به زبان ساده

صفر

تولد و مرگ در فیزیک جدید

دکتر مسعود ناصری

لوح پیدایش جهان ۱۰ بُعدی

www.IR-DL.com

صفـــــر

لوح پیدایش جهان ده بعدی

تولد و مرگ در فیزیک جدید

دکتر مسعود ناصری

www.IR-DL.com

ناصری، مسعود، ۱۳۳۶-
صفر نوح پیدایش جهان ده بعدی تولد و مرگ در فیزیک جدید/ مسعود ناصری.
تهران : نشر مثلث، ۱۳۸۳
۱۷۳ ص. مصور، نمودار.
ISBN 964-8496-02-1
فهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
۱.فیزیک — فلسفه. ۲. کیهان آفرینی ۳. کیهان شناسی. الف. عنوان
QC۶/ن۲ص۷ ۵۳۰/۰۱
۱۳۸۳
کتابخانه ملی ایران ۸۳-۵۱۱۵ م

نشر مثلث

صفر
(تولد و مرگ در فیزیک جدید)

تألیف دکتر مسعود ناصری
طراحی جلد فرشید شفیعی
چاپ پنجم پاییز ۱۳۸۷
شمارگان ۲۲۰۰ نسخه
چاپ و صحافی طیف نگار

ISBN: 964-8496-02-1

نشر مثلث ـ تهران ـ کد پستی ۱۵۸۴۹۱۴۳۹۳
تلفن و نمابر: ۸۸۸۴۰۵۷۶
E-mail: mosallas.pub@gmail.com

تمامی حقوق برای نشر مثلث محفوظ است.

۲۵۰۰ تومان

www.IR-DL.com

من ظاهر نیستی و هستی دانم — من باطن هر فراز و پستی دانم
با این همه از دانش خود شرمم باد — گر مرتبه‌ای ورای مستی دانم

به یاد خیـــام و هدیه‌ای به:

«بهبـــود»

دوقلوی چند سال جوانترم!

که پا به پای من بوده است و پا به پایم برده است،

که زیبایی خدا را در تمام سلول‌هایش دارد و

روحی به لطافت پرِ آذرباد و به ملاحت سازِ عِراقی

www.IR-DL.com

فهرست

پیشگفتار ۱

یکی بود یکی نبود ۵

دفتر ۱ باده : "تو"، "من" و "ما" ۹

دفتر ۲ کوزه و کوزه‌گری : فیزیک ۱۹

دفتر ۳ سبزه‌زار : پیدایش جهان و پدیده‌ها ۶۳

دفتر ۴ اسرار ازل : طراحی یا اتفاق! ۸۵

دفتر ۵ خرابات مغان : فوق‌فضا و ابعاد بالاتر ۱۰۹

دفتر ۶ دورِ فلک : زمان ۱۲۵

دفتر ۷ هیچ و هیچستان : واقعیت ۱۴۳

... غیر از خدا هیچکس نبود ۱۶۹

www.IR-DL.com

پیشگفتار

هر راز که اندر دل دانـا بـاشد — باید که نهفته‌تر زعـنقا بـاشد

کاندر صدف از نهفتگی گردد دُر — آن قطره که راز دل دریا باشد

چند ماهی از انتشار کتاب "یک" نگذشته بود که خوانندگان از زمان چاپ کتاب بعدی و عنوان آن جویا می‌شدند. می‌گفتم که مشکلات یک استادیار قراردادی بیشتر از آن است که به ایـن زودی‌ها مجال نوشتن کتابی دیگر را بیابد. اوضاع به‌گونه‌ای پیش رفت که نوشتن مشکل‌تر از آنچه بود، شد. به‌رغم فروش حدود هشت هزار جلد از کتاب "یک" در شش ماه اول و نایاب شدن سریع آن، ناشر و توزیع کنندهٔ چاپ اول چنان بلایی بر سرم نازل کردند که ناگفتنی است. بعد از کلی مدارا سرانجام به فروش اتومبیلم روی آوردم. البته، شکرگزار هم بودم که مستاجرم وگرنه خانه هم رفته بود. باز خانواده بود و صورت‌های سرخ، این بار با دو سیلی!

در پیش‌درآمد کتاب "یک"، از قول هرمان هسه آورده بودم که "نـوشتن نـیکوست و تـفکر نیکوتر". با گرفتاری‌های حاصل از چاپ کتاب "یک"، مدام این عبارت در ذهنم تکرار می‌شد. به خودم می‌گفتم شاید بهتر آن باشد که دیگر ننویسم و به همان "تفکر" که نیکوتر است بپردازم. مشکل این است که امثال من همیشه تن‌شان می‌خارد که نتیجهٔ تفکر را ابراز کنند تا مورد انتقاد

www.IR-DL.com

قرار گیرد و شاید که علم بیشتر ریشه بدواند. اگر هم ناشری پیدا می‌شود که چنان بلایی بر سر نویسنده‌ای چون من نازل می‌کند، بیشتر بدان دلیل است که اشتغال ذهنی یک نویسنده با دنیای زیبا و ساده‌اش مجال درک دنیای روزمره بیرون را از وی می‌گیرد. به هر حال، برای آفریدن فکرِ تازه و برروی کاغذ آوردنِ آن در قالب یک کتاب، عمر چهل ساله‌ای نیاز است، چهل سالی که به قول اطرافیان، بیشتر آن‌را نویسنده در هپروت خودش سیر می‌کند.

نتیجهٔ این کشمکش فکری، کتابی است که در دست دارید که عنوانش را "صفر" انتخاب کرده‌ام. ببینید چقدر پوست کلفتم که هنوز از زمین برنخاسته باز کتاب نوشته‌ام. کتاب "یک" جهان را موجودی "یک"پارچه به تصویر می‌کشد و بیشتر بر روی شبکهٔ رابط بین اجسام مادیِ جامد تمرکز دارد که من آنرا دنیای شعور نامیده‌ام؛ دنیایی که قابل دیدن نیست. البته، غیرقابل رؤیت بودن آن بدان معنی نیست که دنیای شعور، دنیایی غیرمادی است، چرا که می‌توان نمود و اثرات آن‌را ملاحظه و مشاهده کرد(مراجعه شود به همان کتاب). از دیدگاه فیزیک مدرن نیز دنیای شعور مکمل دنیای مادهٔ جامد به حساب می‌آید. اعتقاد بر این است که در نهایت تنها یک میدانِ واحد وجود دارد که فضا–زمان را پُر می‌کند و مادهٔ جامد چیزی نیست مگر قسمتی متمرکز از آن میدان، و شعور نیز عبارت است از مجموعه قوانین حاکم بر آن میدان. به‌طور خلاصه، کتاب "یک" دنیای شعور را معرفی می‌کند، به ارائه قوانین حاکم بر آن می‌پردازد و کاربرد و نمود شعور را در دنیای ملموس ما مورد بحث قرار می‌دهد. کتاب حاضر بر روی دنیای مکملِ دنیای شعور یعنی دنیای اجسام مادی که توسط حواس انسان قابل درک‌اند(مانند سنگ، اتم، بدن، درخت، خورشید، گوسفند، کهکشان و امثال این‌ها) تمرکز دارد.

تکنولوژی کامپیوتر و دست‌آوردهای بزرگ آن نشان می‌دهند که می‌توان دنیایی ملموس و معنی‌دار ساخت که تنها بر اساس "صفر" و "یک" استوار شده باشد. کتاب اول من از "یک" صحبت می‌کرد و کتابی که اکنون در دست دارید از "صفر" سخن می‌گوید و از موضوعاتی که مکمل مباحث کتاب "یک" هستند. حرف‌های تازهٔ زیادی هم برای گفتن دارد. از پیدایش جهان

www.IR-DL.com

و چگونگی شکل‌گیری ساختار پیچیده و نظم شگفتی‌آور آن، از "من" و "شما" و توهّمِ جدا بودن‌شان، از موجودات دنیاهایی با ابعاد بالاتر و برداشت ما از آنها و آنها از ما، از زمان و احتمال سفر در زمان، از واقعیت و توهماتی که انسان آنها را واقعیت تعبیر می‌کند و واقعیاتی که توهّم فرض می‌شوند، از نقاشی و موسیقی و این‌که چگونه یک اثر هنری شاهکار می‌شود و یا یک نفر نابغه از آب درمی‌آید، از طبیعت و کنار آمدن با آن یا تسخیر آن و ... سخن می‌گوید.

تفاوت دیگری هم بین دو کتاب "یک" و "صفر" وجود دارد. "یک" را در اوج سلامتی نوشته‌ام و "صفر" را در اوج بیماری و در لحظاتی که فاصله‌ای بسیار اندک با مرگ داشتم. به دنبال اشتباهی چند در آزمایش‌هایی که گهگاه بر روی خود انجام می‌دادم، هر دو کلیه را که از قبل نیز استعداد مشکل‌آفرینی داشتند، از دست دادم و بعد از چند ماه دیالیز، در اوایل پاییز ۷۷ مورد عمل پیوند کلیه قرار گرفتم. "صفر" در دوران دیالیز و قرنطینهٔ بعد از عمل شکل گرفته است و در شکل‌گیری آن نیز دوستان زیادی یاری‌ام کرده‌اند. متأسفانه بنا به دلایلی از آوردن نام این عزیزان خودداری می‌کنم، ولی می‌دانم که می‌دانند قدردان محبت‌های خالص‌شان هستم.

زحمات دو دوست خوبم آقایان مهندس محمدرضا پسندیده و مهندس مرتضی پسندیده جای قدردانی خاص دارد. تقریباً تمام دردسرهای این کتاب به عهدهٔ ایشان بوده است.

دوستی موسی ربی را ارج می‌نهم و بدان می‌بالم. یکی از محبت‌های خداوند در مورد من عطای دوستان خوب بوده است و موسی را پیوسته یکی از آن عطاهای بزرگ دانسته‌ام. سپاسگزار حمید عرفانی، حمید اسمعیلی، صاحبعلی فرمانی و محمود ولیپور نیز هستم که پیوسته یاری‌ام کرده‌اند. کلمات را توان بیان احساسم نسبت به پدر، مادر، برادرانم بهبود و بهزاد، خواهرانم مهناز و بهناز نیست. به‌خصوص پدر و مادرم که به خاطر مشکلات من در این مدت زیر فشار زیادی بوده‌اند و چون همیشه مهربانی بی‌پایان‌شان را نثارم کرده‌اند تا زنده بمانم. درک، تشویق و ایثار پدرم مهم‌ترین عامل نوشتن این کتاب بوده است. پدری که غمخوار و مشکل‌گشای آشنا و غریبه است و حتی سایه‌اش موجب افتخار و دلگرمی خاندان ناصری. از

www.IR-DL.com

برادرم بهزاد هم که پیوسته در کنارم بوده است و همچنان مهربان، ممنونم.

سپاسگزار همسرم پروانه و فرزندانم سحر و سهیل هستم که بار ناملایمات بسیار زیاد خانواده را خصوصاً در این چند سالِ بسیار طاقت‌فرسا، با بردباری و متانت بر دوش کشیده‌اند و نشان داده‌اند که شکیبایی، فرزندِ عشق است. با رفتار و شخصیت متین‌شان ثابت کرده‌اند که خداوند "زیبا آفرین" است.

قدردان شما خوانندهٔ خوب نیز هستم و امیدوارم که از خواندن کتاب دوم‌مان هم لذت ببرید. در انتظار نظرات و انتقادات‌تان هستم تا چاپ‌های بعدی کتاب‌مان قابل تقدیم‌تر باشد.

مسعود ناصری
تابستان ۱۳۷۸
www.naaseri.com
E-mail: info@naaseri.com

ای بس که نباشیم و جهان خواهد بود نی نام زما و نی نشان خواهد بود
زین پیش نبودیم و نبُد هیچ خلل زین پس چو نباشیم همان خواهد بود

www.IR-DL.com

یکی بود یکی نبود ...

دوری که در او آمدن و رفتن ماست　　او را نه نهایت نه بدایت پیداست

کس می‌نزند دمی درین معنی راست　　کاین آمدن از کجا و رفتن به کجاست

تصویری که فیزیک و بخصوص تئوری‌های کوانتوم و نسبیت از جهان ارائه می‌کنند بسیار متفاوت از برداشت‌های روزمره ماست. اینکه پیدایش و ساختار جهان تنها برپایه چند قانون بسیار ساده استوار باشد و بس، چیزی است که فیزیک جدید ادعا می‌کند. قبول چنان ادعایی حتی برای متفکرین هم چندان راحت نیست و به نظر می‌رسد که پیچیدگی و نظم فوق‌العاده جهان کمترین دلیل رد ادعای فوق باشد. تصور اینکه ما، خورشید، کهکشان، جهان، زندگی و پدیده‌های جهان همگی نتیجه عملکرد چند قانون ساده باشیم تنها می‌تواند از رندی چون خیام و حافظ برآید. رندی دیگر هم موضوع را به قالب یک بازی ریخته است: بازی زندگی.[۱]

تعداد زیادی مهره را به دلخواه بر روی صفحه بازی شطرنجی که تعداد خانه‌های بسیار زیادی دارد طوری قرار دهید که هر مهره بر روی خانه‌ای قرار گیرد و ترکیب مهره‌ها شکل دلخواهتان (مثلا یک لوزی) را بسازند (دیاگرام ۱). هیچ محدودیتی در چیدن مهره‌ها وجود ندارد

۱ـ این بازی را ریاضیدانی از دانشگاه کمبریج به نام کانوی (John Conway) طراحی کرده است.

www.IR-DL.com

و با هر ترکیب دلخواهی می‌توانند چیده شوند، حتی یک ترکیب بی‌معنی و نامنظم. هر خانه‌ای را که در نظر بگیرید، هشت خانه در اطراف آن وجود دارند که بسته به چیدن مهره‌ها بعضی از آنها خالی و بعضی دیگر دارای مهره خواهند بود. حال، سه قانون بسیار ساده را تعیین می‌کنیم که به هر مهره‌ای صدق می‌کنند:

۱- هر مهره‌ای که جمعا دو یا سه مهره در هشت خانهٔ اطرافش باشند اجازه خواهد داشت که یک مرحله دیگر نیز به موجودیت خود ادامه دهد.

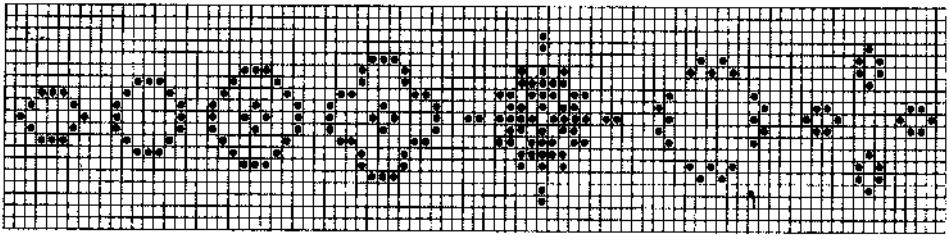
۲- هر مهره‌ای که تنها یک یا هیچ مهره در هشت خانهٔ اطرافش باشد، اجازه نخواهد داشت به بقایش ادامه دهد (اصطلاحا از تنهایی خواهد مُرد). همچنین، هر مهره‌ای که جمع مهره‌های هشت خانهٔ اطرافش بیش از سه عدد باشد باز اجازه نخواهد داشت به بقایش ادامه دهد (اصطلاحا از پُر جمعیتی و ناکافی بودن غذا از بین خواهد رفت).

۳- هر مهره‌ای که جمع مهره‌های هشت خانه اطرافش دقیقا برابر سه باشد نه تنها به موجودیت (زندگی) خود ادامه خواهد داد بلکه در مرحله بعد یک مهره دیگر نیز به یکی از هشت خانه خالی اطرافش اضافه خواهد شد (تولید مثل).

اگر این بازی را مثلا تا ده‌هزار مرحله انجام دهید به نتایج بسیار شگفت‌آور و جالبی دست خواهید یافت. حتی اگر در ابتدا مهره‌ها را کاملا نامنظم چیده باشید، ساختارهای بسیار پیچیده و منظمی شکل خواهند گرفت، برای مدتی باقی خواهند ماند، هر از گاهی تولید مثل خواهند نمود و سرانجام از بین خواهند رفت. علاوه بر اینها، دو پدیده بسیار چشمگیر ملاحظه خواهد شد. یکی اینکه هر قدر بازی ادامه می‌یابد، کم‌کم ساختارهای بسیار ساده به ساختارهای بسیار پیچیده تبدیل می‌شوند (تکامل می‌یابند). مثلا همانگونه که در دیاگرام می‌بینید دانه لوزی‌شکل رشد می‌کند، به شکلی شبیه گل تبدیل می‌شود، شکوفاتر می‌گردد و سرانجام می‌میرد و چهار دانهٔ جدید لوزی‌شکل از خود بجای می‌نهد.

www.IR-DL.com

پدیده دوم بسیار مهم‌تر از اولی است و آن اینکه موجوداتی که شکل می‌گیرند (یا متولد می‌شوند) دارای رفتار و خصلت‌های خاصی می‌شوند، درست مشابه آنچه موجودات زنده از خود نشان می‌دهند که ما پاره‌ای از آنها را به عنوان خصایل ذاتی یا غریزی می‌شناسیم. چند نمونه از این رفتارها را ذکر می‌کنیم: بعضی از ساختارها (یا موجودات) علیرغم بزرگ یا کوچک شدنشان، یکپارچگی خود را حفظ می‌کنند. بعضی دیگر هر چه جلوتر می‌روند بدنبال خود مهره‌هایی به جا می‌گذارند. برخی دیگر هرقدر بزرگتر می‌شوند موجودات کوچکتری در اطرافشان ظاهر می‌شوند که شروع به خوردن آنچه از موجود بزرگتر برجای می‌ماند می‌کنند (از موجود بزرگتر تغذیه می‌کنند) و جالب‌تر آنکه اگر از خوردن آنها ممانعت به عمل آید جلوی موجود بزرگتر را سد می‌کنند (مشابه بچه‌ای که اگر مادرش به وی غذا ندهد مزاحم وی می‌شود) و در نهایت اگر باز هم غذا به وی نرسد موجود بزرگتر را تکه‌تکه می‌کنند. مثال جالب دیگر موجودی است که در هر سی یا چهل مرحله یک موجود عین خود را تولید می‌کند. حال اگر چند عدد از این موجودات در وضعیت خاصی نسبت به هم قرار گیرند در هر ۳۰۰ مرحله یک موجود بزرگتر و متفاوت از خودشان را تولید می‌کنند. درست مثل عده‌ای کارگر که با ترکیب خاصی در کنار هم در خط تولید کارخانه‌ای قرار می‌گیرند و مثلا در هر ۳۰۰ دقیقه یک اتومبیل تولید می‌کنند.



دیاگرام ۱: صفحه بازی و یک نمونه از چیدن مهره‌ها

توجه داشته باشید که فردی که بازی می‌کند تنها مهره‌ها را براساس سه قانون بالا جابجا

www.IR-DL.com

می‌کند و هیچ دخالت مستقیمی در هیچیک از این اتفاقات و پدیده‌هایی که مشابه تولد، زندگی، تغذیه، تولید مثل، تکامل، مرگ و حتی رفتارها و خصلت‌های موجودات زنده‌اند (مانند حمایت از ضعیف، هدایت و رهبری، عصبانی شدن، مهربانی و تغذیه کودکان، کار گروهی و ...) ندارد. تمام این پدیده‌ها خود بخود و پیرو عملکرد بدون اغماض قوانین خاصی به وقوع می‌پیوندند. به عنوان سرگرمی، می‌توانید جهان خودتان را بسازید. قوانین را خودتان ایجاد کنید و ببینید چه چیزهای جالب و غریبی از تعدادی مهره پراکنده و نامنظم بوجود می‌آیند. اگر از یک کامپیوتر استفاده کنید، نتایج را آشکارتر و سریعتر مشاهده خواهید نمود.

آنها که کهن شدند و اینها که نُوَند — هر کس به مراد خویش تک‌تک بدوند

این کهنه جهان به کس نماند باقی — رفتند و رویم، دیگر آیند و روند

www.IR-DL.com

دفتر ۱

باده: "تو"، "من" و "ما"

اسـرار ازل را نـه "تـو" دانـی و نـه "مـن" وین حل معما نه "تو" خوانی و نه "من"

هست اندر پسِ پرده گفتگوی "من" و "تو" چون پرده برافتد، نه "تو" مانی و نه "من"

کتابمان را با پرسشی آغاز کنیم که عمری برابر عمر بشر بر روی زمین دارد، پرسشی که ذهن انسان را (حداقل بعضی از آنها را) از اوایل خلقت به خود مشغول داشته است: "من" چیست؟ هرچند که این پرسش ظاهری بسیار ساده دارد ولی قدمت آن تنها یک دلیل اهمیت بسیار زیادش است. علم امروز هم بر این باور است که انسان زمانی به معرفت واقعی دست خواهد یافت که ابتدا مفهوم "من" یا "خود" را درک کرده باشد.

وجود اصطلاحاتی مانند "بدن من"، "شخصیت من"، "پیراهن من"، "مغز من" و امثال آن، این فکر را در انسان تقویت می‌کنند که "من" می‌تواند متعلقاتی مانند بدن، شخصیت، پیراهن و مغز داشته باشد. عبارتی مانند "من کتاب تو را می‌خوانم"، "من" را از "تو" جدا می‌کند. دلیل این جداسازی نیز از آنجا ناشی می‌شود که انسان "من" را متفاوت از "تو" می‌بیند. آشکارترین و

www.IR-DL.com

چشمگیرترین تفاوت در بدن‌ها مشاهده می‌شود که ظاهرا از اتم‌ها و مولکول‌های کاملا مستقلی ساخته شده‌اند. تفاوت دیگری هم هست: اختلاف در شخصیت‌ها. معلوم است که "تو" شخصیتی متفاوت از "من" دارد. بطور ساده، متعلقات "من" متفاوت از متعلقات "تو"ست، پس باید "من" بغیر از "تو" باشد.

واقعیت این است که هرچند "من" همراه با متعلقات خاصی است ولی همه این متعلقات موقتی هستند. بدن‌ها در گذر زمان تغییر می‌یابند و هر روز بیشتر نسبت به روز قبل عوض می‌شوند. بعد از مدتی، اتم‌های میوه‌ای که الان در خانه‌تان هست وارد بدن شما خواهند شد و بخشی از سلولها و بدنتان را تشکیل خواهند داد. مولکول‌های هوای دور و برتان بزودی قسمتی از جسمتان خواهند شد. پاره‌ای از سلول‌ها و مولکولهایتان هم به شکل عرق، ناخن، مو، پوست، ادرار از جسمتان جدا و به طبیعت برخواهند گشت تا مجددا قسمتی از اتم‌ها و مولکول‌های طبیعت را تشکیل دهند. از نظر بیولوژی نیز حداکثر در مدت هفت سال، تمام سلولهای بدن با سلول‌های تازه‌ای جایگزین می‌شوند.[۱] بنابراین، اگر دوستتان را بعد از هفت سال ببینید حتی یک سلول وی همان سلولی نخواهد بود که هفت سال قبل دیده بودید ولی دوست‌تان هنوز همان خواهد بود و شما نیز همان (البته، با چشم‌پوشی از اثرات پیری).

در حقیقت، بدنِ موجودات زنده مانند رودخانه‌ایست که آبِ آن دائم در جریان و در حال جابجا شدن است. آب یک رود در دو لحظه متوالی (هر قدر هم که فاصله دو لحظه کم باشد) همان آب لحظه قبل نیست ولی رود هنوز همان رود خواهد بود. بدن "من" نیز در دو لحظه متوالی همان باقی نخواهد ماند، چون اتم‌هایش با اتم‌های تازه‌ای جایگزین خواهند شد. ولی "من" هنوز "من" خواهم ماند. حتی شخصیت فرد هم در گذر زمان دچار تغییر می‌شود و گاه مواردی

۱ـ ظاهرا، به استثنای سلولهای خاکستری مغز. این موضوع در کتاب قبلی من با عنوان "یک: کوانتوم، عرفان و درمان" بیشتر توضیح داده شده است. جهت جلوگیری از تکرار مطلب، خواننده علاقمند می‌تواند به آن کتاب مراجعه فرماید.

www.IR-DL.com

پیش می‌آیند که ممکن است تغییر شخصیت بسیار شدید باشد. لیکن، علیرغم چنان تغییر شدیدی، اطرافیان هنوز قبول خواهند داشت که شخص همان شخص سابق است. مولانا بعد از ملاقات با شمس تغییر شخصیت بسیار شدیدی را تجربه می‌کند ولی مولانا باقی می‌ماند. معلوم می‌شود که باید "من" را متفاوت از متعلقات آن بدانیم. شاید به همین دلیل هم باشد که اکثر فرهنگ‌ها "من" و جسم را یکپارچه نمی‌بینند و "من" را مجزای از جسم در نظر می‌گیرند. به عنوان "چیزی" که در درون جسم قرار دارد و به کیسه‌ای از پوست محدود شده است.

در پاره‌ای از فرهنگ‌ها، "من" در قلب قرار گرفته است. برای عده‌ای دیگر، "من" در مغز قرار دارد و به کمک پیام‌هایی که از گیرنده‌های خاصی نظیر گوش، چشم، بینی، پوست و زبان دریافت می‌کند، نه تنها جسم و احساسات فرد را کنترل می‌کند، حتی در شکل‌گیری آنها نیز دخالت دارد. در این نوع تفکر، اغلب "من" به یک "چیز" هوشیار در درون جسم تشبیه می‌گردد که اعمال، رفتار، احساسات و اندیشه فرد را تولید و اداره می‌کند. به عبارت دیگر، "منِ" درون جسم به عنوان تماشاگری غریب تفسیر می‌شود که مشغول تماشای دنیائی متفاوت و بیگانه از "من" است. "چیزی" که علاوه بر تماشا کردن، می‌اندیشد، تصمیم می‌گیرد، عمل می‌کند، خرسند می‌شود و غیره. محبوسی که با جهان اطرافش بیگانه هست، جهانی که ساختهٔ "من" نیست. مبنای چنین برداشتی هم به نوع تربیت و پرورشی برمی‌گردد که در اکثر فرهنگ‌ها رواج دارد، تربیتی که انسان را از بدو تولد چنان بار می‌آورد که "خود" را مجزای از دیگر موجودات و حتی همنوعانش ببیند و بر این باور باشد که هر آنچه که بیرونِ از "من" است، "من" نیست. تفکری که "من" را در جهانی قرار می‌دهد که هیچ وجه اشتراکی با "من" ندارد.

این در نهایت منجر به برداشت خاصی می‌شود که در آن جهان به عنوان میدان نبردی بین "من" و دنیای بیرون تصویر می‌گردد. نبردی که هدف آن غلبهٔ "من" بر جهان و طبیعت است. عده‌ای "من" را مجموعه‌ای از افکار، خاطرات، تجربیات و احساسات می‌دانند. این تفکر نیز پرسش‌های تازه‌ای را مطرح می‌کند و از جمله اینکه آیا افکار و خاطرات می‌توانند بدون یک

www.IR-DL.com

صاحب‌فکر یا صاحب‌خاطره وجود داشته‌باشند؟ چه چیزی افکار "من" را از افکار "تو" متمایز می‌کند؟ امروز کاملا مشخص شده است که عوامل فیزیکی یا جسمی (مثلا تغییراتی در شیمیِ خون) می‌توانند احساسات را تحت تاثیر قرار دهند. پزشکی مملو از مدارکی است مبنی بر اینکه پاره‌ای از عدم تعادل‌های هورمونی توام با ناهنجاری‌های احساسی خاص هستند. استفاده از بعضی از گیاهان (مانند حشیش) و داروهائی که در پزشکی رایج برای روان‌گردانی به کار گرفته می‌شوند احساسات را متاثر می‌کنند. همچنین، تجربه نشان می‌دهد که در پی پاره‌ای از جراحی‌های مغز، تغییر شخصیت عمیقی پیش می‌آید. ظاهرا، همه اینها دلالت بر آن دارند که "من" نمی‌تواند تنها افکار، احساسات و تجربیات باشد. از طرف دیگر، اگر خاطرات، تجربیات و احساسات کسی را از وی بگیرند، آیا چیزی به غیر از بدن از وی باقی خواهد ماند؟

دست‌کم، اگر بطور موقت قبول کنیم که خاطرات و تجربیات گذشتهٔ هر فرد، "منِ" وی را شکل می‌دهند، آنگاه باید "من" تابعی از زمان و مکان (یا فضا) باشد چرا که خاطرات و تجربیات انسان بسته به مکان و زمان دچار تغییر می‌شوند. به عبارت دیگر، "منِ" هر فرد توسط اشیا و "تو"های اطرافش و نیز در زمان شکل می‌گیرد. فرض کنید که دست فردی در گذشته سوخته باشد. این تجربه که اتش می‌سوزاند در حافظه وی باقی خواهد ماند. حال اگر شخصی تمام حافظه‌اش را از دست بدهد چه اتفاقی می‌افتد؟

می‌دانیم که افرادی که دچار فراموشی نسبی می‌شوند نمی‌توانند پاره‌ای از تجربیات و خاطرات خود را به یاد بیاورند ولی علیرغم اینها هنوز می‌توانند سئوالی مانند "من کیستم" را مطرح کنند. لیکن اگر تمام حافظه از بین برود دیگر حتی تجربیات چند ثانیه قبل هم به یاد نخواهد ماند. طبعا، فردِ بدون حافظه رفتاری عادی نخواهد داشت و مثلا موقع عبور از خیابان فکر نخواهد کرد که ممکن است زیر گرفته شود، دیدار دوست و اجنبی هیچ تفاوتی برایش نخواهد داشت، دیگر مهارت لازم را برای بالا رفتن از پله‌ها نخواهد داشت، از بالکن آپارتمانش سقوط خواهد کرد، آتش دستش را خواهد سوزاند، در حضور دیگران لخت خواهد شد و امثال

www.IR-DL.com

اینها، چراکه تمام اینها مجموعه آگاهی‌های یک فرد را شامل می‌شوند که در اثر تجربه آموخته می‌شوند. آیا چنین فردی خواهد توانست پرسشی مانند "من کیستم" را مطرح کند؟ البته اگر این پرسش را یک پرسش غریزی فرض کنیم، پاسخ آن مثبت خواهد بود. می‌دانیم که نوزاد از همان لحظه تولد "چگونه غذا خوردن" را بلد است چرا که غذا خوردن یک فرآیند غریزی است و هیچ احتیاجی به تجربه یا حافظه ندارد. راستی، نوزاد از خود می‌پرسد که "من کیستم"؟

این بحث حکایت از آن دارد که فردِ بدون حافظه نخواهد توانست مقاطع سپری شدهٔ زندگی‌اش را به یاد بیاورد و طبعا نخواهد توانست ادعا کند که "همان فرد" است. این حافظه است که به هر فردی شخصیت خاص وی را می‌دهد و موجب می‌شود که علیرغم سپری شدن زمان، "من" همان "من" باقی بماند. لیکن، بحثی که در زیر می‌آید حاکی از آن است که این نتیجه‌گیری هم چندان خالی از اشکال نیست.

فرض کنید که طی یک عمل جراحی، شخصی قیافه و صدایش را به کلی تغییر دهد. در مراجعهٔ به خانواده‌اش ادعا می‌کند که فرزند آنهاست. لیکن، به خاطر ظاهر متفاوتی که اکنون دارد، قبول چنان ادعایی چندان راحت نخواهد بود. مدعی توضیح می‌دهد که تغییرات ظاهریش ناشی از عمل جراحی است و بس. ادعای وی مورد آزمایش قرار می‌گیرد و معلوم است که پرسش‌هایی در رابطه با تجربیات و خاطراتش مطرح می‌شوند. مثلا پرسیده می‌شود که چه اتفاقی در خانه و در فلان تاریخ پیش آمد، مشاجرهٔ فلان تاریخ بر سر چه موضوعی بود، از چه غذایی خوشش می‌آید، چه دینی دارد، و غیره. اگر مدعی داستان ما بتواند به این پرسش‌ها که همگی در ارتباط با خاطرات و تجربیات گذشته وی هستند جواب‌هایی سازگار با خاطرات و تجربیات خانواده‌اش بدهد، همگی قبول خواهند کرد که علیرغم تغییرات ظاهری، وی فرزند آن خانواده است.

حال فرض کنید که به دلایلی تعداد زیادی از سلول‌های حافظه این شخص در حین عمل جراحی صدمه دیده باشند، بطوریکه هرچند که وی می‌داند فرزند آن خانواده است ولی پاره‌ای از

www.IR-DL.com

خاطرات خود را به یاد نمی‌آورد. معلوم است که دیگر این فرد نخواهد توانست به همه پرسش‌های بالا جواب‌های مورد نظر آن خانواده را بدهد. همچنین، چون تنها پاره‌ای از خاطرات خود را از دست داده است، اتفاقات غریبی پیش خواهند آمد. مثلا مادرش را خواهد شناخت ولی عمویش را نه، اطاق خوابش را پیدا خواهد کرد ولی حمام را نه، با شنیدن خبر تولد خواهرزاده‌اش ابراز خوشحالی خواهد کرد ولی خبر فوت پدربزرگش وی را متاثر نخواهد کرد، از قرمه‌سبزی که قبلا خوشش می‌آمد متنفر خواهد شد، علاقه سابقش به ریاضی با علاقه‌اش به جغرافیا جایگزین خواهد گردید، و غیره. این تغییرات ظاهری، فکری و شخصیتی موجب خواهند شد که خانواده‌اش در درستی ادعایش مشکوک شود، هرچند که مدعی فرزند واقعی آن خانواده است.

همین الان که من این کتاب را می‌نویسم یکی از کلیه‌های برادرم را دارم که به من پیوند زده شده است. آیا قسمتی از "منِ" برادرم به "منِ" من انتقال یافته است؟ به فرض، پزشکی آنقدر پیشرفت کند که روزی بتوان مغز دو نفر (مثلا "آ" و "ب") را نیز باهم عوض کرد. معلوم است که با وجود جابجایی مغزها، ظاهر هر کدام از این دو نفر همان ظاهر قبل از عملشان خواهد بود. لیکن چون دیگر سلول‌های مغز "آ" سلول‌های سابق وی نیستند، خاطرات وی نیز نباید همان خاطرات سابقش باشند و الان باید خاطرات "ب" را داشته باشد. حال، "آ" به خانه‌اش می‌رود (که البته به جای خانهٔ خود به خانه "ب" خواهد رفت چرا که اکنون مغز، خاطرات و حافظه "ب" را دارد). همینکه وارد خانه می‌شود به خانمی که در حقیقت همسر "ب" هست سلام می‌کند ولی خانم مزبور این غریبه را نمی‌شناسد. "آ" که با رفتار غریب این خانم سردرگم شده است تلاش خواهد کرد که خانم فوق را متقاعد نماید که زن و شوهرند. !

بعد از یک بحث طولانی، خانم متوجه می‌شود که تمام خاطرات و تجربیات مشترک همان‌هایی هستند که شوهر این خانم می‌توانست داشته باشد هرچند ظاهر وی هیچ سازگاری با ظاهر شوهرش ندارد. با اینهمه، هنوز نمی‌داند که آیا واقعا این مرد شوهرش هست یا نه؟

www.IR-DL.com

برعکسِ جسمش، خصوصیاتی مانند شخصیت، خاطرات و افکارش دلالت بر آن دارند که وی همان شوهر سابق است. در همین حال "ب" را از بیمارستان به آدرس همین خانم می‌آورند. توجه داشته باشید که اگر خود این فرد می‌خواست به خانه‌اش برود به خانهٔ "آ" می‌رفت. خانم فوق‌الذکر با دیدن "ب" به طرف وی می‌رود و به گمان آنکه شوهرش هست احوالپرسی می‌کند ولی متوجه می‌شود که این شخص وی را نمی‌شناسد. بعد از مدتی صحبت، خانم متوجه می‌شود که هرچند این مرد همان ظاهر شوهرش را دارد ولی شوهرش نیست. به نظرش می‌رسد که با دوقلوی شوهرش برخورد کرده است. مسئولین بیمارستان قضیه جابجایی مغزها را توضیح می‌دهند و خانم متحیر می‌ماند که کدامیک از این دو نفر را شوهر خود بداند، "آ" را که همان شخصیت و خاطرات شوهرش را دارد یا "ب" را که تنها ظاهر (یا بدن) شوهرش را دارد؟[۱]

حال وضع پیچیده‌تری را تصور کنید که در آن مغز یک زن با مغز یک مرد جابجا بشود! در آن صورت، مثلا هورمونِ تولید شده توسط غدهٔ هیپوفیزِ زن (که الان در جمجمه یک مرد قرار گرفته است) در صدد خواهد بود تا تولید هورمون تخمدان‌هایی را که اصلا وجود خارجی ندارند کنترل کند! راستی، احساس مادری به کجا خواهد رفت؟

باز فرض کنید که تکنولوژی پزشکی آنقدر پیشرفت کند که روزی بتوان مغز یک نفر را بیرون آورد و در داخل دستگاهی گذاشت که آنرا زنده و فعال نگاه می‌دارد. گفتنی است که هرچند چنین عملی فعلا مقدور نیست ولی دلیلی هم ندارد که در آینده میسر نشود. حال تجسم کنید که مغز یک نفر در چنان دستگاهی بماند و مثلا توسط مکانیزم‌های کنترل از راه دور با بقیه بدن وی ارتباط داشته باشد. معلوم است که وی درست مثل یک انسان عمل خواهد کرد با این تفاوت که خواهد توانست مغزش را هم ببیند (که البته انسان معمولی نمی‌تواند!). در چنین وضعیتی، "من"

۱ـ این پرسش را از تعداد زیادی پرسیده‌ام و همگی جواب داده‌اند که شوهر این خانم کسی است که افکار، خاطرات و تجربیات قبلی را دارد.

www.IR-DL.com

کجا خواهد بود؟ در داخل دستگاهی که مغز را نگاه می‌دارد یا در بدنی که در حال قدم زدن در باغچه‌ایست که مثلا پنج هزار کیلومتر با محل دستگاه فاصله دارد و یا هر دو جا؟ بدن وی تجربیاتی مانند بوی گل، شکل درخت بید، فرورفتن خار به انگشت و صدای گنجشگ را احساس خواهد کرد. به عبارت دیگر بدن وی همان تجربیاتی را خواهد داشت که اگر مغزش در جای اصلی خود قرار داشت. از طرف دیگر این مغز است که موجب می‌شود تا وی تجربیات فوق را درک کند. حال، من کجاست؟ در باغ، در دستگاه یا هر دو جا؟

پیشرفت‌های اخیر علم ژنتیک این امکان را فراهم می‌آورند تا بتوان اعضای بدن یک فرد را کپی کرد، بدین معنی که مثلا عینِ کلیه یک نفر را تولید نمود (تقریبا). به عنوان مثال، ژن مربوط به کلیهٔ فرد به کروموزوم یک حیوان (مانند خوک) منتقل می‌شود و کلیه‌های حیوانی که متولد می‌شود تقریبا عین کلیه‌های فرد فوق خواهند بود و بدین ترتیب کلیه یک فرد با استفاده از بدن یک حیوان کپی می‌شود. شایان ذکر است که همین الان این کپی‌برداری در مورد بسیاری از اعضای بدن میسر است ولی به علت پاره‌ای مجوزهای مذهبی از کلیسا هنوز بطور آزمایشگاهی انجام می‌گیرد. فرض کنید که با همین روش، یک کپی از تمام اعضای من تولید و به فرد دیگری پیوند زده شود. در نتیجه، دو تا "من" وجود خواهند داشت! حال اگر منِ نویسندهٔ کتاب فوت کنم منِ دیگرم هنوز موجود خواهد بود. در این صورت من مرده‌ام یا زنده؟ چون می‌توان از هر عضو من به هر تعداد که لازم است کپی‌برداری کرد، هر وقت یکی از اعضای من از کار بیفتد، می‌توان آن عضو را با یک عمل جراحی با عضو تازه‌ای جایگزین کرد و لذا "من" عمر بی‌نهایت خواهم داشت!

روزی خواهد آمد که پیشرفت تکنولوژی این امکان را بدهد که قسمتی از بدن انسان با ماشین جایگزین شود و مثلا از مدارهای مجتمع (آی‌سی) خاصی استفاده شود و مقدار حافظه انسان افزایش داده شود (درست مثل بالا بردن حافظه یک کامپیوتر). گفتنی است که همین الان آی‌سی‌های بیولوژیکی در مرحله آزمایشگاهی و در سطح ابتدایی در دست تهیه‌اند. بدین

www.IR-DL.com

ترتیب، انسانِ آینده یا "فوق‌بشر" چندین برابر انسان امروز حافظه خواهد داشت و توانایی‌های عقلی و منطقی‌اش میلیاردها برابر توانایی‌های عقلی دانشمندان امروز خواهد بود. طبعا، خاطرات، تجربیات و افکار این فوق‌بشر و بنابراین "منِ" این فوق‌بشر کاملا متفاوت از "منِ" انسان امروز خواهد بود. جالب است که این "منِ" جدید، بیشتر زاییده مدارها و دستگاه‌های ساخته شده همین انسان خواهد بود! به عبارت دیگر، روزی خواهد رسید که خواهم توانست "منِ" خودم را تغییر بدهم. "منِ" جدید موجب تغییر بیشتر "منِ" قبلی خواهد شد و این چرخه تکرار خواهد شد و ساکنان کره زمین را "فوق‌بشرهایی" تشکیل خواهند داد که "من‌های" آنها دایم در حالِ تغییر خواهند بود.

برداشت این فوق‌بشر نسبت به ما همان خواهد بود که ما امروز نسبت به میمون‌ها داریم. چون فوق‌بشر خواهد توانست عمری برابر بی‌نهایت داشته باشد، خاطرات و تجربیات وی نیز بی‌نهایت خواهند بود و توانایی‌های فکری و عملی بسیار بالاتری نسبت به ما خواهند داشت. طبعا، "منِ" این فوق‌بشر نیز بسیار پیچیده‌تر از "منِ" انسان امروز خواهد بود!

راستی، مذاهب گوناگون چه برخوردی با مقوله فوق‌بشر خواهند داشت؟ به اعتقاد پاره‌ای از مذاهب "من" همان روح است که حتی با از بین رفتن جسم که در پی مرگ پیش می‌آید، هنوز باقی می‌ماند. فیزیک امروز اینگونه برخورد با مقوله "من" را نمی‌پسندد. از نظر فیزیک، سلول‌های حافظه از اتم‌ها تشکیل می‌شوند و همه این سلول‌ها در پی مرگ از بین می‌روند و بنابراین روح باقیمانده دیگر سلول حافظه‌ای نخواهد داشت که خاطرات و تجربیاتی هم با آن همراه باشند. نتیجه اینکه، از نظر فیزیک، "من" نمی‌تواند همان روح باشد مگر آنکه فرض کنیم روح نیز حافظه خاص خود را دارد که مثلا از جنس دنیای روح است و فیزیک هنوز اطلاعی از آن ندارد.

گردون نگری زقد فرسوده "ما"ست　　جیحون اثری زاشک پالوده "ما"ست

دوزخ شرری زرنج بیهوده "ما"ست　　فردوس دمی زوقت آسوده "ما"ست

www.IR-DL.com

دفتر ۲

کوزه و کوزه‌گری: فیزیک

در کارگه کوزه‌گری رفتم دوش — دیدم دو هزار کوزه گویای خموش
هر یک به زبان حال با من می‌گفت — کو کوزه‌گر و کوزه‌خر و کوزه فروش؟

فیزیک دیروز

تجربه نشان می‌دهد که یک توپ ساکن نمی‌تواند بدون علت از حالت سکون خارج شود. اگر ضربه‌ای به آن وارد شود شروع به حرکت خواهد نمود. در این حالت، خروج توپ از حالت سکون (معلول) به خاطر ضربه‌ای خواهد بود که بر آن وارد شده است (علت). مشاهدات و تجربیات مشابه نشان می‌دهند که هر معلولی ناشی از علتی است. تزک شیشه، اوجگیری هواپیما، شروع جنگ، صعود بالون، سقوط اقتصادی، دزدی سارق، ابرقدرتی یک کشور، شیوع بیماری و غیره همگی معلول‌هایی هستند که علت‌هایی آنها را پدید آورده‌اند. در علم امروز هر پدیده‌ای که براساس قانونی اتفاق بیافتد یک پدیده نظم‌دار شناخته می‌شود و نظمی را که ناشی از قانون علت و معلول باشد، نظم علت و معلولی می‌نامند که دست‌کم در مورد تمام پدیده‌های ملموس ما

www.IR-DL.com

در جهان صدق می‌کند. اعتقاد بر این است که ما در یک جهان کاملا قانوندار و با نظم و ترتیب بسر می‌بریم، جهانی که در آن هیچ پدیده‌ای بدون علت اتفاق نمی‌افتد.

حدود دو و نیم قرن قبل، نیوتون[۱] بگونه‌ای خاص نظم عالم را به تصویر کشید که به "دیدگاه مکانیکی"[۲] شهرت یافت. این دیدگاه جهان را به یک ماشین عظیم تشبیه می‌کند که کار آن براساس نظم و اصول خاصی است. اساس دیدگاه مکانیکی بر سه قانون استوار است که اثرات اجزاء یک سیستم (مثلا ماشین جهان) را به زبان ریاضی بیان می‌کنند. این سه قانون به قدری فیزیک قرن ۱۷ را متحول ساخت که کم‌کم فیزیک آنروز به "فیزیک نیوتونی"[۳] مشهور شد. اساسا از همین ایام هست که علمی به نام فیزیک نظری رسما شکل می‌گیرد و به عنوان فیزیک کلاسیک[۴] موجودیت پیدا می‌کند. در نبوغ نیوتون همین بس که وی ریاضیات مورد نیاز برای توضیح تئوری‌اش را نیز خود ابداع می‌کند که به "ریاضیات دیفرانسیلی"[۵] معروف است.

در تصویری که دیدگاه مکانیکی از جهان ارائه می‌کند عالم از ذرات مادیِ جامد تشکیل می‌شود که در فضا و زمان در حرکتند و بر روی هم اثر می‌گذارند. سه قانون نیوتون نیز چگونگی حرکت اجزاء ماشین جهان و اثرات متقابل آنها بر روی همدیگر را توصیف می‌کنند. تعریف نظم نیز در این دیدگاه بسیار ساده است: هر پدیده‌ای که بر طبق قوانین سه‌گانه اتفاق بیافتد دارای نظم است. دانشمندان زیادی شدیدا تحت تاثیر قرار گرفتند و مدت زیادی طول نکشید که دیدگاه مکانیکی نیوتون به تمام شاخه‌های علم رسوخ یافت و موجب تحول اساسی آنها گشت. در این میان لاپلاس[۶] ریاضی‌دان مشهور فرانسوی توانست به کمک تئوری نیوتون مسیر سیاره‌های منظومه شمسی را بطور دقیق محاسبه کند. دقت این محاسبات بقدری بالا بود که

۱ـ Issac Newton ۲ـ Mechanical Model ۳ـ Newtonian Physics
۴ـ Classical Physics ۵ـ Differential Calculus ۶ـ Laplace

www.IR-DL.com

لاپلاس چنین اظهار نمود: "اگر وضعیت فعلی جهان را بدانیم، وضعیت آینده و گذشته آنرا نیز خواهیم توانست محاسبه کنیم."

محاسبات لاپلاس موجب شد که نظریه "جهان محاسبه‌پذیر"[۱] وارد علم و فلسفه گردد که اعتقاد داشت تمام پدیده‌های جهان قابل پیش‌بینی است. بعد از محاسبات لاپلاس دیگر کاملا بجا بود که جهان به ساعت تشبیه گردد و تفکر "جهان ساعت‌گونه"[۲] جای خود را در فیزیک و فلسفه باز نماید. لیکن باید توجه داشت که تصور محاسبه‌پذیر بودن همه اتفاقات و پدیده‌های جهان بدان معنی خواهد بود که همه اتفاقات و پدیده‌های جهان را از قبل تعیین شده فرض نماییم. به عبارت دیگر، باید کار جهان را مشابه کار ساعتی بدانیم که نمی‌تواند خارج از برنامهٔ از قبل داده شده به آن (یا از قبل طراحی شده) عملی انجام دهد.

نیوتون معتقد بود که ساعت جهان از قبل کوک و تنظیم شده است و حرکت اجزاء آن را هم ناشی از اثرات مستقیم همان اجزاء بر همدیگر می‌دانست. وی کوک و تنظیم اولیه را به خدا نسبت می‌داد[۳] و بر این باور بود که همه چیز با تنظیم قبلی و با برنامه‌ای از قبل طراحی شده به حرکت خود ادامه می‌دهد بطوریکه تمام اجزاء بطور خودکار در حرکت و فعالیتند. بدین ترتیب، پایگاه تفکر "جهان محاسبه‌پذیر" روز به روز قوی‌تر شد. دیگر هر پدیده جهان، از مسیر حرکت یک الکترون گرفته تا جابجایی کهکشانها، همگی از قبل تعیین شده پنداشته شد. در این میان، تولد چنگیز و کوروش، فروپاشی شوروی، اتحاد آلمان، تبدیل ستاره‌ای به حفره سیاه، مرگ بودا، حکومت وحشتناک کشیشان به اسم مذهب، استقلال هند بـه دست گـاندی، قـتل امـیرکبیر، نخست‌وزیری مصدق، رهبری جواهر لعل نهرو، قطع نسل سرخپوستان، جـنگ هشت‌سـاله ایران–عراق و ... همه را باید از قبل تعیین شده بدانیم!

۱ـ Deterministic Universe ۲ـ Clockwork Universe

۳ـ و بدینوسیله باب دوستی گرمی با کشیشان حاکم و قدرتمند زمان خود باز نمود و بارها از همان روابط برای سرکوب رقیب‌های علمی خود استفاده نمود!

www.IR-DL.com

علیرغم توانایی‌های بسیار بالای تئوری نیوتون، فیزیکدان‌های اواخر قرن ۱۹ متوجه بودند که این تئوری قادر به پاسخگویی به پاره‌ای از سئوالات نیست. آنچه موجب پیدایش این اندیشه و رواج بعدی آن در جامعه علمی شد ورود تئوری جدیدی به نام تئوری کوانتوم[۱] بود که پایه‌های آنرا ماکس پلانک[۲] در سال ۱۹۰۰ میلادی پایه‌ریزی نمود. پنج سال بعد (یعنی در سال ۱۹۰۵) آلبرت انیشتین[۳] تئوری دیگری به نام "نسبیت خاص"[۴] ارائه نمود که تفکر ما را در مورد دو مقوله فضا و زمان بکلی تغییر داد. مدتی بعد، با وارد کردن موضوع[۵] جاذبه به تئوری سابق خود، حالت کامل‌تر و عمومی‌تر تئوری‌اش را با عنوان تئوری "نسبیت عام"[۶] به دست آورد و آنرا در سال ۱۹۱۶ معرفی نمود. در بخش بعدی به این مقولات می‌پردازیم و اثرات آنها را در شکل‌گیری تفکر امروز بشر مورد بحث قرار می‌دهیم.[۷]

فیزیک امروز: تئوری نسبیت

تئوری نسبیت خاص یکی از دو تئوری مهم فیزیک مدرن است که انیشتین با ارائه آن در سال ۱۹۰۵ برداشت ما را از فضا، زمان ماده و انرژی بطور اساسی تغییر داد. به زبانی ساده، این تئوری عبارتست از علم مکانیک جدید که جایگزین مکانیک نیوتونی شده است و اشیاء مادی، حرکت و نور را بررسی می‌کند. برخلاف مکانیک نیوتونی که به فضا و زمان به عنوان کمیت‌های مستقل و مطلق می‌نگرد، در تئوری نسبیت فضا و زمان به هم پیوسته‌اند و یک چارچوب یا یک محیط پیوستهٔ چهار بعدی بنام "فضا-زمان"[۸] را تشکیل می‌دهند. دیگر اصطلاحاتی مانند

۱

۱ـ Quantum Theory ۲ـ Max Planck ۳ـ Albert Einstein
۴ـ Special Relativity ۵ـ Gravity ۶ـ General Relativity
۷ـ برای جزئیات بیشتر، خواننده علاقمند می‌تواند به کتاب قبلی من با عنوان "یک: کوانتوم، عرفان و درمان" مراجعه نماید.
۸ـ Spacetime Continuum

www.IR-DL.com

گذشته، حال و آینده مفاهیم عادی خود را از دست می‌دهند چرا که تئوری نسبیت خاص نشان می‌دهد که ناظرهای مختلف برداشت‌های مختلفی از زمان وقوع یک اتفاق مشخص دارند و بسته به سرعت حرکت ناظرها نسبت به همدیگر، آنچه برای فردی در گذشته اتفاق افتاده برای فرد دیگر در آینده یا حال اتفاق می‌افتد. همچنین، موضوع همزمانیِ اتفاقات دیگر چندان معنی‌دار نیست چرا که اگر من و شما یک اتفاق مشخص را شاهد باشیم و بفرض من نسبت به شما با سرعت بالایی حرکت کنم دیگر آن اتفاق را همزمان درک نخواهیم کرد. در قسمتهای بعدی کتاب چند مثال در این مورد خواهیم آورد. نکته بسیار مهمتر اینکه تئوری نسبیت ناظر را هم وارد بحث می‌کند. برخلاف دیدگاه مکانیکی که جهان را ماشینی تعبیر می‌کند که مستقل از وجود ناظر به کارش ادامه می‌دهد، در تئوری نسبیت خاص ناظر قسمتی از رویداد است. همانگونه که بعدا خواهیم دید این موضوع اثرات عمیقی بر فلسفه و برداشت ما از جهان گذاشته است.

نوآوری دیگر انیشتین در تئوری نسبیت خاص ارتباط دادن ماده به انرژی است. معادله مشهور انیشتین ($E=mc^2$) دست‌آورد همین تئوری است. طبق این معادله، ماده همان انرژی و انرژی همان ماده است. به عبارت دیگر، در فیزیک کلاسیک ذرات انهدام‌ناپذیر فرض می‌شوند ولی در تئوری نسبیت ذرات را می‌توان به انرژی خالص تبدیل نمود و بعکس. یعنی انرژی را هم می‌توان به ماده تبدیل کرد. نیروگاه هسته‌ای و بمب‌اتمی بر اساس همین معادلهٔ بسیار ساده انرژی ماده را آزاد می‌کنند.

