم نشان داده است که چنین نبوده که جامعه علمی - چه در طرح مسائل و چه در پذیرش راه‌حل آن‌ها - دچار اشتباه نشده باشد؛ زیرا جامعه علمی - به زعم بسکار - با تکیه بر اُبژه‌های گذرای دانش، به این مهم می‌پردازد و این امکان وجود دارد که با تغییر آنها، جامعه علمی در پذیرش حل مسئله‌ای خاص تجدید نظر کند.

اکنون با در نظر گرفتن این دو نکته، به اقامه ایراد خود می‌پردازیم. جدا از این که رویکرد کارکردی به صدق توجه کند یا آن را کنار بگذارد، با غفلت از خطاپذیری شناخت و عدم توجه به احتمال خطای جامعه علمی در حل مسئله، افزایش کارآمدی حل مسئله را ضرورتاً موجب پیشرفت می‌داند؛ در حالی که حتی اگر بپذیریم که پیشرفت مبتنی بر حل مسئله تعریف می‌شود، رابطه آن دو با هم، یک رابطه امکانی است؛ نه ضروری.

۳.۴. رویکرد معرفتی

رویکرد معرفتی - همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد - مبتنی بر انباشت دانش است و بر این نکته تأکید دارد که نظریه‌ای که صادق نبوده و توجیه نشده باشد، جزو بدنه دانش به حساب نمی‌آید. در واقع، اگر نتوان با شواهد علمی نشان داد که نظریه‌ای موجه و صحیح است، نمی‌توان به پیش‌رونده بودن آن اذعان داشت.

صرف نظر از انتقادات مطرح شده به این رویکرد که با ارجاع به تاریخ علم نشان می‌دهند که باورهای علمی ناموجهی وجود داشته که پیش‌رونده نیز به حساب آمده‌اند (Dellsén, 2016; Rowbottom, 2015)، سؤال ما از رویکرد معرفتی این است که توجیه نظریه‌ها بر چه مبنایی انجام می‌گیرد؟ آیا شواهد علمی مد نظر برد، چیزی جز اُبژه‌های گذرای دانش اند؟ آیا با تغییر یافتن این اُبژه‌ها، تغییری در توجیه نظریه‌ها حاصل نمی‌شود؟ پس، چگونه هواداران این رویکرد ادعا می‌کنند که اگر مبنای ما برای تعریف پیشرفت، دانش باشد، با یک حرکت پیوسته مواجه هستیم که پس‌رفتی در آن وجود ندارد. برای مثال، همان‌طور که کشف سیاره نپتون، توجیهی برای مکانیک نیوتونی به حساب می‌آمد، اما بعدها به دلایلی دیگر عدم توانایی این نظریه روشن شد، این امکان نیز وجود دارد که نظریه‌ای بر پایه اُبژه‌های گذرا و محصولات اجتماعی، صحیح و موجه شناخته شود، اما با بهبود ابزارهای علمی، ناموجه بودن نظریه ثابت شود. پس نمی‌توان گفت که انباشت دانش، ضرورتاً به پیشرفت خواهد انجامید؛ زیرا آنچه در علم، مهر دانش را به خود اختصاص می‌دهد بر پایه اُبژه‌هایی است که همواره در معرض تغییر هستند و ممکن است آنچه که

پیشرفت علم تشخیص داده می‌شود، خطا بوده باشد. این در حالی است که رویکرد معرفتی، جایی برای امکان خطاپذیری توجیه و تصدیق در نظریه پیشرفت خود، باز نکرده است.

