استیون هاوکینگ

پاسخهای کوتاه به پرسش های بزرگ

ترجمه:

ایرج فرزاد

توضیح بر این ترجمه

من حداقل دو ترجمه از این کتاب را با عناوین: "پاسخ های کوتاه به سوالات بزرگ" و "پاسخهای مختصر به پرسش های بزرگ" دیده ام. راستش در ابتدا تلاش کردم که به نسخه ورد و یا حداقل پی دی اف این ترجمه ها دسترسی پیدا کنم و یکی را که مناسبتر بود منتشر کنم. اما با مطالعه متون موجود، در نهایت تصمیم گرفتم خودم ترجمه جدیدی را انجام بدهم. علت اینکه زحمت این کار را قبول کردم این جمله از خود استیفن هاوکینگ است که در همین کتاب مورد نظرآمده است و من عنوان پاسخهای کوتاه به ۱۰ پرسش بزرگ را به عنوان تیتر برگزده ام:

«این واقعیت که ما انسانها که خود مجموعه ای از ذرات بنیادی طبیعت هستیم، توانسته ایم به درک قوانین حاکم بر ما و جهانمان برسیم، یک پیروزی بزرگ است. من می خواهم مردم را با شور و هیجان خود در مورد این سؤالات بزرگ و اشتیاقم در تلاش برای یافتن پاسخ را با خود سهیم کنم..»

ترجمه های موجود به زبان فارسی، متاسفانه به تمامی در «سهیم» کردن مردم عادی با آن پاسخها چندان موفق نبودند. یکی به این دلیل که اصراری غیرقابل تصور را دیدم که برای هر کلمه و اصطلاح علمی حتما یک معادل فارسی را، حتی اگر در فرهنگ زبان فارسی وجود ندارند، ابداع کنند. این روحیه امتناع از بکار بردن اصطلاحاتی که در زبان های دیگر و از جمله زبانهای اروپائی رایج و مقبول و جا افتاده و قابل فهم اند، به باور من به جای اینکه خواننده را متوجه محتوای کتاب های ترجمه شده بسازد، آنان را به نوعی توجه به خلوص در زبان و دستور زبان فارسی میکشاند. برای مثال کلمه "تکنولوژی"، لازم نیست حتما با "فن آوری" جایگزین شود، یا بیگ بنگ" با "مه بانگ". اگر "وحدانیت" و "یگانگی" ترجمه مانوس تری برای"singularity" است، چرا لازم است که حتما یک لغت به فارسی "خالص" مثل "تَکینگی"، را که حتی در فرهنگ لغات مُعین و دهخدا وجود ندارد، باید تراشید؟ آیا مترجمین عزیز فکر کرده اند که کار آنها نه "بیگانه زدائی" در زبان فارسی که انجام یک رسالت است؟ متوجه هستند که مخاطب کار و تلاش آنان مردم کوچه و بازار اند که دنیایشان با مشغله های مدافعان فارسی ناب و یا هر زبان ناب دیگر کلا متفاوت است؟ آیا متوجه هستند که به این ترتیب در برابر انعطاف همه زبانهای پیشرفته دنیا، به دام نوعی ناسیونالیسم تنگ نظر در عرصه علم و ادبیات افتاده اند؟ واقعیت این است که در زبانهای اروپائی بسیار کلمات را از عربی گرفته و به همان

شکل بکار میبرند، مثل "جبر"(در ریاضیات)، لیمو، زرافه، قهوه، کیش و مات. از این نظر و در این سطح ترجمه ها بیشتر به فرم زبانی و تعهد در برابر حفظ خلوص زبان فارسی گرایش دارند.

مشکل دیگر این بود که متوجه شدم به جای رساندن مفهوم و جوهر محتوا، مترجمین "تفسیر" خود را گنجانده اند که در حقیقت جملات "نظر" آنها و نه نویسنده را منعکس میکنند. این را در پاسخ به سوال اول: «آیا خدائی وجود دارد» به وضوح دیدم.

این را نیز میفهمم که مترجمین ممکن است از ترس جمهوری اسلامی، به چنین «دستکاریهائی» روی آورده باشند. اما، این توجیه پذیر نیست. با فلج کردن محتوای نظر نویسنده، اصل تعهد به ترجمه دقیق متن، زیر پا گذاشته شده است. چرا که آن متن ترجمه شده، در حقیقت منظور نویسنده نیست. اگر هم به چنین جبری ناچار بوده اند، درست تر بود از خیر ترجمه بگذرند.

یک نکته دیگر را در این رابطه کاملا درک میکنم: تعداد بسیار زیادی تحصیلکرده، در ایران تحت رژیم اسلامی، هیچ آینده ای ندارند، بخش قابل توجهی از نخبگان و برندگان المپیاد بین المللی ریاضی کشور را ترک کرده اند. برای آنها که چنین امکاناتی ندارند، نه کار هست و نه امکان ادامه تحصیل و تحقیق. ترجمه، یک منبع ارتزاق است به معنی واقعی کلمه. اما در این زمینه توصیه من به این انسانهای شریف که کرامت خود را پاس میدارند تا در برابر مقامات و سران رژیم اسلامی سر خم نکنند، این است که از ورود به عرصه هائی که حاصل کار و تلاش آنان را در جهت منافع "ناشران"، «بازاری» میکند، و لاجرم حرمت و احترام آنان را زیر ضرب قرار میدهد، خودداری کنند و در مقابل به ترجمه آثاری دیگر که چنین عواقبی را به بار نمی آورد، روی آورند. مترجمین عزیز به خوبی میدانند، که "حق "مترجمی آنها کسر کوچکی از سود حاصل از فروش کتابهاست که به جیب ناشران میرود. بسیاری کتاب آموزنده به زبان خارجی، از جمله مهمترین و پر انتشار ترین آنها، رمان، وجود دارند که با ترجمه آنها میتوان به خوانندگان زیادی دسترسی داشت.

و بالاخره، من در توضیح برخی اصطلاحات علمی، با کمک گرفتن از اطلاعات در اینترنت و ویکی پیدیا، جملاتی را در داخل پرانتز و یا زیرنویس اضافه کرده ام. در

برابر برخی کلمات مثل «جهان» و «فضا»، کلمات معادل انگلیسی را وارد کرده ام.
متن انگلیسی مبنا این ترجمه را با دانلود نسخه پی دی اف از سایت:

HTTP://WEBÉDUCATION.COM انتخاب کرده ام.

ایرج فرزاد ۶ ژوئن ۲۰۲۲

فهرست

مقدمه: کیپ تورن

چرا باید سوالات بزرگ را بپرسیم؟

فصل اول: آیا خدائی وجود دارد؟

فصل دوم: همه چیز چگونه آغاز شد؟

فصل سوم: آیا حیات هوشمند دیگری در کیهان(یونیورس) وجود دارد؟

فصل چهارم: آیا می توانیم آینده را پیش بینی کنیم؟

فصل پنجم: درون سیاهچاله چیست؟

فصل ششم: آیا سفر در زمان امکان پذیر است؟

فصل هفتم: آیا ما روی زمین زنده خواهیم ماند؟

فصل هشتم: آیا باید فضا را به مستعمره خود تبدیل کنیم؟

فصل نهم: آیا هوش مصنوعی از ما پیشی خواهد گرفت؟

فصل دهم: چگونه آینده را شکل دهیم؟

پس‌گفتار: لوسی هاوکینگ

یادداشت ناشر

دانشمندان، مخترعین فن و تکنیکنولوژی، شخصیتهای عمده بیزینس و اقتصاد، رهبران سیاسی و شماری از انسانهای عادی مرتباً از استیفن هاوکینگ درباره "سوالات بزرگ" روز سؤال می‌کردند. استیفن آرشیو شخصی عظیمی از پاسخ های خود را که به شکل سخنرانی، مصاحبه و مقاله بود، نگهداری می کرد.

این کتاب برگرفته از این آرشیو شخصی است و در زمان مرگ او در حال تکمیل بود. با همکاری همکاران دانشگاهی، خانواده‌اش و آثار استیفن هاوکینگ تکمیل شده است.

درصدی از حق امتیاز به انجمن بیماری های نورون حرکتی[1] و بنیاد استیفن هاوکینگ تعلق خواهد گرفت.

1 Motor Neurone Disease- یک بیماری است که در آن مثانه، دید و فعالیتهای روده از آن متاثر نمیشوند، اما در مقابل سلول های نخاع و مغز را، که در حقیقت به عنوان موتور حرکت بدن شناخته میشوند، شکسته و تحلیل میبرند.م

پیشگفتار

ادی ردمین

اولین باری که استیفن هاوکینگ را ملاقات کردم، تحت تأثیر قدرت خارق العاده و در همان حال وضعیت شکننده اوِ قرار گرفتم. نگاه مصمم در چشمان او همراه با بدن بی حرکت برایم آشنا بود – اخیراًخود را برای بازی در نقش استیفن در "تئوری برای همه چیز" کاندید کرده بودم و چندین ماه را صرف مطالعه کار او و ماهیت ناتوانی و بیماری اش کرده بودم. سعی کردم چگونگی سیر حرکت بیماری نورون حرکتی را با استفاده از اعضاء بدنم، بفهمم.

و با این حال، وقتی سرانجام با استیفن،این آیکون و قدیس، این دانشمند با استعداد خارق العاده، که ارتباط اصلی اش از طریق صدای کامپیوتری همراه دو ابروی فوق العاده گویا، ملاقات کردم، مات و مبهوت شدمِ. من در سکوت عصبی می شوم و بیش از حد صحبت می کنم، در حالی که استیفن کاملاً قدرت سکوت را درک می کرد، این که در آن سکوت احساس می کردم دارم مورد تحقیق و بازرسی هستم.. من که گیج شده بودم، تصمیم گرفتم با او در مورد اینکه چگونه تولدهای ما فقط چند روز با هم فاصله داشت، صحبت کنم و ما را در همان علامت زودیاک[۲] قرار داد. پس از چند دقیقه استیفن پاسخ داد: "من یک ستاره شناس هستم نه یک طالع بین" او همچنین اصرار داشت که من او را استیفن صدا کنم و دیگر او را پروفسور خطاب قرار ندهم.

فرصت به تصویر کشیدن استیفن، فرصتی خارق العاده بود. به دلیل دوگانگی بین پیروزی بیرونی استیفن در کار علمی و نبرد درونی با بیماری نورون حرکتی که از اوایل بیست سالگی اش شروع شد. زندگی او داستانی منحصر به فرد، پیچیده، غنی از تلاش های انسانی، زندگی خانوادگی، موفقیت های بزرگ تحصیلی و مقابله سرسختانه در مواجهه با همه موانع بود. در حالی که می‌خواستیم این منبع الهام‌بخش را به تصویر بکشیم، در هام حال می‌خواستیم مهارت و شجاعت دخیل در زندگی استیفن را نشان دهیم که هم توسط او و هم توسط کسانی که از او مراقبت می‌کردند به نمایش گذاشته شد.

2 یک نوار فرضی درفضا که مسیرهای دقیق تمام سیارات را در بر می گیرد و به ۱۲ علائم تقسیم می شود که هر علامت برای اهداف نجومی در نظرگرفته شده اند و تا ۳۰ درجه طول جغرافیایی قابل گسترش اند.م

اما به همان اندازه مهم بود که آن جنبه از استیفن را به تصویر بکشیم که یک شومن به تمام معنا بود. من در نهایت سه تصویر را همزمان از او گرفتم:. یکی انیشتین بود که زبانش را بیرون آورده بود، زیرا چنین شوخ طبعی و بازیگوشی هم در هاوکینگ وجود دارد. دیگری نقش "جوکر" در بسته‌ای از کارت‌های پاسور است که "همه فن حریف" است، زیرا احساس می‌کنم استیفن همیشه مردم را در کف دست خود داشت. و سومی "جیمز دین" بود شخصیتی با درخشش و با روحیه و خوش ذوق.

بزرگترین فشار در ایفای نقش به تصویر کشیدن یک شخص زنده این است که باید برای عملکرد خود به کسی که به تصویر کشیده اید پاسخگو و مسئول باشدد. در مورد استیفن، این مسئولیت را هم میبایست در قبال خانواده‌اش نیز میپذیرفتم، چرا که، در طول دوره تدارک تهیه فیلم با من سخاوتمند بودند. قبل از اینکه فیلم من اکران شود، استیفن به من گفت: "من نظرم را به شما خواهم گفت خوب، یا درغیراین صورت" من پاسخ دادم که اگر منظور" در غیر آن صورت" بود، شاید او فقط می‌توانست بگوید "در غیر این صورت" و من را از جزییات آزاردهنده حدس و گمان ها معاف کند. استیفن سخاوتمندانه گفت که از فیلم لذت برده است. او تحت تأثیر آن قرار گرفته بود، اما او همچنین صریح گفت که میبایست به فیزیک بیشتر وکمتر به احساسات کمتر پرداخته میشد، چه به این ترتیب مجادله غیر ممکن است.

از زمان "تئوری همه چیز"، من تماسم را با خانواده هاوکینگ ادامه داده ام. از اینکه از من خواسته شد در مراسم تشییع جنازه استیفن متنی را بخوانم، تحت تأثیر قرار گرفتم. آن روز فوق‌العاده غم‌انگیز اما درخشان، پر از عشق و خاطرات شاد و تأملات در مورد این شجاع‌ترین انسان بود که جهان را با علم خود و در تلاش در جهت فراهم کردن فرصت و امکانات مناسب برای افراد ناتوان و شکوفائی استعدادهای آنان، هدایت کرده بود.

ما یک ذهن واقعاً زیبا، یک دانشمند شگفت‌انگیز و بامزه‌ترین مردی را که تا به حال افتخار دیدار با او را داشته ام، از دست داده‌ایم. اما همانطور که خانواده او در زمان مرگ استیفن گفتند، کار و میراث او همراه با اندوه از دست رفتنش زنده خواهد ماند. اما در عین حال بسیار خوشحالم که شما را با این مجموعه از نوشته های استیفن درباره مسائل متنوع و جذاب آشنا می کنم. امیدوارم از نوشته‌های او لذت ببرید و به نقل از باراک اوباما، امیدوارم به استیفن در میان ستاره‌ها خوش بگذرد

یک مقدمه

پروفسور کیپ اس. تورن

من اولین بار استیفن هاوکینگ را در ژوئیه ۱۹۶۵ در لندن، انگلستان، در کنفرانس نسبیت عام و گرانش ملاقات کردم. استیفن در میانه تحصیلات دکترای خود در دانشگاه کمبریج بود. من به تازگی کارم را در دانشگاه پرینستون تکمیل کرده بودم. شایعاتی در سالن های کنفرانس پیچید که استیفن یک استدلال قانع کننده ابداع کرده است که جهان ما باید در یک زمان معین در گذشته متولد شده باشد. زمانی که نمی تواند بی نهایت قدیمی باشد.

