

A Critical Study of Hawking's Cosmology Based on Imaginary Time

Hamidreza Shakerin

*Associate professor, Institution for Islamic Culture and Thought
(shakerinh@gmail.com)*

Khadijah Shakerin

*Phd student, Baqer al-Olum University
(kh.shakerin@gmail.com)*

The proposed theories about the beginning and end of the world in modern cosmology are one of the most important points of intersection between science and religion. Some common models and theories in quantum cosmology, as a naturalistic and godless explanation of the world, have become a tool to oppose religious beliefs about creation. This is the model presented by Stephen Hawking in collaboration with James Hartl. In this model, Hawking disagreed with the theories that considered the world to be open, eternal, and infinitely extended in the past, and he admits the limitation and finitude of the world. At the same time, he believes that the world was not an accident or a beginning, it is non-eternal and non-accidental, and as a result, it has always been, is, and will be. Therefore, the world does not have a beginning to be in need to a beginner as God, and it does not have an end, nor a resurrection. The following article aims to introduce the mentioned point of view in a descriptive way with regard to the imaginary time that plays an important foundational role in Hawking's cosmology. Then evaluate it in a rational-analytical way and recognize its theological implications. The result of the research is that the above-mentioned model, given its correctness, in addition to scientifically and logically requiring further investigation, does not imply Hawking's ontological naturalism.

Keywords: Hawking, cosmology, quantum cosmology, boundless model, imaginary time.



دراسة نقدية لآراء هوكينغ في علم الكونيات نظراً إلى الزمن التخيلي

حميدرضا شاكرين^١

خديجه شاكرين^٢

يُعتبر النظريات المطروحة حول مبدا العالم و علم الكونيات من أهم نقاط تلاقي الدين والعلم.

بعض النظريات الشائعة في الكونية الكوانتية التي تقدم تبييناً طبيعياً و بعيد عن الخالق أصبحت كأداة لمخالفة العقائد الدينية في باب خلق العالم.

من هذا القبيل هو نظرية ستيفن هاوكينغ والذي قدمها بمساعدة جيمز هارتل. في هذه النظرية يخالف هاوكينغ مع نظريات التي تبين العالم مفتوحاً وأزلياً و ممتداً إلي غير النهاية في الماضي، و يعترف بمحدودية العالم و تهايه.

ولكنه يرى أيضاً أن العالم ليس حادثاً و ليس له مبدأ فهو كان و سيبقي. فليس للعالم لا بداية حتى يحتاج لخالق و لا نهاية و لا معاد و لا قيامة.

تهدف المقالة هذه و صف هذه النظرية بناءً علي الزمن التخيلي و هو مفهوم له دور مهم في نظريات هاوكينغ في الكونيات.

ثم تقوم بتقييمه بمنهج عقلي تحليلي و تدرس لوازمه اللاهوتية.

١. استاذ مشارك و عضو هيئة التدريس في المجمع العالي للعلوم الثقافة الإسلامية. (الكاتب الرئيسي)

(shakerinh@gmail.com).



٢. طالب دكتوراه في فلسفة الفيزياء في جامعة باقر العلوم (kh.shakerin@gmail.com).

و النتيجة أن النظرية المذكورة اولاً تحتاج الى دراسة أكثر من الناحية العلمية والمنطقية، و ثانياً حتي لو ثبت صحتها لاتدل علي نظريات هاوكينغ حول الكون والطبيعة.

مفاتيح البحث: هاوكينغ، الكونيات، الكونية الكوانتية، الزمن التخيلي، النموذج اللاحدودي.

فصلنامه علمی-پژوهشی آیین حکمت
سال چهاردهم، پاییز ۱۴۰۱، شماره مسلسل ۵۳

بررسی انتقادی کیهان‌شناسی هاوکینگ بر اساس زمان موهومی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲

تاریخ تأیید: ۱۴۰۲/۷/۲۹

حمیدرضا شاکرین *

خدیجه شاکرین **

نظریه‌های طرح‌شده درباره آغاز و فرجام جهان در کیهان‌شناسی نوین از مهم‌ترین نقاط تلاقی علم و دین است. برخی مدل‌ها و نظریه‌های رایج در کیهان‌شناسی کوانتومی به مثابه تبیینی طبیعت‌گرایانه و خداگرایانه از جهان، به ابزاری برای مخالفت با عقاید دینی در باب آفرینش تبدیل شده است. از این گونه است مدلی که استیون هاوکینگ با همکاری جیمز هارتل ارائه کرده است. در این مدل هاوکینگ با نظریاتی که جهان را باز، ازلی و دارای امتداد بی‌نهایت در گذشته قلمداد کرده‌اند، مخالفت ورزیده، به محدودیت و تناهی جهان اعتراف می‌کند. او در عین حال بر آن است جهان حادث و آغازمند نیز نبوده، غیر ازلی غیرحادث است و در نتیجه همچنان بوده و هست و خواهد بود. بدین روی جهان نه آغازی دارد تا آغازگری چون خدا لازم آید و نه پایانی دارد و نه معاد و قیامت. مقاله پیش رو بر آن است دیدگاه یادشده را با توجه به زمان موهومی که نقش زیرساختی مهمی در کیهان‌شناسی هاوکینگ دارد، به روش توصیفی معرفی کند. سپس آن را به روش عقلی-تحلیلی ارزیابی کرده، دلالت‌های الهیاتی‌اش را بازشناسد. ماحصل تحقیق این است که مدل یادشده افزون

* دانشیار و عضو هیئت علمی گروه علمی منطق فهم دین پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی (نویسنده مسئول)

(shakerinh@gmail.com).



** دانشجوی دکتری فلسفه فیزیک دانشگاه باقرالعلوم (kh.shakerin@gmail.com).

بر اینکه به لحاظ علمی و منطقی نیازمند بررسی بیشتر است، بر فرض صحت، دلالتی بر طبیعت‌گرایی هستی‌شناختی هاوکینگ ندارد.

واژه‌های کلیدی: هاوکینگ، کیهان‌شناسی، کیهان‌شناسی کوانتومی، مدل بی‌مرزی، زمان موهومی.

مقدمه

کیهان‌شناسی (Cosmology) بخشی از فیزیک جدید است که به مطالعه جهان به مثابه یک کل پرداخته و به بررسی چگونگی شکل‌گیری، فرایند تحولات و فرجام آن اهتمام دارد. از جمله نظریه‌های مطرح در این زمینه که مورد استقبال شمار زیادی از فیزیکدانان قرار گرفته، مهبانگ است که بر اساس آن «جهان مشاهده‌پذیر»، باقیمانده انفجار عظیمی است که حدود ۱۳/۷ میلیارد سال پیش رخ داده است؛ یعنی جهان در پی یک چگالی و حرارت بی‌نهایت که از آن به نقطه «تکین» یا «تکینگی» (singularity) یاد می‌شود، آغاز شده، سپس انبساط یافته و رقیق و سرد گشته است. از طرف دیگر در نظریه نسبیت عام که بنیان اساسی کیهان‌شناسی مهبانگ و کارآمدترین نظریه موجود درباره گرانش است، زمان و مکان مطلق وجود نداشته، فضا-زمان خمینه‌ای (manifold) چهاربعدی است که تا حدودی مانند محیط کوشان رفتار می‌کند و شئون ماده با شئون فضا و زمان، همبسته‌اند. بنابراین در نقطه‌ای که تراکم ماده بی‌نهایت باشد، فضا نیز بی‌نهایت منقبض و کوچک خواهد شد و به اقتضای همبسته بودن فضا و زمان چنانچه در نقطه‌ای، فضا محو گردد، زمان نیز وجود نخواهد داشت. بنابراین در مجموع می‌توان گفت پیوستگی سه‌جانبه ماده، فضا و زمان ایجاب می‌کند که تکینگی ماده، تکینگی فضا و زمان هم به شمار آید (Davies, 1992, pp.48-50).

