الطاقة المظلمة :

انرژی تاریک:

في القرن العشرين وفرت الأرصاد الفلكية لأحد أنواع المستعرات العظمى - السوبرنوفا نوع Ia والتي تنفجر عند وصول قزم أبيض إلى كتلة قدرها 1.4 بقدر كتلة الشمس - شموعاً معيارية كونية يمكن من خلالها معرفة المسافات الكونية بدقة؛ لأن هذا النوع من الاقزام البيضاء عند الإنفجار وتحولها إلى مستعرات عظمى فإنها جميعها تعطي نفس السطوع وتخفت بنفس المعدل حيث إنّ لها نفس التركيبة تقريباً، كما أنها جميعاً تنفجر عند الوصول إلى نفس الكتلة وهي 1.4 بقدر كتلة الشمس، حيث تمثل الكتلة القصوى للأقزام البيضاء إذ إنها تقوم بجذب الغازات الغنية بالهيدروجين من النجم العجوز المرافق لها وهكذا تزداد الكثافة والحرارة باستمرار حتى تصل الحرارة إلى أكثر من عشرة ملايين درجة ويحصل عندها الاندماج النووي للقزم الأبيض كله ويشتعل النجم وينفجر انفجاراً كبيراً يمزق النجم منتجاً مستعراً أعظم من نوع Ia.

مشاهدات نجومی در قرن بیستم به کشف یک اَبَرنواختر (یا سوپرنوا) از نوع Ia که پس از انفجار یک کوتولهء سفید با جرم ۱/۴ برابر جرم خورشید بوجود آمده بود، انجامید. این نوع سوپرنوا استانداردی در ستارهشناسی است که با آن میتوان فواصل کیهانی را به دقت تعیین نمود؛ زیرا این نوع کوتولههای سفید به هنگام انفجار و تبدیل شدن به ابرنواختر، همه یک میزان روشنایی از خود ساطع میکنند و با سرعت یکسانی درخشندگی خود را از دست میدهند؛ چرا که تقریباً همگی از یک ترکیب برخوردار میباشند و هنگام رسیدن به همان جرم مزبور یعنی ۱/۴ برابر جرم خورشید منفجر میشوند؛ این جرم به این صورت حاصل میشود که اجسام دوردست خوراکی برای این کوتولههای سفید میشوند. آنها شروع به جذب گازهای غنی از هیدروژن

ستارهء پیری که همراهشان است می‌کنند و در نتیجه چگالی و حرارتشان به طور مرتب زیاد می‌شود، تا به دمایی بیش از ۱۰ میلیون درجه می‌رسد و در نتیجه برای کل کوتولهء سفید یک همجوشی هسته‌ای رخ می‌دهد؛ ستاره مشتعل شده، انفجار بزرگی رخ می‌دهد و در نتیجهء ستارهء شعله‌ور و ازهم‌گسیخته، اَبَرنواختری از نوع Ia پدید می‌آید.

أما ما يؤدي إلى زيادة أو نقص سطوعها فهو المسافة بينها وبين الراصد، أو ابتعاد أو قرب المستعر الأعظم عن الراصد، وهذا هو ما جعلها - كما تقدم - شموعاً معيارية لتحديد المسافات الكونية بدقة، فمثلاً: إذا عرفنا المسافة التي يبعد بها مستعر أعظم عنا ثم أردنا قياس المسافة بيننا وبين مستعر أعظم ثانٍ له ربع سطوع المستعر الأعظم الأول، فإن المسافة التي يبعد بها عنا المستعر الأعظم الثاني هي ضعف المسافة التي يبعد بها عنا المستعر الأعظم الأول؛ لأن السطوع يتناسب مع مربع المسافة، وهذا يعني أننا أيضاً إذا عرفنا المسافة بيننا وبين المستعر الأعظم يمكننا أن نحسب سطوع المستعر الأعظم، وبما أنّ المستعرات العظمى تتفجر باستمرار في الكون حولنا فقد وفرت معلومات عن المسافات الكونية بدقة، وكذلك فإن مراقبتها بينت سرعة توسع الكون (المادة والطاقة).

اما آنچه باعث افزایش یا کاهش میزان درخشندگی آنها می‌شود، فاصلهء بین آنها تا ناظر، یا دوری و نزدیکی ابرنواختر نسبت به رصدکننده می‌باشد؛ و همین نکته - همان طور که پیشتر شرح داده شد - استانداردی برای تعیین دقیق فواصل کیهانی در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال اگر ما بدانیم ابرنواختری چقدر با ما فاصله دارد، سپس بخواهیم فاصلهء خودمان تا یک ابرنواختر دیگر را که یک‌چهارم ابرنواختر اول درخشندگی دارد، اندازه‌گیری کنیم، به این معنی است که فاصلهء ما تا ابرنواختر دوّم، دو برابر فاصله‌مان تا ابرنواختر اوّل است؛ زیرا میزان تابش متناسب با عکس‌مربع‌فاصله می‌باشد. به عبارت دیگر اگر ما فاصلهء بین خود و ابرنواختری را بدانیم

می‌توانیم میزان درخشندگی آن را نیز محاسبه نماییم. از آنجا که ابرنواخترها در هستی پیرامون ما به طور پیوسته در حال انفجار هستند، اطلاعات زیاد و دقیقی از فواصل کیهانی برای ما فراهم شده است. همچنین بررسی آنها سرعت انبساط هستی (ماده و انرژی) را نیز نشان می‌دهد.

ففي نهاية القرن العشرين توصل فريق من الباحثين الذين كانوا يرصدون المستعرات العظمى إلى أن أحد المستعرات العظمى البعيدة عنا أخفت مما المفروض أن يكون عليه سطوعه، وهذا يعني أنّ الكون يتمدد بسرعة أكبر من المتوقع والذي يعني بدوره أنّ هناك طاقة مجهولة هائلة متزايدة تقاوم جاذبية كتلة المادة الكونية وتدفع باتجاه التوسع بتسارع.

در پایان قرن بیستم گروهی از پژوهش‌گرانی که به رصد ابرنواخترها می‌پرداختند، متوجه شدند یکی از ابرنواخترهای دور از ما سریعتر از آنچه مورد انتظار بود، درخشندگی‌اش را از دست داد. این به آن معناست که هستی با سرعتی بیش از آنچه پیشتر گمان می‌رفت، در حال انبساط می‌باشد. این هم به نوبهء خود به این معنی است که یک انرژی بزرگ و غول‌پیکر مجهول وجود دارد که در برابر گرانش جرم مادهء کیهانی ایستادگی می‌کند و هستی را به سمت انبساط با شتاب بیشتر سوق می‌دهد.