بنابراین، همراه با حدود ۱۰۰ نفر، به اتاقی که برای چهل نفر طراحی شده بود، خود را قاطی جمعیت کردم تا سخنان استیفن را بشنوم. او با عصا راه می‌رفت و صحبت‌هایش کمی نامفهوم بود، اما صرفنظر از این، فقط علائم کمی از بیماری نورون حرکتی را نشان می‌داد که فقط دو سال قبل به آن مبتلا شده بود. ذهن او قطعا تحت تأثیر بیماری قرارنداشت. استدلال شفاف او بر نظریه نسبیت انیشتین و مشاهدات ستاره شناسان مبنی بر انبساط جهان ما و بر چند فرض ساده که احتمال درستی آنها بسیار محتمل به نظر می رسید متکی بود و از برخی تکنیک های جدید ریاضی که راجر پنروز (Roger Penrose) اخیرا ابداع کرده بود استفاده کرده بود. استیفن با ترکیب همه این‌ها به روش‌هایی که هوشمندانه، قدرتمند و قانع‌کننده بود، به چنین استنباطی رسیده بود: جهان ما باید در در یک نوع حالت معین و یگانه و با ویژگی "وحدانیت"، تقریباً ده میلیارد سال پیش آغاز شده باشد(در طول دهه بعد، استیفن و راجر، با ترکیب نیروها، به طور قانع‌کننده‌تر، این آغاز وحدانیت و یگانگی زمان را ثابت کردند، و همچنین به طور قانع‌کننده‌تر ثابت کردند که هسته هر سیاه‌چاله با همان شکل یگانه میتواند وجود داشته باشد که در آن، زمان به پایان می‌رسد)

من از سخنرانی استیفن در سال ۱۹۶۵ بسیار تحت تأثیر قرار گرفتم. نه فقط با استدلال و نتیجه گیری، بلکه مهمتر از آن با بصیرت و خلاقیت او. بنابراین من به دنبال او گشتم و یک ساعت به طور خصوصی با او صحبت کردم. این آغاز یک دوستی مادام العمر بود، دوستی نه تنها بر اساس علایق علمی مشترک، بلکه بر اساس همدردی متقابل و تواناییها برای درک یکدیگر به عنوان انسان. به زودی زمان بیشتری را

صرف صحبت در مورد زندگی، عشق‌هایمان و حتی مرگ کردیم تا در مورد علم، اگرچه علم ما کماکان چسبندگی پیوند بین ما بود.

در سپتامبر ۱۹۷۳ استیفن و همسرش(JANE - جین) را به مسکو، روسیه بردم. علیرغم شدت جنگ سرد، من از سال ۱۹۶۸ یک ماه یا بیشتر را در مسکو سپری می کردم و با اعضای گروهی به رهبری یاکوف بوریسویچ زلدوویچ (Yakov Borisovich Zel'dovich)، در کارهای پژوهشی همکاری می کردم. زلدوویچ یک اخترفیزیکدان عالی و همچنین پدر بمب هیدروژنی شوروی بود. او به دلیل اسرار هسته ای اش از سفر به اروپای غربی یا آمریکا منع شد. او مشتاق بحث با استیفن بود. او نتوانست نزد استیفن بیاید. پس ما رفتیم پیش او.

در مسکو، استیفن با بینش‌های خود زلدوویچ و صدها دانشمند دیگر را شگفت‌زده کرد و در مقابل، استیفن هم یکی دو چیز از زلدوویچ آموخت. خاطره انگیزترین لحظه، بعد از ظهری بود که من و استیفن با زلدوویچ و دانشجوی دکترای او الکسی استاروبینسکی (Alexei Starobinsky) در اتاق استیفن در هتل روسیا گذراندیم. زلدوویچ با روشهای درک عقلائی، کشف قابل توجهی را که آنها انجام داده بودند توضیح داد و استاروبینسکی آن را به صورت ریاضی توضیح داد.

چرخیدن یک سیاهچاله به انرژی نیاز دارد. ما قبلاً این را می دانستیم. آنها توضیح دادند که یک سیاهچاله می تواند از انرژی چرخشی خود برای ایجاد ذرات استفاده کند و ذرات با حمل انرژی چرخشی با خود، فاصله میگیرند و به پرواز در می آیند. این کشفی جدید و اعجاب انگیز بود - اما نه خیلی تعجب آور. وقتی جسمی انرژی حرکتی دارد، طبیعت معمولا راهی برای استخراج آن پیدا می کند. ما قبلاً راه های دیگری برای استخراج انرژی چرخشی سیاهچاله می دانستیم. این فقط یک راه جدید، هرچند غیرمنتظره بود.

اکنون، ارزش بزرگ گفت‌وگوهایی از این دست این است که می‌توانند مسیرهای فکری جدیدی را ایجاد کنند. و در مورد استیفن هم همینطور بود. او چندین ماه در مورد اکتشاف زلدوویچ/استاروبینسکی فکر کرد و ابتدا از یک جهت و سپس از جهت دیگر به آن نگاه کرد تا اینکه یک روز بینشی واقعاً رادیکال در ذهن استیفن شکل گرفت: پس از توقف چرخش یک سیاه‌چاله، چاله همچنان می‌تواند ذرات را ساطع کنند، می تواند تابش کند - و به گونه ای تابش می کند که گویی سیاهچاله داغ است، مانند خورشید،

اگرچه خیلی داغ نیست، فقط کمی گرم است. هر چه سیاه چاله سنگین تر باشد دمای آن کمتر می شود. حفره ای که وزن آن به اندازه خورشید است، دمای آن ۰/۰۰۰۰۰۰۰۶ کلوین[3](Kelvin)، ۰/۰۶ میلیونم درجه بالاتر از صفر مطلق است. فرمول محاسبه این دما اکنون بر روی سنگ قبر استیفن در کلیسای وست مینستر در لندن حک شده است، جایی که خاکستر او بین آیزاک نیوتن و چارلز داروین قرار دارد.

این "دمای هاوکینگ" سیاه‌چاله و "تابش هاوکینگ" آن (به قولی که نامیده می‌شوند) واقعاً رادیکال بودند - شاید رادیکال‌ترین کشف فیزیک نظری در نیمه دوم قرن بیستم. آنها چشمان ما را به پیوندهای عمیق بین نسبیت عام (سیاهچاله ها)، ترمودینامیک (فیزیک گرما) و فیزیک کوانتومی (ایجاد ذرات در جایی که قبلاً وجود نداشت) باز کردند. به طور مشخص، اینها استیفن را به این استنتاج رساند تا ثابت کند که یک سیاهچاله آنتروپی(entropy)[4] دارد، به این معنی که در جایی در داخل یا اطراف سیاهچاله، حالات تصادفی بسیار زیاد وجود دارد. او نتیجه گرفت که مقدار آنتروپی متناسب با مساحت سطح حفره است. فرمول او برای آنتروپی بر روی سنگ یادبود استیفن در کالج گونویل و کایوس در کمبریج، جایی که او در آنجا کار می کرد، حک شده است.

در چهل و پنج سال گذشته، استیفن و صدها فیزیکدان دیگر برای درک ماهیت دقیق تصادفی بودن یک سیاهچاله تلاش کرده اند. این سوالی است که همچنان بینش های جدیدی در مورد تداخل و تزویج نظریه کوانتومی با نسبیت عام ایجاد می کند - یعنی در مورد بدفهمی از قوانین گرانش کوانتومی.

در پاییز ۱۹۷۴ استیفن دانشجویان دکترای خود و خانواده اش (همسرش جین و دو فرزندشان رابرت و لوسی) را به مدت یک سال به پاسادنا کالیفرنیا آورد تا او و دانشجویانش بتوانند در زندگی روشنگرانه دانشگاه من، کلتک، شرکت کنند و به طور موقت در گروه تحقیقاتی خود من ادغام شوند.سال باشکوهی بود، مهمترین دوره ای

3 کلوین، یک مقیاس مطلق دما در ترمودینامیک است که در آن صفر مطلق — سردترین دمای ممکن — صفر کلوین نام دارد. در توصیف ترمودینامیک کلاسیک، در صفر مطلق، جنبش گرمایی ذرات متوقف می‌شود. م

4 یک کمیت ترمودینامیکی که نشان دهنده در دسترس نبودن انرژی حرارتی یک سیستم برای تبدیل به کار مکانیکی است که اغلب به عنوان درجه بی نظمی یا وضعیت تصادفی در سیستم تفسیر می شود. انتروپی در فرمول فیزیک، لگاریتم میزان تصادفی بودن حفره سیاه است. م

بود که "عصر طلایی تحقیقات سیاه‌چاله" را رقم زد..

در طول آن سال، استیفن و شاگردانش و برخی از شاگردان من تلاش کردند تا سیاهچاله‌ها را عمیق‌تر درک کنند، همانطور که من تا حدودی این کار را کردم. اما حضور استیفن و رهبری او در تحقیقات سیاهچاله‌های گروه مشترک ما، به من این آزادی را داد تا مسیر جدیدی را دنبال کنم که چندین سال به آن فکر می‌کردم: امواج گرانشی.

تنها دو نوع امواج وجود دارند که می توانند در سراسر جهان حرکت کنند و اطلاعاتی در مورد چیزهای بسیار دور به ما ارائه دهند: امواج الکترومغناطیسی (که شامل نور، اشعه ایکس، پرتوهای گاما، امواج مایکروویو، امواج رادیویی...) می شود. و امواج گرانشی

امواج الکترومغناطیسی شامل نیروهای نوسانی الکتریکی و مغناطیسی است که با سرعت نور حرکت می کنند. هنگامی که آنها به ذرات باردار برخورد می کنند، مانند الکترون های آنتن رادیو یا تلویزیون، ذرات را به جلو و عقب تکان می دهند و اطلاعاتی را که امواج حمل می کنند در ذرات رسوب می دهند. سپس می توان آن اطلاعات را تقویت کرد و به بلندگو یا صفحه تلویزیون برای درک انسان وارد کرد.

امواج گرانشی، طبق گفته انیشتین، از یک پیچ و تاب و خمیدگی در نوسان فضائی تشکیل شده اند: انبساط و انقباض نوسانی فضا. در سال ۱۹۷۲ راینر وایس (رای) [Rainer (Rai) Weiss] در موسسه فناوری ماساچوست یک رد یاب امواج گرانشی اختراع کرد که در آن آینه‌های آویزان در گوشه و انتهای یک لوله خلاء L شکل، در امتداد یک پایه L با انبساط فضا جدا می‌شود و در امتداد پایه دیگربا انقباض فضا به طرف پایه اول فشار داده میشود. Rai استفاده از پرتوهای لیزر را برای اندازه گیری الگوی نوسانی این انبساط و انقباض را پیشنهاد کرد. نور لیزر می تواند اطلاعات یک موج گرانشی را استخراج کند و سپس سیگنال ها می توانند تقویت شوند و برای درک انسان به کامپیوتر وارد شود.

تحقیقات ومطالعه جهان(universe) با تلسکوپ های الکترومغناطیسی (نجوم الکترومغناطیسی) توسط گالیله آغاز شد، زمانی که او یک تلسکوپ نوری کوچک ساخت، آن را به سمت سیاره مشتری گرفت و بزرگترین چهار قمر مشتری را کشف

کرد. در طول ۴۰۰ سال پس از آن زمان، نجوم الکترومغناطیسی کاملاً درک ما از جهان را متحول کرده است.

در سال ۱۹۷۲ من و دانش‌آموزانم شروع کردیم به فکر کردن درباره آنچه می‌توانیم در مورد جهان با استفاده از امواج گرانشی بیاموزیم: ما شروع به توسعه چشم‌اندازی برای ستاره‌شناسی امواج گرانشی کردیم. از آنجایی که امواج گرانشی شکلی از تاب فضایی هستند، به شدت توسط اجسامی تولید می‌شوند که خود به‌طور کامل یا جزئی از فضا-زمان تاب‌خورده ساخته شده‌اند،یعنی به معنای اخص آن، توسط سیاه‌چاله‌ها ساخته شده اند. ما به این نتیجه رسیدیم که امواج گرانشی ابزار ایده آلی برای کاوش و آزمایش بینش استیفن در مورد سیاهچاله ها هستند.

به طور کلی تر، به نظر ما، امواج گرانشی(GRAVITATIONAL WAVES) آنقدر با امواج الکترومغناطیسی متفاوت هستند که تقریباً تضمین شده بود که انقلاب جدید و را در درک ما از جهان ایجاد کنند، شاید قابل مقایسه با انقلاب الکترومغناطیسی عظیمی باشد که پس از گالیله رخ داد- که به این ترتیب ممکن بود این امواج را که غیر قابل دریافت اند و حالت فرّار دارند، ردیابی و تعقیب کرد. اما ما تخمین زدیم که امواج گرانشی که کره زمین را احاطه کرده اند، به قدری ضعیف هستند که آینه‌های انتهای دستگاه L شکل "رای وایس" نسبت به یکدیگر به اندازه ۱۰۰ /۱ قطر یک "نوترون" به جلو و عقب حرکت می‌کنند (که به معنی ۱/۱۰،۰۰۰،۰۰۰ قطریک اتم است)، حتی اگر قطر آینه ای که آن حرکات را منعکس میکرد، چندین کیلومتر باشد. چالش اندازه گیری چنین حرکات بسیار ریز وکوچک فوق العاده زیاد بود.

بنابراین در طول آن سال باشکوه، با ادغام گروه‌های تحقیقاتی استیفن و من در Caltech، بیشتر وقتم را صرف بررسی دستاوردهای تحقیقات در باره امواج گرانشی کردم. استیفن در این مورد به کمک ما آمد، زیرا چندین سال قبل او و شاگردش "گری گیبونز"(Gibbons Gary) یک رد یاب امواج گرانشی را برای خود طراحی کرده بودند (که هرگز آن را نساختند).