۴.۴. رویکرد ادراکی

اگر چه این رویکرد با نقد دیدگاه معرفتی، صدق و توجیه را برای پیش‌رونده بودن یک نظریه ضروری نمی‌داند، اما همان ایرادی که متوجه رویکرد معرفتی و دیگر رویکردهاست، دامن‌گیر رویکرد ادراکی نیز خواهد بود؛ زیرا این رویکرد میان پیشرفت و افزایش تبیین و پیش‌بینی، رابطه‌ای مستقیم و ضروری برقرار می‌کند. با آنکه دلایل در نظریه خود اشاره کرده که این تبیین و پیش‌بینی باید صحیح باشد تا به پیشرفت بیانجامد، اما باز این سؤال مطرح می‌شود که تبیین و پیش‌بینی با تکیه بر چه مواردی صورت می‌گیرد؟ و پاسخ همان ابژه‌های گذرا خواهد بود. بنابراین، دوباره به این نتیجه می‌رسیم که امکان خطا در تبیین و پیش‌بینی‌های ما وجود دارد و نمی‌توان ادعا کرد که با ارائه تبیین و پیش‌بینی بیشتر، لزوماً پیشرفت در علم رقم می‌خورد؛ در حالی که رویکرد ادراکی، درصدی برای خطاپذیری تبیین و پیش‌بینی در نظر نگرفته و به صرف افزایش آن‌ها، رخ دادن پیشرفت را ضروری می‌داند.

۵. نتیجه‌گیری

آنچه در این مقاله انجام گرفت، مبتنی بر دو فاز است: تبیین امکانی بودن پیشرفت علم در نگاه بسکار و تدقیق چهار رویکرد مطرح‌ناظر به پیشرفت علم، به منظور نشان دادن عدم توجه آنان از خطاپذیری شناخت. به همین جهت، ابتدا شرح مختصری از رویکردهای پیشرفت که شامل چهار رویکرد معنایی، کارکردی، معرفتی و ادراکی است، ارائه شد. رویکرد معنایی، پیشرفت علم را مبتنی بر تقریب به صدق نظریه تعریف می‌کند، رویکرد کارکردی افزایش حل مسئله را موجب پیشرفت علم می‌داند، رویکرد معرفتی با تعریف دانش مبتنی بر صدق و توجیه، پیشرفت را با انباشت دانش گره زده و همچنین رویکرد ادراکی، افزایش فهم را که معطوف به پیش‌بینی و تبیین است، عامل پیشرفت علم در نظر می‌گیرد. در ادامه، به نظریه پیشرفت بسکار پرداختیم. طبق تعریف او، از آنجا که کسب شناخت نسبت به مکانیزم‌های زیربنایی با تکیه بر ابژه‌های گذرا که محصولی اجتماعی‌اند، ممکن است، شناخت ما از مکانیزم‌ها خطاپذیر خواهد بود. بسکار که پیشرفت را مبتنی بر حرکت به سمت لایه‌های جدید و کسب دانش نسبت به آن تبیین می‌کند، با در نظر گرفتن این خطاپذیری، دانش نسبت به لایه زیرین را لزوماً موجب پیشرفت ندانسته و اذعان دارد که این امر ممکن است، و ضروری نیست که منجر به تصحیح دانش‌های پیشین شود.

به همین ترتیب، بخش اصلی مقاله را به بررسی چهار رویکرد دیگر اختصاص داده و ضعف هر یک را در عدم توجه به خطاپذیری شناخت - از منظر روی بسکار - نشان دادیم. در این بررسی، روشن شد که رویکرد معنایی، از تأثیر خطاپذیری در شواهدی که برای تخمین تقریب به حقیقت و در نتیجه، پیشرفت مورد استفاده قرار می‌گیرد، غافل است. رویکرد کارکردی، این تأثیر را در حل مسائلی که توسط نظریه‌ها انجام می‌شود، نادیده انگاشته. رویکرد معرفتی، خطاپذیری شواهدی که برای توجیه و تصدیق استفاده می‌شود را در نظر نگرفته و سرانجام رویکرد ادراکی نیز از تأثیر خطاپذیری در آنچه تبیین و پیش بینی بر پایه آن انجام می‌شود، غفلت ورزیده است و همین امر سبب شده تا این رویکردها، ارضای معیارهای مد نظر را ضرورتاً موجب وقوع پیشرفت بدانند.

