آغاز بی علت جهان

نگارنده : کوئنتین اسمیت (Quentine Smith)

ترجمه ی امیر غلامی

این مقاله نخست در ژورنال **PHILOSOPHY OF SCIENCE** منتشر شده است.

(جلد 55، شماره ی 1، صص.39-57، 1988)

امروزه شواهد کافی برای توجیه اینکه جهان بدون علتی آغاز شده وجود دارد. این شواهد شامل نظریه های تکینگی (singularity)هاوکینگ - پنروز، که مبتنی بر نظریه ی نسبیت عام انشتین هستند، و نیز مدل ها ی کوانتومی کیهان شناختی از آغاز جهان است که اخیرا ارائه شده اند. این نظریه های تکینگی به تبیینی از آغاز جهان منجر می شوند که مستلزم انگاره ی تکینگی بیگ بنگ، و مدل های کوانتومی کیهان شناختی است که آغاز جهان را به سان خلائی نوسان کننده می نمایانند.

معلوم شده که نظریه هایی که جهان را بی نهایت قدیم یا معلول می شمارند با این نظریه ها و دیگر نظریه های کیهان شناختی فعلی در تضاد اند یا دست کم قابل حمایت نیستند.

مقصود من ازاین مقاله محاجه به نفع این مطلب است که در حال حاضر به قدر کافی شواهد وجود دارد که بتوان نتیجه گرفت جهان بیش از ده میلیارد سال پیش، و بدون علتی به وجود آمده است.

به همین خاطر معتقد ام موضع بسیاری از فیلسوفان معاصر در این مورد ناموجه است، زیرا باورهای آنها نوعاً در یکی از سه مقوله ی دوبدو مانع زیر می گنجد،

(1) شاید جهان بی نهایت قدیم باشد،

(2) جهان آغازی دارد، و خدا علت این آغاز است،

(3) به اندازه ی کافی شواهد در دست نداریم تا بتوانیم در مورد اینکه جهان آغازی داشته یا ازلی بوده تصمیم گیری کنیم.

1. پیش بینی یک تکینگی فضا- زمانی در گذشته.

امروزه اغلب فیلسوفان آگاه اند که نظریه ی کیهان شناختی بیگ بنگ (=انفجار بزرگ)، نظریه ی حالت پایدار(Steady State theory) را از اعتبار انداخته است، اما بسیاری از آنان به اشتباه معتقد اند که یا انبساط و انقباض های جهان چرخه (cycle)های بینهایتی دارد، یا اینکه شواهد کافی برای تصمیم گیری دراین مورد وجود ندارد که کدامیک از این مدل ها درست هستند: این مدل که چرخه ی انقباض و انبساط جهان تا ابد ادامه می یابد یا این مدل که تنها یک انبساط اولیه ی واحد وجود داشته، یا اینکه یک انبساط واحد بوده که تبیین آن نیازمند علیتی الاهی بوده است.

به محض اینکه شواهد به نفع پیش بینی یک تکینگی در گذشته را که مدل کیهان شناختی بیگ بنگ ارائه می دهد به قدر کافی روشن کنیم، معلوم می شود که این باورها بی بنیاد اند.

مهم ترین مشاهده ای که نظریه ی بیگ بنگ را تأیید می کند سرخ گِرَوی یا انتقال به سرخ (redshift) پرتوهای نوری است که از خوشه های کهکشانی دوردست دریافت می شود.

البته این به هیچ وجه تنها شاهد موجود نیست. پدیده ی سرخ گِرَوی، که نخستین بار توسط اسلیفر و هابل کشف شد، نشانگر آن است که جهان در همه ی جهات به طور یکنواختی منبسط می شود [1]. این بدان معناست که در گذشته همه ی خوشه های کهکشانی، یا همه ی ماده ی این خوشه ها، کاملاً نزدیک به هم بوده اند، و این زمانی بوده که جهان آغاز شده است.

این مطلب را در قالب مدل هایی از جهان که حل های فریدمن از معادلات میدان نظریه ی نسبیت عام انشیتن(GTR) ارائه می دهند دقیق تر می توان فهمید.

معادلات میدان نشان می دهند که متریک فضا-زمان، وابسته به مقدار ماده ی موجود در فضا-زمان است [2]. اگر اَشکال نشانگر مقادیر مشاهده شده ی جهان را درمعادلات میدان قرار دهیم می توان این معادلات را برای کل جهان حل کرد.

از آنجا که جهان ایزوتروپیک است (در تمام جهات همسان است) و همگن (homogeneous) است (ماده به طور مساوی در جهان توزیع شده)، می توان آن را توسط متریک رابرتسون-واکر توصیف کرد [3]، که بر معادلات میدان اعمال می شود و می توان آن معادلات را به صورت زیر فروکاست (با حذف ثابت کیهانی ۸):

$$-3d^2a/dt^2 = 4*pi*G\,(p + 3P/c^2)a$$

$$3(da)^2/dt = 8*pi*Gpa^2 - 3kc^2$$

a فاکتور مقیاس است که نشانگر شعاع جهان در یک زمان معین است.

da/dt نرخ تغییرات a در واحد زمان است؛ که همان نرخ انبساط و انقباض جهان باشد.

d^2a/dt^2 نرخ تغییرات da/dt است، یعنی شتاب انبساط یا انقباض است.

Gثابت گرانش و c سرعت نور است. Pفشار ماده و p چگالی آن است.

K ثابتی است که یکی از سه مقدار زیر را می پذیرد:

0 برای فضای اقلیدسی (که در این حالت جهان باز است، یعنی تا ابد انبساط می یابد)،

-1 برای فضای هذلولی (هایپربولیک) (در این نیز حالت جهان باز است)،

+1 برای فضای کروی (که در این حالت جهان بسته است، یعنی منقبض خواهد شد).

نکته ی مهم در معادلات فریدمن این است که اگر p، یعنی چگالی جهان، مثبت باشد، آنگاه سمت راست معادله ی اول مثبت است، و این بدان معناست که شتاب انبساط یا انقباض نمی تواند صفر باشد.

پس d^2a/dt^2 باید منفی باشد، یعنی شتاب انبساط یا انقباض باید کاهش یابد. به بیان لفظی، اگر ماده ای در جهان باشد، جهان باید با شتابی متغیر انقباض یا انبساط یابد.

از آنجا که اکنون جهان در حال انبساط است، مسئله ی انبساط برای ما جالب تر است.

اگر شتاب انبساط کاهش یابد، بدان معناست که هرچه بیشتر به گذشته برگردیم، این شتاب بیشتر و فاکتور مقیاس a که نشانگر شعاع جهان است کمتر می شود، تا اینکه به زمان t_0 برسیم که در آن $a = 0$ است.

با افزایش d^2a/dt^2 و کاهش a ، چگالی ماده افزایش می یابد، تا اینکه در زمان t_0 مقدار p بی نهایت می شود.

در این هنگام کل جهان به دست کم یک نقطه ی با چگالی بی نهایت، دمای بی نهایت، و انحنای بی نهایت فشرده می شود. در اینجا به تکینگی فضا- زمان می رسیم.

در بخش بعد محاجه خواهم کرد که این ملاحظات حامی این ایده اند که جهان آغازی بی علت دارد.

در باقی این بخش به بحث در مورد این مسئله خواهم پرداخت که آیا تکینگی واقعیت دارد یا خیر.

ابتدا تصور می شد که تکینگی ای که معادلات فریدمن پیش بینی می کنند تخیلی است، زیرا پیش بینی این معادلات برپایه ی این فرض بود که جهان دقیقاً همگن و ایزوتروپیک است، در حالی که جهان در واقع فقط به تقریب چنین است.

جهان انقباض یابنده ای را تصور کنید: هنگامی که شعاع آن به صفر میل می کند، ذرات همگرا به خاطر ناهمگونی توزیع شان در یک نقطه متمرکز نخواهند شد، بلکه از هم می گذرند و "برگشتی" ایجاد می کنند که منجربه مرحله ی جدیدی از انبساط می شود.

