

جہان اسرار آمیز

اثر

سیو جیمس جینس

ترجمہ

ر. داوری



پاکستان ترجمہ و نشر کا گھر

مجموعهٔ معارف عمومی

برای جوانان

شمارهٔ ۲

جهان اسرار آمیز

اثر

میر جیمس جینس

ترجمهٔ

روح‌انگیزداوری



نگاه ترجمه و نشر کتب

تهران ، ۱۳۴۸

انتشارات
بنگاه ترجمه و نشر کتاب

۱۸۹

مجموعه معارف عمومی

۲



بنگاه ترجمه و نشر کتاب

چاپ اول : ۱۳۴۳

چاپ دوم : ۱۳۴۸

شماره ثبت کتابخانه ملی $\frac{۳۵۴}{۴۸/۵/۸}$

از این کتاب سه هزار نسخه روی کاغذ ۱۴۱۰
در چاپخانه زیبا به طبع رسید
حق طبع مخصوص بنگاه ترجمه و نشر کتاب است

غرض از انتشار مجموعهٔ معارف عمومی این است
که يك رشته کتب ارزنده در فنون مختلف علوم و معارف
به معنی وسیع آن که برای تربیت ذهنی افراد و تکمیل
اطلاعات آنان سودمند باشد به تدریج ترجمه شود و در
دسترس طالبان قرار گیرد .

امید می رود که این مجموعه در مزید آشنایی
خوانندگان با جهان دانش و مسائل علمی و فرهنگی
دنایای امروز مؤثر واقع شود و فرهنگ دوستان و دانش-
پژوهان را به کار آید .

فهرست

۹	مقدمه
۱۳	فصل اول - خورشید روبزوال میرود
۲۴	فصل دوم - فیزیک در دنیای امروز
۵۰	فصل سوم - ماده و تشعشع
۷۴	فصل چهارم - تئوری نسبیت و اثر
۹۴	فصل پنجم - در اعماق آبها

مقدمه

امروزه هر جوان تحصیلکرده‌ای مایل است دانش خود را نه تنها درباره دنیائیکه در آن زیست میکند بلکه راجع به جهان شگفت ولایتناهی که دنیای ما را دربرگرفته است بسط دهد .

قدما با دیدن میلیونها ستاره درخشان در آسمان هنگام شب چاره‌ای جز اظهار تعجب راجع به ماهیت آنها و چگونگی پیدایش و ارتباط آنها با زندگی ساکنین کره ارض نداشتند . این موضوع که کره زمین مرکز جهانست از طرف آنها کاملاً طبیعی بنظر میرسید .

چون مشاهده می‌کردند که دسته‌ای از ستارگان ظاهراً بیشتر از کره ماه منتها با همان کیفیت وضع خود را تغییر میدهند . اکنون ما میدانیم که حرکات کره زمین باعث میشود که ساکنین نیمکره شمالی تصور کنند ستاره‌ها بدور ستاره قطبی میچرخند . مطالعات بشر درباره وضع ستارگان یعنی علم ستاره‌شناسی مبحث بسیار جالب و مفصلی است اما موضوع این کتاب تشریح وضع فعلی بررسیهای علمی در اطراف این جهان است و این تحقیقات چکیده

مطالعات دانشمندان بزرگ جهان در قرون متمادی می‌باشد .
 بین چهار تا پنجهزار سال پیش ستاره‌شناسان چین مطالعات
 وسیعی در اطراف وضع ستارگان بعمل آوردند . در هندوستان
 نیز مقارن با همان زمان مطالعاتی در اطراف مشتری و زحل بعمل
 آمد . مردمان بابل هم در ستاره‌شناسی مهارت زیادی داشتند و
 نظریاتی در مورد بازگشت ستاره‌های دنباله‌دار اظهار کرده‌اند .
 مصریان قدیم نیز از طرفداران جدی ستاره‌شناسی محسوب
 میشدند و باین علم جنبه مذهبی داده بودند . ستاره‌شناسی
 در بین یونانیها بیشتر جنبه علمی داشت و نظریه گردش زمین بدور
 محور خود و حرکت آن بدور خورشید اول بار بوسیله آنها عرضه
 گردید .

در قرن دوم این عصر کلودیوس پتولمی Claudius Ptolemy
 ریاضیدان مشهور مصری تئوری دیگری عرضه کرد که کاملاً عکس
 این فرضیه بود این دانشمند کره زمین را مرکز جهان فرض کرده
 بود و معتقد بود که ماه و خورشید و سیارات بدور زمین می‌چرخند .
 این تئوری تا چهارده قرن بقوت خود باقی بود .

عربها از نیمه دوم قرن هشتم برای مدت چهارصد سال
 ستاره‌شناسی پرداختند و بهمین علت هم هنوز اغلب ستارگان
 دارای اسامی عربی می‌باشند در قرن شانزدهم کاپرنیکوس «Capernicus»
 تئوری دیگری عرضه کرد (یا تجدید کرد) طبق این تئوری خورشید
 مرکز منظومه شمسی محسوب گشته و زمین و سایر سیارات بدور
 آن می‌گردیدند از آن زمان بعد دانشمندان متعددی در این زمینه

بتحقیق پرداختند کاپلر معتقد بود که مسیر سیارات بدور خورشید
 بشکل دایره نیست بلکه بیضی شکل میباشد ولی بالاخره تلسکوپ
 گالیله صحت تئوری کاپرنیکوس را بثبوت رساند و راه هر نوع
 احتمال جدیدی را مفتوح ساخت از آنزمان ببعد ستاره‌شناسی از
 هر لحاظ روبه پیشرفت گذاشت. نیوتن در مورد تئوریهای خود
 درباره قوه جاذبه از عملیات کپلر «Kepler» استفاده نموده است.
 اختراع عکاسی و اسپکتروسکوپ نیز زمینه را جهت
 اکتشافات جدید و بسیار مهمی آماده نمود.

مؤلف این کتاب سیرجیمس جینز «Sir James Jeans» یکی
 از دانشمندان برجسته عصر جدید محسوب میشد. نامبرده استاد
 کرسی ستاره‌شناسی مؤسسه سلطنتی لندن بود و در طی ۴۰ سال
 اول این قرن مناصب متعدد و عمده‌ای بعنوان استاد و خطیب در
 رشته ستاره‌شناسی و ریاضی در آمریکا و انگلستان بخصوص
 دانشگاه کمبریج احرار نموده است این دانشمند کتابهای مختلفی
 در رشته ستاره‌شناسی و ریاضی و همچنین مباحث علمی دیگر برشته
 تحریر درآورده است. وی با سبک ساده و روشن خود هزاران
 نفر از مردم علاقمند را با بسیاری از آخرین کشفیات و تئوریهای
 علمی در رشته‌های بخصوص آشنا ساخته است.

سیرجیمس در سال ۱۹۴۶ چشم از این جهان فرو بست.
 در مقدمه‌ای که خود بر این کتاب نوشته است میگوید:

عقیده همگانی بر این است که روش جدید آموزش
 ستاره‌شناسی و علوم طبیعی تحولات عمده‌ای در نظریات ما راجع

به جهان بطور اعم و بالاخص در مورد مفهوم واقعی حیات بشر ایجاد مینماید این مسئله باید از لحاظ فلسفی مورد بحث قرار گیرد اما قبل از اینکه فلاسفه بتوانند در این زمینه اظهارنظری بکنند باید برای پیدا کردن حقایقیکه تاکنون کشف گردیده و همچنین تئوریهاییکه هنوز بثبوت نرسیده است نخست از علم مدد خواست و تنها در اینموقع است که این بحث بفلسفه راه مییابد .

لندن ۱۹۴۹

فصل اول

خورشید روبزوال می‌رود

تعداد کمی از ستارگان وجود دارند که آنقدرها با زمین تفاوت نداشته ولی اکثر آنها بقدری بزرگند که هر يك گنجایش صدها هزار کره زمین بلکه بیشتر را دارند. کم‌ویش در بین آنها ستاره‌ای عظیم میتوان یافت که گنجایش میلیون‌ها میلیون کره زمین را دارا میباشند.

تعداد ستارگان موجود در جهان محتملا معادل مجموع شن‌های کلیه سواحل دنیاست. از این‌رو با مقایسه مجموع اجسام موجود در جهان میتوانیم بخردی خانه خود در فضا پی‌بیریم.

میلیون‌ها ستاره در فضا سرگردانند تعداد کمی بحالت اجتماع حرکت میکنند ولی اکثر ستاره‌ها بطور انفراد در گردشند و فضائیکه این کواکب در آن گردش میکنند بحدی وسیع است که بسیار بندرت اتفاق میافتد یکی از آنها بدیگری نزدیک شود. این ستارگان قسمت اعظم مسیر خود را در تنهایی مطلق طی مینمایند

مانند سفینه‌ای که به تنهایی در روی اوقیانوسی حرکت کند . چنانچه ستارگان را بکشتی تشبیه کنیم حد متوسط فاصله يك كشتی با کشتی دیگر يك ميليون ميل خواهد بود . از این رو بخوبی میتوان فهمید که چرا ستارگان بندرت در نزدیکی یکدیگر قرار میگیرند . گویانکه ما معتقدیم که در حدود دوهزار میلیون سال قبل این واقعه کم نظیر اتفاق افتاده است یعنی یکی از ستارگانیکه در فضا سرگردان بوده در مسیر خود تصادفاً بخورشید نزديك میشود و همانطور که خورشید و ماه در کره زمین ایجاد جزرومد مینمایند ، این ستاره هم بقرار معلوم در خورشید ایجاد جزرومد نموده است ولی مسلماً این جزرومد با آنکه کره ماه در اقیانوسهای زمین ایجاد مینمایند تفاوت بسیار داشته است . موج عظیم جزرومدی در سطح خورشید بحرکت درآمده و سرانجام تشکیل کوه بزرگی میدهد که ارتفاع آن حتی بتصور هم در نمیآید ، هر قدر این عامل انقلاب بخورشید نزدیکتر میشده ارتفاع کوه هم بهمین نسبت افزون میگشته و قبل از اینکه این ستاره مجدداً از خورشید فاصله بگیرد خاصیت جزرومدی آن بحدی قوی میگردد که کوه مزبور را متلاشی و قطعات آنرا بخارج پرتاب مینماید این قطعات كوچك از آن زمان تا کنون پیوسته در اطراف خورشید در گردش میباشند این ستارگان بزرگ و كوچك سیارات نام دارند و زمین ما نیز یکی از آنهاست .

خورشید و سایر کواکبی که در آسمان مبینیم عموماً دارای حرارتی بسیار شدید میباشند ، خیلی شدیدتر از آنکه موجود زنده‌ای در آنها بوجود آید ، قطعات جدا شده از خورشید در

ابتدا دارای همین حرارت بوده ولی بتدریج حرارت خود را از دست داده اند و حرارت بسیار مختصری از خود دارند آنها حرارت خود را از خورشید کسب مینمایند . بمرور زمان در یکی از همین قطعات سرد شده آثار حیات بوجود می‌آید. اما اینکه آیا چگونه یا در چه زمان و چرا چنین امری اتفاق افتاده است ما از آن بی‌خبریم ، ولی شروع این کیفیت از عامل ساده‌ای بوده که در درجه اول نیروی حیاتی عبارت بوده از خاصیت تولید مثل قبل از مردن و از همین آغاز ساده شالوده حیات ریخته شد که هر روز از روز پیش مبهم‌تر و پیچیده‌تر گردید تا سرانجام منتهی به پیدایش موجوداتی گشت که زندگی آنها روی احساسات - آمال ، حس زیباپرستی و بالاخره ایمان یعنی همان نیروئیکه در آن بالاترین امیدها و شریفترین خواسته‌های بشری قرار دارد استوار شد .

گرچه بطور یقین معلوم نیست ولی با احتمال قوی بشر نیز با همین کیفیت بوجود آمده است و اکنون می‌خواهد در دنیای خود که بامقایسه با عظمت این جهان سنگریزه‌ای بیش نیست بکشف اسرار جهانی که او را احاطه کرده است پردازد . اولین احساس بشر در مورد این جهان اسرارآمیز چیزی شبیه بترس و بیم است او جهان را ترسناک می‌بیند بخاطر بعد مسافتات که حتی بفهم او هم نمی‌گنجد، بخاطر طول زمان که بعدی است که حتی سراسر تاریخ زندگی بشر در مقابلش بحساب نمی‌آید بخاطر احساس تنهایی مفرط و بالاخره بخاطر ناچیزی خانه او در مقابل عظمت این دنیای بزرگ ولی از اینها همه بالاتر وحشت بشر از این جهان بیشتر از

اینجهت است که میدانده که بجز در کره زمین در هیچ کجای دنیا آثاری از حیات بنظر نمیرسد. در حقیقت در قسمتی از فضا برودت بحدی است که موجودات منجمد میگردند و بعکس در قسمت دیگر فضا حرارت باندازه‌ای شدید است که زندگی در آن محال بنظر میرسد. گذشته از اینها کلیه اجرام معلق در فضا دائماً در مسیر پرتو-های مختلفی قرار دارند که تماماً برای موجودات مضر بلکه موجب هلاک آنها میگردند. از اینرو بسیار بعید بنظر میرسد که موجودات جاننداری در سیارات دیگر وجود داشته باشد.

این موضوع را نیز باید بخاطر داشته باشیم که واقعه‌ای که باعث پیدایش منظومه شمسی گردیده است کاملاً استثنائی و بی نظیر است. محاسبات دقیق نشان داده است که بسیار بندرت ممکن است از این نوع منظومه در فضا وجود داشته باشد. تا آنجا که ما اطلاع داریم زندگی بصورتیکه در کره زمین میسر است فقط در سیاراتیکه دارای شرائط مشابه هستند امکان پذیر میباشد. لازمه پیدایش موجودات جاندار در درجه اول شرایط طبیعی مناسب است که مهمترین آنها درجه حرارت معین است درحالی که درجه حرارت سایر سیارات خیلی بیش از حد لزوم میباشد در حقیقت میتوان این کواکب را به مجموعه‌ای از آتش تشبیه کرد که در فضا پراکنده‌اند و هوای اطراف خود را گرم مینمایند در فضای وسیع پشت کهکشان برودت بی حد وجود دارد در فاصله زیاد از این کواکب سوزان میزان برودت صدها درجه زیر صفر است و در مجاورت آنها حرارت هزاران درجه بالای صفر است بطوریکه کلیه اجسام

ذوب گردیده و مایعات بجوش میآیند .

فقط روی يك خط کمربندی باریکی دورتادور این سیارات آتشین که در فاصله معینی از سیاره قرار گرفته و دارای هوای معتدل باشد وجود حیات امکان پذیر است در بیرون این خط موجودات منجمد و در درون آن نیز گداخته میگردند . يك محاسبه اجمالی نشان میدهد که مجموع این خطوط کمربندی که دارای هوای مناسب هستند کمتر از يك هزار میلیون میلیونیم کلیه فضا میباشد حتی در آنها نیز بندرت احتمال میرود که جاننداری وجود داشته باشد زیرا خیلی بعید بنظر میرسد که سایر خورشیدها هم مانند خورشید ما سیاراتی بخارج پرتاب کرده باشند . با احتمال قوی از صدها هزار سیاره فقط یکی ممکن است دارای سیاره ای باشد که بفاصله لازم از آن قرار گرفته و در نتیجه برای زندگی مناسب باشد .

هنوز بدرستی معلوم نشده که آیا شرایط طبیعی مناسب به تنهایی برای ایجاد حیات کافی است یا خیر؟ عده ای از دانشمندان عقیده دارند که چون زمین متدرجاً سرد گردیده است ایجاد حیات در آن کاملاً طبیعی بلکه اجتناب ناپذیر بنظر میرسد . برخی دیگر معتقدند که کره زمین در اثريك اتفاق بوجود آمده پس باید اتفاق دیگری باعث پیدایش موجودات جاندار در آن شده باشد . هر جسم زنده تشکیل شده از اتمهای شیمیائی معمولی - مانند کربن که در ذغال یافت میگردد هیدروژن و اکسیژن که در آب وجود دارد و نیتروژن که در هوا یافت میشود . بقرار معلوم انواع اتمهای لازم برای ایجاد حیات هنگام تکوین کره زمین وجود داشته است و

ممکنست بمرور زمان یکدسته از این اتم‌ها تصادفاً در کنار یکدیگر
بترتیبی قرار گرفته باشند که در يك سلول زنده قرار دارند . البته
با بودن وقت کافی این مسئله امکان پذیر است کما اینکه اگر شش
میمون را بکار ماشین نویسی بگماریم خواهند توانست پس از
میلیونها سال بطور تصادف تمام کتابهای موزه بریتانیا را ماشین
کنند .

اما آیا اتمهاییکه باین نحو در کنار یکدیگر قرار دارند
میتوانند تشکیل يك سلول زنده بدهند ؟ عبارت دیگر آیا يك
سلول زنده تشکیل شده از اتمهای معمولی که بطرز غیر معمولی در
يك سلول قرار گرفته باشند ؟ یا عامل دیگری هم وجود دارد ؟
آیا فقط از اتم تشکیل شده یا از اتم که حیات بآن اضافه شده باشد ؟
روزی خواهد رسید که بشر بتواند باین حقیقت که آیا در کرات
دیگر نیز موجودات جاندار وجود دارد یا خیر پی ببرد و این کشف
اثر مهمی روی دانش بشر راجع بفلسفه حیات خواهد داشت و
احتمال میرود که انقلابی عظیم در عالم علم و دانش ایجاد نماید
مسئله خیلی بیش از آنچه که فرضیه‌های گالیله و داروین بوجود
آورده است .

بهر حال این مسئله هنوز روشن نیست که آیا عناصر زنده‌ای
که از اتمهای معمولی تشکیل یافته‌اند اصولاً از آن نوع اتمهایی
تشکیل شده‌اند که میتوانند با یکدیگر ترکیب شده و تشکیل
دسته‌های فوق العاده بزرگ بنام ملوکول بدهند !
اکثر اتمها فاقد این خاصیت هستند مثلاً اتمهای هیدروژن

و اکسیژن ممکن است با یکدیگر ترکیب شده و تشکیل ملوکول - های هیدرژن (H_2 یا H_3) اکسیژن (O_2) آب (H_2O) یا آب اکسیژنه (H_2O_2) بدهند ولی هیچیک از این ترکیبات بیش از چهار اتم ندارند. اضافه شدن نیتروژن تغییرچندانی در ماده نمیدهد. ترکیبات هیدرژن - اکسیژن و نیتروژن تماماً دارای مقدار نسبتاً کمی اتم هستند ولی افزودن مقدار کربن تغییر عمده‌ای ایجاد مینماید. ترکیبات اتمهای اکسیژن - هیدرژن - نیتروژن و کربن تشکیل ملوکولی می - دهند که حاوی صدها - هزارها بلکه ده‌ها هزار اتم میباشد و یک جسم زنده بویژه از ایندو ملوکول تشکیل شده است. تا یک قرن پیش عقیده عمومی براین اصل بود که برای بدست آوردن این عناصر یک نوع نیروی حیاتی لازم است. ولی دانشمندان پس از تجربیات زیاد باین نتیجه رسیدند که عناصر مختلفی در ترکیب یک جسم زنده وجود دارد، محتملاً نکته عمده‌ای که در تشکیل یک جسم زنده دخالت دارد تنها وجود «نیروی حیاتی» نیست بلکه وجود همان کربن معمولی است که با ترکیب با اتمهای دیگر معمولاً تشکیل ملوکول بزرگی میدهند.

اگر این فرضیه صحیح باشد پس باید آثار حیات در سراسر جهان وجود داشته باشد چون، اتم کربن دارای خواص غیرمتعارفی میباشد و از این جهت از لحاظ شیمیائی حائز اهمیت است که بین فلزات و غیر فلزات واقع شده ولی هنوز معلوم نشده است چه خاصیتی در ترکیبات فیزیکی کربن موجود است که باعث ترکیب سایر اتم‌ها با یکدیگر میشود. اتم کربن از شش الکترون

تشکیل شده که بدور يك هسته مرکزی می چرخند، مانند شش سیاره که بدور يك خورشید بچرخند و فرق آن با اتم برن و نیتروژن که در بین عناصر شیمیائی از همه به کربن نزدیکتر میباشند اینست که يك الکترون از اولی بیشتر و يك الکترون از دومی کمتر دارد . گویا این حقیقت علت واقعی تفاوت بین حیات و عدم آن باشد . بی شك دلیل اینکه چرا اتم شش الکترونی دارای چنین خاصیت غیر معمولی است یکی از اسرار طبیعت بوده و فیزیک ریاضی هنوز به کشف آن نائل نگردیده .

موارد مشابه این موضوع در شیمی زیاد مشاهده گردیده مثلا خاصیت مغناطیسی آهن بیشتر از نیکل و کوبالت است اتمهای این اجسام ۲۶ و ۲۷ و ۲۸ الکترون دارند . خواص مغناطیسی سایر اتمها خیلی کمتر است . از اینجهت بعلمتی که هنوز فیزیک ریاضی موفق به کشف آن نشده است مغناطیس بستگی به خواص ویژه اتمهای ۲۶ و ۲۷ و ۲۸ الکترونی (بخصوص ۲۶ الکترونی) دارد رادیو اکتیویته طبیعی نیز که میتوان آنرا بعنوان سومین نمونه ذکر کرد بجز استثنائات خیلی جزئی فقط در اتمهایی وجود دارد که دارای از ۸۳ تا ۹۲ الکترون باشند . ولی علت آن نیز هنوز نامعلوم است .

بنابر این علم شیمی فقط میتواند مسئله حیات را در ردیف رادیو اکتیویته و مغناطیس قرار دهد و بس . این جهان لایتناهی تحت قوانین معینی اداره میگردد که طبق آن قوانین اتمهایی که دارای تعداد معینی الکترون میباشند یعنی ۶ تا ۲۶ تا ۲۸ و ۸۳ تا ۹۲

خواص مخصوصی دارند که در حیات ، مغناطیسی و رادیواکتیویته بظهور میرسد . ولی این نظریات تا آنجائی صادق است که علم پیشرفت کرده چون هیچ دانشمندی نمیتواند نظریه‌ای را بعنوان امر مسلم عرضه کند مگر اینکه بمرحله ثبوت رسیده باشد .

دانش ما در مورد مسئله خلقت تا آنجائی کشیده شده که علم در حال حاضر ما را راهنمایی میکند . هر وقت بخواهیم در اطراف مسائلی از قبیل مبدأ خلقت - غرض از پیدایش بشر یا سرنوشت آتیه حیات در کره ارض - فکر کنیم مجدداً ترس وجود ما را فرامیگیرد .

زندگی با کیفیتی که ما از آن اطلاع داریم فقط در شرایط معینی از نظر نور و حرارت ممکن است وجود داشته باشد . علت اینکه در کره ارض موجودات زنده وجود دارند اینست که زمین از اشعه خورشید درست بهمان میزانیکه لازم است استفاده میکند . بهم خوردن این تعادل بهر کیفیتی که باشد یعنی خواه اشعه بیشتر بتابد یا کمتر باعث از بین رفتن تمام موجودات روی زمین خواهد گردید . بهم خوردن این موازنه هم محال بنظر نمیرسد .

بقرار معلوم بشر اولیه که در نواحی یخبندان زندگی میکرد پیوسته با بیم و هراس بآتیه مینگریسته که مبادا روزی خانه‌اش در زیر یخ منهدم گردد ، هر سال مقدار بیشتری یخ بدره‌ها سرازیر میشده و هر زمستان خورشید نسبت بزمستان قبل حرارت کمتری پخش میکرد است . در نظر او همانطوریکه بعضی از ما فکر میکنیم جهان نامهربان بلکه دشمن موجودات بوده است .

