

چندجهانی در فیزیک و تبعات فلسفی آن*

سعید معصومی**

چکیده

فرضیه چندجهانی در سال‌های اخیر در فیزیک نظری بسیار مورد توجه قرار گرفته است. یکی از علل این امر، ظهور طبیعی جهان‌های متعدد در حوزه‌های مهمی از فیزیک است. این حوزه‌ها، شامل مدل تورم آشوبناک در کیهان‌شناسی، نظریه ریسمان و گرانش کوانتومی مبتنی بر معادله ویلر-دوویت در حوزه گرانش کوانتومی است. در این مقاله تلاش شده است تعریف روشنی از مفهوم جهان و چندجهانی ارائه گردد. همچنین استدلال یکی از مدافعان مهم این نظریه تقریباً به تفصیل بررسی می‌گردد. پس از آن، روشی برای امکان پذیرش چندجهانی در فیزیک نظری ارائه می‌گردد.

واژگان کلیدی: چندجهانی، انواع جهان‌ها، مشاهده‌پذیری، فضای نظریه‌ها.

* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری نگارنده در رشته فلسفه علم و فناوری در دانشگاه صنعتی شریف با عنوان «نقد و بررسی صوت‌بندی‌های مختلف نظریه چندجهانی» است که استادان راهنمای آن آقایان دکتر مهدی گلشنی و محمدمهدی شیخ‌جباری می‌باشند.

** دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی شریف.

مقدمه

اعتقاد به وجود جهان‌های متعدد، پیشینه تاریخی بلندی دارد و می‌توان آن را در بیانات فیلسوفان یونان باستان و همچنین برخی دانشمندان مسلمان یافت. از جمله این فیلسوفان *آناکسیمندر (Anaximander)* است که بر اساس اعتقاد خود به ماده‌المواد نامتعیین نامتناهی، که ازلی و بی‌زمان است و تمام جهان‌ها را فرا گرفته است، اندیشه جهان‌های متعدد را بیان می‌دارد (کاپلستون، ۱۳۸۸، ج ۱، ص ۳۴). اتمیان یونان نیز بر این باور بودند که «از برخورد اتم‌های نامتناهی، که در خلأ در حرکت‌اند، جهان‌های بی‌شمار پدید می‌آیند» (همان، ج ۱، ص ۹۰). در دوران معاصر این اندیشه مجدداً در برخی حوزه‌های فیزیک نظری مطرح شد. مهم‌ترین حوزه‌هایی که این اندیشه در آنها وارد شده است، مکانیک کوانتومی، کیهان‌شناسی و گرانش کوانتومی است. فرضیه چندجهانی، در مکانیک کوانتومی، ابتدا به عنوان تعبیری از مکانیک کوانتومی مطرح گردید که به نام تعبیر چندجهانی مشهور است. این تعبیر را *اورت (Everett)* در ۱۹۵۷ مطرح نمود (Everett, 1957a & 1957b). تعبیر چندجهانی *اورت* برای حل مشکل اندازه‌گیری در مکانیک کوانتومی ارائه شد. اجماًلاً در تعبیر چندجهانی مکانیک کوانتومی، در هر آزمایش یا تجربه‌ای که در جهان روی می‌دهد، هر رویداد ممکن واقعاً در جهانی رخ می‌دهد، به عبارت دیگر هر نتیجه‌ای با احتمال غیرصفر تحقق پیدا می‌کند.

با پیدایش مدل تورم کیهانی در قلمرو کیهان‌شناسی و ظهور مباحثی در حوزه گرانش کوانتومی، به‌ویژه نظریه ریسمان، از حدود سی سال پیش، فرضیه چندجهانی با استقبال زیادی مواجه شد. دو دلیل عمده برای این امر می‌توان ذکر کرد. نخستین دلیل این است که در هر یک از این حوزه‌ها، مسئله جهان‌های متعدد به طور طبیعی ظاهر می‌گردد. دلیل دوم، استفاده از فرضیه چندجهانی برای حل مسئله تنظیم ظریف (Fine Tuning) است.

در این مقاله ابتدا توضیح مختصری در مورد فرضیه چندجهانی در فیزیک داده می‌شود، سپس تعریف دو تن از فیزیکدانان در مورد جهان و انواع چندجهانی بیان می‌گردد و سپس

تعریف نگارنده* درباره جهان و انواع چندجهانی‌ها، بر اساس دیدگاه نگارنده در مورد قانون در فیزیک، توضیح داده می‌شود. پس از روشن شدن مفهوم جهان و انواع چندجهانی، استدلال یکی از مدافعان مهم فرضیه چندجهانی، نقد و بررسی می‌شود. این استدلال متعلق به *مارتین ریس (Martin Rees)* است. معلوم خواهد شد که استدلال وی عقیم است. در ادامه فضای نظریه‌ها معرفی خواهد شد که راهی است برای پذیرش فرضیه چندجهانی. در انتها نتیجه‌گیری بحث ارائه می‌گردد.

۱. چندجهانی در فیزیک

در فیزیک نظری سه حوزه مهم وجود دارد که در آن، نظریه چندجهانی ظاهر می‌شود. حوزه نخست، نظریه ریسمان است که بر اثر فرایند فشردگی (Compactification) فضای ده‌بعدی- یا یازده‌بعدی- به فضای چهاربعدی مشاهده‌پذیر، تعداد بسیار زیادی از جواب‌ها حاصل می‌شود که هر یک را می‌توان معادل جهانی مجزا دانست. حوزه دوم کیهان‌شناسی و تورم آشوبناک است که در آن، شمار فراوانی از جهان‌ها مفروض گرفته می‌شود که هر یک واجد مهبانگ و تورم و انبساط مربوط به خود است. حوزه سوم، حوزه گرانث کوانتومی است- البته باید توجه داشت که نظریه ریسمان نیز خود نوعی نظریه گرانث کوانتومی است، ولی در اینجا این دو را به طور مجزا به کار می‌بریم. یکی از رویکردها به گرانث کوانتومی رویکردی است که به معادله‌ای به نام معادله ویلر- دوویت می‌انجامد که این معادله، تابع موجی به جهان نسبت می‌دهد که منجر به بروز مسئله چندجهانی می‌گردد.

در نظریه ریسمان، اشیای بنیادین نظریه، به جای ذرات بی‌بُعد (نقاط مادی) اشیایی یک‌بعدی (پاره‌خط‌های مادی ریسمان‌گونه) اند. این اشیای یک‌بعدی را ریسمان می‌نامند. ریسمان‌ها در فضایی بیش از چهاربعد قرار دارند. بُعد این فضا معمولاً ده است، ولی برخی

* این تعریف از جهان و انواع چندجهانی تعریفی است که نویسنده مقاله به همراه دکتر مهدی گلشنی و دکتر محمد مهدی شیخ‌جباری در مقاله «چندجهانی و آزمون‌پذیری» معرفی کرده‌اند که در فصلنامه فلسفه علم پژوهشگاه علوم انسانی در دست چاپ است.

از انواع ریسمان (ریسمان بوزنی) در فضای ۲۶ بعدی واقع‌اند و تحول آنها در چنین فضایی روی می‌دهد. فرایندی وجود دارد به نام فشردگی‌سازی که در آن، ابعاد ده‌بعدی - یا یازده‌بعدی در نظریه M- به چهاربعدی که ما تجربه می‌کنیم، تبدیل می‌شود. در واقع این ابعاد، یک بعد زمانی و نه بعد - یا ده‌بعد در نظریه M- فضایی‌اند که شش - یا هفت - بعد آن، فشرده شده است؛ به گونه‌ای که ما قادر به مشاهده آنها نیستیم. طرق مقبولی که در آن، این عمل می‌تواند صورت بگیرد، بین 10^{100} تا 10^{500} است (Ashok & Douglas, 2004/ Douglas, 2004/ Douglas, 2003).

در واقع هر طریقی بیانگر یک جهان است و این، بدان معناست که حاصل این عمل، جهان‌هایی به تعداد 10^{100} تا 10^{500} است. مجموعه این پاسخ‌ها یا مجموعه فشردگی‌سازی‌های ممکن را با عنوان مناظر (Landscape) می‌شناسند. در اینجا همه فرایندها کلاسیک‌اند، تنها یک فرایند شبه‌کوانتومی در آن وجود دارد. بر اساس آنچه در ادامه مقاله در مورد تقسیم‌بندی جهان‌ها خواهد آمد، جهان‌های حاصل از نظریه ریسمان، جهان‌های موجود در چندجهانی نوع اول‌اند.

حوزه دوم تورم آشوبناک است. آنچه به عنوان نخستین مدل تورمی شناخته می‌شود، مدلی است که آلن گوث (Alan Guth) در ۱۹۸۱ مطرح کرد که به آن مدل تورم قدیمی (Old Inflation) می‌گویند (Guth, 1981). باید توجه داشت که اندیشه محوری تورم، یعنی اینکه جهان دوره انبساط‌نمایی کوتاهی را طی کرده است، متعلق به او نیست و پیش از او وجود داشته است (Kox, Eisentaedt, 2005, p.222). نظریه تورمی بعدی که مشکلاتش کمتر از نظریه گوث است، نظریه تورمی جدید است که لینده آن را در ۱۹۸۲ ارائه داد (Linde, 1982). اما آنچه بهتر از این دو به مسائل پاسخ داد، نظریه تورم آشوبناک بود که لینده آن را در ۱۹۸۳ ارائه کرد (Linde, 1983). در ساده‌ترین مدل نظریه تورمی، فرض بر این است که میدانی اسکالر، چون ϕ با جرم m و پتانسیل $V(\phi) = \frac{1}{2}m^2\phi^2$ وجود دارد که افت‌وخیزهای این میدان در حالت خلأ منجر به بروز تورم می‌گردد. اگر جهان در ابتدا واجد میدانی اسکالر باشد که به طور آشوبناک

(Chaotically) توزیع شده باشد، در تعدادی از نواحی که میدان به اندازه کافی بزرگ است، تورم اتفاق می‌افتد و «جزایری همگن از آشفتگی اولیه پدید می‌آید که هر یک بسیار بزرگ‌تر از اندازه بخش قابل مشاهده جهان است» (Carr, 2007, p.131). بر اساس تعریفی که از جهان ارائه داده خواهد شد، چندجهانی حاصل از تورم آشوبناک که مورد نظر لینده است، از نوع دوم چندجهانی‌ای است که در تقسیم‌بندی نگارنده وجود دارد، اما مدل‌هایی از آن را می‌توان در نظر گرفت که نوع اول را نیز دربر بگیرد؛ برای مثال می‌توان در کنش مربوط به تورم آشوبناک جملاتی اضافه کرد که حاوی میدان‌های جدیدی باشند. نکته دیگر اینکه این چندجهانی می‌تواند ناشی از اثری کوانتومی باشد، یعنی افت‌وخیزهای کوانتومی آن را پدید آورند.