به بیان ای. ام. لیفشیتز و آی.ام.خالاتنیکوف، که یکی از جدید ترین سناریوهای این پدیده را ارائه داده اند، این نوسان "امکان وجود یک تکینگی در آینده ی انقباضی جهان را از میان می برد و حاکی از آن است که انقباض جهان (اگر قرار باشد چنین انقباضی رخ دهد) باید سرانجام به انبساط دیگری بیانجامد" (لیفشیتزو خالاتنیکوف، 1963، ص.207).

این مبنای ایده ی جهان نوسانی است، که مطابق آن جهان دستخوش چرخه های پیاپی انبساط و انقباض می شود. در نتیجه مرحله ی انبساطی فعلی را می توان ناشی از یک مرحله ی انقباضی قبلی دانست.

پیش از اینکه توضیح دهم که چگونه می توان نشان داد که استدلال بالا اشتباه است، و حتی اگر جهان به طورناقص متقارن باشد باز هم تکینگی باید رخ دهد، باید ابتدا نشان دهم که این فرض که تکینگی خیالی و جهان نوسانی است، ثابت نمی کند که جهان *بی نهایت* قدیم (ازلی) است.

معمولاً مدل های نوسانی جهان پیش بینی می کنند که شعاع ، میزان پرتو موجود، و اِنتروپی جهان در هر چرخه ی جدید افزایش می یابد [4]. پرتوهای چرخه های قبلی در هر چرخه ی جدید انباشته می شود، و فشار ناشی از آن موجب می شود که چرخه ی جدید بیش از چرخه ی قبلی اش طول بکشد؛ در هر چرخه ی جدید، جهان با شعاع بزرگ تری انبساط می یابد و زمان بیشتری طول می کشد تا یک چرخه را طی کند. این نکته، پس روی بی نهایت به گذشته را ناممکن می سازد، زیرا پس روی سرانجام به چرخه ای می رسد که بی نهایت کوتاه و شعاع آن بی نهایت کوچک است؛ این چرخه، یا آغاز چرخه هایی که مقادیرشان به مقادیر این چرخه میل می کنند، آغاز نوسانی جهان به شمار خواهد آمد.

از اندازه گیری میزان پرتو موجود در جهان نیز می توان محدود بودن قدمت آن را نتیجه گرفت؛ اگر بینهایت چرخه ی قبلی وجود می داشت، میزان پرتو درچرخه ی فعلی باید بینهایت می بود، اما مقدار پرتو اندازه گیری شده محدود است. طبق محاسبه ی جوزف سیلک از پرتوهای اندازه گیری شده ی فعلی، می توان "حدود صد انبساط و فروریزی قبلی" را انتظار داشت (سیلک 1980، ص.311).

از میزان انتروپی جهان نیز می توان نتیجه گرفت که جهان ازلی نیست. زیرا اگر جهان قبلاً بینهایت بار فروریخته بود، چرخه ی فعلی حاوی انتروپی بینهایت می بود – اما در واقع انتروپی حالت فعلی جهان نسبتاً اندک است.

جان ویلر می گوید که در پایان هر انقباضی تمام قوانین و ثابت های آن چرخه ناپدید می شود و جهان "به نحوی احتمالاتی بازفرآیند می کند " ومطابق ثوابت و قوانین جدیدی کار می کند، به این ترتیب او همه ی این ایرادها بر وجود جهانی بینهایت نوسان کننده را انکار می کند (مینسِر، تِرون و ویلر 1973، ص.1214). هیچ اطلاعاتی در مورد یک چرخه ی قبلی به چرخه ی بعد منتقل نمی شود. به این ترتیب، برمبنای جهان فعلی نمی توان هیچ استنباطی از قوانین و ثابت های بینهایت جهان قبلی داشت.

امروزه هیچ دلیل منطقی بر امکان ناپذیری منطقی چنین جهان هایی وجود ندارد، اما این به بحث ما ربطی ندارد. بحث ما به اثبات باور احتمالاتی به محدود بودن یا بی نهایت بودن جهان ها مربوط می شود. منطقاً ممکن است که در نقطه ی آغاز هر چرخه ی جدید، تمام ثوابت و قوانین تغییر یابند، اما از آنجا که این تغییر را با هیچ قانون فیزیکی نمی توان پیش بینی کرد، هیچ دلیلی وجود ندارد که فکر کنیم که این تغییر ها انجام می گیرند.

در حقیقت (اگر قرار باشد میان مدل های نوسانی یکی را انتخاب کنیم) یک دلیل نظری برای ترجیح مدل هایی که در آنها جهان تعداد محدودی مرتبه نوسان می کند بر مدل ویلر یافت می شود. مدل های محدود، که برساخته ی قوانین و ثوابت شناخته شده اند، از اصلی تبعیت می کنند که به اصل استقرا مربوط است؛ و آن اصل این است که قوانین فیزیکی و ثابت هایی که در اصل به طور استقرایی برای یک دسته رخدادهای فیزیکی ساخته شده اند، اگر هیچ شاهد مشاهدتی حاکی از وجود تفاوتی در یک حیطه ی مشاهدتی جدید نباشد، باید بر آن حیطه نیز قابل اعمال باشد. در این مورد، حیطه ها همان چرخه ها هستند؛ از آنجا که هیچ شاهد مشاهدتی بر تفاوت میان چرخه ها وجود ندارد، نمی توانیم به طور موجهی فرض کنیم که قوانین و ثوابت استقرایی چرخه ی ما بر چرخه های سابق قابل اعمال نیست.

در میانه ی دهه ی 1960 که نظریه ی های تکینگی هاوکینگ - پنروز ارائه شد (پنروز 1965؛ هاوکینگ 1965، 1966، 1970)، این مسئله که آیا تعداد نوسانات جهان بینهایت است یا محدود، اهمیت خود را از دست داد. زیرا نظریه ی هاوکینگ - پنروز پیش بینی می کند که جهانی با همگنی ناکامل و ایزوتروپیک نیز باید دارای یک تکینگی باشد. یک فضا-زمان هنگامی تکینگی می یابد که (1) آن فضا-زمان معادلات نظریه ی نسبیت عام را ارضا کند، (2) سفر زمانی به گذشته غیرممکن باشد و اصل علیّت نقض نشود (هیچ منحنی زمانی بسته ای وجود نداشته باشد)، (3) چگالیِ جرم و فشار ماده هرگز منفی نشود [5]، (4) جهان بسته باشد و/یا ماده ی کافی برای ایجاد یک سطح محصور(trapped surface) موجود باشد، و (5) منیفولد فضا-زمان خیلی متقارن نباشد [6].

معقول است فرض کنیم که همه ی این شرایط، احتمالاً به استثنای (4) برای جهان ما صادق اند. شرط (4) هنگامی سؤال برانگیز می شود که جهان بسته نباشد و شرط وجود یک سطح محصور برآورده نشود. سطح محصور سطحی است که به علت شدت نیروهای گرانشی، ماده و نور نمی توانند از آن بگریزند، به طوری که تحت تأثیر این نیروها، مسیرهای فضا-زمانی پرتو و ماده ی درون سطح محصور به یک تکینگی همگرا می شوند. اگر در گذشته تکینگی ای بوده باشد، تمام ژئودزیک های پرتوها و ذرات از آن منشعب شده اند، و اگر این تکینگی در آینده باشد، این ژئودزیک ها به آن منتهی می شوند. در مورد جهان ما، اگر به قدر کافی ماده در جهان موجود باشد که سطح محصور را ایجاد کند، این تکنگی در گذشته بوده است (چه جهان باز باشد و چه بسته). و ماده به قدر کافی موجود *است*:

> مشاهدات اخیرِ پس زمینه ی میکروویو نشانگر آن است که به قدر کافی ماده درجهان هست که سطح محصور بسته ی زمانی را ایجاد کند. این حاکی از وجود تکینگی در گذشته است. [7]

2. تعریف آغاز جهان.

برای اینکه نشان دهیم چگونه ملاحظات بالا درستی ایده ی آغاز یکباره ی جهان را امکان پذیر می سازند، باید ابتدا تعریف دقیقی از آغاز جهان ارائه داد. مقصود از این بخش همین است.

