



University of Tehran

Universe Out of Nothing Based on Quantum Vacuum Fluctuation: A Criticism of the Proposal of God-Free Creation

Meisam Tavakoli Bina 

Department of Rhetoric, Research Institute of Hikmat and Philosophy of Iran, Tehran, Iran. Email: tavakoli@irip.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received January 4, 2023
Revised January 11, 2023
Accepted January 15, 2023

Keywords:
Quantum Fluctuation,
Quantum Vacuum,
Hawking,
Atheism,
Universe out of Nothing,
Science & Religion.

ABSTRACT

The beginning and non-eternity of the world is one of the hot topics of modern cosmology that has attracted the Abrahamic believers and philosophers. In the standard model of cosmology this idea has become more prominent than in the past. Some have tried to explain the beginning of the world from zero or nothingness with the fluctuation of the quantum vacuum in the condition of infinite curvature, so that the problem does not turn to a philosophical one. In this article, at first the necessary quantum prerequisites to understand this scenario have explained and then its description are presented, then based on this detailed explanation, we will show two main problems: 1) it includes verbal false reasoning and 2) it still doesn't remove the need for a supernatural agent to explain how the world began from nothing.

Cite this article: Tavakoli Bina, M.(2023). Universe Out of Nothing Based on Quantum Vacuum Fluctuation: A Criticism of the Proposal of God-Free Creation. *Philosophy of Religion*.19 (4), 459-472.Doi: 10.22059/jpht.2023.353254.1005945



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22059/jpht.2023.353254.1005945>

Publisher: University of Tehran Press.

پرتال جامع علوم انسانی



دانشگاه تهران

نشریه فلسفه دین

شاپا الکترونیکی: ۶۲۳۳-۲۴۲۳

سایت نشریه: <https://jpht.ut.ac.ir>

جهانی از هیچ براساس افت وخیز خلأ کوانتومی؛ نقدی بر پیشنهاد پیدایش بی نیاز از خدا

میثم توکلی بینا*

گروه کلام، مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران، تهران، ایران، رایانامه: tavakoli@irip.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۰۹

یکی از موضوعات داغ کیهان‌شناسی مدرن که توجه ادیان و فیلسوفان را به خود جلب کرده، آغازمندی و ازلی نبودن جهان است و در مدل استاندارد کیهان‌شناسی این ایده نسبت به گذشته برجسته‌تر شده است. برخی کوشیده‌اند آغاز جهان از صفر یا عدم را با افت‌وخیز خلأ کوانتومی در شرایط انحنای بی‌نهایت توضیح دهند تا مسئله به بحرانی فلسفی تبدیل نشود. در این نوشته ابتدا مقدمات کوانتومی لازم برای فهم این سناریوی پیدایش خودبه‌خودی جهان و سپس شرح آن ارائه شده و در ادامه با توجه به این تبیین تفصیلی، در دو قسمت نشان داده شده است اولاً به‌علت فیزیکی این تبیین مشکل اساسی اشتراک لفظ دارد و ثانیاً معضل فلسفی اصلی را حل نمی‌کند و همچنان نیاز به عاملی فراطبیعی برای تبیین چگونگی آغاز جهان از هیچ را برطرف نمی‌کند.

کلیدواژه:

افت‌وخیز کوانتومی،

آنتیسم،

جهان از هیچ،

خلأ کوانتومی،

علم و دین،

هاوکینگ.

استناد: توکلی بینا، میثم (۱۴۰۱). جهانی از هیچ براساس افت‌وخیز خلأ کوانتومی؛ نقدی بر پیشنهاد پیدایش بی‌نیاز از خدا. *مجله فلسفه دین*. ۱۹ (۴) ۴۵۹-۴۷۲.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jpht.2023.353254.1005945>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jpht.2023.353254.1005945>



۱. مقدمه

مفهوم خلقت در ادیان مفهومی بنیادی و به معنای آن است که خداوند نه به‌مثابه علتی مکانیکی، بلکه با اختیار خود جهان را آفرید و این آفرینش مسبوق به هیچ پیشینه‌ای نبوده و در آن از هیچ ماده یا الگویی استفاده نشده است. به‌طور مشخص در مسیحیت و در اندیشه اسلامی هم مسئله «خلقت از هیچ/عدم»^۱ موضوع مناقشات فراوانی میان مکاتب غیردینی و ادیان ابراهیمی بوده است. دینداران معتقدند خداوند عالم را بدون هیچ الگویی آفریده است که قرآن برای آن «خَلَقَ» و مشتقات آن و نیز «بدیع» را به‌کار برده است. به‌خصوص نوع مکاتب یونانی جهان را ازلی می‌دانستند و از این‌رو چنان عامل مختار ادیانی را نمی‌پذیرفتند. به تعبیری دیگر، نزاع بر سر حدوث و قدم در حقیقت روی دیگر سکه نزاع بر سر خدا‌باوری (ادیانی) و خدا‌نا‌باوری است و همچنان سناریوهایی که جهان را آغازمند و رویدادهای گذشته جهان را متناهی می‌دانند، برای خدا‌نا‌باوران معضلات اجتناب‌ناپذیر دارند.

نگرش دینی خلقت و ابداع جهان، نسبت به مدل استاندارد کیهان‌شناسی (که یکی از سناریوهای آن مه‌بانگ است) نه‌تنها نگرانی ندارد، بلکه این مدل همبستگی و شباهت زیادی با همان مطالب کلی و اساسی‌ای دارد که کتب مقدس در مورد خلقت طرح کرده‌اند. «چگونه و چرا از هیچ چیزی به‌وجود آمده و جهان نه از چیز دیگر پدید آمده است؟» به‌طور طبیعی پرسشی است که در فضای «علوم تجربی» پاسخی نمی‌تواند داشته باشد؛ زیرا سؤال از جایی است که تجربه و نظر پایان می‌یابد و این ابزارها کاربرد خود را از دست می‌دهند. از این‌رو ملحدان بیشتر مایل‌اند جهان، وضعیت ثابت و ایستا در گذشته داشته باشد.

در دوران معاصر، نسبیت عام و سپس فیزیک کوانتومی زمینه‌ساز پیشرفت‌های بزرگ در کیهان‌شناسی شد. شواهد کیهان‌شناسی اغلب به سود ازلی نبودن جهان و آغازمندی آن است. به این ترتیب، فیزیکدانان به چالش بزرگی نزدیک شدند که مرزهای تجربه را پشت سر گذاشته بود و تا حد زیادی فلسفی شد: اگر واقعاً آغاز جهان ما از هیچ/عدم است، پس اساساً چرا چیزی به‌وجود آمد؟ چرا این مقدار زمان متناهی مشخص را داشته باشد نه بیشتر یا کمتر، و حتی چرا تکرار نشود؟ چرا وضعیت سابق (عدم) را حفظ نکند؟ «عدم» هیچ است، سترون است و نمی‌توان آن را تحلیل کرد و از دل آن چیزها بیرون کشید.

برخی دانشمندان کوشیده‌اند سناریویی پیشنهاد دهند که این مسئله که مسئله شرایط مرزی است، از حوزه فیزیک (و فیزیکالیسم) خارج نشده و به مسئله فلسفی-الهیاتی تبدیل نشود. مشهورترین سناریو، نشان دادن امکان ظهور انرژی و سپس ماده در خلأ/هیچ کوانتومی است (اولین نمونه: Tryon, 1973). اگرچه توضیحات علمی در مورد این نحوه پیدایش بیشتر سناریوهایی با زبان غیرفنی‌اند، اینجا سعی می‌کنیم تا حد امکان به صورت‌بندی علمی آن نزدیک شویم و پس از تبیین، آن را ارزیابی کنیم.

۲. داشته‌های کارآمد فیزیک کوانتومی برای کیهان‌شناسی

الف) درآمدی به نظریه کوانتومی: در مکانیک کوانتومی نیز مشابه فیزیک کلاسیک، به‌دنبال توصیف ارتباط کمیت‌های مشاهده‌پذیر یک سیستم (برای شروع: یک ذره) و به‌ویژه تحول آن با زمان هستیم؛ با این تفاوت که به‌جای توصیف و پیش‌بینی قطعی و دقیق سیستم (موجیتی)، صرفاً توانایی پیش‌بینی احتمال وقوع (ناموجیتی) کمیت‌های مشاهده‌پذیر را داریم. در مدل‌سازی ریاضی، تمام اطلاعات یک سیستم بسته (نه پیچیده آماری) یا «حالت» آن را با $|\psi\rangle$ (کت: شامل اندازه کمیت‌های مشاهده‌پذیر و احتمال آنها) نشان می‌دهیم که یک بردار در فضای هیلبرت است و مجموعه تمام حالت‌های ممکن برای یک سیستم فیزیکی (مجموعه تمام $|\psi\rangle$ ها) این فضای هیلبرت را تشکیل می‌دهد. البته سیستم‌های واقعی به‌طور معمول از حیث آماری پیچیده‌اند و از این‌رو به‌جای کت با عملگر چگالی حالت، کل اطلاعات سیستم‌های پیچیده را نشان می‌دهیم. برای مشخص کردن مقادیر ممکن یک کمیت مشاهده‌پذیر، به هر کمیت یک «عملگر» (ماتریسی) نسبت می‌دهیم و با عملیاتی ریاضی با عنوان «حل معادله ویژه مقداری» مقادیر ممکن یا طیف کمیت مشاهده‌پذیر را به‌دست می‌آوریم. به‌عنوان مهم‌ترین کمیت مشاهده‌پذیر در درجه اول علاقه‌مند به پیدا کردن طیف انرژی سیستم هستیم. معادله توصیف‌کننده نحوه تحول این حالت

سیستم در زمان (مانند معادله نیوتن)، معادله شرودینگر نامیده می‌شود. این معادله بیان می‌کند تغییرات حالت یک سیستم با زمان، توسط انرژی صورت می‌گیرد یا به عبارت دیگر انرژی مولد تحول زمانی سیستم است. برای حل معادله شرودینگر نیاز داریم تمام انرژی‌های ممکن (مجاز) را که سیستم می‌تواند داشته باشد، مشخص کنیم، یعنی تعیین کنیم فضای هیلبرت سیستم، از کیت‌هایی با چه انرژی‌های ممکن تشکیل شده است (ر.ک: Shankar, 1994).