اینجا خالی از لطف نخواهد بود که اندکی از موضوع اصلی منحرف شویم. اگر تئوری تکامل داروین و تئوری وراثت مندل در ژنتیک را به کنار بگذاریم، سه تئوری در فیزیک باعث سه انقلاب عظیم در برداشت ما از جهان شده‌اند و زندگی من و شما و حتی مرزهای کشورها را تعیین کرده‌اند. مثلا، اگر ژاپن قدرتمند است، اگر طالبان در افغانستان هستند، اگر در روسیه تخم‌مرغ نایاب می‌شود، اگر موشک و هواپیما وجود دارند، اگر آلمان دو نیم شد و دوباره یکپارچه،

www.IR-DL.com

اگر شما در تهران زندگی می‌کنید، اگر کودک آفریقایی غذا ندارد، اگر انسان پا بر روی ماه گذاشته است، اگر من امروز کتابم را با کامپیوتر می‌نویسم، اگر شما متولد شده‌اید، اگر مادر و پدرتان همدیگر را دیده و پسندیده‌اند، اگر بچه همسایه سرطان گرفته است، اگر من هنوز زنده هستم، اگر آی‌سی ساخته شده است، اگر شوروی فروپاشیده است، اگر دالای لاما بودایی است و میلیاردها اگر دیگر، همه و همه بابت سه تئوری است: تئوری نیوتون، تئوری کوانتوم و تئوری نسبیت. جالب است که هر یک از این تئوری‌ها یک معادله فوق‌العاده ساده دارند: معادله F=m.a در تئوری نیوتون، معادله E=h.f در تئوری کوانتوم و معادله $E=mc^2$ در تئوری نسبیت. آری، اگر امروز شما شمایید، من منم، همهٔ چیزها همهٔ چیزها هستند، به خاطر همین سه معادله فوق‌العاده ساده و بی‌نهایت زیبا است. کمی فکر کنید. حتی یک مثال در ارتباط با بشر نمی‌توان آورد که این سه معادله اثر نگذاشته باشند. یک جملهٔ دیگر: انقلاب بعدی در علم هم با یک معادله ساده اتفاق خواهد افتاد. کسانی که معادلات عجیب و غریبی کشف می‌کنند تنها بر روی جزئیات زندگی اثر می‌گذارند.

نکته دیگری که در مورد تئوری نسبیت باید مورد توجه قرار داد این است که این تئوری تنها به درد بررسی حرکتی می‌خورد که در آن سرعت ثابت باشد. بنابراین، این تئوری به درد بررسی نیرو نمی‌خورد چون نیرو وقتی تولید می‌شود که تغییر سرعت (یا شتاب) داشته باشیم. همچنین، برای سرعت‌های پایین اثرات نسبیت بقدری ناچیز است که می‌توان از آنها چشم‌پوشی نمود. تنها در سرعت‌های نزدیک به سرعت نور است که اثرات نسبیت چشمگیر می‌شوند. بنابراین، تئوری نسبیت چندان به درد کاربردهای زندگی روزمره ما نمی‌خورد.

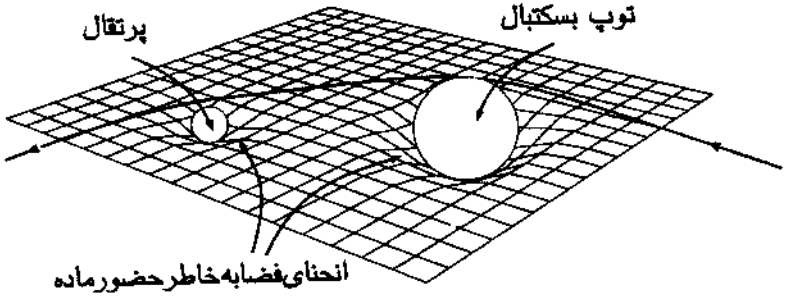
همانطور که اشاره شد، به دنبال تئوری نسبیت خاص که[۹] حرکت اجسام را در سرعت‌های ثابت نسبت به همدیگر مورد مطالعه قرار می‌دهد، تئوری نسبیت عام به عنوان تئوری کامل‌تر ارائه گردید که می‌تواند حرکت اجسامی را که نسبت به هم سرعت‌های متغیری در زمان دارند بررسی نماید. شاید لازم به توضیح نباشد که تئوری اول انیشتین حالت خاص تئوری دوم وی

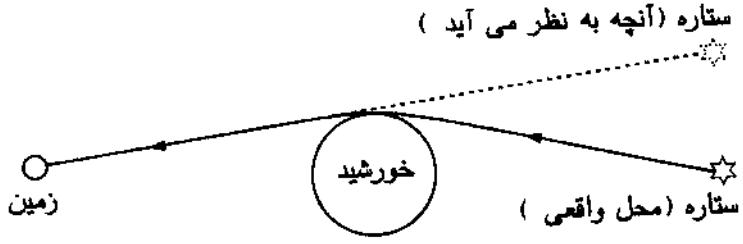
www.IR-DL.com

است. می‌دانیم که تغییر سرعت در زمان به معنی حرکت شتابدار است و به هر جسمی با حرکت شتابدار نیرویی برابر حاصلضرب جرم آن جسم در شتابش وارد می‌شود. بنابراین، آشکار است که تئوری نسبیت عام به بررسی نیروها (خصوصا نیروی جاذبه) می‌پردازد. همچنین، این تئوری اثر ماده (یا انرژی) را بر روی ساختار فضا–زمان (و برعکس) بررسی می‌کند و بعنوان نمونه نشان می‌دهد که حضور ماده در هر نقطه‌ای از فضا موجب انحنای فضا (و زمان) در آن نقطه می‌شود. معلوم است که انحنای فضا نیز به نوبه خود موجب تغییر مسیر حرکت اجسامی خواهد شد که از نزدیکی همدیگر می‌گذرند.

هرچند که ما فضا را دارای سه بعد (طول، عرض و ارتفاع) می‌دانیم، برای درک موضوع بالا یک فضای دو بعدی را در نظر می‌گیریم. مثلا، یک سفره پلاستیکی را تصور کنید که کاملا کشیده شده است و هر گوشه آن بر روی پایه‌ای قرار دارد (شکل ۱–۲). پرتقالی را بر روی این سفره که تنها طول و عرض (دو بُعد) دارد قرار می‌دهیم. مشاهده خواهیم کرد که سطح صاف سفره دچار فرورفتگی می‌شود یا به عبارت دیگر حضور ماده (پرتقال) فضای دو بعدی (سفره) را دچار انحناء می‌کند. حال توپ سنگینی مانند یک توپ بسکتبال را نیز بر روی همان سفره قرار می‌دهیم و طبیعی است که گودی (انحنای) چشمگیری در سطح سفره به وجود خواهد آمد. واضح است که هرقدر جسم بزرگتر (یا جرم آن بیشتر) باشد مقدار انحنای فضا بیشتر و وسعت فضای درگیر شده گسترده‌تر خواهد بود. اکنون پرتقال را برمی‌داریم و از یک لبه سفره به طرف توپ بسکتبال می‌غلتانیم بطوریکه از کنار توپ رد شود. پرتقال در مسیری مستقیم حرکت خواهد کرد و در رسیدن به گودی (فضای منحنی) ناشی از حضور توپ، از مسیر مستقیم خود منحرف خواهد شد و طی یک حرکت مارپیچ به طرف توپ سقوط خواهد کرد. دلیل این حرکت مارپیچ پرتقال کاهش انرژی پرتقال در اثر اصطکاک با سطح سفره است. بنابراین، اگر سرعت (یا انرژی) اولیهٔ پرتقال زیاد باشد، مسیر پرتقال دچار انحراف خواهد شد ولی بر روی توپ سقوط نخواهد کرد.

www.IR-DL.com





شکل ۱-۲: توجیه انحنای فضا و انحراف مسیر نور یک ستاره در عبور از کنار خورشید.

بطور کلی، بسته به شدت انحنای فضا (یا مقدار جرم جسمی مانند توپ که در آن قسمت از فضا حضور دارد) و مقدار انرژی اولیه جسم دیگر (مثلا پرتقال) که به طرف جسم اول در حرکت است، سه حالت ممکن است اتفاق بیافتد: جسم متحرک بر روی جسم بزرگتر سقوط کند (مانند سقوط سنگ‌های آسمانی بر روی زمین)، جسم متحرک در مداری بر گرد جسم بزرگتر بگردد (مانند گردش ماه به دور زمین)، یا جسم متحرک تنها دچار انحراف از مسیر بشود (مانند انحراف نور ستارگان دور دست در عبور از کنار خورشید). حرکت تمام سیارات در حول ستارگان با همین مکانیزم و ناشی از انحنای شدید و گسترده فضای اطراف ستارگان است. در کسوف سال ۱۹۱۹،

www.IR-DL.com

انحراف مسیر نور یک ستارهٔ دوردست مورد مشاهده قرار گرفت (همان شکل) و مهر تاییدی بر تئوری نسبیت گذاشت و جایزه نوبل فیزیک آن سال را از آن انیشتین نمود.

ملاحظه می‌شود که انحنای سفره (فضا) دقیقا همان اثر نیروی جاذبه را دارد. به عبارت دیگر، جاذبهٔ یک جسم مترادف است با انحنای فضای اطراف آن جسم: هرقدر انحناء بیشتر باشد (در اثر بزرگی جرم)، جاذبه شدیدتر خواهد بود. حال اگر فضای دو بعدی سفره با فضای سه بعدی ملموس خودمان جایگزین گردد همان چیزی بدست می‌آید که تئوری نسبیت عام ارائه می‌کند و در نتیجه جرم، هندسهٔ فضا و نیروی جاذبه به هم مربوط می‌شوند. هر جایی که جرم (یا انرژی) حضور داشته باشد باید انحنای فضا هم موجود باشد. برعکس، هر جاکه انحنای فضایی ملاحظه شود باید در جستجوی جرم (یا انرژی) در آن مکان باشیم. مثلا، همینکه بدانیم شعاع نوری که از فلان ستاره به ما می‌رسد در قسمتی از مسیرش دچار انحراف می‌شود، بدان معنی است که جرم (یا انرژی) پنهان یا آشکاری در آن حوالی وجود دارد که موجب آن انحراف می‌شود.

با توجه به این بحث و نظر به اینکه تقریبا همه جا جرم (یا انرژی) وجود دارد، دیگر فضای بدون انحناء (یا مستوی) تئوری نیوتون چندان به درد نخواهد خورد و باید جای خود را به فضای منحنی تئوری نسبیت عام بدهد. بنابراین، هندسه اقلیدسی که تنها در مورد سطوح مستوی صدق می‌کند و در تئوری نیوتون به کار گرفته می‌شود نیز باید با هندسه دیگری جایگزین شود که بتواند سطوح منحنی را بررسی کند. این هندسه به افتخار بنیانگذار آن یعنی ریمان[۱] به هندسه ریمانی[۲] شهرت دارد. ریمان ریاضیدان مشهور و خجالتی آلمانی بود که این هندسه را در سال ۱۸۵۴ ارائه نمود. و جالب است بدانید که ریمان پنجاه سال قبل از انیشتین نیرو را به انحنای فضا ارتباط داده بود. در دفتر ۵ بیشتر به این موضوع می‌پردازیم.

۱- Georg Bernhard Riemann ۲- Riemannian geometry

www.IR-DL.com

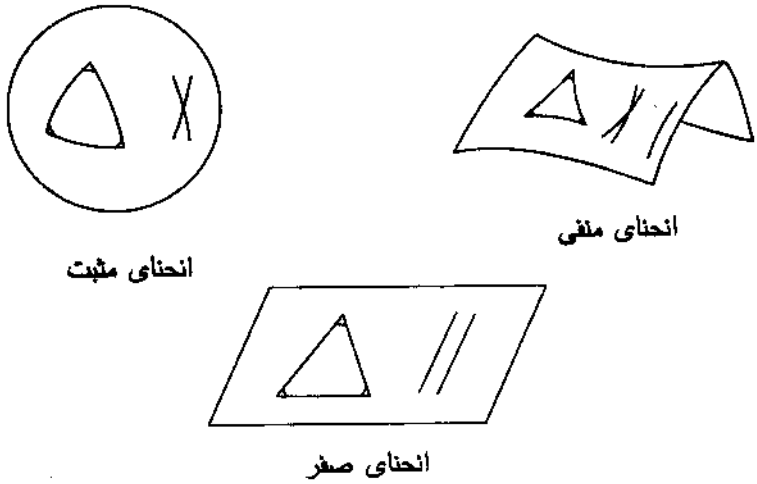
اصطلاحا، فضای مسطح را که هندسه اقلیدسی در مورد آن صدق می‌کند فضای اقلیدسی و فضای منحنی را که تنها به کمک هندسه ریمانی قابل بررسی است فضای ریمانی می‌نامند. ما از همان دوران کودکی با هندسه اقلیدسی که درک آن راحت‌تر است و کاربرد زیادی هم دارد آشنا می‌شویم و برایمان مشکل است که نتایج و تبعات هندسه ریمانی را درک کنیم. اینجا باید تاکید شود که هندسه اقلیدسی غلط نیست و تا آنجاییکه با سطوح مستوی سروکار داریم کاملا درست است ولی اصول این هندسه در مورد سطوح منحنی نادرست است. به عنوان مثال، در هندسه اقلیدسی (سطح صاف) کوتاهترین فاصله بین دو نقطه خط مستقیمی است که آن دو نقطه را به‌هم وصل می‌کند و بر روی آن سطح قرار دارد.

حال آنکه در هندسه ریمانی (بر روی سطح منحنی) چنین نیست.مثلا، بر روی کره زمین، کوتاهترین فاصله بین تبریز و زاهدان خطی است که از درون زمین عبور می‌کند و بر روی سطح کره زمین قرار ندارد. یعنی، برخلاف هندسه اقلیدسی، خطی که بر روی سطح زمین قرار گرفته و تبریز را به زاهدان وصل می‌کند کوتاهترین فاصله نیست. بنابراین، در فضای منحنی دیگر خط مستقیم نمی‌تواند وجود داشته باشد.

بعنوان مثال، می‌دانیم که یک پرتو نوری همیشه کوتاهترین فاصله را انتخاب می‌کند. حال اگر در مسیر نور، جسمی با جرم بسیار بزرگ وجود داشته باشد، انحنایی در فضا به وجود خواهد آمد ولذا نور یک مسیر منحنی را خواهد پیمود. از دیدگاه فیزیک کلاسیک، انحنای مسیر نور ناشی از جاذبه جسم فوق است ولی از نظر فیزیک جدید جسم مذکور موجب خمیدگی فضا و در نتیجه انحنای مسیر نور خواهد شد.

گفتنی است که انحنای فضا می‌تواند مثبت، منفی و یا صفر باشد (شکل ۲-۲). در حالت سوم همان صفحه مسطح را خواهیم داشت که بر روی آن اصول هندسه اقلیدسی صادق خواهند بود. این نشان می‌دهد که هندسه اقلیدسی حالت خاصی از هندسه ریمانی است (حالتی که انحنای سطح صفر است).

www.IR-DL.com



شکل ۲-۲: فضای منحنی با انحنای مثبت، منفی و صفر

برای درک تفاوت این سه نوع فضا توجه کنید که در فضای مسطح (انحنای صفر) اندازه مجموع زوایای یک مثلث برابر ۱۸۰ درجه است، از هر نقطه‌ای در خارج یک خط تنها یک خط موازی می‌توان رسم کرد که خط اول را قطع نکند، کوتاهترین فاصله بین دو نقطه یک خط مستقیم است که آن دو نقطه را بهم وصل می‌کند و غیره.

در فضای با انحنای مثبت (مانند سطح یک کره) اندازه مجموع زوایای یک مثلث بیشتر از ۱۸۰ درجه است، از نقطه‌ای خارج یک خط هرگز نمی‌توان خطی موازی آن خط رسم کرد چرا که هر خط دیگری خط اول را قطع خواهد کرد، کوتاهترین فاصله بین دو نقطه یک خط منحنی است و غیره.

۱

در فضای با انحنای منفی (مانند سطح یک زین اسب) اندازه مجموع زوایای یک مثلث کمتر از ۱۸۰ درجه است، از نقطه‌ای واقع در خارج یک خط می‌توان بی‌نهایت خط رسم کرد که موازی خط اول باشند و غیره.

www.IR-DL.com

فیزیک امروز: تئوری کوانتوم

اواخر قرن نوزده مصادف بود با ایامی که دیدگاه اجزانگری[۱] شدیدا مورد توجه علم بود. این دیدگاه، دانشمندان فیزیک را تشویق می‌کرد تا در صدد کشف کوچکترین جزء مادهٔ بی‌جان باشند، همانطور که زیست‌شناس‌ها به دنبال کشف کوچکترین جزء حیات بودند. از اینرو، گروه اول سرگرم مطالعه اجزای اتم شدند و گروه دوم به اجزاء سلول پرداختند. کشف تئوری کوانتوم پیامد همین مطالعات بر روی ساختار و اجزا تشکیل دهنده اتم بود. به همین خاطر تئوری کوانتوم اساسا به دنیای داخل اتم تعلق دارد و اجزاء اتم و پدیده‌های مربوط به آنها را که اصطلاحا "پدیده‌های کوانتومی"[۲] نامیده می‌شوند مورد بررسی قرار می‌دهد. در طی یک قرن از آغاز ورود این تئوری به عرصه علم و تکنولوژی، کارآیی و صحت آن بطور مداوم مورد مداقه قرار گرفته است و تا امروز موردی پیش نیامده است که ما را به رد این تئوری تشویق نماید. کاربردهای عملی آن نیز خود را به شکل ترانزیستور، آی‌سی، لیزر، میکروسکوپ الکترونی، انرژی هسته‌ای و ... نشان داده‌است.

علیرغم تواناییها و کاربردهای عملی اثبات شده آن، این تئوری از همان آغاز برای بسیاری از متفکرین دردسرآفرین بوده است چرا که موضوعاتی را مطرح می‌کند که سازگاری چندانی با برداشت عادی ما از پدیده‌های اطرافمان ندارد. همین موضوع باعث شد که نیلز بوهر[۳] یکی از بنیانگذاران اصلی و معتقدین سرسخت تئوری کوانتوم چنین اظهار نظر کند: "اگر کسی بعد از خواندن تئوری کوانتوم دچار شوک نشود، این تئوری را درک ننموده است." هنوز هم فیزیکدانهایی هستند که تئوری کوانتوم را مورد انتقاد قرار می‌دهند و احساس ناخوشایند خود از این تئوری را پنهان نمی‌کنند.

از موارد جالبی که در تئوری کوانتوم با آن مواجه می‌شویم موضوع تجزیه مواد رادیواکتیو است

۱- reductionism ۲- quantum effects ۳- Niels Bohr

www.IR-DL.com

یک فرآیند غیرقابل پیش‌بینی و باصطلاح "راندُم"[۱] می‌باشد. این بدان معنی است که وقتی یک اتم رادیواکتیو (مثلا اورانیوم) را در نظر می‌گیریم نمی‌توان زمان دقیق تجزیه آنرا با قطعیت پیش‌بینی کرد چرا که ممکن است یک ثانیه بعد ویا یک سال دیگر اتفاق بیافتد. این عدم قطعیت[۲] در توضیح فرآیند رادیواکتیو در مورد تمام پدیده‌های دنیای اتم (یا پدیده‌های کوانتومی) صدق می‌کند و ضربه بزرگی است به فیزیک نیوتونی. یادآوری می‌شود که در فیزیک نیوتونی عدم قطعیت جایگاهی ندارد چرا که همه پدیده‌ها محاسبه‌پذیر و قابل پیش‌بینی هستند و ما اساسا با یک جهان محاسبه‌پذیر طرف هستیم. شایان ذکر است که وقتی مجموعه‌ای از تعداد بسیار زیادی از اتم‌های رادیواکتیو را در نظر می‌گیریم، فرآیند تجزیه آن مجموعه را می‌توان به کمک علم احتمالات با دقت بالایی توضیح داد و مثلا گفت که در فلان مدت نصف آن مجموعه تجزیه خواهد شد. به عبارت دیگر، هرچند می‌توان گفت که نصفی از اتم‌ها تجزیه خواهند شد ولی هرگز نخواهیم توانست بگوییم که کدامیک از اتم‌ها تجزیه خواهند شد.[۳]

قبلا تصور می‌شد که هر اتم ساختاری شبیه به منظومه شمسی دارد که الکترونها در مدارهای مشخص و ثابتی در اطراف هسته می‌چرخند. تئوری کوانتوم چنین برداشتی از اتم را منسوخ می‌کند. دیگر یک الکترون در یک مسیر مشخص و ثابت حرکت نمی‌کند و بلکه لحظه‌ای در یک نقطه و لحظه دیگر در نقطه دیگر قرار دارد. این غیرقابل پیش‌بینی بودن نه تنها در مورد الکترون بلکه تمام ذرات اتمی و حتی خود اتم صدق می‌کند. مثلا نمی‌توان بطور همزمان محل و مسیر حرکت یک اتم را با قطعیت پیش‌بینی کرد. در حقیقت، مقوله عدم‌قطعیت اساس تئوری کوانتوم را تشکیل می‌دهد.

۱ـ Random ۲ـ Uncertainty

۳ـ در فیزیک هسته‌ای، این مدت به نیمه‌عمر (half life) ماده رادیواکتیو مشهور است.

www.IR-DL.com

به خاطر همین عدم‌قطعیت است که پدیده‌های کوانتومی غیرقابل پیش‌بینی هستند. بنابراین، دیگر نمی‌توان گفت که اتفاق "آ" علتِ اتفاق "ب" است چرا که در دنیای کوانتوم می‌توان معلولی بدون علت داشت! به عبارت دیگر، مقولهٔ "علت و معلول" چندان جایگاهی در دنیای کوانتوم ندارد. با این اوصاف، به نظر می‌رسد که هیچ نظم و انضباطی هم نباید حاکم بر دنیای اتم باشد.

همین عدم‌قطعیت و امکان وجود معلول بدون علت موجب شد که انیشتین به مخالفت با تئوری کوانتوم برخیزد و اعلام دارد که دنیای بدون نظمی که تئوری کوانتوم ارائه می‌کند نمی‌تواند واقعیت داشته باشد و لذا اظهار داشت که "خدا طاس بازی نمی‌کند". از طرف دیگر، بوهر که اعتقاد عمیقی به صحت تئوری کوانتوم داشت، نظری مخالف انیشتین ابراز می‌نمود دال بر اینکه "بر دنیای اتم نیز نظم حاکم است لیکن نظمی خاص که ما به آن عادت نداریم". بحثی که توسط انیشتین و بوهر آغاز شد هنوز هم در فیزیک ادامه دارد. البته، روز به روز به موارد بحث اضافه شده‌است و موضوعات دیگری را نیز شامل گشته است و از جمله این موضوع که آیا می‌توان اتم را "چیز" به حساب آورد؟ تا آنجائیکه به برداشت عادی ما مربوط می‌شود لیوان "چیز" هست و چون هر لیوانی در نهایت از اتم‌ها ساخته شده است پس اتم هم باید "چیز" باشد. متاسفانه تئوری کوانتوم این توضیح را قبول ندارد چرا که هر "چیزی" دارای مکان مشخص و در صورت حرکت مسیر مشخصی است. لیکن نمی‌توان بطور همزمان هم محل و هم حرکت اتم را با قطعیت تعیین کرد.

برطبق اصل عدم‌قطعیت هایزنبرگ[۱] که یکی از اصول بنیادی تئوری کوانتوم را تشکیل می‌دهد، هرگز نمی‌توان بطور همزمان هم سرعت و هم موقعیت (محل) یک ذره کوانتومی را با قطعیت تعیین نمود. هرقدر دقت ما در تعیین محل بیشتر باشد، خطای ما در تعیین سرعت نیز

۱ـ Heisenberg's Uncertainty Principle

www.IR-DL.com

بیشتر خواهد بود و برعکس. لذا در هر لحظه تنها می‌توان یکی از دو مشخصه مکان و سرعت یک ذره کوانتومی و از جمله اتم را تعیین نمود. می‌توان پرسید که فلان اتم کجاست و جواب خیلی دقیقی نیز داد. همچنین می‌توان جواب دقیقی به سئوالی مانند "سرعت فلان اتم چقدر است؟" داد. لیکن پرسشی مانند "فلان اتم کجاست و در آن نقطه چه سرعتی دارد؟" پاسخی ندارد. با این برداشت، نمی‌توان یک اتم را "چیز" دانست. از نظر انیشتین اتم یک "چیز" است ولی از دیدگاه بوهر اتم یک "چیز" نیست مگر آنکه مورد مشاهده قرار بگیرد و تا وقتی که مورد مشاهده قرار نگرفته است تنها یک شبح خواهد بود و دیگر هیچ. نه تنها عمل مشاهده موجب می‌شود تا یک اتم (یا هر ذره کوانتومی دیگر) تبدیل به یک "چیز" بشود، بلکه این مشاهده‌کننده است که تصمیم می‌گیرد مکان اتم را تعیین کند یا حرکت آنرا مشخص نماید.

پذیرفتن چنین تفکری در زندگی روزمره چندان راحت نیست. جای شک نیست که یک میز یا یک لیوان چه ما آنرا مشاهده کنیم و چه نکنیم به عنوان یک "چیز" وجود دارد. به نظر می‌آید که مشاهده ما تنها گوشه‌ای از واقعیتی مانند اتم را به ما نشان می‌دهد، نه اینکه آن واقعیت را به وجود بیاورد. همین الان کتاب‌های قفسه پشت سر من وجود دارند حال آنکه من آنها را مشاهده نمی‌کنم. این جهان با کهکشانها و سیارات آن قبل از پیدایش انسان برروی کره زمین موجود بوده‌اند و بعد از انقراض نسل بشر نیز ممکن است تا مدت‌ها وجود داشته باشند. حال، سئوال این است که چطور می‌شود که مجموعه‌ای از اتم‌ها که به تنهایی "چیز" نیستند یک "چیز" مانند مداد را به وجود می‌آورند. این مشابه مثال ماده رادیواکتیو است که چطور می‌شود تجزیه یک اتم غیرقابل پیش‌بینی است ولی تجزیه مجموعه اتم‌ها قابل پیش‌بینی است؟ چه کیفیت ویژه‌ای در ناظر (مثلا انسان) وجود دارد که می‌تواند از مجموعه چند موجود شبح‌گونه‌ای که "چیز" نیستند تولید یک "چیز" بنماید؟ بطور خلاصه، ادعاهای تئوری کوانتوم مبنی بر "چیز" نبودن اتم‌ها، سازگاری چندانی با واقعیت ملموسی که من و شما داریم ندارند.

موضوع دیگری که بعضی از فیزیکدان‌ها و خصوصا انیشتین را به مخالفت با تئوری کوانتوم

www.IR-DL.com

وامی‌داشت (و هنوز هم وامی‌دارد) موضوع سرعت انتقال اطلاعات است. تئوری کوانتوم معتقد است که می‌شود اطلاعات را با سرعتی بالاتر از سرعت نور انتقال داد، حال آنکه طبق تئوری نسبیت هیچ چیز (حتی اطلاعات) نمی‌تواند سریعتر از نور حرکت کند. همین مطلب ناسازگاری دو تئوری اساسی فیزیک جدید (یعنی نسبیت و کوانتوم) را مطرح می‌کند. این ناسازگاری به حدی است که گاه آنها را به آب و روغن تشبیه می‌کنند.

انیشتین و دو تن از همفکرانش به منظور رد کردن امکان انتقال اطلاعات با سرعتی بالاتر از سرعت نور معمایی مطرح کردند که به معمای EPR[۱] مشهور شد. این معما را بطور بسیار خلاصه می‌توان چنین توضیح داد. دو الکترون را به طریقی به هم مربوط می‌کنند[۲] که این عمل در آزمایشگاه کاملا مقدور است. حال، فرض کنید که آنها را از هم جدا کنیم و یکی را در همینجا باقی بگذاریم و دیگری را به یک کهکشان دیگر ببریم. بر طبق تئوری کوانتوم، اگر اتفاقی بر سر یکی از این دو الکترون بیاید، الکترون دیگر "بلافاصله" متوجه خواهد شد. کلمه بلافاصله بدان معنی است که اطلاعات از یک الکترون به الکترون دیگر با سرعتی برابر بی‌نهایت انتقال خواهد یافت. اینجاست که انیشتین و دو همکارش به مخالفت برمی‌خیزند چرا که چون طبق تئوری نسبیت هیچ چیز نمی‌تواند سریعتر از نور حرکت کند، بنابراین هر اتفاقی بر سر یک الکترون بیاید باید چندین سال طول بکشد تا به الکترون دیگر برسد. ناسازگاریِ دو تئوری نسبیت و کوانتوم و اختلاف مهم آنها در همین چندین سال است.

معمای فوق بحث بین بوهر و انیشتین را شدت بخشید. بوهر در پاسخ به آن اظهار داشت که انیشتین و همفکرانش دو فوتون فوق را به دلیل فاصله زیادی که در بین آنهاست، مستقل از هم در نظر می‌گیرند، حال آنکه "مجموعه این دو فوتون" تشکیل یک "سیستم واحد" را می‌دهند و تا

۱ـ Einstein-Podolski-Rosen

۲ـ دو الکترون طوری انتخاب می‌شوند که مجموع اسپین (spin) آنها برابر صفر باشد. برای این کار کافی است که اسپین یکی از آنها در جهت عقربه ساعت و دیگری در خلاف آن باشد.

www.IR-DL.com

وقتی که ما دخالت نکرده‌ایم (مثلا اسپین[۱]) یکی از آنها را اندازه نگرفته‌ایم) این مجموعه به همان حالت باقی خواهد ماند. به عبارت دیگر، انیشتین در بررسی این دو الکترون، دیدگاه اجزانگری را بکار می‌گیرد. در صورتیکه بوهر به این قضیه و تمام پدیده‌های جهان با دیدگاه کل‌نگری[۲] می‌نگرد. از نظر بوهر ما مجاز نیستیم که جهان را مجموعه اجزاء مستقل از هم در نظر بگیریم بلکه جهان باید یک "مجموعه واحد" در نظر گرفته شود که تمام اجزاء آن به همدیگر وابسته‌اند. این بحث ادامه داشت تا آنکه طی چندین آزمایش دقیق درستی نظرات بوهر تایید شد و بدین ترتیب پایه‌های تئوری کوانتوم محکم‌تر گشت.

مطالعه و بررسی اجزاء کوچک ماده به منظور درک ساختار جهان، ناشی از اعتقاد به فلسفه اجزانگری دیدگاه مکانیکی است. در اینکه این برخورد اطلاعات گرانقیمتی را به ما هدیه کرده است و می‌کند جای شک نیست ولی باید تاکید کرد که این اطلاعات نمی‌توانند تمام واقعیت را بیان کنند وگاه حتی منجر به برداشتی نادرست و گمراه‌کننده از واقعیت می‌شوند. مگر می‌شود با شناختن اجزاء یک سلول (که در نهایت اتم‌ها هستند)، سلول را توصیف کرد؟ مگر می‌شود با درک نقطه‌های یک عکس موضوع یک تصویر را بیان نمود؟ مگر می‌شود با دانستن حروف یک کتاب موضوع کتاب را حدس زد؟ زندگی یا موضوع عکس و کتاب چیزی است ماورای اجزاء تشکیل‌دهنده آنها و به دنیایی ماورای دنیای آن اجزاء تعلق دارد. این مفاهیم تنها با برخورد کل‌نگری قابل توجیه و توصیف هستند، یعنی همان برخوردی که یکی از پایه‌های فلسفی تئوری کوانتوم را تشکیل می‌دهد.

شایان ذکر است که وقتی یک فیزیکدان کوانتوم می‌گوید "پروتون از سه کوارک ساخته شده است"، منظوری متفاوت از مثلا یک زیست‌شناس دارد که می‌گوید "موجودات زنده از سلول ساخته شده‌اند". یک زیست‌شناس اعتقاد دارد که می‌تواند با جدا کردن سلولی از کبد و مطالعه

۱ـ Spin ۲ـ Holism

www.IR-DL.com

آن در زیر میکروسکوپ به عملکرد کبد پی‌ببرد. یک فیزیکدان چنان برداشتی از دنیای کوانتوم ندارد چرا که می‌داند قرار گرفتن سه کوارک در کنار همدیگر همیشه منجر به تولید یک پروتون نمی‌شود، همانطور که در کنار هم قرار گرفتن حروف همیشه منجر به ایجاد یک کلمه معنی‌دار نمی‌گردد.

از موارد دیگری که تئوری کوانتوم ابراز می‌دارد ولی درک آن چندان راحت نیست، موضوع دوگانگی ذره–موج اجزاء کوانتومی (مانند الکترون، پروتون، فوتون و غیره) است. اینکه یک فوتون هم ذره باشد و هم موج به نظر عجیب می‌رسد چرا که ذره به موجودی اطلاق می‌شود که در نقطه‌ای از فضا متمرکز باشد و حال آنکه موج در گستره‌ای از فضا پخش است. چطور می‌شود که یک الکترون هم در فضا متمرکز باشد و هم پخش؟[1] به اعتقاد فیزیک کوانتوم، اینکه یک فوتون کدامیک از دو خصیصه فوق را از خود بروز می‌دهد بستگی به ما (ناظر) دارد. ما هر کدام را بخواهیم همان را نشان خواهد داد. به زبان دیگر، اجزاء کوانتومی با ساز ما (ناظر) می‌رقصند.

آزمایش مشهوری در فیزیک است که به آزمایش "شیار نور" معروف است که بطور خلاصه چنین است. در محل تاریکی، دو پرده موازی را در برابر یک منبع نور (یا منبع الکترون) قرار می‌دهیم. ابتدا یک شیار باریکی را در پرده اول که نزدیک منبع هست ایجاد می‌کنیم و عبور نور (یا الکترون) را از آن مورد مشاهده قرار می‌دهیم. یک نوار روشن را بر روی پرده دوم ملاحظه خواهیم کرد. لیکن، اگر شیار خیلی باریک باشد، هیچ چیز بر روی پرده دوم مشاهده نخواهد شد

۱ـ وقتی راجع به خصیصه موجی مثلا الکترون صحبت می‌شود واقعا بدان معنی نیست که یک الکترون در گستره‌ای از فضا پخش شده است بلکه منظور آنست که می‌توان در گستره‌ای از فضا به دنبال آن بود. در حقیقت موج کوانتوم موج مادی و فیزیکی نیست بلکه عبارتست از موج اطلاعات و آگاهی. به عبارت دیگر وقتی در مورد موج کوانتوم صحبت می‌شود منظور موج احتمال است که احتمال یافتن یک الکترون را در گستره خاصی از فضا بیان می‌کند. همین احتمال است که بحث غیرقابل پیش‌بینی و محاسبه‌ناپذیر بودن پدیده‌های کوانتومی و مقوله عدم‌قطعیت را وارد تئوری کوانتوم می‌کند.

www.IR-DL.com

که این برخلاف انتظار است چرا که این بار انتظار می‌رود نوار نورانی بسیار باریکی را ببینیم. البته این یک انتظار بی‌موردی هم نیست چرا که اگر فرض کنیم که نور از ذرات فوتون تشکیل شده باشد هرقدر هم که شیار باریک باشد باید تعدادی فوتون از شیار عبور کنند و یک نوار روشنِ هرچند بسیار باریک را بر روی پرده دوم ایجاد کنند. اوضاع مبهم‌تر می‌شود اگر بر روی پرده اول به جای یک شیار دو شیار خیلی باریک داشته باشیم. آنچه در این حالت مشاهده خواهیم کرد نه هیچ و نه دو نوار نورانی خواهد بود بلکه تعداد بسیار زیادی نوارهای روشن و تاریک را بر روی پرده خواهیم دید. اینکه چطور ذرات فوتون چنین تصویری می‌آفرینند قابل توجیه نیست. این پدیده تنها وقتی قابل توضیح خواهد بود که فوتون (یا الکترون) را موج فرض کنیم چرا که تجربه نشان می‌دهد که دو موج می‌توانند باهم تداخل داشته باشند و در بعضی جاها همدیگر را تقویت و در جاهای دیگر تضعیف نمایند. بر روی پرده، جاهایی که دو موج نور همدیگر را تقویت می‌کنند بصورت نوار روشن و جاهایی که همدیگر را تضعیف می‌کنند بصورت نوارهای تاریک دیده می‌شوند. اینکه در حالت یک شیارِ بسیار باریک هم هیچ چیز بر روی پرده مشاهده نمی‌شود بدان دلیل است که دیواره‌های شیار موجب پراکندگی موج می‌شوند و لذا هیچ نوار روشن یک‌پارچه‌ای بر روی پرده دوم شکل نمی‌گیرد.

این آزمایش دو مطلب را نشان می‌دهد. اول آنکه یک فوتون یا الکترون هم ذره است و هم موج. اگر درک این مطلب مشکل است آنرا می‌توان به شکلی دیگر بیان کرد و گفت که یک فوتون یا الکترون می‌تواند هم رفتاری ذره‌گونه و هم رفتاری موج‌گونه داشته باشد. مطلب دیگر آنکه هر کدام از این دو خصیصه را بر طبق میل ما (ناظر) از خودش بروز می‌دهد. اگر ناظر بخواهد موج باشد چنان خواهد کرد و اگر بخواهد ذره باشد باز هم چنان خواهد کرد. بطور خلاصه، فوتون یا الکترون با ساز ما خواهد رقصید. البته تنها دو نوع رقص بلد است که برای هر کدام نیز ساز مخصوصش را می‌طلبد. ناظر نمی‌تواند یک شیار قرار دهد و از الکترون بخواهد رفتار موج‌گونه‌اش را نشان دهد.

www.IR-DL.com

طبق تئوری کوانتوم، تمام موجودات کوانتومی (شامل پروتون، کوارک، نوترون و ...) و حتی خود اتم دارای دو خصیصه ذره‌ای و موجی هستند و هر خصیصه‌ای مکمل خصیصه دیگر است. این مطلب یکی از اصول مشهور تئوری کوانتوم را تشکیل می‌دهد و به "اصل مکمل"[۱] بوهر معروف است و از فلسفه یین-ینگ[۲] چین اقتباس شده است.در این فلسفه، هر خصیصه‌ای اطلاعاتی را در خود دارد که خصیصه مکملش فاقد آنست. طبق این اصل، موجودیت فوتون یا هر موجود کوانتومی دیگر وقتی معنا پیدا می‌کند که هر دو خصیصه را باهم در نظر بگیریم. موقعی که تنها برروی یک خصیصه تمرکز می‌کنیم از وحدانیت به دور می‌افتیم چرا که از نیمه دیگر اطلاعات که ذاتا در خصیصه مکمل آن وجود دارد چشم‌پوشی می‌کنیم.

این درست مثل فرآیند تنفس است که وقتی معنی می‌یابد که هم دم و هم بازدم را در نظر بگیریم. تنفس فقط دم یا فقط بازدم نیست. هرکدام از اینها حاوی نیمی از اطلاعات در مورد واقعیتی بنام تنفس هستند و یکی دیگری را تکمیل می‌کند. هر واقعیت جهان ملموس ما شامل دو قطب به ظاهر متضاد یین و ینگ است ولی نه یینِ تنها و نه ینگِ تنها می‌تواند یک واقعیت را تعریف کند بلکه یین و ینگ هر دو باهم به واقعیت‌ها موجودیت می‌بخشند. واقعیتی مانند تنفس نه دمِ تنهاست و نه بازدمِ تنها، بلکه هم دم است و هم بازدم. به همین منوال، شب بدون روز بی‌معنی است و حیات وقتی معنا می‌یابد که هم شب و هم روز هر دو باشند. نور نیز بدون ظلمت معنا ندارد. خوبی و بدی، سخت‌افزار و نرم‌افزار کامپیوتر، موضوع یک عکس و مجموعه نقطه‌های تشکیل دهنده آن، زمینه نقاشی و موضوع اصلی، مفهوم یک کلمه و حروف تشکیل دهنده آن، جسم و ذهن، و غیره همگی شواهدی بر صحت اصل مکمل هستند. با این برداشت، خصیصه ذره‌ای فوتون مترادف است با حروف یا سخت‌افزار و خصیصه موجی آن مترادف است با مفهوم یا نرم‌افزار.

۱- Complementarity Principle ۲- Yin-Yang

www.IR-DL.com

همانطوریکه در آزمایش دو-شیار نور ملاحظه گردید، اگر به دنبال اندازه‌گیری یک فرآیند کوانتومی باشیم ناگزیریم که از ابزار و وسایلی استفاده نماییم که خود این ابزار از اتم‌ها تشکیل شده‌اند ولی هر یک از آنها اندازه‌ای بسیار بزرگتر از اتم دارد. این نشان می‌دهد که برای درک واقعیت دنیای کوانتوم (مثلا اندازه یک پروتون) نیاز به واقعیت‌های دنیای بزرگتر (مثلا لوازم اندازه‌گیری) داریم. یادآوری می‌شود که واقعیت‌های کوانتومی محاسبه‌ناپذیر و غیرقابل پیش‌بینی هستند حال آنکه واقعیت‌های دنیای بزرگ محاسبه‌پذیر و قابل پیش‌بینی‌اند. در مطالعه و بررسی واقعیت‌های کوانتومی دیدگاه کل‌نگری رل غالب را دارد حال آنکه واقعیت‌های دنیای بزرگ را می‌توان با دیدگاه اجزانگری بررسی نمود. واقعیت‌های کوانتومی پیرو نظم خاصی هستند که متفاوت از نظم علت و معلولی حاکم بر واقعیت‌های دنیای بزرگ است. این موارد همگی حکایت از آن دارند که ظاهرا این دو واقعیت چندان باهم سازگار نیستند و بلکه در دو قطب متضاد قرار دارند. موجودیت و تضاد این دو واقعیت ما را تشویق می‌کند که در این مورد نیز اصل مکمل بوهر را بکار بگیریم، بدان معنی که واقعیت‌های کوانتومی و واقعیت‌های دنیای بزرگ را مکمل هم بدانیم چراکه هیچکدام از این دو واقعیت بدون دیگری معنی ندارد و هرکدام تنها نیمی از اطلاعات را در بر می‌گیرد.

این همان دیدگاه کل‌نگری است که جهان و پدیده‌هایش را یک کل تقسیم‌ناپذیر می‌داند، جهانی که در آن مشاهده‌کننده جدای از آنچه مورد مشاهده قرار می‌دهد نیست. یک وسیله اندازه‌گیری نیز جدای از آنچه که اندازه گرفته می‌شود نیست. بطور کلی، ناظر جدای از پدیده‌ها یا رویدادها نیست بلکه خود قسمتی از همان پدیده‌هاست. اگر در تئوری نیوتون و فیزیک قدیم (کلاسیک) جهان به ساعتی تشبیه می‌شود که کارش مستقل از حضور ناظر است، در تئوری کوانتوم و فیزیک جدید ناظر قسمتی از جهان و فرآیندهای آنرا تشکیل می‌دهد. واقعیت‌های کوانتومی را من و شما (یعنی واقعیت‌های دنیای بزرگ) تعیین می‌کنیم و خود ما نیز مجموعهٔ واقعیت‌های کوانتومی هستیم! مشابه بحث مرغ و تخم‌مرغ و اینکه کدامیک قبل از دیگری

www.IR-DL.com

وجود داشته است، پرسشی که اینجا مطرح می‌شود این است که کدام واقعیت قبل از دیگری به وقوع پیوسته است یا کدامیک علت و کدام معلول است؟ واقعیت دنیای کوانتومی یا واقعیت دنیای بزرگ؟ چگونه دنیای بزرگ (آنچه که در زندگی روزمره با آن سروکار داریم) واقعیت دنیایی را تعیین می‌کند که خود از آن ساخته شده است؟ توجه کنید که این سئوال ما را وارد بحث علت و معلول می‌کند. بنابراین، زمانی این بحث معنی‌دار خواهد بود که نظم علت و معلولی را قابل اعمال به تمام واقعیت‌ها بدانیم که درست نیست چرا که چنان نظمی در مورد پدیده‌های کوانتومی صدق نمی‌کند. همانطور که بررسی بین مستقل از بنگ تصویر ناقصی از واقعیت به دست می‌دهد، در جدا کردن دنیای کوانتوم از دنیای بزرگ نیز مرتکب خطای زیادی خواهیم شد. به قول هرمان هسه: "واقعیت شامل مجموعه حقایق و ضدحقایق است. در مقابل هر حقیقتی یک ضدحقیقت وجود دارد که آن نیز به نوبه خود یک حقیقت است. وقتی تنها حقیقت یا ضدحقیقت را در نظر می‌گیریم فقط نیمی از واقعیت در برگرفته می‌شود که از کمال و وحدانیت بی‌بهره است."

شاید مهمترین پرسش این باشد که چگونه فرآیند مشاهده توسط یک ناظر مجموعه‌ای از واقعیت‌های محتمل کوانتومی را به یک واقعیت ملموس فیزیکی تبدیل می‌کند؟ چه چیزی در فرآیند اندازه‌گیری یا مشاهده هست که موجب می‌شود واقعیت ملموسی شکل گیرد؟ این پرسش چندین دهه است که فیزیکدانها و فیلسوفها را به خود مشغول کرده است. شرودینگر که یکی دیگر از بنیانگذاران تئوری کوانتوم است با مطرح کردن مثال خاصی که به مثال "گربه شرودینگر"[1] مشهور شده است، موضوع مشاهده و اندازه‌گیری را مورد توجه قرار داده است. این مثال را بصورت ساده چنین می‌توان بیان کرد. مقداری سم در داخل جعبه کوچکی که درب آن کاملا بسته است قرار دارد. سویچی قفل این درب را کنترل می‌کند و خود این سویچ وقتی عمل می‌کند که یک ماده رادیواکتیو تجزیه شود. حال این جعبه را به همراه یک گربهٔ فرضی و ماده

۱ـ Schroedinger's Cat

www.IR-DL.com

رادیواکتیو در داخل اتاقکی که هیچ پنجره‌ای ندارد قرار می‌دهیم. تا وقتی درب اتاقک بسته باشد، نخواهیم دانست که گربه زنده است یا مرده. چون احتمال تجزیه ماده رادیواکتیو پنجاه درصد است، بنابراین پنجاه درصد احتمال دارد که سویچ عمل کرده باشد، سم آزاد شده و گربه مرده باشد. به عبارت دیگر، به احتمال پنجاه درصد ممکن است گربه مرده باشد و باز به احتمال پنجاه درصد ممکن است که گربه زنده مانده باشد. ما (یا ناظر) فقط وقتی از سرنوشت گربه خبردار خواهیم شد که درب اتاقک را باز کنیم. از نظر ناظر، مادامی که فرآیند مشاهده انجام نگرفته است، گربه در یک حالت شبح‌گونهٔ زنده–مرده قرار دارد. تا آنجائیکه به تئوری کوانتوم مربوط می‌شود، این عملِ "مشاهده" است که تکلیف گربه را تعیین می‌کند و وی را از حالت شبح‌گونه زنده–مرده به یک موجود زنده یا مرده تبدیل می‌نماید.[۱] به نظر مسخره می‌آید که موجودی در یک حالت شبح‌گونهٔ زنده–مرده قرار داشته باشد. راستی، اگر یک انسان را به جای گربه در محفظه فوق قرار دهیم چه احساسی خواهد داشت. من که الان دارم این کتاب را می‌نویسم و یا شما که دارید می‌خوانید احساس زنده بودن داریم. احساس شخصِ درونِ محفظه، قبل از آنکه مورد مشاهده قرار گیرد چگونه خواهد بود؟

برخی از فیزیکدانها که در راس آنها ویگنر[۲] قرار دارد اعتقاد دارند که آنچه موجب واقعیت یافتن یکی از دو حالت در پیِ فرآیند "مشاهده" می‌شود، ذهن انسان است، هرچند که هنوز تعریف درستی از ذهن ارائه نشده است. از دیدگاه این عده، این ذهن انسان است که موجب می‌شود تا حالت شبح‌گونهٔ زنده–مرده تبدیل به یک واقعیت ملموس فیزیکی مانند زنده یا مرده گردد. به همین ترتیب، این ذهن انسان است که حالت شبح‌گونهٔ ذره–موج یک الکترون را به یکی از دو حالت واقعی ذره یا موج تبدیل می‌کند.

۱ـ به زبان فیزیک جدید، این فرآیند مشاهده است که موج‌کوانتوم (Quantum Wave) را از حالت موج‌بودن ساقط می‌کند و به یک واقعیت فیزیکی شکل می‌دهد. این اتفاق را اصطلاحا "سقوط موج‌کوانتوم" (Wavefunction Collapse) می‌نامند.

۲– Eugene Wigner

www.IR-DL.com

علم امروز وجود ذهن را در عین اینکه آنرا یک "چیز" به حساب نمی‌آورد، قبول دارد. رابطه بین ذهن و بدن را مشابه رابطه بین نرم‌افزار و سخت‌افزار یک کامپیوتر تعبیر می‌کند. در مقایسه با دنیای جسم که شامل "چیزهایی" می‌شود که فضا را اشغال می‌کنند و حجم، جرم و بار الکتریکی دارند، دنیای ذهن تنها شامل فکر می‌گردد که نه فضا را اشغال می‌کند و نه حجم و جرم دارد. البته، مانند ماده که تغییر می‌یابد و با مواد دیگر همکنش دارد، فکر نیز می‌تواند تغییر یابد و یا با افکار دیگر همکنش داشته باشد. لیکن دنیای جسم ملموس و قابل مشاهده است و حال آنکه دنیای ذهن غیرقابل مشاهده است. اینکه دو دنیای ذهن و ماده را جدای از هم فرض می‌کنیم و هر یک را جداگانه مورد مطالعه قرار می‌دهیم، ناشی از دیدگاه اجزانگری است. واقعیت این است که این دو دنیای به ظاهر مجزا و متفاوت دو روی یک سکه را تشکیل می‌دهند، چرا که یک همکنش مداوم بین آنها در جریان است.

تا امروز فیزیک بیشتر بر روی ماده و جسم تمرکز داشته است و بررسی ذهن به روانشناسی حواله گردیده است. همانطور که اشاره شد در فیزیک نیوتونی ناظر و ذهن وی هیچ رلی ندارند و اعتقاد بر آنست که اتفاقات جهان چه با ناظر و چه بدون وی همان خواهند بود. لیکن، تئوری کوانتوم ناظر و ذهن وی را وارد فیزیک می‌کند و در برخوردی که با پدیده‌ها دارد ناظر را قسمتی از پدیده به حساب می‌آورد. یادآوری می‌شود که در تئوری نسبیت نیز ناظر رل اساسی دارد ولی بعد از تئوری کوانتوم است که مقوله شعور[۱] (که ذهن[۲] به آن ارتباط داده می‌شود) وارد فیزیک جدید می‌شود.[۳]

۱

۱ـ Consciousness ۲ـ Mind

۳ـ به غیر از تئوری کوانتوم، مبحث دیگری که به مقولهٔ شعور می‌پردازد و آنرا قسمتی از واقعیت جهان می‌بیند عرفان است. گفتنی است که اشتراک بسیار زیادی بین عرفان شرق و فیزیک مدرن (بخصوص تئوری کوانتوم) وجود دارد. این موضوع را در کتاب "یک" بیشتر توضیح داده‌ام. در همان کتاب، تئوری شعور برای اولین بار معرفی شده است و بحث مفصلی در مورد ذهن دارد.

www.IR-DL.com

موضوع دیگری که در اینجا قابل طرح است این است که وقتی در پی فرآیند مشاهده یکی از دو حالت زنده و مرده واقعیت فیزیکی می‌پذیرد چه بر سر حالت دیگر می‌آید؟ فرض کنید که در همان مثال گربه شرودینگر، ناظری دریچه را باز می‌کند و گربه را مرده می‌یابد. البته پنجاه درصد هم احتمال دارد که گربه را زنده بیابد. یادمان باشد که تا قبل از باز کردن دریچه، احتمال وقوع هر دو حالت به یک اندازه بود. ولی می‌دانیم که در پی مشاهده تنها یکی از این دو حالت به وقوع خواهد پیوست: زنده یا مرده. پس چه بر سر حالت دیگر می‌آید؟ متاسفانه پاسخ به این سئوال چندان ساده نیست. یک پاسخِ ممکن اینست که در پی فرآیند مشاهده هر دو حالت واقعا به وقوع می‌پیوندند. این پدیده را می‌توان چنین توضیح داد: درست در لحظه مشاهده، جهان و ناظر به دو جهان و دو ناظر تبدیل می‌شوند. هر کدام از ناظرها در یک جهان قرار می‌گیرد و دو جهان فوق مستقل از هم ولی به موازات هم ادامه می‌دهند. در یکی از این جهان‌ها یک ناظر خوشحال و یک گربه زنده وجود دارند و در جهان موازی آن ناظر غمگین و گربه مرده! هر دو جهان به یک اندازه واقعیت دارند و هیچکدام واقعی‌تر از دیگری نیست. این بدان معنی است که از لحظه مشاهده به آنطرف شمای مشاهده کننده نیز در دو جهان موازی بطور همزمان حضور خواهید داشت. به نظر عجیب می‌آید، نه؟

فرض کنیم من بعد از مشاهده متوجه شوم که گربه زنده است. با توجه به فرضیه جهان‌های موازی، در همان لحظه یک من دیگر نیز بوجود می‌آید که در جهانی موازی با من و گربه زنده زندگی می‌کند که در آن گربه مرده است.پس چرا منِ دیگرم را نمی‌بینم؟ جواب این است که به آن جهان و منِ‌دیگرم دسترسی ندارم و همینطور آن جهان به منِ اینجا. به عبارت دیگر، جهان‌های موازی مستقل از هم هستند. این قضیه مثل دو شاخه شدن تنه درخت است و اینکه شاخه‌ها بعد از دو شاخه شدن کاملا مستقل از هم هستند. آیا می‌توان از جهانی به جهان‌های موازی‌اش رفت؟ پاسخ مثبت است البته اگر بشود در زمان به عقب رفت!