بشر امروزی نیز که بمقدار لازم از نور خورشید استفاده مینماید پیش‌بینی کرده که عصر یخ دیگری با کیفیت متفاوت کره زمین را تهدید مینماید . پس بقرار معلوم سرنوشت ساکنین کره زمین اینست که در اثر برودت از بین بروند در حالیکه هنوز قسمت اعظم جهان در حرارت خورشید گداخته میگردند . از آنجائیکه خورشید منشاء خارجی برای کسب حرارت ندارد ، لابد از میزان پخش اشعه حیات بخشش کاسته میگردد . بنابراین آن قسمت از فضای اطراف آن که منحصرأً قابل زیست میباشد باید بخورشید نزدیکتر گردد . کره زمین هم برای اینکه بتواند حرارت لازم را کسب کند بایستی بتدریج بخورشید که روبزوال میرود نزدیکتر شود و حال آنکه علم نشان میدهد که طبق قوانین طبیعت کره زمین متدرجاً از خورشید فاصله میگیرد و هر دم بفضای سرد و تاریک خارج نزدیکتر میشود و تا آنجا که ما اطلاع داریم این رویه ادامه خواهد یافت تا زمانی که کلیه موجودات زنده زمین در اثر شدت برودت منهدم گردند مگر اینکه واقعه دیگری رخ دهد که قبل از آن موعد این موجودات را از بین ببرد . این مسئله فقط در مورد کره زمین صدق نمیکند بلکه کلیه خورشیدها مانند خورشید ما روزی زوال خواهند پذیرفت و چنانچه موجود زنده‌ای در سیارات دیگر وجود داشته باشد همگی بهمین سرنوشت دچار خواهند شد .

علم فیزیک در این مبحث با نجوم هم عقیده است . طبق یکی از قوانین طبیعت زمانی خواهد رسید که درجه حرارت کلیه اجسام این جهان یکسان شود و این حرارت بقدری نازل خواهد

بود که در آن هیچ ذیروحي قادر بادامه حیات نخواهد بود .
 گرچه سؤالاتی از این قبیل « آیا سرنوشت کلیه موجودات
 اینست که در اثر برودت هوا بکلی منهدم گردند ؟ » و « آیا تمام
 آرمانهای بشر پایان خواهد پذیرفت چنانکه گوئی اصلاً وجود
 نداشته است ؟ » مورد بحث علم نجوم است ولی جواب آنها را
 باید در فیزیک جستجو کرد . چون علم هیئت از وضع فعلی جهان
 و عظمت و وسعت فضا و مقایسه زمین ما با فضای لایتناهی و
 همچنین از تغییراتی که با گذشت زمان احداث میشود گفتگو میکند
 ولی ما برای یافتن جواب سؤالاتمان باید در عمق اجسام فرو رویم
 و این ارتباطی با علم نجوم ندارد بلکه مستقیماً با علوم طبیعی جدید
 مرتبط است .

فصل دوم

فیزیک در دنیای امروز

عوامل طبیعت در نظر بشر اولیه قطعاً بسیار پیچیده و بفرنج بوده حتی ساده‌ترین حوادث مثل سقوط اجسام ، فرورفتن سنگ در آب و قرار گرفتن چوب در روی آب . از اینها گذشته مسائل پیچیده‌تر دیگری با نوع متفاوت نیز وجود داشته است مثلاً درختی در جنگل دچار برق‌زدگی می‌شده در حالی که درخت دیگری با همان اندازه در کنار آن کاملاً سالم بجا میمانده یا ماه‌نو دریک زمان آب و هوای خوب ایجاد می‌کرده و وقت دیگر هوای بد .

بشر اولیه خود را بادنیا ئی روبرو میدیده که در نظر او عملیاتش مثل اعمال خود او بی برنامه انجام می‌شده . اولین اندیشه بشر این بود که طبیعت را با خودش قیاس کند هر اتفاقی که بنظر خود او برخلاف سیر عادی طبیعت بوده آنرا بغضب خدایان یا بارواح خبیثه نسبت میداده البته پس از مطالعات زیاد قانون علیت کشف گردید و این

قانون بمرور زمان یکی از قوانین اصلی طبیعت بشمار آمد . این عامل گرچه از سایر عوامل بکلی مجزا است ولی در عمل دارای اثرات مشابه است . پس وقایع و حوادثی که در هر لحظه‌ای از زمان رخ میدهد ارتباطی با ارواح ندارد بلکه تحت یک سلسله قوانین تغییرناپذیری مربوط میشود بچگونگی وضع اشیاء در لحظات قبل و این کیفیت ادامه دارد تا برسد بمبدأ اشیاء . از اینرو کلیه حوادث و وقایع طبیعت بستگی دارد بوضع‌ی که زمین هنگام تکوین داشته و این وضع از همان ابتدا تثبیت گردیده است طبیعت در یک مسیر معین سیر خود را ادامه می‌دهد تا برسد بسرانجامیکه مقدر شده است . بطور خلاصه قدرتی که این جهان لایتناهی را پدید آورده از همان ابتدا سرنوشت آنرا تعیین کرده است . بشر پیوسته باین عقیده بوده که خودش شخصاً میتواند در جریان حوادث بمیل خود مؤثر باشد گرچه محرك او در این عقیده بیشتر احساساتش بوده تا تجربه و علم ، ولی بعداً معلوم گردید که قانون علیت عامل اصلی حوادث و اتفاقاتی بوده که بشر اولیه آنرا بارواح خوب یا بد نسبت می‌داده است .

در قرن هفدهم یعنی قرن بزرگ گالیله و نیوتن بود که این قانون بنام قانون اصلی طبیعت شناخته شد . مناظر عجیب و غریبی که در آسمان بنظر میرسید معلوم گردید که نتیجه قانون جهانی نور بوده است . ستاره دنباله‌دار که سابقاً علامت سقوط امپراطوری‌ها یا مرگ سلاطین محسوب میشد ثابت گردید که حرکتش تابع قوانین جهانی جاذبه است .

کشف این حقائق بشر را باین نتیجه رساند که جهان را بیک ماشین تشبیه کند و این فکر متدرجاً قوت گرفت تا نیمه دوم قرن نوزدهم و همین موقع بود که شخصی بنام هلمهولتز (Helmholtz) نظر داد که علوم طبیعی باید بروش مکانیکی تشریح گردد لردکلوین (Lord Kelvin) اعتراف کرد که تا از چیزی مدل مکانیکی تهیه نکند آنرا بدرستی نمی فهمد. نامبرده نیز مانند بسیاری از دانشمندان قرن نوزدهم در رشته مهندسی مقام ارجمندی داشت. سایرین هم اگر مایل بودند ممکن بود بآن مقام برسند زیرا قرن نوزدهم عصر دانشمندان رشته مهندسی بود که هدف عمده آنها ساختن مدلهای مکانیکی از طبیعت بود. این دانشمندان حتی خواص گازها، مایعات و اجسام را نیز بروش مکانیکی تشریح میکردند مجاهداتی نیز بعمل آمد که در مورد نور و قوه جاذبه هم همین رویه را بکاربرند حتی عدم موفقیت در این زمینه نیز تغییری در عقیده علما راجع بامکان تشریح سراسر جهان بروش مکانیکی ایجاد نکرد منتها باین نتیجه رسیدند که با صرف مساعی بیشتری بخوبی میتوان ثابت نمود که طبیعت نیز خود یکنوع ماشین محسوب میشود.

این نظریات اثر مهمی در معتقدات علماء راجع بحیات بشر داشت هر نوع کشتی در مورد قانون علیت و هر گونه موفقیتی در زمینه تشریح مکانیکی طبیعت امکان تأثیر اراده بشر را دشوارتر میساخت چه اگر طبیعت تابع قانون علیت بود چرا باید مسئله حیات را از آن مستثنی نمود؟ از این نظریات فلسفه های

قشری قرون هفده و هیجده و نیز واکنش های طبیعی آن یعنی فلسفه ایده آلیسم به ظهور رسید . ظاهراً علم دنیا را بماشین بزرگی تشبیه می کند ، ولی طبق نظریات ایده آلیستی دنیا زاده اندیشه و خیال است و نتیجتاً از اندیشه تشکیل شده است .

تا اوائل قرن نوزدهم هنوز مسئله حیات را چیزی تعبیر می کردند که از قسمت غیرزنده طبیعت مجزا باشد . بعداً کشف شد که سلولهای زنده عیناً از همان اتم های شیمیائی تشکیل گردیده که اجسام بی جان درست شده است . بنابراین میبایست تابع همان مقررات طبیعی باشد ولی بالاخره این سؤال پیش آمد که چرا اتمهای بخصوصیکه بدن و مغز ما را تشکیل میدهند باید از قانون علیت مستثنی باشند ؟ رفته رفته این عقیده پیدا شد که در حقیقت خود حیات هم طبعاً میکانیکی است و به عقیده عده ای فرق بین مغز نیوتن و باخ یا میلانز با یک ماشین چاپ و یک شیپور یا یک ماشین اره کنی در این است که ساختمان مغز این متفکرین پیچیده تر و مبهم تر بوده است .

باگذشت قرون تحولاتی نیز در اندیشه های علمی پیدا شد دانشمندان اولیه فقط می توانستند اجسامی را مورد مطالعه قرار دهند که با چشم دیده میشدند یا قابل لمس بودند کوچکترین اجسام مورد آزمایش آنها حاوی میلیون ها ملوکول بود ، پس مسلماً اجسامی باین اندازه طرز عملش ماشینی خواهد بود ولی این دلیل نمیشود که یک ملوکول واحد هم همین طرز عمل را داشته باشد . هرکس بخوبی میتواند بفهمد کاری را که یکعده بطور دسته جمعی انجام

می‌دهند با کاریکه همان افراد به تنهایی انجام دهند چه فرق دارد .
 در اواخر قرن نوزدهم ابتدا مطالعه در طرز عمل ملوکول‌ها
 اتم‌ها و الکترون‌ها بطور انفراد انجام شد . و هنوز قرن بیایان
 نرسیده بود که دانشمندان کشف کردند بعضی عوامل طبیعت ،
 بخصوص تشعشع و جاذبه قابل تشریح بروش میکانیکی نمی‌باشند .
 هنگامیکه فلاسفه هنوز در این اندیشه بودند که آیا ممکن است
 ماشینی درست کرد که بتواند افکار نیوتن ، احساسات باخ یا اندیشه-
 های میکلائژ را منعکس سازد ؟ عده‌ای از متفکرین باین نتیجه
 رسیدند که هیچ ماشینی قادر نیست مثلاً نور شمع یا عمل سقوط
 سنگ را مجدداً ایجاد کند. سپس در ماههای آخر قرن پرفسور ماکس
 پلانک (Max Plank) آلمانی حقایقی در مورد تشعشع اظهار داشت که
 تا آن زمان مکتوم بود .

نظریه دانشمند مزبور نه تنها بروش غیرمیکانیکی عمل
 میشد بلکه ارتباط آن برشته‌های میکانیکی نیز غیرممکن بنظر
 میرسید بهمین علت هم مورد حمله و حتی استهزاء و تمسخر قرار
 گرفت ولی بالاخره موفقیت زیادی کسب کرد و بعدها بصورت
 تئوری « کوآنتوم » که یکی از پایه‌های فیزیک جدید است درآمد .
 گرچه در آن زمان هنوز کاملاً مشهود نبود ولی در حقیقت این
 نظریه پایان تئوری میکانیکی و آغاز تئوری جدید را اعلام
 میکرد .

تئوری پلانک بصورت اولیه فقط توانسته بود ثابت کند که
 سیر طبیعت بصورت جهش‌های کوچک شبیه بحرکت عقربه‌های

ساعت صورت می‌گرفت و با اینکه ساعت بطور دائم در حال پیشروی نیست معذلك مکانیکی بوده و کاملاً تابع قانون علیت می‌باشد. در سال ۱۹۱۷ اینشتین تأیید کرد که نظریه بلانك در وهله اول بنظر می‌آمد که اثرات بسیار مهمی داشته باشد. لیکن ممکن بود قانون علیت را که تا آنزمان بعنوان راهنمای خط مشی طبیعت شناخته شده بود بهم زند. طبق نظریه دانشمندان قدیم طبیعت فقط میتواند یکنوع خط سیر داشته باشد که آن خطسیر هم از ابتدا تا انتها بطور زنجیری از علت و معلول تشکیل شده بود. مثلاً وضع و حالت « الف » مربوط میشود بحالت « ب » و تا آنجا که علم جدید اظهار نظر کرده وضع « الف » ممکنست ارتباط داشته باشد بوضع « ب » یا « پ » یا « ت » تا آخر و بی‌شك وضع « الف » بیشتر با وضع « ب » بستگی دارد تا وضع « پ » و وضع « پ » تا « ث » همچنین علم میتواند احتمالات مختلف را نیز تعیین کند ولی چون از احتمالات بحث میکنیم نمیتوان بطور تحقیق نظر داد که مثلاً معلول فلان علت بخصوص در آتیه چه خواهد بود این مطلب خارج از حدود دانش علمی است.

يك مثال ساده این مطلب را روشن میکند ما میدانیم که اتمهای رادیوم و سایر اجسام رادیو اکتیو با گذشت زمان تبدیل باتمهای سرب و هلیوم میشود بطوریکه اگر مقداری رادیوم را در جایی قرار دهیم پس از مدتی رفته رفته از مقدار آن کاسته شده بجای آن سرب و هلیوم باقی میماند قانونیکه بموجب آن میزان این کاهش تعیین میشود بسیار قابل ملاحظه است مقدار رادیوم

عیناً بهمان نسبت کاهش پیدا میکند که جمعیت يك شهر ممکن است پیدا کند در صورتیکه توالد و تناسلی صورت نگیرد و افراد هم بدون سن و سال از بین بروند . یا آنکه عده‌ای سرباز بدون پناهگاه در مقابل رگبار مسلسل دشمن قرار گیرند . بطور خلاصه فرسودگی در مورد اتمهای رادیوم مفهومی ندارد . این اتمها باین علت از بین نمیروند که پایان حیاتشان رسیده است ، بلکه از اینجهت که اجل بعثتی بی‌موقع بسراغشان رفته است .

فرض کنیم اطاقی حاوی دوهزار اتم رادیوم باشد ، علم نمیتواند پیش‌بینی کند که چه مقدار از این اتمها پس از یکسال وجود خواهد داشت فقط ممکنست بطور احتمال ارقام ۲۰۰۰ - ۱۹۹۹ و غیره را ذکر کرد . و با احتمال قوی ممکن است این رقم ۱۹۹۹ باشد یعنی در سال بعد محتمل است که فقط يك اتم شکافته شده باشد . معلوم نیست که چرا از ۲۰۰۰ اتم فقط این يك اتم شکافته شده است . ممکنست در آتیه حدس زد که در اثر ضربه‌ای یا يك حرارت شدید این يك اتم شکافته شده است . ولی این فرض نمیتواند صحیح باشد چون اگر ضربه یا حرارت قادر بود یکی از اتمها را بشکافد پس میتوانست بقیه ۱۹۹۹ اتم را هم بشکافد و اگر این موضوع امکان پذیر بود فوراً دانشمندان برای شکافتن اتم رادیوم آنرا تحت فشار یا حرارت شدید قرار میدادند در حالیکه همه فیزیک‌دانها میدانند که این امر محال است و در هر سال از ۲۰۰۰ اتم رادیوم فقط يك اتم شکافته میشود . این تئوری را رادرفورد (Ratherford) و سودی (Soddy) در ۱۹۰۳ عرضه کردند .

البته تاریخ ممکنست تکرار شود و آنچه را که اکنون در طبیعت تصادفی تلقی میشود ممکنست زمانی در پرتو علم و دانش ثابت گردد که تابع قانون علت و معلول بوده است. در زندگی معمولی وقتی امری را بصورت احتمالی بیان می‌کنیم ثابت میشود که اطلاعات و دانش ما در آن زمینه کامل نبوده است مثلاً یک فرد عادی میگوید فردا محتمل است هوا بارانی باشد در صورتیکه یک هواشناس مجرب با مطالعه دقیق در وضع هوا اظهار نظر قطعی می‌کند که فردا حتماً هوا بارانی خواهد بود. بهمین نحو هم نظریاتی که در فیزیک جدید بصورت احتمالی بیان می‌شود ممکن است دلایل قطعی آن در طبیعت مخفی باشد.

مثال ذیل مؤید این مدعا است: در اوایل این قرن مک‌لنن (Mc Lennan) و رادرفورد و سایر دانشمندان اشعه‌ای کشف کردند که از فضا به اتمسفر زمین می‌رسید. این اشعه قدرت زیادی در عبور از اجسام داشت. نورهای معمولی بمقدار کم از اجسام عبور می‌کنند ما میتوانیم صورت خود را از نور آفتاب بوسیله یک صفحه کاغذ یا ورقه خیلی نازک فلزی بپوشانیم.

اشعه ایکس از تمام قسمتهای بدن عبور میکند و بهمین جهت هم پزشکان میتوانند از استخوانها عکسبرداری کنند ولی این اشعه از فلزیکه حتی ضخامت یک سکه باشد نمیتواند عبور کند لکن اشعه‌ایکه بوسیله مک‌لنن و رادرفورد کشف گردیده از قطعات بسیار ضخیم سرب یا فلزات دیگر بخوبی عبور مینماید. اکنون دانستیم که منشأ این اشعه که معمولاً آنرا اشعه

کیهانی مینامند در خارج از فضا بوده و بمقدار زیادی بزمین می‌تابد و قدرت تخریبی آن نیز فوق‌العاده شدید است این اشعه در هر ثانیه بیست اتم را در يك اینچ مکعب اتمسفر و میلیون‌ها اتم را در هريك از اندام ما میتواند بشکافد . گفته میشود که این اشعه ممکنست تحولاتیکه در تاریخ حیات بشر طبق تئوری جدید هرچند وقت یکبار اتفاق میافتد ایجاد نماید . محتمل است همین اشعه میمون‌ها را بانسان تبدیل کرده باشد .

بهمین نحو زمانی این اندیشه ایجاد شد که ممکن است تابش اشعه فوق‌الذکر روی اتم‌های رادیو اکتیو باعث شکافتن آنها گردد . این اشعه بطور اتفاقی گاهی با يك اتم و زمانی با اتم دیگر تصادف کرده و مانند سربازانیکه در زیر رگبار غیرمستقیم گلوله‌ها قرار گرفته باشند آنها را از بین میبرد و میزان تلفات نیز تحت قانونی است که قبلاً شرح داده شد . ولی این تئوری نتیجه مثبت بیار نیاورد و با يك تجربه بسیار ساده خلاف آن ثابت شد باین معنی که يك جسم رادیو اکتیو را بمعدن ذغالی بردند ولی مشاهده شد با آنکه در آنجا از اشعه کیهانی کاملاً محفوظ بوده اما اتمهای آن بهمان نحو سابق شکافته میشد .

گرچه این تئوری با شکست مواجه شد ولی اکثر فیزیک‌دانها انتظار دارند عامل فیزیکی دیگری برای شکافتن این اتم‌ها کشف گردد . در اینصورت میزان از بین رفتن اتمها بستگی به نیروی این عامل خواهد داشت معذلك باز هم در موارد دیگر اشکالاتی پیش می‌آید .

يك لامپ چراغ برق معمولی توسط سیم نازکی که بوسیله دینام بشدت گرم شده است روشن میگردد. دینام بسیم نیرو میدهد و سیم هم آنرا مجدداً بصورت اشعه منعکس می گرداند. در داخل سیم الکترون میلیونها اتم هریك بدور هسته مرکزی خود میگردند و بطور تصادفی نه بطور مداوم از يك مدار بمدار دیگر میجهند و با این عمل الکترون ها گاهی اشعه میگیرند و گاهی هم پس میدهند. در سال ۱۹۱۷ اینشتین این جهش ها را مورد مطالعه قرار داد. البته بعضی از آنها از خود اشعه و حرارت سیم تولید میشوند ولی این توضیحات برای بیان علت پخش نور بوسیله سیم کافی بنظر نمیرسد. این دانشمند معتقد بود که باید جهش دیگری نیز وجود داشته باشد ولی علت ایجاد این جهش هم مانند شکافتن اتم رادیوم هنوز نامعلوم است. بطور خلاصه ظاهراً باید این مسئله را نیز تصادفی تلقی کنیم.

گرچه ما هنوز از علت حقیقی این امر بی اطلاعیم ولی اینطور بنظر میرسد که حتماً عاملی در طبیعت که ما آنرا بنام تصادف ذکر کرده ایم موجب اختلال قانون علیت خواهد گردید ممکن است وقایع آینده آنطور که ما تاکنون فکر میکردیم ارتباط بگذشته نداشته باشد.

بسیاری از مسائل دیگر نیز بهمین نحو بوده است مثلاً پرفسور هیزنبرگ (Heisenberg) ثابت کرده که تئوری جدید کوآتوم بستگی دارد بقانونیکه آنرا جبر نامیده اند یعنی عدم ایجاد معلول معین از يك علت مشخص مدتهاست که ما از اعمال طبیعت

بنام نمونه کامل دقت یاد میکنیم . همه میدانیم چیزهائی که ساخته دست بشر میباشد خالی از نقص نیست و ضمناً از دیرزمانی باین عقیده بوده ایم که درونی ترین اعمال اتم نمونه کامل دقت بوده است و حال آنکه هیزنبرگ معتقد است که این نوع دقت مورد قبول طبیعت نیست و این بمثابة این است که پیچ و مهره این جهان مانند ماشین مستعملی شل شده باشد .

مثال فوق بهیچوجه در مورد این جهان صادق نیست زیرا نمیشود قبول کرد که جهان به نحوی فرسوده یا ناقص گردد . در يك ماشین فرسوده و مستعمل میزان فرسودگی در قسمتهای مختلف ماشین متفاوت است ولی این موضوع در عالم طبیعت با معیار اسرارآمیزی بنام واحد ثابت «H» پلانک سنجیده میشود که میزان آن در سراسر جهان یکسان است . این میزان در زمین و ستارگان بطرق مختلف تعیین میگردد ولی نتیجه همیشه یکی است .

عدم قطعیت که هیزنبرگ بدان اشاره کرده است تاحدی بستگی دارد به نقص نسبی ماشین هائیکه در مقاصد علمی مورد استفاده قرار میگیرند . عیناً مانند اینست که شخصی خود را وزن کند در حالیکه فقط وزنه های يك پوندی در اختیار دارد . کوچکترین واحدی که علم از آن اطلاع دارد الکترون میباشد بنابراین واحد کوچکتری در اختیار فیزیک دانها نیست . در حقیقت محدود بودن اندازه این واحد آنقدر اشکال تولید نمیکند که اندازه واحد اسرارآمیز «H» که تئوری «کوآنتوم» پلانک عرضه کرده است . مبنای این تئوری ، تعیین میزان جهش هائی است که

طبیعت هنگام حرکت دارد و چون اندازه این جهشها کاملاً محدود است اندازه گیری دقیق غیر ممکن بنظر میرسد عیناً مانند اینست که کسی بخواهد وزن خود را روی ترازویی که عقربه های آن با جهش حرکت میکند تعیین نماید .

بسیاری عوامل دیگر در طبیعت وجود دارد که نمیتوان آنها را تحت برنامه های صحیح در آورد مگر اینکه قانون جبر بیک نحوی شناخته شود . این آثار و بسیاری حقائق دیگر فیزیک دانها را باین نتیجه رسانیده است که در اموری که ارتباط با تم و الکترون دارد مسئله معلول بر علت مطرح نیست چون در اغلب موارد آنچه ظاهراً باین مسئله مرتبط میشود ممکن است اصل ریاضی داشته باشد . هنگامیکه با اتم و الکترون بطور دسته جمعی سروکار پیدا می کنیم قوانین ریاضی ممکن است مسائلی را روشن کند که قوانین فیزیکی از حل آن عاجز باشد .

مثلاً اگر سکه ای را به هوا بیاندازیم نمیشود پیش بینی کرد که از کدام طرف بزمین خواهد افتاد ولی اگر یک میلیون تن سکه را به هوا پرتاب کنیم میدانیم که پانصد هزار تن از یک طرف و پانصد هزار تن دیگر از طرف دیگر روی زمین قرار خواهد گرفت . این آزمایش را هر چند بار که تکرار کنیم نتیجه همیشه یکسان خواهد بود . این قبیل تجربیات را شاید بتوان بقانون علیت نسبت داد ولی در حقیقت بیشتر بقوانین ریاضی بستگی دارد .

تعداد یک میلیون تن سکه با مقایسه با تعداد اتم های موجود در کوچکترین قطعه یک جسم که فیزیک دانهای اولیه با آن

سروکار داشته‌اند در حقیقت هیچ است از اینرو به سهولت میتوان فهمید که چگونه اصل علیت بعلم راه یافت .