سومین مورد، گرانش کوانتومی است. در صورت بندی‌های نسبیت عام، یک صورت‌بندی وجود دارد که به عنوان صورت‌بندی ADM (Arnowitt-Deser-) Misner) یا تجزیه ۱+۳، معروف است. در این صورت‌بندی، فضا- زمان چهاربعدی به قطعات زمان- ثابت تقسیم‌بندی می‌شود که هر قطعه در واقع یک ابرسطح فضایی (Spatial Hypersurface) است. با استفاده از صورت‌بندی هامیلتونی نسبیت عام و تجزیه ۱+۳، به یک معادله می‌رسیم به نام معادله ویلر- دوویت (Wheeler-Dewitt equation) که در اینجا وارد صورت‌بندی آن نمی‌شویم (برای آگاهی بیشتر، ر.ک: Hamber, 2009, pp.103-117). در رهیافت فوق، به هر جهان کوانتومی، تابع موجی نسبت داده می‌شود که در معادله ویلر- دوویت صدق می‌کند. این تابع موج، تابعی از متریک است. معادله ویلر- دوویت با کوانتومی‌کردن گرانش و تبدیل میدان متریک و همچنین عملگر دیگری، که تابعی از متریک و انحنای عرضی (Extrinsic Curvature) است، به عملگر کوانتومی، حاصل می‌شود. بنابراین در اینجا نیز با پدیده‌ای کوانتومی مواجهیم. البته- همان‌طور که گفتیم- این چندجهانی، از نوع دوم است. در معادله ویلر- دوویت تابع موج، تابعی پیوسته از متریک است و بنابراین علی‌الاصول می‌توان بی‌نهایت جهان داشت؛ یعنی می‌توان بازای هر متریک یک جهان داشت. البته تنها به طور بالقوه

چنین است، ولی برای قبول وجود بالفعل آنها، در دیدگاه واقع‌گرایانه، باید دلیلی مجزا عنوان شود.

۲. تعریف جهان

در اینجا ابتدا دو تعریف از جهان و انواع مختلف اختلاف جهان‌ها ارائه می‌گردد که دربرگیرنده دیدگاه بخش قابل توجهی از فیزیکدانان است - البته در انتها تعریف دیگری از یک فیزیکدان دیگر هم ارائه می‌شود - سپس تعریف نگارنده از این واژه بیان می‌شود. با توجه به مقالات موجود در حوزه «چندجهانی» که عمدتاً نوشته فیزیکدانان است، تعاریفی مختلف و عمدتاً نه‌چندان منقح از مفهوم جهان، قابل طرح است. با این حال، برخی نیز به دسته‌بندی و رده‌بندی جهان‌های فیزیکی متفاوت پرداخته‌اند. شایسته ذکر است که این دسته‌بندی‌ها و رده‌بندی‌ها به هیچ‌وجه قاطع، جامع و مانع نیست و تقسیم‌بندی‌های مختلفی می‌توان انجام داد. بیورکن (Bjorken) با فرض اعتبار مدل استاندارد کیهان‌شناسی به تعریف جهان به صورت زیر می‌پردازد:

ما فرض می‌کنیم که هندسه فضا- زمان درون هر جهان... به طور فضایی تخت باشد و بتوان آن را - در مقیاس بزرگ - در سراسر تاریخش، با متریک فریدمن - رابرتسون - واکر (FRW) توصیف کرد. [همچنین] ما فرض می‌کنیم که یک ثابت کیهان‌شناختی غیرصفر وجود دارد و به علاوه هفتاد درصد انرژی جهان را انرژی تاریک تشکیل می‌دهد و سهم بیشتر باقی‌مانده انرژی متعلق به ماده تاریک است. همچنین فرض می‌کنیم که پیش از آغاز مه‌بانگ... دوره‌ای تورمی وجود داشته است که با فضازمانی شبه‌دوسیتز مشخص می‌گردد و در طی آن، عامل مقیاس حداقل با توان ده به قوه سی تورم یافته است (Carr, 2007, p.182).

تقسیم‌بندی تگ مارک (Tegmark) تقسیم‌بندی مهمی در حوزه «نظریه چندجهانی» است که در آن، جهان‌ها به چهار رده اصلی تقسیم می‌گردند.

وی این تقسیم‌بندی را چهار «رده سلسله‌مراتبی» می‌نامد که به قرار زیر است:

در سطح یک از جهان‌ها، قوانین فیزیکی حاکم یکسان فرض می‌شود، ولی

شرایط اولیه هر جهان با دیگری متفاوت است. باید توجه کرد که هر توصیف فیزیکی از جهان معمولاً شامل دو بخش می‌شود: قوانین فیزیکی و شرایط اولیه و این دو با هم برای توصیف فیزیکی کفایت می‌کنند؛ اما در سطح دو از چندجهانی، ما با یک چندجهانی مواجهیم که مرکب از چندجهان‌هایی است که هر یک از آنها خود، چندجهانی از سطح یک است. چندجهانی سطح سه را تگ مارک، با وجود امکانات دیگر در تابع موج تعریف می‌کند که به صورت بر هم نهی (Superposition) از حالات ویژه یک عملگر در فضای هیلبرت است. سطح چهار به چندجهانی‌هایی اطلاق می‌شود که تفاوت آنها در معادلات ریاضی حاکم متفاوت است. در اینجا هر ساختار ریاضی معادل با یک جهان می‌گردد (Carr, 2007, pp.99-100).

البته باید توجه داشت که تگ مارک قید شمارش پذیر بودن ساختارها را در مورد مفهوم ساختار ریاضی لازم می‌داند.

در ادامه تعریف نگارنده از جهان در فیزیک معرفی می‌گردد و این کار با استفاده از مفهوم لاگرانژی انجام می‌پذیرد. یک لاگرانژی را می‌توان در کنشی به صورت کلی به شکل زیر بیان کرد (Linde, 2002):

$$S = N \int d^4x \sqrt{g(x)} \left(\frac{R(x)}{16\pi G} + L(\phi(x)) + \sum_i^k N_i \int d^{n_i} x_i \sqrt{g_i(x_i)} \left(\frac{R(x_i)}{16\pi G_i} + L_i(\phi_i) \right) \right)$$

که در آن، چگالی لاگرانژی به صورت زیر است:

$$\mathcal{L} = \sqrt{g(x)} \frac{R(x)}{16\pi G} + L(\phi(x)) + \sum_i^k N_i x_i \sqrt{g_i(x_i)} \left(\frac{R(x_i)}{16\pi G_i} + L_i(\phi_i) \right)$$

در S جمله اول همان کنش /ینشتین- هیلبرت است و جمله دوم لاگرانژی برای میدان ماده معمولی است؛ اما عبارتی که با سیگما نشان داده شده است، مبین میدان‌های ممکن دیگر است که در جهان‌های مختلف- که متناظر با هر L_i است، یعنی متناظر با لاگرانژی‌های متعلق به هر جهان است- وجود دارند و در آنها متریک‌ها نیز می‌توانند متفاوت باشند. البته احتمالاً می‌توان لاگرانژی را از این نیز کلی‌تر کرد، ولی برای ما در

اینجا بحث کیفی مهم است، نه صورت‌بندی دقیق ریاضی.

نگارنده هر لاگرانژی را متناظر با یک نظریه می‌داند و هر نظریه معادل یک جهان است؛ یعنی هر لاگرانژی معادل است با یک جهان. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هر لاگرانژی تابعی از درجات آزادی (متغیرها) و ثوابت (پارامترها) است؛ به این ترتیب یک لاگرانژی به دو طریق تغییر می‌کند: یکی تفاوت ثوابت و دیگری تفاوت در درجات آزادی. پس دو نوع چندجهانی از تغییر لاگرانژی حاصل می‌شود: ۱. چندجهانی‌ای که در آن، لاگرانژی‌ها از جهت درجات آزادی متفاوت‌اند؛ در این صورت می‌گوییم که قوانین حاکم بر جهان‌های این چندجهانی تفاوت دارند؛ ۲. چندجهانی‌ای که در آن لاگرانژی‌ها از جهت ثوابت متفاوت‌اند؛ در این حالت، می‌گوییم قوانین یکسان، ولی ثوابت یا پارامترها متفاوت‌اند. بنابراین منظور ما از قانون یک نظریه، وجود یک لاگرانژی خاص است که در آن، پارامترهای موجود در لاگرانژی می‌توانند مقادیر مختلفی به خود بگیرند. نوع دیگری از چندجهانی هم وجود دارد که در آن، شرایط اولیه متفاوت است. هر لاگرانژی به همراه کنشی که در آن قرار می‌گیرد، منجر به معادلات حرکت می‌شود و در حالت کلی، دینامیک با معادلات حرکت، که معادلات دیفرانسیلی‌اند که برای حل آنها مقادیر اولیه مورد نیاز است، تبیین می‌گردد. این مقادیر اولیه همان شرایط اولیه را معین می‌سازند؛ برای مثال، در نظریه مکانیک کلاسیک، معادلات حرکت یک ذره را با یک کنش می‌توان معین کرد. این کنش و معادلات دیفرانسیل حاصل از آن به شکل زیر می‌باشند:

$$L = \int L(q_i, \dot{q}_i, t) dt$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0$$

در رویکرد نگارنده، تنها هنگامی قوانین متفاوت خواهند بود که صورت‌بندی‌ها (لاگرانژی‌ها) به دلیل تفاوت در درجات آزادی، متفاوت باشند؛ به عبارت دیگر، ساختارهای مبین نظریه، مختلف باشند؛ برای مثال تفاوت در لاگرانژی، به صورتی که میدان‌های موجود در آن مختلف باشند، قوانین متفاوتی را نتیجه می‌دهد. بنابراین سه نوع

چندجهانی داریم:

۱. چندجهانی‌هایی که در آنها، لاگرانژی‌ها به طور کلی متفاوت‌اند؛ یعنی هم درجات آزادی و هم ثوابت متفاوت‌اند. این را چندجهانی نوع اول می‌نامیم؛ مانند مناظر در نظریهٔ ریمان.

۲. چندجهانی‌هایی که در آنها لاگرانژی به لحاظ درجات آزادی یکسان است، ولی ثوابت تغییر می‌کند. این را چندجهانی نوع دوم می‌نامیم. چندجهانی حاصل از تورم آشوبناک را می‌توان مثالی برای این نوع دانست (توضیح آن خواهد آمد).

۳. چندجهانی‌هایی که در آنها لاگرانژی یکسان است؛ یعنی هم به لحاظ درجات آزادی و هم به لحاظ پارامترها با هم برابرند، تنها شرایط اولیه متفاوت است. این را چندجهانی نوع سوم می‌نامیم. مثال این چندجهانی وجود شاخه‌های متعدد در تابع موج در مکانیک کوانتومی است.

باید توجه داشت که می‌توان چندجهانی‌ای را فرض کرد که ترکیبی از این سه حالت در آن وجود داشته باشد؛ یعنی در میان تعدادی از جهان‌ها قوانین متفاوت باشند و در میان آن عده که قوانین مشترکی دارند، مجموعه‌هایی باشند که در آنها ثوابت و شرایط اولیه متفاوت باشند و در میان جهان‌هایی که قوانین و ثوابت یکسانی دارند، اختلاف جهان‌ها بر اساس اختلاف شرایط اولیه باشد.

تقسیم‌بندی دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد، این است که جهان‌ها را بر اساس فرایندهایی رده‌بندی کنیم که این جهان‌ها از آنها پدید آمده‌اند. منظور از نوع فرایندها، کوانتومی‌بودن یا کلاسیک‌بودن آنها یا شبه‌کلاسیک (شبه‌کوانتومی) بودن آنهاست. اما منظور از این فرایندها چیست؟

به طور کلی می‌توان یک نظریهٔ میدان کلاسیک را تنها با «معادلات حرکت» (Equations of Motion) میدان‌های آن مشخص کرد. معادلات حرکت، بر هم‌کنش‌های میدان‌ها، تقارن‌های آنها و... را توضیح می‌دهند. در اینجا معادلات حرکت و کنش نظریه، معادل‌اند؛ اما در مقابل، در نظریهٔ میدان کوانتومی که می‌توان آن را به طرق

۱۸۳
ذهن

چندجهانی در فیزیک و تبیین فلسفی آن

مختلفی بیان کرد، مثلاً به روش کانونی، که در زیر بیان شده است، یا به روش انتگرال مسیر که اصولاً در آن عملگری وجود ندارد، تنها معادلات حرکت میدان‌ها برای بیان تمام اطلاعات مربوط به میدان‌ها کفایت نمی‌کنند؛ به عبارت دیگر، معادلات حرکت و کنش معادل نیستند. در نظریه میدان کوانتومی، در مورد یک میدان، ما نیازمند «اندازه حرکت مزدوج» (Momentum Conjugate) آن نیز هستیم تا بتوانیم عمل کوانتومی کردن آن را محقق سازیم. با داشتن کنش مربوط به یک نظریه، هم می‌توان معادله حرکت را استخراج کرد و هم اندازه حرکت مزدوج را؛ به عبارت دیگر، اطلاعات کنش خیلی بیش از معادلات حرکت است.