در دهه هفتاد قرن بیستم، راجر پن‌روز (Roger Penrose) و استفن هاوکینگ (Stephen Hawking) اثبات کردند که با توجه به نظریه نسبیت عام و انبساط کنونی عالم، جهان گذشته می‌بایست بسیار متراکم‌تر از جهان فعلی بوده و تکینگی انفجار بزرگ، امری اجتناب‌ناپذیر است (Lightman, & Brawer, 1990, p.39). هاوکینگ همچنین اظهار می‌دارد: «یک تکینگی

انحنا که همه خطوط جهان را قطع می‌کند... [باعث می‌شود] نسبیّت عام برای زمان آغازی پیش‌بینی کند...» (Hawking, 1980, p.149).

نظریه مهبانگ در عین مقبولیت گسترده نزد فیزیکدانان و موفقیت آن در تشریح روند پیدایش و تحول جهان کاستی‌هایی نیز دارد؛ از جمله اینکه در رابطه با زمان صفر، هنگامه تحقق مهبانگ و اندکی پس از آن یعنی تا زمان پلانک (۳۴-۱۰ ثانیه پس از مهبانگ)، ناتوان از توضیح است و به بیان هاوکینگ در این نقطه نظریه عام اینشتین شکست خورده و بر اساس آن نمی‌توان روشن کرد که جهان چگونه آغاز شده است. تنها می‌ماند که بگوییم منشأ جهان ورای قلمرو علم است (هاوکینگ، ۱۳۹۷، ص ۴۷). او همچنین اظهار می‌دارد: «شمار زیادی از اینکه زمان، آغاز و انجامی داشته باشد، دل خوش نداشتند؛ چراکه این مطلب بازنمون دخالت الهی بود. در نتیجه کوشش‌هایی برای رهایی از این پیامد صورت پذیرفت» (Hawking, 1989, p.66).

در چنین شرایطی، نقش نظریه کوانتوم حائز اهمیت می‌باشد؛ از این رو کیهان‌شناسان در جست‌وجوی مدل جامعی برآمدند که نظریه‌های کوانتوم و نسبیّت عام را در تنسيق واحدی ارائه نماید (Isham, 1993, p.51). نمونه‌ای از این گونه مدل توسط هاوکینگ و هارتل ارائه شده و به «حالت بی‌مرزی» (No-Boundary State) نام‌بردار است. او اعتراف می‌کند ما هنوز به یک نظریه کامل منسجمی که مکانیک کوانتومی را با گرانش تلفیق کند، دست نیافته‌ایم، اما ویژگی‌های لازم آن را به خوبی می‌دانیم. وی نخستین ویژگی لازم برای چنین نظریه را این می‌داند که باید پیشنهاد فاینمن برای فرمول‌بندی مجموعه مسیرها و تاریخچه‌ها را لحاظ کند. در این رهیافت بر خلاف نظریه کلاسیک، ذره تنها یک مسیر ندارد؛ بلکه ممکن است هر مسیری را در فضا-زمان بپیماید و هر کدام از این مسیرها با یک زوج عددی همراه است که یکی نمایانگر طیف موج و دیگری نشان‌دهنده موقعیت آن در نمودار فازی آن است. برای تشخیص میزان احتمال گذر ذره از یک نقطه معین، باید همه طیف امواج تابع هر مسیر ممکن را که از آن نقطه می‌گذرد، با هم جمع بسته و انتگرال آن را به دست آورد.

البته وقتی کسی می‌خواهد به این جمع‌بندی اقدام کند، با مشکلات فنی فراوانی روبه‌رو می‌شود. حل این مشکل تنها یک راه دارد: شخص باید امواجی از مسیرهای ذره را جمع بزند که در زمان موهومی^۱ رخ می‌دهد نه آنچه در زمان «واقعی» مورد تجربه ما به وقوع می‌پیوندد.
(Hawking, 1998, p.116).

زمان موهومی ممکن است افسانه‌ای علمی بنماید؛ اما در واقع مفهومی تعریف‌شده در ریاضیات است. هاوکینگ همچنین رهایی از مشکلات فنی جمع‌بندی مسیرهای فاینمن را در گرو کار بست اعداد موهومی دانسته و نتیجه آن را در فضا-زمان این می‌داند که «دیگر تمایز بین فضا و زمان به کلی رخت برمی‌بندد» (Ibid, p.117). پس از اقلیدس یونانی که مطالعه هندسه سطوح دوبعدی را پایه‌گذاری کرد، فضا-زمانی را که مختصه حوادث جاری در آن مقادیر موهومی باشند، فضا-زمان اقلیدسی گویند. آنچه امروزه فضا-زمان اقلیدسی می‌نامیم، شباهت زیادی با آن دارد، با این تفاوت که به جای دو بعد دارای چهار بعد است. در فضا-زمان اقلیدسی هیچ فرقی بین جهت زمان و جهت‌های فضایی نیست. از طرف دیگر در فضا-زمان حقیقی که در آن مختصه زمانی وقایع با اعداد حقیقی و معمولی علامت‌گذاری می‌شوند، به آسانی می‌توان این تفاوت را بیان کرد که پیکان زمان در همه نقاط در مخروط نور قرار گرفته، پیکان‌های فضایی خارج از آن قرار دارند. به هر حال تا آنجا که به مکانیک کوانتومی متداول مربوط می‌شود، ما باید کار بست زمان موهومی و فضا-زمان اقلیدسی را صرفاً یک وسیله (یا حقه) ریاضی برای محاسبه پاسخ‌هایی در باره فضا-زمان حقیقی قلمداد کنیم (Ibid).

در نگاه هاوکینگ ویژگی دیگری که باید بخشی از هر گونه نظریه غایی باشد، این ایده اینشتین است که میدان جاذبه مظهر یک فضا-زمان منحنی است؛ یعنی در فضای خمیده ذرات می‌کوشند نزدیک‌ترین راه را در مسیری مستقیم دنبال کنند، اما چون فضا-زمان تخت نیست، به نظر می‌رسد راه آنها دارای همان خمیدگی است که به وسیله میدان گرانشی ایجاد

۱. «Imaginary time» نوعی نمایش ریاضی زمان که تمایزی با جهت‌های فضایی نداشته، در آن دو حالت یکسان و رفت برگشت ممکن است؛ بر خلاف زمان حقیقی که یکسانی در آن ناممکن بوده، جهت واحدی از گذشته به آینده دارد.