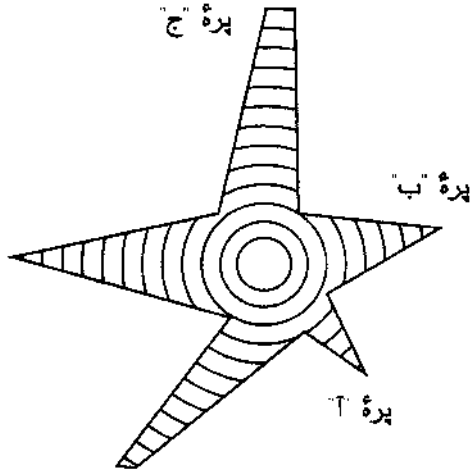
www.IR-DL.com

اولین بار، نظریه "جهان‌های موازی"[۱] توسط فیزیکدانی بنام ایورت[۲] در سال ۱۹۵۷ ارائه شد. بر طبق این نظریه تمام احتمالات ممکن واقعا اتفاق می‌افتند لیکن هرکدام در یکی از جهان‌های موازی. اگر نظریه جهان‌های موازی درست باشد بدان معنی است که در همین لحظه میلیاردها من وجود دارند که بطور موازی با منی که دارم این کتاب را می‌نویسم زندگی می‌کنند. البته در بعضی از این جهان‌ها من مرده‌ام، در بعضی در حال مردن هستم، در بعضی چند سال دیگر خواهم مرد و .... این جهان‌ها کجا هستند؟

جواب این است که آنها که خیلی شبیه به جهان ما هستند خیلی نزدیک به ما قرار دارند ولی آنها که خیلی متفاوتند بسیار از جهان ما دورند. بنابراین میلیون‌ها جهان موازی ما در چند سانتی‌متری ما وجود دارند و میلیاردها جهان دیگر نیز بسیار دور، درست مشابه شاخه‌ها یا ریشه یک درخت. بنابراین جهانی وجود دارد که در آن چنگیز وجود نداشته است، جهانی وجود دارد که در آن من و بعضی از شما در ایران زندگی نمی‌کنیم. جهانی وجود دارد که در آن شما در جنگ ایران-عراق کشته شده‌اید. تجسم دنیایی که در آن متولد نشده‌اید یا مرده‌اید باید بسیار جالب باشد و همینطور جهانی که در آن امیرکبیر به قتل نرسیده است، یا جهان فاقد سلسله‌های صفوی و قاجار. صرفنظر از وجود من و شما که تنها چند ده سالی است که در جهان هستیم، آن جهان‌های موازی که در آغاز پیدایش جهان منشعب شده‌اند و خصوصا آنها که زیاد باهم متفاوت بوده‌اند (مثلا آنهاییکه در آنها هیدروژن تولید نشد ویا آنهایی که در آنها هیدروژن وجود دارد ولی دوتریوم بوجود نیامد) باید فوق‌العاده متفاوت از جهان ما باشند که اصلا قابل تصور برای ما نخواهد بود. بعضی از آن جهان‌ها هرگز نمی‌توانند شرایط مناسبی برای زندگی داشته باشند و لذا موجودی بنام انسان نمی‌تواند در آنها حضور داشته‌باشد. در بعضی دیگر باید موجوداتی باشند لیکن بسیار متفاوت از انسان (مثلا سه چشم).

۱- Parallel Universes ۲- Hugh Everett

www.IR-DL.com



شکل ۳-۲: حرکت موج آب بر روی سطح آب حوضی به شکل یک ستاره

با مثال ساده‌ای درک این موضوع راحت‌تر خواهد شد. یک حوض را که به شکل ستاره است در نظر بگیرید. شکل ۳-۲ این حوض را از بالا نشان می‌دهد. ملاحظه می‌کنید که اندازه و شکل پره‌ها باهم متفاوتند. فرض کنید که این حوض پر از آب باشد. حال در مرکز این حوض موجی تولید می‌کنیم (مثلا با وارد کردن یک ضربه از بالا). موجی دایره‌ای بر سطح آب تشکیل می‌شود و رفته رفته بزرگتر می‌گردد و به طرف محیط یا کناره‌های حوض حرکت می‌کند. هرچند این موج یک موجود واحد است ولی وقتی به پره‌ها می‌رسد تکه‌تکه می‌شود و هر تکه به یکی از پره‌ها وارد می‌شود و به حرکت خود در امتداد نوک پره ادامه می‌دهد. در این حالت، هر تکه مجزای از تکه های دیگر خواهد بود و تا آنجاییکه به دنیای دو بُعدی سطح آب مربوط می‌شود هیچ دسترسی به دیگر تکه‌ها نخواهد داشت. اگر هرکدام از این پره‌ها را به یک جهان تشبیه کنیم، این جهان‌ها مجزای از همدیگر خواهند بود و بسته به شکل هر پره هر تکهٔ موج در جهان خودش تجربیات متفاوتی نسبت به تکه‌های دیگر خواهد داشت. مثلا عمر تکه موجی که در پره "آ" قرار دارد، خیلی کوتاه است (چون طول پره کوتاه است)، عمر تکه موج واقع در پره "ب"

www.IR-DL.com

نسبتا طولانی است و اندازه این تکه درشت‌تر است. تجربیات تکه موج "ج" متفاوت از بقیه تکه‌هاست چرا که شکل دنیای وی بسیار متفاوت است. نکته دیگر اینکه اگر یک تکه بخواهد از تجربیات تکه‌های دیگر که زمانی یک موج واحد را تشکیل می‌دادند آگاه گردد باید در خلاف جهت حرکت موج سیر کند (در زمان به عقب برگردد). نکته مهم‌تر اینکه هرچند این تکه‌ها در دنیای دو بعدی سطح آب جدای از هم هستند ولی در عمق آب (یعنی بعد سوم) کاملا بهمدیگر مرتبطند و تشکیل یک موج واحد را می‌دهند.

بحث بالا نشان می‌دهد که تئوری کوانتوم برداشتی را که ما از واقعیت داریم و به آن عادت کرده‌ایم تغییر می‌دهد. متاسفانه زبانی که انسان برای مکالمات روزمره‌اش بکار می‌گیرد توانایی بیان آنچه را که تئوری کوانتوم ارائه می‌کند ندارد. تنها وقتی می‌توان ایده‌هایی اینچنین ناآشنا را درک کرد که از زبان ریاضی استفاده نماییم. ریاضی زبانی است که علم می‌تواند به کمک آن موقعیت‌ها و پدیده‌هایی را توضیح دهد که ماورای پذیرش ذهن معمولی است. به همین دلیل، اکثر فیزیک به زبان ریاضی است. این کتاب هم برای کسانی نوشته می‌شود که اکثریت آنها ممکن است چندان آشنایی با زبان ریاضی نداشته باشند. هدف من تنها آشنا کردن خواننده با آن قسمت از تئوری کوانتوم است که ضمن مرتبط بودن به موضوع این کتاب، قابل بیان به زبان مکالمه‌ای ماست.

فیزیک امروز: نسبیت بعلاوهٔ کوانتوم

فیزیک کلاسیک یا فیزیک نیوتونی بر اساس تئوری نیوتون و دیدگاه مکانیکی وی شکل گرفته است. با ورود تئوری‌های کوانتوم و نسبیت به عرصه فیزیک و آشکار شدن ناتوانی‌های فیزیک کلاسیک در چند مورد، برداشت ما از جهان و پدیده‌های آن بکلی متحول شد. این

www.IR-DL.com

تحول تئوریک و فلسفی موجب گردید که علم فیزیک عنوان "فیزیک جدید"[۱] را بیابد. فیزیک کلاسیک حرکت را جابجایی پیوستهٔ ماده تعریف می‌کرد، به یک جهان محاسبه‌پذیر اعتقاد داشت، فضا و زمان را کمیت‌های مطلق و مجزای از هم در نظر می‌گرفت، بخاطر دیدگاه مکانیکی خود برخوردی اجزانگرانه با جهان و پدیده‌هایش داشت، جهان را ماشینی ساعت‌گونه به تصویر می‌کشید، به نظم علت و معلولی اعتقاد داشت، فضای فاقد ماده را کاملا خالی می‌پنداشت و بالاخره اجزاء اتم و فوتون را ذره‌های مادی صلب فرض می‌کرد.

در یک جمله، فیزیک جدید دنیایی کاملا متفاوت از آنچه را که ما به آن عادت داریم معرفی می‌کند و درستی تمامی ادعاهای فیزیک نیوتونی را به زیر سئوال می‌برد. در رابطه با نظم جهان نیز دیدگاهی کاملا متفاوت از دیدگاه مکانیکی نیوتون دارد. با تئوری کوانتوم، تفکر تشکیل جهان از ذرات مادی صلب منسوخ می‌شود و نشان داده می‌شود که برخورد دو ذره (مثلا دو اتم) هرگز مانند برخورد دو توپ یا دو گلوله جامد نیست. توضیح اینکه، شبیه فضای خالی منظومه شمسی، اکثر حجم اتم را نیز فضای خالی تشکیل می‌دهد.

بنابراین، بر خلاف تصور ما، در فرآیند برخورد اتم‌ها، آخرین لایه الکترونی یک اتم با آخرین لایه اتم دیگر تماس نمی‌یابد و مثلا الکترون‌های دو اتم باهم تصادم نمی‌کنند، بلکه فاصله بسیار زیادی بین این دو لایه الکترونی خواهد بود. در حقیقت این فاصله در حدود ابعاد اتم است. انگار دو منظومه شمسی از فاصله چند میلیون کیلومتری هم عبور کنند. بار منفی الکترونهای دو اتم موجب می‌شود که اتم‌ها همدیگر را از فاصله‌ای کیهانی (نسبت به اندازه اتم و الکترونها) دور کنند و با فاصله بسیار زیادی از کنار هم عبور نمایند. لذا هرگز تماسی از آن نوع که ما به آن عادت داریم وجود ندارد! الان که این کتاب را در دست دارید فاصله بین مولکول‌های کاغذ و مولکول‌های انگشتتان در همین مقیاس کیهانی است. اینکه ما کاغذ را زبر یا نرم احساس

۱ـ Modern Physics

www.IR-DL.com

می‌کنیم ناشی از تماس مولکولهای کاغذ و دست نیست چراکه اصلا تماسی در کار نیست. البته، تردیدی نیست که احساس نرمی (یا زبری) ناشی از تاثیر غیرقابل انکار مولکولهای کاغذ و دست برروی همدیگر است ولی این "تاثیر" ناشی از تصادم مولکول‌های دست و کاغذ نیست.

از دیدگاه فیزیک جدید، هر ذره (مثلا اتم) دارای میدان[۱] خاصی در اطراف خود است و توسط همین میدان خاص است که یک ذره بر ذره دیگر اثر می‌گذارد. در مقایسه با اندازه یک ذره، اندازه یک میدان میلیاردها بار بزرگتر است. برای سادگی درک مطلب می‌توان این میدان را مشابه هاله‌ای تجسم نمود که ذره را احاطه کرده است. طبعا جسمی که از مجموعه ذرات تشکیل شده است میدانی به مراتب بزرگتر و قوی‌تر خواهد داشت. بنابراین، کره زمین نیز بنوبه خود دارای میدان خاص خودش است. به عنوان مثال، سقوط اجسام بر روی زمین تحت "تاثیر" یکی از همین میدان‌هایی است که کره زمین را احاطه می‌کند و به میدان جاذبه[۲] مشهور است. میدان دیگری که کره زمین را در برمی‌گیرد میدان مغناطیسی[۳] زمین است که از دوران دبستان با آن آشنایید.

راستی، این میدان‌ها که غیرقابل رؤیتند چیستند، چه خصوصیاتی دارند و چگونه و با چه مکانیزمی بر روی هم اثر می‌گذارند؟ قبل از اینکه به ساختار میدان بپردازیم لازم است که با یک خصیصه مهم و اساسی که در مورد هر میدانی صدق می‌کند آشنا شویم. هر میدانی شبکه‌ای از ارتباطات را شامل می‌گردد و در حقیقت یک پیام‌رسان است. توسط شبکه ارتباطی و لذا پیام‌رسانی همین میدان‌هاست که ذرات به خصوصیات هم پی می‌برند و مثلا همدیگر را جذب یا دفع می‌کنند. این موضوع در مورد اجسام بزرگ مثل انسان نیز صدق می‌کند. تمام درک ما از اطراف‌مان به کمک پیام‌هایی است که حواس پنجگانه (بینایی، شنوایی، لامسه، چشایی و بویایی) دریافت می‌دارند. کیفیت این پیام‌هاست که به ما امکان تشخیص اجسام و خصوصیات

۱ـ Field ۲ـ Gravitational Field ۳ـ Magnetic Field

www.IR-DL.com

آنها را می‌دهد و بر همان اساس می‌توانیم واقعیات را برای خود تعریف و تعیین نماییم. بدون این پیام‌ها ارتباط ما با جهانِ اطراف قطع می‌شود و هیچ تفاوتی با یک مرده نخواهیم داشت. آشکار است که باید این پیام‌ها از جایی ارسال شوند که همینطور هم هست. تمام اجسام از خود پیام‌هایی خاص ارسال می‌دارند و بدین ترتیب وجود خود را اعلام می‌دارند. مثلا، نمک طعام هیچ پیام بویایی قابل تشخیص توسط انسان معمولی را ارسال نمی‌دارد و لذا نمی‌توان از طریق حس بویایی به وجود نمک پی برد. لیکن همین نمک طعام پیام‌های بینایی و چشایی ارسال می‌کند و به ما اجازه می‌دهد تا آنرا توسط چشم‌ها و زبانمان درک کنیم. در فیزیک کوانتوم، همین شبکه ارتباطی (یا میدان‌ها) هستند که موجودیت، روابط و رفتار دنیای کوانتوم و پدیده‌های کوانتومی را شکل می‌دهند. از نظر فیزیک جدید روابط بین ذرات و در نهایت میدان‌ها اهمیت بیشتری دارند تا خود ذرات. به عبارت ساده‌تر آنچه اهمیت دارد رقص است نه رقاص، آهنگ است نه ساز، مفهوم است نه حروف.

در اواخر قرن نوزده علاقمندی به جاذبه و الکترومغناطیس زیاد شد و موضوع چگونگی عمل این نیروها مطرح گردید. ماکسول نشان داد که نور، امواج الکترومغناطیسی است ولی به این پرسش که چگونه امواج الکترومغناطیسی خورشید به زمین می‌رسند جواب قانع کننده‌ای ارائه نشد. گفتنی است که در برداشت عامیانه (و تئوری نیوتون)، فضای بین سیارات خالی فرض می‌شود و جهان مجموعه‌ای از اجسام مادی یا "چیزها" که در فضای خالی یا "هیچ" شناورند تصور می‌گردد. لیکن، بسیاری از متفکرین از عبارت "فضای خالی" چندان خوششان نمی‌آید. از همان اوایل قرن بیستم عده‌ای ترجیح می‌دادند که فضای میان اجسام را مملو از ماده‌ای ناشناخته تصور نمایند. دلیل اعتقاد به وجود این ماده مرموز آن بود که مشابه امواج آب و صوتی که احتیاج به ماده‌ای مانند آب و هوا دارند تا انتقال یابند، امواج نور نیز نیاز به محیطی دارند تا منتشر گردند. ابراز می‌شد که مگر می‌شود نور خورشید بدون هیچ محیط واسطی به زمین برسد؟

www.IR-DL.com

سرانجام، برای بیرون آمدن از این تنگنا، فضا مملو از ماده ویژه‌ای به نام اتر[۱] فرض شد که انتقال‌دهنده یا واسط امواج الکترومغناطیسی (و جاذبه) بود. هرچند فرضیه وجود اتر به رفع تنگنای فیزیک کمک کرد لیکن علیرغم آزمایشات زیاد، هنوز مدرک قانع کننده‌ای دال بر وجود اتر (یا رد قاطع آن) به دست نیامده است. مشکل این است که حتی اگر وجود اتر را باور داشته باشیم باید آنرا ماده‌ای با خصوصیات عجیب و غریب که چندان با مذاق فیزیکدان‌ها سازگار نیست فرض کنیم. این خصوصیات عبارتند از شفافیت فوق‌العاده زیاد و انعطاف‌پذیری و کِش‌سانی (حالت ارتجاعی) فوق‌العاده بالا که آنرا قادر سازد تا ارتعاشات فوق‌العاده ریزِ امواج نور را انتقال دهد. جالب است که علیرغم ناتوانی ما در اثبات وجود اتر، هنوز فیزیکدان‌ها دلزده نشده‌اند، هرچند که ناشناخته و مرموز ماندن این ماده چندان خوشایندشان نیست.

انیشتین هم در سخنرانی خود که با عنوان "اتر و تئوری نسبیت" در سال ۱۹۲۰ ایراد کرد اقرار نمود که وجود اتر را رد نمی‌کند. وی اظهار داشت: "تئوری نسبیت خاص، وجود اتر را نفی نمی‌کند و قبول این فرض که اتر به نوعی وجود دارد بدون مانع است، فقط نباید هیچ نوع حرکتی را به آن نسبت داد." به گفته انیشتین، تا روزی که شناخت کاملی از جنس و کیفیت فضا به دست نیاورده‌ایم، خواص شناخته شدهٔ آن (مانند انبساط، انحناء و پیوستگی) به ما اجازه نخواهند داد که به این سادگی‌ها وجود اتر را انکار نماییم. البته، تئوری نسبیت عام، خودِ فضا را همان اتر تصور می‌کند که انحنای آن نیروی جاذبه را تولید می‌نماید. همانطور که دیدیم، تئوری فوق اعلام می‌دارد که ماده (یا انرژی) شکل (یا هندسهٔ) فضا را تغییر می‌دهد و همین تغییر هندسهٔ فضا بر روی حرکت ماده (یا جابجایی انرژی) اثر می‌گذارد. با این برداشت، می‌توان فضا را همان محیط انتقالِ جاذبه یا نوعی اتر دانست.

بعدها، ورود نظریه میدان‌ها این مشکل را بگونه‌ای حل کرد. برخلاف "فضای خالیِ" تئوری

۱ـ Ether

www.IR-DL.com

نیوتون که ذرات مادی صلب در آن شناورند و بر روی هم اثر می‌گذارند، در نظریه میدان‌ها اصطلاح "فضای خالی" بی‌معنی است. هر نقطه‌ای از فضا متاثر از میدان‌های اجسام دور یا نزدیکش است. ذرات مادی به عنوان مراکز انتشار پیام در نظر گرفته می‌شوند که پیام‌های خود را با سرعت نور منتشر می‌کنند و حضور و موجودیت ذرات را به همه جا اعلام می‌کنند. با این برداشت، فضا هیچ وقت خالی نیست و حتی در غیبت ماده نیز حاوی یک یا چند میدان (یا شبکه ارتباطی) است.

در نظریه میدان‌ها، هر جسم مادی (مثلا کره زمین یا یک لیوان) دارای یک میدان جاذبه است. هواپیمایی هم که در ارتفاع خاصی پرواز می‌کند میدان جاذبه خود را دارد که بر روی میدان جاذبه کره زمین تاثیر می‌گذارد و خود نیز از آن متاثر می‌شود. نتیجهٔ این تاثیرِ متقابل عبارتست از کشیده شدن هواپیما به طرف زمین که هواپیما از موتورهایش برای خنثی کردن این کشش استفاده می‌کند. البته، زمین هم به طرف هواپیما کشیده می‌شود ولی شدت میدان جاذبه زمین فوق‌العاده بیشتر از شدت میدان جاذبه هواپیماست (چون جرم زمین فوق‌العاده بیشتر از جرم هواپیماست و لذا انحنای فضای بسیار بیشتری را موجب می‌گردد) و به همین دلیل نیروی کشش زمین بسیار بزرگتر است.

در فیزیک جدید، میدان جاذبه هر جسمی از ذراتی به نام گراویتون[۱] تشکیل می‌شود که بطور دائم و در تمام جهات از جسم منتشر می‌شوند و با سرعت نور انتشار می‌یابند.[۲] ممکن است سئوال شود که آیا انتشار دائمی گراویتون‌ها از جرم اجسام نمی‌کاهد؟ توجه داشته باشید که هر جسمی در این جهان در اقیانوس عظیمی از گراویتون‌ها قرار دارد که از اجسام موجود جهان انتشار می‌یابند و اگر جسم مورد نظر ما گراویتونی از دست می‌دهد گراویتون دیگری را جذب

۱ـ Graviton

۲ـ گفتنی است که هرچند هنوز وجود گراویتون بطور تجربی و یا حتی در آزمایشگاه مشاهده نشده است ولی موجودیت تئوریک آن پذیرفته شده است!

www.IR-DL.com

می‌کند. شدت میدان جاذبه به تعداد این گراویتون‌ها بستگی دارد و هرچه جرم یک جسم بیشتر باشد تعداد گراویتون‌های ارسالی آن بیشتر می‌شود. هرقدر هم که تعداد گراویتونهای ارسالی یک جسم بیشتر گردد نیروی جاذبه بزرگتری را می‌تواند اعمال کند.

این را نیز باید گفت که میدان جاذبه تنها یکی از میدان‌های شناخته‌شده را شامل می‌شود و میدان‌های دیگری نیز وجود دارند و از آن جمله میدان الکترومغناطیسی که ذرات تشکیل‌دهندهٔ آن فوتون[۱] نامیده می‌شوند که بسته به طول موج فوتون‌ها ممکن است بتوان آنها را به شکل نور مرئی دید. به عنوان مثال، یک الکترون علاوه بر میدان جاذبه دارای میدان الکترومغناطیسی نیز هست. جالب است که میدان‌های مختلف بطور مستقل عمل می‌کنند و با وجود اشغال فضایی مشترک، مزاحمتی برای همدیگر تولید نمی‌کنند.

با تعبیر هر میدانی به عنوان یک شبکه ارتباطی، تفاوت میدان‌ها تنها در نوع و کیفیت رابطه آنها خواهد بود. مثلا میدان جاذبه یک شبکه ارتباطی در مورد جرم اجسام است و هر جسمی به کمک گراویتون‌هایی که منتشر می‌کند پیام خود را در ارتباط با جرمش به اجسام دیگر ابلاغ می‌نماید. این مشابه رابطه خاص بین من و شماست که از حروف زبان فارسی برای برقراری این ارتباط استفاده می‌کنیم. تا امروز چهار نوع شبکه ارتباطی (یا میدان) برای اجسام موجود در جهان شناخته شده است که نوع ارتباط آنها را می‌توانیم به چهار زبان تشبیه کنیم. همانگونه که یک فرد می‌تواند به یک یا چند زبان مسلط باشد، یک جسم می‌تواند یک تا چهار میدان داشته باشد. حال اگر فردی دو زبان "آ" و "ب" و فرد دیگری زبان‌های "ب" و "ج" را تکلم کنند، این دو نفر تنها با زبان "ب" ارتباط برقرار خواهند کرد و نخواهند توانست با زبان‌های "آ" و "ج" بر روی همدیگر اثر بگذارند. به عنوان مثالی دیگر، ایران از قومیت‌های متفاوتی تشکیل می‌شود و اقوام گوناگون زبان‌های خاص خود را دارند ولی علاوه بر زبان محلی خود زبان فارسی را نیز به عنوان

۱ـ Photon

www.IR-DL.com

زبان ملی می‌دانند. بعضی نیز در اثر همجواری با یک قوم دیگر می‌توانند علاوه بر زبان قوم خود زبان قوم همجوارشان را هم صحبت کنند. پس، بعضی از ایرانی‌ها تنها یک زبان می‌دانند (مثلا شیرازی‌ها تنها فارسی بلدند)، بعضی‌ها با دو زبان آشنایی دارند (مثل کردها که کردی و فارسی بلدند) و بعضی (مانند کردها و آذری‌های همجوار) به سه زبان مسلط هستند (زبان آذری، کردی و فارسی). بنابراین تمام این افراد می‌توانند به زبان فارسی باهم ارتباط برقرار کنند چرا که فارسی در بین همه مشترک است. ضمنا کردستانی‌ها می‌توانند به زبان کردی نیز باهم رابطه برقرار کنند و بر روی هم اثر بگذارند.از طرف دیگر پاره‌ای نیز وجود دارند (شیرازی‌ها) که از نوع ارتباط آذری‌ها و کردها هیچ اطلاعی ندارند چون اصلا کردی نمی‌دانند.

در طبیعت نیز اجسام به زبان میدان‌ها باهم ارتباط برقرار می‌کنند و با وارد نمودن نیروی خاص هر میدان، همدیگر را متاثر می‌سازند. حال، چون تمام اجسام دارای جرم هستند زبان جاذبه (میدان جاذبه) بین تمامی اجسام مشترک است و لذا تمام اجسام به همدیگر نیروی جاذبه وارد می‌کنند. یک الکترون و یک پروتون علاوه بر زبان جاذبه، زبان دیگری به نام زبان الکترومغناطیسی نیز دارند و به همدیگر نیروی الکترومغناطیسی وارد می‌کنند. این زبان را ذرات دیگری که بار الکتریکی ندارند درک نمی‌کنند و لذا نمی‌توانند به همدیگر نیروی الکترومغناطیسی وارد نمایند. هر فیزیکدان مانند زبان‌شناسی است که در تلاش است تا رمز زبان میدان‌ها را کشف و نوع رابطه آنها را درک نماید. این کار به کمک تئوری خاصی انجام می‌گیرد که کشف آن تئوری نیز به عهده فیزیکدان است. به عنوان مثال، تئوری نسبیت عام به خصوصیات میدان جاذبه می‌پردازد و ما به کمک آن زبان جاذبه را می‌فهمیم و اینکه چگونه این میدان فضای بظاهر خالی اطراف یک جسم را تغییر می‌دهد.

همانطور که گفتیم، با توجه به اینکه دنیای شگفت‌انگیز اتم تازه کشف شده است، تا امروز چهار نوع میدان (و نیروهای مربوطه‌شان) شناخته شده‌اند که برای توضیح همکنش‌های

www.IR-DL.com

شناخته شده اجزای اتم کافی هستند. این نیروها عبارتند از جاذبه[۱]، الکترومغناطیس[۲]، هسته‌ایِ قوی[۳] و هسته‌ایِ ضعیف[۴]. در بین این چهار نیرو، ما در زندگی روزمره‌مان بطور دایم با نیروی جاذبه سروکار داریم چرا که این نیرو در ارتباط با جرم اجسام است و تمام اجسام هم دارای جرم هستند. لذا نیروی جاذبه یک نیروی جهان شمول[۵] است و بدان معنی که میدان جاذبه محدوده‌ای ندارد و از همه چیز عبور می‌کند و با سرعت نور انتشار می‌یابد. به عبارت بهتر، میدان جاذبه مانند اقیانوسی است که تمام اجسام جهان در آن شناورند. مکانیزم عمل گراویتون‌ها که منجر به اعمال نیروی جاذبه می‌شود اینگونه توضیح داده می‌شود که گراویتون‌ها موجب انحنای فضای اطراف جسم می‌شوند. هرقدر جرم جسم بیشتر باشد تعداد گراویتون‌ها زیادتر و فضای انحناء یافته وسیعتر و شدت انحناء بیشتر خواهد بود. هرقدر هم که از جسم دورتر می‌شویم انحنای فضا کمتر می‌شود (شکل ۱-۲).

همانطور که قبلا نیز بحث شد، وقتی دو جسم با جرم‌های متفاوت از کنار هم عبور می‌کنند، فضاهای انحناء یافته‌شان همدیگر را تغییر می‌دهند و بدینگونه مسیر حرکت همدیگر را نیز متاثر می‌نمایند. آشکار است که جرم بزرگتر به خاطر انحنای بیشتر فضای اطرافش بیشتر می‌تواند مسیر جرم کوچکتر را تغییر دهد. به عنوان مثال، میدان‌های جاذبه زمین و ماه همدیگر را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند و مسیر همدیگر را تغییر می‌دهند ولی زمین به علت جرم بیشترش مسیر ماه را بقدری تحت‌تاثیر قرار می‌دهد که ماه در دام زمین می‌افتد. گردش زمین و دیگر سیارات منظومه شمسی به دور خورشید نیز به دلیل جرم بسیار زیاد خورشید است.

تمام اجسام که در اقیانوس جاذبه جهان شناورند مسیرهای خاصی را تحت تاثیر همدیگر می‌پیمایند. در فیزیک جدید، مسیر یک جسم در اقیانوس جاذبه را خط ژئودزیک[۶] می‌نامند.

۱ـ Gravitational ۲ـ Electromagnetic ۳ـ Strong Nuclear ۴ـ Weak Nuclear

۵ـ Universal Force ۶ـ Geodesic Line

www.IR-DL.com

وقتی سفینه‌ای را به طرف مریخ روانه می‌کنیم چون انحنای فضا در سطح زمین بیشتر است و با دور شدن از زمین کم‌کم کاهش می‌یابد، ابتدا سفینه نیروی خیلی زیادی را لازم خواهد داشت تا از دام کره زمین خارج گردد که برای این کار نیازمند موتوری پرقدرت است. لیکن در خروج از میدان جاذبهٔ زمین دیگر نیازی به روشن بودن موتور نخواهد بود چرا که فضای انحناء یافتهٔ کره‌زمین را ترک خواهد کرد. از آن به بعد در مسیر ژئودزیک خود به طرف مریخ در حرکت خواهد بود. نظر به اینکه در طی این مسیر تحت تاثیر میدان‌های جاذبهٔ اجرام آواره و کوچک موجود در فضا خواهد بود و انحرافاتی جزیی از خط ژئودزیک محاسبه شده به وجود خواهد آمد، مجبور خواهیم بود هر از گاهی جهت سفینه را با روشن کردن موتورهای خاصی تصحیح کنیم.

آشکار است که مسیر ژئودزیک هر جسم تابع میدان‌های جاذبه اجسام اطراف و خود آن جسم است و از آنجاییکه میدان جاذبه موجب انحنای فضا می‌شود لذا در محاسبات میدان‌های جاذبه (و از جمله خط ژئودزیک) هندسه اقلیدسی به درد نخواهد خورد و مجبوریم از هندسه ریمانی استفاده نماییم که مخصوص فضاهای منحنی است (در مورد هندسه ریمانی قبلا صحبت شد و باز خواهد شد).

نکته مهم اینکه باوجودیکه جاذبه ضعیفترین نیرو در بین چهار نیروی شناخته‌شده طبیعت است ولی مهمترین آنهاست. هر ذره مادی دارای نیروی جاذبه است ولی مقدار این نیرو بقدری کوچک است که به نظر می‌رسد وجود یا عدم آن چندان فرقی به حال جهان نداشته باشد. نکته مهم این است که وقتی چند ذره در کنار هم قرار می‌گیرند میدان جاذبه‌ای تولید می‌شود که شدت آن برابر مجموع جاذبه‌های آن ذرات است. اصطلاحا، می‌گوییم نیروی جاذبه یک نیروی جمع‌پذیر است و این بدان معنی است که هرقدر جرم یک جسم بیشتر باشد (مثلا یک سیاره)، نیروی جاذبه‌اش افزایش می‌یابد. بنابراین هرچند که نیروی جاذبه برای تک‌تک ذرات دنیای کوانتوم فوق‌العاده کوچک است ولی میدان جاذبه جسمی که شامل تعداد بیشماری از ذرات اتمی است مقدار چشمگیری خواهد بود. نتیجه اینکه در ابعاد بزرگ، نیروی جاذبه بسیار بزرگتر و لذا

www.IR-DL.com

مهمتر از سه نیروی دیگر خواهد بود. بنابراین، با توجه به جرم‌های بسیار بزرگی که با آنها سروکار داریم، این نیرو برای ما ملموس‌تر است.

در مقایسه با نیروی جاذبه، نیروی الکترومغناطیسی بسیار بسیار بزرگتر از نیروی جاذبه است. از طرف دیگر، نیروی جاذبه در همه جهان وجود دارد (و لذا حوزه‌ای به وسعت جهان دارد)، ولی میدان (و نیروی) الکترومغناطیسی محدوده بسیار کوچکی از فضا را (که همان حول و حوش ذرات کوانتومی است) شامل می‌شود. بنابراین، در مقایسه با نیروی جاذبه که برای ما ملموس است، نیروی الکترومغناطیسی را نمی‌توان به راحتی احساس کرد چرا که به درون اجسام محدود می‌شود. همچنین، نیروی الکترومغناطیسی تنها در مورد ذرات باردار صدق می‌کند و همکنش ذرات باردار الکتریکی با بارهای مثبت و منفی، این نیرو را تولید می‌کند. به عنوان مثال، پیرو همجواری یک الکترون و یک پروتون این نیرو تولید می‌شود. مشابه نیروی جاذبه که عامل اثر آن گراویتون است، در این مورد عامل اثر فوتون است. وقتی دو جسم باردارِ همجوار نسبت به هم ساکن باشند فضای اطراف بگونه‌ای خاص درمی‌آید و میدانی تولید می‌شود که به آن میدان الکتریکی[۱] می‌گوییم. این میدان، نیرویی تولید می‌کند که دو جسم یا همدیگر را جذب (بارهای مثبت و منفی) و یا دفع می‌نمایند (بارهای همنام) و مقدار آن براحتی قابل محاسبه است.

اگر دو جسم باردار نسبت به هم حرکت کنند دو حالت ممکن است اتفاق بیافتد. اگر سرعت یک جسم باردار نسبت به جسم باردار دیگر ثابت باشد، میدان تولید شده را میدان مغناطیسی می‌نامند. مثلا در اطراف سیم برقی که داخل آن الکترون‌ها (ذرات باردار منفی) در حرکتند یک میدان مغناطیسی به وجود می‌آید. در صورتیکه سرعت جسم باردار نسبت به جسم باردار دیگر متغیر باشد (و لذا حرکتی شتابدار داشته باشد) آنگاه میدان ایجاد شده را میدان الکترومغناطیسی

۱ـ Electric Field

www.IR-DL.com

می‌نامند. در هر حال، عامل انتقال نیرو فوتون است. تئوری لازم جهت مطالعه میدان الکترومغناطیسی به تئوری ماکسول[۱] مشهور است. از آنجاییکه سرعت ذرات باردار وقتی در محدوده کوچکی مانند حجم اتم قرار می‌گیرند فوق‌العاده زیاد است (نزدیک سرعت نور)، دیگر نمی‌توان از روابط ماکسول برای مطالعه آنها استفاده کرد چرا که لازم خواهد بود تا اثر تئوری‌های کوانتوم و نسبیت نیز در مورد آنها ملحوظ گردند. مشکل این است که تئوری کوانتوم هنوز به آن حد از رشد خود نرسیده است که بتواند میدان‌ها را بررسی نماید.

در مقایسه با نیروی الکترومغناطیسی، نیروی هسته‌ایِ قوی، بسیار بزرگتر است لیکن حوزه اثر آن فوق‌العاده کوچکتر است و در حقیقت همانگونه که از اسم این نیرو برمی‌آید تنها بُردی در محدوده هسته اتم (که بسیار کوچکتر از اندازه خود اتم است) دارد. این نیرو موجب در کنار هم قرار گرفتن پروتون و نوترون در درون هسته است و عامل انتقال نیرو در این مورد پی‌مزون[۲] نامیده می‌شود. برخلاف محمل نیروی الکترومغناطیسی (یعنی فوتون) که جرم سکونی برابر صفر دارد، پی‌مزون جرمی در حدود ۳۰۰ برابر الکترون دارد و به خاطر همین جرم زیادش هست که بُردی بسیار کوتاه دارد. نکته دیگر در مورد پی‌مزون این است که می‌تواند بار الکتریکی مثبت، منفی و یا خنثی داشته باشد. امروزه، علیرغم اینکه از وجود این نیرو آگاه هستیم ولی اطلاعات ما در مورد ماهیت میدان آن بسیار کم است و برخلاف دو نیروی قبلی که برای توصیف آنها تئوری‌هایی وجود دارند (نسبیت عام و ماکسول)، هنوز هیچ تئوری همه‌پسندی برای نیروی هسته‌ای قوی ارائه نشده است.

نیروی شناخته شده دیگر به "نیروی هسته‌ایِ ضعیف" معروف است که در تجزیه مواد رادیواکتیو خود را نشان می‌دهد. عامل انتقال این نیرو نوترینو[۳] نامیده می‌شود که مشاهده آن در آزمایشگاه تقریبا ناممکن است چرا که از تمامی اجسام عبور می‌کند. مثلا، می‌تواند بدون

۱ـ Maxwell Theory ۲ـ Pi Meson ۳ـ Neutrino

www.IR-DL.com

گذاشتن هیچ ردپایی از این طرف کره زمین وارد و از طرف دیگر خارج گردد. همانگونه که از اسم این نیرو برمی‌آید بسیار ضعیف است و حدود $۱۰^{-۱۴}$ مرتبه کوچکتر از نیروی هسته‌ای قوی است. اطلاعات ما در مورد این نیرو نیز بسیار اندک است و هنوز راهی طولانی در پیش داریم تا این نیرو را درک نماییم.

اگر روزی برسد که رمز تمام زبان‌های ذرات را بیابیم بزرگترین گام را در تکامل فیزیک برداشته‌ایم. در حال حاضر زبان‌های جاذبه و الکترومغناطیسی را به کمک تئوری‌های نسبیت و ماکسول می‌دانیم ولی تئوری‌های موجود هنوز نیازمند تکمیل بیشتری هستند تا بتوانند دو زبان دیگر را نیز در بر بگیرند. مهمترین آرزوی فیزیکدانها یافتن زبان واحدی است که بتواند تمام میدان‌ها را توصیف کند. این آرزو از زمان انیشتین مطرح بوده است و هنوز هم تلاش مداومی در جریان است که تئوری میدان واحدی[۱] کشف گردد که به تنهایی بتواند تمام میدان‌ها و نیروهای مربوطه را توصیف نماید. انیشتین در صدد برآمد تا این آرزو را در مورد حداقل دو میدان جاذبه و الکترومغناطیسی پیاده کند که متاسفانه علیرغم تلاش زیادش موفق نشد.

در فیزیک جدید، ذرات به دو دسته تقسیم می‌شوند: ذرات مادی مانند (الکترون یا نوترون) و ذراتی که عامل انتقال نیرو هستند (مانند گراویتون). دسته اول را به احترام فِرمی[۲] فیزیکدان مشهور آمریکایی، فرمیون[۳] می‌نامند و دسته دوم را به احترام بوزه (Satyendra Bose) فیزیکدان هندی، بُزون[۴] می‌نامند. بطور خلاصه، تئوری کوانتوم بر این باور است که هر چهار نیروی طبیعت ناشی از تبادل انواع کوانتوم‌های انرژی یا همان بُزون‌هاست. در این تعبیر، نیروی الکترومغناطیسی ناشی از تبادل ذرات فوتون، نیروی هسته‌ای ضعیف ناشی از تبادل بُزون‌های W، نیروی هسته‌ای قوی ناشی از تبادل بُزون‌های گلوئون[۵] و نیروی جاذبه ناشی از تبادل

۱ـ Unified Field Theory ۲ـ Enrico Fermi ۳ـ Fermion ۴ـ Boson ۵ـ Gluon

www.IR-DL.com

بُزون‌های گراویتون هستند. با این برداشت، میدان ماکسول تنها به توصیف میدان الکترومغناطیسی می‌پردازد که بُزون آن فوتون است. می‌توان میدان کلی‌تری در نظر گرفت که تمام بُزون‌ها را در بر بگیرد و میدان ماکسول را حالت خاص آن دانست. این میدان بُزونی را اولین بار دو فیزیکدان به نام‌های یانگ و میلز[۱] در سال ۱۹۵۴ معرفی نمودند و به همین دلیل به میدان یانگ-میلز[۲] معروف گشت. بُزون‌های میدان یانگ-میلز می‌توانند برخلاف فوتون که فاقد بار الکتریکی هست دارای بار مثبت یا منفی هم باشند. به عنوان مثال، بُزون W می‌تواند بار الکتریکی ۱+، صفر و ۱- داشته باشد. در حال حاضر میدان یانگ-میلز بقدری در مبحث ذرات بنیادی جا افتاده است که به عنوان مدل استاندارد[۳] برای توصیف اثرات و همکنش‌های انواع گوناگون ذرات اتمی به کار گرفته می‌شود.

طبق مدل استاندارد، ماده مجموعه‌ای است از ذرات کوارک[۴] و لپتون[۵] که باهم همکنش دارند و در میدان یانگ-میلز شناورند و بُزون‌های گوناگونی را رد و بدل می‌کنند. امروز دیگر ذراتی مانند نوترون و الکترون ذرات بنیادی بشمار نمی‌آیند چرا که خود آنها از مجموعه ذرات کوچکتر کوارک تشکیل می‌شوند. کوارک‌ها انواع گوناگون دارند و شامل ۳۶ گونه می‌شوند. مثلا، نیرویی که چند کوارک را در کنار هم نگاه می‌دارد یک میدان یانگ-میلز متراکم است که شامل بُزون‌های گلوئون می‌شود. این میدان بقدری قوی هست که اجازه رهایی به هیچکدام از کوارک‌ها نمی‌دهد و به همین دلیل هم هست که تا امروز یک کوارک تنها مشاهده نشده است. باز به همین دلیل است که میدان یانگ-میلز را "قفس کوارکی"[۶] نیز می‌نامند و نیروی ناشی از تبادل گلوئون به نیروی هسته‌ای قوی مشهور است. در میدان یانگ-میلزِ مربوط به همکنش ذرات لپتون (مانند الکترون)، بُزون‌های W-، W0، W+ و Z مبادله می‌شوند که منجر به تولید نیرویی بسیار ضعیف به نام نیروی هسته‌ای ضعیف می‌گردد.

۱ـ C.N.Yang & R.L.Mills ۲ـ Yang-Mills Field ۳ـ Standard Model ۴ـ Quark

۵ـ Lepton ۶ـ Quark Confinement

www.IR-DL.com

نتیجه بحث ما تا اینجا نشان می‌دهد که هر جسمی که در جهان وجود دارد مجموعه‌ای از میدان‌های مختلف را در اطرافش داراست. توسط همین میدان‌هاست که اجسام بر روی همدیگر اثر می‌گذارند. بنابراین، کاربرد کلمه‌ای نظیر خلاء یا فضای خالی بی‌معنی است چرا که هیچ نقطه‌ای از فضای باصطلاح خالی نیست که توسط یک یا چند میدان متاثر نشده باشد و هندسه آن تغییر نیافته باشد. در مقیاس میکروسکوپی، فضای باصطلاح خالیِ اتم از چندین میدان متاثر می‌شود. در مقیاس بزرگ نیز جهان اقیانوسی از میدان‌هاست و آنچه اهمیت دارد همین میدان‌هاست.

به همین دلیل، مطالعات و تحقیقات امروز فیزیک بیشتر بر روی میدان‌ها تمرکز یافته است و لذا شناخت ما از میدان‌ها بیشتر از شناخت ما از ماده است. در حال حاضر، علیرغم درک نسبتا خوبی که از کوارک‌ها و لپتون‌ها داریم، هنوز نمی‌توانیم یک پاسخ همه‌پسندی به اینکه ماده چیست و چه ماهیتی دارد بدهیم. ولی تلاش ادامه دارد و در این تلاش، فردی به نام کلیفورد[۱] و فیزیکدان معاصری به نام ویلر[۲] تعریف جالبی از ماده ارائه می‌کنند. در این تعریف، ماده نتیجه انحنای فضا تفسیر می‌شود. مکانیک کوانتوم نیز ماده را به عنوان انحنایی در فضای هیلبرت[۳] (یعنی فضایی که بینهایت بعد دارد) در نظر می‌گیرد. آنجا که فضا صاف است مانند فضای تهی نمود می‌یابد و آنجا که خمیدگی شدیدی دارد به صورت ماده ظاهر می‌شود.

تابحا نخواهد بود اگر قبل از به پایان بردن این بخش اشاره‌ای هم به موضوع آغاز جهان بنماییم. تا امروز نظریه و مدل‌های زیادی در مورد پیدایش جهان ارائه گردیده است. در میان آنها، دانشمندان مدل بیگ‌بنگ[۴] را که اولین بار توسط گاموف[۵] و همکارانش در دهه‌های چهارم و پنجم ارائه شد بیشتر می‌پسندند. طبق این مدل، آغاز جهان به حدود بیست میلیارد

۱ـ Clifford ۲ـ J. Wheeler ۳ـ Hilbert Space ۴ـ Big Bang
۵ـ George Gamow

www.IR-DL.com

سال قبل برمی‌گردد، زمانیکه در پی یک انفجار عظیم خلقت آغاز شد. در این مدل، حجم جهان قبل از انفجار برابر صفر فرض می‌شود. اعتقاد بر این است که تمام ماده عالم در آن حجم صفر متمرکز بود و لذا جهان دانسیته‌ای برابر بی‌نهایت داشت. پیرو انفجار، جهان تحت تاثیر انرژی انفجار شروع به انبساط نمود که هنوز هم ادامه دارد. اکثر فیزیکدان‌ها معتقدند که خودِ فضا و زمان نیز از همین دوران شروع به شکل‌گیری کرده‌اند.

نظر بر این است که در لحظات بسیار اولیهٔ بیگ‌بنگ تنها یک نیرو یا یک میدان واحد وجود داشته است و ساختار جهان و پدیده‌های آن بقدری ساده و ابتدایی بود که باید بتوان همگی را تنها به کمک یک تئوری ساده مطالعه و بیان نمود. جای تردید نیست که از پدیده‌های پیچیده‌ای مانند شکل‌گیری یک پروتون یا تولد یک باکتری و یا پیدایش انسان که امروز ما شاهد آنها هستیم هیچ خبری نبوده است. بنابراین، در مقایسه با فیزیک پیچیده امروز که ناگزیر است تا پدیده‌های پیچیده امروز و چهار نیرو (یا میدان) را توصیف کند، فیزیکی که بخواهد پدیده‌های ساده و تنها نیرو (یا میدان) موجود آن دوران را توصیف کند باید بسیار ساده‌تر باشد. بنابراین، باید تنها یک تئوری کافی باشد که مبنا و اساس فیزیکِ سادهٔ آن دوران را شکل دهد. این تئوریِ فرضی به "تئوری واحد بزرگ"[۱] یا باختصار GUT معروف است و کشف آن به قدری برای فیزیک جدید اهمیت دارد که امروزه اکثر تلاش‌ها صرف یافتن آن می‌شود.

طبق مدل بیگ‌بنگ، در زمانی برابر با جزء فوق‌العاده کوچکی از یک ثانیه بعد از انفجار، دمای جهان برابر میلیارد میلیارد میلیارد درجه بوده است. این دورهٔ فوق‌العاده کوتاه مدت، به "دوره تئوری واحد"[۲] مشهور است. با پایان این دوره، هرقدر دمای جهان در اثر انبساط جهان کاهش یافت، نیروی واحد زمانِ بیگ‌بنگ با چند نیرو جایگزین شد. امروز که دمای جهان از

۱ـ Grand Unified Theory ۲ـ GUT Era

www.IR-DL.com

میلیاردها درجهٔ دوره GUT به حدود ۲ درجه کلوین[۱] رسیده است، چهار نیروی شناخته شده وجود دارند. همانطور که در بالا اشاره شد، علاوه بر این تنوع نیروها، فیزیکِ سادهٔ دوره GUT نیز تبدیل به فیزیک پیچیده امروز شده است تا بتواند اوضاع کنونی جهان را توصیف و بررسی کند. مشابه برف که حالت یخزده بخار است، فیزیک پیچیده امروز هم حالت یخزده فیزیک ساده دوره GUT و جهان فوق‌العاده پیچیده امروز نیز حالت یخزده جهان ساده دوره GUT است. در یک جمله: کاهش دما سادگی را به پیچیدگی تبدیل کرده است.

ساقی گل و سبزه بس طربناک شدست　　دریاب که هفته دگر خاک شدست

می نوش و گلی بچین که تا درنگری　　گل خاک شدست و سبزه خاشاک شدست

۹

۱- یعنی ۲ درجه بالاتر از صفر مطلق. دمای صفر مطلق نیز برابر ۲۷۳- درجه سانتیگراد است و عبارتست از دمایی که در آن اتم‌ها و مولکول‌ها از حرکت باز می‌ایستند.

www.IR-DL.com

دفتر ۳

سبزه‌زار: پیدایش جهان و پدیده‌ها

ابر آمد و زار بر سر سبزه گریست — بی‌باده گلگون، نمی‌شاید زیست

این سبزه که امروز تماشاگه ماست — تا سبزهٔ خاک ما تماشاگه کیست

هدف غایی تمام مکتب‌های فلسفی و شاخه‌های گوناگون علم درک جهان هستی است و همین ایجاب می‌کند که هر کدام از مکاتب نظر خاص خود را در مورد آغاز و سرانجام جهان داشته باشد. در این راستا، ارائه پاسخ به یکی از پرسش‌های بسیار مهم بشر اهمیت بسزایی دارد و آن اینکه آیا جهان ما در زمان خاصی پیدا شده است و مبدا خاصی دارد (مثلا میلیاردها میلیارد سال قبل)، یا اینکه جهانی است ازلی (بدان معنی که همیشه موجود بوده است و هیچ آغاز و مبدائی برای آن وجود ندارد)؟ گفتنی است که هر دو دیدگاهِ "جهانِ باآغاز" و "جهان ازلی" طرفداران خاص خود را دارد.

جهان ازلی یا جهانی که هیچ آغازی در زمان نداشته است، باید سنی برابر بی‌نهایت داشته باشد. مشکل این است که کلمه بی‌نهایت چندان مفهوم فیزیکی آشکاری ندارد و چندان

www.IR-DL.com

خوشمان نمی‌آید که در کاربردهای روزمره‌مان از کلمه بی‌نهایت استفاده نماییم. باور اینکه جهان مدتی بی‌نهایت طولانی قبل از تولد ما وجود داشته است چند سئوال ناخوشایند را مطرح می‌کند. مثلا، چرا ما الان متولد شده‌ایم و حضور فعلی ما چه تاثیری بر ادامه وجود جهان دارد؟ آیا تا قبل از پیدایش کره زمین یا منظومه شمسی‌مان جهان ساکت و بی‌فعالیت بوده است و یکباره شروع به فعالیت کرده است و یا اینکه پیوسته پدیده‌هایی وجود داشته‌اند؟ پس باید قبل از ما بی‌نهایت پدیده و رویداد اتفاق افتاده باشند. این اتفاقات چه بوده‌اند و چه تاثیری در حضور امروز ما در این قسمت از جهان داشته‌اند؟ آیا قبلا هم در این قسمت از جهان و یا قسمت‌های دیگر وجود داشته‌ایم؟ اگر آری، کجا بوده‌ایم؟

از طرف دیگر، اگر جهان را باآغاز فرض کنیم و برای آن آغازی در زمان قایل باشیم باید به وجود یک اولین اتفاق هم معتقد باشیم که با آن جهان آغاز شده است. این اولین اتفاق جهانِ باآغاز (یا غیرازلی)، چه بوده است و چه چیزی موجب آن شده است؟ فیزیکدانهایی که فرضیه "جهان باآغاز" را قبول دارند اولین اتفاق را پدیده بیگ‌بنگ معرفی می‌کنند. دلیل عمده اعتقاد این دسته از فیزیکدانها به واقعی بودن و درستی مدل بیگ‌بنگ این است که اساس مدل فوق به قانون دوم ترمودینامیک[۱] استوار است، قانون مشهوری که مورد قبول (تقریبا) تمام فیزیک‌دانان هست. اعتقاد بر آنست که این یکی از قانون‌های بنیادی است که خداوند برای خلقت جهان در نظر گرفته است. اجازه بدهید ابتدا این قانون را معرفی کنیم.

بطور کلی، این قانون ابراز می‌دارد که جهان به سوی بی‌نظمی و هرج‌ومرج می‌رود و مقدار بی‌نظمی آن روزبه‌روز افزایش می‌یابد. از آنجاییکه در پدیده‌های روزمره‌مان زمان هرگز به عقب برنمی‌گردد، می‌توان گفت که بی‌نظمی جهان در امتداد زمان افزایش می‌یابد. شواهد زیادی هم وجود دارند که درستی این قانون را تایید می‌کنند و در حقیقت تا امروز حتی یک مورد هم پیش

۱ـ Second Law of Thermodynamics

www.IR-DL.com

نیامده است که صحت این قانون را به زیر سئوال ببرد. مشاهداتی مانند فرآیند پیری، استهلاک، فرسایش، کهنگی، فروپاشی، مرگ و غیره همگی مهر تاییدی است بر درستی این قانون.

در فیزیک، برای بیان کمّی بی‌نظمی از اصطلاح آنتروپی[۱] استفاده می‌شود. هرقدر نظم ساختاری و عملکردی یک سیستم کمتر باشد، می‌گوییم آنتروپی آن بیشتر است. طبق قانون دوم ترمودینامیک، هر فعالیت طبیعی موجب افزایش آنتروپی می‌شود و جهت و گرایش طبیعت نیز به سوی بی‌نظمی است. اوراق منظمی که پشت سر هم چیده شده‌اند یا کتاب‌هایی که بطور مرتب در قفسه کتابخانه قرار دارند، اگر کوششی در جهت برقراری نظم آنها انجام نگیرد و مثلا اهمیت داده نشود تا هر کتاب برداشته شده باز به جای اولیه‌اش برگردانده شود، بی‌نظمی یا آنتروپی آن روز به روز بیشتر خواهد شد. چون امکان رفتن به گذشته وجود ندارد، فیزیک امروز معتقد است که تغییرات جهان برگشت‌ناپذیرند. برای اینکه جهان امروز را به وضعیت دیروزش برگردانیم باید به طریقی آنرا منظم‌تر کنیم و آنتروپی‌اش را به مقداری که دیروز داشت کاهش دهیم که البته ناممکن است.[۲]

وقتی که یک قطره مرکب را در داخل لیوان آب می‌اندازیم بعد از مدتی حل می‌شود و مولکول‌های آن در داخل آب پراکنده می‌شوند. حرکت از حالت قطرهٔ‌مرکبی که مولکول‌هایش بطور منظم در کنار هم قرار دارند به حالتی که مولکول‌های مرکب بطور نامنظم در آب پراکنده‌اند،

۱ـ Entropy

۲ـ توجه داشته باشیم که آنتروپی یک فرضیه یا عقیده مجرد نیست. همانطور که طول یک میله را می‌توان اندازه گرفت آنتروپی نیز قابل سنجش است. در دمای صفر مطلق (۲۷۳-) آنتروپی هر ماده‌ای مینیموم مقدار است. مرقعی که یک جسم بتدریج گرم می‌شود یا در اثر جذب حرارت حالتهای دیگری بخود می‌گیرد و یا تغییرات فیزیکی و شیمیایی پیدا می‌کند، تغییر آنتروپی آن در هر یک از این فرآیندها عبارتست از حاصل تقسیم مقدار حرارت کسب شده بر دمای جسم. مثلا، برای یک جسم، تغییرات آنتروپی در طی فرآیند ذوب عبارتست از مقدار حرارت داده شده تقسیم بر دمای ذوب آن جسم.

www.IR-DL.com

همان چیزی است که قانون دوم ترمودینامیک بیان می‌کند. فرآیند پراکنده شدن مولکول‌های مرکب در آب همیشه در همین جهت (یعنی افزایش بی‌نظمی) اتفاق می‌افتد و تا امروز هیچ تجربه‌ای که عکس این فرآیند را نشان دهد مشاهده نشده است. یعنی هرگز مشاهده نشده است که مولکول‌های پراکندهٔ مرکب در آب لیوان به حالت متمرکز برگردند و دوباره تشکیل یک قطرهٔ مرکب بدهند.