دست کم می توان سه تعریف ممکن را با ایده های بخش قبل همساز دانست.

جهان یا

(1) هنگام تکینگی،

یا (2) پس از تکینگی،

یا (3) نه هنگام تکینگی و نه پس از آن ایجاد شده است.

(1) اگر جهان بسته، کاملاً همگن و ایزوتروپیک بود، آنگاه تعریف آغاز جهان "هنگام تکینگی" نسبتاً آسان می بود. در زمان نخستِ t_0، که در آن $a = 0$ بوده، نقطه ی یگانه ای بوده که همه ی جهان در آن فشرده شده بوده است، و وجود این نقطه آغاز جهان محسوب می شود. این نقطه یک لحظه پیش از انفجار بزرگ وجود داشته اما از آنجا که جهان کاملاً همگن و ایزوتروپیک نیست، به تعریف پیچیده تری نیاز داریم. اینکه جهان کاملا متقارن نیست نشان می دهد که جهان به نحوی غیرهمزمان در یک رشته نقاط آغاز شده است[8]. به علاوه، اگر جهان باز و فضا بینهایت باشد، لازم می آید که تعداد این نقاط بینهایت باشد، زیرا در یک نقطه تنها حجم محدودی از فضا می تواند فشرده شود. با توجه به این عوامل، تعریف مناسب آغاز جهان این است که جهان در نخستین تکینگی آغاز شده است، این تکینگی شامل وجود نخستین نقطه (ها)ی انبساط یابنده در t_0 است که در بیگ بنگ منفجر شده اند. آغاز جهان در این زمان به این معناست که این نخستین زمانی بوده که در آن بخش هایی از جهان وجود داشته اند [9].

(2) آغاز جهان در این تعریف، انفجار یک فضا-زمان 4-بُعدی ازدرون نخستین تکینگی است، تکینگی ای که در t_0 بوده است. به بیان دیگر، بیگ بنگ آغاز جهان است. بیگ بنگ نخستین حالت جهان است.

بیگ بنگ در $t > t_0$ رخ می دهد. با این حال بیگ بنگ در هیچ لحظه ی مشخصی رخ نمی دهد. زیرا (با فرض اینکه زمان چگال و پیوسته است) پس از نخستین لحظه، یعنی لحظه ی t_0 ، هیچ لحظه ی پیش تری نیست؛

زیرا اگر هر لحظه ای که در آن

$t_a > t_0$ باشد، لحظه ی دیگری هست که در آن $t_b < t_a$ است.

به این ترتیب، اگر قرار باشد عبارت "بیگ بنگ" بدون ابهام به کار رود، باید به حالتی اطلاق شود که بیانگرحالتی در یک بازه ی زمانی باشد، یعنی بازه ای که قدری پس از سپری شدن t_0 به طول انجامیده است.

به رغم اینکه نمی توان به نحو *پیشینی* (a priori) هیچ مبنایی برای انتخاب ابتدای این بازه ی زمانی اختیار کرد، اما بنا به دلایل تجربی می توان ابتدی این بازه ی بیگ بنگِ پس از t_0 را در نخستین 10^{-43} ثانیه ی پس از t_0 در نظر گرفت.

ابتدایی ترین حالت جهان را که کیهان شناسان به عنوان زمان پیش بینی نشده ی حالتی از قسمی دیگر و برسازنده ی دوره ی پلانک تعیین کرده اند

در بازه ی 10^{-43} ثانیه ای پس از t_0 رخ می دهد.

یک حالت کیهان شناختی از قسم K ، تنها حالتی است که در آن همه ی انواع ذرات و نیروهای وجود دارند. بسیاری از کیهان شناسان برآنند که در خلال دوره ی پلانک، و فقط در خلال این دوره، تنها یک قسم نیرو ، به نام ابرنیرو (superforce) ، و یک نوع ذره ، به نام ابرذره (superparticle)وجود داشته است؛

ابرنیرو نیرویی است که از آن گرانش و نیروهای الکترومغناطیس قوی و ضعیف پی درپی در اثر شکست تقارن ایجاد شده اند؛ و به همین ترتیب، ابرذره نیز به انواع مختلفی از بوسون ها و فرمیون ها بدل شده است. در پی دوره ی پلانک، دوره ی GUTاست که از 10^{-43} تا 10^{-35} ثانیه به طول می انجامد (انبساط تورمی در 10^{-35} در پایان دوره ی GUT رخ می دهد)، دوره ی الکتروضعیف از 10^{-35} تا 10^{-10} ثانیه، و دوره ی کوارک آزاد از 10^{-10} تا 10^{-4} ثانیه است و همینطور ادامه می یابد تا به زمان حاضر برسیم.

برای اینکه از بروز ابهام در مورد بیگ بنگ اجتناب کنیم، باید توجه داشت که انفجار مورد نظر، انفجار 4-بعدی نقطه (ها) در t_0 است؛ در زمان های پس از t_0 نیز انفجارهایی وجود دارد. بیگ بنگی که از تکینگی t_0 آغاز شده، بیگ بنگ نخستین است، و می توان آن را "بیگ بنگ$_1$" خواند. این بیگ بنگ$_1$ است که آغاز جهان است.

اینکه بیگ بنگ$_1$ نخستین حالت جهان است، دو معنا دارد.

در معنای نخست، بیگ بنگ$_1$ پیش از آغاز اقسام دیگر حالات آغاز می شود و پایان می یابد.؛

در معنای دیگر بیگ بنگ$_1$ پیش از هر بیگ بنگ دیگری آغاز می شود؛ به این معنا، نخستین حالت جهان حالتی است که به طور جزئی با حالات دیگر همپوشانی دارد، زیرا ممکن است بیگ بنگ دیگری پیش از خاتمه ی بیگ بنگ$_1$ آغاز شده باشد.

(3) یک تعریف ممکن دیگر این است که جهان با بیگ بنگ$_1$ در نخستین دوره ی 10^{-43} ثانیه ای آغاز شده باشد، اما هنگام یا پس از نخستین تکینگی آغاز نشده باشد. این تعریف، آغاز جهان پیش از تکینگی را لازم نمی دارد، زیرا ممکن است که جهان نه پیش از، و نه پس از تکینگی آغاز شده باشد؛

این امکان هنگامی حقیقت می یابد که هیچ زمانی نبوده باشد که در آن تکینگی وجود داشته باشد. با این دیدگاه، مفهوم تکینگی مفهومی محدودکننده است که راجع به هیچ چیز موجودی نیست. در این صورت پیش بینی معادلات فریدمن در مورد زمان t_0که در آن $a = 0$ است، به عنوان پیش بینی حدی بر زمان و شعاع جهان تعبیر می شود. "t_0 " راجع به زمان نیست بلکه بیانگر مفهومی از یک حد ایده آل است که می توان به قدر دلخواه به آن نزدیک شد اما نمی توان به آن دست یافت؛ هر زمان حقیقی tچنان است که $t > t_0$ است. همین مطلب در مورد مفهوم $a = 0$ ، چگالی، زمان و انحنای بینهایت نیز مراد می شود.

ریچارد سوینبرن نظر دیگری در مورد آغاز جهان مطرح کرده که حاکی از "نه پیش از، و نه پس از تکینگی" بودن آن است. مطابق این نظر، هیچ زمانی نیست که در آن تکینگی موجود باشد، اما زمانی هست، زمانی خالی، که پیش از بیگ بنگ$_1$ است. اگر t_0 زمانی باشد که در آن نخستین تکینگی موجود وجود داشته است، آنگاه مطابق معادلات فریدمن می توان پیش بینی کرد که "جهان پیش از t_0 ایجاد شده است" (سوینبرن 1981، ص.254). پاول فیتزجرالد سخن سوینبرن را به گونه ای تعبیر می کند که به نظر او پوچ است، یعنی "جهان پس از سپری شدن زمان خالی محدودی پا به عرصه ی حیات نهاد!" (فیتزجرالد 1976، ص.635). اما این تعبیر صحیحی از نظر سوینبرن نیست، زیرا سوینبرن محاجه می کند که منطقاً لازم است که زمان سپری شده بینهایت باشد (سوینبرن 1981، صص. 172-173)، و بنابراین اگر جهان در $t > t_0$ آغاز شده باشد باید مقدار بینهایتی از زمان خالی پیش از بیگ بنگ$_1$ یا t_0 وجود داشته باشد.

