پژوهشنامه فلسفه دین
سال بیست‌ویکم، شماره دوم (پیاپی ۴۲)، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، صص. ۲۰۹-۲۳۸
مقاله پژوهشی (DOI: 10.30497/PRR.2023.243487.1792)

نگاهی انتقادی به استدلال‌های هاوکینگ بر مبنای مدل 'بی‌مرز' علیه خداباوری*

حامد منوچهری کوشا[1]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۲

چکیده

مطابق مدل «بی‌مرز» هارتل-هاوکینگ، در ابتدای عالم، بُعد زمان هم رفتاری مانند ابعاد مکانی داشته است، که در نتیجهٔ آن، تکینگی ابتدای عالم حذف می‌شود. استیون هاوکینگ معتقد است که این مدل چالش‌هایی جدی برای خداباوری به همراه دارد. زیرا طبق آن (۱) عالم نقطهٔ آغازین خلقت ندارد، (۲) پیدایش عالم از هیچ به صورت طبیعی توضیح داده می‌شود، و (۳) نیازی به تعیین شرایط اولیهٔ عالم توسط خداوند نیست. بنابراین کیهان «بی‌مرز» نیازی به خالق ندارد. در این مقاله، ابتدا چهار اشکال مبنایی پیرامون اعتبار علمی مدل و تفسیر هاوکینگ مطرح شده است. نخست، این مدل مبتنی بر گرانش کوانتومی است، که فعلاً نظریهٔ قابل اتکایی در این زمینه در دست نیست. دوم، این مدل با چالش‌های علمی نظری و رصدی مختلفی روبروست. سوم، واقعی پنداشتن زمان موهومی و کیهان اقلیدسی مبنای علمی ندارد. و چهارم، نیاز کیهان به خالق منحصر در لحظهٔ آغازین نیست که از بین رفتن آن نشان‌دهندهٔ عدم نیاز کیهان به خالق باشد. سپس نشان داده شده است که حتی اگر در این موارد کاملاً با او همراهی کنیم باز هم این مدل دلالتی بر مدعای هاوکینگ ندارد. زیرا اولاً عالم در این مدل همچنان آغازمند و حتی دارای لحظهٔ مشخص آغازین است؛ ثانیاً این مدل اصولاً پیدایش عالم از «هیچ محض» را توصیف نمی‌کند؛ ثالثاً خود این مدل نوعی شرط اولیهٔ ممکن و نه ضروری محسوب می‌شود و در درون خود پذیرای شرایط مختلف بسیاری برای محتوای عالم است. بنابراین به نظر می‌رسد که این مدل، بر خلاف ادعای هاوکینگ، هیچ گونه دلالت جدی الهیاتی ندارد.

کلیدواژه‌ها

استیون هاوکینگ، مدل بی‌مرز، خداباوری، آغازمندی عالم، حدوث زمانی، برهان کیهان‌شناختی کلام

---

* این مقاله حاصل پژوهشی است که با حمایت «مرکز علم و الهیات پژوهشکده مطالعات بنیادین دانشگاه شهید بهشتی» و بر اساس قرارداد پژوهشی به شماره ثبت «۹۶۰/۱۰۷/ص» انجام گرفته است. بدین وسیله قدردانی صمیمانهٔ خود را از این مرکز برای حمایت از پژوهش حاضر اعلام می‌دارم.

۱. پژوهشگر مرکز علم و الهیات، پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران؛ دانشجوی دکتری کیهان‌شناسی، دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.
(hamed.manouchehri@physics.sharif.edu)

Philosophy of Religion Research
Vol. 21, No. 2, (Serial 42), Fall & Winter 2023-2024, pp. 209-238
Research Paper (DOI: 10.30497/PRR.2023.243487.1792)

A Critical Examination of the Hawking's Arguments against Theism, on the Basis of His 'No-Boundary' Proposal

Hamed Manouchehri Kousha[1]

Reception Date: 2022.07.20
Acceptance Date: 2023.05.02

Abstract
According to Hartle and Hawking's 'no-boundary proposal,' at the beginning of the universe, the time dimension behaves like the spatial dimensions. This removes the initial singularity of the universe. Hawking argues that this model has important implications against theism, because in this model, (1) the universe did not have an initial creation point, (2) the appearance of the universe from 'nothing' is explained naturally, and (3) there is no need to appeal to God to set the initial conditions of the universe. Hence, the 'no-boundary' universe does not need a creator. In this paper, firstly, we review four classes of fundamental objections against the scientific reliability of the model and Hawking's interpretation of it: (a) It is based on quantum gravity, for which there is no reliable theory yet. (b) There are several empirical and theoretical challenges against this proposal. (c) Considering the imaginary time and the Euclidean universe as objective facts about the universe (and not just mathematical tools) is not scientifically justified. And (d) theologically, the dependency of the universe on its creator is not confined to its initial instant, so removing it does not remove the need for the creator. Then, we show that even if ignore these sorts of objections and go along with Hawking on these issues, the model has no implications supporting his claims against the theism. Because (1) in this model, the universe still has a beginning; (2) this model does not describe the 'appearance from absolute nothing' in its precise meaning; and (3) the model itself is just a contingent proposal about the initial conditions of the universe and allows a variety of different possibilities about the energy-momentum contents of the universe. So, the model seems to have no important theological implications at all.

Keywords
Stephen Hawking, no-boundary proposal, theism, beginning of the universe, Kalam cosmological argument

1. Researcher, Center for Science and Theology, Institute for Science and Technology Studies, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran; Ph.D. Candidate in Cosmology, Department of Physics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran. (hamed.manouchehri@physics.sharif.edu)

۱. مقدمه

بشر در طول تاریخ از مشاهدهٔ هر گونه تحول عمده و بدون بازگشت در اوضاع کیهان ناتوان بود. بنابراین صحبت از آغازمندی و آفرینش کیهان تنها در یک چهارچوب فلسفی و الهیاتی قابل طرح بود و کاملاً خارج از حوزهٔ علوم تجربی مشاهدتی قرار داشت. این وضعیت کمابیش تا دههٔ سوم قرن بیستم ادامه یافت. در واقع اولین نشانه از تحول و تاریخمندی کیهان با کشف انبساط کیهانی توسل ادوین هابل[۱] در سال ۱۹۲۹ پدیدار شد. پیش از او، افرادی چون جرج لومتر[۲] و الکساندر فریدمان[۳] در چهارچوب نظریهٔ نسبیت عام اینشتین نشان داده بودند که کیهان، یعنی بخش سه-بُعدی فضایی ساختار فضازمان، می‌تواند منبسط یا منقبض شود. اکتشاف هابل مبنی بر دور شدن همهٔ کهکشان‌های دوردست از ما، با سرعتی کمابیش متناسب با فاصلهٔ آنها از ما، بلافاصله توسط دانشمندان در همین چهارچوب تفسیر و شاهد محکمی بر انبساط کیهان دانسته شد (Fraser 2006, 119-120). انبساط کیهانی دلالت بر منقبض بودن آن در زمان‌های گذشته دارد. اگر زمان را به اندازه کافی به عقب بازگردانیم به دوره‌ای می‌رسیم که در آن کیهان بسیار منقبض، چگال و داغ بوده‌است، به حدی که توصیف معادلات نسبیت عام از فضازمان ناکارآمد می‌شود. این موضوع موجب تولد نظریهٔ «مِهبانگ» شد. چنین حالت اولیهٔ بسیار داغ و چگال، که فضازمان کلاسیک در آن بی‌معنا می‌شود، توسط افرادی چون لومتر به عنوان آغازی بر کیهان تفسیر شد (Fraser 2006, 124)، آغازی بر فضا، زمان و مواد موجود در عالم که پیش از آن هیچ امتداد زمانی و مکانی متصور نیست.

با ورود موضوع آغاز عالم به حوزهٔ علوم تجربی، دانشمندان با پرسش‌هایی جدی و اساسی روبرو شدند: (۱) آن حالت آغازین اولیه چرا وجود دارد؟ به عبارت دیگر، چرا جهان به وجود آمد؟ (پرسش از اصل وجود)؛ (۲) چرا از بین تمامی شرایط و حالات ممکن، کیهان با این شرایط اولیهٔ خاص متولد شد؟ (پرسش از ماهیت).

این پرسش‌ها به طور سنتی به حوزه‌های فلسفه و الهیات تعلق دارند. اما اخیراً برخی از دانشمندان علوم تجربی نیز تلاش‌هایی برای حل این مسائل انجام داده و نظریاتی ارائه کرده‌اند. شاید مهم‌ترین و مشهورترین آنها را بتوان «پیشنهاد بی‌مرز» هارتل-هاوکینگ دانست (Hartle & Hawking 1983). استیون هاوکینگ، بر خلاف همکارش هارتل، معتقد است که این نظریه پاسخ کاملی به دو پرسش فوق است و در نتیجه دلالت‌های الهیاتی جدی دارد، چرا که نشان‌دهندهٔ بی‌نیازی کیهان از خالق است.

در این مقاله، پس از مرور تاریخچه‌ای از نظریات «خلق از عدم»، به معرفی فرضیهٔ هارتل-هاوکینگ می‌پردازیم. سپس به بررسی و نقد استنتاج‌های فلسفی و الهیاتی هاوکینگ از این فرضیه خواهیم پرداخت.

۲. تاریخچه مختصر نظریات فیزیکی خلق از عدم

شاید اولین نظریهٔ جدی خلق از عدم فیزیکی را بتوان به ادوارد ترایون نسبت داد. او پیشنهاد کرد که جهان ما می‌تواند حاصل یک افت‌وخیز «خلأ کوانتومی»[۴] باشد (Tryon 1973). خلأ کوانتومی یک حالت کوانتومی است که کمینهٔ انرژی ممکن را دارد. به سبب اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، چنین حالتی پایدار نیست و افت‌وخیزهای کوانتومی در آن منجر به تولید ذرات مختلفی می‌شود که غالباً ناپایدارند و سریعاً از بین می‌روند. مدت زمان پایداری این ذرات تولیدشده با انرژی آنها نسبت عکس دارد. ترایون استدلال کرد که برای یک جهان بسته، انرژی منفی پتانسیل گرانشی با انرژی ماده-انرژی موجود در جهان یکدیگر را خنثی می‌کنند و در نتیجه مجموع انرژی جهان صفر است. به همین سبب، جهان به عنوان یک افت‌وخیز کوانتومی، بدون نقض قانون پایستگی انرژی، می‌تواند به مدت طولانی پایدار بماند.

دلیل آن که خلأ کوانتومی را «خلأ» می‌نامند این است که از نظر فیزیکی هیچ ذره‌ای در آن نیست، به عبارت دیگر، یک «فضای تهی از ذره» است. اما در چهارچوب نظریهٔ میدان کوانتومی، هویات بنیادی عالم ذرات نیستند، بلکه میدان‌ها هستند. خلأ کوانتومی نیز در واقع حالت کمینهٔ انرژی میدان‌های کوانتومی است (Mukhanov & Winitzki 2007, 1-8)، دارای انرژی است، در فضازمان قرار دارد و قوانین فیزیک برای آن برقرار است. بنابراین خلأ کوانتومی از منظر فیزیکی یک «چیز» است و موجودیت دارد، و آن را نباید با «هیچ محض»، یعنی عدم مطلق فلسفی، یکی دانست (Barrow & Tipler 1986, 440-441). با این اوصاف، نظریهٔ ترایون را نباید «خلق جهان از عدم» دانست، بلکه «خلق جهان از میدان خلأ کوانتومی» است. این نظریه پاسخی برای این پرسش ندارد که «خود آن خلأ کوانتومی چگونه خلق شده‌است؟»، پس نمی‌تواند جایگزینی برای پاسخ‌های الهیاتی و متافیزیکی دربارهٔ مسئلهٔ خلقت باشد.

