Sophia Perennis
Print ISSN: 2251-8932/Online ISSN:2676-6140
Web Address: Javidankherad.ir
Email: javidankherad@irip.ac.ir
Tel:+982167238208
Attribiution-NonCommercial 4.0 International
(CC BY-NC 4.0)

SOPHIA PERENNIS

The Semiannual Journal of Sapiential Wisdom and Philosophy

Vol. 20, Number 1, spring and summer 2023, Serial Number 43

The Past Finitude of the Universe in Cosmology:
Theo-philosophical Implications and Consequences

pp. 25-46
DOI: 10.22034/iw.2023.375409.1660

Meysam Tavakoli Bina*

Abstract
We can introduce two classes of scenarios. The first, standard model of cosmology proposes a scenario in which the BigBang is beginning, and the second, scenarios where the BigBang is merely a gate to our universe and the universe have more dimensions than ours. The basic question is why and how did the universe come to be out of nothing? To answer such a

Assistant professor, Iranian Institute of Philosophy.E-mail: tavakoli@irip.ac.ir
Recived date: 19/2/2023 Accepted date: 13/8/2023

question, two methods have been taken in the physics: firstly, finite but no boundary model and secondly, the scenario of eternal inflation. Having explained the two classes, I will show that the main experimental and theoretical evidence support the past incomplete directions of the universe; whether we consider it as Big Bang or more developed. Also, the existing models and scenarios are not against the supernatural approach, but also consolidate it.

Key words: Big Bang, multiverse, Hawking, Beginning of universe, atheism, cosmology, science and religion.

Extended Abstract

In contemporary cosmology, whose development is dependent on modern physics, two classes of scenarios for the ancient history of the universe can be introduced. In the first, the standard model of cosmology is proposed, in which the starting scenario is the Big Bang, and in the second, the scenarios where the Big Bang is merely the entrance to our observable universe and the world(s) have more dimensions or a longer history than our world; a world from which we have observational data. The fundamental question is: why and how did the universe come from nothing? This question is an inevitable consequence of accepting that the world started out of nothing, which is central to both classes of scenarios. To answer such a question, efforts have been made in the fields of physics and theoretical cosmology, of which the universe no boundary model and eternal inflation are the main examples. After explaining the two classes, we will show that, firstly, most of the empirical evidence is in favour of the finite history of the universe, or the beginning out of nothing, for physical reasons, whether we consider it limited to the Big Bang or the past extended.We show that if it is based on observational cosmology and cosmic data, the standard model is now more accepted. This model shows that our universe is incipient and has a finite history, and its lifetime is accurately calculated to be 13.77 billion years. Hartle-Hawking's no boundary model is an attempt to negate the conjunction between the finitude of the past and the beginningness. Obviously, this model cannot explain the philosophical and theological concern or eliminate its problem. In theoretical cosmology, scenarios have been extended that present the present world as one of the worlds, and the history of the world is not limited to the Big Bang. Although these scenarios remove the question about the Big Bang, the BGV theorem states that reasonably, any such scenario is not infinite on the way to the past and finally ends where the universe began in its larger sense. This part of the story of theoretical cosmology emerged in the 21st century, and it is

compatible with the religious concept of the creation of the world. It also pushes naturalism to its boundary, or, in other words, breaks down the alleged physical closure in nature. We reach the borders and the edge of closure, for which we no longer have an empirical explanation within closure, and at least we have to accept the failure. The insufficiency of nature or the universe to explain itself, or the non-closure of physical causation, is a conclusion of empirical evidence and physical theory. Having returned to the starting point of the universe, physics and physical explanation end, and we have no choice but to find a supernatural solution. This is the same point that theism also emphasizes, and experimental science has provided a lot of cosmological evidence for it.It is also necessary to emphasize, in addition to the above result, that even if we accept that all the mechanisms of this world or any model of the hypothetical world(s) can be explained with a natural and internal explanation, a meta-mechanistic question is raised about every closed, finite (and even open and infinite) scenario: all that is, why does it exist, and why does it still exist rather than not exist? Belief in God is the only reasonable human solution to such questions; belief in a supernatural creator who does not need a natural explanation and does not fit into the causal system of scientific explanations Therefore, belief in God is not based on or dependent only on proving the past finitude of the universe.

References

- Borde, A., Guth, A. H., & Vilenkin, A. (2003). Inflationary spacetimes are incomplete in past directions. *Physical review letters*, 90(15), 151301.Linde, Andrei, The inflationary universe, Reports on Progress in Physics, 1984, Vol 47, pp925-986.
- Hawking, S. W., & Penrose, R. (1970). The singularities of gravitational collapse and cosmology. Proceedings of the Royal Society of London. A. *Mathematical and Physical Sciences*, 314(1519), 529-548.
- Mithani, A., & Vilenkin, A. (2012). Did the universe have a beginning?. arXiv preprint arXiv:1204.4658.
- Page, D. N. (2007). Susskind's challenge to the Hartle–Hawking no-boundary proposal and possible resolutions. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2007(01), 004.
- Perlov, Delia & Vilenkin, Alex, *Cosmology for the curious*, 2017, Cham, Springer.
- Vilenkin, A. (2013). Arrows of time and the beginning of the universe. *Physical Review D*, 88(4), 043516.
-

این مقاله دارای درجه
علمی-پژوهشی است

مجله علمی جاویدان‌خرد، شماره ۴۳، بهار و تابستان ۱۴۰۲، صفحات ۲۵-۴۶

پیشینهٔ متناهی جهان در کیهان‌شناسی؛
دلالت‌ها و پیامدهای فلسفی-الهیاتی

میثم توکلی بینا*

چکیده

در کیهان‌شناسی معاصر که توسعهٔ آن وابسته به فیزیک مدرن است، دو دسته ایده برای سابقهٔ جهان می‌توان معرفی کرد. در دستهٔ نخست مدل استاندارد کیهان‌شناسی مطرح می‌شود که ایدهٔ آغاز در آن مه‌بانگ است و در دستهٔ دوم ایده‌هایی که مه‌بانگ صرفاً دریچهٔ ورود به جهان قابل مشاهدهٔ ماست و جهان(ها) ابعادی بیشتر یا سابقه‌ای طولانی‌تر از جهان ما دارند؛ جهانی که از آن داده‌های رصدی داریم. پرسش اساسی این است که چرا و چگونه جهان از هیچ سر برآورد؟ این پرسش لازمهٔ گریزناپذیر آن است که بپذیریم جهان از صفر شروع شده است که در هر دو دسته این ایده محوریت دارد. برای پاسخ به چنین پرسشی تلاش‌هایی در حوزهٔ دانش فیزیک و کیهان‌شناسی نظری صورت گرفته که مدل جهان بدون مرز و سناریوی تورم ازلی-ابدی، اصلی‌ترین نمونه‌های آن هستند. پس از تبیین دو دسته نشان خواهیم داد که اولاً به جهت فیزیکی اغلب شواهد تجربی و نظری به سود تناهی پیشینهٔ جهان یا همان آغاز از صفر است؛ چه آن را محدود به مه‌بانگ و چه آن را

* استادیار مؤسسهٔ پژوهشی حکمت و فلسفهٔ ایران، رایانامه: tavakoli@irip.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۲۲

توسعه‌یافته‌تر بدانیم. هم‌چنین مدل‌های فیزیکی در پاسخ به آن سؤال اساسی ناتمام‌اند و نه تنها مخالف رهیافت فراطبیعی-الهیاتی نیستند بلکه به آن کمک می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: بیگ‌بنگ، چندجهانی، هاوکینگ، حدوث، آتئیسم، کیهان‌شناسی، علم و دین.