در مکانیک کوانتومی کلاسیک که از اصلی‌ترین ویژگی‌های آن رابطه عدم قطعیت مکان-تکانه است، اگرچه مفهوم موج-ذره مطرح است، همچنان اصالت با بررسی ذره‌ای است و از این رو مکان موج-ذره در رابطه مذکور معنادار است. در اینجا تحول زمانی ذره بررسی می‌شود و معادله شرودینگر نشان‌دهنده چنین تحول زمانی است. اما در نظریه میدان کوانتومی با داستانی متفاوت مواجهیم. نظریه میدان کوانتومی تلاش می‌کند مدل کوانتومی را با نسبت خاص به نحوی ترکیب کند تا در محدوده ذرات بنیادی به کار بیاید. همان‌گونه که می‌دانیم در نسبیت خاص زمان نیز مانند هر سه بُعد فضا، بُعد چهارمی در کنار سایر ابعاد است و به جای بررسی تحول مکانی در طول زمان، مانند یک دانای کل تغییرات رویداد را با چهار بُعد بررسی می‌کنیم. نیز در نسبیت خاص ماده به انرژی و بعکس تبدیل‌پذیر است و در نظریه میدان کوانتومی هم این پدیده مطلوب است که بتوانیم ذرات را با خلق و فنا بررسی کنیم. به این ترتیب، زمانی که در نظریه میدان کوانتومی در نظر می‌گیریم بُعدی مثل سه بُعد دیگر است و وقتی میدان را بررسی می‌کنیم، آن را در یک چهاربعدی فضا-زمان در نظر می‌گیریم و زمان از مفهومی که در مکانیک کوانتومی کلاسیک داشت، کمی فاصله می‌گیرد. در نتیجه صورت مشهورتر رابطه عدم قطعیت در مکانیک کوانتومی کلاسیک دیگر اینجا موضوعیت ندارد.

(ب) خلأ کوانتومی: در فیزیک کلاسیک خلأ مفهوم ساده‌ای است. وقتی تمام ذرات را از مخزنی خارج کنیم و دمای آن را به صفر مطلق برسانیم، درون مخزن خلأ ایجاد کرده‌ایم. اما در فیزیک کوانتومی مفهوم خلأ متفاوت است. انواع میدان‌های سه‌گانه (اسکالر، اسپینوری و برداری) در خلأ نوسان می‌کنند، به بیان دیگر، مقدار آنها در هر لحظه حول مقدار ثابتی به نام مقدار میانگین تغییر می‌کند. حتی خلأ ایده‌آل در دمای صفر در اصطلاح «نوسان‌های خلأ» دارد که انرژی میانگین هر کدام برابر نصف انرژی یک فوتون است. به تعبیر دیگر، در نظریه میدان کوانتومی خلأ پر از امواج در حال افت‌وخیز است که هیچ‌گاه به طور کامل حذف نمی‌شوند. این امواج دارای تمام طول‌موج‌های ممکن هستند و حضور آنها ثابت می‌کند فضای خالی مقدار معینی انرژی دارد.

به بیان فنی‌تر وقتی فضای هیلبرت سیستم را تعیین می‌کنیم، بسته به مسئله و سیستم فیزیکی موردنظر، ویژه مقادیر انرژی دارای طیف مختص خود است؛ به این معنا که از بین کل اعداد حقیقی، پس از حل معادله ویژه مقدری، بخش یا زیرمجموعه خاصی از آن برای مسئله مجاز شمرده می‌شود. این طیف انرژی می‌تواند کل اعداد حقیقی یا بازه پیوسته یا گسسته‌ای از آن باشد. در بعضی سیستم‌ها (سیستم‌های مقید) انرژی از پایین دارای کمینه/مینیم است. در واقع می‌توان وجود این کمینه نامنفی را با استفاده از شرطی لازم راجع به احتمالات سیستم به دست آورد. به طور کلی و ریاضیاتی شرط نامنفی بودن انرژی اتخاذ کمینه صفر را نیز مجاز می‌کند، اما در سیستم‌های مقید که انرژی کوانتیده است، هر مقداری مجاز نیست و کمینه در صورت وجود لزوماً صفر نیست. نمونه‌ای از سیستم‌های مقید، سیستم نوسانگر هماهنگ است که عملگر انرژی این مسئله از روی نوسانگر کلاسیک ساخته می‌شود. در ابتدایی‌ترین سطح، میدان در هر نقطه از فضا نوسانگر هارمونیک ساده است و کمیت آن در هر نقطه به عنوان یک نوسانگر هارمونیک کوانتومی قرار گرفته است. خلأ کوانتومی از ساختار بسیار پیچیده‌ای برخوردار است، بنابراین باید تمام محاسبات تئوری میدان کوانتومی در رابطه با این مدل از خلأ انجام گیرد. خلأ به طور ضمنی تمام خصوصیات را که یک ذره می‌تواند داشته باشد، داراست: چرخش (اسپین) یا قطبش در مورد نور، انرژی و غیره. اگر از بیشتر این خصوصیات میانگین بگیریم، از بین می‌روند و اثری بر جا نمی‌گذارند و خلأ می‌تواند صرفاً از همین حیث «خالی» به شمار آید. در عین حال یک استثنای مهم، انرژی خلأ است. کمترین انرژی ممکن یا انرژی نقطه صفر قابل محاسبه در طیف گسسته انرژی سیستم «کمینه $\hbar\omega/2$ » است که ω بسامد زاویه‌ای نوسانگر است. به حالت متناظر با این انرژی مینیمم «حالت زمینه» گفته می‌شود. به طور کلی مفهوم هیچ در فیزیک کوانتومی به «حالت خلأ» یا همین حالت زمینه اطلاق می‌شود.

حالت خلأ همان حالت پایه (حالت زمینه) عملگر تعداد ذرات است که در واقع حالتی است که ذره مادی در فضا وجود ندارد.

به همین دلیل این حالت را خلأ کوانتومی می‌نامند. از دیگر سو باید توجه داشت که نظریه میدان کوانتومی برای هر میدان (یا مجموعه میدان) بر حسب کمیتی ریاضی به نام لاگرانژی ساخته می‌شود. این عبارت ریاضی شامل جملات مختلفی است که (یا توجه به تقارن‌ها و قواعد بالادستی) از ترکیب‌های مجاز تابع میدان و مشتقات آن ساخته شده است. هر لاگرانژی شامل جمله‌ها (یا)یی است به نام جمله جنبشی که به ذرات میدان قابلیت انتشار می‌دهد. هم‌چنین شامل جمله‌هایی برهم‌کنشی است که این جملات مسئول پراکندگی و خلق و فنا و شکل خاص آن ذرات است. هر لاگرانژی بسته به جمله برهم‌کنشی «حالت»‌های متفاوتی از سیستم ذرات را توصیف می‌کند، بنابراین حالت خلأ تئوری‌های متفاوت با لاگرانژی‌های متفاوت نیز یکی نیستند. به همین دلیل نام مناسب‌تر حالت خلأ «خلأ برهم‌کنشی» است (Greiner, 1996: 20, 81).

در این حالت کمینه انرژی به‌طور کلی هیچ ذره فیزیکی وجود ندارد. میدان نقطه صفر نیز گاهی برای نام بردن از این وضعیت به کار می‌رود (Lambrecht, 2002: 197). آنچه در زبان متداول فیزیک امروزی یا مطابق برخی ترجمه‌ها و تفسیرها بدان هیچ در نظریه میدان کوانتومی گفته می‌شود، همین حالت خلأ است که دارای خواص اندازه‌پذیر و نیز ساختاری ریاضیاتی است. در نظریه میدان کوانتومی، حالت‌های برانگیخته این میدان پایه/خلأ، ذرات را می‌سازند. پس خلأ کوانتومی جایی است که هیچ میدان کوانتومی برانگیخته نیست، یعنی هیچ ذره‌ای وجود ندارد (نه میدان) و در آن هر سه نوع میدان وجود دارد (Shwartz, 2014: Ch.1).