یکی دیگر از نظریات خلق از عدم، که کمابیش همزمان با نظریهٔ هارتل-هاوکینگ متولد شد، نظریه «تونل‌زنی از هیچ»[۵] ویلنکین است. تونل‌زنی نام پدیده‌ای کوانتومی است که در آن ذره‌ای از یک سد پتانسیل، که از منظر کلاسیکی عبور از آن برایش ناممکن است،

عبور می‌کند. به عبارت ساده، ذره تحولی را طی می‌کند که هرچند حضور ذره در حالت ابتدایی و انتهایی این تحول به خودی خود مجاز است، اما انجام این تحول با مانعی روبروست که فیزیک کلاسیک اجازهٔ آن را نمی‌دهد. ویلنکین در سال ۱۹۸۲ پیشنهاد داد که جهان می‌تواند از «هیچ» تونل‌زنی کند و به وجود بیاید (Vilenkin 1982). او احتمال این که کیهان از یک حالت بسیار کوچک در حال رمبیدن به یک حالت بزرگ در حال انبساط تونل بزند را محاسبه کرد و نشان داد که حتی اگر حجم آن حالت اولیه به صفر میل کند، باز هم احتمال این تونل‌زنی صفر نیست. ویلنکین این کیهان اولیه با حجم صفر را «هیچ» می‌نامد و این فرآیند را «به وجود آمدن جهان از هیچ» می‌داند (Vilenkin 2003; 2018).

اما، همان طور که خود ویلنکین نیز اذعان دارد، این «هیچ» به معنای «هیچ فلسفی» نیست، چرا که همچنان قوانین فیزیک در *آنجا* وجود دارند و برقرار هستند.[۶] از این گذشته، خود این جهانِ با حجم صفر همچنان یک موجود هندسی سه-بُعدی است که به عنوان یک حالت اولیه می‌تواند مطابق قوانین فیزیک به یک حالت ثانویه تونل‌زنی کند (Vilenkin 2018). بنابراین، نظریهٔ ویلنکین نیز به مانند نظریهٔ ترایون یک توضیح فیزیکی برای «پیدایش جهان از هیچ» نیست.

۳. مدل «بی‌مرز»[۷] هارتل- هاوکینگ

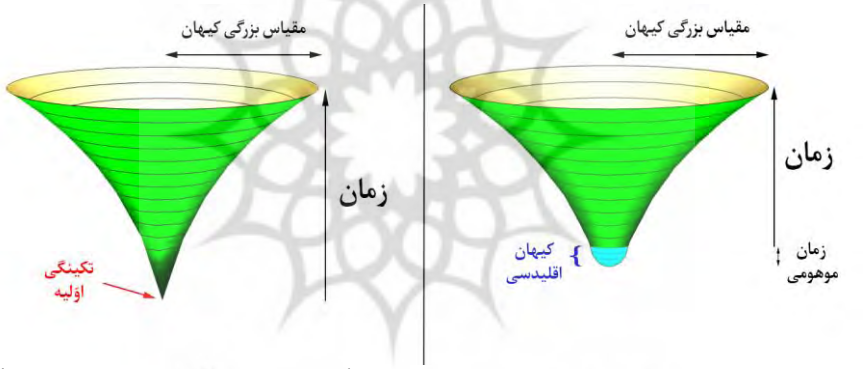
استیون هاوکینگ، به همراه پنروز، یکی از پیشگامان قضایای تکینگی[۸] ابتدایی کیهان است که نشان می‌دهند در صورت برقراری مجموعه‌ای از مفروضات بسیار عام، کیهان حتماً دارای یک تکینگی اولیه بوده است (Hawking & Penrose 1970). این تکینگی شروعی است بر زمان، مکان و مادهٔ عالم، لااقل به معنای کلاسیکی که از آنها می‌شناسیم. اما از سوی دیگر، وجود یک نقطهٔ آغاز برای عالم او را با دو پرسش سهمگین مواجه می‌ساخت: (۱) چرا جهان به وجود آمد؟ (۲) چرا جهان با آن شرایط اولیهٔ خاص پدید آمد و نه با یک شرایط اولیهٔ دیگر؟

پرسش اول به اصل وجود عالم می‌پردازد. این پرسش به مسائلی چون «برهان حدوث» و، در یک نگاه عام‌تر، به پرسش لایبنیتسیِ «چرا چیزی وجود دارد به جای آن که هیچ نباشد؟» گره خورده است. در مقابل، پرسش دوم به چیستی و ماهیت عالم می‌پردازد و حالت تحقق‌یافتهٔ فعلی جهان را با انواع مختلف حالات ممکن برای آن مقایسه می‌کند و از دلیل تعین و ارجحیت یافتن این حالت خاص می‌پرسد. این پرسش با مسائلی چون

«تنظیم ظریف قوانین و شرایط اولیهٔ عالم» و «اصل انسان‌محوری»[۹] در ارتباط است. هاوکینگ در سال ۱۹۸۳، به همراه جیمز هارتل، مدل «بی‌مرز» را معرفی کرد. همان طور که در بخش‌های بعدی به تفصیل به آن خواهیم پرداخت، به عقیدهٔ او این مدل می‌تواند پاسخی کافی برای دو پرسش فوق فراهم آورد، و یا این که لااقل آنها را بی‌معنا کند.

۳-۱. مفاهیم و ایده‌های اصلی مدل

هاوکینگ و هارتل برای اجتناب از تکینگی اولیه پیشنهاد کردند که زمان در لحظات بسیار ابتدایی عالم تغییر ماهیت داده و رفتاری مانند مکان داشته باشد. به عبارت دیگر، هندسهٔ کیهان اولیه اقلیدسی است، و نه لورنتسی. از منظر ریاضیاتی، این کار با موهومی شدن زمان صورت می‌پذیرد، یعنی مقادیر آن در کیهان اولیه به جای اعداد حقیقی، اعداد موهومی هستند. توضیحات بیشتر دربارهٔ زمان موهومی در بخش بعدی خواهد آمد.



شکل (۱) مقایسه شماتیک بین مدل استاندارد دارای تکینگی (سمت چپ) و مدل هارتل-هاوکینگ (سمت راست) برای کیهانی دارای یک بُعد فضایی. ملاحظه می‌شود که کیهان در مدل هارتل-هاوکینگ دارای یک نقطهٔ مرزی ابتدایی نیست، به همین دلیل به این مدل «بی‌مرز» گفته می‌شود.

تفاوت کیهانِ دارای تکینگی با کیهان هارتل-هاوکینگ را تا حدودی می‌توان در شکل (۱) مشاهده کرد. در این شکل، ابعاد فضایی کیهان یک-بُعدی فرض شده و به صورت یک دایره نمایش داده شده است. شعاع این دایره، که مقیاسی از بزرگی کیهان است، با گذر زمان (در راستای محور عمودی) افزایش می‌یابد که این انبساط کیهانی را نمایش می‌دهد. در شکل سمت راست، اگر در جهت زمان‌های گذشته پیش برویم، آن قدر کیهان منقبض می‌شود تا به حالت تکینگی برسد. اما در شکل سمت چپ، پیش از آن که

انقباض به حد لازم برای تکینگی برسد، زمان موهومی شده و کیهان اقلیدسی می‌شود. در این قسمتِ اقلیدسیِ ابتدای عالم دیگر خبری از زمان نیست، و در نتیجه از انقباض و انبساط هم که مفاهیمی هستند که با گذر زمان گره خورده‌اند نمی‌توان سخن گفت. بنابراین در این حالت حجم کیهان در ابتدای عالم به سمت صفر میل نخواهد کرد و تکینگی نخواهیم داشت. این حالت اقلیدسی، که در این شکلِ ساده‌سازی‌شده تنها دارای دو-بُعد فضایی است، به صورت نیمی از یک پوستهٔ کروی نمایش داده شده است. روشن است که مساحت این نیمکره، که نمایانگر حجم کیهان در حالت اقلیدسی است، صفر نیست. نکتهٔ اساسی در این باره، که هاوکینگ در استنتاج‌های الهیاتی خود به آن متمسک شده، این است که در این پوستهٔ کروی هیچ مرز یا نقطهٔ خاصی را به عنوان تکینگی، لبهٔ کیهان و یا نقطهٔ آغاز عالم نمی‌توان مشخص کرد.

چنین جهانی، اگرچه عمر محدودی دارد و ازلی نیست، اما دارای یک نقطهٔ تکینگی آغازین نیست که مرز یا لبه‌ای را در ابتدای آن به وجود آورده باشد (Hawking 1988, 135). از منظر هاوکینگ، چون در ابتدای کیهان اصولاً زمان به معنای متعارف آن وجود ندارد و هرچه هست ابعاد مکانی است، پس نمی‌توان از لحظهٔ به وجود آمدن آن سخن گفت (Hawking 1988, 116). پس به این معنا، چنین جهانی اصولاً به وجود نیامده است که بخواهیم از دلیل آن پرسش کنیم: این جهان *صرفاً* هست. به علاوه، چون هیچ مرز زمانی اولیه در این کیهان نداریم، پس به عبارتی می‌توان گفت که شرایط مرزی این جهان آن است که مرزی ندارد (Hawking 1988, 116). بنابراین، دیگر پرسش از عامل تعیین شرایط اولیهٔ خاص کیهان پرسش موجهی نیست. به این ترتیب، از منظر هاوکینگ، این مدل راه گریزی است از دو مسئله اساسی مذکور دربارهٔ آغاز کیهان. او معتقد است که این مدل می‌تواند پیامدهای جدی الهیاتی و متافیزیکی داشته باشد. به طور خاص، او بیان می‌کند که با پذیرش این مدل، دیگر جایی برای فرض یک خدای خالق باقی نمی‌ماند (Hawking 1988, 141).

پیش از بررسی بیشتر این دلالت‌های الهیاتی، برای تبیین بهتر این مدل، و فهم دقیق‌تر استدلال‌های هاوکینگ، در بخش بعدی کمی به جزئیات ریاضی این مدل می‌پردازیم. در ادامه، صورت‌بندی ریاضی مدل هارتل-هاوکنیگ به نحوی بسیار مختصر و موجز آمده است. در واقع سعی شده تا صرفاً مفاهیم کلی آن به سادگی بیان شود و از بسیاری از جزئیات فنی صرف‌نظر شده است. با این حال، خوانندهٔ ناآشنا با معادلات فیزیکی می‌تواند از مطالعهٔ بخش ریاضی صرف‌نظر کند و به مطالعهٔ قسمت‌های بعدی

بپردازد، بدون این که خلل عمده‌ای در انتقال بسیاری از پیام‌های اصلی مقاله ایجاد شود.)

۳-۲. صورت‌بندی ریاضی

در مدل هارتل-هاوکینگ، «مکان‌گونه» شدنِ بُعد زمان در ابتدای کیهان با استفاده از «چرخش ویک»[۱۰] و موهومی شدن زمان صورت می‌پذیرد. طبق نظریهٔ نسبیت عام اینشتین، ماهیت عالم و همچنین تحولات، سرگذشت و سرنوشت آن ارتباط وثیقی با ساختار هندسی فضازمان دارد. خصوصیات این ساختار هندسی و خمیدگی‌های آن به وسیلهٔ متریک،[۱۱] که بیانگر نحوهٔ تعریف فاصلهٔ بین دو نقطه است، مشخص می‌شود (Carroll 2004, 71-72). به عبارت ساده، متریک سهم هر یک از ابعاد هندسی را در تعیین فاصلهٔ بین دو نقطه روشن می‌کند. برای مثال، برای فضای اقلیدسی سه-بُعدی معمولی داریم:

$$dr^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 \quad (1)$$

که در آن dx، dy و dz اختلاف مختصات دو نقطه در جهت‌های سه‌گانهٔ x، y و z در فضای سه-بُعدی است و dr فاصلهٔ نهایی بین دو نقطه است. بنابراین برای تعیین فاصلهٔ بین دو نقطه در فضای سه-بُعدی باید از رابطهٔ مشهور و آشنای فیثاغورث استفاده کنیم: $dr = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$. طبق نظریهٔ نسبیت، متریک فضازمان تخت چهار-بُعدی (مینکوفسکی)[۱۲] به صورت زیر است:

$$ds^2 = +c^2dt^2 - dr^2 = +c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 \quad (2)$$

که در آن dt اختلاف دو نقطه در مختصهٔ زمان و c سرعت نور است. ملاحظه می‌شود که در این متریک، علامت (مثبت یا منفی بودن) قسمت زمانی با قسمت فضایی متفاوت است. این امر نمودی است از تفاوت بنیادین زمان و مکان و رفتار متمایز آنها. به چنین متریکی متریک لورنتسی[۱۳] گفته می‌شود.