ممکن است در مقام اعتراض برآمد و ادعا کرد که اتفاقاتی نیز پیش می‌آیند که در آنها از حالت بی‌نظمی به نظم می‌رویم. به عنوان مثال: فرآیند ساختن ساختمان عبارتست از نظم دادن به مقداری آجر، خاک و سیمانِ بی‌نظم و پراکنده. در نتیجه و برخلاف قانون دوم ترمودینامیک، آنتروپی در فرآیند ساختمان‌سازی کاهش می‌یابد. به همین منوال، وقتی که میزی را از تکه‌های پراکنده چوب می‌سازیم، باز آنتروپی کاهش می‌یابد. وقتی مولکول‌های مواد غذایی به مولکول‌های بسیار پیچیده‌تر و منظم‌تر دی–ان–ا[۱] تبدیل می‌شوند آنتروپی کاهش می‌یابد. هزاران مثال دیگر از این نوع را می‌توان ذکر کرد که دلالت بر کاهش آنتروپی در زمان دارند و ظاهرا قانون دوم را نقض می‌کنند.

لیکن، لازم است تاکید شود که قانون دوم ترمودینامیک موضوع (یا سیستم) مورد نظر را بطور مجزا و ایزوله از محیطش در نظر نمی‌گیرد. محیطی که یک سیستم در آن قرار دارد همانقدر اهمیت دارد که خود آن سیستم و لذا این دو باید بطور همزمان و باهم مورد توجه و بررسی قرار گیرند. می‌توان نشان داد که تمرکز نظم در یک نقطه به قیمت افزایش بی‌نظمی در نقطه‌ای دیگر است. آنچه از تئوری و آزمایشات برمی‌آیند نشان می‌دهند که در کل هر سیستم، مقدار افزایش بی‌نظمی بیشتر از کاهش آنست و از اینرو مجموعاً در هر فرآیندی مقدار بی‌نظمی (آنتروپی) زیادتر است. بنابراین، نباید در مثال‌های بالا انسان، ساختمان یا میز را بطور مستقل

۱_ DNA

www.IR-DL.com

در نظر بگیریم بلکه باید کل سیستم را (یعنی مجموعه هر یک از این موضوعات و محیط مربوطه‌اش) در نظر گرفت که در آنصورت درستی قانون فوق تائید خواهد شد.

اگر سیستمی از محیط خود جدا نگهداشته شود، هر تغییری که در داخل آن پیش می‌آید موجب بالا رفتن آنتروپی خواهد شد. این فرآیند آنقدر ادامه خواهد داشت تا آنتروپی به ماکزیمم مقدار خود برسد. بعد از آن، تغییر دیگری پیش نخواهد آمد و سیستم مورد نظر اصطلاحا به "تعادل ترمودینامیکی"[۱] خواهد رسید. به عنوان مثال، مخلوطی از چند ماده شیمیایی را درون یک محفظه می‌ریزیم. ترکیب این مواد مقداری گرما تولید خواهد کرد و موجب افزایش آنتروپی خواهد شد. هرقدر دما بالا باشد انرژی جنبشی (یا به تعبیری سرعت) مولکول‌ها بیشتر خواهد شد و بیشتر به این طرف و آن طرف خواهند رفت و بی‌نظمی افزایش خواهد یافت. در نهایت، زمانی خواهد رسید که واکنش‌ها تمام خواهند شد و محتویات محفظه در یک دمای یکنواخت قرار خواهند گرفت. از این لحظه به بعد، اتفاق و تغییر دیگری پیش نخواهد آمد. حال، اگر بخواهیم محتویات جعبه را به حالت اولیه‌اش برگردانیم مجبور خواهیم شد که به کمک موادی دیگر و صرف انرژی زیاد تغییرات را معکوس کنیم. نکته مهم آنست که خود این فرآیند معکوس‌سازی نیز توام با بالا رفتن آنتروپی است. نتیجه اینکه مقدار افزایش آنتروپی کل به مراتب بیشتر از کاهشی خواهد بود که در نهایت به دست خواهیم آورد.

با اِعمال قانون دوم ترمودینامیک به کل جهان، نتیجه جالبی به دست می‌آید. معلوم است که جهان در اول پیدایش آنتروپی مشخصی داشته است ولی مقدار آن رفته رفته افزایش یافته است. این افزایش آنتروپی هنوز ادامه دارد و زمانی خواهد آمد که جهان به تعادل ترمودینامیکی خواهد رسید و از فعالیت باز خواهد ماند. دیگر هیچ اتفاقی در آن به وقوع نخواهد پیوست و جهان باصطلاح خواهد مُرد. در بین فیزیکدانها این فرآیند به "مرگ گرمائی"[۲] جهان معروف

۱ـ Thermodynamic Equilibrium ۲ـ Heat Death

www.IR-DL.com

است. توجه کنید که پیش‌بینی مرگ‌گرمایی برای جهان بر اساس صحت قانون دوم ترمودینامیک است. به عبارت دیگر، اگر این قانون درست باشد، روزی خواهد رسید که جهان خواهد مرد. آشکار است که جهانی که برایش مرگ و زوال صدق می‌کند نمی‌تواند یک جهان ازلی یا بی‌آغاز باشد. نباید فراموش کرد که مفهوم جهان ازلی این است که از بی‌نهایت سال قبل وجود داشته است. بنابراین، اگر قانون دوم درست باشد جهان باید مدت‌ها قبل به تعادل ترمودینامیکی و مرگ‌گرمایی رسیده باشد و دیگر امروز نمی‌توانست وجود داشته باشد. در نتیجه، جهان نمی‌تواند ازلی باشد و باید در زمان خاصی خلق شده باشد.

بر همین اساس، ازلی بودن کره زمین نیز مردود خواهد بود چرا که اگر ازلی بود، هسته‌اش تا امروز سرد شده بود. مطالعات رادیواکتیو نشان می‌دهند که عمر زمین و کره ماه حدود چهار و نیم میلیارد سال است. خورشید نیز نمی‌تواند تا ابد (بینهایت) بسوزد چرا که رفته‌رفته سوخت موجودش کاهش می‌یابد و زمانی خواهد آمد که خاموش خواهد شد. چنین برآورد می‌شود که عمر خورشید کمی بیشتر از عمر کره زمین و در حدود پنج میلیارد سال است. این موضوع می‌رساند که کل منظومه شمسی ما تقریبا باهم شکل گرفته‌اند. فراموش نشود که منظومه شمسی ما یک جزء فوق‌العاده ناچیزی از جهان است (مثل مقایسه اندازه یک اتم با کهکشان) و بنابراین تعمیم دانسته‌های کنونی‌مان در مورد زمین و خورشید به کل جهان خالی از اشتباه نخواهد بود. میلیاردها کهکشان وجود دارند و تنها کهکشان ما حاوی بیلیون‌ها منظومه شمسی است که بیلیون‌ها ستاره مانند خورشید ما دارد.

ژورنالهای مربوط به علم نجوم آکنده از مشاهداتی است که شکل‌گیری و تولد ستاره‌ها را گزارش می‌کنند. یکی از همین مشاهدات مربوط به پیدایش و شکل‌گیری نبولای بزرگ[۱] در اوریون[۲] است که حتی با چشم غیرمسلح و بدون نیاز به تلسکوپ نیز قابل رویت است. نتیجه

۱ـ Great Nebula ۲ـ Orion

www.IR-DL.com

مشاهدات منجمین نشان می‌دهد که در پی ایزوله شدن تکه‌های بزرگی از گازهای عظیم بین‌کهکشانی (که عمدتا از هیدروژن تشکیل می‌شوند) و انقباض تدریجی این تکه‌ها، ستاره‌ها به وجود می‌آیند. معلوم است که تمام ستاره‌ها بطور همزمان متولد نمی‌شوند. گفتیم که خورشید ما عمری در حدود پنج میلیارد سال دارد و ستاره‌های پیرتری نیز در همین کهکشان راه‌شیری ما وجود دارند که عمری در حدود دو برابر عمر خورشید ما دارند. در همین کهکشان خودمان، میلیاردها منظومه شمسی شبیه منظومه شمسی ما متولد و باز از بین رفته‌اند و دلیلی ندارد که باز اتفاق نیافتد. مشاهدات ما تایید می‌کنند که فرآیند تولد و مرگ در مورد ستاره‌ها و سیارات دائم تکرار می‌شود. درحالیکه ستاره‌ای متولد می‌شود ستاره‌ای دیگر می‌میرد و موادی که یک ستاره را تشکیل می‌دهند بعد از مدتی کوتاه یا بلند قسمتی از ستاره (یا ستاره‌های) دیگر می‌شوند. آیا این سیکل ناپایان است؟ پاسخ قانون دوم ترمودینامیک به این سئوال منفی است و معتقد است که جهان دارای پایانی حتمی است چرا که مقدار زیادی از انرژی کهکشان به شکل نور در فضا پخش می‌شود و مقداری از مواد ستارگان در حفره‌های سیاه[۱] جذب می‌شوند که بزودی توضیح خواهیم داد.

یکی از کشف‌های ارزنده نجوم به مشاهدات هابل[۲] در سال ۱۹۲۰ برمی‌گردد. گفتیم که همه اجسام دارای میدان جاذبه هستند و هرقدر که جرم یک جسم بزرگتر باشد میدان جاذبه‌اش قوی‌تر و نیروی جاذبه‌اش بیشتر خواهد بود. معلوم است که در بین اجسام موجود جهان باید یکی وجود داشته باشد که جرم آن از بقیه بزرگتر است و ثقیل‌ترین جسم جهان است. چون این جسم قوی‌ترین میدان جاذبه را در جهان دارد، باید تمام اجسام دیگر به طرف آن کشیده شوند. بنابراین، مشابه یک گرداب، جهان باید مرکزی داشته باشد که تمام کهکشانها و اجسام به سوی آن در حرکتند. لیکن، مشاهدات هابل حاکی از آن است که نه تنها کهکشانها بر روی هم سقوط نمی‌کنند بلکه همگی در حال دور شدن از همدیگرند و هیچ کهکشانی به کهکشان دیگر

۱ـ Black Holes ۲ـ E. Hubble

www.IR-DL.com

حتی نزدیک نمی‌شود. در برخورد اول، این موضوع چندان به نظر منطقی نمی‌آید چرا که اگر بنا باشد کهکشانی بخواهد از کهکشانی دور شود باید به هر حال به یک کهکشان دیگر نزدیک گردد. فرض کنید در یک جمع دوستانه قرار دارید. معلوم است که اگر از یک نفر دور بشوید باید به یک نفر دیگر نزدیک شده باشید. لیکن این موضوع در مورد کهکشانها صدق نمی‌کند. این موضوع را به کمک مثالی راحت‌تر می‌توان درک کرد. بادکنکی را در نظر بگیرید که لکه یا خال‌هایی بر روی آن وجود دارند. حال اگر به داخل آن هوا دمیده شود بادکنک مزبور رفته‌رفته بزرگتر خواهد شد و در اثر این انبساط هر لکه‌ای از تمام لکه‌های دیگر دور خواهد شد و هرگز دو لکه را نمی‌توان پیدا کرد که به هم نزدیک شوند.

کشف دیگر هابل این بود که نه تنها هر کهکشانی از دیگر کهکشان‌ها دور می‌شود، بلکه کهکشانهای دورتر سریع‌تر از هم دور می‌شوند تا کهکشانهایی که نزدیک بهم هستند. طبق این دو کشف هابل، فاصله بین کهکشانها دائم در حال افزایش است و اصطلاحا جهان در حال انبساط دائم است. از همین موقع هست که اصطلاح "جهان در حال انبساط"[۱] وارد فیزیک می‌شود.

نتیجه ساده‌ای که از نظریه جهان در حال انبساط به دست می‌آید این است که باید در گذشته اندازه جهان کوچکتر از این بوده باشد. محاسبات نشان می‌دهند که اگر نرخ یا میزان انبساط جهان در سرتاسر عمر جهان را به همان اندازه فعلی فرض کنیم، باید حدود بیست میلیارد سال قبل حجم جهان برابر تقریبا صفر بوده باشد. لیکن، امروز می‌دانیم که نرخ انبساط جهان در آغاز بیشتر از امروز بوده است. به عبارت دیگر، نرخ انبساط جهان مدام در حال کاهش بوده است. بنابراین، جهان باید حدود پانزده میلیارد سال قبل حجمی برابر صفر داشته باشد. از طرف دیگر، چون میزان انبساط در آغاز بیشترین مقدار را داشته است، پس می‌توان حدس زد

۱ـ Expanding Universe

www.IR-DL.com

که فرآیند پیدایش باید شروعی انفجارگونه داشته باشد. خلاصه این بحث (با توجه به دوکشف هابل) این است که جهان در حدود پانزده میلیارد سال قبل از حجمی برابر صفر و به شکل یک انفجار ناگهانی عظیم آغاز شده است. همانطور که در بالا اشاره شد، این همان سناریوی پیشنهادیِ مدل بیگ‌بنگ است. با این برداشت، کهکشانها تکه‌های ناشی از انفجار اولیه جهان در فرآیند بیگ‌بنگ هستند. البته، علت بیگ‌بنگ یا اینکه چه چیزی موجب بیگ‌بنگ شده است هنوز پاسخی نیافته است (باز به این موضوع برخواهیم گشت).

علاوه بر نظریات انیشتین، هابل و قانون دوم ترمودینامیک که مدل بیگ‌بنگ را تائید می‌نمایند دلایل دیگری نیز بر صحت وجود بیگ‌بنگ ارائه شده‌اند. از جمله، در سال ۱۹۶۵ دو دانشمند[۱] بطور کاملا اتفاقی متوجه شدند که تشعشعات عجیبی از ماورای کیهان به زمین میرسد که شدت آن در همه جهات یکسان است. طی آزمایشات مکرری معلوم شد که کل جهان در این تشعشعات که به "تشعشعات زمینه"[۲] معروف است شناور است. مطالعات بعدی دلالت بر آن داشتند که تشعشعات فوق باید بازمانده گرمای ناشی از انفجار بیگ‌بنگ باشند که در پی سرد شدن جهان در طول پانزده میلیارد سال به حالت امروز رسیده است. توضیح اینکه مانند هر انفجار دیگری، بیگ‌بنگ نیز مقدار عظیمی حرارت تولید کرده است. در حقیقت این گرما بقدری زیاد بود که حدود صدهزار سال بعد از بیگ‌بنگ، دمای گازهای پس از انفجار به دمایی حول و حوش دمای سطح خورشید رسید. در حال حاضر، این دما حدود ۲/۷ درجه از صفر مطلق (یعنی ۲۷۳-) بالاتر است. با دانستن این دما می‌توان دمای جهان را در طی مراحلی که تا امروز داشته است محاسبه کرد. به عنوان مثال، می‌دانیم که با دو برابر شدن حجم جهان، دمای آن نصف می‌شود. حال اگر به عقب برگردیم متوجه می‌شویم که جهان یک ثانیه بعد از بیگ‌بنگ دمایی در حدود ده‌میلیارد درجه داشته است.

۱ـ A. Penzias و R. Wilson از شرکت Bell ۲ـ Cosmic Background Radiation

www.IR-DL.com

نظریهٔ "جهانِ در حال انبساط" سازگاری بسیار زیادی با آنچه تئوری نسبیت در مورد فضا، زمان و حرکت ارائه می‌کند دارد. گفتیم که تئوری نسبیت عام نیروی جاذبه را ناشی از انحنای فضا–زمان می‌داند و خودِ این انحناء را هم ناشی از حضور ماده تعبیر می‌کند. در اجسامی با اندازه‌های نجومی، نیروی جاذبه بسیار بزرگ است. مشاهدات و اندازه‌گیری‌های بسیار دقیقی که در طی چندین کسوف انجام گرفته‌اند، موضوع انحناء یا کِش‌آمدن فضا کاملا تائید شده است. همانطور که قبلا اشاره شد، ملاحظه شده است که نوری که از ستارگان به ما می‌رسد و در مسیر خود از کنار خورشید عبور می‌کنند دچار خمش (انحنای مسیر) می‌گردد (شکل ۱–۲ در دفتر ۲). انحنای زمان نیز به کمک ساعتهائی که با سرعت‌های متفاوت در حرکتند اثبات شده است. این اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که در محیط‌های فاقد جاذبه (مثلا فضای خالی از جسم یا انرژی) زمان سریعتر می‌گذرد. بعنوان مثال، زمان در سطح کره زمین کندتر سپری می‌شود تا در یک ایستگاه فضایی که در فاصله‌ای دور از زمین قرار دارد.[۱] طبیعی است که اگر خورشیدمی‌توانست فضا و زمان را انحناء دهد و یا موجب کِش‌آمدن آنها گردد، کهکشان نیز که شامل میلیاردها خورشید و سیاره است خواهد توانست همان کار را بکند لیکن بسیار شدیدتر، چرا که جرم یک کهکشان فوق‌العاده بزرگ است. بنابراین، به جای اینکه فکر کنیم که کهکشانها در فضا از همدیگر دور می‌شوند، بهتر است اینگونه تصور کنیم که فضای بین کهکشانها کِش می‌آید. پس، دیگر لازم نیست نگران باشیم که جهان در درون چه چیزی انبساط می‌یابد.

یکی از نتایج کِش‌آمدن یا انبساط فضا و رسیدنش به اندازه امروز، این است که در لحظه بیگ‌بنگ فضایی وجود نداشته است و خودِ فضا نیز در بیگ‌بنگ خلق شده است. چون فضا مستقل از زمان نیست و بلکه باهم فضا–زمان یکپارچه را تشکیل می‌دهند، اگر فضا کِش بیاید باید زمان نیز کِش بیاید. پس، همانطور که بیگ‌بنگ آغاز پیدایش فضاست، مبدا و مرز زمان نیز

۱– این موضوع عملا تائید شده است که البته اختلاف زمان در این مورد خاص بقدری کم است که لازم بوده است تا در اندازه‌گیری آن از ابزار فوق‌العاده حساس و گران‌قیمتی استفاده شود.

www.IR-DL.com

هست و باید زمان هم در بیگ‌بنگ خلق شده باشد. فیزیک جدید این مرز را با عنوان "نقطه منفرده"[۱] تعریف می‌کند و متاسفانه هنوز هیچ اطلاعی از کیفیت این نقطه ندارد چرا که هیچیک از قوانین فعلی در این نقطه به درد نمی‌خورند و هنوز تئوری و قانونی کشف نشده‌است که بتواند خصوصیات و مشخصات این نقطه را بررسی و بیان کند. درک اینکه فضا از "چیزی" با حجم صفر و به عبارتی از "هیچ" آفریده شده باشد بسیار مشکل است و مشکلتر اینکه خودِ فضای خالی را هم "هیچ" می‌دانیم. یادآوری می‌شود که در فیزیک مدرن فضا به عنوان یک محیط الاستیک در نظر گرفته می‌شود و در تئوری کوانتوم هم فضای خالی جائیست که مملو از فعالیتهای کوانتومی است.

اگر واقعا بپذیریم که فضا و زمان در لحظه بیگ‌بنگ باصطلاح از "هیچ" متولد شده‌اند، بدان معنی خواهد بود که خلقتی وجود داشته است و جهان در زمانی هرچند بسیار دور متولد شده است. پس جهان را نباید ازلی دانست. اینکه چرا تا امروز به تعادل ترمودینامیکی و مرگ‌گرمایی نرسیده است،[۲] می‌تواند به این دلیل باشد که از آغازِ بی‌نظمی‌ها تنها حدود پانزده میلیارد سال گذشته است و شاید این مدت هنوز برای رسیدن به حداکثر بی‌نظمی کافی نیست. شاید هم قدرت انفجار اولیه بقدری زیاد بوده است که علیرغم کاهش میزان انبساط در طی این پانزده میلیارد سال، هنوز این میزان در حدی نیست که جهان شروع به انقباض بنماید. بحث بالا نشان می‌دهد که اگر مدل بیگ‌بنگ درست باشد، جهان ما نمی‌تواند یک جهان ازلی باشد. همانگونه که در بالا بحث شد تفکر "جهان ازلی" با قانون دوم ترمودینامیک نیز ناسازگار است.

هرچند که امروز مدل بیگ‌بنگ مقبول اکثریت جامعه فیزیک است و هنوز اکثر تحقیقات با فرض درست بودن این مدل و بر اساس آن انجام می‌گیرند، ولی عده زیادی از فیزیکدانها هم هستند که این مدل را قبول ندارند. حتی آن عده هم که قبول دارند احساس ناخوشنودی خود را

۱ـ Singularity ۲ـ اگر زمان وجود نداشت، دیگر وجود نداشتیم.

www.IR-DL.com

پنهان نمی‌کنند. دلیل عمده این مخالفت‌ها، به خصوصیات عجیب و غریبی برمی‌گردد که به لحظه آغاز بیگ‌بنگ منتسب شده‌اند. خصوصیاتی مانند دمای بینهایت، حجم صفر، تمرکز تمام ماده موجود عالم در حجم صفر (یا دانسیته بی‌نهایت)، مرز فضا و مبدا زمان ممکن است مفاهیم ریاضی قابل قبولی داشته باشند ولی برای عوام و حتی فیزیکدانها چندان معنی‌دار نیستند.

این مشکل پیوسته عده‌ای از فیزیکدانها را تشویق کرده است تا به دنبال جایگزین مناسبی برای مدل بیگ‌بنگ باشند. در این میان، حدود نیم قرن قبل فیزیکدانی به نام بوندی و همکارانش[۱] نظریه‌ای پیشنهاد کردند که به نظریه "حالت پایا"[۲] مشهور شد. در این نظریه، سن جهان بینهایت است و جهان هرگز در آینده دچار مرگ‌گرمائی نمی‌شود چون ماده جدیدِ کم آنتروپی بطور مداوم زائیده می‌شود و به ماده موجود جهان اضافه می‌گردد. بنابراین، برخلاف مدل بیگ‌بنگ که در آن ماده به یکباره متولد می‌شود، در مدل حالتِ پایا ماده به تدریج تولید می‌گردد. میزان این تولید هم بگونه‌ای است که هرقدر جهان منبسط می‌شود همانقدر نیز مادهٔ کم‌آنتروپی وارد جهان می‌گردد و لذا دانسیته جهان دائم عدد ثابتی باقی می‌ماند. برخلاف مدل بیگ‌بنگ که در آن تعداد کهکشانها دائم در حال نوسان است، در مدل حالتِ پایا تعداد کهکشانها افزایش دایمی دارد ولی نسبت فضا به مادهٔجهان بدون تغییر باقی می‌ماند. بطور خلاصه، هیچ چیز در این مدل تغییر نمی‌یابد و معلوم است که این مدل جایگاهی برای خدا هم قایل نیست چرا که اعتقاد دارد فضا و زمان بطور ازلی وجود داشته‌اند و نیازی به خلق شدن نداشته‌اند!! گفتنی است که علیرغم طرفداران زیاد این نظریه، کشف "تشعشعات زمینه" (که در بالا به آن اشاره شد) موجب به فراموشی سپرده شدن این مدل گردید. امروز دیگر مدل حالت پایا جایگاهی در فیزیک ندارد.

۱ـ Bondi, Gad, Hoyle ۲ـ Steady State

www.IR-DL.com

بحث پیدایش جهان و مدل بیگ‌بنگ پیوسته بحث زمان را به دنبال داشته است و یکی از مشکلات حل نشده علم و خصوصا فیزیک همین مقوله زمان است. هنوز فیزیک در ارائه تعریفی مناسب از زمان و ارائه توضیحی برای جنس و کیفیت آن ناتوان است. برای همین، درک پدیده‌ای به نام "آغاز زمان" فوق‌العاده مشکل است. البته این موضوع تازه‌ای هم نیست و قدمتی چندین هزار ساله دارد. در وداهای هندی که یکی از قدیمی‌ترین نوشته‌های بشریت است مباحث فلسفی زیادی در مورد زمان هست. در بین فیلسوفان یونان هم پیوسته مقوله زمان مورد توجه بوده است. به عنوان مثال، ارسطو به جهان ازلی و زمان نامحدود (یعنی زمان بدون آغاز و پایان) معتقد بوده است و این فکر را که زمان دارای آغازی باشد رد می‌کرد. بدون شک، مانند هر انسان معمولی که اصطلاح زمانِ نامحدود برایش نامانوس است، برای ارسطو نیز نباید این فکر خوشایند بوده باشد. لیکن، مشکل اساسی افرادی مانند ارسطو این است که اگر آغازی برای زمان قایل باشند باید بتوانند پدیده‌ای را به عنوان اولین رویداد جهان معرفی کنند و نیز توضیح دهند که علت آن رویداد چه بوده است.

به هر حال، در برداشت عادی ما از جهان، هیچ "چیز" نمی‌تواند قبل از اولین رویداد وجود داشته باشد تا بتواند علت آن رویداد گردد، هرچند به نظر عده‌ای مشکل شناسایی اولین رویداد (حتی اگر زمان را محدود نیز بدانیم) وجود دارد. به عبارت دیگر، حتی اگر زمان را محدود تصور کنیم که دارای آغاز و انتهایی است، هنوز نخواهیم توانست پدیده‌ای را به عنوان اولین رویداد معرفی نماییم. برای توضیح این مطلب، اجازه بدهید هر اتفاق را بر روی محور زمان و به کمک یک عدد مشخص کنیم. لحظه بیگ‌بنگ را با صفر نشان می‌دهیم. حال اگر بپرسیم که اولین رویداد بعد از بیگ‌بنگ چه بوده است، عین این خواهد بود که بپرسیم کوچکترین عدد بزرگتر از صفر چیست؟ می‌دانیم که چنان عددی وجود ندارد چرا که هر عددی که گفته شود هر قدر هم که کوچک باشد می‌توان نصفش کرد. بنابراین، تعریف پدیده‌ای به عنوان اولین رویداد در یک جهان باآغاز (یعنی جهانی که ازلی نیست) هم ممکن نیست.

www.IR-DL.com

تا اواخر قرن نوزدهم متفکرین اعتقاد داشتند که انسان می‌تواند شکل ماده را تغییر دهد و مثلا به کمک پاره‌ای واکنشهای شیمیایی ماده را از حالتی به حالت دیگر درآورد، ولی هرگز نخواهد توانست ماده را خلق و یا نابود کند. فیزیک هنوز نتوانسته است جوابی قطعی به این پرسش که ماده جهان چگونه و از کجا آمده است ارائه کند. همین ناتوانی موجب می‌شود که پاره‌ای از متفکرین نظریه "جهان ازلی" را مطرح کنند و بر این باور باشند که مادهٔ موجود جهان نیز ازلی است. حسن این تفکر آنست که دیگر موضوع چگونگی پیدایش ماده بی‌اهمیت می‌شود. سرانجام، در سالهای دهه سی قرن بیستم میلادی دانشمندان توانستند در آزمایشگاه ماده را از فضای خالی (یا باصطلاح "هیچ") تولید کنند. اساس کار این عده همان معادله مشهور انیشتین ($E=mc^2$) بود که قبلا به آن اشاره کردیم. معادلهٔ فوق بیان کننده این واقعیت است که جرم، همان انرژی است و انرژی همان جرم. بنابراین، ماده را میتوان انرژی محبوس در جسم تصور کرد. اگر با روشی بتوان انرژی را آزاد کرد، ماده ناپدید خواهد شد و اگر بتوان انرژی را در نقطه‌ای متمرکز نمود ماده پدید خواهد آمد.

علاوه بر معادله انیشتین، محاسبات دیراک[۱] در سال ۱۹۳۰ نیز تفکر تولید ماده از انرژی متمرکز را تشویق می‌کرد. البته، معادله مشهور دیراک اساسا به توصیف ذرات اتمی که سرعتهای بسیار بالایی دارند می‌پردازد. از ویژگی‌های این معادله یکی انتساب خاصیتی به نام اسپین به موجودات کوانتومی (مثلا الکترون) است، به این معنی که ذرات اتمی حول محور خود می‌چرخند (مشابه گردش کره زمین در حول محورش). از ویژگی‌های جالب و شاید عجیب معادله دیراک این است که نشان می‌دهد الکترون باید دو دور حول محور خود گردانده شود تا مجددا به وضعیت سابق برگردد. چنین چیزی به نظر باور نکردنی می‌آید چرا که زندگی روزمره به ما نشان می‌دهد که هر موجودی را یک دور بگردانیم به وضعیت سابقش برمی‌گردد.[۲]

۱ـ Paul Dirac

۲ـ فراموش نشود که از مزایای ریاضی یکی هم همین نکته است که می‌تواند به کمک زبان خاص خودش

www.IR-DL.com

ویژگی دیگر و بسیار مهم معادله دیراک یکی هم پیش‌بینی وجود ذره‌ای بود که همان جرم، اسپین و بار الکتریکی الکترون را دارد با این تفاوت که بار الکتریکی این ذره مثبت است و جهت اسپین آن برعکس جهت اسپین الکترون است. به عبارت دیگر، این ذره درست تقارن آینه‌ای الکترون است. بعدها این ذره پوزیترون[۱] نامیده شد.

بر طبق پیش‌بینی دیراک در صورتیکه یک مقدار کافی از انرژی در نقطه‌ای متمرکز گردد، ماده به صورت یک زوج الکترون و پوزیترون متولد خواهد شد. بعدا در سال ۱۹۳۳ شخصی بنام اندرسون[۲] موفق شد که زوج الکترون و پوزیترون را در آزمایشگاه تولید نماید. دیراک و اندرسون جایزه نوبل فیزیک را برنده شدند و بشر اولین تجربه‌اش را در تبدیل انرژی به ماده با موفقیت آزمود. معلوم است که این بدان معنی نبود که بشر توانسته بود ماده را از "هیچ" تولید نماید.

تولد و مرگ خورشیدها

مقدار بسیار زیادی از گاز هیدروژن (در حدود حجم منظومه شمسی) را در نظر بگیرید. این گاز تحت تاثیر نیروی جاذبه به تدریج متراکم خواهد شد و دمای گازِ متراکم تدریجا بالا خواهد رفت. معلوم است که انرژی ناشی از این تراکم، به انرژی جنبشی اتم‌های هیدروژن تبدیل خواهد گشت. با رسیدن دما به محدوده چند میلیون درجه کلوین انرژی جنبشی پروتون‌ها بقدری زیاد خواهد شد که علیرغم بار مثبتی که دارند بهم برخورد خواهند کرد و فرآیند

چیزهائی بگوید که زبان ما انسانها قادر به بیان آنها نیست. این موضوع در مورد زبان‌های موجود بین ملت‌ها نیز صدق می‌کند. در هر زبانی پاره‌ای از کلمات وجود دارند که خاص همان زبان هستند و اگر بخواهیم هر کدام از آن کلمات را به زبان دیگر ترجمه کنیم باید بیش از یک جمله توضیح بدهیم. حتی کلماتی نیز وجود دارند که اصلا قابل ترجمه نیستند.

۱ـ Positron ۲ـ Anderson

www.IR-DL.com

جوش هسته‌ای یا فیوژن[۱] اتفاق خواهد افتاد که ضمن تشکیل اتم‌های هلیوم مقدار بسیار زیادی انرژی آزاد خواهد شد. این همان فرآیندی است که در یک بمب هیدروژنی اتفاق می‌افتد و انرژی آزاد شده بصورت انفجاری عظیم نمود پیدا می‌کند.

در سرنوشت هر ستاره‌ای دو نیرو رل عمده دارند: نیروی تراکمی جاذبه و نیروی انفجاری حاصل از فرآیند فیوژن. این دو نیرو در برابر هم عمل می‌کنند بدین شکل که جاذبه در صدد متراکم و متمرکز کردن مادهٔ ستاره است و نیروی حاصل از فیوژن قصد پراکندن یا انفجار آنرا دارد. هرقدر که از عمر یک ستاره می‌گذرد از میزان هیدروژن یا سوخت باقیمانده‌اش کاسته می‌شود و سرانجام زمانی می‌رسد که سوخت آن تمام می‌شود. در طی این فرآیند، رفته‌رفته از مقدار نیروی انفجاری فیوژن کاسته می‌شود و نیروی تراکمی جاذبه غالبتر می‌گردد. در نتیجه، تمام ماده ستاره تحت تاثیر این نیروی غالب رفته‌رفته متراکم‌تر می‌شود.

خورشید ما یک ستاره نسبتا کوچک است که عمدتا از هیدروژن تشکیل شده است. این هیدروژن در طی فرآیند فیوژن به هلیوم تبدیل می‌شود و انرژی عظیمی را آزاد می‌کند که به شکل گرما و نور به ما می‌رسد. چون پروتونِ هستهٔ هیدروژن سنگین‌تر از پروتون هلیوم است، در هر فرآیندِ تبدیل هیدروژن به هلیوم مقداری از جرم اولیه کاسته می‌شود. طبق معادله انیشتین ($E=mc^2$)، انرژی آزاد شده ناشی از همین جرم کاهش یافته است. با کاهش تدریجی هیدروژن و تبدیل آن به هلیوم، از میزان فرآیند فیوژن کمتر می‌شود و از اینرو دما پایین می‌آید و رنگ خورشید تدریجا به زردی می‌گراید. همچنین، در پی کاهش فیوژن و نیروی حاصل از آن، نیروی جاذبه به نیروی غالب تبدیل می‌گردد و خورشید رفته‌رفته متراکم‌تر می‌شود. این تراکم موجب افزایش انرژی جنبشی اتم‌های هلیوم و بالا رفتن مجدد دما می‌گردد. این بار اتم‌های هلیوم با همدیگر در فرآیند فیوژن شرکت می‌کنند و ضمن تولید لیتیوم و کربن، باز انرژی بسیار زیادی آزاد

۱ـ Fusion

www.IR-DL.com

می‌شود. هرچند که اندازه خورشید در این مرحله بسیار کوچک است ولی اتمسفر آتشین آن تا شعاعی برابر میلیون‌ها کیلومتر گسترش دارد.

به عنوان مثال، روزی که خورشید ما به این مرحله برسد شعله‌های اتمسفر آن به حدود کره مریخ خواهد رسید و در نتیجه کره زمین کاملا پودر خواهد شد. به خاطر اندازه بسیار بزرگ یک ستاره در این مرحله و رنگ قرمز ناشی از شعله‌های آن، چنین ستاره‌ای را در نجوم "غول قرمز"[۱] می‌نامند. البته جای چندان نگرانی نیست چرا که هنوز ۵ میلیارد سال باقی مانده است تا خورشید ما به غول قرمز تبدیل شود و ما و زمین را هم در بر بگیرد. تازه تا آن موقع این انسان خودپرست بارها خود را از بین برده است!

سرانجام، مدت‌ها بعد از بلعیده شدن تمام سیارات منظومه شمسی توسط غول قرمزِ خورشید، هلیوم موجود خورشید سوخته و تمام خواهد شد. خورشید خاموش خواهد گشت و رو به سردی خواهد گذاشت. آنگاه نیروی جاذبه تنها نیروی موجود خواهد بود و خورشید باز هم متراکم‌تر خواهد گشت و آنقدر کوچک خواهد شد که اندازه‌ای در حدود زمین فعلی ما خواهد یافت. جرم عظیم خورشید و سیاراتش در حجم کوچکی متمرکز خواهد شد و بنابراین دانسیته‌ای فوق‌العاده بالا خواهد داشت. به خاطر سوخت کم باقیمانده، نور خورشید بسیار کم خواهد شد. چنین ستاره‌ای را اصطلاحا یک "کوتوله سفید"[۲] می‌نامند. پس زمانی خواهد رسید که بدن ما جزئی از یک کوتوله سفید بشود. زمانی هم خواهد رسید که همان مختصر سوخت هسته‌ای باقیمانده هم تمام شود، کوتوله سفید ما باز هم کوچکتر گردد و همان نور کم را هم از دست بدهد و تبدیل به یک "کوتوله تیره"[۳] بگردد که دیگر قابل مشاهده هم نخواهد شد: زمانی که در تاریکی مطلق فضا گم خواهیم شد.

البته، سرنوشت همه ستاره‌ها چنین نیست. اگر جرم ستاره‌ای چند برابر خورشید ما باشد،

۱ـ Red Giant ۲ـ White Dwarf ۳ـ Dark Dwarf

www.IR-DL.com

عناصر سنگینی که به دنبال فیوژنِ هلیوم تولید می‌شوند نیز خواهند توانست تحت تاثیر نیروی جاذبه فوق‌العاده بالای آن ستاره، واکنش فیوژن داشته باشند و به عناصر سنگین‌تر از خود تبدیل شوند. این فرآیندها هم باعث آزاد شدن انرژی زیادی خواهند شد. بنابراین، کوتوله سفیدی تولید نخواهد شد و بلکه طی فرآیندهای پی‌درپی فیوژن، عناصر سنگینتر و سنگینتر و در نهایت آهن به وجود خواهد آمد. لیکن، دیگر فرآیند فیوژن اتم‌های آهن اتفاق نخواهد افتاد و ستاره مورد نظر خاموش خواهد شد و تحت تاثیر نیروی جاذبه‌ای که مقدارش رفته‌رفته فزونی می‌یابد، حجم ستاره کاهش خواهد یافت. در نتیجه این کاهش حجم، دمای داخل ستاره سیر صعودی خواهد گرفت تا به حدود هزاران میلیارد درجه برسد. هستهٔ ستاره تراکم فوق‌العاده‌ای خواهد یافت و لایه خارجی ستاره در انفجار مهیبی متلاشی خواهد شد. این فرآیند را اصطلاحا سوپرنُوا[۱] می‌نامند. نور حاصل از چنان انفجاری بقدری زیاد است که می‌تواند تمام کهکشان را غرق نور نماید. آنچه از ستاره باقی خواهد ماند همان هسته متراکم آن است که قطری در حدود چند ده کیلومتر و دانسیته‌ای فوق‌العاده بالا خواهد داشت که به ستاره نوترونی[۲] مشهور است. حجمی به اندازه یک سیب از این ستاره، جرمی برابر کره زمین خواهد داشت. معلوم است که چون ستاره‌های نوترونی فاقد سوخت هسته‌ای هستند قابل مشاهده نیستند، ولی بخاطر چرخش‌شان دارای تشعشعاتی هستند که می‌توان آنها را به کمک ابزار خاصی تشخیص داد. این ستاره‌های نوترونی را پولسار[۳] می‌نامند.

پرسشی که اکنون باید بدان پاسخ داد این است که پس عناصر سنگینتر از آهن از کجا آمده‌اند؟ جواب این است که در تکه‌پاره‌های معلق ناشی از انفجار سوپرنوا عناصر نسبتا سنگین (البته سبکتر از آهن) وجود دارند و از آنجائیکه دما و فشار بسیار بالاست کم‌کم عناصر سنگینتر از آهن نیز شکل می‌گیرند. باز گاز هیدروژن جمع می‌شود و کم‌کم خورشیدی شکل می‌گیرد و تکه‌پاره‌های ناشی از عناصر سنگینترِ سوپرنوا به شکل سیاره‌هایی در حول آن می‌گردند و بدین

۱ـ Supernova ۲ـ Neutron Star ۳ـ Pulsar

www.IR-DL.com

ترتیب منظومه‌ای مانند همین منظومه خودمان متولد می‌شود.

حال اگر اندازه ستاره‌ای حدود پنجاه برابر خورشید ما باشد باز هم به یک ستاره نوترونی تبدیل می‌شود ولی چون در این حالت نیروی جاذبه فوق‌العاده بالا خواهد بود، تراکم همچنان ادامه خواهد یافت و در نهایت یک حفره سیاه شکل خواهد گرفت. نیروی جاذبه یک حفره سیاه بسیار متمرکز و بقدری شدید است که همه چیز را به طرف خود می‌کشد و حتی نور هم نمی‌تواند از آن بگریزد. چون هر آنچه که دیده می‌شود در اثر نورِ انتشار یافته یا منعکس‌شده از آن است، حفره‌های سیاه قابل رویت نیستند و اسمشان هم به همین مناسبت است.

اگر جسمی بخواهد از میدان جاذبه جسم بزرگتری بگریزد باید دارای یک سرعت حداقلی باشد که "سرعت فرار"[۱] نامیده می‌شود. به عنوان مثال، اگر سفینه‌ای بخواهد از جاذبه زمین بگریزد باید سرعت فراری در حدود ۴۰ هزار کیلومتر در ساعت داشته باشد. طبعا سرعت فرار از خورشید خیلی بیشتر از سرعت فرار از زمین است. هرقدر جرم یک ستاره زیاد باشد، جاذبه‌اش قوی‌تر و سرعت فرار از آن بالاتر خواهد بود. سفینه‌ای که بخواهد از منظومه شمسی خارج شود و به اعماق فضا برود[۲] باید از جاذبه مجموعه خورشید و سیاراتش فرار کند. حفره‌های سیاه سرعت فراری برابر سرعت نور دارند. هر جسمی (حتی نور) که از محدوده خاصی از یک حفره سیاه عبور کند مسیرش انحراف می‌یابد و طی یک منحنی به درون حفره سیاه سقوط می‌کند. شعاع این محدودهٔ خاص به کمک حل معادلات انیشتین محاسبه شده است و بنام محاسبه‌کننده آن به "شعاع شوارتزچایلد"[۳] معروف است. هر جسمی که وارد حفره سیاه شود، تحت جاذبه زیاد آن به قدری فشرده می‌شود که فاصله معمول الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های آن از بین می‌رود و در حجم فوق‌العاده کوچکی متراکم می‌شود.

۱ـ Escape Velocity

۲ـ مثلا، سفینهٔ Voyager که به منظور خروج از منظومه شمسی به فضا پرتاب شده است.

۳ـ Schwarzchild Radius

www.IR-DL.com

گفتیم که اجزای هسته هر اتم (مانند کوارک‌ها) تحت تاثیر نیروی هسته‌ایِ قوی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. اگر این نیرو یک یا دو درصد بیشتر (یا کمتر) از مقداری که هست می‌شد جهانی که تجربه می‌کنیم کاملا متفاوت بود. مثلا اگر تنها دو در صد کمتر بود هسته اتم ناپایدار می‌شد و تجزیه می‌گردید. در چنان وضعیتی هسته دوتریوم (هیدروژن سنگین) نمی‌توانست به مدت نسبتا طولانی دوام داشته باشد و سریع تجزیه می‌شد. خورشید و ستارگان مشابه هم دیگر وجود نداشتند، چرا که انرژی لازم برای بقای خورشید عمدتا از طریق فیوژن اتم‌های دوتریوم تامین می‌شود. جایی که خورشید نباشد حیات هم که وابسته به آن است نمی‌تواند باشد. از طرف دیگر، اگر نیروی هسته‌ایِ قوی تنها چند درصد بیشتر از مقدار فعلی‌اش بود پروتون‌های داخل هسته با نیروی بیشتری به همدیگر می‌چسبیدند و به علت پایداری زیاد دوتریوم، هیدروژنِ تشکیل شده در اوایل بیگ‌بنگ به دوتریوم تبدیل می‌شد و لذا الان مقدار هیدروژن موجود در جهان بسیار کمتر بود. کم اهمیت‌ترین نتیجه چنان فرآیندی می‌توانست این باشد که حتی اگر کره زمینی شکل می‌گرفت (که نمی‌گرفت) دیگر آب به مقدار فعلی وجود نداشت و خبری از حیات و موجود زنده نبود.

این موضوع در مورد دیگر نیروهای طبیعت (مثلا نیروی جاذبه و یا الکترومغناطیسی که رل بسیار مهم و اساسی در ساختار ستاره‌ها دارند) نیز صدق می‌کند. یادآوری می‌شود که نیروی جاذبه، اجزای یک ستاره را در کنار همدیگر نگهمیدارد و آنرا متراکم می‌کند. با توجه به شدت جاذبه است که فشار داخل یک ستاره تعیین می‌شود. از طرف دیگر هر ستاره‌ای انرژی خود را بصورت انرژی الکترومغناطیسی از دست می‌دهد. اگر یکی یا هر دوی این نیروها تنها چند درصد کمتر یا بیشتر از آنچه که الان هستند بودند، جهان سأاختاری کاملا متفاوت داشت. به عنوان مثال ستاره‌های بزرگ که جاذبه زیادی دارند بسیار داغتر و نورانی‌ترند و انرژی موجود در مرکز خود را به راحتی به صورت تشعشعِ حرارتی و تور به سطح ستاره می‌رسانند. ستاره‌های سبک، جاذبه کمی دارند و گرما و نورشان نیز کم است. ستارگان نوع اوِل را که بزرگ، نورانی و

www.IR-DL.com

داغ هستند غول‌های آبی[۱] و ستارگان نوع دوم را که کوچک، کم حرارت و کم‌نور هستند کوتوله‌های سرخ[۲] می‌نامند. ستاره‌های زیادی هم وجود دارند که در آنها دو نیروی جاذبه و الکترومغناطیس در حدی هستند که ستارگان فوق درست در مرز دو حالت غول‌آبی و کوتوله سرخ قرار دارند و تنها با کم یا زیاد شدن یکی از این دو نیرو (حتی به میزان فوق‌العاده کم، مثلا یک در میلیارد میلیارد میلیارد) تبدیل به غول‌آبی یا کوتوله‌سرخ می‌شوند. در چنان جهانی، تمام ستارگان یا غول‌آبی خواهند بود یا کوتوله‌سرخ و لذا ستاره‌هایی مانند خورشید وجود نخواهند داشت که باز بدان معنی است که حیات از آن نوعی که من و شما را شکل می‌دهد نیز وجود نخواهد داشت.

یک قطره آب بود و با دریا شد — یک ذره خاک با زمین یکتا شد
آمد شدن تو اندرین عالم چیست — آمد مگسی پدید و ناپیدا شد

۱ـ Blue Giants ۲ـ Red Dwarfs

www.IR-DL.com

دفتر ۴

اسرار ازل: طراحی یا اتفاق!

کس مشکل اسرار ازل را نگشاد — کس یک قدم از دایره بیرون ننهاد

من می‌نگرم زمبتدی تا استاد — عجز است بدست هر که از مادر زاد

جهان محاسبه‌پذیر

تا اواخر قرن نوزده، موفقیت‌های چشمگیر تئوری نیوتون چنان تصوری را در جوامع علمی آفریده بود که بشر سرانجام آن تئوری نهایی را که توانایی پاسخ به تمام پرسش‌هایش را داشته باشد یافته است. از ناتوانی این تئوری در محاسبه مدار سیاره ناهید هم چشم‌پوشی می‌شد، هرچند این موضوع از همان ابتدای معرفی تئوری فوق آشکار شده بود. همچنین، از همان اوان هم عده‌ای بودند که به "محاسبه‌پذیر" بودن جهان و پدیده‌های آن مشکوک بودند و از اینرو هرگز تئوری نیوتون را یک تئوری ایده‌آل و نهایی نمی‌دیدند. آنها در تایید محاسبه‌ناپذیری جهان اتفاقات روزمره را مثال می‌آوردند. مثلا، یک نفر می‌تواند هر وقت که دلش بخواهد آواز بخواند یا از پنجره بیرون بپرد. به ادعای معتقدین به محاسبه‌پذیر بودنِ جهان، اینکه یک فرد کدام یک از

www.IR-DL.com

دو گزینهٔ رقصیدن و نرقصیدن را انتخاب می‌کند قابل محاسبه و پیش‌بینی است. آنچه برای فیزیک اهمیت دارد این است که آیا اساسا چنین فرآیندهایی محاسبه‌پذیر هستند؟ آیا تئوری نیوتون و یا هر تئوری دیگری می‌تواند محاسبه کند که من یک دقیقه دیگر به مدت پنج دقیقه دست از نوشتن این کتاب برخواهم داشت؟ آیا یک تئوری می‌تواند با دانستن وضعیت فعلی مغز من، وضعیت آینده آنرا محاسبه کند؟

فرض کنید دانشمندی بتواند به کمک تئوری خاص خودش وضعیت فعلی مغز مرا بطور دقیق برآورد و پیش‌بینی کند که ده روز دیگر سفری از لندن به تهران خواهم داشت. بفرض درست بودن محاسبات وی، به مجرد اینکه این پیش‌بینی به من گفته شود می‌توانم سفر خود به تهران را لغو کنم. به عبارت دیگر، به مجرد اعلام دانشمند فوق که من در آینده فلان عمل را انجام خواهم داد مغز من اطلاعات جدیدی کسب خواهد کرد. با این اطلاعات جدید، وضعیت موجود مغز من تغییر خواهد یافت و متفاوت از وضعیتی خواهد بود که بر اساس آن پیش‌بینی (محاسبه) انجام گرفته بود. بنابراین، همین وضعیت جدید مغز من موجب خواهد شد که پیش‌بینی وی اشتباه از آب درآید. خلاصه اینکه اگر اختیار را بخواهیم وارد معادلات خود بکنیم آینده قابل پیش‌بینی نخواهد بود. در این مثال، اگر دانشمند مذکور نتیجه پیش‌بینی خود را به من اعلام نکند، موضوع اختیار وارد بحث نخواهد شد و ممکن است که محاسبات وی درست از آب درآیند. بنابراین نتیجه محاسبات تئوری‌های نیوتون‌گونه در پیش‌بینی آینده نادرست خواهند بود چون کیفیتی مانند اختیار در معادلات آنها وجود ندارد.

و اما، آیا واقعا ادعای نیوتون و لاپلاس مبنی بر محاسبه‌پذیر بودن ماشین جهان درست است؟ یادآوری می‌شود که یک ماشین و یا یک سیستم مکانیکی[۱] حق اختیار ندارد. اخیرا یک سری بررسی‌های ریاضی بر روی سیستم‌های مکانیکی (که تئوری نیوتون به خوبی آنها را توصیف می‌کند و آنها را کاملا محاسبه‌پذیر می‌داند) انجام گرفته است. طبق تعریف، یک سیستم مکانیکی محاسبه‌پذیر (قابل پیش‌بینی) سیستمی است که یک تغییر جزئی در وضعیت

www.IR-DL.com

اولیهٔ آن تنها موجب تغییری اندک در رفتار آن سیستم می‌شود. مطالعات مذکور نشان می‌دهند که سیستم‌هایی مکانیکی نیز وجود دارند که حتی تحت تاثیر تغییری فوق‌العاده ناچیز در وضعیت اولیه آنها، رفتاری بسیار متفاوت و غیرقابل پیش‌بینی از خود نشان خواهند داد. این نشان می‌دهد که حتی یک جهان صد در صد مکانیکی و ساعت‌گونه هم می‌تواند غیر قابل پیش‌بینی باشد. طبق تئوری نیوتون سیستم‌های مکانیکی فاقد ذهن هستند. بنابراین، با توجه به مطالعات ریاضی فوق‌الذکر و نظر به اینکه رفتار ذهن هم محاسبه‌ناپذیر است، مجموعه "سیستم مکانیکی بعلاوه ذهن" کاملا محاسبه‌ناپذیر (غیر قابل پیش‌بینی) خواهد بود.

قبلا دیدیم که فیزیک جدید به جهان محاسبه‌ناپذیر اعتقاد دارد که از اصل عدم‌قطعیت تئوری کوانتوم ناشی می‌شود و اینکه پدیده‌های کوانتومی می‌توانند بدون علت خاصی اتفاق بیافتند. معتقدین به محاسبه‌پذیری اعتراض می‌کنند که فرآیندهای کوانتومی تنها در ابعاد اتمی صدق می‌کنند و ما حق نداریم آنها را به اتفاقات روزمره خود (یا فرآیندهای دنیای بزرگ) تعمیم دهیم. به عنوان مثال، اگر فرآیندهای کوانتومی بطور راندُم باشند دلیل ندارد که فرآیندهای مغز نیز راندُم باشند و مثلا نرون‌ها (سلول‌های عصبی) بطور راندُم عمل کنند. راندُم بودنِ عملکرد نرون‌های مغز بدان معنی خواهد بود که باید هر از گاهی شاهد اختلالاتی در فعالیت مغز باشیم و مثلا وقتی بخواهیم پلک‌مان را ببندیم به ناگهان دست‌مان بالا برود.

تجربه به ما نشان می‌دهد که چنین اتفاقی نمی‌افتد. بنابراین، علیرغم اینکه فرآیندهای دنیای اتم بطور اتفاقی روی می‌دهند، اتفاقات دنیای بزرگتر راندُم نیستند (یعنی تئوری کوانتوم قابل تعمیم به دنیای بزرگ نیست). فراموش نباید کرد که این استدلال زمانی درست خواهد بود که از ذهن و اختیار چشم‌پوشی شود. همانگونه که ذهنِ ناظر می‌تواند وضعیت شبح‌گونه یک الکترون را به واقعیت ملموسی مانند ذره یا موج تبدیل کند (یکی از دو حالت ذره یا موج را اختیار کند)، همین ذهن می‌تواند عملکرد راندُم نرون‌ها را نیز به یک رفتار قانونمند تبدیل نماید. چه فرقی بین اختیار انتخاب بین رفتار ذره‌ای و موجی یک پروتون با اختیار بستن پلک یا بالا بردن

www.IR-DL.com

دست هست؟ در هر دو حالت این ذهن است که انتخاب می‌کند و از پدیده‌های رانـدُم یک واقعیت ملموس می‌سازد.

ممکن است این پرسش مطرح شود که از کجا معلوم خودِ اختیار ناشی از ماده نباشد و چون دنیای مادی محاسبه‌پذیر است در آنصورت ذهن (و اختیار) نیز محاسبه‌پذیر خواهند بود. بـه عنوان مثال، در انتخاب بین خوردن گوشت گوسفند یا سگ عوامـل مـحیطی مـانند فـرهنگ خانوادگی (که خود تابعی از جغرافیای آن محیط است) و وضعیت اقتصادی دخالت دارند. فردی که در ایران متولد می‌شود از همان روز تولدش گوشت سگ نمی‌خورد، در حالیکه اگر همان فرد در فیلیپین متولد می‌شد گوشت سگ می‌خورد چرا که نزدیکترین گوسفند به وی در استرالیا قرار دارد که هزاران کیلومتر با وی فاصله دارد! بنابراین عوامل دنیای مادی در شکل‌گیری ذهن و کیفیت اختیار رل عمده‌ای دارند.

