

بررسی و نقد فرضیه پیدایش از «هیچ»

حامد ساجدی^۱

چکیده: پیدایش از «هیچ» فرضیه‌ای است که برخی فیزیکدانان مانند تریون و ویلنکین در پاسخ به چرایی پیدایش اصل کیهان مطرح کرده‌اند. کسانی مانند هاوکینگ و کراوس با صراحت بیشتری ادعا می‌کنند این فرضیه ما را از فرض یک خدای آفریننده بی‌نیاز می‌کند. از آنجا که این سخن یک ادعای فلسفی مهم است پرداختن به آن هم از منظر عقلی و تحلیلی و هم از منظر فیزیکی ضروری است. در این مقاله با تقسیم این ادعا به سه سطح، به شیوه‌ای نوین نشان خواهیم داد که هیچ یک از تقریرهای این فرضیه تبیین کاملی از پیدایش کیهان ارائه نمی‌دهد و چراهای بنیادینی را بی‌پاسخ می‌گذارد. تقریرهای مختلف این فرضیه گاه دچار ناسازگاری درونی است و در مفاهیمی چون نیستی دچار خلط شده است و گاه با برخی اصول پذیرفته شده در کیهان‌شناسی مانند اصل میانگی در تعارض بوده و فاقد مزیت‌های تبیینی است که در تبیین خداپاورانه وجود دارد.

واژگان کلیدی: خالاً کوانتومی، تونل زنی کوانتومی، اصل میانگی، تصادف.

* تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۴

* تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۱۰

۱. دکتری فلسفه و کلام اسلامی، دانشگاه تهران (پروفسور فارابی) H.sajedi2@gmail.com

مقدمه

طبیعت‌گرایان همواره به دنبال یافتن راهی برای تبیین علمی پیدایش کیهان بوده‌اند. آنها در مقابل برهان تنظیم ظریف کیهانی، پروژه‌های مختلف چندجهانی را پیش کشیدند تا تنظیم شدگی شگفت‌انگیز پارامترهای بنیادین کیهانی برای شکل‌دهی حیات انسانی را محصول تصادفی بشمارند که رخ دادن آن در یک جهان از بی‌شمار جهان طبیعی جلوه کند. این فرضیات گرچه اثبات شده نیستند، توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. فارغ از دفاعیاتی که امثال رابین کالینز و ویلیام کریگ از برهان تنظیم ظریف کیهانی ارائه کرده‌اند، باید گفت فرضیات چندجهانی هنوز به پرسش اصلی یعنی اینکه «چرا اصلاً کیهانی وجود دارد؟» نپرداخته‌اند.

نیوتن کیهان را ازلی و ایستا تصویر می‌کرد. انشتین کسی بود که مهم‌ترین مبنای کیهان‌شناسی نوین یعنی معادلات میدان را به اندیشمندان عرضه کرد، اما تا قبل از کشف انبساط کیهان به وسیله رصد‌های هابل، انشتین نیز بر همین دو ویژگی کیهان‌شناسی نیوتنی یعنی ازلی و ایستا بودن کیهان پافشاری می‌کرد. از آنجا که جهان می‌توانست نباشد، از دیدگاه فلسفی و طبق اصل علیت حتی اگر جهان

ازلی باشد، باز هم نیازمند وابسته به آفریننده‌ای است که هستی برایش ضروری است. با این حال ملحدان تا زمانی که کیهان ازلی فرض می‌شد، مسأله پیدایش کیهان را چندان دردسرساز نمی‌پنداشتند. زمانی که مدل استاندارد مهبانگ و دلالت‌های آن بر جهانی آغازمند تقویت شد این سؤال برای طبیعت‌گرایان بغرنج‌تر می‌نمود، زیرا آنها همواره برای فرار از پاسخ به چرایی پیدایش کیهان به فرضیه ازلی بودن جهان پناه می‌بردند. اینجا بود که طیف گسترده‌ای از تلاش‌ها برای حذف آغازمندی از کیهان شروع شد که در خلال آن مجموعه متنوعی از نظریات تولید شد، از مدل ادینگتون، نظریه حالت پایدار و مدل لیفشیتز و حالات تکیف گرفته تا جهان‌های چرخه‌ای و مدل بی‌مرزی هارتل - هاوکنینگ (ر.ک: هاوکنینگ، ۱۳۸۹، ص ۳۷ و ۹۷؛ گاموف، ۱۳۶۳، ص ۱۱؛ Weinberg, 1972, pp615-616; Hawking, 2018, p43).

برخی از این فرضیات امروزه رد شده‌اند و یا اشکالات جدی دارند و برخی دیگر صرفاً در حد یک فرضیه بدون شواهد تجربی باقی مانده‌اند. از این رو برخی فیزیکدانان با پذیرش آغازمندی کیهان به سراغ ادعای جسورانه‌تری رفتند و گفتند

نظریات از برخی تعابیر فیزیکی خاص استفاده شده، لازم است ابتدا به شرح این واژگان پرداخته شود.

۱. اصطلاح‌شناسی

الف: نظریه تورم کیهانی^۳

تورم کیهانی نظریه‌ای است برای حل برخی مشکلات مدل استاندارد مهبانگ که در سال ۱۹۸۱ توسط آلن گوث^۴ (Guth, 1981, Vol. 23, No. 2) و البته پس از آن اصلاحاتی توسط فیزیکدانان دیگر روی آن صورت گرفت (Linde, 1984, Vol. 47, p948). به طور اجمالی این نظریه فرض می‌گیرد که در لحظات نخستین پس از مهبانگ، کیهان یک فاز بسیار کوتاه از انبساط نمایی بسیار شتابان را تجربه کرده (فاز تورمی) و سپس با خروج از این فاز، یک انبساط با شتاب عادی‌تر (مطابق با نظریه مهبانگ) آغاز شده که همراه با پیدایش ذرات مادی (گوی آتشین اولیه) است. در فاز تورمی کیهان حاوی ماده نیست، بلکه تنها حاوی انرژی خلأ است. اصطلاحاً به این وضعیت خلأ کاذب می‌گویند، زیرا وضعیتی نیست که برای همیشه پایدار بماند. پس از آنکه انبساط

قوانین فیزیک می‌تواند تبیین کند که چگونه از هیچ، چیزی به وجود آمده است و در نتیجه بنیادین‌ترین سؤال درباره هستی را پاسخ دهد. این ادعا خود در سه سطح مطرح می‌شود:

- پیدایش کیهان کوچک اولیه از خلأ کوانتومی (ایده ادوارد تریون)
- پیدایش خلأ کوانتومی بر اثر تونل زنی از هیچ (ایده الکس ویلنکین)
- پیدایش قانون تونل زنی کوانتومی و دیگر قوانین فیزیک، بر اثر تصادف (ایده لورنس کراوس)

برخی فیزیکدانان برجسته مانند جرج الیس^۱ و نویسندگان مطرحی مانند جان هورگان^۲ در مصاحبه‌ها یا مقالاتشان اینگونه برداشته‌های متافیزیکی از دانش فیزیک را نقد کرده‌اند، (Ellis, 2014, Horgan, 2012 & 2015) با این حال در تحقیقات داخلی اثر مکتوبی دیده نمی‌شود که به طور مفصل و دقیق به نقد این دیدگاه بپردازد. در ادامه پس از مروری اجمالی بر هر یک از این سه ادعا، به شیوه‌ای نوین به این پرسش پاسخ داده می‌شود که آیا این نظریات توان تبیین پیدایش کیهان را دارند یا خیر. از آن جا که در این

3. The Theory of Cosmic Inflation.

4. Alan Guth

1. George Ellis.

2. John Horgan.

بسیار شتابان دوره تورمی تمام شد و ذرات مادی شکل گرفتند، انرژی خلأ نیز به شدت کاهش یافته است. به این وضعیت پایدار، خلأ صادق می‌گویند. انرژی باقیمانده در خلأ صادق منشأ انبساط چند میلیارد ساله کیهان است که مشاهده می‌کنیم.

یک فرض پرتطرفدار از این نظریه، ایده تورم ابدی^۱ است که طبق آن مناطق مختلف کیهان اولیه در زمان‌های متفاوتی از فاز تورمی خارج می‌شوند و در نتیجه گوی‌های آتشین متفاوت و جهان‌های گوناگونی را تولید می‌کنند. از آنجا که فضا (خلأ کاذب) در دوران تورم بسیار سریع گسترش می‌یابد، نرخ گسترش فضا از نرخ خروج مناطق مختلف فضا از فاز تورمی بیشتر است و در نتیجه همواره فضا برای یک خروج دیگر و یک جهان‌زایی جدید فراهم است. بنابراین فرایند جهان‌زایی در آینده بدون وقفه ادامه پیدا می‌کند. به این وضعیت تورم ابدی می‌گویند (Vilenkin & Perlov, 2017, p272).

ب: اصل آنتروپیک^۲

شاید فرد هویل^۳ (۱۹۱۵-۲۰۰۱م) پیش از

همه از محتوای این اصل سخن گفته باشد، اما اصطلاحی به نام اصل آنتروپیک یا اصل انسان‌مداری، اولین بار توسط برلندون کارتر^۴ (۱۹۴۲م) فیزیکدان نظری استرالیایی در سال ۱۹۷۴ عنوان شده است (Edwards, 2005, Vol 10, p219). کارتر از تحقیقات کیهان‌شناختی پل دیراک^۵ (۱۹۸۴-۱۹۰۲م)، رابرت دیکه^۶ (۱۹۱۶-۱۹۹۷م) و جان ویلر^۷ (۱۹۱۱-۲۰۰۸م) در باب تنظیمات ظریف کیهانی آگاهی داشت و در نهایت دو تقریر از اصل آنتروپیک ارائه داد و آن را به دو اصل ضعیف و قوی تقسیم کرد. در بیان او، اصل آنتروپیک ضعیف مربوط به موقعیت ویژه انسان است، در حالی که اصل قوی ناظر به کل است:

اصل آنتروپیک ضعیف: موقعیت

ما در جهان باید دارای این امتیاز ویژه باشد که با وجود ما به عنوان نظاره گر سازگار باشد.