مدت کوتاهی پس از بازگشت استیفن به کمبریج، تحقیقات من با بحثی وسیع که تمام شب بین رای وایس و من در اتاق هتل رای در واشنگتن دی سی جریان داشت، به ثمر رسید. من متقاعد شدم که چشم اندازهای موفقیت به اندازه‌ای بزرگ بود که باید بیشتر کار خود و تحقیقات دانش‌آموزان آینده‌ام را برای کمک به "رای" و سایر محققان

اختصاص بدهم که به دیدگاه و تزهای ما در باره امواج گرانشی نزدیک بشوند.و بقیه، همانطور که می گویند، تاریخ است..

در ۱۴ سپتامبر ۲۰۱۵، رد یاب امواج گرانشی LIGO ساخته شد [که توسط یک پروژه ۱۰۰۰ نفره که من و "رای" و رونالد درور(Ronald Drever) مشترکا راه انداخته بودیم و بری باریش(Barish) سازماندهی، مونتاژ و مدیریت اش را بر عهده گرفت]. این پروژه اولین امواج گرانشی خود را ثبت کردند. با مقایسه نمونه های امواج به کمک تخمین های شبیه‌سازی‌های کامپیوتری، تیم ما به این نتیجه رسید که این امواج از تصادم دو سیاه‌چاله سنگین، در فاصله ۱،۳ میلیارد سال نوری از زمین، تولید شده بودند. این آغاز نجوم امواج گرانشی بود. تیم ما برای امواج گرانشی به چیزی دست یافته بود که گالیله برای امواج الکترومغناطیسی به دست آورد.

من مطمئن هستم که در طی چندین دهه آینده، نسل بعدی ستاره شناسان امواج گرانشی از این امواج نه تنها برای آزمایش قوانین فیزیک سیاهچاله استیفن، بلکه برای شناسایی و رد یابی امواج گرانشی تولد منفرد جهان ما استفاده خواهند کرد.بدین ترتیب ایده های استیفن و دیگران را در مورد چگونگی پیدایش جهان ما آزمایش کنند.

در طول سال باشکوه ۱۹۷۵-۱۹۷۴، در حالی که من بر سر امواج گرانشی سردرگم بودم و تردید داشتم، و استیفن گروه ادغام شده ما را برای تحقیقات در باره سیاهچاله ها رهبری می‌کرد، خود استیفن دیدگاهی حتی رادیکال‌تر از کشف خود یعنی "تابش هاوکینگ" داشت. او استنتاج عمیقا قانع‌کننده‌ای ارائه کرد که که طبق آن، زمانی که یک سیاه‌چاله تشکیل می‌شود و متعاقباً بار اثر تشعشع کاملاً تبخیر می‌شود، اطلاعاتی که به درون سیاه‌چاله رفته‌اند نمی‌توانند به بیرون برگردند. اطلاعات ناگزیر از بین می رود.

این بسیار ریشه ای است چرا که قوانین فیزیک کوانتومی به صراحت اصرار دارند که اطلاعات هرگز نمی توانند به طور کامل از بین بروند. بنابراین، اگر حق با استیفن بود، سیاهچاله ها بنیادی ترین قانون کوانتوم مکانیکی را نقض می کنند.

این چگونه ممکن است؟ تبخیر سیاهچاله بر طبق ترکیب قوانین مکانیک کوانتومی و قانون نسبیت عام –که به نادرست قانون گرانش کوانتومی فهمیده شده اند- انجام می شود.و بنابراین، با استدلال استیفن، ازدواج آتشین قانون نسبیت عام و قانون فیزیک

کوانتومی باید به نابودی اطلاعات منجر شود.

اکثریت بزرگ فیزیکدانان نظری این نتیجه را منفی بافی و مایوس کننده می دانند. آنها به شدت مردد هستند. و بنابراین، برای چهل و چهار سال آنها با پارادوکس و معضل به اصطلاح از دست دادن اطلاعات دست و پنجه نرم کرده اند. این مبارزه ای است که ارزش تلاش و اضطراب و خشم علیه آن تلاشها را دارد، زیرا این پارادوکس کلید قدرتمندی برای درک قوانین گرانش کوانتومی است. خود استیفن در سال ۲۰۰۳ راهی پیدا کرد که اطلاعات ممکن است در حین تبخیرحفره سیاه فرار کنند، اما این توضیح استیفن مصاف فیزیک دانان نظری را خاموش نکرد. چه، استیفن ثابت نکرد که اطلاعات فرار می کنند، بنابراین مبارزه ادامه دارد.

در ستایش خود برای استیفن، در مراسم تشییع خاکستر او در کلیسای وست مینستر، این مبارزه را با این کلمات به یاد آوردم: "نیوتن به ما پاسخ داد. هاوکینگ، اما، به ما سوالاتی داد.و سؤالات هاوکینگ همچنان ادامه دارد و دهه‌ها بعد تلاش برای پاسخ به آنها، مُحرک تحولات تعیین کننده ای خواهد بود.هنگامی که در نهایت بر قوانین گرانش کوانتومی تسلط پیدا می کنیم و تولد جهان خود را به طور کامل درک می کنیم، ممکن است تا حد زیادی با ایستادن بر روی شانه های هاوکینگ باشد.

*** * ***

همانطور که سال پرشکوه ۱۹۷۵ـ ۱۹۷۴ ما تنها آغازی برای جست و جوی امواج گرانشی من بود، برای استیفن نیز تازه آغازی بود برای درک دقیق قوانین گرانش کوانتومی و آنچه آن قوانین در مورد ماهیت واقعی یک سیاه چاله می گویند. اطلاعات و تصادفی بودن سیاه چاله، و همچنین در مورد ماهیت واقعی تولد یگانه جهان ما در یک وحدانیت، و ماهیت واقعی حالات منحصر بفرد درون سیاهچاله ها – یعنی ماهیت واقعی تولد و مرگ زمان.

اینها سوالات بزرگی هستند. خیلی بزرگ

من از سوالات بزرگ طفره رفته ام. من مهارت، خرد یا اعتماد به نفس کافی برای مقابله با آنها را ندارم. در مقابل و برعکس، استیفن همیشه مجذوب سؤالات بزرگی بود، مستقل از اینکه به دانش او مربوط باشند یا نه. او قطعا استعداد، خرد و اعتماد به

نفس لازم را داشت.

این کتاب مجموعه‌ای از پاسخ‌های او به پرسش‌های بزرگ است، پاسخ‌هایی که او هنوز در زمان مرگ روی آن‌ها کار می‌کرد.

پاسخ‌های استیفن به شش سؤال از آنها عمیقاً در دانش او ریشه دارند. (آیا خدایی وجود دارد؟ همه چیز چگونه آغاز شد؟ آیا می توانیم آینده را پیش بینی کنیم؟ درون سیاهچاله چیست؟ آیا سفر در زمان امکان پذیر است؟ چگونه آینده را شکل می دهیم؟). در اینجا خواهید دید که او درباره موضوعاتی که به اختصار در این مقدمه توضیح داده‌ام به عمق میرود و همچنین در مورد مسائل و نکات خیلی خیلی بیشتر بحث می‌کند.

پاسخ او به چهار سؤال بزرگ دیگر احتمالاً نمی تواند ریشه ای محکم در دانش او داشته باشد. (آیا ما در زمین زنده خواهیم ماند؟ آیا حیات هوشمند دیگری در جهان وجود دارد؟ آیا باید فضا را مستعمره کنیم؟ آیا هوش مصنوعی از ما پیشی خواهد گرفت؟) با وجود این، پاسخهای او به این سوالات نیز فکرعمیق و خلاقیت او را، همانطور که ما از او انتظار داریم، آشکار میکند.

من امیدوارم که شما پاسخ های او را به اندازه من مُحرک و روشنگر بیابید. لذت ببرید!

کیپ اس ترون(Thorne Kip)

جولای ۲۰۱۸

چرا ما باید سوالات بزرگ را بپرسیم؟

مردم همیشه خواهان پاسخ به سوالات بزرگ بوده اند. ما از کجا آمده ایم؟ جهان چگونه آغاز شد؟ معنی و طراحی پشت این همه چیست؟ آیا کسی وجود دارد؟ بحثهای گذشته در مورد "آفرینش" اکنون کمتر مربوط و معتبر به نظر می رسند. آنها با انواع مختلفی از آنچه که فقط می توان آن را خرافات نامید، مثل عصر جدید (New Age[5]) و پیشتازان فضا(Star Trek[6]) جایگزین شده اند. علم واقعی، اما، می تواند بسیار عجیب تر از داستان های علمی تخیلی و بسیار قانع کننده تر باشد.

من یک دانشمند هستم. و دانشمندی با شیفتگی عمیق به فیزیک، کیهان شناسی، جهان(universe) و آینده بشریت. من توسط پدر و مادرم طوری تربیت شدم که کنجکاوی تزلزل ناپذیری داشته باشم و مانند پدرم به تحقیق و تلاش برای پاسخگویی به سؤالات زیادی که علم از ما می پرسد. من زندگی ام را- در درون ذهنم- صرف سفر در سراسریونیورس، کرده ام. از طریق فیزیک نظری، من به دنبال پاسخ به برخی از سوالات بزرگ بوده ام. زمانی فکر می‌کردم پایان فیزیک آنطور که ما آن را می بینیم، فرا خواهد رسید اما اکنون فکر می‌کنم شگفتی های کشف تا مدت‌ها بعد از رفتن من ادامه خواهد داشت. ما به برخی از این پاسخ ها نزدیک شده ایم، اما هنوز به آن ها نرسیده ایم.

مشکل این است که اکثر مردم بر این باورند که درک علم واقعی برای آنها بسیار دشوار و پیچیده است. اما من چنین تصوری ندارم. انجام تحقیق در مورد قوانین بنیادی حاکم بر یونیورس مستلزم تعهد بر کنار گذاشتن زمان است که اکثر مردم آن زمان لازم را ندارند. اگر همه ما سعی کنیم که فیزیک دان نظری باشیم، جهان به زودی متوقف می شود. اما اکثر مردم می توانند ایده های اساسی را درک کنند و قدر آنها را هم بدانند، بشرطی که آن ایده ها به شیوه ای واضح و بدون معادلات پیچیده ریاضی ارائه شوند، که به اعتقاد من امکان پذیر است. این کاری است که در طول زندگی از تلاش برای

---

5 نوعی مذهب جدید و رایج در غرب، که طبق آن اشیاء دارای روح اند و هر فرد میتواند سرنوشت خویش را تعیین کند.م

6 یک سریال تلویزیونی آمریکائی که در آن یک "کاپیتان" همراه تیم خود با یک کشتی فضائی(USS Enterprise (NCC 1701))برای جستجوی دنیاهای دیگر به کهکشان راه شیری سفر میکنند. م

انجام آن لذت برده ام.

زمان با شکوهی است اگر انسان زنده بماند که به انجام تحقیقات در زمینه فیزیک نظری بپردازد. تصویر ما از کیهان(یونیورس) در پنجاه سال گذشته بسیار تغییر کرده است، و من خوشحالم اگر در این زمینه سهمی داشته ام. یکی از دستاوردهای کشفیات بزرگ در باره عمر فضا(space) برای بشریت، ترسیم یک چشم انداز در مورد خود ماست. وقتی زمین را از فضا می بینیم، خودمان را به عنوان یک کل می بینیم. ما وحدت و نه تفرقه را می بینیم. این یک تصویر بسیار ساده با یک پیام شفاف است: یک سیاره، یک نژاد بشر

من می خواهم صدای خود را به صدای کسانی اضافه کنم که خواستار اقدام عاجل در مورد چالش های کلیدی جامعه جهانی ما هستند. امیدوارم در ادامه راه، حتی زمانی که من دیگر اینجا نیستم، افراد صاحب قدرت بتوانند خلاقیت، شجاعت و رهبری از خود نشان دهند. بگذارید آنها به چالش اهداف تغییرات بنیادی نه از روی منافع شخصی، بلکه از روی منافع مشترک عمل کنند. من ارزش زمان را خیلی خوب میشناسم. فرصت را دریابید. همین الان عمل کنید.

من قبلاً در مورد زندگی خود نوشته‌ام، اما برخی از تجربیات اولیه‌ام ارزش تکرار دارند، چرا که در طول دوران زندگی ام، شیفته سوالهای بزرگ بوده ام.

من دقیقاً ۳۰۰ سال پس از مرگ گالیله به دنیا آمدم و دوست دارم فکر کنم که این تصادف، تأثیری بر چگونگی زندگی علمی من داشته است. با این حال، من تخمین می زنم که حدود ۲۰۰۰۰۰ نوزاد دیگر نیز در آن روز متولد شدند. من نمی دانم که آیا بعداً هیچ یک از آنها به نجوم علاقه مند شدند یا خیر.

من در یک خانه بلند و باریک ویکتوریایی در های گیت (High gate) لندن بزرگ شدم که والدینم آن را در دوره جنگ جهانی دوم بسیار ارزان خریده بودند، زمانی که همه فکر می کردند لندن قرار است بمباران و با خاک یکسان شود. در واقع یک موشک V2 چند خانه دورتر از خانه ما فرود آمد. من در آن زمان با مادر و خواهرم دور بودیم و خوشبختانه پدرم آسیبی ندید. سال‌ها پس از آن، یک نمایشگاه بمبی بزرگ در پایین جاده ای که در آن با دوستم هاوارد بازی می‌کردم، وجود داشت. ما آثار انفجار چنان بمبی را با همان کنجکاوی که تمام زندگی ام را به حرکت درآورد، بررسی کردیم.

در سال ۱۹۵۰، محل کار پدرم به حاشیه شمالی لندن، به موسسه ملی تحقیقات پزشکی تازه ساخته شده در "میل هیل" نقل مکان کرد، بنابراین خانواده من به شهر کلیسائی سنت آلبانز(St Albans) در نزدیکی میل هیل نقل مکان کردند. من را به دبیرستان دخترانه فرستادند که علیرغم نامش پسران تا ده سالگی را می پذیرفت. بعداً به مدرسه سنت آلبانز رفتم. من هرگز بیشتر از سطح نیمی از کلاس بالاتر نرفتم - کلاس شاگردهای با هوش زیادی داشت-. اما همکلاسی هایم به من لقب انیشتین را دادند، بنابراین احتمالاً آنها نشانه هایی از خصوصیات بهتری را در من دیده بونند. وقتی دوازده سالم بود، یکی از دوستانم با دوست دیگری برسر یک بسته شیرینی شرط بندی کرده بود که من هرگز به جائی نخواهم رسید.