می‌شود. هنگامی که ما شیوه جمع‌بندی مسیرهای فاینمن را بر نظریه گرانش اینشتین اعمال کنیم، تاریخچه یک ذره شبیه یک فضا-زمان منحنی کاملی خواهد شد که نمایشگر سیر تاریخی کل کیهان است.

برای احتراز از مشکلات فنی‌ای که در شیوه جمع‌بندی گذرگاه‌های فاینمن پدید می‌آید، باید این فضا-زمان‌های منحنی اقلیدسی شوند. یعنی زمان باید موهومی اختیار شده و جهت آن از جهات فضایی متمایز نباشد. برای محاسبه احتمال یافتن یک فضا-زمان حقیقی که خواص معینی داشته باشد، مثل اینکه از هر نقطه و هر جهت که به آن بنگریم یکسان بنماید، باید تابع امواج همه مسیرهایی که آن خصیصه را دارند بر هم جمع زد (*Ibid*).

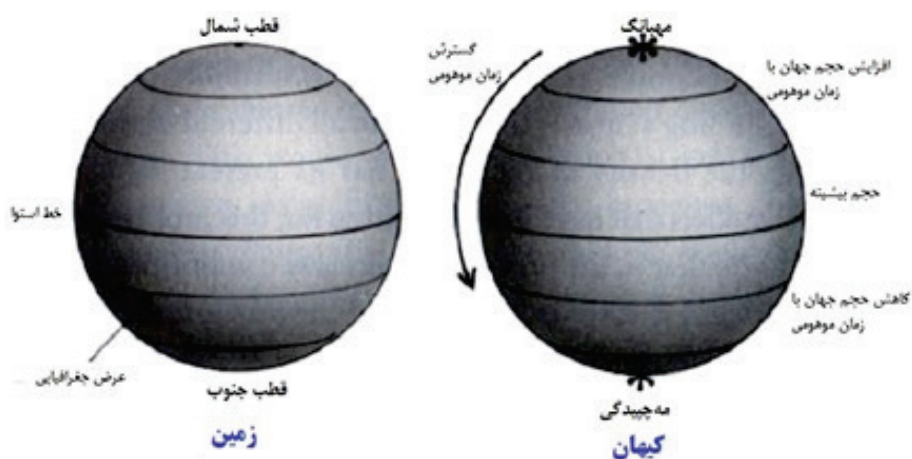
در نظریه کلاسیک نسبیت عام، فضا-زمان‌های منحنی متنوعی وجود دارند که هر یک متناظر با حالت خاص و متفاوتی از کیهان نوزاد است. اگر ما وضعیت اولیه کیهان خود را می‌دانستیم، می‌توانستیم کل سیر تاریخ آن را بدانیم؛ همچنین در نگره گرانش کوانتومی، وضعیت‌های ممکن کوانتومی بسیاری برای جهان وجود دارند که اگر می‌دانستیم فضا-زمان‌های منحنی اقلیدسی در مجموعه مسیرهای فاینمن در زمان‌های اولیه چگونه رفتار می‌کرده‌اند، می‌توانستیم حالت کوانتومی کنونی جهان را به دست آوریم.

در نظریه کلاسیک گرانش که مبتنی بر فضا-زمان حقیقی است، تنها دو راه برای پدیدآیی جهان وجود دارد: یا جهان ازلی بوده و از بی‌نهایت زمان در گذشته وجود داشته یا اینکه جهان حادث است و از یک تکینگی در زمان محدودی آغاز شده است. اما در نظریه گرانش کوانتومی گزینه سوم هم هست؛ زیرا با کاربست فضا-زمان اقلیدسی که در آن پیکان زمان همچون جهت‌های فضایی است، برای فضا-زمان این امکان وجود دارد که به لحاظ وسعت محدود بوده، اما هیچ گونه تکینگی که مرز و لبه‌ای پدید آورد، وجود نداشته باشد. فضا-زمان می‌تواند مانند سطح کره زمین باشد، تنها با دو بعد اضافی. او در این باره می‌نویسد:

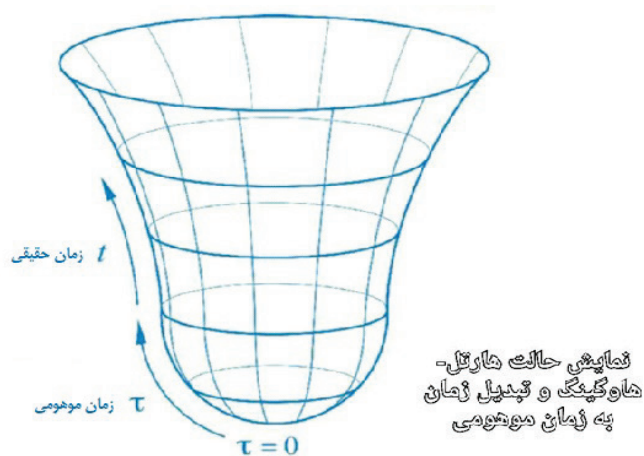
امکان اینکه پهنه فضا-زمان، متناهی و در عین حال فاقد هر گونه تکینگی تشکیل‌دهنده یک لبه یا کناره باشد، وجود دارد. فضا-زمان سطح زمین را می‌ماند، افزون بر دو بعد دیگر [در مجموع چهار بعد]. پهنه سطح زمین متناهی اما فاقد لبه یا

کرانه است. اگر در دریا به جهت غروب آفتاب سفر کنید، نه به لبه‌ای خواهید رسید که از آن پرت شوید نه به یک تکیه‌گی برخورد خواهید کرد (*Ibid, p.118*).

در این نگاه می‌توان انبساط و انقباض جهان و خط سیر آن را بر یک سطح کروی چون زمین ترسیم کرد که در آن نقطه شمال معرف زمان موهومی است. مهبانگ یا انبساط جهان از قطب شمال به عنوان نقطه‌ای یگانه شروع شده و به تدریج ادامه می‌یابد؛ به طوری که دایره‌های عرض جغرافیایی معرف مراحل انبساط زمان خواهند بود. حداکثر انبساط جهان با زمان موهومی دایره خط استواست. سپس جهان و به تعبیری زمان موهومی شروع به انقباض نموده، این انقباض تا نقطه‌ای خاص یعنی مه‌چیدگی قطب جنوب ادامه یافته و از آن پس دوباره سیر انبساط و انقباض به سمت شمال ادامه می‌یابد. جهان در قطب شمال و جنوب دارای ابعاد «هیچ» است. این به معنای آن نیست که دو نقطه یادشده دارای ویژگی فوق‌العاده اختصاصی یا تکیه‌گی باشند؛ چنان‌که دو قطب شمال و جنوب زمین دارای ویژگی منحصر به فرد و تکیه‌گی نیستند. بنابراین قوانین فیزیک در این نقاط همچون دیگر نقاط و لحظات کاملاً صادق‌اند و از این جهت هیچ زمان و مکانی مستثنا نیست (*Ibid, p.120*).