ج) افت‌وخیز کوانتومی: شاید اولین بارها که چنین پدیده‌ای مورد توجه قرار گرفت، در اثر کاسیمیر بود. تصور کنید دو آینه را در خلأ، مقابل یکدیگر قرار دهیم. با توجه به نظریه میدان کوانتومی می‌دانیم امواجی با طول خاص (مطابق با فاصله بین دو آینه) بین آینه‌ها رفت و برگشت خواهند کرد. اگر دو آینه را به یکدیگر نزدیک‌تر کنیم تا به فاصله میکرونی برسیم، امواج بلندتر دیگر مطابق فاصله بین دو آینه نیستند و در نتیجه میزان کل انرژی خلأ بین آینه‌ها، کمی کمتر از بخش‌های دیگر فضا خواهد شد؛ بنابراین آینه‌ها یکدیگر را جذب خواهند کرد؛ درست همان‌طور که دو جسمی که با یک فنر کشیده شده، به یکدیگر نگه‌داشته شده‌اند، با کاهش انرژی ذخیره‌شده در فنر، به سمت یکدیگر حرکت خواهند کرد. این اثر، یعنی جذب دو آینه در خلأ، اثر کاسیمیر نام دارد. این اثر نخستین بار در سال ۱۹۴۸ توسط فیزیکدان هلندی، هندریک کاسیمیر پیش‌بینی شد (Casimir & Polder: 1946). استیو لاموراکس از آزمایشگاه ملی لوس آلاموس، برای اولین بار این اثر ظریف را در سال ۱۹۹۶ اندازه‌گیری کرد. این مسئله نشان می‌دهد امواج الکترومغناطیسی در خلأ بین دو آینه نوسان می‌کنند و در اثر افت‌وخیز، اثر کاسیمیر آشکار می‌شود. جالب‌تر آنکه مقدار انرژی یک بخش از خلأ با ماده اطراف آن تغییر هم می‌کند (Casimir & Polder: 1946).

یکی دیگر از خواص میدان‌های کوانتومی، افت‌وخیز کوانتومی است. نتیجه افت‌وخیز کوانتومی این است که خلأ کوانتومی پایدار نیست و اگر در زمانی پس از اندازه‌گیری خلأ دوباره تعداد ذرات را اندازه‌گیری کنیم، ممکن است ذره وجود داشته باشد؛ این اثر فیزیکی و قابل اندازه‌گیری است. در خلأ کوانتومی که در حقیقت فقدان ذره در جهان میکروسکوپی است، اگر عدم قطعیت را به کار گیریم، نتیجه جالب توجهی به دست می‌آید. ما باید بر زمان خاصی برای اندازه‌گیری تمرکز کنیم و این دقت بیشتر، سبب می‌شود که مقدار انرژی، از انرژی واقعی خلأ (که بر عادت کلاسیک آن را صفر پنداشته‌ایم) انحراف پیدا کند و در نتیجه انرژی خلأ مذکور صفر نباشد. این انحراف در اندازه‌گیری مقدار انرژی، نشانه افت‌وخیز کوانتومی یا افت‌وخیز خلأ است که نوسانی در انرژی خلأ تلقی می‌شود. به بیانی ساده، گویی آنجا در جهان زیراتمی توقع انرژی نداریم و ذره‌ای وجود ندارد، اما وقتی برای اندازه‌گیری اقدام می‌کنیم، طبق رابطه عدم قطعیت بعضاً انرژی آشکارسازی و اندازه‌گیری می‌شود و به بیان فیزیکی، کمیت‌هایی وجود دارند که مقدار انتظاری یا مقدار میانگین آنها صفر است، ولی انحراف معیار یا افت‌وخیزشان صفر نیست (Greiner, 1996; Schwartz, 2014). هاوکینگ از این نظر استفاده کرد تا مسئله تابش سیاه‌چاله را مطرح کند. سیاه‌چاله‌ها آنچنان گرانشی دارند که نور را نیز به تور می‌اندازند و آن را به درون خود می‌بلعند. از این رو در اطراف سیاه‌چاله کره‌ای تاریک دیده می‌شود که نزدیک به میدان آن است و نور از آن رهایی ندارد و به همین سبب آن را افق رویداد (که به دلیل نبود بازتابش امکان رؤیت و رصد ما به آن افق محدود می‌شود) می‌نامند. اینک اگر در مرزهای یک سیاه‌چاله یا افق رویداد، افت‌وخیزی اتفاق بیفتد و در این افت‌وخیز خلأ، ذره-پادذره مجازی‌ای تولید شود که یکی از آنها در بیرون مرز و دیگری درون باشد، یکی از آنها در اثر گرانش شدید سیاه‌چاله جذب می‌شود و ذره ضد آن باقی می‌ماند. حالا می‌توان ظهور یک ذره واقعی از خلأ کوانتومی را شاهد بود. در نظر

بیننده، گویی سیاه‌چاله از خود تابش انجام می‌دهد و بر همین اساس، انرژی از دست می‌دهد. این پدیده را تابش هاوکینگ می‌نامند که در اثر آن سیاه‌چاله تبخیر شده و از جرم آن کاسته می‌شود. غرض آن است که بدانیم طبق نظر هاوکینگ، افت‌وخیز کوانتومی سبب تابش سیاه‌چاله و شارش انرژی منفی به داخل آن می‌شود و در نتیجه از خلأ مذکور می‌تواند ذره‌ای به جهان واقعی افزوده شود؛ یعنی ذره مجازی به واقعی تبدیل شود؛ به این قیمت که از جرم سیاه‌چاله کاسته شود و در نهایت آن سیاه‌چاله در اثر استمرار این روند از میان برود (Hawking, 1974). اثر کاسیمیر اولین اثر مشاهده‌پذیر و قابل اندازه‌گیری از افت‌وخیز خلأ کوانتومی بود که نشان می‌داد درون خلأ خبرهای زیادی است و در ادامه دومین گام کاربردی، پیش‌بینی تابش سیاه‌چاله بود.

۳. کاربردی نظریه کوانتومی در تبیین پیدایش جهان از هیچ

اینک باید به‌طور خلاصه نظریه‌ای که «شهرتش» را مدیون کتاب طرح باشکوه استیون هاوکینگ و لئونارد ملودینو (۲۰۱۰ م) است، مطرح کنیم. همان‌گونه که در مقدمه آمد، معضل پیدایش آغازین جهان از هیچ، طبق مدل استاندارد مه‌بانگ را نمی‌توان کنار گذاشت و پذیرش هرگونه سناریوی آغازمند برای جهان مستلزم این است که پرسش چگونگی پیدایش از هیچ تبیین شود. برخی کوشیده‌اند با اتکا به داشته‌های نظریه کوانتومی، این مسئله فلسفی را طوری توضیح دهند که در تبیینی فیزیکی بگنجد و نیازی به فراسوی فیزیک یا کنار گذاشتن پیش‌فرض بستار فیزیکی نباشد (هاوکینگ، ۱۳۹۸: ۴۵-۷۷؛ کلوز، ۱۳۹۴؛ Krauss, 2012).

الف) سناریوی جهان از افت‌وخیز: هاوکینگ از «افت‌وخیز کوانتومی» و تابش سیاه‌چاله بهره برد. سال‌ها قبل و برای نخستین بار این ادوارد ترایون بود که این ایده را مطرح کرد و از افت‌وخیز کوانتومی استفاده‌ای ابتدایی (و ذهنی) کرد تا بگوید جهان هم می‌تواند مانند ذره از هیچ پدید آید. پیشنهاد ترایون پیش از آنکه هاوکینگ تابش سیاه‌چاله را در ۱۹۷۴ مطرح کند، این بود که اگر ذرات از خلأ کوانتومی سر برمی‌آورند، کیهان کوچک اولیه نیز می‌تواند از همان خلأ مادی اولیه سر برآورد (Tryon, 1973). پذیرش این پیشنهاد خام بسیار دشوار بود، زیرا تعمیم یا منطبق دانستن نحوه پیدایش ذره‌ای زیراتمی در کسری از ثانیه از دل خلأ کوانتومی، با جهان که دارای جرم عظیمی است و پایداری آن نه مانند ذره برای لحظاتی، بلکه بالای ده میلیارد سال است، به مذاق فیزیکدانان خوش نمی‌آمد. ترایون معتقد بود پیشنهادش هیچ قانون فیزیکی‌ای را نقض نمی‌کند و همه می‌دانستند صرف نقض نکردن برای پذیرفتن این پیشنهاد کافی نیست. هاوکینگ در سال ۱۹۷۴ تابش سیاه‌چاله را پیش کشید و بعدها با کمک گرفتن از همین مکمل، گام نهایی را برای تعمیم این سناریو برداشت. او خلأ اولیه را شبیه خلأ لبه سیاه‌چاله در نظر گرفت و بیان کرد جهان می‌تواند از هیچ به‌وجود بیاید؛ همان‌گونه که ذره می‌تواند در لبه سیاه‌چاله پدید آید و با شارش انرژی منفی به درون سیاه‌چاله از جرم آن کم شود. اما سیاه‌چاله اولیه‌ای نداریم، پس سناریو ناقص است. از دید او ویژگی لبه سیاه‌چاله این است که انحنا آن به بی‌نهایت میل می‌کند، از این‌رو ممکن می‌شود که پادذره درون آن گرفتار شود و شارش انرژی منفی به درون آن صورت پذیرد. در آغاز جهان نیز چگالی جهان و به تبع آن انحنا جهان به بی‌نهایت میل می‌کند و همان وضعیت مرزی سیاه‌چاله وجود داشته است. اگرچه پیشنهاد کلی تا حدی معلوم است، هنوز برای پذیرش آن نیاز به تبیین برخی مفاهیم به‌صورت دقیق‌تر و به‌خصوص فرمالیسم ریاضی داریم.