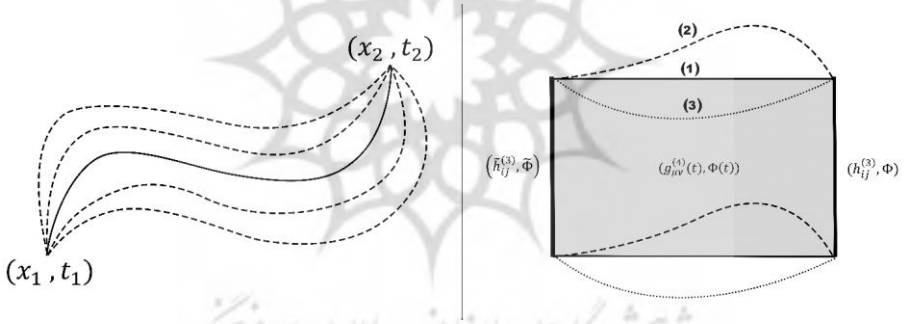
هارتل و هاوکینگ حدس زدند که در ابتدای عالم، پارامتر زمان t تبدیل می‌شود به $i\tau$، که در آن τ (تاو) مختصهٔ جدیدی است که آن را زمان موهومی می‌نامیم و i یک عدد موهومی است با اندازه یک؛ در واقع داریم $i = \sqrt{-1}$. به این تغییرْ چرخش ویک گفته می‌شود. اگر این جاگذاری را انجام دهیم متریک چهار-بُعدی ما تبدیل خواهد شد به:

$$ds^2 = -c^2d\tau^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 \quad (3)$$

ملاحظه می‌شود که در نتیجهٔ چرخش ویک، علامت قسمت زمانی نیز همانند قسمت فضایی منفی شد. به عبارت دقیق‌تر، در این متریک ما دیگر قسمت زمانی نداریم، بلکه با

یک ساختار هندسی ۴-بُعدی مواجه هستیم که چهار بُعد فضایی دارد و در آن خبری از زمان نیست. به چنین متریکی یک متریک اقلیدسی[۱۴] می‌گوییم. با اقلیدسی شدن هندسهٔ عالم در ابتدای کیهان، دیگر قضایای تکینگی، که بر متریک لورنتسی استوار هستند، کارآمد نخواهند بود. بنابراین کیهان هارتل-هاوکینگ دارای یک تکینگی ابتدایی نیست.

در زمان‌های بسیار اولیه، یعنی زمان پلانک که برابر است با حدود 10^{-43} ثانیه پس از آغاز کیهان، به سبب رسیدن چگالی انرژی کیهان به مقیاس پلانک، دیگر نظریهٔ کلاسیک گرانش، یعنی نسبیت عام، کارآمد نخواهد بود و باید به سراغ یک نظریهٔ کوانتومی از گرانش رفت. یک نظریهٔ گرانش کوانتومی کامل، سازگار و مورد قبول عام که نسبت به رقبای خود از حمایت تجربی برخوردار باشد، هنوز در دسترس نیست (Rovelli 2009, 9-10). اما به هر حال، نظریات و رویکردهای مختلفی دربارهٔ گرانش کوانتومی در حال توسعه است. هارتل و هاوکینگ مدل خود را بر مبنای رویکرد انتگرال‌مسیر فاینمن[۱۵] به گرانش کوانتومی (Hawking 1978) بنا کرده‌اند.



شکل (۲) مقایسهٔ شماتیک بین روش انتگرال‌مسیر در مکانیک کوانتومی (سمت چپ) و کیهان‌شناسی کوانتومی (سمت راست). شرایط اولیه و ثانویه در مکانیک کوانتومی شامل مکان و زمان است و در گرانش کوانتومی شامل یک ابررویهٔ فضایی سه-بُعدی، هندسه (متریک) آن و مقدار یک میدان نرده‌ای است. در شکل سمت چپ پنج مسیر ممکن و در شکل سمت راست ۳ مسیر ممکن که شرایط اولیه را به شرایط ثانویه می‌رساند به صورت شماتیک رسم شده‌است.

در مکانیک کوانتومی، با داشتن شرایط اولیهٔ یک سیستم، احتمال یافتن آن در شرایط ثانویهٔ مختلف محاسبه می‌شود. این نظریه صورت‌بندی‌های مختلفی دارد که یکی از آنها صورت‌بندی انتگرال‌مسیر فاینمن است. فرض کنیم، مطابق شکل (۲) (سمت چپ) ذره‌ای در زمان t_1 در مکان x_1 قرار دارد و می‌خواهیم احتمال حضور آن را در زمان

t_2 در مکان x_2 به دست آوریم. این ذره برای چنین حرکتی می‌تواند از مسیرهای مختلفی عبور کند. صورت‌بندی انتگرال‌مسیر به هر یک از این مسیرها یک دامنهٔ گذار متناسب با مقدار زیر نسبت می‌دهد:

$$\exp\left(\frac{iS_{path}}{\hbar}\right) \tag{4}$$

که در آن S_{path} کُنش کلاسیک مربوط به آن مسیر خاص است که طبق تعریف برابر است با:

$$S_{path} = \int_{t_1}^{t_2} L\left(x_{path}\,.\,\dot{x}_{path}\right)\,dt \tag{5}$$

که در آن $L\left(x_{path}.\,\dot{x}_{path}\right)$ تابع لاگرانژی ذره است (Sakurai 1994,118).

دامنهٔ گذار نهاییِ ذره برای انجام حرکت مذکور، که با تابع $K(x_2\,t_2; x_1.\,t_1)$ نمایش داده می‌شود، از جمع (انتگرال) دامنهٔ گذار تمامی مسیرهای ممکن به دست می‌آید:

$$K(x_2\,t_2; x_1.\,t_1) = \langle x_2\,.\,t_2 | x_1\,.\,t_1\rangle = \int_{x_1}^{x_2} \exp\left(\frac{iS_{path}}{\hbar}\right)\,\mathcal{D}[x(t)] \tag{6}$$

با فرض این که ذره در مکان و زمان اولیهٔ x_1 و t_1 قرار داشته است، احتمال یافتن آن در مکان و زمان ثانویهٔ x_2 و t_2 برابر است با قدر مطلق دامنهٔ گذار به توان دو:

$$P(x_2\,t_2; x_1.\,t_1) = |K(x_2\,.\,t_2; x_1\,.\,t_1)|^2 \tag{7}$$

در مکانیک کوانتومی، حالت یک سیستم با تابع موج Ψ (سای) توصیف می‌شود، که مربع قدر مطلق آن، احتمال قرار داشتن سیستم را در آن حالت بیان می‌کند. تابع موج، بر خلاف دامنهٔ گذار، به حالت قبلی ذره وابستگی صریح ندارد. اما اگر از حضور ذره در حالت اولیهٔ مربوط به یک دامنهٔ گذار مطمئن باشیم، مقدار تابع موج با آن دامنهٔ گذار برابر خواهد بود (نک. Sakurai 1994, 110).

حال اگر بخواهیم انتگرال‌مسیر را به جای یک ذره، بر روی کل کیهان، یعنی کل ساختار فضازمان و ماده-انرژی موجود در آن، اعمال کنیم، شرایط بسیار متفاوت خواهد بود. در اینجا دیگر متغیر ما مکان جسم نخواهد بود، چرا که خود ساختار فضازمان بخشی از سیستم مورد مطالعهٔ ماست. در صورت‌بندی انتگرال‌مسیر در کیهان‌شناسی کوانتومی، با فرض این که کیهان در یک زمان اولیه دارای هندسهٔ سه-بُعدی $\tilde{h}_{ij}^{(3)}$ و محتوای ماده-انرژی $\tilde{\Phi}$ باشد، احتمال آن که در زمان ثانویه هندسهٔ $h_{ij}^{(3)}$ و محتوای Φ را دارا باشد محاسبه می‌کنیم (Robles-Perez 2021). مسیرهای متفاوت به معنای تحولات مختلفی در فضازمان و مادهٔ عالم است که می‌توانند از طریق آن از شرایط اولیه به شرایط ثانویه برسند. این موضوع به صورت شماتیک در سمت راست شکل (۲) نمایش داده

شده است.

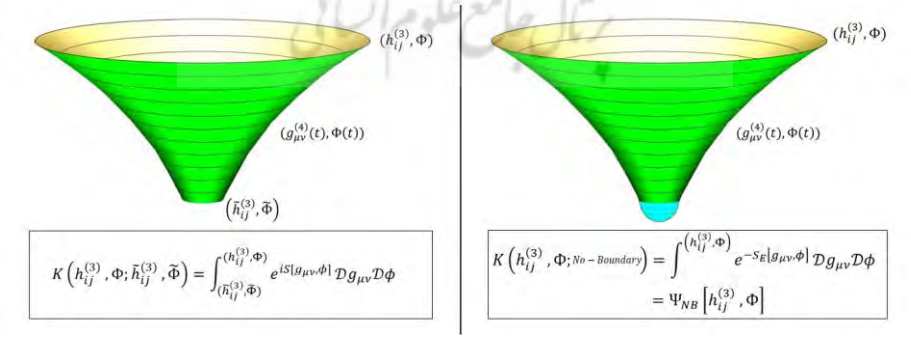
جمع زدن بر روی تمامی بی‌شمار حالت ممکن در عمل نشدنی است. بنابراین، معمولاً فرض‌هایی، مانند همگنی، همسان‌گردی و تک‌میدانه بودن، برای ساده‌سازی انجام می‌شود. در این صورت متغیرهای مسیر صرفاً انبساط و انقباض کیهان (فاکتور مقیاس) و مقدار یک میدان نرده‌ای است (Robles-Perez 2021; Halliwell 1990). بر این اساس، تابع گذار در صورت‌بندی انتگرال‌مسیر از کیهان‌شناسی کوانتومی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$K\left(h_{ij}^{(3)}.\Phi;\tilde{h}_{ij}^{(3)}.\tilde{\Phi}\right)=\int_{(\tilde{h}_{ij}^{(3)}.\tilde{\Phi})}^{(h_{ij}^{(3)}.\Phi)} e^{iS[g_{\mu\nu}.\phi]}\,\mathcal{D}g_{\mu\nu}\mathcal{D}\phi \qquad (8)$$

که در اینجا کنش $S[g_{\mu\nu}.\Phi]$ حاصل جمع کنش اینشتین-هیلبرت فضازمان و کنش یک میدان نرده‌ای است، که جزئیات آن از حوصلهٔ این نوشتار خارج است. با متعین کردن شرایط اولیه، عبارت فوق تبدیل به تابع موج کیهان در حالت ثانویه می‌شود. حال می‌توانیم شرایط اولیهٔ کیهان را طبق پیشنهاد هارتل-هاوکینگ، به صورت «بی‌مرز» قرار دهیم. برای این کار باید از چرخش ویک استفاده کنیم. با توجه به وابستگی تابع کنش به متغیر زمان، این تابع تبدیل به یک کنش موهومی اقلیدسی خواهد شد: $S_E[g_{\mu\nu}.\phi]=-iS[g_{\mu\nu}.\phi]$. در نهایت، تابع موج کیهان در مدل «بی‌مرز» را به صورت زیر می‌توانیم به دست آوریم (Hartle & Hawking 1983):

$$\Psi_{NB}\left[h_{ij}^{(3)}.\Phi\right]=\int^{\left(h_{ij}^{(3)}.\Phi\right)} e^{-S_E[g_{\mu\nu}.\phi]}\,\mathcal{D}g_{\mu\nu}\mathcal{D}\phi \qquad (9)$$

ملاحظه می‌شود که در این انتگرال چیزی تحت عنوان یک شرایط مرزی اولیه نداریم، و به عبارتی می‌توان گفت که شرایط مرزی این کیهان آن است که مرزی ندارد. در شکل (۳) این مسئله به تصویر کشیده شده‌است.