References

- Baert, P. (2005). *Philosophy of the Social Sciences: Towards Pragmatism* (1st edition). Cambridge, UK; Malden, MA: Polity.
- Benton, T., & Craib, I. (2010). *Philosophy of Social Science: The Philosophical Foundations of Social Thought*. Macmillan International Higher Education.
- Bhaskar, R. (2008). *A Realist Theory of Science*. Routledge.
- Bhaskar, R. (2009). *Scientific Realism and Human Emancipation*. Routledge.
- Bhaskar, R. (2010). *Reclaiming Reality: A Critical Introduction to Contemporary Philosophy*. Taylor & Francis.
- Bird, A. (2007). What Is Scientific Progress? *Noûs*. 41, 64-89. doi: 10.1111/j.1468-0068.2007.00638.x
- Cevolani, G., & Tambolo, L. (2013). Progress as Approximation to the Truth: A Defence of the Verisimilitudinarian Approach. *Erkenntnis* (1975-). 78(4), 921-935.
- Clarke, S. (2010). Transcendental Realisms in the Philosophy of Science: On Bhaskar and Cartwright. *Synthese*. 173(3), 299-315. doi: 10.1007/s11229-008-9427-2
- Dellsén, F. (2016). Scientific progress: Knowledge versus understanding. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. 56, 72-83. doi: 10.1016/j.shpsa.2016.01.003
- Dellsén, F. (2018 a). Scientific Progress: Four Accounts. *Philosophy Compass*. 13. (11), e12525. doi: 10.1111/phc3.12525
- Dellsén, F. (2018 b). Scientific Progress, Understanding, and Knowledge: Reply to Park. *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift Für Allgemeine Wissenschaftstheorie*. 49(3), 451-459. doi: 10.1007/s10838-018-9419-y
- Isaksen, K. R. (2016). Reclaiming Rational Theory Choice as Central: A Critique of

- Methodological Applications of Critical Realism. *Journal of Critical Realism*. 15(3), 245-262. doi: 10.1080/14767430.2016.1169369
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions: 50th Anniversary Edition* (2nd edition). Chicago; London: University of Chicago Press.
- Laudan, L. (1981). A Problem-Solving Approach to Scientific Progress. In Hacking, I. (Ed.), *Scientific Revolutions*, 144-155. Oxford University Press.
- Mizrahi, M. (2017). Scientific Progress: Why Getting Closer to Truth Is Not Enough. *International Studies in the Philosophy of Science*. 31(4), 415-419. doi: 10.1080/02698595.2019.1565213
- Mizrahi, M., & Buckwalter, W. (2014). The Role of Justification in the Ordinary Concept of Scientific Progress. *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift Für Allgemeine Wissenschaftstheorie*. 45(1), 151-166. doi: 10.1007/s10838-014-9243-y
- Niiniluoto, I. (2014). Scientific Progress as Increasing Verisimilitude. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. 46, 73-77. doi: 10.1016/j.shpsa.2014.02.002
- Niiniluoto, I. (2017). Optimistic Realism about Scientific Progress. *Synthese*. 194(9), 3291-3309. doi: 10.1007/s11229-015-0974-z
- Park, S. (2017). Does Scientific Progress Consist in Increasing Knowledge or Understanding? *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift Für Allgemeine Wissenschaftstheorie*. 48(4), 569-579. doi: 10.1007/s10838-017-9363-2
- Park, S. (2020). Scientific Understanding, Fictional Understanding, and Scientific Progress. *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift Für Allgemeine Wissenschaftstheorie*. 51(1), 173-184. doi: 10.1007/s10838-019-09480-8
- Popper, K. (1963). *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge* (2nd edition). London; Routledge and Kegan Paul.
- Roselli, A. (2020). Realists Waiting for Godot? The Verisimilitudinarian and the Cumulative Approach to Scientific Progress. *Erkenntnis*. 85(5), 1071-1084. doi: 10.1007/s10670-018-0065-x
- Rowbottom, D. P. (2015). Scientific Progress without Increasing Verisimilitude: In Response to Niiniluoto. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. 51, 100-104. doi: 10.1016/j.shpsa.2015.01.003
- Scorzato, L. (2016). A Simple Model of Scientific Progress-With Examples. *ArXiv:1604.06946 [Physics]*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1604.06946>
- Shan, Y. (2019). A New Functional Approach to Scientific Progress. *Philosophy of Science*. 86(4), 739-758. doi: 10.1086/704980
- Tambolo, L. (2015). A Tale of Three Theories: Feyerabend and Popper on Progress and the Aim of Science. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*.

51, 33-41. doi: 10.1016/j.shpsa.2015.02.005

Yucel, R. (2018). Scientists' Ontological and Epistemological Views about Science from the Perspective of Critical Realism. *Science & Education*. 27(5-6), 407-433. doi: 10.1007/s11191-018-9983-x