مقدمه

در این مقاله بنا نیست به سابقهٔ فلسفی و کلامی مباحث حدوث و قدم بپردازیم و به جای آن، صرفاً بر یافته‌های کیهان‌شناسی معاصر و توصیف‌های فیزیکی متمرکز هستیم که باعث شده‌اند با ادبیات ریاضی و فیزیکی مبحث ازلی بودن یا نبودن جهان با رهیافتی تجربی-فلسفی هم‌چنان مطرح باشد. اما به ناچار باید در مقدمه، صورت مسأله و دغدغهٔ الهیاتی-فلسفی را اشاره کنیم. به اختصار می‌دانیم غالباً در فرهنگ عمومی و نیز آثار مشاهیر یونان باستان، مادهٔ جهان ازلی و دیرپاست و آفریده نشده است. در طبیعت‌شناسی یونانی، سابقهٔ جهان متناهی نیست و به خصوص ماده را کسی نمی‌آفریند. ازلی بودن جهان ایده‌ای در مقابل خداشناسی ادیان است که خدا را خالق و جهان را مخلوق او می‌دانند. خدا در این تصویر دینی عاملی است که با اراده و اختیار خود پس از نیستی جهان را موجود می‌کند و جهان مخلوق هم سابقهٔ ازلی ندارد بلکه آغاز و وجود و بقایش مطلقاً وابسته به اراده و کنش خداوند است. این تصویر دینیِ درهم‌تنیده از خدا و خلقت که تفاوت اساسی با طبیعت‌گرایی باستان دارد، جهان را مخلوق و غیر ازلی (مسبوق به عدم) می‌داند و آن را معلول به معنای فیزیکی یا ارسطویی (که در آن رابطهٔ علّی رابطه‌ای ضروری و سنخیتی میان علت و معلول است) نمی‌داند. (ر.ک. فیلوپونوس، ۱٤۰۱: ۷ – ٤٦) به دلیل همین تقابل دو فرهنگ، موضوع حدوث و قدم (ازلی یا آفریده بودن) و جدال‌ها بر سر پیشینهٔ متناهی/ نامتناهی جهان موضوعی صرفاً علمی یا اختلافی صرفاً نظری نیست بلکه بیان‌گر کشمکشی رده بالاتر میان خداباوری دینی و خداناباوری شمرده می‌شده است. از این رو، همواره حدوث تصویری مطابق ادیان ابراهیمی و قِدَم تصویری منطبق با ایده‌های ملحدانه تلقی شده و حتی در مباحث فیزیکی امروز نیز چنین روح حاکمی به چشم می‌خورد. اگر جهان از صفر آغاز شده باشد، این پرسش اساسی فلسفی پیش می‌آید که چرا و چگونه جهان آغاز شد؛ جهانی که امروز این اندازهٔ متناهی را دارد، نه بیشتر یا کمتر؟ به خصوص که تناهی جهان،

محدودیت هر نوع تبیین «فیزیکی» هم به شمار می‌رود و در نتیجه تبیین فیزیکی برای پاسخ به چنان پرسشی امکان‌پذیر نیست. به این ترتیب، سناریوهای فیزیکی‌ای باب میل خداناباوران یا فیزیکالیست‌ها است که پاسخ به این پرسش را نیاز نداشته باشد. (نک. اسویتمن و گایوت، ۱۳۹۶: ۳۷۹ – ۴۱۰). مدل‌هایی که پیشینهٔ نامتناهی دارند از آن دسته مدل‌هایی هستند که صورت مسألهٔ مذکور را پاک می‌کنند. اگرچه صورت مسأله‌های دیگر که در مباحث فقر و امکان در اندیشهٔ اسلامی بحث شده هم چنان پابرجا می‌ماند.

یافته‌های فیزیکی و رصدهای کیهانی به خصوص در نیمهٔ دوم قرن بیستم به‌علاوه نظریهٔ نسبیت عام توانست به کیهان‌شناسی کمک کند به مدلی از کیهان دست یابد که شواهد متناهی بودن و شروع از صفر آن متعدد بود. در نهایت، این مدل تا آن‌جا مقبولیت یافت که آن را مدل استاندارد کیهان‌شناسی (در فرهنگ عمومی به آن Big Bang گویند با آنکه مه‌بانگ فقط سناریوی آغاز مدل استاندارد کیهان‌شناسی است) دانستند. در ادامه تلاش‌هایی برای حل معضل آغاز از صفر مدل استاندارد صورت گرفت که مهم‌ترین آن مدل بدون مرز هارتل–هاوکینگ است که در عنوان اول به طرح و بررسی آن می‌پردازیم. سپس سناریوهایی در کیهان‌شناسی مطرح شدند که پیشینهٔ جهان را محدود به مه‌بلنگ نمی‌دانند و آن را به پیش از آن یا ابعادی بیشتر توسعه می‌دهند. در آغاز قرن بیست و یکم قضیهٔ ریاضی جدیدی در کیهان‌شناسی نظری مطرح شد که بیان می‌کرد این مدل‌ها نیز به طور معمول نمی‌توانند در مسیر بازگشت به رویدادهای گذشته نامتناهی باشند و ازلی نیستند. در عنوان دوم به این توسعه و بررسی آن می‌پردازیم. در عنوان سوم دلالت فلسفی مباحث مطرح شده در هر دو عنوان نخست و نیز پیامدهای الهیاتی آنها بررسی می‌شود.

۱. مدل استاندارد کیهان‌شناسی و مه‌بانگ

الف) تاریخچه و مفهوم مه‌بانگ: سنگ بنای این مدل، نظریهٔ نسبیت عام اینشتین است. فیزیک‌دانان تا پیش از قرن بیستم، جهان ازلی و نامتناهی در گذشته را امری واضح و مفروض می‌دانستند و کیهان‌شناسی نیوتنی نیز همین پیش‌فرض را داشت. فریدمان بر اساس ساده‌سازی معادلات ده‌گانهٔ میدان اینشتین به دو اصل کیهان‌شناسی رسید. نتیجهٔ این اصول آن بود که به طور معمول نمی‌توان مانند نیوتن جهان را ایستا دانست. (Friedmann 1922) اما اینشتین با این ایده مخالف بود و نمی‌توانست آن را بپذیرد و با انبساط جهان کنار بیاید. لذا در معادلهٔ فریدمان ثابتی کیهان‌شناختی به نام لاندا (Λ) را

افزود که اگر این لاندا مقدار مثبت مشخصی داشته باشد و خمیدگی فضا مثبت باشد، دافعه‌ای ایجاد می‌کند که جاذبهٔ گرانشی را خنثی می‌کند و در نتیجه اندازهٔ جهان ثابت باقی می‌ماند (Ibid). در اثر اصرارهای فیزیک‌دان (و کشیش) بلژیکی که فهرستی از «انتقال به سرخ»ها (redshifts) تهیه کرده بود و ایستایی جهان را منافی عقاید دینی می‌دانست که بیان می‌کنند جهان ازلی نیست و بدون هیچ پیشینه از صفر توسط خداوند خلق شده است، تردیدهایی در این ایده پدید آمد(Van Biezen 2014). در سال ۱۹۲۹ هابل نتیجهٔ رصدهای خود را منتشر کرد که به وضوح «انتقال به سرخ» تابش‌های دریافتی از کهکشان‌های دور را گزارش می‌داد: یعنی طول موج تابش‌ها در زمان دریافت نسبت به طول موج در زمان تشعشع بیشتر شده و این بدان معناست که منبع تشعشع در حال دور شدن از ماست. مهم‌تر این بود که برای ثابت ماندن اندازهٔ کیهان باید هم انتقال به سرخ و هم انتقال به آبی ببینیم تا متوسط میزان دور و نزدیک شدن آنها مقدار ثابتی شود و ایستایی اندازه را نشان دهد. اما در عمل، برای همهٔ کهکشان‌های دور فقط انتقال‌به‌سرخ مشاهده می‌شود. به این ترتیب هابل معادلهٔ معروف خود ($v_r = H_0 . d$) را کشف کرد که در آن H_0 ثابت کیهان‌شناسی هابل است و سرعت دور شدن کهکشان بر مبنای فاصله از ما قابل محاسبه است. (Hubble 1929) این دور شدن بدان معنا نیست که کهکشان مذکور در حال فرار یا گریز از ما به عنوان ناظر است، بلکه بدان معناست که فضا-زمان یا همان خمینه (منیفولد چهاربعدی) در حال انبساط است و به تبع آن کهکشان‌ها از هم دور و دورتر می‌شوند. این مثال برای فهم بهتر دور شدن کهکشان‌ها مفید است: روی یک بادکنک نقاطی را علامت بزنید و آن را باد کنید، در طول باد کردن، این نقاط که تمثیلی از کهکشان‌ها هستند از هم دور می‌شوند؛ اما فقط به دلیل انبساط سطح بادکنک. حاصل چنین نگرشی به جهانِ قابل مشاهده، به‌علاوهٔ فرض گرفتن همگنی و همسان‌گردی جهان ما آن است که اگر محور زمان را به جهت عکس تعقیب کنیم و فیلم تکامل جهان را بازبینی کنیم، فضا-زمان و به تبع آن انرژی و ماده چگال و چگال‌تر می‌شود تا جایی که چگالی و انحنای جهان به بی‌نهایت میل کند. در این صورت و با حذف لاندا از معادله و پذیرفتن انبساط فریدمانی، فضا-زمان از ابعاد (شعاع) صفر شروع می‌شود و تکامل می‌یابد که این وضعیت آغازین تکینگی نام دارد. اکنون محاسبات قابل اعتماد نشان داده عمر جهان ۱۳.۷۷ میلیارد سال است. برای فیزیک‌دانان تکینگی وضعیتی بحرانی است زیرا نظریهٔ رایج گرانش که بر مبنای نسبیت

عام اینشتین است نمی‌تواند آن را توصیف کند. تا اینجا می‌توان به دو نتیجه تصریح کرد: یکم ازلی نبودن جهان به همراه آغازی انفجاری و دوم، پذیرش تکینگی توصیف‌ناپذیر فیزیکی در آغاز.