هاوکینگ همچنین بر آن است در فرایند گذار از فضای چهاربعدی به فضا-زمان کلاسیک، زمان حقیقی به تدریج از زمان موهومی برآمده و از دیگر محورهای سه‌گانه فضا جدا می‌شود. جهان ما به سان توپ بدمینتون است که نیم‌کره انتهایی آن نمایشگر فضای چهاربعدی با زمان موهومی و پره‌های آن نشان‌دهنده انبساط کیهانی در فضا-زمان حقیقی است (هاوکینگ، ۱۳۸۹، ص ۹۸).



بر اساس آنچه گذشت، هاوکینگ بدون مرز بودن فضا-زمان را نتیجه گرفته، بر آن است زمان، موجودی بدون مرز و بدون آغاز است که علی‌رغم تفاوت آن با فضا به گونه‌ای تنیده به هم عمل می‌کنند. او از این مطلب نتیجه می‌گیرد که دیگر نمی‌توان پرسید قبل از مهبانگ چه بوده است؛ زیرا اساساً پیشینه و قبل و مقدمی بر این رخداد بزرگ، وجود نداشته و اگر انفجار بزرگ را آغاز زمان بخوانیم، کاربردی متفاوت از آن اراده کرده‌ایم (هاوکینگ، ۱۳۸۳، ص ۲۳-۲۵). بنابراین دیگر جایی برای خداوند یا هر عامل و زمینه‌ای دیگر برای نقش‌آفرینی و خلق جهان باقی نمی‌ماند:

این اندیشه که فضا و زمان ممکن است یک سطح بسته بدون کرانه را تشکیل دهند... ملزومات عمیقی برای نقش خدا در جهان دارد... اگر

جهان آغازی داشت، ما می‌توانستیم فرض کنیم که خالق دارد. اما اگر به طور کامل خوداتکا باشد، یعنی مرز و لبه‌ای نداشته باشد، آن را نه آغازی هست و نه انجामी. در این صورت دیگر چه جایی برای خدا باقی خواهد ماند؟ (Hawking, 1998, p.122).

هاوکینگ در جای دیگر می‌گوید ما در تجربه روزمره خود دیده‌ایم هر رخدادی که اتفاق بیفتد، باید سبب آن در گذشته رخ داده باشد؛ اما در لحظه مهبانگ نمی‌توان به عقب رفت، زیرا زمانی در کار نبوده است. دست آخر چیزی را پیدا کرده‌ایم که علتی نداشته است؛ چون زمانی نبوده که این علت و آفریننده‌ای وجود داشته باشد. بنابراین اگر کسی بگوید «آیا خدا جهان را آفریده است؟» می‌گوییم: این پرسش بی‌معناست، زیرا پیش از مهبانگ، زمان وجود نداشت که خدا وقت پیدا کرده و جهان را بیافریند (هاوکینگ، ۱۳۹۷، ص ۳۷-۳۹).

با توجه به آنچه گذشت، در نگاه هاوکینگ خلق و آفرینش الهی در زمان واقعی آن هم با مسبوقیت جهان و زمان به عدم امکان‌پذیر است. درمقابل موهومی بودن زمان مهبانگ خلاف آن را نشان می‌دهد و دیگر جایی برای خدا باقی نمی‌گذارد تا دست به آفرینش جهان زند و به تعبیری آفریننده جهان باشد. بنابراین نظریه بی‌مرزی نشان‌دهنده عدم حدوث و آغازمندی فضا-زمان، در عین محدودبودن آن است. بدین روی جهان در عین ازلی نبودن و عدم امتداد آن تا بی‌نهایت در گذشته، حادث هم نبوده و در عین محدودیت همچنان بوده و هست و خواهد بود؛ نه آغازی دارد و نه پایانی؛ پس نه آفریننده‌ای دارد و نه ویرانگری.

نقد و ارزیابی

دعای هاوکینگ از جهات مختلفی قابل بررسی و نقد است. برخی مجادلات ناظر به زمان موهومی و شماری ناظر به وجوه دیگری از این نظریه است که نویسنده در مقاله دیگری به آنها پراخته است (ر.ک: شاکرین، ۱۴۰۰، ۵۷-۷۴)؛ از این رو اکنون به خصوص زمان موهومی و چگونگی کاربست و دلالت‌های آن خواهیم پرداخت.

یکم. ضعف پشتوانه‌های منطقی

هاوکینگ اظهار می‌دارد که از میان چهار نیروی بنیادین طبیعت گرانش، ضعیف‌ترین آنها و در عین حال شکل‌دهنده ساختار کلان و بزرگ مقیاس جهان است (Hawking, 1998, pp.159-160). او در لحظه گرانش شدید اولیه کیهان، اصالت را به فضا-زمان موهومی داد. این مسئله از جهات مختلفی درخور بررسی است که از جمله آنها تبیین زمان موهومی می‌باشد. فلوریان فریستتر بر این مسئله انگشت نهاده است که چرا اول باید فضا باشد یا فضا با زمان موهومی و سپس ناگهان زمان حقیقی پدید آید؟ چه چیزی جهان را وامی‌دارد که این گونه رفتار کند؟ او به پیشنهاد صرف خواندن این نظریه توسط هاوکینگ اشاره کرده است؛ آنجا که می‌گوید:

تأکید می‌کنم این ایده که زمان و فضا باید متناهی ولی بی‌کرانه باشند، صرفاً یک پیشنهاد است و نمی‌توان آن را از اصل دیگری استنتاج کرد. این، مانند هر نظریه علمی دیگری ممکن است ابتدا به دلایل زیبایی‌شناختی یا متافیزیکی ارائه شده باشد؛ ولی آزمون واقعی آن این است که بتواند پیش‌بینی‌هایی را مطرح کند که با مشاهده برابری کند. مشخص کردن این مطلب درباره گرانش کوانتومی با دو مشکل روبه‌روست: یک آنکه ما هنوز به طور کامل مطمئن نیستیم کدامین نظریه با موفقیت، نسبت عام و مکانیک کوانتومی را به هم می‌پیوندد... دو دیگر اینکه هر مدلی که کل جهان را به تفصیل توضیح می‌دهد، به لحاظ ریاضی، بسیار پیچیده‌تر از آن است که با آن قادر به محاسبه پیش‌بینی‌های دقیق باشیم. بنابراین باید پیش‌فرض‌ها و تقریب و تخمین‌ها را ساده کرد و در این صورت هم باز مسئله استخراج پیش‌بینی‌ها همچنان امری دشوار باقی خواهد ماند (Ibid, p.119).

فریستتر سپس اظهار می‌دارد هاوکینگ در تمام طول عمر خود نتوانست پاسخی برای این پرسش‌ها فراهم آورد (Ibid, p.63) و سرانجام نتیجه می‌گیرد که اساساً «ایده زمان موهومی بیش از هر چیز یک "حقه محاسباتی" است نه تبیین یک فرایند فیزیکی عینی. جهان به طور واقعی در گذشته با زمان موهومی سپری نکرده است» (Freistetter, 2020, p.62).