اصل آنتروپیک قوی: جهان (و در

نتیجه پارامترهای بنیادینی که جهان به آن وابسته است) باید به گونه‌ای باشد که در

5. Paul Dirac.

6. Robert Dicke.

7. John Wheeler.

1. Eternal inflation.

2. Anthropic Principle.

3. Fred Hoyle.

4. Brandon Carter.

برخی مراحل [تحولش] پذیرای پدیدار شدن ناظران در آن باشد (Carter, 2011, p3228 & 3229).

برخی دانشمندان این اصل را به
ضمیمه فرضیه چندجهانی راهی برای تبیین
تنظیم ظریف کیهانی می‌دانند (هاوکنگ،
۱۳۹۰، ص ۱۵۱؛ Dawkins, 2006, 144-140p).

ج: اصل میانگی^۱

اصل آنتروپیک تضمین می‌کند که جهان ما از نظر کمیت‌های بنیادین در بازه‌ای قرار داشته باشد که مساعد شکل‌گیری حیات باشد. حال اگر سؤال این باشد که در بازه محدود جهان‌های مساعد حیات، جهان ما احتمالاً در چه جایگاهی قرار می‌گیرد، اصل میانگی به ما می‌گوید در میان جهان‌هایی که مساعد شکل‌گیری حیات هوشمند هستند، ما احتمالاً ناظری معمولی در یک جهان معمولی هستیم، یعنی احتمالاً در کرانه‌های کم یاب‌تر این بازه قرار نداریم.

برای آشنایی با اصل میانگی و نحوه استفاده از آن در کیهان‌شناسی به این مثال توجه کنید: مدار چرخش سیارات می‌تواند بیضوی یا دایره‌ای باشد. کمیتی به نام

«خروج از مرکز» نشان‌دهنده میزان بیضوی بودن مدار است. هر قدر این کمیت بیشتر باشد یعنی مدار از حالت دایره‌ای فاصله بیشتری دارد. با توجه به شرایط دمایی و دیگر پارامترهای لازم برای شکل‌گیری حیات، دانشمندان به این نتیجه رسیده‌اند که برای اینکه یک سیاره با شرایط زمین بخواهد مساعد حیات باشد لازم است مدار آن تا حدود زیادی نزدیک به دایره باشد، مثلاً خروج از مرکز آن بین صفر تا $0/5$ باشد. در این صورت اصل آتروپیک به ما می‌گوید مدار چرخش زمین دور خورشید نیز باید در همین محدوده باشد. حال اگر خروج از مرکز کره زمین $0/1$ باشد، این جای شگفتی ندارد، اما اگر خروج از مرکز زمین $0/0000000001$ باشد واقعاً سؤال برانگیز است، زیرا می‌گوییم: چرا زمین در کنکور سراسری شرایط مساعد حیات، جزو نفرات اول شده است، در حالی که با رتبه بیشتر هم می‌توانست حیات هوشمند را به بار آورد؟ (ر.ک: هاوکنینگ، ۱۳۹۰، ص ۱۴۱).

د: جهان بسته وکړوی:

هندسه از دوران باستان تنها یک نسخه به نام هندسه اقلیدسی داشته است که از یک اصل به ظاهر بدیهی (موسوم به اصل پنجم

هندسه) تبعیت می‌کند. طبق این اصل از یک نقطه خارج از یک خط، یک و تنها یک خط موازی با آن می‌توان رسم کرد. در این فضا خطوط مستقیم دارای هیچ انحنایی نیستند. مجموع زوایای مثلث ۱۸۰ درجه است و محیط دایره برابر است با قطر آن ضرب در عدد پی (π). ما با این هندسه تقریباً تمام محاسبات فضایی لازم در زندگی را می‌توانیم انجام دهیم، بدون اینکه به مشکلی برخوردیم. تفکر ما به طور عمیقی با فضای اقلیدسی عجین شده است تا جایی که کانت با تمام تشکیک‌ها و دقت‌های عقلی‌اش، آن را یک مفهوم پیشینی، ضروری و اجتناب‌ناپذیر ذهن انسان معرفی می‌کند (Friedman, Diálogos, 79, 2002, p121). به طور طبیعی فیزیک نیوتنی هم بر همین هندسه استوار است.

اولین کسی که به هندسه‌ای کاملاً متفاوت فکر کرد ریاضی‌دان بزرگ آلمانی فریدریش گوس^۱ (۱۷۷۷-۱۸۵۵م) بود. او بیشتر روی هندسه نااقلیدسی دو بعدی کار کرد و شاگرد هموطنش برنارد ریمان^۲ (۱۸۲۶-۱۸۶۶م) کار او را در ابعاد بالاتر ادامه داد. اساس این هندسه‌ها عبور از

اصل پنجم است. قابل‌تصورترین فضای نااقلیدسی، هندسه کروی دو بعدی است. سطح کره زمین را به عنوان یک سطح کروی دو بعدی در نظر بگیرید. می‌دانیم خط مستقیم خطی است که دو نقطه از فضا را در کمترین مسافت طی می‌کند. طبق این تعریف، خط مستقیم روی کره زمین، خطوطی مانند نصف النهارها و خط استوا هستند که زمین را به دو نیم کره تقسیم می‌کنند (مدارهای جغرافیایی بالا و پایین استوا، خط مستقیم نیستند چون کمترین فاصله بین نقاط را طی نمی‌کنند). در چنین سطحی خطوط مستقیم همگرا هستند و لذا از یک نقطه بیرون یک خط، هیچ خطی موازی با آن نمی‌توان رسم کرد، زیرا خطوط مستقیم در جایی مثل قطب شمال و جنوب هم دیگر را قطع می‌کنند. در چنین جایی مجموع زوایای مثلث بیشتر از ۱۸۰ درجه و نسبت محیط دایره به قطر آن هم کمتر از عدد پی است. این سطح اصطلاحاً دارای انحنای مثبت است (ریندلر، ۱۳۹۰، ص ۱۲۹).

ما سطح دو بعدی با انحنای مثبت را تنها به کمک فضای اقلیدسی سه بعدی می‌توانیم تصور کنیم، یعنی مثلاً سطح دو

1. Carl Friedrich Gauss.

2. Bernhard Riemann.

بعدی کروی را درون یک فضای سه بعدی متعارف در نظر می‌گیریم. اما برای فضای سه بعدی غیر تخت، راهی برای تصور شهودی نداریم زیرا فضای چهاربعدی اقلیدسی را نمی‌توانیم به طور شهودی درک کنیم تا فضای سه بعدی خمیده را درون آن بگذاریم و شهود کنیم. اما می‌توانیم خواص ریاضیاتی چنین فضایی را درک کنیم.

سؤالی که ذهن فیزیکدانان را مشغول کرده این است که جهان ما از کدام هندسه تبعیت می‌کند. با این فرض که نور مسیر مستقیم (کوتاهترین مسیر) را طی می‌کند، در حالت عادی و با نظر به کل کیهان، آیا مسیرهای مستقیم در هندسه کیهان ما همگرا هستند یا نه؟ اگر جواب مثبت باشد جهان ما کروی و بسته است و اگر گفتیم جهان از هندسه اقلیدسی تبعیت می‌کند، اصطلاحاً جهان ما تخت خواهد بود.

۵: تونل زنی کوانتومی

اگر تحولات یک ذره یا سیستم را در نظر بگیریم، دو کمیت را می‌توان با هم مقایسه کرد: انرژی‌ای که سیستم دارد و انرژی‌ای که نوع خاصی از تحول مستلزم آن است. طبیعتاً اگر انرژی سیستم کمتر از انرژی مورد نیاز برای تحول مورد نظر باشد،

سیستم نمی‌تواند آن تحول را تجربه کند. در یک مثال ساده توپی را در نظر بگیرید که می‌خواهد از یک تپه عبور کند. عبور از تپه تحولی است که نیاز به انرژی خاصی دارد. توپ ما بر اساس سرعت و موقعیتی که دارد مقدار خاصی از انرژی را داراست. حال می‌گوییم توپ در صورتی از تپه عبور می‌کند که انرژی‌اش بیشتر از انرژی مورد نیاز برای عبور از تپه باشد، پس اگر سرعت و ارتفاع توپ خیلی کم باشد نمی‌تواند از تپه عبور کند. اصطلاحاً می‌گوییم توپ با یک سد پتانسیل مواجه شده است. آنچه گفتیم توضیحی است که در فیزیک کلاسیک مطرح می‌شود، اما فیزیک کوانتومی رفتار ذرات میکروسکوپی را طور دیگری توضیح می‌دهد. این ذرات با تابع موج شرودینگر^۱ توصیف می‌شوند که احتمال وجود ذره در نقاط مختلف فضا را تعیین می‌کند. البته هنگامی که بخواهیم ذره را مشاهده کنیم، آن را در مکان نسبتاً مشخصی می‌یابیم؛ به عبارت دیگر تابع موج احتمالی هنگام مشاهده از بین می‌رود. حال اگر ذره‌ای را در کنار یک سد پتانسیل بسیار باریک مشاهده کنیم طوری که ذره انرژی لازم برای عبور از سد را نداشته باشد، باز هم معادله شرودینگر

1. Schrodinger wave function.

احتمال می‌دهد ذره در آن سوی سد نیز یافت شود؛ یعنی اگر کمی بعد دوباره اقدام به مشاهده ذره کنیم، شاید آن را آن سوی سد بیابیم. این چیزی است که فیزیک کلاسیک نمی‌تواند آن را توضیح دهد و تحت عنوان تونل‌زنی کوانتومی شناخته می‌شود (Vilenkin & Perlov, 2017, p244).