من شش یا هفت دوست صمیمی در سنت آلبانز داشتم، و یادم می‌آید که درباره همه چیز، از مدل‌های کنترل رادیویی گرفته تا مذهب، بحث و گفتوگوهای طولانی داشتم. یکی از سؤالات بزرگی که ما در مورد آن بحث کردیم، منشأ یونیورس بود، و اینکه آیا به خدائی نیاز دارد که آن را خلق و به حرکت اندازد. من شنیده بودم که نور کهکشان های دور به سمت انتهای قرمز طیف نور منتقل می شود که به این برداشت اشاره داشت که جهان(یونیورس) در انبساط است. اما من مطمئن بودم که باید دلیل دیگری برای انتقال قرمز وجود داشته باشد. شاید نور در مسیرحرکت بسوی ما خسته و قرمزتر شده است؟ یک جهان اساساً تغییرناپذیر و ابدی بسیار طبیعی تر به نظر می رسید.[(سال‌ها بعد، پس از کشف ریشه میکرو ویو کیهانی(cosmic microwave)، حدود دو سال پس از تحقیقات دکترا، متوجه شدم که اشتباه کرده‌ام.)]

من همیشه به نحوه عملکرد چیزها علاقه زیادی داشتم، و عادت داشتم که آنها را از هم جدا کنم تا ببینم چگونه کار می کنند، اما در وصل کردن آنها به یکدیگرچندان خوب نبودم.. توانایی های عملی من هرگز با کیفیت های نظری من مطابقت نداشتند. پدرم علاقه مرا به علم تشویق کرد و بسیار مشتاق بود که به آکسفورد یا کمبریج بروم. او خودش به کالج دانشگاه آکسفورد رفته بود، بنابراین بسیار مشتاق بود که باید آنجا درخواست بدهم. در آن زمان، کالج دانشگاهی هیچ دانشجویی در ریاضیات نداشت، بنابراین من گزینه کمی داشتم و تلاش کردم برای بورسیه تحصیلی در علوم طبیعیاقدام کنم. من خودم را با موفقیت های خودم شگفت زده کردم!

نگرش غالب در آکسفورد در آن زمان بسیار ضد کار بود. از ما انتظار میرفت که بدون زحمت بدرخشیم و یا محدودیت هایمان را بپذیریم و به درجه و نمره چهارم

رضایت بدهیم. من این را به عنوان دعوت برای انجام کارهای بسیار کم ترجمه کردم. این هیچ جای افتخار نیست. میخواهم نگرش خود را در آن زمان توصیف کنم که اکثر دانش‌آموزانم هم با من سهیم اند. یکی از نتایج بیماری من تغییر همه آن چیزها بوده است. هنگامی که با احتمال مرگ زودهنگام مواجه می شوید، متوجه می شوید که کارهای زیادی وجود دارند که می خواهید قبل از پایان زندگی خود انجام دهید.

به دلیل کم کاری ام، برنامه ریزی کرده بودم که با اجتناب از سوالاتی که نیاز به دانش واقعی دارند، امتحان نهایی را انجام بدهم و به جای آن روی مسائل فیزیک نظری تمرکز کنم. اما شب قبل از امتحان نخوابیدم و به همین دلیل چندان خوب از پس امتحان نهائی بر نیامدم. من در مرز بین مدرک درجه یک و دو بودم که میبایست پس از مصاحبه با ممتحنین مشخص شود کدام یک از آن دو مدرک را باید بگیرم. در مصاحبه از من در مورد برنامه های آینده ام پرسیدند. من جواب دادم که می خواهم تحقیق کنم. اگرمدرک درجه یک به من می دادند، به کمبریج می رفتم. اما اگر فقط یک مدرک درجه دو را میگرفتم، در آکسفورد می ماندم. ممتحنین به من مدرک درجه یک دادند.

در تعطیلات طولانی بعد از امتحان نهایی من، کالج تعدادی کمک هزینه مسافرتی کوچک ارائه داد. فکر می‌کردم هرچه فاصله مقصد مسافرت را بیشتر کنم، شانسم برای گرفتن کمک هزینه بیشتر می‌شود، بنابراین گفتم می‌خواهم به ایران بروم. در تابستان ۱۹۶۲، با قطار به طرف استانبول، سپس به ارزروم در شرق ترکیه، سپس به تبریز، تهران، اصفهان، شیراز و تخت جمشید، پایتخت پادشاهان باستانی ایران، راه افتادم. در راه بازگشت، من و همسفرم، ریچارد چین(Richard Chiin)، در زلزله بوئین زهرا گرفتار شدیم، زمین لرزه ای بزرگ ۷/۱ ریشتر که بیش از ۱۲۰۰۰ نفر را کشت. من نزدیک مرکز زمین لرزه بودم، اما از آن بی خبر بودم، زیرا هم بیمار بودم، و هم اینکه اتوبوس در جاده های ایران که آن زمان بسیار ناهموار بودند، خیلی تکان میخوردند.

چند روز بعد را در تبریز گذراندیم، در حالی که اسهال خونی شدید و شکسته شدن دنده‌ام به دلیل پرت شدن از صندلی اتوبوس رو به بهبود بودند، هنوز از فاجعه بی‌اطلاع بودم چون فارسی بلد نبودیم.. هنوز به استانبول نرسیدیم که متوجه شدیم چه اتفاقی افتاده است. برای پدر و مادرم که ده روزبا نگرانی شدید منتظر بودند، کارت پستالی فرستادم، چون آخرین خبری که از ما داشتند درست روزی که در روز وقوع زلزله ما تهران را به مقصد منطقه فاجعه ترک میکردیم. با وجود زلزله، خاطرات شیرین زیادی از دوران حضورم در ایران دارم. کنجکاوی شدید در مورد دنیا(world) می تواند فرد

را به خطر بیندازد، اما برای من این احتمالاً اولین بار در زندگی ام بود که این موضوع صدق میکرد.

در اکتبر ۱۹۶۲، زمانی که به دپارتمان بخش ریاضیات کاربردی و فیزیک نظری در کمبریج وارد شدم بیست ساله بودم. من برای همکاری با فرد هویل(Fred Hoyle)، مشهورترین ستاره شناس بریتانیایی آن زمان درخواست داده بودم. می گویم مُنجّم یا ستاره شناس(astronomer)، زیرا کیهان شناسی(cosmology) در آن زمان به سختی به عنوان یک عرصه برسمیت شناخته شده در نظر گرفته می شد. با این حال، هویل فی الحال به اندازه کافی شاگرد داشت، بنابراین در کمال نا امیدی من را به دنیس سیاما (Dennis Sciama) دادند که در مورد او چیزی نشنیده بودم. اما تصادفا خوب شد که من شاگرد هویل نشدم، چرا که به دفاع از تئوری حالت پایدار(state -steady) او کشیده می‌شدم، کاری که سخت‌تر از مباحث بر سر برگزیت(خروج بریتانیا از اتحادیه اروپا Brexit) بود. من کارم را با خواندن کتاب های درسی قدیمی نسبیت عام آغاز کردم – مثل همیشه که با بزرگترین سؤالات مواجه شدم.

همانطور که برخی از شما ممکن است فیلمی را دیده باشید که در آن" ادی ردمین" نقش من را بازی می کند(البته خوش قیافته تر از من!)، در سال سوم تحصیل در آکسفورد متوجه شدم که به نظر می رسد دست و پا چلفتی تر شده ام. یکی دو بار زمین خوردم و نمی‌توانستم بفهمم چرا، و متوجه شدم که دیگر نمی‌توانم به درستی در یک قایق پارو بزنم. مشخص شد که من مشکلاتی داشتم، وقتی هم در آن زمان دکتری به من گفت که باید آبجو را کنار بگذارم، با اکراه پذیرفتم.

زمستان بعد از ورود من به کمبریج بسیار سرد بود. من برای تعطیلات کریسمس در خانه بودم که مادرم مرا تشویق کرد که روی دریاچه در سنت آلبانز (St Albans) اسکیت کنم، اگرچه می‌دانستم که نمی‌توانم این کار را انجام دهم. افتادم و دوباره به سختی بلند شدم. مادرم متوجه شد که مشکلی وجود دارد و مرا پیش دکتر برد.

هفته‌ها را در بیمارستان سنت بارتولومئو(St Bartholomew) در لندن گذراندم و آزمایش‌های زیادی انجام دادم. در سال ۱۹۶۲، آزمایشات تا حدودی ابتدایی‌تر از اکنون بودند. یک نمونه از بافت عضله بازویم گرفته شد، الکترودهایی به من وصل کرده بودند و مایعی مات و کدر به ستون فقراتم تزریق شد، که چون تخت را کمی کج کرده بودند، پزشکان بالا و پایین رفتن آن ماده را با اشعه ایکس می دیدند. آنها در واقع

هرگز به من نگفتند چه چیزی اشتباه است، اما من حدس زدم که باید خیلی بد باشد، بنابراین ترجیح دادم که نپرسم. از صحبت‌های پزشکان متوجه شده بودم که "آن"، این "آن" هر چه که بود، بدتر می‌شود و آنها جز دادن ویتامین به من نمی‌توانستند کاری بکنند. در واقع دکتری که آزمایشات را انجام داد، از من دست شست و دیگر او را هرگز ندیدم.

در نهایت متوجه شدم که تشخیص این بیماری، اسکلروز جانبی آمیوتروفیک[(ALS) sclerosis lateral amyotrophic] است، نوعی بیماری نورون حرکتی، که در آن سلول‌های عصبی مغز و نخاع فرسوده، و سپس زخم یا سفت می‌شوند. همچنین فهمیدم که افراد مبتلا به این بیماری به تدریج توانایی کنترل حرکات، صحبت کردن، غذا خوردن و در نهایت تنفس را از دست می دهند.

به نظر می رسید بیماری من به سرعت رو به وخامت میرود. معلوم است که من دچار افسردگی شدم و نمی‌توانستم به دنبال ادامه تحقیق در مورد دکترای خود باشم، زیرا نمی‌دانستم آنقدر عمر خواهم کرد که آن را تمام کنم یا نه. اما بعد از آن، روند پیشرفت بیماری کُند شد و من دوباره به کارم اشتیاق پیدا کردم. بعد از اینکه انتظاراتم به صفر رسید، هر روز جدید به یک جایزه تبدیل شد و قدر هر آنچه را که داشتم شناختم. تا زمانی که زندگی هست، امید هم وجود دارد.

و البته زن جوانی به نام جَین(Jane) هم بود که در یک مهمانی با او آشنا شده بودم. او خیلی مصمم بود که با هم بتوانیم با مشکلات من مبارزه کنیم. اعتماد به نفس او به من امید داد. نامزدی روحیه ام را تقویت کرد و میدانستم اگر قرار بود ازدواج کنیم باید شغلی پیدا می کردم و دکترا را تمام می کردم. و مثل همیشه، آن سؤالات بزرگ راهنمای من بودند. من شروع کردم که به سختی کار کنم و از آن لذت بردم.

برای تامین مالی ادامه تحصیل، برای بورسیه تحقیقاتی در کالج Cauis and Gonville درخواست دادم. در کمال تعجب من به عنوان عضو "کایوس" انتخاب شدم و از آن زمان عضو باقی مانده ام. این عضویت من نقطه عطفی در زندگی ام بود. بدان معنا بود که با وجود بیشتر شدن ناتوانی ام می توانستم به تحقیقاتم ادامه دهم. به این معنی هم بود که من و جین می‌توانستیم ازدواج کنیم، که در ژوئیه ۱۹۶۵ انجام دادیم. اولین فرزند ما، رابرت، پس از حدود دو سال ازدواج به دنیا آمد. فرزند دوم ما، لوسی، حدود سه سال بعد و. فرزند سوم ما، تیموتی، در سال ۱۹۷۹ به دنیا آمد.

به عنوان یک پدر، سعی می کنم همیشه اهمیت سوال پرسیدن ر اتاکید کنم. پسرم، تیم، یک بار تعریف کرد که در مصاحبه ای درباره طرح کردن این سوال که آیا تعداد زیادی جهان(یونیورس) کوچک در اطراف وجود دارد، فکر میکرده که سوال او ممکن است احمقانه به نظر برسد. من به او گفتم که هرگز از طرح یک ایده یا فرضیه نترس، مهم نیست که چقدر هم (حرفهای او نه من) مبهم و پوچ به نظر می رسند.

***

سوال بزرگی که در مقابل کیهان شناسی(cosmolog) در اوایل دهه ۱۹۶۰قرار داشت، این بود که آیا جهان آغازی داشته است؟ بسیاری از دانشمندان به طور غریزی با این ایده مخالف بودند، زیرا احساس می کردند که وجود یک نقطه آفرینش مکانی است که در آن علم و قوانین آن فرو میپاشند. برای تعیین چگونگی شروع جهان، باید به دخالت مذهب و دست خدا متوسل شد. این یک سوال دقیق و اساسی بود، که دقیقاً همان چیزی بود که برای تکمیل پایان نامه دکتری خود در پاسخ به آن، نیاز داشتم.

راجر پنروز(Roger Penros) نشان داده بود که وقتی یک ستاره در حال مرگ به شعاع خاصی منقبض شود، ناگزیر یک وحدانیت و یگانگی وجود خواهد داشت، یعنی نقطه ای که فضا(space) و زمان به پایان می رسد. این را من مطمئن بودم، چرا که قبلاً می‌دانستیم که هیچ چیز نمی‌تواند مانع از فروپاشی یک ستاره سرد عظیم بشود که تحت گرانش(نیروی جاذبه) خود به یک وحدانیت و یگانگی با چگالی و فشردگی(density) بی‌نهایت برسد. من متوجه شدم که استدلال های مشابهی را می توان در مورد انبساط جهان(universe) به کار برد.به این ترتیب، می‌توانم ثابت کنم وحدانیت ها و یگانگی هایی وجود دارند که فضا-زمان در آن‌ها آغازی داشته است.