ب) رابطه عدم قطعیت زمان-انرژی: همان‌گونه که گفته شد برای توضیح و پذیرفتنی کردن ایده هم‌چنان نواقصی وجود دارد و به مقدماتی نیاز داریم. به یاد آوریم که رابطه «عدم قطعیت»: $\Delta p \times \Delta x \geq \hbar/2$ ، بیان می‌کند در اندازه‌گیری متغیرهای مزدوج، مانند اندازه حرکت و مکان، دقت در اندازه‌گیری یکی به قیمت از دست رفتن دقت در اندازه‌گیری آن یکی تمام می‌شود. البته مهم است که هم تکانه p که ویژگی موجی و هم x که ویژگی ذره‌ای موج-ذره را نمایندگی می‌کند، «عملگر»های مزدوج‌اند. از طریق تبدیلاتی ریاضی می‌توان چنین عدم قطعیتی میان زمان t و انرژی E را نشان داد. برای مثال یکی از همه‌فهم‌ترین روش‌های تبدیل این است که از فرمول انرژی جنبشی شروع کنیم:

$$E = \frac{1}{2} mv^2 \xrightarrow{\text{دیفرانسیل}} dE = \frac{1}{2} \times 2 mvdv = mvdv$$

$$\xrightarrow{v=\frac{dx}{dt}} dE = m \frac{dx}{dt} dv \xrightarrow{dp=mdv} dE = dp \frac{dx}{dt} \rightarrow dEdt = dpdx$$

اینک با توجه به اینکه در مقادیر کوچک، dx همان Δx است، داریم:

$$\Delta E \times \Delta t \geq \hbar / 2$$

در این صورت، توانسته‌ایم صورت دیگری از رابطه‌های عدم قطعیت را به دست آوریم که میان انرژی و زمان برقرار است و معنای آن این است که اندازه‌گیری دقیق انرژی به از دست رفتن دقت در اندازه‌گیری زمان و اندازه‌گیری دقیق زمان به از دست رفتن دقت در اندازه‌گیری انرژی منجر می‌شود، زیرا حاصل ضرب این دو همیشه از مقدار ثابتی بزرگ‌تر است و افزایش یکی به معنای کاهش دیگری است و برعکس. روش دیگر و البته بسیار کم‌آزار این است که براساس معادله شرودینگر این رابطه به دست آید که در کتاب‌های کلاسیک آموزش مکانیک کوانتومی آمده است (Gasiorowicz, 2007: Ch. 2).

شایان توجه اینکه ما (یا ابزار) به‌عنوان ناظر، هیچ‌گاه «خود لحظه» را حس، ثبت یا آشکار نمی‌کنیم، ما همیشه متوسط در یک بازه زمانی را درک و ثبت می‌کنیم و تلاش ما برای ثبت لحظه هم نوعی تلاش برای کوتاه کردن طول بازه زمانی نمونه‌برداری است. این رابطه می‌گوید اگر ما به‌عنوان ناظر، بازه زمانی‌ای را که اندازه‌گیری می‌کنیم، کوچک و کوچک‌تر کنیم، یعنی متوسط‌گیری و قصد کنیم انرژی موجود در سیستم را در آن بازه زمانی اندازه بگیریم، هرچه این بازه کوچک‌تر شود، دقت در اندازه‌گیری انرژی کمتر می‌شود. «گویی» E بزرگ می‌شود، هرچه t کوچک شود. اینک اگر بخواهید انرژی را در یک لحظه مشخص کنید، خطای شما بی‌نهایت بزرگ است. هرچه بازه بزرگ‌تر شود، خطای اندازه‌گیری انرژی پذیرفتنی‌تر می‌شود.

با توجه به مطلب مذکور، پیشنهاددهندگان درباره این سناریوی پیدایش از هیچ می‌گویند اگر کسی به یک نقطه از فضا برای یک بازه زمانی بسیار کوتاه نگاه کند، امکان دارد در همان مختصاتی که ما در بلندمدت آن را خلأ می‌دانستیم، در یک بازه زمانی کوتاه، یک پیک انرژی بیاید که البته در بلندمدت صفر می‌شود، اما در یک لحظه اندازه آن بالا می‌رود و سپس پایین می‌آید. «افت و خیز کوانتومی» می‌گوید این احتمال صفر نیست که در یک نقطه از فضا، در بازه‌های زمانی بی‌نهایت کوچک، حجم انرژی خیلی بزرگی پیوسته ظاهر شده و محو شود. برای این ادعا شواهد مستقیم، البته در ابعاد بسیار کم و در انرژی‌های بسیار پایین وجود دارد.

ج) انرژی منفی: از سوی دیگر، مفهوم «انرژی منفی» نیز اینجا نقش اساسی دارد و بدون آن نمی‌توان این سناریو را توضیح داد. طبق نظریه گرانش در نسبیت عام، اگر جسمی را به صورت منفرد رها کرده و فرض کنیم که در این حالت انرژی آن صفر است و همچنین جرم دیگری را نیز بی‌نهایت دور از این جسم قرار دهیم، فرض کنیم انرژی این جسم نیز صفر است و در ادامه، این دو جسم را رها کنیم، اینها آرام‌آرام به سمت یکدیگر جذب می‌شوند. از سوی دیگر، می‌دانیم در حالت طبیعی سیستم از حالت پرنرژی به سمت حالت کم‌انرژی تحول می‌یابد. اگر حالت‌هایی را که این دو جسم نسبت به هم آزادند و بر هم تأثیری ندارند، حالت آزاد و انرژی صفر بگیریم، وقتی دو جسم به یکدیگر جذب می‌شوند، وضعیت انرژی این دو جسم منفی خواهد بود. اگر درک درست نظر هاو کینگ، باید با مفهوم انرژی منفی کنار بیاییم، چون افت و خیز کوانتومی مستلزم آن است که اگر پیک انرژی داریم، در سوی مقابل «انرژی منفی» داشته باشیم، آن را توجیه کنیم و سراغ آن را بگیریم. در تابش سیاه‌چاله ادعا این بود که این انرژی منفی به درون سیاه‌چاله شارش می‌کند و از جرم آن می‌کاهد.

برای ساده‌سازی و تقریب به ذهن می‌توان گفت، همان‌گونه که ذرات مادی پادذره دارند و آن را پادماده می‌نامیم، در مورد انرژی نیز چنین چیزی برخی جاها نیاز است، اما به‌جای پادانرژی آن را انرژی منفی می‌نامند. البته این اصطلاح به سراسری پادذره نیست که در شتاب‌دهنده آشکار شده و مهر تأیید خورده است، بلکه مفهومی کاملاً نظری است که در محاسبات همانند عدد موهومی معنادار است، اما شهود فیزیکی از آن نداریم. حتی وقتی فرمول انرژی را در نظر آوریم که $E = mc^2$ این انرژی در تبدیل ماده به انرژی همواره مثبت است، مگر آنکه بتوانیم جرم منفی در معادله وارد کنیم که باز با شهود ما سازگار نیست، زیرا حتی پادذره مادی هم جرمی یکسان با ذره دارد. ما همیشه در مورد مقادیر انرژی مثبت صحبت می‌کنیم و راه‌حلی را که به انرژی منفی منجر می‌شوند، به‌عنوان راه‌حل‌های غیرفیزیکی در نظر می‌گیریم؛ بنابراین وجود پادماده دلیلی بر وجود انرژی منفی نخواهد بود. به این ترتیب، برای پیشنهاد چنان سناریوی کیهان‌شناسی که بتواند پیدایش جهان از هیچ را توضیح دهد، علاوه بر رابطه عدم قطعیت زمان-انرژی به فهم و تحلیل انرژی منفی نیاز داریم. این بحث بسیار حساس است، زیرا درست یکی از نقاط ناسازگاری (یا دست‌کم ابهام سازگاری) میان دو نظریه نسبیت و کوانتومی است، زیرا در نظریه نسبیت انیشتین، مقدار انرژی در همه زمان‌ها و هر جایی از جهان بزرگ‌تر از صفر است، اما در مقیاس کوانتومی ادعای انرژی منفی شده است. همین‌جا باید نوعی

نظریه گرانش، اما در مقیاس کوانتومی داشته باشیم که بتواند مسئله را حل کند و می‌دانیم که چنین چیزی هنوز در دسترس نیست؛ با آنکه هاوکینگ با آن مانند مسئله‌ای حل شده برخورد کرده است. به‌طور متعارف، انرژی منفی در فیزیک، مفهومی است که در محاسبات به‌کار گرفته می‌شود و به‌نوعی نسبی است؛ یعنی اگر حالت انرژی در یک عدد معین داشته باشیم، مقدار پایین‌تر از آن نسبت به آن انرژی منفی دارد.