ما تاکنون اطلاعات کافی در این زمینه بدست نیاورده‌ایم . بعضی از فیزیک‌دانها که تعدادشان اخیراً روبه‌کاهش گذارده است هنوز معتقدند که قانون علیت بالاخره بیک نحوی بمحل سابق خود در طبیعت برخواهد گشت ولی پیشرفتهای اخیر علمی این نظریه را تأیید نمیکند در تصویری که فیزیک جدید از این جهان ارائه میکند محلی برای نظریه علیت وجود ندارد . نتیجه اینست که در این تصویر جای بیشتری برای مسئله حیات وجود دارد تا در تئوری ماشینی . علم جدید معلوم نکرده است که آیا عاملی که روی اتمهای مغز ما اثر میکند همان فکر ما است یا خیر ؟ . بوسیله این اتمها ممکن است مغز ما در اعمال اندامهای ما مؤثر باشد و همچنین در وضع دنیای اطراف ما . امروزه علم نمیتواند دیگر این احتمالات را مخفی کند و دیگر دلائل کافی علیه اعتقاد محکم ما به نیروی اراده ندارد .

از طرفی علم بهیچوجه تصریح نمیکند که عدم وجود معلول بر علت یا علیت چه نتایجی خواهد داشت اگر بطور کلی اعمال ما و طبیعت با احتمال وجود بعضی علل خارجی بطور قطع و یقین انجام نشود پس چه عاملی مسؤول خط‌مشی حوادث خواهد بود ؟ دانشمندان حاضر نیستند باین سؤال هم پاسخی بدهند .

بطوریکه مشهود است مشکل بتوانیم پاسخ روشنی باین سؤالات بدهیم مگر اینکه فلسفه‌گردش زمان را بهتر درک کنیم .

قوانین طبیعت تا آنجا که ما از آن تاکنون اطلاع پیدا کرده‌ایم دلیلی
بر این مطلب که چرا باید زمان بطور مداوم بجلو رود ندارد. این
قوانین ممکن است در عین حال احتمال سکون زمان و یا سیر
قهقرائی آنرا نیز تأیید کنند. پیشروی مداوم زمان که میتوان آنرا
مبنای مناسبات علت و معلول دانست چیزی است که ما از روی
تجربیات خودمان بر قوانین معلوم طبیعت اضافه کرده‌ایم. معلوم
نیست آیا این پیشروی قسمتی از طبیعت زمان است یا خیر گرچه
بطوریکه بزودی خواهیم دید تئوری نسبیت تاحدی این نظر را
ثابت میکند که پیشروی مداوم زمان و اصل علت و معلول هر دو
فرضی است. طبق این تئوری، زمان بعد چهارم محسوب میشود
که باید به‌سه بعد دیگر فضا اضافه گردد پس اگر اتفاقی متعاقب
اتفاق دیگری روی داد دلیل بر این نیست که دومی معلول اولی است
کما اینکه اگر در جاده‌ای يك تیر تلگراف بعد از تیر دیگر واقع
شده باشد بهیچوجه معلول تیر اولی نمیشد اینها از لحاظ مکان
در فاصله یکدیگر قرار گرفته است. همانطور که حوادث از لحاظ
زمان در تعقیب یکدیگر اتفاق میافتد همین اصل پیچیدگی و ابهام
زمان است که همواره افکار ما را به بن‌بست میرساند و اگر درك
ماهیت اصلی موضوع برای همیشه از عهده ما خارج باشد با احتمال
قوی مسائل مربوط بمعلول بر علت و میل و اراده نیز همین کیفیت
را خواهند داشت. این نظر که قانون جبر و علیت دیگر مورد بحث
علم فیزیک نیست جزو پیشرفتهای اخیر تئوری دانه‌ایست. هدف
اصلی این تئوری تشریح حقایقی است در مورد تشعشع و برای

درک مطلب باید بقرن هفدهم و عصر نیوتن برگردیم .
 آنچه از مشاهده نور در وهله اول بفکر افراد عادی
 میرسد این حقیقت ساده است که نور بخط مستقیم حرکت میکند .
 همه کس خطوط مستقیمی که از شعاع آفتاب در اطاق گردآلودی
 ایجاد میشود دیده است . از آنجائیکه ذرات ریز اجسام نیز در
 هوا سریعاً بخط مستقیم حرکت میکنند دانشمندان اولیه طبعاً نور را
 دسته‌ای از ذرات ریز فرض کرده‌اند که از محلی بخارج پرتاب شده
 باشند مانند تیرهاییکه از لوله تفنگی خارج شود نیوتن این نظر
 را تأیید کرد و در تئوری ذره‌ای نور آنرا بوضوح بیان کرده است .
 معذک می‌بینیم که نور همیشه بخط مستقیم حرکت نمیکند و
 ممکن است در بعضی موارد منعکس گردد مانند وقتی که بسطح
 آئینه‌ای بتابد یا منکسر گردد مثل موقعیکه از آب یا سایر مایعات
 عبور کند روی همین اصل انکسار نور است که وقتی پاره‌ای رادر
 داخل آب میکنیم بنظر می‌آید در نقطه‌ایکه با آب تماس دارد شکسته
 است یا هنگامیکه پای خود را در داخل آب رودخانه میکنیم بنظر
 کم عمق‌تر جلوه میکند . حتی در زمان نیوتن هم این قبیل قوانین
 طبیعت شناخته شده بود در مورد انعکاس زاویه تابش با زاویه
 انعکاس کاملاً مساوی میباشد .

بعبارت دیگر نور کاملاً بهمان ترتیبی در آینه منعکس
 میشود که اگر تویی را بجسم سختی محکم بزیم برمیگردد . نیوتن
 سعی کرد ثابت کند که نور ذره‌ای طبق همین قوانین حرکت میکند
 ولی این تئوری با شکست مواجه شد چون وی هیچ نوع توضیحی

برای این مطلب که چرا قسمتی از نور در سطح آب منکسر و بقیه منعکس میشود نداشت و همین قسمت است که تصویر اشیاء را روی آب و نور ماه را روی دریا منعکس میسازد .

نیوتن عقیده داشت که ذرات نوری که بر سطحی می تابند در يك لحظه حق عبور دارند و لحظه ای بعد راه عبورشان مسدود گردیده و در نتیجه منعکس میشوند این نظریه بطرز شگفت آوری شبیه به تئوری جدید « کوآنتوم » بود ولی مورد قبول دانشمندان واقع نگردید. بهر حال تئوری نور ذره ای با اشکالات زیادی مواجه گردید مطالعات دقیق نشان داد که نور کاملاً بخط مستقیم حرکت نمیکنند يك مانع بزرگ مثل عمارت یا کوه سایه افکنده و مانع عبور نور خورشید میگردد همانطور که ممکن است مانع عبور رگبار مسلسل گردد ولی اشیاء كوچك مثل سیم نازك و غیره مانع عبور نور نمیشوند .

يك مثال دیگر اگر غربالیکه دارای سوراخهای بزرگ مدور است در مقابل نور قرار دهیم سایه غربال هم دارای سوراخهای گرد میباشد . حال اگر این سوراخها را باندازه ته سوزن كوچك کنیم سایه ای که میاندازد بصورت دایره های كوچك نیست بلکه بشکل حلقه های بزرگتری است که یکی در درون دیگری بصورت پررنگ و کم رنگ قرار گرفته است این حلقه ها را حلقه انکسار نامند . در تصویر شماره يك شکلی را که عبور نور از سوراخ يك سوزن بر يك صفحه عکاسی ایجاد کرده است می بینید بطوریکه مشاهده می کنید نور از مرکز که بشعاع يك سوراخ سوزن است بسمت لبه

سوراخ خم شده است .

بعقیده نیوتن این انکسار ثابت میکند که نور ذره‌ای بوسیله اجسام جامد جذب میشوند . در اینجا هم مجدداً نظریه او بطرز شگفت‌آوری شبیه به نظریاتی است که علم جدید عرضه کرده است . فرضیه نیروهای جاذبه نیوتن خیلی شبیه به نیروی دانه‌ای میکانيك موجی مدرن بوده است ولی این نظریات مورد قبول واقع نگردید . بعدها فرضیه مربوط بنور باین کیفیت توجیه شد که نور از امواج تشکیل شده است مانند امواجی که وزش باد در روی سطح دریا ایجاد مینماید با این تفاوت که بعکس امواج دریا که بسیار طویل‌اند . هزارها موج نور فقط يك اینچ طول دارد و همانطور که امواج دریا با برخورد به يك صخره می‌شکند امواج نور نیز با يك تصادم با يك مانع منکسر میگردد . همچنانکه نور در اطراف يك سوراخ كوچك منکسر میگردد امواج دریا هم در موقعی که بیک بندرگاه می‌رسند بخط مستقیم جلو نمی‌روند بلکه در طرفین بندر شکسته و بروی سطح آن بطور ناهموار پخش میشوند . در قرن هفدهم نور را بصورت ذرات بسیار فراوان تصور میکردند ولی قرن هیجدهم این توجیه را نارسا تشخیص داده لغت ذرات را بامواج تغییر داد .

معذلك این تئوری نیز مشکلاتی دربرداشت، هرگاه نور خورشید را از داخل منشوری عبور دهیم تشکیل طیف قوس و قزح شکلی برنگهای قرمز - نارنجی - زرد - سبز - آبی - نیلی و بنفش میدهد حال اگر نور واقعاً از موج تشکیل گردیده باشد

مانند امواج دریا . پس تمام نور منکسر خورشید را میبایستی در انتها الیه نور بنفش طیف بیابیم . علاوه بر این چون امواج انتها الیه نور بنفش در جمع آوری نیرو قدرت نامحدودی دارد و دهان آنها همیشه باز است پس باید کلیه انرژی موجود در جهان بصورت اشعه بنفش یا ماوراء بنفش موجود در فضا درآید .

تئوری کوآتتوم هم برای اصلاح وضع نامساعد تئوری موجی نور بوجود آمد و کاملاً با موفقیت روبرو شد . این تئوری ثابت کرد که فرضیه ذره‌ای نور که نیوتن عرضه کرده است بطور کلی خطا نبوده زیرا بطوریکه ثابت گردیده است اشعه خورشید را میتوان متشکل از واحدهای جداگانه‌ای بنام دانه‌های نور یا فوتون دانست همان‌طور که باران از قطرات آب ، رگبار مسلسل از سرب یا گاز از ملکول تشکیل شده است .

در عین حال نور خاصیت تموج خود را از کف نمیدهد هر تکه کوچک نور دارای کمیت معینی از لحاظ طول میباشد که آنرا طول موج نور نامند چه اگر این نور را از داخل منشوری عبور دهیم عیناً همان عملی را انجام میدهد که امواج این طول موج بخصوص انجام میدهد . طول موج بلند نور از تکه‌های کوچک تشکیل گردیده است . میزان انرژی هر تکه با طول موج آن نسبت معکوس دارد . بطوریکه همواره میتوانیم انرژی یک فوتون را از روی طول موج آن محاسبه کنیم و یا بالعکس .

غیر ممکن بتوان نظریاتی که مبنای آن بر روی تجربیات متمادی بوده است باختصار بیان نمود . این نظریات بدون استثناء

نشان میدهند که نور بوسیله دستگاههای علمی در فوتونهای شکسته نشده حرکت می کند . در هیچیک از آزمایشهاییکه تاکنون بعمل آمده است فوتونها بطور مجزا نشان داده نشده اند یا دلیلی در دست نیست که چنین احتمالی وجود دارد . مثلاً تشعشع در شرایط مناسب ممکن است موجب شکافتن اتم گردد و مطالعه در وضع يك اتم شکافته شده نشان میدهد که چه مقدار انرژی برای شکافتن هراتم هدر میرود و انرژی مصرف شده طبق محاسبه طول موج آن همیشه مربوط بیک فوتون کامل است . این بمثابه آن است که لشکری از نور با لشکری از ماده وارد جنگ شود . از مدتها پیش ثابت گردیده است که لشکر ماده از سربازهایی بنام اتم تشکیل گردیده و اکنون نیز چنین بنظر می رسد که لشکر نور هم از سربازهای جداگانه ای بنام فوتون تشکیل یافته است . بررسی میدان کارزار نشان می دهد که جنگ بصورت تن به تن انجام گرفته است .

يك مثال دیگر : پرفسور کمپتون (Compton) اهل شیکاگو نتیجه تابش اشعه ایکس را روی الکترون مورد مطالعه قرارداد وی کشف کرد که این اشعه درست مانند اینکه از ذرات نور یا فوتون تشکیل شده باشد مثل گلوله هایی که در میدان کارزار پخش شود بواحدهای جداگانه حرکت کرده و تمام الکترونهايیکه در سر راهش قرار دارند از بین می برد و میزانی که هر فوتون بخصوص با برخورد بیک الکترون از مسیر خود رانده میشود مبنای محاسبه انرژی آن فوتون محسوب میشود که بطوریکه ثابت شده باین نتیجه ای که از محاسبه طول موج آن بدست آمده است کاملاً مطابقت

می‌کند ..

این نظریه که فوتون قابل تقسیم بواحدهای کوچکتر نیست، مجدداً ما را باصل قانون جبر راهنمایی می‌کند. برای اینکه يك شعاع نور را بدو قسمت تقسیم کنیم که هر يك راه دیگری در پیش گیرند طرق مختلفی وجود دارد و قتیکه نور يك فوتون واحد تقلیل داده شده باید يك راه یا طریق دیگری را در پیش گیرد، آنرا نمیشود تفکیک نمود و ثابت شده راهی که این فوتون انتخاب میکند کاملاً احتمالی است نه قطعی.

بدین طریق ظاهراً هم قرن هفدهم که نور را متشکل از ذرات میدانسته و هم قرن نوزدهم که آنرا بصورت موج تشخیص داده بود ممکن است هر دو در اشتباه بوده‌اند یا بعکس هر دو راه صحیح رفته‌اند. چه نور، و در حقیقت هر نوع تشعشعی، در عین حال هم ذره است و هم موج. در آزمایشهای پرفسور کمپتون تابش اشعه ایکس روی الکترونهاي واحد، مانند رگباری از ذرات مجزا عمل می‌کنند در آزمایشهایی که لو (Laue) و براگ (Bragg) و دیگر دانشمندان بعمل آورده‌اند عیناً همان اشعه روی اجسام جامد بصورت موج عمل می‌کرده و این قاعده در تمام مراحل طبیعت با همین کیفیت انجام می‌شده یعنی نور در عین حال هم بصورت ذرات عمل می‌کرده هم بصورت موج و تا امروز هیچ قانونی وجود ندارد که بوسیله آن بفهمیم نور در هر مورد بخصوص کدام روش را انتخاب می‌کند.

بدیهی است با قبول این فرض که ذره و موج هر دو

یکی است عقیده خود را در مورد اینکه طبیعت در تمام مراحل یکسان عمل کرده و از عوامل غیر مرتبط تشکیل نشده است ، حفظ می کنیم . این مسئله ما را بقسمت دوم و در حقیقت فصل پرهیجان داستانمان هدایت می کند . قسمت اول داستان که شرح داده شد نشان می دهد که نور گاهی بصورت موج و گاهی بصورت ذره ظاهر میشود قسمت دوم داستان این است که الکترون و پرتون نیز گاهی بصورت ذره و گاهی بصورت موج ظاهر می شوند یعنی عیناً مانند تشعشع در عین حال دارای کیفیت مضاعف هستند .

هنگامیکه تئوری نور ذره ای نیوتن جای خود را به تئوری موجی داد ، لازم بود تشریح شود که چگونه موج میتواند عمل ذرات را انجام دهد و بخط مستقیم حرکت کند ، تا جائیکه منعکس و منکسر گردد . اگر نور از موج تشکیل شده است پس باید نور آفتاب که از شکاف دری داخل اطاق میشود در تمام اطاق منتشر شود مانند امواجیکه در روی استخری پخش می شود یا مانند نوری که از ته سوراخ سوزن عبور دهیم ، طبق تصویر شماره ۱ .

بطوریکه کشف گردیده یکدسته از امواج یکی پس از دیگری بصورت شعاع نور حرکت می آیند بدون اینکه باطراف پخش شوند مانند یکدسته از ذرات که آزادانه حرکت آیند و این امواج با برخورد بآینه منعکس میگردند بهمان طریقی که يك توپ پس از برخورد باجسم سختی بعقب برمیگردد . همینطور ثابت شد که این رشته از امواج طبق قانون معروف انکسار نور ، منکسر میگردد . بالاخره اگر این قبیل امواج از داخل شیئی عبورکنند

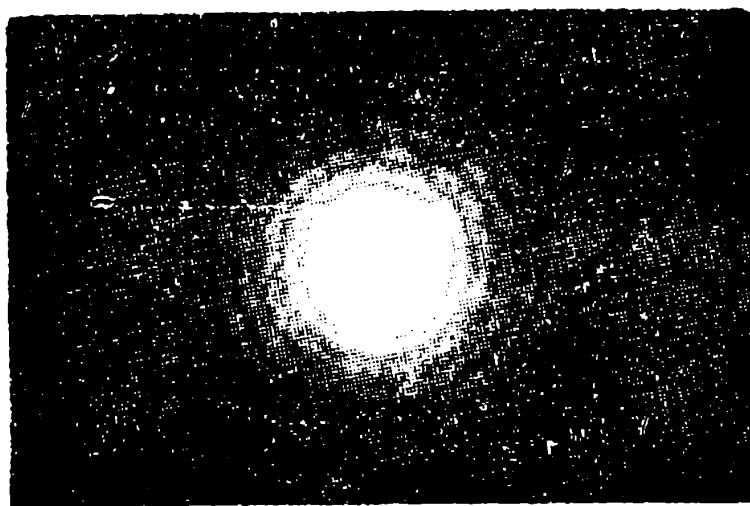
که نیروی انکسار آن بتدریج متغیر شود ، مسیر آن مانند مسیر ذراتی خواهد بود که بوسیله نیروهای عامل مداوم از مسیر مستقیمی عبور داده شود .

باین ترتیب هر عملی که بوسیله تئوری ذره‌ای نیوتن انجام میشود سیستم موجی هم ، همان عمل را انجام خواهد داد باضافه در این سیستم بطوریکه تجربه نشان داده نواقصی که در تئوری ذره‌ای وجود داشته تکمیل گردیده است و بدین طریق تئوری ذره‌ای نیوتن به تئوری موجی تبدیل گردید .

در چند سال اخیر ، ذراتیکه اجسام معمولی را تشکیل می‌دهند ، یعنی پرتون و الکترون نیز بهمان روش به سیستم موجی تبدیل شده‌اند . طرز عمل الکترون و پرتون در بیشتر موارد ، پیچیده‌تر از آن است که بتوان آنرا فقط حرکت یا ذره تعبیر کرد . بنابراین دانشمندان آنرا عمل یکدسته از امواج تفسیر کرده‌اند ، و با این نظر شالوده فیزیک ریاضی که اکنون آنرا مکانیک موجی مینامند ریخته شد .

اگر يك توپ لاستیکی را که از برخورد با جسمی سخت بعقب برمیگردد در نظر بگیریم ، خواهیم دید که طرز برگشت توپ مانند شعاع نوری است که از آینه منعکس شود . پس غلط نیست اگر بگوئیم که توپ از سطح زمین منعکس شده . بی شک اگر بخواهیم میتوانیم بگوئیم که توپ هم از یکرشته امواج تشکیل شده است ، ولی اینکار را نخواهیم کرد ، چون بوضوح می‌بینیم که توپ دارای رشته امواج نیست .

حال اگر بجای توپ ، يك الكترون عمل انعكاس را انجام دهد ، ميتوانيم بگوئيم كه الكترون از يكرشته امواج تشكيل شده است و كسى نميتواند بگويد كه الكترون يك رشته موج نيست ، چون هيچكس تاكنون الكترون را ندیده و نميتواند حدس بزند كه چه شكلي دارد . براي اينكه ثابت كنيم كه يك الكترون واقعاً از يكرشته امواج تشكيل شده ، بايد آنرا مورد آزمون قرار دهيم كه در آن ، طرز عمل يك جسم سخت و يكرشته امواج



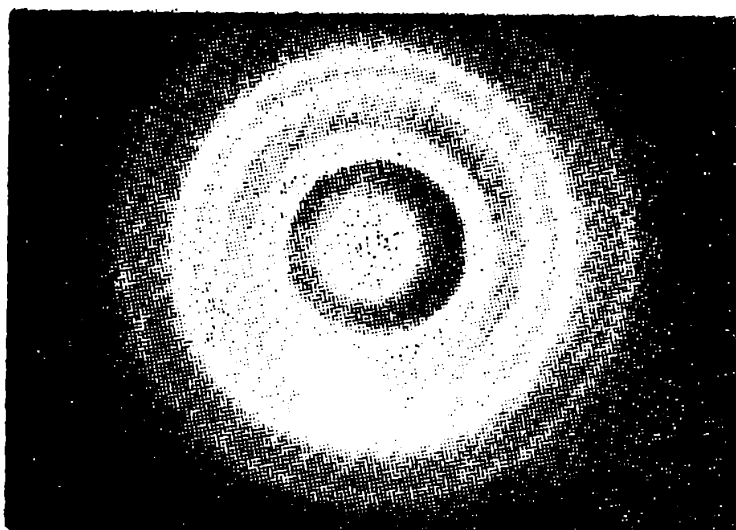
۱ - حلقه‌های انكسار روشنائی كه از يك سوراخ خيلى كوچك (با اندازه سرسوزن) در يك صفحه مى‌گذرد

بطور جداگانه نشان داده شود .

برای منظور فوق آزمایشهای بسیاری وجود دارد كه دوتای آنرا ذیلاً نقل می‌كنيم :

هنگاميكه يك دسته از الكترون‌ها را روی صفحه‌ای فلزی بریزيم ، آنها مثل توپ برنمی‌گردند ، بلكه مانند انكسار رشته‌ای از امواج (تصوير ۲) منكسر می‌شوند (تصوير ۳) ، همينطور اگر يك دسته الكترون را از سوراخ بسيار كوچكى عبور دهيم آنها

هم مانند امواج نور منکسر می‌شوند (تصویر ۳). البته این موضوع ثابت نمیکند که الکترون واقعاً از امواج تشکیل گردیده است ولی نشان می‌دهد که رشته‌ای از امواج، بهتر از ذرات سخت میتواند



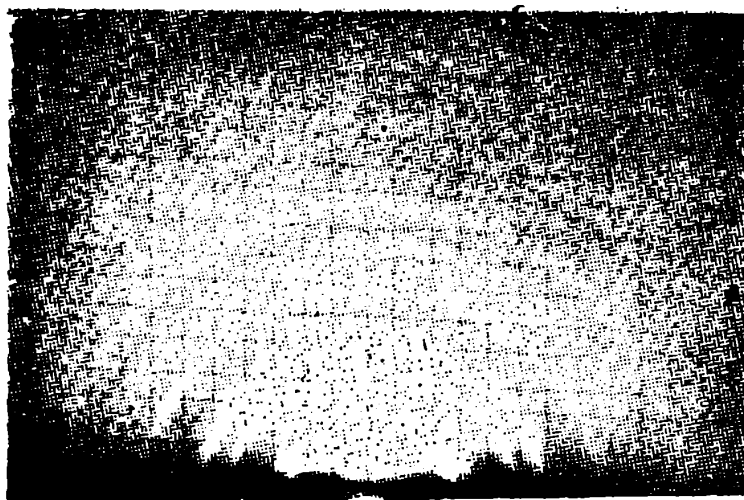
۲ - حلقه‌های انکسار الکترونی که از محوطه بسیار کوچکی از یک فیلم طلا می‌گذرد

الکترون را مجسم سازد. در حقیقت سیستم امواج همیشه بخوبی از عهده تشریح طرز عمل یک الکترون برآمده است، در حالیکه بیشتر اوقات تئوری ذره‌ای از اینکار عاجز میماند.

مکانیک موجی جدید نشان می‌دهد که یک الکترون یا پرتون متحرک باید مانند یک رشته از امواج که دارای طول موجهای معین هستند، عمل کند. این مسئله فقط بستگی بمقدار الکترون یا پرتون، و سرعت حرکت آنها دارد. طول موجهاییکه دانشمندان تحت شرائط عادی آزمایشهای علمی به الکترونها و پرتونهای متحرک می‌دهند، بنحوی است که میتوان آنها را با سانی بادستگاههای علمی اندازه‌گیری کرد.

