



Research Article

Extracosmic Void from Philosophy to Physics: A Comparison between the Open World Model and the Quantum Field Theory

Hojjat Imanikia ¹

Ahmad Nasir Mahallati ²

The present study provides a comparative explanation of the concept of "void" in two philosophical and physical systems, and shows that the concept of void in quantum field theory in curved space-time is consistent with the open world model philosophers' understanding of infinite empty space. In classical philosophy based on the closed world model, the extracosmic void was considered equivalent to pure nothingness, whereas in the open world model, the void is accepted as an absolute and infinitely existing place. This article, using a descriptive-analytical method, examines and compares the conceptual structure of the void in philosophy and physics, and, relying on historical and theoretical sources, shows that the dynamical perception of the void in quantum physics - as an energetic and expanding context of the universe - is consistent with the philosophical image of the void in the Democritus and Stoic traditions, as well as among rationalist Muslim theologians. This research is intended to establish a possibility for a theoretical dialogue between philosophy and physics on the structure of existence and the explanation of the expansion of the universe in a void-like context.

Keywords: extracosmic void, open-world model, quantum physics, absolute space, cosmic expansion.

1. Lecturer and Philosophy Researcher.

2. Lecturer and Philosophy Researcher at Ferdowsi University of Mashhad.



حجت ایمانی کیا^۱

احمد نصیر محلاتی^۲

● خلا برون کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۰ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۱۱/۲۸

چکیده

پژوهش پیش‌رو به تبیین تطبیقی مفهوم «خلا» در دو منظومه فلسفی و فیزیکی می‌پردازد و نشان می‌دهد مفهوم خلا در نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده با برداشت فیلسوفان مدل جهان باز از فضای تهی نامتناهی، هم‌افق است. در فلسفه کلاسیک مبتنی بر مدل جهان بسته، خلا برون کیهانی معادل نیستی محض در نظر گرفته می‌شد، حال آن‌که در مدل جهان باز، خلا به مثابه مکان مطلق و بی‌نهایت موجود، پذیرفته شده است. این مقاله با روش توصیفی-تحلیلی، به بررسی و مقایسه ساختار مفهومی خلا در فلسفه و فیزیک می‌پردازد و با تکیه بر منابع تاریخی و نظری نشان می‌دهد تلقی دینامیکی فیزیک کوانتومی از خلا - به مثابه بستر انرژی دار و گسترش‌پذیر عالم - با تصویر فلسفی خلا در سنت دموکریتی و رواقی و نیز نزد متکلمان عقل‌گرای مسلمان، سازگار است. هدف این پژوهش، برقراری امکانی برای گفت‌وگوی نظری میان فلسفه و فیزیک در باب ساختار هستی و تبیین گسترش عالم در بستری خلا مانند است.

واژگان کلیدی: خلا برون کیهانی، مدل جهان باز، فیزیک کوانتومی، مکان مطلق، انبساط کیهانی.

۱. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده الهیات و معارف اسلامی دانشگاه قم.

۲. دانش‌آموخته ارشد فلسفه علوم اجتماعی دانشگاه تهران و طلبه سطح چهار حوزه علمیه قم.

استناد به این مقاله: ربانی، عاطفه؛ رامین، فرح؛ یزدانی، مهدی (۱۴۰۴). «مقایسه تطبیقی نظریه جهان‌های بسیار در فیزیک و فلسفه». دوفصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های عقلی نوین. ش ۱۹. صص ۳۵-۹.

doi 10.22081/nir.2026.68718.1446





مقدمه

یکی از پرسش‌های نادیده گرفته شده در مباحث فلسفی که در فیزیک (به‌ویژه فیزیک کوانتومی) به‌نحو کاملاً جدی مطرح می‌باشد، این است که آیا فضایی تهی یا مکان مطلق، فراتر از مرزهای جهان فیزیکی^۱، با عنوان خلأ، وجود دارد که جهان در آن بسط یابد؟ آیا بر فرض وجود چنین چیزی، این خلأ برون کیهانی نامتناهی است؟ برخی از استدلال‌های فلسفی باستانی ناظر بر این موضوع است. مهم‌ترین استدلال اقامه‌شده تاکنون بر وجود خلأ برون کیهانی و انبساط را آرخیتاس^۲ فیثاغورثی، دوست افلاطون، ابداع کرد.

اگر من در لبهٔ مرز جهان بایستم، آیا می‌توانم دست یا عصایم را بیرون از آن لبه دراز کنم یا خیر؟ اگر نتوانم آن را بیرون از لبه جهان دراز کنم، پس آن طرف پوچ و هیچ خواهد بود (آتوپون)، اما اگر بتوانم آن را به بیرون هل دهم، آنچه در بیرون است یا جسم یا مکان خواهد بود. این هل دادن عصا تا کجا ادامه پیدا خواهد یافت؟ اگر همیشه و تا ابد بتوان عصا را به بیرون از مرز جهام هل داد، ذ‌بدان معناست که آن سوی مرز جهان چیزی بی نهایت خواهد بود.

(Furley, 1981,p)

این چیز بی نهایت، مکان تهی نامتناهی یا خلأ برون کیهانی نام دارد. تلاش برای تصور فضایی نامتناهی فراتر از بیرونی‌ترین لبهٔ جهان فیلسوفان را به چالش کشید.

بیشتر فیلسوفان تابع مدل جهان‌شناسی افلاطونی-ارسطویی، خلأ و به‌طور خاص خلأ برون کیهانی را انکار می‌کنند و آن را عدم محض می‌پندارند. اما این مفهوم در فیزیک کوانتوم به‌ویژه میدان‌های کوانتومی فضا-زمان خمیده، جایگاهی ویژه دارد و مبنایی برای این حوزه از فیزیک قرار گرفته است. به عبارتی این فیزیک‌دانان خلأ را به‌نوعی امری وجودی می‌پندارند و آن را معادل فضای تهی نامتناهی برمی‌شمارند که جهان در آن در حال انبساط است. به همین دلیل نزاعی میان فلسفه و فیزیک بر سر وجود یا عدم وجود خلأ نامتناهی وجود دارد که می‌خواهیم در بابیم آیا این نزاع، جدی است یا خیر؟ آیا می‌توان در چارچوب فلسفی، نظریاتی یافت که در آن مفهوم خلأ نامتناهی

۱. در ادبیات فیلسوفان باستان، بحث بر سر وجود جهان بسته نبود، بلکه بحث بر سر جایگاه و شأن این جهان بود به این معنا که آیا این جهان فعلی تمام آن چیزی است که موجود است و یا اینکه چیز دیگری هم در پس آن وجود دارد؟

Archytas^۲



خلاً برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

با مفهوم آن در فیزیک کوانتومی همسان باشد یا خیر؟ پاسخ اجمالی آن است که بر اساس نظریه کیهان‌شناسی مدل جهان باز که برخی از فیلسوفان، طرف‌دار آن هستند، مفهوم خلاً با آنچه در فیزیک میدان‌های کوانتومی فضا-زمان خمیده مطرح می‌شود، هم‌افق و امری وجودی است. توضیح این مطلب خواهد آمد.

بنابراین در این پژوهش، از میان دو الگوی اصلی کیهان‌شناسی در سنت فلسفی، یعنی مدل جهان بسته و مدل جهان باز، چارچوب تحلیل را بر مدل دوم بنا نهاده‌ایم. هدف آن است که با تمرکز بر مفهوم «خلأ برون‌کیهانی» در این مدل فلسفی، امکان تطبیق آن را با یکی از پیشرفته‌ترین تبیین‌های فیزیکی معاصر یعنی نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده بررسی کنیم. در این چارچوب، خلاً نه به‌مثابه عدم محض یا لاشیء، بلکه به‌عنوان مکان مطلق یا فضای تهی نامتناهی در نظر گرفته می‌شود؛ برداشتی که پیشینه آن را می‌توان در فلسفه دموکریتوس، اپیکوریان، رواقیان و بخشی از کلام اسلامی یافت. ما در این پژوهش نشان خواهیم داد که این برداشت فلسفی از خلاً، هم‌پوشانی‌ها و نقاط تلاقی مهمی با مفاهیم بنیادین فیزیک نظری امروز، به‌ویژه در زمینه‌هایی چون انبساط کیهان، خلاً کوانتومی و میدان‌های انرژی در فضای بیرونی جهان دارد. بنابراین، تلاش ما به تبیین امکان گفت‌وگویی مفهومی و ساختاری میان سنت فلسفی مدل جهان باز و فیزیک نظری میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده در باب خلاً معطوف است. پیش از هر چیز، ابتدا باید به‌طور کلی مفهوم خلاً در فلسفه و سپس مدل‌های جهان‌شناسی فلسفی تبیین شود.