(د) پیدایش جهان از هیچ: فیزیک امروز بیان می‌کند که ماده و انرژی از یک سنخ و هم‌ارزند، در نتیجه ماده مثبت می‌تواند با انرژی منفی سر به سر شود. همچنین افت‌وخیز کوانتومی هم داریم که اگر این سه را کنار هم بگذاریم، ایجاد ماده چنین توضیح داده می‌شود که در یک نقطه، افت‌وخیز کوانتومی سبب شد در بازه زمانی بسیار کوتاه، مقدار بسیار بزرگی انرژی (و در نتیجه ماده) تولید شد، سپس هم‌زمان متورم شد، در این هنگام آن بازه زمانی تمام و این انرژی محو شد. در عین حال محو انرژی، ترکیبی از «ماده و انرژی منفی» تشکیل شد که به‌سبب انبساط در این سیستم بود؛ یعنی مجموع انرژی منفی و ماده‌ای که همان انرژی مثبت بود صفر شد. هاوکینگ در مورد آغاز جهان واضح سخن نمی‌گوید، اما افت‌وخیز خلاً کوانتومی را توضیح کافی فیزیکی برای پیدایش ذره از هیچ می‌داند. شبیه چنین چیزی را به‌مراتب ضعیف‌تر، لارنس کراوس و فرانک کلوز پی گرفته‌اند (Krauss, 2012؛ کلوز، ۱۳۹۴). اینک نوبت ارزیابی استنباطها و کیفیت این سناریو است.

۴. برداشت‌ها، کاستی‌ها و معضلات

ملودینو-هاوکینگ در طرح بزرگ سناریوی مذکور را به شکلی غیرفنی طرح کرده‌اند که سعی شد تا حد امکان با ادبیات فیزیک تبیین شود. آنان معتقدند فلسفه را باید کنار گذاشت و تازه هنگامی که از دست مطالب فلسفی رها شوید، می‌توانید جهان را توضیح دهید؛ یعنی اگر بحث‌های عقلی دور ریخته شوند، به‌راحتی می‌توان مسئله آغاز جهان از عدم را تبیین کرد (Hawking & Mlodinow, 2010: 46). البته چند سطر بعد «واقع‌گرایی مبتنی بر مدل» را به‌عنوان موضعی فلسفی می‌پذیرند! بی‌شک فیزیک مدرن، ریاضیات بی‌نهایت و هندسه‌های ناقلیدسی، ژنتیک، علوم اعصاب و بسیاری از حوزه‌های دیگر علوم تجربی فهم فلسفی را تحت تأثیر قرار داده و برخی مفاهیم و برداشت‌های فلسفی را- صرف‌نظر از اینکه متعلق به چه مکتبی باشند - تغییر داده‌اند. نیز می‌دانیم روش عقلی ادعایی در فلسفه‌ها نیز همواره با خطاها و اختلاف‌نظرها دست‌به‌گریبان بوده است. فیزیک مدرن هم ادعا دارد که از راه ترکیب روش تجربی و نظری که فرمالیسم ریاضی هم بخش مهمی از آن است، می‌تواند به فهم جهان واقعی نزدیک شود. تا اینجا همه چیز قابل فهم است و اگر منظور هاوکینگ همین باشد، همدلانه می‌توان گفت باید مجموع یافته‌های بشر را مدنظر قرار داد و تعصب و اصرار بر پیش‌فرض‌ها و دیدگاه‌های مکاتب فلسفی به همان اندازه غلط است که پافشاری متعصبانه بر نظریات علمی. با این همه می‌دانیم برخی پیش‌فرض‌های عقلی و شناختی آنچنان بنیادی‌اند که زیربنا و منطق فهم بشرند و کنار گذاشتن آنها به معنای کنار گذاشتن توأمان همه علوم به‌علاوه رئالیسم است. یکی از این موارد محال بودن تناقض است. پیشنهاد حذف فلسفه اگر چنان موسع باشد که منطق و بنیاد فهم را از میان ببرد، یقیناً توسعه‌ای نابجا و مخرب است و باب مهمات و اباطیل را مجدداً به علم و عقل باز می‌کند و می‌تواند رشته‌های بشر را برای دور شدن از بدویت پنبه کند.

«به‌دلیل وجود قانونی همچون گرانش، جهان می‌تواند خودش را از هیچ بیافریند» (Hawking & Mlodinow, 2010: 134, 180)، این جمله توصیه به پذیرش تناقض واضحی است که از همان سنخ توسعه ناموجه است نه از سنخ یافته‌های فیزیکی‌ای که توانسته‌اند در آموزه‌های رایج مکتبی فلسفی تجدیدنظر کنند. قاعدتاً منظور او از گرانش، گرانش کوانتومی است، وگرنه جمله علاوه بر تناقض بی‌معنا هم خواهد بود، البته درباره گرانش کوانتومی در فیزیک هنوز چیزی نمی‌دانیم. جمله قبل دقیقاً مثالی ساده از تناقض است؛ آیا چنان جمله‌ای بدان معناست که مشکلی در تناقض‌گویی وجود ندارد؟ اگر جهان موضوع جمله است، «هیچ» واقعی معنا ندارد که محمول شود و اگر نیست که نمی‌تواند موضوع چنان محمولی قرار گیرد! در هر دو صورت، جهان هم هست و هم نیست. به‌نظر می‌رسد مخالفت او با فلسفه که روش عقلی است، از این جهت است که چنان جمله خودمتناقضی را بقبولاند؛ تا موقعی که عقل را معیار قرار دهیم، نمی‌توانیم چنین چیزی را بپذیریم؛ «به‌دلیل همین آفرینش خودبه‌خودی است که به‌جای هیچ‌چیز،

چیزهایی وجود دارد. جهان وجود دارد و ما وجود داریم. نیازی نیست به خدا متوسل شویم که فقیلهً آبی را برافروزد تا جهان به حرکت درآید» (Hawking & Mlodinow, 2010: 180). آفرینش خودبه‌خودی معنایی جز آن ندارد که در نقطهٔ صفر رویدادهای گذشته، جهان در همان حال که نیست، باشد. اگر ورود چنین تناقضی به علم پذیرفته شود، جلوی ورود بسیاری از ادعاهای پوچ و مهممل را نمی‌توان گرفت. هیچ‌کدام از ادعاهای موجود در فیزیک حتی شگفت‌آورترین‌های آنها تناقض‌گویی نیست، ولو آنکه مانند برهم‌نهی (سوپرپوزیشن) یا مفهوم تصادف کوانتومی درک‌ناپذیر و فرای فهم انسانی دانسته شود.

الف) خلاً کوانتومی عدم نیست. چنانکه شرح داده شد، تطبیق عدم فلسفی-کلامی با خلاً کوانتومی خالی از دقت علمی است. خلاً کوانتومی اندازه‌پذیر و دارای ساختار ریاضیاتی است که به معنای حالت کمینه انرژی است و این کمینه را نمی‌توان از سیستم حذف کرد. در خلاً کوانتومی هم میدان‌ها نوسان می‌کنند و هم قاعدهٔ افت‌وخیز برقرار است، به علاوه انرژی و فضا-زمان. این فضا-زمان طبق نسبییت عام انیشتین می‌تواند دارای انحناها و پیچ‌وتاب‌های مختلف باشد که هاوکینگ نیز از این خمیدگی سخن گفته است. در این صورت هرگز نمی‌توان آن را با هیچ واقعی/عدم تطبیق کرد و تطبیق این ایدهٔ کوانتومی بر عدم مطلق فلسفی مغالطهٔ واضح اشتراک لفظ است.