درمورد انعکاس و انکسار الکترون، آزمایشهای متعددی

در امریکا و اروپا و آسیا بعمل آمده است . الکترونهاى متحرك را از وسط ، يا از روى يك صفحه فلزى عبور میدهند ؛ و در هردو مورد اثر ضبط شده روى صفحه عكاسى ، با اثر الکترونها بهنگام عمل بصورت ذره يا دسته‌ای از ذرات ، متفاوت میباشد .



۳ — حلقه‌های انکسار الکترونهاى که بر روى محوطه بسیار کوچکی از يك سطح طلائی ، منعكس شده است

تصویر يك انكسار همیشه از مجموع حلقه‌هاى تشكيل شده است که یکی در درون دیگری قرار دارد و بترتیب ، اولی کمرنگ‌تر از دومى ، و دومى پررنگ‌تر از اولی ؛ الی آخر . و اگر امواج يك طول موجی معین روى فلز قرار داده شود ، نتیجه حاصل باز همان است . و همچنین نتیجه اندازه‌گیری این طول موجی عیناً مطابق تئورى مکانیکی موجی می‌باشد که قبلاً بدان اشاره شد . از آزمایشهائیکه در مورد پرتون متحرك بعمل آمده نیز همین نتیجه بدست آمده است .

بنابراین ، می‌بینیم که تصویر نمودار الکترون و پرتون متحرك بصورت يك رشته امواج ، طرز عمل الکترون و پروتون را ،

هم در داخل و هم در خارج اتم خیلی بهتر از تصویر قدیم که آنها را بصورت ذرات نشان میداد، نمایان می‌سازد.

در مورد ماهیت این امواج بعداً بتفصیل گفتگو خواهیم کرد. عجالتاً کافی است بدانیم که ماده و تشعشع هر دو دارای ماهیت مضاعف هستند. تا زمانی که علم تنها با اشیاء بمیزان زیاد سروکار دارد، صحیح‌تر آنست که ماده و تشعشع را متشکل از ذرات تصور کنیم، ولی هنگامیکه اشیاء بمیزان کم مورد مطالعه قرار می‌گیرند، مشاهده می‌شود که ماده و تشعشع هر دو از یک‌رشته امواج تشکیل شده‌اند.

اگر بخواهیم ماهیت واقعی جهان طبیعی را درک کنیم، باید توجه خود را به اشیاء در مقیاسی محدود معطوف سازیم، در اینجا است که اساس طبیعت قرار گرفته است، و در اینجا است که با امواج سروکار پیدا می‌کنیم.

بدین‌طریق، بتدریج این شبهه پیش می‌آید که ما در جهان امواج قرار گرفته‌ایم. بعداً بشرح ماهیت این امواج خواهیم پرداخت. فعلاً لازم است بدانیم که علم جدید از نظریه قدیم مبنی بر اینکه جهان مجموعه‌ای است از تکه‌های سخت ماده که در آن بندرت امواج تشعشع ظاهر می‌شود، پافراثر نهاده است. در فصل بعد راجع باین مسئله بیشتر بحث خواهیم کرد.

فصل سوم

ماده و تشعشع

در مراحل اولیه علم هر کس بدون چون و چرا قانون علیت را قبول کرد و این مقدمه کشف قوانینی از این نوع بود . « علت معین الف ، معلول ب را بوجود میآورد » برای مثال حرارت باعث ذوب شدن یخ میگردد یا مشروحتر بیان کنیم حرارت در دنیا باعث تقلیل یخها و ازدیاد آب می شود .

بشر اولیه خیلی بآسانی بوجود این قانون پی برد . فقط کافی بود که او تأثیر تابش آفتاب را روی دریاچه های یخ بسته ، و اثر روزهای طویل تابستان را بر روی جویهای بزرگ و منجمد دامنه کوهستانها مورد توجه قرار دهد . در زمستان نیز متوجه میشد که برودت مجدداً آبراه یخ تبدیل می کند ، و یخی که مجدداً منجمد شده است با یخ اولیه ، یعنی قبل از ذوب شدن ، از حیث مقدار مساوی بوده است . پس تصور این موضوع که در طی مدتی که تغییرات فوق صورت می گرفته تبدیل یخ به آب و آب به یخ يك

اصل کلی وجود داشته که از لحاظ مقدار غیر قابل تغییر بوده است، کاملاً طبیعی بنظر میرسد .

فیزیک جدید با این قبیل قوانین که آنرا « قوانین بقا » می نامند آشنائی کامل دارد کشفی که بشر اولیه بنظر ما کرده است، نیز یک حالت خاص قانون بقاء ماده محسوب میشود . باین معنی که مجموع مقدار ماده موجود در دنیا همیشه غیر قابل تغییر است . سه قانون اصلی از این نوع عبارتند از : بقاء ماده - بقاء جرم - بقاء انرژی .

قانون بقاء ماده ، قدیمی ترین آنهاست که از زمان رومیها شناخته شده است ، و قانون دوم جدیدتر میباشد . بعقیده نیوتن هرکس یا هر جسمی ، دارای جرم مخصوص بخود میباشد که غیر قابل تغییر است . طبق قانون جاذبه ، اثر قوه جاذبه روی دو جسم ، متناسب با جرم آنهاست ؛ چنانچه جاذبه زمین روی دو جسم مساوی باشد ، یقیناً جرم آنها هم مساوی می باشد . بهمین جهت ساده ترین راه برای اندازه گیری جرم اجسام ، وزن کردن آنهاست .

بمرور زمان قانون دوم مورد قبول دانشمندان واقع شد، در حالیکه اکنون می بینیم که این قانون بطور کامل دقیق نیست . مثلاً موقعیکه روی یک صفحه عکاسی نور تابیده شود بروزن آن افزوده می شود ، و قانون فوق برای نوریکه ملکولهای مواد متشکله صفحه عکاسی میگیرد ، وزنی منظور نکرده است .

قانون سوم یعنی قانون بقاء انرژی، جدیدترین آنها است،

انرژی با شکل مختلف وجود دارد که ساده‌ترین آنها نیروی حرکت است مثلاً حرکت قطار روی ریل یا توپ بلیارد روی میز . نیوتن ثابت کرده است که این انرژی مکانیکی باقی می‌ماند . وقتی که دو توپ بلیارد با یکدیگر تلاقی می‌کنند ، نیروی هریک از آنها تغییر پیدا می‌کند ، ولی مجموع انرژی آنها تغییر نمی‌یابد و یکی دیگری نیرو می‌دهد و مجموع نیروی آنها از بین نمی‌رود . البته این موضوع تا آنجائی صادق است که توپها و میز در وضع صحیحی قرار گرفته باشند، و توپها با همان سرعتی که تلاقی می‌کنند از یکدیگر جدا شوند .

در حقیقت چنین بنظر می‌رسد که نیروی مکانیکی در طبیعت همیشه از بین می‌رود . مثلاً ، یک گلوله در فضا از سرعتش کاسته می‌گردد ، یا با خاموش شدن موتور ، قطار از حرکت باز می‌ایستد . در همه این موارد ، حرارت و صدا بدست می‌آید . آزمایشهای گوناگون ثابت کرده است که حرارت و صوت نیز یکی از اشکال انرژی می‌باشد . این آزمایشها نشان می‌دهند که انرژی از بین نمی‌رود ، بلکه تغییر شکل می‌دهد . نیروی حرکت قطار ، با همان مقدار انرژی بصورت صدای ترمزها و حرارت چرخها و ریلها تبدیل می‌شود .

تا اواخر قرن نوزدهم ، هیچیک از دانشمندان نظریه‌ای علیه این سه قانون ابراز نکردند . بقاء جرم همان بقاء ماده تعبیر می‌شد ، چه جرم هر جسمی عبارت بود از مجموع جرم اتمهای موجود در آن جسم . این مسئله بطوریکه اکنون می‌فهمیم باسانی

ثابت میکند که بچه علت مجموع جرم ، با فعل و انفعالات شیمیائی تغییر میکند ، اما قانون جدیدتر یعنی قانون بقاء انرژی از دو قانون دیگر بکلی مجزا بود ، و هنوز ، جهان صحنه ای فرض میشد که بازیکنان آنرا اتمها تشکیل میدادند و هریک از این اتمها ، هم خود و هم جرم خود را در طول زمان حفظ میکردند . برای تکمیل این تصویر ، عاملی بنام انرژی بین بازیکنان وجود داشت که این عامل نیز مانند خود بازی کن غیر قابل تغییر یا انهدام بود .

محققاً این سه قانون بایستی فقط بصورت تئوری عرضه میشد ، و بتمام طرق ممکنه ، مورد آزمایش قرار می گرفت و در صورت مشاهده هر گونه نقصی رد میشد . ولی آنها چنان موقعیت اطمینان بخشی داشتند که بنام قوانین جهانی شناخته شدند . فیزیک دانان قرن نوزدهم از این قوانین بنام اداره کننده سرتاسر جهان یاد میکردند . فلاسفه آنها را مبنای بحث در مورد ماهیت جهان خوانده اند .

این مسئله در حقیقت آرامش قبل از طوفان بود . اولین علائم طوفان در نتیجه آزمایشهای تامسون (Sir J. J. Thomson) ظاهر گشت . این دانشمند ثابت کرد که جرم هر جسمی که تحت تأثیر الکتریسته قرار گرفته باشد ، با حرکت در آوردن آن جسم ، تغییر پیدا میکند ؛ و هر قدر جسم سریعتر حرکت کند ، جرم آن بیشتر می شود . و این کاملاً بعکس تئوری نیوتن در مورد جرم ثابت و غیر قابل تغییر بود . در آن زمان چنین بنظر میرسید که باید از قانون بقاء جرم صرف نظر کرد .

مدتها این تئوری فقط يك نظریه بود ، چون وسیله‌ای برای اینکه آنرا عملاً مورد آزمایش قرار دهند در دست نبود . اجسام عادی را نمیتوانستند بقدر کافی تحت تأثیر الکتریسته قرار دهند ، یا برای اندازه‌گیری جرم هر جسم ، نمیتوانستند آنرا با سرعت لازم بحرکت درآورند . درست در اواخر قرن نوزدهم ، تامسون و پیروانش بشکافتن اتم که تا آن موقع محال بنظر میرسید ، شروع کردند . آنها فقط موفق بشکافتن تکه‌های کوچک اتم شدند ، و هنوز هم شکافتن اتم بطور کامل اجرا نشده است . قطعات کوچک شکافته شده همگی یکسان هستند و دارای بار الکتریکی منفی میباشند ، و باینجهت آنها را الکترون مینامند . این الکترونها خیلی بیش از اجسام معمولی تحت تأثیر الکتریسته قرار میگیرند . اگر يك گرم طلا را تا حد ممکن نازک کنند و آنرا تبدیل بورقه‌ای بمساحت يك يارد مربع نمایند ، در حدود ۶۰۰۰۰۰ واحد بار الکتریسته بر میدارد ، در حالیکه يك گرم الکترون نه میلیون میلیون مرتبه بیشتر بار الکتریکی حمل می‌کند . باین علت و بجهت اینکه الکترون را میتوان با وسائل الکتریکی تا سرعت یکصد هزار میل در ثانیه ، بحرکت درآورد ، باسانی میشود ثابت کرد که جرم يك الکترون با سرعت حرکت ، قابل تغییر میباشد . آزمایشهاییکه بعمل آمده نشان داده است که میزان تغییر با آنچه که در تئوری مربوطه پیش‌بینی شده ، کاملاً منطبق می‌باشد .

در اثر مجاهدات و آزمایشهاییکه رادرفورد Rutherford

و سایر دانشمندان بعمل آورده‌اند ، اکنون میتوان تحقیقاً اظهار نظر کرد که هر اتم متشکل از الکترونهاى با بار منفى است که در مرکز آنها هسته‌هاى با بار مثبت قرار گرفته‌اند. این هسته‌ها از ذراتى با بار مثبت بنام پرتون ، و ذرات خنثى بنام فوترون ، به نسبت تقریباً مساوى تشکیل گردیده است ، و ماده ، چیزی جز مجموع ذرات با بار الکتریکی نیست . این اکتشاف مهم نشان مى‌دهد که کلیه علومى که با ماده سروکار دارند، در حقیقت منشعب از علم الکتریسته هستند . قبل از این فارادى Faraday و ماکسول Maxwell نشان داده بودند که ماهیت تشعشع ، الکتریکی بوده است ، بطوریکه فعلاً کلیه علوم فیزیکی در مبحث الکتریسته‌جا مى‌گیرند . از آنجائیکه هر جسم از ذراتى با بار الکتریکی تشکیل گردیده است ، آزمایشهای مذکور نشان میدهد، که جرم هر جسم متحرك به نسبت سرعت حرکت آن جسم ، تغییر میکند . جرم هر جسم متحرك را میتوان متشکل از دو قسمت فرض کرد: يك قسمت ثابت ، که هر جسم حتى در حال سکون هم دارا مى‌باشد ، و يك قسمت متغیر که بستگی با سرعت حرکت جسم دارد . تئورى و عمل هر دو نشان داده است که این قسمت اخیر ، کاملاً نسبت مستقیم با انرژی حرکت جسم دارد . تفاوت بین جرم دو الکترون ، یا دو جسم متشابه دیگر به نسبت اختلاف انرژی آنها است .

در سال ۱۹۰۵ اینشتین این تئورى را بسط داد . بعقیده این دانشمند نه تنها انرژی حرکت ، بلکه انرژی از هر نوع که باشد دارای جرم مخصوص بخود میباشد ، و اگر غیر از این بود، تئورى

نسبیت صحیح نبود. بدین ترتیب کلیه آزمایشهای علمی در مورد تئوری نسبیت، صحت این نظر را تأیید میکند؛ بدین معنی که دارای جرم میباشد. اینشتین نشان داد که جرم هر نوع انرژی، فقط بستگی بمقدار آن انرژی دارد، و با آن تناسب کامل دارد؛ و در عین حال مقدار آن بسیار کم است. يك كشتی بزرگ مملو از بار که وزن آن پنجاه هزار تن باشد، اگر سرعت ۲۵ میل در ساعت حرکت کند، فقط يك میلیونیم يك اونس بوزنش اضافه میگردد. انرژی که يك مرد در طول زندگی خود جهت انجام کارهای سنگین دستی مصرف می نماید، فقط شصت هزارم يك اونس وزن دارد.

این کشف بازگشت قانون بقاء جرم را میسر ساخت. فیزیک دانان قرن نوزدهم عقیده داشتند که بقاء جرم، بعلت بقاء ماده ثابت می شود؛ ولی فیزیک قرن بیستم باین نتیجه رسید که جرم باقی میماند، فقط باین علت که ماده و انرژی جداگانه باقی میمانند.

هنگامیکه اتمها، که ذرات غیر قابل شکافتنی تصور میشدند، اساس جهان را تشکیل دادند، تشعشع در درجه کمتری از اهمیت قرار داشت. عقیده براین بود که گاهی در اثر فرود آمدن ضربه ای بريك اتم، برای مدتی کوتاه، اشعه ای از آن ساطع می شود، همانطور که در اثر نواختن ضربه ای يك زنگ بصدا در می آید، و پس از اندك مدتی مجدداً بحال اولیه برمی گردد و همانطور که صدا قسمتی از زنگ محسوب نمیشود؛ تشعشع را نیز نمیتوان

بخشی از ماده فرض کرد . هنگامیکه کشف شد اتم از ذرات الکتریکی تشکیل شده است تغییر نظرات شروع شد . زیرا هر قدر از يك ذره الکتریکی فاصله بگیریم ، باز نمیتوانیم از محیط نیروی جذب یا دفع آن خارج گردیم . این نشان میدهد که الکترون لااقل به تعبیری ، باید تمام فضا را اشغال کرده باشد . فارادی و ماکسول موضوع را بهتر تشریح کرده اند . آنها ذرات الکتریکی را به هشت پا تشبیه کرده اند ، بعقیده آنها این ذرات دارای جثه کوچکی می باشند که دست های خود را بنام « رشته های نیرو » در تمام فضا بسط داده اند ؛ و هنگامیکه دو ذره الکتریکی ، یکدیگر را جذب یا دفع میکنند ، بعلت اینست که دستهای آنها بهم متصل ، یا از هم دور میشوند . این دستها بقرار معلوم از نیروهای الکتریکی یا مغناطیسی تشکیل شده اند ، یعنی همان نیروهائیکه تشعشع را تشکیل می دهند . این نظریات رابطه بین تشعشع و ماده را بیشتر از پیش نزدیک کرده است .

از آنجاییکه هر نوع تشعشع ، قسمتی از انرژی است ، پس طبق تئوری اینشتن دارای جرم میباشد . موقعیکه يك اتم پرتوی از خود میدهد ، بمیزان آن پرتو از جرمش کاسته میگردد ؛ درست مانند جوجه ای که پرهایش را بکنند و معادل وزن پرها ، از وزن خودش کم شود . پس وقتی که قطعه ذغالی را می سوزانیم ، وزن آن همان وزن خاکستر و دود نیست ، و باید وزن نور و حرارتی را که هنگام سوختن تولید میگردد به آن اضافه کنیم ، تا وزن اصلی ذغال بدست آید .

در سال ۱۸۷۳ ، ماکسول ثابت کرد که تشعشع بهر سطحی که بتابد دارای فشار می باشد . از این مطلب چنین نتیجه می گیریم که تشعشع دارای جرم می باشد . يك شعاع نور ، تشکیل شده از جرمی که با سرعت نور (۱۸۶۰۰۰ میل در ثانیه) در حرکت باشد . آزمایشهای بعدی ثابت کرد که میزان آن همانست که ماکسول حساب کرده . اگر يك ورقه بیحرکت ، نور قوی بتابد ، ورقه بعقب برمیگردد ؛ و درست مانند اینست که گلوله ای بآن شلیک کرده باشند . ولی نیروی برقی که هنگام رعد و برق بزمین میرسد ، بسیار ضعیف است . برای درك این مطلب باید به بررسی ستارگان و همچنین وضع فضا پردازیم .

هرگاه گلوله آهنی را تا میزان ۵۰ میلیون درجه ، یعنی معادل حرارت مرکز خورشید یا يك ستاره دیگر ، حرارت دهیم ، تشعشعی ایجاد میکند که هر کس در فاصله ۵۰ میلی آن قرار گرفته باشد بهلاکت میرساند . در حقیقت ، در داخل کواکب فشار این تشعشع بقدری زیاد است که قسمتی از وزن ستاره را تقویت می کند .

محاسبه نشان می دهد که در هر دقیقه يك ده هزارم يك اونس از اشعه خورشید روی هر میل مربع از زمین که مستقیماً زیر آفتاب قرار گرفته باشد میتابد ، و این اشعه با سرعت نور تابیده در هنگام سکون ، ایجاد فشاری مینماید که قابل اندازه گیری می باشد . البته این فشار بسیار ناچیز است ؛ وزن نور خورشید پس از يك قرن تابش ، کمتر از وزن مقدار بارانی است که يك رگبار

شدید در يك پنجاهم ثانیه تولید می کند . البته این ناچیزی مقدار نسبی است . همانطور که يك مزرعه ای به مساحت يك میل مربع ، با مقایسه با عظمت این جهان، جسم بسیار کوچکی محسوب میشود . مجموع تشعشعی که خورشید در يك دقیقه پخش میکند ، دقیقاً ۲۵۰ میلیون تن میباشد که تقریباً ده هزار برابر میزان جریان آب در زیر پل معروف لندن میباشد . بهر حال چنانچه رقم ۱۰٫۰۰۰ صحیح نباشد ، از این جهت نیست که ما وزن دقیق تشعشع خورشید را نمیدانیم ، بلکه بخاطر آنست که از میزان صحیح جریان آب در رودخانه تیمز بی اطلاع هستیم . چون علم هیئت ، از علومی که با اندازه گیری جریان رودخانه های کره زمین سروکار دارد ، خیلی دقیقتر است .

همیشه مقدار معینی تشعشع از سایر کواکب بخورشید
میرسد، ولی وزن آن با مقایسه با وزن پرتوی که خورشید بمیزان
۲۵۰ میلیون تن در دقیقه پخش میکند، ناچیز است.

چون خورشید در فضا در گردش است ، پس باید بتدریج ذرات ماده را که بصورت اتم ، موکول ، ذرات گرد و غبار ، یا شهاب در فضا پراکنده اند ، از بین ببرد . شهاب ها اجسام جامد کوچکی میباشند که بمقدار بسیار زیاد در جهان وجود دارند ، و در مسیر سیارات بدور خورشید میچرخند ، و گاهی اوقات هم بصورت شهاب ثاقب در جو زمین ظاهر میگردند ، و بعضی مواقع باتمسفر زمین میرسند . و در هنگام سقوط به طرف زمین در اثر مقاومت هوا ، از شدت حرارت سفید می شوند و به شکل شهاب

ثاقب بنظر میآیند . این ستارگان معمولاً قبل از رسیدن بسطح زمین بصورت گاز در می آیند . گاهی هم ، بعضی از آنها بقدر کافی بزرگ هستند و بصورت سنگهای شهابی بزمین فرود میآیند .

سنگهای شهابی معمولاً بسیار بزرگند . در سال ۱۹۰۸ سقوط یکی از همین سنگها در سبیری ، باعث انهدام قسمت اعظم جنگلهای آن سامان شد . هنگام اصابت آن با زمین موجهای عظیمی ایجاد شد که اثر آن روی زلزله سنج هائیکه بفاصله هزاران میل قرار گرفته بودند ضبط شده بود . گفته میشود سوراخ بزرگ مدوریکه در زمینهای اریزونا احداث شده و سه میل مسافت دارد ، در اثر سقوط سنگ شهابی بزرگتری در چند صدسال پیش بوده است . سقوط شهابهائی باین بزرگی بسیار کم اتفاق میافتد ، معمولاً آنها كوچك هستند و اغلب باندازه يك نارنج هم نمی شوند .

طبق محاسباتیکه بعمل آمده ، همه روزه هزاران میلیون شهاب ثاقب به اتمسفر زمین میرسد ، و تقریباً تمام آنها بگاز و خاک تبدیل میشوند ، و در نتیجه بوزن زمین میافزایند . بقرار معلوم تعداد خیلی بیشتری از این سنگهای شهابی یعنی در حدود میلیونها میلیون در ثانیه ، در کره خورشید فرودمیآیند ، و محتملاً قسمت اعظم موادیکه ضمن حرکت خورشید از بین میروند از این سنگهای شهابی تشکیل گردیده است . اما باید دانست که مجموع وزن تمام سنگهای شهابی که در کره خورشید فرودمیآیند ، بیش از دو هزار تن در ثانیه نیست ، و این مقدار کمتر از يك دوهزارم وزنی است

که کره خورشید در اثر تشعشع از دست می‌دهد . بنابراین تقریباً مسلم است که رفته رفته وزن خورشید بمیزان ۲۵۰ میلیون تن در دقیقه کاهش مییابد . یعنی در حقیقت از بین میرود و در جلوی چشم ما بتدریج ناپدید می‌شود ، درست مانند قطعه‌یخ بزرگی که در آب گرم آهسته آهسته ذوب میشود . در مورد ستارگان دیگر نیز ممکنست همین مطلب صدق کند .

این نظریه با اصول کلی علم هیئت منطبق میباشد . گرچه دقیقاً باثبات نرسیده ، ولی طبق مشاهدات ستاره‌شناسان ، ستارگان جدید از قدیمی‌ها سنگینترند ؛ اما این تفاوت چند میلیون تن نیست ، و این ستارگان غالباً در حدود ۱۰ تا ۵۰ و گاهی هم صد برابر سنگینترند . بزبان ساده‌تر ، ستارگان قسمت اعظم وزن خود را در حین زندگی از دست میدهند . يك محاسبه ساده نشان میدهد که خورشید با از دست دادن ۲۵۰ میلیون تن در دقیقه ، میلیونها میلیون سال لازم دارد تا قسمت اعظم یا حتی مهمترین قسمت وزن خود را از کف بدهد . وضع سایر ستارگان نیز همینطور است و این میرساند که برای آنها میلیونها میلیون سال عمر قائل شویم .