۱. خلاً و گونه‌های آن در فلسفه: از نیستی مطلق تا مکان بی‌متکن

در متون کلامی و فلسفی چندین معنا برای خلاً بیان شده است. مکان مطلق (ابن حزم، ۱۴۱۶، ج ۱، ص ۳۸)، مکانی که متمکنی در آن نباشد (اخوان الصفا، ۱۴۱۲، ج ۱، ص ۴۴۶)، بُعد خالی از جسم (مجمع البحوث الاسلامیه، ۱۴۱۴، ص ۱۲۹)، بُعدی که ابعاد سه‌گانه در آن فرض شود و قائم به ماده نیست هرچند شأنیت جسم را دارد (ابن سینا، ۱۴۰۰، ص ۱۰۹)، شیء متصور عقلی بدون وجود خارجی (قطب‌الدین‌الرازی-الباغوری، ۱۳۸۱، ص ۲۹۸)، مکان خالی (همان)، مکان فارغ (صدرالمتألهین، ۱۹۸۱م، ج ۵، ص ۲۳۹) و در نهایت عدم محض و لاشیء است (ابن سینا، ۱۴۰۴، ج ۱، ص ۱۲۳). به‌طور کلی گفته شده است خلاً، بُعد یا نوعی مکان است (جمعی از نویسندگان، ۱۴۱۵،



ص ۱۴۲). شهرزوری می‌گوید برخی خلأ را مقدار و شیء می‌دانند و برخی آن را مقدار و لاشیء برمی‌شمارند. (شهرزوری، ۱۳۸۳، ص ۱۴۱)

خلأ به هر معنایی که باشد^۱ دو نوع است. خلأ برون کیهانی^۲ و نامتناهی و خلأ درونی^۳ و متناهی. (Dhanani, 2021, p.71) خلأ برون کیهانی یعنی بیرون از مرزهای جهان، که به اصطلاح کلاسیک آخرین فلک محدودالجهات^۴ نام دارد، فضای نامتناهی و بیکران وجود دارد. خلأ درونی و متناهی یعنی درون جهان میان دو جسم چیزی وجود نداشته باشد تا مانع تلاقی آنها شود. به بیان دیگر خلأ برون کیهانی، فضای تهی خارج از مرزهای جهان متناهی است و خلأ درون کیهانی، فضاهای خالی میان ذراتی است که جهان را تشکیل می‌دهند. بیشتر فیلسوفان به تبع ارسطو، منکر هر دو گونه خلأ هستند و ادله فراوانی در رد آن ارائه نموده‌اند. (ارسطو، ۱۳۶۳، ص ۱۴۵؛ ابن سینا، ۱۴۰۴، ج ۱، ص ۱۲۳)، اما این مطلب نیاز به توضیح دارد.

توضیح اینکه کیهان‌شناسی فلسفی بر دو نوع است؛ کیهان‌شناسی افلاطونی-ارسطویی با چارچوب بطلمیوسی که ما آن را مدل جهان بسته^۵ می‌نامیم و قالب دموکریتی-اپیکوری که از آن به مدل جهان باز^۶ تعبیر می‌کنیم. مدل جهان بسته، مدل محبوب فیلسوفان بوده است؛ درحالی که مدل جهان باز کمتر مورد اعتنا قرار گرفته است. اکنون که با معانی متنوع خلأ در فلسفه آشنا شدیم، لازم است این مفاهیم را در چارچوب دو مدل کیهان‌شناختی فلسفی، یعنی مدل جهان بسته و جهان باز، بررسی کنیم تا روشن شود در کدام چارچوب، امکان تبیین خلأ برون کیهانی وجود دارد.

۲. مدل جهان بسته

تصویری که از جهان توسط تمدن‌های کلاسیک به مسیحیت قرون میانه و سپس مسلمانان رسید، تصویری بود که بیشتر از آثار افلاطون و ارسطو به همراه قالب بطلمیوسی نشأت گرفته بود. دلیل نام‌گذاری آن به مدل جهان بسته آن است که افلاطون- ارسطو براساس این مدل معتقد بودند جهان فیزیکی از نظر مکانی، محدود و بسته است و ورای آن

۱. به نظر می‌رسد متکلمان قائل به خلأ، تعریف خاصی از آن نداشته‌اند و بیشتر خلأ را پذیرفته‌اند تا اینکه تعریف و حدود آن را مشخص سازند.

2. Extra-cosmic Void

3. Intra-cosmic Void

۴. مفهوم فلک محدودالجهات در آثار فلسفی بر اساس طبیعیات قدیم به معنای آخرین فلک محیط بر جهان فیزیکی است.

5. Closed world

6. Open world



خلا برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

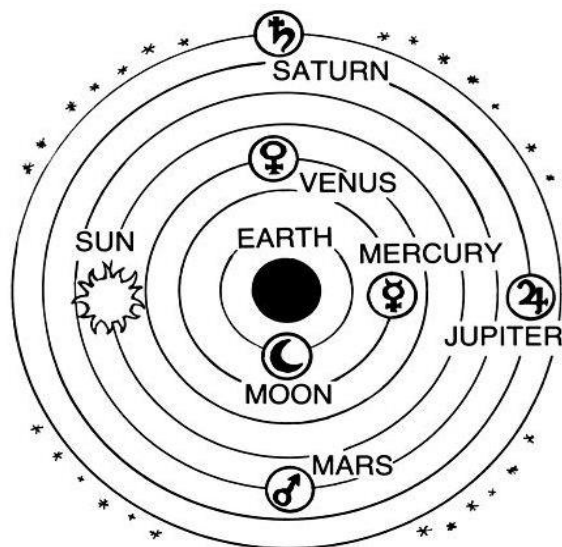
چیزی وجود ندارد. ابن‌سینا به تبع ارسطو در نفی جهان‌های دیگر خارج از مرزهای فلک محدودالجهات استدلال کرده است. از نظر او از آنجاکه جهان، کروی است و اگر جهان دیگری هم وجود داشته باشد، باید کروی باشد. میان دو کره ضرورتاً خلأ وجود خواهد داشت؛ در حالی که خلأ، غیرممکن است. در نتیجه، جهان دیگری وجود ندارد. (ابن‌سینا، ۱۳۷۹، ص ۲۷۵)

این مدل از جهان‌شناسی همان نظریه «زمین مرکزی»^۱ است که براساس آن، زمین، ثابت است و ماه و خورشید و پنج سیاره شناخته‌شده آن روزگار، یعنی عطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل، در مدارهایی کروی به دور زمین می‌گردند (Ptolemy, Almagest, book 1, H9-H14). بطلمیوس جهان را مانند یک پیاز فرض می‌کرد که از لایه‌های متعددی تشکیل شده است و براین اساس تمام حرکات را در آسمان توصیف می‌کرد. خلاصه این مطلب براساس کتاب المجسطی به شرح زیر است:

۱. جهان کروی شکل است و به صورت مستدیر و دورانی حرکت می‌کند.
۲. زمین اگر به عنوان یک کل در نظر گرفته شود، به شکل معقولی کروی است.
۳. زمین از نظر حواس و تجربه در وسط جهان است.
۴. زمین در نسبت با جهان حکم یک نقطه را دارد و وسط آن است.
۵. زمین هیچ حرکتی نمی‌کند و از مکانی به مکان دیگر منتقل نمی‌شود.
۶. گنبد مستدیر آسمان با ستارگانی که به آن چسبیده‌اند، در هر شبانه‌روز یک دور از مشرق به مغرب به دور زمین می‌چرخد. خورشید، ماه و سیارات حرکاتی مضاف بر این نیز انجام می‌دهند.
۷. خورشید هر سال دوری اضافه را به دور زمین طی می‌کند.
۸. سیارات به صورت دایره‌های مسیر در حرکت هستند و دایره مسیر بر دایره راهبر به دور زمین در گردش است.

(Ptolemy, Almagest, book 1, H9-H14)

تصویر جهان‌شناسی بطلمیوسی در شکل زیر به خوبی قابل درک است:



براساس تصویر، در این مدل هر کدام از دایره‌ها فلک نام دارد. آخرین فلک، فلک محیط، اطلس، فلک اعظم یا فلک محدداالجہات نام داشت که محدودکننده جهات (بالا، پایین، شرق، غرب، شمال، جنوب) را در نسبت با مرکز عالم (زمین) تعیین می‌کرد. لبه بیرونی این فلک را نقطه مرزی جهان می‌دانسته‌اند. براساس جهان‌شناسی بطلمیوسی این فلک، آخرین مرز جهان است و ورای آن چیزی وجود ندارد و در واقع عدم محض است. پس عدم وجود خلأ برون کیهانی براساس مدل جهان بسته به این معناست که مکان نامتناهی و مطلق بیرون از مرزهای فلک ستارگان ثابت وجود ندارد؛ زیرا خارج از این دستگاه هیچ چیزی وجود ندارد.