۲. ایده تریون

مدل استاندارد مهبانگ تصویر ما از جهان ازلی و ثابت نیوتن و انیشتین را کنار زده و پیدایش کیهان از یک ذره بسیار کوچک و چگال اولیه و به نوعی جهانی آغازمند را ادعا می‌کند. کیهان آغازمند چگونه به وجود آمد؟ چگونه نیستی به هستی مبدل شد؟ این سؤالی است که طبیعت‌گرایان زیادی را کلافه کرده است. در این میان ادوارد تریون^۱ (۱۹۴۰-۲۰۱۹م) استاد فیزیک دانشگاه سیتی نیویورک در اوائل دهه ۱۹۷۰ با توجه به خصلت‌های عجیب و غریب خلأ، یک ایده جالب توجه را پیشنهاد کرده است.

می‌دانیم که خلأ یک فضای سرگیجه آور پر از میدان‌ها و ذراتی است که دائماً میان هستی و نیستی در نوسانند. با توجه به

اصل عدم قطعیت هایزنبرگ نوسان‌های خلأ در برهه‌های زمانی بسیار کوتاه، انرژی‌ای را که قرض گرفته‌اند پس می‌دهند و ناپدید می‌شوند. مثلاً یک زوج تصادفی الکترون و پوزیترون، در یک تریلیونیوم ثانیه (10^{-21} s) ایجاد می‌شوند و از بین می‌روند. زوجهای ذره-پادذره سنگین‌تر حتی زودتر از این ناپدید می‌شوند.

پیشنهاد تریون این بود که اگر ذرات می‌توانند یک دفعه از خلأ کوانتومی پدید بیایند، چرا یک کیهان کوچک اولیه نتواند؟! (Tryon, 1973, p396; Vilenkin & Perlov, 2017, p333). ابتدا این ایده خنده‌آور به نظر می‌رسید. خیلی فرق است بین اینکه یک ذره زیراتمی در کسری از ثانیه از خلأ پدید بیاید و اینکه یک جهان با جرم 10^{53} kg و با پایداری ده میلیارد از خلأ سربرآورد! اما تریون معتقد بود این فرضیه هیچ قانون فیزیکی را نقض نمی‌کند. ممکن است بگویید این با قانون پایستگی انرژی تنافی دارد. تریون در جواب می‌گوید جهانهای بسته و کروی انرژی کلشان صفر است، زیرا انرژی

1. Edward Tryon.

نیروی جاذبه منفی است^۱ و طبق نسبیت عام، در جهان‌های بسته انرژی منفی گرانش با انرژی مثبت ماده دقیقاً برلبر است. این فرضیه پایداری بار را هم نقض نمی‌کند، زیرا در یک جهان بسته، بار کل هم صفر است (Krauss, 2012, p165). در فیزیک کوانتومی هر نوسان کوانتومی که با قوانین پایداری در تعارض نباشد، احتمال دارد رخ دهد. هرچه نوسان کوانتومی مورد نظر بزرگتر باشد، احتمال محقق شدنش کمتر است، اما هرگز دقیقاً به صفر نمی‌رسد. پس این فرض اشکالی ندارد که در خلأ کوانتومی، ناگهان یک منطقه با فضای تخت مثل یک ورم بیرون بزند و به تدریج به شکل یک کره خود را از

فضای زمینه‌ای جدا کند. همزمان با برآمدن این منطقه، مقدار زیادی ماده به طور تصادفی در همین جا ایجاد می‌شود، طوری که هنگام جدا شدن کره، یک جهان بسته پر از ماده داشته باشیم. مزیت جهان بسته این است که هیچ انرژی را از خلأ قرض نگرفته است که بخواهد به سرعت پس دهد، لذا می‌تواند برای مدتی طولانی پایدار بماند بدون اینکه اصل عدم قطعیت را نقض کند (Vilenkin & Perlov, 2017, p335).

پیدایش ماده از خلأ در نظریه تورم هم مشهود است، با این تفاوت که انرژی خلأ در ابتدا بسیار بیشتر از انرژی کنونی آن فرض می‌شود تا بتواند آن انبساط بسیار

۱. انرژی کمی است که قابلیت انجام کار توسط یک سیستم را تعیین می‌کند. کار در اینجا به معنای به کارگیری نیرو در جهت جابه‌جایی است. اگر سیستم گوی و زمین را در نظر بگیریم، هرچه گوی فاصله بیشتری از سطح زمین داشته باشد، انرژی پتانسیل گرانشی‌اش بیشتر است. به طور ملموس می‌توانید به این واقعیت توجه کنید که هر چه گوی فاصله بیشتری از سطح زمین داشته باشد، در صورت رها شدن و افتادن روی زمین، می‌تواند تخریب بیشتری را ایجاد کند. برای اینکه مقدار مشخصی از انرژی پتانسیل را به گویی با ارتفاع مشخص نسبت دهیم، لازم است یک مبدأ پتانسیل تعریف کنیم که در آنجا انرژی پتانسیل صفر اختیار می‌شود. پس از آن می‌توان به سایر نقاط پتانسیلهای مختلف را نسبت داد. (در واقع آنچه از نظر فیزیکی حائز اهمیت است تغییرات انرژی پتانسیل در

ارتفاعات مختلف است نه خود انرژی پتانسیل) مثلاً می‌توانیم انرژی پتانسیل گویی که در سطح زمین قرار دارد را صفر در نظر بگیریم و فرض کنیم گویهای با ارتفاع بیشتر دارای انرژی پتانسیل مثبت هستند. اما به طور سنتی و برای راحتی در محاسبه فیزیکدانان فرض می‌گیرند انرژی پتانسیل گویی که در فاصله بینهایت است صفر است زیرا چنین گویی تقریباً تحت هیچ تأثیری از میدان گرانشی زمین قرار نمی‌گیرد و لذا قابلیت به کارگیری نیروی گرانشی زمین را ندارد. نتیجه سخن این است که در فاصله‌های کمتر انرژی پتانسیل گوی منفی خواهد بود. برای همین گفته می‌شود انرژی نیروی گرانش منفی است. گفتنی است در فیزیک نسبیتی بر خلاف فیزیک کلاسیک، علاوه بر اینکه اختلاف انرژی پتانسیل دو نقطه دارای اثر فیزیکی است، خود انرژی پتانسیل هم معنادار و مهم است.

شتابان را رقم بزنند.

لورنس کراوس (۱۹۵۴م) فیزیکدان پر سر و صدای کانادایی-آمریکایی با دفاع از ایده تریون، آن را برای تبیین پیدایش کیهان کافی می‌بیند. وی با طعنه به فلاسفه و الهی‌دانان، می‌گوید آنها اصرار دارند میان هیچ واقعی فلسفی و آنچه کراوس نام آن را هیچ می‌گذارد تمایز قائل شوند. فیلسوفان می‌گویند خلأ کوانتومی، واقعاً هیچ نیست، در حالی که خلأ کوانتومی یک فضای خالی است که در آن چیزی نیست و می‌توان نام آن را هیچ چیز گذاشت. به نظر او کسانی مانند افلاطون و آکوئیناس وقتی حرف از پیدایش وجود از عدم می‌زدند، منظورشان از عدم همین فضای خالی بوده که در آن چیزی نیست (Krauss, 2012, p151).

۲-۱. مشکلات ایده تریون:

الف: مخالفت با اصل میانگی

نخستین اشکال فرضیه پیدایش کیهان از خلأ کوانتومی مخالفت آن با اصل میانگی است. در نقد فرضیه تریون گفته می‌شود جهان ما در محدوده‌ای که اصل آنتروپیک اجازه می‌دهد جزو جهانهای بیش از حد بزرگ است، نه یک جهان معمولی (Vilenkin & Perlov, 2017, p315). قابل فهم نیست که چرا باید

جهان چنین بزرگی به وجود بیاید. محتمل‌ترین حالت پیدایش جهان‌هایی به اندازه طول پلانک ($1.6 \times 10^{-35}m$) است. هرچه جهان بزرگتر و پرچرم‌تری را در نظر بگیریم احتمال پیدایشش کم و کمتر خواهد شد. حتی اگر چندجهانی و اصل آنتروپیک را در نظر بگیریم، برای اینکه جهان ما دربردارنده ناظرانی باشد که بتوانند بزرگی آن را اندازه بگیرند، باز هم نیاز نیست جهان تا این حد بزرگ باشد. از این رو فرضیه تریون با اصل میانگی سازگار نیست.

ب: وجودی بودن خلأ کوانتومی

اشکال دیگر اینکه اساساً ایده تریون شباهت چندانی به پیدایش از هیچ ندارد. خلأیی که ما در فیزیک از آن بحث می‌کنیم گرچه شامل ماده پایدار نیست، اما با نیستی تفاوت‌های زیادی دارد:

۱. در خلأ، فضا-زمان وجود دارد. این فضا-زمان طبق نسبیت عام انشتین می‌تواند دارای انحنای پیچ و تاب‌های مختلف باشد. خمشهای فضا-زمان نشانگر فشرده یا باز بودن آن است و مسیر مستقیم ذره را - در صورت وجود - تعیین می‌کند.

۲. از مکانیک کوانتومی می‌دانیم این فضا دارای چگالی انرژی، فشار، میدان و ذره است. میدانهایی مثل میدان تورمی، میدان هیگز و میدان ذرات مادی در آن حضور دارند. به قول ویلنکین، «خلأ خیلی چیز است» و به گفته آلن گوث «ایده پیدایش جهان از فضای خالی، به هیچ وجه بنیادین‌تر از ایده پیدایش جهان از یک تکه لاستیک نیست. این شاید درست باشد، اما هنوز می‌توانیم بپرسیم خود آن تکه لاستیک از کجا آمد» (Ibid, p335). جرج الیس نیز معتقد است این فرضیه «یک تئوری درباره این است که چگونه از مجموعه چیزهای پیچیده و از پیش موجود، چیزهای جدید به وجود می‌آیند» (Ellis, 2014). بنابراین این تنها فیلسوفان نیستند که میان خلأ کوانتومی و نیستی تفاوت می‌بینند، بلکه خود فیزیکدانان هم بر این تمایز تأکید کرده‌اند.