در نظریه میدان کوانتومی می‌توان از محاسبات اختلالی استفاده کرد. یکی از پی‌آمدهای استفاده از ابزار محاسبات اختلالی، بروز محاسبات حلقه‌ای (Loop Calculations) است که اساساً اثری کوانتومی است. دلیل این مطلب آن است که ذراتی که در حلقه‌ها حرکت می‌کنند، «ذرات مجازی» (Virtual Particles) اند. همچنین اثرات حلقه‌ای از افت‌وخیزهای کوانتومی خلاً یا میدان‌ها ناشی می‌شوند. بنابراین اثرات حلقه‌ای آثاری کوانتومی‌اند. یکی از نتایج اثرات حلقه‌ای «حرکت پارامترها» (Running of Parameters) است. ابزارهای محاسبات اختلالی استاندارد ما، که در نظریه میدان کوانتومی به کار می‌روند، معمولاً به بی‌نهایت‌ها یا واگرایی‌ها می‌انجامند؛ اما ما می‌دانیم که این واگرایی‌ها نتیجه ابزارهای محاسبات اختلالی ما هستند. به این ترتیب، اگر «حرکت پارامترها» را در یک نظریه میدان کوانتومی به طریق مناسبی در نظر بگیریم، دیگر واگرایی‌ها ظاهر نخواهند شد. در واقع «گروه باز بهنجارش‌پذیری» (Renormalization Group) این روش مناسب برای بازتعریف پارامترهاست (برای بحث بیشتر، ر.ک: Zee, 2010 / Peskin, Schroeder, 1995). با در نظر گرفتن توضیحات فوق، این فرایندها با استفاده از مفهوم میدان، به طریق زیر معرفی می‌گردد:

فرایندی را کوانتومی می‌نامیم که در آن، میدان‌ها به صورت عملگرهایی در فضای هیلبرت تلقی گردند و بین آنها روابط جابه‌جایی اعمال شوند. اگر بسط

این میدان‌ها را بر اساس سری فوریه بیان کنیم، ضرایب سری فوریه به عنوان عملگر لحاظ می‌شوند. اینها در واقع عملگرهای خلق و فنا هستند که میان آنها روابط جابه‌جایی برقرار است؛ برای مثالی برای میدان کوانتومی، میدان اسکالری چون ϕ را در نظر بگیرید (Zee, 2010, pp.61-66).

لاگرانژی میدان اسکالر را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$L = \int d^3x \left(\frac{1}{2} \dot{\phi}^2 - (\vec{\nabla} \phi)^2 - m^2 \phi^2 \right) - u(\phi) \quad (1)$$

در این صورت اندازه حرکت مزدوج به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\pi(\vec{x}, t) = \frac{\delta L}{\delta \dot{\phi}(\vec{x}, t)} = \partial_0 \phi(\vec{x}, t) \quad (2)$$

در نظریه میدان، ما روابط جابه‌جایی را روی \square و اندازه حرکت مزدوج آن اعمال می‌کنیم:

$$[\pi(\vec{x}, t), \phi(\vec{x}', t)] = [\partial_0 \phi(\vec{x}, t), \phi(\vec{x}', t)] = -i \delta^3(\vec{x} - \vec{x}') \quad (3)$$

$$[\pi(\vec{x}, t), \pi(\vec{x}', t)] = [\phi(\vec{x}, t), \phi(\vec{x}', t)] = 0$$

همیلتونی را نیز می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$H = \int d^3x [\pi(\vec{x}, t) \partial_0 \phi(\vec{x}, t) - L] = \int d^3x \left\{ \frac{1}{2} [\pi^2 + (\vec{\nabla} \phi)^2 + m^2 \phi^2] + u(\phi) \right\} \quad (4)$$

که در اینجا L چگالی لاگرانژی است؛ یعنی $L = \int L d^3x$

وقتی $u(\phi) = 0$ باشد ما دارای میدان اسکالر آزادییم که متناظر نوسانگر ساده است.

بسط فوریه $\phi(\vec{x}, t)$ به صورت زیر است:

$$\phi(\vec{x}, t) = \int \frac{d^3k}{\sqrt{(2\pi)^3 2\omega_k}} [a(\vec{k}) e^{-i(\omega_k t - \vec{k} \cdot \vec{x})} + a^\dagger(\vec{k}) e^{i(\omega_k t - \vec{k} \cdot \vec{x})}] \quad (5)$$

معادله میدان از وردش لاگرانژی (به ازای $u=0$) به دست می‌آید که معادله کلاین-گوردن

(Klein-Gordon) است:

$$(\partial^2 + m^2)\phi = 0 \quad (6)$$

توجه کنید که $\omega_k = \sqrt{k^2 + m^2}$ و روابط جابه‌جایی عملگرهای خلق و فنا به صورت

زیر می‌شوند:

$$[a(\vec{k}), a^\dagger(\vec{k}')] = \delta^3(\vec{k} - \vec{k}') \quad (7)$$

فرایندی را که به صورت فوق کوانتومی نمی‌شود، بلکه صرفاً با گسسته‌شدن کمیات پیوسته‌ای نظیر اندازه حرکت، کوانتومی می‌شود، شبه‌کلاسیک (شبه‌کوانتومی) می‌نامیم؛ برای نمونه می‌توان از مدل اتمی بور نام برد که در آن، انرژی تنها به صورت گسسته تغییر می‌کند. به عنوان مثالی دیگر شکل دیگری از معادله کلاین - گوردن را در نظر بگیرید؛ یعنی معادله زیر را

$$(\partial^2 - m^2)\phi = 0$$

که جواب زیر در آن صدق می‌کند.

$$\phi_p(\vec{x}, t) = \frac{1}{\sqrt{V 2E_p}} [a(t)e^{i\vec{p}\cdot\vec{x}} - a^*(t)e^{-i\vec{p}\cdot\vec{x}}]$$

اکنون اگر فضا را مکعبی با ابعادی به طول L در نظر بگیریم، در این صورت $V = L^1 L^2 \dots L^d$ ، که در آن d ابعاد فضایی فضا-زمان است. حال اگر ما این شرط را اضافه کنیم که میدان در جعبه به صورت دوره‌ای تغییر کند، لازمه آن، این است که مؤلفه‌های \vec{p} ؛ یعنی p_i ها در رابطه زیر صدق کنند:

$$p_i L_i = 2\pi n_i \quad i = 1, 2, \dots, d$$

به این ترتیب اندازه حرکت کوانتومی می‌گردد و این، فرایندی شبه‌کلاسیک است. اگر فرایندی کوانتومی و شبه‌کلاسیک نباشد، ما آن را فرایند کلاسیک می‌نامیم. مثل تمام فرایندهایی که در نسبیت عام یا نظریه الکترومغناطیس توصیف می‌گردد.

اکنون ببینیم که تعریف نگارنده در مورد جهان فیزیکی چیست؟ این تعریف به صورت

زیر است:

«جهان فیزیکی فضا- زمانی است هم‌بند، که در تمام نقاط آن قوانین، ثوابت (پارمترها) و شرایط اولیه یکسان است».

با توجه به تعاریفی که پیش از این در مورد جهان، از جانب فیزیکدانان مطرح گردید، می‌توان مزیت این تعریف را معین کرد. در تعریفی که از تگ مارک آورده شد، اگرچه به نوعی تفکیک جهان‌ها بر اساس شرایط اولیه، قوانین و ثوابت (پارمترها) عنوان گردیده است، ولی تعریف مناسبی از اینها ارائه نشده است. در این مقاله به‌صراحت منظور از قانون عنوان شده است: قانون برابر یک لاگرانژی واحد است که با آن می‌توان کنشی ساخت و با این کنش معادلات حرکت، تقارن‌ها، ابعاد فضا- زمانی و غیره معین می‌گردند. پارمترها را نیز به عنوان ثوابت موجود در لاگرانژی‌ها در نظر گرفته‌ایم و شرایط اولیه هم ثوابتی هستند که در معادلات دیفرانسیل حاصل از کنش‌ها وجود دارند. همچنین در تعریف بیورکن هم متریک، تنها منحصر شده است به متریک فریدمن- رابرتسون- واکر، در صورتی که کاملاً قابل تصور است که جهان‌هایی وجود داشته باشد که چنین متریکی نداشته باشد، حتی می‌توان جهان‌هایی را در نظر گرفت که دارای ابعاد بالاتر از چهار باشد یا اساساً ثابت کیهان‌شناختی در جهانی نباشد وجود نداشته باشد. در واقع تعریف بیورکن مربوط به جهان ما یا جهانی بسیار مشابه با جهان ماست. تعریفی که در این مقاله به عنوان تعریف جهان ذکر شد، بسیار کلی‌تر و جامع‌تر از این تعریف است. برای مثالی دیگر از تعریفی که فیزیکدانان عنوان کرده‌اند، تعریف ویلچک (Wilczek) را در نظر بگیرید که به صورت زیر است:

منظور من از جهان، قلمرو پدیده‌های فیزیکی است که وجود دارند یا به طور معقولی می‌توان انتظار داشت که وجود داشته باشند و برای مشاهده انسان در آینده قابل پیش‌بینی در دسترس باشند (Wilczek, 2013).

ملاحظه می‌گردد که در این تعریف نیز حدود و ثغور جهان مبهم است. اینکه آینده قابل پیش‌بینی به چه معناست، به‌روشنی مشخص نشده است. همچنین در این تعریف، بسیاری از حوزه‌های جهانی که اکنون فیزیکدانان به عنوان «جهان ما» در نظر می‌گیرند، به جهانی

دیگر تعلق می‌یابند. چون در اثر انبساط شتابدار با شتاب مثبت، این حوزه‌ها هرگز قابل مشاهده نخواهند بود. با این توضیحات، به نظر می‌رسد تعریفی که در این مقاله برای جهان در نظر گرفته شده است، مناسب و دقیق باشد.

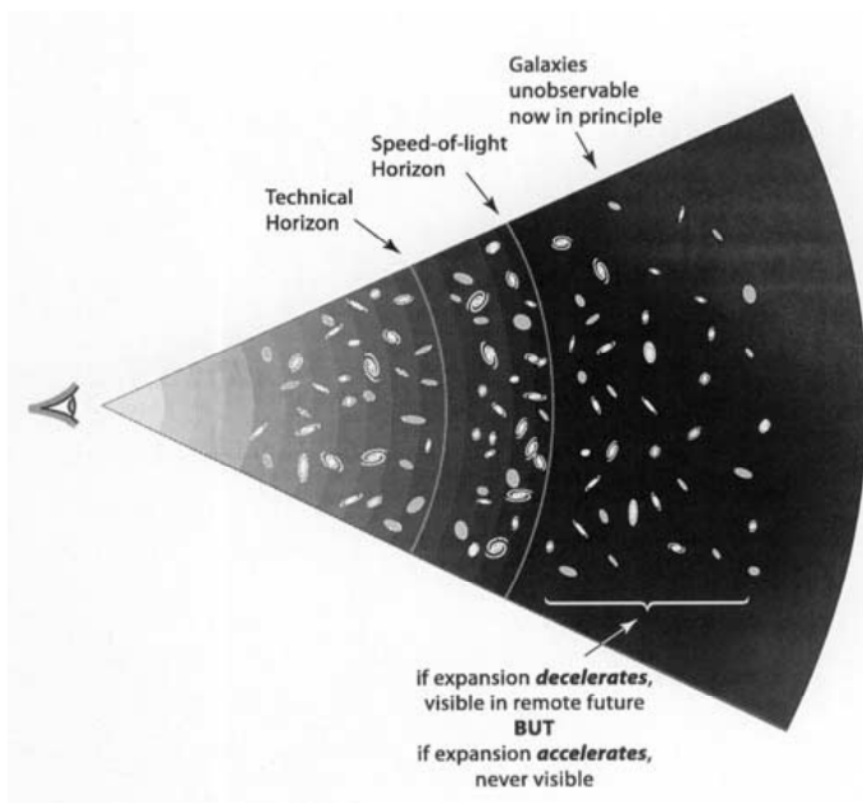
اکنون که مفهوم جهان و انواع چندجهانی معلوم شد، باید دید چه نوع استدلال یا استدلال‌هایی در حمایت از پذیرش فرضیه چندجهانی - به عنوان نظریه‌ای علمی یا عضوی از نظریه‌ای علمی - وجود دارد. در میان فیزیکدانان طرفدار فرضیه چندجهانی چند استدلال عمده وجود دارد که یکی از آنها استدلال ریس است. به جهت اهمیت این فرد مناسب است، این استدلال با دقت بررسی شود. در بخش بعدی به این موضوع می‌پردازیم.