فیلسوفان و متکلمانی که طرفدار مدل جهان بسته بودند طبیعتاً ماورای فلک محدداالجہات را عدم محض می‌دانستند. به همین دلیل آنها مفهوم خلأ به معنای مکانی تهی از جسم یا فضای تهی مطلق را نوعی تناقض و پارادوکس می‌پنداشتند. ارسطو و ابن‌سینا، از طرفداران مدل جهان بسته، آشکارا می‌گفتند احتمالاً منظور کسانی که به خلأ باور دارند این است که خلأ، لاشیء مطلق یا نیستی نیست؛ زیرا اگر خلأ، عدم باشد، نزاعی با آنها نیست، بلکه قائلان به خلأ آن را «شیء» می‌دانند که موجود است (ابن‌سینا، ۱۴۰۴، ج ۱، ص ۱۲۳). ارسطو می‌گوید قائلان به خلأ احتمالاً آن را نوعی مکان تهی از جسم می‌دانند (ارسطو، ۱۳۶۳، ص ۱۴۵). اما شیء دانستن خلأ و یا مکان تهی دانستن آن به این معناست که خلأ، جوهر یا کم یا چیزی است که قوه فعاله دارد و این با عدم دانستن آن در تناقض



خلأ برون کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

است (ابن سینا، ۱۴۰۴، ج ۱، ص ۱۲۳). ارسطو و ابن سینا در استدلال‌های شان علیه خلأ به خلأ درونی و بیرونی اشاره‌ای نمی‌کنند، بلکه به گونه‌ای استدلال‌ورزی کرده‌اند که هرگونه خلأ را منکر می‌شوند و فیلسوفان دیگر در این ساختار نیز همان استدلال‌ها را با عبارات مختلف بیان کرده‌اند. از نظر ارسطو و ابن سینا خلأ به هر معنایی که باشد (جسم، جوهر، عرض، کم، بعد، امتداد و غیره) در نهایت چیزی جز معنای عدم و لاشی‌ءیت ندارد. به همین ترتیب، خلأ برون کیهانی نیز اگر به معنای مکان تهی نامتناهی یا مکان مطلق باشد، لاشی‌ءیت و عدم محض خواهد بود. استدلال آنان به اختصار این است که اگر کسی خلأ را مرکب از بُعد و ماده‌ای که به صورت آن متصور شود، در نظر بگیرد قابل اشاره حسیه می‌گردد و این باز جسم است، پس خلأ، جسم خواهد بود و این به دلایل گفته شده در بالا محال است (ابن سینا، ۱۴۰۴، ج ۱، ص ۲۸-۱۲۷).

شیخ مفید هم بر اساس این مدل استدلالش به انحصاری علیه خلأ برون کیهانی است:

بیرون بردن دست و چیز دیگر، به پشت مرزهای جهان (منظورش فلک محدودالجهات است) امری غیرممکن است؛ زیرا بیرون بردن دست جز با حرکت نمی‌تواند انجام شود و متحرک برای حرکت نیاز به مکان دارد. از طرفی در پشت مرزهای عالم هیچ چیز به عنوان مکان یا شبیه آن وجود ندارد. در نتیجه اگر حرکت شیئی به پشت مرزهای جهان محال باشد، مشاهده و رؤیت ماورا نیز غیر ممکن است؛ زیرا مشاهده و رؤیت چیزی فراتر از جهان نیازمند اتصال شعاع نوری به آن یا به محلش است و حال آنکه فراتر از جهان، شیء موجود و معلومی وجود ندارد و این عقیده ابی‌القاسم و دیگر اهل توحید است (شیخ مفید، ۱۴۱۱ق، ص ۱۰۰).

کندی نیز وجود خلأ برون کیهانی را انکار می‌کند و می‌گوید اگر خلأ بیرونی وجود داشت، یعنی مکانی که شیء متمکنی در آن موجود نیست، از آنجا که مکان و متمکن از متضایفات منطقی^۱ هستند که وجود یکی از آنها بدون دیگری غیر قابل تصور نیست، در نتیجه، خلأ برون کیهانی وجود ندارد. (کندی، ۱۹۵۰م، ص ۱۰).

شهرزوری می‌گوید اگر کسانی که می‌گویند ورای این جهان، خلأ نامتناهی وجود دارد، منظورشان از خلأ، عدم صرف باشد کسی با آنها نزاعی ندارد؛ زیرا معنای حرف‌شان این است که ورای جهان بالفعل چیزی وجود ندارد. اما

۱ متضایفات منطقی مانند بالا و پایین، سردی و گرمی، چپ و راست، قبل و بعد و... که تصور یکی بدون دیگری محال است.



اگر منظورشان این است که خلأ، امری موجود است، معنای حرف‌شان این است که خلأ، امتداد موجود است و این به نظر می‌رسد سخن باطلی است؛ زیرا هر امتداد موجودی ضرورتاً باید نهایت داشته و به عبارتی متناهی باشد. در این صورت این سخن با فرض اول که می‌گویند خلأ، امری نامتناهی است، تناقض دارد. (شهرزوری، ۱۳۸۳، ص ۱۳۹)

طبیعی است که براساس مدل جهان بسته، خلأ معنایی جز عدم ندارد و اگر کسی آن را چیزی بدانند اعم از مکان مطلق، فضای تهی، جوهر، عرض، کم، امتداد، بعد و غیره دچار تناقض‌گویی شده است. با توجه به استدلال‌های مدل جهان بسته که هرگونه خلأ را با عدم مساوی می‌دانند، ضروری است نگاهی به مدل رقیب، یعنی جهان باز بیندازیم تا دریابیم آیا برداشت متفاوتی از خلأ در آن ارائه شده است یا خیر؟

۳. مدل جهان باز

در برابر طرفداران مدل جهان بسته، گروهی دیگر قرار دارند که طرفدار مدل جهان باز هستند. این گروه برای جهان، حد و مرزی قائل نیستند و تصویر آنان از جهان از قالب بطلمیوسی تبعیت نمی‌کند.

فیثاغوریان و پس از آنان اتمیست‌های یونانی مانند دموکریتوس، لوکیپوس، اپیکوریان، ونیز هراکلیدس اهل پونتوس، آریستارخوس ساموسی، و رواقیون، بویژه پوسیدونیوس رواقی و همچنین لوکرتیوس طرفداران سرسخت بی‌کرانگی و خلأ برون‌کیهانی و فضای نامتناهی بودند. (Guthrie, 1952, p.95; Sedley, 1982, p.188; Furley, 1981, p.573; Hensley, 2021, p.162) نیز روولی به‌ویژه فصل نخست کتاب خود با اشاره به دموکریتوس، اپیکور، لوکرتیوس و غیره، می‌کوشد نشان دهد چگونه ریشه‌های اندیشه‌های مدرن فیزیکی در بستر فلسفه باستانی شکل گرفته است. (Rovelli, 2017, Ch1). به عبارتی آنان معتقد بودند خارج از جهان فیزیکی گستره بی‌نهایتی از فضای نامتناهی بلکه ماده وجود دارد (furley, 1981, p.575).^۱ هرچند آنها درباره خلأ درونی بین افلاک و اجسام و اتم‌ها اختلاف نظر داشتند.^۲ آگرا نقل می‌کند بر اساس فیزیک رسمی رواقی، جهان کروی

۱ فیورلی می‌گوید احتمالاً آناکسیماندروس و آناکساگوراس طرفدار جهان نامتناهی بوده‌اند اما این مطلب را مورد مناقشه می‌داند.

