

امکان بعد پنجم و نظریات مربوط به آن
(بررسی و سنجش علمی-فلسفی)

سید صدرالدین طاهری*
حسین کلباسی اشتری**
امیرحسین بانکی پورفرد***

چکیده

این مقاله با بررسی نظریات مختلف ابعاد در ریاضی و فیزیک، امکان وجود بعدی سوای ابعاد رایج را با استدلال‌های فلسفی ثابت کرده و به ارائه راه‌حل عبور از محدودیت ذهنی برای درک ابعاد فراختر پرداخته است و به طور ویژه با دلایل و شواهد مختلف، بعد «انبساط» یا «ماکرومیک» (*macromic*) را به عنوان بعد پنجم جهان معرفی می‌کند. این بعد مربوط به میزان بزرگی یا کوچکی شیء است و بستگی به «مقیاس» (*scale*) آن دارد. در واقع، تفاوت اشیاء از لحاظ نگاه ماکروسکوپی (*macroscopic*) و میکروسکوپی (*microscopic*) که بشر از دیرباز با آن آشنا بوده است، مربوط به این بعد از ماده است. نتایج برخاسته از فرض ابعاد بیش از سه بعد می‌تواند در عرصه مسائل فلسفی و عرصه‌های مرتبط با آن در دیگر حوزه‌ها تأثیرگذار باشد که به بیش از چهل مورد از آن‌ها در انتهای مقاله فهرست‌وار اشاره شده است.

واژگان کلیدی: بعد، بعد انبساط (ماکرومیک)، مکان، فوق فضا.

* استاد گروه فلسفه، دانشگاه علامه طباطبایی؛ ss_tahery@yahoo.com

** دانشیار گروه فلسفه، دانشگاه علامه طباطبایی؛ hkashitari@yahoo.com

*** دانشجوی دکتری فلسفه، دانشگاه علامه طباطبایی؛ amirbanky@gmail.com

[تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۱۵؛ تاریخ تایید: ۱۳۸۸/۹/۱]

مقدمه

بحث بُعد و امتداد از مباحث نظری است که در رشد علمی جدید نه تنها منسوخ نشده است، بلکه با جدی شدن مباحث مکان و زمان در مباحث فکری جدید، بحث بعد نیز که به این دو مربوط می‌شود، تازگی و پویایی دیگری پیدا کرده است. مبحث ابعاد جهان - و نیز تناهی و عدم تناهی آن‌ها - شاخص تحولات علمی در اوایل و اواخر قرن گذشته است. کاوش فلسفی جدید در مورد ابعاد عالم می‌تواند راه‌گشای معضلات و تناقض‌هایی باشد که در پس پیشروی‌های سریع علم به وجود آمده‌اند، و بخشی از تعارض‌های کوانتوم و نسبیت، روان‌شناسی و فراروان‌شناسی، فیزیک و مابعدالطبیعه را حل نماید.

از طرفی، بحث ابعاد هم جزو مباحث میان‌رشته‌ای است و هم مدرساننده به آن. به نظر می‌رسد وقت آن رسیده باشد که فلاسفه با اهمیت دادن به یافته‌های علم جدید و تسلط بر آن‌ها و بعد طرح مباحث متقن مابعدالطبیعه در تناسب با آن‌ها، فلسفه را به منزلت در خور خویش برسانند. از جمله راه‌حل‌های نفوذ به جهان‌شناسی نوین می‌تواند جستجو در موضوع بعد و ابعاد عالم باشد. البته باید دانست ابعاد عالم مسئله‌ای فلسفی است. «با آنکه ریاضیات در زمینه ابعاد خود را جلوتر از علوم دیگر قرار داده است، تعریف سه بعدی بودن با روش ریاضی ناممکن است... واقعیت این است که ریاضیات ابعاد مکان را درک نمی‌کند» (اوسپنسکی، ۱۳۷۰، ص ۸۱). به طریق اولی، فیزیک نیز نمی‌تواند در این زمینه‌ها نظر دهد؛ چرا که اولاً فیزیک در این مسائل خود را وامدار ریاضیات می‌داند و ثانیاً ابزار فیزیک حس و تجربه است و فقط می‌تواند ابعادی را تشخیص دهد که در تجربه نمایان می‌شوند؛ به خصوص آنکه ابعاد اضافه‌تر به خاطر خاصیت ذهن و حسیات چه بسا به راحتی در دام حس قرار نگیرند.

آنچه مسلم است اظهار نظر در مورد ساختار کلی جهان و مفاهیم عام اولیه مربوط به فلسفه است و به طور خاص بحث بعد و امتداد از مباحث قدیمی فلسفه است که در تقسیم جوهر به مادی و غیرمادی و تعریف جوهر مادی به آن توجه می‌شود. نه تنها در فلسفه قدیم، بلکه در فلسفه جدید نیز این بحث بعد مورد تأکید قرار داشت، به نحوی که دکارت ماهیت ماده را بعد می‌دانست و امتداد را تنها وصف واقعی ماده تلقی می‌کرد. لایب‌نیتس ماده را بعد نمی‌گرفت، بلکه آن را اصل و مبنای بعد می‌دانست و امتداد را تکرار و تجدید جوهر برمی‌شمرد. کانت نیز بعد را متعلق به شهود محض و پیشین تلقی کرد.

بنابراین، چندبعدی بودن جهان یک مسئله فلسفی است و زیر مجموعه فلسفه طبیعی مطرح می‌شود و مانند خیلی از مسائل فلسفه طبیعی، یک پایه‌اش در استدلال‌ها و نگرش‌های فلسفی و یک پایه آن بر یافته‌های حسی مبتنی است. از آنجا که یافته‌های حسی بر اثر پیشرفت‌های علمی می‌توانند تغییر کنند، تحلیل مسائل فلسفی در عرصه طبیعی نیاز مبرم دارد به شناخت تحولات علمی و نظریات مطرح در این عرصه. برای آنکه بتوان تحلیل درستی از ابعاد جهان ارائه داد، لازم است نظریات ریاضی و فیزیکی در زمینه ابعاد مرور شوند که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود.

۱. تبیین مسئله

اهل فلسفه، در برخورد اولیه با جهان طبیعت، معمولاً سه بعد در سه جهت برای آن قائل شده‌اند و حتی جسم طبیعی را بر این اساس تعریف کرده‌اند: «جوهری است که می‌توان در آن ابعاد سه گانه طول، عرض و عمق فرض کرد. جسم تعلیمی نیز کمّ متصلی است که ابعاد سه گانه دارد» (کندی، ۱۳۶۹، ص ۲۶۵-۲۶۶؛ ابن رشد، ۱۳۶۹، ص ۲۸؛ صدرالدین، ۱۳۳۷، ج ۵، ص ۱۰-۱۲؛ مانکدیم، ۱۳۸۴، ص ۲۱۷-۲۱۸).

با این حال، بحث امکان بعد چهارم لابه‌لای مباحث از میان نرفت و حتی در دوره‌هایی تقویت گردید تا آن که صدرا بنا بر نتایجی که از حرکت جوهری خود به دست آورد، زمان را بعد چهارم اجسام دانست؛ بعدی که برخلاف ابعاد سه گانه ثابت، بعدی گذرا و سیال است (صدرالدین، ۱۳۳۷، ج ۳، ص ۸۰)؛ و طبیعتاً اجسام را در چهار بعد در نظر گرفت.

از آغاز نیمه دوم قرن نوزدهم، بحث بعد چهارم میان فلاسفه، فیزیکدانان و ریاضیدانان غرب رواج یافت و در اواخر قرن نوزدهم، سرانجام بعد چهارم به عنوان صفت به پدیده‌ی زمان اطلاق شد تا این که در اوایل قرن بیستم (۱۹۰۵)، اینشتین آن را به گونه‌ای علمی و ریاضی به جامه علم درآورد و سپس با معادله‌های ریاضی کامل‌تر و رساتر مقبول محافل و دنیای نوآوری گشت. در این زمینه، ریاضیات نیز ورود پیدا کرد و امکان ریاضی ابعاد وجود بیشتر را به دست آورد. با طرح بعد زمان، تا حدودی مباحث ابعاد اضافه‌تر تحت الشعاع بعد زمان شدند؛ اما بسیاری از مباحث هنوز به قوت خود باقی‌اند.

این مقاله به دنبال پاسخ دادن به این سؤال است که: آیا به غیر از سه بعد مکانی و یک بعد زمانی، امکان ابعاد بیشتر در جهان وجود دارد یا خیر؟ و فرض وجود آن‌ها، چه نتایجی را در مباحث فلسفی، علمی و الهیاتی به بار می‌آورد؟

۲. ناتوانی نظام سه‌بعدی در تحلیل جهان

در سیر پیشرفت دانش، بن‌بست‌ها یا ناسازگاری‌هایی ایجاد شده‌اند که به هیچ وجه برای دانشمندان موجه نیستند؛ در اینجا به بعضی از آن‌ها اشاره می‌شود:

- **تعارض نسبیّت با مکانیک کوانتومی:** این دو شاخه فیزیک جدید با تمام دستاوردهایی که داشته‌اند، در موارد زیاد با هم ناسازگارند و با پیش‌فرض‌های فعلی نمی‌توان از این تعارض خارج شد. «این که تاکنون این دو چارچوب نظری فراگیر فیزیک آشتی‌ناپذیر مانده‌اند، یکی از معماهای بزرگ فیزیک معاصر است» (ریگدن، ۱۳۸۱، ص ۱۴۰۸).

- **تأثیر علیّت از دور:** با آنکه علیّت از دور توجیه فلسفی ندارد، ولی بعضی مشاهدات خبر از چنین واقعه‌ای دارند و لذا امثال نیوتن به خاطر رهیافت عمل‌گراانه‌شان به فیزیک از آن بهره بردند؛ هر چند از لحاظ فلسفی آن را موهوم می‌دانستند. در فلسفه، شرط علیّت طبیعی تماس بین علت و معلول است. با آنکه آن اثر از لحاظ هر یک از سه بعد با مؤثر تماسی ندارد، ولی چه بسا از بعد دیگری در تماس باشد. پس بدون آنکه بخواهیم به تأثیر علیّت از دور قائل شویم، توجیه مادی برای آن باشد.