۳. استدلال ریس

از جمله براهین فلسفی برای وجود چند جهان، براهانی است که *مارتین ریس* آن را ارائه داده است. در این برهان از قاطع نبودن تمایز هویات مشاهده‌پذیر و مشاهده‌ناپذیر استفاده می‌گردد و با نوعی تعمیم از روابط مربوط به هویات مشاهده‌پذیر، روابطی مشابه برای هویات مشاهده‌ناپذیر استنتاج می‌شود.

وس (*Vaas*) این برهان را تحت نام برهان فلسفی آورده است - البته با علامت سؤال - (*Vaas, 2010*). ابتدا باید عبارات ریس را در بیان این برهان عیناً ذکر کنیم تا بتوانیم به طور مناسب آن را تحلیل کنیم. وی برای نشان دادن اینکه قول به وجود نواحی فضا-زمانی که ما قادر به مشاهده آنها نیستیم، به حوزه متافیزیک متعلق نیست و به قول خودش «جهان‌های دیگر - به این معنا - از پیش در قلمرو دانش صحیح قرار دارند» به صورت زیر استدلال می‌کند.

در واقع انتقال مبهمی میان [هویات] به آسانی مشاهده‌پذیر و مطلقاً مشاهده‌ناپذیر وجود دارد، که در میان این دو، منطقه وسیع مرزی واقع است (شکل ۳). برای توضیح این مطلب می‌توان افق‌هایی (*Horizon*) متوالی را تصور کرد که هر یک ما را جلوتر می‌برد تا آخرین آنها که ورای تجربه مستقیم ما قرار می‌گیرد.



شکل (۳)

۳-۱. محدوده تلسکوپ‌های امروزی

برای مسافتی که ابزار امروزی قادر است در فضا کاوش کند، حدی وجود دارد. آشکار است که امر بنیادینی در این زمینه وجود ندارد [عدم توانایی در مشاهده مسافت‌هایی بیش از مسافت‌هایی که ابزارهای کنونی قادر به رؤیت آنها هستند، ناشی از محدودیت علی‌الاصولی نیست که نتیجه نظریه فیزیکی باشد؛ همچون محدودیت علی‌الاصول سرعت نور]، محدودیت آن بر اساس تکنولوژی کنونی است. بی‌شک با تلسکوپ‌های بزرگ‌تری که اکنون در حال طراحی‌اند، تعداد بیشتری از کهکشان‌ها در دهه‌های آینده کشف خواهند شد. واضح است که ما آن کهکشان‌ها را، صرفاً به دلیل اینکه تا کنون دیده نشده‌اند، از حوزه گفتمان علمی صحیح، تنزل نمی‌دهیم.

۳-۲. محدودیت علی‌الاصول در عصر کنونی

حتی اگر هیچ محدودیت فنی‌ای برای قدرت تلسکوپ‌ها وجود نداشت، مشاهدات ما هنوز به افق ذره (Particle Horizon) محدود می‌شد که جداکننده پوسته کروی حول ماست از حوزه‌ای که در آن، سرخ‌گرایی (Redshift) بی‌نهایت می‌گردد.

اگر انبساط در جهان ما در حال کاهش می‌بود، در آن صورت افق اعقاب آینده ما واجد کهکشان‌های بیشتری از افق کنونی ما می‌شد که اکنون در ورای افق ماست.

مطمئناً اینکه باید پیش از امکان آزمودن یک پیش‌بینی در کهکشانی دوردست، برای تغییر کیهانی میلیاردها سال صبر کنیم، به جای اینکه تنها چند دهه - احتمالاً - برای پیشرفت فنی منتظر بمانیم، مانعی عملی است. اما آیا این اختلافی در اصول است؟ مطمئناً زمان بیشتری صبرکردن صرفاً اختلافی کمی است، نه اختلافی که شأن معرفت‌شناختی کهکشان‌های دور را تغییر دهد.

۳-۳. کهکشان‌هایی مشاهده‌ناپذیر از منظر مهبانگ (Big Bang)

اما در مورد کهکشان‌هایی که هر اندازه نیز صبر کنیم قادر به رؤیت آنها نیستیم، چه می‌توان گفت؟ اکنون باور بر این است که ما ساکنان جهانی با شتاب مثبت هستیم. همانند جهانی با شتاب منفی، کهکشان‌هایی وجود خواهند داشت آنچنان دور که تاکنون هیچ علامتی از آنها به ما نرسیده است؛ اما اگر انبساط کیهانی شتاب‌دار باشد، ما اکنون در حال عقب‌رفتن، با نرخ همواره افزایشی، از این کهکشان‌های دور هستیم؛ بنابراین اگر نور آنها تا کنون به ما نرسیده باشد، هرگز نخواهد رسید. چنین کهکشان‌هایی نه تنها اکنون علی‌الاصول مشاهده‌ناپذیرند، بلکه آنها برای همیشه خارج از افق ما می‌باشند.

اما اگر کهکشانی اکنون مشاهده‌ناپذیر باشد، به نظر می‌رسد چندان اهمیتی نداشته باشد که این کهکشان برای همیشه مشاهده‌ناپذیر بماند یا اینکه مشاهده‌پذیر شدنش مستلزم منتظرماندن به اندازه یک تریلیارد سال باشد - و من بر این اساس استدلال کرده‌ام که مقوله دوم باید قطعاً به عنوان امر واقعی به شمار آید.

۳-۴. کهکشان‌ها در جهان‌های مجزا

کهکشان‌هایی که هرگز مشاهده‌پذیر نیستند، از همان مهبانگی سرچشمه گرفته‌اند که ما برخاسته‌ایم؛ اما فرض کنید به جای نواحی به طور علی‌الجزای پدیدآمده از مهبانگ واحد -

از طریق یک بخش از تورم-مهبانگ‌های مجزا را تصور کنیم. آیا فضا-زمان‌هایی که کاملاً از فضا-زمان ما مجزا می‌باشند، از آن نواحی که متعلق به چیزی هستند که ما به طور سنتی جهان خود می‌نامیم و هرگز به افق ما وارد نمی‌شوند، واقعیتی کمتر دارند؟ مطمئناً خیر. بنابراین جهان‌های دیگر نیز به عنوان بخش‌های واقعی کیهان (Cosmos) ما شمرده می‌شوند.

اینکه آیا جهان‌های دیگر وجود دارند یا خیر، پرسشی علمی است. آنهایی که علیه این مفهوم دارای پیش‌داوری‌اند، باید برهان قدم‌به‌قدم فوق را به عنوان تمرینی در راستای درمان بیزاری تلقی کنند. از عدم تمایل به انکار اینکه کهکشان‌هایی با سرخ‌گرایی ده، اشیای صحیح تحقیق علمی‌اند، شما به جدی گرفتن فضا-زمان‌هایی، احتمالاً با قوانین حاکم کاملاً متفاوت رهنمون می‌شوید» (Rees, 2004).

من این برهان را به طریق زیر صورت‌بندی می‌کنم:

مقدمه «الف»: با تلسکوپ‌های کنونی، به دلیل محدودیت‌های فنی، حوزه معینی را می‌توان مشاهده کرد. با این حال اکنون ما وجود کهکشان‌ها و اجرام خارج از این حوزه را می‌پذیریم و در قلمرو علم قرار می‌دهیم.

مقدمه «ب»: افق ذره در مورد عصر کنونی، مستقل از محدودیت‌های فنی، قیدی علی‌الاصول برای مشاهده اعمال می‌کند. با این وجود ما اجرام و کهکشان‌های خارج از آن را در حوزه علم می‌دانیم.

مقدمه «ج»: کهکشان‌هایی وجود دارند که خارج از افق مشاهده‌پذیر ما هستند و فاصله آنها به اندازه‌ای است که با توجه به شتاب مثبت انبساط کیهانی هرگز آنها را مشاهده نمی‌کنیم و آنها به طور علی مجزا از ما هستند و با این‌همه وجودشان را می‌پذیریم و آنها را در وادی تحقیق علمی به شمار می‌آوریم.

مقدمه «د»: فرض وجود جهان‌های، حاصل از مهبانگ‌های متفاوت بدون منشأ علی مشترک مقبول است (چیزی که در واقع نظریه تورم آشوبناک (Chaotic Inflation) مستلزم آن است) و از نظر پژوهش علمی معتبر است.

مقدمه «و»: در راه رسیدن از مقدمه الف به د ما از حوزه به طور فنی مشاهده‌ناپذیر به اکنون علی‌الاصول مشاهده‌ناپذیر می‌رسیم. در ادامه این مسیر به قلمرو برای همیشه علی‌الاصول مشاهده‌ناپذیر و به طور علی مجزا و نهایتاً به حوزه علی‌الاصول مشاهده‌ناپذیر به طور علی مجزای بدون منشأ علی مشترک رهنمون می‌شویم (ملاحظه می‌گردد که با طیفی مواجهیم).

مقدمه «ه»: توقف برون‌یابی در مقدمه «و» و عدم پذیرش برون‌یابی در آن نوعی ناسازگاری است - اگر در مقدمات پیشین این برون‌یابی ممکن است، آن همواره ممکن خواهد بود و این طیف باید تکمیل شود. به عبارت دیگر، هر حوزه‌ای که با برون‌یابی حاصل شود، واقعی است.

مقدمه «ی»: تنها مرحله باقی‌مانده در طیف فوق، فرض وجود حوزه‌هایی از فضا - زمان ماست که واجد قوانین دیگری هستند؛ به علاوه فضا - زمان‌هایی غیر از فضا - زمان ما که دارای قوانین دیگری باشند.

نتیجه: حوزه‌هایی از فضا - زمان ما که واجد قوانین دیگرند و فضا - زمان‌هایی غیر از فضا - زمان ما، که دارای قوانینی متفاوت با قوانین حاکم بر ما هستند، واقعاً وجود دارند. ملاحظه کنید که صورت‌بندی فوق تنها گزینه ممکن برای استدلال ریس نیست. گونه‌ای از استدلال استقرایی را نیز می‌توان به عنوان صورت‌بندی احتجاج ریس بیان کرد که در پی خواهد آمد. من به دنبال ماکس بلک این استدلال را استقرایی نامیدم. وی معتقد است «واژه Induction (استقرا که خود ترجمه لاتینی واژه ارسطویی اپاگوگه (Epagoge) است) بر همه احتجاجات غیربرهانی اطلاق می‌شود که در آنها مقدمات، منطقاً متضمن نتایج نیستند، بلکه چنان‌اند که قبول آنها دلیل متقنی برای قبول نتایج به نظر می‌رسد. چنین احتجاجاتی را می‌توان، بنا بر نامگذاری سی اس پیرس (C.S. Peirce)، احتجاجات «توسعی» (Ampliative) هم نامید؛ چراکه در آنها نتیجه، افرادی را دربر می‌گیرد که از شمول مقدمات بیرون‌اند» (سروش، ۱۳۸۸، ص ۲۲۲).