لحظه "یورکا"ی ارشمیدس(که با فریاد یور یورکا، یافتم - یافتم او مشهور است وقتی که در حمام قانون وزن اجسام شناور را کشف کرد) در سال ۱۹۷۰ برای من اتفاق افتاد، چند روز پس از تولد دخترم، لوسی. یک شب هنگام رفتن به رختخواب، که بیماری من روند آهسته‌ای داشت، متوجه شدم که می‌توانم نظریه شکل گیری سببی و تصادفی را که برای قضایای وحدانیت و یگانی انکشاف کرده بودم، در سیاهچاله‌ها نیز به کار ببرم. اگر نسبیت عام صحیح باشد و چگالی انرژی مثبت باشد، مساحت سطح افقی رویداد - مرز یک سیاهچاله- این خاصیت را دارد که وقتی ماده یا تشعشع اضافی به آن سقوط میکند، همیشه افزایش می‌یابد. علاوه بر این، اگر دو سیاه‌چاله با هم برخورد کنند

و یک سیاهچاله را تشکیل دهند، مساحت سطح افقی رویداد در اطراف سیاهچاله جدید، از مجموع مساحت های دو افق سیاه چاله های قبلی بیشتر است.

این یک عصر طلایی بود، که در آن ما اکثر مشکلات اصلی در نظریه سیاهچاله‌ها را حتی قبل از اینکه شواهد رصدی برای سیاهچاله‌ها وجود داشته باشد، حل کردیم. در واقع، ما آنقدر با نظریه نسبیت عام کلاسیک موفق بودیم که در سال ۱۹۷۳ پس از انتشار کتاب من و جورج الیس(George Ellis)، "ساختار مقیاس بزرگ فضا - زمان"، علاقه من در مورد انتشار کتاب مذکور کمی پائین آمده بود. کار من با پنروز(Penrose) نشان داده بود که نسبیت عام در وحدانیت ها فرو می پاشد، بنابراین گام واضح بعدی؛ ترکیب نسبیت عام - این نظریه خیلی بزرگ - با نظریه کوانتومی - این نظریه بسیار کوچک- است. به ویژه، من میخواستم بدانم، آیا کسی می تواند تصورکند که هسته یک اتم، یک سیاهچاله اولیه کوچک بوده است که در جهان(یونیورس) اولیه شکل گرفته است؟ بررسی‌های من رابطه عمیق وبدون تردید را بین گرانش و ترمودینامیک ، علم گرما و حرارت- نشان داد و پارادوکسی را که سی سال بدون پیشرفت زیادی در مورد آن بحث می‌کردند، حل کرد: چگونه تابش و تشعشع باقی‌مانده از یک سیاه‌چاله در حال انقباض می‌تواند همه اطلاعات را در مورد چگونگی شکل گیری سیاهچاله با خود حمل کنند؟ من متوجه شدم که اطلاعات گم نمی شود، اما به شیوه ای قابل استفاده بازگردانده نمی شود - مانند سوختن یک دایره المعارف که از آن فقط دود و خاکستر بجا میماند.

برای پاسخ به این موضوع، من این را بررسی کردم که میدان ها و یا ذرات کوانتومی چگونه از یک سیاه‌چاله پراکنده می‌شوند. من انتظار داشتم که بخشی از موج تابشی جذب سیاهچاله شود و بقیه پراکنده و دور شود. اما در کمال تعجب متوجه شدم که به نظر می رسد از خود سیاهچاله امواج ساطع میشوند. در ابتدا فکر کردم که این باید یک اشتباه در محاسبه من باشد. اما چیزی که من را متقاعد کرد که واقعی است این بود که آن نیروی صادر کننده و ساطع دقیقاً همان چیزی بود که برای شناسایی مساحت سطح افقی یا آنتروپی یک سیاهچاله لازم است. این آنتروپی، معیاری برای بی نظمی یک سیستم، در این فرمول ساده خلاصه می شود:

$$S = \frac{\pi A k c^3}{2hG}$$

که آنتروپی را بر حسب مساحت سطح افقی و سه ضریب ثابت اساسی طبیعت، c، سرعت نور، G، ثابت گرانش نیوتن، و ħ، ضریب ثابت پلانک، بیان می کند. انتشار این تشعشعات حرارتی از سیاهچاله اکنون تابش هاوکینگ نامیده می شود و من به کشف آن افتخار می کنم.

در سال ۱۹۷۴، من به عنوان عضو انجمن سلطنتی انتخاب شدم. این انتخابات برای اعضای گروه من غافلگیرکننده بود زیرا من جوان بودم و فقط یک دستیار کوچک پژوهشی بودم. اما در عرض سه سال به مقام پروفسوری ارتقاء پیدا کردم. کار من روی سیاه‌چاله‌ها به من امید داده بود که نظریه‌ای درباره همه چیز کشف کنیم، و این جست‌وجو برای یافتن پاسخ مرا به پیش میراند.

در همان سال، دوستم کیپ تورن، من و خانواده جوانم و تعدادی دیگر را که در نسبیت عام کار می کردند، به انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا (Caltech) دعوت کرد. طی چهار سال قبل، از ویلچر غیر برقی و همچنین یک ماشین سه چرخ برقی آبی رنگ استفاده می کردم، که باندازه سرعت دوچرخه معمولی حرکت می کرد و گاهی اوقات هم به طور غیرقانونی مسافر حمل می کردم. وقتی به کالیفرنیا رفتیم، در خانه ای متعلق به Caltech در نزدیکی محوطه دانشگاه ماندیم و در آنجا توانستم برای اولین بار از استفاده تمام وقت از ویلچر برقی لذت ببرم. این به من تا حد زیادی از استقلال عمل داد، به خصوص که در ایالات متحده ساختمان ها و پیاده روها برای معلولان بسیار بیشتر از بریتانیا مناسب تر هستند.

وقتی در سال ۱۹۷۵ از کالتک برگشتیم، در ابتدا روحیه ضعیفی داشتم. همه چیز در بریتانیا در مقایسه با نگرش "خواستن- توانستن" در آمریکا بسیار محدودکننده و غیر مشوق به نظر می‌رسید. در آن زمان، منظره مملو از درختان مرده که در اثر بیماری "نارون هلندی"(Dutch elm) از بین رفته بودند و کشور درگیر اعتصابات بود، اوضاع را بدتر تر کرده بود.با این حال، وقتی موفقیت خود را در کارم دیدم و در سال ۱۹۷۹ به سمت پروفسوری ریاضیات لوکاسی انتخاب شدم، که زمانی آن کرسی به سر آیزاک نیوتن(Sir Isaac Newton) و پل دیراک(Paul Dirac) تعلق داشت، روحیه‌ام بالا رفت.

در طول دهه ۱۹۷۰، من عمدتاً روی سیاه‌چاله‌ها کار می‌کردم، اما علاقه‌ام به کیهان‌شناسی(cosmology) با یک ایده جان تازه ای گرفت. و آن این بود که

جهان(یونیورس) اولیه دوره‌ای از انبساط تورمی سریع و پیوسته ای را پشت سر گذاشته است که میزان آن تورم قابل مقایسه بود با نرخ تورم و افزایش قیمتها در بریتانیا پس از مطرح شدن رای گیری در باره برگسیت(خروج بریتانیا از اتحادیه اروپا) من همچنین زمانی را صرف کار با جیم هارتل(Jim Hartle) کردم و نظریه‌ای درباره تولد یونیورس را تدوین کردیم که آن را نظریه "بدون مرز"(no boundary) نامیدیم.

در اوایل دهه ۱۹۸۰، وضعیت سلامتی من رو به وخامت گذاشت چون حنجره‌ام ضعیف شده بود و در حین غذا خوردن، غذا وارد ریه‌هایم می‌شد، و احساس خفگی همیشگی داشتم. در سال ۱۹۸۵، در سفری به سرن(CERN)، سازمان اروپایی تحقیقات هسته ای، در سوئیس، به ذات الریه مبتلا شدم. این یک لحظه تغییر دهنده زندگی بود. من را سریع به بیمارستان کانتونال لوسرن بردند و در دستگاه تنفس مصنوعی قرار دادند. پزشکان به جین پیشنهاد کردند که چون همه چیز به مرحله‌ای رسیده است که نمی‌توان کاری انجام داد، برای پایان دادن به زندگی‌ام، ونتیلاتور من را خاموش کنند. اما جین نپذیرفت و او مرا با آمبولانس هوایی به بیمارستان آدنبروک در کمبریج برگرداند.

همانطور که ممکن است تصور کنید این زمان بسیار سختی بود، اما خوشبختانه پزشکان آدنبروک تلاش زیادی کردند تا من را به وضعیت قبل از سفر به سوئیس برگردانند. با این حال، چون هنوز از حنجره‌ام غذا و بزاق دهان وارد ریه‌هایم میشد، مجبور شدند تراکئوستومی(شکافتن نای) انجام دهند. همانطور که بیشتر شما می دانید، تراکئوستومی توانایی صحبت کردن را از بین می برد. صدای شما خیلی مهم است. اگر مثل من گنگ حرف بزنید، مردم ممکن است تصور کنند که شما از نظر ذهنی ضعیف هستید و مطابق آن برداشت با شما رفتار می کنند. قبل از تراکئوستومی گفتار من آنقدر نامشخص بود که فقط افرادی که مرا به خوبی می شناختند می توانستند مرا درک کنند. فرزندان من از معدود افرادی بودند که می توانستند این کار را انجام دهند. برای مدتی بعد از تراکئوستومی، تنها راهی که می‌توانستم ارتباط برقرار کنم این بود که حرف به حرف هر کلمه را وقتی که کسی به حرف درست روی کارت های الفبا انگشت میگذاشت، با بالا بردن ابروهایم، مشخص کنم.

خوشبختانه یک متخصص کامپیوتر در کالیفرنیا به نام والت ولتوسز (Walt Woltosz) مشکلات من را شنیده بود. او یک برنامه کامپیوتری به نام اکوالایزر(Equalizer) را که نوشته بود برای من فرستاد. این به من اجازه داد تا

با فشار دادن کلیدی که در دستم بود، کلمات کامل را از یک سری منوها روی صفحه کامپیوتر صندلی چرخدارم انتخاب کنم. در طول سال ها از آن زمان، این سیستم توسعه یافته است. امروز من از برنامه ای به نام Acat استفاده می کنم که توسط اینتل(Intel)[موسسه تولید کننده پروسسورهای کامپیوتر. م] توسعه داده شده است که با یک حسگر(sensor) کوچک تعبیه شده در عینک از طریق حرکات گونه کنترل می کنم. یک موبایل دارد که به من امکان دسترسی به اینترنت را هم می دهد. من می توانم ادعا کنم که مرتبط ترین فرد در جهان هستم. من سینت سایزر اصلی (دستگاه تبدیل متن به گفتار) را که داشتم حفظ کرده ام، بخشی به این دلیل که دستگاه بهتری را تا کنون سراغ ندارم و به این دلیل نیز که با این صدا، علیرغم لهجه آمریکایی اش، شناخته شده ام.

من در سال ۱۹۸۲، ابتدا و در زمان کار روی نظریه "بدون مرز"، ایده نوشتن یک کتاب عامه فهم در مورد کیهان(یونیورس) را داشتم. فکر می‌کردم امکانی برای کمک به حمایت از فرزندانم در مدرسه و نیز تامین هزینه‌های رو به افزایش مراقبت‌هایم مبلغ ناچیزی به دست بیاورم، اما دلیل اصلی این بود که می‌خواستم توضیح بدهم که چقدر در درک خود از جهان هستی(یونیورس) پیشرفت کرده‌ایم: چگونه ما ممکن است در حال یافتن یک نظریه کامل باشیم که یونیورس و همه چیز را با آن توضیح بدهیم. نه تنها طرح سوال و پرسش و یافتن پاسخ مهم است، بلکه به عنوان یک دانشمند احساس وظیفه می‌کردم آنچه را که می‌آموزیم با مردم این جهان ما در میان بگذارم.

"تاریخچه مختصری از زمان" برای اولین بار درست روز اول آوریل(که دروغ سال در این روز معروف است!) سال ۱۹۸۸ منتشر شد. در واقع، در ابتدا قرار بود این کتاب:" از انفجار بزرگ تا سیاه چاله ها: تاریخ مختصر زمان" نامیده شود. عنوان کوتاه شد و به "مختصر" تغییر یافت و بقیه تاریخ است.

هرگز انتظار نداشتم که A Brief History of Time به آن وسعت مورد استقبال قرار بگیرد. بدون شک، اینکه چگونه توانسته ام با وجود ناتوانائیهایم، یک فیزیکدان نظری باشم و نویسنده کتابی پر فروش در این رابطه نقش داشته اند. شاید همه آن را نخوانده باشند یا هر چیزی را که خوانده اند نفهمیده باشند، اما حداقل با یکی از سؤالات بزرگ ریشه های وجود ما دست و پنجه نرم کرده اند و به این ایده رسیده اند که ما در جهانی(یونیورس) زندگی می کنیم که قوانین عقلانی بر آن حاکم است و از طریق علم می توانیم آن ها را کشف و درک کنیم.

برای همکارانم، من فقط یک فیزیکدان دیگری هستم، اما برای عموم مردم احتمالاً شناخته شده ترین دانشمند جهان شدم. این تا حدی به این دلیل است که دانشمندان، به جز انیشتین، مثل ستاره های موسیقی راک شناخته شده نیستند، و تا حدودی دیگر به این دلیل که من نمونه شاخص ک یک نابغه معلول ام. من نمی توانم خودم را با کلاه گیس و عینک دودی تغییر بدهم – چون ویلچر با آن دستگاههائی که رویش تعبیه شده اند، قبول نمیکند. مشهور بودن و به راحتی قابل شناسائی بودن، مزایا و معایب خود را دارد، اما معایب آن بیشتر از نقاط مثبت است. به نظر می رسد مردم واقعاً از دیدن من خوشحال هستند. من حتی وقتی بازی های پارالمپیک لندن را در سال ۲۰۱۲ افتتاح کردم، بیشترین حضار و تماشاچی خود را داشتم.

من زندگی خارق‌العاده‌ای در این سیاره داشته‌ام، در عین حال با استفاده از ذهنم و با کمک قوانین فیزیک در سراسر جهان سفر می‌کنم. من به دورترین نقاط کهکشانمان رفته‌ام، به سیاهچاله سفر کرده‌ام و به ابتدای زمان بازگشته‌ام. روی زمین، پستی و بلندی ها، طوفان و آرامش، موفقیت و رنج را تجربه کرده ام. من ثروتمند و فقیر بوده ام، توانمند و ناتوان بوده ام. من مورد تحسین و انتقاد قرار گرفتم، اما هرگز نادیده گرفته نشدم. من از طریق کارم بسیار ممتاز بوده ام، که بتوانم به درک ما از یونیورس کمک کنم. اما اگر کسانی که من دوستشان دارم و دوستم دارند نبودند، واقعاً یک جهان خالی بود. بدون آنها، شگفتی همه چیز برای من از بین می رفت.