دوم. هستی‌شناسی زمان موهومی

از جمله مسائل مطرح‌شده و حائز اهمیت درباره دیدگاه هاوکینگ هستی‌شناسی زمان موهومی و نسبت آن با زمان حقیقی است. زمان حقیقی واقعی‌تر است یا زمان موهومی؟ آیا می‌توان مباحث جهان‌شناختی را بر اساس زمان موهومی سامان داد، از آن نتایج هستی‌شناختی دریافت کرد؟ هاوکینگ چنین پرسشی را بی‌معنا خوانده و اظهار می‌دارد:

بر اساس فلسفه پوزیتیویستی نمی‌توان روشن ساخت که واقعیت چیست. تنها کاری که می‌توان کرد این است که کدام مدل ریاضی می‌تواند به توصیف جهان ما بپردازد [و توصیف کاراتری ارائه دهد] (هاوکینگ، ۱۳۸۹، ص ۹۴-۹۵). ما حاصل اینکه یک مدل ریاضی حاوی زمان موهومی نه تنها نتایج مشهود ما را پیش‌بینی می‌کند، بلکه آنچه را ما قادر به سنجش آن نبوده، به دلایل دیگری باور داریم نیز شامل می‌شود. بنابراین شاید بتوان گفت تفکیک بین حقیقی و موهومی صرفاً وصفی ذهنی است (Hawking, 2001, pp.58-61, 63, 82-85, 90-94, 99, 196).

پاسخ فوق از جهات مختلفی درخور بررسی است از جمله:

اگرچه کارایی در نظریه علمی اهمیت خاص خود را دارد، تنها ارزش نبوده و ارزش‌های دیگری نیز در آن اهمیت دارند که لحاظ آنها ضروری است. فرض کنیم بر اساس پوزیتیویسم نظریه علمی پردازنده مدلی ریاضی برای توصیف مشاهدات باشد؛ لیکن کارایی یک نظریه علمی ارزشی افزون بر صحت و سقم و ارزش نظری آن است یا جانشین و بی‌نیازکننده از آن؟ بر فرض نخست هستی‌شناسی زمان سؤالی همچنان پابرجا و چه‌بسا مقدم است و اول باید ارزش و اعتبار زمان موهومی در نسبت با زمان حقیقی سنجیده شده، سپس کارکرد آن را جست‌وجو کرد. بر فرض دوم واقع‌گرایی علمی ویران و ارزش و اعتبار نظری علم مخدوش می‌شود. چنین چیزی نه توجیه منطقی دارد و نه جامعه علمی آن را برمی‌تابد.

پناه‌بردن به فلسفه پوزیتیویسم برای رهایی از هستی‌شناسی و ارزش‌سنجی زمان موهومی نشان‌دهنده توجه هاوکینگ به این نکته است که مسئله فوق امری فلسفی است نه علمی. در

عین حال او به جای ژرفکاوی فلسفی به کاهلی اندیشه‌ورزی و سانسور فکری روی آورده است. اکنون این سؤال رخ می‌نماید که اولاً تمسک به پوزیتیویسم در این زمینه چه توجیهی دارد؛ به‌ویژه اینکه این مکتب خود با اشکالات عدیده‌ای روبه‌رو بوده، از جهات مختلفی مورد نقد و از جمله گرفتار خودستیزی است (ر.ک: شلیک، ۱۳۹۰، ص ۱۶-۱۹) و نحوه ارجاع هاوکینگ به آن، آیین مکتب مدعی واقع‌گرایی است (ر.ک: شلیک، ۱۳۹۰، ص ۱۶-۱۹) و نحوه ارجاع هاوکینگ به آن، آیین مکتب را به نگره‌ای صرفاً کارکردگرایانه تبدیل می‌کند.

ملاک کارایی یک نظریه علمی دقیقاً چیست؟ با لحاظ کدامین مؤلفه‌ها و در نسبت با چه اموری می‌توان مدل یا نظریه‌ای را کاراتر از دیگری قلمداد کرد؟ نیز آیا می‌توان انگاشت که نظریه‌ای از جهتی کاراتر از دیگری و آن دومی از جهتی دیگر کاراتر از اولی باشد و در این صورت تقدم و تأخر و راجح و مرجوحی هست یا نه و بر فرض وجود، کدام یک و بر اساس چه ملاکی مقدم است؟ در محل مورد بحث نهایتاً می‌توان گفت کاربست زمان موهومی باعث تکمیل تبیین علمی و جلوگیری از فروریزش قوانین فیزیکی در هنگامه رخداد مهبانگ می‌شود؛ لیکن این به معنای خودبسندگی جهان و ترجیح موضع طبیعت‌گرایی در تبیین جهان آن سان که هاوکینگ پنداشته، نبوده، بلکه خود تبیین‌خواه است و می‌توان از چرایی آن و نه غیر آن پرسید. به نظر می‌رسد هاوکینگ خود تا حدودی به این مسئله تفتن داشته، در رابطه با مدل‌هایی که بخواهد کل جهان را توضیح دهد، می‌گوید:

حتی اگر یک «نظریه وحدت‌یافته ممکن» وجود داشته باشد، آن صرفاً مجموعه‌ای از قوانین و معادله‌هاست. آن نفس گرم چیست که در معادله‌ها دمیده می‌شود و جهانی می‌سازد تا معادله‌ها به توصیف آن پردازد؟ رویکرد متداول علم درباره ساخت مدل ریاضی نمی‌تواند به پرسش‌هایی درباره اینکه چرا جهانی باید وجود داشته باشد که «مدل مذکور» به توضیح آن پردازند، پاسخ دهد (Hawking, 1998, p.160).

بنابراین بر فرض کارایی فی‌الجمله زمان موهومی را بپذیریم، در عین حال نافی کارایی نظریه‌های مبتنی بر زمان حقیقی از جهات دیگر نیست؛ همچنین این نظریه بر فرض صحت

نمی‌تواند جانشین تبیین‌های فراطبیعی شود؛ زیرا تبیین طبیعی هرچه باشد، سطحی فروپایه از تبیین است و تبیین‌های فراطبیعی سطحی فراتر از تبیین‌اند و افزون بر آن کارکردهای ویژه‌ای هم به همراه دارد که تبیین طبیعی فاقد آن است.

ذهنی‌انگاری تفکیک زمان حقیقی و موهومی پنداری نادرست و ناشی از عدم توجه به چیستان فلسفی زمان است که در بحث خلط ترتیب و ترتب، به آن خواهیم پرداخت. افزون بر آن اگر این تفکیک ذهنی باشد، اولاً برآمدن زمان حقیقی از زمان موهومی نیز صرفاً تفکیکی ذهنی تلقی شده و کل نظریه هاوکینگ از ارزش و اعتبار واقعی تهی خواهد شد. ثانیاً بر اساس چه منطقی هاوکینگ از چنین چیزی نتایج هستی‌شناختی و الهیاتی گرفته و بر نبود ضرورت وجود خدا بلکه عدم امکان و نبودن جا و زمینه‌ای برای وجود و فاعلیت او را نتیجه می‌گیرد؟ به عبارت دیگر هاوکینگ بر خلاف منطق استدلال، مهم‌ترین مسئله هستی‌شناختی را بر پایه چیزی استوار کرده که از نظر خودش وضعیت روشنی به لحاظ هستی‌شناختی نداشته، صرفاً از ارزش ابزاری آن دفاع می‌کند؛ در عین حال از همان مسئله نتایج واقع‌گرایانه استنتاج و به عبارتی بر آن تحمیل کرده است.