وسایل دیگری نیز برای محاسبه طول عمر ستارگان در دست است . حرکت ستارگان میزان طول آنها را تعیین مینماید ، و همه تجربیات بهر حال ثابت میکند که آنها میلیونها میلیون سال عمر دارند . بطوریکه مشاهده کرده‌ایم فاصله ستارگان با یکدیگر در فضا بقدری زیاد است که خیلی کم دیده میشود يك ستاره در

نزدیکی ستاره دیگری قرار گیرد. معذک اگر ستارگان میلیونها میلیون سال عمر دارند، پس هر ستاره باید زمانی لااقل در نزدیکی یکی از ستارگان دیگر قرار گرفته باشد. در اینصورت ممکنست قوه جاذبه بقدر کافی قوی نباشد تا باعث متلاشی شدن ستاره گردد، ولی باندازه‌ای خواهد بود که در مسیر ستاره، یا سرعت حرکت آن تغییراتی ایجاد نماید.

اکنون کلیه این نتایج را میتوان بتفصیل محاسبه کرد و دقیقاً نشان داد که آیا ستارگان واقعاً میلیونها میلیون سال عمر دارند یا نه؟ این نتایج و اندازه ستاره‌ها مبین آنست که عمر آنها میلیونها میلیون سال است.

در مقابل سایر مشاهدات و تجربیات ما را به راه دیگری هدایت می‌کند که گرچه کمی پیچیده و بغرنج است، ولی بتفصیل باید آنرا شرح داد. این بحث‌ها ما را بسخت‌ترین قسمت فرضیه مشکل نسبیت هدایت میکند.

بطوریکه در فصل بعد خواهیم دید، فرضیه نسبیت ثابت میکند که فضا هم مانند سطح کره زمین منحنی است. انحناء اشعه نور که در کسوف دیده می‌شود، و نیز انحناء مسیر سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار، در اثر انحناء فضا میباشد، نه در نتیجه قوه جاذبه آنطور که تاکنون تصور می‌شده است.

در تئوری نسبیت، وجود ماده ایجاد «نیرو» نمیکند بلکه در فضا انحناء ایجاد مینماید. حالا مشکلات را یکی یکی در نظر بگیرید و فرض کنید که وجود ماده تنها دلیل انحناء فضا نیست.

در اینصورت چنانچه فضا از ماده خالی بود ، حالت انحناء نداشت و چون ماده‌ای وجود نداشت پس اندازه آن هم نامحدود بود ؛ ولی چون جهان خالی نیست ، اندازه آنهم بسته بمقدار ماده موجود در آن است . هر قدر مقدار ماده افزایش یابد انحناء جوهی افزونتر میگردد ، و در نتیجه جهان کوچکتر میشود ، همانطور که يك دایره اگر سرعت مدور شود کوچکتر از دایره‌ای است که متدرجاً مدور می‌شود .

آزمایش معروف حباب صابون که تحت تأثیر الکتریسته قرار گرفته باشد این نظر را واضح تر بیان مینماید . حباب صابون را که بطرز عادی درست شده است ، روی صفحه يك ماشین الکتریکی قرار میدهند . هنگامی که ماشین بکار میافتد ، حبابها بیشتر و بیشتر بار الکتریسته می‌گیرند و متدرجاً بزرگ میگردند تا اینکه می‌ترکند . در اینجا جهان را میتوان بحباب صابون تشبیه کرد (باستثناء ترکیدن) همانطور که اندازه حباب صابون بستگی دارد بمقدار الکتریسته‌ای که بآن داده‌اند ، اندازه این جهان هم مربوط است بمقدار ماده موجود در آن . البته دو اختلاف مهم وجود دارد . اول آنکه ، حباب صابون از ابتدا حتی قبل از آنکه بار الکتریسته بگیرد مدور بوده و دارای اندازه معینی است ؛ در حالیکه جهان اگر خالی از ماده باشد ، اندازه آن نامحدود است . اختلاف دوم اینست که افزایش بار الکتریسته به مقدار حباب صابون میافزاید ، در حالیکه افزایش مقدار ماده از اندازه جهان میکاهد ؛ و هر قدر که میزان ماده افزایش یابد از مقدار فضاییکه

اشغال کرده کاسته می شود .

اینشتین با تشریح این مطلب که جهان بیشتر بحباب صابون شباهت دارد ، سعی کرد این اشکال و سایر اشکالات این تئوری را مرتفع سازد . فرض او این بود که جهان هم مانند حباب صابون از ابتدا منحنی بوده است و این انحنا با افزایش میزان ماده تقلیل مییابد .

با اینحال ، هنوز يك تفاوت عمده وجود دارد . تمام جرمهاییکه تحت تأثیر جاذبه قرار گرفته باشند یکدیگر را در فضا جذب مینمایند، در حالیکه حبابهای صابون که تحت تأثیر الکتریسته قرار گرفته اند چون همگی دارای یکنوع الکتریسته میباشند همدیگر را دفع مینمایند . بنابراین میتوان گفت حباب صابون جسم ثابتی است که اگر مقدار بیشتری الکتریسته بآن اضافه کنند ، بزودی با افزایش حجم و وضع تعادل خو میگیرد، و چنانچه حرکتش دهند پس از کمی لرزش بحال اول برمیگردد . ولی اگر حبابهای صابون تحت تأثیر قوه جاذبه قرار گرفته باشند بوضع ثابتی قرار نمیگیرند .

گرچه بین حباب صابون دوبعدی و این جهان ، فرسنگها فاصله است ولی آبه لومتر Abbé Lemaitre ریاضی دان معروف بلژیکی ثابت کرده است که آنها زیادهم بی شباهت نیستند . این جهانی که مورد بحث ماست باید غیر ثابت باشد . بنابراین فضای اطراف باید متغیر باشد ، و اجسامیکه در فضا قرار دارند همگی یا یکدیگر را دفع ، یا جذب کنند .

این تئوری بسیار جالب است ، چون سالها است که ستاره‌شناسان متوجه شده‌اند که دورترین سیارات ماریپچ ، ظاهراً با سرعتی زیاد از کره زمین (و همچنین از یکدیگر) دور میشوند ، و هر قدر سیاره در فضا دورتر رود ، این سرعت افزوتر میگردد . مطالعاتیکه در مونت‌ویلسن بوسیله تلسکوپ بزرگ صد اینچی در مورد دورترین سیاره بعمل آمده ، نشان داده است که این سیاره بسرعت ۱۲۵۰۰ میل در ثانیه از زمین فاصله میگیرد ، سیاره‌ای که ده میلیون سال طول میکشد تا نور آن بکره زمین برسد ، سرعتش ۹۰۰ میل در ثانیه میباشد . سرعت سیر دیگر سیارات تقریباً متناسب با فاصله آنها از کره زمین میباشد . مثلاً پنجاه میلیون سال طول می‌کشد تا نور بعضی از سیارات بزمین برسد . این کواکب بسرعت ۴۵۰۰ میل در ثانیه از زمین فاصله میگیرند .

این ارقام بسیار قابل ملاحظه میباشد ، چه اگر ما در جهت سیر سیارات از لحاظ زمان بعقب برگردیم ، مشاهده میکنیم که تمام آنها ظاهراً در چند هزار میلیون سال پیش در مجاورت خورشید قرار داشته‌اند . این مطلب مؤید این تئوری است که ما در جهانی زندگی میکنیم که اندازه آن روبافزایش است و این افزایش فقط از چند هزار میلیون سال پیش آغاز گردیده است .

اگر این نظر صحیح باشد ، مشکل بتوان برای ستارگان میلیونها میلیون سال عمر قائل شد ، و این میرساند که ستارگان در نزدیکی یکدیگر انباشته بوده‌اند ، یا اینکه میلیونها میلیون

سال در مجاورت یکدیگر قرار گرفته بودند ، و فقط این اواخر (بعقیده ستاره‌شناسان) یعنی در هزارمین قسمت عمر خود شروع پیراکنده شدن نموده‌اند . چنانچه سرعت فرضی ستارگان حقیقت داشته باشد مشکل بتوان بیش از چند هزار میلیون سال عمر برای این جهان قائل شد .

ولی کاملاً جای تردید است که چنین سرعتی واقعاً وجود داشته باشد ، چون سرعت این ستارگان با معیار دقیقی اندازه‌گیری نشده و تنها با مطالعه رنگ آنها تعیین گردیده است . نوری که از جسم دورشونده از ما پخش می‌شود بنظر قرمزتر از نور جسمی است که بما نزدیک می‌گردد ، و با اندازه‌گیری همین میزان قرمزی نور است که ستاره‌شناس تشخیص می‌دهد که آیا آن جسم بسوی زمین حرکت میکند و یا از آن دور میشود . همچنین سرعت سیر آنها نیز محاسبه مینماید . تنها دلیلی که برای دورشدن سحابها وجود دارد اینست که نوری که از آنها ساطع میشود بنظر قرمزتر از معمول می‌آید .

تنها سرعت باعث قرمز شدن نور نمیشود ، مثلاً نور خورشید بعلت وزن آن و همچنین بجهت فشار جو آن قرمز رنگ میشود - نور خورشید با عبور از جو زمین از این هم قرمزتر میگردد ، منتهی بنوعی دیگر ، همانطور که در طلوع و غروب آفتاب مشاهده میگردد . نور بعضی از ستارگان بطرز اسرارآمیزی که ما هنوز از آن بی‌اطلاعیم ، قرمز میگردد . بعقیده اغلب دانشمندان فاصله بتنهایی موجب قرمز شدن نور میشود ، از اینجهت

نور سیاراتی هم که در فاصله زیاد قرار گرفته‌اند و لو اینکه در فضا ثابت باشند، بطور غیر طبیعی قرمز بنظر میرسد. همچنین عده‌ای معتقدند که قوه جاذبه ستارگان بر روی نوری که از کنارشان عبور میکند، باعث قرمز شدن آنها میگردد. آزمایشات کمپتون Compton نشان میدهد که تشعشع در تلاقی با الکترون در فضا، هم قرمز میشود و هم از مسیر خود منحرف میگردد.

هیچیک از این مسائل ثابت نمیکند که سیارات در حال دور شدن از زمین هستند، بلکه در مورد سرعت تعیین شده ایجاد تردید می‌کند. قرمزی رنگ ستارگان که در اثر حرکت آنها ایجاد شده، بعلت قرمزی ناشی از علل دیگر بطور دقیق قابل اندازه‌گیری نمیباشد. از اینرو چنین بنظر میرسد که سرعتی که ذکر شد بعنوان سرعت واقعی قابل قبول نیست. چون طبق اصل فرضیه، اندازه این جهان باید بطوریکه شرح داده شد رو بتزاید گذارد و ذرات مختلف ماده موجود در آن باید هم زمین و هم یکدیگر را دفع کنند، ولی نه با سرعت ذکر شده در بالا. این سؤال هنوز بقوت خود باقیست ولی اگر زمانی ثابت شود که ستارگان با آن سرعتی که تاکنون تصور میشده، از زمین فاصله نمیگیرند می‌توان برای ستارگان میلیونها سال عمر - که بعقیده ستاره‌شناسان صحت دارد - قائل شد.

همانطور که ذکر شد، بعقیده عده‌ای از دانشمندان خورشید از میلیونها میلیون سال پیش مرتباً مقداری از جرم خود را بمیزان ۲۵۰ میلیون تن در دقیقه بصورت اشعه از دست می‌دهد.

بنابراین جرم خورشید در ابتدا چندین برابر جرم کنونی آن بوده است ؛ و نیز معلوم شده که جرم ستارگان جدید چندین برابر جرم ستارگان قدیم است . در اینصورت این سؤال پیش میآید که خورشید بچه صورت می تواند جرمی را که بصورت تشعشع از دست داده است تأمین کند ؟

جرم سکونی يك الكترون ، یا سایر ذراتی که بار الکتریکی دارند خیلی بیش از جرم حرکتی آنها است ؛ و جرم اخیر در حرارت شدید افزایش مییابد . حرارت مرکز خورشید ۵۰ میلیون درجه می باشد حتی در اینجا هم ، جرم سکونی تمام جرم باستانی يك قسمت از ۲۰۰۰۰۰ قسمت مجموع جرم را تشکیل میدهد . غیر محتمل است که حرارت خورشید در ابتدای تکوین بیش از این بوده باشد . بنابراین قسمت اعظم حرارتش مربوط بجرم سکونی آن است . آنچه مسلم است در آن هنگام مقدار الکترون و پرتون و اتم موجود در خورشید ، خیلی بیش از مقدار فعلی بوده است . این اتم ها فقط به يك طریق ممکنست نابود شده باشند ، یعنی ممکنست معدوم شده باشند و جرمشان بصورت تشعشع در ظرف میلیونها میلیون سال عمر خورشید ، بخارج فرستاده شده باشد .

ساده ترین طرز از بین رفتن اتمها عبارت است از معدوم شدن الکترون واحد و پرتون واحد در يك زمان . این مسئله را میتوان بخوبی مجسم ساخت . در نظر بگیریم که این دو ذره با

بار الکتریکی ، در اثر کششی که هریک در جهت دیگری دارد بشتاب بسوی یکدیگر حرکت کنند، تا اینکه عاقبت یکدیگر متصل شوند . نیروی ترکیبی آنها بصورت يك برق تشعشع یا فوتون که قبلاً شرح داده شد ظاهر میگردد .

دیدیم که چگونه بهنگام تولید تشعشع به وسیله اتم ، جرم آن باقی میماند . اتم مقداری از جرم خود را از دست میدهد ؛ ولی در حقیقت این جرم از بین نمی رود ، بلکه به فوتون منتقل میگردد ، و جزء جرم آن محسوب میشود . هنگامیکه يك الکترون و يك پرتون یکدیگر را از بین میبرند ، جرم فوتونی که بدست میآید مساوی است با مجموع جرم الکترون و پرتون اکنون جرم يك پرتون و يك الکترون دقیقاً تعیین شده ، چون مساوی است با جرم اتم هیدرژن از اینرو چنانچه ماده واقعاً از بین رفته باشد ، فوتونها باید با جرمی کاملاً مساوی با اتم های هیدرژن ، بتعدادی زیاد در فضا پراکنده باشند و مقداری از آنها باید بزمین فرود آید .

محتمل است که جرم بعضی فوتونها بیشتر از اینها هم باشد . چون هر نوع اتمی ممکن است ، یکبارہ از بین برود ، و کلیه انرژی آن بصورت فوتون درآید بنابراین جرم نوترون مساوی تمام جرم اتم خواهد بود .

قبلاً راجع به تشعشعی بسیار قوی بنام اشعه کیهانی بحث کردیم . این اشعه از فضای خارج بزمین می تابد و میتواند از سرب کاملاً ضخیم بخوبی عبور کند . جرم فوتون های تشعشع را میتوان

از روی قدرت عبور آن از سرب محاسبه کرد . تجربه نشان داده است که تشعشع مخلوط است ، و بعضی از اشعه‌های آن بیشتر از سایرین قابلیت عبور از اجسام جامد را دارند . این ثابت میکند که تشعشع از فوتونهای باجرمهای متفاوت تشکیل شده است ، و آنها یک به بیشتر در اجسام جامد نفوذ میکنند دارای جرمهایی هستند که تقریباً میتوان گفت مساوی جرم هلیوم و اتم هیدروژن میباشد . از اینرو چنین بنظر میرسد که تشعشع در نتیجه معدوم شدن الکترون و پرتون بوجود میآید گویانکه این نظر مورد قبول همه فیزیکدانها نمیشود^۱

مقدار اشعه کیهانی که بزمین میتابد بسیار زیاد است و محتملاً در حدود یک دهم مجموع پرتو تمام ستارگان در آسمان باستثنای خورشید میباشد . در اعماق فضا ، پشت کهکشان هم این تشعشع بهمان اندازه وجود دارد ، که در سطح زمین موجود است . نورستارگان باین فراوانی نیست ، و بنابراین این تشعشع احتمالاً متداولترین نوع تشعشع در جهان است .

کثرت مقدار این تشعشع را میتوان بوسیله قدرت شدید نفوذ آن در اجسام که موجب دوام ابدی آنست تعیین نمود . یک پرتو متوسط این تشعشع میلیونها میلیون سال در فضا گردش میکند ، ولی با ذرات زیادی مواجه نمیشود تا آنرا ببلعد . بنابراین

۱ — مطالعاتیکه در چند سال اخیر بعمل آمده نشان داده است که اشعه کیهانی قسمت عمده اش شامل پرتون میباشد این پرتونها تولید مزون مینماید (ذرات جرم بین جرم الکترون و جرم پرتون) که ممکنست دارای بار مثبت یا منفی بوده یا خنثی باشند . در سطح پائینتری این مزونها میتوانند رگباری از الکترون (مثبت و منفی) و فوتون تولید نمایند.

فضا مملو از تشعشع کیهانی است، که از بدو تکوین دنیا تشکیل شده است و تاکنون وجود دارد. شعاع‌های آن بمنزله قاصدی است که نه تنها از اعماق فضا، بلکه از اعماق زمان آمده باشد، و اگر این تفسیر صحیح باشد، پیام آنها عبارت از اینست که زمانی در نقطه‌ای از جهان ماده معدوم شده است. البته نه بمقدار کم، بلکه بمقادیر بسیار فراوان.

اگر دلایل نجومی عمر کواکب، و گواه فیزیکی نیروی تشعشع کیهانی، که هردو آنها دال بر اینست که ماده ممکنست معدوم شود و یا به تشعشع تبدیل گردد، مورد قبول ما باشد، پس این تغییر یکی از مهمترین حقایق ماهیت این جهان بشمار میرود. در نتیجه موضوع بقاء ماده بطور کلی از عالم علم و دانش حذف می‌شود و بقاء جرم و انرژی هم یکی محسوب میشود. و بدین ترتیب سه قانون بزرگ بقاء ماده، جرم و انرژی یکی تبدیل میگردد. يك چیز ساده، که بتواند اشکال مختلف، بخصوص شکل ماده و تشعشع بخود بگیرد، در طی تمام تغییرات بحال خود باقی میماند. این عامل که کلیه فعالیت‌های جهان را تشکیل میدهد، کمیتش غیر قابل تغییر است ولی کیفیت آن بتدریج تغییر میپذیرد. و همین تغییر کیفیت، ظاهراً مبنای عملیات عمده‌ای است که در جهان انجام میگیرد و زمین ما را تشکیل میدهد. بنظر من این تغییرات تقریباً همیشه از يك جهت می‌باشد، یعنی تبدیل ماده جامد به تشعشع.

این نظریات را بتفصیل از آنجهت مورد بحث قرار داده‌ایم

که بطور یقین می‌توانند روی ادراک ما در مورد ماهیت این جهان اثر عمده بگذارند. در فصل گذشته مشاهده کردیم که چگونه تئوری مکانیک موجی جهان را به سیستم موجی تبدیل کرده است. الکترون و پرتون از یکنوع موج تشکیل شده است. و تشعشع از نوع دیگر. در این فصل درباره این بحث کردیم که ماده و تشعشع ممکنست از دو نوع مختلف موج تشکیل نشده باشد، و ممکنست این دو نوع بیکدیگر تبدیل گردند، همانطور که یک حشره ممکنست از چیز دیگری که کاملاً شکل متفاوت داشته درست شود. بعضی از دانشمندان شاید این جمله را نیز اضافه کنند «و همانطور که احتمال دارد که یک حشره بشکل اصلی خود بر گردد.»

البته این مسئله ثابت نمی‌کند که ماده و تشعشع یک چیز واحد هستند. تبدیل ماده به تشعشع حقیقت دارد، و این نظر اکنون دیگر مانند اوایل قرن بیستم که برای نخستین بار من آنرا عرضه کردم عجیب بنظر نمی‌رسد. هنوز تمام حقایق بطور یقین بر ما معلوم نیست اما چنانچه ماده و تشعشع را دو نوع موج فرض کنیم که یکی دایره‌وار و دیگری بخط مستقیم حرکت میکند، تاحدی بحقیقت نزدیک شده‌ایم موجهای اخیر بسرعت نور حرکت می‌کند، ولی آنهاییکه ماده را تشکیل میدهند سرعتشان خیلی کمتر است. بطور خلاصه فیزیک جدید دنیا را فقط متشکل از موج تصویر کرده است. این امواج بر دو نوع اند: امواج مقید که ماده نامیده می‌شود و امواج آزاد که آنرا تشعشع مینامیم. از بین رفتن ماده هم عبارت از آزاد کردن انرژی موجی محبوس است در فضا.

این نظریات سراسر جهان را بدنیای تشعشع تبدیل مینماید که یا واقعاً وجود دارد یا دارای نیروی وجود است. بنابراین جای تعجب نخواهد بود اگر ذراتی که ماده را تشکیل می‌دهند دارای خاصیت موجی باشد.

فصل چهارم

تئوری نسبیت و اتر

بطوریکه مشاهده کردیم ، فیزیک جدید جهان را به سیستم موجی تبدیل کرده است . اگر تصور موج بدون وجود چیزی که موج در آن حرکت نماید ، مشکل باشد ، مانند موج استخر که روی آب حرکت می کند . بهتر است بگوییم که موج بوسیله اتر حرکت میکند . این مسئله که آیا اتر اصولاً وجود خارجی دارد یا نه ، بکرات مورد بحث واقع گردیده است ، ما در اینجا این واژه را بی آنکه کاری بماهیت آن داشته باشیم بکار می بریم . بنابراین و بطور اختصار نظر کلی فیزیک جدید باید اینطور توجیه گردد که فضا در یک یا چند اتر قرار گرفته است . ولی این موضوع را باید با احتیاط بیشتری مورد مطالعه قرار دهیم ، چون در حقیقت ماهیت واقعی جهان باید در آن پنهان باشد .

باید دانست که نظری که ما اکنون در مورد اتر و موج

داریم ، با آنچه در هفتاد سال ، یا حتی دو قرن پیش هنگامی که برای اولین بار واژه اتر عرضه شد دانشمندان از آن درك می کردند تفاوت بسیار دارد . آنها اتر را عاملی فرض می کردند برای انجام یا نقل علمی . مثلاً هنگامی که عاملی وجود نداشت تا عمل مکانیکی مغناطیس را روی میله فولادی یا عمل زمین را روی سیمی که بروی زمین فرود آمده است ، نشان دهد ، عامل اتر را در نظر می گرفتند . اترهای فرضی انواع مختلف داشتند : مثل اترهاییکه سیارات در آن شناور بودند ، یا آنهاییکه اتمسفر الکتریکی تولید مینمودند ، یا حتی آنهاییکه ناقل احساس از يك نقطه بدن بنقطه دیگر بودند . بطور خلاصه تعداد این اترها باندازه تمام مسائل لاینحل علم رسیده بود .

در هفتاد سال قبل فقط یکی از این اترها باقی مانده بود و آن اتر حامل نور بود که برای انتقال تشعشع فرض می شد . این اتر بدریای ژله مانندی تشبیه میشد که امواج می توانستند در آن حرکت کنند ، و این امواج عبارت بودند از تشعشع ، بطوری که ما اکنون می دانیم ، میتوانند بهر يك از اشکال مختلف نور - حرارت - اشعه مادون قرمز یا ماوراء بنفش - اشعه الکترومغناطیس یا اشعه ایکس در آیند .

اگر چنین اتری وجود داشته باشد باید زمین و سایر اجرام متحرك از آن عبور کنند ، بی آنکه آنرا بهم بزنند . آزمایشهایی بعمل آمده تا ثابت کند که آیا اجسام جامد در کره زمین تحت تأثیر « باد اتر » قرار میگیرند یا خیر ؟ ولی بطوریکه مشاهده گردیده

« باد اتر » کوچکترین اثری روی اجسام ساکن و متحرک کره زمین ندارد. از این رو تفاوتی نمی‌کند که باد اتر که از کره زمین عبور میکند سرعت ساعتی یک میل حرکت کند یا هزار میل و همانطوریکه نیوتن خاطر نشان کرده است با هیچ نوع آزمایشی در خود کشتی نمیتوان سرعت سیر کشتی را تعیین نمود. واقعاً هم همینطور است، موقعیکه هوا آرام است اگر شخص بدریا نگاه نکند ابد تشخیص نمیدهد که کشتی از کدام جهت حرکت می‌کند.