۳. برخلاف ادعای کراوس، فلاسفه قدیم هم با اینکه اطلاعی از وجود انرژی و میدان و ... در خلأ نداشته‌اند، همواره

بین خلأ (که خالی بودن یک فضا از ماده است) و عدم مطلق تمایز قائل بوده‌اند، زیرا خلأی که مکان خاصی دارد دارای ابعاد سه گانه است، قابل اشاره حسی است، قابل تقسیم به چند قسمت است و می‌توان چیزی را داخل آن کرد یا از آن خارج کرد، اما عدم مطلق نه طول و عرض و ارتفاع دارد، نه قابل اشاره حسی است، نه تقسیم پذیر است و نه چیزی وارد آن می‌شود (فخر رازی، ۱۳۷۳، ج ۲، ص ۸۴؛ کاپلستون، ۱۳۸۰، ج ۱، ص ۴۶۴). اگر هم فرضاً فیلسوفی در گذشته فضای خالی را عدم دانسته باشد به دلیل عدم اطلاعش از ویژگی‌های وجودی آن بوده که امروزه کشف شده، نه به این دلیل که تعریف او از عدم متفاوت بوده باشد.

۴. تلاش خود فیزیکدانان و از جمله کراوس برای تبیین پیدایش خلأ کوانتومی بر اساس گراننش کوانتومی و تونل زنی، خود نشان می‌دهد آنها خلأ کوانتومی را هیچ چیز نمی‌دانند و الا تلاش برای تبیین پیدایش هیچ چیز، بی معنی خواهد بود!

در مورد گذشته کیهان هم صادق است؟ اگر تورم می‌تواند ابدی باشد چرا فرض نگیریم که کیهان ازلی هم هست، یعنی خلاً کاذب، از ازل موجود بوده و تورم و جهان‌زایی بی وقفه در مناطق مختلف کیهان از گذشته بی‌نهایت دور تاکنون ادامه پیدا کرده تا اینکه بالاخره نوبت به جهان ما رسیده است؟

در سال ۲۰۰۳ الکس ویلنکین^۱ (۱۹۴۹م) فیزیکدان اوکراینی، آلن گوٹ مبدع نظریه تورم به همراه استاد فیزیک دانشگاه لانگ آیلند، آرویند بورده^۲ (۱۹۵۵م) استدلالی ترتیب دادند مبنی بر اینکه حتی اگر تورم در آینده ابدی باشد، در گذشته نمی‌تواند ازلی بوده باشد. با توجه به ابتدای نام خانوادگی مبدعان این استدلال به آن نظریه BGV می‌گویند.

استدلال BGV شامل هر جهانی می‌شود که به طور میانگین همواره در حال انبساط باشد. هم در مدل‌های تورمی و هم در نسخه جدید مدل‌های چرخه‌ای، این شرط وجود دارد و لذا استدلال جاری می‌شود (Borde, 2003, Vol. 90, Issue 15). بنابراین تورم و جهان‌زایی در گذشته تا ازل پیش نمی‌رود و از یک جایی

به طور خلاصه خلاً کوانتومی چیزی است که حاوی ماده فیزیکی پایدار نیست، نه اینکه هیچ چیز باشد.

ج: عدم پاسخ به چرایی وجود میدانهای تورمی و کوانتومی در خلاً

پایستگی انرژی گرچه شرط لازم برای یک فرایند فیزیکی است، شرط کافی نیست. قانون پایستگی انرژی، وجود نیروها و میدانهای سیستم را پیش فرض می‌گیرد و سپس بر اساس آن تحول سیستم را پیش‌بینی می‌کند، اما درباره این که آن نیروها و میدانهای اولیه از کجا آمده‌اند حرفی نمی‌زند. در بحث ما نیز هنوز مشخص نیست چرا خلاً دارای میدان تورمی و سایر میدانهای کوانتومی است که می‌تواند منشأ تحولات بعدی بشود. این اشکال در واقع بیان دیگری از همان اشکال قبل است، بدون اینکه وارد دعوای وجودی یا عدمی بودن خلاً کوانتومی شویم. می‌توان گفت میدانهای موجود در خلاً کوانتومی یک ویژگی خاص برای آن هستند و در ایده تریون چرایی وجود این میدانها در خلاً بی پاسخ مانده است.

د: استدلال BGV

طبق فرضیه تورم ابدی، فرایند جهان‌زایی تا لبد می‌تولند ادامه یابد، اما لیا همین مطلب

2. Arvind Borde.

1. Alex Vilenkin.

آغاز شده است. اینجا این سؤال به طور جدی تری پیش کشیده می شود که خلأ کاذب با آن چگالی انرژی بسیار زیادش چگونه به وجود آمده است.

۳. ایده ویلنکین

به خاطر اشکالات فرضیه تریون، ویلنکین و دیگران در سال ۱۹۸۲ به سراغ یک ایده بنیادین تر تحت عنوان «تونل زنی از هیچ» رفتند. این ایده می خواهد پیدایش خود خلأ کوانتومی را هم توجیه کند.

مفهوم تونل زنی در عرصه های مختلف فیزیک کاربرد دارد. از این رو ویلنکین فرض می گیرد که این پدیده حتی می تواند اندازه و سرنوشت یک جهان بسیار کوچک را نیز تغییر دهد. یک جهان کروی بسته پر از خلأ کاذب و مقداری ماده را در نظر بگیرید. اگر شعاع این کیهان از حد خاصی کمتر باشد، غلبه گرانش باعث تراکم و رُمبش کیهان می شود، اما اگر شعاعش بیشتر باشد، انرژی خلأ بر نیروی گرانش غالب می شود و تورم را رقم می زند. طبق فیزیک کلاسیک، جهانی با شعاع کوچک نمی تواند از این سرنوشت مرگبار رهایی یابد. چنین جهانی برای تبدیل شدن به جهانی با شعاع بزرگتر که دچار رُمبش نشود با یک سد انرژی مواجه است که هرگز نمی تواند از آن عبور کند. اما فیزیک

کوانتومی محاسبات را تغییر می دهد. تونل زنی کوانتومی امکان گذر از سد را فراهم می کند. جهان کوچک ما می تواند با تونل زنی از شعاع کوچک به شعاع بزرگ، سرنوشت خود را تغییر دهد و شاهد یک تورم ابدی باشد. میزان احتمال چنین تونل زنی به محتویات جهان و شعاع آن بستگی دارد.

تغییر شعاع کیهان بر اثر تونل زنی به وسیله مکانیک کوانتومی قابل توصیف است. اما ویلنکین برای تبیین پیدایش کیهان از هیچ، دست به یک تعمیم جالب می زند. او می گوید بیا باید شعاع کیهان اولیه که قرار است به کیهان بزرگتری تونل بزنند را کوچک و کوچکتر فرض کنیم. توصیف ریاضیاتی که کوانتوم مکانیک به دست ما داده، این اجازه را می دهد که شعاع کیهانی که تونل زنی می کند تا نزدیک صفر کوچک باشد. اما جالبتر اینکه حتی اگر شعاع کیهان اولیه را صفر فرض کنیم، طبق فرمول کوانتومی که در دست داریم، یک احتمال غیر صفر کاملاً مشخص برای تونل زنی وجود دارد. اما تونل زنی از کیهانی با شعاع صفر، یعنی تونل زنی از هیچ، جهانی که پس از این تونل زنی به وجود می آید فقط حاوی انرژی خلأ است و هیچ ماده ای ندارد. در واقع اگر تریون توضیح

داده باشد که چگونه از خلأ کوانتومی یک کیهان بسته پر از ماده می‌تواند سر در بیاورد، ویلنکین توضیح می‌دهد که چگونه خود این خلأ کوانتومی از هیچ سر بر آورده است. این بار واقعاً پیدایش از هیچ داریم، نه به قول گوث، پیدایش از لاستیک!

«هیچ»ی که مبدأ تونل‌زنی ویلنکین است واقعاً هیچ است، یعنی در آن نه ماده وجود دارد، نه انرژی، نه فضا، نه زمان، نه خمیدگی و نه میدان. این ایده پس از ویلنکین اوکراینی، توسط چهار دانشمند روسی پرورش یافت: آندری لینده^۱ (۱۹۴۸م) از پیشگامان نظریه تورم کیهانی، والری روباکف^۲ (۱۹۵۵م) نظریه پرداز در زمینه میدانهای کوانتومی، الکسی استروبینسکی^۳ (۱۹۴۸م) اختریف‌یکدان و از محققان اولیه در نظریه تورم کیهانی و یاکوف زلدوویچ^۴ (۱۹۱۴-۱۹۸۷م) فیزیکدان نظری و از توسعه‌دهندگان سلاحهای هسته‌ای. مکانیک کوانتومی تعیین می‌کند که چه کیهانی، با چه شعاع و چه چگالی انرژی، چقدر احتمال دارد که از هیچ زاده شود. هرچه انرژی کیهان متولد شده بیشتر باشد، شعاعش باید کمتر باشد و بیشترین احتمال برای جهانی با بیشترین

انرژی و کمترین شعاع است (Vilenkin & Perlov, 2017, p337).

گفتنی است در مدل بی مرزی هارتل-هاوکینگ هم تونل زنی از هیچ مطرح می‌شود، با این تفاوت که در مدل هاوکینگ بیشترین احتمال به کیهانی با کمترین انرژی خلأ و بیشترین شعاع درونی اختصاص داده می‌شود. در هر صورت چه در مدل ویلنکین و چه در مدل بی مرزی، پس از پیدایش جهان، دافعه‌ای که خلأ ایجاد می‌کند باعث انبساط و تورم ابدی کیهان می‌شود (Krauss, 2012, p168). در حالی که ضرب المثل مشهور اقتصادی می‌گوید: «ناهار مجانی نداریم»، هاوکینگ در تعبیری طنزگونه پیدایش جهان از هیچ را یک ناهار مجانی تمام عیار می‌شمارد (Hawking, 2018, p34).