من درجای دیگر نشان داده ام که اثبات های اقبال یافته ی سوینبرن و دیگران، بر ضرورت بی نهایت بودن زمان مغالطه آمیز هستند، لذا لازم نیست توصیف سوینبرن از آغاز جهان را بپذیریم (اسمیت 1985c).

اما این بدان معنا نیست که رخ دادن بیگ بنگ$_1$ پس از یک بازه ی بینهایت یا با نهایت زمانی منطقاً غیرممکن است (این مطلب در بخش بعد ثابت خواهد شد).

اگر ما تبیین مبتنی بر"زمان خالی" را که تعریف سوم از آغاز جهان پیش می نهد رد کنیم، دو تعریف کاملاً مناسب باقی می مانند که همان تعاریف دوم و سومی هستند که در بالا توضیح داده شد . من فرض خواهم کرد که تعریف دوم درست است، زیرا این تعریف تکینگی را واقعی می شمارد و لذا با نظریه ی تکینگی هاوکنیگ-پنروز تطابق دارد. از زمان ارائه ی نظریه ی تکینگی چند ایرادی که عمدتاً مبنایی فلسفی دارند بر آن وارد شده، و هیچ یک چندان قانع کننده نمی نماید [11]. در هرحال، نشان خواهم داد که اگرتعریف سوم را بکار گیریم که مطابق آن جهان یکباره آغاز شده است، باز هم با همان ایراد ها مواجه می شویم.

3. برهان هایی که مطابق آنها نخستین تکینگی و بیگ بنگ$_1$ بی علت هستند.

بسیاری از فیلسوفان در برابر این ایده که معادلات فرید من و نظریه ی تکینگی هاوکینگ- پنروز وجود آغاز بی علتی را برای جهان پیش بینی می کند مقاومت می کنند. دبلیو. اچ. نیوتون- اسمیت می نویسد:

> ... با فرض اینکه بیگ بنگ از یک تکینگی ایجاد شده باشد، دشوار می توان تصور کرد که به چه دلیلی می توان گفت خود تکینگی برساخته ی یک رخداد کیهانی پیش تر نباشد. و از آنجا که دلایلی داریم که مطابق آنها رخداد های میکروسکوپی دارای منشاء علّی هستند، دلایلی داریم که مطابق آنها یک حالت پیش تر جهان به آن تکینگی خاص منجر شده باشد. (1980، ص.111)

این استدلال به چند دلیل فاقد قوّت است. نخست توجه کنید که:

(1) ما دلایلی داریم که مطابق آنها رخداد های میکروسکوپی دارای منشاء علّی هستند

تنها هنگامی مستلزم این است که

(2) ما دلایلی داریم که مطابق آنها حالت پیش تر جهان به آن تکینگی خاص منجر شده باشد.

که مقدمه ی دیگری را نیز فرض کنیم

(3) تکینگی کیهان شناختی یک رخداد میکروسکوپی است

که نادرست است، زیرا تکینگی نه تنها رخدادی میکروسکوپی نیست، بلکه بینهایت کوچک تر از کوچک ترین رخداد *میکروسکوپی* است که فیزیک دانان تاکنون کشف کرده اند. به علاوه، تکینگی حتی یک *رخداد* نیز نیست، یعنی یک نقطه ی فضا-زمانی 4-بعدی نیست؛ تکینگی بخشی از پیوستار فضا-زمان-4-بعدی نیست، بلکه مرز لبه های آن است.

به علاوه، معنای تحلیلی مفهوم تکینگی کیهان شناختی این است که هیچ رخداد فیزیکی مقدم بر آن نیست. تعریف تکنیگی که در نظریه های تکینگی استعمال می شود مستلزم غیرممکن بودن امتداد منیفولد فضا-زمان فراسوی تکینگی است. تعریف محل بحث متبنی بر مفهوم منحنی های امتدادناپذیر است، مفهومی که کامل ترین و دقیق ترین توصیف آن را بی.جی.اشمیت (1971) ارائه داده است. در یک منیفولد فضا-زمان ژئودزیک های زمانوار [timelike] (مسیرهای سقوط آزاد ذرات)، ژئودزیک های فضاوار [spacelike] (مسیرهای تاچاین ها) [تاچاین ها ذرات زیراتمی نظری که سرعت آنها همواره فراتر از سرعت نور است]، ژئودزیک های تهی (مسیرهای فوتون ها)، و منحنی های زمانواری که شتاب محدود دارند (مسیرهایی که حرکت در امتداد آنها برای ناظر ممکن است).

اگر یکی از منحنی ها پس از یک طول مناسب محدود پایان یابد (یا پس از یک پارامتر معین محدود در مورد ژئودزیک های تهی)، و امتداد منیفولد فضا-زمان فراسوی آن نقطه ناممکن باشد (مثلاً به خاطر انحنای بینهایت)، آنگاه آن نقطه، همراه با همه ی نقاط پایانی مجاور، یک تکینگی را تشکیل می دهد. به این ترتیب، اگر نقطه ی p وجود داشته باشد که امتداد منیفولد فضا-زمان در فراسوی آن ممکن باشد، یعنی ژئودزیک ها یا منحنی های زمانوار فراسوی آن امتداد یابند، آنگاه بنا به تعریف p یک تکینگی نیست.

مطابق این تعریف، این ایده که تکینگی معلول یک فرآیند طبیعی پیش تر است، نفی می شود. یک پرسش دشوارتر این است که آیا ممکن است تکینگی یا بیگ بنگ معلول یک علت فراطبیعی، یا خدا، باشد یا خیر.

من ابتدا به این پرسش می پردازم که آیا ممکن است بیگ بنگ، علتی فراطبیعی داشته باشد یا خیر.

این مطلب با استدلال دبلیو.ال. کرایگ بر وجود علتی الاهی برای آغاز جهان مطابقت دارد، زیرا کرایگ تکنیگی را غیرواقعی می شمارد و رد می کند و بیگ بنگ را نخستین حالت فیزیکی محسوب می دارد. (کرایگ میان چندین نوع بیگ بنگ تمایزی نمی نهد) (کرایگ 1979). استدلال کرایگ شامل این گام هاست:

(4) ما دلایلی داریم که باور کنیم هر رخدادی علتی دارد

(5) بیگ بنگ یک رخداد است (یا یک دسته رخدادهاست)

(6) بنابراین، دلایلی داریم که باور کنیم که بیگ بنگ علتی دارد.

برای نشان دادن اینکه علت بیگ بنگ محتملاً یک خالق مشخص بوده، طی گام های دیگری لازم است.

برهانی از این قسم از اشکالات برهان نیوتون-اسمیت اجتناب می کند، زیرا بر مبنای رخدادهای میکروسکوپیک در مورد پدیده ای که نه میکروسکوپیک است و نه رخداد قضاوت نمی کند، بلکه از رخدادهایی عام به رخداد یا دسته رخداد دیگری می رسد، که همان بیگ بنگ باشد. به علاوه، با این فرض که منیفولد فضا-زمان فراسوی تکینگی امتداد می یابد، نظریه ی تکینگی را نقض نمی کند.

با این حال، این برهان فاقد استحکام است زیرا مقدمه ی اول اش (4) نادرست است. کرایگ در مورد (4) می نویسد:

> گزاره ی علّی را، که پیوسته تأیید شده و هرگز ابطال نشده، می توان تعمیمی تجربی انگاشت که حامی آن قوی ترین شواهدی است که تجربه پیش می نهد. (1979، ص.145)

با این حال ملاحظات مکانیک کوانتومی نشان می دهند که کاربرد گزاره ی علّی نیز، اگر اصلاً به کار آید، محدود است، و در نتیجه برهان احتمالاتی قاطعی به نفع علت داشتن بیگ بنگ وجود ندارد. نشان دادن این واقعیت ربطی به این مطلب ندارد که آیا رابطه ی علّی را باید در قالب ضرورت فیزیکی تحلیل کرد یا در قالب تقارن مکرر

اما غیرضروریِ میان اقسام معینی از رخدادها. تنها کافی است علیت را قانونی بدانیم که بتوان از آن پیش بینی های منفردی قیاس کرد، پیش بینی های دقیقی در مورد رخدادها یا حالات منفرد.