اگر « باد اتر » روی اجسام کره زمین اثر میکرد از نحوه اثر آن ممکن بود میزان سرعتش را تعیین نمود، همانطور که حرکت برگها و شاخه‌ها به هنگام وزش باد میزان سرعت باد را نشان میدهد.

گرچه مسافر يك کشتی با آزمایشهاییکه فقط در خود کشتی انجام شود، نمیتواند سرعت حرکت آنرا تعیین کند. ولی چنانچه آزمایشی روی آب دریا انجام گیرد، اینکار باسانی میسر است. اگر طنابی را که بانتهای آن قطعه سربی متصل شده باشد در دریا رها کنیم، موج دایره ماندی در روی آب ایجاد میشود، ولی هر دریانوردی میداند که نقطه‌ای که طناب وارد آب شده، در مرکز این دایره باقی نمیماند. مرکز دایره در آب ثابت میماند ولی نقطه تلاقی طناب با آب با حرکت کشتی بطرف جلو کشیده میشود. بنابراین میزان جلو رفتن این نقطه از مرکز دایره، سرعت حرکت کشتی را در دریا نشان میدهد.

اگر کره زمین در دریایی از اتر حرکت کند، باید آزمایشی

نظیر آزمایش فوق سرعت حرکت آنرا تعیین نماید . چنین آزمایشهایی بعمل آمده است ، منتها بجای طناب از علایم نور استفاده شده . این آزمایشها پیچیدهتر از آنست که بتوان در اینجا شرح داد ، ولی نتیجهای که بدست آمده ، همیشه یکسان بوده ، یعنی هیچیک از آنها حرکت کره زمین را نشان نداده است . این موضوع ثابت میکند که اگر اتری هم وجود داشته باشد کره زمین بهیچوجه در آن حرکت نمیکند . ما میدانیم که زمین بسرعت ۲۰ میل در ثانیه بدور خورشید میچرخد ، بنابراین آزمایشهای مذکور ممکن بود یکصدم این سرعت را تعیین نماید . آزمایشهای دیگری نیز بعمل آمده که همین نتیجه را داده ، یا اصولاً بی نتیجه بوده است .

چنین بنظر میرسد که هیچیک از وسایل اختراع شده بوسیله بشر نمیتواند سرعت حرکت زمین را در اثر تعیین نماید . در سال ۱۹۰۵ اینشتین اظهار کرد «طبیعت طوری است که محال است بتوان با هیچ نوع آزمایشی يك حرکت قطعی را تعیین نمود» این اولین اظهار نظر صریحی بود که در مورد قانون نسبیت بعمل آمد . مدتها قبل از این نیوتن تشخیص داده بود که بدون وجود اتر ، محال است بتوان سرعت قطعی حرکت را در فضا تعیین نمود ، و همچنین متوجه شده بود که چنین اتری مأخذ ثابتی جهت تعیین حرکت تمام اجرام محسوب میشود .

در طول دو قرن فاصله بین نیوتن و اینشتین کلیه مساعی دانشمندان مصروف تجسس در مورد ماهیت این اثر فرضی شده

بود ولی اینشتین با يك ضربه ، مهمترین خاصیت اتر را که عبارت بود از « مأخذ ثابت تعیین سرعت حرکت » از آن سلب کرد .

تئوری اینشتین را میتوان جهت روشن تر شدن مفهوم کامل آن بطرز دیگری بیان نمود . علم نجوم تاکنون نتوانسته در دورترین نقاط فضای خارج جسمی بیابد که در حال سکون باشد ، و این آن چیزی است که نیوتن ممکن فرض کرده بود . بنابراین کاملاً واضح است که کلمه سکون بخودی خود مفهومی ندارد ، بلکه آنرا نسبت به کلمه حرکت می سنجند . يك کشتی که در دریا توقف کرده ، فقط با مقایسه با کره زمین در حال سکون است ؛ پس سکون آن نسبی است ، چون زمین هم با مقایسه با خورشید در حرکت است . اگر کره زمین از گردش بدور خورشید باز ایستد کشتی نسبت بخورشید در حال سکون قرار خواهد گرفت . ولی هردوی آنها باز هم در بین ستارگان اطراف در حرکت خواهند بود . اگر حرکت خورشید هم متوقف شود باز هم حرکت جهان کواکب نسبت به سیارات دور برقرار خواهد بود ، و سحابها هم بسرعت صدها میل در ثانیه بطرف یکدیگر ، یا دور از یکدیگر در حرکتند .

با مطالعه بیشتر در فضا دریابیم که نه تنها سکون مطلق وجود ندارد ، بلکه سرعت حرکت شدید هم موجود است . اگر اتر در تمام فضا وجود نداشته باشد ، ما حتی نمیتوانیم بگوئیم منظورمان از سکون مطلق چیست ، و چنین سکونی را نمیتوانیم پیدا کنیم طبق تئوری اینشتین تا آنجاییکه مشاهدات ما در طبیعت اجازه می دهد ، میتوانیم سکون مطلق را هر طور که میل داشته

باشیم توجیه کنیم .

ما کاملاً حق داریم قبول کنیم که مثلاً این اتاق در حال سکون است ، و هیچ چیز در طبیعت وجود ندارد که خلاف آنرا ثابت کند ، اما نباید فراموش کرد که وجود اتر فقط نظریه‌ای بیش نیست و هنوز بثبوت نرسیده است . این نظر بوسیله فیزیک‌دانها عرضه شده است ، و منظور از عرضه کردن آنهم این بود که وسیله‌ای برای حرکت امواج - نور - مغناطیس و نیروی الکتریسته تعیین کرده باشند . از آنجاییکه نظریه جهان مکانیکی از بین رفته است ، اتر مکانیکی هم باید با آن از بین برود و هیچ چیز جانشین آن نمیشود ، مگر تئوری نسبیت .

هیچ تجربه‌ای وجود ندارد که بتواند حرکت مطلق را در طبیعت ثابت نماید . در نظر اول شاید عجیب بنظر برسد ، که می‌توانیم جانشینی برای اتر در نظر بگیریم ، ولی عملاً این دو تئوری کاملاً در نقطه مقابل یکدیگر قرار دارند . هدف اصلی از نظریه وجود اتر تأمین يك مرجع ثابت بود ، در حالیکه تئوری نسبیت بکلی منکر وجود مرجع ثابت میباشد .

حال که اختلاف این دو تئوری تا این حد واضح است ، پس تجربه میتواند نشان دهد که کدام يك صحیح‌تر است . بطوریکه مشاهده نمودیم هیچ نوع آزمایشی وجود اتر را ثابت نکرد ، بنابراین نظر مخالف آن تأیید شده است . تمام آزمایشهایی که تاکنون بعمل آمده همانطور که میدانیم تئوری نسبیت را تأیید نموده است ، و بدین ترتیب ، نظریه اتر مکانیکی از مقام بلند خود

در عالم علم سقوط نموده و جای خود را بتئوری نسبیت داده است. علامت این تغییر بزرگ، نوشته کوتاهی بود که اینشتین در سال ۱۹۰۵ منتشر نمود، و با انتشار آن مطالعه در مورد عملیات داخلی طبیعت از مهندسی تجاوز کرد و به ریاضی رسید.

تا آن زمان ما فضا را چیزی فرض میکردیم که ما را احاطه کرده باشد، و زمان را چیزی که از کنار ما یا حتی از خود ما عبور کند. این زمان و فضا بنظر میرسید که از هر لحاظ با یکدیگر متفاوتند. هر کس ممکنست در فضا بعقب برگردد ولی هرگز اینکار در زمان ممکن نیست. ما ممکنست در فضا سریع یا کند حرکت کنیم، یا اصولاً حرکت نکنیم، اما هیچکس قادر نیست که در گذشت زمان تغییری ایجاد کند. زمان برای همه کس یکسان و با سرعت مساوی حرکت میکند، و کنترل آن از حدود اختیار ما خارج است. معذک تجسّسات اولیه اینشتین بطوری که سایر دانشمندان بعدها تفسیر کردند، نشان داد که طبیعت از تمام این جریانات چیزی درک نمیکند.

قبلاً دیدیم که چگونه ماده در اصل الکتریکی است، و همچنین تمام چیزهای طبیعی در آخر الکتریکی خواهند بود. در تئوری نسبیت، فرض اینست که مواد الکتریکی بطوریکه در گذشته فرض میشده، از لحاظ زمان و فضا مجزا نیستند، بلکه بطوری یکدیگر متصلند که نقطه اتصال معلوم نیست. در حقیقت طوری متصلند که هیچ عاملی در طبیعت قادر نیست آنها را از لحاظ زمان و فضا از یکدیگر مجزا کند.

هنگامیکه طول و عرض را بیکدیگر وصل کنیم ، يك سطح بدست میآید . برای مثال زمین فوتبال را در نظر می گیریم؛ بازیکنان مختلف این زمین را بطرق متفاوت ، بدو بعد تقسیم می نمایند . جهتی که برای يك طرف فوروارد محسوب میشود ، برای طرف دیگر يك وارد بحساب میآید و برای تماشاچیان از چپ براست ، ولی خود توپ بهیچوجه از این جهات مختلف اطلاعی ندارد ، و بهرطرف که زده شود حرکت میکند . در حقیقت تابع قوانین طبیعت میباشد ، که بموجب این قوانین طول و عرض زمین فوتبال طوری بیکدیگر متصل شده اند ، که بصورت سطحی واحد در آمده است و بهیچوجه قابل تقسیم نمیشد .

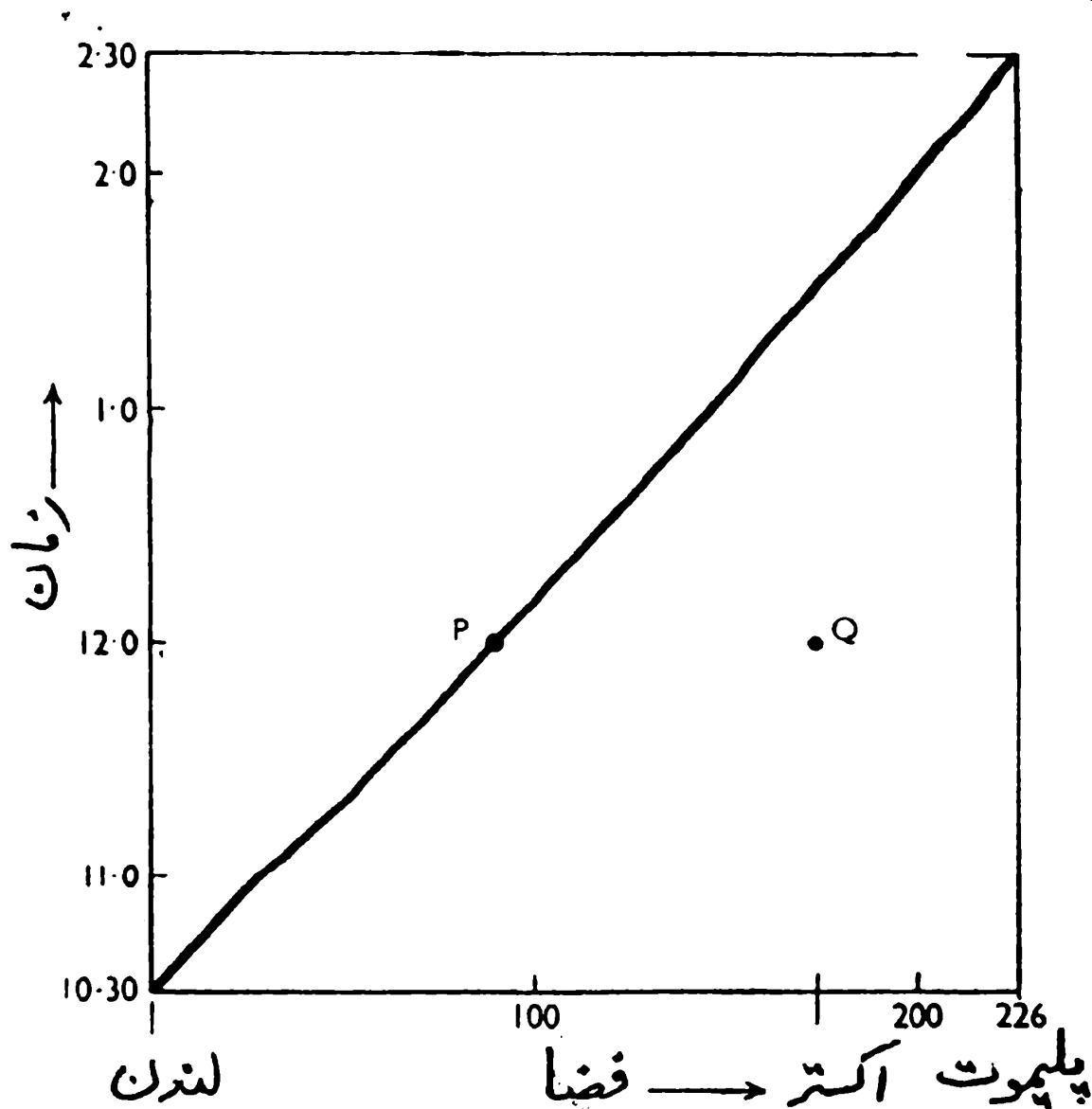
اگر ما باز هم سطحی (مثلا زمین فوتبال) را که دارای دو بعد و ارتفاع (يك بعدی) باشد ، بهم متصل کنیم سطحی بدست میآید که دارای سه بعد میباشد . مادامیکه ما اینعمل را در نزدیکی زمین انجام میدهیم ، همیشه قوه جاذبه است که فضا را بدو قسمت ارتفاع و سطح تقسیم میکند . مثلا جهت ارتفاع ، سخت ترین جهت برای زدن توپ يك فاصله معین است ، ولی در فضای طبیعت هیچ نوع وسیله ای برای ایجاد این تفکیک تأمین نشده . قوانین طبیعت هیچ اطلاعی از نظریه های کاملاً زمینی ما در مورد چیزهای عمودی و افقی ندارد ، و فضا را متشکل از سه بعد غیر قابل تفکیک تلقی میکند .

با وصل کردن يك بعد ، به بعد دیگر ، به كمك قوه تخیل ما از يك بعد به دو بعد ، و از دو بعد به سه بعد می رسیم . گذشتن

از سه بعد به چهار بعد مشکلتر بنظر میرسد ، زیرا تجربه مستقیمی از فضای چهار بعدی نداریم . فضای چهار بعدی که بخصوص مورد بحث ماست ، تصورش بسیار مشکل است ، چه یکی از ابعاد آن ابدأ از فضای معمولی تشکیل نشده است ، بلکه متشکل از زمان می باشد . با درك تئوری نسبت برای فضا باید چهار بعد قائل شویم ، که سه بعد فضای آن ، به بعد چهارم که بعد زمان میباشد ، متصل است .

اکنون باید اشکالات را يك يك بسنجیم . نخست با اتصال يك بعد فضای معمولی ، و يك بعد زمان ، فضای دو بعدی بدست میآوریم . تصویر شماره ۴ در تفهیم این نظریه بما كمك میکند . این تصویر برنامه حرکت قطار سریع السیری را نشان میدهد که در ساعت ۱۰ و نیم صبح از لندن حرکت میکند و در ساعت دو و نیم بعد از ظهر به پلیموت میرسد (۲۲۶ میلی لندن) . خط افقی ، فاصله بین دو ایستگاه را بطول ۲۶۶ میل نشان میدهد و خط عمودی نیز ساعت حرکت ورود قطار یعنی ده و نیم صبح و دو و نیم بعد از ظهر را ، در روزهای حرکت قطار نشان میدهد . خط ضخیم نیز نماینده پیشروی ترن میباشد . مثلاً نقطه «P» روی این خط ، مقابل ساعت دوازده و در فاصله $۹۱\frac{1}{4}$ میل از لندن قرار گرفته است ، و نشان میدهد که ترن تا ظهر $۹۱\frac{1}{4}$ میل طی کرده است . از طرفی حرف «Q» نقطه ای را در حوالی اکستر Exeter در ساعت ۱۲ ظهر نشان میدهد ، ولی این حرف روی خط ضخیم قرار نگرفته

است ، چون ترن در ساعت ۱۲ به اکستر نمیرسد . در این نقشه کلیه نقاط لازم در فاصله لندن - پلیموت در ساعات بین ۱۰:۵۰ صبح تا ۲:۵۰ بعدازظهر نشان داده شده است ، بدین ترتیب با



اتصال منحنی ۲۲۶ میل طول راه آهن ، و چهار ساعت مدت حرکت به یکدیگر سطحی بدست میآید که دارای یک بعد زمان و یک بعد فضا است .

بهین ترتیب ما میتوانیم فرض کنیم که سه بعد فضا و یک بعد زمان بیکدیگر متصل شده اند و تشکیل حجم چهار بعدی را داده اند ، که ما آنرا بنام پیوسته (کانتینیوم Continuum)

می‌شناسیم . پس طبق قانون نسبیت هر واقعه‌ای که ارتباط با الکترو مغناطیس داشته باشد ممکنست تصور شود ، که در يك کاتینیوم چهار بعدی اتفاق افتاده است : سه بعد فضا و يك بعد زمان ، و بهیچ طریق ممکن نیست بعد زمان را از بعد فضا مجزا کرد .

بعبارت دیگر کاتینیوم عبارت از عاملی است که در آن فضا و زمان بطوری یکدیگر متصل گردیده‌اند که هیچیک از قوانین طبیعت نمیتواند آنها را از یکدیگر تمیز دهد. همانطور که در زمین فوتبال طول و عرض زمین بطوری یکدیگر متصل گردیده‌اند ، که خود توپ نمیتواند آنها را تشخیص دهد ، و زمین بازی راسطحی می‌داند که در آن طول و عرض بطور جداگانه ، برایش مفهومی ندارد .

در این مورد لازم نیست ما بخودمان زحمت دهیم چرا که نظریه کاتینیوم چهار بعدی هم ، فقط تصویری است ، یعنی فقط طرحی است برای نشان دادن اعمال طبیعت .

معهدا ، چون ما میتوانیم طبیعت را در این قالب نشان دهیم ، باید حقایقی در آن وجود داشته باشد . ولی تقسیم آن بزمان و فضا حقیقت ندارد ، و فقط نظریه‌ایست در مغز ما . اگر من و شما احیاناً با سرعت مختلف حرکت کنیم ، زمان و فضا برای هر يك از ما مفهوم متفاوتی خواهد داشت . ما کاتینیوم را بطرق مختلف بزمان و فضا تقسیم می‌کنیم ، همانطور که اگر من و شما از جهات مختلف با یکدیگر روبرو شویم ، برای هر يك از ما جلو

یا سمت چپ ، مفهومی مختلف دارد . در فوق اشاره کردیم که در يك زمین فوتبال توپ ابداً اطلاعی از طرز تقسیم زمین بوسیله بازیکنان و تماشاچیان ندارد . اگر من با متوقف کردن اتومبیل یا پریدن در اتوبوسی که در حال حرکت است ، تغییری در سرعت حرکت خود دهم ، فقط توانسته‌ام تقسیم کاتینیوم را بزمان و فضا ، برای خودم ، تغییر دهم اساس تئوری نسبیت اینست که طبیعت هیچگونه اطلاعی از تقسیم کاتینیون زمان و فضا ندارد . زمان و فضا بصورت جداگانه ابداً وجود خارجی ندارند ، و فقط نوعی ترکیب این دو صورت حقیقت بخود گرفته است .

از اینرو کاملاً روشن است که چرا نظریه قدیمی مربوط به اتر حامل نور نمیتوانست حقیقت داشته باشد . طبق این نظریه ، اتر باید تمامی فضا را فراگیرد ، و کاتینیوم را بفضا و زمان تقسیم نماید . اما ، از آنجا که قوانین طبیعت چنین تقسیمی را ممکن نمیداند ، وجود اتر را هم از همین لحاظ غیرممکن دانسته است .

اگر بخواهیم امواج نور و نیروهای الکترو مغناطیس را برهم زن اتر بدانیم ، پس اتر ما با اتر مکانیکی « ماکسول » و « فارادی » کاملاً متفاوت خواهد بود ، و در حقیقت فقط در مغز ما ممکنست وجود داشته باشد . و از آنجا که تئوری نسبیت درست نقطه مقابل نظریه ایست که در قرن نوزدهم راجع به اتر ابراز شده است ، اگر منظور ما از اتر غیر از مفهومی باشد که در سابق از آن استفاده میشده ، پس استعمال کلمه اتر صحیح بنظر نمیرسد .

تصور نمیکنم هیچگونه اختلاف نظر واقعی بین دانشمندان بزرگ در این زمینه وجود داشته باشد. سر آرتور ادینگتون Sir Arthur Eddington اظهار میدارد که نیمی از فیزیکدانهای بزرگ معتقد بوجود اتر و نیم دیگر منکر وجود آن بودند. اما بعقیده این دانشمند هردو دسته منظورشان یکی است، و فقط در لفظ اختلاف دارند. سرالیور لاج Sir Oliver Lodge که در سالهای اخیر یکی از بزرگترین حامیان نظریه وجود اتر بود چنین اظهار عقیده میکند:

« اتر در اشکال انرژی، یکی از مهمترین عوامل فیزیک جدید است. گرچه عدهای از کلمه اتر بعلت ارتباط آن باتئوریهای قرن نوزدهم اجتناب میکنند و بجای آن کلمه «فضا» را استعمال مینمایند، ولی باید دانست که لفظ چندان مهم نیست. »

اما اگر استعمال کلمه فضا بجای اتر یا اصولا وجود یا عدم وجود اتر زیاد مهم نیست، پس اصولا نباید واقعیتی در بین باشد و بعقیده من بهترین راه توجیه اتر آنست که آنرا تنها طرحی جهت راهنمایی بدانیم. وجود اتر بهمان اندازه واقعیت دارد که خط استوا و قطب شمال. البته این يك عقیده است نه حقیقت. من میتوانم اعتراض يك فیزیکدان را باین نکته، همراه با پاسخ آن برایتان بازگو کنم:

فیزیکدان: نور آفتاب نماینده نیرویی است که درخورشید وجود داشته است. در هشت دقیقه قبل این نیرو در خود خورشید بوده و اکنون در اینجا است، پس باید از خورشید آمده باشد و

باید از فضای واقع بین خورشید و زمین عبور کرده باشد . در اینصورت به عقیده من این نیرو باید بوسیله فضا فرستاده شده باشد .

ریاضی دان : بیاییم مسئله را تا آنجا که امکان دارد ، دقیقتر مورد مطالعه قرار دهیم . نخست توجه خود را روی میزان معین از نور خورشید متمرکز کنیم ، مثلاً مقدار نوری که در ظرف يك ثانیه روی کتابی که زیر نور آفتاب مطالعه می کنیم میتابد . این نور بگفته شما هشت دقیقه قبل در خورشید بوده است ، بنابراین چهار دقیقه قبل در نیمه راه بین خورشید و زمین قرار داشته ، و در دو دقیقه قبل ، سه چهارم فاصله بین خورشید و زمین را طی کرده است .

فیزیک دان : آری منظور من از اینکه نور بوسیله فضا فرستاده می شود ، همین است . انرژی از تکه ای از فضا به تکه ای دیگر میرسد .

ریاضی دان : پس از اینقرار در هر ساعت معین قسمتهای مختلف فضا دارای مقدار مشخصی از انرژی خواهد بود ، در اینصورت محاسبه و اندازه گیری مقدار انرژی در تکه بخصوصی از فضا در یک ساعت معین ممکن بنظر میرسد . اگر شما عقیده دارید که خورشید در اتر بحال سکون قرار دارد پس من اقرار می کنم که شما میتوانید جواب کاملاً روشنی برای مسئله خود پیدا کنید .

و همچنین اگر به عقیده شما خورشید و بطور کلی منظومه شمسی بطور مداوم و بسرعت معین مثلاً هزار میل در ثانیه در اتر حرکت

می‌کند ، باز هم جواب روشنی باین مسئله یافته‌اید ، ولی نکته مهم اینجاست که این دو جواب با یکدیگر فرق دارند . می‌توانید بگویید کدام جواب صحیح است ؟

فیزیک‌دان : واضح است . در صورتی که خورشید در اتر بحال سکون باشد ، جواب اولی صحیح است ، و در صورتی که در اتر بطور مداوم و بسرعت هزار میل در ثانیه حرکت کند ، جواب دوم صحیح است .