– **عدم قطعیت:** در فیزیک کوانتوم، محل اتفاقها نامعین است و همزمان با اندازه‌گیری حرکت آنها قابل تعیین نیست. «دیگر ممکن نیست به دقت تصریح شود که یک ذره متحرک در لحظه معینی در کدام نقطه است اما حدود مکانی را که ممکن است ذره در آن باشد، می‌توان با فرمول‌های روابط نامتعینی حساب کرد» (گاموف، ۱۳۶۴، ص ۱۸۲). اما کدام عقل سلیمی می‌تواند اصل عدم قطعیت را بپذیرد. این از همان جامه‌های بی‌قواره‌ای است که به دامن طبیعت دوخته شده‌اند و بعضی نیز متأسفانه باورشان شده است. اینجا صحبت از مشکل ابزار اندازه‌گیری یا خطای آن نیست، بلکه می‌گویند آن ذره جای معینی ندارد و همزمان جاهای مختلفی می‌تواند باشد. در دستگاه سه‌بعدی، نمی‌توان دلیل این عدم تعین را فهمید. اینجا مبنای عدم قطعیت، که در فیزیک مطرح است، معلوم می‌شود؛ چرا یک ذره می‌تواند یک لحظه در نقطه‌ای ناپدید و در نقطه‌ای متفاوت ظاهر شود؟ آیا جز این است که این ذره در خط حرکتی خود در بعد چهارم سر از نقطه دیگری در فضای سه‌بعدی پیدا می‌کند؟

– **جرم گمشده:** بنا بر علم جدید، اگر جرم تمام کهکشان‌ها و ستارگان را جمع بزنیم، تنها ۵٪ درصد کل جرم جهان است؛ حتی اگر جرم قوی ابرهای نامرئی را، که به شکل اتمی در بخش‌های دور دست جهان شناورند، اضافه کنیم ۵٪ درصد کل جرم جهان می‌شود. مابقی ۹۵٪ درصد جرم در این توصیف قابل ارائه نیست.

این‌ها بعضی از موارد ناتوانی دستگاه سه‌بعدی بودند که به‌طور نمونه ذکر شدند. البته علم در طول تاریخ خود مجهولاتی داشته است که به مرور روشن شده‌اند ولی توضیح نمونه‌های بالا بعضاً با این ساختار فعلی شدنی نیست و نیاز به ارائه تحلیل دیگری از جهان هست که چه بسا ابعاد آن متفاوت از ابعاد فعلی باشد.

۳. تصور ابعاد بالاتر

از نظر شهید مطهری آن گروه از فلاسفه که توانسته‌اند به سرچشمه‌های مسائل فلسفی برسند، معتقدند که اشکال عمده برای ذهن انسان در مسائل فلسفی اینست که بتواند آن‌ها را به نحو صحیحی برای خود طرح کند. «غالب انحرافات و بلکه اختلافات در مسائل فلسفی از ناحیه کیفیت طرح و تصویر پدید می‌آید و به اصطلاح تصور در این مسائل از تصدیق آن‌ها دشوارتر است» (مطهری، ۱۳۸۶، ص ۳۰۰). در مسئله ابعاد بالاتر نیز چنین است. تصور و توضیح این ابعاد کار بسیار مشکلی است، تا جایی که بعضی آن را در حد محال می‌دانند؛ از آن جمله، هرمان فون هلمهولتز (Hermann von Helmholtz (1821-1894) تصور ابعاد بالاتر را مانند تصور رنگ برای کورمادرزاد می‌دانست.

الف) عدم اعتماد به عقل عرفی

از آنجا که تصور ابعاد بالاتر بسیار مشکل است، برداشت عمومی از جهان مادی برداشت سه‌بعدی بوده است. یکی از آفات دریافته‌های بشری تکیه بر عقل عرفی است. در طول تاریخ بارها بشر متوجه این معنا شده است که چه بسا یک خطای عمومی برای مشاهدات عادی رخ دهد و مبنای قضایای علمی قرار

گیرد. داستان زمین محوری و گردش ستارگان و خورشید به دور زمین از این قبیل دریافت‌هاست. به‌طور خاص، سه‌بعدی بودن هیچ الزام عقلانی برای موجود مادی نیست و صرفاً به دلیل مشاهده عادی، موجودات مادی سه‌بعدی تلقی می‌شوند. به قول هیوم چون عادت بوده است، روانی پیدا کرده است. شاید فضا سه‌بعدی نباشد و تنها این‌گونه برای ما نشان داده شود. ما به مثابه مورچه‌ای می‌مانیم که در قوطی کفش زندانی است و جهان را در دو بعد می‌بیند.

این معنا را اولین بار افلاطون در کتاب جمهوری با تشبیه غار منتقل نمود. افراد محصور در غار سایه‌های خود و اشیاء دیگر را که دو بعدی بودند، به عنوان جهان محسوب می‌کردند. چه بسا ما نیز غافل از بعد دیگر باشیم. راکر با ذکر مثال افلاطون نتیجه می‌گیرد که بر آنچه در دید عادی فرد از جهان به‌دست می‌آوریم، نباید پافشاری کنیم و محدود به آن بشویم. (راکر، ۱۳۷۵، ص ۱۸)

ب) محدودیت ذهن بشر

همان‌گونه که در تعریف بعد ملاحظه شد، بعد قابل اندازه‌گیری و جهت‌دار است. برای آنکه ذهن بشر بتواند بعدی را درک کند، باید بتواند با ابزار اندازه‌گیری آن را اندازه بگیرد و آن شیء متعین نیز باشد. شرط اندازه‌گیری، داشتن مبدأ و منتهی است و تعین قراردادی بیانگر حقیقت نیست. بنابراین برای درک فضا باید راه دیگری یافت. فضا به راستی که پر از رمز و راز و معجزه است. ابعاد و فضا را نه‌ایستی نیست؛ مانند فضای آ هیلبرت (David Hilbert (1862-1943)) که بی‌نهایت بعد دارد. برای هر گونه اندازه‌گیری باید کار را از میدئی آغاز کرد. اما در فضا هیچ نقطه‌ای وجود ندارد که دارای علامتی ویژه باشد و بتواند مبدأ قرار گیرد. پس اندازه‌گیری با ماهیت فضا بیگانه است و ما آن را صرفاً برای رسیدن به مقاصد خویش خلق کرده‌ایم. بنابراین بشر نه تنها احساس و تصور بالاتر از سه بعد را ندارد بلکه در ساختن مفهوم آن در ذهن هم دچار مشکل است. اوسپنسکی در کتاب *رغنون سوم* معتقد است برای درک بعد چهارم نیاز به ابزاری فراتر از احساس و تصور و مفهوم هستیم:

بعضی جانوران پست فقط دارای احساس هستند که در نتیجه یک بعد ادراکی بیشتر ندارند؛ مانند حلزون و بعضی جانوران عالی‌تر دارای احساس و تصور هستند که دو بعد را درک می‌کنند و انسان که دارای احساس، تصور و مفهوم است، درک سه‌بعدی دارد. بنابراین با آمدن چهارمین واحد ادراکی، جهان به صورت چهار بعدی درک می‌شود. حالا باید بپذیریم که هرگاه واحد چهارمی از اندیشه در ما تشکیل شود و به همان اندازه با «مفهوم» تفاوت داشته باشد همان‌طور که «مفهوم» با «تصور» فرق دارد، در آن صورت در نظر ما در جهان پیرامونمان، هم‌زمان با این امر، ویژگی چهارمی ظاهر خواهد شد که می‌توانیم آن را به اصطلاح هندسه، جهت چهارم یا عمود چهارم بنامیم؛ زیرا این ویژگی خواصی از اشیاء را دربر خواهد گرفت که بر تمام خواصی که می‌شناسیم عمود است و با هیچ یک از آن‌ها موازی نیست. (اوسپنسکی، ۱۳۷۰، ص ۱۱۹)

پ) بهره‌گیری از قوه خیال

حال که نمی‌شود به مشاهده عادی اعتماد کرد و تصور ابعاد بالاتر نیز سخت است، بهتر است از قوه خیال استفاده شود؛ چرا که تخیل محدودیت‌های تصور را ندارد. «به قول اینشتین: تخیل بااهمیت‌تر از دانش است و به قول فاینمن (Richard Feynman (1918-1988)، برنده جایزه نوبل فیزیک، آنچه نیاز داریم قدرت تخیل است. ما مجبور به کسب نگرش تازه درباره جهان هستیم.» (توبن، ۱۳۸۴، ص ۱۰۱)

در این زمینه یکی از موفق‌ترین افراد ادوین ابوت (۱۸۱۸-۱۹۲۴)، روحانی مسیحی، است که با تخیلی ریاضی بی‌پایه بودن اطمینانی را که انسان به ابعاد محدود اندیشه و نگرش خود دارد، با ارائه یک طنز انتقادی و علمی تخیلی، تحت عنوان «سطحستان» (flatland) به خوبی ارائه داد. او در این داستان تخیلی کوشیده است به گونه‌ای جامع و علمی اما همه‌فهم، نحوه درک ابعاد بالاتر را به همگان ارائه دهد. آقای مربع که از اهالی سطحستان است، بر اثر حادثه‌ای با یک موجود حجمستانی آشنا می‌شود که سعی دارد به گونه‌ای بعد سوم را برای او تشریح کند. مشکلات آقای مربع در درک بعد سوم زمینه را فراهم می‌کند برای آنکه ما به عنوان موجودات سه‌بعدی بتوانیم از این تمثیل به درک ابعاد بیشتر دست بیابیم. در پایان کتاب از زبان آقای مربع به کره می‌گوید:

بی‌شک برتر از تو یکی دیگر هست که کرات بی‌شمار را در وجودی برتر و بالاتر حتی از اجسام حجمستان یگانگی بخشیده و همچنان که ما اینک از مکان بر پختستان (flatland) فرومی نگریم و اندرونی هر چیزی را به چشم می‌بینیم، بی‌شک در جای دیگری بر فراز ما دیاری هست برتر و پاک‌تر، یا مکان «مکین‌تر» و بعدیتی «بعیدتر»... که هر دو با هم بر اندرون گشاده اجسام فرونگریم... در آنجا به رازهای زمین جسیم، گنج‌ها و معادن حجمستان و اندرون تمامی مخلوقات حجیم حتی کرات جلیل ستودنی واقف می‌شویم. (ابوت، ۱۳۷۵، ص ۱۷۲)

همان‌طور که مقطع اجسام سطوح هستند، مقاطع شیء چهار بعدی جسم‌ها هستند و هر نقطه‌ای از جسم سه‌بعدی خطی در شیء چهار بعدی محسوب می‌شود. پس ذرات بنیادی، سطح مقطع خطی هستند با فضای قابل مشاهده.