اینکه در این معنا رخدادهای بی علتی وجود دارند از اصل عدم قطعیت هایزنبرگ نتیجه می شود که مطابق آن برای مقادیر مربوط به هم مانند موقعیت q و اندازه حرکت [مومنتوم] p یک ذره، اساساً غیرممکن است که هردو مقدار را همزمان با دقت پیش بینی کرد. اگر p در یک بازه ی معین به طول *delta-p* باشد و qدر یک بازه ی معین به طول *delta-q* ، آنگاه اگر *delta-p* خیلی کوچک شود (با اندازه گیری دقیق)، *delta-q* نمی تواند همزان خیلی کوچک شود (با اندازه گیری دقیق). به بیان دقیق، حاصل ضرب *delta-p*در *delta-q* نمی تواند کوچک تر از ثابت پلانک تقسیم بر $4*pi$ باشد، به این ترتیب

(7)

$$delta\text{-}p \bullet delta\text{-}q >= h/(4*pi)$$

حال اگر شرایط اولیه مانند p و q ذره ی x در زمان t قابل تعیین نباشد، آنگاه شرایط آتی x در زمان t_2 را نمی توان به دقت پیش بینی کرد.

پیش بینی شرایط مقادیر مربوط به هم [موقعیت و مومنتوم] x در زمان t_2 باید آماری و نامعین باشد. برای مثال موقعیت xدر t_2در قالب موقعیت های محتمل متفاوتی که هر یک مقدار احتمالاتی متفاوتی دارند بازنمایی می شود، به گونه ای که هیچ یک از این مقادیر نمی تواند به 1 میل کند.

این پیش بینی ها متأثر از تابع موج شرودینگر یا *psi* هستند؛ چنان که مربع دامنه ی *psi* در هر نقطه ی *psi* تعیین کننده ی احتمال توزیع شرایط q ی xدر زمان t_2 است. اگر توزیع احتمالاتی q در t_2را با $d(q, t_2)$ نشان دهیم، می توان این کمیت را چنین محاسبه کرد:

(8)

$$d(q,t_2) = |(q,t_2)|^2$$

معادلات (7) و (8) غالباً برای نشان دادن این مطلب به کار گرفته می شوند که*تغییر شرایط* ذرات تابع قوانین غیرعلّی است. این قوانین در مورد علّی یا غیرعلّی بودن آغاز مطلق، آغاز مطلق ذرات، هیچ نمی گویند.

در نتیجه، با افزودن مقدمه های مناسب دیگری به (7) و (8) می توانیم در مورد کل جهان استباط هایی کنیم، تنها برهان مربوطی که می توانیم نشان دهیم ناموفق است این است که

(9) دلایلی داریم که برپایه ی آنها باور کنیم که همه ی تغییرات شرایط علّی هستند

(10) بنابراین، دلایلی داریم که برپایه ی آنها باورکنیم که همه ی تغییرات شرایط جهان به طور کلی معلول هستند.

ولی ضعف برهان فوق، شکست برهان ذیل را در پی ندارد

(11) دلیلی داریم که برپایه ی آن باور کنیم که آغاز همه ی موجودات علّی است

(12) بنابراین، دلیلی داریم که برپایه ی آن باور کنیم که آغاز وجود جهان علتی داشته است.

پس اگر قرار باشد نادرستی برهان اخیر را نشان دهیم، لازم است که مقدماتی بیابیم که بیش از (7) و (8) به آغازهای مطلق نزدیک باشد.

چنین مقدماتی را می توان برمبنای رابطه ی عدم قطعیت هایزنبرگ حاصل کرد

(13)

$$delta\text{-}E \bullet delta\text{-}t >= h/(4*pi)$$

که در آن E[معادل] انرژی، t [معادل] زمان و h[معادل] ثابت پلانک است. این رابطه حاکی از آن است که اگر انرژی یک ذره به دقت اندازه گیری شود، چنان که delta-E بسیار کوچک شود، زمانی که در آن ذره دارای این انرژی می شود را فقط می توان بطور غیردقیق دانست، یعنی هنگامی که delta-t خیلی بزرگ شود.

حال اگر delta-*t* به قدر کافی کوچک باشد، delta-*E* چنان بزرگ می شود که تعیین اینکه آیا قانون بقای انرژی نقض شده یا نه اساساً غیرممکن می شود. درخلال بازه ی زمانی

(14) متناسب است با

$$delta\text{-}t \ (h/(4*pi)*delta\text{-}E$$

این قانون غیرقابل اعمال است و در نتیجه میزان انرژی delta-*E* می تواند ناگهان به وجود آید و آنگاه (پیش از سپری شدن بازه) ار بین برود.

شواهدی تجربی، که البته به طور غیر مستقیم حاصل شده، وجود دارد که مطابق آنها این این پدید آمدن بی علت انرژی یا ذرات (به ویژه ذرات مجازی) کراراً رخ می دهد. پس چنین می نماید که برهان (11) – (12) ناموفق است و گام اصلی برهان به سوی اثبات وجود یک علت فراطبیعی برای بیگ بنگ، یا به بیان دقیق تر، برای بیگ بنگ$_1$ ، غلط است.

می توان ایراد گرفت که بی علّتی کوانتومی تنها در سطح میکروسکوپیک صادق است و نه برای حالات یا آغازهای ماکروسکوپیک کیهان شناختی. این مطلب را می توان بدون اینکه گزندی به برهان من برسد پذیرفت ، زیرا فرآیندهای فیزیکی برسازنده ی بیگ بنگ $_1$ (که مطابق تعریف ام در خلال دوره ی پلانک رخ می دهند) یگانه اند و همگی میکروسکوپیک هستند و در ابعادی رخ می دهند که در آن اصول مکانیک کوانتومی بی چون و چرا قابل اعمال هستند.

پس می توان ایراد گرفت که بیگ بنگ$_1$ آغاز وجود خود فضا-زمان چهاربعدی باشد، و اینکه رخدادهای غیرعلّی که مشخص کردم صرفاً شامل آغازهای *درون* فضا-زمان چهاربعدی باشد.

مسلماً "آغازهای بی علتی درون فضا-زمان هست" نامربوط است و لذا نمی تواند ارزش احتمالاتی "آغاز وجود خود فضا-زمان بی علت است" را افزایش دهد.

پاسخ من این است که اگر چنین بود (و در بخش 4 در طی بحث از مدل های خلاء نوسانی از جهان، دلایلی را ارائه خواهم داد که چنین امری را مشکوک می سازند) آنگاه همین ایراد بر برهان متناظر به نفع وجود یک علت فراطبیعی برای فضا-زمان چهار بعدی نیز وارد است؛ زیرا "برخی آغازِ وجودهای درون فضا-زمان عللی دارند" یا حتی "همه ی آغازهای وجودهای درون فضا-زمان عللی دارند" به دلیل مشابهی نامربوط محسوب می شوند و لذا نمی توانند این احتمال را افزایش دهند که "آغاز وجود خود فضا-زمان چهار بعدی علتی دارد".

نتیجه گیری من این است که ملاحظات مکانیک کوانتومی نشان می دهند که استدلال بر پایه ی (4) به نفع وجود علتی الاهی برای بیگ بنگ$_1$ ناموفق است.

اما این نتیجه بحث را خاتمه نمی دهد، زیرا مدافع برهان تئیستی هنوز هم می تواند ادعا کند که من حق ندارم پای بی علتی مکانیک کوانتومی را به بحث بگشایم، زیرا مدل کیهان شناختی بیگ بنگ مبتنی بر نظریه ی نسبیت عام (GTR) است و GTR در حیطه ی اعمال خود وجود یک تعیّن علّی را پیش فرض می گیرد.