باید توجه داشت که ریس این مقدمات را دلیل متقنی برای پذیرش ادعای خود می‌داند.

به عبارت دیگر، او اتقان نتیجه را در حد اتقان مقدمات تلقی می‌کند. این مطلب از محتوای کلام وی مستفاد است.

اگر در هر یک از مقدمات «الف» تا «د» خاصیت مشترکی را جست‌وجو کنیم که گزاره‌های یادشده در پی بیانش هستند، آن، فراتر رفتن حوزه پذیرش وجود اشیا به ورای حوزه مشاهده پذیرهاست. در واقع او از ابهام در مفهوم مشاهده‌پذیر بودن استفاده می‌کند و طیف هویات (Entities) مفروض در کیهان را به طور مرحله‌ای گسترش می‌دهد تا به فضا- زمان‌هایی غیر از فضا- زمان ما، با قوانینی متفاوت با قوانین حاکم بر فضا- زمان ما، می‌رسد و معتقد است تعهد هستی‌شناختی به این حوزه به همان میزان تعهد هستی‌شناختی به حوزه‌های مشاهده‌پذیر معمولی همچون کهکشان راه شیری است.

گونه‌ای از استقرا که مناسب برهان رییس است، استدلال از جزئی به جزئی است که تمثیل (Eduction) نام دارد. تمثیل را «می‌توان چنین تعریف کرد: انتقال ذهن از حکم در مورد شیئی به حکم در مورد شیء دیگر، به موجب شباهتی که بین آنهاست. به عبارت دیگر، تمثیل عبارت است از: اثبات حکم در یک امر جزئی به موجب ثبوت آن حکم در جزئی دیگری که شبیه آن است» (مظفر، ۱۳۸۰، ص ۳۳۹).

شکل صوری تمثیل را می‌توان به طریق زیر بیان کرد:

الف شبیه ب است، ب دارای خاصیت ج است، پس الف نیز دارای خاصیت ج است. باید توجه داشت که به جای ب هر یک از مقدمات الف تا د را می‌توان قرار داد و الف نیز عبارت «فضا- زمان‌هایی غیر از فضا- زمان ما با قوانین حاکم متفاوت» است. در مورد برهان رییس شکلی صوری را ارائه خواهم داد که تقریباً همانند استدلال صوری فوق است. همان‌طور که گفته شد، ادعا بر این نیست که این دو صورت‌بندی تنها صورت‌بندی‌های ممکن از استدلال رییس می‌باشند. باید توجه داشت که وی استدلال دقیقی ارائه نکرده است و به دلیل ابهام موجود و عدم دقت در آن، صورت‌بندی‌ها و تعبیر مختلفی می‌توان از آن بیان کرد. با این حال به نظر می‌رسد دو صورتی از استدلال که در اینجا ارائه شده است، وافی به مقصود وی باشد.

ابتدا صورت‌بندی نخست را بررسی می‌کنیم. این استدلال را که به شکل قیاس بیان شده است، می‌توان به صورت زیر ارائه کرد:

مقدمه ۱: هرگاه یک شیء متعلق به طیف مقبول نظریه‌های علمی باشد، آن‌گاه آن شیء واقعی است.

مقدمه ۲: شیء الف متعلق به طیف مقبول نظریه‌های علمی است.

نتیجه: شیء الف واقعی است.

در اینجا شیء الف برابر است با: هویت متعلق به فضا- زمان‌هایی غیر از فضا- زمان ما که شامل هندسه فضا- زمان هم می‌شود.

به لحاظ صوری استدلال فوق کاملاً معتبر و منتج است، اما به لحاظ مادی یا به لحاظ معناشناختی (Semantic) مشکلاتی وجود دارد:

مقدمه ۱ نزد اغلب فیزیکدانان مقبول است و در واقع تقریری از واقع‌گرایی علمی (Scientific Realism) است. به عبارت دقیق‌تر، بیانی از مؤلفه هستی‌شناختی واقع‌گرایی علمی است؛ زیرا در ادبیات فلسفه علم، واقع‌گرایی علمی را واجد سه مؤلفه می‌دانند: یکم، مؤلفه هستی‌شناختی آن که ناظر به این امر است که جهانی مستقل از ذهن وجود دارد. دوم مؤلفه معناشناختی آن که بر اساس آن صدق و کذب نظریه‌های علمی با ارجاع به جهان مستقل از ذهن قابل تعیین است (Votsis, 2002, pp.9-10).

به نظر می‌رسد دانشمندان عمدتاً به هر سه مؤلفه واقع‌گرایی علمی باور داشته باشند؛ یعنی مقدمه ۱ را مبین امری واقع و متضمن گزاره‌ای صدق و کذب‌دار می‌دانند و در عین حال تعیین صادق یا کاذب بودن آن را ممکن قلمداد می‌کنند- و علی‌العموم آن را صادق یا به طور تقریبی صادق می‌دانند.

اما مقدمه ۲ بسیار مناقشه‌انگیز است و به هیچ‌روی مورد قبول عامه دانشمندان نیست و قول به آن، مستلزم دلیل است. ریس دلیل آن را در مقدمات الف تا «و» می‌دانند. از این‌رو استدلالی دیگر برای نشان‌دادن استتاج مقدمه ۲ از این مقدمات، لازم است؛ ولی به نیکی

می‌توان ملاحظه کرد که آن نتیجه از این مقدمات حاصل نمی‌شود.

برای ملاحظه این مطلب باید شکل صوری استدلال ریس را در این زمینه مطرح کنیم. استدلالی را که ریس بیان کرده است، می‌توان به نحو زیر صورت‌بندی قیاسی کرد:

مقدمه «الف»: بعضی هویات وجود دارند که متعلق به حوزه اکنون مشاهده‌ناپذیر از جهان ما بوده، مقبول علم و واقعی نیز می‌باشند.

مقدمه «ب»: بعضی هویات وجود دارند که متعلق به حوزه اکنون علی‌الاصول مشاهده‌ناپذیر از جهان ما هستند و نیز مقبول علم و واقعی‌اند.

مقدمه «ج»: بعضی هویات وجود دارند که متعلق به حوزه علی‌الاصول مشاهده‌ناپذیر از جهان ما می‌باشند و نیز مقبول علم و واقعی‌اند.

مقدمه «و»: بعضی هویات متعلق به فضا- زمان ما و متعلق به جهانی با مهبانگ متفاوت از مهبانگ ما وجود دارند، که مقبول علم و واقعی‌اند.

نتیجه: هویتی وجود دارند که به فضا- زمان ما متعلق نیستند و مقبول علم و واقعی‌اند.

ملاحظه می‌گردد که با هیچ‌کدام از اشکال قیاس استدلال فوق منتج نیست، با آنکه از شکل این استدلال واضح است که نتیجه مورد نظر حاصل نمی‌شود، ولی با این حال اجمالاً می‌توان منتج‌نبودن این استدلال را به صورت زیر توضیح داد:

اول: در اینجا چهار مقدمه وجود دارد که مشخص می‌گردد یا برخی از مقدمات اضافی‌اند و یا باید از چند قیاس استفاده کرد و یا اینکه در واقع اینها مقدمات قیاس نیستند، بلکه فراهم‌آورنده آن‌اند به توضیحی که خواهم آورد.

دوم: با بررسی نتیجه معلوم می‌گردد که «هویات» حد اصغر است و «متعلق به فضا- زمان مانبودن، مقبول علم و واقعی‌بودن» حد اکبر است. اما با اینکه حد اصغر در تمام مقدمات وجود دارد، حد اکبر در هیچ‌یک از مقدمات وجود ندارد. به عبارت دیگر این استدلال، کبری ندارد و استدلال قیاسی بدون کبری آشکارا عقیم است.

بنابراین برای منتج‌شدن برهان فوق باید یک کبری به آن اضافه کنیم تا مقصود حاصل شود و بسته به هر یک از مقدمات، کبرایی خاص می‌تواند به حصول نتیجه منجر شود.

برای مثال با کبرای زیر به همراه صغرای حاصل از چهار مقدمه «الف» تا «و» با یک قیاس اقترانی شرطی می‌توان به نتیجه مورد نظر رسید:

هرگاه هویتی داشتیم که طیفی از هویات مشاهده‌پذیر را در حوزه‌های مختلف فضا-زمانی ارائه دادند، آن‌گاه این حوزه‌ها باید به همه فضا-زمان‌های ممکن گسترش یابند. صغری نیز به صورت زیر حاصل می‌شود:

هرگاه مقدمات الف تا «و» برقرار باشد، آن‌گاه هویتی داریم که تشکیل طیفی از هویات مشاهده‌پذیر را در حوزه‌های مختلف فضا-زمانی می‌دهند.

اما این کبری خود نیازمند دلیل است و از هیچ‌یک از مقدمات نتیجه نمی‌گردد. ملاحظه کنید که ادعای این گزاره بسیار بیش از توان مشاهدتی و علمی ماست. ما از مشاهدات مربوط به یک فضا-زمان برون‌یابی کرده، وجود فضا-زمان‌های دیگر را نتیجه می‌گیریم که به هیچ‌وجه استدلال موجهی نیست. البته ما فضا-زمان‌های این‌چنینی را نفی نیز نمی‌کنیم و تنها سخن بر میزان قوت استدلال ریس است.

می‌توان این بحث را ادامه داد و مقدمات دیگری را نیز آزمایش کرد، ولی آنچه به طور قطع می‌توان گفت این است که مقدمات این استدلال به‌تنهایی به نتیجه مورد نظر دست نمی‌یابد.

در مورد صورت‌بندی قیاسی از استدلال ریس نکات زیر یادآوری می‌شود.

۱. با تحلیل فوق روشن است که صورت‌بندی قیاسی منتج، با مقدماتی که ریس آورده است، امکان‌پذیر نیست.

۲. ممکن است چنین اشکال گردد که اگر «متعلق‌بودن به طیف مقبول نظریه‌های علمی» و «واقعی‌بودن» به گونه‌ای دیگر عنوان شود، شاید صورت‌بندی قیاسی منتج حاصل گردد؛ اما به نظر نگارنده، اینها مناسب‌ترین جایگزین‌های استدلال وی می‌باشند. این مطلب با بررسی و ذکر موارد احتمالی دیگر روشن‌تر می‌شود. برای مثال ممکن است عنوان شود که ریس واقعی‌بودن اشیا در مقدمات را بیان نکرده، بلکه تنها متعلق به حوزه علم‌بودن را ذکر کرده است و به این ترتیب «واقعی‌بودن» گزینه مناسبی نیست. در پاسخ اولاً باید به این

اگر در استدلال فوق عبارت «اشیای ورای فاصله‌ای که تلسکوپ‌ها قادر به مکشوف‌ساختن آنها هستند» را به ترتیب با عبارات «اشیای ورای افق ذره در حال حاضر» یا «اشیای خارج از افق مشاهده‌پذیر ما» یا «جهان‌های حاصل از مهبانگ‌های متفاوت ورای جهان ما» و همچنین عبارت «ورای حوزه مکشوف‌ساز تلسکوپ‌ها بودن» را به ترتیب با عبارات «ورای افق ذره در عصر کنونی بودن» یا «ورای افق مشاهده‌پذیر ما بودن» یا «ورای جهان ما بودن» جایگزین کنیم، سه تمثیل دیگر حاصل می‌گردد. صورت این سه استدلال یکسان و به نحو زیر است:

الف ورای حوزه ج است و ب هم ورای حوزه ج است. الف دارای خاصیت د است و بنابراین ب هم دارای خاصیت د است.