و در پایان همه اینها، این واقعیت که ما انسانها که خود مجموعه ای از ذرات بنیادی طبیعت هستیم، توانسته ایم به درک قوانین حاکم بر ما و جهانمان برسیم، یک پیروزی بزرگ است. من می خواهم مردم را با شور و هیجان خود در مورد این سؤالات بزرگ و اشتیاقم در تلاش برای یافتن پاسخ را با خود سهیم کنم.

امیدوارم روزی پاسخ همه این سوالات را بدانیم. اما چالش‌های دیگری، پرسش‌های بزرگ دیگری در این سیاره وجود دارد که باید به آنها پاسخ داده شوند، و اینها همچنین به نسل جدیدی نیاز دارند که مشتاق و متعهد باشند و درک درستی از علم داشته باشند. چگونه یک جمعیت در حال رشد را تغذیه کنیم؟ تامین آب آشامیدانی سالم، تولید انرژی های قابل بازتولید، پیشگیری و درمان بیماری ها و کاهش سرعت تغییرات آب و هوایی جهانی؟ امیدوارم علم و تکنولوژی پاسخ این سؤالات را بدهد، اما اجرای این راهکارها نیازمند افراد، انسان های با دانش و فهمیده است. بیایید برای هر زن و هر مردی بجنگیم تا فرصت زندگی سالم، امن، سرشار از فرصت ها و امکانات و عشق و محبت را

داشته باشد. همه ما مسافران زمان هستیم و با هم به سوی آینده سفر می کنیم. اما اجازه دهید با هم کار کنیم تا آن آینده را به مکانی تبدیل کنیم که می خواهیم از آن ما باشد.

شجاع باشید، کنجکاو باشید، مصمم باشید، بر مشکلات غلبه کنید. این کار شدنی است.

در دوران کودکی رویای شما چه بود و آیا به حقیقت پیوست؟

من می خواستم دانشمند بزرگی باشم. با این حال، زمانی که در مدرسه بودم دانش‌آموز خوبی نبودم و به ندرت از حد یک شاگرد متوسط رد میشدم. کارم نامرتب بود و دست خطم خیلی خوب نبود. اما در مدرسه دوستان خوبی داشتم. و ما در مورد همه چیز و به طور خاص، منشا یونیورس بحث می کردیم. رویای من از اینجا شروع شد و من بسیار خوشبختم که رویاهایم تحقق یافتند.

ما یک ذهن واقعاً زیبا، یک دانشمند شگفت‌انگیز و بامزه‌ترین مردی را که تا به حال از ملاقات با او لذت برده‌ام، از دست داده‌ایم. اما همانطور که خانواده او در زمان مرگ استیفن گفتند، کار و میراث او زنده خواهد ماند و بنابراین با اندوه اما در عین حال بسیار خوشحالم که شما را با این مجموعه از نوشته های استیفن در موضوعات متنوع و جذاب آشنا می کنم. امیدوارم از نوشته‌های او لذت ببرید و به نقل از باراک اوباما، امیدوارم استیفن در میان ستاره‌ها خوش بگذراند.

با مهر

ادی

۱

آیا خدایی وجود دارد؟

علم مداوما به سؤالاتی پاسخ می دهد که قبلاً در قلمرو مذهب بود. مذهب تلاش اولیه ای برای پاسخ به سؤالاتی بود که همه ما می پرسیم: چرا اینجا هستیم، از کجا آمده ایم؟ تا مدت های مدید، پاسخ تقریباً همیشه یکسان بود: خدایان همه چیز را ساخته اند. جهان مکانی ترسناک بود، بنابراین حتی افراد سر سختی مثل وایکینگ ها برای درک پدیده های طبیعی، مثل رعد و برق، طوفان، خسوف و یا کسوف(ماه گرفتگی و خورشید گرفتگی) به موجودات ماوراء طبیعی اعتقاد داشتند. امروزه علم جواب‌های بهتر و منسجم‌تری دارد، اما مردم همیشه به مذهب می‌چسبند، زیرا توجیهات مذهب با کارکردش برای مردم راحت طلبانه تر و تسکین دهنده است. آنها به علم اعتماد ندارند و یا نمی‌فهمند.

چند سال پیش، روزنامه تایمز در صفحه اول تیتر خود نوشت: "هاوکینگ: خدا جهان(یونیورس) را خلق نکرده است". مقاله مربوطه نیز به شکل تصویری هم در آمده بود. در تصویر، خدا در یک نقاشی میکل آنژ نشان داده شد که چون رعد و برق میغرید. آنها عکسی هم از من چاپ کردند که از خود راضی به نظر می رسیدم. دو تصویر من و خدا قرار بود، دوئل بین ما را نمایش بدهد. اما من به خدا حسودی نمیکنم و او را رقیب خود نمیدانم. من نمی خواهم این تصور ساده اندیشانه را ایجاد کنم که کار من صرفا اثبات یا انکار وجود خداست. کار من در مورد یافتن یک چارچوب عقلانی برای درک جهان(یونیورس) اطرافمان است.

برای قرن ها، اعتقاد بر این بود که افراد ناتوانی مانند من مورد لعنت خداوند قرار گرفته اند. خب، گمان می‌کنم من ممکن است کسی را درآن بالا ناراحت کرده باشم، اما ترجیح می‌دهم فکر کنم که همه چیز را می‌توان به شکل دیگری، با قوانین طبیعت توضیح داد. اگر مانند من به علم اعتقاد دارید، معتقدید که قوانین خاصی وجود دارند که همیشه رعایت می شوند، اگر دوست دارید، می توانید بگویید که آن قوانین کار خداست، اما این بیشتر تعریف و توصیف خداست تا اثبات وجود او. در حدود ۳۰۰ سال قبل از میلاد، فیلسوفی به نام آریستارخوس(Aristarchus) مجذوب خسوف و کسوف ها،

به ویژه ماه گرفتگی شد. او تا این حد شجاع بود که دست داشتن خدا را در آن موارد زیر علامت سوال قرار داد. آریستارخوس یک پیشگام علمی واقعی بود. او آسمان ها را با دقت مطالعه کرد و به یک نتیجه جسورانه رسید: او متوجه شد که کسوف واقعاً سایه زمین است که از روی ماه می گذرد و نه یک رویداد الهی. او که با این کشف نفس راحتی کشید، توانست بفهمد واقعاً چه چیزی بالای سرش می‌گذرد. نمودارهایی را ترسیم کرد که رابطه واقعی خورشید، زمین و ماه را نشان می‌داد. از آنجا به نتایج قابل توجه تری رسید. او نتیجه گرفت که همانطور که همه فکر می کردند، زمین مرکز کائنات(یونیورس) نیست، بلکه در مقابل به دور خورشید می چرخد. در واقع درک این استدلال ها، علل همه خسوف و کسوف ها را توضیح می دهد. وقتی ماه سایه خود را روی زمین می‌اندازد، خورشید گرفتگی است. و هنگامی که زمین بر ماه سایه می اندازد، این ماه گرفتگی است. اما آریستارخوس از این هم فراتر رفت. او پیش بینی کرد که ستارگان، همانطور که معاصرانش معتقد بودند، در بریدگیهای کف بهشت قرار ندارند، بلکه ستاره‌ها خورشیدهای دیگری هستند، مانند خورشید ما، که فاصله بسیار زیادی با ما دارند. چه درک خیره کننده ای! یونیورس یا کائنات ماشینی است که توسط اصول یا قوانینی اداره می شود – قوانینی که می تواند توسط ذهن انسان قابل درک باشند.

من معتقدم که کشف این قوانین بزرگترین دستاورد بشر بوده است، زیرا این قوانین طبیعت - همانطور که اکنون آنها را می نامیم - است که به ما می گوید که آیا اصلاً برای توضیح کائنات به خدا نیاز داریم؟ قوانین طبیعت توصیفی از نحوه عملکرد واقعی اشیا در گذشته، حال و آینده است. در تنیس، توپ همیشه دقیقاً همان جایی می رود که قوانین بازی تنیس می گویند. آنها بر هر چیزی که در جریان است حاکم اند، از نحوه تولید انرژی در عضلات فوتبالیست ها هنگام شوت گرفته تا سرعت رشد چمن زیر پای آنها،قوانینی عمل میکنند. اما آنچه واقعاً مهم است این است که این قوانین فیزیکی، علاوه بر غیرقابل تغییر بودن، جهانی(یونیورسال) هستند. آنها نه فقط برای پرواز یک توپ، بلکه برای حرکت یک سیاره و هر چیز دیگری درکائنات(یونیورس) کاربرد دارند. برخلاف قوانینی که توسط انسان ها وضع شده ند، قوانین طبیعت را نمی توان شکست - به همین دلیل است که آنها بسیار قدرتمند هستند و وقتی از منظر مذهبی به آنها نگاه کنیم، طبیعی است که بحث برانگیزاند.

اگر مثل من بپذیرید که قوانین طبیعت ثابت هستند، زیاد طول نمی کشد که بپرسید:پس خدا چه نقشی دارد؟ این بخش بزرگی ازتناقض بین علم و مذهب است. اگرچه دیدگاه‌های

من اکنون خبرساز و جنجالی شده است، اما در واقع این تناقض بین علم و مذهب ریشه بسیار قدیمی و باستانی دارد. می توان خدا را تجسم قوانین طبیعت تعریف کرد. با این حال، حتی این هم چیزی نیست که بیشتر مردم به عنوان خدا تصور میکنند. منظور آنها موجودی شبیه انسان است که می توان با او رابطه شخصی برقرار کرد. وقتی به وسعت بی انتهای کائنات نگاه میکنید و می بینید که زندگی انسان در آن تا چه حد ناچیز و تصادفی است، آنگاه چنین توجیهات و توضیحات مذهبی دیگرغیرقابل قبول اند.

من معمولا، مانند انیشتین، از کلمه "خدا" به معنایی غیرشخصی و به عنوان قوانین طبیعت، استفاده می کنم. به این معنی مشخص، شناخت معنی خدا، برای من شناخت قوانین طبیعت است. پیش بینی من این است که تا پایان این قرن به شناخت این قوانین میرسیم.

تنها حوزه‌ای که مذهب اکنون می‌تواند مدعی به نظر برسد، مبدأ جهان است، اما علم حتی در اینجا نیز در حال پیشرفت است و به زودی باید پاسخ قطعی به چگونگی آغاز کائنات(یونیورس) ارائه دهد. من کتابی منتشر کردم که در آن سوالی مطرح شده بود: آیا خدا جهان را آفریده است؟ این غوغائی بپا کرد. مردم ناراحت شدند که آخر یک دانشمند چرا باید در باره مذهب حرفی برای گفتن داشته باشد. من تمایلی ندارم به کسی بگویم که به چه چیزی اعتقاد و باور داشته باشد، اما برای من این سوال که آیا خدا وجود دارد یک سؤال معتبرعلمی است. از این گذشته، فکر کردن به مسائل بسیار اساسی تر، مهمتر و رازآلودتر سخت تر از این سوال است که چه، یا چه کسی جهان را خلق کرده و کنترل می‌کند.

من فکر می کنم که کائنات و یونیورس به طور خود به خودی و از هیچ، طبق قوانین علم ایجاد شده است. فرض اساسی علم، جبر علمی است. قوانین علم، سیر تکامل جهان را در هر لحظه تعیین می کند. این قوانین ممکن است توسط خدا مقرر شده باشد یا نشده نباشد، اما خدا دیگر نمی تواند این قوانین را زیر پا بگذارد، وگرنه قانون نیستند. یک نکته باقی میماند و آن هم این است که به خدا این آزادی را می دهد که وضعیت اولیه جهانٍ را انتخاب کند، اما حتی در اینجا(لحظه خلقت) نیز قوانینی وجود دارند. پس خدا اصلاً آزادی و اختیاری ندارد.

علیرغم پیچیدگی و تنوع یونیورس، معلوم می شود که در نهایت برای ساختن آن فقط به سه ماده نیاز دارید. بیایید تصور کنیم که بتوانیم این سه مواد لازم را در

نوعی کتاب آشپزی یونیورسال مشخص کنیم. بنابراین سه ماده‌ای که برای پختن یک یونیورس به آن نیاز داریم کدام اند؟ اولی ماده است - چیزهایی که جرم دارند. ماده در اطراف ماست، در زمین زیر پای ما و بیرون در فضا. گرد و غبار، صخره، یخ، مایعات. ابرهای عظیم گازی، مارپیچ های عظیم ستارگان که هر کدام حاوی میلیاردها خورشید هستند و تا فواصل بی حد و مرز ازما دوراند.

دومین چیزی که نیاز دارید انرژی است. حتی اگر هرگز به آن فکر نکرده باشید، همه ما می دانیم که انرژی چیست. چیزی که هر روز با آن روبرو می شویم. به خورشید نگاه کنید و می توانید آن را روی صورت خود احساس کنید: انرژی که توسط ستاره ای در نود و سه میلیون مایل دورتر تولید میشود. انرژی در کائنات و یونیورس نفوذ می کند و روندهائی را هدایت می کند که آن را به مکانی دینامیک و پویا و دائما در حال تغییر نگه میدارد.

بنابراین ما، ماده و انرژی را داریم. سومین چیزی که برای ساختن یک یونیورس به آن نیاز داریم، فضا(space) است. فضای زیادی. شما می توانیدیونیورس را با صفات مختلف بنامید - عالی، زیبا، خشن - اما چیزی که نمی توانید آن را بنامید "تنگ" و "محدود" است. به هر کجا که نگاه می کنیم، فضا، فضای بیشتر و باز هم فضای بیشتری را می بینیم که به هر سو گسترش دارند. پس این همه ماده، انرژی و فضا از کجا می‌تواند بیایند؟ ما تا قرن بیستم هیچ تصوری در این مورد نداشتیم.