حال که با کمک تخیل آنچه احساس، تصور و مفهوم برای عقل مهیا نمی‌کردند آماده شد، اینجا باید دانست، تخیل هم مثل تصور حکم به صحت و سقم نمی‌تواند بکند بلکه این تعقل است که می‌تواند از تخیل بهره بگیرد و مطالبی را اثبات یا رد کند. آنچه به کمک تخیل به دست آمد این فرض بود که دنیایی که با حواس درک می‌شود، یک ساختار سه‌بعدی در فضایی با n بعد است و امکان آن در بخش قبل ثابت شد.

۴. امکان سنجی ابعاد بیشتر

برای آنکه امکان ابعاد بیشتر از سه بعد بررسی شود، لازم نیست بعد جدیدی اثبات شود بلکه کافی است دلایلی که مکان را محصور در سه بعد می‌دانند، مورد تشکیک قرار گیرند و فرضیه‌هایی برای ابعاد بالاتر مطرح شود. چنانچه از جنبه‌های ریاضی و فیزیکی این فرضیه‌ها معتبر شناخته شوند، ولو آنکه اثبات نگردند، لااقل ثابت می‌شود اثبات بعد دیگر محال نیست. پس زمینه برای طرح امکان فلسفی آن مهیا می‌گردد. در این قسمت موضوع ابعاد جهان از سه جنبه ریاضیاتی، فیزیکی و فلسفی بررسی می‌گردد.

الف) ابعاد جهان در ریاضیات

از لحاظ ریاضی دلایل سه‌بعدی بودن بیشتر جنبه هندسی دارند؛ مانند این دلیل که سه خط دو به دو عمود بر هم را در نظر بگیرید؛ خط چهارمی نمی‌یابید که بر این سه عمود باشد. یا دلایل مشابه دیگری که همه مبتنی بر اصول هندسه اقلیدسی هستند. اما باید دانست که تمامی این اصول و به طور کلی هندسه اقلیدسی خود مبتنی بر فرض سه‌بعدی بودن مکان هستند؛ لذا به گونه‌ای دور یا مصادره به مطلوب است. در هندسه مسطحه که فرض بر دو بعدی بودن است، خطی که بر دو خط عمود بر هم عمود باشد یافت نمی‌شود ولی در هندسه فضایی که فرض بر سه‌بعدی بودن است، چنین خطی یافت می‌شود. حال اگر به یک هندسه فرا اقلیدسی برسیم، می‌توان خطی را در نظر گرفت که عمود به سه خط دو به دو عمود برهم باشد و اتفاقاً این کار در عالم ریاضیات اتفاق افتاده است.

نخستین کسی که تبیین ریاضی برای درک ابعاد بیشتر ارائه داد ریمان (Georg Friedrich Bernhard Riemann) (۱۸۲۶-۱۸۶۶) بود. در دهم ژوئن ۱۸۵۶، جرج برنارد ریمان با سخنرانی‌ای که در دانشگاه گوتینگن آلمان داشت، نظریه ابعاد بیشتر را معرفی کرد. ریمان کار خود را با اقتباس از قضیه معروف فیثاغورث ($a^2 + b^2 = c^2$)، انجام داد. این قضیه مربوط به مثلث قائم‌الزاویه است. c قطر مستطیلی است که در مختصات دو بعدی هندسی طول و عرض آن به ترتیب a و b باشد. در مختصات سه‌بعدی مکعب مستطیلی که طول و عرض و ارتفاع آن به ترتیب a و b و c باشند، قطر آن یعنی d از معادله $a^2 + b^2 + c^2 = d^2$ به دست می‌آید. و در فضای چهار بعدی یا بیشتر، قطر ابرمکعبی از معادله $a^2 + b^2 + \dots = z^2$ به دست می‌آید.

به قول اینشتین: «شخص غیرریاضی وقتی که چیز چهار بعدی را می‌شنود، تسلیم یک نوع انزجار اسرار آمیز می‌شود، احساسی که بی‌شبهت به انتباه به وسیله اندیشه پنهانی نمی‌باشد.» (منظوری، ۱۳۸۱، ص ۹). لذا با آنکه از دریچه ریاضیات گذر به ابعاد فراتر از سه بعد راحت‌تر است؛ اما این کار در درجه اول یک ذهن ریاضی را می‌طلبد. در این زمینه باید از هندسه تحلیلی که ابداع دکارت بود بهره برد؛ یعنی استفاده از جبر در هندسه. ترسیم این ابرفضا با نمادهای جبری بهتر انجام می‌گیرد. بنابراین لااقل برای تصور آن یک ذهن قوی و ریاضی لازم است. لذا چارلز هیلتون (Charles Hilton (1859-1926)) ترفندهای ریاضی را برای تجسم سایه‌های اشیاء با ابعاد بالاتر در اوایل قرن ۲۰ ابداع کرد و توماس بنکهورف (Thomas Banchoff (1945)) برنامه‌هایی را برای ترسیم رایانه‌ای اشیاء با ابعاد بالاتر

نوشت و بعضی با روش‌های ساده‌تر مانند چرخاندن یک مکعب کمی کدر جلوی چراغ قوی و مشاهده سایه‌های آن به دیوار تصور بعد بیشتر را نشان دادند.

بحث ابعاد بالاتر در ریاضیات آنچنان پیشرفت کرد که در دهه‌های اخیر به مدل‌های مختلف ابررسمان (super-string) ده بعدی برای جهان رسیدند که ۵ نوع آن از نظر ریاضی سازگاری درونی داشت و نهایتاً ویتن (Edward Witten (1951)) یکی از بزرگ‌ترین ریاضی‌دانان معاصر، مدل ۱۱ بعدی را به عنوان نظریه M ارائه کرد که دربرگیرنده هر ۵ مدل قبلی براساس اصل ابرتقارن (Super symmetry) است. این مدل نامزد نظریه همه چیز نیز هست و به قدری موفق بود که توانست جایزه فیلدز (Fields medal) (مهم‌ترین مدال در ریاضیات) را به خود اختصاص دهد. کامران وفا فیزیک‌دان برجسته ایرانی دانشگاه هاروارد اخیراً توانست نظریه F را با احتساب یک بعد زمان اضافه‌تر به صورت مدل ۱۲ بعدی ارائه نماید.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، از لحاظ ریاضی، نه تنها محدودیتی در سه بعد نیست بلکه توانسته‌اند مدل‌های سازگاری را تا ۱۲ بعد برای جهان ارائه دهند که البته ۱۰ بعد آن مربوط به مکان است.

ب) ابعاد جهان در فیزیک

فیزیک چون مبتنی بر حس است و بنا بر احساس اولیه انسان، جهان سه‌بعدی است، از دیرباز به فضا نگاه سه‌بعدی داشت. هاینز پاچلز تصریح می‌کند که یک ویژگی از جهان فیزیکی ما آنقدر بدیهی است که اکثر مردم هیچ مشکلی با آن ندارند؛ این حقیقت که فضا سه‌بعدی است. هاوکینگ از لحاظ فیزیکی چنین استدلالی می‌کند:

اگر فضا بیش از سه بعد باشد، باز مشکلاتی خودنمایی می‌کند. نیروی گرانش بین دو جسم با افزایش فاصله بیشتر از فضای سه‌بعدی کاهش خواهد یافت (در سه بعد، با دو برابر کردن فاصله نیروی گرانش به ۱/۴ کاهش می‌یابد و در چهار بعد، به ۱/۸ و در پنج بعد به ۱/۱۶...). پس مدار سیارات به دور خورشید ناپایدار می‌شوند، کوچک‌ترین انحرافی باعث حرکت مارپیچی سیاره به طرف خورشید یا برعکس می‌شود. پس حیات دست کم به شکلی که ما می‌شناسیم، تنها در مناطق یک بعد زمانی و سه بعد مکانی امکان دارد. در غیر این صورت، سیستم‌های نجومی و سیاره‌ای غیرممکن می‌شوند؛ چرا که عکس قانون جاذبه افزایش به وجود خواهد آمد. در نتیجه به نظر می‌رسد که جهان سه‌بعدی تنها جهانی است که وجود دارد و فیزیک‌دان‌ها می‌توانند درباره‌اش بنویسند. (هاوکینگ، ۱۳۸۵، ص ۲۰۴)

اشکالی که در استدلال هاوکینگ وجود دارد آن است که با فرض بعد چهارم قرار نیست به این ماده‌ای که در جهان است بعد جدیدی اضافه شود که باعث کاهش نیروی گرانش و ناپایداری مدار سیارات شود بلکه همین ماده و جهانی که سه‌بعدی انگاشته می‌شود، چهار یا پنج یا... بعدی باشد. با این حال نیروی گرانش همان است که محاسبه شده است و اضافه‌تر نمی‌شود، ولی تعداد ابعاد ممکن است حقیقتاً بیشتر

باشد ولی به آن توجه نشود.

بدیهی بودن و احساس اولیه نیز دلیل فیزیکی نیستند، بنابراین از لحاظ فیزیکی دلیل متقنی مبنی بر سه بعد بودن جهان یافت نمی‌شود؛ برعکس، فیزیک‌دان‌ها سال‌هاست که به احتمال وجود بعدهای پنهان فکر می‌کنند، پنهان به خاطر آنکه بسیار کوچک‌تر از ذرات بنیادی هستند. بعضی فیزیک‌دان‌ها این احتمال را مطرح می‌کنند که شاید ابعاد اضافی خیلی کوچک نیستند، اما از دسترس ما خارج‌اند. دلایل مختلفی برای این رویکرد فیزیک‌دانان هست که ذیلاً به آن اشاره می‌گردد:

- **توصیف بعضی از حقایق فیزیکی؛** به طور خاص اینشتین برای توصیف جاذبه به یک بعد اضافی نیاز داشت و اولین بار در جهان فیزیک، زمان را به عنوان بعد چهارم ماده مطرح کرد. ارتباط حسی فرد با جهان پیرامونش دارای انحنای فضا-زمان (Space-time) است.