در کیهان‌شناسی انرژی خلاً کیهان‌شناختی به شکل ثابت کیهان است؛ یعنی انرژی یک ساتی متر مکعب فضای خالی به شکل یک تریلیونیم ارگ یا $0/6$ الکترون‌ولت اندازه‌گیری شده است. یکی از نکات مهم برای نظریه‌ای که پتانسیل «نظریهٔ همه‌چیز» را داشته باشد، این است که انرژی حالت خلاً کوانتومی باید بتواند ثابت کیهانی مشاهده‌شده را توضیح دهد. وجود ذرات مجازی را می‌توان به شکل معتبری بر پایهٔ ناجابه‌جایی میدان‌های الکترومغناطیسی کوانتیزه‌شده بنا کرد. ناجابه‌جایی به این معناست که اگرچه مقادیر میانگین میدان‌ها در یک خلاً کوانتومی صفر است، انحراف معیار آنها صفر نمی‌شود. اصطلاح نوسانات خلاً به انحراف معیار قدرت میدان در حالت انرژی کمینه اشاره می‌کند و به‌عنوان شهادی بر وجود ذرات مجازی استفاده می‌شود. درست است که پایستگی انرژی با رنج فراوان در این سناریو توضیح داده می‌شود، اما برای اینکه پیدایش از هیچ را به‌صورت خودبه‌خودی بدانیم هرگز کافی نیست. حتی در فرض پذیرش چنین سناریویی سؤال اصلی الهیاتی و فلسفی فقط کمی عقب رانده می‌شود: میدان‌های خلاً، انرژی حالت پایه و میدان‌های کوانتومی که منشأ تحولات بعدی هستند، از کجا آمده و چرا به‌وجود آمده‌اند؟ چرا قاعدهٔ افت‌وخیز کوانتومی و اثر کاسیمیر را آنجا شاهد باشیم؟ چند سال پیش فیزیکدان‌های دانشگاه کالیفرنیا در ریورساید برای نخستین بار موفق شدند یک گوی فلزی کوچک به شعاع $0/1$ میلی‌متر را تنها به کمک انرژی خلاً و بنا بر اثر کاسیمیر به غلتش درآورند.

از سوی دیگر، اگر این ساختار ریاضی-فیزیکی بر خلاً کوانتومی حاکم نبود و در آن انرژی و میدان وجود نداشت، به‌عنوان امری تجربی در دستگاه تحلیلی نمی‌گنجد تا دانشمند تجربی بتواند دربارهٔ آن سخن بگوید. تا زمانی که در چارچوب دانش تجربی سخن می‌گوییم باید امور مشاهده‌پذیر و تجربه‌پذیر داشته باشیم و در نتیجه هر موضوعی را که تحلیل فیزیکی می‌کنیم، منطقاً عدم/هیچ نیست و برعکس: برای هیچ واقعی که به معنای عدم هرگونه امر مشاهده‌پذیر، تجربه‌پذیر یا شناخت‌پذیر است، هیچ راه تحلیل و تبیین اعم از فیزیکی و ریاضیاتی نداریم. باید اصرار داشت که به‌جای خلاً کوانتومی از واژهٔ هیچ یا عدم استفاده نشود تا مروجان علم نتوانند اهداف دلخواه خود را در قالب علمی و با سوءاستفاده از اصطلاحات تخصصی به عموم تحمیل کنند.

ب) انرژی بی‌نهایت حالت خلاً: هنگام بررسی حالت خلاً و افت‌وخیز آن، با میدان‌ها و نوسانگرهایی مواجهیم که بررسی آنها نشان می‌دهد خلاً کوانتومی حامل انرژی بی‌نهایت است که با شواهد تجربی و نظریهٔ نسبیت هم سازگار است. خلاً کوانتومی را می‌توان به اقیانوسی تشبیه کرد که برخلاف تصور فیزیک کلاسیک هیچ‌گاه ساکن نیست، بلکه همیشه متلاطم است. بر مبنای نظریهٔ میدان کوانتومی، این امواج در واقع انبوه فوتون‌ها و ذرات دیگری هستند که پیوسته از دل خلاً خلق و فنا می‌شوند. این امواج فوتون‌ها در تمامی طول‌موج‌ها در گسترهٔ خلاً حضور دارند. با توجه به آنکه انرژی خلاً در همه‌جا به‌صورت بی‌پایان وجود دارد، فیزیکدان‌ها در تلاش‌اند راه‌هایی برای استفادهٔ عملی از این انرژی فراگیر و تمام‌نشدنی بیابند. برای مثال با توجه به اینکه اثر کاسیمیر در فواصل کمتر از چند میکرون ظاهر می‌شود، برخی فیزیکدانان به این فکر افتاده‌اند که انرژی خلاً را برای راه‌اندازی ماشین‌ها و روبات‌های میکرومتری استفاده کنند. البته از آنجا که هنوز تمامی میدان‌های موجود در جهان برای

بشر شناخته شده نیست، نمی توان مقدار کل انرژی موجود در حجم مشخصی از خلأ را به طور دقیق تخمین زد؛ اما بعضی فیزیکدان ها معتقدند که مقدار این انرژی می تواند فوق العاده زیاد یا حتی بی نهایت باشد، به خصوص اگر آن را در حجم مشخص در نظر بگیریم و خلأ عام/وسیع داشته باشیم، انرژی خلأ «بی نهایت» است. خلأیی که در پیدایش از هیچ از آن صحبت می کنند نه تنها هیچ نیست، بلکه سرشار از مقادیر نامتناهی انرژی است که می تواند منشأ اثر باشد و کار انجام دهد. اگر هر کدام از نوسانگرهای ریسمانی انرژی پایه $\hbar\omega/2$ داشته باشند، در فضای وسیع، انرژی پایه ما برای همه میدان ها و نوسانگرها در مجموع با محاسبه ریاضی ساده ای بی نهایت درمی آید.

مشکل اصلی این محاسبه وقتی به چشم می آید که در نظر بگیریم نظریه میدان کوانتومی با نسبیت خاص آمیخته و در نسبیت خاص جرم و انرژی هم ارزند. حالا در نظر بگیریم که خلأ دارای اقیانوسی از میدان ها و در نتیجه انرژی بی نهایت است. در چنان سناریویی برای پیدایش از هیچ، به طریقی گمراه کننده این «انرژی پایه بی نهایت» نادیده گرفته می شود و فقط بر «تغییرات انرژی» تمرکز می کنند که ظهور ذره مادی را نظاره کنند. اینجا نه تنها باید فضا-زمان را در نظر گرفت، بلکه باید یک انرژی-ماده بی نهایت بزرگ را در نظر بگیریم و بعد روی همین بستر به افت و خیز موضوعیت بدهیم. مثل این است که دریایی فرض گرفته باشیم و بر مبنای آن قطراتی را که گاهی بیرون می چهند، توجیه می کنیم و اصرار داریم فقط به قطره نگاه کنید و اینجا خلأ قطره است. گویی «بانک/منبعی» بسیار بزرگ (بی نهایت) از ماده مفروض گرفتیم (با توجه هم ارزی انرژی و ماده) و بعد گویی در جریان افت و خیز می گوئیم بی نهایت ± 1 می شود. مصادره به مطلوب واضحی در حل معضل آفرینش جهان اولیه با تعمیم استفاده از مفاهیم افت و خیز و خلأ کوانتومی رخ داده است. ما یقین داریم شعبده بازان کبوترها را جایی پنهان کرده اند؛ روزی که بفهمیم «کجا»، دیگر شعبده جذباتی ندارد. از این رو معضل واقعی «آفرینش نه از چیزی» با این روش تردستانه حل نمی شود.

اگر دقت کنیم که توضیح مذکور در فضای نسبیتی و نظریه میدان کوانتومی ارائه می شود، زمان و مکان از مؤلفه های همین فضا-زمان ما هستند و همراه با اولین افت و خیز باید پدید آیند. در این صورت باید ابرفضایی در نظر بگیریم که این فضا از آن زاده می شود و بیرون می زند. اگر قواعد این زیرفضا قابل تعمیم به آن ابرفضا باشد، همان مشکل مفروض گرفتن اقیانوسی بی نهایت از انرژی وجود دارد؛ و اگر نباشد، ما هیچ توجیهی برای اینکه قانون ها و اصول حاکم بر این فضا را به آن ابرفضا تعمیم دهیم نداریم. بدتر آنکه اگر دقت کنیم که رابطه عدم قطعیت انرژی-زمان را برای بررسی مسئله به کار گرفتیم و زمان بعد چهارمی در همین فضا است که ویژگی رویداد در این فضا است، چگونه می توان از رویدادی کوانتومی در ابرفضایی سخن گفت که ابعاد آن را نمی شناسیم و نمی توانیم این فهم نسبیتی از زمان را به آن تعمیم دهیم و در مورد فضای والد این فضا سخن بگوئیم؛ از این رو سناریوی مذکور معضلات مفهومی بنیادین دارد.