پاسخ از بینش یک مرد، احتمالاً برجسته ترین دانشمندی که تا کنون زندگی کرده است، به دست آمد. نام او آلبرت اینشتین بود. متأسفانه هرگز نتوانستم او را ملاقات کنم، زیرا زمانی که او درگذشت فقط سیزده سال داشتم. انیشتین متوجه یک چیز کاملاً خارق‌العاده شد: دو عنصر اصلی مورد نیاز برای ساختن یک جهان یا یونیورس - جرم و انرژی - اساساً یک چیز هستند، اگر دوست دارید میتوانید آن را دو روی یک سکه بدانید. معادله معروف او $E = mc^2$ به سادگی به این معنی است که جرم را می توان نوعی انرژی در نظر گرفت و یا بالعکس. بنابراین به جای سه عنصر، اکنون می توانیم بگوییم که جهان فقط دو عنصر دارد: انرژی و فضا. پس این همه انرژی و فضا از کجا آمده است؟ پاسخ پس از چندین دهه کار توسط دانشمندان، پیدا شد: فضا و انرژی به طور خود به خود در رویدادی که اکنون آن را انفجار بزرگ(بیگ بنگ) می نامیم اختراع شد.

در لحظه انفجار بزرگ، کل کائنات و یونیورس و همراه با آن فضا به وجود آمد. همه چیز، درست مثل بالون و بادکنکی که آن را باد میکنید، متورم شد. پس این همه انرژی و فضا از کجا آمده است؟ چگونه یک کل جهان پر از انرژی، با وسعت حیرت انگیز فضا و همه چیز در آن، به سادگی از هیچ پدیدار شد؟

برای برخی، این جایی است که خدا به صحنه بازمی گردد. این خدا بود که انرژی و فضا را خلق کرد. بیگ بنگ لحظه خلقت بود. اما علم داستان دیگری را بیان می کند. با قبول خطر روبرو شدن با دردسر، فکر می‌کنم می‌توانیم آن پدیده‌های طبیعی را که وایکینگ‌ها را به وحشت میانداختند، خیلی بیشتر درک کنیم. ما حتی می توانیم از تقارن زیبای انرژی و ماده که توسط انیشتین کشف شد، فراتر برویم. ما می توانیم از قوانین طبیعت برای پرداختن به منشأ جهان استفاده کنیم و کشف کنیم که آیا وجود خدا تنها راه برای توضیح آن است یا خیر.

من تجربه زندگی بعد از جنگ جهانی دوم در انگلستان را دارم، دوران ریاضت اقتصادی بود. به ما گفته میشد که شما هرگز چیزی را مفت دریافت نمی کنید. اما اکنون، پس از یک عمر کار، فکر می کنم که در واقع شما می توانید یک جهان کامل را به صورت رایگان دریافت کنید.

رمز و راز و شگفتی بزرگ درجوهر بیگ بنگ این است که توضیح بدهیم چگونه یک جهان کامل و فوق العاده عظیم از فضا و انرژی می تواند از هیچ مادیت یابد. کلید این اسرار در یکی از عجیب ترین حقایق در مورد کیهان(به معنی cosmos) ما نهفته است. قوانین فیزیک بر وجود چیزی به نام "انرژی منفی" تاکید دارند.

برای کمک به شما برای درک این مفهوم عجیب اما حیاتی، اجازه دهید از یک قیاس ساده استفاده کنم. تصور کنید مردی می‌خواهد تپه‌ای روی زمینی هموار بسازد. تپه نشان دهنده جهان یا یونیورس است. برای ساختن این تپه، او سوراخی در زمین حفر می کند و ازخاک آن برای ساختن تپه خود استفاده می کند. اما البته او فقط یک تپه درست نمی کند - او همچنین یکحفره ایجاد می کند، که در واقع یک نسخه منفی از تپه است. چیزهایی که در سوراخ بود اکنون به تپه تبدیل شده اند، بنابراین همه چیز کاملاً متعادل می شود. این اصلی است که پشت آنچه در آغازجهان اتفاق افتاده است، خوابیده است.

وقتی بیگ بنگ مقدار زیادی انرژی مثبت تولید کرد، به طورهمزمان همان مقدار انرژی منفی تولید کرد. به این ترتیب همیشه حاصل جمع این میزان های مساوی مثبت و منفی صفر می شوند. این یکی دیگر از قوانین طبیعت است.

پس این همه انرژی منفی امروز کجاست؟ این سومین عنصر در کتاب آشپزی کیهانی ما است: در فضا است. این ممکن است عجیب به نظر برسد، اما طبق قوانین طبیعت در مورد گرانش و حرکت - قوانینی که از قدیمی ترین قوانین علم هستند - فضا خود منبع عظیمی برای ذخیره انرژی منفی است. منبعی به اندازه کافی بزرگ که بتواند وقتی با میزان انرژی مثبت جمع شوند، حاصل صفر شود.

من اذعان میکنم مگر اینکه با ریاضیات سرو کار داشته باشید، درک این موضوع سخت است، اما این حقیقت دارد. شبکه بی پایان میلیاردها میلیارد کهکشان که هر کدام با نیروی گرانش(جاذبه- gravity) یکدیگر را می کشند، مانند یک دستگاه ذخیره غول پیکر عمل می کند. کیهان و یونیورس مانند یک باتری عظیم است که انرژی منفی را ذخیره می کند. جنبه مثبت چیزها - جرم و انرژی که امروز می بینیم – شبیه آن تپه در مثال ما است. حفره مربوطه و معادل تپه، یا جنبه منفی چیزها در سراسر فضا پخش شده است.

پس این در جستجوی ما برای یافتن اینکه آیا خدائی وجود دارد چه معنایی دارد؟ اگر حاصل جمع انرژی مثبت و منفی صفر است، پس برای خلق آن به خدا نیازی ندارید. کیهان و یونیورس در واقع یک ناهار رایگان است!

از آنجایی که می دانیم مجموع مثبت و منفی صفر می شود، تمام کاری که باید انجام دهیم این است که بفهمیم چه چیزی – یا به جرات می توانم بگویم چه کسی –بانی شروع کل پروسه بود. چه چیزی می تواند باعث ظهور خود به خودی یک یونیورس بشود؟ در ابتدا، این یک مشکل گیج کننده به نظر می آید - چه، در زندگی روزمره ما همه چیزها به طورغیر منتظره مادیت نمی یابند. شما نمی توانید هر وقت دوست دارید با یک بشکن زدن یک فنجان قهوه بنوشید. شما باید آن را از مواد دیگری مانند دانه های قهوه، آب و شاید مقداری شیر و شکر درست کنید. اما به این فنجان قهوه سفر کنید - از طریق ذرات شیر، به اتمها و زیر مجموعه اتمها، برسید متوجه میشوید وارد دنیایی شده اید که در آن، حداقل در لحظاتی کوتاه تصور چیزی از هیچ امکان پذیر است. به این دلیل که در این مقیاس، بر اساس قوانین طبیعت یعنی مکانیک کوانتومی، ذراتی مانند پروتون‌ها

واقعاً می توانند به طور تصادفی ظاهر شوند، مدتی در اطراف بمانند و سپس دوباره ناپدید شوند تا دوباره در جای دیگری ظاهر شوند.

از آنجایی که می دانیم خود کیهان(یونیورس) زمانی بسیار کوچک بود - شاید کوچکتر از یک پروتون – این چیزی بسیار قابل توجه است. این بدان معناست که خود یونیورس، با تمام وسعت و پیچیدگی های حیرت‌انگیزش، به سادگی می‌توانست بدون نقض قوانین شناخته شده طبیعت به وجود آمده باشد. از آن لحظه به بعد، با گسترش خود فضا، مقادیر زیادی انرژی آزاد شد - یعنی مکانی برای ذخیره تمام انرژی منفی در جهت معادل شدن با انرژی مثبت. اما البته این مساله دوباره سوال حیاتی را مقابل ما میگذارد: آیا خداوند قوانین کوانتومی را ایجاد کرده است یعنی قوانینی که اجازه وقوع انفجار بزرگ را می دهد؟ در درون یک پوست گردو، آیا ما به یک خدا نیاز داریم که آن را به گونه ای تنظیم کند که انفجار بزرگ واقعا اتفاق بیافتد؟ من قصد توهین به هیچکس از با ایمان ها را ایمان ندارم، اما فکر می کنم علم توضیح قانع کننده تری نسبت به خالق الهی دارد.

تجربه روزمره ما باعث می‌شود فکر کنیم هر اتفاقی که می‌افتد باید ناشی از چیزی باشد که زودتر در زمان رخ داده است، بنابراین طبیعی است که فکر کنیم چیزی - شاید خدا - باید باعث به وجود آمدن جهان شده باشد. اما وقتی در مورد جهان به عنوان یک کل صحبت می کنیم، لزوماً اینطور نیست. بگذارید با یک مثال توضیح بدهم. رودخانه ای را تصور کنید که از دامنه کوهی سرازیر می شود. چه چیزی باعث رودخانه شد؟ خوب، شاید بارانی که زودتر در کوه ها بارید. اما قبل از آن، چه چیزی باعث باران شد؟ یک پاسخ خوب می تواند خورشید باشد، که بر اقیانوس می تابد و بخار آب را به آسمان بلند می کند و ابر می سازد. خوب، پس چه چیزی باعث شد که خورشید بدرخشد؟ اگر به داخل خورشید نگاه کنیم، پروسه ای را می بینیم به نام "همجوشی" یا ترکیب و ادغام و ذوب شدن در همدیگر(fusion) که در آن اتم های هیدروژن در همدیگر ادغام و ذوب میشوند و هلیوم را تشکیل می دهند و مقادیر زیادی انرژی در این پروسه آزاد می شوند. تا اینجا را روشن کردیم. هیدروژن از کجا می آید؟ پاسخ: از بیگ بنگ. اما اینجا تکه تعیین کننده مساله است. خود قوانین طبیعت به ما می گویند که نه تنها یونیورس، چون یک پروتون، می تواند بدون هیچ کمکی، بدون هیچ انرژی بوجود بیاید، بلکه ممکن است که هیچ چیز باعث بیگ بنگ نشده باشد. هیچ چیز!

توضیح این مساله در نظریه های اینشتین و بینش او در مورد چگونگی در هم

تنیدگی فضا و زمان در جهان(یونیورس) نهفته است. در لحظه انفجار بزرگ، اتفاق بسیار شگفت انگیزی برای زمان رخ داد. خودِ زمان شروع شد.

برای درک این ایده سرسام آور، سیاهچاله ای را در نظر بگیرید که در فضا شناور است. یک سیاهچاله معمولی ستاره ای است به قدری پرجرم که در خودش فرو ریخته است. آنقدر عظیم است که حتی نورِ هم نمی تواند از گرانش(قدرت جاذبه) آن بگریزد، به همین دلیل است که تقریباً کاملاً سیاه است. کشش گرانشی آن چنان قدرتمند است، که نه تنها نور، بلکه زمان را نیز کج و کوله و پیچ تاب میدهد و در آن اختلال بوجود می آورد. برای اینکه بدانید چگونه؟ یک ساعت را تصور کنید که توسط یک سیاه چاله مکیده می شود. هر چه ساعت به سیاهچاله نزدیک و نزدیکتر می شود، کُندتر و کُندتر می شود. خود زمان هم شروع به کُند شدن می کند. حال تصور کنید ساعت در حالی که وارد سیاهچاله می‌شود - البته با فرض اینکه بتواند در برابر نیروهای قدرتمند جاذبه مقاومت کند – ساعت متوقف میشود. متوقف می شود نه به این دلیل که شکسته است، بلکه به این دلیل که در درون خودِ سیاهچاله زمان وجود ندارد. و این دقیقاً همان چیزی است که در آغاز جهان(یونیورس) اتفاق افتاد.

در صد سال گذشته، ما پیشرفت های چشمگیری در درک خود از جهان(یونیورس) داشته ایم. ما اکنون قوانینی را می شناسیم که بر آنچه در همه شرایط اتفاق افتادند، حاکم اند و راهی را نیز برای یافتن قوانینی که اتفاقات در پیچیده ترین شرایط ، یعنی منشاء جهان یا سیاهچاله ها، را نیز آغاز کرده ایم. به اعتقاد من نقشی که زمان در آغاز جهان بازی کرد، کلید نهایی برای خلاصی از نیاز به یک طراح و خالق بزرگ و اکبر است. درک نقش زمان به ما نشان میدهد که جهان را، خودِ جهان خلق کرد.

اگر در زمان به عقب سفر می کنیم و به سمت لحظه انفجار بزرگ برویم، جهان کوچکتر و کوچکتر و کوچکتر می شود، تا اینکه سرانجام به نقطه ای می رسیم که کل جهان فضایی است آنقدر کوچک و در واقع بی نهایت کوچک، چون یک سیاهچاله متراکم و بی نهایت کوچک و درست مانند سیاهچاله های امروزی که در فضا شناور هستند. قوانین طبیعت چیزهای کاملاً خارق العاده ای را به ما دیکته می کنند. آنها به ما می گویند که در اینجا، یعنی در مواجهه با آن سیاه چاله فوالعاده کوچک، خود زمان باید متوقف شود. شما نمی توانید به زمانی قبل از بیگ بنگ برسید، زیرا زمانی قبل از بیگ بنگ وجود نداشته است. ما بالاخره چیزی(معلولی) را یافته ایم که علت ندارد، زیرا زمانی برای وجود علت و یا عامل فعاله وجود نداشته است. برای من این به این معنی است که

هیچ امکانی برای وجود یک خالق وجود ندارد، زیرا زمانی وجود ندارد که خالق در آن وجود داشته باشد.

مردم می‌خواهند به سؤالات بزرگی پاسخ دهند، مانند اینکه چرا ما اینجا هستیم. آنها انتظار ندارند که پاسخ ها آسان باشد، بنابراین آماده اند کمی تلاش کنند. وقتی مردم از من می پرسند که آیا خدا جهان را آفریده است، من به آنها می گویم که خود این سؤال بی معنی و پوچ است. زمان، قبل از بیگ بنگ وجود نداشت، بنابراین زمانی برای خدا وجود ندارد که در آن جهان را بسازد. مانند این است که از شما بپرسند: "لبه زمین کجاست؟" - زمین کُره ای است که لبه ندارد، بنابراین اگربه دنبال پاسخ باشید، آن سوال نامربوط و بی معنی جوابی ندارد.