نسبیت عام بعد زمان را با سه بعد فضا ترکیب و ادغام می‌کند و چیزی را که «فضا-زمان» نامیده می‌شود می‌سازد. این نظریه تأثیر گرانش را نیز در خود ادغام می‌کند و می‌گوید توزیع ماده و انرژی در کیهان، فضا و زمان را مختل و منحنی می‌کنند. بنابراین مسطح نیست در این فضا-زمان اشیاء سعی می‌کنند در مسیر مستقیم حرکت کنند، اما چون فضا-زمان منحنی است. به نظر می‌رسد که مسیر آن‌ها نیز خمیده است. آن‌ها به گونه‌ای حرکت می‌کنند که گویی تحت تأثیر میدان گرانشی قرار گرفته‌اند... زمان و فضا به گونه‌ای جدانشدنی از یکدیگر تنیده شده‌اند. (هاو کینگ، ۱۳۸۶، ص ۴۲)

این حالت انحنایی که اینشتین ثابت کرد در فضا وجود دارد، رابطه‌ای تنگاتنگ با بعد چهارم دارد. همان‌طور که در مقایسه با سطح یک کره که یک سطح دو بعدی بسته است که در جهت بعد سوم خم شده است، و به همین ترتیب می‌توان گفت جهان سه‌بعدی ما در جهت بعد چهارم خم شده است که آن بعد زمان است. طبق نظریه نسبیت عام اینشتین ما در یک جهان فضا-زمان خمیده زندگی می‌کنیم. دیدگاه اینشتین در مورد بعد زمان آنچنان مستدل و قوی بود که در بین مباحث نظریه ابعاد تنها دیدگاهی بود که هنوز خدشه‌ای در جهان فیزیک به آن وارد نشده است. تقریباً مباحث بعد چهارم که تا قبل از اینشتین بیشتر در یک فضای ذهنی و خیالی به اوج رسیده بود، با معین شدن بعد زمان، به عنوان بعد چهارم به صورت یک بحث علمی و عینی در فیزیک جدید دنبال می‌شد.

- **یکپارچه‌سازی نیروهای طبیعت و تحقق میدان یگانه؛** فرانتز کالوتسا (Theodor Franz Kaluza 1885-1954) با ترکیب گرانش (gravity) اینشتین^۳ و نورماکسول نظریه‌ای پنج بعدی برای بیان نظریه میدان یگانه^۴ پیشنهاد کرد؛ بعد پنجم فضایی بدون هیچ تأیید تجربی ولی با ظرافت و سازگاری ریاضیاتی بسیار زیادی همراه بود. دو سال طول کشید تا اینشتین با چاپ آن مقاله در فرهنگستان پروس موافقت کند. در ۱۹۱۹ اینشتین به کالوتسا نوشت: «فکر این که با استوانه‌ای پنج بعدی به نظریه میدان یگانه دست یابیم، هیچ گاه به فکر من خطور نکرده بود. در یک نگاه من نظریه شما را می‌پسندم... (چند هفته بعد در نامه دیگری نوشت) یگانگی ظاهری نظریه شما تکان دهنده است» (کاکو، ۱۳۸۲، ص ۱۸۴). کالوتسا بعد پنجم را مثل یک دایره «حلقه‌ای» شده می‌دانست. «اسکار کلاین (Oskar Klein (1894- 1977) ریاضی‌دان سوئدی در ۱۹۲۶ آن دایره را به قدری کوچک دانست که

نمی‌توان آن را مستقیماً مشاهده کرد. کلاین طول پلانک (planck length) 10^{-33} سانتی‌متر را (یک میلیارد بار کوچک‌تر از هسته اتم) اندازه بعد پنجم^۵ می‌دانست» (همان، ص ۱۸۵).

- **حل بهتر مسائل فیزیک؛** در سال ۱۹۹۵ دیمیتری کالیگاس (Dimitry Kaligas) و همکارانش در دانشگاه استنفورد نشان دادند که روایت پنج بعدی از نسبیت اینشتین نیز عیناً می‌تواند از آزمون عدسی‌های کیهانی (cosmogenic experiment) موفق بیرون آید. و پس از آن معلوم شد، روایت پنج بعدی نسبیت به مراتب طبیعی‌تر از روایت چهار بعدی آن است و بسیاری از مسائل را بهتر پاسخ می‌دهد. براین اساس، کیهان کنونی در درون یکی از فضاهاى پنج بعدی درون یک سیاه‌چاله عظیم قرار دارد.^۶ در سال‌های گذشته پاتولسون (Patolson) با بررسی هندسه سیاه‌چاله‌ها (black holes) متوجه شد که از دیدگاه ریاضی، یک جهان پنج بعدی می‌تواند در واقع یک سیاه‌چاله پنج بعدی باشد. گروه بسیاری از فیزیک‌دانان چهار بعد را همانند قله کوه یخی می‌دانند، که قسمت اعظم آن زیر آب است.

- **نسبت بین نیروهای بنیادین؛** یکی از سؤالات در مورد نیروهای بنیادین چهارگانه^۷ این بود که چرا نیروی گرانش^۸ تا این حد از سه نیروی بنیادین دیگر (نیروهای الکترومغناطیسی، قوی و ضعیف هسته‌ای) ضعیف‌تر است؟ راندال (Lisa Randall (1962-)) و ساندروم (Raman Sundrum (1962-)) توضیحی برای این مسئله ارائه دادند. براساس نظریه آن‌ها ما در یک جهان چهار بعدی زندگی می‌کنیم. اما ذرات گراویتون^۹ که حاصل نیروی گرانش هستند، در جهان چهار بعدی دیگری متفاوت از جهان ما به سر می‌برند. این دو جهان در فاصله اندکی نسبت به یکدیگر در بعد پنجم هستی واقع‌اند و وجود همین فاصله است که سبب افت شدت نیروی گرانشی می‌شود. بر اساس این نظریه گیتون (Charles R. Keeton) و پیترز (Arlic O. Petters (1964-)) مدل قابل‌آزمایشی ارائه دادند که براساس آن جهان قابل‌رؤیت پوسته‌ای است که در یک جهان بزرگ‌تر جاسازی شده است. این دنیا پنج بعد دارد که چهار بعد آن مکانی و یک بعد آن زمانی است. به این نظریه مدل **جاذبه غشایی** می‌گویند. در واقع جهان قابل‌رؤیت ما به صورت یک غشاء، یک پوسته نازک، است که در درون جهان بزرگ‌تری قرار دارد؛ همچون دسته‌ای از ساقه‌های لطیف و نازک جلبک‌هایی که در اقیانوس شناورند.^{۱۰}

- **توجیه رفتارهای ماده تاریک؛** (dark matter) جوزف سیلک (Josef silk (1943))، رئیس بخش اخترفیزیک دانشگاه آکسفورد و همکارانش، با بررسی رفتارهای ماده تاریک، ساختار شش بعدی کیهان را مطرح کردند. آن‌ها وجود ابعاد اضافی را از رفتار گیج‌کننده و عجیب و غریب ماده تاریک نتیجه گرفتند. ماده تاریک قابل‌رؤیت نیست، اما از آثار گرانش آن بر ستاره‌ها می‌توان حضورش را در کهکشان‌ها احساس کرد. در مجموعه کهکشان‌های کوچک مواد تاریک طوری رفتار می‌کنند که انگار به شدت جذب یکدیگر می‌شوند. اما در خوشه‌های کهکشانی (galactic clusters) بزرگ ظاهراً این‌طور نیست. یک توضیح برای این پدیده وجود سه بعد دیگر اضافه بر سه بعد آشنای فضایی است که اثرات گرانش را در فواصل کوتاهی از مرتبه یک نانومتر (10^{-9} متر) تغییر می‌دهند. ابعاد اضافی جدیدی که سیلک مدعی است با پهنه‌ای حدود یک نانومتر نسبتاً بزرگ به حساب می‌آید. به عبارت دیگر جهان ورای سه بعد حدود یک نانومتر گسترش

یافته است. نیروی گرانش در فواصل کوتاه از قانون جاذبه نیوتنی پیروی نمی‌کند و این همان محدوده‌ای است که پای ابعاد اضافی به میان می‌آید. این نظریه پیش از این به صورت تجربی آزمایش نشده بود.

- **تبادل نیروی جاذبه و الکترومغناطیس؛** در جهان شش بعدی هایم (1925-) Burkhard Heim (2001) دو نیروی جاذبه و الکترومغناطیس به یکدیگر پیوسته و ممزوج شده است؛ مثل الکترون که هم جرم دارد هم بار الکتریکی. در جهان چهار بعدی نمی‌توان با تغییر میدان الکترومغناطیس شدت میدان جاذبه را تغییر داد، اما در کیهان شش بعدی هایم این محدودیت برطرف می‌شود. هایم مدعی شد که این امکان وجود دارد که انرژی الکترومغناطیس را به انرژی جاذبه تبدیل کرد و برعکس. پس یک میدان الکترومغناطیسی گرونده می‌تواند تأثیر میدان جاذبه را روی یک سفینه فضایی آنقدر کاهش دهد که سفینه بتواند از زمین به هوا بلند شود.^{۱۱}

- **کشف نیروهای بنیادی و میدان‌های جدید؛** فضای هایم-ولتر دروشه، توصیفی ریاضی از کیهان ۸ بعدی است. دروشه مدعی است از این مدل می‌توان نیروهای شناخته شده در کیهان چهار بعدی را به انضمام دو نیروی بنیادی جدید استنتاج کرد؛ اولی نیروی دافعه مشابه انرژی تاریک که مسئول انبساط اجزاء کیهان است. نیروی دوم که به درد موشک بدون سوخت می‌خورد، محصول تعامل میان دو بعد پنجم و ششم در کیهان توصیفی هایم است. این نظریه درباره نیروی ضد جاذبه نیست. بلکه درباره میدان‌هایی به کلی جدید با خواص تازه است.^{۱۲}

پ) دلایلی فلسفی

برای بررسی دلایل فلسفی ابتدا باید دید تعریف فلسفه از بعد چیست؟ «در علوم عقلی مراد از بعد امتداد است؛ اعم از آنکه بتوان امتداد دیگری در آن فرض کرد یا نه، قسم دوم مانند خطوط، قسم اول مانند سطح و جسم.» (سجادی، ۱۳۷۵ ذیل بعد). اگر چیزی قابل اندازه‌گیری نبود و جهت و کمیت نداشت، نمی‌تواند بعد باشد.