(ج) رابطه عدم قطعیت زمان-انرژی: این یکی از لوازم اصلی تبیین چگونگی ظهور انرژی مثبت است که در بالا توضیح آن داده شد. می دانیم که رابطه عدم قطعیت یک اصل نیست و با تسامح به آن اصل گفته اند. رابطه بودن آن به این معناست که از طریق محاسبات ریاضیاتی به دست آمده و اثبات شده است. وقتی دانستیم که موج-ذره در مکانیک کوانتومی کلاسیک بسته موجی با فرکانس های متفاوت است، می توانیم انحراف معیار طول موج های اندازه گیری شده را به دست آوریم که در نهایت به ما Δp را خواهد داد. نیز Δx هم انحراف معیارهایی است که موج-ذره حضور دارد. در این صورت و با کمک تبدیل فوریه، رابطه عدم قطعیت به دست می آید که نشان می دهد در اندازه گیری مکان و تکانه که دو عملگر مزدوج هستند، حاصل ضرب انحراف معیارها همیشه از مقدار ثابتی کوچک تر است؛ یعنی دقت در اندازه گیری یکی به از دست رفتن دقت در اندازه گیری دیگری منجر می شود. با توجه به این توضیح:

i. اثباتی که از طریق فرمول انرژی جنبشی پیشتر آوردیم تا نشان دهیم رابطه عدم قطعیت مکان-تکانه قابل تبدیل به زمان-انرژی است، معضلی بزرگ دارد. مفهوم Δ از جنس انحراف معیار است، در حالی که از دیفرانسیل برای اثبات کمک گرفته ایم و معادل سازی این دو مفهوم غلط و از این رو روش اثبات مذکور غلط است.

ii. رابطه عدم قطعیت باید میان دو عملگر مزدوج نوشته و محاسبه شود. مشکل بزرگ این است که در مکانیک کوانتومی کلاسیک، انرژی عملگر است، اما اساساً زمان عملگر نیست تا در این رابطه بتواند وارد شود.

iii. اگر زمین بازی را عوض کنیم و سراغ نظریه میدان کوانتومی برویم، اینجا می توانیم زمان را با دشواری هایی به مانند سه

بعد دیگر عملگر کنیم، اما حالا دیگر استفاده از آن صورت رابطه عدم قطعیت جایگاهی ندارد. از این رو جایی که می‌شود t را در رابطه عدم قطعیت با انرژی وارد کرد، t عملگر نیست و جایی که t عملگر می‌تواند باشد، رابطه عدم قطعیت بدان معنا نداریم و وارد نظریه میدان کوانتومی شده‌ایم که زمان را به مانند x و y و z از مؤلفه‌های پایه میدان در نظر می‌گیریم، تغییرات میدان را بر مبنای آنها می‌سنجیم.

گرفیفتن برای نشان دادن این رابطه می‌گوید: «اینک هدفم به دست آوردن اصل عدم قطعیت انرژی-زمان است. در طی استخراج آن می‌خواهم شما را متقاعد کنم این مورد واقعاً موجودی به کل متفاوت است و شباهت ظاهری آن به اصل عدم قطعیت مکان-تکانه کاملاً گمراه کننده است. همه اینها به کنار، مکان، تکانه و انرژی همگی متغیرهای دینامیک هستند - مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری سیستم در هر لحظه معین - اما خود زمان متغیر دینامیکی نیست (در نظریه غیر نسبیتی به هیچ وجه نیست): شما به آن صورت که شاید مکان یا انرژی ذره را اندازه‌گیری کنید، «زمان» ذره را اندازه نمی‌گیرید. زمان کمیته مستقل است که کمیت‌های دینامیک تابع آن‌اند. به‌ویژه Δt در اصل عدم قطعیت انرژی-زمان، انحراف معیار مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های زمانی نیست؛ این زمان مدت زمانی است که طول می‌کشد تا سیستم به میزان چشم‌گیری تغییر کند» (گرفیفتن، ۱۳۹۵: ۱۱۳-۱۱۵). در ادامه او با مشتق‌گیری زمانی از مقدار چشم‌داشتی مشاهده‌پذیر Q و استفاده از معادله شرودینگر این رابطه را به نحوی نشان می‌دهد. اما همان‌گونه که خود او هم تصریح کرده، برای چنین اثباتی نیز لازم است از مفهوم انحراف معیار در مورد زمان بگذریم و مفهوم متفاوتی ارائه کنیم که تحول زمانی برای آن و نیز مشتق‌گیری معنادار بماند.

در نهایت باید افزود که رابطه عدم قطعیت، درباره اندازه‌گیری است. حال اگر حتی بتوانیم به نحو موفقی آن را به عدم قطعیت انرژی - زمان تبدیل کنیم، باز هم عدم قطعیت مذکور در اندازه‌گیری است. معنای این سخن آن است که برای تبدیل آن به یک واقعیت جهان و به کار گرفتن آن برای تبیین و توصیف عالم، راه بسیاری در پیش است و باید بتوانیم نشان دهیم که تعبیر ما از این قاعده ریاضیاتی حوزه اندازه‌گیری معقول و کارآمد است. اینکه آن را دقیقاً یک واقعیت در آن نقطه صفر آغازین تلقی کنیم و پیدایش جهان را توضیح دهیم، خارج از رسالت فیزیکدانان است. به تعبیر دیگر، حتی اگر رابطه عدم قطعیت انرژی-زمان را بپذیریم، اگر بخواهیم دقیق و علمی سخن بگوییم، فقط می‌توانیم بگوییم در مقیاس‌های زمانی بسیار کوچک، انحراف معیار انرژی‌هایی که «اندازه‌گیری می‌کنیم» بسیار بزرگ می‌شود، اما در مورد اینکه حقیقتاً چه اتفاقی در حال وقوع است یا چه چیزی موجب ظهور این انرژی‌هاست، رابطه عدم قطعیت سخنی نمی‌گوید و ساکت است. هیچ رابطه فیزیکی کشف‌شده‌ای نمی‌تواند موجب اتفاقی در واقعیت شود. همان‌طور که صرف وجود رابطه گرانش موجب سقوط چیزی نمی‌شود، صرف درستی معادله ماکسول سبب به وجود آمدن امواج الکترومغناطیسی نمی‌شود، صرف رابطه عدم قطعیت نیز نمی‌تواند توضیح‌دهنده وجود یا ظهور انرژی باشد. اگر نخواهیم زیاده‌روی کنیم، این رابطه، رابطه‌ای پسینی است که میان اندازه‌گیری عملگرهای مزدوج پیدا می‌شود و سرچشمه واقعیت دانستن آن منطقی ندارد. شاید از همین جهت است که فیزیکدانان به گیتی/از هیچ کراوس، با آنکه کتابی عوام‌پسند بود، واکنش نشان دادند و خود را چنان برداشتی را تبرئه کردند.

(د) انرژی منفی متعین: در زمانی که کسانی مثل هاو کینگ یا کراوس مسئله را تبیین می‌کردند، انرژی منفی صرفاً امری نظری و ریاضی برای حل مسائل در نظر گرفته می‌شد که واقعیت و تعین ندارد و در نتیجه پذیرش سخن ایشان ممکن نبود. اما در تحقیقات جدید و به‌تازگی آشکار شده است که در شرایطی خاص، انرژی منفی حداقل در دامنه معینی از فضا و زمان مجاز است. در سال ۲۰۱۷ یک تیم بین‌المللی از محققان این مسئله را بررسی کردند که انرژی منفی تا چه حد امکان‌پذیر است و به این نتیجه رسیدند که همیشه محدوده‌های معینی برای «قرض گرفتن» انرژی وجود دارد. به‌طور محلی، انرژی می‌تواند کمتر از صفر باشد، اما همانند پولی که از بانک وام می‌گیریم، این انرژی نیز باید در پایان «برگردانده شود». گرومیلر می‌گوید: «براساس فیزیک کوانتومی می‌توان انرژی را از یک خلأ در یک مکان معین قرض گرفت، مثل پولی که از بانک وام می‌گیریم. برای مدتی طولانی، چیزی در مورد حداکثر مقدار این اعتبار انرژی و نرخ‌های بهره احتمالی آنکه باید بازگردانده شود، نمی‌دانستیم. فرضیات مختلفی درباره این «نرخ بهره» (در پیشینه تحقیقات «بهره کوانتومی» نامیده می‌شود) منتشر شد، اما هیچ نتیجه جامعی به دست

نیامد» (Grumiller, Parekh & Riegler, 2019)

«وضعیت انرژی کوانتومی صفر»^۱ که در سال ۲۰۱۷ اثبات شد، با پیوند دادن نظریه نسبیت با فیزیک کوانتومی، محدودیت‌های خاصی را برای «قرض گرفتن» انرژی اثبات کرد: یک انرژی کوچک‌تر از صفر مجاز است؛ اما فقط در یک زمان و دامنه معین. اینکه پیش از تمام شدن محدوده اعتبار انرژی، چه مقدار انرژی را می‌توان از یک خلاء وام (قرض) گرفت، به مقدار فیزیک کوانتومی بستگی دارد که به اصطلاح آنتروپی درهم‌تنیدگی نامیده می‌شود. گرومیلر تأکید می‌کند: «این حقیقت که طبیعت یک انرژی کوچک‌تر از صفر را برای مدت زمانی معین در مکانی معین امکان‌پذیر می‌کند، به این معنا نیست که قانون پایستگی انرژی نقض می‌شود. برای اینکه انرژی منفی بتواند در یک مکان معین جریان یابد، جریان‌های انرژی مثبت نیز باید در مجاورت آن وجود داشته باشد»، از این رو حتی اگر ماده پیچیده‌تر از آن چیزی باشد که قبلاً تصور می‌کردیم، انرژی از هیچ به دست نمی‌آید، اگرچه می‌تواند منفی شود. نتایج تحقیقات جدید مرزهای محکم و سختی را برای انرژی منفی در نظر می‌گیرد. به‌طور واضح در سناریوهای پیدایش از هیچ این شرایط سخت‌گیرانه وجود ندارد و به تصریح این محققان، تلقی پیدایش انرژی از هیچ همچنان نادرست است (Grumiller, Parekh & Riegler, 2019).