ملاحظه کنید که صورت فوق، وقتی تمثیلی مورد قبل است که ورای حوزه ج بودن علت یا گواه خاصیت د داشتن الف باشد. همچنین باید گفت استدلال تمثیلی صرفاً مفید احتمال است - که البته ما در علم تجربی باید صرفاً به استدلال‌های مفید احتمال بسنده کنیم؛ زیرا صرف تشابه دو شیء در یک یا چند امر مستلزم شباهت در همه امور نیست؛ یعنی اگر دو شیء الف و ب با هم شباهت داشته باشند و شیء الف دارای خاصیت د باشد، وجه تشابه دو شیء باید یا علت و یا حداقل بینه‌ای برای خاصیت د داشتن شیء الف باشد تا بتوان خاصیت د را برای ب نیز اثبات یا حداقل محتمل بودن آن را تأیید کرد. اگر چنین نباشد خاصیت د می‌تواند کاملاً نسبت به شیء ب بی‌ارتباط باشد و از استدلال تمثیلی چیزی به دست نمی‌آید.

اگر جامع علت تامه برای وقوع حکم باشد، می‌توان با قطع و یقین حکم را در فرع هم ثابت دانست (مظفر، ۱۳۸۰، ص ۳۴۰-۳۴۱). در غیر این صورت تنها به ظن می‌رسیم و به نظر می‌رسد که اثبات علیت تامه، در مورد جامع، امری محال - یا نزدیک به محال - باشد.

اما در استدلال رییس ورای حوزه ج بودن وجه جامع است و د هم متعلق به حوزه علم صحیح و واقعی بودن می‌باشد، اما «ورای حوزه ج بودن» با فرض معنادار بودن آن آشکارا نه علتی برای «متعلق به حوزه علمی و واقعی بودن» است - یعنی برای د - و نه حتی بینه‌ای که

احتمال آن را افزایش دهد. به عکس شهود معمولی نشان از کاستن احتمال د با توجه به آن دارد.

اگر مقدمات «الف» تا «و» را ملاحظه کنیم، به این مطلب خواهیم رسید که علت اینکه در این مقدمات ما حوزه‌های مذکور در آنها را جزو قلمرو علمی صحیح و واقعی به حساب می‌آوریم، این است که نظریه کیهان‌شناسی متداول؛ یعنی مدل استاندارد کیهان‌شناسی و نظریه کیهان‌شناسی تورم آشوبناک، مستلزم قرارگرفتن آنها در حوزه علمی صحیح و واقعی دانستن آنهاست.

به عبارت دیگر، میان این مقدمات و نتیجه مورد نظر استدلال، که همان «جزو قلمرو علمی صحیح و واقعی بودن فضا- زمان‌هایی غیر از فضا- زمان ما- با احتمالاً قوانین متفاوت-» است، وجه جامع مشترکی که علت یا بینه‌ای برای د باشد، وجود ندارد. وجه جامع در اینجا علت یا بینه‌ای برای خاصیت د در مقدمات نیست؛ یعنی همان‌طور که گفته شد، ورای حوزه ج بودن علتی یا بینه‌ای برای متعلق به حوزه علمی صحیح بودن نیست (توجه کنید که در مورد فضا- زمان‌های مجزا از فضا- زمان ما، ورای حوزه ج بودن معنای درستی ندارد و تعریف فاصله در این مورد بی‌معنی می‌گردد). این مطلبی است که جرج الیس (G. Ellis) نیز به آن اشاره کرده است (Carr, 2007, p.402).

برای تأکید بر دشواری فراهم‌آوردن شواهد تجربی در حوزه کیهان‌شناسی، می‌توان به گفته واینبرگ استناد کرد که اذعان می‌کند که دلیل پذیرش اصل کیهان‌شناختی و به تبع آن، همگنی و همسان‌گردی در این نیست که آنها مطمئناً صحیح‌اند، بلکه این است که این فرض امکان استفاده از داده‌های بسیار کمی را که برای کیهان‌شناسی، از طریق اخترشناسی مشاهده‌تی فراهم شده است، مسیر می‌سازد (Weinberg, 1972, p.408)؛ در مورد چندجهانی که این امر بسیار مشکل‌تر می‌نماید.

الیس نیز معتقد است وجه جامع مشترکی برای استدلال ریس وجود ندارد. وی به‌درستی اشاره می‌کند که ما در اینجا قادر به تأیید و یا تکذیب قول به وجود جهان‌های دیگر نیستیم- وی وجود جهان چندقلمرویی را که نظریه تورم دایمی پیشنهاد می‌کند، دچار

فقر داده‌های تجربی و احتمالاً عدم تأیید تجربی می‌داند. ما از این مطلب صرف‌نظر کردیم و فرض را بر این گذاشتیم که برای جهان‌های موجود در «تورم دایمی» نظریهٔ مقبول داریم. در صورت عدم این فرض، وضع استدلال ریس نامطلوب‌تر خواهد بود.

برخی استدلال ریس را شیب لغزنده (Slippery Slope) نامیده‌اند (Vaas, 2010/ Stoeger, Ellis & Kirchner, 2006/ Davies, 2004/ Kragh, 2009). این نوع استدلال از انواع استدلال‌های غیرصوری (Informal) است (همان‌طور که ملاحظه کردیم استدلال ریس غیرصوری بود و ما برای روشن‌تر شدن باطن استدلال وی، دو صورت‌بندی از آن را ارائه کردیم که البته به نظر می‌رسد از آن دو، صورت‌بندی تمثیلی مناسب‌تر و نزدیک‌تر به استدلال ریس است).

در استدلال ریس، که شبیه استدلال تمثیلی است، از ابهام در مفاهیم استفاده می‌شود و با ملزم کردن شنونده به این امر که اختلاف دو شیء یا مفهوم چندان اهمیتی ندارد و آن دو را می‌توان در حکم امر واحدی دانست. ادامه این کار در اشیا یا مفاهیم بعدی، به نتایج-معمولاً- غیر قابل قبولی منجر می‌گردد. «هنگامی که این نوع برهان آغاز می‌گردد، به‌سختی می‌توان آن را قاطعانه متوقف کرد. شما در شیب لغزنده‌ای قرار دارید. آن را می‌توان بارها به کار برد و شما به قبول نتیجه‌ای نامعقول هدایت می‌شوید» (Walton, 2008, p.315). مثال معروفی که برای آن ذکر می‌گردد، مثال یک تپه شن است. در ابتدا استدلال‌کننده این پرسش را مطرح می‌کند که آیا برداشتن یک ذرهٔ شنی از این تپه آن را از تپه‌بودن ساقط می‌کند؟

آشکارا پاسخ منفی است. اکنون اگر این عمل را ادامه داده، ذرهٔ دیگری را از آن برداریم، وضع به چه صورت خواهد بود؟ باز بی‌تردید پاسخ منفی است و هنوز ما با تپهٔ شن مواجهیم. اگر عمل تکرار گردد و تعداد بسیار زیادی ذره برداشته شود تا در نهایت یک ذرهٔ شن باقی بماند و اگر در هر بار فقط یک ذره برداشته شود و سؤال فوق مطرح گردد، به نظر می‌رسد، باز در هر بار همان پاسخ به آنها داده می‌شود. در نتیجه در انتهای امر باید قبول کنیم که تپهٔ شن با ذرهٔ شن فرقی ندارد؛ نتیجه‌ای که روشن است که امری نامعقول

می‌باشد.

به شکل صوری می‌توان گفت که در استدلال شیب لغزنده، دنباله‌ای از مقدمات به شکل A_0, A_1, \dots, A_{n-1} ردیف می‌شوند تا به نتیجه A_n منجر شوند. اگرچه مقدمات A_0 و A_1 بسیار معقول‌اند، ولی کم‌کم به مقدماتی می‌رسیم که چندان معقولیت بالایی ندارند و در نهایت به نتیجه‌ای کاملاً نامعقول هدایت می‌شویم. نکته اصلی در اینجا وجود ابهام در مفاهیم است و آنچه این برهان را- اگر بتوان آن را برهان نامید- مؤثر می‌سازد- البته در ظاهر مؤثر می‌سازد- مبهم بودن مفاهیم و تصورات مندرج در آن است. در مثال فوق، مفهوم تپه‌شن در واقع مفهوم مبهمی است با کاستن از شن‌های موجود هنوز این مفهوم بر قرار است، ولی با ادامه عمل کاستن شن‌ها، به تدریج از وضوح صدق این مفهوم کاسته می‌شود، تا جایی که دیگر آن مفهوم صادق نخواهد بود. شاید بتوان گفت اغلب مفاهیم در زبان طبیعی دارای ابهام‌اند و نمی‌توان مرز مشخص و قاطعی برای موارد صدق و عدم صدق آن مفاهیم تعیین کرد. با این‌همه، در بیشتر موارد، حوزه‌هایی وجود دارد که قاطعانه می‌توان گفت مفهوم خاصی همچون مفهوم تپه‌شنی در آن صادق است و حوزه‌هایی نیز وجود دارد که به طور قطع می‌توان معین کرد که این مفهوم در آن صادق نمی‌نماید.

در برهان ریس نیز مفهوم واجد ابهام، واژه «مشاهده‌پذیر» است. وی از ابهام در این مفهوم استفاده می‌کند و از نواحی نسبتاً بدون مشکل برای مشاهده‌پذیربودن آغاز می‌کند تا به حوزه‌ای که قطعاً مشاهده‌پذیر نیست می‌رسد. او با یکی‌گرفتن «مشاهده‌پذیری» و «واقعی بودن» موضعی اتخاذ می‌کند که بسیار قابل مناقشه است؛ برای نمونه الیس و استگر (Stoeger) و کیرچنر (Kirchner) معتقدند ریس معیار را از «علی‌الاصول مشاهده‌پذیر» به «واقعی» جابه‌جا می‌کند و این، حقیقتاً اشتباه است. «مهم نیست که چگونه یک شیء، فرایند یا رابطه‌ای واقعی است، اگر علی‌الاصول مشاهده‌پذیر نباشد یا اگر دست‌کم حمایت غیرمستقیمی برای وجود خود از موفقیت طولانی‌مدت فرضیه‌های مفهوم‌سازش دریافت نکند، آن‌گاه به‌سادگی خارج از بررسی علمی جدی قرار می‌گیرد» (Stoeger, Ellis & Kirchner, 2006).

۲۰۱
ذهن

چندجهانی در فیزیک و تبعات فلسفی

۱۰۱

نکته‌ای که الیس و همکارانش به آن اشاره می‌کنند، این است که فردی می‌تواند با معیارهای متفاوتی از دیگران اشیا یا هویت یا مفاهیمی را واقعی بینگارد؛ اما حوزه علم تجربی، قواعد و ضوابطی دارد که مورد قبول عامه دانشمندان (اکثریت قریب به اتفاق) است که [مسامحتاً] می‌توان آن را روش علمی نامید. هویت پذیرفته‌شده در علم را باید به روش علمی حاصل کرد- البته باید توجه داشت که در مورد پذیرش، ابطال و به طور کلی خصوصیات نظریه‌های علمی مناقشه بسیار است.