سوم. تناقض آمیزی

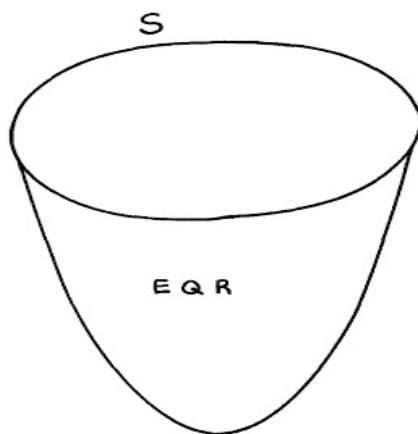
شماری از محققان مانند کونتین اسمیث، دیلتیته، گای و... کیهان‌شناسی مبتنی بر زمان موهومی را تناقض‌آمیز دانسته، بر آن‌اند کاربست زمان موهومی در کیهان‌شناسی تنها به شکل ابزارانگارانه نه واقع‌گرایانه امکان‌پذیر است. در نگاه دیلتیته و گای مهم‌ترین مشخصه کیهان هاوکینگ (HU) نیم‌کروی اقلیدسی چهاربُعدی‌ای است که از بالای سطح (S) (فضایی سه‌بعدی که که شعاع آن تقریباً از مرتبه طول پلانک یعنی حدود ۳۳-۱۰ سانتی‌متر است) به سمت فضا‌زمان کلاسیک لورنتسی امتداد می‌یابد. این سطح یک مرز مبهمی^۱ را مشخص می‌کند که محدوده تحول کلاسیکی کیهان در بالای سطح (S) را از ناحیه حد کوانتومی (یا EQR) زیر سطح S جدا می‌کند (Deltete, 1996, p.189).

1. Fuzzy.

بر اساس آنچه گفته آمد، کیهان هاوکینگ (HU) این نتایج را در بر دارد:

(الف) کیهان از ناحیه‌ای که با متریک اقلیدسی (یا فضای چهاربعدی) توصیف شده، به سوی ناحیه‌ای که با متریک لورنتسی (فضازمان دارای سه مختصه فضایی و یک مختصه زمان حقیقی) توصیف می‌شود، تحول می‌یابد.

(ب) در نتیجه کیهان فقط در بالای سطح S یا خارج از ناحیه حد کوانتومی (EQR) دارای مختصه زمان حقیقی (در زمان حقیقی) است.



(ج) گذار تنها روی فضای سه‌بعدی S یا حوالی آن رخ می‌دهد (Ibid, p.190).

در نگاه اندیشمندان یادشده یکی از مشکلات اساسی در کیهان‌شناسی‌های مبتنی بر زمان موهومی مسئله گذار^۱ و به تعبیری «مشکل اتصال»^۲ است. این مشکل آن‌گاه رخ می‌نماید که کسی بخواهد معنایی منطقی و فیزیکی از این گذار ارائه کند. به عبارت دقیق‌تر به نظر می‌رسد بر اساس مدل هاوکینگ و دیگر مدل‌های کیهان‌زایی^۳ کوانتومی که به زمان موهومی روی می‌آورند، جهان تنها در دوره پلانک (یعنی حدود ۱۰-۳۴ ثانیه و شعاع حدود ۳۳-۱۰ سانتی‌متر) در زمان

1. Transition.
2. join problem.
3. Cosmogenic.

موهومی قرار دارد.^۱ اندکی پس از آن دیگر کیهان چهاربعدی اقلیدسی نبوده، به جای آن فضا زمان کلاسیک GTR (لورنتسی) با سه جهت فضایی و یک بعد زمانی حقیقی وجود دارد (Ibid, p.190).

اکنون این پرسش برمی آید که گذار یادشده چگونه رخ می‌دهد؟ در چنین مدل‌هایی مسئله اتصال جدی و حساس است و نمی‌توان به‌سادگی با تمسک به منطقه «مبهم» گذار از چنگ آن گریخته یا به‌راحتی فراموشش کرد؛ کاری که به نظر می‌رسد بسیاری از کیهان‌شناسان کوانتومی انجام داده‌اند (See: Hawking, 1989, p.68; Davies, 1992, p.62; Gribbin, 1986, p.385; Barrow, 1991, p.91). برای مثال هاوکنینگ در یکی از آثار عمومی‌تر خود می‌نویسد فضا-زمان چهاربعدی اقلیدسی «در کسری بسیار کوچک از نخستین ثانیه [از وجود کیهان] وجود داشته است. او سپس می‌گوید: «به محض اینکه اثرات آغشتگی کوانتومی^۲ [در درون EQR] کاهش یابد، هندسه فضای چهاربعدی... باید آرام‌آرام به فضا زمان شناخته شده‌تر (لورنتسی) متصل شود» (Hawking, 1989, p.68).

این اظهارات را نمی‌توان بدون نقادی پذیرفت؛ زیرا «مسئله اتصال» را نادیده می‌گیرند. این مشکلی حاد است و کیهان‌شناسان کوانتومی را بر سر دوراهه‌ای قرار می‌دهد که ابتدا کوتین اسمیت آن را آشکار کرد. اگر این اتصال واقع‌گرایانه تفسیر شود، مدل‌هایی که زمان موهومی را اختیار می‌کنند، منطقاً تناقض‌آمیز خواهند بود. نیز اگر به نحو ابزارانگارانه تفسیر شود، مدل‌های مبتنی بر زمان موهومی دیگر دلالت فیزیکی نداشته، نمی‌توان آنها را توصیف‌گر تحول اولیه کیهان قلمداد کرد (See: Smith, 1994, pp.9-11; also: Craig and Smith, 1993, pp.317-318).

دلیلتیته برای روشن‌تر شدن مطلب توجه به قضایای زیر را یادآور می‌شود:

۱. به نظر می‌رسد این مساله یکی از نقاط مبهم و تهاافت‌آمیز در نظریه هاوکنینگ است. برخی از داده‌ها مانند تصویری که در فصل هشتم کتاب «تاریخچه زمان» آمده حد وسیع‌تری را برای زمان موهومی نشان می‌دهد. همچنین موضع او در هستی‌شناسی زمان موهومی و حقیقی نتیجه‌ای کاملاً متفاوت را دلالت می‌کند. این مساله نیازمند تحقیق تفصیلی‌تری است و از حوصله این مقام خارج است.

2. quantum smearing effects.

اولین بازه زمانی وجود جهان تلفیقی است از یک بازه زمان موهومی (IT) و یک بازه زمان حقیقی (RT).

زمان‌های حقیقی بعد از زمان موهومی قرار دارند؛ یعنی (IT) متأخر از (RT) است. یک فضای چهاربعدی (اقلیدسی)، بدون مختصه^۱ زمان حقیقی؛ پیش از یک فضای سه‌بعدی دارای مختصه زمان حقیقی (فضازمان لورنتسی) آغاز وجود کرده است. زمان در مراحل متوالی خارج از فضا تحول پیدا می‌کند. یک فضای چهاربعدی (فضازمان اقلیدسی) پیش از زمان «در کسری بسیار کوچک از نخستین ثانیه وجود کیهان» وجود داشته است؛ یعنی پیش از زمانی که در آن وجود زمان آغاز شده باشد.