بطور کلی، انتخاب بین دو یا چند گزینه بستگی به کیفیت و کمیت اطلاعات فرد در لحظه انتخاب دارد. مثلا حدود ده سال قبل من در انتخاب بین ماندن در خارج و بازگشت به زادگاهم دومی را اختیار کردم. دلیل چنین گزینشی به میزان اطلاعات و شخصیت آن روز من برمی‌گردد. این بدان معناست که اگر باز به همان موقع برگردم و اطلاعات و شخصیت من همان باشند که آن موقع بودند دوباره همان تصمیم را خواهم‌گرفت. اگر آن موقع اطلاعات و یا شخصیت امروز را داشتم تصمیم من می‌توانست همان و یا چیز دیگری باشد. به همین عـلت، اگـر بـخواهـیم واقع‌بین باشیم پشیمانی یا غصه گذشته را خوردن بی‌معنی است. پشیمانی از بابت عملی که در گذشته انجام گرفته وقتی قابل توجیه خواهد بود که اگر با اطلاعات[۱] همان موقع به همان زمان و مکان برگردیم تصمیم متفاوتی بگیریم که چنین نخواهد بود.

پس اینکه محرک‌های ذهن از محیط ریشه می‌گیرند ظاهرا بدان معناست که باید رفـتار ذهن محاسبه‌پذیر باشد. مثلا هرکس دیگری که در ایران متولد شود گوشت سگ نخواهد خورد و در انتخاب بین گوشت سگ و گوسفند دومی را انتخاب خواهد کرد. هرچند این استدلال نشان

www.IR-DL.com

می‌دهد که ذهن محاسبه‌پذیر است ولی همیشه اینطور نیست. فرض کنید یک نفر در تعطیلات نوروز پارسال به نقطه دور افتاده‌ای رفته باشد. حین رانندگی در جاده‌های ناآشنا متوجه می‌شود که بنزین اتومبیلش رو باتمام است و در همان موقع بر سر یک دو راهی می‌رسد که تابلوی کنار جاده نشان می‌دهد مسیر سمت راست به شهر ختم می‌شود و مسیر چپ به یک گردشگاه جنگلی. معلوم است که با توجه به وضعیت موجود، وی رفتن به شهر و لذا مسیر سمت راست را اختیار خواهد کرد چرا که احتمال یافتن بنزین بیشتر است. متاسفانه، در حین رانندگی در مسیر سمت راست، تصادفی با یک موتورسوار رخ می‌دهد که موجب مرگ موتورسوار می‌شود. امروز، بعد از ده سال، وقتی این خاطره را بیاد می‌آورد فکر می‌کند که اگر مسیر گردشگاه را انتخاب کرده بود موتورسوار فوق آن روز نمی‌مرد! واقعیت این است که با توجه به بحث بالا پشیمانی امروز بدان دلیل است که اطلاعات امروز وی متفاوت از اطلاعات روز حادثه است (مثلا می‌داند که در آن مسیر تصادف خواهد کرد). شکی نیست که اگر وی باز به همان زمان برگردد و همان اطلاعات را داشته باشد (یعنی مشکل بنزین و بی‌خبر بودن از تصادف با موتورسوار) دوباره همان مسیر سمت راست را اختیار خواهد نمود.

اکنون حالت دیگری را در نظر می‌گیریم. فرض کنید که همان زمان است و این شخص بر سر همان دوراهی رسیده است ولی تابلویی وجود ندارد که وی را راهنمایی نماید. اینجا تنها چیزی که می‌داند این است که بنزین اتومبیلش رو به اتمام است ولی نمی‌داند کدامیک از دو مسیر روبرویش وی را به بنزین خواهد رساند. طبعا یکی از این دو مسیر را بطور راندُم اختیار خواهد کرد. فرض کنید که مسیر سمت راست را اختیار کند و طبعا موجب مرگ آن موتورسوار خواهد شد. حال، این شخص حق دارد که اظهار پشیمانی کند چرا که می‌توانست مسیر سمت چپ را بگزیند و هرچند بنزینش تمام می‌شد و در راه می‌ماند ولی موجب مرگ کسی نمی‌شد. موضوع مهم این است که اگر امروز به همان زمان برگردد و همان اطلاعات آن روز را داشته باشد هیچ دلیلی ندارد که دوباره همان مسیر سمت راست را انتخاب کند چرا که نداشتن

www.IR-DL.com

اطلاعات در مورد دو مسیر روبرویش موجب خواهد شد که انتخابی کاملا راندُم داشته باشد که پنجاه درصد ممکن است همان انتخاب ده سال قبلش باشد. بنابراین اختیار تنها بستگی به کیفیت اطلاعات فرد ندارد و گاه کاملا راندُم است و ذهن همیشه محاسبه‌پذیر نیست.

نتیجه این بحث نشان می‌دهد که جهان و پدیده‌های آن چه در مقیاس کوچک و چه بزرگ غیرقابل پیش‌بینی و محاسبه‌ناپذیر است چرا که تک‌تک ذرات عالم دارای اختیار هستند. اینکه انسان دارای اختیار است و حق انتخاب دارد طبعا بدان معناست که خالق وی نیز باید اختیار داشته باشد. تمام مذاهب معتقدند که خدا صاحب اختیار است که بنده‌ای را ببخشد یا موجودی را دوباره زنده کند. شاید پرسیده شود که پس چرا خداوند جهان را درست مثل یک ساعتِ محاسبه‌پذیر خلق نکرده است که تمام فرآیندهای آن قابل پیش‌بینی باشند و رسیدنِ به هدف اجتناب ناپذیر باشد؟ پاسخ این است که در یک جهانِ محاسبه‌پذیر، خداوند صاحب اختیار نخواهد بود که مثلا در مواقعی کار ساعت را تغییر دهد چرا که در آنصورت هدفِ خلقت تغییر خواهد یافت. این بدان معنی خواهد بود که خدا پایبند تصمیم قبلی خود نیست که ناقض تعریفی است که برای خدا داریم. البته ممکن است بگوییم که خدا اختیار دارد که در مواقعی که خود به صلاح می‌داند در کار جهان دخالت کند. (مشکل اینجاست که اختیار به زمان بستگی دارد و حال آنکه خدا ماورای زمان است.) نتیجه اینکه اعتقاد به وجود خدا نیز محاسبه‌پذیر بودن جهان را رد می‌کند.

جهانِ علت و معلول

محاسبه‌ناپذیری جهان و غیرقابل پیش‌بینی بودن پدیده‌های آن موضوع علت و معلول را مطرح می‌کند. آیا می‌شود که "چیزی" از "هیچ" به وجود بیاید؟ اگر مواد موجود جهان از انرژی تولید شده است پس انرژی اولیه جهان از کجا آمده است؟ طبق تئوری کوانتوم، ذرات از فضای خالی تولید می‌شوند. ولی فضای خالی از کجا آمده است؟ اگر جهان ازلی نیست و با پدیده

www.IR-DL.com

بیگ‌بنگ خلق شده است، چه چیزی موجب خودِ بیگ‌بنگ و تولید فضا–زمان شده است؟ شاید بهتر است به دنبال پاسخ به پرسشی اساسی‌تر باشیم: آیا هر اتفاقی علتی دارد؟ می‌شود اتفاقی بیافتد بدون آنکه علتی موجب آن شده باشد؟ اگر جواب این سئوال مثبت است، باید بتوان حداقل یک مثال زد. تازه اگر هم بتوان چنان مثالی آورد از کجا معلوم که پدیده مورد نظر ناشی از چیزی غیرقابل توضیح نباشد که مثلا بشر هنوز به آن پی نبرده است؟ اشاره کردیم که بر اساس تئوری کوانتوم احتمال تولید ذره به شدت انحنای فضا بستگی دارد. سئوال این است که چه چیزی موجب انحنای فضا می‌گردد؟ خلاصه اینکه آیا علتی برای پیدایش جهان وجود دارد؟

عده‌ای علت نهایی را خدا می‌دانند. فیزیکدان‌ها و فیلسوف‌هایی هم هستند که ابراز می‌دارند هر تفکری که علت نهائی را خدا بداند بدان معنی است که به نظم علت و معلولی معتقد است و آنگاه ناچار است که علتی هم برای وجود خدا معرفی کند. البته جوابی که گروه اول می‌دهد این است که هر چیزی علت دارد مگر خدا، که بی‌نیاز از علت است چون یک موجود واجب‌الوجود است که علت موجودیتش در خودش مستتر است. گروه دوم ابراز می‌دارند که اگر بخواهیم قبول کنیم که وجود "چیزی" (مثلا خدا) می‌تواند بدون علت باشد، چرا نتوانیم بگوئیم که وجود خودِ جهان نیاز به علت ندارد. چه تفاوتی هست بین اینکه بگوئیم "خدا علت خودش است" یا "جهان علت خودش است". به این ترتیب، نیازی هم نخواهد بود که بحث ما شامل دنیائی ماورای دنیای مادی گردد. بحث‌های این چنینی موجب شده‌اند که عده‌ای خدا را همان جهان بدانند.

یکی از اعتراضات اساسی که به بحث علت و معلول وارد می‌شود این است که چنین بحثی تنها در مقوله زمان معنی می‌یابد. چرا که علت هر معلولی در زمانی قبل از آن معلول اتفاق می‌افتد. مثلا وقتی می‌گوئیم ترس علت تولید هورمون آدرنالین است، اگر آدرنالین کسی بالا رفته باشد نتیجه خواهیم گرفت که وی قبلا ترسیده است. لذا، اتفاق ترسیدن به زمانی قبل از زمان بالا رفتن آدرنالین تعلق دارد. بنابراین وقتی می‌گوئیم بیگ‌بنگ آغاز زمان هست بدان معنی

www.IR-DL.com

است که قبل از بیگ‌بنگ زمان وجود نداشته است و لذا صحبت از علتی که مربوط به قبل از بیگ‌بنگ می‌شود کاملا بی‌معنی خواهد بود. پس، علت و معلول مقوله‌ای وابسته به زمان هست و جائیکه زمان نباشد قابل بحث نخواهد بود. اینکه بگوئیم علت بیگ‌بنگ چه بوده است (چه مادی و چه غیرمادی) بحثی نامربوط خواهد بود چون طبق همان نظریه‌ای که بیگ‌بنگ را وارد فیزیک کرده است، قبل از بیگ‌بنگ هیچ چیز و از آن جمله زمان نیز وجود نداشته است.

نظر به ساختار واحد فضا-زمان، اگر علت پیدایش جهان خدا باشد پس باید زمان نیز مخلوق خدا باشد. اینجا مشکل تازه‌ای پدید می‌آید و آن اینکه چون علت و معلول فرآیندهای زمانی هستند و چون همیشه علت قبل از معلول است پس زمان باید موجود باشد تا علتی به وجود آید. جائیکه زمان نباشد صحبت از علت و معلول بی‌معنی است. اینکه خدا قبل از موجودیت زمان وجود داشته باشد بدان معنی است که علت (خدا) قبل از معلول (خلق زمان) وجود داشته است و حال آنکه کلمه "قبل" تنها بعد از موجود بودن زمان مفهوم می‌یابد. می‌بینیم که به تناقض رسیده‌ایم. برای سادگی درک مطلب موجودیت خدا را می‌توان بطور شماتیک چنین نشان داد.

خدا ---> اتفاق اول ---> اتفاق دوم ---> اتفاق سوم ---> ...

دیاگرام فوق دلالت بر این دارد که خدا علت پیدایش اتفاق اول در جهان است، اتفاق اول علت پیدایش اتفاق دوم، و ... همانطور که مشاهده می‌شود، در این برخورد علیرغم اینکه خود خدا نیز عضوی از زنجیره علت و معلول است ولی قانون علت و معلول در مورد وی صدق نمی‌کند و در نتیجه دچار تناقض می‌شود.

برخورد دیگر با این مساله می‌تواند چنین باشد که ما خدا را ماورای فضا و زمان بدانیم.

www.IR-DL.com

آنموقع مشکل موجودیت خدا قبل از خلق زمان را نخواهیم داشت. ناچاریم که خدا را به عنوان موجودی که زمان در مورد وی صدق نمی‌کند تعریف کنیم. به عبارت دیگر، برخلاف تمام موجودات جهان که همگی "چیز" به حساب می‌آیند و جزئی از فضا-زمان می‌باشند، خدا "چیز" نیست چرا که وی خارج از دو مقوله فضا و زمان است. اینجا خدا خارج از زنجیره علت و معلول است و بر آن زنجیره نظارت و کنترل دارد:

خدا خدا خدا

... ---> اتفاق اول ---> اتفاق دوم ---> اتفاق سوم ---> ...

مشاهده می‌شود که در این برخورد، چه زنجیرهٔ "علت و معلول" عضوی به عنوان عضو اول داشته باشد (مثلا بیگ‌بنگ) و چه نداشته باشد (مثلا جهان ازلی) خدا پیوسته وجود دارد.

به نظر می‌رسد که برخورد دوم با آنچه مذاهب توحیدی بیان می‌کنند سازگار است. لیکن، طبق این برخورد، خدا موجودی ماورای "چیز"هاست و خودش "چیز" نیست. ولی طبق تعریف مذاهب توحیدی، خدا فکر می‌کند، تصمیم می‌گیرد، راضی می‌شود، خشمگین می‌شود، مهر می‌ورزد، می‌بخشد، انتقام می‌گیرد و .... آشکار است که حالاتی مانند خشم و مهر و غیره همگی در زمان مفهوم می‌یابند.

به عبارت دیگر، چون زمان به دنیای "چیز" تعلق دارد، حالات و احساس‌های بالا به دنیای "چیز"ها تعلق دارند. باز به تناقض رسیدیم و اینکه خدا ماورای دنیای "چیز" است ولی حالات و خصایلی به وی نسبت داده می‌شود که مخصوص دنیای "چیز" است.

عده‌ای از متفکرین بر این باورند که به هرحال نمی‌توان زنجیره‌ای بی‌نهایت از علت‌ها داشت و بالاخره باید جائی توقف کرد. کهکشانها از نبولاهای چرخان تولید می‌شوند، نبولاها از هیدروژن، هیدروژن از پروتون، پروتون از کوارک و بالاخره کوارک حاصل انحنای فضاست.

www.IR-DL.com

خوب، فضا از کجا آمده است؟ باید توجه داشت که کهکشان، نبولا، هیدروژن، پروتون و کوارک "چیز" بحساب می‌آیند، آیا فضا هم یک "چیز" هست؟ آیا جمع چند "چیز" نیز یک "چیز" هست؟ آیا جمع چند مجموعه نیز یک مجموعه هست؟ برتراند راسل[۱] فیلسوف انگلیسی پاسخ منفی به این سئوال می‌دهد و مثال زیر را برای توضیح منظورش به کار می‌گیرد. هر یک از دانشکده‌های یک دانشگاه کتابخانه خاص خود را دارد و ضمنا یک کتابخانه مرکزی نیز در آن دانشگاه وجود دارد.

فرض کنید که در هر کتابخانه دانشکده کتابی با عنوان کاتالوگ وجود دارد که عنوان کتاب‌های آن دانشکده را لیست کرده است. دو حالت پیش می‌آید: عنوان این کاتالوگ در کنار عنوان کتاب‌های آن دانشکده آورده شده باشد یا نه. اینجا نوع اول را که شامل اسم خود کاتالوگ هم میشود نوع-۱ و نوع دیگر را که شامل اسم خود کاتالوگ نمی‌شود نوع-۲ می‌نامیم. طبعا کاتالوگی هم در کتابخانه مرکزی وجود دارد که لیست تمام کتاب‌های دانشگاه را در بر دارد. فرض کنید که این کاتالوگ مرکزی فقط لیست کاتالوگهای نوع-۲ را داشته باشد. آیا خود این کاتالوگ مرکزی از نوع-۱ هست یا نوع-۲؟ اگر نوع-۲ باشد بدان معنی است که اسم خودش در کنار اسم بقیه کاتالوگ‌ها نیست. ولی بنا بود که لیست تمام کاتالوگهائی که اسم خودشان در لیست نیست آورده شود و چون کاتالوگ مرکزی هم خود از این نوع کاتالوگ محسوب می‌شود بدان معنی است که باید اسم کاتالوگ مرکزی هم در کنار بقیه کاتالوگها آورده شود. ولی اگر چنان شود کاتالوگ مرکزی از نوع-۱ خواهد بود، در حالی که فرض کرده‌ایم که کاتالوگ مرکزی از نوع-۲ باشد. می‌بینید که به یک تناقض می‌رسیم. این بدان معنی است که کاتالوگی که مجموعه کاتالوگهای نوع-۲ را شامل می‌شود خود کاتالوگ نوع-۲ نیست.

بطورکلی، مجموعه چند مجموعه ممکن است خودش یک مجموعه نباشد. مثال‌های

۱ـ Berthrand Russel

www.IR-DL.com

زیادی می‌توان آورد: مجموعه حروف، دیگر حرف نیست بلکه می‌تواند یک کلمه باشد. مجموعه سلول‌ها، دیگر سلول نیست و می‌تواند یک قلب باشد. مجموعه‌ای از انسان‌ها یک جامعه را تشکیل می‌دهند ولی جامعه فوق دیگر انسان نیست. به همین منوال، ممکن است مجموعه چند "چیز" (مثلا جهان)، خود یک "چیز" نباشد.

نظم جهان: اتفاق یا طراحی

زیباترین و شگفت‌آورترین چیزی که در مورد جهان و تمام موجودات آن صدق می‌کند نظم و پیچیدگی ساختاری و عملکردی آنهاست. موضوع اختیار و انتخاب و اتفاقی بودن به مقوله نظم جهان نیز صدق می‌کند. آیا نظم جهان بطور اتفاقی به وجود آمده است یا اینکه برنامه و طرح خاصی در پس این نظم بوده است؟

نتیجه کلی بحث ما تا اینجا نشان می‌دهد که چهار نیروی طبیعت (بخصوص جاذبه)، انبساط جهان و قانون دوم ترمودینامیک رل اساسی را در شکل‌گیری جهان و رسیدن آن به وضعیت کنونی بازی کرده‌اند. نظم ساختاری و عملکردیِ فوق‌العاده دقیق جهان نیز ساخته و پرداخته همین عوامل است. بحث بالا ممکن است که توانسته باشد اندکی از عطش ما را در مورد درک نظم کنونی جهان فرو نشاند لیکن هنوز پرسش‌های مهمی در انتظار پاسخ هستند. اینکه اگر تنها یکی از چهار نیروی طبیعت بمیزان یک در میلیارد کمتر یا بیشتر بود اوضاع جهان و پدیده‌هایش کاملا متفاوت می‌بود، این سئوال را به ذهن می‌آورد که چه "چیز" یا چه موجودی مقادیر این نیروها را با چنین دقت شگفت‌انگیزی تعیین کرده است تا جهان به شکلی که می‌بینیم درآید؟ مذاهب توحیدی همین پیچیدگی و نظم جهان را یکی از دلایل موجود بر حضور و دخالت خدا در پدیده‌های جهان می‌دانند و ابراز می‌دارند که مگر می‌شود که این پیچیدگی و نظم خود بخود بوجود آمده باشد؟

www.IR-DL.com

عده‌ای این نظم همه‌گیر و دقیق را دلیلی بر هدف‌دار بودن هر ساختار و پدیده می‌دانند و نتیجه‌گیری می‌کنند که چنین جهانی نمی‌تواند بطور اتفاقی به وجود آمده باشد و باید توسط موجودی (مثلا خدا) طراحی شده باشد. عده‌ای هم آنرا ناشی از فرآیند تکامل می‌دانند که اساس فلسفی این تفکر به "تئوری تکامل"[۱] داروین[۲] در مورد موجودات زنده برمی‌گردد. مانند دیدگاه مکانیکی نیوتون که از فیزیک آغاز شد و پس بعدها با راهیابی به فلسفه و شاخه‌های دیگر علم آنها را متحول نمود، تئوری داروین نیز از بیولوژی آغاز شد ولی با سرعت شاخه‌های دیگر علم را در بر گرفت و خصوصا دیدگاه فلسفی تازه‌ای را فراروی انسان قرار داد. داروین دو پدیده "انتخاب طبیعی"[۳] و "موتاسیون"[۴] را اساس شکل‌گیری و پیدایش موجودات پیچیده می‌داند. منظور از پدیده انتخاب طبیعی این است که در بین گونه‌های مختلف موجودات آنکه بتواند خود را بهتر با شرایط اقلیمی سازگار کند دوام بیشتری خواهد داشت و لذا خواهد توانست نسل بیشتری نیز از خود برجای بگذارد. از طرف دیگر، اگر همان عاملی که موجب تداوم بقای یک گونه می‌شود به نسل بعدیش هم انتقال یابد آن نسل نیز بقای بیشتر و طولانی‌تری خواهد داشت. و بالاخره طبیعی است که در طولانی مدت، گونه فوق جمعیت بیشتری نسبت به دیگر گونه‌ها خواهد داشت.

پدیده موتاسیون نیز عبارتست از تغییر یا جهش ناگهانی یک ژن یا کروموزوم که این تغییر معمولا مضر به حال سلولی است که حاوی آن ژن یا کروموزوم است و ممکن است سلول فوق را به یک سلول سرطانی تبدیل کند. در موارد نادری هم موتاسیون می‌تواند مفید باشد و یک سلول خارق‌العاده و نابغه تولید شود. مهم است که بدانیم فرآیند موتاسیون کاملا اتفاقی و راندُم هست و قابل پیش‌بینی هم نیست.

۱ـ Evolution Theory ۲ـ Charles Darwin ۳ـ Natural Selection ۴ـ Mutation

www.IR-DL.com

مشخصه اصلی تئوری تکامل همین خصیصه اتفاقی یا راندُم بودن فرآیند موتاسیون است که منجر به پیدایش تعداد بیشماری از گونه‌های حیات گشته است. اینکه کدامیک از این گونه‌ها به بقاء خود ادامه می‌دهند و یا از بین می‌روند (پدیده انتخاب طبیعی)، بستگی به میزان سازگاری هر گونه با محیط خودش دارد. بدین ترتیب تعداد زیادی ارگانیسم پیچیده بطور کاملا اتفاقی شکل می‌گیرند و به حیات خود بر روی کره زمین ادامه می‌دهند. از آنجائیکه هر ارگانیسم زنده مجموعه منظمی از مولکول‌هاست، مشخص است که پیدایش هر موجود زنده مترادف است با افزایش نظم (یا کاهش آنتروپی). ظاهرا، فرآیند تکامل با کاهش آنتروپی همراه است که بر خلاف قانون دوم ترمودینامیک است. لیکن همانطور که قبلا هم اشاره شد، باید توجه داشت که به ازای میلیون‌ها موتاسیون بی‌معنی که توام با افزایش آنتروپی هستند تنها یکی از آنها معنی‌دار می‌شود و منجر به پیدایش یک ارگانیسم زنده می‌گردد. به عبارت دیگر، کاهش آنتروپی در یک جا به قیمت افزایش آنتروپی در جای دیگر است و پدیده تکامل هیچ مغایرتی با قانون دوم ترمودینامیک ندارد. بزودی نشان خواهیم داد که حتی در پدیده‌های بی‌جان نیز نظم می‌تواند بطور کاملا اتفاقی یا راندُم و خودبخود به وجود بیاید که ظاهرا بدان معنی است که ایجاد نظم هیچ احتیاجی به یک طراح ندارد.

از طرف دیگر، طبق قانون دوم ترمودینامیک، آنتروپی یا بی‌نظمی جهان دائم در حال افزایش است. پس آنتروپی جهان در گذشته کمتر از امروز بوده است و باید در گذشته‌ای بسیار دور (مثلا لحظه پیدایش) جهان کاملا منظم بوده باشد. پس باید طراحی وجود داشته باشد که آن نظم اولیه را خلق کرده باشد. بحثی که در زیر می‌آید به همین تناقض می‌پردازد.

جعبه‌ای را که حاوی یک گاز است و در تعادل ترمودینامیکی است در نظر بگیرید. طبق تعریف، گاز موجود در جعبه حداکثر آنتروپی ممکن را خواهد داشت. نظر به اینکه همه مولکولها بطور مداوم در حرکتند، احتمال اینکه مولکول‌های هوا به شکل خاصی قرار بگیرند و مثلا همگی در یک گوشهٔ جعبه متمرکز شوند وجود دارد ولی این احتمال فوق‌العاده کم است. یعنی از

www.IR-DL.com

میلیاردها میلیارد حالتی که این مولکولها می‌توانند داشته باشند تنها یکی ممکن است آن حالت منظم مورد نظر ما باشد که آنتروپی کمتری دارد. به عنوان مثالی دیگر، تعدادی مهرهٔ هم‌اندازه را در دو رنگ سیاه و سفید و به مقدار مساوی در داخل یک ظرف شیشه‌ای استوانه‌ای می‌ریزیم و آنرا خوب بهم می‌زنیم تا مهره‌ها کاملا مخلوط گردند. در این حالت، آرایش مهره‌ها ماکزیمم بی‌نظمی یا آنتروپی را دارد. حال دوباره شیشه را تکان می‌دهیم و در هر تکان به آرایش مهره‌ها نگاه می‌کنیم. این عمل را آنقدر تکرار می‌کنیم که تمام مهره‌های سفید در یک طرف و تمام مهره‌های سیاه در طرف دیگر ظرف قرار گیرند! به نظر می‌رسد که امکان دست‌یافتن به چنان آرایشی از مهره‌ها توقع بیجایی باشد چراکه احتمال چنان اتفاقی تقریبا صفر است، خصوصا اگر تعداد مهره‌ها زیاد باشد. واقعیت این است که از نظر ریاضی این امکان وجود دارد که در یکی از این تکان‌ها چنان آرایش منظمی اتفاق بیافتد ولی احتمال آن فوق‌العاده کوچک است (تقریبا صفر ولی نه صفر).

حال فرض کنیم که جهان در آغاز خلقت در یک حالت کاملا نامنظم و هرج‌ومرج کامل (یا تعادل ترمودینامیکی) بوده باشد. با توجه به اندازه جهان و تعداد بیشمار اجزاء متشکله آن، احتمال اینکه بطور اتفاقی یک جهان منظم ایجاد گردد فوق‌العاده کم است. پس باید خالقی باشد که علاوه بر خلق همان جهان نامنظمِ آغازین، یکی از میلیاردها میلیارد حالت را برگزیند تا جهانی منظم مانند آنچه ما شاهدش هستیم بوجود آید. این نظریه مخالفینی نیز دارد که اعتقاد دارند جهان می‌توانست به یک "مدت طولانی" در حالت تعادل ترمودینامیکی باقی بماند. در چنان وضعیتی، بالاخره لحظه‌ای می‌رسید که در گوشه‌ای بطور اتفاقی نظم بـه وجـود بیاید. مشابه مثال مهره‌ها، هرچند این احتمال تقریبا صفر است ولی!اگر مدت ماندن جهان در تعادل ترمودینامیکی واقعا بلند باشد، مقدار احتمال افزایش می‌یابد. خصوصا، اگر جهان را ازلی بدانیم دیگر مشکلی از نظر "مدت طولانی" نخواهیم داشت. یکی از مشهورترین افـرادی کـه وجـود

www.IR-DL.com

خالقی برای نظم دادن را لازم نمی‌بیند فیزیکدان مشهور آلمانی بولتزمن[۱] است.

یادآوری می‌شود که فیزیک قدیم یا کلاسیک نظم و پیچیدگی ساختار منظومه شمسی را نه تنها دلیلی بر وجود خالق تعبیر می‌کند بلکه آنرا بهترین نشانه‌ای بر دخالت مستقیم خالق می‌داند. فیزیکِ جدید چندان اشتیاقی به وارد کردن خالق به معادلاتش را ندارد چرا که معتقد است که نظم و پیچیدگی جهان و پدیده‌های آن به خودی خود و بطور کاملا اتفاقی از حالت هرج‌ومرج و اغتشاش کامل (تعادل ترمودینامیکی) و تنها تحت تاثیر دو پارامتر جاذبه و انبساط فضا–زمان به وجود آمده است. استدلال فیزیک جدید به شرح زیر است.

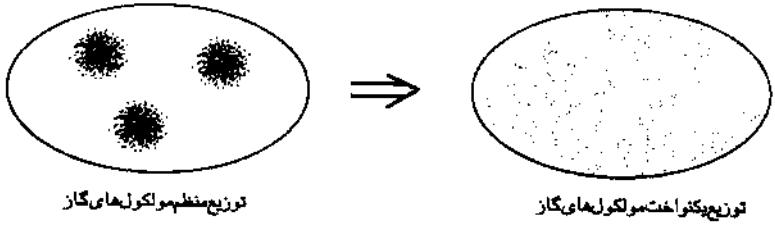
طبق مدل بیگ‌بنگ، آغاز جهان با یک انفجار عظیم شروع می‌شود و از آن به بعد انبساط جهان تحت تاثیر نیروی انفجاری ادامه می‌یابد. تنها نیروی بازدارنده مهمی که در برابر انبساط ناشی از این انفجار عمل می‌کند و در صدد است تا تکه‌های انفجار را دوباره به همدیگر برگرداند و آنها را متراکم کند نیروی تراکمی جاذبه است. اگر هر یک از این دو نیروی متضاد اندکی بیشتر یا کمتر می‌شد، یا جهان در همان اوایل انفجار دوباره به حالت اولیه خود برمی‌گشت (اگر نیروی تراکمی غالب بود) و یا اینکه هرگز کهکشانی شکل نمی‌گرفت چرا که قطعات انفجار بقدری پراکنده می‌شدند که نیروی جاذبه نمی‌توانست آنها را متمرکز کرده به آنها شکل بدهد (اگر نیروی انفجاری غالب بود).درک نیروی انفجاری ساده است ولی در مورد نیروی جاذبه چنین نیست. هرچند که فیزیک و بخصوص تئوری نسبیت توضیح و توجیه خوبی برای نیروی جاذبه ارائه می‌دهند، هنوز مواردی در ارتباط با جاذبه وجود دارند که نیاز به توضیح دارند. یکی از این موارد، موضوع آنتروپی در سیستم‌هایی است که میدان جاذبه چشمگیری دارند. کیفیت آنتروپی و نحوه تغییر آن در اینگونه سیستم‌ها کاملا توجیه نشده است. برای شفاف شدن موضوع، به دو مورد زیر توجه کنید.

۱ـ L. Boltzmann

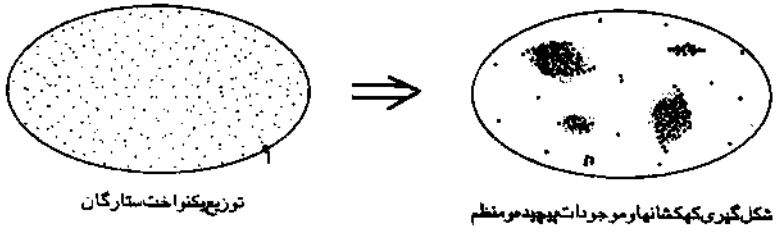
www.IR-DL.com

مقداری گاز را در داخل محفظه‌ای در نظر بگیرید. چون جرم گاز بسیار کم است، شدت جاذبه در داخل محفظه به قدری کم خواهد بود که می‌توان از آن بکلی چشم‌پوشی نمود. اگر این گاز بطور یکنواخت (هموژن) در محفظه پخش شده باشد حداکثر آنتروپی را خواهد داشت و در تعادل ترمودینامیکی خواهد بود. حال فرض کنید که این گاز در ابتدا با نظم خاصی محفظه را پر کرده باشد و مثلا تنها در سه نقطهٔ مجزای از هم متمرکز شده باشد (شکل ۱-۴).

اگر گاز فوق را به حال خود واگذاریم مولکول‌های آن بعد از مدتی بطور هموژن در محفظه پراکنده خواهند شد. معلوم است که آنتروپی گاز در طی این فرآیند افزایش خواهد یافت چرا که مولکول‌هایی که قبلا با نظم خاصی در سه نقطه محفظه تمرکز داشتند رفته‌رفته پراکنده‌تر و لذا بی‌نظم‌تر خواهند شد.



سیستم با جاذبه کم



سیستم با جاذبه زیاد

شکل ۱-۴: سیستم‌های با جاذبه کم و زیاد

www.IR-DL.com

نتیجه اینکه در سیستم‌هایی با میدان جاذبه ضعیف، اگر اجزا سیستم توزیع پیچیده‌ای داشته باشند (مانند تجمع گاز در چند نقطه مجزا)، هرقدر که زمان به جلو برود سیستم همگن‌تر خواهد شد، اجزاء توزیع یکنواختی خواهند یافت، دما و دانسیته سیستم یکسان خواهند شد و آنتروپی نیز افزایش خواهد یافت.

بطور خلاصه، در یک سیستم کم‌جاذبه هرقدر که توزیع اجزاء منظم‌تر و ساختار سیستم پیچیده‌تر باشد آنتروپی آن سیستم کمتر خواهد بود.حال سیستمی مانند مجموعه‌ای از ستاره‌های پراکنده و هموژن را در نظر بگیرید که جاذبه چشمگیری دارد. چنان مجموعه‌ای از ستاره‌ها کم‌کم در اثر جاذبه به همدیگر نزدیکتر می‌شوند و در حول نقطه‌ای که مرکز جاذبه است می‌چرخند و سرانجام موجودی بزرگتر مانند یک کهکشان بوجود می‌آید که ساختاری پیچیده و منظمی دارد (شکل ۱-۴).

ملاحظه می‌شود که سیستم‌های با جاذبه بالا رفته‌رفته ناهمگن‌تر می‌شوند و در مرکز جاذبه متمرکز می‌گردند و بدین ترتیب از ساختاری بسیار ساده یک ساختار بسیار پیچیده بوجود می‌آید. طبعا، در این فرآیند نیز آنتروپی افزایش می‌یابد. بطور خلاصه، در سیستم‌هایی با میدان جاذبه قوی هرقدر که توزیع اجزاء نامنظم‌تر و ساختار سیستم ساده‌تر باشد آنتروپی آن سیستم کمتر خواهد بود.

به عبارت دیگر، در سیستم‌هایی که جاذبه اهمیت ندارد نظم مترادف است با ساختار پیچیده و بی‌نظمی مترادف است با ساختار ساده. ساختار هرچه ساده‌تر، آنتروپی بیشتر. لیکن، در سیستم‌هایی که جاذبه اهمیت دارد اوضاع برعکس خواهد بود. ساختار ساده نظم بیشتری نسبت به ساختار پیچیده دارد و هرقدر ساختار ساده‌تر باشد آنتروپی کمتر خواهد بود. حال اگر این بحث را به سیستمی مانند جهان که میدان جاذبه فوق‌العاده بالایی دارد تعمیم دهیم نتیجه جالبی عاید خواهد شد. می‌دانیم که در آغاز پیدایش، مواد جهان بطور یکنواخت توزیع شده بود و جهان از ساده‌ترین ساختار برخوردار بود. به مرور زمان و با شکل‌گیری موجودات پیچیده‌تری

www.IR-DL.com

مانند کهکشان‌ها و ستارگان، رفته‌رفته ساختار جهان پیچیده‌تر شد. طبق قانون دوم ترمودینامیک، در این مدت آنتروپی دائم در حال افزایش بوده است. بنابراین، جهان با ساختار ساده و کم‌آنتروپی به جهانی با ساختار پیچیده و آنتروپی زیاد تبدیل گشته است و این فرآیند آنقدر ادامه خواهد داشت تا آنتروپی به حداکثر مقدار خود و جهان به تعادل ترمودینامیکی برسد.

اگر هیچ نیرویی به غیر از جاذبه موجود نباشد سیستم‌های با جاذبه زیاد رفته‌رفته بیشتر در مرکز جاذبه متمرکز خواهند شد و در نهایت اندازه‌ای بسیار کوچک بخود خواهند گرفت. با توجه به نحوه شکل‌گیری حفره‌های سیاه که قبلا بحث شد، می‌توان نتیجه گرفت که حفره‌های سیاه سرانجام به تعادل ترمودینامیکی رسیدن ستاره‌های بزرگ (که جاذبه بالایی دارند) هستند و لذا ماکزیمم آنتروپی را دارند. در تایید این نتیجه‌گیری، گفتنی است که در یکی از تحقیقات اخیر که تئوری کوانتوم به حفره‌های سیاه اعمال شده است معادلهٔ بدست آمده نشان می‌دهد که آنتروپی یک حفره سیاه بسیار بیشتر از آنتروپی یک ستاره با همان جرم است.

ظاهرا به نظر می‌آید که این موضوع قانون دوم ترمودینامیک را نقض می‌کند. اگر جهان در آغاز پیدایش در ساده‌ترین حالت ممکن بوده است بدان معنی است که در تعادل ترمودینامیکی قرار داشته و هرج‌ومرج کامل بر آن حاکم بوده است. اگر امروز شاهد حضور موجودات یا پدیده‌های پیچیده‌ای هستیم همگی بعد از پیدایش جهان شکل گرفته‌اند.

بنابراین، جهان کنونی دارای موجوداتی است که بسیار منظمند و بدان معنی است که آنتروپی جهان در آن قسمت‌ها کاهش یافته است و قانون دوم ترمودینامیک نقض شده است. لیکن، همانگونه که بارها اشاره شده است، قانون دوم تنها در مورد سیستم‌های ایزوله صدق می‌کند. باید توجه داشت که هیچ چیز را نمی‌توان از میدان جاذبه ایزوله کرد. یعنی هیچ سپری در برابر جاذبه وجود ندارد و تازه به فرض آنکه وجود هم داشته باشد خود سیستم ایزوله شده دارای میدان جاذبه است. از خصوصیات میدان جاذبه یکی این است که موجب افزایش نظم و یا کاهش آنتروپی می‌شود.می‌دانیم که تزریق انرژی به یک سیستم موجب کاهش آنتروپی آن

www.IR-DL.com

سیستم به قیمت افزایش آنتروپی در سیستم انرژی دهنده خواهد بود. مثلا، در مورد کره زمین، گرما و نور دریافتی از خورشید موجب منظم‌تر شدن ساختار بیوسفر کره زمین و لذا کاهش آنتروپی می‌شود که البته به قیمت مصرف سوخت خورشید است.

همچنین، فرآیند انبساط جهان نیز می‌تواند موجب افزایش نظم در موجودات جهان گردد. اجازه دهید این نکته را کمی بیشتر بشکافیم. طبق مدل بیگ‌بنگ، دمای جهان در لحظه انفجار (یا زمان صفر) فوق‌العاده بالا بوده است. بعد از انفجار و پیرو انبساط جهان این دما شروع به پایین آمدن کرده است لیکن این کاهش تدریجی دما در مورد همه مواد بطور یکسان اتفاق نیافتاده است و بلکه بسته به جنس مواد مقدار دما در آنها متفاوت بوده است. به عنوان مثال، هیدروژن خیلی سریعتر خنک می‌شود و میزان کاهش دمای آن متناسب با جذر حجم هیدروژن است بطوریکه اگر حجم آن تا چهار برابر انبساط بیابد دما نصف خواهد شد.

از طرف دیگر، در گرمای تشعشعی (که همان انرژی الکترومغناطیسی است) دما متناسب با حجم فضا (نه جذر آن) کاهش می‌یابد بطوریکه اگر حجم فضا در اثر انبساط دو برابر شود دما نصف خواهد شد. این بدان معنی است که از همان لحظات اولیهٔ پیدایش جهان، توزیع دما در قسمت‌های مختلف بطور یکنواخت نبوده است. علم انتقال حرارت به ما نشان می‌دهد که اختلاف دما می‌تواند یک منبع ایده‌آل انرژی باشد و به همین دلیل هم هست که انرژی خورشید موجب پیدایش زندگی بر روی کره زمین گشته است (باز در این مورد بحث خواهیم کرد). نتیجه اینکه انبساط جهان موجب پیدایش موجودات با نظم (یا کاهش آنتروپی در قسمت‌هایی از جهان) شده است.

البته دلایل دیگری نیز برای پیدایش موجودات منظم وجود دارند که یکی از مهمترین آنها وجود هیدروژن است. این گاز که حدود سه چهارم مواد تشکیل دهنده جهان را شامل می‌شود سوخت اصلی ستاره‌هاست که در طی فرآیند فیوژن ضمن تولید انرژی بسیار زیاد، به عناصر سنگینتر تبدیل می‌شود. در آغاز کار جهان و چند دقیقه بعد از شروع فیوژن، دمای جهان در اثر

www.IR-DL.com

انبساط به حدی پایین آمده بوده که دیگر امکان ادامه فیوژن میسر نبود. در این مرحله، مواد تشکیل دهنده جهان عبارت بودند از گازهای هلیومِ حاصل از فیوژن و هیدروژن باقیمانده. در مرحله بعد، جاذبه باعث شکل‌گیری ستاره‌ها از گازهای موجود هیدروژن و هلیوم گشته است و کم‌کم عناصر سنگینتر به وجود آمده‌اند. ملاحظه می‌شود که در جهانِ در حال انبساط، انرژی متمرکز یا مادهٔ سازمان یافته می‌تواند بطور لحظه‌ای پدیدار گردد بدون آنکه از قبل بدان صورت وجود داشته باشد. بنابراین، نیازی نیست که موجودی نظم فعلی جهان و یا ساختارهای پیچیده را خلق کرده باشد و یا اینکه از قبل وجود داشته باشد.

بنابراین، آنچه موجب شده است تا از چنان جهان آشفته‌ای چنین موجودات و پدیده‌های منظم و پیچیده‌ای به وجود آیند مجموعه دو عامل انبساط جهان و جاذبه بوده است. در این میان وجود یا پیدایش ماده‌ای به نام هیدروژن نیز رلی اساسی داشته است. بنابراین، تا آنجائیکه به شکل‌گیری موجودات پیچیده و منظم جهان مربوط می‌شود هیچ برنامه‌ریزی اولیه‌ای در کار نبوده است و خودِ علت پیدایش آنها (یعنی جاذبه و انبساط فضا) بعد از آغاز جهان بوجود آمده‌اند.

از طرف دیگر، گفتیم که تئوری کوانتوم به نظم علت و معلولی اعتقاد ندارد و بر آنست که اتفاقات کوانتومی می‌توانند بدون علت به وجود آیند و مثلا یک ذره اتمی می‌تواند بدون علت و از "هیچ" تولید شود. رفتار ذرات در دنیای اتم عموما غیرقابل پیش‌بینی است. مهم نیست که اطلاعات ما در مورد جزئیات نیروهای وارده بر یک ذره اتمی چقدر است، در هر حال رفتار بعدی آن ذره قابل پیش‌بینی نیست. اصطلاحا، می‌گوییم نتیجه یک پدیده کوانتومی قابل پیش‌بینی نیست و کاملا راندُم است. گاه در یک نقطه از فضا ذره‌ای ظاهر می‌شود بدون آنکه بتوان توضیح داد که از کجا و چرا آمد.

طبق تئوری کوانتوم، برای انحنای مشخصی از فضا می‌توان انتظار داشت که احتمالا ذره‌ای بطور ناگهانی در حجم معینی از فضا و در محدوده زمانی خاص پدیدار شود. *البته* هرگز نمی‌توان با قطعیت گفت که چنین چیزی اتفاق خواهد افتاد. همین الان احتمال معینی وجود دارد که

www.IR-DL.com

ذره‌ای بطور ناگهانی در اطاق شما پدیدار گردد، هرچند این احتمال بسیار کوچک است. گفتیم که افرادی چون انیشتین بر این باورند که باید هر اتفاقی (چه در دنیای ملموس و چه دنیای بسیار کوچک اتم) علتی داشته باشد. با اینهمه، چه انیشتین و همفکران وی خوششان بیاید و چه نیاید، اتفاقاتِ بدون علت در دنیای کوانتوم زیادند. و اگر در دنیای اتم اتفاقاتِ بدون علت می‌توانند وجود داشته باشند، پیدایش فضا و ماده نیز می‌تواند بدون علت باشد. با توجه به اینکه احتمال تولید ذره به شدت انحنای فضا بستگی دارد بدان معنی است که باز علتی برای تولید ماده قائل هستیم. چرا که انحنای فضا احتمال تولید ذره را افزایش می‌دهد.

در مورد علت پیدایش فضا-زمان هم هرچند که هنوز تئوری فوق پاسخی همه‌پسند به آن ارائه نکرده است ولی اگر ماده بتواند از "هیچ" و بدون علت تولید شود، چه عیبی دارد که با مقوله فضا-زمان نیز همان برخورد را داشته باشیم و چنان بپنداریم که فضا-زمان نیز از "هیچ" و بدون علت به وجود می‌آید. واضح است که بسیاری از فیزیکدانان چندان از این موضوع راضی نیستند و ترجیح می‌دهند به دنبال علت تولید ماده و فضا-زمان بگردند و پی ببرند که از کجا می‌آیند. برای ما انسان‌ها تصور اینکه چیزی از "هیچ" به وجود آید قابل درک نیست. ما اتفاقات را براساس فلسفه بده-بستان درک می‌کنیم و این موضوع که "به اندازه پولت آش می‌خوری" در تمام فرهنگ‌ها جا افتاده است و "آش مفتی به کسی نمی‌دهند".[۱]

نظر به اینکه تئوری کوانتوم در مورد دنیایی با مقیاس‌های فوق‌العاده کوچک صدق می‌کند و این واقعیت که فضای تولید شده از "هیچ" اندازه‌ای در حدود $۱۰^{-۳۳}$ سانتیمتر مکعب دارد، تعمیم نظرات این تئوری در مورد به وجود آمدن ذرات به پیدایش فضا-زمان کاملا مقبول خواهد بود. با تعمیم نظریه انبساط فضا-زمان به کوچکترین جزء فضا-زمانِ تولید شده، باید انتظار داشت که

۱ـ در حقیقت، همین موضوع یکی از مشکلات نسبتا بزرگی است که همیشه در زندگی من بوده است. من تا امروز به خاطر پاره‌ای از اعتقاداتم نه تنها تمام بیماران خودم را (چه دارا و چه ندار) مجانی ویزیت کرده‌ام بلکه داروی مورد نیازشان را هم از جیب خودم پرداخت کرده‌ام. این موجب کلی آزار و اذیت برای خود و خانواده‌ام شده است!

www.IR-DL.com

این فضا-زمان در مدت چند ثانیه اندازه‌ای در حدود آنچه برای ما ملموس است درآید. اگر واقعا چنین برخوردی با پیدایش فضا-زمان و ماده درست باشد (که از نظر تئوری کوانتوم درست است)، دیگر مشکلی با وجود "آش مفتی" در این جهان نخواهیم داشت. بدین ترتیب، از نظر فیزیک کوانتوم نیز نیازی نخواهد بود که خالقی برای خلقت جهان مستقیما دخالت کند.

شاید روزی برسد که بشر از نظر احساسی هم ادعاهای فیزیک جدید را قبول کند و باور کند که نظم ساختاری و رفتاری جهان به خودی خود ایجاد شده است و نیازی به طراحی قبلی و حتی دخالت بعدی نداشته است. آنگاه پرسش دیگری مطرح می‌شود و آن اینکه قوانین فیزیکی حاکم بر جهان (مثلا قانون دوم ترمودینامیک یا قانون بقاء انرژی) از کجا آمده‌اند؟ آیا آنها نیز نتیجه انبساط جهان یا میدان جاذبه هستند؟

دست‌آوردهای اخیر فیزیک حکایت از آن دارند که این قوانین تنها در مورد پدیده‌هایی که در دماهای پایین اتفاق می‌افتند صدق می‌کنند. با بالا رفتن دما کم‌کم نیروهای چهارگانه طبیعت تبدیل به یک نیروی واحد می‌شوند بطوریکه در دمای فوق‌العاده بالایی مانند $۱۰^{۳۲}$ درجه (یعنی حدود دمای لحظه بیگ‌بنگ) تنها یک نیرو می‌تواند وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، چهار نیروی طبیعت حالت‌های خاص یک نیروی واحد هستند که به دنبال انبساط فضا-زمان و پایین آمدن دما، یکی بعد از دیگری موجودیت یافته‌اند.

این درست مشابه آب و یخ است که حالت‌های خاص بخار هستند و در اثر پایین آمدن دما بوجود می‌آیند. همچنین، در دماهای بسیار بالا ماده تنها می‌تواند به شکل ذرات بنیادی وجود داشته باشد و در دمایی مانند $۱۰^{۳۲}$ درجه حتی این ذرات هم شخصیت‌های خاص خود را از دست می‌دهند و به عنصر واحدی تبدیل می‌شوند. بنابراین، در بیگ‌بنگ تنها یک نیرو (جاذبه) و یک نوع ماده وجود داشته است که بطور یکنواخت توزیع شده بود. جهان دارای ساختاری ساده و همچنین فیزیک ساده بود و به هیچکدام از قوانین فعلی فیزیک نیاز نبود. نیروهای دیگر، تنوع مواد و قوانین فیزیک (از جمله دو قانون بالا) در اثر سرد شدن تدریجی جهان

www.IR-DL.com

موجودیت یافته‌اند. بنابراین، از نظر فیزیک جدید در پیدایش قوانین فعلی فیزیک نیز نه طراحی اولیه‌ای و نه دخالت مستقیمی لازم بوده است.

قـــومی مـــتفکرند انـدر ره دیـن — قومی به گمان فتاده در راه یـقین

می‌ترسم از آنکه بانگ آیـد روزی — کای بیخبران راه نه آنست و نه این

www.IR-DL.com

دفتر ۵

خرابات مغان: فوق‌فضا و ابعاد بالاتر

این بحر وجود آمـده بـیرون زنـهفت — کس نیست که این گوهر تحقیق بسُفت
هر کس سخنی از سـر سـودا گـفتند — زانروی که هست کس نـمی‌یارد گـفت

فوق‌فضا

آیا واقعیتی فراتر از جهان متعارف سه بعدی وجود دارد؟ من شخصا فکر می‌کنم که اگر واقعا یک دنیای مثلا چهار یا پنج بعدی وجود داشته باشد زندگی در آن مفهومی عمیق‌تر از آنچه که ما داریم خواهد داشت. جالب است که فیزیکِ نظری وجود چنین جهانی را رد نمی‌کند و تازه عده‌ای هستند که برای دست‌یابی به چنان جهانی روش‌هایی نیز پیشنهاد می‌کنند. دست‌کم، فیزیکدان‌هایی هستند که درک بُعد چهارم را آغاز و حتی پیش‌شرطی برای دست‌یابی به یک واقعیت برتر می‌دانند. مشکل آنست که درک بعد چهارم برای ما ممکن نیست چرا که مغز ما سه بعدی فکر می‌کند و از همین رو نمی‌توان همانگونه که سه بعد طول، عرض و ارتفاع را نشان می‌دهیم بعد چهارم را نیز نشان بدهیم. با این وجود، نه تنها فیزیک و ریاضی بلکه بسیاری از

www.IR-DL.com

دیدگاه‌های فلسفی به بررسی و کنکاش در مورد بعد چهارم می‌پردازند و امروزه اساس تازه‌ترین تئوری‌های فیزیک نیز همین بعد چهارم است. حتی صنعت سینما نیز این روزها بیشتر از سناریوهایی استفاده می‌کند که در حول و حوش فضاهای بیش از سه بعد دور می‌زند. همانطور که یک صفحه کاغذ مسطح دو بعدی است (فقط طول و عرض دارد) و می‌تواند با خم شدن در جهت سوم (بالا–پایین) به یک حجم تبدیل شود، فضای سه بعدی ما هم می‌تواند در امتداد بعد چهارم انحناء یابد و به "چیزی" تبدیل شود که آنرا یک "فوق‌حجم" می‌نامیم.

برای مشخص کردن یک مکان خاص در فضای یک بعدی تنها یک مشخصه کافیست. مثلا می‌گوییم ساختمان فلان در پنجاه متری از مدخل خیابان بهمان قرار دارد. در این مثال، مدخل خیابان نقطه مرجع است و با یک مشخصه (پنجاه متری) نقطه مورد نظر را مشخص کرده‌ایم. برای مشخص کردن یک مکان در فضای دو بعدی، به دو مشخصه احتیاج خواهیم داشت. مثلا، برای تعیین محل یک تابلوی نقاشی بر روی دیوار اتاق می‌گوییم از گوشه اتاق (نقطه مرجع) دو متر به جلو و یک متر به بالا. به همین ترتیب، در فضای سه بعدی به سه مشخصه (طول، عرض و ارتفاع)، در فضای چهار بعدی به چهار مشخصه، در فضای پنج بعدی به پنج مشخصه، و بطور کلی در فضای n بعدی به n مشخصه نیاز داریم تا موضوع خاصی را مشخص نماییم.

همچنین، در فضای سه بعدی در هر لحظه سه نوع امکان حرکت وجود دارد: جلو–عقب، چپ–راست و بالا–پائین. در فیزیک می‌گویند فضای سه بعدی سه "درجه آزادی" دارد. مورچه‌ای که بر روی صفحه‌ای از کاغذ حرکت می‌کند تنها دو درجه آزادی دارد (حتی اگر این صفحه انحناء هم داشته باشد): چپ–راست و جلو–عقب. لیکن، یک هواپیما یا یک ماهی هر سه درجه آزادی یک فضای سه بعدی را دارد. سطح زمین به علت شکل کروی‌اش سه بعدی است اما حرکت ما و یا هر حرکتی که بر روی این سطح و چسبیده به آن انجام گیرد دو بعدی است. حتی بر روی کره زمین می‌توان حرکتی داشت که تنها یک درجه آزادی داشته باشد. به

www.IR-DL.com

عنوان نمونه، موقع رانندگی با اتومبیل تنها می‌توان در جهت جلو–عقب حرکت کرد. باوجودیکه خود جاده یک منحنی فضائی سه بعدی است، هر حرکتی که بر روی آن و چسبیده به آن انجام گیرد یک حرکت یک بعدی است. از طرف دیگر، می‌توانیم مانند ماهی‌ها یا پرندگان سه درجه آزادی داشته باشیم به شرط آنکه داخل آب باشیم یا با یک بالن پرواز کنیم.