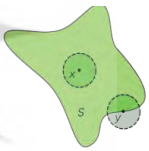
می‌دانیم پذیرفته شدن مدل یا نظریه‌ای فیزیکی به این سادگی‌ها نیست و در آن زمان تلاش‌ها آغاز شده بود. در ادامه ژرژ گاموف دو قدم مهم برداشت: یکی آنکه نشان داد چگونه اتم‌زایی در دیگ جوشان آغاز آفرینش باعث پدید آمدن هلیوم و هیدروژن می‌شود و نسبت مقدار آنها درست مطابق محاسبات او از کار در می‌آمد. دوم پیش‌بینی کرد که تابش زمینهٔ کیهانی (CMB) حاصل از واجفتیدگی فوتون‌ها هم‌اینک نیز باید وجود داشته باشد ولو آن که در طول زمان بسیار سرد (پیش‌بینی ۵ K، محاسبات دقیق ماهواره‌ای ۲.۷۵ K) شده باشد (Gamow 1948). گام مهم نخست، رقیب سرسختی یافت که «حالت پایدار» نام داشت و کانون اتم‌زایی را هستهٔ جوشان ستاره‌ها می‌دانست (Hoyle 1954; Hoyle & Bondi 1958). فرد هویل با این پیشنهاد از معضل تکینگی و نیز بحران فلسفی آغاز جهان از صفر به سلامت نجات می‌یافت که برای فیزیکدانان مطلوب بود. اما در سال ۱۹۶۵، پنزیاس و ویلسون به صورت اتفاقی تابش زمینهٔ کیهانی را آشکارسازی کردند. شدت این تابش در همهٔ جهات با دقت بسیار خوبی یکسان بود و شاهدی بر فرض همگنی و همسان‌گردی کیهان نیز به شمار آمد که یکی از دو فرض اصلی مدل استاندارد مه‌بانگ است (Penzias & Wilson 1965). از سوی دیگر، قضیهٔ تکینگی پنروز–هاوکینگ که مقالهٔ آن در سال ۱۹۷۰ میلادی به چاپ رسید نیز نشان داد که بنا بر نسبیت عام، کیهانِ در حال انبساط ما که با معادلات فریدمان تحول می‌یابد، با فرض این که همین مقدار مادهٔ قابل مشاهده/ محاسبه را داشته باشد، ضرورتاً از تکینگی آغاز شده است (Hawking & Penrose 1970). در این وضعیت بود که مدل استاندارد مه‌بانگ مقبولیت یافت. این مدل مبتنی بر دو فرض عمده است: الف) هیچ جهانی پیش از مه‌بانگ وجود نداشته، ب) بخشی از جهان که فراسوی افق است، اساساً شبیه بخشی است که در افق قرار دارد. (برای مشاهدهٔ کیهان محدودیت داریم زیرا خمینهٔ فضا–زمان به دلیل تأثیر جرم‌های بسیار بزرگ انحنا پیدا می‌کند و مسیر حرکت نور را مشخص می‌کند، در این صورت افق مشاهدهٔ ما بر اساس این خمیدگی‌ها محدود خواهد بود) همان‌چه که با یکسان بودن شدت تابش زمینهٔ کیهانی در همهٔ جهات، پیشتر تأیید شد.

ب) تعبیر آغاز زمان: در مدل استاندارد کیهان‌شناسی بی‌معناست بپرسیم «پیش» از مه‌بانگ چه اتفاقی افتاده است. اساساً مفهوم زمان با خود مه‌بانگ پدید می‌آید؛ «زمان یکی از ویژگی‌های جهان فیزیکی است. دقیقاً مانند اتم و نور، زمان نیز امری فیزیکی است. زمان و فضا [با هم] یک خمینه را تشکیل می‌دهند ... از آن‌جا که زمان صرفاً بخشی فیزیکی از جهان فیزیکی ماست، در نتیجه اگر جهان فیزیکی آغازی داشته، خود فضا و زمان هم هم‌زمان آغاز شده است» (اشپیتزر ۱۳۹۹: ۳۵) تلقی نیوتنی از فضا و زمان مطلق مانع آن خواهد بود که چنین سخنی فهمیده شود. در ذهنیت نیوتنی فرض بر این است که فضا و زمان اموری مطلق و مستقل از اشیا هستند؛ گویی اشیا در آنها چیده می‌شوند. اما اینشتین نشان داد فضا-زمان امری نسبی است و هر دو بخشی از یک پیوستار واحد هستند. فضا-زمان مستقل از اشیا نیست و با فواصل اشیا و خود اشیا نسبت دارد. لذا بی‌نهایت چگال‌تر شدن ماده و انرژی جهان به خمیدگی بی‌نهایت فضا-زمان می‌انجامد و در نتیجه جهان از شعاع صفر آغاز می‌شود (شعاع صفر به معنای صفر شدن ابعاد و متریک زمان و مکان است).

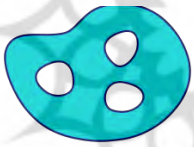
برای تقریب به ذهن همان بادکنک را در نظر بگیرید. اگر به نحوی بتوانیم نقاط علامت‌گذاری شده روی آن را باز به هم نزدیک و نزدیک‌تر کنیم و چگالی نقاط را حداکثر کنیم به جایی خواهیم رسید که بادکنکی در کار نخواهد بود و فقط یک نقطه که حاصل انطباق نقاط است مشاهده خواهد شد، حالا به صورت ذهنی شعاع این نقطه را نیز صفر کنید که البته در تعریف ریاضی نیز نقطه فاقد بعد است و می‌توان گفت شعاع صفر دارد. اگر بادکنک را ناگهان رها کنید با باز شدنی شدید در زمانی بسیار اندک مواجه خواهید شد که انفجاری بزرگ به چشم می‌آید. البته می‌دانیم که بنا بر نظریهٔ نسبیت، واحدهای زمانی بسیار کوچک در جهان اولیه بسیار طولانی‌تر از همان واحد در حال حاضر است؛ در عین حال نرخ انبساط یا تورم آن قدر نسبت به واحد زمانی بالاست که انفجار دانسته می‌شود. اگر دقیق‌تر بخواهیم سخن بگوییم سلسلهٔ پدیده‌ها یا اتفاقات بر هر ژئودزیکی که به صورت معکوس تعقیب شود متناهی است و جهان با پس‌روی به محدودیت می‌رسد. طبیعتاً هر دو بحران برای فیزیک‌دانان اهمیت دارد: هم جهان آغازشده بدون پیشینه و از صفر، که پرسش‌های فلسفی-الهیاتی عمیقی را پیش می‌نهد و هم تکینگی که فیزیک فعلی ما قادر به توصیف آن نیست و لازم داریم نسخه‌ای کوانتمی از گرانش داشته باشیم ولی هنوز نداریم. برای حل این معضل دو

مسیر جدید پیشنهاد شد: یکم، تدبیر تعبیری فیزیکی که مستلزم تکینگی (و سپس آغاز زمانی) نباشد و دوم، توسعهٔ مدل استاندارد به نحوی که مه‌بانگ صرفاً دریچهٔ ورود به این جهان باشد؛ در این مدل‌ها مه‌بانگ آغاز جهان ماست و مسبوق به عدم نیست.

مشهورترین نمونهٔ مسیر نخست، مدل بدون مرز هارتل–هاوکینگ است. این دو نفر طبق آنچه در فیزیک مرسوم است، مسألهٔ آغاز را همان مسألهٔ مرز در منیفولد دانسته و به آن پرداخته‌اند. توضیح آن‌که در توپولوژی نقاطی را مرز گویند که اگر همسایگی دور آن تعریف کنیم همسایگی درون بستار باشد و آزاد نباشد (شکل ۱). اگر از مرز فاصله داشته باشیم می‌توانیم دایره‌ای دور آن پیدا کنیم که هم‌چنان همهٔ نقاط آن در دسترس است (مثل نقطهٔ x) ولی وقتی در نقطه‌ای مرزی قرار بگیریم، نمی‌توانیم چنین کنیم و همهٔ نقاط در دسترس نیستند (مثل نقطهٔ y). به تعبیر دیگر می‌توان از دو طرف مرز در یک بستار به سمت آن نزدیک شد و خطوط پررنگ درون شکل ۲ مرز جدایی آن ناحیه از فضاست.