بعد أن توفرت أداة قياس المسافات الكونية الدقيقة فمن قياسات المسافات إلى المجرات وقياس سرعات ابتعادها عرف علماء الفلك أنّ هناك طاقة مجهولة كبيرة تصارع قوة جذب المادة في الكون وتشارك بفعالية في تمدد الكون باستمرار وبتسارع سميت هذه الطاقة بالطاقة المظلمة.

پس از فراهم آمدن ابزارهایی برای اندازه‌گیری دقیق مسافت‌های کیهانی، با اندازه‌گیری فاصله‌های کهکشان‌ها و سرعت دور شدن آنها، کیهان‌شناسان

دریافتند انرژی بزرگ ناشناختهای وجود دارد که با نیروی گرانش ماده در هستی مقابله میکند و در فرآیند انبساط دائمی و پرشتاب هستی مشارکتی فعال دارد. این انرژی را "انرژی تاریک" نام نهادند.

أما حساب الأمر رياضياً، فاعتماداً على ما تقدم ومن نتائج الرصد التي توفرت تمكن الفلكيون من معرفة قيمة الفرق بين $\Omega_\Lambda - \Omega_M = 0.46$ مع زيادة أو نقصان بمقدار 0.03

با توجه به مبانی ریاضی، و براساس مطالب گفتهشده و نتایج رصدهای صورتگرفته، اخترشناسان توانستند مقدار اختلاف $\Omega_\Lambda - \Omega_M = 0.46$ را با دقت ۰/۰۳ اندازهگیری کنند.

و Ω_Λ : تمثل نسبة الكثافة التي توفرها الطاقة المظلمة إلى الكثافة الحرجة.

Ω_Λ عبارت است از نسبت چگالی انرژی تاریک به چگالی بحرانی.

و Ω_M : تمثل نسبة متوسط كثافة كل المادة الموجودة في الكون إلى الكثافة الحرجة.

Ω_M عبارت است از نسبت میانگین چگالی کل مادهء موجود در هستی به چگالی بحرانی.

والكثافة الحرجة: هي الكثافة التي عندها يكون تقوس الكون صفري بحسب معادلات اينشتاين.

چگالی بحرانی، یعنی چگالی که طبق معادلات اینشتین، انحنای کیهان در آن چگالی صفر می‌شود.

وفي الكون المرئي وبحسب نتائج الرصد الفلكي، فإن نسبة متوسط كثافة كل المادة الموجودة في الكون بما فيها المادة المظلمة - المحسوبة اعتماداً على الجاذبية - إلى الكثافة الحرجة تساوي تقريباً 0.25 أي إنّ $\Omega_M = 0.25$ تقريباً.

طبق یافته‌های به‌دست آمده از مشاهدات نجومی، در کیهان مرئی میانگین نسبت چگالی کل مادهٔ موجود در هستی به همراه مادهٔ تاریک ـ که براساس جاذبه‌اش در این فرآیند مشارکت دارد ـ به چگالی بحرانی تقریباً برابر است با ۰/۲۵ یعنی تقریباً: $\Omega_M = ۰/۲۵$

ومن المعادلة التي في الأعلى يمكن أن نعرف أنّ قيمة Ω_Λ هي:

$$\Omega_M = \Omega_\Lambda + 0.46$$

$$\Omega_\Lambda = 0.46\ (\pm 0.03) + 0.25 = 0.71$$ تقريباً

و از معادلهٔ فوق مقدار Ω_Λ قابل محاسبه است:

$\Omega_M = \Omega_\Lambda + 0.46$ و به‌طور تقریبی:

$$\Omega_\Lambda = 0.46\ (\pm 0.03) + 0.25 = 0.71$$

أي إنّ $\Omega_M + \Omega_\Lambda = 0.96 \sim 0.99$ وهذا الرقم لدى بعض علماء الفيزياء والفلكيين تقريباً واحد صحيح، وهو يعني أن تقوس الكون صفري.

یعنی $\Omega_M + \Omega_\Lambda = 0.96 \sim 0.99$ و این مقدار از نظر برخی دانشمندان فیزیک و اخترشناسان تقریباً برابر "یک" می‌باشد و این یعنی انحنای جهان برابر با صفر است.

فمن معادلات اينشتاين النسبية حول شكل الكون وتمدده أو استقراره يمكن معرفة مقدار الكثافة الحرجة للمادة في الكون، والكثافة الحرجة هي كثافة المادة في الكون التي يكون عندها تقوس الفضاء صفري، أما كثافة الكون المقاسة فعلاً بما فيها الطاقة الكونية محولة إلى ما يعادلها من المادة بحسب معادلة اينشتاين ط = ك*س^2 ، $E=mc^2$ فتسمى الكثافة الفعلية.

از معادلات نسبیت اینشتین در مورد شکل هستی و انبساط یا پایداری آن می‌توان مقدار چگالی بحرانی ماده در کیهان را بدست آورد. چگالی بحرانی یعنی چگالی ماده در هستی که در آن، انحنای فضا صفر می‌شود. ولی در حال حاضر چگالی محاسباتی هستی از طریق جرم معادل مقدار انرژی که معادلهٔ اینشتین یعنی $E=mc^2$ بدست می‌دهد، محاسبه می‌شود، که به چگالی واقعی معروف می‌باشد.

فإذا كانت الكثافة الفعلية أكبر من الكثافة الحرجة فهذا يعني أنّ الكون موجب التقوس كسطح كرة، ويعني أيضاً أنه إذا كان كوننا متمدداً فإنه سينتهي به المطاف إلى الانكماش ولن يستمر تمدده دون توقف.

اگر چگالی واقعی بیشتر از چگالی بحرانی باشد، یعنی هستی انحنای مثبت دارد، مانند سطح کره، و این خود به آن معنا است که اگر هستی ما منبسط و گسترده شود، نهایت کارش به انقباض کشیده خواهد شد و انبساط بدون توقف آن ادامه نخواهد یافت.

أما إذا كانت الكثافة الفعلية أقل من الكثافة الحرجة فهذا يعني أنّ الكون سالب التقوس كسطح مكافئ زائدي أو سرج حصان وتمدده سيستمر دون توقف.

اگر چگالی واقعی کمتر از چگالی بحرانی باشد، به مفهوم این است که جهان انحنای منفی پیدا می‌کند؛ مانند سطح هذلولی سهموی یا زین اسب و انبساط آن بی‌توقف ادامه خواهد داشت.

أما إذا ساوت قيمة الكثافة الفعلية قيمة الكثافة الحرجة فهذا يعني أنّ الكون صفري التقوس أو لنقل مسطح وسيستمر تمدده، ولكن معدل تمدده سيتباطأ ويقترب من الصفر، ولكنه لن يصل للصفر أبداً.