۲ برای مطالعه بیشتر ر.ک:



خلأ برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

است و توسط یک فضای خالی بی نهایت احاطه شده است. این خلأ برون‌کیهانی باید وجود داشته باشد تا کیهان در آتش‌سوزی دوره‌ای گسترش یابد. افزون بر اینکه وسعت نامتناهی آن با براهین جداگانه‌ای از فیلسوفان به اثبات رسیده است. (Algra, 1993, p.473)

بنابراین، مفهوم خلأ در این ساختار به بی‌کرانگی کیهان اشاره دارد. نکته بسیار مهم این است که این فیلسوفان متوجه بوده‌اند اگر خلأ به معنای نیستی باشد و در عین حال آن را شیء بدانند، دچار تناقض شده‌اند. اساساً در فیزیک این فیلسوفان چون جهان حد و مرزی ندارد، گویا در مقابل فیلسوفان مدل جهان بسته در پی اثبات این نکته بوده‌اند که مفهوم خلأ نزد ما و شما تنها اشتراک لفظی دارد؛ زیرا ریشه نزاع به تصویری که از جهان داریم، بازمی‌گردد. گویا ادعای آنان این است که تصویر شما از جهان، تصویر نادرستی است و چنان نیست که جهان توسط فلک محدودالجهات، محدود باشد، بلکه بی‌کرانگی جهان به حدی است که هر جا بروید، بازهم جهان گسترش می‌یابد. به بیان دیگر جهان مانند شهری محصور در دیوارها نیست که ورای دیوارها چیزی وجود نداشته باشد، بلکه آن سوی مرزهای فلک محدودالجهات باز هم جهان است و تا بی‌نهایت ادامه دارد (یا شاید منظورشان این بوده است که مفهوم محدودالجهات، یک مفهوم ریاضیاتی است و به حد و مرز معین و عینی برای جهان اشاره ندارد). به هر حال، هر چه که باشد، اما این نکته روشن است که مفهوم خلأ یا فضای نامتناهی در این ساختار به آن سوی مرزهای مدل جهان بسته اشاره دارد. در واقع مفهوم خلأ نامتناهی همان جهان است که براساس نظریه انبساط کیهانی در حال گسترش است.

برخی فیلسوفان مسلمان، مانند زکریای رازی نیز به وجود خلأ برون‌کیهانی معتقد بودند و فضا را بی‌پایان می‌دانستند. کیهان‌شناسی رازی بر پنج اصل ابدی استوار است: خالق، روح، فضا، زمان و ماده. در این سیستم خدا را نوعی «خالق» در نظر می‌گیرد که از «هیچ چیز» ایجاد نمی‌کند، بلکه ابتدا یک پیش‌ماده را شکل می‌دهد که به شیوه اتمی تصور می‌شود (Antonella Straface, pp.6-10). این نظریه به نظریه مونا‌های لایب‌نیتس فیلسوف آلمانی قرن هجدهم شباهت بسیار دارد.

بنابر آنچه ابوحاتم رازی از ناصر خسرو نقل می‌کند رازی، خدا، نفس (کل)، هیولا، مکان (خلأ) و زمان را پنج

Dhanani, A. (1994). The physical theory of Kalām: Atoms, space, and void in Basrian Mu.tazilī cosmology. Leiden, Netherlands: Brill, pp. 71-72.



موجود قدیم و ازلی می‌دانست (ابوحاتم رازی، ۱۳۸۱، ج ۱، ص ۱۴-۲۲؛ ناصر خسرو، ۱۳۸۴، ج ۱، ص ۶۸ و ۸۸ تا ۹۳) او این موضوع را در کتاب العلم الالهی و به قولی در فی القدماء الخمسه نوشت، اما چون اصل این اثر موجود نیست ناگزیر باید به نقل‌های پراکنده از آن در منابع دیگر استناد کرد. کراوس احتمال داده است این دو عنوان، نام یک اثر باشد. (رازی، ج ۱، ص ۱۶۶) درباره منشأ اقتباس این نظریه، اختلاف وجود دارد. برخی آن را برگرفته از عقاید صابئین می‌دانند، برخی آن را متخذ از آرای فلاسفه قدیم یونان می‌پندارند و گروهی دیگر نیز آن را در اصل ساخته و پرداخته تفکر رازی برمی‌شمارند. (محقق، ۱۳۵۲، ج ۱، ص ۲۸۹)

همچنین ابوالبرکات بغدادی معتقد بود جهان بی‌نهایتی وجود دارد که دربردارنده کیهان‌های بی‌نهایت است و انسان نمی‌تواند برای فضا حد و مرزی تصور کند. (بغدادی، ۱۳۵۷-۵۸، ج ۲، ص ۶۲-۴۸) احتمالاً منظور از کیهان‌های بی‌نهایت همان کهکشان‌ها باشد، هرچند عبارتی که تصریح‌کننده این امر باشد در آثار بغدادی نیافتیم.

شهرزوری درباره نظریه‌ی بغدادی می‌گوید:

وی معتقد بود خلأ مقدار است و جسم نیز نفس مقدار است؛ تداخل میان اجسام به‌خاطر جسمیت آنها محال است و جسمیت، نفس مقدار است؛ سپس تداخل اجسام با خلأ را جایز شمرده است که ناقض حرف خودش است چراکه جسم به گفته وی نفس مقدار است و او خلأ را مقدار دانسته است (شهرزوری، ۱۳۸۳، ص ۱۴۷).

این نقد شهرزوری بر اساس همان مدل جهان بسته است که خلأ را امری عدمی در نظر می‌گرفت. به همین دلیل کوشید با استفاده از مفهوم «خلأ، مقدار است»، تناقض سخن بغدادی را آشکار سازد و حال آنکه به نظر می‌رسد با توجه به تصویری که بغدادی از جهان دارد، منظور از «خلأ، مقدار است» را باید به معنای فضای نامتناهی بیرون از مرزهای فلک محدودالجهات در نظر گرفت.

بنابراین از نگاه این دسته از فیلسوفان فضا، یک ماتریس پیوسته است که به طور یکنواخت در حال گسترش است.

این تصویر از جهان هرچند در گذشته مغفول ماند و بیشتر فیلسوفان به تبعیت از افلاطون و ارسطو مدل جهان بسته را مبنای کار خود قرار دادند، اما از قرن هفدهم میلادی به بعد مورد توجه جدی قرار گرفت و امروزه مدل جهان باز نظریه بیشتر در فیزیک معاصر است. هرچند لایب‌نیتس در نزاع‌های علمی خود با کلارک، به تصور نیوتنی فضای



خلاً برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

خالی و مکان مطلق حمله کرد. برخی از استدلال‌های او شبیه ایرادهای فیلسوفان دوران اسلامی بر طرفدارانِ خلاً است، اما متأسفانه تصویر او از جهان نیز همان تصویر مدل جهان بسته بود. یکی از استدلال‌های وی این بود که اگر به وجود فضای نامتناهی قائل باشیم، باید آن را بی‌کران و قدیم بدانیم و این اعتقادی شرک‌آمیز است (Koyre, 1957, p243-44). یادآوری این نکته لازم است که رازی فضای نامتناهی را بی‌کران و یکی از قدمای خمسه می‌دانست.

۴. بررسی و تحلیل

به نظر می‌رسد استدلال طرفدارانِ مدل جهان بسته در رد خلاً برون‌کیهانی از جهتی درست است. بنا بر مدل کیهان‌شناسی آنان خارج از فلک محدودالجهات چیزی وجود ندارد تا شیء باشد، بلکه عدم محض است و خلاً جز به معنای عدم محض، معنای دیگری نمی‌تواند داشته باشد. همان‌گونه که اشاره شد از نگاه آنها جهان مانند شهری است که اطراف آن دیوار کشیده‌اند. شاید به دلیل اینکه تمام آنچه آنها مشاهده می‌کردند همین جهان فیزیکی درون افلاک بود، نتیجه گرفته‌اند بیرون از دیواره‌ها چیزی وجود ندارد. بنابراین به دلیل این تصویر از جهان، حق داشته‌اند تا خلاً برون‌کیهانی^۱ را عدم محض و باطل بدانند.

به همین دلیل می‌توان ادعا کرد منشأ استدلال‌های طرفدارانِ مدل جهان بسته در رد خلاً برون‌کیهانی تصویر بسته‌ای بود که از جهان داشتند؛ تصویری که براساس مدل بطلمیوسی برای جهان حدودمرزی تعیین می‌کرد و آن را درون افلاک و به‌ویژه فلک محدودالجهات محصور می‌نمود.

اگر مدل جهان بسته تنها مدل درست و تنها تصویر درست از جهان بود، استدلال‌های طرفدارانِ آن در رد خلاً برون‌کیهانی درست به نظر می‌رسید، اما مشکل این است که مدل جهان بسته، تصویر درستی از جهان نیست و همان‌گونه که خواهد آمد براساس فیزیک کوانتومی، جهان فیزیکی امری نامتناهی و بدون مرز است. به همین دلیل طرفدارانِ مدل جهان باز که معتقد بودند خلاً برون‌کیهانی به‌صورت نامتناهی وجود دارد، سخن‌شان با شواهد علمی

۱ درباره‌ی خلاً درونی البته ماجرا فرق می‌کند و احتمالاً سخن این فیلسوفان تا حدی درست می‌نماید هرچند در ادامه توضیح خواهیم داد که قائلان به خلاً این ادعای آنان در رد خلاً درونی را هم به چالش کشیده‌اند. هرچند بحث ما در این مقاله ناظر به خلاً درونی نیست و باید در جای خودش بحث شود.