۳-۱. برداشتهای طبیعت‌گرایانه از ایده ویلنکین
آیا تونل زنی از هیچ به تنهایی می‌تواند تبیین‌کننده وجود کیهان باشد و نیاز به تبیین فراطبیعی را برطرف کند؟ از نظر هاوکینگ جواب مثبت است: «من فکر می‌کنم که واقعاً شما می‌توانید کل یک جهان را رایگان به دست آورید. ... دیگر نیازی به خدا برای به وجود آوردن آن

1. Andrei Linde.

2. Valery Rubakov.

3. Alexei Starobinsky.

4. Yakov Zeldovich.

نیست» (Ibid, p33&34).

کراوس نیز از جمله کسانی است که از این دیدگاه به شدت حمایت می‌کند. او کتاب مستقلى در این باره تألیف کرده و معتقد است آزمایشات و نظریه‌های فیزیک جدید تماماً نشان می‌دهد به دست آمدن چیز از هیچ چیز مشکلی ندارد (Krauss, 2012, p19). وی می‌گوید حتی اگر عدم بودن فضای خالی محل تردید باشد، گرانش کوانتومی می‌تواند توضیح دهد که خود این فضای خالی چگونه از هیچ به وجود آمده است. در این صورت هیچ به معنای نبود فضا و زمان است. اما باز هم برخی فلاسفه می‌گویند همین که قابلیت به وجود آمدن فضا-زمان بر اساس قوانین فیزیک وجود داشته است، پس این هم هیچ مطلق فلسفی نیست. کراوس مواجهه الهی‌دانان را نقد می‌کند و می‌گوید ما دانشمندان هر تعریفی از هیچ ارائه دهیم، آنها خواهند گفت این آن هیچ فلسفی نیست؛ گویی از نظر آنها «هیچ چیز، حالتی است که فقط خدا می‌تواند از آن حالت چیزی را به وجود آورد!» (Ibid, p20). وی در بیان فنی‌تر این‌طور به فیلسوفان اشکال می‌گیرد:

اگر بخواهیم میان عدم مطلق و قابلیت وجود تمایز قائل شویم، آنگاه خدا هم دیگر نمی‌تواند از عدم

مطلق چیزی را به وجود آورد چون چیزی که قابلیت وجود ندارد، به وجود آمدنش محال است (Ibid, p173).

۲-۳. لزوم تفکیک میان چند مفهوم

برای اینکه به ارزیابی درستی درباره این ادعا دست پیدا کنیم، ابتدا لازم است به چند نکته توجه شود:

تفاوت پیش‌بینی و توصیف با

تبیین: فیلسوفان علم به نیکی میان توصیف و تبیین تمایز قائل شده‌اند. توصیف این است که نحوه رفتار یک پدیده یا مجموعه‌ای از پدیده‌ها را توضیح دهید، بدون اینکه علت این رفتار را بیان کنید. مثلاً هابل توانست برای ما کیهان را توصیف کند. او گفت کهکشان‌ها مطابق قانون هابل در حال دور شدن از هم هستند، اما بیان نکرد که چرا این انبساط کیهانی رخ می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید توصیف می‌تواند همراه با بیان کمی ریاضیاتی و همچنین همراه با پیش‌بینی باشد، اما تبیین چیزی فراتر از صرف توصیف است. در تبیین شما علت و ریشه پدیده‌ها را بیان می‌کنید. در مثال پیش‌گفته مدل‌هایی که از معادلات فریدمان در می‌آیند می‌توانند انبساط کیهان را تبیین کنند. مثلاً یک مدل به شما اجازه می‌دهد در پاسخ به این سؤال که چرا جهان در حال انبساط است

بگویید: زیرا جهان تخت و ثابت
کیهان‌شناختی مثبت است و معادلات
فریدمان ایجاب می‌کند در چنین جهانی
انبساط رخ دهد.

تفاوت قابلیت و امکان: در فلسفه
میان این دو مفهوم نیز تمایز برقرار می‌شود
(میرداماد، ۱۳۸۱-۱۳۸۵، ص ۳۸).
قابلیت یا استعداد ویژگی یک چیز است،
مثلاً می‌گویید یک ذره با بار مثبت قابلیت
جذب یک ذره با بار منفی را دارد یا یک
جسم با سرعت مشخص قابلیت گریز از
جاذبه زمین را دارد. طبیعتاً باید چیزی
وجود داشته باشد، تا قابلیت‌هایی داشته
باشد. در دو مثال فوق بار و سرعت ذره،
این دو قابلیت را برای آن به ارمغان آورده
است. اما امکان دایره گسترده‌تری دارد و
درباره اصل وجود یک شیء هم می‌تواند به
کار برود، مثلاً می‌گویید ممکن است
جهان‌های دیگری هم وجود داشته باشند.
در اینجا هدف شما اشاره به یک قابلیت و
استعداد در این جهان‌های احتمالی نیست،
زیرا قابلیت‌هایی که جهان‌های دیگر دارند،
تنها بعد از وجود داشتن آن جهان‌ها مطرح
می‌شوند. شما صرفاً می‌خواهید بگویید
وجود داشتن جهان‌های دیگر از نظر عقلی
اشکالی ندارد. به طور خلاصه وقتی چیزی
نیست، قابلیت‌های آن هم نیست، اما

امکان به وجود آمدنش هست.

تفکیک میان تصادف محض و
تصادف ضابطه‌مند: اصل علیت می‌گوید
چیزی که می‌تواند باشد و می‌تواند نباشد،
بودنش علتی دارد. از گذشته کسانی بوده و
هستند که اصل علیت را منکرند و معتقدند
ممکن است چیزی بدون هیچگونه علت و
دلیلی به وجود آید. این یک تصادف محض
و کاملاً گتره‌ای است و مبتنی بر وجود هیچ
قانونی نیست. اما امروزه نوع ملایم‌تری از
تصادف مطرح است که می‌توانیم آن را
تصادف ضابطه‌مند یا چارچوب‌دار بنامیم
به این معنی که تنها در چارچوب مشخصی
که مجموعه‌ای از قوانین - مثلاً قوانین
مکانیک کوانتومی - اجازه می‌دهد ممکن
است چیزی بدون علت به وجود آید. در
ادامه بحث لوازم متفاوت این دو نوع
تصادف بیان خواهد شد.

۳-۳. دو تقریر از ایده تونل زنی از هیچ

کسانی که تلاش می‌کنند با تعمیم مفهوم
تونل زنی، پیدایش خلأ کوانتومی و کیهان
را توضیح دهند، می‌توانند یکی از دو منظور
زیر را داشته باشند:

۱. تونل زنی به نوعی تحول در پدیده
فیزیکی اشاره دارد، که در آن ذره از
حالتی به حالت دیگر تغییر می‌کند.
بنابراین همانطور که یک جهان با

وقتی درباره جهان اولیه به کار می‌رود منظور این نیست که جهان از هیچ چیز به وجود آمده، بلکه منظور این است که جهان اولیه بدون علت به وجود آمده است. در این صورت:

- تونل‌زنی به عنوان قابلیت نیستی در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه صرفاً بیانگر امکان به وجود آمدن یک جهان اولیه کوچک بدون علت است.
- قوانین فیزیک کوانتومی بر هیچ چیز حاکم نیست، بلکه صرفاً حاکم بر وجودات فیزیکی است.
- تونل‌زنی برای پیدایش جهان اولیه نقش تبیین‌کنندگی ندارد بلکه صرفاً توصیف‌کننده این است که ممکن است چنین جهانی با ویژگی‌های خاصی به وجود بیاید.
- فضا-زمان یا جهان اولیه بر اثر تصادف محض به وجود نیامده، بلکه بر اثر تصادف ضابطه‌مند (در چارچوب قوانین مکانیک کوانتومی) ایجاد شده است.

۳-۴. مشکلات هر دو تقریر

شعاع کوچک می‌تواند بر اثر تونل‌زنی تبدیل به جهانی با شعاع بزرگتر شود، هیچ چیز نیز بر اثر تونل‌زنی می‌تواند تبدیل به جهانی با شعاع کوچک شود. در این صورت:

- تونل‌زنی به عنوان ویژگی و قابلیت برای «نستی» در نظر گرفته شده است.
 - قوانین فیزیک کوانتومی بر هیچ چیز نیز حاکم است.
 - تونل‌زنی برای پیدایش فضا-زمان نقش تبیین‌کنندگی دارد نه اینکه صرفاً توصیف‌کننده باشد، زیرا هیچ چیز و قابلیت‌های آن را به عنوان منشأ پیدایش فضا-زمان در نظر گرفته است.
 - فضا-زمان بر اثر تصادف محض به وجود نیامده، بلکه بر اثر تصادف ضابطه‌مند (در چارچوب قوانین مکانیک کوانتومی) ایجاد شده است.
۲. تونل‌زنی گرچه وقتی درباره ذرات کوانتومی به کار می‌رود اشاره به نوعی تحول و تغییر وضعیت در چیزی دارد،

مشکلات تقریر اول:

الف: نسبت دادن خصلت‌های وجودی به نیستی

در این تقریر نیستی به وضوح از هیچ بودن خارج شده و به عنوان یک وجود در نظر گرفته شده است که دارای توانایی تونل زنی است که بر اثر آن تبدیل به چیز دیگری می‌شود، دارای قابلیت تغییر است و قانون از آن انتزاع می‌شود. این تقریر فرض می‌گیرد یک وضعیت اولیه به نام عدم بر اثر تونل زنی می‌تواند به وضعیت جدیدی نائل آید. در این صورت آن وضعیت اولیه‌ای که قوانین مکانیک کوانتومی بر آن حاکم هستند و قابلیت تحول به کیهانهای کوچک اولیه را دارد نمی‌تواند هیچ باشد، بلکه چیزی است که اسمش را نیستی گذاشته‌ایم! و الا در فرض عدم مطلق، قوانین مکانیک کوانتومی بر چه چیزی می‌خواهند اعمال شوند و چه سیستمی را می‌خواهند با تونل زنی متحول کنند؟

ویلیام کارول فیلسوف و استاد مدعو دانشگاه یوهان این اشکال را به شکل دیگری بیان می‌کند: قوانین فیزیک توصیف‌کننده نحوه تحولات و رخداد‌های طبیعتند. طبق فرض ویلنکین، قوانین مکانیک کوانتومی قبل از پیدایش کیهان

حضور دارند. حضور این قوانین، یکی از دو معنای زیر را می‌تواند داشته باشد. یا باید فرض کنیم قبل وجود جهان ما، یک شیء فیزیکی وجود دارد که این قوانین روی آنها پیاده می‌شوند و یا فرض کنیم قوانین در ذهن خدا هستند. در حالت اول، فرضیه ویلنکین توصیف‌کننده پیدایش چیزی از چیزی است نه چیزی از عدم و در حالت دوم به وجود خدا اذعان کرده‌ایم (Carroll, 1988, p67).