نمی توانم در مورد اعتبار این ایراد تصمیم گیری کنم، اما در عوض اصرار می کنم که حتی اگراین ایراد معتبر باشد، همچنان می توان ثابت کرد که ما هیچ دلیلی نداریم که فکر کنیم که بیگ بنگ$_1$ علتی، چه فراطبیعی و چه غیر از آن، دارد. این مطلب را تنها می توان بر مبنای خود مدل نسبیتی بیگ بنگ نشان داد.

اجازه دهید با آنچه که تاکنون درستی شان را مفروض داشته ام آغاز کنیم، اینکه تکینگی در t_0 واقعیت دارد.

با این فرض، به این نتیجه می رسیم که همه ی انگاره های فضا و زمان و همه ی قوانین شناخته شده ی فیزیک در تکینگی فرو می ریزند (زیرا این قوانین برپایه ی انگاره ی کلاسیک فضا-زمان صورت بندی شده اند)، و درنتیجه پیش بینی اینکه تکینگی به چه می انجامد ناممکن است.

این ناممکنی ناشی از جهل ما نسبت به نظریه ی درست نیست، بلکه خودِ حدِ معرفت ممکن مان است که مشابه و افزون بر محدودیتی است که لازمه ی اصل عدم قطعیت مکانیک کوانتومی است.

محدودیت اول ناشی از ساختار علّی فضا-زمان است که از GTR نتیجه می شود؛ ناحیه ی برهمکنشی که GTR فرض می کند نه تنها توسط سطح اولیه ای که بر آن داده ها معلوم می شوند و سطح نهایی که برآن اندازه گیری انجام می گیرد محدود می شود، *بلکه همچنین توسط یک سطح پنهان نیز* محدود می شود.

سطح پنهان سطحی است که هر ناظر ممکنی تنها می تواند اطلاعات محدودی از آن کسب کند، اطلاعاتی مانند جرم (در مورد سیاهچاله ها)، مومنتوم زاویه ای و بار[اکتریکی]. این سطح "همه مشخصات ذرات را با احتمال یکسان، مطابق معرفت محدود ناظران، گسیل می دارد" (هاوکینگ 1976، ص.2460). سطحی نزدیک به تکینگی بیگ بنگ$_1$ ، سطحی که در زمان پلانک 10^{-43} بوده، سطحی پنهان است. پس تکنیگی پنهان توسط این سطح "همه ی مشخصات ذرات را با احتمال برابر گسیل می دارد" (هاوکینگ 1976، ص.2463). اگر موافق با کرایگ فرض کنیم که تکینگی واقعیت ندارد، و بیگ بنگ$_1$ نخستین حالت فیزیکی بوده است، آنگاه سطح

پنهان را نمی توان پیامد تکینگی انگاشت؛ به جای اینکه تصور کنیم ذرات به طور کتره ای و لحظه ای از تکینگی گسیل می شوند، باید تصور کنیم که این ذرات به طور کتره ای و ناگهانی از هیچ مطلق گسیل شده اند. به بیان دقیق، این بدان معناست که اگر بیگ بنگ$_1$ نخستین حالت فیزیکی باشد، آنگاه هر تشکّلی از ذرات که برسازنده ی این حالت اولیه باشد، یا بتواند بوده باشد، بر مبنای *پیشینی* با دیگر تشکّل ها معادل است. در هر حال، پیش بینی ساختمان بیگ بنگ$_1$ اساساً غیر ممکن است و لذا بیگ بنگ$_1$ بی علت است (زیرا "بی علت" در معنای حداقلی خود به معنای "اساساً پیش بینی ناپذیر" است).

خود تکینگی نیز در نظریه ی بیگ بنگ مبتنی بر نسبیت عام، بی علت محسوب می شود، که البته این امر دلایل مختلفی دارد. تکینگی به عنوان نقطه ای تعریف شده است که منحنی های فضا-زمان را نمی توان فراسوی آن امتداد داد، و لذا نمی توان برایش اسلافی علّی قائل شد.

پس در مجموع، می توانیم بگوییم که گرچه نظریه ی بیگ بنگِ مبتنی بر نسبیت عام فرض می گیرد که در حیطه ی کاربردش علیت برقرار است، همچنین فرض می گیرد که این حیطه ی کاربرد محدودیتی نیز دارد؛ مطابق این نظریه علیت در حالات نخستین فیزیکی، یعنی تکینگی و بیگ بنگ، فرو می ریزد. در نتیجه، نمی توان از این نظریه برای حمایت از این برنهاده استفاده کرد که حالات اولیه ی فیزیکی معلول اند و اینکه آن علت خداست.

4. گرانش کوانتومی و آغاز بی علت جهان.

در رویکرد ذکر شده به آغاز جهان خللی جدی هست؛ من فرض کرده ام که حیطه ی اعمال نظریه ی بیگ بنگِ مبتنی بر GTR نامحدود است و لذا به شرایط حدّی مانند آغاز جهان در خلال بیگ بنگ$_1$ نیز قابل تعمیم است.

در حقیقت، هنگامی که برهمکنش های مکانیک کوانتومی غالب می شوند، GTR زایل می شود، و این شرایط هنگامی غالب می شود که دما بیش از 10^{32}K ، چگالی بیش از 10^{94} gm cm^{-3} ، و هنگامی که شعاع انحنا در مرتبه ی 10^{-33} cm باشد. از آنجا که در دوره ی پلانک، در 10^{-43} نخستینِ پس از تکینگی، با چنین شرایطی سروکار می یابیم، نظریه ی بیگ بنگ مبتنی بر GTR را نمی توان راهنمای معتبری برای بازسازی فرآیندهای فیزیکی واقع شده در خلال این زمان دانست و *محققاً* نمی توان از آن به عنوان شاهدی معتبر نتیجه گرفت که چگالی، دما و انحنای پیش از این زمان به مقادیر بینهایت میل می کرده اند. به این ترتیب به نظر می رسد که برهان احتمالاتی فوق بر بی علتی آغاز جهان به مخمصه افتاده است.

با این حال، به باور من، سه دلیل پشتیبان این ایده است که جهان یکباره آغاز شده است. برای فهم این دلایل، باید نخست در نظر بگیریم که GTR به این دلیل در خلال دوره ی پلانک قابل اعمال نیست که نظریه ی گرانشِ GTR نمی تواند رفتار مکانیک کوانتومی گرانش را در خلال این دوره تبیین کند. پس به یک *نظریه ی کوانتومی گرانش* جدید نیاز داریم. اگر چه چنین نظریه ای هنوز تدوین نشده است، برخی ازنشانه های عام آنچه که می تواند پیش بینی کند معلوم هستند. برپایه ی این نشانه هاست که باید سه دلیل مان را دریابیم.

دلیل نخست اینکه، به نظر می رسد نظریه ی کوانتومی گرانش می تواند نشان دهد که گرانش در شرایط دوره ی پلانک باید به جای جاذبه، دافعه ایجاد کند. در خلال این دوره، نواحی ای با چگالی منفی انرژی می توانند توسط نیروها و ذرات موجود ایجاد شده باشند، و این نواحی به دافعه ی گرانشی می انجامند. در نتیجه ی این وضع مجموعه ی محدودی از ژئودزیک های زمانوار یا تهی در نقطه ی واحدی همگرا نمی شوند بلکه توسط نیروی گرانشی واگرا می شوند. این احتمال با انگاره ی جهانی نوسانی سازگار است، زیرا با پایان هر فاز انقباض، گرانش دافعه ایجاد می کند و از همگرایی ژئودزیک ها در یک نقطه جلوگیری می کند؛ گرانش چنان ژئودزیک ها را می راند که وارد یک فاز انبساطی جدید می شوند.

اما این طریق اجتناب از تکینگی که نظریه های هاوکینگ- پنروز پیش بینی می کند، جهانی بینهایت قدیم را نمی پذیرد. زیرا – و این نخستین دلیلی است که می خواهم ذکر کنم- این جهان گرانش کوانتومی نوسانی هنوز هم دچار همان مسائلی است که در بخش 1 مورد بحث قرار گرفت، یعنی، افزایش شعاع، طول دوره، پرتوها و انتروپی در هر چرخه. در نتیجه، این نظریه وقوع تکینگی کیهان شناختی را عقب تر از زمانی که درست قبل از (یا هنگام) نخستین چرخه ای که در آن شعاع جهان صفر (یا نزدیک صفر) بوده، نمی داند.