شکل (۳) در سمت چپ تابع گذار برای کیهان شناسی کوانتومی مشاهده می‌شود. در سمت راست، شرایط اولیهٔ «بی‌مرز» انتخاب شده که به عبارتی نادقیق برابر است با عدم وجود شرایط اولیه. با متعین شدن شرایط اولیه، تابع گذار تبدیل به تابع موج کیهان شده است که تنها به شرایط ثانویه وابستگی دارد.

۴. دسته‌بندی استدلال‌های هاوکینگ علیه خداباوری بر پایه مدل «بی‌مرز»

این که مدل «بی‌مرز» هارتل-هاوکینگ چگونه می‌تواند نتایجی ضد خداباوری به بار آورد چندان واضح نیست. به هر حال، استیون هاوکینگ بر وجود چنین دلالت‌های متافیزیکی و الهیاتی بسیار تأکید دارد. او در آثار و مصاحبه‌های خود با تعابیر مختلفی تلاش در تبیین این موارد دارد، که این تعابیر بعضاً با یکدیگر متفاوت و حتی ناسازگار هستند. با تأمل در آثار هاوکینگ، می‌توان استنتاج‌های الهیاتی او را به سه دستهٔ کلی زیر تقسیم کرد، که بررسی تفصیلی آنها در بخش ۶ خواهد آمد:

الف. پیدایش طبیعی جهان از هیچ (نقض مقدمهٔ اول برهان حدوث). از منظر هاوکینگ، این مدل یک توضیح طبیعی است برای پیدایش جهان از هیچ، بدون آن که نیاز باشد به علتی ورای خود جهان متمسک شویم. او معتقد است که این مدل توضیحی است برای این پرسش فلسفی قدیمی که «چرا چیزی وجود دارد به جای آن که هیچ نباشد؟» (Hawking & Mlodinov 2010, 182). به عبارت دیگر، می‌توان گفت که مدل «بی‌مرز» مقدمهٔ اول برهان حدوث را، یعنی این که هر حادثی نیاز به علت مُحدِثه دارد، نقض می‌کند؛ چرا که این مدل نشان می‌دهد که چگونه یک جهان می‌تواند بدون نیاز به علتی خارج از خود حادث شود. بنابراین، برهان حدوث دیگر کارآمد نخواهد بود.

ب. از میان برداشتن نقطهٔ آغاز (نقض مقدمهٔ دوم برهان حدوث). هاوکینگ معتقد است که در این مدل، با وجود محدود بودن عمر عالم، نقطهٔ آغازی را برای آن نمی‌توان مشخص کرد. طبق دیدگاه او، اگر عالم نقطهٔ آغازی نداشته باشد، نیازی به خدایی که آن را آغاز بخشد نیز ندارد (Hawking 1988,141). به عبارت دیگر، این مدل مقدمهٔ دوم برهان حدوث یعنی آغازمند بودن عالم را زیر سؤال می‌برد. بنابراین هاوکینگ با استناد به این مدل، به هر دو مقدمهٔ برهان حدوث حمله می‌برد.

ج. از بین بردن آزادی عمل خالق در انتخاب شرایط اولیهٔ کیهان. از دیدگاه هاوکینگ، اگر در ابتدای عالم یک تکینگی داشته باشیم که در آن قوانین فیزیک شکسته شود، خداوند آزادی عمل کاملی در انتخاب نحوهٔ آغاز عالم، یعنی چگونگی شرایط اولیهٔ آن، دارد. اما در مدل «بی‌مرز» که هیچ تکینگی و مرزی در کار نیست و آغاز آن کاملاً با قوانین فیزیک توصیف می‌شود، خداوند هیچ آزادی عملی در انتخاب شرایط اولیهٔ عالم

ندارد (Hawking 1988, 174). در این صورت، عقیدهٔ برخی از خداباوران دربارهٔ یکی از وجوه نظم‌بخشی خداوند که در طراحی حکیمانهٔ آغاز عالم نمود یافته تضعیف می‌شود.

۵. نقد کلی پیشفرض‌ها و مبانی استدلال‌های هاوکینگ

در بررسی و نقد استدلال‌های هاوکینگ، به دو شیوه می‌توان عمل کرد: (۱) بدون آن که وارد جزئیات فنی مدل «بی‌مرز» و دلالت‌های متافیزیکی یا الهیاتی آن شویم، به مطرح کردن نقدهای کلی به مبانی و پیشفرض‌های او بپردازیم. برای مثال به اشکالات موجود در اعتبار علمی این مدل، تفسیر هاوکینگ از آن و یا پیشفرض‌های او دربارهٔ عقاید خداباوران بپردازیم. (۲) در این موارد با هاوکینگ همراهی و بررسی کنیم که آیا این مدل، به فرض صحت و اعتبار کامل، آیا اصولاً دلالتی بر آنچه هاوکینگ مدعی آن است دارد و یا نه. عمدهٔ نقدهای منتشرشده علیه هاوکینگ را می‌توان در دستهٔ اول جای داد. در این بخش، به چهار قسم از این گونه نقدها اشاره می‌کنیم، سپس در بخش بعدی، ضمن تلاش برای تبیین دقیق‌تر استدلال‌های او، آنها را به شیوهٔ دوم در معرض نقد قرار خواهیم داد.

۵-۱. معضلات گرانش کوانتومی و کیهان‌شناسی کوانتومی

نظریهٔ کوانتوم خود دارای معضلات مفهومی بسیاری است و یک تفسیر رضایت‌بخش و مورد توافق دربارهٔ آن وجود ندارد. استیون واینبرگ، برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک، در کتاب اخیر خود می‌گوید:

> جمع‌بندی من این است که امروز هیچ تعبیری از مکانیک کوانتومی که نقایص جدی نداشته باشد وجود ندارد [...] به نظر من، ما باید امکان دستیابی به یک نظریهٔ دیگر را که رضایت‌بخش‌تر باشد جدی بگیریم، نظریه‌ای که مکانیک کوانتومی فقط یک تقریب خوب از آن است. (Weinberg 2015, 102)

زمانی که به دنبال تلفیق این نظریه با گرانش کوانتومی باشیم، شرایط بدتر است. زیرا در اینجا دیگر مسئله تنها فهم و تفسیر صورت‌بندی ریاضی نظریه نیست، بلکه حتی یک صورت‌بندی کامل و رضایت‌بخش از گرانش کوانتومی نیز نداریم (Rovelli 2009, 9–10). وقتی بخواهیم نظریهٔ گرانش کوانتومی را برای کل کیهان و برای زمانی از کیهان که هیچ دادهٔ مستقیمی از آن نداریم اعمال کنیم، اوضاع حتی وخیم‌تر نیز می‌گردد. به بیان کریس آیشام:

> وقتی می‌کوشیم که نظریهٔ کوانتوم را برای جهان، به عنوان یک کل، به کار بریم، مسائل نظری عمده‌ای مطرح می‌شوند. این مسائل آن قدر جدی هستند که بعضی از

> شخصیت‌های بسیار مورد احترام در فیزیک نظری معتقدند که کل موضوع کیهان‌شناسیِ کوانتومی بد فهمیده شده است. پس نظریه‌های مربوط به مبدأ کوانتومی جهان بسیار جدلی هستند و برای مثال به هیچ وجه شأن علمیِ حتی شاخه‌های غیرعادی فیزیک ذرات بنیادی را ندارند. (Isham 1993, 54)

خود هاوکینگ نیز معترف است که به دلیل در دسترس نبودن یک نظریهٔ گرانش کوانتومی کامل و موفق و دشواری محاسبات مربوط به مدلی که دنیای پیچیدهٔ واقعی را توصیف کند، آزمون تجربی مدل او ناممکن می‌نماید (Hawking 1988, 137). با این اوصاف، پایه‌های هر نظریهٔ کیهان‌شناسی کوانتومی، از جمله مدل هارتل-هاوکینگ، بسیار ضعیف‌تر از آن است که بتوان نتایج جدی هستی‌شناسانه از آن گرفت.

۵-۲. چالش‌ها و مسائل نظری مدل هارتل-هاوکینگ

فارغ از معضلات کلی نظریات کیهان‌شناسی کوانتومی، خود مدل هارتل-هاوکینگ به عنوان یک نظریهٔ علمی با چالش‌هایی روبروست. همان طور که اشاره شد، در محاسبهٔ انتگرال‌مسیر، در نظر گرفتن همهٔ درجات آزادی و مسیرهای ممکن عملاً امکان‌پذیر نیست و ناچاریم در شرایط بسیار ساده‌سازی‌شده و به اصطلاح در «ریزاَبَرفضا»[۱۶] و در تقریب نیمه‌کلاسیکی محاسبات را انجام دهیم. بر مبنای چنین محاسباتی نمی‌توان ادعاهایی قطعی، برای مثال، دربارهٔ اجتناب از تکینگی مطرح کرد (Kiefer 2014). از سوی دیگر، به دلیل امکان‌پذیر نبودن انجام محاسبات به صورت کامل برای کل «اَبَرفضا»، اصولاً تابع موج «بی‌مرز» بهنجارشدنی نیست. منظور از بهنجار کردن آن است که آن را در عدد خاصی بتوان ضرب کرد، به نحوی که مجموع احتمالات تمام حالات ممکن برابر با یک شود؛ و نه کمتر یا بیشتر. چنین شرطی برای معنادار بودن یک توزیعِ احتمال کاملاً ضروری است. این مسئله در کنار این واقعیت که ما تنها به یک کیهان دسترسی داریم، مشکلات مفهومی اساسی دربارهٔ معنای تابع موج و احتمالات منتسب به آن ایجاد می‌کند. به علاوه، محاسبات ساسکیند[۱۷] و پیج نشان می‌دهد که طبق مدل «بی‌مرز»، احتمال مشاهدهٔ یک جهان دوسیتهٔ[۱۸] نسبتاً خالی از ساختار، به سبب حجم بسیار زیاد آن و حضور مشاهده‌گرهای موسوم به «مغزهای بولتزمن»[۱۹] بسیار محتمل‌تر از جهان ماست (Page 2007). همچنین، لِنِرز[۲۰]، توروک[۲۱] و فلدبروگ اخیراً نشان داده‌اند که این مدل منجر به پیش‌بینی افت‌وخیزهایی بسیار بزرگ و کنترل‌ناپذیر می‌شود که به وضوح با جهان نسبتاً همگن قابل مشاهدهٔ ما سازگار نیست (Feldbrugge 2018).