ب: پاسخ ندادن به چارهای اساسی

حتی اگر فرض کنیم هیچ چیز ویلنکین با وجود قابلیت‌هایی که دارد واقعاً هیچ است، همچنان این سؤال باقی است که چرا هیچ چیز این ویژگی‌ها را دارد؟ چرا هیچ چیز بر اساس قوانین گرانش کوانتومی رفتار می‌کند؟ و چرا بنیادین‌ترین قوانین طبیعت که بر نیستی حاکمند و آن را گام به گام تا پیدایش جهان پیش می‌برند، مساعد وجود ما هستند؟

ج: تنافی با مدل بی‌مرزی

این تقریر با مدل بی‌مرزی هارتل-هاوکنینگ سازگار نیست، در حالی که هاوکنینگ هم‌زمان هر دو را تصدیق می‌کند. هاوکنینگ می‌گوید در مدل بی‌مرزی سؤال از اینکه قبل از کیهان اولیه چهاربعدی چه بوده، بی‌معنی است (هاوکنینگ، ۱۳۹۰، ص ۱۲۵)،

حال آن که تونل زنی از هیچ در این بیان فرض می‌گیرد که عدم در زمانی قبل از پیدایش کیهان وجود داشته است.

مشکلات تقریر دوم:

الف: فقدان تبیین کنندگی

در این تقریر تونل زنی دیگر نقش تبیین را بازی نمی‌کند، زیرا نمی‌گوید فضا-زمان اولیه از چه چیزی نشأت گرفته، بلکه صرفاً می‌گوید به وجود آمدن فضا-زمان اولیه با ویژگی‌های خاصی ممکن است. پس این سؤال که چرا فضا-زمان اولیه به وجود آمده همچنان بی پاسخ مانده است.

ب: تعمیم نادرست آزمایشات تجربی

ممکن است در پاسخ به اشکال اول گفته شود همین که قانون تونل زنی با آزمایشات تجربی تأیید شده نشان می‌دهد پیدایش جهان اولیه بدون منشأ خاصی ممکن است و در نتیجه دیگر نیازی به تبیین و علت‌یابی برای جهان اولیه باقی نمی‌ماند. در جواب می‌گوییم آنچه با آزمایش تجربی تأیید شده امکان تحول یک سیستم موجود از یک حالت به حالت دیگر است به طوری که قوانین فیزیک کلاسیک امکان توجیه آن را ندارند، بنابراین پیدایش یک چیز بدون منشأ نه می‌تواند حالت تعمیم‌یافته آنچه آزمایش شده تلقی شود و نه خود مستقیماً تجربه شده است.

به بیان دیگر، آنچه در ذرات میکروسکوپی منشأ رفتارهای کوانتومی مانند تونل زنی می‌شود ویژگی عدم قطعیتی است که در این ذرات وجود دارد. یعنی این ذرات از نظر مکان، تکانه، انرژی و زمان دارای یک عدم تعین و پراکندگی هستند و در بستر این انعطاف‌پذیری ممکن است رفتارهای دور از انتظار داشته باشند. اما در نیستی مطلق که هیچ ذره‌ای با خصلت کوانتومی وجود ندارد و حتی فضا و زمان هم در کار نیست، عدم قطعیتی هم وجود ندارد که بخواهد زمینه ساز خصلت‌های کوانتومی مثل تونل زنی باشد.

ج: پاسخ ندادن به جرابی وجود قوانین بنیادین طبیعت

این بیان می‌پذیرد که پیدایش جهان اولیه به نوعی ضابطه‌مند است و با پیدایش تصادفی و گتره‌ای محض تفاوت دارد، چرا که بر اساس قوانین کاملاً مشخص و دقیق فیزیک کوانتومی رخ می‌دهد. برای همین است که میان شعاع و انرژی کیهان به وجود آمده و احتمال به وجود آمدنش ارتباط کمی دقیقی وجود دارد. در این صورت همانند تقریر اول این سؤال پیش می‌آید که چرا پیدایش جهان با این قوانین مدیریت می‌شوند. منشأ پیدایش خود این قوانین چیست، خصوصاً که این قوانین

جهان یا مجموعه جهانهایی را به وجود آورده که برخی از آنها مساعد شکل گیری حیات باشند؟

در بیان مشابیهی جرج الیس، نظریه پرداز پیشرو در کیهان شناسی در این باره می گوید:

«این ایده نشان نمی دهد قوانین فیزیک چرا وجود دارند؟ چرا این قوانین این شکل و فرمی که دارند را دارند؟ قبل از وجود جهان، این قوانین با چه نمود و تجسمی وجود داشته اند؟ چه کسی یا چه چیزی اصلهای تقارنی، لاگرانژیها، گروههای تقارن مشخص، تئوریهای پیمانه ای و ... را از تخیلات خود درآورد؟» (George Ellis, 2014)

د: احتمال بسیار پایین تونل زنی کوانتومی

این اشکال طبق تقریر اول هم مطرح می شود، اما برای پرهیز از تکرار تنها اینجا به ذکر آن می پردازیم. همه ما می دانیم احتمال تونل زنی کوانتومی بسیار پایین است، آنچه احتمال آن را در پدیده های تجربی معقول تر می کند فرصتهای بسیار زیادی است که فضا-زمان در اختیار پدیده های کوانتومی قرار می دهد تا شانس خود را امتحان کنند. مثلاً در ایده تریون وجود یک خلا کوانتومی و یک فضا-زمان پیشفرض گرفته می شد. لذا هر قدر هم پیدایش یک کیهان بسته کوچک از خلا کوانتومی نامحتمل باشد، تکرار نوسانات کوانتومی در زمان ها و مکان های مختلف

می تواند آن را محتمل سازد. اما در فرضیه ویلنکین قبل از وجود فضا-زمان، تنها نیستی مطلق را باید در نظر بگیریم. این نیستی دارای امتداد فضایی یا استمرار زمانی نیست، پس تنها یک فرصت برای تونل زنی دارد. ما چند نیستی نداریم و به قول فلاسفه در نیستی تمایزی وجود ندارد! به عبارت دیگر مثلاً اگر احتمال تونل زنی کوانتومی 10^{-10} محاسبه شده باشد، (در واقع این احتمال بسیار کمتر است: ر.ک: Sarangi & Tye, 2006, p10) باید بگویم تبدیل شدن نیستی به هستی (طبق تقریر اول) یا پیدایش خلا کوانتومی بدون علت (طبق تقریر دوم) احتمالش همین 10^{-10} است و راهی برای افزایش این احتمال وجود ندارد. حال اگر تنظیمات ظریف کیهانی برای پیدایش حیات هوشمند را ضمیمه کنید، این احتمال بسیار بسیار کمتر می شود.

۴. ایده کراوس

همانطور که دیلیم هر دو تقریری که می توان از تونل زنی از هیچ ارائه داد، دچار اشکال هستند و اشکال مشترکشان این است که منشأ وجود خود قوانین گرانش کوانتومی را تبیین نمی کنند. ریشه اشکال این است که تونل زنی از هیچ یک تصادف گترای محض را پیشنهاد نمی کند بلکه

یک تصادف ضابطه‌مند و چارچوب‌دار را پیش می‌کشد که حتی در فرض چندجهانی سیستماتیک (که همه جهان‌ها بر اساس قوانین فیزیکی مادر به وجود آمده‌اند) بر همه جهان‌ها حاکم است. برای گریز از این اشکال، کراوس قانون مندی طبیعت در سطح بنیادینش را نفی می‌کند و فرض می‌گیرد هیچ قانون بنیادینی که حاکم بر همه جهان‌ها باشد وجود ندارد، بلکه تصادف محض و گتره‌ای بی‌شمار جهان به وجود آورده که از قضا یکی از آنها جهان ضابطه‌مند ماست.

کراوس مدعی است می‌توان توضیح داد که قوانین فیزیک که قابلیت تونل زنی از هیچ را به وجود آورده‌اند، خودشان هم از هیچ به وجود آمده‌اند. پس در ابتدا حتی قوانین هم حضور ندارند و واقعاً با نیستی محض مواجهیم. به عبارت دیگر طبق فرضیه چندجهانی‌ای که کراوس در نظر می‌گیرد، نیروهای بنیادی جهان ما دیگر بنیادی نیستند، بلکه اتفاقی به وجود آمده‌اند. اساساً شاید هیچ نظریه بنیادینی وجود نداشته باشد، بلکه طبق گزاره کلی «هر چیزی که ممنوع نباشد ممکن است رخ دهد»، جهانهای متعددی با قوانین تصادفی متفاوت ظهور و بروز کرده‌اند. یکی از این جهانهای اتفاقی با قوانین

تصادفی، همچون جهان ما از آب در آمده است. ما تنها چنین جهانی را می‌بینیم، چون در غیر این صورت نمی‌توانستیم چیزی را ببینیم (Krauss, 2012, pp 174-176). بنابراین خود قوانین هم از هیچ به وجود آمده‌اند.