دلیل دوم این است که به طریقی می توان پیش بینی های نظریه های هاوکینگ- پنروز در مورد تکینگی در آغاز ایجاد انبساط را با نظریه ی کوانتومی گرانش دافع سازگار نمود. این نظریه ها تکینگی را اینگونه *تعریف نمی کنند* که در آن انحنا، چگالی و دما بی نهایت و شعاع صفر است. تکینگی در این نظریه ها یک نقطه یا یک رشته نقاط تعریف می شود که که منیفولد فضا-زمان را نمی توان فراسوی آنها امتداد داد. در نتیجه، اگر اثرات گرانش کوانتومی مانع از رسیدن دما، چگالی و انحنا به مقادیر بینهایت، و کاهش شعاع به صفر شود، این ضرورتاً به معنای عدم وجود تکینگی نیست. تکینگی می تواند در مقادیر محدود و غیرصفر رخ دهد.

دلیل سوم این که، پیشرفته ترین تلاش های نظری برای تبیین جهان بر مبنای اصول مکانیک کوانتومی، آغاز جهان را ابتدای انبساط کنونی محسوب می کنند. این نظریه ها را در مجموع "مدل های نوسانِ خلاء جهان" می خوانند. مدل هایی که ترایون (1973)، بروت، اِنگلِرت و گونزیگ (1978)، گریشاک و زِلدوویچ (1982)، آتکاتز و پاگِلز (1982)، و گوت (1982) ارائه کرده اند، تصویری از جهان ارائه می دهند که ناگهان از یک فضای زمینه ی تهی برآمده است، و مدل ویلِنکین (1982) آن را چنان تصویر می کند که از هیچ مطلق برآمده است.

نخستین مدل نوسان خلاء در سال 1973 توسط ادوارد ترایون ارائه شد. نوسان خلاء، ایجاد بی علت انرژی در فضای خالی است که از رابطه ی عدم قطعیت • *delta-E* *delta-t* >= *h*/(4**pi*) پیروی می کند، و لذا مقدار خالص کمیت های باقی [کمیت هایی که پیرو قوانین بقا هستند] در آن صفر است. ترایون محاجه می کند که جهان می تواند از در خلاء بزرگتر فضایی که جهان جزئی از آن است نوسان کند زیرا مقدار خالص کمیت های باقی، صفر می ماند. (ترایون مدعی است) شواهد تجربی حامی یا سازگار با این واقعیت است که ماده-انرژی مثبت جهان توسط انرژی پتانسیل گرانشی منفی آن خنثی می شود، و اینکه میزان ماده ی خلق شده مساوی میزان ضد ماده است. (اما این مطلب آخر با نظریه های یگانه ی کلان [Grand Unified Theories] فعلی ناسازگار است.)

نقطه ضعف نظریه ی ترایون، و دیگر نظریه هایی که وجود فضای زمینه ای را فرض می گیرند که جهان در آن نوسان می کند، این است که این نظریه ها وجود جهان را تنها به بهای طرح یک مبنای تبیین نشده ی دیگر، ، یعنی، فضای زمینه، تبیین می کنند. نظریه ی ویلنکین، که در آن جهان بدون علّتی "دقیقاً ازهیچ" ایجاد می شود (1982و ص.26) فاقد این ضعف است. در نظریه ی ویلنکین جهان در یک تونل کوانتومی از هیچ مطلق بر صحنه ی فضا ظاهر می شود. گذر از تونل کوانتومی معمولا در قالب فرآیندهایی *درون* فضا-زمان فهمیده می شود؛ مثلا، اگر یک الکترون فاقد انرژی کافی برای گذر از مانع باشد گذر از تونل برایش مشکل خواهد بود، اما با این حال می تواند از آن بگذرد. این گذر بدان خاطر ممکن است که رابطه ی عدم قطعیت فوق الذکر امکان می دهد که الکترون ناگهان در یک برهه ی زمانی کوتاه، انرژی اضافه ای بدست آورد تا بتواند از مانع تونل گذر کند. ویلنکین این مفهوم را بر خود فضا-زمان اعمال می کند، در این مورد سیستم پیش از تونل زدن (tunneling)هیچ حالتی ندارد، زیرا حالت تونل زدن نخستین حالت موجود است. پس حالت تونل زدن مشابه بیگ بنگ[1] در سومین تعریف آغاز جهان در بخش 2 است، زیرا اولین حالت جهان است و پیش از این حالت هیچ زمانی نبوده است. معادله ای که این حالت را توصیف می کند یک معادله ی تونل زنی کوانتومی است، بویژه حل شناور روایت اقلیدسی معادلی تکاملی جهان با یک متریک بسته ی روبرتسون- واکر [12]. جهان برآمده از یک تونل زنی با اندازه ی محدود ($a = H$) و نرخ انبساط یا انقباض صفر ($da/dt = 0$) است. جهان برآمده از یک حالت خلاء متقارن است، که سپس زایل می شود و دوره ی تورمی آغاز می شود؛ پس از پایان این دوره، جهان مطابق مدل استاندارد بیگ بنگ تکامل می یابد.

مدل های مکانیک کوانتومی از آغاز جهان از نظر تبیینی برتر از مدلهای بیگ بنگ استاندارد مبتنی برنسبیت عام هستند؛ زیرا حالت اولیه ای را فرض نمی کنند که در آن قوانین فیزیک فرو می ریزد بلکه آغاز جهان را مطابق قوانین فیزیک تبیین می کنند. نظریه ی مبتنی بر نسبیت عام آغازی را برای جهان پیش بینی می کند که در حالت اولیه ی آن قوانین مورد استفاده برای پیش بینی فرومی ریزند. تکینگی و انبساط فضا-زمان چهاربعدی از این تکینگی از هیچ یک از قوانین نسبیت عامِ بعدی جهان تبعیت نمی کند. به جای یک تکینگی انبساط یابنده، یک نوسان کوانتومی یا تونل زنی هست که مشابه نوسان ها و تونل زنی های درون جهان است و ازهمان قوانین غیرعلّی نوسانات و تونل زنی های بعدی پیروی می کند [13].

این مرورمان بر نقش مکانیک کوانتومی در تبیین آغاز جهان قویّاً مؤید برهان احتمالاتی بر آغاز بی علت جهان است، که گرچه پیچیده تر از آن چیزی است که در بخش های 1 تا 3 فرض کردیم، اما باز هم نافذ است. نتایج آن در این عبارت فصلی خلاصه شده است: به نحو احتمالاتی درست است که **یا** جهان بدون علتی (الف) در پی یک تکینگی با چگالی، دما و انحنای بینهایت و شعاع صفر، یا (ب) با یک تکینگی واجد مقادیر محدود و غیر صفر، یا (ج) در خلاءای نوسانی در یک فضای بزرگ تر یا تونل زنی از هیچ انبساط آغازکرده است، **یا** جهان ناگهان در پی فاز انبساطی پیش تری تحت شرایط (الف)، (ب) یا (ج) هستی آغاز کرده است.

==========

منابع

Atkatz, D., and Pagels, H. (1982), "Origin of the Universe as a Quantum Tunneling Event", *Physical Review D 25*: 2065-2073.

Barrow, J., and Silk, J. (1983), *The Left of Creation.* New York: Basic Books.

Brout, R., Englert, F., and Gunzig, E. (1978), "The Creation of the Universe as a Quantum Phenomenon", *Annals of Physics* (N.Y.) *115*: 78-106.

Craig, W. L. (1979), *The Kalam Cosmological Argument.* New York: Harper and Row.

Fitzgerald, P. (1976), "Discussion Review: Swinburne's *Space and Time*", *Philosophy of Science 43*: 618-637.

Gott, J. R. (1982), "Creation of Open Universes from de Sitter Space", *Nature 295*: 304-307.

Grishchak, L. P., and Zeldovich, Y. B. (1982), "Complete Cosmological Theories", in M. J. Duff and C. J. Isham (eds.), *Quantum Structure of Space and Time.* Cambridge: Cambridge University Press, pp. 409-422.