شکل ۱


شکل ۲

اینک باید توضیح دهیم که معضل اصلی تکینگی در همان زمان پلانک اولیه یعنی 10^{-43} ثانیهٔ نخستین است. در این مقیاس زمانی توصیف گرانشی از دسترس خارج می‌شود با آنکه به دلیل گرانش بسیار قوی به آن نیاز داریم و از سوی دیگر در این مقیاس زمانی و ابعاد بسیار کوچک، به فیزیک کوانتمی نیاز داریم و فیزیک بزرگ‌مقیاس پاسخگو نیست. هارتل و هاوکینگ پیشنهادی ذهنی دادند: در این دوران پلانک اولیهٔ مه‌بانگ، فضا–زمان که با چهار مؤلفه توصیف می‌شود، تمایز میان مؤلفه‌ها را از دست می‌دهد و امتداد زمان درست شبیه سه امتداد مکانی دیگر می‌شود و فضا–زمان فضاگونهٔ (spacelike) چهاربعدی خواهیم داشت. در این صورت انتخاب نقطهٔ آغاز زمانی از دست می‌رود و نقطهٔ مرجعی نخواهیم داشت که آن را نقطه آغاز بدانیم. البته طبیعتاً مرز یک منیفولد چهاربعدی از مرتبهٔ سه‌بعدی است و تعبیر نقطه برای تقریب به ذهن به کار می‌رود. توضیح بیش‌تر اینکه، زمان را موهومی در نظر می‌گیرند که به معنای زیر رادیکال بردن عدد منفی‌ای است که نشان‌دهندهٔ مولفهٔ زمان است. این

مدل از جهت ریاضیاتی مشکل چندانی ندارد اما تعبیر آن برای جهان واقعی دشوار است(Louko 1988). هاوکینگ برای تعبیر خود، سطح کُره را مثال می‌زند: اگر روی پوستهٔ کُره (که به جهت ریاضی هم انحنای ذاتی و هم انحنای خارجی دارد) باشید، شما به عنوان موجودی دوبعدی هیچ گاه متوجه محدودیت خود نمی‌شوید و از هر طرف نگاه کنید محدودیتی برای حرکت خود نمی‌بینید، در نتیجه نمی‌توانید به مرزی برسید که آن را آغاز زمان بدانید. به تعبیر دیگر «نقطهٔ مرجّحی» ندارید که آن را آغاز زمان بدانید ولی در همین حال اندازهٔ (اصطلاح ریاضی: measure) این محدوده از فضا متناهی است. البته می‌دانیم که این گونه تمثیل‌ها گویای همهٔ ابعاد ماجرا نیستند چون حداکثر روی سه بُعد تصور می‌شوند در حالی‌که خمینهٔ مذکور چهاربعدی است. تمثیل گویاتر را می‌توان چنین در نظر آورد که جهان را شبیه یک مداد در نظر بگیریم. وقتی نوک آن را خوب تیز کرده باشیم، در حرکت به سمت نوک مداد (گذشته) با تناهی اندازه مواجهیم و اگر بتوانیم آن‌قدر آن را تیز کنیم که به لحاظ ریاضی در یک نقطه ختم شود با تکینگی مواجهیم و آن نقطه را می‌توان t=0 نامید. اما معضل تکینگی همین است که در جهان واقعی چنین چیزی شدنی نیست و در عمل پیشنهاد هارتل-هاوکینگ می‌گوید نوک مداد تیز نیست و با نزدیک شدن به نوک مداد به یک خمیدگی حداکثری می‌رسید، اما نمی‌توانید دقیقاً معلوم کنید کدام نقطه، نقطهٔ آغاز است. اما از هر نقطه در همان حوالی شروع به حرکت به سمت بالا کنید پیکان زمان به سوی آینده معنادار می‌شود و بر عکس شما در حرکت به گذشته، مسیری با اندازهٔ نامتناهی نخواهید داشت و گذشته متناهی است؛ در عین حال نمی‌توانید نقطهٔ مشخصی را به عنوان آغاز زمان بدانید و در نتیجه جهان نقطه آغاز مشخصی ندارد. مدل متناهی بدون مرز، تکینگی در خود ندارد و ضمن تأیید متناهی بودن اندازهٔ گذشتهٔ جهان، صورت مسألهٔ آغازمندی زمانی را حذف می‌کند. زیرا حتی مفهوم زمان هم به مفهومی مکان‌گونه تبدیل شده و امتداد آن از دست رفته است. او می‌کوشد ملازمهٔ (و شاید تساوق) میان «تناهی اندازهٔ گذشتهٔ جهان» و «آغاز زمان از صفر» را نفی کند و از مشکلات پذیرش دومی به نحوی رها شود.

ج) کاستی‌ها و نقدها: در ریاضیات اعداد موهومی و در فیزیک برای نوشتن یا حل معادلات موج از اعداد موهومی فراوان استفاده می‌شود، اما در جهان فیزیکی واقعی نمی‌توانیم معادلی برای آن بیابیم و در نهایت باید پاسخ معادلات ما برای جهان فیزیکی

واقعی، غیرموهومی باشد. ریاضیات موهومی ابزار بسیار مهمی برای تحلیل هستند ولی در نهایت باید برای جهان واقعی و استفاده‌های تکنولوژیکی پاسخ غیر موهومی فراهم کنند. مثلاً ممکن است در محاسبات ولتاژ راه‌اندازی یک موتور الکتریکی از معادلات و اعداد موهومی استفاده کنیم ولی اگر پاسخ ولتاژ در نهایت موهومی باشد، راهی برای راه‌اندازی موتور در جهان واقعی نخواهیم داشت، چون همهٔ منابع تغذیه مقادیر غیرموهومی ولتاژ و جریان تولید می‌کنند و عدد موهومی در جهان فیزیکی ما معنایی ندارد. حتی اگر مدل هارتل–هاوکینگ را از جهات ریاضیاتی و فیزیکی بررسی و نقد نکنیم، شمّ سلیم فیزیکی نمی‌تواند آن را درک کند. زیرا ما نمی‌توانیم پیش‌فرض ذهنی خود از مفهوم زمان را که موجب تعیین مسیر گذشته است را کنار بگذاریم. به تعبیر دیگر نمی‌توانیم جهت‌داری زمان را از گذشته، حال و آینده کنار بگذاریم. حتی در هندسهٔ شبه ریمانی نسبیت خاص نیز با این که زمان را نسبی می‌دانیم اما یک مفهوم خالص از زمان (proper time) وجود دارد و این در هر دستگاه مختصاتی مطرح است. وقتی ژئودزیکی فرض می‌کنیم یعنی تسلسل رویدادهای گذشته را در نظر گرفته‌ایم و تجرید این دو مفهوم از یکدیگر معنادار نیست. نکتهٔ بعدی این است که هارتل و هاوکینگ باید ابتدا از گرانش کوانتمی نظریه‌ای برمی‌ساختند که مورد پذیرش فیزیک‌دانان قرار گیرد. در خلال این مدل‌سازی از دورهٔ پلانک اولیه، ادعای بزرگی مطرح می‌شود که گویی نظریهٔ گرانش کوانتمی کشف شده است: نظری که زمان را بر می‌دارد و به امتدادی مکان‌گونه تبدیل می‌کند. تا جایی که می‌دانیم هیچ نظریهٔ گرانش کوانتمی مقبولی هنوز وجود ندارد و پیشنهاد هاوکینگ نتوانسته این جای خالی را پر کند. تنها نظریه‌ای که به صورت جدی در مورد آن بحث می‌شود «ابرریسمان» است که هنوز «امید» آن می‌رود بتواند گرانش کوانتمی را توضیح دهد (Page 2007).

گذشته از مشکلات فیزیکی که برخی از آنها در بالا بیان شد، باید دید این مدل توانسته به صورت منطقی میان آغازمندی و تناهی گذشته تمایز قائل شود. به نظر می‌رسد اگر بپذیریم جهان گذشته‌ای متناهی دارد ولو آنکه با دقتی فیزیکی بگوییم مرز یا لبه ندارد، به نوعی باز هم به آغاز اشاره کرده‌ایم بی‌آنکه نام زمان را آورده باشیم. گویی بر اساس پیشنهاد هارتل–هاوکینگ وقتی به گذشته برگردیم به جایی می‌رسیم که بُعد زمان را گم می‌کنیم و زمان پلانک اولیه را از دست می‌دهیم. با از دست دادن این مفهوم، زمان پلانک اولیه، تعبیری بی‌معنا خواهد شد که البته هم‌چنان محدودیت دارد.