۵-۳. تحقق خارجی زمان موهومی و کیهان اقلیدسی

«چرخش ویک» و استفاده از زمان موهومی یک روش یا حُقهٔ ریاضیاتی است که برای محاسبهٔ انتگرال‌هایی که محاسبهٔ آنها به طریق عادی منجر به ظهور بی‌نهایت می‌شود به کار می‌رود. این روش ریاضیاتی، حتی پیش از مدل «بی‌مرز» نیز در حوزه‌های مختلفی چون نظریهٔ میدان‌های کوانتومی بسیار مرسوم بوده و هست. اما نکتهٔ مهم در این باره آن است که چرخش ویک تنها یک حقهٔ ریاضیاتی برای محاسبهٔ انتگرال است و هیچ نکتهٔ فیزیکی دربارهٔ واقعیت خارجی در بر ندارد (Schwartz 2014, 823-825). این بدان معناست که اصولاً نباید اقلیدسی شدن کیهان اولیه را یک واقعیت خارجی پنداشت که می‌توان از آن حقایق هستی‌شناسانه استخراج کرد؛ چرا که زمان موهومی تنها در محاسبات ما ظاهر می‌شود و نه در جهان خارج. جالب توجه است که هارتل و همکارانش در سال ۲۰۱۷ نشان دادند که با استفاده از یک روش ریاضیاتی دیگر در چهارچوب زمان حقیقی و هندسهٔ لورنتسی، عیناً همان تابع موجِ محاسبه‌شده از طریق زمان موهومی و هندسهٔ اقلیدسی را می‌توان به دست آورد (Dorronsoro et al 2017). این خود شاهد روشنی بر آن است که زمان موهومی را نباید یک حقیقت خارجی دانست.

در مواجهه با این نقد، هاوکینگ نوعی نگاه ابزارانگارانه اتخاذ می‌کند و می‌گوید:

> ممکن است کسی فکر کند که اعداد موهومی صرفاً نوعی بازی ریاضیاتی هستند که ربطی به جهان واقعی ندارند. اما از منظر فلسفهٔ پوزیتیویستی، کسی نمی‌تواند تعیین کند که چه چیزی حقیقی است. تمامی آنچه یک نفر می‌تواند انجام دهد این است که بیابد کدام مدل‌های ریاضی جهانی را که ما در آن زندگی می‌کنیم توصیف می‌کنند. (Hawking 2001, 59)

در جای دیگری این دیدگاه را با صراحت بیشتری مطرح می‌کند:

> من این دیدگاه ساده را می‌پذیرم که یک نظریه، صرفاً مدلی از جهان یا بخشی از آن است و مجموعه‌ای از قواعد را در بر دارد که کمیات را به مشاهدات ما مربوط می‌کند. آن صرفاً در ذهن ما وجود دارد و هیچ واقعیت دیگری ندارد. (Hawking 1988, 9)

اما او از این نکته غافل است که با این نگاه ابزارانگارانه، نه تنها نمی‌تواند هیچ نتیجهٔ متافیزیکی و الهیاتی از مدل «بی‌مرز» خود بگیرد، بلکه اصولاً هیچ ادعایی راجع به حقایق فیزیکی موجود در عالم نمی‌تواند داشته باشد؛ چرا که از منظر او این نظریات صرفاً در ذهن ما وجود دارند و نه در عالم خارج (گلشنی ۱۳۹۵).

۴-۵. حیاتی نبودن مسئلهٔ آغاز برای خداباوری

بسیاری از الهیدانان و خداباوران شرقی و غربی معتقدند که آغاز عالم و برهان حدوث اصولاً اهمیت زیادی برای الهیات ندارد. زیرا آفرینش یک مفهوم هستی‌شناختی دربارهٔ وابستگی وجود جهان به وجود خداوند است، نه یک رویداد تاریخی دربارهٔ لحظهٔ ابتدایی عالم (گلشنی ۱۳۹۸، ۵۲-۵۴؛ باربور ۱۳۹۲، ۴۴۹-۴۵۸). برای مثال، عمدهٔ فلاسفهٔ مسلمان به ازلیت زمانی عالم قائل هستند و برای اثبات وجود خداوند به براهینی چون *امکان و وجوب* متمسک می‌شوند، نه *برهان حدوث*. بنابراین، نفی برهان حدوث و طراحی شرایط اولیهٔ عالم توسط خدا لطمه‌ای به خداباوری وارد نمی‌رساند.[۲۲]

۶. تبیین و نقد تفصیلی مدعیات هاوکینگ

در این بخش، به شیوهٔ دوم به نقد استنتاج‌های هاوکینگ از مدل «بی‌مرز» علیه خداباوری می‌پردازیم. فرض می‌کنیم که نتایج حاصل از رویکرد انتگرال‌مسیر به کیهان‌شناسی کوانتومی کاملاً معتبر است، هیچ اشکال علمی نظری و رصدی بر مدل «بی‌مرز» وارد نیست و موهومی شدن زمان و اقلیدسی شدن کیهان واقعیت خارجی دارد. به علاوه، در اینجا در صدد دفاع حداکثری از الهیات هستیم، بدین معنا که فرض می‌کنیم مسئلهٔ حدوث زمانی عالم و طراحی اولیهٔ آن توسط خدا برای خداباوری حیاتی است. بنابراین نقدهای مطرح‌شده در روش دوم، به سبب وابستگی کمتر به مفروضات مناقشه‌پذیر، مستحکم‌تر است و می‌تواند دایرهٔ مخاطبان وسیع‌تری را با خود همراه سازد.

۶-۱. پیدایش طبیعی جهان از هیچ (نقض مقدمهٔ اول برهان حدوث)

هاوکینگ معتقد است که مدل او پیدایش طبیعی جهان از هیچ را به صورت کاملاً طبیعی و خودبه‌خودی توضیح می‌دهد، بدون آن که نیاز به فرض خدای خالق داشته باشیم. به عبارت دیگر، از منظر او مدل «بی‌مرز» مقدمهٔ اول برهان حدوث را نقض می‌کند. بنابراین، پیش از ادامهٔ بحث، بهتر است مروری بر برهان حدوث داشته باشیم. این برهان از قدیم‌الایام بین فیلسوفان و متکلمان مطرح بوده و صورت‌بندی‌های متفاوتی دارد. برای مثال، ابوحامد غزالی، متکلم قرن پنجم هجری، می‌گوید: «کل حادثٍ فلِحُدوثِه سَبَبٌ، و العالمُ حادثٌ؛ فَیلزِمُ مِنه أن له سببٌ» (غزالی ۱۴۰۹، ۱۹) («هر حادثی برای حدوثش علتی است؛ و عالم حادث است؛ پس لازم است که آن علتی داشته باشد»). ویلیام کریگ، فیلسوف و متکلم معاصر آمریکایی، با الهام از متکلمان اسلامی صورت‌بندی جدیدی از برهان حدوث ارائه داده است. او علاوه بر استدلال‌های متافیزیکی، با استفاده از

اکتشافات فیزیک و کیهان‌شناسی معاصر نیز به دفاع از مقدمات آن می‌پردازد. این برهان که به «برهان کیهان‌شناختی کلام»[۲۳] مشهور است بدین صورت است: «(۱) هر آنچه آغاز به وجود کند علتی دارد؛ (۲) عالم آغاز به وجود کرده‌است؛ (۳) پس عالم علتی دارد» (Craig & Sinclair 2009, 102). استیون هاوکینگ در جمع‌بندی نهایی کتاب *طرح بزرگ* آورده است:

> به صورتی که در فصل ششم توضیح داده شد، جهان می‌تواند خود را از هیچ بیافریند و این کار را می‌کند. خلقت خودبه‌خودی پاسخ این پرسش است که «چرا چیزی وجود دارد به جای آن که هیچ نباشد؟»، «چرا جهان وجود دارد؟» و «چرا ما وجود داریم؟». نیازی نیست به خدا متمسک شویم تا همه چیز را آغاز کرده و جهان را به راه بیندازد. (Hawking & Mlodinov 2010, 182)

هاوکینگ در اینجا به فصل ششم این کتاب ارجاع می‌دهد. در این فصل، مدل «بی‌مرز» توضیح داده شده، اما اشارهٔ صریحی به «آفرینش از هیچ» صورت نگرفته است. بنابراین واضح نیست که هاوکینگ دقیقاً به چه معنا این مدل را یک نظریهٔ «پیدایش از هیچ» می‌داند. با وجود این، چند احتمال در این باره مطرح است:[۲۴]

یک. احتمال غیرصفر وجود جهانی از هیچ. نزدیک‌ترین اشارهٔ هاوکینگ در فصل مذکور به موضوع «پیدایش از هیچ» این عبارت است:

> می‌توان به منظور محاسبهٔ احتمالات کوانتومی برای مشاهدهٔ کیهان از روش‌های فاینمن استفاده کرد. اگر آنها را به کل کیهان [در مدل بی‌مرز] اعمال کنیم، هیچ نقطهٔ [شرایط اولیهٔ] «الف»‌ای وجود ندارد. بنابراین ما تمام تاریخ‌ها [یا مسیرهایی] را جمع می‌زنیم که شرط «بی‌مرز» را ارضا کنند و در نهایت به جهان مشاهده‌پذیر ما منجر شوند. در این نگاه، جهان به طور خودبه‌خود پدیدار شده‌است. (Hawking & Mlodinov 2010, 182)

همان طور که بحث شد، دامنه‌گذارهای معمولی احتمال تحول یک سیستم از یک شرایط اولیهٔ مشخص به یک شرایط ثانویه را بیان می‌کنند. اما تابع موج «بی‌مرز»، یعنی معادلهٔ (۹)، تنها به شرایط ثانویه وابسته است و هیچ شرایط اولیه‌ای ندارد. بنابراین این تابع موجْ احتمال پیدایش جهان در آن شرایط ثانویهٔ مشخص از «هیچ» را بیان می‌کند و نه پیدایش آن از «یک شرایط اولیهٔ قبلی». با این اوصاف، تابع موج «بی‌مرز» بیان می‌کند که کیهان به احتمال غیرصفر، به صورت خودبه‌خود از عدم پدید خواهد آمد. بسیاری از پژوهشگران دقیق‌ترین بیان ممکن را برای آن که گفته شود مدل «بی‌مرز» یک نظریهٔ «خلق از عدم» است همین می‌دانند (Drees 1990, 72; Isham 1997, 399-400; Barrow

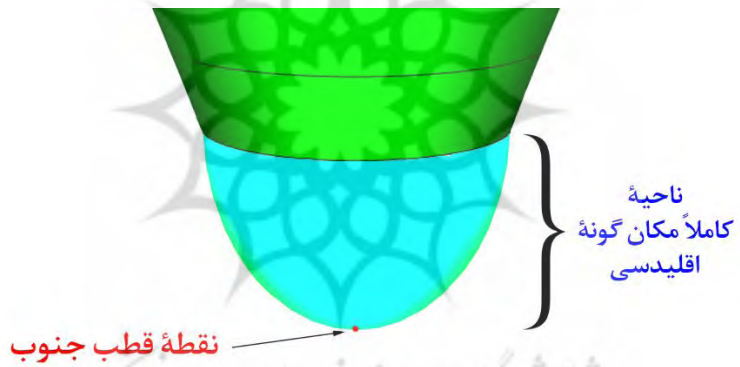
.(2007, 90

اما چنین تفسیری از تابع موج «بی‌مرز» صحیح نیست. چرا که این تابع موج بهنجارشدنی نیست، و بنابراین تنها می‌توان احتمالات نسبی را از آن استخراج کرد (Tipler 1986)، یعنی کسی نمی‌تواند بگوید احتمال آن که جهان در این وضعیت خاص باشد چقدر است، تنها می‌تواند احتمال آن را با یک وضعیت دیگر مقایسه کند.