معنای مساوی بودن چگالی واقعی و چگالی بحرانی هم این است که هستی فاقد انحنا است یا به عبارت دیگر مسطح می‌باشد. در این حالت انبساط آن ادامه خواهد یافت؛ ولی میانگین انبساطش به تدریج کم خواهد شد تا در نهایت به صفر نزدیک شود.

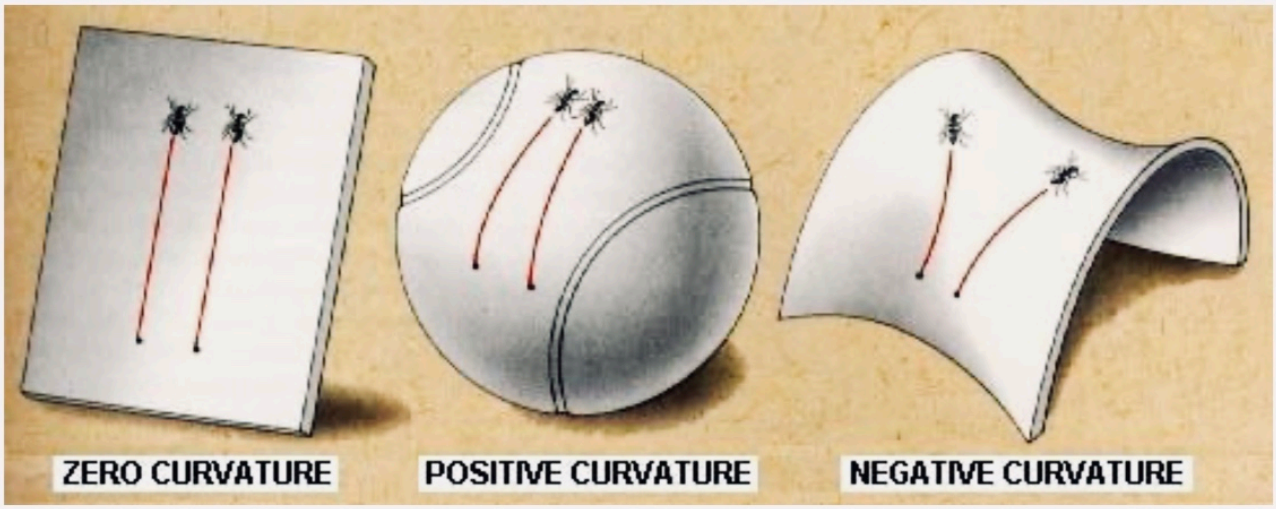
وبحسب النتائج المتقدمة، فإنّ النسبة هي واحد تقريباً أي إنّ الكثافة الفعلية تساوي الكثافة الحرجة أي إنّ الكون صفري التقوس أو مسطح.

براساس نتایج پیشین، این نسبت تقریباً برابر یک است، یعنی چگالی فعلی برابر با چگالی بحرانی است یا به عبارت دیگر، هستی بدون انحنا یا مسطح می‌باشد.

شکل ۳۰: مدل‌های فریدمان

منبع: کتاب سفری به جاذبه و فضا-زمان

A Jouney Into Gravity and Spacetime, Wheeler. A.J



شکل30: نماذج فریدمان

المصدر: (A Journey Into Gravity and Spacetime - Wheeler. A.J)

شکل30: نماذج فریدمان

المصدر: (A Journey Into Gravity and Spacetime ـ Wheeler. A.J)

شکل۳۰: مدلهای فریدمان

منبع: کتاب سفری به جاذبه و فضا-زمان

A Jouney Into Gravity and Spacetime, Wheeler. A.J

إضافة إلى ما وفرته المستعرات العظمى فيما تقدم، كذلك فإنّ رصد اشعاع الخلفية الكوني ورسم خريطة دقيقة للانحرافات فيه بواسطة معدات متطورة محمولة على مناطيد وأقمار صناعية في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الواحد والعشرين مكن العلماء من معرفة مجموع Ω_Λ و Ω_M وكانت القيمة هي 1.02 تقريباً مع زيادة ونقصان محتملة قدرها 0.02 وإذا راجعنا النتيجة التي

وفرتها المستعرات العظمى لقيمة الفرق بينهما نصل إلى نفس النتيجة تقريباً، وهي أن مجموعهما تقريباً واحد صحيح وهو ما يعني:

علاوه بر اطلاعات بدستآمده از اَبَرنواخترها - که پیشتر بحث شد - رصد تابش پس‌زمینهء کیهانی و ترسیم نقشهء دقیق انحرافات آن، در پایان قرن بیستم و آغاز قرن بیست‌ویکم، به‌وسیلهء ابزارهای پیشرفته‌ای که بر بالنها و ماهوارهای فضایی سوار می‌شوند، دانشمندان توانستند مجموع Ω_Λ و Ω_M را که تقریباً ۱/۰۲ بود، با دقت احتمالی به میزان ۰/۰۲ دریابند. اگر ما برای درک تفاوت مقدار بین این دو، به نتیجهء بدست آمده از ابرنواخترها مراجعه کنیم، تقریباً به همین نتیجه می‌رسیم یعنی اینکه مجموع این دو تقریباً عدد صحیح "یک" است و این یعنی:

إنّ الثابت الكوني في معادلة اينشتاين ليس صفرياً كما كان متوقعاً في وقت سابق وإن هناك طاقة مجهولة أو كما تسمى مظلمة تمثل الغالبية العظمى من الطاقة المؤثرة في الكون، وإذا حولناها إلى كتلة فستكون المساهم الأكبر في كتلة الكون.

ثابت کیهانی در معادلهء اینشتین بر خلاف آنچه قبلاً انتظار می‌رفت، صفر نیست؛ بلکه در این بین انرژی ناشناخته‌ای - یا آن طور که نام گرفته انرژی تاریک - وجود دارد که در واقع بخش اعظم انرژی مؤثر در هستی است؛ و اگر آن را به جرم تبدیل کنیم، سهم بیشتری نسبت به جرم هستی خواهد داشت.

والأمر الآخر : هو أنّ الكون صفري التقوس أي مسطح.

موضوع دیگر اینکه جهان بدون انحنا یا مسطح می‌باشد.

«إن البيانات الآتية من المسبار WMAP تبين أن أكبر الانحرافات عن مستوى تجانس إشعاع الخلفية الكوني تغطي زاوية قدرها حوالي درجة واحدة، وهو ما يعني أن $\Omega_\Lambda + \Omega_M$ له قيمة قدرها 1.02، بزيادة أو نقصان 0.02. وعلى هذا، ضمن حدود الدقة التجريبية يمكننا أن نستنتج أن

$\Omega_\Lambda + \Omega_M = 1$ وأن الفضاء مسطح.