اگر هم‌چنان مصر باشیم که عمر جهان را ۱۳.۷۷ میلیارد سال بدانیم و در مورد دوران زمانی پلانک اولیه سخن معنادار بگوییم، روشن است که دچار ناسازگاری مفهومی شده‌ایم. به تعبیر دیگر، اگر بخواهیم مفهوم زمانی را فقط تا مرز زمان پلانک باز گردیم، باید توضیح دهیم که با مفروض گرفتن پیوستگی زمان، اساساً وقتی به این نقطه می‌رسیم دقیقاً این مرزبندی به چه معناست و چگونه آن را اندازه گرفته‌ایم و به عنوان 10^{-43} ثانیهٔ نخستین معرفی کرده‌ایم. شاید تعبیری مطابق با پیشنهاد جهان بدون مرز این باشد که بگوییم وقتی ما به اندازهٔ کافی یعنی ۱۳.۷۷ میلیارد سال به عقب برگردیم، به جایی می‌رسیم که مفهوم زمان را از دست می‌دهیم ولی خمینهٔ چهاربعدی فضا وجود دارد و در عین حال متناهی است. در این صورت سیر قهقرایی ما مقیاس زمانی نخواهد داشت (فضاگونه می‌شود) اما اندازهٔ متناهی دارد. در این صورت سخنان ما پارادوکسی مفهومی یا تفسیری است. زیرا سخن از طی مسیر و سیر فقط با حضور مفهوم زمان برای ما قابل تفسیر در جهان واقعی می‌شود. در این صورت، درگیر نوعی حشو لفظی شده‌ایم و برای پرهیز از مفهوم آغاز زمانی در معضل تعبیرناپذیری گرفتار شده‌ایم. البته این گونه امور به خصوص در کیهان‌شناسی نظری مرسوم است و کیهان ما که به جهت تجربی فقط یک بار رخ داده و داده‌های رصدی ما از آن هم به شدت محدود است (چه ورای افق و چه حتی داخل افق) قابلیت آن را ندارد که نظریات دیرین‌شناسی دربارهٔ آن در آزمایشگاهی آزموده شود یا با شواهد تجربی به خوبی تطبیق شود و فیزیک‌دانان ناچارند بالاخره با یافته‌های ریاضی، فیزیکی و هندسی در ذهن خود سناریوها یا مدل‌هایی را توصیه کنند.

می‌دانیم برهان حدوث کلامی بر این مفهوم بنا شده که اگر زمان متناهی باشد، به مفهوم آن است که جهان مسبوق به عدم است و در این صورت باید موجودی فراطبیعی و فراجهانی آن را از هیچ به وجود آورده باشد. زیرا پیدایش بی‌دلیل در پیِ عدم، امکان عقلی ندارد. در این برهان محور زمان به عنوان مهم‌ترین ویژگی موجودات لحاظ شده که با صفر شدن آن در گذشته، جهانی نداشته‌ایم؛ «با قائل بودن آغازی برای کیهان باید وجود خدایی را برای آن لازم بدانیم» (هاوکینگ ۱۳۶۹: ۱۷۳). روشن است که روح استدلال کلامی از «عدم به وجود» آمدن است که هر نوع تناهی در پیشینهٔ جهان موجود باعث می‌شود به دنبال چرایی آن بگردیم و عقلاً پاسخ آن نمی‌تواند پاسخی این جهانی و فیزیکی باشد. پس تفاوتی نمی‌کند که آن را با زمان یا بدون زمان دارای پیشینهٔ متناهی

بدانیم، به هرصورت سؤال این خواهد بود که چرا اندازهٔ این متناهی این مقدار است نه فلان مقدار دیگر و اساساً چرا اندازه‌ای متناهی دارد. اینجا مغالطهٔ کنه (مسبوقیت به عدم) و وجه (ویژگی آغازمندی زمانی) اتفاق افتاده است. در حقیقت، پاک کردن صورت مسألهٔ ازلی نبودن، چه مکانی و چه زمانی، در عین پذیرش تناهی پیشینهٔ جهان ممکن نیست و سؤال بنیادی پابرجاست: چرا جهان آن سوی تناهی خود ادامه ندارد و چه چیزی باعث شده از این تناهی برخوردار شود. حتی به نظر می‌رسد جهان بدون مرز هاوکینگ، مبتنی بر تلقی فیزیکی از مرز است که به درد حل معضل عمیق فلسفی نمی‌خورد. تناهی به معنای دقیق فلسفی همان مرزبندی و کرانمندی (به معنای لغوی متعارف نه تعریف فیزیکی مرز و کرانه) است و اساساً با اصطلاح بدون مرز بودن در فیزیک نمی‌توان از آن عبور کرد. وقتی فردی به این فکر می‌کند که ازلی نبودن سلسله رویدادهای جهان در گذشته بحرانی عمیقاً فلسفی است، درگیر اصطلاحات فیزیکی نیست که بگوییم بدون مرز است بدان معنا که نقطه مرجَّح زمانی، مرز توپولوژیک یا منیفولد نمی‌توان یافت. بلکه درگیر واقعیت تناهی است که به معنای لغوی متعارف، مرزی را ترسیم می‌کند که بیرون از آن چیزی وجود ندارد و از آن‌جا به بعد (اگر تازه بتوانیم با مدل بدون مرز معنای محصَّلی از «بَعد» ارائه دهیم) چیزهایی وجود دارند. به تعبیر دیگر، مرز یا کرانه در اصطلاحات فیزیکی به تعریفی واضح در ریاضیات بر می‌گردد که اگرچه هارتل و هاوکینگ طبق آن مبنا، مدلی بدون «مرز» ارائه کرده‌اند اما در مسألهٔ فلسفی وقتی می‌پرسیم چرا و چگونه جهان می‌تواند ازلی نباشد و سلسلهٔ پدیده‌ها و اتفاقات گذشتهٔ آن متناهی باشد، مرز و کرانی واقعی و متعارف در ذهن داریم. این معنای از مرز دلالت می‌کند که پیش یا فرای این مرز چیزی وجود ندارد و پرسش این می‌شود که چرا جهان از این مرز آغاز می‌شود. به وضوح هر کس بخواهد از مدل هارتل–هاوکینگ برای پاسخ به معمای ازلی نبودن جهان استفاده کند، مغالطهٔ اشتراک لفظ میان «مرز» در فیزیک و مفهوم «مرز» در سوال عقلی از چرایی تناهی جهان را به کار برده و به جای حل معضل دوم، اولی را حل کرده است. حتی به نظر می‌رسد مرزی که در توپولوژی و یا در منیفولدها مطرح می‌شود با نوعی آگاهی قبلی از دو سوی مرز است و وقتی تصور منیفولد مرجع جهانی را که همان کیهان ماست بررسی کنیم تعیین مرز برای آن بدون اطلاع از بیرون آن مفهوماً ناممکن باشد. در این صورت حتما مجموعه مرجع را نیاز داریم ولی وقتی دربارهٔ کل جهان صحبت می‌کنیم، نزدیک

شدن به مرزهای منیفولد به نوعی نزدیک شدن به مرزهای شناخت است و ما توانایی تشخیص مرز را از دست می‌دهیم و مفاهیمی چون همسایگی را هم معنادار نمی‌یابیم. نهایتا می‌توان گفت مدل هارتل-هاوکینگ از تکینگی می‌گریزد اما پرسش اساسی فلسفی از چرایی تناهی پیشینهٔ جهان و اندازه‌داری مرزبندی‌شدهٔ زمان و فضای آن را حل نمی‌کند. چرا جهان این مقدار عمر دارد نه بیشتر یا کمتر، چه شد که کیهان «آن‌جا» آغاز شد؟ «این که بگوییم در سناریوی بدون مرز، جهان آغازی ندارد به همان اندازه گمراه‌کننده است که بگوییم مخروط [همان مداد تراشیده]، صرفا بدین جهت که انتهای آن تیز نیست، انتهایی ندارد» (اشپیتزر ۱۳۹۹: ۵۳)