افرادی مانند انیشتین زمان را به عنوان بعد چهارم جهان در محاسبات خود بکار می‌گیرند. برخی نیز میل دارند بعد چهارم را یکی دیگر از جهات فضایی بشمار آورند (که ما تنها سه بعد آنرا درک می‌کنیم). همانطور که هر جهت از فضا را می‌توان ارتفاع و یا طول نامید، زمان را نیز می‌توان به هر کدام از ابعاد بالاتر از سه بعد متعارف فضا نسبت داد. مثلا می‌توان زمان را چهارمین بعد دانست که در آنصورت جهت بُعدی فضا بُعد پنجم خواهد بود. بطور خلاصه، اصلا مهم نیست که امتداد جلو–عقب بعد دوم فضا باشد یا سوم. آنچه مهم است این است که دو امتداد جلو–عقب و بالا–پایین دو بعد فضایی ما هستند. به همین ترتیب هم لازم نیست حتما زمان را بعد چهارم بدانیم. بلکه کافی است که آنرا یکی از ابعاد جهان تلقی کنیم.

فضایی را که بیش از سه بعد دارد اصطلاحا "فوق‌فضا"[۱] می‌نامند و بنابراین فوق‌فضا دست‌کم چهار بعدی است ولی می‌تواند ۵، ۶، ...، ۱۰، ...، ۲۶ و یا بطورکلی n بُعدی باشد. بطور خلاصه، می‌توان دنیایی را که با حواس‌مان درک می‌کنیم یک ساختار سه‌بعدی در فضائی با n بعد فرض کنیم. تردیدی ندارم که تصور چنین واقعیتی هیچ خاصیتی که نداشته باشد دست‌کم اضطراب‌آور و شاید هیجان‌آور است. در بحثی که از این به بعد خواهیم داشت هیجان افزایش و اضطراب کاهش خواهد یافت. در خاتمه بحث هم (امیدوارم) لذت بیشتری از زندگی ببرید.

۱

اگر زمان را بعد چهارم در نظر بگیریم و قرار باشد که قرار ملاقاتی با یک دوست بگذاریم، برای عملی شدن چنان ملاقاتی لازم خواهد بود که چهار مشخصه را تعیین کنیم. اینجا دیگر

۱ـ Hyperspace

www.IR-DL.com

ارائه آدرس (با سه مشخصه طول، عرض و ارتفاع محل ملاقات) به تنهائی کافی نیست، بلکه باید مشخصه دیگری به نام زمان را نیز مشخص کنیم. پس، به چهار مشخصه نیازمندیم که عبارتند از سه مشخصه مکان (طول، عرض و ارتفاع) و یک مشخصه زمان. معلوم است که اگر من در ساعت ۳ به محل قرار (که با سه مشخصه مکانِ ملاقات تعیین شده است) بروم نخواهم توانست دوستم را که ساعت ۲ در همان مکان بوده است ملاقات کنم.

متاسفانه درک بعد دیگری علاوه بر سه بعد متعارف فضا (که اصطلاحا به بعد چهارم فضا معروف است) چندان راحت نیست. می‌توان برای سادگی، بُعد چهارم فضا را به رنگ اشیا تشبیه کرد. لازم است تاکید شود که این فقط یک تشبیه است و بعد چهارم هیچ ارتباطی با رنگ ندارد. حال فرض کنید که از فردی خواسته شود تا دویست متر به شرق، صد متر به شمال و بیست متر به عمق برود و ماهی قرمز را بیاورد آنگاه چهار مشخصه به فرد مذکور داده شده است تا آن موضوع خاص را بیابد. بنابراین، اگر این فرد با استفاده از سه مشخصه اول به نقطه مورد نظر برسد ولی در عوض ماهی سیاهی را بیابد دست‌خالی برخواهد گشت چرا که مشخصه چهارم درست داده نشده بود. باز فرض کنید که هر موجودی مجاز باشد که تنها با موجودات همرنگ خود مرتبط گردد و نسبت به موجودات دیگر بی‌تفاوت باشد. این درست مشابه ارتباط پرندگان در حال پرواز با همدیگر است و اینکه نمی‌توانند گوسفندهای روی زمین را متاثر از وجودشان کنند چرا که می‌توانند درست از بالای سر گوسفندها پرواز کنند بدون آنکه آنها متوجه شوند. همچنین، همانطور که من در ساعت ۳ بدون ملاقات دوستم که در ساعت ۲ در همان محل بوده است از مکان ملاقات عبور می‌کنم، ماهی قرمز هم می‌تواند بدون هیچ مشکلی از درونِ ماهی سیاهی که در همان مکان ماهی قرمز هست بگذرد! ۹

انتظار ندارم که شما از تشبیه بعد چهارم به رنگ چندان خوشتان آمده باشد و لذا تلاش می‌کنم تا به گونه‌ای دیگر بعد چهارم فضایی را توصیف کنم. یکی از روش‌های ارائه شده برای درک و تجسم بعد چهارم فضایی روش قیاس است که افلاطون نیز از همین نوع استدلال برای

www.IR-DL.com

توضیح مُثُلِ مشهورش استفاده کرد. به حکم چنین قیاسی، می‌توان رابطه بعد چهارم با فضای سه بعدی را مانند رابطه بعد سوم با فضای دو بعدی دانست. بنابراین از همین خصوصیت استفاده می‌کنیم تا به توضیح بعد چهارم بپردازیم. این روش اولین بار توسط فردی به نام آبوت[۱] در قرن نوزده ارائه گردید.

یک دنیای دو بعدی را تجسم کنید که تنها دارای طول و عرض است (مانند سطح یک صفحه کاغذ) که ممکن است مسطح و یا منحنی باشد. چنین دنیایی را که فاقد بعد سوم (ارتفاع) هست سطحستان خواهیم نامید. یادآوری می‌شود که اندازه ما موجودات سه بعدی در مقایسه با کره زمین فوق‌العاده کوچک است، مغزمان سه بعدی فکر می‌کند، چشم‌مان جلو، طرفین و بالا-پایین را می‌بینند و ما حداکثر سه درجه آزادی داریم. به همین قیاس، اندازه موجودات دو بعدی و فرضی سطحستان نیز در مقایسه با دنیایشان فوق‌العاده کوچک هست، مغزشان دو بعدی فکر می‌کند، چشم‌شان تنها جلو و طرفین را می‌بیند و تنها دو درجه آزادی دارند. موجودات سطحستان شامل انواع خطها، چندضلعی‌ها و اشکال دو بعدی دیگری نظیر سطوح دایره‌ای، بیضوی و غیره هستند. چون یک سطحستانی نمی‌تواند بالا یا پایین را ببیند، هر موجودی را تنها به شکل یک خط خواهد دید. مثلا، اگر یک مربع یا یک دایره به طرفش بیاید آنها را به شکل یک خط خواهد دید. ولی یک سطحستانی چگونه می‌تواند خطی را که روبرویش هست تشخیص دهد که یک مثلث است یا یک دایره؟ بطور کلی، چگونه یک سطحستانی می‌تواند از تصویر یک بعدی‌ای که بر شبکیه چشمش می‌افتد یک موجود دو بعدی را تجسم کند؟

پاسخ این است که از مقدار سایه-روشن آن. توجه کنید که اضلاع یک چندضلعی از موضع بیننده به سمت عقب رفته‌رفته تیره‌تر می‌شوند. بنابراین اگر یک سطحستانی به گوشه‌های یک

۱ـ A. Abbot

www.IR-DL.com

مثلث و یک شش‌ضلعی نگاه کند، از آنجایی که اضلاع مثلث سریعتر از اضلاع شش‌ضلعی تیره‌تر می‌شوند، می‌تواند آنها را از یکدیگر تشخیص دهد. این درست مشابه فرآیندی است که در چشم ما انسانها اتفاق می‌افتد. تصویر اجسام بر روی شبکیه چشم ما دو بعدی است، ولی ما آنها را سه بعدی تجسم می‌کنیم. به عنوان مثال، به کمک سایه–روشن‌ها خیلی راحت یک کره را از یک صفحه دایره‌ای تشخیص می‌دهیم، هر چند هر دو تصویری دو بعدی بر روی شبکیه چشم ما ایجاد می‌کنند.

سطح آب هر استخری را نیز می‌توان یک سطحستان فرض کرد. وقتی شما در لبه استخر و بیرون آن ایستاده‌اید و یا اینکه در زیر آب هستید، سطحستانی‌های دو بُعدیِ ساکنِ سطح آب نخواهند توانست شما را ببینند چرا که شما بالاتر یا پایین‌تر از آنها قرار گرفته‌اید و مکانیزم چشم آنها توانایی دیدن بعد سوم (بالا–پایین) را ندارد. به همین دلیل، این موجودات نخواهند توانست ماهی‌های موجود در استخر یا پرندگان بالای آب را ببینند. حال در کنار استخر بنشینید و به آرامی هر دو پا را وارد آب کنید و کم‌کم در آب فرو روید و آنقدر ادامه دهید تا کاملا به زیر آب بروید. سطحستانی‌ها ابتدا حضور دو سطح را (کف پاها) بصورت دو خط مجزا از هم مشاهده خواهند کرد و این احساس را خواهند داشت که دو موجود ناشناخته بطور ناگهانی در برابرشان ظاهر شده‌اند. رفته‌رفته اندازه دو خط کوچکتر خواهد شد (تا اینکه پاهای شما تا مچ وارد آب شوند) و از آن به بعد کم‌کم بزرگ خواهند شد و بعد به هم خواهند چسبید (وقتی شما تا لگن خاصره وارد آب شده‌اید). بطور ناگهانی متوجه خواهند شد که دو خط دیگر در طرفین خط قبلی ظاهر شده‌اند (زمانی که شما هر دو دست‌تان را وارد آب می‌کنید). این سه خط هم مدام تغییر اندازه می‌دهند و بالاخره بهم متصل می‌شوند (وقتی گردن شما در سطح آب است) و تشکیل یک خط را می‌دهند. کم‌کم این خط کوچکتر می‌شود سرانجام تبدیل به یک نقطه می‌شود و ناگهان ناپدید می‌گردد (زمانی که به زیر آب می‌روید). دیدن این صحنه‌ها برای سطحستانی‌ها کاملا عجیب، ترسناک، هیجان‌آور و غیرقابل توجیه خواهد بود. هرقدر هم که دانشمندان

www.IR-DL.com

سطحستان تلاش کنند و توضیح دهند که این موجودات مشاهده شده همگی مربوط به یک موجود واحد سه‌بعدی است که از سطحستان آنها گذر کرده است فایده‌ای نخواهد داشت.

جالب است که ما موجودات سه‌بعدی می‌توانیم در بالا یا پایین سطحستانی‌ها و مثلا در نیم میلی‌متری آنها قرار بگیریم بدون آنکه آنها متوجه ما بشوند چرا که برای آنها جهت بالا-پایین مفهوم ندارد و از نظر آنها اساسا چنین جهتی وجود ندارد. حال فرض کنید که یک سطحستانی بیمار شود و در مراجعه به یک پزشک سطحستانی معلوم شود که احتیاج به عمل جراحی دارد تا قسمتی از معده‌اش برداشته شود. روز عمل، جراح سطحستانی قسمتی از خط مربوط به بدن بیمار را پاره می‌کند و بعد از برداشتن قسمتی از معده مجددا قسمت پاره بدن (خط) را بخیه می‌زند. ما موجودات سه بعدی می‌توانیم عمل جراحی فوق بر روی این سطحستانی را بدون پاره کردن بدن وی انجام دهیم. می‌توانیم در امتداد بعد سوم (مثلا از بالا یا پایین) وارد بدن این سطحستانی شویم (بدون آنکه دیده شویم و بدون نیاز به پاره کردن بدن وی) و بعد از عمل جراحی خارج شویم. پزشک سطحستانی با حیرت تمام متوجه خواهد شد که بیمار بهبود یافته است، ولی علیرغم برداشته شدن قسمتی از معده هیچ علامتی از جراحی یا بخیه بر روی بدن بیمار نیست.

روزی یک کره به آرامی به داخل استخر آب فرود آمد و به تدریج به قعر استخر فرو رفت. برای سطحستانی‌های ساکن سطح آب صحنه‌های هیجان‌آور و ترسناکی به وجود آمده بود. آنها که شاهد این واقعه بودند مشاهدات خود را به بقیه گزارش دادند و دانشمندان سطحستان نتیجه نهایی این مشاهدات را به صورت یک گزارش علمی ارائه کردند که جریان را چنین توصیف می‌کرد: "بطور ناگهانی یک نقطه در دنیای ما ظاهر شد که کم‌کم بزرگ و بزرگتر گردید و تبدیل به دایره‌ای کوچک گشت. این دایره نیز مدام بزرگتر شد تا آنکه به بزرگترین حد خود رسید و از آن به بعد رفته‌رفته کوچکتر شد و بالاخره تبدیل به یک نقطه گشت و ناگهان از بین رفت. گزارش شاهدان عینی سطحستان حکایت از آن دارد که مدت زمانی که طول کشیده است تا این موجود از حالت نقطه به حالت بزرگترین دایره

www.IR-DL.com

برسد دقیقا برابر مدتی است که دوباره به یک نقطه تبدیل گشته است. این نشان می‌دهد که یک تقارن زمانی در رشد و سپس زوال این موجود بوده است. یکی از دانشمندان ما ادعا می‌کند که این دایره‌ها مربوط به بدن یک موجود سه‌بعدی است (که وی آنرا یک "فوق‌دایره" می‌نامد) که با سرعت ثابتی از جهان ما گذر کرده است. متاسفانه، به علت عدم توانایی ما در دستیابی به بعد سوم اثبات نظریه این همکار دانشمند مقدور نیست."

حال اگر الان یک کره چهار بعدی (یا یک "فوق‌کره") در برابر ما پدیدار شود، ما چه خواهیم دید؟ در قیاس با مشاهدات سطحستانی‌ها، مشاهدات ما چنین خواهد بود: ابتدا نقطه‌ای مشاهده خواهیم کرد، سپس یک کره کوچک که کم‌کم این کره بزرگ خواهد شد و بعد شروع به کوچک شدن خواهد کرد و سرانجام به یک نقطه تبدیل خواهد شد و به ناگهان ناپدید خواهد شد. بنابراین، یک فوق‌کره مجموعه‌ای از بینهایت کره است که در امتداد بعد چهارم روی هم انباشته شده‌اند. مقاطع بدن یک موجود چهار بعدی (مثلا یک "فوق‌انسان") نیز در گذر از فضای سه‌بعدی ما مجموعه‌ای از حجم‌های نامنظم خواهد بود که به دنبال هم پدید می‌آیند و سپس ناپدید می‌شوند.

همانطور که هر خط یک بعدی یک صفحهٔ دو بعدی را به دو قسمت می‌کند، صفحه دو بعدی نیز فضای سه بعدی را به دو قسمت تقسیم می‌کند. بنابراین، فضای سه بعدی ما هم باید فوق‌فضا را به دو بخش تقسیم کند. مشابه سه جهت چپ–راست، جلو–عقب و بالا–پایین برای فضای سه‌بعدی، باید جهت چهارم فضای چهار بعدی را نیز نامگذاری کنیم که در هندسه جدید آنرا جهت آنا–کاتا[1] می‌نامند. در دنیای سطحستان، خطی که نقطه‌ای در درون مربع را به نقطه‌ای در درون یک مثلث وصل می‌کند ناچار است که بدن هر دو سطحستانی را سوراخ کند. لیکن اگر این خط از طریق بعد سوم وارد بدن دو سطحستانی گردد دیگر بدن آنها را سوراخ نخواهد کرد. به همین ترتیب، می‌توان مغز دو موجود سه‌بعدی را از طریق بعد چهارم به هم

۱_ Ana-Kata

www.IR-DL.com

وصل کرد بدون آنکه لازم شود که جمجمه آنها را سوراخ کنیم.

به همین قیاس می‌توان درک کرد که یک جراح چهار بعدی می‌تواند از بعد چهارم وارد شود و به تمام اعضای داخلی بدن ما دست یابد بی‌آنکه حتی خراشی در پوست ما ایجاد کند. همانطور که ما در مشاهده یک سطحستانی (مثلا یک مربع) هر چهار سمت آن و نیز تمام جزئیات درونی او را می‌بینیم، یک موجود چهار بعدی نیز وقتی ما را نگاه می‌کند نه تنها جزئیات پوست بدن بلکه بیرون و درون بدن‌مان و حتی فعالیت‌های مغزی مان را هم مشاهده خواهد کرد. همچنین، یک سارق چهار بعدی می‌تواند بدون برخورد با مانعی در هر یک از اتاقهای خانه ما نفوذ کند و هیچ نوع دیوار یا قفلی قادر به جلوگیری از ورود وی نخواهد بود، چرا که اتاق ما در بعد چهارم دیوار ندارد. وی می‌تواند پیچیده‌ترین سیستم‌های امنیتی بانک را فتح کند و از درون گاوصندوق اسناد ارزش‌دار را برباید بدون اینکه کسی متوجه شود. یک موجود چهار بعدی می‌تواند جلوی چشم ما خوراکی‌های یخچال را بخورد بدون آنکه در یخچال را باز کند. همه این اتفاقات از طریق بعد چهارم به وقوع خواهند پیوست. ما هرقدر هم که تلاش کنیم تا خود را مخفی کنیم باز هم موجودات چهار بعدی ما را بطور کامل خواهند دید. جالب است که هم ظاهر ما و هم اندام‌های درونی بدن‌مان را کاملا آشکار مشاهده خواهند کرد، همانطور که ما هم ظاهر سطحستانی‌ها و هم درون بدنشان را می‌بینیم.

هندسهٔ ریمانی و فیزیک

هندسه شاخه‌ای از ریاضی است که به بررسی اشکال گوناگون و خواص آنها می‌پردازد. قدیمی‌ترین هندسه به اقلیدس نسبت داده می‌شود که به بررسی اشکال (یا فضای) مسطح دو و سه بعدی می‌پردازد. هندسهٔ مربوط به سطوح خمیده و خصوصا فضای بیش از سه بعد (که اصطلاحا فوق فضا نامیده می‌شود) اولین بار توسط ریمان ارائه گردید که قبلا ذکر شد. با تئوری ریمان پنجره‌ای جدید به دنیای ناشناخته‌ها باز شد که یک نتیجه آن متحول کردن هندسه

www.IR-DL.com

قدیم بود. بطور خلاصه، هندسه اقلیدسی را می‌توان حالت خاصی از هندسه ریمانی دانست برای وقتی که انحنای فضا صفر باشد. ضربه‌ای که هندسه ریمانی به هندسه دو هزار سالهٔ اقلیدسی وارد نمود قابل مقایسه با ضربه ناشی از تئوری‌های کوانتوم و نسبیت به تئوری نیوتون و فیزیک کلاسیک است. یادآوری می‌شود که در هندسه اقلیدسی، نقطه بدون بعد است، خط تنها یک بعد (طول) دارد، صفحه دارای دو بعد (طول و عرض) است، حجم دارای سه بعد (طول، عرض و ارتفاع) است و موجودی چهار بعدی بی‌معنی است. ارسطو و افلاطون نیز وجود بعد چهارم را بی‌معنی می‌دانستند. اینجا، آوردن استدلال جالب افلاطون در رد بعد چهارم خالی از لطف نخواهد بود.

ابتدا سه خط را طوری رسم کنید که دو به دو برهم عمود باشند، مانند کنج یک مکعب. هر یک از این سه خط امتداد یکی از ابعاد فضا را مشخص می‌نماید. حال سعی کنید خط چهارمی رسم کنید که به این سه خط عمود گردد. هرقدر هم تلاش کنید موفق نخواهید شد چرا که در هر صورت این خط چهارم بر یکی از سه خط قبلی منطبق خواهد شد و بنابراین جهت چهارم نمی‌تواند وجود داشته باشد.

بدین ترتیب، اندیشه فضای بیش از سه بعد از همان دو هزار سال قبل از ذهن بشر خارج می‌شود. نظر به اینکه کلیسا نیز تنها جهان سه بعدی (و نه بیشتر) را تایید می‌کرد، اوضاع بگونه‌ای درآمد که حتی صحبت از فضای چهار بعدی یا بیشتر تکفیر می‌شد. آشکار است که ورود هندسه ریمانی نه تنها ریاضیات را متاثر کرد بلکه پایه‌های تبلیغات کلیسا را نیز در تصویری که از جهان ارائه می‌کرد سست نمود. مشابه گالیله که با اعلام کروی بودن زمین و حرکت آن خود را در برابر کلیسا قرار داده بود، ریمان نیز خود[۱] را درگیر مخمصه‌ای کرده بود که نوید زندگی راحتی را نداشت. خوشبختانه، دوران ریمان متفاوت از دوران گالیله بود و دیگر کلیسا قدرت سیاسی سابق را نداشت و دبدبه و کبکبه کشیش‌ها رخت بربسته بود و اسلحه تکفیر مقامات کلیسا گلوله‌ای نداشت.

www.IR-DL.com

اینکه حتی افراد متفکری چون ارسطو و افلاطون نمی‌توانستند فضای بیش از سه بعد را درک کنند به این دلیل بود که انسان با مغز سه‌بعدی خود نمی‌تواند حتی فضای چهار بعدی را هم در ذهنش تجسم نماید. لیکن، برای ریاضیات چندان تفاوتی نمی‌کند که تعداد ابعاد فضا دو، سه و یا n باشد و این از زیبایی‌های ریاضی است. ریاضیات زبان تمام جهان‌هاست و اعتقاد دانشمندان این است که اگر موجودات دیگری در گوشه دیگری از این جهان باشند (که هستند)، هرچند زبان محاوره‌ای آنها متفاوت از ما خواهد بود ولی از همان زبان ریاضی استفاده خواهند کرد که ما می‌کنیم. این بدان معنی است که در زبان ریاضی آنها نیز دو بعلاوه سه برابر پنج است، کسینوس زاویه ۹۰ درجه صفر است و ... با این اوصاف، ریاضیات نیز به مدت دوهزار سال در تفکر فضای سه بعدی خود زندانی بود.

جالب است که گاه خود دانشمندان مانع پیشرفت علم می‌شوند و این وقتی است که عده‌ای معتقد می‌شوند که تئوری یا برداشت خاصی کاملا درست است. در چنین مواقعی اگر فکر تازه‌ای وارد گردد که تئوری یا عقیده مورد نظر را زیر سئوال ببرد موجب واکنش همان دانشمندان قرار می‌گیرد و هرقدر متعصب‌تر باشند واکنشی تندتر نشان می‌دهند و صاحب فکر جدید مورد استهزاء قرار می‌گیرد و گاه مستوجب مرگ. همین امر موجب شده بود که حتی آن عده از ریاضیدانان که در خلوتِ خود به فضای بیش از سه بعد می‌پرداختند نخواهند و یا جرات نکنند که حتی در محیطهای آکادمیک به ابراز عقیده بپردازند. ریمان از دسته همین گروه بود که سرانجام دل به دریا زد و چنان تحولی آفرید که اساس فیزیک جدید و ریاضی را پایه‌ریزی نمود. این سرگذشت تمام تئوری‌های جدیدی است که موجب تحولی در علم گشته‌اند.

حال به این سئوال بپردازیم که شکل کل جهان چگونه است؟ صاف است یا خمیده؟ آیا پیشینیان ما که زمین را مسطح و لبه‌دار و جهان را محدود و متناهی می‌پنداشتند اشتباه می‌کردند؟ آیا فضا در لبه جهان به پایان می‌رسد، یکباره همه "چیز" متوقف می‌شود و به "هیچ"

www.IR-DL.com

می‌رسیم؟ در میان علوم رایج، کیهان‌شناسی[۱] به موضوع هندسه فضا و شکل جهان می‌پردازد. تقریبا تمام دانشمندان این رشته بر این باورند که فضای سه‌بعدی ما در امتداد بعد چهارم (آنا-کاتا) خمیده است و یک فوق‌فضا را تشکیل می‌دهد. بر طبق تئوری نسبیت عام انیشتین، ماده موجب انحنای فضا می‌شود. بنابراین، با در نظر گرفتن مقدار بسیار زیاد ماده‌ای که در جهان هست، باید احتمال بسیار زیادی وجود داشته باشد که حضور این همه ماده موجب گردد تا فضا آنقدر خم شود که بر روی خودش برگردد و تشکیل یک فوق‌کره را بدهد.

برای درک مفهوم برگشتن فضا بر روی خودش ابتدا یک جهان فرضی یک‌بعدی را در نظر می‌گیریم. اگر خطی در اثر انحناء به روی خودش برگردد یک منحنی بسته را تشکیل می‌دهد (مثلا یک دایره). توجه داشته باشید که اگرچه طول محیط یک دایره محدود است اما آغاز و پایانی ندارد چرا که می‌توان مدام بر روی محیط دایره حرکت کرد بی‌آنکه مسیر به پایان برسد. به همین ترتیب، سطح یک کره متناهی است (یعنی مساحت آن کاملا قابل محاسبه است) ولی نامحدود است. مثلا کره زمین سه‌بعدی ما سطحی دو بعدی و خمیده با مساحتی معین دارد ولی دارای مرز نیست. منظور از بدون مرز بودن این است که هرقدر و در هر جهتی که بر روی آن برویم هرگز به پایانی نخواهیم رسید. علم کیهان‌شناسی اعتقاد دارد که فضای سه بعدی ما نیز با خم شدن در جهت آنا-کاتا یک دنیای چهاربعدی را می‌سازد که علیرغم محدود بودن فاقد مرز است. این بدان معنی است که در هر جهتی که با سفینه‌مان برویم دوباره به کهکشان و کره زمین خودمان برخواهیم گشت (البته چون سفرمان از نظر ساکنان کره زمین میلیاردها سال نوری طول خواهد کشید تا برگشتن ما کره زمینی باقی نخواهد ماند). بنابراین، هر کشوری که بر روی کره زمین قرار دارد کاملا محق است که خود را مرکز سطح کره زمین بپندارد. با همین قیاس، هیچ کهکشان یا ستاره‌ای در لبه جهان قرار ندارد چرا که جهان اساسا فاقد لبه هست و هر نقطه‌ای از جهان به همان اندازه مرکزیت دارد که نقطه دیگر.

۱- Cosmology

www.IR-DL.com

با این اوصاف، دیگر نمی‌توان از هندسه اقلیدسی برای مطالعه چنین جهانی استفاده کرد مگر بطور خیلی محدود و آنهم در جاهایی که بتوان از انحنای فضا صرفنظر نمود. به ناچار باید به هندسه ریمانی روی بیاوریم. گفتنی است که تئوری ریمان نه تنها هندسه تازه‌ای را وارد ریاضیات نمود بلکه فیزیک را نیز شدیدا تحت‌تاثیر قرار داد. به عنوان نمونه، ورود هندسه ریمانی تعبیر کاملا تازه و متفاوتی از "نیرو" ارائه نمود. از همان زمان نیوتون، فیزیکدان‌ها تعبیر مبهمی از نیرو داشتند و آنرا اثر متقابل دو جسم بر روی هم تعبیر می‌کردند بدون آنکه بتوانند علت این اثرگذاری را توضیح دهند. مثلا، در بررسی مسیر سیارات مشاهده می‌شد که حضور یک جسم بر حرکت جسم دیگر اثر می‌گذارد بدون آنکه تماس مستقیمی بین آن دو باشد ولی چگونگی این اثرگذاری معلوم نبود. هندسه ریمانی این مشکل را حل نمود.

برای توضیح نیرو، ریمان یک صفحه کاغذ دو بعدی را در نظر می‌گیرد که بر روی آن موجودات فوق‌العاده ریز (میکروسکوپی) خیالی که آنها نیز دو بعدی هستند زندگی می‌کنند. قبلا این موجودات را که تنها طول و عرض دارند سطحستانی نامیدیم. از نظر سطحستانی‌ها، دنیایشان کاملا مسطح است حتی اگر صفحه کاغذ کاملا چین و چروک باشد. این بدان دلیل است که هر سطحستانی در هر مکانی که بر روی صفحه کاغذ بسر می‌برد همان انحنای صفحه کاغذ را در آن نقطه خواهد داشت و حتی اگر بخواهد حرکت کند و از ناحیه‌ای که چروک دارد بگذرد باز انحنای آن قسمت را درک نخواهد کرد چرا که بدن وی در حین حرکت همان شکل صفحه را خواهد گرفت.

حال یک سطحستانی را در نظر بگیرید که در مسیر حرکتش هم از قسمت صاف و هم از قسمت چروکیده کاغذ عبور می‌کند. معلوم است که موقع عبور از قسمت صاف احساس خاصی نخواهد داشت ولی در عبور از قسمت منحنی احساس "نیروی" ناشناخته‌ای را خواهد کرد که مانع حرکت وی در امتداد یک خط مستقیم خواهد گردید و بدنش به چپ و راست خواهد رفت. این نشان می‌دهد که نیروی احساس شده توسط این سطحستانی ناشی از انحنای فضای

www.IR-DL.com

دنیای وی است. با جایگزینی فضای دو بعدی کاغذ با فضای سه بعدی خودمان، ریمان نیرو را به شکل فضا (در فیزیک از اصطلاح هندسه فضا استفاده می‌کنند) ربط داد و بدین ترتیب یک تعریف کاملا متفاوت و جدید از نیرو را وارد فیزیک کرد: "نیرو ناشی از انحناء (یا بطور کلی، هندسه) فضا است". به عبارت دیگر، ریمان هر نیرویی در جهان ما را ناشی از انحنای فضای سه بعدی در امتداد بعد چهارم می‌دانست، همانگونه که در سطحستان نیز نیرو ناشی از انحنای فضای دو بعدی (صفحه کاغذ) در امتداد بعد سوم است. متاسفانه، مشابه سطحستانی‌ها که برای آنها بعد سوم ملموس نیست، ما انسان‌ها نیز نمی‌توانیم بعد چهارم را ببینیم. گفتنی است که تا قبل از این کشف ریمان، نیرو "چیزی" متمایز از دیگر موجودات جهان و از جمله فضا و زمان به حساب می‌آمد. وارد کردن بعد چهارم به فیزیک ما را یک گام در جهت درک مقوله وحدت و یکپارچگی جهان به پیش برد.

یکی از تبعات فوق‌العاده مهم این کشف آن است که هرقدر به ابعاد بالاتر فضا وارد می‌شویم اشراف ما به پدیده‌های جهان بهتر می‌گردد، درک مکانیزم‌های مربوط به پیدایش و شکل‌گیری پدیده‌ها ساده‌تر می‌گردد و امیدوارتر می‌شویم که روزی خواهیم توانست قوانین عمومی‌تر و ساده‌تری برای توصیف پدیده‌های جهان کشف کنیم. به عنوان مثال، در مطالعه جریان و مسیر یک رودخانه اگر بیست کیلومتر بالاتر از سطح زمین برویم تمام مسیر رودخانه، سرچشمه و نیز مقصد نهایی آنرا بطور همزمان مشاهده خواهیم نمود و کار بررسی و مطالعه‌مان بسیار ساده‌تر خواهد شد. در یک میدان جنگ با قرار گرفتن در یکی از ارتفاعات مشرف به میدان خواهیم توانست تمام اتفاقات جنگ را تحت نظر قرار دهیم و هدایت عملیات آسان‌تر گردد. این دو مثال نشان می‌دهند که با دست‌یابی به بعد ارتفاع توصیف فرآیندهایی که در سطح (شامل ابعاد طول و عرض) اتفاق می‌افتند بسیار ساده‌تر می‌شود. این مثال‌ها نشان می‌دهند که هرقدر وارد ابعاد بالاتر می‌شویم درک پدیده‌ها ساده‌تر می‌شود و طبعا قوانین ساده‌تری هم نیاز خواهیم داشت تا آن پدیده‌ها را توضیح دهیم.

www.IR-DL.com

ریمان به دنبال آن بود که هندسه‌اش بتواند هر تعداد ابعاد فضا را با هر انحنایی بررسی کند. علیرغم موفقیت بزرگی که وی در این زمینه کسب کرد و توانست هندسه مورد نظرش را معرفی کند، لیکن علیرغم تلاش زیادش نتوانست علت چین و چروک یا انحنای فضا را توضیح دهد. وی در آخرین روزهای عمرش به دنبال آن بود تا تئوری واحدی ارائه نماید که جاذبه، مغناطیس و الکتریسیته را یکجا توضیح دهد که ناتمام ماند. از دلایل مهم این شکست، فقر مالی و بیماری گزارش شده است که در نهایت موجب مرگ وی از بیماری سل در ۳۹ سالگی گردید. هر چند ریمان کار خود را ناتمام گذاشت ولی مسیر فیزیک جدید را تعیین نمود. کشف اینکه جاذبه، الکتریسیته و مغناطیس چیزی نیستند مگر نتیجه انحنا یا چروک فوق‌فضا کافی بود تا چند سال بعد ماکسول و انیشتین مهمترین تئوری تاریخ فیزیک بشر را ارائه نمایند. یکی از دانشمندان مشهوری که شدیدا تحت تاثیر کارهای ریمان قرار گرفت فیزیکدان آلمانی هلم‌هولتز[۱] بود که اعلام نمود قضایای هندسه باید برطبق نوع انحنای فضا تغییر یابند.

حتی تا نیم قرن بعد از ارائه تئوری ریمان، هیچ استفاده مهمی از آن به عمل نیامده بود و تنها در حیطه ریاضیات محض مورد بحث قرار می‌گرفت تا اینکه انیشتین به کمک هندسه چهار بعدی ریمانی توانست تئوری نسبیت خود را فرموله کند. تئوری نسبیت اولین تئوری جامع فیزیک است که جهان را بطور چهار بعدی مورد مطالعه قرار می‌دهد. البته، در این تئوری، انیشتین زمان را به عنوان چهارمین بعد جهان در نظر می‌گیرد. این نگرش چهار بعدی ریمان و انیشتین، مهمترین تحول فیزیک را بعد از تئوری نیوتون به وجود آورد و ابزار تئوریک جدیدی را به دست داد که توانست بسیاری از ناشناخته‌های جهان را توضیح دهد. یادآوری می‌شود که در مقایسه با تئوری سه بُعدی نیوتون (که زمان را مستقل از فضا در نظر می‌گیرد)، تئوری چهار بعدی نسبیت نه تنها درک عمیق‌تر و ساده‌تری از پدیده‌های جهان ارائه می‌کند بلکه شکل فضا، نیروی جاذبه و نیروی الکترومغناطیسی را به هم مربوط می‌کند. بطور خلاصه، نگرش

۱ـ Hermann Von Helmholtz

www.IR-DL.com

چهار بعدی تئوری نسبیت این امکان را فراهم می‌آورد تا با قوانین ساده‌تر درک بهتری از جهان داشته باشیم.

امروز، یک و نیم قرن بعد از ارائه هندسه ریمانی، فیزیکدان‌ها در تلاشند تا به کمک آن به تئوری‌هایی دست یابند که نگرشی پنج بعدی و یا بالاتر داشته باشند. به عنوان مثال، اگر روزی بتوانیم جهان ده بعدی را توصیف کنیم در آنصورت قوانین فیزیک فوق‌العاده ساده‌تر و در عوض جامعتر خواهند شد. این همان چیزی است که فیزیک به دنبالش هست: کشف تئوری واحدی که همه پدیده‌های جهان را یک‌جا توصیف می‌کند. بطور خلاصه، فیزیک به دنبال یک "تئوری همه چیز" است که یکی از خصوصیات مهم آن توانایی بررسی همزمان هر چهار نیروی طبیعت خواهد بود.

ماییم و می‌و مطرب و این کنج خراب — جان و دل و جام و جامه در رهن شراب

فارغ زامید رحمت و بیم عذاب — آزاد زخاک و باد و از آتش و آب

www.IR-DL.com

دفتر ۶

دورِ فلک: زمان

ای دوست بیا تا غـم فـردا نـخوریم　　وین یک دمِ عمر را غنیمت شـمریم
فردا کـه ازیـن دیـرِ فـنا درگـذریم　　با هفت هزار سالگان سـربه سـریم

علاوه بر فضا، موضوع زمان از پیچیده‌ترین و شاید مبهم‌ترین بحث‌هایی است که پیوسته ذهن متفکرین مختلف را در طول تاریخ به خود مشغول داشته‌است. از کـودکی چـنان بـزرگ می‌شویم که جهان را فضایی سه بعدی بدانیم، جهانی که درگذر زمان تغییر می‌یابد و جهانی که در آن زمان و فضا مستقل از همدیگرند. گذشته‌ها را از دست رفته می‌پنداریم و غصه خوشی‌ها و زیبایی‌های گم شده را می‌خوریم. در انتظار آینده می‌مانیم و در آرزوی زیبایی‌هایی هستیم که دوست داریم داشته باشیم. در این میان، اغلب زمانِ حال فراموش‌مان می‌شود چراکه یا سرگرم غصه‌هایمان هستیم یا دل‌مشغول حسرت‌ها.

معمولا چندان اهمیت نمی‌دهیم که عبارتی مانند "در کتابخانه مطالعه کردم" یک عـبارت ناقص است چراکه زمان دقیق مطالعه ذکر نشده است. رویدادی به نام مـطالعه تـنها وقـتی

www.IR-DL.com

واقعیت خواهد داشت که علاوه بر مکان مطالعه (مثلا کتابخانه) زمان آن نیز اعلام گردد. برای هر رویدادی هم مکان و هم زمان هر دو باید باشند. دیدگاه مکانیکی نیوتون هم که مکان و زمان هر رویدادی را مستقل از هم در نظر می‌گیرد بر اساس چنین برداشتی از جهان (یعنی برداشت روزمره) فرموله شده است.

فرض کنید که سه روز قبل در ارومیه بودیم و الان در شیرازیم. اگر مانند نیوتون جهان را فضایی مستقل از زمان تصور کنیم، بناچار می‌پذیریم که گذشته از میان رفته است و دیگر وجود ندارد. در آن صورت، ارومیهٔ الان وجود دارد ولی ارومیهٔ سه روز قبل دیگر وجود ندارد. لیکن چون ما الان در شیراز هستیم دیگر نمی‌توانیم ارومیه را ببینیم. بنابراین، چون سه روز قبل ارومیه را دیده‌ایم و آنرا تجربه کرده‌ایم، منطقی خواهد بود که بپنداریم که ارومیه سه روز قبل وجود دارد ولی باید در وجود ارومیه الان مشکوک باشیم.

نکته دیگر اینکه ما جهان را هرگز آنگونه که واقعا در همین لحظه (اکنون) هست درک نمی‌کنیم. پیام‌های دریافتی ما از جهان همگی (بدون استثنا) به گذشته تعلق دارند و همیشه جهان را آنطور که مدتی قبل بوده است تجربه می‌کنیم. آنچه که در اطراف خود می‌بینیم ناشی از انعکاس نوری است که مدتی قبل (کسر فوق‌العاده کوچکی از یک ثانیه) از جسم مورد نظرمان انتشار یافته است و لذا چیزی را می‌بینیم که مدتی قبل وجود داشت. ماهی که در آسمان می‌بینیم ماه یک ثانیه قبل است. وقتی می‌گوییم خورشید غروب کرد و در افق ناپدید شد حدود هشت دقیقه اشتباه داریم چرا که خورشید هشت دقیقه قبل از آن در افق ناپدید شده بود (توجه کنید که نور خورشید تقریبا هشت دقیقه در راه است تا به ما برسد). بعضی از ستارگانی را که در آسمان می‌بینیم الان دیگر وجود ندارند چرا که میلیون‌ها سال[۹] قبل از بین رفته‌اند و آنچه ما از آن ستارگان می‌بینیم نوری است که میلیون‌ها سال قبل از آنها ارسال شده است. با توجه به اینکه سرعت انتشار صوت حدود یک میلیون مرتبه کمتر از سرعت نور است، صدائی که مثلا از یک رعدوبرق می‌شنویم به چند ثانیه قبل تعلق دارد. تازه، سرعت انتشار بو کمتر از سرعت صوت

www.IR-DL.com

است و برای همین هر بویی را متوجه می‌شویم چندین ثانیه قبل انتشار یافته است. همچنین، چون سیگنال‌های عصبی نیز سرعت محدودی دارند، مدتی طول می‌کشد که این سیگنالها فاصله پوست یا زبان را تا مغز بپیمایند. از اینرو، آنچه راکه می‌چشیم و یا لمس می‌کنیم متعلق به اکنون نیست. بطور کلی، برداشت ما از جهان به جهان فعلی تعلق ندارد.

یکی از تئوری‌های موفقی که به مقوله زمان می‌پردازد و توانسته موفقیتی در تشریح زمان کسب نماید تئوری نسبیت انیشتین است. در حقیقت هیچ تئوری و برخورد علمی دیگری وجود ندارد که توانسته باشد مانند تئوری نسبیت دید ما را نسبت به زمان و اثرات آن بر زندگی بشر توضیح دهد. مهمترین دست‌آورد این تئوری آنست که زمان را نه یک کمیت مطلق بلکه نسبی می‌داند و اعتقاد دارد که زمان حالت کِش‌سانی (الاستیسیته یا ارتجاعی) دارد. خاصیت کش‌سانی زمان بدان معنی است که زمان برای هرکس متفاوت از شخص دیگر مورد تجربه قرار می‌گیرد و هر فرد بسته به سرعتی که دارد آنرا بلندتر یا کوتاهتر احساس می‌کند. مثلا، تا آنجائیکه به یک شخص خاص مربوط می‌شود گذر زمان برای وی یکنواخت و ثابت است ولی از دیدگاه فرد دیگری که نسبت به شخص اول در حال حرکت است زمان بطور متفاوتی تجربه می‌شود. می‌توان تصور کرد که همه ما در زمان حرکت می‌کنیم و به طرف آینده به پیش می‌رویم ولی به خاطر خصلت کِش‌سانی زمان بعضی از ما زودتر از دیگران به مقصد می‌رسیم. هرقدر که یک فرد سریعتر حرکت کند، گذر زمان را کندتر تجربه خواهد کرد و دنیای اطراف به نظرش سریع خواهد گذشت. بنابراین، اگر در حالت عادی بیست سال طول بکشد که به ۱۴۰۰ خورشیدی برسیم، یک نفر می‌تواند در عرض چند ساعت به سال ۱۴۰۰ برسد اگر با سرعتی فوق‌العاده زیاد (نزدیک سرعت نور) حرکت کند.

یکی از مثالهای جالب همان مثال دو قلوهاست. یکی از دوقلوها سوار سفینه‌ای می‌شود و با سرعتی نزدیک سرعت نور به فضا می‌رود و دوقلوی دیگر بر روی زمین باقی می‌ماند. مسافر فضایی ما با توجه به تقویم (ساعت) داخل سفینه‌اش بعد از چند سال برمی‌گردد و در جمع

www.IR-DL.com

مستقبلین خود پیرمردی را مشاهده می‌کند که معلوم می‌شود همان برادر دوقلوی خودش است.

همانطور که قبلا اشاره شد، تئوری نسبیت فضا را نیز کِش‌سان (الاستیک) می‌داند و اعتقاد دارد که فضا هم می‌تواند کوتاه یا بلند شود. در حقیقت، این تئوری نشان می‌دهد که وقتی زمان در اثر حرکت بلندتر می‌شود، فضا کوتاهتر می‌گردد و برعکس. بنابراین، اگر شما با سرعتی بسیار بالا در حرکت باشید و من در گوشه‌ای ساکن بایستم، ساعت شما کندتر از ساعت من کار خواهد کرد و گذر زمان را شما طولانی‌تر احساس خواهید کرد. در ضمن، مرا کوتاهتر از حالت معمولی خواهید دید. بطور خلاصه، زمان را طولانی‌تر و فضا را کوتاهتر درک خواهید کرد. مثل آنست که فضا-زمان را بمانند تکه‌ای پارچه تجسم نمائیم که تارهای آن فضا و پود آن زمان باشد. وقتی پارچه در یک جهت (مثلا امتداد تارها) کشیده شود در جهت دیگر (در امتداد پود) جمع می شود: کوتاه شدن زمان خود را به صورت کشیده شدن فضا نشان می‌دهد.

یک برداشت از این پدیده این است که زمان می‌تواند به فضا تبدیل شود و برعکس. به عبارت دیگر، وقتی ساختار فضا-زمان چین و چروک برمی‌دارد، فضا به زمان (یا برعکس) تبدیل می‌شود. هر ثانیه از زمان معادل ۳۰۰ هزار کیلومتر از یک امتداد فضا (مثلا طول) است. بنابراین به جای آنکه بگوییم لیوان دو ثانیه قبل شکست، کاملا مجازیم که بگوییم لیوان ششصدهزار کیلومتر قبل شکست!

تئوری نسبیت عام نشان می‌دهد که آنچه چین و چروک یا انحنای فضا-زمان را پدید می‌آورد نیروی جاذبه است. هر جا که نیروی جاذبه موجود نباشد فضا-زمان صاف و بدون انحنا خواهد بود. با توجه به اینکه جائی در جهان وجود ندارد که عاری از اثرات جاذبه باشد بنابراین فضا-زمان در همه جا انحناء دارد و مقدار انحناء هم بستگی به شدت میدان جاذبه دارد. مثلا، نزدیک سطح کره زمین مقدار انحنای فضا-زمان بیشتر است تا در فاصله ۵۰ هزار کیلومتری بالای آن، چرا که اثرات جاذبهٔ کره زمین در چنان فاصله‌ای بسیار کاهش می‌یابد. به خاطر همین انحنای بیشتر فضا-زمان در نزدیکی سطح زمین است که ساعتی که بر روی زمین قرار

www.IR-DL.com

دارد کندتر از ساعتی که در فاصله ۵۰ هزار کیلومتری از زمین است کار می‌کند. بنابراین، جاذبه موجب کند شدن زمان می‌شود و هرقدر که شدت میدان جاذبه بیشتر شود زمان کندتر خواهد گردید. در بعضی از ستاره‌ها میدان جاذبه شدت بسیار بالائی دارد و بخصوص در حفره‌های سیاه این شدت بقدری زیاد است که هرچیزی بخواهد از کنار آنها بگذرد (حتی نور) راه فرار نخواهد داشت و ناگزیر جذبشان خواهد شد. در این ستاره‌ها زمان بقدری کند خواهد شد که به حالت توقف خواهد رسید. طبعا چنین ستاره‌ای قابل رویت نخواهد بود چرا که هیچ نوری امکان فرار از آن را نخواهد یافت.

ملاحظه می‌شود که تئوری نسبیت تمام برداشت ما را از زمان و فضا تغییر می‌دهد. نه تنها گذر زمان برای ناظرهای مختلف بستگی به سرعت هر ناظر دارد، بلکه دیگر کلماتی مانند "الان" و "همزمانی" مفهوم سابق خود را ندارند. اگر از نظر یک ناظر دو اتفاق متفاوت همزمان باشند، دلیلی ندارد که ناظر دیگر هم آن دو اتفاق را همزمان تجربه نماید. در مثال دو قلوها، وقتی دوقلوی فضانورد ما در ساعت ۱۲ روز اول اسفند ۶۱ مشغول خوردن ناهارش است و می‌گوید "الان" دارم ناهار می‌خورم، از همان "الانِ" دوقلوی باقیمانده بر زمین صحبت نمی‌کند چرا که تقویم زمین تاریخی دیگر (مثلا ساعت ۱۰ صبح روز ۲۱ اردیبهشت ۷۸) را نشان می‌دهد. بنابراین، دیگر کلماتی مانند "حال"، "گذشته" و "آینده" مفاهیم مطلقی ندارند.

سه فضانورد که در سفینه‌های جداگانه و با سرعتهای متفاوت از نزدیکی سیاره مشتری می‌گذرند، بر روی همزمانی یک اتفاق مشخص اتحاد نظر نخواهند داشت. مثلا، یکی از آنها اظهار می‌کند که الان آتشفشانی در روی سیاره فعال شد. دومی خواهد گفت دو دقیقه قبل آنرا مشاهده کرده است و سومی از وقوع چنان حادثه‌ای اظهار بی‌اطلاعی خواهد کرد چرا که بناست آنرا سی ثانیه بعد مشاهده کند. بنابراین، یک اتفاق واحد که در نزدیکی سه نفر روی می‌دهد، بسته به سرعت حرکت آنها می‌تواند برای یک نفر در "حال" اتفاق بیافتد، برای شخص دیگر در "گذشته" و برای شخص سوم در "آینده". به عبارت دیگر، افراد مختلف کره زمین یک اتفاق

www.IR-DL.com

مشخص بر روی مریخ را ممکن است با چند دقیقه اختلاف مشاهده نمایند که بستگی به سرعت حرکت آنها نسبت به همدیگر خواهد داشت. یکی در ساعت ۱۰ صبح می‌بیند، دیگری در ساعت ۱۰:۰۱، یک نفر دیگر در ۹:۵۹. هرکدام از این سه شخص وقتی اتفاق مزبور را مشاهده می‌کند اعلام می‌کند که "الان" دیده است.

ملاحظه می‌کنید که برای ناظرهای کره زمین، "الانِ" اتفاقاتی که در مریخ پیش‌می‌آیند می‌توانند در محدوده چند دقیقه قرار گیرند (بسته به سرعت آنها). حال اگر به جای مریخ اتفاقات کهکشانی دیگر را که فوق‌العاده دورتر از ماست در نظر بگیریم، محدوده "الان" ممکن است چند صد یا حتی چند میلیون سال باشد. مثلا، اگر ستاره‌ای که با ما یک میلیون سال نوری فاصله دارد منفجر گردد ما یک میلیون سال بعد آنرا مشاهده خواهیم کرد، حال آنکه ساکنان سیاره‌ای که در مدار آن ستاره قرار دارد همان اتفاق را تقریبا در همان لحظه مشاهده خواهند نمود. "الانِ" ساکنان آن سیاره با "الانِ" ما یک میلیون سال فرق خواهد داشت. به عبارت دیگر، محدوده "الان" در این مثال یک میلیون سال خواهد بود.

به عنوان مثال دیگر، فرض کنید شب است و شما به بیرون نگاه می‌کنید و متوجه عبور یا سوختن یک شهاب آسمانی در افق می‌شوید. دقیقا در همان هنگام زنگ در خانه‌تان بصدا درمی‌آید. از نظر شما دو رویداد "سوختن شهاب" و "زنگ درب" همزمان هستند. لیکن نباید فراموش کرد که نور شهاب مدتی در راه بوده است تا به شما برسد (مثلا کسری از یک ثانیه). بنابراین، این دو رویداد در دو زمان متفاوت اتفاق افتاده‌اند، هرچند از نظر شما همزمان به نظر می‌رسند و ادعا می‌کنید که "الان" شهاب سوخت. حال اگر سفینه‌ای با سرعت فوق‌العاده زیاد (در حد سرعت نور) نسبت به شما در حال حرکت باشد، نظر متفاوتی در مورد همزمانی دو رویداد فوق خواهد داشت. اگر این سفینه در جهت پنجره به شهاب در حال پرواز باشد، دستگاههای ثبات سفینه "سوختن شهاب" را "زودتر" از رویداد "زنگ درب" ثبت خواهند کرد و لذا رویداد "زنگ درب" برای ساکنان سفینه در "آینده" قرار خواهد داشت. حال، اگر جهت حرکت سفینه از شهاب

www.IR-DL.com

به طرف پنجره شما باشد رویداد "سوختن شهاب" در "آینده" قرار خواهد گرفت. بنابراین، همزمانی این دو رویداد بستگی کامل به مکان و حرکت ناظر دارد. بطور خلاصه، ناظرین مختلفی که نسبت به همدیگر در حال حرکتند در مورد همزمانی چند رویداد اتحاد نظر نخواهند داشت. این بدان معنی است که آنچه را که یک فرد "اکنون" می‌نامد می‌تواند برای فرد دومی "گذشته" و برای فرد سومی "آینده" باشد. دلیل چنین تفاوت فاحشی در برداشت این افراد از زمان این است که مکان (یا فضای) افراد فوق با همدیگر فرق دارند.

با این حساب، عباراتی مانند "حال"، "گذشته" و "آینده" به خودی خود و مستقل از فضا معنی‌دار نیستند و بهتر است فضا و زمان را باهمدیگر و نه مستقل از هم در نظر بگیریم. این همان چیزی است که آنرا عالم یا "فضا–زمان" یکپارچه می‌نامیم. برای فردی که گوشه‌ای از این فضا–زمان را تشکیل می‌دهد شاید مقوله گذشت زمان مفهوم داشته باشد ولی در کل "گذشت زمان" چیزی جز یک توهم نیست.اینکه بگوئیم "آینده" نیامده است یا "گذشته" سپری گردیده است، تنها برای یک شخص معین مفهوم دارد چراکه "گذشتهٔ" یک نفر می‌تواند "حالِ" فردی دیگر و یا "آیندهٔ" نفر سوم باشد. برداشت قبلی ما از زمان مبنی بر اینکه زمان می‌گذرد یا سپری می‌شود و یا در جریان است جایگاه محکمی در فیزیک امروز ندارد. تئوری نسبیت به ما می‌آموزد که دیگر زمان را به عنوان توالی اتفاقات در نظر نگیریم. برخورد ما با زمان باید عین برخوردی باشد که با فضا داریم و به همین خاطر نباید از فضا و زمان مستقل صحبت کنیم بلکه ناچاریم از اصطلاح فضا–زمان استفاده کنیم تا اصرار داشته باشیم که فضا و زمان به همدیگر مربوطند. لذا، همانگونه که فضا وجود دارد و از هر نقطه مورد نظرمان که شروع کنیم در جهات مختلف امتداد می‌یابد، گذشته و حال و آینده نیز موجودند و زمان از هر لحظه‌ای که در نظر بگیریم امتداد می‌یابد. اگر عاداتی را که با آنها بزرگ شده‌ایم کنار بگذاریم متوجه خواهیم شد که صحبت از فضا–زمان یکپارچه برداشت درست‌تری از رویدادها به دست می‌دهد و لذا بمراتب راحت‌تر و طبیعی‌تر از بحث در مورد فضایی است که مستقل از زمان است.

www.IR-DL.com

قبلاً گفتیم که جهان هر فردی عبارتست از دریافت‌های حسی وی که تمامی این دریافت‌ها خود جزئی از فضا-زمان هستند. فضا مجموعه‌ای از مکان‌هاست، درحالیکه فضا-زمان از وقایع ورویدادها تشکیل می‌شود و هر رویدادی شامل یک جزء مکانی و یک جزء زمانی است. هر دریافت حسی ما یک رویداد در فضا-زمان است. در برخوردی که فیزیک جدید با رویدادها دارد، ناظر در "درون" رویداد قرار می‌گیرد و خود جزئی از هر رویداد است، برخلاف دیدگاه مکانیکی نیوتون که ناظر در "بیرون" رویداد قرار می‌گیرد و تنها رل تماشاچی را دارد.