ریاضی‌دان : درست است . ولی هردوی ما قبول داریم که نه سکون خورشید در اتر مفهومی دارد و نه حرکت مداوم آن در اتر بسرعت هزار میل در ثانیه ، و اگر بخواهیم باید برای هردوی آنها يك مفهوم قائل شویم ، بنابراین بعقیده من نظر شما بی‌معنی خواهد بود .

بهمین ترتیب اگر بخواهیم انرژی را به تکه‌های کوچکی در قسمت‌های مختلف فضا تقسیم کنیم ، به مسائل لاینحلی برخورد و طبعاً چنین تصویری گمراه‌کننده خواهد بود ، و تقسیم انرژی در فضا غیرممکن بنظر خواهد رسید .

در عین حال اگر بخواهیم جریان انرژی را مانند رود فرض کنیم ، باز هم اشتباه کرده‌ایم در مورد رودخانه ، مایمی‌توانیم بگوییم مثلاً فلان مقدار آب اکنون در آنجاست ، و بعد در جای دیگر . در حالی که در مورد انرژی این امر محال است . نظریه جریان انرژی در فضا ، فقط تصویر مفیدی است و اگر بخواهیم صورت حقیقت بآن بدهیم نتیجه مطلوب بدست نخواهد آمد .

اگر يك میله مغناطیسی معمولی را تحت تأثیر الکتریسته قرار دهیم و بعد آنرا بحال سکون درآوریم ، يك تصویر معروف انرژی را به ما نشان میدهد که مرتب دورتادور میله مغناطیسی جاریست ، مانند عدهای از اطفال که دائماً دور درختی مشغول رقص باشند . ریاضی دانها باین جریان انرژی فقط جنبه ریاضی می دهند ، و بدینوسیله تمام مسئله را بصورت حقیقت برمی گردانند .

ریاضی دان حاضر است از این هم پیشتر برود و خود انرژی را نیز يك نظریه ریاضی بداند . خیلی آسانست که بوجود دو زمان مختلف در يك مکان پی برد . مانند وقت گرینویچ و وقت تابستانی در لندن . و نیز باسانی میتوان فرض کرد که برای مقادیر انرژی در يك سطح معین از فضا دو ارزش مختلف باید وجود داشته باشد . اگر ریاضی دان این فرض را قبول نکند ، میتواند از این تئوری غیرممکن که جهان از دو شکل از انرژی ، یعنی ماده و تشعشع ساخته شده ، و اینکه انرژی نمی تواند در وقت معین در نقطه مشخصی از فضا وجود داشته باشد ، دفاع کند . بعداً در اینمورد بحث خواهیم کرد .

قبل از اینکه بشرح سایر پیشرفتهای تئوری نسبیت بپردازیم ، بهتر است از استعمال کلمه اثر صرف نظر کنیم و بجای آن کلمه کاتینیوم را که عبارت از فضای چهاربعدی یعنی سه بعد فضا ، و يك بعد ، زمان است بکار ببریم . قوانین طبیعت اتفاقات را طبق زمان و فضا و بموجب کاتینیوم چهاربعدی بیان می کند . درمورد تعیین کمیت بهتر است فرض کنیم که هم زمان و هم فضا هر دو

بطریق کاملاً بخصوص و غیر واقعی اندازه گیری می شوند ، ما طول را بوسیله متر یا ساتیمتر اندازه نمی گیریم ، بلکه بوسیله واحدی در حدود ۱۸۶ هزار میل ، یعنی مسافتی که نور در يك ثانیه طی مینماید . همچنین زمان نیز بوسیله ثانیه های معمولی تعیین نمیشود ، بلکه با سنجش با واحدهای فرضی معین میگردد که عبارتست از يك ثانیه ضرب در $\sqrt{1-V}$. اگر از ما پرسند که چرا چنین روش عجیبی جهت اندازه گیری اتخاذ کرده ایم ، در جواب باید بگوییم که ظاهراً این روش اندازه گیری خود طبیعت میباشد . بهر حال ما مجازیم که نتایج این تئوری را بساده ترین طرز ممکن تشریح کنیم ، و اگر دلیل آنرا از ما سؤال کنند ، جوابی نداریم ، و برای اینکه جوابی داشته باشیم لازم بود عمیقتر از این باسرار باطنی طبیعت پی برده باشیم . بنابراین بهتر است با همین روش عجیب اندازه گیری که تشریح گردید ، موافقت کنیم و کانتینیوم خود را طبق آن بنا گذاریم . اگر تئوری نسبت صحت داشته باشد ، اصول قوانین طبیعت نباید فرقی بین زمان و فضا قایل شوند . سه بعد فضا و يك بعد زمان که محکم بیکدیگر متصل شده اند ، باید جزو قانون طبیعت درآید ، و در غیر این صورت قانون موافق با تئوری نسبت نیست .

خیلی زود این نکته آشکار شد که قانون جاذبه نیوتن با این شرایط مطابقت نمی کند ، بنابراین یا قانون نیوتن غلط بوده یا تئوری نسبت . اینشتین کوشش کرد که بفهمد چه تغییراتی باید در قانون نیوتن داده شود تا با تئوری نسبت تطبیق نماید . او سه

تغییر را لازم تشخیص داد. طبیعت سه طریقه مختلف برای انتخاب بین قوانین اینشتین و نیوتن ارائه کرده بود؛ و پس از آزمایشهاییکه بعمل آمد، ثابت شد که قوانین اینشتین از هر لحاظ صحیح تر بوده است آنچه را که ما بنام قانون جاذبه مینامیم، اگر درست دقت کنیم می بینیم، چیزی جز يك اصطلاح ریاضی نیست که نشان میدهد به چه میزانی يك جسم متحرك، سرعت حرکت خود را تغییر میدهد. قانون نیوتن بیشتر جنبه مکانیکی داشت. بر طبق این قانون، هر جسم بهمان طریق حرکت میکرد، که اگر بوسیله نیروی معینی از مسیر مستقیم خود منحرف شده باشد و بنا بر این، نیوتن بوجود نیرویی عقیده داشت و آنرا نیروی جاذبه نامیده بود. قوانین اینشتین بهیچوجه بطرز مکانیکی تشریح نمی شود، بلکه بطرز هندسی تشریح می شود. اثر جرم هر جسم که تحت تأثیر جاذبه قرار گرفته باشد، بطوریکه نیوتن تصور میکرد، ایجاد نیرو نمیکند. بلکه شکل کاتینیوم چهار بعدی مجاور خود را تغییر می دهد دیگر نمی توان تصور کرد که حرکت يك سیاره و یا يك توپ فوتبال مستقیم و به وسیله يك نیرو است. بلکه در اثر انحنا ی کاتینیوم میباشد.

تصور کاتینیوم چهار بعدی بدون پیچیدگی خود مشکل است، و تصور آن با این انحنا و پیچیدگی مشکلتر می شود. شاید مثالی از يك سطح دوبعدی موضوع را ساده تر کند. مثلاً زمین فوتبال و پوست دست ما سطح هایی دوبعدی هستند. تغییر شکلی را که در اثر جاذبه در پوسته چهار بعدی ایجاد میگردد میتوان به تپه مورچه در زمین فوتبال یا تاولهاییکه روی پوست دست

می‌زند تشبیه کرد. توپ که روی تپه مورچه می‌غلطد، مانند ستاره دنباله‌دار یا پرتو نوری که از نزدیک خورشید بگذرد، از خط‌سیر مستقیم خود منحرف می‌شود. تغییر شکل کاتینیوم چهاربعدی که بوسیله تمام اجسام در جهان ایجاد می‌شود، باعث می‌گردد که کاتینیوم بروی خود خم‌گشته و سطح بسته‌ای تشکیل دهد. بنابراین فضا نامحدود نیست؛ و نتایج آن در فصل دوم ذکر گردیده است.

قبلاً دانستیم که فضا و زمان بطور جداگانه در جهان وجود خارجی ندارد. اینک نیز موضوع نیروی جاذبه از بین رفته است و بجای آن فقط کاتینیوم چهاربعدی که پیچیده و تغییر شکل داده است بجای مانده. علم در قرن نوزدهم جهان را بدو نوع نیرو تفسیر کرده است: اول نیروی جاذبه که حاکم بر اصول ستاره‌شناسی است، و بعلاوه باعث نگاهداری ما در روی کره زمین می‌شود. دوم نیروهای الکترو مغناطیسی که سایر عوامل طبیعی مانند نور-حرارت-صوت، و تغییرات شیمیایی را کنترل می‌نماید. اکنون که نیروی جاذبه از علم بیرون رفته است جای تعجب است که چطور نیروی الکترو مغناطیس هنوز باقی مانده و معلوم نیست جای آن در کاتینیوم چهاربعدی کجا است.

گرچه جواب این سؤال هنوز معلوم نیست، ولی محتملاً این نیروها هم مقدرات نیروی جاذبه را پیدا خواهند کرد. تئوریهای مختلفی در این زمینه مورد بحث قرار گرفته است، و از نتایجی که بدست آمده چنین برمی‌آید که الکترو مغناطیس نیز بزودی بنام یک

نوع چین خوردگی توجیه خواهد شد، و فرق آن با آنچه که ما بنام نیروی جاذبه مینامیم، فقط در وضع هندسی آنست. اگر این موضوع حقیقت داشته باشد جهان چیزی جز فضای خالی چهاربعدی با چین خوردگیهای بزرگ و کوچک بهمان شکل و ترتیب فضا، نخواهد بود، بی آنکه جسمی در آن وجود داشته باشد، یا چیز قابل ملاحظه‌ای در آن بنظر برسد. آنچه که ما تاکنون بنام پخش نیرو مینامیدیم مانند، تابیدن نور آفتاب از خورشید بزمین اکنون چیزی جز چین خوردگیهای مداوم کاتینیوم شناخته نمیشود، که از لحاظ زمان در حدود هشت دقیقه و از نظر طول نود و سه میلیون میل خواهد بود. اکنون مشاهده میکنیم که ما نمیتوانیم فرستادن هیچ ماده‌ای را بوسیله فضا مجسم کنیم، مگر اینکه ابتدا کاتینیوم را جداگانه بفضا و زمان تقسیم نماییم، و اینعمل هم طبق قانون نسبیت مجاز نیست.

شاید بهترین چیزی که بوسیله آن میتوان جهان را طبق تئوری نسبیت مجسم ساخت حباب صابون است، که روی آن ناهمواریهایی وجود داشته باشد. جهان، سطح خارجی حباب صابون است نه داخل آن. باید بخاطر داشته باشیم که سطح حباب صابون فقط دارای دو بعد است در صورتیکه جهان چهاربعد دارد یعنی سه بعد فضا و یک بعد زمان و جسمی که این حباب از آن درست شده است عبارتست از فضای خالی، که محکم و برای همیشه بزمان خالی متصل گردیده است.

فصل پنجم

در اعماق آبها

اکنون این حباب صابون را که از جسمی تهی تشکیل شده و علم جدید جهان را بوسیله آن تشریح مینماید، بدقت و بطور تفصیل مورد مطالعه قرار می‌دهیم. در سراسر سطح این حباب ناهمواریها و چین خوردگیهایی بنظر میرسد. دو نوع مشخص آن بنام تشعشع و ماده نامیده میشوند، و چنین بنظر میرسد که جهان از مواد متشکل از این دو، ساخته شده است.

علامات نوع اول نمودار تشعشع است. تشعشع بطور کلی، دارای يك سرعت است یعنی ۱۸۶ هزار میل در ثانیه. چنانچه حرکت ترنی بسرعت یکنواخت دقیقه‌ای يك میل بوسیله خط کاملاً مستقیمی که با خط عمود تشکیل زاویه ۴۵ درجه میداد، مجسم میشد. يك دسته ترن که همگی بسرعت یکنواخت يك میل در دقیقه یکی بعد از دیگری حرکت کند، همگی با ترن اول موازی

خواهند بود . اکنون سرعت دقیقه‌ای يك ميل را سرعت ثانیه‌ای ۱۸۶ هزارمیل تبدیل می‌کنیم و بجای مسافت لندن تا پلیموت، تمام مسافت را در فضا در نظر میگیریم . در این حالت تصویر تبدیل به کاتینیوم چهار بعدی میشود ، و تشعشع بوسیله رشته خطوطیکه همگی تشکیل زاویه ۴۵ درجه را میدهند نمایش داده میشود .

بنابراین میتوانیم برای شروع ، ماده را در فضا بحال سکون تصور کنیم که پیشروی آن فقط در زمان انجام میشود . البته این فرض صحیح نیست ، ولی میتواند در درك و نمایاندن حرکت ماده و تشعشع بما كمك نماید . علاماتیكه نماینده حرکت ماده میباشد ، در جهت پیشروی زمان در حرکت است ؛ درست مانند اینکه ترن ایستگاهی توقف نماید . توقف ترن در يك ایستگاه ، بوسیله يك خط عمودی نمایش داده میشود . علاماتیكه نمودار ماده است ، محتملا نوارهای پهنی بر روی سطح حساب صابون تشکیل میدهد و مانند خطوطی است که با رنگ ، روی دیوار یا صفحه کاغذی رسم شود . این از آنجهت است که ماده در جهان بصورت توده‌های انبوهی درمیآید ، مانند کواکب و سایر اجرام نجومی . این نوارها بنام « خطوط جهانی » معروفند . « خطوط جهانی » وضع خورشید را در فضا ، در هر دقیقه‌ای از زمان نشان میدهند . همانطور که يك طناب از رشته‌های نازك نخ درست شده است ، همانطور هم خطوط جهانی جرم عظیمی مانند خورشید ، از تعداد بیشماری خطوط جهانی کوچکتر تشکیل گردیده است ؛ که عبارتند از اتمهای جداگانه‌ای که خورشید از

آن متشکل است .

مقدار کمی از رشته‌های نازک، داخل طناب بزرگ می‌شود و یا از آن جدا می‌شود ، و این مانند آن است که يك اتم داخل خورشید بشود ، یا از آن بخارج بیفتد .

ما میتوانیم سطح طناب را يك تکه پارچه فرض کنیم ، که الیاف آن خطوط جهانی اتم باشد . در صورتیکه اتمها خراب نشود خطوط جهانی ریسمان مانند ، اتم تمام سطح طول پارچه را در جهت پیشرفت زمان می‌پوشانند . اما اگر اتمها خراب شود الیاف بغتاً از بین میرود . از آنجاییکه ما از جهت زمان در روی طرح پارچه حرکت میکنیم ، الیاف مختلف آن دائماً در جهت فضا به اطراف حرکت میکند ، و باین ترتیب نسبت بیدگر تغییر مکان میدهند . کارگاه بافندگی طوری تعبیه گردیده است که الیاف باید اعمال خود را طبق قواعد معین انجام دهد که ما آنرا قوانین طبیعت میخوانیم .

خطوط جهانی زمین ، طناب کوچکتريست که از رشته‌های بزرگ تشکیل گردیده است این رشته‌ها نماینده کوهها - درختها - هواپیماها - انسانها و غیره میباشند و مجموع آنها کره زمین را تشکیل میدهند . هر رشته بزرگ از بسیاری رشته‌های نازکتر درست شده است که خطوط جهانی اتمهای آن محسوب میشود ؛ و رشته نمودار بدن انسان ، تفاوت قابل رؤیتی با سایر رشته‌ها ندارد . و آن مانند دیگر رشته در حرکت است کمتر از يك طیاره و بیشتر از يك درخت . این رشته مانند درخت ، ابتدا كوچك است ،

و بتدریج رشد مینماید و اتمهای متشکل آن با سایر اتمها تفاوتی ندارند و در ساختمان کوهها و درختهانیز ، همان نوع اتم دخالت دارد .

معهدا رشته‌هاییکه نمودار اتمهای بدن انسان میباشند ، دارای نیروی خاصی است که پیغام را بمغز ما میرساند . این اتمها مستقیماً روی حس آگاهی ما اثر می‌کنند ، در حالی که سایر اتمها غیرمستقیم بوسیله این اتمها بخصوص روی آن اثر مینمایند . حس آگاهی را می‌توان چیزی بیرون از تصویر پنداشت ، که فقط بوسیله خطوط جهانی بدن قابل لمس است .

حس آگاهی شما تصویر را فقط در امتداد خط جهانی خودتان لمس می‌کند . حس آگاهی من در امتداد خط جهانی خودم ، و از این قبیل . اثریکه از این تماس حاصل می‌شود اصولاً گذرگاه زمان است . ما احساس می‌کنیم که برای آزمایش نقاط مختلف خطوط جهانی خودمان در امتداد آن کشیده می‌شویم ، این کیفیت بنوبه خود وضع ما را در دقایق مختلف زمان نشان می‌دهد .

شاید زمان از بدو شروع تا آینده بسیار دور ، بصورت تصویر یا طرح در جلوی ما گسترده شده باشد ، ولی ما آنرا در لحظه بخصوص لمس میکنیم ، همانطور که يك دوچرخه فقط با يك نقطه از جاده تماس پیدا می‌کند . اما اگر اینطور باشد ، این حوادث نیستند که پیش می‌آیند ، بلکه این ماییم که بطرف حوادث می‌رویم . این نظریه در ابتدا یعنی در ۲۳ قرن پیش بوسیله

افلاطون عرضه شده .

در این مورد، حس آگاهی ما مانند آگاهی مگسی است که در پارچه‌ای که برای گردگیری تصویر بکار می‌رود ، گیر افتاده باشد . مگس از تمام سطح تصویر ، فقط آن لحظه‌ای را در نظر دارد ، که نقطه بخصوصی از آنرا لمس کرده است . او ممکن است فقط همان تکه‌ای از عکس را که در زیر بدنش قرار دارد بخاطر بیاورد، و حتی ممکنست خود را فریب بدهد و تصور کند که در ترسیم آن قسمت از تصویر که در مقابلش است کمک کرده . ممکن است که ما حس آگاهی خود را به احساس انگشتان نقاش تشبیه کنیم که هنگام کشیدن قلم موی خود بر روی تابلوی ناتمام می‌کشد . در اینصورت احساس ما در مورد اثر گذاردن روی قسمتهایی از تابلو که هنوز تکمیل نگردیده است، چیزی بالاتر از يك اعتقاد غلط نخواهد بود . در حال حاضر علم در مورد روشی که حس آگاهی ما بوسیله آن ، تصویر را درك مینماید ، معلومات کمی در اختیارمان می‌گذارد .

دیدیم چگونه اثر که زمانی به عنوان عاملی فرض میشد و جهان را فرا گرفته است ، تبدیل بجیزی شد خیالی ، و قالبی از فضای خالی . درباره امواج هم ، که سابقاً فرض می‌شد از میان اتر می‌گذرند ، تنها این نظر باقی ماند که آنها چین خوردگیهای روی سطح حبابها هستند . اصل عمده‌ایکه پس از آنهمه مباحثات زیاد بدست می‌آید اینست که کلیه تصاویری که اکنون علم از طبیعت ترسیم می‌نماید و بنظر می‌آید که بتواند با حقایق نظری تطابق کند ، تصاویر ریاضی هستند .

اکثر دانشمندان معتقدند که اینها تصویری بیش نیستند. آنهم تصویر خیالی، البته اگر منظور ما این باشد که هنوز علم بدرک حقیقت نهایی نایل نگردیده است. بسیاری از مردم فکر می‌کنند که عمل عمده فیزیک قرن بیستم نه در تئوری نسبیت و اتصال زمان و فضا است، و نه در تئوری دانه‌ای با نظریه فعلی که قانون علیت وجود ندارد، و نه در شکافتن اتم که باین کشف منجر شده است که اشیاء آنطور که بنظر می‌آیند نیستند؛ و بشر هنوز بحقیقت واقع دست نیافته است. در حال حاضر کار علم مطالعه و تشریح این تئوریه‌ها است. آنچه ما در بحر دانش جدید در می‌یابیم، اینست که روش دقیقتر و کاملتر برای تشریح این تئوریه‌ها، روش ریاضی است.

بنابه عقیده گالیله « کتاب عظیم طبیعت بزبان ریاضی نوشته شده است. » این موضوع گرچه امروز مفهومش با آنچه که منظور خود گالیله بوده اختلاف دارد، اما کاملاً صحیح است و هیچ فردی غیر از یک ریاضیدان نمی‌تواند بطور کامل امیدوار باشد که آن دسته از علوم که بستگی با ماهیت جهان دارد، یعنی تئوری نسبیت، تئوری دانه‌ای و مکانیک موجی را درک کند.

چنین بنظر می‌رسد، که طبیعت از کلیه قوانین ریاضی خالص، که ریاضیدانهای ما بکمک حس آگاهی خود و بدون توسل به تجربیات دنیای خارج، در مطالعات خود بکار برده‌اند اطلاع کامل دارد. منظور ما از ریاضی خالص آن رشته از ریاضی است که نتیجه خالص افکار است و در مقابل ریاضی عملی که با دنیای

مادی سروکار دارد قرار می گیرد . نمونه های ریاضی خالص عبارتند از قوانین احتمالات ، یعنی قوانینی که با ارقام فرضی ارتباط دارند . ممکنست ، بما اعتراض شود که چرا به طبیعت طبق عقیده و نظر خودمان شکل می دهیم . ضمناً ممکنست این نظر پیش بیاید که ریاضیدان طبیعت را از پشت عینک ریاضی تماشا می کند ، مانند کسی که عینک آبی زده باشد ، و دنیا را آبی می بیند .

يك لحظه تفکر نشان می دهد که این مطلب آتقدرها هم صحیح نیست ، و روش جدید تشریح طبیعت بر ریاضی را کاملاً از پشت این عینک و با دید فکر ما به دنیای خارج نمی توان مشاهده کرد . و اگر این موضوع صحت داشت ، از مدتها پیش دنیا را می باید بدین طریق مشاهده کرده باشیم . مغز بشر از لحاظ کیفیت و طرز عمل در صد سال قبل هم مثل امروز بوده است . تغییر بزرگی که اخیراً در نظریات علمی ایجاد گردیده ، نتیجه پیشرفتهای بسیار عمده دانش علمی است ، نه تغییر مغز بشری . بشر چیزی جدید و غیرمکشوف در جهان واقعی کشف کرده است .

دانشمندان اولیه سعی می کردند طبیعت را از طریق مکانیکی تشریح کنند ، ولی موفق نشدند . اما مساعی ما در تشریح طبیعت بروش ریاضی تاکنون کاملاً موفقیت آمیز بوده است . تردیدی نیست که از بسیاری جهات طبیعت بنظریات ریاضی نزدیکتر است تا مهندسی .

به تعبیری ، ممکنست همه چیز بروش ریاضی باشد . ساده ترین شکل ریاضی عبارتست از حساب ، یعنی علم ارقام و

مقادیر ، و اینها در تمام مراحل زندگی بکار می‌ورد . مثلاً يك فروشنده در کار محاسبه وقت زیادی جهت حساب کردن پول و وزن و اندازه گیری اجناس مصرف می‌نماید ، ولی مفهوم ریاضی بودن جهان با این کیفیت نیست ، در عین حال يك مهندس باید ریاضی دان باشد ، گرچه نوع محاسبه او با يك فروشنده تفاوت بسیار دارد ؛ گویانکه بدین لحاظ هم نبوده که علم بجهان شکل ریاضی داده است . تفاوت بین ریاضی يك مهندس با يك مغازه دار اینستکه ریاضی مهندس مبهم تر و پیچیده تر است .

اگر معلوم می‌شد که اعمال طبیعت فقط طبق نظریات ریاضی انجام می‌شود ، چیزی ثابت نشده بود ، چون این نظریات بخصوص طرحی است که بشر برای اعمال طبیعت ریخته است . ولی در مورد ریاضیات خالص ، این مسأله صدق نمی‌کند . این موضوع ارتباطی با اجسام مادی ندارد ، بلکه صرفاً بستگی ب فکر دارد . يك ریاضی دان واقعی برای ایجاد يك نظریه فکر خود را بکار می‌بندد ، همانطور که يك مهندس برای ایجاد يك ماشین فکر خود را بکار می‌اندازد .