سازگارتر است؛ زیرا منظور آنها از خلأ، شیء موجود است و منظور از شیء، مکان تهی خالی از جسم است که قابلیت آن را دارد تا جسمی آن را اشغال کند. بنابراین خلأ برون کیهانی در نگاه فیلسوفان و متکلمان مدل جهان باز یعنی فضای تهی بیکران که جهان در آن بسط می یابد.

همچنین در مدل کیهان شناسی جهان بسته، افزون بر اینکه مخالفان سرسختی درباره خلأ برون کیهانی وجود داشته است، خلأ درونی نیز دارای مخالفان بی شمار بوده است. دست کم تا آنجا که به بافت فلسفه اسلامی مربوط می شود، بیشتر متکلمان دست کم به خلأ درونی قائل بوده اند. به عنوان مثال ابوالهدیل علاف، ابوعلی جبایی، ابوهاشم جبایی، ابوبکر باقلانی و افراد فراوان دیگر افزون بر اینکه به جزء لایتجزا و جوهر فرد قائل بوده اند، با نظریه فیلسوفانی که منکر خلأ بودند، مخالفت ورزیدند که اشعری در اثر خود مفصل از آنها نام می برد. (اشعری، ۱۴۰۰ق، ص ۳۱۶-۳۲۰) همچنین فخر رازی در برابر آنان استدلال می کند که خلأ درونی هم موجود است. وی می گوید شهود ذهن حکم می کند که جسم متمکن، فضایی داشته باشد که در آن جای گیرد؛ در این صورت لازم است هر یک از آنها نیازمند دیگری باشد و این دور و غیر ممکن است. بنابراین ثابت می شود فضا یا مکان در وجود خود و به خودی خود بی نیاز از متمکن است. از این گذشته اگر مکان یا فضا در وجودش غنی و بی نیاز از متمکن نباشد، مستلزم امتناع جدایی متمکن از مکان یا فضای یاد شده خواهد بود، حال آنکه در طبیعت، مکان خالی از متمکن وجود دارد. در نتیجه، فضای خالی از متمکن قطعاً وجود دارد. خلأ معنایی جز این ندارد. (فخر رازی، ۱۴۰۷، ج ۵، ص ۱۵۵؛ فخر رازی، ۱۹۸۶م، ج ۲، ص ۳۲)

جدول ۱: مقایسه تطبیقی خلأ برون کیهانی میان دو مدل جهان بسته و جهان باز

محور تفاوت	مدل جهان بسته	مدل جهان باز
تصویر از جهان	جهان متناهی، محصور در افلاک، شبیه شهری با دیوار	جهان بیکران، بدون مرز، همچون فضایی باز و پویا
خلأ برون کیهانی	عدم محض، فاقد وجود، غیر قابل تصور	مکان تهی، موجود، قابل اشغال، بستر گسترش عالم
مکان	وابسته به جسم، بدون جسم بی معناست	مستقل از جسم، موجود به خود



خلأ برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

حرکت و انتقال	حرکت دشوار یا متوقف به دلیل نبود فضای خالی	حرکت ممکن و معقول به دلیل وجود فضای تهی
هستی‌شناختی	فلک محدودالجهات به‌عنوان مرز نهایی هستی	هیچ مرز مطلق برای جهان وجود ندارد
جهت‌گیری فلسفی/کلامی	متأثر از ارسطو، افلاطون، فلاسفه‌ی مشائی	متأثر از اتمیست‌ها، اپیکوریان، رواقیان و بعدها در بافت اسلامی متکلمانی مانند ابوالبرکات بغدادی، زکریای رازی، و غیره

حال که روشن شد در مدل جهان باز، مفهوم خلأ می‌تواند به‌عنوان فضایی واقعی و نامتناهی در نظر گرفته شود، باید این مسئله را بررسی کنیم که آیا این برداشت با درک فیزیک معاصر از خلأ، به‌ویژه در نظریه میدان‌های کوانتومی، هم‌خوانی دارد یا خیر؟

۵. مفهوم خلأ در فیزیک میدان‌های کوانتومی

پیش از پرداختن به مفهوم خلأ در فیزیک میدان‌های کوانتومی باید به نکته‌ای مقدماتی و البته مهم اشاره کنیم. نکته‌ی اساسی در فهم مفهوم خلأ در فیزیک معاصر، توجه به این واقعیت است که فیزیک معاصر، یک دستگاه منسجم و واحد ندارد، بلکه دربردارنده‌ی طیفی متنوع از نظریات و رویکردها است. هرچند مدل معیار کیهان‌شناسی^۱ و نظریه‌ی مهبانگ^۲ هنوز در میان بیشتر فیزیک‌دانان جایگاه برتر را دارند، اما دیدگاه‌های جایگزین و نقادانه‌ای نیز مطرح شده‌اند که برخی از آنها مفروضات بنیادین این نظریات را مورد تردید قرار داده‌اند. از جمله این دیدگاه‌ها می‌توان به نظریه‌های حالت پایا^۳، کیهان‌های بازگشتی^۴، یا مدل‌های کیهان‌شناسی بدون آغاز اشاره کرد که گاهی مفهوم خلأ را نیز به نحو

1. Standard Cosmology
2. Big Bang Theory
3. Steady State Theory
4. Bouncing Cosmologies



متفاوتی تفسیر می‌کنند. افزون بر آن، در فیزیک کوانتومی نیز میان خلأ به مثابه «میدان پایه کوانتومی» و خلأ به معنای «عدم مطلق» تفاوت بنیادینی وجود دارد.

هنگامی که از خلأ در فیزیک معاصر سخن گفته می‌شود، همه فیزیک‌دانان یک معنا را از آن برداشت نمی‌کنند. برخی آن را برابر با حالت پایه^۱ در نظریه میدان‌های کوانتومی می‌دانند، برخی آن را فضایی تهی از ماده، اما نه تهی از انرژی، و برخی آن را تنها یک ایده‌پردازی نظریه‌پردازانه برای توضیح برخی پدیده‌ها مانند انبساط کیهانی یا انرژی تاریک در نظر می‌گیرند. با این حال همه فیزیک‌دانان بر این نکته توافق دارند که خلأ، امری وجودی و هستی‌شناسانه است. به بیان دیگر در تمام حوزه‌های فیزیک معاصر، خلأ به‌عنوان امری هستی‌شناسانه و واقعی، امری مسلم انگاشته می‌شود و اگر نزاعی وجود دارد بر سر تفسیر و چگونگی آن است.

ناگفته نماند برخی خلأ را نه یک واقعیت فیزیکی عینی، بلکه مفهومی ریاضیاتی و وابسته به چارچوب نظری خاص می‌دانند. یکی از نمونه‌های برجسته این نگاه نقادانه به فیزیک معاصر، سایینه هوسنفلدر است که با نگاهی انتقادی، به چالش‌های متافیزیکی نظریه‌هایی مانند مهبانگ، خلأ، انرژی تاریک و غیره می‌پردازد. هوسنفلدر در کتاب فیزیک اگرستانسیالیستی^۲ آشکارا به نقد ساختار نظری علم فیزیک معاصر پرداخته است و حتی پذیرش بی‌قید و شرط نظریه‌هایی چون مهبانگ و خلأ کوانتومی را نوعی رویکرد غیرعلمی در نظر می‌گیرند. او در این اثر تأکید می‌کند که بسیاری از نظریات کیهان‌شناختی تنها فرضیات متافیزیکی هستند که شواهد تجربی کافی برای آنها در دست نیست و باید میان علم تجربی و فلسفه تمایز نهاد (Hossenfelder, 2022, Ch2). باید خاطر نشان کرد که این نگاه نقادانه‌ی هوسنفلدر، بحثی مربوط به فلسفه علم یا فلسفه فیزیک است که از دایره این پژوهش، خارج است.