يمكن التعبير عن نتائج مشاهدات المستعرات العظمى البعيدة من النوع Ia على صورة $\Omega_\Lambda - \Omega_M = 0.46$.

إذا دمجنا هذه النتيجة مع النتيجة التي تقول إن $\Omega_\Lambda + \Omega_M = 1$، سنجد

$\Omega_\Lambda = 0.73$ ، $\Omega_M = 0.27$ ، بمعدل شك قدره نسبة مئوية بسيطة في كل رقم وكما ذكرنا من قبل، هذه هي أفضل التقديرات الحالية للفيزيائيين الفلكيين لقيمة هذين العاملين الكونيين المحوريين، وهو ما يخبرنا بأن المادة ـ العادية والمظلمة ـ توفر 27 بالمائة من إجمالي كثافة الطاقة في الكون، وأن الطاقة المظلمة توفر حوالي 73 بالمائة. وإذا فضلنا التفكير في مقدار الكتلة المكافئ للطاقة، ط/س^2 ، يمكن اعتبار أن الطاقة المظلمة تمثل 73 بالمائة من كتلة الكون الإجمالية»(1).

1. المصدر (تايسون وسميث - البدايات): ص77.

«دادهای WMAP (Wilson Microwave Anisotropy Probe) نشان می‌دهد که بزرگترین انحراف از هموار بودن تابش پس‌زمینهٔ کیهانی انحراف زاویه‌ای حدود یک درجه را نشان می‌دهد، که در نتیجهٔ آن $\Omega_\Lambda + \Omega_M$ مقدار معادل ۱/۰۲ کمتر یا بیشتر به اندازهٔ ۰/۰۲ پیدا می‌کند. بنابراین با توجه به دقتهای آزمایشات می‌توانیم نتیجه بگیریم:

$\Omega_\Lambda + \Omega_M = 1$ و در نتیجه، فضا مسطح می‌باشد.

نتایج مشاهدات ابرنواخترهای دور از نوع Ia(*) می‌تواند به این صورت بیان شود که:

$\Omega_\Lambda - \Omega_M = 0.46$.

(*)- Ia نوعی از اَبَرنواَختر است که در یک منظومهٔ دوستاره‌ای که یکی از آنها دور دیگری می‌گردد، رخ می‌دهد. یکی از آنها یک کوتوله‌ٔ سفید و دیگری می‌تواند هر نوع ستارهٔ دیگری باشد. (مترجم)

اگر این نتیجه را با $\Omega_\Lambda + \Omega_M = ۱$، ترکیب کنیم، مشاهده می‌کنیم:

$\Omega_M = ۰/۲۷$ ، $\Omega_\Lambda = ۰/۷۳$ ، (با عدم قعطیت بسیار کم و دقت بالا در هر عدد)

همان‌طور که گفته شد، این مقادیر بهترین تخمین‌های فیزیک کیهان‌شناسی برای این دو پارامتر کلیدی کیهانی می‌باشند که به ما می‌گویند ماده (اعم از مادهٔ معمولی و مادهٔ تاریک) تأمین‌کنندهٔ ۲۷درصد از تمام چگالی انرژی در جهان و انرژی تاریک،

تأمین‌کنندهء ۷۳درصد مابقی می‌باشد. اگرمعادلهء ماده-انرژی E/C^2 را ترجیح می‌دهیم، خواهیم دید که انرژی تاریک، ۷۳درصد از کل ماده جهان را تشکیل می‌دهد »[1].

1. مصدر : تایسون و گلداسمیت، آغازها، ص۷۷.

أما جواب سؤال من أين أتت وتأتي الطاقة المظلمة، فيحتمل بعض علماء الفيزياء أنّ ميكانيك الكم كفيل بتفسير هذا الأمر؛ حيث إن الفضاء الفارغ من أي شيء تظهر فيه جسيمات افتراضية وتختفي باستمرار، إذ إنّ هناك تفاوتات كمية للفراغ بحسب مبدأ الريبة في ميكانيك الكم كما بينا سابقاً.

اما در پاسخ به این سؤال که انرژی تاریک از کجا آمده و می‌آید، برخی فیزیکدانان احتمال می‌دهند که مکانیک کوانتوم بتواند وظیفهء تفسیر این موضوع را به دوش بگیرد. به این صورت که در فضای خالی از هر چیزی، ذرات مجازی به طور مرتب پدیدار و مخفی می‌گردند؛ زیرا طبق اصل عدم قطعیت در مکانیک کوانتوم، در خلأ ناپایداری‌های کوانتومی وجود دارد؛ این موضوع را پیشتر توضیح دادیم.

الفضاء الخاص بالمادة والطاقة يزداد مع توسع انتشار المادة والطاقة سواء كان هو جزء من فضاء أكبر وإن المجرات مع حركتها المتباعدة والمتسارعة تشغل جزءاً أكبر منه كلما مر الزمن، أم كان هو كل الفضاء الكوني وكان في الماضي متناهي الصغر وبدأ توسعه بالانفجار العظيم.

فضای ویژهء ماده و انرژی، با گسترش ماده و انرژی منتشر شده، گسترش می‌یابد، اگر چه این خود می‌تواند جزئی از فضای بزرگتر تلقی شود که در آن کهکشانها نیز با حرکت واگرای شتابان خود، با گذشت زمان، بخش بزرگتری از آن را اشغال می‌کنند؛ یا اینکه تمام فضای جهان می‌باشد در حالی که در گذشته بسیار کوچک بوده و با انفجار بزرگ، توسعهء آن آغاز شده است.

ومع افتراض أنّ الطاقة المظلمة تأتي من التفاوتات الكمية للفضاء الخاوي تكون النتيجة أنه مع توسع الفضاء تزداد الطاقة المظلمة في الفضاء الخاوي بين المادة ويرافقه مزيد من تشتت المادة وانتشارها في الكون، وبالنتيجة فالمتوقع في كون مسطح وله ثابت كوني غير صفري في معادلة اينشتاين النسبية أنه يتجه لزيادة Ω_Λ على حساب Ω_M باستمرار بحيث يحافظان على أن يكون مجموعهما واحد، ومن المتوقع أن يصل Ω_M إلى رقم أقرب ما يكون من الصفر، وأن يصل Ω_Λ إلى رقم أقرب ما يكون من الواحد الصحيح، ولكنه يتطلب فترة زمنية شاسعة.