اکثراً اعتراضاتی بعمل می‌آید که اغلب نظریات ریاضی از قبیل بی انتها بودن فضا ، بحالت انحناء در آوردن آن ، یا افزایش اندازه آن ، و از این قبیل چیزها از لحاظ اشخاص عادی مفهومی ندارد . درست است که اگر ما نظریات قرن نوزدهم را مبنی براینکه نمایاندن جهان با ماده امکان پذیر می‌باشد قبول داشته باشیم ، عقیده ای بی معنی ابراز کرده ایم . ولی علم جدید نمی‌تواند

نظریات قرن نوزدهم را در مورد فضا قبول کند . نمایش جهان بوسیله ماده امکان پذیر است باین دلیل که این موضوع رفته رفته يك نظریه فکری شده است . می توان جهان را بطور ناقص و دست و پاشکسته متشکل از فکر محض دانست .

این موضوع ما را بقلب مسئله ارتباط بین ماده و فکر هدایت مینماید . عوامل اتمی در خورشید باعث پخش نور و حرارت می گردد . پس از عبور از میان اتر (باصطلاح قدیم) در مدت هشت دقیقه مقداری از این پرتو بچشم ما می خورد ، و پیام بمغز ما می رسد . در اینجا مغز ما حس می کند و افکار ما وارد عمل می گردد ، و در نتیجه ایجاد افکار شاعرانه ای راجع بغروب آفتاب می نماید . در اینجا يك سلسله زنجیری احداث می شود ، (مانند الف ب - پ - ت ... ی) که افکار شاعرانه الف بوسیله ب ، ذهن متفکر - پ ، مغز - ت چشم ، و الی آخر به ی یعنی عوامل اتمی خورشید ، متصل می کند . پس فکر الف ، از عامل ی نتیجه می شود همانطور که صدای زنگ از فشار برتگمه زنگ ایجاد می گردد . ما می فهمیم که چگونه فشار به تگمه زنگ ایجاد صدا می کند ، ولی باین آسانی میسر نیست که بفهمیم چطور عوامل اتمی ممکنست ایجاد افکار شاعرانه نماید ، چون ماهیت این دو با یکدیگر متفاوت است .

علماء و متفکرین مدتهاست که این مسئله را مورد بحث قرارداده اند و بعضی ها معتقدند که مغز و ماده دو عامل متفاوتند ، و عده ای دیگر عقیده دارند که همانطور که علت و معلول ممکن

است دارای يك ماهیت باشند و مغز هم ممکن است دارای ماهیت واحد باشند . پس در این سلسله زنجیر ب هم بایستی دارای ماهیت الف بوده و هم ت و ث و الی آخر ... بنابراین ی هم باید ماهیت الف را دارا باشد . اکنون ، تنها حلقه‌ای که در این زنجیر ما از آن اطلاع مستقیم داریم افکار و احساسات خود ما است . ما فقط از وجود حلقه زنجیرهای دور « و - ه - ی » بعلت اثرائتیکه آنها روی افکار و احساس ما باقی می‌گذارند ، از روی فرض اطلاع داریم .

بر کلی فیلسوف معروف با این استدلال که حلقه زنجیرهای و - ه - ی که در فاصله نامعلومی قرار گرفته‌اند باید دارای همان ماهیتی باشند که حلقه زنجیرهای معلوم الف - ب - که نزدیکتر واقع شده‌اند ، با دلیل ثابت کرد که آنها دارای ماهیت افکار یا نظریه می‌باشند . زیرا بهر حال هیچ چیز مانند يك عقیده نخواهد بود ، بجز خود عقیده . يك فکر یا عقیده نمی‌تواند وجود داشته باشد بدون آنکه مغزی آنرا ایجاد کند . ممکنست بگوییم که عاملی در مغز ما وجود دارد ، هنگامیکه از وجود آن اطلاع داریم ؛ ولی نمی‌توانیم ادعا کنیم عاملی وجود دارد وقتی که از وجود آن بی‌اطلاع هستیم ، مثلاً سیاره پلوتو (نام خدای دوزخ) مدت‌ها قبل از اینکه هیچ بشری پی بوجود آن ببرد موجود بوده است ، و وجود آن خیلی قبل از اینکه چشم بشری بآن بیافتد روی صفحه‌های عکاسی نشان داده شده بود . این قبیل افکار باعث شد که بر کلی معتقد بوجود بالاتری شود که در مغز او هر عاملی موجود است .

برکلی می گوید . « کلیه عواملی که در طرح ریزی این جهان بکار می رود ، مادامیکه من آنها را نمی بینم ، یا وجودشان در مغز من یایک مغز بشر دیگر احساس نمی شود باید اصولاً وجود نداشته باشد ، یا باید در مغز یک موجود عالیتري وجود داشته باشد . »

علم جدید هم بنظر من همین نظر را تعقیب می کند ، منتها از طریق کاملاً متفاوت . زیست شناسان که ارتباط بین حلقه های اولیه زنجیر الف - ب - پ - ت را مورد بررسی قرار داده اند بطرف این نظر پیش می روند که تمام اینها دارای ماهیت واحدی می باشند . فیزیكدانان زحمت مطالعه حلقه های پ و ت و غیره را بخود نمی دهند بلکه مستقیماً بطرف حلقه های آخری یعنی و - ه - ی می روند و بنظر من آنها باین عقیده اند که اعم از اینکه جهان را چیزی جامع بدانیم یا ترکیبی از اتم فرض کنیم ، حلقه های انتهایی زنجیر دارای همان ماهیت حلقه های اولیه الف - و - ب ، یعنی ماهیت اندیشه می باشد . ما بهمان نظریات برکلی میرسیم ، منتها از انتهای دیگر آن و از همین جهت است که در نظر ما یا سایر افراد بشر ، اشیاء وجود داشته باشند یا خیر . دلیل بودن این اشیاء وجود آنها در فکر یک موجود عالیرتبه است .

ممکنست این نظر پیش بیاید که ما عقیده رآلیستی را کنار گذاشته و عقیده ایده آلیستی را جانشین آن نموده ایم . اما این موضوع کاملاً حقیقت ندارد . واقعیات وجود دارد زیرا بعضی چیزها احساس من و شما را یک نحو تحت تأثیر قرار می دهند ، ولی ما حق داریم آنها واقعی یا تصویری بنامیم . نام صحیحتر آن

ریاضی است ؛ اگر منظور ما از این کلمه اندیشه کلی باشد ، نه فقط مطالعات ریاضی دانهای حرفه ای این نام ، چیزی راجع بماهیت واقعی اشیاء بیان نمی کند بلکه نحوه عمل آنها را نشان میدهد .

البته منظور این نیست که ماده را در ردیف خواب و خیال قرار دهیم . جهان ماده کماکان مملو از اجسام باقی خواهد ماند ، و این موضوع باید بنظر من در تمام تحولات اندیشه های علمی و فلسفی ثابت بماند . هنگامیکه ما کلمه جسم را بکار میبریم ، فقط عقیده ای را اظهار کرده ایم . ما اثر مستقیم اشیاء را روی لامسه خود میسنجیم ، می گوئیم : سنگ یا اتومبیل دارای جسم است در حالیکه صدا یا قوس و قزح فاقد جسم میباشد . البته این مفهوم عادی کلمه است ، و اگر بگوییم که سنگ یا اتومبیل ممکنست بنحوی جسم خود را از دست بدهند سخنی بیهوده گفته ایم . زیرا اکنون آنها را بیشتر با اشکال و اندیشه های ریاضی یاچین خوردگیهای فضای خالی مرتبط میدانند ، تا مجموعه ای از ذرات سخت .

گفته میشود که دکتر جانسون عقیده خودش را در مورد فلسفه برکلی در حالیکه سنگی را با پای خود میزده ، باین نحو بیان کرده است . « خیر آقا ، من خلاف آنرا ثابت می کنم اینطور ! » . البته این آزمایش مختصر نمی توانست هیچگونه ارتباطی با مسائل فلسفی که باید بوسیله این تئوری حل شود داشته باشد ، فقط ثابت می کرد که ماده دارای جسم است ، و هر اندازه هم که علم پیشرفت نماید سنگ و امثال آن ، چیزهایی هستند که دارای جسم

میباشند . زیرا اشیائی از این قبیل نمونه‌هایی هستند که به وسیله آنها ما جسم را می‌توانیم توصیف کنیم . چنین اظهار نظر شده است که اگر دکتر جانسون بجای يك قطعه سنگ ، مثلاً کلاهی را که در آن آجری پنهان شده بود بالگد میزد ، ممکن بود بتواند خلاف نظریه برکلی را ثابت نماید ، زیرا مسلماً تعجب دکتر از این مسئله ، دلیل تحقق وجود جسم در خارج از مغز او محسوب میشد . این استدلال بهر حال در مقابل این نظریه که يك ذهن جهانی وجود دارد ، و مغز من و شما ذره کوچکی از آن محسوب میشود ، ناتوان است .

این حقیقت که در خارج از وجود ما معیار مشخصی برای اندازه‌گیری میزان جسم اشیاء وجود ندارد ، مانع از این نمی‌شود که بگوئیم که شیء دارای يك میزان ، یا میزان مختلفی از جسم می‌باشند . اگر من در خواب سنگی را با لگد بزنم ، ممکنست با احساس دردی در پایم ، از خواب بیدار شوم و بعد بفهمم آن سنگی را که در خواب دیده‌ام ، فقط و فقط حاصل فکر خودم بوده است . ممکن است این سنگ بعنوان مثال در مورد نوع رؤیاها بکار رود . واضح است که این سنگ با سنگی که دکتر جانسون با لگد زده است فرق دارد ؛ و آنچه که محصول يك فکر واحد است ، ممکنست پراعتبارتر از آنچه باشد که محصول يك ذهن جهانی است . بهمین نحو ، فرق بین فضایی را که در خواب می‌بینیم ، با فضایی را که در زندگی روزمره وجود دارد ، باید بدانیم . این فضا که برای همه ما یکسان است ، فضای « ذهن جهانی » نامیده

می شود . همینطور در مورد زمان . زمان در زندگی ما بهنگام بیداری ، که با سرعت مساوی برای همه ما میگذرد ، زمان ذهن جهانی است ، و بهمین طریق می توان قوانین طبیعت را که زندگی روزانه ما را کنترل می کنند ، قوانین ذهن جهانی دانست .

این نظر که جهان، دنیای اندیشه محض است کمک بیشتری بدرك بسیاری از نکاتی که در آموختن فیزیک جدید با آن مواجه می شویم ، می کند . اکنون مشاهده می کنیم که چگونه اتر که در آن کلیه حوادث این جهان اتفاق می افتد ، می تواند مانند خطوط فرضی دور کره زمین که بنام عرض جغرافیایی نامیده می شود ، تبدیل بیک اصطلاح ریاضی غیر واقعی شود . همچنین می فهمیم که چرا انرژی یعنی پایه و اساس این جهان یک اصطلاح ریاضی شده است . البته این نظریه هم ثابت می کند که حقیقت واقعی اشیاء در تشریح ریاضی آن قرار دارد ؛ و تا زمانی که این عمل بطور کامل انجام گیرد ، دانش ما در مورد اشیاء کامل خواهد شد . و اگر از تشریح ریاضی بگذریم ، در این مورد باید کمتر امید موفقیت داشته باشیم . ممکن است مدل یا تصویری پیدا کنیم که در فهم مطلب بما کمک کند، ولی نباید انتظار چنین چیزی را داشت . اگر ما موفق به پیدا کردن چنین مدل یا تصویری نمی شویم ، دلیل بر این نیست که دانش ما غلط است . با ساختن مدل یا تصویر برای توضیح اصطلاحات ریاضی یا چیزهایی که بوسیله آن تشریح می شود، نه تنها قدمی بسوی حقیقت برنداشته ایم ، بلکه قدمی هم از آن دور شده ایم ؛ و مانند این می ماند که بخواهیم تصویری از يك صدا

بکشیم ، یا از فکر و عقیده‌ای يك مدل سنگی بسازیم . بنابراین بعضی فیزیکدانان دقیق هنوز با جدیت سعی می‌کنند که مدلهایی از تئوریهای مکانیک موجی بسازند . بطور خلاصه تشریح شیء بروش ریاضی معلوم نمی‌کند که آن شیء چیست، بلکه نحوه عمل آنها نشان میدهد .

این رویه بسیاری از مشکلات فیزیک جدید را حل کرده است ، و دیگر لزومی ندارد ثابت کنیم که نور از ذره تشکیل شده است ، یا از موج و اگرما اصطلاح ریاضی که طرز عمل نور را بطور صحیح تشریح کند پیدا کرده باشیم ، آنچه باید راجع بنور بدانیم که این سیستم در اصطلاح ریاضی موجود است و همین هرطور که برایمان راحت تر است فرض کنیم . اگر آنها بصورت موج تصور کنیم می‌توانیم اثری را هم فرض کنیم که موج در آن حرکت کند ، ولی این اثر هرروز تغییراتی پیدا می‌کند . پیش از این دیدیم که چگونه با تغییر ساعت حرکت ما ، این اثر هم تغییر می‌کند .

بهین ترتیب دیگر لازم نیست بحث کنیم که آیا سیستم موجی عده‌ای از الکترونها در فضای سه بعدی وجود دارد ، یا در فضای چند بعدی ، یا اینکه اصولا وجود ندارد . تنها کافی است بدانیم که این سیستم در اصطلاح ریاضی موجود است و همین موضوع واقعیت را بیان مینماید ؛ و ما می‌توانیم آنها بصورت امواج ، یا هرطور دیگر که میل داریم تصویر کنیم . ساده‌ترین راه اینست که آنها برای هر الکترون ، بصورت امواج در فضای

سه بعدی فرض کنیم، و این به همان اندازه ساده است که جهان بزرگتر را فقط دسته‌ای از اشیاء سه بعدی و حوادثی را که در آن اتفاق می‌افتد چهار بعدی تصور کنیم، بهمان ترتیب که در ابتدای این فصل درباره آن بحث کردیم. ولی هیچیک از این توضیحات، حقیقت کامل را در بر ندارد. از این لحاظ لزومی ندارد ما اسراری را در ماهیت تماس حس آگاهی خود با حباب خالی صابون که اتصال فضا و زمان نامیده می‌شود پیدا کنیم، زیرا این فقط تلاقی بین اندیشه و حاصل اندیشه است، مانند مطالعه يك كتاب يا استماع موسیقی. لازم بتوضیح نیست که از این نقطه نظر، آنچه ظاهراً مربوط بوسعت جهان و خالی بودن آن، و همچنین جای کمی که ما اشغال کرده‌ایم می‌شود، نباید بهیچوجه باعث تعجب و یانگرانی ما شود. ما نباید از اندازه‌های اشیایی که خودمان فرض کرده‌ایم، یا سایرین فرض و برای ما تشریح کرده‌اند، ترس داشته باشیم. در حقیقت ما بعظمت این جهان افتخار می‌کنیم، همانطور که ساکنین يك شهر بزرگ بزرگی شهر خود افتخار می‌نمایند. در عین حال نباید از این عقیده که فضا بی پایان نیست حیرت کنیم، زیرا برای دانستن آنچه که در پشت چهار دیواری رؤیای ما قرار گرفته است کنجکاوی نمی‌کنیم.

همچنین است در مورد زمان که آنرا نیز باید مانند فضا محدود فرض کنیم، و اگر با زمان بعقب برگردیم باید بمبدأ آن، یعنی زمانی که این جهان وجود نداشته است برسیم. و از آنجا که با مطالعه در طبیعت درمی‌یابیم که هیچ چیز عمر جاودانی ندارد

ممکنست انتظار داشته باشیم که این جهان نیز در آینده بسیار دوری از بین برود. و اگر اندیشه‌های علمی صحیح باشد جهان پایدین پیشروی یا انهدام یکی را انتخاب کند. عده کمی از دانشمندان با نظریه اخیر موافقت نمی‌کنند. این دانشمندان موافقند که کواکب در مقابل تشعشع در حال ذوب شدن می‌باشند، و فکر می‌کنند که در نقطه دیگری از فضا این تشعشع ممکن است در حال تبدیل شدن بجسم جامد باشد، بنابراین عقیده دارند که ممکنست از تشعشع دنیای قدیم، دنیای جدیدی بدست آید.

این تئوری بهر حال مطابق با قوانین طبیعت که دانشمندان شرح داده‌اند نیست. احتمال دارد که نظریه «پیشروی یا انهدام» تحت شرایطی که ما از آن بی‌اطلاعیم ثابت شود. در حال حاضر نظر عمومی اینست که جهان در حال پیشروی است و هنوز بحداعالی خود نرسیده است، بنابراین محققاً باید ابتدایی داشته باشد، البته در گذشته‌ای بسیار دور، یعنی هنگامیکه ساخته یا خلق شده است.

اگر جهان را جهان اندیشه بدانیم، خلقت هم باید عمل اندیشه، باشد. در حقیقت نظریه ما مبنی بر محدود بودن فضا و زمان باعث میشود که خلقت را عمل اندیشه تصور کنیم، در حالیکه زمان و فضا که قالب افکار را تشکیل می‌دهند باید بعنوان قسمتی از اینعمل بوجود آمده باشند. ممکنست اعتراض کنیم که تمام بحث برپایه این نظر که تفسیر جهان طبیعت بروش ریاضی حقیقت واقع می‌باشد، قرار گرفته است. ولی باید گفت که روش ریاضی سخت‌ترین راه تشریح حقیقت است، و ممکنست سایر روشها نیز بهمان اندازه

مفید باشند . اما تاهنگامی که دانش ما هنوز کامل نیست، ساده‌ترین روش تشریح شاید صحیح‌ترین آن باشد . این روش تشریح نه تنها ساده‌تر است ، بلکه احتمالات بیشتری دارد ، و با دانش فعلی ما این رویه بحقیقت نزدیکتر می‌باشد .

ممکنست بعضی از خوانندگان موافق نباشند و تصور کنند که تشریح طبیعت بروش فعلی ریاضی، نیمه‌راه تفسیر مکانیکی جدیدی باشد . بنظر من افکار نو ما ، برای تشریح طبیعت بروش مکانیکی خیلی آمادگی دارد . این موضوع از یکطرف بسبب تعلیمات اولیه علمی ما ، و از طرف دیگر شاید باین دلیل است که همه اشیایی که ما در زندگی روزمره خود مشاهده می‌کنیم ، دارای روش مکانیکی هستند . از اینرو است که تشریح بروش مکانیکی طبیعی‌تر بنظر می‌آید ، و بفهم ما نزدیکتر است . اما تئوری مکانیکی ، پس از آزمایش هم ، از لحاظ فلسفی نارسا تشخیص داده شده است . اگر قرار باشد در علم چیزی جای ریاضی را بگیرد مسلماً آن چیز ماشین نخواهد بود . غالباً این موضوع فراموش میشود که ما این مسائل را فقط بصورت احتمالات مورد بحث قرار میدهیم . يك دانشمند باین مسئله که نظریه او دائماً در حال تغییر است و نباید آنها را جدی تلقی کند ، عادت کرده است . بنابراین ایرادی نیست اگر در مکاشفه دریای علم ، به جای آنکه در مسیر رودخانه اصلی حرکت کند ، راه رودهای فرعی را در پیش بگیرد . هیچ مکتشفی از چگونگی وضع رودهای فرعی اطلاعی ندارد مگر اینکه بچشم ببیند . نکته قابل ملاحظه‌ای که ضمناً از حدود

کنترل مکتشف نیز خارج است اینستکه این رودخانه گاهی بطرف شرق و گاهی نیز بطرف غرب جریان دارد . زمانی مکتشف باخود میگوید من در جهت سیر رودخانه حرکت میکنم ، و چون این رود بطرف غرب میرود حتماً اقیانوس که همان حقیقت باشد ، در طرف غرب قرار گرفته است . زمانی دیگر که رودخانه بطرف شرق تغییر مسیر داد ، او با خود میگوید قطعاً حقیقت در طرف شرق قرار دارد . هیچیک از دانشمندان پس از مشاهده نظریات متغیر در سی سال اخیر مایل نیستند که درباره مسیر آینده این رودخانه یا جهت اصلی حقیقت اظهار نظر کنند . این دانشمندان در نتیجه تجربیات شخصی دریافته اند که چگونه این رودخانه نه تنها بتدریج عریض می شود ، بلکه تغییر مسیر نیز می دهد . دانشمند امروز پس از ناامیدی های پی در پی فکر درباره این موضوع که پس از گذشتن از فلان پیچ ، اقیانوس حقیقت در پیش او قرار خواهد داشت ، بناچار از سر بدور کرده است . شاید ساده تر این باشد که بگوییم که رود علم و دانش در این چندساله اخیر انحنا زیاد پیدا کرده است . چهل یا پنجاه سال پیش تصور می کردیم بیک حقیقتی از نوع ماشینی پی برده ایم ، و بنظر می آمد از اجتماع اتمهایی تشکیل شده است که بطور تصادف در کنار یکدیگر قرار گرفته باشند که پس از یک رشته جنبشهای بی معنی ، تمام فعالیتها متوقف خواهد شد ، و جهان از بین خواهد رفت . فرض این بود که حیات تصادفاً باین دنیای ماشینی راه پیدا کرده است و در آخر هم از بین خواهد رفت .

امروز آنچه که در عالم علم مورد قبول عموم قرار دارد ، اینست که مسیر علم بطرف حقیقتی غیرماشینی پیش میرود ، جهان بیشتر شبیه باندیشه بزرگ است تا يك ماشین بزرگ . اندیشه دیگر در قلمرو ماده بصورت يك تصادف محسوب نمی شود . ما بتدریج در این موضوع که باید آنرا خالق و اداره کننده ماده بدانیم تردید پیدا می کنیم . منظور از اندیشه ، البته اندیشه های جداگانه خودمان نیست بلکه منظور از اندیشه ای است که در آن اتم های متشکل جهان قرار دارد .

دانش جدید نظریات اولیه ما را راجع باینکه اندیشه و ماده از یکدیگر جدانیستند ، تغییر می دهد . ماده از اندیشه بوجود آمده ، اما این ثابت نمی کند که جسم خود را از دست می دهد . بنابراین می بینیم که جهان دارای نیروی کنترل کننده ای است که وجه تشابهی با مغز ما دارد ، بخصوص در طرز فکر ما . برای اینکه بهتر درك کنیم این روش تفکر را باید روش ریاضی بنامیم . بهر حال امروز علم است که جهان را از هر جهت نظاره می کند . کسی نمی داند که در آینده این رودخانه چند دور بدور خود خواهد پیچید . همانطور که بارها گفته ایم ، یکبار دیگر هم متذکر می شویم که تمام نظریات جدید و تئوریه ها هنوز فقط حدسیات است . کوشیدیم تا شاید این موضوع را که آیا دانش امروز می تواند جوابگوی مسائل بغرنج جهان باشد مورد تعمق و بررسی قرار دهیم . اکنون تنها روشنایی بسیار ضعیفی در مقابل خود مشاهده می کنیم شاید هم اصولا نتوان نام آنرا روشنایی گذاشت ،

زیرا از وراء آن به سختی می‌توان چیزی را دید . بهر حال ، علم پیوسته حاضر باعتراف این موضوع است که رودخانه دانش گاهی هم بعقب برمی‌گردد .

پایان

First Edition : 1964

Second Edition : 1969

Copyright 1969, by B.T.N.K.

Printed in Ziba Press

Tehran, Iran

General Knowledge Library

No. 2

The Mysterious Universe

by

Sir James Jeans

Adapted by

George F. Wear

Translated into Persian

by

R. Dâvary



B.T.N.K.

Tehran - 1969

جهانی که زمین کوچک ما در آن قرار دارد ، اسرار آمیز و شگفت انگیز و بی کرانه است. در این کتاب درباره این دنیای بی کرانه و شگفتی ها و قوانین و قواعد آن بحث شده و مطالبی سودمند و آموزنده از خورشید ، فضای بی کرانه ، اختران و پیدایش آنان ، پیدایش منظومه خورشیدی ، پیدایش زندگی ، سر نوشت بشر ، فیزیک اتمی ، نور ، الکترون ، ماده ، تشعشع و فرضیه نسبیت آورده شده و بسیاری از مسائل پیچیده مربوط به جهان هستی بایانی ساده و قابل فهم شرح داده شده است .