۴-۱: اشکالات ایده کراوس

الف: نامحتمل بودن جهان قانونمند در بستر تصادف محض

اگر تصادف گتره‌ای را بپذیریم دیگر نمی‌توانیم انتظار یک جهان قانونمند را داشته باشیم، چون حتی اگر تصادفاً یک جهانی به وجود بیاید که به خودی خود قانونمند است، با توجه به امکان تصادف گتره‌ای، هیچ چیز نمی‌تواند مانع از مداخله‌های تصادفی برهم‌زننده قانون حاکم شود. تصادف فقط در ابتدای پیدایش جهان حضور ندارد بلکه در ادامه هم خودنمایی خواهد کرد. مثلاً فرض کنید تصادفاً ذراتی ایجاد شوند که قوانین حاکم بر آنها همان قوانین جهان ما باشد. چه چیزی مانع از آن می‌شود که درون همین جهان تصادفاً ذرات دیگری با ویژگی‌های متفاوت و متنوعی ایجاد شوند که قوانین حاکم را به هم بریزند؟

لازم به ذکر است آنچه مستقیماً متعلق پیدایش تصادفی قرار می‌گیرد خود

وجودات (مثل ذره‌ها و میدانها و فضاها) هستند نه قوانین حاکم بر آنها. قوانین در واقع از ویژگی پدیده‌های موجود لنتزاع می‌شوند. پس در بستر تصادف محض، قوانین حاکم بر پدیده‌های موجود نمی‌تواند مانعی برای پیدایش و مداخله پدیده‌های جدید شود، زیرا این پدیده‌های جدید از قوانین مخصوص خود تبعیت خواهند کرد.

ب: تعارض با اصل میانگی در میزان قانون-مندی جهان ما

سخن کراوس با اصل میانگی نیز سازگار نیست. اگر واقعاً هیچ قانون بنیادینی در کار نباشد و تصادف محض جهانها را به وجود آورده باشد، جهان ما بیش از حد ضابطه‌مند است. درست است که برای پیدایش حیات، جهان باید درجه‌ای از قانونمندی را دارا باشد اما این سطح از ضابطه‌مندی که جهان ما ارائه می‌دهد برای پیدایش حیات ضروری نیست. ناضابطه‌مندی جهان ما در فرض وجود، محدود به اصل عدم قطعیتی می‌شود که آن قدر ناچیز است که در سطح ماکروسکوپیک اصلاً قابل رصد نیست و لذا هیچ فیزیکدان با دقتی تا قرن بیستم به آن پی نبرد. می‌شد بازه عدم قطعیت وسیع‌تر باشد طوری که در سطح ماکروسکوپیک هم به نحو ناچیز قابل

مشاهده باشد. چنین حدی از بی‌ضابطگی لطمه‌ای به فرایند پیدایش حیات نمی‌زند اما جهان ما به طرز شدیدی از بی‌ضابطگی گریزان است.

ج: تعارض با اصل میانگی در فرایند شکل‌گیری جهان

فرضیه کراوس تمام تلاش دیگر فیزیکدانان برای تبیین پیدایش جهان از هیچ را بر باد می‌دهد. وقتی تصادف محض بر جهان حاکم باشد، برای پیدایش جهانی مساعد حیات مثل جهان ما، چه لزومی دارد ابتدا یک فضا زمان بسیار کوچک و خالی از ماده شکل بگیرد که در دل خود حاوی میدانهای پیچیده تورمی و هیگز و ... باشد و بعد بر اثر فرایندی عجیب یک ماده بسیار فشرده و چگال درست شود که به خاطر انبساطی ویژه طی میلیاردها سال جهان ما را بسازد. گویی فرضیه تصادف محض بیش از حد دچار بروکراسی اداری شده است! چه لزومی داشت جهان از یک نقطه تکین با چیزی شبیه آن آغاز شود. چرا وقتی قوانین دست و پاگیر پایستگی انرژی و محدودیت اصل عدم قطعیت و ... در کار نبوده اند، تصادفاً یک جهان بزرگتر سر از نیستی برنیآورد که راه کوتاه‌تر و هموارتری برای تولید جهان کنونی ما داشته باشد. بنابراین آغاز تکین‌وار جهان ما طبق فرضیه

تصادف محض کراوس، به شدت مخالف اصل میانگی است.

د: وجود تبیین برتر برای قانونمندی جهان ما

اگر بتوان توضیح معقولی برای قانونمندی طبیعت ارائه داد، قطعاً طبق معیارهای استنتاج بهترین تبیین، نسبت به این فرض که بینهایت جهان بدون علت خاصی سر از نیستی برآورده اند که تصادفاً برخی از آنها قانونمندند، ترجیح دارد. سوئین برن می گوید:

«اینکه برای تبیین نظم جهانمان، به جای یک خدا فرض کنیم تریلیون تریلیون جهان دیگر وجود دارد، به نظر می رسد نهایت بی منطق بودن است» (Swinburne, 1996, p68).

خود فیزیکدانانی مثل ویلنکین هم چندجهانی های غیر سیستماتیک مثل آنچه کراوس پیشنهاد می دهد را «یک توسعه هیجانی در واقعیت های فیزیکی و بسیار اسرافکارانه» می شمارند (Vilenkin & Perlov, 2017, p349).

در توضیح باید گفت فرض وجود خدا هم به لحاظ کمی ساده تر است و هم به لحاظ کیفی. از نظر کمی در این تبیین تنها یک موجود فرض می شود در حالی که در دیدگاه مقلبل بی نهایت جهان و یا تعداد بی شماری جهان فرض می شود. از نظر کیفی نیز هر جهان در واقع متضمن قوانین

بسیار پیچیده و ارتباطات تو در تو بین اجزاء آن است، اما خداوند از نظر هستی شناختی، موجودی مجرد از ماده، بسیط و بدون جزء فرض می شود و این بساطت هستی شناختی می تواند به سادگی معرفت شناختی این تبیین کمک کند، زیرا دیگر لازم نیست فرض شود بی شمار هستی مستقل از هم بدون علت به وجود آمده اند (Geivett & Sweetman, 1992, p206).

رجحان دیگری را نیز می توان برای تبیین خدا باورانه عرضه کرد. این رجحان از این جهت است که تبیین غایی، از طریق سایر براهین اثبات وجود خدا، مؤیداتی دارد در حالی که فرضیه چندجهانی از سایر جهات مؤیدی ندارد. به عبارت دیگر وجود خداوند، علاوه بر تبیین ریز تنظیمی - های کیهان شناختی، چیزهای دیگری را نیز تبیین می کند، مثل تبیین وقوع معجزات یا تجارب دینی یا تجارب نزدیک به مرگ و یا تبیین اینکه اصلاً چرا چیزی هست به جای اینکه نباشد و ... فرضی که بتواند امور مختلفی را تبیین کند نسبت به فرضی که تنها یکی از این امور را تبیین می کند، اولویت دارد و از باب صرفه جویی در نظریه و تیغ اکام مقدم می شود.

ه: فرار از متافیزیک با ابزار متافیزیک

خود را تنها می‌تواند مستند به یک پیش فرض فلسفی کند نه علم.

نتیجه‌گیری

فرضیه پیدایش از هیچ با تریون آغاز شده و در نهایت سه سطح به خود گرفته است، اما این فرضیه در هیچ یک از تقریرهایش نمی‌تواند تبیین کاملی درباره پیدایش کیهان باشد.

ایده اولیه تریون پیدایش کیهان از خلأ کوانتومی است. این ایده با اصل میانگی سازگار نیست زیرا جهان ما در محدوده‌ای که اصل آنروپیک اجازه می‌دهد جزو جهان‌های بیش از حد بزرگ است، نه یک جهان معمولی. علاوه بر این خلأ کوانتومی هم از نظر فیزیکی و هم از نظر فلسفی با نیستی مطلق تفاوت‌های بسیاری دارد. فرضیه تریون چرایی وجود خود خلأ کوانتومی و میدانهای تورمی و کوانتومی در آن را توضیح نمی‌دهد. این اشکال وقتی جدی‌تر می‌شود که طبق استدلال BGV جهان ما عمری محدود دارد.

ویلنکین فرض می‌گیرد که طبق قولنن فیزیک کوانتومی می‌توان پیدایش خود خلأ کوانتومی را نیز توضیح داد، زیرا با تعمیم مفهوم تونل زنی کوانتومی به حالت حدی صفر، این قانون اجازه می‌دهد از کیهانی با شعاع صفر (یعنی از نیستی) کیهانی با شعاع غیر صفر پدید

کراوس ادعا می‌کند به وسیله علم جدید می‌تواند پاسخ سؤالی که بیش از دو هزار سال در قالب فلسفی یا دینی مطرح شده (لینکه چرا به جای هیچ، چیزی وجود دارد؟) را بدهد (Krauss, 2012, p18). وی برای بی ارزش جلوه دادن سخن منتقدانش (مانند جان ویلر^۱ و جرج الیس) که از قضا برخی از آنها در زمره فیزیکدانان هستند، آنها را الهیدان یا فیلسوف می‌شمارد (Horgan, 2015). اما وقتی به ادعای خود او نگاه می‌کنیم بنیان آن چیزی جز پیش کشیدن یک ادعای فلسفی نیست و آن اینکه «ممکن است چیزی تصادفاً و بدون هیچ علت و ضابطه‌ای به وجود بیاید». نفی هر گونه قانون بنیادین برای طبیعت، به هیچ روی از علم به دست نمی‌آید. در علم ما همواره با روابط علی سر و کار داریم و دنبال کشف قوانین هستیم. اگر هم سخن از تصادف به میان بیاید، یک تصادف ضابطه‌مند منظور است که خود تحت قوانین انعطاف‌پذیر بالادستی هستند که به طور دقیق احتمال وقوع هر نتیجه‌ای را از علت‌های اولیه تعیین می‌کنند. در فضای علم تصادف محض و بی ضابطه جایی ندارد. پس کراوس ادعای

1. John Wheeler.

بیاید.