با فرض اینکه انرژی تاریک از نوسان‌های کوانتومی در فضای خالی سرچشمه بگیرد، نتیجه آن است که با گسترش فضا، انرژی تاریک در فضای خالی بین ماده بیشتر می‌شود و انتشار و پراکندگی ماده در هستی نیز افزایش می‌یابد. بنابراین این انتظار وجود دارد که در کیهان مسطح که طبق معادلهٔ نسبیت اینشتین دارای ثابت کیهانی غیر صفر می‌باشد، به طور مرتب افزایش Ω_Λ مقدار Ω_M را کاهش دهد زیرا مجموع این دو برابر با یک می‌باشد. همچنین انتظار می‌رود که مقدار Ω_M به رقمی نزدیک به صفر ، و Ω_Λ به عددی که نزدیک به عدد صحیح یک است برسد؛ البته رسیدن به این نتیجه به یک دورهٔ زمانی طولانی نیاز دارد.

الثابت الكوني نظرياً يمكن أن يكون كبيراً جداً، فالآن لو رجعنا إلى بداية تشكل الكون وفرضنا أنّ الثابت الكوني أكبر مما هو عليه الآن بكثير - كما هو متوقع نظرياً - فهذا يعني أنّ كثافة الطاقة المظلمة ستكون كبيرة، وهذا يعني أنّ قيمة Ω_Λ لن تحتاج كل هذا الوقت لتتجاوز قيمة Ω_M بل إنّ قيمة Ω_Λ ستكون أكبر من قيمة Ω_M بكثير خلال فترة قصيرة من عمر الكون ربما بضعة

ملايين من الأعوام، وهذا يعني أن تأثير الكمية الهائلة للطاقة المظلمة المتزايد سيجعل تمدد الكون يحدث بتسارع كبير ويؤدي إلى تشتيت المادة ونثرها في الفضاء بحيث إنه لن يسمح بتشكل النجوم والكواكب والمجرات وما كانت لتكون في الكون أي حياة، وهذا يعني أنّ الثابت الكوني بمقداره الحالي المناسب لظهور الحياة في الكون دليل على أنّ الكون مقنن لتظهر فيه الحياة لأن احتمالات الثابت الكوني كثيرة جداً، ومن غير المعقول أن يصدف دون قصد مسبق أن يكون الثابت الكوني بحسب المشاهدات الكونية أصغر بكثير مما هو متوقع نظرياً، وبالتالي يكون مناسباً لتشكل المجرات والنجوم والكواكب وظهور الحياة.

از نظر تئوری، ثابت کیهانی می‌تواند بسیار بزرگ باشد. اکنون اگر به مراحل اولیهء پیدایش هستی بازگردیم و فرض بگیریم که ثابت کیهانی - همان‌طور که به لحاظ تئوری پیش‌بینی می‌شود - بسیار بزرگتر از مقدار کنونی آن باشد، یعنی اینکه چگالی انرژی تاریک بسیار زیاد خواهد بود و این یعنی برای اینکه مقدار Ω_Λ از Ω_M عبور کند به این مقدار زمان زیاد، نیاز ندارد بلکه در دوران کوتاهی از عمر هستی که شاید چندمیلیون‌سال باشد، به مقدار Ω_Λ بیشتری از مقدار Ω_M رسیده باشد. مفهوم این سخن آن است که تأثیر مقادیر زیادی از انرژی تاریک در حال افزایش، باعث می‌شود فرآیند انبساط کیهان شتاب زیادی گیرد و ماده در فضا منتشر و پراکنده گردد، به گونه‌ای که اجازه ندهد ستارگان و سیارات و کهکشان‌ها و آنچه که می‌بایست در هستی برقرار شود -یعنی حیات- ظهور و بروز یابد؛ و این به آن معنا است که مناسب بودن مقدار ثابت کیهانی به مقدار کنونی آن، که برای پیدایش حیات در هستی مناسب می‌باشد، خود دلیلی بر قانون‌مند بودن جهان برای پدیدار شدن حیات می‌باشد؛ چرا که احتمالات ثابت کیهانی بسیار زیاد است و معقول نیست که به طور تصادفی و بدون قصد و ارادهء قبلی، براساس مشاهدات کیهانی، ثابت کیهانی بسیار کوچکتر از

مقدار پیش‌بینی شده از لحاظ تئوری باشد، تا در نتیجه فضایی مناسب برای تشکیل کهکشان‌ها، ستارگان، سیارات و پیدایش حیات پدید آید.

«يتنبأ التطبيق المباشر لنظرية الكم على ما نسميه بالف+راغ بأن التفاوتات الكمية هي المسئولة عن إنتاج الطاقة المظلمة دون شك. لكن حين نروي القصة من هذا المنظور يبدو أن السؤال الأهم بخصوص الطاقة المظلمة هو: لماذا احتاج علماء الكونيات لهذا الوقت الطويل حتى يدركوا أن هذه الطاقة موجودة؟ للأسف تُغَيِّر تفاصيل الموقف الفعلي هذا السؤال إلى: كيف أخطأ فيزيائيو الجسيمات إلى هذ الحد؟ فحسابات كمية الطاقة المظلمة الكامنة في كل سنتيمتر مكعب تنتج قيمة تفوق القيمة التي وجدها علماء الكونيات من واقع مشاهدات المستعرات العظمى وإشعاع الخلفية الكوني بمقدار 10^{120} عند تقدير الحسابات الفلكية البعيدة يمكن اعتبار النتائج التي تثبت صحتها في نطاق فارق قدره عشرة أضعاف على أنها مقبولة مؤقتًا، لكن فارقًا قدره 10^{120} لا يمكن غض الطرف عنه بسهولة، حتى من جانب أسهل المتساهلين. وإذا احتوى الفضاء الخاوي على مقدار من الطاقة قريب من هذا المقدار المقترح من قبل فيزيائيي الجسيمات، كان الكون سيتضخم لدرجة مهولة لم تكن حتى لتسمح لرؤوسنا بأن تدور من فرط ضخامتها؛ إذ لم يكن الكون سيحتاج إلا لكسر بسيط من الثانية كي ينثر المادة في أرجائه بشكل لا يمكن تصوره»[1].

1. المصدر (تايسون وسميث - البدايات): ص82.