برای فیلسوف دلیلی قانع‌کننده است که مبتنی بر استدلال قطعی عقلانی باشد. در این قسمت سه استدلال به ترتیب فلسفی محض، بنابر مبنای کانت و بنابر مبنای فلسفه اسلامی ارائه می‌گردد:

۱) همان‌طور که در قسمت‌های قبل ملاحظه شد، نه تنها دلیل قطعی بر سه بعدی بودن در ریاضیات و فیزیک مطرح نیست بلکه نظریه‌هایی مبنی بر ابعاد بیشتر نیز مطرح شده است هر چند هیچ‌کدام از آن نظریه‌ها قطعی نیست ولی لااقل امکان ابعاد بالاتر را بیان می‌کنند. بنابراین استدلال فلسفی نسبت به امکان ابعاد بالاتر را می‌توان در چند جمله خلاصه کرد:

- ماده می‌تواند در جهات مختلف کشیده شده باشد.
- کشیدگی در سه جهت عمود بر هم از طریق حواس درک می‌شود و قابل تصور است.
- آنچه در واقعیت هست، به آنچه حس می‌شود یا قابل تصور است محدود نیست. (جوهر و نفس و خدا نه قابل حس‌اند، نه قابل تصور ولی موجودند).

- از لحاظ فیزیکی و ریاضیاتی ممانعتی برای بیش از سه بعد اثبات نشده است بلکه برعکس، نظریه‌هایی مبنی بر ابعاد بالاتر مطرح شده اند.
- هیچ‌گونه محدودیت عقلی و فلسفی برای ابعاد بیشتر از سه بعد اثبات نشده است.
- بیشتر از سه بعد داشتن جهان هیچ‌گونه تناقضی از لحاظ ریاضی، فیزیکی و فلسفی به بار نمی‌آورد.
- نتیجه:** عالم می‌تواند بیشتر از سه بعد داشته باشد، به‌خصوص آنکه با فرض ابعاد بالاتر، تعارض‌ها و ناسازگاری‌هایی که در فرض سه بعد برای علم ایجاد شده‌اند و نمونه‌هایی از آن‌ها در قسمت دوم ذکر گردید، برطرف می‌شوند.
- ۲) روش دیگر را می‌توان با مبنای کانت ارائه داد: کانت جهان را به نومن و فومن تقسیم می‌کند و ثابت می‌کند مکان و زمان لباسی است که ذهن بر جهان می‌پوشاند. براین مبنا می‌توان گفت سه‌بعدی بودن مکان و بعد زمان نیز ابعادی است که ذهن به عالم می‌پوشاند. در واقع جهانی که با ذهن درک می‌شود یک ساختار سه‌بعدی از حقیقت Ω بعدی خواهد بود.
- نکته قابل توجه آنکه کانت در یکی از آثار دوران جوانی خود (۱۷۴۷) به نام «تفکر دربارهٔ سنجش حقیقی نیروهای زنده» نوشت: «اگر وجود ابعاد بالاتر امری میسر و ممکن است پس به احتمال زیاد خداوند آن‌ها را نیز در جایی هر چند هنوز ناشناخته به کار برده است» (راکر، ۱۳۷۵، ص ۵۸). سال‌ها بعد کانت معمای مشهورش در مورد اجسام راست و چپ مانند دست راست و چپ و تفاوت شخص با عکس خود را در کتاب تمهیدات مطرح کرد که این‌ها با آنکه قابل انطباق نیستند ولی کاملاً شبیه هستند؛ به گونه‌ای که اگر در فضای تهی فقط یک دست بود، کسی نمی‌توانست آن را دست راست یا چپ نام نهد. «به رغم همه تشابه و تساوی که میان دست چپ و راست وجود دارد، نمی‌توان دست چپ را در محدوده دست راست جای داد و نمی‌توان از دستکش یکی برای آن دیگری استفاده کرد.» (کانت، ۱۳۷۰، ص ۱۲۳) حال چگونه این دو شیء شبیه قابل انطباق با هم نیستند. حل این معما با ایدهٔ بعد چهارم میسر است.
- اگر این تشابهات نامتقارن در صفحه دو بعدی رخ داده بودند با گرداندن صفحه از بعد سوم به روی هم منطبق می‌شد. در صورتی که بعد چهارمی را در نظر بگیریم و دست راست را در بعد چهارم به سمت دست چپ بگردانیم، بر هم منطبق خواهند شد.
- البته خود کانت به دلیل جزمیتی که به ریاضیات و اعتقادی که به هندسه نیوتنی و بالطبع اقلیدسی داشت و قضایای آن‌ها را پیشینی و یقینی می‌دانست، مکان را سه‌بعدی می‌انگاشت. «این که مکان تام (که خود حد مکان دیگری نیست) دارای سه بعد است و به طور کلی مکان نمی‌تواند بیش از سه بعد داشته باشد، مبتنی بر این قضیه است که ممکن نیست در یک نقطه بیش از سه خط یکدیگر را به نحو عمودی قطع کنند. این قضیه به وسیله مفاهیم قابل اثبات نیست، بلکه مستقیماً بر شهود، و چون بالضرورة متیقن است، بر شهودی محض و مقدم بر تجربه مبتنی است.» (همان، ص ۱۲۲) البته اگر کانت خود موجودی دو بعدی بود، باز بنابر شهود محض خود و مقدم بر تجربه جهان را دو بعدی دریافت می‌کرد.

۳) روش دیگر را می‌توان با مبنای فلسفه اسلامی ارائه داد:

- خداوند قادر مطلق است.
- اگر امری محال عقلی یا مستلزم آن نباشد از دایره قدرت خدا خارج نیست.
- انحصار فضا در سه بعد یا انکار فضای بیش از سه بعد در هیچ یک از نصوص دینی ذکر نشده است.
- منحصر کردن جهان به سه بعد بدون هیچ نوع دلیل عقلی و نقلی مستلزم محدود تلقی کردن قدرت خداست.

نتیجه: جهان منحصر به سه بعد نیست.

بخصوص آنکه در متون مقدس سخن از موجودات یا عوالمی است که با محدودیت سه‌بعدی قابل تبیین نیستند؛ مانند ملائکه، اجنه و موجودات برزخی.

۵. پیشنهاد بعد پنجم

مطالبی که در زمینه بعد چهارم و پنجم نوعاً بیان شده‌اند، به خصوصیات و بیان کلی این ابعاد پرداخته است که در صورت وجود، چنین ویژگی‌هایی خواهند داشت. به غیر از بعد زمان به عنوان بعد چهارم تاکنون بعد مشخصی به عنوان ابعاد دیگر مطرح نشده است؛ حداکثر چیزی مشابه سه بعد طول و عرض و ارتفاع که در احاطه ما نیست در نظر گرفته می‌شده است یا همان سه بعد در مقطع بسیار کوچک‌تر (نظریه ریسمان). اما این قسمت مقاله به دنبال پیشنهاد بعد معینی برای جهان است که می‌تواند در برگیرنده و پوشش‌دهنده مباحث ابعاد بالاتر باشد. برای درک بهتر این بعد ملاحظاتی لازم است:

ملاحظه ۱

شیوه نمایش اعداد علمی؛ برای نشان دادن اندازه‌ها، از اعداد حقیقی مثبت یعنی از صفر تا بی‌نهایت استفاده می‌شود. با آنکه این اعداد برای نمایش اندازه‌های جهان سه‌بعدی کافی هستند، ولی بهتر است به جای نوشتن به شکل اعشاری از توان‌های ۱۰ برای آن استفاده کرد. خصوصیت این روش آن است که پهنای اعداد کوچک زیر یک را به همان خوبی اعداد بزرگ نمایش می‌دهد. در این نسبت طول انسان بر حسب متر نزدیک 10^0 قرار دارد و با تمام ابزارها و حداقل و حداکثر امکانات علمی خود توانسته است از حدود 10^{-24} تا حداکثر 10^{27} متر را درک کند.^{۱۳} حال اگر انسان فرضاً در نسبت 10^{-100} یا 10^{100} متر می‌بود، قطعاً حدود تشخیص انسان در آن محدوده و نوع جهانی که درک می‌کرد، غیر از این جهان کنونی می‌بود. در محدوده $10^{-\infty}$ تا $10^{+\infty}$ می‌توان بی‌نهایت محدوده منفک از هم در نظر گرفت که هر کدام حاکی از جهانی هستند. بنابراین امکان حضور هم‌زمان جهان‌های بسیار ریز و بسیار بزرگ با هم وجود دارند. همه این جهان‌ها دارای سه بعد و زمان هستند ولی لزوماً قوانین، نیروها و ذرات بنیادیشان مثل هم نیستند. البته آنچه به عنوان قوانین عقلی حاکم بر بعد است، در مقیاس‌های مختلف معتبر است. از طرفی نفوذ نور به جهان‌هایی که از شعاع آن کوچک‌ترند شدنی نیست و طبعاً نفوذ نیروها، اجرام و انرژی‌های محسوس در مقیاس ما به جهان‌های به مراتب کوچک‌تر از طول پلانک شدنی

نیست؛ پس به گونه‌ای جهان‌هایی در آن حد خرد نفوذناپذیرند؛ همین طور نفوذ متقابل جهان طبیعت با جهان‌های بسیار بزرگ تر شدنی نیست. پس این جهان‌ها مستقل از یکدیگرند و می‌توانند در هم حلول و از هم عبور کنند؛ بدون آنکه بر هم تأثیر بگذارند. آنچه آن‌ها را مستقل از یکدیگر در یک مکان نگه داشته و باعث تفاوت‌های آن‌ها شده است «مقیاس» آن‌هاست. آنچه این جهان‌ها را در یک راستا قرار می‌دهد «بعد مقیاس» است که هر کدام از جهان‌ها در محدوده‌ای از این بعد قرار گرفته‌اند و این بعد پنجم جهان است.