اشکال مهم‌تر در تفسیر مذکور این است که این تابع موجْ احتمال شرطی را به دست می‌دهد و نه احتمال غیرشرطی و مطلق را (Craig 1997). زیرا در محاسبات انتگرال‌مسیری که منجر به این تابع موج شده است، ما از قبل وجود یک فضازمان ۴ـ بُعدی را فرض کرده‌ایم. برای روشن شدن موضوع کافی است به شرط بهنجارشی که در همان مقالهٔ اولیهٔ هارتل و هاوکینگ آمده دقت کنیم (Hawking & Hartle 1983). طبق این شرط، مجموع احتمال تمامی مسیرهای ممکن به صورت دستی برابر با یک قرار داده می‌شود، یعنی به طور پیشفرض احتمال وجود جهان را یک گرفته‌ایم و هیچ احتمالی را برای معدوم بودن آن در نظر نگرفته‌ایم. از این گذشته، ما در محاسباتمان و نسبت دادن این احتمالات، «بی‌مرز» بودن کیهان و برقراری قوانین صورت‌بندی انتگرال‌مسیر از گرانش کوانتومی را نیز مفروض گرفته‌ایم (;Hawking 1988, 136; Drees 1990, 73 Isham 1997, 401-402). بنابراین، این تابع موج به هیچ عنوان احتمال پیدایش یک جهان از هیچ را به دست نمی‌دهد، چون برای محاسبهٔ آن، از قبل، وجود جهان را فرض کرده‌ایم، بلکه در خوشبینانه‌ترین حالت، احتمال نسبی مشاهدهٔ یک فضازمان ۴-بُعدی (که شرایط «بی‌مرز» را ارضاء و از قوانین انتگرال‌مسیر پیروی می‌کند) در شرایط «الف» نسبت به احتمال مشاهدهٔ آن در شرایط «ب» را بیان می‌کند.

دو. احتمال پیدایش از نقطهٔ قطب جنوب که معادل با هیچ است. هاوکینگ قسمت اقلیدسی کیهان را به نیم‌کرهٔ جنوبی کرهٔ زمین تشبیه و نقطهٔ مرکزی پایین آن را «قطب جنوب» می‌نامد (به شکل (۴) مراجعه شود). این نقطه، همان طور که از تعریف هندسی نقطه برمی‌آید، صفر-بُعدی است و اندازه (حجم) آن برابر با صفر است. به عبارتی می‌توان این نقطه را «هیچ» نامید. از سوی دیگر، عددِ زمان موهومی در این نقطه کمترین مقدار را داراست و به اعتباری آغاز کیهان محسوب می‌شود؛ اما بر خلاف نقطهٔ آغازین در مدل استاندارد، این نقطه تکینگی ندارد و قوانین فیزیک برای آن برقرار است. پس می‌توان گفت که در مدل «بی‌مرز»، کیهان از هیچ به وجود آمده است (Robles-Perez 2021; Hawking & Mlodinov 2010, 180).

اما چنین تعبیری دربارهٔ نقطهٔ به اصطلاح «قطب جنوب» در کیهان اقلیدسی از منظر علمی صحیح نیست. زیرا در ناحیهٔ اقلیدسی، هر چهار بُعد مکانی است و گذر زمان در آنجا بی‌معناست. پس هیچ نقطه‌ای قبل یا بعد از نقطهٔ دیگر نیست که بتوان آن را آغاز یا پایانی بر سایر نقاط دانست. به عبارت دقیق‌تر، طبق متریک کیهان اقلیدسی در معادلهٔ (۳)، ds^2 همواره منفی است. این بدان معناست که هیچ رابطهٔ علی بین نقاط ممکن نیست (Rindler 2006, 93)، پس هیچ نقطه‌ای را نمی‌توان از منظر زمانی قبل یا بعد از نقاط دیگر دانست. خود هاوکینگ نیز تصریح می‌کند که این نقطه هیچ تفاوت و ارجحیتی با سایر نقاط ناحیهٔ اقلیدسی ندارد (Hawking & Mlodinov 2010,180). بنابراین، فارغ از اشکالاتی که دربارهٔ «هیچ» نامیدن نقطهٔ «قطب جنوب» وجود دارد، همان طور که جنوبی‌ترین نقطهٔ کرهٔ زمین به هیچ عنوان قبل از نقاط شمالی‌تر، و آغازی بر آنها نیست، «نقطهٔ جنوب» در بخش اقلیدسی کیهان را نیز نمی‌توان آغاز کیهان دانست.



شکل (۴) هاوکینگ نقطه‌ای را از ناحیهٔ اقلیدسی کیهان «بی‌مرز»، که دارای کمترین مقدار زمان موهومی است، در تشابه با نیمکرهٔ جنوبی کرهٔ زمین، «قطب جنوب» نام‌گذاری می‌کند. در اینجا به جهت تأکید بر این نکته که بین ابعاد مختلف ناحیهٔ اقلیدسی هیچ تفاوتی نیست و گذر زمانی وجود ندارد، از رسم خطوط «زمان‌موهومی‌ثابت» صرف‌نظر شده است.

سه. احتمال پیدایش از طریق تونل‌زنی از هیچ. گفتیم که طی مسیرهایی که از منظر کلاسیکی ناممکن است، در مکانیک کوانتومی امکان‌پذیر است و به این پدیده تونل‌زنی گفته می‌شود. یک روش رایج برای حل چنین مسائلی جاگذاری زمان موهومی در معادلات و حل آنهاست. با نظر به این تشابه، می‌توان ناحیهٔ اقلیدسی در مدل «بی‌مرز» را

یک ناحیهٔ تونل‌زنی در نظر گرفت که عبور سیستم (کیهان) از آن از منظر کلاسیکی ممکن نیست (Isham 1997, 401). تفاوت چنین تفسیری از مدل «بی‌مرز» با مدل «تونل‌زنی ویلنکین» در آن است که در مدل «بی‌مرز»، کیهان پیش از ناحیهٔ تونل‌زنی هیچ حالت کلاسیکی، مثلاً یک ساختار ۳-بُعدی با حجم صفر، ندارد. بنابراین، گفته می‌شود که مدل بی‌مرز یک مدل بی‌نقص از «تونل‌زنی از هیچ» است (Barrow 2007, 90).

تونل‌زنی در مکانیک کوانتومی یک فرآیند زمانمند و مستلزم گذر حقیقی زمان است (Ramos et al 2020)، بنابراین برای پذیرفتن چنین تعبیری از مدل «بی‌مرز»، باید عقیدهٔ هاوکینگ دربارهٔ واقعیت خارجی داشتن ناحیهٔ اقلیدسی را کنار گذاشت و پذیرفت که همانند آنچه در مکانیک کوانتومی مرسوم است، «چرخش ویک» تنها یک ابزار و حقهٔ ریاضی است. اگر بپذیریم که ناحیهٔ تونل‌زنی زمانمند است، دیگر توضیح خوبی برای «خلق از عدم» نخواهد بود، زیرا تفاوت عمدهٔ این تفسیر از مدل «بی‌مرز» با مدل استاندارد «مِهبانگ» تنها در این است که در ابتدای عالم به جای تکینگی اولیه، کیهان برای لحظاتی در فاز غیرکلاسیکی قرار داشته است. روشن است که کلاسیکی یا غیرکلاسیکی بودن لحظات ابتدایی کیهان ارتباطی با توضیح «خلق از عدم» ندارد و هیچ کمکی به فهم دلیل پیدایش عالم نمی‌کند.

از سوی دیگر، اگر بخواهیم ناحیهٔ تونل‌زنی را کاملاً غیرزمانمند بدانیم، آنگاه با این پرسش مواجه می‌شویم که چنین ناحیهٔ غیرزمانمندی به چه معنا بعد از «عدم» قرار گرفته است؟ و یا به چه معنا واسطهٔ تبدیل عدم سابق به وجود لاحق است؟ به علاوه، از آنجا که به عدم مطلق نمی‌توان فضا یا زمان نسبت داد، صحبت از عدم سابق اصولاً بی‌معناست. در مجموع به نظر می‌رسد توسل به تونل‌زنی برای توضیح «خلق از عدم» دارای اشکالات و تناقضات مفهومی جدی است (Craig & Sinclair 2009, 177; Drees 1990, 72; Isham 1997, 395).

چهار. پیدایش از ناحیهٔ تونل‌زنی که معادل با هیچ است. ممکن است گفته شود که خود ناحیهٔ تونل‌زنی همان «هیچ» است، چرا که از منظر فیزیک کلاسیک کیهان نمی‌تواند در آن حالت قرار داشته باشد، و هیچ خصوصیت کلاسیکی از جمله زمان حقیقی به آن نمی‌توان نسبت داد. بنابراین کیهان از «هیچ» (ناحیهٔ غیرکلاسیکی تونل‌زنی) به «وجود» (ناحیهٔ کلاسیکی کیهان منبسط‌شونده) منتقل شده و این همان «خلق از عدم» است (Robles-Perez 2021). اما روشن است که ناحیهٔ تونل‌زنی را نمی‌توان «هیچ» حقیقی دانست، چرا که این ناحیه دارای میدان، خواص هندسی و حتی اندازهٔ مشخص است و

قوانین فیزیک برای آن برقرار است. در واقع، بین «غیرکلاسیکی» و «معدوم» بودن تفاوت بسیاری است.

با این اوصاف، هیچ یک از چهار احتمال فوق نمی‌تواند تبیین مناسبی دربارهٔ «خلق از عدم» بر مبنای مدل «بی‌مرز» ارائه دهد و ادعای هاوکینگ در این باره پذیرفتنی نیست.

۶-۲. از میان برداشتن نقطهٔ آغاز (نقض مقدمهٔ دوم برهان حدوث)

هاوکینگ معتقد است که کیهان، با وجود این که ازلی نیست و عمری محدود دارد، دارای یک لحظهٔ آغازین نیست. او می‌گوید «فضازمان محدود بوده اما مرزی نداشته، این بدان معناست که هیچ آغازی نداشته و هیچ لحظهٔ آفرینشی» (Hawking 1988, 116). همچنین در جای دیگری بیان می‌کند:

> در صورتی که عالم آغازی داشته باشد، ما می‌توانیم فرض کنیم که خالقی داشته است. اما اگر عالم واقعاً به طور کامل خودبسنده باشد، به صورتی که هیچ مرز و لبه‌ای نداشته باشد، هیچ آغاز یا پایانی نخواهد داشت: صرفاً هست. آنگاه، چه جایی برای یک خالق باقی می‌ماند؟ (Hawking 1988, 146)

حال باید بررسی کرد که مقصود هاوکینگ از نبود یک «لبه»، «مرز» یا «آغاز» در جهانی با عمر محدود چیست؟ و این که آیا این موضوع مقدمهٔ دوم برهان حدوث را از کار می‌اندازد یا خیر؟ با تأمل در آثار هاوکینگ، می‌توان دربارهٔ مقصود او از این ادعا چهار احتمال را مطرح کرد:

یک. مدل بی‌مرز دارای تکینگی اولیه نیست. از برخی از جملات هاوکینگ این طور برمی‌آید که مقصود او از نبود مرز و لبه نبود یک نقطهٔ تکینگی اولیه است که در آن قوانین فیزیک از کار بیفتند. برای مثال، او در *تاریخچهٔ زمان* می‌گوید:

> چون از فضازمان اقلیدسی استفاده می‌شود، که در آن جهت زمان کاملاً هم‌ارز جهت‌های مکانی است، برای فضازمان امکان‌پذیر است که از نظر اندازه محدود باشد، ولی در عین حال هیچ تکینگی‌ای که یک مرز یا لبه را شکل دهد، نداشته باشد. (Hawking 1988, 135)

همچنین در *طرح بزرگ* می‌گوید: «در این تصویر، فضازمان هیچ مرزی ندارد، همان قوانین فیزیک که در جاهای دیگر برقرار است، در قطب جنوب نیز برقرار است» (Hawking & Mlodinov 2010, 180). اما دلیل این که برخی از خداباوران آغازمندی عالم را نشانهٔ نیاز آن به خالق می‌دانند، این نیست که در نقطهٔ آغاز تکینگی وجود

دارد، کمیت‌های فیزیکی بی‌نهایت می‌شوند یا قوانین فیزیک کلاسیک از کار می‌افتند. کما این که درون سیاهچاله‌ها نیز تکینگی و شکستن قوانین فیزیک کلاسیک رخ می‌دهد، اما کسی بر مبنای آن برهانی برای وجود خدا اقامه نمی‌کند! آنچه برهان حدوث بر آن متکی است صرفاً آغازمندی عالم است که خود هاوکینگ نیز بر آن تصریح دارد: «اگر پیشنهاد «بی‌مرز» برای حالت کوانتومی [کیهان] صحیح باشد، فضازمان فشرده است. در یک فضای فشرده، هر مختصهٔ زمانی یک کمینه و یک بیشینه خواهد داشت. پس، از این منظر، عالم یک آغاز و یک پایان خواهد داشت» (Hawking 1989, 650).