برای درک بهتر فضا-زمان به یک دنیای دو بعدی خاص سر می‌زنیم که فضای آن یک بعدی است (مانند یک خط) و بعد دیگرش را زمان تشکیل می‌دهد. موجودات چنین جهانی (یا خطستانی‌ها) عبارت خواهند بود از نقطه‌هایی که بر روی این خط به سر می‌برند. در فیزیک جدید، "خط سیر" یا "رد" فضا-زمانی هر موجودی را "رد کیهانی"[۱] آن موجود می‌نامند. رد کیهانی هر کدام از خطستانی‌ها (یعنی نقطه‌ها) شبیه یک رشته نخ فوق‌العاده باریک خواهد بود که عبارت خواهد بود از مسیری که هر نقطه در زمان طی می‌کند. شکل ۱-۶ رد کیهانی مربوط به چند خطستانی در دنیای دو بعدی فوق را نشان می‌دهد. اینگونه دیاگرام‌های فضا-زمانی را دیاگرام مینکوفسکی[۲] می‌نامند.[۳] رد کیهانیِ "آ" مربوط به یک خطستانی ساکن است، رد کیهانیِ "ب" از آنِ یک خطستانی است که با سرعت ثابتی در حرکت است و رد کیهانیِ "ج" مربوط به یک خطستانی است که بعد از مدتی ساکن ماندن حرکت می‌کند. البته گفتن اینکه "آ" ساکن است و "ب" متحرک، تا حدی نادرست است. اگر "آ" و "ب" را مثلا فضانوردانی در فضای

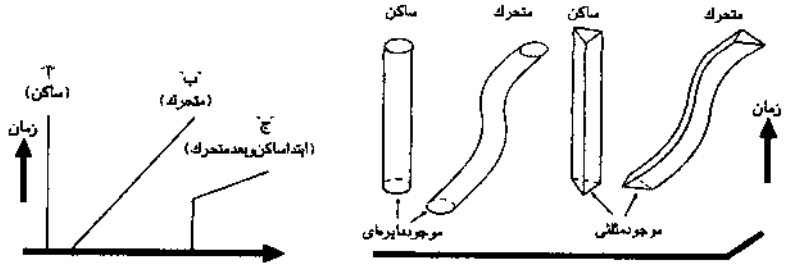
---

۱ Worldline ـ۱ ۲ـ Minkovski Diagram

۳ـ در رسم دیاگرام مینکوفسکی واحد محورها چنان انتخاب می‌شوند که مسیر حرکت یک پرتو نور در فضا-زمان به کمک یک خط ۴۵ درجه نمایش داده شود. چون سرعت انتشار نور حدود یک میلیارد کیلومتر در ساعت است، محور فضا را به واحدهای یک میلیارد کیلومتری و محور زمان را به واحدهای یک ساعته تقسیم می‌کنند.

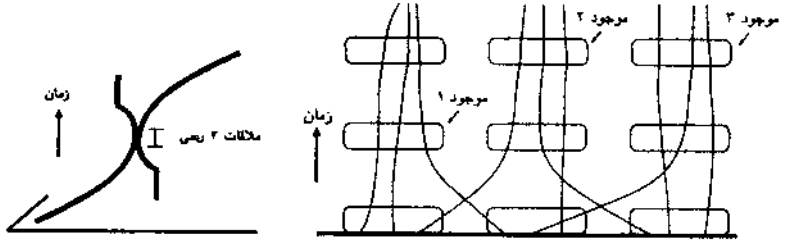
www.IR-DL.com

تهی فرض کنیم تنها چیزی که از نظر علمی می‌توان بیان کرد این است که دو فضانورد از یکدیگر دور می‌شوند. از آنجائیکه هیچگونه مبدا یا نقطه مرجعی نمی‌توان در فضای تهی تعیین و مشخص کرد، بنابراین چیزی به نام حرکت مطلق وجود ندارد. تنها نوع حرکتی که می‌توان در این محیط تعریف کرد حرکت نسبی یک موجود نسبت به موجود دیگر است.



فضای ۲ بعدی (سطحستان)

فضای ۱ بعدی (خطستان)



فضای ۱ بعدی
تداخل اتمهای سه موجود در طی زمان

ملاقات دو سطحستانی و
جداشدن از همدیگر

شکل ۱-۶: دیاگرام‌های مینکوفسکی، رِدکیهانی و توجیه فضا-زمان

www.IR-DL.com

اگر زمان را هم در نظر بگیریم، جهان سطحستانی‌ها یک جهان سه بعدی خواهد بود. حال، دو سطحستانی را در نظر بگیرید که یکدیگر را در ساعت ۲ بعد از ظهر ملاقات می‌کنند و ضمن ناهار در مورد موضوع خاصی بحث می‌شود و بعد از سه ربع ساعت از هم جدا می‌شوند. اگر زمان را به عنوان بعد سوم (که عمود بر دو بعد فضای سطحستان است) فرض کنیم، می‌توانیم این رویداد (ملاقات ناهار) را به صورت یک دیاگرام فضا-زمانی مینکوفسکی نشان دهیم (شکل ۱-۶). در این دیاگرام، رد کیهانی هر سطحستانی یک حجم کج و معوج (شبیه یک رشته ریسمان ضخیم) خواهد بود. مثلا، رد کیهانی یک سطحستانی به نام دایره، یک استوانه خواهد بود که در امتداد طولش (یعنی امتداد زمان) کج و معوج است. دلیل انحنای ریسمان هم به حرکت دایره در فضا مربوط می‌شود. بنابراین، اگر دایره ساکن باشد، رد کیهانی آن یک استوانه صاف و بدون انحناء خواهد بود. رد کیهانی یک سطحستانی دیگر به نام مثلث هم یک هرم کج و معوج در امتداد زمان خواهد بود. همانطور که شکل ۱-۶ نشان می‌دهد، در ملاقات ۴۵ دقیقه‌ای این دو موجود، رد کیهانی آنها یک تماس ۴۵ دقیقه‌ای دارند.

حال، ردهای کیهانی تمام سطحستانی‌ها را به مدت صد سال در نظرتان مجسم کنید. تصویری که در ذهنتان خواهید ساخت عبارت خواهد بود از یک کلاف بسیار پیچیده از مجموعه بی‌شمار ردهای کیهانیِ به هم بافته شده. این کلاف همان فضا-زمان یکپارچه سطحستان است. یک روش تجسم این کلاف یا عالم یکپارچه این است که خود را در بعد چهارم این جهان قرار دهیم و رویدادهای آنرا فیلمبرداری کنیم. می‌دانیم که هر صحنه شامل بیست‌وچهار تصویر در ثانیه است. حال اگر این تصویرها را به ترتیب اتفاق (که همان ترتیب فیلمبرداری است) ببریم و بر روی هم بچینیم، حجمی از فیلم به وجود خواهد آمد که مدل خوبی برای عالم (یا فضا-زمان) یکپارچه سطحستانی‌ها خواهد بود.

بپردازیم به جهان چهار بعدی خودمان. جریان مداومی از اتم‌ها به بدن ما وارد و از آن خارج می‌شود. هر روز تعداد بیشماری اتم جدید از طریق غذا خوردن و تنفس جذب بدن می‌شود و

www.IR-DL.com

جایگزین اتم‌های کهنه‌ای می‌شوند که به مرور به شکل تنفس، عرق‌کردن، ادرار و مدفوع خارج می‌شوند. بدین ترتیب، اتم‌های ما هر چند وقت یکبار بکلی عوض می‌شوند و بدن کنونی ما وجه مشترک بسیار کمی با بدن هفت سال قبلمان دارد. علیرغم جریان مداوم اتم‌ها، "من" هنوز هم همانی هستم که هفت سال قبل بودم چرا که دوستی که مرا هفت سال قبل دیده بود باز هم مرا خواهد شناخت. بنابراین، باید "من" چیزی متمایز از مجموعه اتم‌هایی باشد که بدن "من" را تشکیل می‌دهند. شاید بهتر باشد که "من" را الگو یا قالب خاصی بدانیم که سازماندهی اتم‌های ورودی به بدن "من" را به عهده دارد. در این تعبیر هر انسانی را می‌توان کلافی کیهانی در دیاگرام مینکوفسکی دانست.

شکل ۱-۶ چند کلاف کیهانی مربوط به چند موجود (جاندار یا بی‌جان) را که نزدیک هم هستند نشان می‌دهد. در این دیاگرام، برای سادگی مطلب هر موجود را تنها با سه اتم نشان داده‌ایم. ملاحظه می‌شود که هر اتم می‌تواند از یک کلاف خارج و جزئی از کلاف دیگر گردد و در هیچ کدام از موجودات حتی یک اتم هم نیست که در سرتاسر کلافِ مشخصی باقی مانده باشد.

چند نکته هیجان‌آور و تکان دهنده را می‌توان از این نوع دیاگرام‌ها استنباط کرد. نکته اول اینکه هیچ موجودی دارای بدن مستقلی نیست چرا که اجزاء هر بدنی در حال انتقال به بدنی دیگر است. نکته دیگر اینکه تمام موجودات این کائنات به همدیگر وابسته‌اند و هیچ موجودی به تنهایی معنا و مفهومی ندارد چرا که اصلا نمی‌تواند وجود داشته باشد. هر رویدادی (حتی تنفس و غذا خوردن) تمام موجودات را در تاروپود یک کلاف عظیم به هم پیوند می‌دهد. اینها بیانگر واقعیتی گریز ناپذیر است و آن اینکه جهان یک موجود یکپارچه و یک کلاف کیهانی عظیم فضا-زمان را شامل می‌شود که در آن همه بر سرنوشت دیگری اثر می‌گذارند. یک موجود هرقدر هم خود را تنها و جدا از دیگران احساس کند باز هم هرگز از این مجموعهٔ بهم تنیده جدا نیست. نکته دیگر اینکه لازم نیست خود را جمع سلول‌هایی بدانیم که بالاخره محکوم به مرگ است. بهتر آنست که خود را بخشی از کلاف کیهانی فضا-زمان به حساب آوریم که عمری برابر

www.IR-DL.com

طول عمر جهان دارد. بنابراین، مرگ چندان معنی نخواهد داشت و دلیلی ندارد که آنرا پدیده‌ای وحشتناک بپنداریم. اگر اجزاء این بدن مدام در کلاف کیهانی باقی می‌مانند، دیگر مرگ یعنی چه؟ بهتر است که سرنوشت خود را به سرنوشت کل عالم گره بزنیم که به اعتقاد بسیاری یک جهان ازلی است و خود را ازلی بدانیم.

بپردازیم به موضوع مهم و جالب دیگری در مورد زمان. مشابه سه بعد متعارف فضا که هرکدام با جهتی نامیده می‌شوند (جلو-عقب، بالا-پایین و چپ-راست) زمان نیز به عنوان یکی از ابعاد جهان (مثلا بعد چهارم) جهت گذشته-آینده دارد. در امتداد این جهت، ما معمولا "حال" را مقطعی بین "گذشته" و "آینده" می‌دانیم. لیکن، در تئوری نسبیت و با توجه به مثال بالا، "حال" ثابتی وجود ندارد. بنابراین، همانگونه که جهت جلو هیچ امتیازی به عقب ندارد و جهت بالا به جهت پایین هیچ برتری ندارد، از نظر تئوری نسبیت و معادلات آن زمان نیز هیچ جهت ممتازی ندارد و تفاوتی بین جهت آینده و جهت گذشته نیست.

اگر همانطور که فیزیک جدید می‌گوید "زمان عین فضاست"، چطور می‌شود که می‌توان در فضا به هر طرفی حرکت کرد (مثلا هم جلو و هم عقب) و یا متوقف شد، ولی در زمان تنها می‌توان به جلو رفت؟ به عبارت دیگر، ملاحظه می‌شود که در فضا یک تقارن وجود دارد (نسبت به چپ-راست، جلو-عقب و بالا-پایین)، ولی یک عدم تقارن در زمان نسبت به گذشته و آینده هست. این نامتقارنی گذشته-آینده موجب می‌شود در مورد فضا احساسی متفاوت نسبت به زمان داشته باشیم. از نظر فیزیکدانها این نامتقارنی به قانون دوم ترمودینامیک مربوط می‌شود.

عموما پدیده‌های طبیعی یکطرفه و برگشت‌ناپذیرند. جهت عکس این پدیده‌ها مانند فیلمی خواهد بود که برعکس نمایش داده شود. اگر حین مشاهده فیلمی متوجه بشویم که آب ریخته شده بر روی زمین و تکه‌های شیشه جمع می‌شوند و تبدیل به لیوانی پر آب می‌گردند، بی‌درنگ متوجه می‌شویم که فیلم برعکس حرکت می‌کند چرا که چنین اتفاقی در عمل با قوانین طبیعت (قانون دوم ترمودینامیک) مغایرت دارد. در بخش‌های قبل مثال‌های چندی ذکر شد که دلالت

www.IR-DL.com

بر جهت‌دار بودن حرکت طبیعت می‌کنند.

به عنوان مثال، مولکول‌های حبه قندی که در فنجان چای انداخته می‌شود از همدیگر جدا گشته و در سرتاسر چایی پراکنده می‌شوند. فرآیند حل‌شدن یک فرآیند برگشت ناپذیر است، بدان معنی که هر قدر منتظر بمانیم امکان اینکه مولکولها دوباره بطور همزمان در نقطه‌ای جمع شوند و مجددا تشکیل حبه قند اولیه را بدهند بقدری بعید است که بهتر است بگوییم اصلا وجود ندارد. حل این حبه قند، پخش مولکولهای آن و برگشت‌ناپذیر بودن آن مثال خوبی است که نامتقارنی گذشته–آینده را نشان می‌دهد. بطور خلاصه، از گذشته می‌توان به آینده رفت ولی برعکس آن میسر نیست چرا که درآنصورت آنتروپی کم خواهد شد و این برخلاف قانون دوم ترمودینامیک است. (توجه داشته باشید که آنتروپی حبه قند کمتر از آنتروپی همان قند است که در آب حل شده و مولکولهایش بطور نامنظم در آب پراکنده شده‌اند.)

یک توضیح جهت‌دار بودن طبیعت این است که پدیده‌های طبیعی در جهت افزایش بی‌نظمی حرکت می‌کنند و اینکه به ازای یک حالت منظم تعداد بیشماری حالت نامنظم وجود دارند. به عنوان مثال، به ازای حالات بیشماری که مولکول‌های حبه قند می‌توانند داخل لیوان آب پخش شوند تنها تعداد معدودی حالات وجود دارند که همگی این مولکول‌ها در یک نقطه لیوان متمرکز گردند. مثلا، به ازای حالات بیشماری از مهره‌ها که می‌توانند باهم مخلوط شوند تنها حالات معدودی وجود دارند که مهره‌های سفید در یک قسمت و سیاه در قسمت دیگر قرار گیرند. همین کتابی که الان مطالعه می‌کنید از حروف تشکیل شده است. این حروف تنها اگر به همین صورتی که هست چیده شوند تشکیل این کتاب را خواهند داد، حال آنکه تقریبا بی‌نهایت حالت دیگر می‌توانند[۱] چیده شوند که تشکیل کتاب‌های کاملا بی‌معنی بدهند (البته، به فرض اینکه این کتاب را معنی‌دار بدانید!). طبعا، برای پدیده‌هایی که در طبیعت اتفاق می‌افتند نیز تقریبا تعداد بی‌نهایت امکانِ وقوع وجود دارد که تنها یکی از آنها معنی‌دار است. این احتمال یک در بی‌نهایت موجب می‌شود که طبیعت را در جهت افزایش بی‌نظمی جهت‌دار بدانیم.

www.IR-DL.com

مثال مهره‌ها را دوباره در نظر بگیرید و فرض کنید در تکان بار ۱۰۰۰۱۲۰۰۱۲ متوجه شویم که مهره‌ها به همان حالت مرتب اولیه برگشته‌اند. بنابراین وقتی ۱۰۰۰۱۲۰۰۱۱ بار تکان داده بودیم هنوز مهره‌ها حالت نامرتبی داشتند و ما هم نمی‌توانستیم پیش‌بینی کنیم که آیا در تکان بعدی به حالت مرتب دست خواهیم یافت یا نه. این بدان معنی است که در ذات هر تکانی این احتمال وجود دارد که به حالت مرتب برویم یا برعکس.

به عبارت دیگر برای هریک از اجزاءِ یک پدیدهٔ طبیعی هر دو جهت وجود دارند، هرچند احتمال جهت بی‌نظمی بیشتر از جهت منظم است. این مشابه آنست که بالای سر مورچه‌ها ایستاده باشیم و ببینیم که همه مورچه‌ها وقتی بر سر یک دوراهی مشخصی می‌رسند متوقف می‌شوند و بعدا یا به راست می‌روند و یا سمت چپ را انتخاب می‌کنند ولی تعداد مورچه‌هایی که سمت چپ را انتخاب می‌کنند فوق‌العاده بیشتر است. حال اگر هر مورچه دیگری را قبل از رسیدن بر سر دوراهی در نظر بگیریم می‌توانیم بگوییم که به احتمال بسیار زیاد آن مورچه به سمت چپ خواهد رفت ولی این را نیز فراموش نخواهیم کرد که در ذات هر مورچه‌ای هست که به هر یکی از دو جهت برود. دقیقا همین زیاد بودنِ احتمالِ جهتِ بی‌نظمی است که کل یک پدیده را به طرف بی‌نظمی سوق می‌دهد. این جهت طبیعت با جهت زمان یکی است. همانگونه که زمان تنها به جلو (آینده) می‌رود و نمی‌توان به عقب (گذشته) برگشت، طبیعت نیز در جهت بی‌نظمی حرکت می‌کند.[۱]

بالاخره، آیا همانطور که ما می‌توانیم به اختیار خود هم به راست و هم به چپ برویم می‌توانیم به گذشته هم برویم؟ می‌توانیم در امتداد زمان جهتی را انتخاب کنیم که "خودِ" قبلی‌مان را ملاقات کنیم؟ پاسخ به این پرسش چندان راحت نیست و وقتی می‌توان پاسخ

۱ـ فراموش نکنیم که تئوری کوانتوم به پدیده‌های مربوط به ذرات اتمی این اجازه را می‌دهد که در خلاف جهت زمان نیز حرکت کنند.

www.IR-DL.com

مناسبی ارائه نمود که ابعاد بالاتر فضا را وارد بحث بکنیم. بدون تردید، تا وقتی که در زندان فضای سه‌بُعدی قرار داریم نخواهیم توانست در زمان به طرف گذشته برویم. مثال زیر را در نظر بگیرید. یک قطره آب موجود در جریان رودخانه می‌تواند به یکی از دو روش زیر به گذشته برگردد. یک روش این است که نه تنها باید در خلاف جریان آب حرکت کند بلکه باید سرعتی بیش از سرعت رودخانه داشته باشد. برای چنین عملی قطره فوق به انرژی بسیار بالایی نیاز خواهد داشت تا مقاومت قطرات مجاور خود و نیز قطراتی را که بر سر راهش ملاقات خواهد کرد خنثی نماید.

روش دوم این است که قطره مورد نظر از زندانی به اسم دنیای رودخانه بیرون برود (به هوای بالای رودخانه) و از طریق این دنیای جدید به بالادست رودخانه حرکت کند. برای چنین عملی باید اول دنیای هوا را درک کند و نحوه ورود به آن و ماندن در آن و حرکت در آن را بیاموزد. من و شما هم برای رفتن به گذشته یا باید با سرعتی بالاتر از سرعت نور حرکت نماییم و یا باید وارد بعد آنا-کاتای فضا شویم. روش اول از نظر تئوری نسبیت غیرممکن است و با تکنولوژی قابل درک امروز هم مقدور نیست. روش دوم نیز بستگی به میزان درک ما از بُعد آنا-کاتا دارد که هنوز خیلی زود است. متاسفانه، علیرغم تمام این‌ها هرگز ما و یا یک قطره نخواهیم توانست به گذشته واقعی خود برگردیم چرا که حتی اگر به یکی از مکان‌های سابق خود برسیم اطرافیان ما دیگر همان‌هایی نخواهند بود که بودند. بنابراین، اگر شما به صد سال قبل برگردید نه کسی را خواهید شناخت و نه کسی شما را خواهد شناخت.

با این حساب، به نظر شما رفتن به گذشته ارزش زحمتش را دارد؟ تازه اگر هم ارزش داشته باشد سفر در زمان و رجعت به گذشته چه اثری می‌تواند بر زندگی‌تان بگذارد؟ فردی را در نظر بگیرید که پانزده سال قبل از دین سابق خود برگشته و مسلمان شده است. وی پیرو فتوای قتل سلمان رشدی در صدد کشتن این شخص برمی‌آید و بدین منظور ماشین زمانی می‌سازد و به سی سال قبل برمی‌گردد تا رشدی را قبل از نوشتن کتاب از بین ببرد. حتی اگر فرض کنیم که در

www.IR-DL.com

رسیدن به سی سال قبل، این شخص مسلمان باشد، آنگاه نخواهد توانست رشدی را به خاطر جرمی که هنوز مرتکب نشده است بکشد. از طرف دیگر، اگر در رسیدن به سی سال همان شخصیت آنموقع خود را بازیابد دیگر رشدی را نخواهد کشت چرا که نه او را می‌شناسد و نه اعتقاد دارد که باید رشدی به خاطر توهینی که سال‌ها بعد خواهد کرد کشته شود. نتیجه اینکه سفر در زمان هیچ خاصیتی ندارد و چیزی را تغییر نمی‌دهد.

از طرف دیگر، سفر در زمان می‌تواند منجر به یک تضاد گردد. به عنوان مثال، یکی از نواده‌های یک حاکم ظالم و مستبد، شخص بسیار خوبی به اسم "آ" هست. وی با خواندن تاریخ متاثر می‌شود که جد وی موجب مرگ تعداد بیشماری از انسان‌های بی‌گناه و بدبختی کشورش شده است. به طریقی در زمان به عقب برمی‌گردد و جد خود یعنی حاکم را در کنار دره‌ای عمیق ملاقات می‌کند. زمانِ این ملاقات وقتی است که هنوز پدر "آ" متولد نشده است. "آ" تلاش می‌کند تا جدش را با بحث و استدلال متقاعد کند که دست از اعمالش بردارد. لیکن، در حین بحث اوضاع متشنج می‌شود و جدش به دره سقوط می‌کند و می‌میرد. معلوم است که با مرگ وی دیگر پدر "آ" متولد نخواهد شد و در نتیجه، مردن حاکم ظالم همان و نیست شدن ناگهانی "آ" نیز همان خواهد بود، چرا که وقتی پدر "آ" متولد نشود خود "آ" هم نباید متولد شود. پرسش این است که حاکم را چه کسی کشت چون اصلا فردی به اسم "آ" متولد نخواهد شد که در زمان به عقب برگردد و موجب مرگ جدش گردد؟

گاه گفته می‌شود که زمان سپری می‌شود یا جریان دارد. لیکن هیچ استدلال محکمی پشت سر این موضوع وجود ندارد که تاییدی برای سپری شدن زمان باشد. اینکه بگوییم زمان جریان دارد باید مانند هر چیزی که جاری هست سرعتی نیز داشته باشد. وقتی از جریان آب صحبت می‌کنیم می‌گوییم سرعت آب مثلا دو متر در ثانیه است و منظورمان این است که جابجایی آب دو متر در ثانیه است. (طبق تعریف، سرعت یعنی مقدار جابجائی در زمان.) پرسشی که مطرح می‌شود این است که اگر زمان جریان دارد، سرعت آن چقدر است، یا مقدار جابجائی زمان در

www.IR-DL.com

زمان چقدر است؟! ملاحظه می‌شود که چندان پرسش معنی‌داری نیست. شاید بهتر است بگوییم که همانطور که فضا وجود دارد و نیازی به جریان داشتن ندارد، زمان نیز وجود دارد و جریان ندارد.

ولی ما در زندگی روزمره‌مان احساسی متفاوت از آنچه فیزیک جدید بیان می‌کند نسبت به زمان داریم. برای ما گذشته و حال و آینده مفاهیمی کاملا مشخص دارند و ما احساس می‌کنیم که زمان سپری می‌شود. با این احساسمان چه باید بکنیم؟ آیا قابل اعتماد است؟ شکی نیست که در امور زندگی روزمرهٔ ما گذشته، حال و آینده رل عمده‌ای بازی می‌کنند و ما گذر زمان را احساس می‌کنیم. حتی فیزیکدانهائی که گذر زمان را بی‌معنی می‌دانند، در زندگی روزانه‌شان همانگونه از گذشته، حال و آینده متاثر می‌شوند که مردم عادی می‌شوند. واقعیت این است که سپری شدن زمان تنها یک کیفیت احساسی است و بستگی به ذهن و ساختار مغز انسان دارد. بهترین دلیل چنین ادعایی این است که گذر زمان برای هرکسی متفاوت از دیگری است. طول مدت یک رویداد برای افراد گوناگون متفاوت است. مثلا، وقتی از خواندن کتابی لذت می‌بریم احساس می‌کنیم که زمان خیلی سریع می‌گذرد. زمانی که در یک مراسم اجباری شرکت می‌کنیم گذر زمان بسیار کند می‌شود.

بطور کلی، بسته به ذهنیت ما و اینکه بر اساس آن ذهنیت تعبیری خوب یا بد (خیر یا شر، خوش یا ناخوش) از یک پدیده داریم سرعت گذر زمان را متفاوت احساس خواهیم کرد. هرقدر رویدادی را خوش بدانیم همانقدر سرعت سپری شدن زمان بیشتر خواهد شد. البته، تا آنجائیکه به ساعت مکانیکی دیوار خانه‌مان یا مچ دست‌مان مربوط می‌شود طول مدت یک رویداد مشخص برای همه ساعت‌ها یکسان است و لذا سرعت گذر زمان از ساعتی به ساعت دیگر فرق نمی‌کند. لیکن، نباید فراموش کرد که تمام این ساعت‌های مکانیکی ساخت بشر و فاقد ذهن هستند.

این پرسش مطرح می‌شود که آیا خدا نیز گذر زمان را تجربه می‌کند؟ بسیاری از مذاهب

www.IR-DL.com

معتقدند که خداوند ازلی است. البته، اصطلاح ازلی را می‌توان با دو مفهوم متفاوت به کار گرفت: یکی به معنای همیشگی و بدون آغاز و انجام است و دیگری به معنی بی‌زمانی. اکثر مذاهب هر دو مفهوم را در مورد خدا اعمال می‌کنند. اعتقاد بر این است که چون خدا زمان را خلق کرده است، خودش باید ماورای زمان باشد. مخالفین نظریه "خدای ازلی" ابراز می‌دارند که خدایِ ماورای زمان نمی‌تواند فکر کند یا طراحی نماید چرا که تمام این فرآیندها در زمان معنی می‌یابند. عده‌ای از فیزیکدانها هم هستند که اصطلاح "خدای ازلی" را قبول نمی‌کنند و اظهار می‌دارند که آیا موجودی که ماورای زمان هست می‌تواند دانش و آگاهی داشته باشد؟ این عده استدلال می‌کنند که آگاهی نیز در زمان معنی می‌یابد و مستقل از زمان نیست چرا که کسب آگاهی به زمان نیاز دارد. اگر خدا همه چیز را می‌داند و مثلا محل حشرات در کره زمین، معلوم است که این آگاهی دو دقیقه دیگر تغییر خواهد یافت چرا که وضعیت حشرات تا آنموقع تغییر خواهد یافت. از طرف دیگر، خدائی که ازلی نباشد باید در زمان وجود داشته باشد که در آنصورت باید تغییرپذیر باشد که همین ناقض تعریف خدای تغییرناپذیر" است. تازه، آنگاه این سئوال مطرح می‌شود که چه چیزی موجب تغییر می‌شود؟ اگر خدا علت تمام چیزهاست آیا درست خواهد بود که بگوییم علت تمام چیزها و تغییرات آنها خود نیز تغییر می‌یابد؟ باز می‌بینیم که "خدای فیزیک" متفاوت از "خدای مذهب" است.

آرند یکی و دیگری بزدایند — بر هیچکسی راز همی‌نگشایند

ما را زقضا جز این قدر ننمایند — پیمانهٔ عمر ماست می‌پیمایند

۹

www.IR-DL.com

دفتر ۷

هیچ و هیچستان: واقعیت

بنگر زجهان چـه طـرف بـربستم، "هـیچ" وز حاصل عمر چیست در دسـتم، "هـیچ"

شـمع طـربم ولی چـو بـنشستم، "هـیچ" من جام جمم ولی چو بشکسـتم، "هـیچ"

نظم حاصل از بی‌نظمی

در مبحث مربوط به سیستم‌هایی که میدان جاذبهٔ چشمگیری دارند (که بهترین نمونه آن جهان است) نشان دادیم که به اعتقاد فیزیک جهان آغازی کاملا بی‌نظم و با هرج‌ومرج داشته است و کم‌کم موجوداتی با ساختار پیچیده و منظم شکل گرفته‌اند. اینکه رفتار نامنظم اجـزاء می‌تواند در نهایت یک ساختار منضم ایجاد نمایند چندان هم عجیب نیست و می‌توان آنرا در جاهای زیادی مشاهده نمود. مثال‌های زیادی می‌توان آورد که نشان می‌دهند در یک سیستم با آنتروپی بالا، می‌تواند موجوداتی با آنتروپی پایین ایجاد یا متولد شوند.

جاده‌های خاکی قدیم را در زیر آفتاب تابستان پیاده می‌رفتم. به ندرت اتومبیلی پیدا می‌شد و کلی خاک به هوا می‌کرد. در میان انبوه گرد و غبار که تنفس را مشکل می‌کرد، مشاهده حرکت

www.IR-DL.com

ذرات غبار در هوا مدت‌ها مرا سرگرم می‌کرد و اینکه تک‌تک این ذرات علیرغم حرکات زیگزاگ بسیار عجیب و غریبشان در هر جهتِ فضا (بالا، پایین و طرفین) در نهایت همگی بر روی زمین می‌نشستند. هرچند حرکت هر ذره در هر لحظه کاملا نامنظم و غیرقابل پیش‌بینی بود ولی معلوم بود که در نهایت به زمین خواهد نشست. بعدها متوجه شدم که این نوع حرکت را در فیزیک اصطلاحا حرکت براونی[۱] ذرات می‌گویند و اینکه علیرغم نامنظم و غیرقابل پیش‌بینی بودن حرکت هر ذره در هر لحظه، حرکت کلی آن ذره کاملا قابل پیش‌بینی است و نظم مشخصی دارد چرا که پیوسته به طرف زمین است. به عبارت دیگر، آنتروپی نهایی هر ذره کمتر از مجموع آنتروپی آن ذره در لحظات سقوط است.همانگونه که قبلا بحث شد، دلیل این کاهش آنتروپی که به ظاهر قانون دوم ترمودینامیک را نقض می‌کند وجود میدان جاذبه است که انرژی منفی دارد.

مثال دیگر فرآیند تجزیهٔ یک ماده رادیواکتیو است که قبلا بررسی کردیم. دیدیم که فرآیند تجزیه در کل، نظم خاصی را دارد و کاملا قابل پیش‌بینی است چرا که می‌دانیم حتما تجزیه خواهد شد و مثلا بعد از فلان مدت نصف آن از بین خواهد رفت. لیکن، وقتی تنها یک اتم از همین مادهٔ رادیواکتیو را در نظر می‌گیریم دیگر نمی‌توان گفت که این اتم در فلان مدت تجزیه خواهد شد چرا که ممکن است نوبت این اتم هزاران سال بعد باشد و یا چند لحظه دیگر.

همگی اینها مثال‌هایی از طبیعت اطرافمان هستند که نشان می‌دهند گاه ما با فرآیندهای بی‌نظمی (با آنتروپی بالا) مواجه هستیم که مجموع آنها یک پدیده منظم (کم‌آنتروپی) را به وجود می‌آورند.

اینها پدیده‌های منظمی هستند که نظم آنها حاصلِ بی‌نظمی اجزاء آنهاست. البته، پدیده‌های منظمی هم وجود دارند که نظم آنها حاصل نظم اجزاء آنهاست. به عنوان مثال، هر سیاره منظومه شمسی با نظم خاصی حرکت می‌کند (هم در حول محور خود و هم در حول

۱ـ Brownian Motion

www.IR-DL.com

خورشید) و مجموعه این سیارات به منظومه‌ای موجودیت می‌دهند که آن نیز دارای نظم خاص خودش است. هم آنتروپی اجزاء کم است و هم آنتروپی کل). لیکن نباید فراموش کرد که هر سیاره‌ای در نهایت از مجموعه اتم‌ها و فرآیندهای کوانتومی نامنظم ساخته شده است. بنابراین، در این مورد نیز نظم نهایی از مجموعه بی‌نظمی اجزاء به وجود می‌آید.

زیبایی فیزیک در همین نکته است که می‌تواند چگونگی ایجاد نظم از بی‌نظمی را به کمک چند قانون ساده بیان کند. قوانین و معادلات تئوری کوانتوم توانایی بررسی و مطالعه فرآیندهایی را دارد که نظم آنها حاصل بی‌نظمی اجزاء هست. معادلات و قوانین حاکم بر پدیده‌هایی که نظم آنها حاصل نظم اجزاء هست نیز به کمک علم مکانیک که اساس آن تئوری نیوتون است بیان می‌شود. مثلا، می‌توان مسیر یا مدار یکایک سیارات را به کمک علم مکانیک دقیقا محاسبه و تعیین نمود و مثلا نه تنها زمان دقیق کسوف بعدی را تعیین کرد بلکه تاریخ دقیق کسوف‌های هزاران سال قبل و بعد را نیز مشخص نمود. حرکت منظم یک ساعت را هم که مجموعه حرکات منظم اجزای آنست می‌توان به کمک علم مکانیک محاسبه کرد. می‌توان چنین گفت که نظم پدیده‌های قابل بررسی با علم مکانیک ناشی از نظم اجزاء آن پدیده‌ها هستند.

همانگونه که اشاره شد، نظم حرکت منظومه شمسی در نهایت ناشی از پدیده‌های نامنظم کوانتومی است. به عبارت دیگر، نظم حاصل از نظم و نظم حاصل از بی‌نظمی به هم مربوطند. این خبر خوشی را نوید می‌دهد چرا که دلالت بر آن دارد که قوانین مکانیک باید قابل اعمال به حیات نیز باشند چرا که حیات نیز پدیده‌ای نظم‌دار است که حاصل نظم کروموزوم‌ها و سلول‌هاست. در هر سلول یک یا دو عدد کروموزوم وجود دارد که در مرکز سلول قرار دارند و مدیریت همه عملیات سلول به عهده آنهاست. به عبارتی، گروه کوچکی از اتم‌ها با قرار گرفتن منظم در کنار همدیگر و ارتباطی که باهم دارند، ساختار خاصی را به وجود می‌آورند که با یک یا دو بار تکرار شدن این ساختار، مجموعه‌ای با ساختاری بمراتب پیچیده‌تر شکل می‌گیرد که دارای عملکردی منظم است. چنین ساختار پیچیده‌ای تنها در موجودات زنده وجود دارد.

www.IR-DL.com

ملاحظه می‌شود که علیرغم ساختار نسبتا سادهٔ اتم‌ها و غیرقابل پیش‌بینی بودن رفتار آنها (آنتروپی بالا)، مجموعه همان اتمها موجود زنده‌ای را شکل می‌دهند که ساختاری فوق‌العاده پیچیده و منظم دارد (آنتروپی فوق‌العاده کم). علم ژنتیک و مبحث تکامل نشان می‌دهند که جابجایی فقط چند اتم در ساختار یک مولکول کروموزوم، موجب تغییراتی چشمگیر در ساختار و عملکرد سلول می‌شود.[۱]

مانند تمام رویدادهای طبیعت که با افزایش آنتروپی همراهند، آنتروپی موجود زنده نیز مدام در حال افزایش است و همه موجودات زنده به سوی تعادل ترمودینامیکی (ماکزیمم آنتروپی) یا مرگ در حرکتند. لیکن، مدت لازم برای این حرکت در مورد موجودات زنده نسبتا طولانی‌تر است (به شرط سالم بودن) و همین از مشخصه‌های مهم موجودات زنده است.

به عنوان مثال، اگر مدت رسیدن به تعادل ترمودینامیکی را یک بار برای موجود زنده و بار دیگر برای بدن همان موجود ولی وقتی مرده است مقایسه کنیم، این مدت برای موجود زنده بسیار طولانی‌تر است و توضیح آن نیز بسیار ساده است. آنتروپی اولیه یک موجود زندهٔ سالم به خاطر ساختار فوق‌العاده پیچیده و منظم آن بسیار کم است و مدت زمان لازم برای رسیدن به هرج‌ومرج کامل نیز طولانی خواهد بود. البته این نکته را هم نباید نادیده گرفت که همین ساختار موجود زنده، فرآیند متابولیسم را برای وی فراهم می‌کند که به وی امکان تنفس، خوردن و نوشیدن (فتوسنتز در مورد گیاهان) می‌دهد. در این مبادلهٔ ماده، اتم‌های اکسیژن، کربن، هیدروژن، ازت و گوگرد رل بسیار مهمتری را در مقایسه با دیگر اتم‌ها دارند چرا که توانایی این اتم‌ها در ایجاد ساختار پیچیده و منظم بیشتر است.

قابل ذکر است که انرژی یک سیستم یا انرژی مفید است یا غیرمفید. منظور از انرژی مفید

۱ـ در مقایسه با کریستالها که ساختار مولکولی بسیار منظمی دارند، ساختار یک مولکول کروموزوم فوق‌العاده منظم‌تر و پیچیده‌تر است و ظاهرا پیچیده‌ترین و منظم‌ترین ساختار مولکولی شناخته شده تا امروز است.

www.IR-DL.com

که انرژی متمرکز نیز نامیده می‌شود آنست که می‌توان با هزینه‌ای کم از حداکثر آن استفاده نمود. از طرف دیگر، انرژی غیرمفید بصورت غیرمتمرکز یا پراکنده است و چندان ارزشی ندارد که وقتمان را با آن تلف کنیم. به عنوان مثال، می‌توان با یکصد ریال یک نان خرید و از گرسنگی نجات یافت. به شرط آنکه این یکصد ریال در جیب گرسنه‌ای موجود باشد وی انرژی لازم را کسب خواهد کرد. از طرف دیگر، هیچ شکی نیست که همین الان در خیابانهای تهران بطور پراکنده یکصد ریال موجود است که اگر فردی با حوصله و دقت چند خیابان را بگردد کم‌کم یکصد ریال را پیدا خواهد کرد. اگر گرسنهٔ مثال ما بخواهد این کار را بکند مقدار انرژی مصرفی وی بیشتر از انرژی کسب شده خواهد بود. توجه کنید که در هر دو مورد همان یکصد ریال بکار گرفته می‌شود ولی تنها در موردی که بطور متمرکز است مفید واقع می‌گردد.

حال، مواد غذایی ساختاری پیچیده و منظم دارند و آنتروپی آنها پایین است. هر سیستمی که آنتروپی پایینی داشته باشد انرژی متمرکز یا مفید بیشتری دارد و لذا انرژی مفید مواد غذایی بالاست و این مهمترین مشخصه آنهاست. بنابراین، تغذیه و تنفس برای یک موجود زنده عبارتست از وارد کردن مواد کم‌آنتروپی به بدن و در نهایت پایین آوردن آنتروپی کل و طولانی‌تر کردن عمر.

به همین دلیل هم هست که وقتی موجود زنده‌ای در ارتباط با محیط نباشد، مدت زیادی طول نمی‌کشد که کلیه حرکات آن تحت تاثیر اصطکاک‌های مختلف متوقف بشود، اختلاف پتانسیل‌های الکتریکی و شیمیایی آن از بین برود و توزیع دما در سرتاسر آن موجود یکنواخت گردد. در این مرحله، کل موجود به صورت توده‌ای بدون تحرک درمی‌آید و به حالت سکونی می‌رسد که در آن دیگر هیچ اتفاق مهم بیولوژیکی مشاهده نمی‌شود و باصطلاح به حالت تعادل ترمودینامیکی می‌رسد. هرچند که این فرآیند سرعت زیادی در مراحل اولیه دارد، ولی دست یافتن به حالت تعادل مطلق احتیاج به مدت زمان فوق‌العاده طولانی دارد. این بدان دلیل است که هرقدر به تعادل نزدیکتر می‌شویم سرعت رسیدن به تعادل کندتر می‌گردد. در مورد

www.IR-DL.com

پدیده‌های مختلف جهان، این مدت می‌تواند در حد ثانیه، ساعت، قرن و یا میلیون‌ها سال باشد.

سیستمی هم می‌توان داشت که درحالیکه هر جزء آن به تنهایی فرآیند معنی‌داری دارد، ولی کل آن سیستم رفتاری بی‌معنی داشته باشد. به عنوان مثال، می‌دانیم که پخش مولکولهای قند در یک فنجان چای بدان دلیل است که مولکولهای چایی دائم در حال نوسان و جابجا شدن هستند که در حین این جابجائی با مولکولهای قند تصادم می‌کنند و آنها را نیز جابجا می‌کنند و این فرآیند بطور راندُم آنقدر تکرار می‌شود تا مولکولهای قند در سرتاسر چایی پخش شوند. نکته مهم این است که هر فرآیندِ تصادم کاملا برگشت‌پذیر است: دو مولکول نزدیک می‌شوند، تصادم می‌کنند و از هم دور می‌شوند. آشکار است که فرآیند معکوسِ آن نیز همان خواهد بود، یعنی نزدیکی، تصادم و دوری. اینجا با شگفتی تمام ملاحظه می‌شود که فرآیند "تصادم مولکولی" تقارن گذشته–آینده دارد!

پرسشی که مطرح می‌شود این است که چطور می‌شود که مجموعه فرآیندهایِ جزءِ برگشت‌پذیر (یعنی فرآیندهایی که تقارن گذشته–آینده دارند) تشکیل یک فرآیند بزرگِ برگشت‌ناپذیر (یعنی فرآیندی که تقارن گذشته–آینده ندارد) را می‌دهند؟

این پرسش که اولین بار توسط بولتزمن در اواخر قرن نوزدهم مطرح شد هنوز جواب درستی نیافته و هنوز مورد بحث فیزیکدانهاست. لیکن، به نظر من هیچ ناسازگاری بین تقارن‌ـزمانی دنیای مولکولی (جهان کوانتومی) و عدم‌تقارن دنیای بزرگ وجود ندارد چرا که باید قبول کرد که این دو دنیا متفاوت هستند. این درست مشابه آنست که چند کلمه معنی‌دار طوری کنار هم قرار گیرند که تشکیل یک جمله بی‌معنی را بدهند. در آنصورت، با وجودی که کلمات (اجزاء) معنی‌دار هستند، تشکیل یک جمله (کل) بی‌معنی را داده‌اند. در اینگونه موارد هر چند خود یا رفتار تک‌تک اجزاء کاملا معنی‌دار است ولی رفتار خاص آنها نسبت به همدیگر موجب می‌شود که در نهایت رفتار کل متفاوت باشد.

www.IR-DL.com

این بحث موضوع اصلی تئوری جدید من (تئوری فضا-زمان) است که فعلا به زبان انگلیسی در دست چاپ است و بزودی به فارسی نیز ترجمه خواهد شد.

واقعیت

بحث فوق نشان می‌دهد که کلیه موجودات جهان یا به عبارت دیگر کلیه "چیزها" می‌توانند بخودی خود و از فضای باصطلاح تهی یا "هیچ" بوجود بیایند. همچنین، ساختار پیچیده و بسیار منظم آنها نیز بخودی خود و تنها تحت‌تاثیر نیروی جاذبه و انبساط فضا از حالت کاملا بی‌نظم و هرج‌ومرج تولید بشود. موجودات زنده نیز از این امر مستثنی نیستند. نظم و تکامل ساختاری و همچنین خصوصیات رفتاری و شخصیتی آنها نیز زاییده زمان است. در اینجا تنها یک سئوال باقی می‌ماند که کتابمان را با آن آغاز کرده بودیم: "من" چیست، کجاست و چه ارتباطی با جهان و ساختار زاییده از "هیچ" آن دارد؟

بحثمان را اینگونه ادامه بدهیم که آیا جهان من همان جهان شماست و علیرغم آنکه هریک از ما برداشت متفاوتی از آن داریم آیا تنها یک جهان وجود دارد؟ برداشت خاص هر شخص از جهان چقدر با واقعیت مطلق جهان مطابقت دارد؟ چرا این همه برداشت گوناگون از جهان و واقعیت وجود دارند؟ چگونه ممکن است تنها یک جهان وجود داشته باشد ولی میلیاردها برداشت مختلف راجع به آن داشته باشیم؟ پاسخ به این سئوال چندان هم مشکل نیست. برداشت انسان از واقعیت و جهان بستگی به دانش وی دارد که آنرا به کمک ریاضی و علوم کاربردی که اساس آنها را مشاهده مستقیم و آزمایش‌های تجربی تشکیل می‌دهند به دست می‌آورد. طبیعی است که کیفیت و کمیت دانشِ حاصل از علوم کاربردی بستگی مستقیم به کیفیت و توانایی سیستم‌های حسی ما و ابزار کاربردی‌مان دارند. لیکن، دانش حاصل از ریاضی، مستقل از حواس انسان است. همانگونه که افلاطون نیز اعتقاد دارد، واقعیات ریاضی واقعیاتی ثابت هستند که با زمان هم تغییر نمی‌کنند و حتی قبل از کشفشان هم وجود داشته‌اند.

www.IR-DL.com

به عنوان مثال، در اثر تلاقی دو به دوی سه خط راست مثلثی به وجود می‌آید که مجموع اندازه زوایای آن همیشه برابر ۱۸۰ درجه است، مجموع دو عدد فرد هم پیوسته زوج است، نسبت محیط هر دایره‌ای به قطر آن همیشه عدد ثابتی به نام عدد پی است، و غیره. شاید همین ثبات واقعیات ریاضی موجب شده بود که بر سر در آکادمی علوم زمان فیثاغورث نوشته شده بود "هرکس ریاضی نمی‌داند وارد نشود"، چرا که حال و حوصله سفسطهٔ فلسفی را نداشتند. برخلاف واقعیات ریاضی، واقعیات ناشی از حواس و علوم کاربردی واقعیاتی نسبی هستند که از فردی به فرد دیگر و در زمان و مکان تغییر می‌کنند. بحثی که به دنبال می‌آید در صدد هست تا این نکته را روشن کند و علت ناتوانی انسان در تشخیص واقعیات مطلق از نسبی را توضیح دهد.

هر روز شاهدیم که خورشید از افقی بالا می‌آید و در افقی دیگر پایین می‌رود. حال آنکه واقعیت متفاوت از این است چرا که خورشید نه بالا می‌رود و نه پائین می‌آید. این بالا و پائین رفتن‌ها احساس‌های ماست که به علت چرخش زمین به ما دست می‌دهد و ما آنها را در قالب کلمات شاعرانه طلوع و غروب تفسیر می‌کنیم. فراموشمان می‌شود و یا توجه نداریم که در هر لحظه‌ای در جایی از کره زمین طلوع و غروب خورشید اتفاق می‌افتد. در هر لحظه در مکانی بر روی این کره مردم شاهد طلوع و در مکانی دیگر نظاره‌گر غروب هستند. زمانی که منظره زیبا و تنوع رنگ‌های بسیار رمانتیک ابرها در موقع فرورفتن خورشید احساسات‌مان را تحریک می‌کنند، در همان لحظه نیز سحرخیزی در مکانی دیگر محو زیبایی طلوع است. باز، این احساسات تحریک شده تنها برای افراد خاصی که در آن لحظه در آن مکان‌های خاص قرار دارند معنی دارد چرا که در همان لحظه عده‌ای هستند که درست زیر آن ابرها قرار دارند و اصلا چنان منظره‌ای برای آنها وجود ندارد. در مورد رنگین کمان نیز وضع به همین گونه است. موجودیت چیز باصطلاح زیبایی مانند رنگین‌کمان بستگی به زاویه تابش آفتاب، قطرات رطوبت هوا و مکان ناظر دارد. باید تمام عوامل یعنی خورشید، زاویه خاص شعاع نور، رطوبت هوا و یک تماشاگر موجود باشند تا رنگین‌کمانی مفهوم بیابد. آیا اگر کسی نباشد که تماشا کند یا اگر

www.IR-DL.com

هوا رطوبت کافی نداشته باشد رنگین‌کمانی وجود خواهد داشت؟

ملاحظه می‌شود که حواس‌مان ما را فریب می‌دهند و اینجاست که فیزیک به دادمان می‌رسد و واقعیت را روشن می‌کند. لیکن، متاسفانه به فیزیک نیز نمی‌توان چندان مطمئن شد. به عنوان مثال، یک برداشت ما از نور به تعریف نور در فیزیک برمی‌گردد که نور را امواجی الکترومغناطیسی می‌داند که اگر طول موج آن در محدوده ۴۰۰ تا ۸۰۰ آنگستروم باشد قابل دیدن خواهد بود (نور مرئی). مثلا، به اعتقاد فیزیک نور زرد طول موجی در حدود ۵۹۰ آنگستروم دارد. از طرف دیگر، مقوله‌ای با عنوان "احساس نور زرد" هیچ جایگاهی در فیزیک امروز ندارد. حال آنکه در تعریف یک انسان معمولی از نور، مهمترین پارامتر همان احساس اوست که به دنبال برخورد نور با شبکیه چشم ایجاد می‌گردد که اگر طول موج این نور برابر ۵۹۰ آنگستروم باشد در شخصی با چشم سالم احساس نور زرد ایجاد خواهد کرد. اما جالب اینجاست که در فیزیک فقط نوری که طول موجی برابر ۵۹۰ آنگستروم است نور زرد نامیده می‌شود، حال آنکه تنها طول موج ۵۹۰ آنگستروومی نیست که می‌تواند احساس نور زرد را در ما به وجود بیاورد. مثلا، اگر نور قرمز با طول موج ۷۶۰ را به مقدار معینی از نور سبز یا طول موج ۵۳۵ مخلوط کنیم باز در ما احساس نور زرد را به وجود خواهد آورد. بنابراین، فیزیک علیرغم اطلاعات خوبی که در مورد امواج الکترومغناطیسی دارد نمی‌تواند درباره "احساس رنگ" اطلاع دقیقی به ما بدهد.

در فرآیند دیدن، چشم‌ها به عنوان گیرنده‌هایی عمل می‌کنند که اطلاعات را به کمک سلول‌های شبکیه دریافت می‌کنند. این اطلاعات به کمک رشته‌هایی به قسمت خاصی از مغز انتقال می‌یابند و در آنجا مورد پردازش قرار می‌گیرند و در ما احساس خاصی به وجود می‌آورند که حس بینایی[1] نامیده می‌شود. شنیدن نیز فرآیندی مشابه است. در فیزیک، آنچه که شنیده می‌شود صوت نامیده می‌شود که عبارتست از امواجی که در هوا تولید و انتشار می‌یابند. در مورد حس شنوایی، ارتعاشات هوا، ساختار عصبی گوش و بخش شنوایی مغز هر سه مهم هستند. بدون وجود گوش یا بخش شنوایی مغز، صدا وجود خارجی ندارد. پرسش این است که اگر هیچ

www.IR-DL.com

گوش و یا مغزی بر روی کره زمین نباشد آیا شکستن شیشه یا افتادن یک سنگ در آب صدا خواهد داشت؟ می‌دانیم که اگر دو فضانورد که خارج از اتمسفر زمین هستند بخواهند به مدت بسیار کوتاهی کلاه‌های مخصوص خود را بردارند و باهم صحبت کنند هیچ صدایی تولید نخواهد شد چرا که هوایی وجود نخواهد داشت تا مرتعش گردد. با توجه به تفاوت زیاد ساختار شنوایی موجودات زندهٔ گوناگون، معلوم است که هر کدام از این موجودات عکس‌العمل متفاوتی در برابر یک ارتعاش خاص هوا خواهد داشت و هر یک دنیای خاص خود را. اصواتی که برای انسان قابل درک (شنیدن) هستند فرکانسی در محدوده ۱۰ تا ۲۰۰۰۰ دارند.[۱] نکته جالب در مورد صوت این است که مخلوط چند فرکانس صوتی نمی‌تواند اثر یک فرکانس صوتی خاصی را ایجاد نماید (برخلاف نور). بلکه، وقتی بطور همزمان اصواتی با فرکانس‌های مختلف تولید می‌شوند، گوش انسان آنها را جدای از هم می‌شنود. به همین دلیل هم است که ما قادریم انواع صداها را بطور همزمان بشنویم.

مثلا، همین الان که من دارم این کتاب را با کامپیوتر می‌نویسم هم صدای کلیدهای صفحه کلید، هم صدای فن هوای کامپیوتر، هم صدای اتومبیلی که از کوچه می‌گذرد و هم صدای خواندن پرندگان را می‌شنوم. مثال دیگر، گوش دادن به یک سمفونی و تمییز صدای انواع آلات موسیقی است که بطور همزمان می‌نوازند. در فرآیند شنیدن نیز گوش‌ها به عنوان گیرنده اطلاعات عمل می‌کنند و توسط رشته‌های عصبی این اطلاعات به مغز انتقال می‌یابند و در آنجا مورد پردازش قرار می‌گیرند. نتیجه این پردازش عبارتست از حس‌شنوایی.

سه حس دیگری که انسان را با جهان اطرافش مربوط می‌کنند عبارتند از حس لامسه، چشایی و بویایی. مکانیزم عمل این حواس نیز مانند دو حس بینایی و شنوایی است. گیرنده‌هایی در بدن، اطلاعات مربوطه را می‌گیرند و به قسمت‌های خاصی از مغز انتقال

۱ـ برخلاف نور که برحسب طول‌موج سنجیده می‌شود، صوت را معمولا برحسب فرکانس آن بررسی می‌کنند.

www.IR-DL.com

می‌دهند که در آنجا مورد پردازش قرار می‌گیرند. آشکار است که بسته به کیفیت گیرنده‌ها، رشته‌های عصبی و پردازش مغز، کیفیت هر کدام از این حواس می‌تواند از فردی به فرد دیگر یا از موجودی به موجود دیگر فرق کند. موجوداتی هستند که بعضی از این حواس را ندارند و یا اینکه حس خاصی را دارند که انسان فاقد آنست.