ملاحظه ۲

انبساط عالم؛ بحث تخلخل و تکاثف در فلسفه قدیم و بحث انبساط و انقباض در فلسفه جدید و فیزیک از موضوعات بحث‌برانگیزی بوده‌اند که دیدگاه‌های مختلفی در مورد آن‌ها ارائه شده است. تخلخل حقیقی یعنی انبساط جسم بدون این که چیزی از خارج به آن افزوده شود. البته دکارت آن را قبول نداشت و انبساط برای او عبارت بود از «فواصل بین اجزاء جسم که با اجسام دیگر پر شده است» (دکارت، ۱۳۷۶، ص ۲۰). در فیزیک جدید، هابل با رصدهایی که از کهکشان‌ها داشت، متوجه انبساط عالم شد «واقعی بودن انبساط در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ مورد مناقشه بود ولی ظهور شواهد تأییدکننده به تدریج آن را به نظری غیرقابل انکار تبدیل کرد.» (ریگدن، ۱۳۸۱، ج ۲، ص ۱۰۰۶) این نظریه منجر به نظریه کیهان‌شناسی تورمی (inflationary-cosmology) شد. «نظریه عالم تورمی که در اوایل دهه ۱۹۸۰ مطرح شد، حاکی از انبساط بسیار عظیمی در کسر کوچکی از ثانیه اول عمر عالم است و پس از آن به مدل استاندارد کیهان‌شناسی مهبانگ (Big Bang) تبدیل می‌شود.» (همان، ۱۰۰۹) نظریه مهبانگ مهم‌ترین نظریه کیهان‌شناسی محسوب می‌شود. طبق این نظریه «همه جهان فیزیکی، تمامی ماده و انرژی و حتی چهار بعد زمان و مکان از یک حالت تقریباً بی‌نهایت چگال، داغ و فشرده دچار انفجار گردید. در سال ۱۹۹۲ مشاهدات مختلف اجماع نسبی موجود بر این نظریه را به اتفاق نظر مبدل ساخت. جهان حدود پانزده میلیارد سال پیش آغاز شد.» (هاوکینگ، ۱۳۸۵، ۲۳۶) بنابراین جهان به قول لماتیله از یک «ذره اولیه» شروع شد که طبق نظریه تورمی کوچک‌تر از یک پروتون بود و با سرعت انبساط یافت و جهان کنونی را ایجاد کرد و هنوز که هنوز است با سرعت بسیار بالا و دارای شتاب در حال انبساط است. این انبساط سریع با انبساط طولی و عرضی که در گرما برای ماده ایجاد می‌شود تفاوت چشمگیری دارد؛ به طور مثال، میله‌ای به اندازه ۱ متر بر اثر گرما چند سانتی‌متر منبسط می‌شود. این انبساط در واقع حرکت در بعد پنجم جهان است، حرکتی که از اول انفجار بزرگ رخ داده و هنوز هم اصلی‌ترین حرکت جهان مادی است. از این بابت بهتر است بعد پنجم را «بعد انبساط» نامید که همان «بعد مقیاس» عالم است.

ملاحظه ۳

ماکرومیک؛ فیزیک‌دانان در برخورد با جهان صحبت از دو نگاه دارند؛ نگاه ماکروسکوپی و نگاه میکروسکوپی. نگاه ماکروسکوپی یعنی توجه به جهان از لحاظ اندازه‌های بزرگ؛ مثل مباحث کیهان

شناسی و نگاه میکروسکوپیکی یعنی توجه به جهان از لحاظ اندازه‌های کوچک؛ مانند مباحث کوانتومی. در برخی از موارد قوانین و نظام جهان از لحاظ میکروسکوپیکی و ماکروسکوپیکی تفاوت‌هایی با هم داشته‌اند. حتی آن قوانینی هم که در محدوده‌های معمولی در دسترس انسان به ظاهر ثابت بوده‌اند، قابل تعمیم به اندازه‌های خیلی کوچک نیستند. «ممکن است اصول اساسی و قوانین مکانیک معمولی به هنگام اطلاق به ذراتی به آن کوچکی دستخوش تغییراتی شوند.» (گاموف، ۱۳۶۴، ص ۱۷۶) و حتی در ابعاد بسیار بزرگ هم که در دسترس نیست. «اگر قوانین مکانیک عادی درباره جهان بسیار کوچک اتم صادق نباشد، چگونه مسلم می‌تواند در مورد اجرام بسیار بزرگ کاملاً صدق کنند؟» (همان، ص ۱۷۸) اساس اشکال تعمیم تکیه بر استقراء در مقام داوری است. استقرائی که تام آن شدنی و ناقص آن موجه نیست. چه بسا ماده در هر سطحی خصوصیتی از خود ظاهر کند متفاوت از سطح دیگر؛ پس مقیاس و نسبت ماده می‌تواند جزء عوامل تأثیرگذار در تحلیل خصوصیات ماده باشد. به همین دلیل در درون اتم یا درون هسته، قوانینی حاکم است که با قوانین اشیاء محسوس فرق دارد. تفاوت دو حوزه ماکروسکوپیکی و میکروسکوپیکی به طول و عرض و ارتفاع نیست، بلکه به مقیاس است. همین که تفاوت مقیاس باعث خواص متفاوتی در این حوزه شده است، معلوم می‌شود که امری قراردادی و انتزاعی نیست؛ بلکه بعدی است که چه بسا بسیار مؤثرتر از سه بعد مشهور و حتی بعد زمان باشد. با ترکیب دو واژه ماکروسکوپیکی و میکروسکوپیکی می‌توان بعد پنجم را «بعد ماکرومیک» نامید. در ماکرومیک‌های مختلف سطوح متفاوتی از واقعیت وجود دارند که در عین حال که این سطوح قوانین مشترک و ثابتی دارند، خواص متمایز و قوانین متفاوتی نیز در هر کدام حاکم است؛ مثلاً در ماکرومیک اطراف ماده رنگ، بو، مزه، وزن و جرم دارد؛ ولی چه بسا در سطوح دیگر این خواص را نداشته باشد و خواصی اختصاص به آن سطوح را دارا باشد. حال سؤال این است که حدود میکروسکوپی و ماکروسکوپی و حد تمایزشان کجاست؟ در چه سطحی تمام این صفات از حالت ماکروسکوپی به میکروسکوپی تبدیل می‌شوند؟ پاسخ این پرسش روشن است؛ از آنجا که نمی‌توان سطح معینی را در نظر گرفت، پس آنچه به عنوان اختلاف فاحش در دو سطح میکروسکوپی و ماکروسکوپی دیده می‌شود، به تدریج ایجاد می‌گردد و تغییر می‌کند. حتی در ماکرومیک‌های بسیار نزدیک به هم نیز تغییراتی هست؛ ولی محسوس نیست. این‌ها همه نشانه آن است که ماکرومیک بعدی است که در تحلیل پدیده‌های جهان نباید از آن غافل شد.

اخیراً مسئله کارا نبودن برنامه تحویل‌گرایی، خصوصاً در مورد سیستم‌های پیچیده، مطرح شده است. یک ویژگی مهم این سیستم‌ها این است که در ابعاد مختلف، پدیده‌های جدیدی از خود بروز می‌دهند؛ مثلاً رفتار بزرگ مقیاس این‌گونه سیستم‌ها را نمی‌توان از روی رفتار کوچک مقیاس آن‌ها پیش بینی کرد. (گلشنی، ۱۳۷۵، ص ۵۹)

ملاحظه ۴

مختصات چهار بعدی؛ هر شکلی از بی‌نهایت نقطه تشکیل شده است؛ اما نقطه چیست؟ نقطه، اثر قلم بر کاغذ، را به بی‌بعد یا بعد صفر تعریف می‌کنند. از چیز بی‌بعد نمی‌توان جسم سه‌بعدی ساخت. بنابراین

بهتر است نقطه را به گونه دیگری تعریف کرد و آن این که نقطه شیئی است دارای بعد بسیار کوچک به اندازه ای که نسبت به شیء اصلی هیچ محسوب می‌شود؛ ولی آنقدر باشد که بتواند با تعداد فراوانی از سنخ خود شیء اصلی را درست کند. نقطه حداقل شعاعی است که سنخیت خودش را با کل حفظ کرده باشد. اگر از آن حداقل شعاع کمتر شود، دیگر هم سنخ کل نخواهد بود. آن حداقل شعاع را «بعد ماکرومیک» می‌نامیم. بنابراین هر نقطه‌ای برای خود یک کل پهناوری است که از نقاطی تشکیل شده است و آن نقاط نیز از نقاطی دیگر. طبیعتی که در شکل بی‌نهایت در اطراف هویداست، نیز نقطه‌ای از جهان پهناورتری است. رابطه شعاعی این نقاط پی در پی را بعد ماکرومیک ایجاد می‌کند پس در محورهای مختصات سه‌بعدی هر کدام از نقاط که به این سه محور مربوط می‌شود خود نیز شعاعی دارد و آن بعد ماکرومیک است. بنابراین هر نقطه در جهان هستی را باید با چهار عدد نشان داد (x, y, z, r) که x, y, z مربوط به طول و عرض و ارتفاع آن است و r شعاع ماکرومیک آن. حداقل این شعاع 10^{-10} و حداکثر این شعاع 10^{xy-z-D} است. D یک عدد بزرگ اختیاری است که می‌تواند ۱ میلیون یا ۱ میلیارد یا بزرگ‌تر باشد. در واقع بستگی به حداکثر شعاعی دارد که نسبت به یک جسم، نقطه محسوب می‌شود. طبیعی است هر چه جسم بزرگ‌تر باشد 10^{xy-z-D} عدد بزرگ‌تری خواهد شد. مثلاً برای ترسیم کره زمین، حداکثر شعاع نقطه فرضی به مراتب بزرگ‌تر از نقاط تشکیل دهنده یک توپ است. شعاع توپ می‌تواند نقطه کره زمین محسوب شود و شعاع کره زمین نقطه منظومه شمسی و منظومه شمسی نقطه کهکشان راه شیری. اگر بخواهید مختصات کره زمین را نسبت به یک محور مختصاتی فضایی در کهکشان دقیقاً نشان دهید، باید غیر از فاصله x, y, z تا مرکز مختصات، شعاع r کره زمین را هم ترسیم نمایید. توپی که در مرکز کره زمین قرار دارد x, y, z آن نسبت به مرکز مختصات همان است؛ ولی r آن فرق خواهد داشت و باز منظومه شمسی نیز با همین x, y, z نمایش داده می‌شوند ولی با r متفاوت.