اگر مقصود ویلنکین این باشد که هیچ بر اثر تونل زنی تبدیل به کیهانی با شعاع محدود می‌شود، سخن وی از نظر عقلی بی‌معنی است. نیستی چیزی نیست که بخواهد به چیز دیگری تبدیل شود. گذشته از این همچنان این سؤال باقی است که چرا نیستی چنین قابلیت‌هایی دارد، چرا نیستی مطابق قوانین گرانث کوانتومی رفتار می‌کند و چرا قولنین حاکم بر نیستی طوری هستند که آن را گام به گام تا پیدایش جهانی مساعد وجود موجودات هوشمند پیش می‌برند!

ممکن است مقصود ویلنکین از تونل زنی از هیچ، تبدیل شدن و تحول یافتن نیستی به هستی نباشد، بلکه پیدایش کیهان اولیه بدون علت باشد. این سخن به خودی خود تبیینی برای پیدایش کیهان نیست بلکه صرفاً ادعای امکان آن است. این ادعا اگر بخواهد مبتنی بر آزمایشاتی باشد که تونل زنی کوانتومی را تأیید می‌کنند، یک تعمیم نابه‌جا از مشاهدات تجربی است. این آزمایشات صرفاً تأییدکننده امکان تحول یک سیستم موجود از یک حالت به حالت دیگر است طوری که قوانین فیزیک کلاسیک امکان توجیه آن را ندارند. بنابراین پیدایش یک چیز بدون منشأ نه می‌تواند حالت تعمیم‌یافته آنچه آزمایش شده تلقی شود و نه خود مستقیماً تجربه شده است.

اشکال دیگر این است که تونل‌زنی کوانتومی یک رخداد با احتمال بسیار پایین است و تنها با فرض فرصت‌های بسیاری که فضا-زمان در اختیار می‌گذارد، احتمال رخداد آن معقول می‌شود، اما در تونل‌زنی از هیچ، پیش از تونل‌زنی فضا-زمانی وجود ندارد که این فرصت‌های بسیار را در اختیار بگذارد، پس احتمال تونل‌زنی همچنان بسیار اندک باقی می‌ماند.

طبق فرضیه ویلنکین، پیدایش کیهان بر اساس تصادف محض و گترای نبوده، بلکه در چارچوبی که قوانین مشخص و دقیق فیزیک کوانتومی اجازه می‌دهد رخ داده است. بنابراین همچنان این سؤال باقی است که چرا پیدایش جهان با این قوانین مدیریت می‌شوند. منشأ پیدایش خود این قوانین چیست؟ خصوصاً که این قوانین جهان یا مجموعه جهان‌هایی را به وجود آورده که برخی از آنها مساعد شکل‌گیری حیات هستند.

برای برونرفت از این اشکال کراوس فرض سومی را ضمیمه می‌کند و آن اینکه هیچ قانون بنیادینی در طبیعت وجود ندارد، بلکه جهان‌های بی‌شمار بر اثر تصادف محض و کاملاً گترای به وجود آمده‌اند. یکی از این جهان‌های تصادفی، جهان ماست که تصادفاً قوانین فیزیک کوانتومی و دیگر قوانین مطرح در دانش فیزیک بر آن حکمفرما هستند.

این بیان خود اشکالات جدید و جدی-تری را به بار می آورد. اگر قوانین بنیادین را انکار کنیم و تصادف محض را بنیاد طبیعت بشماریم، دیگر نباید انتظار شکل گیری یک جهان قانونمند را داشته باشیم، زیرا حتی اگر تصادفاً جهانی به وجود بیاید که به خودی خود قانونمند است، با توجه به تصادف محض هیچ چیز مانع از مداخله های تصادفی برهم زننده قانون حاکم نمی شود. همچنین این فرضیه دست کم از دو جهت با اصل میانگی در تعارض است، زیرا اگر تصادف محض را بپذیریم جهان ما در محدوده ای که اصل آنتروپیک اجازه می دهد هم بیش از حد قانونمند است و هم فرایند شکل گیری اش بیش از حد پیچیده و سخت گیرانه است.

نکته دیگر اینکه تبیین معقولتری برای قانونمندی طبیعت وجود دارد که در معیارهای استتاج بهترین تبیین نسبت به این فرض اسرافکارانه که «بی نهلیت جهان بدون علت خاصی سر از نیستی برآورده اند که تصادفاً برخی از آنها قانونمندند» رجحان دارد.

گذشته از براهین عقلی اثبات وجود خدا، فرض وجود خدا هم به لحاظ کمی و هم کیفی تبیین ساده تری است و قدرت تبیین کنندگی آن محدود به تبیین قانونمندی طبیعت نمی شود، بلکه وقوع معجزات، تجارب دینی، تجارب نزدیک به مرگ و اصل اینکه چرا چیزی هست به جای اینکه نباشد و ... را تبیین می کند، در حالی که طبیعت گرایان برای تبیین هر یک از این امور باید به فرضیات موضعی متوسل شوند. کراوس با اینکه تأکید دارد با علم توانسته به سؤال بنیادین «چرا به جای هیچ، چیزی هست؟» پاسخ داده، آشکارا از یک پیش فرض کاملاً فلسفی و مخالف فضای علم بهره گرفته است و آن عبارت است از نفی هرگونه قانون بنیادین برای طبیعت، نفی کامل اصل علیت و پذیرفتن تصادف محض و کاملاً گتره ای.

ملاحظات اخلاقی:

حامی مالی: این پژوهش هیچ کمک مالی از سازمان های تأمین مالی دریافت نکرده است.
تعارض منافع: طبق اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.
برگرفته از پایان نامه / رساله: این مقاله برگرفته از پایان نامه / رساله نبوده است.

منابع

- ریندلر، ولفگانگ، نسبیت خاص و عام و کیهان‌شناختی، ترجمه رضا منصوری و حسین معصومی همدانی (۱۳۹۰)، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ چهارم.
- گاموف، ژرژ، راز آفرینش جهان، ترجمه رضا اقصی (۱۳۶۳)، تهران، نشر جامی.
- میرداماد، محمدمباقر، مصنفات میرداماد (۱۳۸۵-۱۳۸۱)، تهران، انتشارات انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، چاپ اول.
- هاوکنینگ، استیون؛ ملودینو، لئونرد، طرح بزرگ، ترجمه سارا ایزدیار و علی هادیان (۱۳۹۰)، تهران، مازیار.
- هاوکنینگ، استیون، نظریه همه چیز، ترجمه ابوالفضل حقیری (۱۳۸۹)، تهران، بصیرت.
- Borde, Arvind; Guth, Alan H.; Vilenkin, Alexander, Inflationary spacetimes are not past-complete, *Physical Review Letters*, 2003, Vol. 90, Issue 15.
- Carroll, William, Big Bang Cosmology, Quantum Tunneling from Nothing, and Creation. *Laval théologique et philosophique*, 1988, Vol. 44, No. 1, pp59-75.
- Carter, Brandon, *Large number coincidences and the anthropic principle in cosmology*, 2011, Berlin, Springer Science+Business Media.
- Dawkins, Richard, *The God Delusion*, 2006, London, Bantam Press.
- Edwards, Paul, *The Encyclopedia of Philosophy*, 2005, ed. Donald M. Borchert, New York, Macmillan Reference USA.
- Ellis, George, *Physicist George Ellis Knocks Physicists for Knocking Philosophy, Falsification, Free Will*, 2014, in <https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/physicist-george-ellis-knocks-physicists-for-knocking-philosophy-falsification-free-will/>
- Friedman, Michael, Physics, Philosophy and the foundations of Geometry, in *Diálogos*, 2002, 79, pp121-143.
- Geivett, R. Douglas & Sweetman, Brendan (ed), *Contemporary Perspectives on Religious Epistemology*,

- Linde, Andrei, The inflationary universe, *Reports on Progress in Physics*, 1984, Vol 47, pp925-986.
- Perlov, Delia & Vilenkin, Alex, *Cosmology for the curious*, 2017, Cham, Springer.
- Sarangi, Saswat, Tye, S.-H. Henry, A Note on the Quantum Creation of Universes, *arXiv: High Energy Physics*, 2006, in: <https://arxiv.org/abs/hep-th/0603237v1>.
- Swinburne, Rechar, *Is There a God?*, 1996, New York, Oxford University Press.
- Tryon, Edward, Is the Universe a Vacuum Fluctuation?, *Nature*, 1973, Vol. 246, pp396-397.
- Weinberg, Steven, *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*, 1972, New York, Wiley.
- Guth, Alan, Inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems, *Physical Review*, 1981, Vol. 23, No. 2, pp347-356.
- Hawking, Stephen, *Brief Answers to the Big Questions*, 2018, New York, Bantam Books.
- Horgan, John, *Science Will Never Explain Why There's Something Rather Than Nothing*, 2012, in <https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/science-will-never-explain-why-theres-something-rather-than-nothing/>
- Horgan, John, *Is Lawrence Krauss a Physicist, or Just a Bad Philosopher?*, 2015, in <https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/is-lawrence-krauss-a-physicist-or-just-a-bad-philosopher/>
- Krauss, Lawrence M., *A Universe from Nothing: why there is something rather than nothing*, 2012, New York, Simon & Schuster.