به عنوان مثال، انسان علیرغم داشتن حس لامسه نمی‌تواند بین اجسام خیلی سرد و خیلی گرم تفاوتی قائل گردد و مثلا در لمس جسم بسیار سرد همان احساس سوزشی به وی دست می‌دهد که با لمس جسم داغ حس می‌کند. زنبورها به نور ماورای‌بنفش نیز حساسند درحالیکه برای حواس انسان قابل درک نیست. خفاش‌ها توانایی تشخیص فرکانس‌های صوتی فوق‌العاده بالایی را دارند و از آن بمانند یک رادار در پرواز استفاده می‌کنند. نوعی ماهی در اعماق اقیانوس‌ها وجود دارد که اصلا چشم ندارد چرا که نوری به آن عمق نمی‌رسد و لذا وجود چشم بی‌معنی خواهد بود.

ملاحظه می‌شود که دنیایی که می‌بینیم و تعبیری که از واقعیت داریم بستگی به ساختار سیستم‌های حسی‌مان دارد، بنابراین مفاهیمی مانند رنگ، زبری، وزن، بو، صدا و غیره که همگی کیفیت‌های جهان اطراف‌مان هستند بستگی به ساختار حواس ما دارند و لذا مفاهیمی نسبی هستند. آنچه راکه من سنگین یا نرم و یا داغ می‌دانم دلیلی ندارد که دوست من هم با من هم عقیده باشد. از اینها گذشته، بر اساس همین تفسیرِ گرفته شده از حواسم هست که من به چیزی علاقمند می‌شوم، نسبت به آن بی‌تفاوت می‌گردم و یا از آن بدم می‌آید. همین‌ها هستند که می‌توانند رفتار انسان را تعیین نمایند. به عبارت دیگر، این بیرون (محیط) است که درون (رفتار و سیگنال‌های سیستم اعصاب) را متاثر می‌کند. علاوه بر حواس، حتی فرهنگ و آموزش فرد نیز رفتار و بیوشیمی فرد را تغییر می‌دهند. من و شما گوشت سگ نمی‌خوریم و لذا در برخورد خودمان با سگ رفتاری متفاوت از یک ساکن آسیای شرقی داریم که بهترین گوشت را گوشت سگ می‌داند.

www.IR-DL.com

حتی عواطف نیز وابسته به حواس پنجگانه ما هستند. اگر گریه یک فرد را نبینیم یا نشنویم حالت غم هم به ما دست نخواهد داد. آیا کسی که فاقد گوش، چشم و حس لامسه هست فاقد عاطفه خواهد بود؟ بنابراین، تفسیر هر پدیده جهان بستگی به مشاهده کننده یا ناظر دارد. اساسا، از دیدگاه فیزیک، جهان و نیز زندگی عبارتست از مجموعه نور، صدا، طعم، بو و لمس که در دنیای مغز تعبیر می‌گردد.

اگر ما تمام پنج حس خود را از دست بدهیم جهان را چگونه درک خواهیم کرد؟ آیا جهانی برای ما وجود خواهد داشت؟ گفتنی است که "فرآیند مشاهده" به دیدن محدود نمی‌شود بلکه مجموعه ادراکات یک موجود را "فرآیند مشاهده" یا باختصار "مشاهده" می‌گویند. بنابراین، درک و استنباط هر موجودی از جهان بستگی به مشاهدات وی دارد که به کمک حواس وی تامین می‌گردد. آشکار است که کیفیت و میزان درک هر مشاهده‌کننده‌ای تابعی از نوع و کیفیت حواس وی است. گاه از دانش خود استفاده می‌کنیم و از ابزار و تکنیک‌هایمان بهره می‌گیریم تا حواسمان را تقویت کنیم. مثلا، می‌توان به کمک میکروسکوپ یا تلسکوپ حس بینایی را تقویت کرد. می‌توان از وسایلی استفاده کرد و به وجود امواج ماورای‌بنفش، مادون‌قرمز، اشعه ایکس، اشعه گاما و غیره پی برد. می‌شود از امواج صوتی در قالب دستگاه‌های سونوگرافی بهره‌گیری کرد و به ساختار بافت‌های بدن پرداخت. بطور خلاصه انسان می‌تواند به کمک هوش و منطق خود روز به روز قدرت فن‌آوری خود را افزایش دهد و به همراه آن تکنیک‌های اندازه‌گیری و مطالعه را دقیق‌تر و حساستر کند و به این ترتیب قدرت مشاهده خود را افزایش و میزان درک خود را از جهان بیشتر و بهتر کند.

واقعیت تلخ این است که حتی اگر از ناتوانی‌های حواس خودمان[۱] صرفنظر کنیم و فرض کنیم که ابزاری با توانایی فوق‌العاده بالا هم داریم که می‌توانند کمبودهای حواس ما را جبران کنند، آنچه مشاهده می‌کنیم واقعیت آن چیز یا پدیده‌ای نیست که مورد مشاهده قرار می‌گیرد. این بدان دلیل است که فرآیند مشاهده، رفتار و واقعیت موضوع مورد مشاهده را دگرگون می‌کند. ورود

www.IR-DL.com

معلم به کلاس درس رفتار شاگردان را کاملا تغییر می‌دهد و کلاسی شلوغ و پر همهمه تبدیل به کلاسی ساکت می‌شود. لذا، واقعیت کلاس در قبل و بعد از مشاهده توسط ناظری به نام معلم تغییر می‌یابد. کافیست فردی در جمع پرندگان حضور یابد تا رفتار آنها را تغییر دهد. بنابراین، اگر یک معلم بخواهد واقعیت کلاس را مشاهده کند و یا اگر بخواهیم واقعیت زندگی کندوی عسل را فیلمبرداری کنیم موفقیت چندانی عاید نخواهد شد. امکان ندارد در موضوع مورد مشاهده دخالت نکرد. به همین دلیل است که وقتی رفتار موجودات زنده را زیر نظر می‌گیریم بناچار پنهان می‌شویم چرا که موضوع مورد مشاهده نباید به وجود ناظر و مشاهده وی آگاه باشد.

بنابراین، حضور یک ناظر یا مشاهده‌کننده در درک واقعیات واجب است و هرگز نمی‌توان ناظر را از رویدادهای جهان حذف کرد و یا آنرا با ابزار جایگزین نمود، چرا که در آنصورت هیچ اطلاعی به دست نخواهد آمد. باید توجه داشت که هرقدر هم که این ابزار و وسایل دقیق و پیچیده باشند باز هم یک انسان در طراحی، ساخت و کاربری آنها رل بازی می‌کند و در نهایت این فرد مشاهده کننده است که باید اطلاعات گرفته شده از ابزار را پردازش و تعبیر نماید. بدین ترتیب، هر موجودی به نوعی آفریننده جهان خودش است چرا که این خودِ وی است که با توجه به برداشت خاصش و از روی تصویری که خود سازنده آنست جهانش را می‌آفریند.

اینکه در برداشت خودمان از جهان، خود را قسمتی از جهان نمی‌بینیم بدان دلیل است که وجود ما نیز خود جزئی از همان جهان است. قطره آبی که در داخل رودخانه جریان دارد و قسمتی از همان رودخانه است هرگز نمی‌تواند کل رودخانه را درک کند مگر آنکه بیرون رودخانه قرار گرفته باشد. متاسفانه، این احساس عدم تعلق به جهان مشوق نوعی از زندگی است که در آن انسان خود را بر روی زمین غریب می‌پندارد و لذا پیوسته در ستیز با آب و خاک و حتی انسان‌های دیگر است. در تلاش است تا با غلبه بر طبیعت آنرا سازگار با خود نماید. در این نوع تفکر، انسان خود را تافته‌ای جدا بافته می‌داند و خود را جدای از محیط اطرافش می‌بیند. این همان دیدگاه مکانیکی نیوتون است که فیزیک قدیم بر آن استوار بود. همان دیدگاهی که انسان

www.IR-DL.com

را ناظری می‌پندارد که در "بیرون" قرار گرفته است و تنها تماشاچی پدیده‌های جهان است و بیگانه از آن پدیده‌ها. در این برداشت، چه انسانی باشد و چه نباشد، چه نظاره کند و چه ننماید، جهان همچنان به کار خود ادامه می‌دهد. دیدگاهی که جهان را شبیه یک ماشین (مثلا یک ساعت) تصور می‌کند که حتی بدون حضور انسان هم به کارش ادامه خواهد داد چه برسد به اینکه انسانی آنرا نظاره کند یا نه. دیدگاهی که انسان را از بقیه جهان جدا می‌کند و وی را تشویق می‌کند که ارباب طبیعت گردد.

انسان فراموش می‌کند که بسیار ساده‌تر و خوشایندتر است که در برابر طبیعت مغلوب باشد تا غالب. در محیطی مرطوب درست آنست که خانه‌ای از چوب ساخت تا از آهن که زود زنگ خواهد زد. این دور از عقل است که ساختمانی از آهن داشت و در تلاش برآمد تا هوای مرطوب را به هوای خشک تبدیل نمود. چندان با عقل جور درنمی‌آید که معماری بخواهد جنگلی را نابود کند تا محیط را مناسب ساختمانی کند که برای محیطی کویری طراحی شده است. معمار خوب کسی است که می‌داند دنیای بیرونِ خانه ادامه دنیای درونِ خانه است و لذا خانه‌ای طراحی می‌کند که هماهنگ با محیط باشد و برای این هماهنگی راحت‌تر آنست که خانه را تغییر دهد تا محیط را. معمار خوب از محیط می‌پرسد که چگونه خانه‌ای را می‌طلبد. جریان آب در طبیعت درس خوبی در این مورد می‌دهد.

۲۵۰۰ سال قبل نیز لائوتسه فیلسوف بزرگ شرق واقعیت زندگی (تائو) را بـه جـریان آب تشبیه کرد. آب با نرمی از سختیها عبور می‌کند و همواره بـه دنـبال کـم مـقاومت‌ترین مسـیر می‌گردد. این بدان معنی است که آب خود را با محیطش سازگار می‌کند بدون آنکه اصالت خود را تغییر دهد. انسان چنان بار می‌آید که غلبه بر طبیعت بخش عمده‌ای از ساختار فکری‌اش را تشکیل می‌دهد و برای همین تجاوزگر و زورگوست. از اینرو، کنار آمدن با طـبیعت و انـتخاب مسیری کم‌مقاومت را نوعی ضعف تعبیر می‌کند.

همانطور که فیزیک مدرن نیز اعلام می‌دارد، بحث ما در سرتاسر این کتاب و نیز کتاب "یک"

www.IR-DL.com

دلالت بر این واقعیت دارد که کل کائنات به هم وابسته‌اند و وحدانیت و یکپارچگی خاصی بر آن حاکم است. اگر بخواهیم این یگانگی را ندیده بگیریم و جهان را به اجزایی مستقل از هم (مانند اتفاق، موضوع اصلی آن اتفاق، محیط اطراف آن، ناظر و ابزار) تقسیم کنیم دچار خطایی بزرگ می‌شویم. دیگر دیدگاه مکانیکی که ناظر را در کناری قرار می‌دهد و وی را تماشاگری می‌داند که در "بیرون" رویداد قرار دارد و مشغول تماشای جهانی است که بـه خـودی خـود کـار مـی‌کند، جایگاهی ندارد. نمی‌توان اثر محیط بر انسان و بالعکس را همزمان در نظر نگرفت، همانطور که نمی‌توان جدائی‌ناپذیری انسان و جهان را ندیده انگاشت. ارتباط متقابل و تنگاتنگی بین هر موجود و محیط اطرافش هست و حواس هر موجودی واسـط ایـن ارتـباط است. پیرو چـنین ارتباطی است که نیاز به هماهنگی بین محیط و موجود پیش می‌آید. با درک اینکه مـا جـزء جدائی ناپذیر جهان هستیم و رفتار ما و محیط بهم مربوطند، این نکته روشن می‌شود که هر کسی مسئول اعمال و کردار خود هست و نباید دیگران را مسئول (یا مقصر) بداند. هر اتفاق خوب یا بد حاصل کار خودمان است. هر کس همان می‌درود که خود کاشته است.

موجودات جهان، چه میکروسکوپی و چه بزرگ، چه جاندار و چه بـی‌جان، هـمگی اجـزاء وابسته بهم هستند و اجزاء یک جهان واحد را تشکیل می‌دهند. در ارتباط با همدیگر، آنچه برای یک موجود مضر است ممکن است که برای موجودی دیگر خیر و برکت بیاورد. همه از همدیگر تغذیه می‌کنند و جهان یک عرصه بده بستان واقعی است. مـرگ یک مـوجود حـیات مـوجود دیگری را ضمانت می‌کند. میکروبی وارد بدن می‌شود و با حضور خود سلامتی آن موجود را به خطر می‌اندازد ولی خود آن میکروب تولید مثل می‌کند. مرگ مـرغ مـوجب حـیات پـاره‌ای از انسان‌ها می‌شود. نیش پشه آنوفل انسان را مبتلا به مالاریا می‌کند ولی موجب تداوم حیات پشه می‌شود. انسان گاو می‌خورد، گاو گیاه می‌خورد، گیاه زمین می‌خورد، زمین دوباره انسان می‌خورد و ... باید توجه داشت که بین پشه، مرغ، گاو، میکروب و انسان، یا بطور کلی صید و صیاد آنچه مهمتر است فرآیند صید است. رقص لزگی را خیلی‌ها می‌توانند برقصند ولی آنچه مهمتر است

www.IR-DL.com

رقص است نه رقاص. آنچه اهمیت دارد رابطه بین اجزاء کائنات است تا خود آن اجزاء، شعور است تا ماده جامد.

گیاه، حیوان و انسان همان آب و هوا و خاکند. به قول کبیر عارف بزرگ هند، "موج دریا همان دریاست و اینکه مقداری آب به شکل خاصی در می‌آید و بصورت یک برآمدگی بر روی سطح دریا حرکت می‌کند دلیلی ندارد که موجودی متفاوت از آب تصور شود". یک ماهی چیزی نیست مگر همان آب چرا که از همان آب متولد می‌شود، در همان آب بطور مداوم به تبادل ماده می‌پردازد و بعد از مرگ هم باز قسمتی از همان آب می‌شود. تمام سلولهای ما از محیط اطرافمان (آب، خاک و هوا) به وجود می‌آیند، در طول زندگیمان بطور مداوم به تبادل ماده با همان محیط می‌پردازیم و بعد از مرگ نیز به همان محیط برمی‌گردیم. در کلاف فضا–زمانِ این جهان، اتم‌ها دائم در حال جابجا شدن هستند و در هر لحظه جزئی از بدن موجودی را تشکیل می‌دهند و لحظه‌ای بعد بدن موجودی دیگر. آنچه مهمتر است زندگی و مفهوم جهان است نه ماده. ماده تنها واسطه است و بس، "صفر" است و دیگر هیچ. بنابراین، احساس بیگانگی با عالمِ هستی و فکر اینکه ما متفاوت از محیط اطرافمان هستیم برداشت نادرستی از واقعیت به دست خواهد داد.

هیچ مطالعه‌ای از موجودات بدون در نظر گرفتن محیط نتیجه‌ای کامل بدست نخواهد داد. محدود کردن انسان به یک کیسه پوستی نباید منطقی باشد چرا که در نهایت اطلاعاتی به درد نخور بدست خواهد آمد. موقعی که به کسی نگاه می‌شود اگر محدوده دید تنها به کیسه پوستی وی ختم شود و از فضای اطراف (زمینه) وی چشم‌پوشی گردد امکان مشاهده میسر نخواهد شد. بسیار مهم است که هر موجودی را در محیط خود تعریف نماییم: باید هم درون کیسه پوستی و هم بیرون آن بطور همزمان در نظر گرفته شوند چرا که "بیرون" مکمل "درون" است. هر درونی را بیرونی است که هرچند بظاهر متفاوت از درون است ولی بطور زیبایی با آن هماهنگ هست. "من" و محیط اطرافم بظاهر بسیار متفاوت، ولی هماهنگند. رفتار "من" مستقل از رفتار دنیای

www.IR-DL.com

اطراف آن نیست. درخت بدون خاک و هوای اطرافش بی‌معنی است و همانطور موج بدون آب اطراف.

درون و بیرون مکمل هم هستند و ضمن آنکه یکی بدون دیگری بی‌معنی است هر یک حاوی اطلاعاتی است که دیگری فاقد آنست. این "اصل مکمل"، اساس کائنات را تشکیل می‌دهد. از نظر فیزیک مدرن و در یک جمله کوتاه، کائنات یک ارتعاش است و بس. ارتعاش یعنی حرکت تکراری بین دو قطب مکمل، بین حداقل و حداکثر، بین مثبت و منفی، بین نور و تاریکی، بین تولد و مرگ، بین هست و نیست. از نیستی هستی پدید می‌آید و سرانجام هستی نیز نیستی است. هستی و نیستی مکمل هم‌اند. بدون نیستی نمی‌توان هستی داشت و برعکس.

در فلسفه شرق که اساس فیزیک مدرن را نیز تشکیل می‌دهد، دو قطب مکمل را "یین" و "ینگ" می‌نامند. در این تفکر، ضمن اینکه یین و ینگ مکمل هم هستند، یکدیگر را می‌آفرینند. یین بدون ینگ و ینگ بدون یین بی‌معنی است. وقتی تنها بر روی یکی از این دو قطب تمرکز می‌کنیم از وحدانیت به دور می‌افتیم.

آنها که فلسفه وجودی یین-ینگ را درک نمی‌کنند تلاش بی‌نتیجه‌ای دارند تا نیک را بدون بد، روشنی را بدون تاریکی، راحتی را بدون رنج، زن را بدون مرد، مادر را بدون پدر، مونث را بدون مذکر، زندگی را بدون مرگ، هست را بدون نیست و یین را بدون ینگ داشته باشند. این برداشت همانقدر درست خواهد بود که کسی نفس‌کشیدنِ به درون ریه‌ها را بدون پس‌دادن هوا به بیرون داشته باشد. مگر می‌شود قلبی داشت که تنها خون را به بیرون و داخل رگ‌ها پمپ کند بدون آنکه خون را به درون قلب بیاورد؟ برداشت نور و سفیدی به عنوان نماد خوبی و کمال، تاریکی و سیاهی به عنوان نماد انحطاط پنداری بیش نیست، پنداری به دور از واقعیت. روشنایی و تاریکی، سفید و سیاه لازم و ملزوم یکدیگرند. یک واقعیت بسیار مهم جهان همین نکته است که دو قطب یین و ینگ که در ظاهر بسیار متفاوت و گاه متضادند، در نهان یکی هستند و در حقیقت یکی از دیگری زاده می‌شود. جالب اینکه فیلسوفان شرق بر این باورند که یین و ینگ

www.IR-DL.com

همزمان وجود دارند که این نیز با دیدگاه فیزیک مدرن مطابقت دارد. به عنوان مثال، در تئوری کوانتوم یک الکترون بطور همزمان هم موج و هم ذره است. اغلب، انسان عمدهٔ توجه خود را تنها به محدودهٔ جسم و درونِ جسم معطوف می‌دارد و غافل از آنست که درون بدون بیرون ممکن نیست. چنین برخوردی که در آن تنها به نیمی از واقعیت بها داده می‌شود منجر به از دست رفتن اطلاعات با اهمیتی می‌شود که بدون آن نمی‌توان یک کل را تعریف کرد.

در هنر نیز زمانی یک شاهکار هنری آفریده می‌شود که هنرمند بتواند موضوع و زمینه را باهم سازگار کند. هر تابلوی نقاشی شامل یک زمینه و یک موضوع اصلی است بطوریکه بدون زمینه نمی‌توان موضوع را به تصویر کشید. اصلا موضوع بدون زمینه معنی ندارد و یکی مکمل دیگری است. لیکن، ما اغلب بر روی موضوع تمرکز می‌کنیم و به زمینه اهمیت چندانی نمی‌دهیم. موضوع نقاشی یا حروف یک نوشته را می‌بینیم اما کاغذ سفیدی را که زمینه آن نقاشی یا مطلب را تشکیل می‌دهد فراموش می‌کنیم. واقعیت این است که حروف، کلمات و جملات بدون صفحهٔ زمینه نمی‌توانند موجودی به اسم کتاب را پدید آورند.

موضوع نقاشی‌های قدیم شامل انسان و حیوان است و عموما بر روی موضوعات مذهبی تمرکز دارند. زمینه این نقاشی‌ها، خصوصا در مورد تصاویر مربوط به انسان‌های مقدس، طلایی است که منظور تفهیم نورانی و مقدس بودن موضوع به بیننده است. انتخاب چنین زمینه‌ای در نقاشی‌های مذهبی حکایت از آن دارد که نه تنها نقاشی دوران قدیم به اهمیت زمینه پی برده بود بلکه از ارتباط زمینه با موضوع نیز آگاه بوده است. کم‌کم نقاشان به غیر واقعی بودن مفاهیم نقاشی خود پی بردند و متوجه شدند که نورانی بودن افراد مقدس جنبه معنوی دارد نه مادی. هیچ بشری بر روی کره زمین وجود نداشته است که نور طلایی[۹] در اطراف یا بر گرد سرش وجود داشته باشد. بنابراین زمینه طلایی کم‌کم جای خود را به زمینه‌ای واقعی که هماهنگی بیشتری با موضوع دارد داد. مثلا زمینه تبدیل به منظره‌ای شد چرا که در زندگی روزمره نیز چنین است. وقتی به موضوعی (مثلا یک انسان) نگاه می‌کنیم آن موضوع همیشه روی زمینه‌ای قرار دارد.

www.IR-DL.com

بدین ترتیب، نقاشی (هنر) قبل از فیزیک (علم) به این واقعیت دست یافته است که "زمینه" ادامه "موضوع" است و نه تنها یکی مکمل دیگری است بلکه یکی بدون دیگری معنا ندارد. این چندان هم غیر مترقبه نیست چراکه هر انسانی قبل از اینکه علم بیاموزد از هنر آگاهی دارد. یک شخص، هنرمند متولد می‌شود ولی علم را به مرور می‌آموزد و هیچ عالِمی از بدو تولد عالم نبوده است. ذات هنر آموختنی و قابل آموزش نیست. عصاره هنر درک زیبایی و پی بردن به واقعیت جهان است.

هر هنرمند موفقی حتما یک فیلسوف است و هنرمند در وجود یک مگس همان زیبایی را می‌بیند که در یک قو. در آموزشگاه هنری نمی‌توان زیبایی را آموزش داد و تنها می‌توان برای آموزاندن آفرینش کار زیبا تلاش کرد. کلمات یارای رساندن مفهوم زیبایی را ندارند و نمی‌شود علت زیبایی ساحل، کوهستان، قالی آذربایجان یا قطعه‌ای موسیقی را بیان کرد. گاه حتی خود هنرمند نمی‌تواند ساختار زیبایی اثرش را توضیح دهد. در آموزشگاه موسیقی فقط می‌توان نواختن ساز یا نت‌نویسی را فراگرفت نه موسیقی را. افراد زیادی هستند که بتوانند شور امیراُف یا یک اثر پیانوی چایکوفسکی را کاملا دقیق بنوازند ولی کارشان تنها یک تقلید خواهد بود. اگر زیبایی قابل آموزش بود امروز هزاران لئوناردو داوینچی، بهزاد، موتزارت و اوزییر حاجی بیگ‌اف داشتیم. تنها چیزی که می‌توان در مورد علت زیبایی یک نقاشی (یا هر اثر هنری) گفت این است که در تمام شاهکارهای هنری خالقِ اثر متوجه هماهنگی زمینه و موضوع بوده است و آنرا به بهترین وجه پیاده کرده است. درک اهمیت زمینه در آثار هنری و از جمله نقاشی منجر به آن شد که کم‌کم علاقمندی به زمینه به حدی رسید که نقاشان مفتون زمینه شدند. بدین ترتیب، تابلوی مناظر پدید آمدند که دیگر در آنها خبری از صورت انسان نبود.

حتی اهمیت زمینه بقدری بالا گرفت که از زمینه برای نمایاندن موضوع اصلی کمک گرفته می‌شد. یک مثال مهم تابلوی مشهور شام آخر است که در آن حضرت عیسی (ع) همراه حواریون بر سر میز غذا نشسته‌اند بطوری که محل سر مسیح (ع) درست در نقطه کور تابلو (یعنی

www.IR-DL.com

محل تقاطع دو قطر تابلو) قرار گرفته است. از نظر علم نقاشی این باید بی‌ارزش‌ترین تابلو باشد چرا که موضوع اصلی را هرگز نباید در نقطه کور تابلو قرار داد. با این وجود این تابلو یکی از شاهکارهای داوینچی است چرا که توانسته است به کمک خطوط پرسپکتیو زمینه (کف و سقف سالن) چشمان هر بیننده‌ای را دقیقا به طرف موضوع اصلی یعنی چهره مسیح (ع) هدایت و بر روی آن متمرکز نماید. بدین ترتیب، برخلاف قوانین علم نقاشیِ استوار بر پایه‌های دیدگاه مکانیکی، داوینچی هنری آفریده است که شاهکار است. وی با پی بردن به اهمیت همسنگ زمینه با موضوع نشان داده است که فیلسوفی بوده است با درکی درست از واقعیت جهان. این روند در موسیقی نیز خود را نشان می‌دهد. گاه موسیقی تنها بر روی انسان تمرکز دارد و از خصوصیات انسانی بهره می‌گیرد تا اثری هنری آفریده شود. مثلا موسیقی شاد، حزن‌آلود، غنایی، عارفانه، هیجانزا و غیره ساخته می‌شوند. موسیقی ایرانی از همین نوع است و تقریبا تنها بر روی انسان متمرکز است. از طرف دیگر، در موسیقی کلاسیک تمرکز اصلی بر روی طبیعت (یا زمینه) است و انسان (یا موضوع اصلی) بطور غیرمستقیم حضور دارد. این درست مشابه تابلوی شام‌آخر داوینچی است. البته هر دو نوع موسیقی در نهایت تلاش دارند تا انسان را متحول سازند و طبعا یک اثر موسیقی وقتی موفق خواهد بود که هم انسان و هم طبیعت را در نظر داشته باشد.

آگاهی موجودات زنده نیز هم موضوعی و هم زمینه‌ای است. وقتی در باغ قدم می‌زنیم و گیاه خاصی توجه ما را جلب می‌کند آگاهی موضوعی ما متوجه موضوع گیاه خواهد بود و در همان حال آگاهی زمینه‌ای‌مانِ هشیار خواهد بود که در باغ هستیم و مثلا مواظب خواهد بود تا سرمان به درخت نخورد یا به جوی آب کنار مسیرمان نیفتیم. به هنگام رانندگی می‌توان معادله‌ای را در ذهن حل کرد. در این مورد آگاهی زمینه‌ای عمل رانندگی را اداره می‌کند که شامل کنترل فرمان، ترمز، سرعت، کلاچ، دنده، علائم رانندگی و غیره خواهد بود و همه این اعمال را خود بخود انجام خواهد داد. در همان حال آگاهی موضوعی‌مان مشخصات معادله مورد نظر را و امکان‌های

www.IR-DL.com

مختلف منطقی و استدلالی را برای حل آن مورد مداقه قرار خواهد داد و تنها متوجه آن موضوع خاص خواهد بود. تمام اعمالی را که برحسب عادت و بدون فکر انجام می‌دهیم به کمک آگاهی زمینه‌ای بجا می‌آوریم. با اینکه آگاهی زمینه‌ای در تمام مدت مشغول به کار است، اغلب توجه و اعتنایی به آن نمی‌شود. به همین دلیل هم هست که "من" تنها به آگاهی موضوعی منتسب می‌شود و از رابطه "من" با بخش دیگر آگاهی چشم‌پوشی می‌گردد. گفتنی است که در فلسفه شرق و خصوصا فرهنگ بودا اعتقاد بر آنست که وقتی یک انسان به آگاهی زمینه‌ای خود هشیار می‌شود به بیداری عرفانی یا نیروانا دست می‌یابد.

در فلسفه ییین-ینگ، زمینه را "ییین" که مترادف با قطب مونث است تعبیر می‌کنند که قدرت زایش دارد و اساس زندگی را تشکیل می‌دهد. در کائنات، فضای باصطلاح تهی، زمینهٔ تمام "چیز"هاست. لیکن معمولا اهمیتی به فضای تهی نمی‌دهیم و تمام فکر و توجه ما معطوف به "چیز"هائی است که در این فضا شناورند. همین که عوام لقب "تهی" را به فضا می‌دهند ناشی از همین برداشت بی‌اهمیت بودن فضا برایشان است. دیدیم که تئوری کوانتوم همین فضای تهی را مادر تمام "چیز"هایی می‌داند که در آن شناورند. زنانگی و مادر بودن ویژگی اساسیِ فضای زمینه است. در جوامع و فلسفه‌هایی که در آنها زن به عنوان موجودی پایین‌تر یا کم‌اهمیت‌تر از مرد شناخته می‌شود در حقیقت یکی از قطب‌های مکمل را پست‌تر از قطب دیگر تصور می‌کنند. در چنان تفکری زمینه (فضا) پست‌تر از موضوع (چیزها) متصور می‌شود. معلوم است چنان جامعه‌ای با واقعیت جهان خیلی فاصله خواهد داشت و از کمال به دور خواهد بود. فراموش می‌شود که زن (به عنوان فضا یا زمینه) پایه و اساس زندگی است.

جهان مصنوع یا روییده

در ساختار اندیشه نیوتونی، جهان یک "چیز" و یک مصنوع بشمار می‌آید. درست مانند یک کوزه که مصنوع است، هر آنچه که می‌بینیم و آنها را "چیز" می‌نامیم همه مصنوعند. با این

www.IR-DL.com

دیدگاه، طبیعی است که پرسشی مانند "من چگونه ساخته شده‌ام؟" کاملا منطقی باشد. لیکن، در فلسفهٔ بنا شده بر پایه‌های دو تئوری کوانتوم و نسبیت، "چیزها" و از جمله انسان قسمتی از محیط به حساب می‌آیند و این باور هست که ما وارد این دنیا نشده‌ایم بلکه از این دنیا بیرون آمده‌ایم. درست مانند درخت که از درون زمین می‌روید و قسمتی از همین زمین است، درست مثل یک ماهی که از درون آب می‌روید و قسمتی از همان آب است، ما نیز از درون جهان می‌روئیم و قسمتی از همان جهانیم و هر کدام آیتی از کل هستی. اگر تئوری کوانتوم درست باشد (که تا امروز نکته‌ای بر نادرستی آن ارائه نشده است)، انسان و طبیعت ساخته نمی‌شوند بلکه می‌رویند. توجه کنیم که فرآیند روییدن متفاوت از ساخته شدن است. در فرآیند ساختن، اجزاء بر روی هم سوار می‌شوند، مانند ساختن یک کامپیوتر. در ساختن یک مجسمه نیز تکه‌ای سنگ انتخاب می‌شود و به آن از بیرون به درون شکل داده می‌شود. حال آنکه در هر فرآیند روئیدن، چیزی بر روی چیز دیگری سوار نمی‌شود، بلکه موجودی از درون رشد می‌کند و کم‌کم شکل می‌گیرد. مثل رویش گیاه که از جوانه زدن دانه‌ای آغاز می‌گردد و کم‌کم از درون تولید می‌شود و شکل می‌گیرد.

مشاهده اینکه انگور از تاک مو می‌روید برایمان عادت شده است و چندان هم تعجب ما را برنمی‌انگیزد چرا که اعتقاد داریم ذات درخت رویاندن میوه است. حال چرا باید فکر کنیم که روییدن انسان از کره زمین غیرعادی است؟ درخت سیبی در ارومیه وجود دارد که هر از گاهی (سالانه) هزاران سیب می‌دهد. همینطور، کره‌ای در این منظومه شمسی وجود دارد که هر از گاهی (مثلا هر بیست‌وپنج میلیون سال) میلیاردها انسان می‌دهد. از بدو تولد به ما چنان فهمانده‌اند که انسان ساخته شده‌است ولی انگور می‌روید. فراموش می‌شود که انسان نیز مانند سیب از کائنات می‌روید. در نظر اول چندان منطقی جلوه نمی‌کند که از یک کره خاکی و در نهایت جهانی بدون شعور موجودی با شعور مانند انسان پدید بیاید. این برداشت وقتی قابل

www.IR-DL.com

قبول خواهد بود که خاک را فاقد شعور بدانیم که چنین نیست.[۱] فیزیک جدید پیشنهاد می‌کند که مواظب سنگهاباشیم چون زنده‌اند و تنها به اندکی زمان نیاز دارند تا به موجود زنده دیگری به نام انسان تبدیل شوند، درست مثل دانه گندم که به سنبله‌ای بزرگ از گندم‌ها تبدیل می‌شود. به قول واتمن[۲]، شاید چند میلیون سال قبل موجوداتی از کهکشانی دیگر با یک بشقاب پرنده به کره ما آمده‌اند و گفته‌اند "یک مشت سنگ، همین!" و به سیاره خود بازگشته‌اند. در سفر بعدی‌شان که شاید حدود همین دوران ما بوده است دوباره به همین کره آمده‌اند و این بار با کمال شگفتی گفته‌اند "نگاه کنید، از سنگ‌ها انسان روییده است!"

به دنبال هر روییدنی یک پژمردنی هست. هر روز و هر لحظه عده‌ای می‌میرند. با اینهمه، اغلب انسان‌ها فکر می‌کنند که مرگ به سراغ آنان نخواهد آمد. فراموش می‌شود که جهان ما یک جهان مرگ است و همه موجودات چه جاندار و چه بی‌جان همه می‌میرند. اینجا مرگ از هر چیز دیگری مسلم‌تر است و هیچکس از آن بر حذر نیست. انسان هم چندان خوشش نمی‌آید که به مرگ بیاندیشد و در بسیاری از فرهنگ‌ها اندیشیدن به مرگ توام با ترس و گاه وحشت است. این به دو دلیل است. اول اینکه مرگ هنوز موضوعی ناشناخته است و بقول معروف کسی نیست که مرگ را تجربه کرده باشد و دوباره بازآمده و تجربه‌اش را بازگو نماید. آن عده نیز که ادعا می‌کنند تجربهٔ نزدیک به مرگ داشته‌اند (که در این مورد کتاب‌های چندی نوشته شده‌اند)، برخلاف ادعایشان مرگ واقعی را تجربه نکرده‌اند. اظهارات این عده عمدتا ناشی از ذهنیات و باورهای فرهنگی و مذهبی خودشان است.به عنوان مثال، یک مسیحی ادعا می‌کند که در تجربهٔ نزدیک به مرگ، حضرت مریم (ع) به دیدارش آمده است. یک هندو نیز ادعا می‌کند که کریشنا را ملاقات‌کرده است که در حال نواختن فلوت بوده است. البته حتی اگر کریشنا وجود خارجی هم داشته باشد[۳] قطعا به آن شکلی نیست که مجسمه‌اش را می‌سازند (یعنی موجودی

۱ـ مراجعه شود به کتاب "یک". ۲ـ Alan Watman

۳ـ که من ابدا آنرا زیر سئوال نمی‌برم چون تخصصی در مسایل‌مذهبی ندارم‌و به پیروان تمام ادیان احترام قائلم.

www.IR-DL.com

در حال فلوت زدن). حال آنکه آن هندو کریشنا را به شکل همان بت می‌بیند که حتی در ملاقات با وی هم مشغول فلوت زدن است! اینها نشان می‌دهند که ادعاهای این افرادِ باصطلاح از مرگ برگشته ذهنیات خود آنها بوده است و به دور از حقیقت. دلیل دوم این است که ناشناخته بودن مرگ موجب می‌شود عده‌ای (که عمدتا خود را نماینده خدا بر روی زمین می‌دانند و از آن راه ارتزاق می‌کنند) به خودشان حق بدهند تا به توضیح مرگ بپردازند و طبعا آنرا وحشتناک جلوه می‌دهند و اینکه اگر مردم در طول حیاتشان به این نمایندگان خدا برسند در موقع فوت مرگ راحتی خواهند داشت! البته همیشه افراد آنقدر ساده نیز وجود دارند. در هندوستان ضرب‌المثلی هست بدین مضمون که "خود را به دیوانگی بزن و یک ادعای نامعقول هم بکن. اگر به اندازه کافی پافشاری کنی بزودی مریدان زیادی خواهی یافت و بینش نوین تو پذیرفته خواهد شد. بعد از مدتی کسی جرات نخواهد کرد حتی تو را انسان خطاب کند چرا که همیشه یک عده مرید متعصب وجود خواهند داشت که مزدش را کف دستش بگذارند." هند پر است از این نوع انسان‌ها که خود را آواتار می‌نامند که به معنی خدا در قالب انسان است و هر کدام نیز کلی مرید دارند.

تفکرهای فلسفی گوناگون نیز آخرتهای هولناک برای بعد از مرگ ارائه می‌کنند و بعضی از آنها تصویری که از بهشت می‌دهند ترسناکتر از جهنم است. بعضی دیگر با مطرح کردن تناسخ، زندگی بعدی را پاداش یا جزای اعمال زندگی فعلی تعبیر می‌کنند و چه کسی است که چندتایی اشتباه در زندگی فعلی مرتکب نشده باشد. لذا تجربه مرگ مشابه ملاقات با اژدها به تصویر کشیده می‌شود و بیشتر تصوری شبیه زنده‌بگور شدن یا در زیر خرواری خاک و تاریکی زندگی کردن در نظر مجسم می‌گردد که خانوادهٔ فرد مرده خاک بر سر می‌ریزند و شیون می‌کنند. علم نیز مرگ را بقدری وحشتناک تعبیر می‌کند که پزشکان حداکثر تلاش‌شان را به کار می‌گیرند تا انسان را به هر قیمت و زجری هم که شده مدت بیشتری زنده نگاه دارند. حتی مواقعی پیش می‌آید که پزشک و نیز بیمار هر دو می‌دانند که چند ساعتی با مرگ فاصله نیست و با این وجود

www.IR-DL.com

تلاش می‌کنند تا بیمار بدبخت را زنده نگاه دارند (تا مدت بیشتری زجر بکشد). عده‌ای ثروتمند هم هستند که پول زیادی خرج می‌کنند تا جنازه‌شان منجمد شود و در صورت پیشرفت علم (مثلا هزار سال دیگر) دوباره زنده شوند و باصطلاح زندگی کنند. در این میان عده‌ای هم هستند که با مرگ همه چیز را تمام‌شده می‌پندارند.

درک فیزیک امروز از مرگ شبیه هیچکدام از این سناریوها نیست. از نظر تئوری کوانتوم و اصل مکمل بوهر، در پی چند پگاه روشن بودن، هر از چندگاه نیز باید خاموش ماند و مرگ مثل این خواهد بود که هرگز وجود نداشته‌ایم. نه تنها ما که هیچ چیز دیگر. نه خروارها خاک قبر و نه شعله آتش مراسم جسد سوزانی هندوها و نه کسی برای افسوس خوردن و بر سر زدن، هیچکدام. تمام وقایع زندگی فراموش خواهند شد، درست مانند خواب که فراموش می‌شود که شوهر یا زن کسی و یا فرزند کسی هستیم.

اگر زنده بودن را بین قرض کنیم مرگ ینگ خواهد بود. بین در نهایت تبدیل به ینگ می‌شود همانگونه که قبلا هم ینگ بوده است. به ده ماه قبل از روز تولدمان برگردیم و به یاد بیاوریم که آنموقع "چه" و "کجا" بوده‌ایم. هیچ چیز برایمان وجود نداشت، نه پدری، نه مادری، نه خانه‌ای، نه فرزندی، نه برادری و نه خواهری و حتی کلمه یاد بی‌معنی می‌شود. زمانی برایمان وجود نداشت، نه آغازی بود و نه پایانی. تهی بودیم، تهی از همه چیز. "زمینه" بودیم. روزی هم که مردیم به همان "جا" و همان "چه" و به همان دوران قبل از سال‌های تولدمان برخواهیم گشت. به تهی بودنمان باز خواهیم گشت و تهی خواهیم شد و باز "زمینه". چون سیبی از درخت خواهیم افتاد تا نیوتونی را به وجود جاذبه آگاه سازیم و کمک کنیم سیب‌گونه‌ای نیوتون و سیب‌گونهٔ دیگری[۹] انیشتین یا ریمان گردد. همچون یک گیاه از همین جهان روییده‌ایم. با آمدنمان خانواده‌ای را غرق شادی کرده‌ایم. رفتنمان را نیز با مهربانی متبرک کنیم تا طعم سیب را به ره گم‌کردگانی که مفهوم زندگی را فراموش کرده‌اند بچشانیم. مرگ یعنی شکستن کوزه و بقول فلسفه شرق اتصال برهمن کنه وجود به برهمن زمینه. قطرهٔ قبل از مرگیم و دریای

www.IR-DL.com

بعد از مرگ.

دنیای بیرونِ تو ادامه دنیای درون توست، "خودِ" درون من عین "خودِ" درون توست و بیرونِ من همان بیرون توست. چون بیرون ادامه درون است، فضای باصطلاح خالی نیز همان "من" است و "منِ" هر موجودی بخشی از یگانه "منِ" جهان. درست مانند دریایی که انواع کوزه‌ها در داخل آن باشند. شکل کوزه‌ها متفاوتند ولی همه از یک "چیز" بنام سفال ساخته شده‌اند و "درون" و "بیرون" تمام کوزه‌ها همان آبست. "من" و "تو" وجود ندارد چرا که هر دو همان یگانه "منِ" جهان هستند. این پرده سفال‌گونه است که "من" را مستقل از "تو" جلوه می‌دهد و چون این پرده برافتد نه "تو" مانی و نه "من".

چون نیست ز هرچه نیست چون باد بدست

چون هست به هرچه هست نقصان و شکست

انگار که هرچه هست در عالم نیست

پندار که هرچه نیست در عالم هست

www.IR-DL.com

... غیر از خدا هیچکس نبود.

یک چند به کودکی به استاد شدیم　　یک چند به استادی خود شاد شدیم

پایان سخن شنو که ما را چه رسید　　از خاک برآمدیم و بر باد شدیم

اگر آنگونه که فیزیک ادعا می‌کند تمام این موجودات پیچیده و نظمِ فوق‌العاده زیبای حاکم بر جهان خود بخود به وجود آمده‌اند، پس نقش خدا چه بوده است؟ واقعیت این است که فیزیک هنوز نمی‌تواند جایگاه خدا را در جهان مشخص نماید. تعدادی اندک از فیزیکدانهای ساده‌بین و نه چندان مهم هستند که دست‌آوردهای فعلی فیزیک را کافی می‌دانند تا جهان را بی‌نیاز از وجود خالق تفسیر نمایند. عده‌ای هم هستند که معتقدند هنوز فیزیک و حتی انسان آنقدر تکامل نیافته است که بتواند موضوعی مانند خدا را مورد بررسی قرار دهد. انسان یک "چیز" است و به همین دلیل نمی‌تواند موجودی ماورای "چیز" را درک نماید، همانگونه که یک ماهی نمی‌تواند موجودی مانند هوا را درک کند، هرچند که موجودیت همین ماهی وابسته به وجود هوایی دارد که خود و تمام محیطش را در بر گرفته است.

شاید هم خدایی که فیزیک از آن صحبت می‌کند متفاوت از خدای مذهب باشد، که به نظر می‌رسد چنین نیز هست. منظورِ از خدا در فیزیک "موجودی" است که براساس قوانینی ثابت و خاص به کائنات نظم می‌دهد، پدیده‌های منطقی و مستدل تولید می‌کند و موجب شکل‌گیری

www.IR-DL.com

موجوداتی پیچیده و منظم می‌گردد. خدای فیزیک خدای خیر و شرّ نیست چراکه از نظر فیزیک خیر و شر تعریفی ندارند. برای فیزیک چه فرق می‌کند که خورشید منفجر گردد و کل کره زمین پودر شود یا اینکه فردی برای همکارانش پاپوش بدوزد تا جبران ناتوانی‌هایش را بکند. خدای فیزیک احساس ندارد و مسئولیت وی مراقبت از اجرای دقیق قوانین فیزیک است. فیزیک نمی‌تواند بگوید که فرآیندی مانند تجزیهٔ یک ماده رادیواکتیو، گِردآمدن سه کوارک و تشکیل یک نوترون، انحنای فضا-زمان، جذب فوتون توسط الکترون، انفجار ستاره، مرگ گیاه، تولد نوزاد، گریه انسان، فعالیت آتشفشان، شکل‌گیری طوفان یا امثال اینها پدیده‌هایی شرّ یا خیرند. آنچه برای فیزیک مهم است اینست که موجودیت جهان و تمام پدیده‌های آن بستگی به جنگ بین این خیر و شرها دارد.

یک ستاره آوردگاه و میدان نبرد نیروهای متضادی چون نیروی تراکمی جاذبه و نیروی انفجاری ناشی از فیوژن است که اولی در تلاش است تا ستاره را متراکمتر نماید و دومی قصد فروپاشی آنرا دارد. با این حساب، تعبیر خیر یا شر برای هرکدام از این فرآیندها چندان معنی‌دار نخواهد بود. طوفانی که در گوشه‌ای از کره زمین اتفاق می‌افتد، توسط عده‌ای که دچار آسیب جانی و مالی می‌شوند شر تعبیر می‌شود و حال آنکه همان طوفان موجب شکوفایی کشاورزی در گوشه‌ای دیگر از کره زمین و برداشت بیشتر محصول می‌گردد و خیر تعبیر می‌شود. موجودیت یکایک ما ناشی از انفجار ستاره‌هاست چراکه به هر حال مادهٔ بدنهایمان از یکی از همین ستاره‌های منفجر شده آمده است.

مرگ هر ستاره‌ای معادل تولد موجودی دیگر است. این تنها خودخواهی است که موجودیت و بقای خود (و تنها خود) را خیر بدانیم، چراکه در آنصورت موجودیت هر آنچه را که با منافع ما تضاد دارد شر خواهیم دانست. من آب را قطع می‌کنم و موجب مرگ صدها تن می‌شوم و این را خیر می‌دانم. حال اگر فردی آب خانه مرا قطع کند شر خواهد بود. اصطلاح "مرگ خوبست اما برای همسایه"، جایگاهی در فیزیک ندارد چراکه تمام همسایه‌ها برای فیزیک یکسان هستند

www.IR-DL.com

و آنچه در فیزیک اهمیت دارد تضاد منافع بین همسایه‌هاست و اینکه این تضاد باید بر طبق اصل پین–ینگ (یا همان اصل مکمل بوهر در تئوری کوانتوم) وجود داشته باشد. جهان مملو از فرآیندهای باصطلاح خشن است: انفجار ستارگان، برخورد اجرام سماوی عظیم و تکه‌تکه شدن آنها، شکل‌گیری حفره‌های سیاه، طوفانهای مغناطیسی، بادهای خورشیدی، مرگ امپرکبیر، تولد مظفرالدین شاه، گرسنگی کودکان آفریقا، جدایی قفقاز از ایران، بمباران شیمیایی حلبچه و .... به همان نسبت هم شاهد فرآیندهای باصطلاح متین و خوشایند جهان نیز هستیم: شکل‌گیری کهکشانها و کره زمین، روییدن گیاه، رباعیات خیام، تولد انیشتین، غزلیات حافظ، ملی شدن صنعت نفت و .... از نظر فیزیک، این تنها ذهن انسان است که به هر یک از این فرآیندها لقب نیک و بد می‌دهد. نیک و بد تنها در مورد ذهن صادق است نه ماده.

خدای مذهب احساس دارد، فکر می‌کند، طرح و برنامه‌ریزی دارد و بالاتر از همه خدایی است که معجزه می‌کند. در حقیقت، در ارائه تعریفی مناسب از خدا، یکی از اساس مذاهب را همین ذکر معجزات تشکیل می‌دهد. مفهوم معجزه نیز عبارت از این است که پدیده‌ای بدون تبعیت از قوانین موجود فیزیک اتفاق بیافتد. به عنوان مثال، قوانین موجود اعلام می‌دارند که اگر به مدت چند دقیقه به مغز فردی اکسیژن نرسد فرد دچار مرگ مغزی خواهد شد. حال اگر به مغز یک نفر سه روز اکسیژن نرسد و این فرد هنوز سالم باشد معجزه اتفاق افتاده است. طبعا فیزیک به معجزه اعتقادی ندارد چرا که معجزه دقیقا بر ضد بنیادهای فیزیک نوپای فعلی است.

اینکه در نقاشی‌های قدیم، جهنم در زمین و زیر پای ما و بهشت در بالا و آسمان‌ها به تصویر کشیده می‌شوند نیز اختلاف بین فیزیک و مذهب را نشان می‌دهد. اطلاعاتی که فیزیک در مورد کره زمین[۹] و جهان ارائه می‌کند چنین برداشتی را از بهشت و یا جهنم رد می‌کند. هیچ تحصیل‌کردهٔ حتی فوق‌العاده مذهبی هم نیست که محلی مادی برای بهشت یا جهنم تصور کند. دلایل زیادی وجود دارند که موجب پیدایش شکاف بین فیزیک و مذهب می‌شوند. یکی از این دلایل به تفسیر از مذهب برمی‌گردد و پاره‌ای از تندروی‌های ناشی از استنباطهای نادرست. به

www.IR-DL.com

عنوان مثال، در تاریخ علم چنان ثبت شده است که نظریه کپرنیک (که خورشید را در مرکز منظومه شمسی قرار می‌دهد)، ادعای گالیله (دال بر اینکه خودِ خورشید هم حرکت می‌کند) و تئوری تکامل داروین سه ضربه مهم به فلسفه کلیسا وارد کرده‌اند و موجب ایجاد شکاف بین فیزیک و مذهب شده‌اند. به عبارت ساده‌تر، ریشه اختلاف بین فیزیک و مذهب را ناشی از همین سه نظریه عنوان می‌کنند. جالب است که هم کپرنیک و هم گالیله هر دو در زندگی خصوصی خود عمیقا به خدا اعتقاد داشته‌اند. در اینکه گالیله مخالف مسیحیت زمان خود بوده است تردیدی نیست ولی هیچ جای شک نیست که وی فردی مذهبی بوده است. دنیای مسیحیتِ امروز هم خود قبول دارد که کلیسای آن دوران کاملا از فلسفه مسیحیت به دور بوده است، هرچند به اسم مذهب حکم تکفیر صادر می‌کرده است.

اساسا این موضوع را نیز نباید نادیده گرفت که اگر فیزیک به حد و توانایی امروزش رسیده است به دلیل تکیه‌اش بر شانه‌های شوریدگانی چون کپرنیک، تیکوبراهه، خیام، ابوریحان، ابن‌سینا، کپلر، گالیله، کِلوین، کلازیوس، فاراده، کلارک-ماکسول، پلانک و انیشتین بوده است. به ادعای مدارک ثبت شده، همه این افراد نه تنها به خدا معتقد بوده‌اند بلکه هر قدمی را که در مسیر علم برمی‌داشتند به امید شناختن بیشتر خدا بوده است. عده‌ای از این افراد و از جمله گالیله ابراز می‌کردند که رابطه خاصی با خدا دارند. فاراده قبل از هر جلسه کلاس دعا می‌خواند. اینها اعتقاد داشته‌اند که خداوند همان جهان ساده اولیه و همان چند قانون فوق‌العاده زیبا و سادهٔ اولیه را خلق کرده است. همگی نیز در تلاش بودند تا همان قوانین ساده را که حاصل ذهن خدا بوده‌اند کشف کنند. گالیله به دنبال آخرین کشف خود اینگونه از خدا تشکر می‌کند: "چقدر زیباست که اکنون من همانگونه می‌اندیشم که تو اندیشیده‌ای. کمکم کن تا بیشتر چون تو بیاندیشم."

باید توجه کرد که در حال حاضر فیزیک تنها با پدیده‌های محدود سروکار دارد، حال آنکه مذهب بیشتر بر روی مشخصه‌های نامحدود و بی‌نهایت متمرکز است. مذهب صفاتی را به

www.IR-DL.com

خداوند نسبت می‌دهد که همگی با کلمه بی‌نهایت همراهند. وقتی خدای توانا و مهربان را ذکر می‌کند منظور بی‌نهایت توانا و بی‌نهایت مهربان است چراکه صِرفِ محدودکردن مقدار توانایی یا مهربانی متضاد با تعریفی است که همان مذهب ارائه می‌کند. فیزیک چندان علاقه‌ای به اصطلاح "بی‌نهایت" ندارد. اینکه بگوییم شدت میدان به سمت بی‌نهایت میل می‌کند از نظر فیزیکدانها هیچ خوشایند نیست چرا که واقعیتِ چنان فرآیندی در پدیده‌های فیزیکی موجود نیست.

برعکس، در علم ریاضی بکرات از اصطلاح "بی‌نهایت" استفاده می‌شود. ریاضی علمی است بر پایه منطق و زبان ریاضی یک زبان جهانی است که بر اساس قوانین ساده، زیبا و منطقی شکل گرفته است. هر زبانی محدودیت خاص خودش را دارد و ناتوان از بیان پاره‌ای از واقعیات است. زبان ریاضی عاری از چنان محدودیت‌هایی است و حتی گاه از واقعیاتی بحث می‌کند که هنوز ذهن بشر توانایی درک آنها را ندارد. شاید روزی برسد که زبان ریاضی بتواند از همان خدایی صحبت کند که مذهب ارائه می‌کند. فعلا، زبان فیزیک فاقد چنین توانایی است. خوشبختانه، فیزیک نیاز شدیدی به ریاضی دارد و اساسا وابسته به آن است. تئوری‌های فیزیک از ریاضیات بسیار پیشرفته‌ای استفاده می‌کنند و فیزیک جدید بدون ریاضیات بی‌معنی خواهد بود. بنابراین، زمانی که پیشرفت فیزیک به بی‌نهایت میل کند، خدای فیزیک، خدای ریاضی و خدای مذهب یکی خواهند شد، چراکه تنها یک خدا وجود دارد. تنها آنگاه ذهن خدا را درک خواهیم کرد و متوجه خواهیم شد که درک نسل‌های قبلی‌مان هم کمتر از ما نبوده است که گفته‌اند:

'یکی بود، یکی نبود. غیر از خدا هیچکس نبود.

برخیزم و عزم باده ناب کنم — رنگ رخ خود به رنگ عناب کنم
این عقل فضول‌پیشه را مشتی مِی — بر روی زنم چنانکه در خواب کنم

www.IR-DL.com