در پایان باید چند نکته را بیفزاییم؛ اول آنکه همان‌طور که در بحث بالا معلوم است، «قوانین» نیز برخلاف برخی ادعاها از هیچ پدید نیامده‌اند. قوانین موردنظر ما که قوانین فیزیکی سطح بزرگ‌مقیاس هستند، از قانون‌های پایه/میکرو شروع به تکامل کرده‌اند، ولی به‌هیچ‌وجه در بستر بی‌قانونی چنین اتفاقی نیفتاده است. فیزیکدان تنها در بستر قانون می‌تواند بحث و تبیین کند و در فقدان قانون، قاعده یا نظام، فیزیک و هر دانش تجربی دیگر سالبه به انتفای موضوع می‌شود. هر آنچه در بحث جهان آغازین مطرح می‌شود، بر مبنا و پایه نظریه میدان کوانتومی و نسبیت است، و گرنه اساساً امکان طرح موضوعات و مباحث مذکور فراهم نیست؛ دوم اینکه جهان ما همین یک‌بار رخ داده و پیدایش جهان در هیچ آزمایشی قابل تکرار و تجربه نیست. در نتیجه تعمیم قواعد فیزیک کوانتومی به جهان آغازین و پیدایش کل کیهان چندان موجه نیست و باید به سناریوها و پیشنهادهای افراد خلاق که در موضوع «پیدایش کل جهان» با ابزار محدود فیزیکی سخن می‌گویند، به دید توصیه‌هایی نگاه کرد که بیشتر ذهنی و نظری است.

سومین نکته آن است که تمام نکات یادشده، پاسخ پرسش الهیاتی و عقلی اصیل و اصلی نیست. پرسش این نبود که سازوکار شکل‌گیری جهان اولیه از میدان و نوسان آن چگونه بوده است؟ پرسش آن است که جهان چگونه از عدم مطلق به‌وجود آمد و هر آنچه در بالا به‌عنوان قاعده و مدل و سناریو از آن بحث شد، از کجا پدید آمد؟ معضل اصلی هم دقیقاً همان چیزی است که خدا‌ناباورانی چون کراوس به‌خوبی متوجه آن‌اند. با رسیدن به نقطه صفر گذشته و ازلی نبودن جهان، به مرز تبیین فیزیکی و دانش تجربی هم می‌رسیم و نقطه آغاز جهان، نقطه پایان هرگونه تلاش برای تبیین تجربی است. چنین بحرانی عمیق‌تر از آن است که با چند سناریوی ذهنی فیصله یابد. جز با عبور به فراسوی فیزیک، منطقاً راهی برای حل چنان معضل فلسفی متصور نیست.

۵. نتیجه

با پیشرفت کیهان‌شناسی مدرن که مدیون فیزیک سده اخیر به‌خصوص نظریه نسبیت عام و نیز نظریه میدان کوانتومی است، اغلب شواهد و رصدها به سود متناهی بودن رویدادهای گذشته جهان است و نقطه صفری را بر جهان قابل مشاهده ما ترسیم می‌کند. اگر بخواهیم این شواهد را تا این مقطع از زمان، دستاورد علم تجربی کنونی بدانیم، مبتنی بر آن باید بگوییم با بازگشت به نقطه آغاز جهان، تبیین فیزیکالیستی از جهان نیز پایان می‌یابد و ناچاریم تبیین چرایی آغاز جهان را به عاملی فراطبیعی نسبت دهیم. این طرز تفکر همبستگی بسیار زیادی با نظریه دینی خلقت دارد که خداوند را خالق جهان می‌داند و در آن خلقت نه از چیزی یا نه با الگویی پیشینی است و مسبوق به هیچ سابقه، زمینه یا بستری نیست.

برخی فیزیکدانان کوشیده‌اند در عین پذیرش سناریوهای آغازمند، این مقدمه را که «آغاز جهان از صفر و مسبوق به عدم قابل توضیح فیزیکی نیست»، ابطال کنند. یکی از مشهورترین تلاش‌ها پیشنهاد ملودینو-هاوکینگ است که مبتنی بر یافته

نظری و تا حدی مشاهدتی تابش سیاه‌چاله سناریویی را برای آغاز از هیچ تنظیم کرده است. در این سناریو، پیشنهاد می‌شود انرژی اولیه جهان حاصل افت‌وخیزی کوانتومی است که در خلأ کوانتومی اولیه رخ داده و پس از آن به پیدایش ماده و پادماده مجازی و در نهایت با فروپاشی طبیعی پادماده به ظهور اولین ذره مادی منجر شده است.

اما این تلاش به سبب فیزیکی دارای مشکلات شایان توجهی است. برخی تعابیر و محاسبات در آن با دقت کافی به کار نرفته است. خلأ کوانتومی میدانی قابل اندازه‌گیری است که نمی‌تواند با هیچ/عدم تطبیق شود و نیز رابطه عدم قطعیت زمان و انرژی مشکلات زیادی دارد که حل آنها دشوار است. نیز نظریه گرانش کوانتومی برای توضیح مقیاس کوانتومی مورد بررسی نیاز است، درحالی‌که برخلاف ساده‌انگاری انجام‌گرفته در این سناریو، هنوز جزو مهم‌ترین دغدغه‌های فیزیکدانان یافتن مدلی از آن است و طرح مشخصی در آن وجود ندارد. گذشته از همه اینها باید مشکلات کیهان‌شناسی نظری و محدودیت‌های رصدی و تجربی را نیز افزود. در این صورت چنین سناریوهایی به جذابیت‌های داستانی بیشتر شبیه می‌شوند تا مدل‌های علمی؛ که مدل علمی جایی به کار می‌رود که توضیحاتی همه‌جانبه و جامع برای یک پدیده به صورت مقبول جامعه علمی وجود داشته باشد. به این ترتیب، دغدغه کلامی-الهیاتی آغازمندی و حدوث جهان همچنان پابرجاست و حتی با پذیرش سناریوی افت‌وخیز خلأ اولیه کوانتومی، فقط سؤال را اندکی عقب‌تر رانده‌ایم، ولی معضل اساسی را برخلاف تصور، حل نکرده‌ایم؛ همان چیزی که هزاران سال ذهن خداپاوران را به خود مشغول داشته و تنها پاسخی الهی قدرت قانع کردن را دارد؛ چراکه خداپاوری ابهامات زیاد دیگر مانند تنظیم دقیق، تکامل کیهان، پیدایش حیات و نظایر آن را نیز به خوبی و به صورت منسجمی شامل می‌شود.



منابع

۱. کلوز، فرانک (۱۳۹۴). هیچ، ترجمه شادی حامدی آزاد. تهران: بصیرت.
۲. گریفیث، دیوید (۱۳۹۵). *آشنایی با مکانیک کوانتومی*، ترجمه فرشاد نژادستاری. حمیدرضا مشفق و سعید واشهری، تهران: کتاب دانشگاهی.
۳. هاوکینگ، استیون (۱۳۶۹). *تاریخچه زمان*. ترجمه حبیب‌الله دادفرما، تهران: کیهان.
4. Casimir, H., & Polder, D. (1946). Influence of retardation on the London–van der Waals forces. *Nature*, 158(4022), 787-788.
5. Close, F. (2014). *none* (Translated by Shadi Hamidi Azad) Tehran: Basirt.(in Persian)
6. Gasiorowicz, S. (2007). *Quantum physics*. John Wiley & Sons.
7. Greiner, R. (1996). *Feild Quantization*. s.l. , Springer.
8. Griffiths, David (2015). *Introduction to quantum mechanics*, Translated by Farshad Nejadstari, Hamidreza Mushfaq and Saeed Washehri, Tehran: Academic Book Publishing.(in Persian)
9. Grumiller, D.; Parekh, P. & Riegler, M. (2019). Local quantum energy conditions in non-Lorentz-invariant quantum field theories. *Physical review letters*, 123(12), 121602.
10. Hawking, Stephen (1369). *History of time*. Translated by Habibullah Dadfarma, Tehran: Keihan.(in persian)
11. Hawking, S. W. (1974). “Black hole explosions?”. *Nature*, 248(5443), 30-31.
12. Hawking, S. & Mlodinow, L. (2010). *The Grand Design*. s.l. : Bantam Books.
13. Krauss, L. M. (2012). A universe from nothing: Why there is something rather than nothing. Simon and Schuster.
14. Lambrecht, A. (2002). Observing mechanical dissipation in the quantum vacuum: an experimental challenge. *Laser physics at the limits*. Springer, Berlin, Heidelberg.
15. Schwartz, M. D. (2014). *Quantum field theory and the standard model*, Cambridge University Press.
16. Shankar, R. (1994). *Principles of Quantum Mechanics*. s.l. , Springer US.
17. Tryon, E. P. (1973). Is the universe a vacuum fluctuation?. *Nature*, 246(5433), 396-397.