۶. مفهوم انبساط کیهانی

در فیزیک معاصر هویت خلأ برون کیهانی از زمان پیدایش مکانیک نیوتنی آغاز شده است. براساس این نگاه، این نکته همواره محل بحث بوده است که آیا خلأ، امری وجودی است و مستقل از ماده می‌تواند موجود باشد، یا امری وابسته به ماده است و تنها پس از پیدایش ماده شکل می‌گیرد. (دیزال، ۱۳۹۲، ص ۳۳-۳۱)

1. Vacuum State
2. Existential Physics



خلاً برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

لیکن امروز با طرح موضوع انبساط جهان، مسئله هویت خلاً پیچیده‌تر شده است. اگر کیهان در حال انبساط است، این انبساط در کجا صورت می‌گیرد؟ آیا هر لحظه در فضای خارج از جهان، محیطی مناسب برای انبساط جهان موجود است؟ و اساساً ماهیت فضای برون کیهان چیست؟ اما نخست باید دید منظور از انبساط کیهان چیست؟

در میان قرائت‌های متنوع فیزیک معاصر درباره خلاً، آنچه بیشترین هم‌پوشانی مفهومی را با تصویر خلاً در مدل جهان باز فلسفی دارد، تبیین خلاً در چارچوب «نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده» است. این نظریه، برخلاف نگاه کلاسیک (مدل جهان بسته) به خلاً به‌عنوان عدم یا تهی مطلق، آن را یک بستر دینامیک، پویا و انرژی‌دار می‌داند که می‌تواند زمینه‌ساز انبساط کیهان شود. افزون بر آن، مفهوم «خلأ کاذب» در کیهان‌شناسی تورمی نیز با تصویر فیلسوفان جهان باز از فضای تهی و بی‌نهایت درباره جهان سازگار است.

توضیح اینکه، بر مبنای نظریات انیشتین که توصیفی ساده از یک جهان با چگالی مادی یکنواخت ارائه می‌نماید، جهان همواره در حال انبساط است، به بیان ساده‌تر فاصله میان کهکشان‌ها با گذشت زمان، افزایش می‌یابد. این حرکت کهکشانی در همه جا کاملاً مشابه است. هر ناظری، مستقل از مکان کهکشانی که در آن قرار دارد، می‌بیند که همه کهکشان‌ها با سرعتی متناسب با فاصله‌شان از او، در حال دور شدن هستند (Padmanabhan, 1999, pp128-132; Close, 2009, p.150). اکنون باید دانست که این دور شدن چگونه و با چه نسبتی صورت می‌پذیرد. مطالعات نوری بر روی تابش‌هایی که از کهکشان‌ها ساطع می‌گردد، نشان می‌دهد که چنانچه کهکشانی در حال دور شدن از ما باشد، آنگاه به دلیل اثر دوپلر^۱، خطوط طیفی آن به سمت مناطق قرمز جابه‌جا خواهند شد و با اندازه‌گیری مقدار جابه‌جایی دوپلری می‌توان سرعت دور شدن کهکشان‌ها را نیز محاسبه کرد. اگر فاصله آن کهکشان را از ناظر بدانیم، می‌توانیم مشخص کنیم که سرعت دور شدن چگونه متناسب با فاصله تغییر می‌کند. چنین مطالعاتی نشان می‌دهد سرعت دور شدن کهکشان‌ها با فاصله آنها متناسب است. آهنگ چنین انبساطی با کمیتی به نام ثابت هابل

۱ اثر دوپلر (به انگلیسی: Doppler effect) در فیزیک امواج می‌گوید که بسامد یک موج بر اثر حرکت فرستنده یا گیرنده آن تغییر می‌کند. این پدیده را کریستیان یوهان دوپلر (۱۸۰۳-۱۸۵۳ میلادی) فیزیکدان اتریشی در مقاله‌ای در سال ۱۸۴۲ بیان کرد. اثر دوپلر در همه امواج مانند امواج صوتی و امواج الکترومغناطیسی (نور) دیده می‌شود.



مشخص می‌شود که بیان ریاضی آن چنین است:

$$H=100h \text{ kn-s}^{-1}$$

H کسری است با مقداری بین ۱ و $\frac{1}{2}$ که در این بازه تغییر می‌کند. باید توجه داشت با انبساط کیهان، فضا گسترده می‌شود، اما ابعاد اجسامی مانند سیاره‌ها و ستارگان که اجزای آن با نیروی الکترومغناطیسی به هم پیوسته‌اند، تغییر نمی‌کند، بلکه تنها فضای میان این اجسام بزرگ‌تر می‌شود. در این میان، تابش‌های الکترومغناطیسی برخلاف اشیای دارای جرم، عاملی برای حفظ انسجام و ابعاد خود ندارند و در نتیجه با گسترده شدن عالم، طول موج‌های‌شان افزایش یافته و انرژی‌شان کاهش می‌یابد. این بدان معناست که تابش‌های زمینه‌ای کیهانی - که امروزه حدود ۳ درجه کلوین دما دارد، پیوسته کم‌انرژی‌تر و سردتر می‌شود.

۷. پیدایش جهان و خلأ

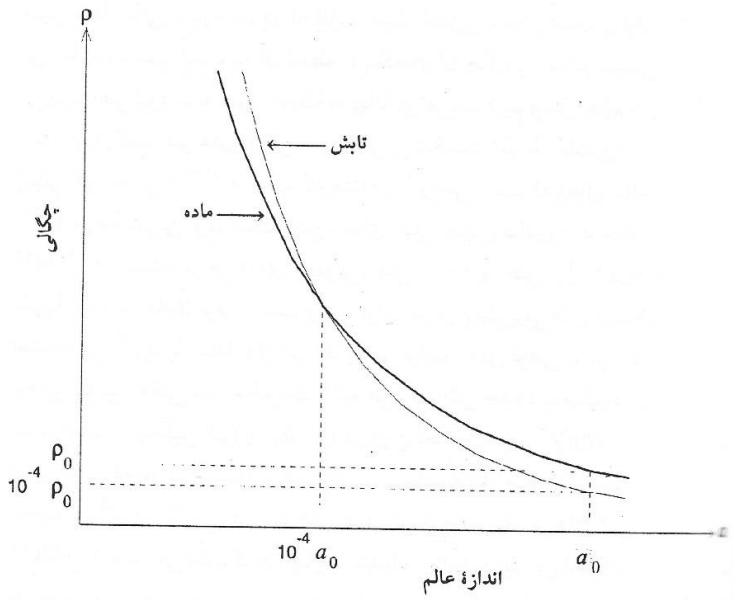
بر اساس نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده، در ابتدای انبساط کیهان دما بسیار بالا بود. این دمای بالا تابش‌هایی با طول موج بسیار پایین و انرژی بسیار بالا تولید می‌کند. براساس محاسبات، در زمانی متناظر با 10^{-3} ثانیه پس از مهبانگ، دمای پلاسمای موجود حدود 10^{27} درجه سانتی‌گراد بوده است. در زمان 10^{-35} ثانیه پس از انفجار بزرگ، خلأ در حال سرد شدن است و گذری فازی انجام می‌دهد که در آن میدان هیگز، منجمد می‌گردد و سبب جرم‌دار شدن ذرات تابشی می‌شود. این رخداد تحت تأثیر افت‌وخیزهای کوانتومی خلأ روی می‌دهد و سبب انبساط خلأ می‌شود (Close, 2009, p.151)

در چارچوب نظریه خلأ کاذب و میدان هیگز در فیزیک انرژی بالا، فرض این است که اگر خلأ واقعی دارای میدان هیگز باشد، در یک ناحیه عالم می‌تواند خلأ ناپایدار یا خلأ کاذب موجود باشد. باید توجه داشت افزودن میدان هیگز به خلأ کاذب، انرژی آن را کاهش خواهد داد. در خلأ کاذب، میزان انرژی کل، متناسب با حجم است. چون خلأ کاذب هیگز انرژی کمتری نسبت به خلأ واقعی هیگز دارد، گرایش طبیعی چنین خلأیی نسبت به خلأ واقعی هیگز، انقباض خواهد بود.

در خلأ کاذب، فشار اساساً منفی است. بنابراین اگر در ناحیه‌ای از خلأ کاذب، تورمی روی دهد، اثر گرانشی ماده

(حاصل از نیروی الکترومغناطیسی) غلبه می‌کند و به انسجام می‌انجامد. در این صورت، زمانی که عامل از خلا کاذب هیگز به خلا واقعی گذر می‌کند، در زمانی بسیار اندک، تورم بزرگی می‌تواند روی دهد. (close, pp.152-53)

اما به‌راستی در ابتدای پیدایش کیهان انبساط چگونه بوده است؟ هر چه به گذشته برگردیم، اندازه عالم کوچک‌تر می‌شود و دما و چگالی آن بیش‌تر افزایش می‌یابد. براساس محاسبات نظری، در زمانی متناهی حدود ۱۴ میلیارد سال پیش، دما و چگالی عالم نامتناهی بوده‌اند. در آن زمان، چگالی، تابش‌های کیهانی بی‌نهایت بوده است. با آغاز مه‌بانگ، دما کاهش می‌یابد و این امر به کاهش انرژی تابش‌های زمینه‌ای کیهانی می‌انجامد. در همین حال، چگالی انرژی مادی (الکترومغناطیسی) در حال افزایش است. از یک‌سو کاهش انرژی تابشی و از سوی دیگر افزایش انرژی الکترومغناطیسی (که سبب پیدایش جرم در ذرات تابشی می‌شود) تقریباً در زمانی که اندازه جهان حدود ده هزار مرتبه کوچک‌تر از حال حاضر بود، رخ می‌دهد. در نتیجه این فعل و انفعالات، میزان انرژی الکترومغناطیسی مادی بر انرژی تابشی کیهان پیشی می‌گیرد و رفته‌رفته با انبساط جهان، فزونی انرژی مادی بر انرژی تابشی افزایش می‌یابد، چنان‌که در اکنون چگالی انرژی تابشی حدود ده هزار مرتبه کمتر از انرژی مادی موجود در عالم است.