دو. زمانی وجود نداشته که در آن کیهان نباشد. هاوکینگ معتقد است که مدل «بی‌مرز» پاسخی به یک اعتراض قدیمی به آغازمندی کیهان است: پیش از خلقت عالم خداوند چه می‌کرده است؟ چرا که زمان مختصه‌ای است که رویدادهای کیهان را شماره‌گذاری می‌کند و بدون کیهان وجود ندارد. پس صحبت از زمان پیش از پیدایش کیهان همان قدر بی‌معنا است که صحبت از عرض جغرافیایی 91 درجه. پس «به جای صحبت از جهانی که آفریده شده است، و شاید به پایان برسد، فقط باید گفت: جهان هست» (Hawking & Mlodinov 2010, 180; Hawking 1989, 651).

این نکته که در فیزیک مدرن، صحبت از زمانِ پیش از پیدایش عالم بی‌معنا و نوعی تناقض‌گویی است کاملاً صحیح است. این برای هر مدل آغازمند از کیهان، از جمله مدل استاندارد دارای تکینگی، صادق است و اختصاصی به مدل «بی‌مرز» ندارد. ویلیام کریگ، غزالی و بسیاری از فلاسفهٔ اسلامی قرون گذشته نیز به بی‌معنا بودن زمانِ خالی از عالم تأکید دارند، در حالی که به نیازمندی کیهان به خدا قائل هستند و حتی بعضاً از آغازمندی زمانی عالم و برهان حدوث نیز دفاع کرده‌اند (منوچهری کوشا ۱۴۰۱). آنچه در برهان حدوث لحاظ شده صرفاً آغازمندی کیهان است، به این معنا که عمر عالم بی‌نهایت نباشد، و این مستلزم وجود زمانی پیش از خلقت کیهان نیست. در واقع، از منظر دقت‌های فیزیکی نیز با توجه به مفهوم گذشته-ناتمام بودن مسیرهای ژئودزی،[۲۵] یعنی مسیرهایی که همهٔ اجسام رها از نیروهای غیرگرانشی طی می‌کنند، می‌توان آغازمندی کیهان را به نحوی غیرمتناقض و بدون اتکا به مفهوم زمانِ پیش از پیدایش عالم تعریف کرد (Halvorson & Kragh 2021; Earman 1995, 28-39). بنابراین، این مسئله ارتباطی به برهان حدوث و نیازمندی کیهان به خدا ندارد و هاوکینگ نمی‌تواند آن را مستمسکی برای رد این برهان یا حتی مزیتی برای مدل خودش بداند.

سه. در کیهان اقلیدسی اولیه هیچ نقطهٔ مرجعی به عنوان نقطهٔ آغاز وجود ندارد.

هاوکینگ می‌گوید:

> ادراک این که زمان می‌تواند به عنوان یک جهت دیگر فضا رفتار کند به این معناست که می‌توان از مسئلهٔ وجود آغاز برای زمان خلاص شد [...] عالم به شکل نقطه‌ای از قطب جنوب آغاز خواهد شد، اما [نقطهٔ] قطب جنوب مانند هر نقطهٔ دیگری است. (Hawking & Mlodinov 2010, 180)

بنابراین، از نظر او چون در ناحیهٔ اقلیدسی نمی‌توان یک نقطهٔ خاص و مرجح را به عنوان نقطهٔ آغاز کیهان در نظر گرفت، پس عالم نقطهٔ آغازی ندارد. اما اشتباه هاوکینگ در آن است که از سویی می‌گوید در ناحیهٔ اقلیدسی گذر زمان وجود ندارد و هیچ نقطه‌ای ارجحیتی بر دیگری ندارد؛ و از سوی دیگر می‌گوید عالم از نقطهٔ قطب جنوب آغاز شده است. در حالی که، همان طور که گفتیم، در ناحیهٔ اقلیدسی هیچ نقطه‌ای قبل یا بعد از نقطهٔ دیگر نیست. به علاوه، اگر منظور از «نقطهٔ آغاز» لحظهٔ آغازین کیهان است، این لحظه را می‌توان کل ناحیهٔ اقلیدسی، یا لااقل سطح مشترک آن با ناحیهٔ لورنتسی، در نظر گرفت؛ چون از آنجا که در ناحیهٔ اقلیدسی گذر زمان بی‌معناست، کل آن را می‌توان از منظر زمانی یک «لحظه» در نظر گرفت.

چهار. زمان موهومی واقعیت بنیادی است. هاوکینگ این ایده را مطرح می‌کند که شاید زمانی که ما می‌شناسیم تنها زاییدهٔ ذهن ماست و واقعیت بنیادین کیهان همان زمان موهومی است (Hawking 1988, 139). بنابراین، کل تاریخ کیهان به طور بنیادین اقلیدسی است و هیچ گذر زمان و در نتیجه هیچ آغاز و پایانی دربارهٔ آن معنادار نیست. اگر واقعاً زمانی که ما می‌شناسیم یک حقیقت بنیادین خارجی نباشد، حق با هاوکینگ است و در این صورت صحبت از آغاز برای کیهان بی‌معنا خواهد بود. البته باید توجه داشت که این ایده لزوماً به مدل «بی‌مرز» و «زمان موهومی» مرتبط نیست، بلکه در بسیاری از نظریات گرانش کوانتومی مطرح است. حتی در حوزهٔ فلسفهٔ زمان، گروهی از فلاسفه به نظریهٔ به اصطلاح «ب»[۲۶] در باب زمان قائل هستند و گذر زمان را نفی می‌کنند (Craig & Sinclair 2009, 102).

بررسی دقیق این دیدگاه خود نیازمند نوشتهٔ مستقلی است. اما به طور اختصار باید متذکر شد که فارغ از این که چنین دیدگاهی دربارهٔ زمان از منظر فلسفی و یا فیزیکی پذیرفتنی است یا نه، مسئلهٔ «چرا چیزی وجود دارد به جای آن که هیچ نباشد؟» همچنان به قوت خود باقی است. زیرا موضوع از دو حال خارج نیست: یا علیت یک‌سویه و جهتمند را می‌پذیریم که به سبب تناهی ابعاد، لاجرم به یک رویداد می‌رسیم که همانند لحظهٔ آغازین

کیهان، علت طبیعی برای آن نمی‌توان یافت؛ و یا چنین علیتی را نمی‌پذیریم که در این صورت نیز تمامی رویدادها حکم لحظهٔ آغازین را خواهند داشت، چرا که کل این مجموعه از رویدادها نیاز به علت و تبیین فراطبیعی دارند.

پنج. در تونل‌زنی، زمان و واقعیت فیزیکی تدریجاً به ظهور می‌رسند. در اوایل دههٔ ۱۹۹۰ میلادی روشن شد که اگر شرایط نزدیک‌به‌واقع‌تر را در نظر بگیریم، یعنی شرایطی که یک میدان نرده‌ای هم در کیهان وجود داشته باشد، در انتگرال‌مسیرهای مدل «بی‌مرز» مجبوریم پربندهای مختلط را در نظر بگیریم (Lyon 1991). به زبان ساده، این یعنی دیگر فضازمان به صورت قاطع قابل تقسیم به دو بخش کاملاً مجزای لورنتسی و اقلیدسی نیست، بلکه این گذار به تدریج روی می‌دهد و پارامتر زمان در این ناحیهٔ گذار مختلط است، یعنی هم دارای جزء حقیقی است و هم موهومی. برخی چنین تصویری را در حذف نقطهٔ آغاز موفق‌تر می‌دانند. برای مثال، کریس آیشام می‌گوید:

> [هرچه به عقب‌تر برویم] حفظ تفسیر یک تحول بر مبنای یک زمان حقیقی سخت‌تر می‌شود [...] زمانْ شروع به در بر گرفتن چیزی شبیه به یک بخش موهومی می‌کند، که خواص غیرفیزیکی خاص خود را به همراه دارد. از این طریق، مسئلهٔ «آغاز زمان» به طرز هوشمندانه‌ای دور زده می‌شود. (Isham 1997, 400)

اما به نظر نمی‌رسد که تدریجی شدن گذار از ناحیهٔ اقلیدسی به لورنتسی کمک چندانی به حذف «آغاز» بکند. زیرا تا وقتی که پارامتر زمان دارای یک جزء حقیقی ولو بسیار کوچک باشد، همچنان می‌توان از تقدم و تأخر حقیقی زمانی سخن گفت، و به محض این که فضازمان به صورت کامل اقلیدسی شود ما نیز به زمان «آغاز عالم» رسیده‌ایم.

از این گذشته، همان طور که ویلیام کریگ تأکید کرده، «آغازمندی مستلزم داشتن 'لحظهٔ آغاز' نیست» (Craig & Sinclair 2009, 184). آغازمندی عالم، که مبنای برهان حدوث است، به این معناست که هر بازه محدودی از زمان را در نظر بگیریم، در گذشته به تعداد متناهی از آن بازه وجود داشته، و این لزوماً به معنای وجود یک «لحظهٔ آغاز» نیست. برای مثال، فرض کنیم به یک توپ ساکن با پا ضربه‌ای بزنیم. اولین لحظه‌ای که توپ دیگر در مکان سابقش نیست، کدام لحظه است؟ با کمی دقت روشن می‌شود که چنین لحظه‌ای وجود ندارد، چون هر لحظه‌ای که در نظر بگیریم به سادگی می‌توان لحظهٔ قبل‌تری را پیدا کرد که در آن جابجایی مکانِ توپ نصف مقدار فعلی بوده‌است! اما این به معنای آغازمند نبودن حرکت توپ، یا عدم نیاز این حرکت به ضربهٔ پای ما، نیست.

در مجموع به نظر می‌رسد بر مبنای هیچ یک از احتمالات پنجگانهٔ فوق، مدل

«بی‌مرز» در حذف «لحظهٔ آغاز» برای عالم و مخدوش ساختن مقدمهٔ دوم برهان حدوث موفق نیست.