۲. مدل‌های توسعه‌افتهٔ مه‌بانگ

الف) مه‌بانگ، صرفاً دریچهٔ جهان ما: همان‌گونه که در بالا بیان شد، مسیر دومی که برای حل مسألهٔ آغازمندی و تکینگی طی شده به نوعی به امتداد زمان پیش از مه‌بانگ باز می‌گردد. در پیشنهاد این مدل‌ها چنین فرض می‌شود که مه‌بلنگ آغازی زمانی نیست، بلکه دریچهٔ ورودی به جهان قابل مشاهدهٔ ماست. به این ترتیب ما در بازبینی فیلم جهان به نقطه‌ای بسیار چگال و با انحنای بی‌نهایت می‌رسیم که در آن زمان این جهانی به صفر می‌گراید اما پیش از آن سابقه‌ای موجود است که اگر آن را بدانیم، پرسش فلسفی آفرینش از عدم و بحران تکینگی حل و فصل می‌شوند. فرض مشترک این پیشنهادها، این است که گذشتهٔ جهان به مه‌بانگ محدود نیست و مه‌بانگ صرفاً محدودیت این جهان را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است این سناریوها با مدل استاندارد تعارضی ندارند بلکه مدل استاندارد را نیز درون خود دارند. از جملهٔ این مدل‌ها می‌توان جهان در جست‌وخیز (bouncing universe)، تورم ازلی-لبدی (eternal inflation) آندره لینده و مدل اکپیروتیک (ekpyrotic) اشتینهارت-تورک را نام برد. جهان در جست و خیز بدین معناست که جهان دست‌خوش قبض و بسط‌های متعددی شده و به همین ترتیب (شاید بی‌نهایت) قبض و بسط را در آینده تجربه کند و مه‌بانگ صرفاً آغاز چرخهٔ اخیر و جاری است که ما می‌شناسیم. (Gasperini, Giovannini, & Veneziano 2003) سناریوی فرضی دیگر، جهان مشاهده‌پذیر را هم‌چون بخشی از یک جزیره در نظر می‌گیرد که خود یکی از جزایر متعدد در جهانی بسیار گسترده‌تر و فراتر است. در هر یک از این جزایر، فضا به شکلی آرام در حال انبساط است. اما در میان این جزایر انبساطی نمایی با سرعت بسیار بسیار بالا در جریان است و اصطلاحا در فاز دوسیتر

قرار دارد. در این سناریو که تورم ابدی نامیده می‌شود و در این مقاله آن را ازلی–ابدی ترجمه کردیم تا دقیق‌تر و بهتر مقصود خود را منتقل کند، مه‌بانگ آغاز کل جهان نیست، بلکه آغاز شکل‌گیری جهان ماست (Linde 1984). در سناریوی دیگر فرض می‌شود که جهان چهاربعدی ما (سه بعد فضا و یک بعد زمان) تنها برشی از جهانی با ابعاد بیش‌تر است. در نظریهٔ ریسمان هم شاهد فرض ابعاد اضافه‌تر هستیم و لذا این سناریو جذابیت ویژه‌ای دارد. در جهانی با ابعاد بیش‌تر می‌توان جهان چهاربعدی ما را مانند پوسته‌ای در نظر گرفت. اگر دو پوسته (دو چهاربعدی از ابعاد بیش‌تر) داشته باشیم که پیوسته در حرکت باشند و با هم تصادم کنند و از هم جدا شوند و یکی از این جهان‌ها همان جهان ما باشد، مه‌بانگ یکی از این تصادم‌هاست. این سناریو را اکپیروتیک اشتینهارت–تورک می‌نامند (Steinhardt & Turok 2002). در این جا قصد نداریم این مدل‌ها را شرح کنیم، اما اشتراکی که دیده می‌شود، امتداد گذشته و پیشینهٔ جهان به قبل از مه‌بانگ به صورتی معنادار است و مه‌بانگ نه آغاز زمان است و نه آغاز جهان.

در کیهان‌شناسی نظری سناریوهای فرضی متعددی ارائه شده که عمر چندانی نداشته یا نظر دانشمندان را به خود جلب نکرده است. اما موارد فوق از دوام بیشتری برخوردار بوده‌اند؛ بی آن که ادعا شود تام و تمام هستند و کاستی نظری ندارند. نکتهٔ مهم‌تر به جهت روش این است که سناریونویسی دربارهٔ پیشامه‌بانگ اساساً پا فراتر نهادن از حوزهٔ فیزیک است، زیرا جهان قابل مشاهدهٔ ما حداکثر با بازگشت به مه‌بانگ خاتمه می‌یابد و بلید صرفاً فرض کنیم هرچه دربارهٔ جهان‌های مفروض می‌گوییم با تعمیمی بدون پشتوانهٔ تجربی کافی است؛ تعمیم جهان ما به بیرون از مرز جهان مشاهده‌پذیر. در این صورت حتی می‌توان ادعا کرد مرزهای روش و اعتبار داده‌های فیزیکی نیز پشت سر گذاشته شده است و به نوعی ادعای فراطبیعی پرداخته‌ایم.

ب) بازگشت به ازلیت و پیشینهٔ نامتناهی؟ همان‌گونه که در سناریوهای بالا می‌توان دید نوعی از انبساط متوسط و تورم باز هم وجود دارد. پیش‌تر دیدیم که مفهوم انبساط باعث شد ایدهٔ چگال بودن و آغازمندی جهان در پیشینه‌اش مطرح شود. چنین تلاشی مبتنی بر این ایده مجدداً با وجود سناریوهای پیش‌امتدادیافته شکل گرفت و پس از نقض و ابرام‌هایی در سال ۲۰۰۳ منجر به این شد که بورد، گاث و ویلنکین (BGV) مقاله‌ای را منتشر و در آن ثابت کردند با شرایطی همین سناریوها هم آغازمند و متناهی

هستند و این شرایط در سناریوهای فوق معمولاً وجود دارد. در قضیهٔ BGV ثابت می‌شود هر سناریوی کیهانی که $H_{av} > 0$ یعنی میانگین انبساط هابلی آن ولو بسیار اندک بزرگتر از صفر باشد، گذشته و پیشینهٔ نامتناهی ندارد و متناهی است. (Borde, Guth & Vilenkin 2003) این بدان معناست که اگر جهانی در جست و خیز را در نظر بگیریم که جهان ما یکی از جست‌های آن است، تعداد جست و خیز نامحدودی ندارد و بالاخره همهٔ آن جست‌وخیزها متناهی است و به تکینگی می‌رسد. شاید مقاوم‌ترین سناریو، سناریوی تورم ازلی-ابدی آندره لینده باشد، زیرا مدعی است فقط در مناطقی هم‌چون جهان ما انبساط عادی در جریان است و در کل جهان تورم همیشگی بوده و هست. از دید وی این ایده امکان آن را فراهم می‌کند که جهان گذشته‌ای نامتناهی داشته باشد. مهم آن است که بدانیم فرمول‌های تکینگی هاوکینگ-پنروز، پنج شرط دارند که اگر یکی از آنها برقرار نباشد نمی‌توانیم به تکینگی مه‌بانگ برسیم. برخی راه‌های پیشنهاد شدهٔ بعدی من جمله پیشنهاد خود هاوکینگ برای حل معضل پیدایش از هیچ، لااقل شرط سوم همان فرمول‌های تکینگی را نقض می‌کنند. به نظر می‌رسد نظریهٔ تورم ازلی-ابدی لینده هم به خوبی از کاربردی شدن فرمول‌های تکینگی هاوکینگ-پنروز قسر در می‌رود. لذا از آن‌ها برای اثبات تکینگی و آغازمندی دیگر نمی‌توان استفاده کرد. (Linde 1994)

بورد، گاث و ویلنکین یافتهٔ خود را چنین صورت‌بندی کردند: «استدلال ما نشان می‌دهد این نتیجه قوی‌تر از آن چیزی است که در اثر قبلی بدان دست یافته بودیم، در این استدلال ما نشان دادیم که تقریبا تمام ژئودزیک‌های علّی، هنگامی که به گذشتهٔ نقطهٔ دل‌خواهی تعمیم داده شوند، در زمان مناسب متناهی‌ای به مرز منطقهٔ در حال تورم از فضا-زمان می‌رسند» (Borde, Guth & Vilenkin 2003: p3) ویلنکین تصریح می‌کند «ما هیچ چیز دربارهٔ محتوای مادی جهان فرض نکردیم. ما حتی فرض نکردیم که گرانش با معادلات اینشتین توصیف می‌شود. در نتیجه حتی اگر گرانش اینشتین نیازمند تعدیل باشد، نتیجه‌گیری ما هنوز معتبر خواهد بود. تنها چیزی که ما فرض کردیم این بود که نرخ انبساط متوسط جهان هیچ‌گاه کمتر یا مساوی صفر نخواهد بود. یقیناً این فرض باید در خلأ ساختگی در حال تورم برآورده شود. نتیجه این که تورم ازلی (با پیشینهٔ نامتناهی) بدون آغاز ناممکن است» (Vilenkin 2007: p175) او مدعی است قضیهٔ BGV مستقل از فیزیک هر جهانی و بدون فرض گرفتن مادهٔ درون آن معتبر است. به این ترتیب با اینکه به دلیل ارضا نشدن شرایط، کاربست فرمول‌های هاوکینگ-پنروز