شرح منحنی: خط نازک، چگالی انرژی تابشی و خط ضخیم، چگالی انرژی مادی است. با گذشت زمان چگالی

انرژی مادی بر چگالی انرژی تابشی پیشی می‌گیرد. (Padmanabhan, 1999, p.137)

بر این اساس، می‌توان گفت خلأ، در نظریه میدان‌های کوانتومی چیزی بیش از یک نیستی ساده است. خلأ در این

چارچوب به‌ویژه در زمینه فضا-زمان خمیده، واجد ساختار، انرژی و اثر علی بر پدیده‌هایی چون انبساط کیهان است.

۸. خلأ برون کیهانی و انبساط بی‌پایان جهان

اکنون می‌توانیم به این پرسش پردازیم که جهان، هنگام انبساط در چه فضایی بزرگتر می‌شود؟ آنچه گفته شد نشان می‌دهد با دور شدن از هسته اصلی مهبانگ، رفته‌رفته چگالی انرژی تابشی کاهش می‌یابد و این کاهش تا بی‌نهایت ادامه خواهد داشت. در واقع، جهان ما دارای یک لبه معین و مشخص نیست، بلکه جهان از یک تراکم تابش بالا، اندک‌اندک به یک تراکم تابش کاهش یافته تغییر می‌کند. به بیان دیگر هر چه از مهبانگ دور شویم (چه به لحاظ مکانی و چه زمانی) تابش کیهانی، رقیق‌تر و تأثیر خلأ، آشکارتر می‌شود. پیرامون جهان ما را خلأی کاذب اشغال کرده است که در بردارنده مقادیر بسیار اندک تابش الکترومغناطیس است، ولی همین خلأ برون کیهانی در تعامل با یک خلأ هیگز واقعی می‌تواند سبب تورم یا انبساط سریع جهان فیزیکی یا عالم مادی گردد. هرچه اختلاف چگالی انرژی تابشی با انرژی مادی بیشتر می‌شود، انبساط جهان نیز افزایش می‌یابد. مفهوم خلأ برون کیهانی، فضایی است که در آن میزان چگالی انرژی تابشی به حداقل خود می‌رسد. این فضا در عین اینکه دارای ویژگی‌های خلأ است، می‌تواند زمینه‌ساز انبساط مادی عامل باشد.

بنابراین مفهوم خلأ برون کیهانی در فیزیک میدان‌های کوانتومی، بر این اساس استوار است که جهان، لبه و مرز

معین ندارد، بلکه از یک تراکم تابش بالا به تدریج به یک تراکم تابش کاهش یافته تغییر می‌یابد. به عبارتی منظور از

خلأ در این تصویر، مکان تهی و مطلقی است که جهان در آن گسترش می‌یابد.

با تحلیل مفهوم خلأ برون کیهانی در فیزیک، زمینه برای تطبیق دقیق آن با تلقی فیلسوفان جهان باز فراهم می‌شود

که در بخش بعدی به آن می‌پردازیم.

۹. تطبیق مدل جهان باز با فیزیک کوانتومی



خلاً برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

تطبیق میان مفهوم خلاً در دو منظومه فکری متفاوت - فلسفه مدل جهان باز و فیزیک میدان‌های کوانتومی - نه تنها یک تمرین مفهومی، بلکه فرصتی برای ایجاد گفت‌وگویی میان دو نظام معرفتی است. هر دو منظومه با پرسشی بنیادین مواجه هستند: «آیا فراتر از آنچه به ظاهر در دسترس حسی و تجربی ماست، امری هستی‌شناسانه به نام خلاً وجود دارد؟»

در مدل جهان باز فلسفی، خلاً به مثابه فضایی بی‌کران، مطلق و نامتناهی در نظر گرفته می‌شود که جهان در دل آن گسترش یافته است. این مدل، که چنانکه اشاره شد در فلسفه دموکریتی، اپیکوری، رواقی و بعدها متکلمان عقل‌گرای اسلامی ریشه دارد، خلاً برون‌کیهانی را امری واقعی و نوعی «مکان هستی‌مند» مستقل از ماده می‌داند، نه چیزی که تنها ناشی از غیاب ماده باشد. جهان نه در چارچوبی محصور، بلکه در بستری باز و گسترده قرار دارد که از آن به فضای تهی یا مکان مطلق تعبیر می‌شود.

از سوی دیگر، در نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده، خلاً نه عدم، بلکه حالت پایه‌ای میدان‌های انرژی در نظر گرفته می‌شود که واجد فعل و انفعال است. به تعبیر دقیق‌تر، خلاً در این نظریه یک بستر دینامیک و متغیر است که با ویژگی‌های انرژی، فشار منفی و توان ایجاد ناپایداری‌هایی مانند خلاً کاذب، تعریف می‌شود. این ویژگی‌ها سبب شده‌اند که خلاً، عامل و زمینه اصلی انبساط کیهانی دانسته شود.

از این دو توصیف می‌توان نقاط هم‌پوشانی زیر را برشمرد:

۱. در هر دو نگاه، خلاً نه به معنای نیستی بلکه به مثابه بستر وجودی تلقی شده است. در جهان‌بینی دموکریتی و رواقی، مکان مطلق یا فضای تهی، خود یکی از اصول هستی است. در نظریه میدان‌های کوانتومی نیز، خلاً واجد خواص فیزیکی و زمینه وقوع پدیده‌هاست.

۲. فیلسوفان جهان باز با تصور فضای تهی بی‌کران، امکان انبساط نامحدود جهان را فراهم می‌کنند. نظریه میدان‌های کوانتومی نیز خلاً را بستری می‌داند که جهان در آن گسترش می‌یابد؛ به نحوی که چگالی تابش در مرزهای دوردست به سوی صفر میل می‌کند و انبساط در این بستر رخ می‌دهد.

۳. در جهان‌بینی رواقی، خلاً نه تنها مکان است، بلکه عامل پذیرش تحولات کیهانی است. در فیزیک کوانتومی



نیز خلأ به مثابه یک نیروی پنهان، با تأثیر بر میدان‌های هیگز، در پیدایش جرم و انرژی نقش دارد.

۴. در هر دو نگاه، خلأ، امری پیوسته و تدریجی است. همان‌گونه که در مدل جهان باز، مرزی میان فضای پر (فضای داخل افلاک) و تهی نیست، در نظریه میدان‌های کوانتومی نیز مرزی مشخص برای جهان وجود ندارد و جهان به تدریج از چگالی بالا به خلأ گذار می‌یابد.

اما در عین حال، تفاوت‌هایی نیز وجود دارد:

۱. در نگاه فلسفی جهان باز، خلأ، بار متافیزیکی بیشتری دارد و به‌عنوان پیش‌فرض هستی‌شناختی در نظر گرفته می‌شود، در حالی که در فیزیک، خلأ یک موجودیت تجربی-ریاضیاتی است که از نظریه‌ها و مدل‌های دقیق استخراج می‌شود.

۲. در فلسفه جهان باز، خلأ بر نوعی قدم و ابدیت اشاره دارد (مثلاً در دیدگاه رازی)، در حالی که در فیزیک کوانتومی خلأ می‌تواند متغیر، ناپایدار یا حتی گذرا باشد.

با این‌همه، می‌توان گفت برداشت هستی‌شناختی فیلسوفان مدل جهان باز از خلأ، بیش از آنچه گمان می‌رود، با پیشرفته‌ترین نظریه‌های فیزیکی معاصر؛ به‌ویژه در درک خلأ به‌عنوان بستری فعال، موجود و گسترش‌پذیر همخوانی دارد.