«کاربرد مستقیم تئوری کوانتوم بر چیزی که ما آن را خلأ می‌نامیم، پیش‌بینی می‌کند که ناپایداری‌های کوانتومی باید انرژی تاریک را به وجود آورده باشد. اما وقتی از این منظر ماجرا را بررسی می‌کنیم، به نظر می‌رسد سؤال بزرگ دربارهٔ انرژی تاریک این باشد که چرا این قدر طول کشید تا کیهان‌شناسان بفهمند که این انرژی باید وجود داشته باشد؟ متأسفانه جزئیات وضعیت کنونی، این سؤال را به این صورت تغییر داده است که چگونه فیزیکدان‌های ذرات این قدر به اشتباه رفته‌اند؟ محاسبات مربوط به مقدار انرژی تاریک در هر سانتی‌مترمکعب مقداری در حدود 10^{120} برابر مقدار انرژی که کیهان‌شناسان از ابرنواخترها و تابش پس‌زمینهٔ کیهانی مشاهده کرده‌اند، می‌باشد. در مقیاسهای کیهانی، محاسباتی که تصحیحاتی در حدود ۱۰ برابر مقداری را نشان بدهد حداقل به طور موقت پذیرفته می‌شوند، اما ضریب 10^{120} برابر نمی‌تواند نادیده گرفته شود، حتی توسط سهل‌انگارترین فیزیکدان‌ها. اگر فضای

خلأ واقعی که شامل انرژی تاریک می‌باشد، چیزی شبیه آنچه فیزیکدان‌های ذرات ارائه می‌کنند، بود، جهان به قدری پف کرده و بزرگ شده بود که حتی سرهای ما قادر به چرخیدن نمی‌شد؛ زیرا تنها در کسر کوچکی از ثانیه، هر ماده‌ای به طور غیرقابل تصوری متلاشی می‌شد »[1].

1. مصدر : تایسون و گلداسمیت، آغازها، ص۸۲.

في محاولة لتفسير ضبط الثابت الكوني، فإنّ الأكوان المتعددة تطرح هنا بأكثر من صورة من قبل بعض علماء الفيزياء والكونيات حيث إنّ هناك افتراضاً يقول: إننا نعيش في كون من سلسلة أكوان متعددة - غير متصلة ببعضها فكل كون منها له فضاؤه الخاص به - وقد تشكلت باحتمالات وبانفجارات كثيرة داخل كيان بأبعاد أعلى، وهنا يمكن تصور أن كوننا هو نتاج أحد هذه الاحتمالات والانفجارات الكثيرة والتي أكثرها تشكل بثابت كوني لا يسمح بظهور الحياة فيها، وبهذا لا يكون الإشكال المتقدم قائماً.

در تلاشی برای تفسیر ثابت کیهانی، تئوری چندجهانی به صورتهای مختلف از طرف فیزیکدانها و کیهانشناسان عرضه شده است. یکی از این فرضیهها این است که: ما در کیهانی از زنجیرهای از کیهانهای متعدد زندگی می‌کنیم که بر اساس احتمالات و انفجارهای زیادی که در داخل وجودی با ابعاد بیشتر رخ داده، پدید آمده است. هر کیهان با سایر کیهانها ارتباطی ندارد چرا که هر کیهانی دارای فضایی مخصوص به خود می‌باشد. می‌توان چنین تصور کرد که کیهان ما نتیجهء یکی از این احتمالات و انفجارهای فراوانی می‌باشد که بیشترشان منجر به تشکیل ثابت کیهانی که مناسب برای ظهور حیات در آنها شود، نمی‌انجامد و به این ترتیب، اشکال گفته‌شده دیگر وارد نخواهد بود.

ولكن هذه تبقى مجرد فرضية، فالأكوان المتعددة يمكن أن نقول إنّ كل واحد منها صدر من كون أعلى منه، وبهذا لا يكون مصدرها واحداً ولا تصلح بهذه

الصورة لحل إشكالية الاحتمالية في ضبط الثابت الكوني، أضف أنّ فرضية الأكوان المتعددة نفسها تقود إلى تساؤلات أخرى عن تلك الأكوان المتعددة ومدى إمكانية أن تؤثر ببعضها وإن كانت التفاوتات الكمومية في الفضاء من نتاج هذا التأثير.

البته این صرفاً یک تئوری است. در مورد جهان‌های متعدد می‌توانیم بگوییم که هر کدام از آنها از یک جهان برتر از آن صادر شده است. بر این اساس منبع آنها یکی نخواهد بود و به این ترتیب این روش برای حل اشکال احتمالات در تعیین ثابت کیهانی، کارآیی نخواهد داشت. علاوه بر این فرضیهء چندجهانی خود باعث مطرح‌شدن پرسش‌های دیگری دربارهء این جهان‌های چندگانه می‌شود و نیز سؤالاتی را دربارهء میزان احتمال اثرگذاری این کیهان‌ها بر هم و اینکه آیا ناپایداری‌های کوانتومی در فضا، از نتایج این اثرگذاری هست یا خیر، پیش می‌کشد.

وعموماً، هي فرضية حتى الآن تمثل رداً ضعيفاً على ما ثبت تبعاً لمشاهدات كونية واقعية وهي أنّ الثابت الكوني الحالي وبهذا المقدار مناسب لظهور الحياة وبالتالي ظهور أجسامنا ولو أنه لم يكن بهذا المقدار وكان أكبر منه بكثير كما هو المفروض بحسب المبادئ النظرية لما ظهرت الحياة في هذا الكون، وهذا فيه دلالة على أنه مقصود وأنّ الحياة مقصودة وأنها هدف، وهذا يثبت وجود الإله.

به طور کلی، این فرضیه تا کنون پاسخ ضعیفی نسبت به آنچه از طریق مشاهدات کیهانی واقعی ثابت شده است، به شمار می‌رود؛ مبنی بر اینکه ثابت کیهانی با مقدار فعلی، برای پیدایش حیات و در نتیجه به وجود آمدن بدن‌های ما مناسب است؛ و اگر ثابت کیهانی به این مقدار نبود و بسیار بزرگتر از آن بود، همان طور که بر اساس مبادی تئوری چنین فرض گرفته می‌شود، حیات بر روی این کیهان به وجود نمی‌آمد. این خود دلیلی است بر

اینکه ورای آن قصد و ارادهای وجود دارد و زندگی که دانسته و از روی قصد پدید آمده است، خود، هدف میباشد. این موضوع وجود خدا را ثابت میکند.

«فوفق مفهوم الكون المتعدد يُطمر الوجود بأسره في أبعاد أعلى، وبهذا يظل فضاء كوننا بمعزل عن أي كون آخر، والعكس صحيح . إن الافتقار إلى أي تفاعل ممكن ولو من الناحية النظرية مع أكوان أخرى يضع نظرية الكون المتعدد في مصاف الفرضيات غير القابلة للاختبار، ومن ثم غير القابلة للتأكيد، على الأقل إلى أن تجد عقول أذكى سبلًا يمكن من خلالها اختبار صحة نموذج الكون المتعدد»[1].

1. المصدر (تايسون وسميث - البدايات): ص85.