برای اثبات تکینگی کافی نیست، این قضیه توانست تورم ازلی-ابدی را هم شامل شود و برای آن مرزی در گذشته اثبات کند. برای فهم توصیفی بهتر، ژئودزیک را تعمیمی از مفهوم خط مستقیم روی خمینه‌ها در نظر بگیرید که تسلسل علی-معلولی رویدادها را تعقیب می‌کند. در حقیقت، این قضیه با اثباتی ریاضیاتی نشان می‌دهد ژئودزیک مفروض، در صورتی که میانگین انبساط هابلی بزرگتر از صفر باشد، در سیر معکوس رویدادها ناتمام است و این یعنی مرزی در گذشته دارد؛ گویی با نیم‌خط مواجهیم نه خط. این اثبات ریاضیاتی مدعی است از سینماتیک اینشتین استفاده نکرده و مفروضاتی که آن را وابسته به جهان فیزیکی قابل مشاهدهٔ ما کند فرض نگرفته است. لذا حتی اگر در مرز پیشینهٔ جهان خودمان با اثرات گرانش کوانتمی مواجه باشیم، با دریچهٔ ورودی به این جهان مواجه می‌شویم و اگر فرض کنیم که جهانی با ابعاد بیشتر یا در فاز انقباضی هم به این نقطه رسیده و می‌توان به عقب‌تر یا به ابعاد بالاتر رفت، قضیه باز هم قابلیت تعمیم به آن را دارد و از کار نمی‌افتد. خود ویلنکین در مقاله دو نمونه از این سناریوها که یکی بر مبنای نظریهٔ ریسمان و دیگری اکپیروتیک اشتینهارت-تورک است را بررسی کرده و کاربست قضیه را نشان داده است. حتی اگر فاز انقباضی هم در جهان‌های پیشین مطرح باشد، مهم آن است که میانگین انبساط یعنی میانگین نرخ انقباض‌ها و انبساط‌ها در نهایت مثبت باشد، در این صورت باز هم ژئودزیک مفروض ناتمام است و در نتیجه پیشینه متناهی است. در حال حاضر، سناریویی که بتواند به صورتی موفق و سازگار، شرط مثبت بودن میانگین انبساط هابلی را نقض کند در توسعه‌های پیشنهادی برای مه‌بانگ سراغ نداریم اما تلاش‌هایی برای یافتن چنین مدل‌هایی در جریان است (اشپیتزر ۱۳۹۹: ۵۸-۶۳). بنابراین، ویلنکین به صراحت در دو مقالهٔ دیگر نتیجه و تعبیر قضیهٔ BGV را Beginning می‌دلند. (Vilenkin 2012 & 2013)

۳. دلالت‌ها و پیامدها

دو مسیر مدل استاندارد مه‌بانگ و نیز مدل‌های توسعه‌یافته بر مبنای مه‌بانگ که امتداد زمان را به قبل از مه‌بانگ ممکن می‌دانند و سناریوهای کلان‌تری پیشنهاد می‌کنند، نشان می‌دهند که اغلب شواهد کیهان‌شناختی به سود وجود آغازی برای جهان است و اگر بخواهیم در سخن گفتن وسواس به خرج دهیم، باید بگوییم به نفع پیشینهٔ متناهی جهان است. این مفهوم از جهان می‌تواند بسیار اعم از جهان قابل مشاهدهٔ ما و حتی جهان

پسامه‌بانگ باشد. در نتیجه ورای کرانهٔ متناهی که اصطلاحاً می‌توانیم آن را پیش از جهان بدانیم، هیچ چیز وجود ندارد. دو گونه تردید می‌توان روا داشت. یکم آنکه بگوییم منطق و روش علمی آن چنان کامل نیست که بتولند همهٔ واقعیات موجود را بازتاب دهد و بشناساند. این سخن نمی‌تواند آسیبی به بحث حاضر وارد کند، زیرا اولاً «بر مبنای منطق و روش علمی» می‌توان پیشینهٔ متناهی جهان(های) فیزیکی را معتبر دانست. به تعبیر دیگر، دست کم دانشمندان علوم تجربی از طریق تردید روشی یا پژوهشی نمی‌توانند «پرسش از کجا معلوم» را مطرح کنند و بالاتر از آن می‌دانیم روش علمی فعلا روش غالب جوامع انسانی است. ثانیاً هم‌بستگی میان این شواهد و آموزه‌های دینی (مسیحیت، یهودیت و اسلام) که جهان (با مفهوم موسَّع آن) را مخلوق می‌دانند بسیار بالاست و با مفهوم متبادر به ذهن خلقت در ادیان که همان مفهوم مسبوقیت به عدم و تناهی پیشینه است، قرابت دارد. لذا اگر بنا باشد ایده‌ای دینی را مقبول علمی یا ایده‌ای علمی را مقبول دینی بدانیم که میان طبیعت و امر فراطبیعی جمع کند، این ایده بهترین گزینهٔ موجود است.

تردید دوم آن است که تحقیقات آینده این ایده را کنار بزنند. اولاً روشن است که در هر نوع فعالیت علمی همیشه این احتمال مطرح است و هر از گاهی خطای علمی هم آشکار می‌شود. در عین حال هیچ گاه نه موجبات عدم فعالیت را فراهم آورده و نه موجب عدم اطمینان به شواهد و تئوری‌هایی شده که بنا بر قواعد و روش علمی معتبر به دست آمده‌اند. به این ترتیب با صرف این احتمال نمی‌توان به صورت دل‌بخواهانه بخشی از دانش تجربی را کنار نهاد، اگر این تردید بناست روا باشد یا برای همهٔ گسترهٔ علم یا برای هیچ جای آن. ثانیاً اگر بنا باشد رقیبی کیهان‌شناختی که تناهی پیشینه یا آغازمندی جهان(ها) را در دل خود نداشته باشد، پیشنهاد گردد، این رقیب علمی ـــ که فعلا در دسترس نیست ـ باید دست کم چهار شرط عمده را برآورده کند:

۱- با مشاهدات کیهان‌شناختی ناسازگار نباشد و مشاهدات را به خوبی تبیین کند.

۲- اجزای سناریوی رقیب ناسازگاری درونی و ناکارآیی نداشته باشند.

۳- میانگین انبساط هابلی در آن مثبت نباشد تا موضوع قضیهٔ BGV نشود.

۴- اگر به نوعی جهانی دارای جست و خیز یا قبض و بسط را تصویر می‌کند، مشکل افزایش آنتروپی، حد تولمن و پارادوکس شان کرول: «تنظیم به شدت دقیق بدون هیچ دلیل آشکار» در آن وجود نداشته باشد (اشپیتزر ۱۳۹۹: ٦٤-٦٥).

نکتهٔ مهم دیگر این است که شواهد کیهان‌شناختی و قضیه‌های ریاضی-فیزیکی اثبات شده نشان می‌دهند پیشینهٔ متناهی و آغازمندی گزینه‌های معقول و مُدلَّلی هستند. در این صورت نمی‌توان گفت این نظر که دلالت روشنی بر مسبوقیت به عدم فیزیکی و واقعی دارد، تناقض‌آمیز است. اگر این چنین بود، چنان ناسازگاری واضحی بود که دانشمند را از طرح/ پذیرش آن باز می‌داشت. این نیز تا حد زیادی مخالف مشهور فلسفی است که چنین ایده‌ای را از اساس ناممکن دانسته‌اند. نگرانی دانشمند علوم تجربی تنها از این ناحیه است که با غلبهٔ این یافته، فیزیکالیسم به مرز تاریکی برسد و برای حل معضل عمیق فکری که این‌جا رخ می‌دهد ناچار شود پای عاملی فراطبیعی را پیش بکشد یا وجود آن را معقول بداند. به تعبیر دیگر، مطالعه و تحقیق بر مبنای پیش‌فرض بستار فیزیکی جهان، همین بستار را به چالش بکشد و قفل آن را باز کند. بحران در این سنخ از پرسش رخ می‌دهد که: چرا/ چگونه جهان(ها) در پی عدم پدید آمدند؟ بدون ابزار علمی و فیزیکی چگونه می‌توان چنین پدیده‌ای را توضیح داد؟ در عدم هیچ تبیین و توصیفی نمی‌توان ارائه کرد تا بعد بتوان پیدایش، آغاز و تکامل از صفر را توضیح داد. روح برهان کلامی حدوث در همین نکتهٔ اساسی است. در بازگشت به گذشته و تعقیب ژئودزیک به کرانه نزدیک می‌شویم و با پایان یافتن پیشینهٔ جهان، فیزیک و طبیعت هم تمام می‌شود، لذا راه دیگری جز پذیرش عاملی فراطبیعی باقی نمی‌ماند. هر چقدر هم این پیشینه را از جهان خود به جهان(های) دیگری توسعه دهیم، شواهد فعلی باز ما را به پیشینهٔ متناهی ارجاع می‌دهند. توسعهٔ ابعاد یا توسعهٔ زمانی بر مه‌بانگ، در بهترین حالت، فقط سوال را به مراحلی بسیار عقب‌تر می‌راند ولی آن را حل نمی‌کند.