۶-۳. از بین بردن آزادی عمل خالق در انتخاب شرایط اولیهٔ کیهان

یکی از کارکردهای اصلی مدل «بی‌مرز» حذف نیاز به تعیین شرایط اولیه برای کیهان است. هاوکینگ معتقد است که این موضوع تبعات جدی برای الهیات دارد، زیرا مطابق این مدل، جهان هیچ لبه‌ای که در آن قوانین از کار بیفتند ندارد تا بتوان تعیین شرایط اولیه در آن را به خدا نسبت داد (Hawking 1988, 136). او می‌گوید:

> در مِهبانگ و سایر تکینگی‌ها، همهٔ قوانین شکسته می‌شوند، در نتیجه خدا هنوز آزادی عمل کاملی برای انتخاب آن که چه چیزی روی داده و جهان چگونه آغاز شود، دارد [...] اما اگر جهان کاملاً خودبسنده باشد، بدون هیچ گونه مرز یا تکینگی، و کاملاً با یک نظریهٔ وحدت‌یافته توصیف شود، این پیامدهای چشمگیری برای نقش خدا به عنوان خالق خواهد داشت. اینشتین زمانی پرسید: «خدا در ساختن عالم چقدر آزادی عمل داشت؟» اگر پیشنهاد «بی‌مرز» صحیح باشد، او اصلاً هیچ آزادی‌ای برای انتخاب شرایط اولیه نداشته است. (Hawking 1988, 173-174)

اما این ادعا پذیرفتنی نیست. درست است که به یک معنا در مدل «بی‌مرز» شرایط اولیه نداریم، اما در واقع خودِ «بی‌مرز بودن» نوعی انتخاب دربارهٔ شرایط اولیه کیهان است. پیشنهاد «بی‌مرز» نیز، مانند هر شرایط اولیهٔ دیگری، تنها یک امکان است و نه یک ضرورت. هاوکینگ در این باره می‌گوید:

> من می‌خواهم تأکید کنم که این ایده که زمان و فضا باید محدود و بدون مرز باشند تنها یک پیشنهاد است. آن را نمی‌توان از اصول دیگر نتیجه گرفت. این نیز مانند هر نظریهٔ علمی دیگری ممکن است در ابتدا به سبب ملاحظات زیبایی‌شناسانه یا متافیزیکی ارائه شود، اما آزمون واقعی آن است که آیا می‌تواند پیش‌بینی‌هایی انجام دهد که با مشاهدات سازگار باشد؟ (Hawking 1988, 136-137)

به فرض آن که این مدل پیش‌بینی‌های صحیح ارائه دهد و واقعاً در جهان ما برقرار باشد، باز هم چون اصولاً حالات بیشمار دیگری نیز برای شرایط مرزی کیهان ممکن است، نمی‌توان گفت که آزادی عمل خدا را از بین برده است. در واقع، خود آن شرایط «بی‌مرز» انتخاب خدا بوده و او می‌توانسته شرایط دیگری را برگزیند. به علاوه، مدل «بی‌مرز» تنها یک قید عام بر روی هندسهٔ عالم می‌گذارد و نه بر محتوای عالم. این در حالی است که محتوای عالم نقش عمده را در تعیین این که عالم ما چگونه عالمی است و چه تحولاتی

خواهد داشت ایفا می‌کند. محتوای عالم شامل نوع و تعداد میدان‌ها (ذرات)، و پتانسیل آنهاست که این پتانسیلْ جرم و نیروهای بین میدان‌ها را مشخص می‌کند.

۷. نتیجه‌گیری

در این مقاله دیدیم که چهار اشکال مبنایی به استنتاج‌های هاوکینگ وارد است: (۱) مدل او مبتنی بر گرانش و کیهان‌شناسی کوانتومی است که فعلاً نظریهٔ قابل اتکایی در این زمینه در دست نیست. (۲) این مدل با چالش‌های علمی نظری و رصدی مختلفی روبروست. (۳) واقعی پنداشتن زمان موهومی و کیهان اقلیدسی مبنای علمی ندارد. (۴) نیاز کیهان به خالق منحصر در لحظهٔ آغازین نیست که از بین رفتن آن نشان‌دهندهٔ عدم نیاز کیهان به خالق باشد.

از سوی دیگر، به تفصیل بررسی کردیم که حتی اگر از چهار اشکال فوق صرف‌نظر کنیم و اعتبار علمی این مدل و تفسیر هاوکینگ از آن را بپذیریم، باز هم این مدل دلالتی بر آنچه هاوکینگ مدعی آن است ندارد. زیرا اولاً در این مدل همچنان عالم آغازمند و حتی دارای لحظهٔ مشخص آغازین است؛ ثانیاً این مدل اصولاً پیدایش عالم از «هیچ محض» را توصیف نمی‌کند؛ ثالثاً خود این مدل نوعی شرط اولیه محسوب می‌شود و در درون خود پذیرای شرایط مختلف بسیاری برای محتوای عالم است.

بنابراین، می‌توان با همکار هاوکینگ، یعنی هارتل، در این باور شریک شد که «مدل بی‌مرز هیچ دلالت الهیاتی ندارد».

در پایان لازم است بر این نکته تأکید کنیم که مدل «بی‌مرز» دارای محسنات و مزایای بسیاری است و دربارهٔ قبول یا رد آن، جامعهٔ علمی و شواهد تجربی تصمیم‌گیرنده و تعیین‌کننده هستند. در این مقاله، صرفاً در مقام نقد استنتاج‌های الهیاتی هاوکینگ از آن بودیم.

کتاب‌نامه

باربور، ایان. ۱۳۹۲. *دین و علم*. ترجمه پیروز فطورچی. تهران: پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی.

غزالی، ابوحامد. ۱۴۰۹ ق. *الإقتصاد فی الإعتقاد*. بیروت: دار الکتب العلمیة.

گلشنی، مهدی. ۱۳۹۵. *خداباوری و دانشمندان معاصر غربی: چالش‌ها و تبیین‌ها*. تهران: کانون اندیشهٔ جوان.

گلشنی، مهدی. ۱۳۹۸. *علم و دین در افق جهان‌بینی توحیدی*. تهران: دانشگاه خواجه نصیرالدین

طوسی.
منوچهری کوشا، حامد. ۱۴۰۱. «رویکردی نو به مسئلهٔ آغازمندی عالم در چهارچوب فلسفهٔ صدرایی». *تأملات فلسفی* ۲۹.

Barrow, J. 2007. *New theories of everything*. New York: Oxford University Press.

Barrow, J., and F. Tipler. 1986. *The anthropic cosmological principle.* New York: Oxford University Press.

Carroll, S. 2004. *An introduction to general relativity: Spacetime and geometry*. San Francisco: Addison Wesley.

Craig, W. L. 1997. "Hartle-Hawking cosmology and atheism." *Analysis* 57(4).

Craig, W. L., and J. D. Sinclair. 2009. "The Kalam cosmological argument." In *The blackwell companion to natural theology,* edited by W. L. Craig and J. P. Moreland. Oxford: Wiley-Blackwell.

Dorronsoro, J. Diaz, Jonathan J. Halliwell, James B. Hartle, Thomas Hertog, and Oliver Janssen. 2017. "Real no-boundary wave function in Lorentzian quantum cosmology." *Physical Review D* 96(4): 043505.

Drees, W. B. 1990. *Beyond the Bigbang: Quantum cosmologies and God.* Illinois: Open Court.

Earman, J. 1995. *Bangs, crunches, whimpers, and shrieks: Singularities and acausalities in relativistic spacetimes*. New York: Oxford University Press.

Feldbrugge, Job, Jean-Luc Lehners, and Neil Turok. 2018. "No rescue for the no boundary proposal: Pointers to the future of quantum cosmology." *Physical Review D* 95: 103508.

Halliwell, J. J. 1990. "Introductory lectures on quantum cosmology." In *Quantum cosmology and baby universes*, Vol. 7, edited by Coleman et al. London: World Scientific.

Halvorson, H., and H. Kragh. 2021. "Cosmology and theology." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (*Winter 2021 Edition*), edited by Edward N. Zalta, URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/cosmology-

theology/>.

Hartle, James B., and Stephen W. Hawking. "Wave function of the universe." *Physical Review D* 28(12): 2960.

Hawking, Stephen W. 1978. ""Quantum gravity and path integrals." *Physical Review D* 18(6): 1747.

Hawking, Stephen W. 1988. *A brief history of time*. New York: Bantam Books.

Hawking, Stephen W. 1989. "Quantum Cosmology." In *Three hundred years of gravitation*, edited by Stephen Hawking and Werner Israel. Cambridge: Cambridge University Press.

Hawking, Stephen W. 2001. *The universe in a nutshell*. London: Bantam Books.

Hawking, Stephen W., and Thomas Hertog. 2006. "Populating the landscape: A top-down approach." *Physical Review D* 73(12): 123527.

Hawking, Stephen William, and Roger Penrose. 1970. "The singularities of gravitational collapse and cosmology." *Proceedings of the Royal Society of London. A. Mathematical and Physical Sciences* 314(1519): 529-548.

Hawking, Stephen, and Leonard Mlodinow. 2010. *The Grand Design*. New York: Bantam Books.

Isham, Chris J. 1993. "Quantum theories of the creation of the universe." In *Quantum Cosmology and the Laws of Nature: Scientific Perspectives on Divine Action*, edited by R. J. Russel, N. Murphy, and C. J. Isham. Vatican City State: Vatican Observatory.

Isham, Chris J. 1997. "Creation of the universe as a quantum process." In *Physics, philosophy and theology: A common quest for understanding*, edited by R. J. Russel, W. R. Stoeger, and C. V. Coyne. Vatican City State: Vatican Observatory.

Kiefer, Claus. 2013. "Conceptual problems in quantum gravity and quantum cosmology." *ISRN Math.Phys.* 509316.

Lyons, Glenn W. 1992. "Complex solutions for the scalar field model of the

universe." *Physical Review D* 46(4): 1546.

Mukhanov, V. F., and S. Winitzki. 2004. *Introduction to quantum fields in classical backgrounds*, (Draft Version). Cambridge: Cambridge University Press.

Page, Don N. 2007. "Susskind's challenge to the Hartle-Hawking no-boundary proposal and possible resolutions." *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* 01: 004.

Ramos, Ramón, David Spierings, Isabelle Racicot, and Aephraim M. Steinberg. 2020. "Measurement of the time spent by a tunnelling atom within the barrier region." *Nature* 583(7817): 529-532.

Rindler, Wolfgang. 2006. *Relativity: Special, general, and cosmological*. New York: Oxford Uneversity Press.

Robles-Perez, S. J. 2021. "Quantum cosmology with third quantization." *Universe* 11: 404.

Rovelli, C. 2009. "Unfinished revolution". In *approaches to quantum* gravity, edited by Daniele Oriti. Cambridge University Press.

Sakurai, J. J. 1994. *Modern quantum mechanics*. Addison Wesley.

Schwartz, M. D. 2014. *Quantum field theory and the standard model*. Cambridge University Press.

Tipler, Frank J. 1986. "Interpreting the wave function of the universe." *Physics Reports* 137(4): 231-275.

Tryon, Edward P. 1973. "Is the universe a vacuum fluctuation?." *Nature* 246(5433): 396-397.

Vilenkin, Alexander, and Masaki Yamada. 2018. "Tunneling wave function of the universe." *Physical Review D* 98(6): 066003.

Vilenkin, Alexander, Jooyoo Hong, and Serge Winitzki. 2003. "Creation of massive particles in a tunneling universe." *Phys. Rev. D* 68: 023521.

Vilenkin, Alexander. 1982. "Creation of universes from nothing." *Physics Letters B* 117(1-2): 25-28.

Weinberg, Steven. 2015. *Lectures on quantum mechanics*. Cambridge University Press.

یادداشت‌ها

1. Edwin Hubble
2. George Lemaitre
3. Alexander Friedmann
4. quantum vacuum
5. quantum tunneling from nothing

٦. این مطلب را ویلنکین در مصاحبه‌ای بیان می‌کند که در قسمت نهم از سری مستندهای *Before the Big Bang*، با عنوان «A Multiverse from Nothing»، که در سال ۲۰۱۹ منتشر شده، قابل مشاهده است. همچنین نک. Craig & Sinclair 2009, 177.

7. the no-boundary proposal
8. singularity theorems
9. the anthropic principle
10. Wick rotation
11. metric
12. Minkowskican
13. Lorentzian metric
14. Euclidean metric
15. Feynmann's path-integral approach
16. minisuperspace
17. Leonard Susskind
18. de-sitter
19. Boltzmann brains
20. Jean-Luc Lehners
21. Neil Turok

۲۲. هرچند که نفی آغاز عالم، برهان حدوث و طراحی اولیهٔ عالم توسط خدا ضربه‌ای جدی به خداباوری محسوب نمی‌شود، به نظر می‌رسد که «توضیح کامل پیدایش جهان از هیچ به صورت طبیعی» به سادگی با خداباوری قابل جمع نباشد. تدقیق و تأمل در این باره خود نیازمند نوشتهٔ دیگری است. اما در ادامهٔ این مقاله نشان خواهیم داد که مدل «بی‌مرز» حتی شامل چنین توضیحی برای «پیدایش جهان از هیچ» هم نیست.

23. the Kalam cosmological argument

٢٤. شایان توجه است که برخی از این احتمالات به طور همزمان نیز می‌توانند مطرح باشند.

25. past-incompleteness of the geodesics
26. B-theory of time