Hawking, S. W. (1966), "Singularities in the Universe", *Physical Review Letters 17*: 444-445.

—. (1976), "Breakdown of Predictability in Gravitational Collapse", *Physical Review D 14*: 2460.

Hawking, S. W., and Ellis, G. F. R. (1973), *The Large Scale Structure of Space-Time.* Cambridge: Cambridge University Press.

Hawking, S. W., and Penrose, R. (1965), "Singularities in Homogenous World Models", *Physical Letters 17*: 246-247.

— . (1970), "The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology", *Proceedings of the Royal Society of London A 314*: 529-548.

Hubble, E. (1929), "A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extragalactic Nebulae", *Proceedings of the National Academy of Sciences 15*: 168-173.

Landsberg, P. T., and Park, D. (1975), "Entropy in an Oscillating Universe", *Proceedings of the Royal Society of London A 346*: 485-495.

Lifschitz, E. M., and Khalatnikov, I. M. (1963), "Investigations in Relativist Cosmology", *Advances in Physics 12*: 185-249.

Misner, C. W., Thorne, K. S., and Wheeler, J. A. (1973), *Gravitation.* San Francisco: W. H. Freeman and Co.

Newton-Smith, W. H. (1980), *The Structure of Time.* London: Routledge and Kegan Paul.

Penrose, R. (1965), "Gravitational Collapse and Space-Time Singularities", *Physical Review Letters 14*: 57-59.

—. (1974), "Singularities in Cosmology", in M. S. Longair (ed.), *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data,* Boston: D. Reidel, pp. 263-272.

Penzias, A., and Wilson, R. (1965), "A Measure of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s", *Astrophysical Journal 142*: 419-421.

Schmidt, B. G. (1971), "A New Definition of Singular Points in General Relativity", *General Relativity and Gravity 1*: 269-280.

Silk, Joseph (1980), *The Big Bang.* San Francisco: W. H. Freeman and Co.

Smith, Q. (1985a), "Kant and the Beginning of the World", *The New Scholasticism 59*: 339-346.

—. (1985b), "The Anthropic Principle and Many-Worlds Cosmologies", *The Australasian Journal of Philosophy 63*: 336-348.

—. (1985c), "On the Beginning of Time", *Noûs 19*: 579-584.

—. (1986a), *The Felt Meanings of the World: A Metaphysics of Feeling.* West Lafayette, Indiana: Purdue University Press.

—. (1986b), "World Ensemble Explanations", *Pacific Philosophical Quarterly 67*: 73-86.

—. (1987), "Infinity and the Past", *Philosophy of Science 54*: 63-75.

Stromberg, G. (1925), "Analysis of Radial Velocities of Globular Clusters and Non-Galactic Nebulae", *Astrophysical Journal 61*: 353-362.

Swinburne, R. (1981), *Space and Time,* 2nd ed. New York: St Martin's Press.

Tolman, R. C. (1934), *Relativity, Thermodynamics and*

Cosmology. Oxford: Clarendon Press.

Tryon, E. P. (1973), "Is the Universe a Vacuum Fluctuation?", *Nature 246*: 396-397.

Vilenkin, A. (1982), "Creation of Universes from Nothing", *Physical Letters 117B*: 25-28.

Wheeler, J. (1973), "From Relativity to Mutability", in J. Mehra (ed.), *The Physicist's Conception of Nature.* Boston: D. Reidel, pp. 202-247.

Whitrow, J. G. (1980), *The Natural Philosophy of Time,* 2nd ed. Oxford: Clarendon Press.

==========

پانوشت ها

1. See G. Stromberg's summary of V. M. Slipher's measurements in Stromberg 1925; also see Hubble 1929. Other observational evidence that supports Big Bang cosmology includes the background microwave radiation of 2.7 K, which is a remnant of the intense heat generated at an early stage of the expanding universe. This radiation was first discovered (and initially measured to be 3.5 K) by A. Penzias and R. Wilson in Penzias and Wilson 1965.

A third major set of data supporting the Big Bang cosmology is the abundance of helium 4, deuterium, helium 3, and lithium 7, the formation of which is predicted to occur in the first minutes of the Big Bang.

2. According to John Wheeler (1973, p. 220), the simplest expression of the Einstein equations is

(curvature of space time) = 8**pi* (density of the mass-energy present in that space-time).

More completely, it can be said that the field equations relate the metric tensor $g_{\mu\nu}$ and its derivatives, which describe the geometry of space-time, to the energy-momentum tensor $T_{\mu\nu}$, which is determined by the distribution of the mass and energy in that space-time. These equations enable paths in space-time (specifically, geodesic paths) to be calculated. The formula summarizing the ten field equations is

$$R_{\mu\nu} - (1/2)Rg_{\mu\nu} + lamda*g_{\mu\nu} = -(8*pi*G/c^2)T_{\mu\nu}$$

The terms on the left-hand side are composed of $g_{\mu\nu}$ and its derivatives, and also of the constant *lamda*. *G* is the constant of gravitation and *c* the velocity of light.

3. The Robertson-Walker metric is determined by *a*, the radius of the universe at a certain time, and by the curvature of space-time. The metric of a homogeneous and isotropic universe is

$$ds^2 = dt^2 - (1/c^2)a^2*(d\text{-}sigma)^2$$

where *ds is* the space-time interval between two events, *d-sigma* [derivative of *sigma*] is the line element of a space of constant curvature. and *c* the velocity of light.

4. The most widely discussed models have been developed in Tolman (1934, pp. 440 ff) and in Landsberg and Park (1975).

5. That is, the stress-energy tensor satisfies

$$(T_{alpha\text{-}beta} - 1/2*g_{alpha\text{-}beta}*T)u^{alpha}*u^{beta} >= 0$$

6. That is, the space-time is such that

$$^{t}(a^{R}b)cd(e^{t}f)^{(t\wedge c)*(t\wedge d)}$$ [is not equal to] 0

holds at some point along each timelike or null geodesic. t^a is the tangent vector.

7. Hawking and Ellis (1973, p. 3). The proof that the trapped surface created by this matter implies a singularity in our past (rather than in our future) is given on pages 356-359.

8. The less dense parts of the universe exploded from points first, followed by the more dense parts. See Barrow and Silk (1983, p. 42).

It should also be noted that if the universe is not sufficiently isotropic and homogeneous, some past-directed timelike geodesics will not end in singularities. Observational evidence, however, suggests that the universe is sufficiently symmetric so that all do end in singularities. See Hawking and Ellis (1973, pp. 358-359).

9. Although the space of the singularity is standardly defined as less than 3-d, Roger Penrose has proposed a definition of the cosmological singularity as a 3-d spacelike surface, in which case it could count as a part of the universe and thus as its beginning. See Penrose (1974).

10. I have shown that it is logically possible for there to be empty time before the Big $Bang_1$ in Smith (1985a).

11. A frequent objection is that singularities involve infinite values and that infinities cannot be real. See for example Craig (1979, pp. 116-117). I have rebutted Craig's and others' arguments against infinite realities in Smith (1987).

12. The bounce solution is $a(t) = H^{-1}cos(Ht)$. See Vilenkin (1982, p. 26).

13. For further discussion of the vacuum fluctuation theories of the beginning of the universe, see Smith (1986b, esp. pp. 81-84). Other pertinent cosmological discussions can be found in Smith (1985b) and Smith (1986a, chapter Vl).

دکتر کوئنتین اسمیت هم اکنون از بزرگترین فلاسفه بیخدا می باشد.

وی هم اکنون در دانشگاه میشیگان غربی فلسفه تدریس میکند. دکتر کوئنتین اسمیت همچنین سردبیر نشریه بسیار مشهور فیلو است که به فلسفه دین میپردازد.

از مهمترین کتابهای وی "بیگ بنگ، کیهان شناسی، خداباوری و خداناباوری" است که بطور مشترک توسط او و ویلیام کریگ لین فیلسوف مشهور خداباور توسط انتشارات دانشگاه اکسفورد چاپ شده است.