ریس همچنین ناپیوستگی مفهومی را میان کهکشان‌های مشاهده‌ناپذیر در جهان ما و اشیا و هویت‌هایی که در فضا- زمان‌هایی غیر از فضا- زمان ما هستند و دارای مهبانگ مشترکی با مهبانگ ما نیستند، به‌درستی در نظر نمی‌گیرد (Kragh, 2009). مفهوم مشاهده‌پذیری ابهام دارد و در حوزه‌هایی قول به مشاهده‌پذیر بودن یا مشاهده‌ناپذیر بودن امری، دشوار است، با این‌حال- همان‌طور که در مورد تپه شن گفته شد- در اینجا نیز مواردی وجود دارد که در آن، هویت مشاهده‌پذیرند؛ همچون لیوان روی میز من و مواردی نیز وجود دارد که قطعاً مشاهده‌ناپذیرند، مانند الکترون. پس با اینکه نظر ماکسول (Maxwell) مبنی بر تمایز قاطع نداشتن مشاهده‌پذیری و مشاهده‌ناپذیری درست است (Maxwell, 1962)، ولی اینکه بین هویت مشاهده‌پذیر و مشاهده‌ناپذیر طیفی وجود دارد که دارای شأن معرفتی یکسانی هستند، لزوماً مورد پذیرش همگان نیست و برخی همچون ون فراسن (Van Fraassen) با بیان موارد قطعی مشاهده‌پذیر و موارد قطعی مشاهده‌ناپذیر برای آنها شأن معرفتی متفاوتی قائل‌اند (Fraassen, 1980, pp.11-17).

از این مطلب می‌توان استفاده کرد و وجود طیفی را که ریس در صدد است واقعی بودن آن را نشان دهد، مورد بررسی قرار داد. به این صورت که ما در علم، هویت مشاهده‌پذیر یا مشاهده‌ناپذیر دارای مؤید تجربی را می‌پذیریم، در طیفی که ریس آن را ذکر می‌کند، هویت‌هایی همچون کهکشان‌های خارج از حوزه دید تلسکوپ‌های معمولی، جزو هویت مشاهده‌پذیر یا مشاهده‌ناپذیر دارای مؤید تجربی است، اما فضا- زمان‌هایی- و احتمالاً جهان‌های مربوط به تورم آشوبناک غیر از فضا- زمان ما به آن تعلق ندارد. بنابراین استدلال

ریس مبنی بر وجود طیفی میان هویات مشاهده‌پذیر و مطلقاً مشاهده‌ناپذیر- و ادعای وی به انتقال مبهم از اولی به دومی- دلیلی بر شأن هستی‌شناختی (Ontological) و معرفت‌شناختی (Epistemological) یکسان آن دو نمی‌شود و اصولاً این طیف، امری است تصنعی که از کنار هم قراردادن هویاتی با شئون هستی‌شناختی و معرفت‌شناختی متفاوت حاصل آمده است. در انتها یادآور می‌شود که به نظر نگارنده تحلیل تمثیلی که در این مقاله ارائه شد، به بهترین نحو اشکال اساسی استدلال ریس را نشان می‌دهد.

۴. فضای نظریه‌ها*

ملاحظه گردید که استدلال ریس عقیم بود. به‌علاوه نگارنده در رساله دکتری خود نشان داده است که دیگر استدلال‌های عمده فیزیکدانان در حمایت از فرضیه چندجهانی نیز منتج نیستند. اکنون این پرسش رخ می‌نماید که آیا باید این فرضیه را نادرست خواند یا راهی برای پذیرش این فرضیه، به عنوان نظریه‌ای علمی یا بخشی از نظریه‌ای علمی وجود دارد؟ در اینجا روشی برای ارتباط جهان‌ها ارائه می‌کنیم که علی‌الاصول فاقد ارتباط علی‌اند. به این ترتیب اگر نظریه‌ای برای تبیین ارتباط این جهان‌ها داشته باشیم و این نظریه در جهان ما موفق باشد، به طوری که بتوانیم آن را به طور جزئی صادق (برای ملاحظه مفهوم صدق جزئی، ر.ک: Da Costa & French, 2003) بدانیم، می‌توان آن را پذیرفت.

برای مثال نظریه ریسمان، فضایی را فراهم می‌آورد تا در آن بتوانیم به نوعی جهان‌هایی را که متناظر با فضا- زمان‌های چهاربعدی فوق‌اند و در فضا- زمان خود محصورند و نمی‌توانیم بین آنها متریک تعریف‌شده‌ای برقرار کنیم، در یک فضای کلی‌تر باهم مرتبط سازیم. این، مثالی است از فضایی عام که در آن، جهان‌هایی که مجزا از هم‌اند، به نحوی به یکدیگر مرتبط می‌شوند و منشأ ریاضی واحدی برای آنها در نظر گرفته می‌شود.

در اینجا پیشنهادی ارائه می‌شود تا بتوان- هرچند بسیار محدود- مجموعه‌ای از جهان‌ها را در ارتباطی نظری قرار داد. مجموعه تمام جهان‌ها را در نظر بگیرید. در این صورت

* در شکل‌گیری این اندیشه دکتر محمدمهدی شیخ‌جباری، سهم مهمی دارند.

می‌توان نشان داد که این مجموعه فضایی توپولوژیک تشکیل می‌دهد (برای ملاحظه تعریفی از فضای توپولوژیک، ر.ک: (Isham, 1999, pp.3-40).

اکنون زیر رده‌ای از این فضای توپولوژیک را در نظر بگیرید؛ برای نمونه می‌توان در این دستگاه نظری مدل‌های نظریه میدان کوانتومی نسبی را که می‌توان قید باز بهنجارش‌پذیری را نیز به آن افزود، تشکیل داد- در واقع در رویکرد معنایی به علم، نظریه معادل است با رده این مدل‌ها (دیدگاه ون فرانس) یا با این رده مدل‌ها نمایش داده می‌شود (دیدگاه فرنچ)- و بین آنها (هر مدل را می‌توان یک جهان دانست) متریکی تعریف نمود. به این ترتیب، تخمینی از شباهت یا نزدیکی جهان‌ها به یکدیگر حاصل می‌شود.

در فیزیک نظری، برای به دست آوردن معادله دینامیکی مربوط به نظریه، کنش آن نظریه را **وردش** می‌دهند و به این ترتیب معادله دینامیکی را به دست می‌آورند. بنابراین هر لاگرانژی متناظر با یک نظریه است و با مشخص کردن پارامترهای آن به مدل‌های مختلف نظریه می‌رسیم (هر یک متناظر با یک جهان) و همچنین لاگرانژی خود، تابع درجات آزادی است. به طور کلی دو نوع پارامتر داریم: ۱. پارامترهای سینماتیکی مثل مکان، اندازه حرکت و اسپین.

۲. پارامترهای نظریه، که ثوابت جفت‌شدگی‌اند، همچون جرم و ثابت ساختار ریز. با مشخص کردن پارامترهای نظریه، مدلی از آن معین می‌شود. در واقع رابطه یک‌به‌یک بین مجموعه‌ای معین از پارامترهای یک نظریه و مدل‌های متناظر آن وجود دارد؛ برای مثال در میدان اسکالر نسبی، که کنش آن به صورت زیر است:

$$A = - \int_{\tau_1}^{\tau_2} d\tau m - \lambda \int_{\tau_1}^{\tau_2} d\tau \phi - \int d^4x L_{Field}$$

دو پارامتر وجود دارد؛ یکی جرم ذره، یعنی m و دیگری ثابت جفت‌شدگی، یعنی λ . با مشخص کردن m و λ یک مدل حاصل می‌شود.

یک تقسیم‌بندی دیگر هم در مورد پارامترهای نظریه میدان وجود دارد که تقسیم آنها به سه خانواده است:

مرتبط (Relevant): پارامترهایی که دارای بعد جرمی مثبت‌اند.

نامرتبط (Irrelevant): پارامترهایی که دارای بعد جرمی منفی اند.

مرزی (Marginal): پارامترهایی که دارای بعد جرمی «صفر» اند.

اکنون باید دید درجات آزادی چیست؟ درجات آزادی، انواع میدان‌های نظریه مفروض‌اند؛ برای نمونه میدان فرمیونی که با اسپینوری چهارتایی، همچون $\psi = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$ نشان داده می‌شود که v, u ماتریس‌های ستونی دوتایی اند، می‌تواند نشان‌دهندهٔ درجهٔ آزادی یک الکترون باشد.

ثوابت جفت‌شدگی (پارامترهای نظریه) و اسپین‌های متناظر با درجات آزادی مقید می‌گردند. همچنین ضرایب جفت‌شدگی را شرط بازبهنجارش‌پذیری (Renormalizability) نیز مقید می‌کند. از طرف دیگر، تقارن‌ها نیز، ثوابت جفت‌شدگی و برهم‌کنش‌ها را مقید می‌سازند. شرط بازبهنجارش‌پذیری صرفاً مقید به برهم‌کنش‌های پیمانه‌ای می‌گردد. برهم‌کنش پیمانه‌ای نیز بر اساس تقارن پیمانه‌ای معین می‌شود و تقارن پیمانه‌ای با گروه‌ها بیان می‌گردد.

در واقع هر تقارن بر اساس تبدیلات بیان می‌شود؛ یعنی تبدیلاتی که تحت آن، نظریه ناوردا می‌ماند؛ برای مثال لاگرانژی الکترونی تنها را که تحت تأثیر یک میدان الکترومغناطیس است، در نظر بگیرید:

$$\mathcal{L} = \bar{\psi}(i\gamma^\mu D_\mu + m)\psi + \mathcal{L}_{e.m}$$

که در آن :

$$D_\mu = \partial_\mu + iqA_\mu \\ \Rightarrow D_\mu = \partial_\mu - ie A_\mu$$

این لاگرانژی تحت تبدیلی به شکل زیر ناورداست که آن را تبدیل پیمانه‌ای می‌نامند:

$$\begin{cases} A_\mu \rightarrow A'_\mu = A_\mu + \partial_\mu f \\ \psi \rightarrow e^{ief(x)}\psi \end{cases}$$

تمام تبدیلاتی که به شکل فوق اند گروهی تشکیل می‌دهند که گروه (U) نام دارد و

به صورت زیر بیان می‌شود (Isham, 1989, pp.25-30):

$$U(n) := \{A \text{ in } GL(n, \mathbb{C}) \text{ such that } AA^\dagger = I\} \\ GL(n, c) := \{A \text{ in } M(n, \mathbb{C}) \text{ such that } \det(A) \neq 0\}$$

در اینجا $M(n, \mathbb{C})$ مجموعه تمام ماتریس‌های $n \times n$ است که آرایه‌های آن مختلط‌اند. با استفاده از تعریف نظریه‌هایی که تحت تبدیلات کلی پیمانه‌ای ناوردا می‌باشند، یک زیررده از فضای توپولوژیک به دست می‌آید که نظریه‌های بازبهنجارش‌پذیرند. در این زیر رده می‌توان متریکی تعریف کرد.

بعد جرمی ضرایب جفت‌شدگی حداکثر ۴ است؛ یعنی (M^4) که تنها مربوط به ثابت کیهان‌شناختی است و حداقل بعد جرمی آنها صفر است. در نظریه‌های بازبهنجارش‌پذیر تنها نوع (۱) و (۳) از پارامترها وجود دارند، اکنون می‌توان متریکی را به روش زیر بنا کرد: ابتدا به تعداد پارامترهای هر نظریه، به جهان متناظر با آن نظریه، ابعاد نسبت می‌دهیم؛ برای مثال نظریه میدان اسکالر نسبیتی که آن را بیان کردیم، دارای دو بعد است؛ زیرا دو پارامتر دارد: یکی m و دیگری λ . در اینجا هر پارامتر جفت‌شدگی یک بردار پایه تشکیل می‌دهد و فرض ما بر این است که این بردارها متعامدند. به این ترتیب، تعریف زیر را برای معرفی بردارها در یک راستا، ارائه می‌دهیم.