گزاره (۵) که ناظر به بیان پیش‌گفته از هاوکینگ است، آشکارا خودستیز است؛ زیرا به وجود یک زمان حقیقی پیش از زمان حقیقی دلالت دارد. گزاره‌های (۱)–(۴) نیز همه خودستیز می‌نمایند؛ برای مثال به گزاره (۲) توجه کنید. اگر بازه زمان حقیقی متأخر از بازه زمان موهومی است، این سؤال رخ می‌نماید که زمان حقیقی در زمان حقیقی متأخر از زمان موهومی است یا در زمان موهومی؟ اگر در زمان حقیقی متأخر باشد، پس زمان موهومی نهفته در زمان حقیقی است، در عین اینکه زودتر از آن است. این مناقض آن فرض اولیه است که زمان موهومی مقداری در زمان موهومی^۲ است. درمقابل اگر زمان حقیقی در زمان موهومی متأخر باشد، مناقض این فرض است که زمان حقیقی کمیتی در زمان حقیقی است. مشابه همین استدلال را می‌توان برای نشان دادن تناقض در گزاره‌های (۱) و (۳) هم اقامه کرد. گزاره (۴) نیز همین اشکال را دارد؛ زیرا مدعی است زمان به تدریج طی مراحل متوالی تحول یافته است؛ لیکن توالی مراحل مستلزم توالی زمان‌هاست؛ یعنی توالی زمانی که در خلال آن خود زمان تدریجاً به وجود آمده باشد و این تناقض‌آمیز است.

1. Coordinate.

2. a value in imaginary time.

بنا بر صحت استدلال فوق، روشن می‌شود هر گونه تلاش واقع‌گرایانه برای حل «مسئله اتصال» از طریق تلفیق یک فضای چهاربعدی فیزیکی حقیقی اقلیدسی با یک فضای زمان لورنتسی محکوم به شکست است. از همین رو برخی آن را صرفاً دارای کارکرد ابزاری می‌دانند (See: Deltete & Guy, 1996, pp.191-192).

سرانجام دیلتیته و گای نتیجه می‌گیرند که:

«برآمدن از زمان موهومی» مفهومی نامنسجم است؛ زیرا هیچ راهی وجود ندارد که این ایده را هم به لحاظ منطقی و هم فیزیکی فهم‌پذیر کند. مدل‌های کیهان‌شناختی مانند کیهان‌شناسی هاوکینگ که یک انتقال اولیه از زمان موهومی به زمان حقیقی را مطرح می‌کنند، نمی‌توانند تحول کیهان را از نخستین مرحله دوره حاکمیت کوانتومی توضیح دهند.

در نگاه ایشان منشأ این ناتوانی در اصل ایده زمان موهومی نهفته است که آن را «فضایی» کرده و تحول را ناممکن می‌سازد. بر فرض صحت این مدعا و اینکه جهان واقعاً از یک دوره کوانتومی تحول یافته است، مدل‌های کیهان‌شناسی کوانتومی مبتنی بر زمان موهومی محکوم به شکست‌اند و رهیافت دیگری برای فهم آغاز کیهان ضرورت دارد (See: Ibid, p.200).

به رغم آنچه گذشت، تلاش‌هایی برای صورت‌بندی ارتباط بین زمان موهومی و حقیقی و توضیح حالت هارتل-هاوکینگ در قالب زمان حقیقی انجام شده است. نمونه‌ای از آنها از طریق چرخش ویک^۱ منسوب به جیان کارلو ویک^۲ فیزیکدان ایتالیایی است.^۳ بررسی این گونه تلاش‌ها و میزان کامیابی یا ناکامی آنها نیازمند تحقیق خاص و تفصیلی‌تری است و از حوصله این مقام بیرون می‌باشد.

۱. چرخش ویک (Wick Rotation).

2. Gian Carlo Wick.

۳. از باب نمونه ر.ک:

Atsushi Higuchi, William C. C. Lima (Dated: February 8, 2022), Hartle-Hawking state in the real-time formalism, Department of Mathematics, University of York, Heslington, York YO10 5DD, United Kingdom.

چهارم. خلط ترتیب و ترتب

هاوکینگ گمان کرده است که با کاربست زمان موهومی و دوسویه‌کردن پیکان زمان موفق شده است مدلی خودبسند و ناوابسته به آفرینش الهی از جهان ارائه کند. ریشه این ادعا نگاه نادرست او به زمان و ترتیب و ترتب حوادث زمانی است.

توضیح اینکه زمان واقعی بر خلاف جهت‌های فضایی همواره یک‌سویه یعنی از گذشته به سوی آینده است و برگشت در زمان محال است. به تعبیر هاوکینگ زمان حداقل دارای سه جهت و پیکان است:

پیکان زمان ترمودینامیک که در آن آنتروپی افزایش پیدا می‌کند.

پیکان زمان روانی و اینکه ما در آن حس می‌کنیم زمان را از گذشته به سوی آینده پشت سر می‌گذاریم؛ همواره گذشته به خاطرمان می‌آید، اما هیچ آینده‌ای را به خاطر نمی‌آوریم.

پیکان زمان کیهانی و آن جهتی زمانی است که جهان هستی گسترش و انبساط پیدا می‌کند

(Hawking, 1998, pp.125-133).

در زمان موهومی اما پیکان زمان کاملاً شبیه ابعاد فضایی یعنی دوسویه و قابل رفت و برگشت است. فرض کنید یک فنجان چای از روی میز به پایین سقوط کرده، خرد و شکسته شده و محتویات و قطعات خردشده آن کف اتاق پخش شود. اگر فیلم این حادثه را ثبت کنیم، به راحتی می‌توانیم آن را در جهت عکس به حرکت درآورده، بینیم درون‌مایه و قطعات آن دوباره گردآمده، به هم چسبیده و فنجان و چای موجود در آن از کف اتاق جمع شده، سپس به روی میز جهیده و به شکل نخست بر آن قرار می‌گیرد. هاوکینگ بر آن است علت اینکه ما در زندگی عادی خود چنین جریانی را مشاهده و درک نمی‌کنیم، این است که پدیده فوق به وسیله اصل دوم ترمودینامیک منع شده است. این اصل می‌گوید آنتروپی یا بی‌نظمی با گذشت زمان افزایش می‌یابد. فنجان خردشده در کف اتاق بی‌نظمی است و جمع شدن دوباره آن کاهش آنتروپی. افزایش آنتروپی با زمان مثالی است از آنچه پیکان زمان نامیده شده و جهت زمان را مشخص می‌کند (See: Ibid, p.126).