نتیجه‌گیری

در مجموع نشان دادیم که اگر بنا بر اکتفا به کیهان‌شناسی رصدی و داده‌های کیهانی باشد، مدل استاندارد مه‌بانگ در حال حاضر پذیرفتگی بیشتری دارد. این مدل نشان می‌دهد جهان ما آغازمند و دارای پیشینه‌ای محدود است و عمر آن نیز به دقت ۱۳.۷۷ میلیارد سال محاسبه شده است. مدل بدون مرز هارتل-هاوکینگ تلاشی است برای نفی ملازمه میان محدودیت گذشته و آغازمندی که ضمن نقد و بررسی آن، واضح است که این مدل نمی‌تولند روح حاکم بر سوال و دغدغهٔ فلسفی و الهیاتی را تبیین کند یا صورت مسألهٔ آن را از بین ببرد. در کیهان‌شناسی نظری سناریوهایی توسعه داده شده‌اند

که جهان حاضـــر را یکی از جهان‌ها معرفی می‌کنند و طبیعتا پیشـــینهٔ جهان به مه‌بانگ محدود نمی‌شـود. اگرچه این سـناریوها نقطهٔ سـوال را از مه‌بانگ بر می‌دارند اما قضـیهٔ BGV بیان می‌دارد که به نحو معقولی هر سناریوی این چنینی نیز در طی مسیر به سمت گذشـــته لایتناهی نیســـت و بالاخره خاتمه می‌یابد که همان جا آغاز جهان به معنای کلان‌تر آن است. این قسمت از ماجرای کیهان‌شناسی نظری در قرن بیست و یکم ظهور کرده و هم با حدوث و خلقت به مفهوم ادیانی جهان سـازگار و بلکه مؤید اسـت و هم طبیعت‌گرایی را به مرز خود می‌رسـاند یا به تعبیر دیگر باعث شـکسـتن بسـتار فیزیکی ادعایی می‌شـود. زیرا به مرزها و لبهٔ بستار می‌رسیم که دیگر درون بستار تبیین تجربی برای آن نداریم و دست کم باید شـکسـت بستار را بپذیریم. با این تفاوت که از طریق استدلال فلسفی به ناکافی بودن طبیعت/ کیهان برای تبیین خود یا بسته نبودن علیت‌های فیزیکی نرسـیدیم بلکه این مسـیر شـواهد تجربی و نظریهٔ فیزیکی اسـت که ما را به این نتیجه می‌رسـاند. با بازگشـت به نقطه آغاز جهان، فیزیک و تبیین فیزیکی پایان می‌یابد و چاره‌ای جز راه‌حل فراطبیعی و بَرین نداریم. این همان نقطه‌ای اســت که خداباوری نیز بر آن تاکید دارد و علوم تجربی برای آن شواهد فراوان کیهان‌شناسی فراهم کرده است.

نیز باید افزون بر نتیجه فوق تأکید کرد حتی اگر بپذیریم، تمامی مکانیســـم‌های این جهان یا هر مدل جهان(های) فرضی با تبیینی طبیعی و درون جهانی قابل توضیح است، سـوالی فرامکانیسـمی دربارهٔ هر سـناریوی بسـتهٔ متناهی (و حتی باز و نامتناهی) مطرح اسـت: همهٔ آن چه هسـت چرا وجود دارد و چرا باز هم باشـد؟خداباوری تنها راه حل معقول بشر برای چنین پرسش‌هایی است؛ باور به آفریننده‌ای فراطبیعی که خود نیازمند تبیین طبیعیاتی نیست و در نظام علی-معلولی تبیین‌های علمی نمی‌گنجد. لذا خداباوری صرفا مبتنی یا وابسته به نشان دادن تناهی گذشته جهان نیست و ابعاد ژرف‌تری دارد.

منابع

- اشـــپیتزر، رابرت؛ توکلی بینا، میثم (مترجم)، (۱۳۹۹)، ترجمه *نگاهی نو به اثبات وجود خداوند در فیزیک و فلسفهٔ معاصر*، پارسیک، تهران.
- فیلوپونوس، جان؛ توکلی بینا، میثم (مترجم)، *(۱۴۰۱)، ردیه بر پروکلوس در باب قدم عالم (۱تا ۵)*، مؤسسه پژوهشی حکمت و فلسفه ایران، تهران.
- گایوت، آر. داگلاس و اسـویتمن، برندن، (۱۳۹۶)، *رویکردهای معاصـر در معرفت‌شـناسـی دینی (مجموعه مقالات)*، هاشم مروارید، نشر نی، تهران.

- هاوکینگ، استیون، (١٣٦٩)، *تاریخچه زمان*، ترجمه حبیب الله دادفرما، کیهان، تهران.
- Borde, A., Guth, A. H., & Vilenkin, A. (2003). Inflationary spacetimes are incomplete in past directions. *Physical review letters*, 90(15), 151301.Linde, Andrei, The inflationary universe, Reports on Progress in Physics, 1984, Vol 47, pp925-986.
- Friedmann, A. (1922). 125. on the curvature of space. *Zeitschrift für Physik*, 10, 377-386.
- Gamow, G. (1948). The evolution of the universe. *Nature*, 162(4122), 680-682.
- Gasperini, M., Giovannini, M., & Veneziano, G. (2003). Perturbations in a non-singular bouncing Universe. *Physics Letters B*, 569(1-2), 113-122.
- Hawking, S. W., & Penrose, R. (1970). The singularities of gravitational collapse and cosmology. Proceedings of the Royal Society of London. A. *Mathematical and Physical Sciences*, 314(1519), 529-548.
- Hoyle, F. (1954). On Nuclear Reactions Occuring in Very Hot STARS. I. the Synthesis of Elements from Carbon to Nickel. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 1, 121.
- Hoyle, F., & Bondi, H. (1958). The Steady-State Theory.
- Hubble, E. (1929). A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. *Proceedings of the national academy of sciences*, 15(3), 168-173.
- Linde, A. (1994). The self-reproducing inflationary universe. *Scientific American*, 271(5), 48-55.
- Linde, A. D. (1984). The inflationary universe. *Reports on Progress in Physics*, 47(8), 925.
- Louko, J. (1988). Canonising the Hartle-Hawking proposal. *Physics Letters B*, 202(2), 201-206.
- Mithani, A., & Vilenkin, A. (2012). Did the universe have a beginning?. arXiv preprint arXiv:1204.4658.
- Page, D. N. (2007). Susskind's challenge to the Hartle–Hawking no-boundary proposal and possible resolutions. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2007(01), 004.
- Penrose, Roger, Gravitational collapse and space-time singularities, *Physical Review Letters*, 1965, Vol. 14 (Num. 3), pp57-59.
- Penzias, A. A., & Wilson, R. W. (1965). A measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s. *The Astrophysical Journal*, 142, 419-421.
- Perlov, Delia & Vilenkin, Alex, *Cosmology for the curious*, 2017, Cham, Springer.
- Steinhardt, P. J., & Turok, N. (2002). A cyclic model of the universe. *Science*, 296(5572), 1436-1439.
- Van Biezen, A. (2014). Between Religion and Science. Georges Lemaître, Pope Pius XII and The Big Bang Theory. In Delft: Published in Student Research Conference, TU Delft.
- Vilenkin, A. (2007). *Many worlds in one: The search for other universes*. Hill and Wang.
- Vilenkin, A. (2013). Arrows of time and the beginning of the universe. *Physical Review D*, 88(4), 043516.