تعریف: دو پارامتر در یک امتداد قرار دارند اگر و تنها اگر ضریب جفت‌شدگی مربوط به میدان‌های یکسانی باشند؛ به این معنا که اگر پارامترهایی چون m_1 و m_2 ضرایب جفت‌شدگی میدان A باشند، آن‌گاه m_1 و m_2 در امتداد یکسانی قرار دارند. به این ترتیب هر نظریه، نقطه‌ای در فضای برداری حاصل از این پارامترها خواهد بود و متریک را نیز به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

ابتدا تمام پارامترها را در دستگاه واحدهای طبیعی بیان می‌کنیم. سپس تمام پارامترها را بی‌بعد می‌سازیم؛ به این صورت که تمام پارامترها را بر اساس بعد جرمی بیان می‌کنیم و یک واحد جرم انتخاب می‌کنیم. اکنون بسته به ابعاد پارامتر، آن را بی‌بعد می‌سازیم؛ برای مثال اگر جرم m به میزان a را به عنوان واحد انتخاب کردیم و پارامتری دارای بعد M^3 بود، آن پارامتر را بر a^3 تقسیم می‌کنیم و برای تمام پارامترها بسته به ابعاد آن، این کار را انجام می‌دهیم. اکنون می‌توان متریک را به صورت زیر تعریف نمود.

$$d(T', T) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (m'_i - m_i)^2}$$

n تعداد ابعاد مجموعه جهان‌هاست که در این مرحله باید متناهی فرض شود؛ یعنی تعداد پارامترها را باید متناهی در نظر بگیریم و گرنه متریک قابل تعریف - به شکل فوق - نیست. در حالت نامتناهی باید از انتگرال لبگ برای تعریف فاصله استفاده کرد. در این صورت می‌توان جهان‌ها را باهم مقایسه کرد؛ برای مثال دو لاگرانژی زیر را در نظر بگیرید:

$$A_1 = \int_{\tau_1}^{\tau_2} d\tau m_1 - \lambda_1 \int_{\tau_1}^{\tau_2} d\tau \phi - \int d^4x L_{Field}$$

$$A_2 = \int_{\tau_1}^{\tau_2} d\tau m_2 - \lambda_2 \int_{\tau_1}^{\tau_2} d\tau \phi - \int d^4x L_{Field}$$

در این حالت ابتدا m_1 و m_2 همچنین λ_1 و λ_2 را به صورت زیر بی‌بعد می‌سازیم. فرض کنید هر دوی λ و m دارای بعد جرمی‌اند - البته با توان‌های متفاوت - به این ترتیب داریم:

$$\bar{m}_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \text{ و } \bar{m}_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

$$\bar{\lambda}_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \text{ و } \bar{\lambda}_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

بنابراین:

$$d(T_2, T_1) = \sqrt{(\bar{m}_2 - \bar{m}_1)^2 + (\bar{\lambda}_2 - \bar{\lambda}_1)^2}$$

برای مثال اگر $\lambda_2 = 2\lambda_1$ ، $m_2 = 4m_1$ باشد، آن‌گاه:

$$\bar{m}_1 = \frac{1}{5} \text{ و } \bar{m}_2 = \frac{4}{5}$$

$$\bar{\lambda}_1 = \frac{1}{3} \text{ و } \bar{\lambda}_2 = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow d(T_2, T_1) = \sqrt{\frac{9}{25} + \frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{104}{225}} = \frac{\sqrt{104}}{15}$$

(توجه کنید که T_1 نظریه معادل کنش ۱ و T_2 نظریه معادل کنش ۲ است).

نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا فرضیه چندجهانی در فیزیک به اختصار بررسی شد. پس از آن تعریف سه تن از فیزیکدانان از مفهوم جهان و انواع تمایز جهان‌ها ارائه گردید و در ادامه تعریف نگارنده از جهان و تقسیم‌بندی جهان‌ها و به تبع آن، انواع چندجهان‌ها بیان گردید. با ارائه این تعریف و تقسیم‌بندی، تصویر روشن‌تری از فرضیه چندجهانی حاصل می‌شود. به این ترتیب به سراغ استدلال یکی از مدافعان این فرضیه رفتیم و نشان دادیم که این استدلال منتج نیست. سپس روشی برای پذیرش چندجهانی در فیزیک ارائه گردید که در آن، فضای نظریه‌ها تعریف شد و مفهوم فاصله در این فضا معرفی گردید. در نهایت باید این نکته مورد تأکید قرار گیرد که از آنجا که سه حوزه‌ای از فیزیک که در آن، فرضیه چندجهانی پدید آمده است، یعنی تورم آشوبناک، نظریه ریسمان و گرانش کوانتومی مبتنی بر معادله ویلر-دوویت، تا کنون مورد پذیرش کامل جامعه علمی قرار نگرفته است و تا زمانی که نظریه مقبول جامعه علمی که در خود، فرضیه چندجهانی را داشته باشد، ارائه نگردد، این فرضیه، تنها گزینه‌ای است که امکاناً قابلیت پذیرش را خواهد داشت.

در پایان باید یک نکته را در مورد فرضیه چندجهانی یادآوری کنیم. در نوشته‌هایی که در مورد فرضیه چندجهانی است، به تفاریق عنوان شده است که اقتراح فرضیه چندجهانی به نفی اندیشه خدا می‌انجامد (برای مثال، ر.ک: Carr, 2007, Susskind, 2006). صرف نظر از اینکه این استدلال‌ها نیز، همچون استدلال‌های پیشین، نقص مهمی دارند- مانند اینکه به هیچ‌روی نمی‌توانند بگویند زمینه‌های تورم از جمله فضا- زمان و میدان اسکالر یا هر میدان دیگر حاکم بر جهان از کجا آمده است و کوانتومی بودن جهان را چه چیزی فراهم ساخته است) باید توجه داشت که استدلال مبتنی بر تنظیم ظریف، تنها استدلال برای وجود خدا نیست و براهین فلسفی برای وجود خدا نیز وجود دارند (برای نمونه، ر.ک: طباطبایی، ۱۳۷۳، ص ۳۵۸) که به نظر نگارنده بسیار قدرتمندند و مدافعان دیدگاه فوق برای رد وجود خدا باید آنها را نیز ابطال کنند که به نظر نمی‌رسد چندجهانی

قادر به این کار باشد. البته این مطلب خود بحثی مبسوط می‌طلبد که در مقاله‌ای جداگانه به آن پرداخته خواهد شد.

منابع و مأخذ

۱. خوانساری، محمد؛ **منطق صوری**؛ چ بیست‌وسوم، تهران: آگاه، ۱۳۷۹.
۲. سروش، عبدالکریم؛ **علم‌شناسی فلسفی**: گفتارهایی در فلسفه علوم تجربی؛ تهران: صراط، ۱۳۸۸.
۳. طباطبایی، سیدمحمدحسین؛ **نهایه‌الحکمه**؛ به کوشش مهدی تدین؛ چ دوم، تهران: مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۳.
۴. کاپلستون، فردریک؛ **تاریخ فلسفه**: یونان و روم؛ سیدجلال‌الدین مجتبوی؛ ج ۱، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۸۸.
۵. مظفر، محمدرضا؛ **منطق**؛ ترجمه منوچهر صانعی دره‌بیدی؛ چ پنجم، تهران: حکمت، ۱۳۸۰.
6. Ashok, Sujay K. and Douglas, Michael R.; "Counting Flux Vacua"; 2004, arXiv.org, <http://arxiv.org/abs/hep-th/0307049v3.pdf>
7. Carr, Bernard; **Universe or Multiverse**; Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
8. Da Costa, C. A. Newton, French, Steven; **Science and Partial Truth: A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning**; Oxford: Oxford University Press, 2003.
9. Davies, P.C.W.; "Multiverse Cosmological Models"; 2004, arxiv.org, <http://arxiv.org/ftp/astro-ph/papers/0403/0403047.pdf>.
10. Douglas, Michael R.; "The statistics of string/M theory vacua"; 2003 arXiv.org, <http://arxiv.org/abs/hep-th/0303194v4.pdf>.
11. Douglas, Michael R.; "Statistical analysis of the supersymmetry breaking scale"; 2004, arXiv.org, <http://arxiv.org/abs/hep-th/0405279v4.pdf>
12. Everett, H.; "On the Foundations of Quantum Mechanics"; Ph.D. thesis, Princeton University, Department of Physics, 1957a.
13. Everett, H.; "Relative State' Formulation of Quantum Mechanics"; *Reviews of Modern Physics*, 29: 454–462. Reprinted in Wheeler and Zurek, 1983: 315–323, 1957b.
14. Guth, Alan H.; "The Inflationary Universe: A Possible Solution To The Horizon And Flatness Problems"; *Phys. Rev. D* 23, 347, 1981.
15. Hamber, Herbert W.; **Quantum Gravitation: The Feynman Path Integral Approach**; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
16. Isham, Chris J.; **Lectures On Groups and Vector Spaces For Physicists**; London: World Scientific, 1989.
17. Isham, Chris J.; **Modern Differential Geometry for Physicists**; Second Edition, London: World Scientific, 1999.

18. Kox, J.A. Eisenstaedt, Jean; **The Universe of General Relativity**; Center for Einstein Studies, Boston University, 2005.
19. Kragh, Helge; “Contemporary History of Cosmology and the Controversy over the Multiverse”; *Annals of science*, Vol. 66, No. 4529-551, 2009.
20. Linde, Andrew D.; “A New Inflationary Universe Scenario: A Possible Solution Of The Horizon, Flatness, Homogeneity, Isotropy And Primordial Monopole Problems”; *Phys. Lett. B* 108,389, 1982.
21. Linde, Andrew D.; ”Chaotic Inflation”; *Phys. Lett. B* 129, 177, 1983.
22. Linde, Andrew D.; “Inflation, Quantum Cosmology and the Anthropic Principle”; 2002, arXiv.org, <http://arxiv.org/pdf/hep-th/0211048v2.pdf>
23. Maxwell, G.; “The Ontological Status of Theoretical Entities”; in *Minnesota Studies in the Philosophy of Science III*; H. Feigl and G. Maxwell,eds., Minneapolis: University of Minnesota Press, pp.3–15.
24. Peskin, Michael E., Schroeder, Daniel V.; “An Introduction to Quantum Field Theory”; Reading, Massachusetts: Adison Wesley, 1995.
25. Rees, Martin; “Numerical Coincidences and 'Tuning' in Cosmology”; 2004, arXiv.org, <http://arxiv.org/ftp/astro-ph/papers/0401/0401424.pdf>.
26. Stoeger, W. R., Ellis, G. F. R., Kirchner, U.; “Multiverses and Cosmology: Philosophical Issues”; 2006, arXiv:hep, <http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0407329v2.pdf>.
27. Susskind, Leonard; “The Cosmic Landscape”: String Theory and Illusion of Intelligent Design; paperback ed, Little, Brown and Co, New York, 2006.
28. van Fraassen, B.C.; **Scientific Image**; Oxford: Oxford University Press, 1980.
29. Vaas, Rüdiger; “Multiverse Scenarios in Cosmology: Classification, Cause, Challenge, Controversy, and Criticism”; 2010, arxiv.org, <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1001/1001.0726.pdf>.
30. Votsis, I.; “The Epistemological Status of Scientific Theories”: an Investigation of The Structural Realist Account; London School of Economics and Political Science; PhD Thesis, 2002
31. Walton, Douglas; **Informal Logica Pragmatic Approach**; Secon Edition, Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
32. Weinberg, Steven; **Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of The General Theory of Relativity**; New York: John Wiley & Sons, Inc, 1972.
33. Wilczek, Frank; “Multiversality”; 2013, arXiv.org, <http://arxiv.org/abs/1307.7376v1.pdf>
34. Zee, A.; **Quantum Field Theory in a Nutshell**; Second Edition, Princeton: Princeton University Press, 2010.