لیکن به نظر می‌رسد در این مسئله هاوکینگ بین تقدم و تأخر اعتباری و حقیقی از یک سو و بین ترتیب و ترتب خلط کرده است. برای روشن‌تر شدن مطلب باید توجه کرد که پیش و پس بودن در مختصات فضایی از جهتی نسبی و اعتباری بوده و وابسته به شیوه‌ای است که ما مختصات فضا را ترسیم کرده‌ایم؛ برای مثال اگر ۲۰ نفر برای خرید بلیط مترو در صف ایستاده باشند، به طور معمول کسی که به باجه فروش نزدیک‌تر است، نفر اول و آنکه از همه دورتر است، نفر آخر به حساب می‌آید؛ لیکن می‌توان مختصات را بر عکس و تقدم و تأخر را به اعتبار دیگری لحاظ کرد. در مورد زمان اما این گونه نیست و خدنگ زمان وابسته به مختصات نمی‌باشد، مگر آنکه کاربرد متفاوتی از واژه زمان اراده کنیم. بر فرض از طریق فیلمی بتوان ترتیب حوادث را به طور معکوس نمایش داد، اما تفاوت آن با واقعیت رخدادها این است که حوادث پسین مترتب و وابسته به حوادث پیشین‌اند و گذشته در آینده مؤثر است. به بیان دیگر نوعی رابطه علی و معلولی یک‌سویه، هرچند به نحو اعدادی بین حوادث زمانی برقرار است؛ در حالی که وقتی فیلمی از حوادث برگردانده می‌شود، از این ترتیب معکوس وابستگی و رابطه علی معکوس نمی‌شود. جالب اینکه حتی در فرایند تحقق همین نمایش معکوس، ترتیب واقعی حوادث یک‌سویه به سمت آینده پیش می‌رود، اما چیدمان تصاویر برگرفته از حوادث گذشته که دیگر از مقوله زمان نبوده و ترتیبی بین آنها نیست به صورت دلبخواهی معکوس شده است. در نتیجه حتی اگر نتایج، پیامدها و معلول‌ها دارای آنتروپی کمتر و نظم بیشتری باشند، باز رابطه علی و ترتب معلول بر علت تغییر نخواهد کرد. اگر خوردن سنگ به شیشه موجب شکستن آن شود، با عکس کردن ترتیب این دو حادثه، شکستن شیشه باعث اصابت سنگ نمی‌شود. بنابراین چنانچه بتوان پیکان زمان را در سه وجه پیش‌گفته هاوکینگ یعنی پیکان ترمودینامیکی، روانی و کیهانی دگرگون ساخت، پیکان ترتب و رابطه علی و معلولی همچنان یک‌سویه و تابع قانون علیت، ویژگی‌ها و اصول حاکمه آن است و

کاربست زمان اقلیدسی و موهومی از این جهت تأثیری بر نتیجه دلخواه هاوکینگ نخواهد داشت.

نتیجه‌گیری

بر اساس آنچه گذشت، کیهان‌شناسی هاوکینگ نمونه‌ای از کیهان‌شناسی کوانتومی است که با کاربرد زمان موهومی می‌کوشد از تکینگی آغازین و زمان صفر مطرح در مدل استاندارد مهبانگ اجتناب کرده، نفی ضرورت وجود خدا بلکه نبودن جایی برای او را نتیجه بگیرد. این دیدگاه هاوکینگ مبتلا به اشکالات گوناگونی است؛ از جمله: (۱) ناستواری پشتوانه منطقی و ناکامی در توجیه نظریه زمان موهومی؛ (۲) تکیه ناموجه بر فلسفه پوزیتویستی در عین حرکت بر خلاف واقع‌گرایی ادعایی آن؛ (۳) کاهلی اندیشه‌ورزی و طفره‌رفتن از هستی‌شناسی زمان موهومی و حقیقی؛ (۴) فروغلطیدن در دام کارکردگرایی ناواقع‌گرا و بی‌اعتبارسازی نظریه خود به لحاظ نظری؛ (۵) تناقض‌آمیزی، عدم انسجام مفهومی و فهم‌ناپذیری به لحاظ منطقی و فیزیکی؛ (۶) ناتوانی در توضیح تحول کیهان از نخستین مرحله دوره حاکمیت کوانتومی؛ (۷) خلط ترتیب و ترتب در حوادث زمانی و فقدان بن‌مایه فلسفی در اصالت‌دادن به زمان موهومی؛ (۸) عدم تفکیک سطوح تبیین؛ (۹) نتیجه‌گیری‌های غیرمنطقی و ناستواری دلالت زمان موهومی بر خودبسندگی جهان.

منابع

- باربور، ایان (۱۳۹۷)، دین و علم، ترجمه بیروز فطوریچی، تهران: پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی.
- شاکرین، حمیدرضا (۱۳۸۶)، براهین اثبات وجود خدا در نقدی بر شبهات جان هاسپرز، تهران: مؤسسه فرهنگی دانش و اندیشه معاصر، چ ۲.
- شاکرین، حمیدرضا (۱۴۰۰)، «بررسی انتقادی «مدل بی‌مرزی هاوکینگ-هارتل» و دلالت‌های فلسفی-الهیاتی آن با تأکید بر حکمت متعالیه»، معرفت کلامی، سال دوازدهم، شماره ۲ (پیاپی ۲۷)، ص ۷-۷۴.
- شلیک، موریس و آقابابایی، ایمان (۱۳۹۰)، «بوزیتیویسم و واقع‌گرایی»: ماهنامه علمی-تخصصی اطلاعات حکمت و معرفت، سال ۶، شماره ۳، خرداد، ص ۱۳-۱۹.
- هاوکینگ، استیون (۱۳۹۷)، پاسخ‌های کوتاه به پرسش‌های اساسی، ترجمه جمیل آریایی، تهران: مازیار، چ ۱.
- هاوکینگ، استیون (۱۳۸۳)، تاریخچه زمان، ترجمه محمدرضا محبوب، تهران: شرکت سهامی انتشار، چ ۸.
- هاوکینگ، استیون (۱۳۸۹)، نظریه همه چیز، ترجمه ابوالفضل حقیری، تهران: بصیرت.
- Barrow, J. (1991), *Theories of Everything*, New York: Fawcett-Columbine.
- Craig, W. L. and Q. Smith (1993), *Theism, Atheism, and Big Bang Cosmology*, Oxford: Clarendon Press.
- Davies, Paul (1992), *The Mind of God*, New York: Simon & Schuster.
- Deltete, Robert J. & Guy, Reed A. (Aug 1996), "Emerging from Imaginary Time", *Syntheses*, Vol. 108, No. 2, pp.185-203.
- Freistetter, Florian (2020), *Stephen Hawking, His Science in a Nutshell*, Translated by Brian Taylor, Prometheus Books.
- Gribbin, J. (1986), *In Search of the Big Bang: Quantum Physics and Cosmology*, Heinemann, London.
- Hawking, S. W. (1989), "The Edge of Spacetime", in: *The New Physics*, edited by Paul Davies, Cambridge University Press.
- Hawking, S. W. (1998), *A Brief History of Time*, from the big bang to black holes, London: Bantam epub.
- Hawking, S. W. (2001), *The Universe in a Nutshell*. United States & Canada: Bantam Books.
- Isham, Chris J. (1993), "Quantum Theories of the Creation of the Universe", in *Quantum Cosmology and the Laws of Nature*, edited by R. J. Russell, N. Murphy and C. J. Isham (Vatican Observatory and CTNS).

- Lightman, Alan and Brawer, Roberta, eds. (1990), *Origins: The Lives and worlds of Modern Cosmologists*, Harvard University Pres.
- Smith, Q. (1994), "*The Paradox of Imaginary Time in Quantum Cosmology*", Unpublished Manuscript, pp.1-37.