ملاحظه ۵

برش بعدی؛ وقتی به قسمتی از جهان نگریسته شود، در زمان واحد و مکان واحد و جهت واحد بستگی به نسبت و مقیاسی که در نظر گرفته می‌شود، چیز متفاوتی دیده می‌شود؛ مثلاً اگر به انسانی که در منزلش ایستاده است نگاه شود، در نسبت معمولی او را انسان، جامد و ذی حیات می‌بینند. اگر به همان مکان با نسبت $0/1$ نگاه شود، چشم او را می‌بینند. در نسبت‌های کوچک‌تر به ترتیب سلول‌ها، اتم‌ها، کوارک‌ها و ذرات بنیادی دیده می‌شود و اگر برعکس، در نسبت‌های بالاتر آن مکان را نگاه کنند، در نسبت 10 منزلی که انسان در آن است می‌بینند و در نسبت‌های بالاتر محل، شهر، کشور، قاره، زمین، منظومه شمسی و کهکشان راه شیری، «تفاوت مقیاسی که علم فیزیک بین کوچک‌ترین ذره و بزرگ‌ترین کهکشان‌ها تاکنون توانسته است رصد کند 10^{40} می‌باشد.» (اوهانیان، ۱۳۷۸، ص ۱۱). همه این‌ها در مکان واحد زمان واحد و جهت واحد دیده می‌شوند، ولی با تفاوت مقیاس‌های دید، گاهی موجود ذی حیات و گاهی بی‌حیات دیده می‌شود، گاهی جامد، گاهی ماده و گاهی گاز دیده می‌شود، گاهی توپ و گاهی فضای خالی دیده می‌شود. تفاوت آن‌ها به طول و عرض و ارتفاع و زمان نیست بلکه به نسبت و

مقیاسی است که به آن‌ها نگریسته می‌شود. در واقع در برخورد با اجزاء جهان در عین حال که بخشی را به عنوان طول و عرض و ارتفاع برش زده و مورد تحلیل قرار می‌دهند، برشی هم به زمان زده می‌شود تا در زمان مشخصی این تحلیل ارائه گردد. همچنین یک برشی هم در مقیاس و نسبت زده می‌شود تا بتوان آن بخش را تحلیل کرد. طبیعی است که با دگرگونی طول، عرض یا ارتفاع جسم عوض می‌شود و با دگرگونی زمان تغییراتی ایجاد می‌گردد، همین‌طور اگر مقیاس متفاوتی در نظر گرفته شود، تحلیل عوض خواهد شد. بنابراین اضافه بر ابعاد طول، عرض و ارتفاع و بعد زمان بعد دیگری نیز در جهان هست که مورد غفلت است و آن «بعد مقیاس» است. در واقع کل جهان در نسبت‌های مختلف در هم تنیده شده است و تا برش نسبتی زده نشود، جسم متعین نمی‌شود.

از ملاحظات بالا نتیجه می‌شود که بعد پنجم را می‌توان بعد «مقیاس»، «انبساط»، «ماکرومیک»، «بزرگی» یا «نسبت» نامید. این بعد امتدادی است که از ذرات هستی به اقطار هستی کشیده شده است و تمامی خصوصیات بعد اعم از قابل اندازه گیری بودن، جهت داری و کمیت را داراست و می‌تواند به منزله وحدتی در کل جهان محسوب شود که کل کیهان مادی را با در نظر گرفتن این بعد در یک شیء واحد مجسم کند؛ یعنی جهان مادی با تمام تکثراتش با در نظر گرفتن این بعد به وحدتی می‌رسد و از طرفی می‌تواند ما را به جهان‌های مادی دیگر در نسبت‌های متفاوت از این جهان برساند. در بعضی از نظریه‌های ابعاد در فیزیک مانند نظریه ابررسمان بعدهای در مقیاس‌های بسیار کوچک در ماده حضور دارند. اگر به بعد ماکرومیک توجه شود، آن ابعاد ریز همان سه بعد بزرگ‌اند که در بعد ماکرومیک با ابعاد فعلی متفاوت‌اند.

۶. اشکالات و پاسخ‌ها

○ اشکال نخست: ماکرومیک امری اضافی است و بین دو شیء مطرح می‌شود. ولی بُعد، صفت نفسی است و مربوط به خود شیء قطع نظر از اشیاء دیگر است.

● پاسخ: از آنجا که ماکرومیک در نظر اولیه بعنوان بُعد احساس نمی‌شود، واحدی نیز برای آن در نظر گرفته نشده است. لذا در مقایسه با شیء دیگر مثلاً گفته می‌شود در مقیاس دو برابر این شیء است. اگر طول هم واحد متر نداشت، گفته می‌شد طول این شیء دو برابر آن شیء است. همگی ابعاد امری نفسی هستند؛ ولی با مقایسه با امر دیگر اندازه‌های آن‌ها را نشان می‌دهند.

○ اشکال دوم: ماکرومیک امری اعتباری است نه حقیقی.

● پاسخ: اگر منظور از اعتباری یعنی ما به‌ازاء خارجی ندارد و یک امر صرفاً ذهنی است، جواب منفی است. در خارج موجودات هم‌زمان با ماکرومیک‌های مختلف درون هم تحقق یافته‌اند. اما اگر منظور آن است که در خارج یک واقعیت بیشتر وجود ندارد و آن در ماکرومیک‌های مختلف انتزاع می‌شود، این معنا شامل ابعاد دیگری نیز می‌شود.

○ اشکال سوم: طول و عرض و ارتفاع مستقل از هم هستند؛ ولی ماکرومیک از این‌ها تشکیل شده

است و با کم و زیاد شدن آن سه بعد ماکرومیک نیز تغییر می‌کند. پس ماکرومیک، بعد مستقل از ابعاد دیگر نیست.

● پاسخ: با ارائه نظریه «نسبیت» و مطرح شدن بعد زمان؛ معلوم شد طول و عرض و ارتفاع به بعد زمان وابسته هستند و کمیات مطلق و مستقل از زمان نیستند. همان طور که وابستگی آن سه بعد به بعد چهارم، آن‌ها را از بعد بودن نینداخت، وابسته بودن بعد ماکرومیک به طول و عرض و ارتفاع نیز منافی آن‌ها نیست.

○ اشکال چهارم: ماکرومیک همان حجم است؛ یعنی حاصل ضرب طول و عرض و ارتفاع؛ در این صورت واحد آن متر مکعب است. با بزرگ و کوچک شدن حجم، ماکرومیک تغییر می‌کند. در واقع شیء در حجم بزرگ‌تر ماکرومیک بزرگ‌تری از شیء در حجم کوچک‌تر دارد. پس امر انتزاعی است؛ نه بعد جدید.

● پاسخ: مکعب کوچکی به اندازه یک سانتی‌متر مکعب را در نظر بگیرید؛ این ماکرومیک در حدی است که محسوس است و حجمش هم یک سانتی‌متر مکعب است. حال لایه‌ای به ضخامت 10^{-5} سانتی‌متر و پهناوری 10^{25} سانتی‌متر از طول و 10^{25} سانتی‌متر در عرض را در نظر بگیرید. حجم این لایه اندازه حجم آن مکعب است؛ ولی در ماکرومیک بسیار متفاوت است به طوری که این لایه اصلاً محسوس نیست و نه می‌توان آن را دید و نه با قوی‌ترین وسایل آزمایشگاهی آن را کشف نمود؛ چرا که در ماکرومیک، بسیار متفاوت است. در حالی که حجمش با آن مکعب یکسان است. پس ماکرومیک با حجم متفاوت است.

○ اشکال پنجم: در هندسه هر نقطه از فضا با سه عدد قابل‌شناسایی است که نشانه سه بعد بودن جهان است. اگر بعد ماکرومیک وجود داشت، نیاز به چهار عدد برای نمایش هر نقطه بود؛ در حالی که چنین نیست.

● پاسخ: اولاً، هر نقطه از فضای تصویری شما نیاز به سه عدد دارد؛ چرا که شما فضا را سه‌بعدی می‌انگارید و چنانچه درک چهار بعد داشتید، نیاز به چهار عدد داشتید. ثانیاً، از کل فضا شما در یک برش ماکرومیک با این فضا ارتباط برقرار می‌کنید، طبعاً تا در آن برش هستید، بعد ماکرومیک تغییر نکرده است که عددی را برای نمایش لازم داشته باشد. ثالثاً، نقطه واقعیت خارجی ندارد و آنچه فضا را تشکیل می‌دهد توده‌هایی است با دو شعاع حداقلی و حداکثری مانند کره‌ای بزرگ که در مرکز آن کره‌ای کوچک را جدا کرده باشید. شعاع ماکرومیک حد فاصل بین دو نسبتی است که شیء در آن به آن صورت دیده می‌شود. طبعاً برای نمایش واقعی شیء غیر از سه عدد باید این ماکرومیک هم معین باشد که در ملاحظه ۴ به آن اشاره شد.

○ اشکال ششم: در جهان‌های بسیار ریز، کمتر از ذرات بنیادی، همه چیز ناپایدار است و اصلاً فرصتی برای تحقق ندارد و در زمان فوق‌العاده اندک متلاشی می‌شوند.

● پاسخ: هرچه ابعاد کوچک‌تر می‌شود، زمان طولانی‌تر می‌شود. مثلاً حداقل گذر زمان برای یک مورچه یا پشه به مراتب از انسان کمتر است. انسان حداقل $1/10$ ثانیه را درک می‌کند ولی برای پشه این زمان طولانی‌تر است. بنابراین طبعاً دیگر نحوه گذشت زمان در این جهان با آن جهان‌ها تفاوت فاحشی

خواهد داشت؛ مثلاً چه بسا یک ثانیه ما برابر باشد با سالیان متمادی آن‌ها؛ یا برعکس (براساس کوچک‌تر یا بزرگ‌تر بودن آن‌ها نسبت به ما). این خود شاید اشاره‌ای باشد به آنچه در روز قیامت (با بودن معاد جسمانی) در مورد اندازه یک روز آن ذکر شده است که برابر با پنجاه هزار سال ماست. همین‌طور می‌توان در مسائل دیگری از جمله انرژی، نور، ماکزیمم سرعت، جاذبه و... به این مطلب اشاره کرد؛ یعنی مثلاً ممکن است در آن جهان‌ها سرعت‌هایی خیلی بیشتر از سرعت نور این جهان وجود داشته باشد.