«در دیدگاه چند جهانی، وضعیت کلی رخدادها در ابعاد بیشتری بررسی میشود. بنابراین فضا در جهان ما از دسترس هر جهان دیگری دور خواهد بود و برعکس. این فقدان احتمال تراکنش بین جهانها، حتی به لحاظ تئوری، فرضیهء چند جهانی را در گروه غیرقابل آزمایشها و در نتیجه غیرقابل اثباتها قرار میدهد، حداقل تا زمانی که افراد عاقلتری، راههایی برای آزمایش صحت مدل چند جهانی ارائه دهند »[1].

1. مصدر : تایسون و گلداسمیت، آغازها، ص۸۵.

هناك من علماء الفلك من يرد بأنّ هذه الحجة قائمة لأننا موجودون هنا أي إنّ الإشكال متعلق بالراصد أو الإنسان أي إنّ وجودنا يقيد قيمة الثابت الكوني، فلأننا موجودون هنا وقمنا برصد الثابت الكوني أصبحت لقيمته الحالية أهمية، ويسمى هذا الحل لإشكالية الثابت الكوني بالمبدأ الإنساني أو المقاربة الإنسانية. ولكنها في الحقيقة تعطي لوجود الإنسان - الذي رصد الثابت الكوني - أهمية بقدر كونها محاولة لحل إشكالية الثابت الكوني، فالآن وبحسب المبدأ الإنساني أو المقاربة الإنسانية أصبح الثابت الكوني والكون بلا قيمة دون وجود الإنسان الذي يرصده - كما بينا سابقاً في ميكانيك الكم - وبهذا أصبح الإنسان ووجوده أهمية كبرى حيث لا قيمة معرفية وعلمية للكون دون وجود الراصد (الإنسان)، فلا وجود للكون كما نعرفه الآن من دون

الإنسان وهذا يعني أنّ الإنسان هو الهدف الكوني الأول وطالما كان هناك هدف فمن ورائه قوة عليا هادفة أو إله.

برخی کیهان‌شناسان به این پاسخ اشکال گرفته‌اند و گفته‌اند که قوت این استدلال به موجودیت ما برمی‌گردد. یعنی این اشکال متعلق به مشاهده‌گر یا انسان می‌باشد. به عبارت دیگر این وجود ما است که مقدار ثابت کیهانی را تعیین و مشخص کرده‌است و از آنجا که ما در اینجا حضور و وجود داریم و ثابت کیهانی را رصد نموده‌ایم، مقدار فعلی آن حائز اهمیت گشته‌است. این اشکال را اصل یا رهیافت انسانی می‌نامند. ولی واقعیت آن است که این اشکال به وجود انسان که ثابت کیهانی را رصد کرده است آن قدر اهمیت می‌دهد که آن را در تلاش برای حل اشکال ثابت کیهانی اثرگذار می‌داند. اکنون و بر اساس اصل یا رهیافت انسانی، ثابت کیهانی و هستی، بدون وجود انسانی که مشاهده‌گر آن است، فاقد ارزش و بی‌مقدار به شمار می‌رود. ما این موضوع را پیشتر در مکانیک کوانتوم مطرح نمودیم. بنابراین انسان و وجود او دارای چنان اهمیت عظیمی است که بدون رصدکننده (انسان)، هستی ارزش شناخت و بررسی نخواهد داشت. بدون وجود انسان، کیهانی که امروز می‌شناسیم، پدید نمی‌آمد و این یعنی، انسان مهمترین هدف هستی است. مادام که هدفی وجود داشته باشد، ورای آن قدرتی برتر یا خدا قرار دارد.

«وعلى أي، هب انه قد تم في المناطق المستوية وحدها تكوين المجرات والنجوم وان الظروف فيها وحدها كانت ملائمة لنشاة الكائنات المعقدة الناسخة لذاتها مثلنا نحن انفسنا والتي لها القدرة على توجيه سؤال لماذا يكون الكون جد مستو هكذا؟ إن هذا مثل لتطبيق ما يعرف بالمبدأ الإنساني Anthropic principle، الذي يمكن إعادة صياغته كالتالي: إننا نرى الكون بما هو عليه لأننا موجودون»[1].

1. المصدر (هوكنج - موجز تاريخ الزمن): ص111 ـ 112.

«اما فرض کنید که تنها در مناطق هموار است که کهکشانها و ستارگان شکل می‌گیرند و تنها در این نواحی شرایط برای تکامل موجودات پیچیده‌ای که همانند ما قادر به تولید مثل هستند و می‌توانند سؤال کنند که "چرا جهان چنین هموار است؟" مساعد می‌باشد. این مصداقی است از آنچه به "اصل انسانی" (Anthropic principle) معروف است و به شرح زیر می‌توان آن را تفسیر کرد: ما جهان را به همین شکلی که هست می‌بینیم، چرا که ما وجود داریم »[1].

1. مصدر : هاوکینگ، تاریخچهء زمان، ص۱۱۱ و۱۱۲.

يوجد أيضاً نموذج آخر من الأكوان المتعددة لحل معضلة الثابت الكوني المتقدمة ويسمى النموذج المتأجج وهو يعتمد على نظرية الأوتار الفائقة أو نظرية M ويفترض هذا النموذج وجود أكوان متعددة على شكل أغشية ممتدة وتحدث اصطدامات بينها وكل اصطدام يحدث ينتج عنه انفجار عظيم في كل من الغشائين المتصادمين وبالتالي كون جديد في كل منهما ، ومن الطبيعي مع تعدد الأكوان أن يكون بعضها منتجاً للحياة بجانب أكوان أغلبها غير منتج.

برای حل مشکل ثابت کیهانی که پیشتر گفته شد، مدل دیگری از چندجهانی وجود دارد که مدل موّاج نام گرفته و بر نظریهء ابرریسمان یا نظریهء M مبتنی است. این مدل، جهانهای چندگانه را به شکل پوسته‌های گسترش‌یافته‌ای در نظر می‌گیرد که بین آنها برخوردهایی صورت می‌گیرد و از هر برخورد، انفجار عظیمی بین دو پوستهء درگیر رخ می‌دهد و در نتیجه کیهانی جدید در هر یک پدیدار می‌شود. با توجه به تعدد جهانها، طبیعی است که برخی منجر به پیدایش حیات شوند، در کنار جهانهایی که اغلبشان نامولد می‌باشند.