جدول ۲: مقایسه مفهوم خلأ در مدل جهان باز فلسفی و فیزیک میدان‌های کوانتومی

محور تطبیق	مدل جهان باز فلسفی	فیزیک میدان‌های کوانتومی
خلأ چیست؟	فضای تهی بی‌کران؛ مکان مطلق	حالت پایه میدان‌های انرژی؛ خلأ کاذب و دینامیک
وضعیت وجودی خلأ	امرئ هستی‌شناختی و واقعی	امرئ فیزیکی با خواص تجربی و انرژی
قابلیت گسترش کیهان	جهان در دل فضای نامتناهی می‌گسترده	انبساط کیهان در خلأ فضا-زمان خمیده صورت می‌گیرد
خلأ فعال یا منفعل؟	فعال؛ بستر تحولات کیهانی	فعال؛ دارای فشار منفی، زمینه تورم کیهانی
دیدگاه به مرز جهان	جهان مرزی ندارد، خلأ تا بی‌نهایت ادامه دارد	جهان مرزی ندارد؛ چگالی تابشی به تدریج کاهش می‌یابد
جهت‌گیری کلان نظری	متافیزیکی - کیهان‌شناسی فلسفی	فیزیکی - نظریه‌پردازی تجربی و ریاضی



نتیجه‌گیری

بر اساس تحلیل دقیق و تطبیقی ارائه‌شده در متن، می‌توان نتیجه‌گرفت مفهوم «خلأ» در تاریخ اندیشه، از مسئله‌ای صرفاً متافیزیکی به مسئله‌ای هستی‌شناختی و حتی تجربی-ریاضیاتی تحول یافته است. در سنت فلسفی مبتنی بر مدل جهان بسته، خلأ برون‌کیهانی به مثابه نیستی و عدم محض در نظر گرفته می‌شد و اساساً ورای جهان، مکان یا فضای قابل تصویری وجود نداشت. اما این تلقی بسته، بر تصویری محدود از ساختار جهان وابسته بود که با تحولات معرفتی در کیهان‌شناسی و فیزیک نظری به چالش کشیده شد. در مقابل، مدل جهان باز با ریشه در تفکر دموکریتی، رواقی و نیز در میان برخی متکلمان اسلامی، خلأ را فضای تهی مطلق، بیکران و بالفعل در نظر می‌گیرد که بستری برای گسترش کیهان است.

این برداشت با پیشرفته‌ترین نظریات فیزیک معاصر، به‌ویژه نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا-زمان خمیده، سازگاری دارد. در این نظریه، خلأ نه تنها عدم نیست، بلکه بستر دینامیک و فعالی است که در بردارنده انرژی، فشار منفی، و ناپایداری‌هایی نظیر خلأ کاذب است و زمینه‌ساز انبساط کیهانی می‌شود. به بیان دیگر، در هر دو منظومه، خلأ، نه فقدان هستی، بلکه بستر و زمینه هستی تلقی شده و باوری به‌غایت واقعی و وجودی است. این هم‌افق بودن فلسفه و فیزیک در مفهوم خلأ، امکانی نوین برای گفت‌وگوی سازنده و اصیل میان معرفت‌های فلسفی و علمی فراهم می‌آورد؛ گفت‌وگویی که از سطح تفسیرهای لفظی گذشته و در بستر هستی‌شناسی، به فهمی مشترک از واقعیت نزدیک می‌شود.



منابع و مأخذ

- ابن حزم اندلسی (۱۴۱۶ق). الفصل في الملل و الأهواء و النحل. ۳ جلد. تعليق از احمد شمس الدين. بيروت: دارالكتب العلمية.
- ابن سينا (۱۴۰۴ق). الشفاء (الطبيعات). ۳ جلد. به تحقيق سعيد زايد. قم: مكتبة آية الله المرعشي..
- ابن سينا (۱۴۰۰). رسائل ابن سينا. انتشارات بيدار. قم.
- ابن سينا (۱۳۷۹). النجاه من الغرق في بحر الضلالات (مقدمه و تصحيح: محمدتقی دانش‌پژوه). تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ابوالبركات، هبة الله بن علي (۱۳۵۷ق). المعبر في الحكمة. به كوشش زين العابدين موسوی و تعليق سليمان ندوی. حیدرآباد دکن. بی‌نا.
- اخوان الصفا (۱۴۱۲ق). رسائل اخوان الصفاء و خلان الوفاء. بيروت: الدار الاسلاميه.
- ارسطو (۱۳۶۳). طبيعيات - برگزیده (ترجمه و مقدمه: دکتر مهدی فرشاد). تهران: انتشارات امیر کبیر.
- اشعری، ابوالحسن (۱۴۰۰ق). مقالات الاسلاميين و الختلاف المسلمين. و یسپادن: فرانس شتاينر.
- جمعی از نویسندگان (۱۴۱۵ق). شرح المصطلحات الكلامية. مشهد: آستان قدس رضوی.
- دیزال، رابرت (۱۳۹۲). شناخت فضلزمان (ترجمه رهام انصاری مهر). تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- رازی، ابوحاتم (۱۳۸۱)، اعلام النبوة. تهران: چاپ صلاح صاوی و غلامرضا اعوانی.
- رازی، فخرالدین (۱۴۰۷ق). المطالب العالیه من العلم الالهی. بيروت: دار الكتب العربی. . چاپ اول.
- رازی، فخر الدین (۱۹۸۶م). الأربعین في أصول الدين. ۲ جلدی. قاهره.
- رازی، قطب‌الدین (۱۳۸۱). الهیات المحاکمات مع تعليقات الباغنوی. تهران: میراث مکتوب..
- رازی، محمد بن زکریا (۱۹۳۹م). رسائل فلسفیه (مقدمه کراوس). قاهره: چاپ پل کراوس.
- شهرزوری، شمس‌الدین (۱۳۸۳). رسائل الشجره الالهيه في علوم الحقائق الربانيه (مقدمه و تصحيح و تحقيق: دکتر نجفقلی حبیبی). تهران: موسسه حکمت و فلسفه ایران.
- شیخ مفید (۱۴۱۳ق). أوائل المقالات في المذاهب و المنخترات. قم. بی‌نا.
- صدرالدین شیرازی، محمد بن ابراهیم (۱۹۸۱م). الحكمة المتعالیة في الأسفار العقلیة الأربعة. بيروت: دار إحياء التراث العربی.
- کندی (۱۹۵۰م). رسائل الكندی الفلسفیه (مقدمه و تصحيح و تعليق: محمد ابوریده). قاهره: دارالفکر الغربی.
- محقق، مهدی (۱۳۵۲). فیلسوف ری: محمد بن زکریای رازی. تهران: چاپ انتشارات دانشگاه تهران.



خلأ برون‌کیهانی از فلسفه تا فیزیک تطبیقی میان مدل جهان باز و نظریه میدان‌های کوانتومی

مجمع البحوث الاسلامیه (۱۴۱۴ق). شرح المصلاحت الفلسفیه. مشهد: مجمع البحوث الاسلامیه.
ناصر خسرو (۱۳۸). زاد المسافر. تهران: چاپ محمد عمادی حائری.

Algra, K. A. (1993). *Posidonius' Conception of the Extra-Cosmic Void*. The Evidence and the Arguments. *Mnemosyne*, 473-505.

Antonella Straface, *Encyclopedia of Medieval Philosophy*, 2011, Abū Bakr al-Rāzī, Muḥammad ibn Zakarīyā' (Rhazes), Springer Netherlands

Close, F. (2009). *Nothing: A very short introduction*. OUP Oxford .

Dhanani, A. (1994). *The physical theory of Kalām: Atoms, space, and void in Basrian Mu.tazilī cosmology*. Leiden, Netherlands: Brill

Furley, D. J. (1981). *The Greek theory of the infinite universe*. *Journal of the History of Ideas*, 42(4), 571-585 .

Guthrie, W. K. (1952). *The pre-socratic world-picture*. *Harvard Theological Review*, 45(2), 87-104.

Hensley, I. (2021). *The Physics of Stoic Cosmogony*. *apeiron*, 54(2), 161-187.

Koyré, A. (1957). *From the closed world to the infinite universe* (Vol. 1). Library of Alexandria.

Hossenfelder, S. (2022). *Existential physics: A scientist's guide to life's biggest questions*. Viking.

Padmanabhan, T. (1999). *After the First Three Minutes: The Story of Our Universe* .

Sedley, D. (1982). *Two conceptions of vacuum*. *Phronesis*, 27: 175-193.

Rovelli, C. (2017). *Reality is not what it seems: The journey to quantum gravity*. Riverhead Books.

Toomer, G. J. (Ed.). (1998). *Ptolemy's almagest*. Princeton University Press.