۷. نتیجه‌گیری

در این مقاله معلوم شد علاوه بر سه بعد مشهور، می‌توان احتمال وجود ابعاد بیشتری را در جهان داد که وجود آن‌ها باعث هیچ‌گونه تناقض ریاضی، فیزیکی یا از جهات دیگر عقلی نخواهد بود و چنین رویکردی نیز در بین فیزیک‌دانان و ریاضی‌دانان تقویت شده است که با فرض ابعاد بالاتر مشکلاتی که در تحلیل عالم با آن برخورد کرده‌اند حل گردد و نظریه‌هایی نیز در این زمینه داده شده است. در این مقاله با پیشنهاد بعد ماکرومیک یا انبساط به عنوان بعد پنجم سعی شد تا حدودی تصویری روشن از ابعاد جهان ارائه داد. دلایلی برای امکان این بعد مطرح شد که بعضاً می‌توانند علاوه بر امکان، وجود آن را از لحاظ عقلی اثبات کند. اثبات تجربی این بعد مشروط به تصور صحیح آن است. تفاوت‌های فیزیکی از لحاظ ماکروسکوپی و میکروسکوپی و پدیده مهبانگ و نظریاتی مانند ابررسمان می‌تواند شواهدی بر وجود این بعد باشد.

البته وجود این بعد یا حداقل امکان آن می‌تواند نتایج گسترده‌ای در مباحث مابعد الطبیعه و مربوط به آن داشته باشد که به‌طور خاص می‌توان از نسبی شدن مفاهیم تناهی و عدم تناهی، زمان و مکان، مجرد و مادی، سکون و حرکت، متعین و نامتعین، اتصال و انفصال، خلأ و ملاء، واقعیت و مجاز با فرض تغییر تعداد ابعاد نام برد. یعنی نسبت به اینکه جهان را سه‌بعدی فرض کنید یا بیشتر چیزی را که نامتناهی تلقی می‌کردید متناهی محسوب می‌شود و امری که زمانی تلقی می‌شد، مکانی انگاشته شود و توضیح این نتایج مقله‌ای مستقل را می‌طلبد که در فرصتی دیگر باید به آن پرداخت.

پی‌نوشت‌ها

۱. چه بسا قلب بهتر از مغز فضا را درک کند؛ چرا که هیچ یک از آن دو شرط در قلب نیست. هینتون توضیح می‌دهد فضا را تنها به کمک قلب می‌توان شناخت نه مغز.
۲. در چارچوب نظریه کوانتومی، حالت هر سیستم فیزیکی را با برداری در فضای هیلبرت مختلط پی‌نهایت بعدی مشخص می‌کنند. (ریگدن، ۱۳۸۱، ۱۴۰۸)
۳. آلبرت اینشتین (۱۸۷۹-۱۹۵۵) نظریه گرانش خود را رضایت‌بخش‌ترین اندیشه زندگی‌اش می‌دانست. این نظریه که اصل هم‌ارزی نام گرفت عبارت است از: میدان ناشی از لختی در چارچوب مرجعی که با

شتاب یکنواخت حرکت می‌کند، در نسبت خاص معادل یک میدان گرانش همگن است. (ریگدن، ۱۳۸۱، ۱۵۳۴)

۴. unified field theory خلاصه و منسجمی از تمام نیروهای شناخته شده کیهان محسوب می‌شد.
۵. مدل کالوتسا-کلاین یکی از ابعاد پنجگانه پرپودیک بود (مثل استوانه که در یک جهت بعدی طول دارد و در یک جهت دایره‌ای است). بعد طولی را به چهارتا برای فضا - زمان عادی تعمیم دهید تا این فضا قابل درک باشد. با این حال، فیزیکدانان با بدبینی به این مطلب برخورد کردند. چون بعد پنجم را در آزمایشگاه نمی‌توان اندازه گرفت و اصلاً معنی بعد پنجم چیست؟
۶. در مدل فضای پنج بعدی فینسلر نیز ابعاد فضا - زمان افزایش داده شد تا با تعمیمی هندسی مسیر حرکت ذرات باردار هم مثل حرکت ذرات تحت میدان گرانش به صورت ژئودزی‌ها و مسیرهای بهینه در فضا مثل دایره عظیمه کره به دست آید.
۷. نیرو بر هم کنش ذرات موجود در عالم است. تاکنون چهار برهم کنش بنیادی شناسایی شده‌اند.
۸. نیروی گرانش برهم کنش جاذبه‌ای است که میان ذراتی که از خاصیت انرژی برخوردارند عمل می‌کند و ذاتاً نیروی ضعیفی است. آثار قابل مشاهده آن مستلزم توده‌های خیلی بزرگی از جرم است.
۹. با دو بعد اضافه دروشه، این نیرو یک زوج فوتون گرانشی تولید می‌کند. این ذرات واسطه تبدیل انرژی الکترومغناطیس به انرژی جاذبه و بالعکس هستند. دروشه در تلاش است تا این مدل نظری را به مجموعه‌ای قابل آزمایش تجربی تبدیل کند.
۱۰. بنابر پیش‌بینی دو فیزیکدان به نام لیزا راندال (از مؤسسه فناوری ماسوچست) و رامان ساندروم (از دانشگاه جان هاپکینز) در مریلند آمریکا با راه اندازی شتاب‌دهنده عظیم در سوئیس در سال ۲۰۰۸ انرژی لازم برای نفوذ گراویتون به جهان طراحی خواهد شد. دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند با آزمایشی که توسط تصادم‌دهنده عظیم هاردونی (ال. اچ. اس) انجام می‌دهند، تصاویری از اعماق زمین به دست آورند که نشانه‌ای از بعد پنجم باشد که می‌تواند مهم‌ترین کشف بعد از کوانتوم باشد. چارلز گیتون (استاد فیزیک و اختر فیزیک دانشگاه راتگرز) و آرلی پیترز (استاد ریاضیات و فیزیک دانشگاه دوتسا) بر مبنای کاربرد نظریه مدل گرانش «راندال-ساندروم» نوع دوم مدل ریاضی را توسعه دادند که اخترشناسان را قادر می‌سازد تا یک نظریه پنج بعدی گرانش جدید را امتحان نمایند. پیش‌بینی گیتون و پیترز در مورد اثر کیهان‌شناختی خاصی است که در صورت مشاهده باعث تأیید نظریه می‌شود.
۱۱. نظریه هایم برنده مقاله کنفرانس سالانه آمریکایی هوانوردی و فضانوردی در سال ۲۰۰۵ در گروه پروازهای فضایی با استفاده از سوخت‌های هسته‌ای شد. این ایده با استقبال زیادی رو به رو شد. جردن، فیزیکدان برجسته آلمانی، نوشت: آزمون موفق تجربی این نظر جایزه نوبل دارد.
۱۲. با دو بعد اضافه دروشه، این نیرو یک زوج فوتون گرانشی تولید می‌کند. این ذرات واسطه تبدیل انرژی الکترومغناطیس به انرژی جاذبه و بالعکس هستند. دروشه در تلاش است تا این مدل نظری را به مجموعه‌ای قابل آزمایش تجربی تبدیل کند.

۱۳-۳۴-۱۰ مقدار طول پلانک کوچک‌ترین عدد مطرح در فاصله‌های فیزیکی است و ۱۰۲۷ برگرفته از کره‌ای به شعاع $۱۰^{۲۲} \times ۴$ است که تنها قسمتی از جهان است که نور از زمان وقوع مهبانگ تا حالا فرصت رسیدن به زمین را پیدا کرده است. این کره از نگاه دانشمندان تنها قسمتی از جهان است که قابل رؤیت است.

منابع

قرآن کریم.

- ابن رشد، محمد. (۱۳۶۹ق). «السماع الطبیعی». *رسائل*. حیدرآباد دکن.
- ابوت، ادوین. (۱۳۷۵). *پختستان*. منوچهر انور. روشنگران و مطالعات زنان.
- اوسپنسکی، پی.دی. (۱۳۷۰). *ارغنون سوم: سومین قانون اندیشه*. محمد تقی بهرامی حران. تهران: بنیاد.
- اوهانیان، هاسن. (۱۳۷۸). *درآمدی به فیزیک امروز*. مهدی گلشنی. خوارزمی.
- توبن، باب. (۱۳۸۴). *متافیزیک از نگاه فیزیک (زمان‌ها و جهان‌های موازی)*. فردالان ولف. شهریار تقی شهرستانی. تهران: یا هو.
- دکارت، رنه. (۱۳۷۶). *فلسفه دکارت/ اصول فلسفه*. منوچهر صانعی دره‌بیدی. انتشارات بین‌المللی الهدی.
- راکر، رودی. (۱۳۷۵). *دنیای شگفت‌انگیز بعد چهارم*. جواد سید اشرف. تهران: آویژه.
- ریگن، جان. (۱۳۸۱). *دانشنامه فیزیک*. محمدابراهیم ابوکاظمی. بنیاد دانشنامه بزرگ فارسی.
- سجادی، سید جعفر. (۱۳۷۵). *فرهنگ علوم فلسفی و کلامی*. تهران: امیرکبیر.
- صدرالدین شیرازی، محمد بن ابراهیم. (۱۳۳۷). *الحکمه المتعالیه فی الاسفار العقلیه الاربعه* ج ۳. تهران. چاپ افست.
- کاکو، میکیو. (۱۳۸۲). *فراسوی اینشتین*. دکتر رضا خزانه. فاطمی.
- کانت، ایمانوئل. (۱۳۷۰). *تمهیدات*. غلامعلی حداد عادل. چاپ دوم. مرکز نشر دانشگاهی.
- کندی. (۱۳۶۹ق/۱۹۵۰). *الرسائل الفلسفیه*. به کوشش محمد عبدالهادی ابوریثه. قاهره.
- گاموف، جرج. (۱۹۵۰). ۱، ۲، ۳... *بی‌نهایت*. احمد بی‌رشک. چاپ ششم. سازمان انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی.
- گلشنی، مهدی. (۱۳۶۴). «کل‌نگری و موجیبت در فیزیک کوانتومی بوهم». *نامه فرهنگستان علوم*. سه و چهار.
- مانکدیم، احمد. (۱۳۸۴ق/۱۹۶۵). *(تعلیق) شرح الاصول الخمسه*. به کوشش عبدالکریم عثمان. قاهره.

مطهری، مرتضی. (۱۳۸۶). *مجموعه آثار*. ج ۱۳. چاپ هشتم. قم: صدرا.
منظوری، ناصر. (۱۳۸۱). *نظام چهاربندی زبان*. تهران: اصلاح.
هاو کینگ، استیون. (۱۳۸۵). *تاریخچه زمان*. محمدرضا محبوب. چاپ دهم. انتشار.
----- (۱۳۸۶). *کیهان در پوست گردو*. محمد قصاب. به نشر.

Archive of SID