«أنتج بول شتاينهارت من جامعة برينستون، الذي يمكنه الاستفادة من بعض العون في ابتكار أسماء جذابة، نموذجاً نظريًّا سماه النموذج المتأجج للكون، وذلك بالتعاون

مع نيل توروك من جامعة كامبريدج. يتصور شتاينهارت الكون، بدافع من حماسه لأحد أقسام فيزياء الجسيمات يسمى بنظرية الأوتار على أنه يتكون من أحد عشر بُعدًا، أغلبها مدمج أو بالأحرى مطوي على نفسه كالجورب، بحيث لا يشغل سوى حيز ضئيل من الفضاء. لكن بعض الأبعاد الإضافية لها حجم وأهمية حقيقيان، باستثناء أننا نعجز عن إدراكها لأننا نظل حبيسي الأبعاد الأربعة المألوفة لنا. وإذا تصورنا أن كل الفضاء الموجود في كوننا يشغل غشاءً رقيقاً لا نهاية له (يختزل هذا النموذج أبعاد المكان الثلاثة إلى بعدين فقط)، يمكننا تصور وجود غشاء آخر موازٍ، ثم تخيل هذين الغشاءين وهما يقتربان أحدهما من الآخر ويتصادمان. ينتج عن التصادم الانفجار العظيم، ثم يرتد هذان الغشاءان أحدهما عن الآخر، ويستمر تاريخ كل منهما في مساره المألوف، وتتولد المجرات والنجوم. وفي النهاية يتوقف الغشاءان عن الابتعاد أحدهما عن الآخر، ويبدآن في الاقتراب أحدهما من الآخر مجددًا، لينتجا انفجارًا آخر في كل منهما . وعلى هذا يكون للكون تاريخ حلقي؛ بحيث يكرر نفسه، على الأقل من حيث الشكل العام، على فترات تقدر بمئات المليارات من الأعوام. بما أن كلمة ekpyrosis باليونانية تعني التأجج ومنها جاءت الكلمة المألوفة أكثر pyromaniac التي تعني الشخص المولع بإشعال النار، يذكِّر الكون المتأجج كل من له معرفة باليونانية بالنار العظيمة التي تولد عنها الكون الذي نعرفه.

مع ما لنموذج الكون المتأجج من جاذبية من الناحيتين العاطفية والعقلية، فإن هذا ليس كافيًا كي يأسر عقول وقلوب العديد من علماء الكونيات زملاء شتاينهارت. ليس بعد على أي حال. ربما يومًا ما سيقدم شيئًا أشبه بالنموذج المتأجج، إن لم يكن هذا النموذج بنفسه، الحل السحري الذي ينتظره علماء الكونيات الآن في محاولاتهم لتفسير الطاقة المظلمة. وحتى مناصرو المقاربة الإنسانية لن يقاوموا أي نظرية جديدة من شأنها تقديم تفسير جيد للثابت الكوني دون الاستعانة بفرضية وجود عدد لا نهائي من الأكوان التي يتصادف أن كوننا هو الكون الوحيد سعيد الحظ منها»[1].

1. المصدر (تايسون وسميث - البدايات): ص88.

«پل اشتاینهارت(*) از دانشگاه پرینستون که با کمک برخی دانشجویان، اسهای جذابی ایجاد می‌کند، با همکاری نیل توروک(**) از دانشگاه کمبریج، مدل کیهانی آتش بزرگ (مدل اکپیروتیک) (Ekpyrotic Model) را ارائه نمود. براساس بخشی از فیزیک ذرات که تئوری ریسمان نامیده می‌شود، اشتاینهارت جهانی با یازده بعد پیش‌بینی کرد که عمدتاً به صورت در هم پیچیده شبیه به یک جوراب فشرده شده است به طوری که فضای کمی را اشغال می‌کند؛ اما برخی از ابعاد آن اندازهء

واقعی و قابل توجه دارند در حالی که ما قادر به درک آنها نمی‌باشیم، زیرا ما در چهار بُعد شناخته‌شدهء خودمان اسیر هستیم. اگر تصور کنیم که تمام فضای جهان ما یک صفحهء نازک نامتناهی را پر کند، (این مدل، سه‌بُعد جهان را به دو بُعد تقلیل می‌دهد) می‌توان صفحهء موازی دیگری را تصور نمود؛ حال تصور کنید که این دو صفحه به یکدیگر نزدیک می‌شوند و با هم برخورد می‌کنند. این برخورد، انفجار بزرگ را به وجود آورده و همان طور که هر صفحه از دیگری دور می‌شده، تاریخ هر صفحه خطوط شناخته‌شده‌ای را دنبال کرده که منجر به تولد کهکشان‌ها و ستاره‌ها شده‌است. در نهایت، دو صفحه از جدا شدن از یکدیگر دست می‌کشند و دوباره شروع به نزدیک شدن به یکدیگر می‌نمایند، برخورد دیگری روی می‌دهد و در هر صفحه، انفجار بزرگ دیگری اتفاق می‌افتد. بنابراین جهان، هرچند صدمیلیارد سال یکبار، تاریخ چرخشی دارد و خودش را تکرار می‌کند؛ حداقل از نظر ویژگی‌های کلی. از آنجا که ekpyrosis در زبان یونانی به معنی آتش بزرگ است، (که کلمهء آشناتر "جرقه‌های بزرگ آتش" (pyromaniac) را به یاد می‌آورد) مدل "آتش بزرگ" این نکته را از اندیشه‌های یونانی به یاد می‌آورد که کیهان شناخته‌شدهء ما از آتش عظیمی ، متولد شده‌است.

این مدل از جهان دارای جذابیت‌های عقلی و احساسی می‌باشد ولی نه آن قدر که قادر به ربودن عقل و دل کیهان‌شناسانِ بعد از اشتاینهارت باشد، حداقل تا حالا که نبوده است. چیز مبهمی مانند مدل آتش بزرگ، حتی اگر خودش واقعاً یک مدل نباشد، ممکن است روزی، راه حلی برای توصیف انرژی تاریک که امروزه کیهان‌شناسان درگیر آن هستند، ارائه دهد. حتی کسانی که به روش‌های آنتروپیک علاقمند هستند(***)، به سختی می‌توانند در مقابل یک تئوری جدید که توصیف خوبی از ثابت کیهانی، بدون شامل شدن تعداد نامتناهی از جهان‌ها که جهان ما یکی از خوش‌شانس‌ترین آنهاست، مقاومت کنند »(۱).

۱. مصدر : تایسون و گلداسمیت، آغازها، ص۸۸.

(*)- پل اشتاینهارت (Paul Steinhardt)(متولد۱۹۵۲) فیزیکدان آمریکایی است. وی استاد فیزیک نظری دانشگاه پرینستون و دارای کرسی آلبرت اینشتین می‌باشد. (مترجم)

(**)- نیل توروک (Neil Geoffrey Turok) (متولد۱۹۵۸) فیزیکدان اهل آفریقای جنوبی است. وی استاد دانشگاه کمبریج و مدیر انستیتو فیزیک نظری پریمیتر در کانادا می‌باشد. (مترجم)

(***)- کسانی که وجود زندگی در کیهان را محدودکنندهء راه‌های تغییر در کیهان می‌دانند. (مترجم)

*****