آیا ایمان دارم؟ هر یک از ما آزاد هستیم که به آنچه می خواهیم باور کنیم، و به نظر من ساده ترین توضیح من این است که خدا وجود ندارد. هیچ کس جهان را خلق نکرده و هیچ کس سرنوشت ما را هدایت نمی کند. این من را به یک واقعیت مهم میرساند: احتمالاً بهشت و زندگی پس از مرگ نیز وجود ندارد. من فکر می کنم اعتقاد به زندگی پس از مرگ فقط یک آرزو است. هیچ مدرک قابل اعتمادی برای آن وجود ندارد و در مقابل، هر چیزی که ما در علم می دانیم جلو می رود. فکر می کنم وقتی می میریم به گرد و خاک برمی گردیم. اما ما احساساتی داریم که با آنها زندگی را ادامه میدهیم، و پس از خود در نفوذمان، و درخصوصیاتمان که به فرزندانمان منتقل می کنیم. ما این یک زندگی را داریم که باید قدر طراحی بزرگ یونیورس را بدانیم، و به این دلیل بسیار سپاسگزارم.

وجود خدا چگونه با درک شما از آغاز و پایان جهان مطابقت دارد؟ و اگر قرار بود خدا وجود داشته باشد و شما شانس ملاقات با او را داشته باشید، از او چه می پرسید؟

سوال این است: "آیا راهی که که در آن جهان آغاز شد به دلایلی که ما نمی توانیم درک کنیم، توسط خدا انتخاب شده است یا توسط یک قانون علم تعیین شده است؟" دومی را باور دارم اگر دوست دارید، می‌توانید قوانین علم را "خدا" بنامید، اما این خدای شخصی نیست که با آن ملاقات کنید و از او سؤال کنید. با اینحال، اگر چنین خدایی وجود داشت، می‌خواهم از او بپرسم که آیا او چیزی به پیچیدگی "نظریه M"[7] در یازده بُعد میداند؟

7 می‌توان نظریه-م را نسخه "کوانتیده شده»نظریه ۱۱بعدی ابرگرانش دانست- برای اطلاعات بیشتر به نظریه استرینگ که در واقع از گسترش دائمی یونیورس سخن میگوید و مباحث مربوط به نظریه ام در اینترنت مراجعه کنید. م

۲

چگونه همه اینها آغاز شد؟

هملت(در اثر شکسپیر) گفت: "من میتوانم خودم را در یک پوست گردو محصور کنم و خودم را پادشاه فضای(space) لایتناهی به حساب آورم". **فکر می‌کنم منظور او این بود که اگرچه ما انسان‌ها از نظر فیزیکی بسیار محدود هستیم، که به‌ویژه در مورد خودم صادق است،اما ذهن ما آزاد است تا کل جهان را کاوش کند، و شجاعانه به جایی برویم که حتی Star Trek از قدم زدن در آن می‌ترسد. آیا جهان در واقع بی نهایت و لایتناهی است یا فقط بسیار بزرگ؟ آیا آغازی داشته است؟ آیا برای همیشه ادامه خواهد داشت یا فقط برای مدتی طولانی؟ چگونه ذهن محدود ما می تواند جهان(universe) لایتناهی را درک کند؟ آیا حتی تلاشها از جانب ما در این رابطه، خودبزرگ بینی نیست؟**

با قبول خطر ادچار شدن به سرنوشت پرومتئوس(Prometheus) ، که آتش را از خدایان باستانی برای استفاده انسان دزدید، من معتقدم که می توانیم و باید تلاش کنیم تا جهان را درک کنیم. مجازات پرومتئوس این بود که تا ابد به صخره ای زنجیر شده بود، اگرچه خوشبختانه سرانجام توسط هرکول آزاد شد. ما تاکنون به پیشرفت قابل توجهی در درک کیهان(cosmos) رسیده ایم. ما هنوز تصویر کاملی نداریم. من دوست دارم فکر کنم ممکن است از این تصویر کامل زیاد دور نیستیم.

از نظر مردم بوشونگو(Boshongo) در آفریقای مرکزی، در آغاز فقط تاریکی، آب و خدای بزرگ – بومبا - وجود داشت. یک روز بومبا، بخاطر درد معده، خورشید را استفراغ کرد. خورشید مقداری از آب را خشک کرد و خشکی را ترک کرد. بومبا که هنوز درد داشت، ماه، ستارگان و سپس چند حیوان را استفراغ کرد - پلنگ، تمساح، لاک پشت و بالاخره انسان.

این افسانه‌ها در مورد خلقت، مانند بسیاری دیگر از روایات اساطیری، سعی می‌کنند به سؤالاتی که همه ما می‌پرسیم پاسخ دهند. ما چرا اینجاییم؟ ما از کجا آمده ایم؟ پاسخی که به طور کلی داده شد این بود که انسان‌ها منشأ نسبتاً جدیدی دارند، زیرا باید واضح باشد که نژاد بشر دانش و تکنولوژی خود را توسعه میدهد. بنابراین

منشا انسان نمی‌تواند از مدتی طولانی شروع شده باشد وگرنه در زمینه های مورد اشاره خیلی بیشتر پیشرفت می‌کرد. به عنوان مثال، به اعتقاد اسقف آشر(Ussher)، اولین کتاب مقدس موسی، آغاز زمان(آفرینش) را روز ۲۲ اکتبر سال ۴۰۰۴ قبل از میلاد و در ساعت ۶ بعد از ظهر ذکر کرده است. از سوی دیگر، محیط فیزیکی اطراف، مانند کوه ها و رودخانه ها، برخلاف زندگی انسان، بسیار کم تغییر می کنند. بنابراین تصور می‌شد که آنها یک پیش‌زمینه ثابت هستند که یا برای همیشه به عنوان یک منظره خالی وجود داشته‌اند،و یا همزمان با انسان‌ها خلق شده‌اند.

با این حال، همه از این ایده که جهان آغازی دارد راضی نبودند. برای مثال، ارسطو، مشهورترین فیلسوف یونانی، معتقد بود که جهان همواره و همیشه وجود داشته است. چیزی ابدی بسیار کامل تر از چیزی است که خلق شده است. او استدلال کرد که اگر سیل و یا دیگر مصیبتهای طبیعت دلیلی بر فلسفه خلقت و از آنجا پیشرفت است، اینها که مکرراً تمدن را به مکان اولیه بازگردانده اند. انگیزه اعتقاد به جهان(universe) ابدی، اشتیاق به انکار دخالت نیروی الهی برای ایجاد یونیورس و راه اندازی آن بود. برعکس، کسانی که معتقد بودند جهان آغازی دارد، از آن به عنوان استدلالی برای وجود خدا به عنوان اولین علت یا محرک اولیه جهان استفاده کردند.

اگر کسی معتقد بود که جهان آغازی دارد، سؤالات مهمی مطرح میشوند: "قبل از آغاز چه اتفاقی افتاد؟ خدا قبل از اینکه دنیا را بسازد چه می کرد؟ آیا او جهنم را برای افرادی که چنین سؤالاتی می پرسیدند آماده می کرد؟" امانوئل کانت، فیلسوف آلمانی، با این معضل روبرو بود که آیا جهان یا یونیورس آغازی داشته است؟. او احساس می کرد که در هر دو حالت، تضادهای منطقی وجود دارد. اگر جهان آغازی داشت، چرا قبل از شروع آن، بی نهایت در انتظار نگهداشته شد؟ و کانت این را "تز" نام گذاشت. از سوی دیگر، اگر جهان برای همیشه وجود داشته است، چرا بی نهایت طول کشیده تا به مرحله کنونی برسد؟ او این را "آنتی تز" نامید. هم تز وهم آنتی تز به نظر کانت وبه نظر اکثر قریب به اتفاق دیگران از این نظریه سرچشمه میگرفت که آنان معتقد بودند که زمان مطلق است. یعنی مستقل از اینکه کائنات و عالم و یونیورسی وجود داشته باشد یا نداشته باشد، زمان از گذشته نامحدود به آینده لایتناهی متناهی رفته است.

این تصوی است که هنوز هم در ذهن بسیاری از دانشمندان امروزی وجود دارد. اما، در سال ۱۹۱۵ اینشتین نظریه انقلابی نسبیت عام خود را معرفی کرد. طبق آن نظریه، مکان و زمان دیگر مطلق نبودند، دیگر پس‌زمینه ثابتی برای رویدادها نبودند.

در عوض، آنها کمیت های دینامیکی بودند که توسط ماده و انرژی موجود در جهان و یونیورس شکل می گرفتند. آنها فقط در داخل کیهان تعریف شده بودند، بنابراین صحبت از زمانی قبل از شروع جهان بی معنی بود. این مانند این بود که در قطب جنوب به دنبال یک نقطه به عنوان نقطه جنوبی باشید. چنین نقطه ای غیر قابل تعریف است.

اگرچه نظریه انیشتین زمان و مکان یا فضا(space) را با هم متحد می کند، اما چیز زیادی در مورد خود فضا به ما نمی گوید. چیزی که در مورد فضا بدیهی به نظر می رسد این است که ادامه دارد و همیشه ادامه می یابد. ما انتظار نداریم که جهان به یک دیوار آجری ختم شود، اگرچه هیچ دلیل منطقی وجود ندارد که چرا که نه. اما ابزارهای مدرنی مانند تلسکوپ فضایی هابل (Hubble) به ما امکان می دهد که در اعماق فضا جستجو و تحقیق کنیم. آنچه ما می بینیم میلیاردها و میلیاردها کهکشان با اشکال و اندازه های مختلف است. کهکشان های بیضوی غول پیکر و کهکشان های مارپیچی مانند کهکشان "راه شیری"ما وجود دارند. هر کهکشان دارای میلیاردها و میلیاردها ستاره است که بسیاری از آنها سیاراتی در اطراف خود دارند. کهکشان خودمان جلو دید ما را در جهات خاصی بلوکه میکند، اما صرفنظر از این، کهکشان‌ها، با درجاتی از فشردگی و حفره‌های خود، تقریباً به طور یکنواخت در سراسر فضا پخش شده‌اند. به نظر می رسد که چگالی کهکشان ها در فواصل بسیار زیاد کاهش می یابد، اما به نظر می رسد این به این دلیل است که آنها بسیار دور و کم نور هستند که ما نمی توانیم آنها را تشخیص دهیم. تا آنجا که ما می توانیم بگوییم، جهان همواره و مدام در فضا ادامه دارد،مهم نیست که چقدر پیش می رود.

اگرچه به نظر می رسد جهان(یونیورس) در هر موقعیتی در فضا تقریباً یکسان است، اما قطعاً در زمان تغییر می کند. این مساله تا اوایل قرن گذشته شناخته نشد. تا آن زمان، تصور می شد که جهان اساساً در زمان ثابت است. امکان داشت که یونیورس برای مدت بسیار طولانی وجود داشته باشد، اما در این صورت چنین به نظر می آمد که به نتایج بیهوده ای خواهند رسید. اگر ستارگان برای مدت لایتناهی از خود اشعه ساطع میکردند، یونیورس را تا زمانی که به دمای خودشان می رسید داغ می کردند. حتی در شب، کل آسمان(sky) به روشنی خورشید خواهد بود، زیرا هر خط و مسیر امواج ساطع شده یا به یک ستاره دیگر و یا ابری از غبار ختم می شد که به اندازه ستارگان داغ شده بودند. بنابراین اینکه همه ما مشاهده کرده ایم که آسمان در شب تاریک است، بسیار مهم است. این نشان می دهد که جهان و یونیورس نمی تواند به آن حالتی که ما اکنون میبینیم برای همیشه وجود

داشته باشد. باید در گذشته اتفاقی افتاده باشد تا ستاره‌ها در یک زمان معین روشن شوند. بنابراین نور ستاره های بسیار دور هنوز فرصت کافی برای رسیدن به ما ندارند. این توضیح می دهد که چرا آسمان(sky) در شب از هر سو نمی درخشد.

اگر ستاره‌ها همواره و برای همیشه وجود داشته اند، چرا ناگهان چند میلیارد سال پیش روشن شدند؟ ساعتی که به آنها می گفت زمان درخشیدن است چه بود؟ این مساله فیلسوفانی مانند امانوئل کانت(Immanuel Kant) را متحیر کرد چون معتقد بودند جهان همواره و برای همیشه وجود داشته است. اما برای اکثر مردم این ایده با این باور سازگار بود که جهان و یونیورس به همین صورتی که اکنون وجود دارد، فقط چند هزار سال پیش خلق شده است. درست همانطور که اسقف آشر ادعا میکرد. با این حال، با مشاهدات تلسکوپ صد اینچی در کوه ویلسون (Wilson Mount) در دهه ۱۹۲۰، تردیدها در این ایده(خلقت) ظاهر شدند. در درجه اول، ادوین هابل(Edwin Hubble) کشف کرد که بسیاری از تکه های کم سوی نور، که سحابی(nebulae) نامیده می شوند، در واقع کهکشان های دیگر هستند، مجموعه های عظیمی از ستارگان مانند خورشید ما، اما در فاصله بسیار زیاد. برای اینکه آن‌سحابی ها آنقدر کوچک و کم‌نور به نظر برسند، باید فاصله‌ها آنقدر زیاد باشد که نور آنها میلیون‌ها یا حتی میلیاردها سال طول می‌کشد تا به ما برسند. این نشان می دهد که آغاز جهان نمی تواند تنها چند هزار سال پیش باشد.

اما دومین کشف هابل حتی قابل توجه تر بود. هابل توانست با تجزیه و تحلیل نور سایر کهکشان ها، اندازه گیری کند که آیا آنها به سمت ما حرکت می کنند یا دورتر میشوند. در کمال تعجب او متوجه شد که تقریباً همه در حال دور شدن هستند. علاوه بر این، او متوجه شد که هر چه آنها از ما دورتر می شوند، سرعت شان هم بیشتر میشود. به عبارت دیگر، جهان در حال انبساط است. کهکشان ها در حال دور شدن از همدیگر هستند.

کشف انبساط جهان یکی از انقلاب های بزرگ روشنگری قرن بیستم بود. کشفی کاملاً غافلگیرکننده بود و بحث منشأ جهان و یونیورس را تماما تغییر داد. اگر کهکشان ها از هم دور می شوند، باید در گذشته به هم نزدیکتر بوده باشند. با سرعتی که اکنون در باره انبساط یونیورس داریم، می‌توانیم تخمین بزنیم که کهکشان ها باید در واقع در حدود ۱۰ تا ۱۵ میلیارد سال پیش، بسیار نزدیک به هم بوده باشند. بنابراین به نظر می رسد که یونیورس ممکن است در آن زمان شروع شده باشد، با همه چیز در یک نقطه از فضا(space).

اما بسیاری از دانشمندان از اینکه جهان آغازی داشته است، خوشحال نبودند، زیرا به نظر می رسید که برای آنها این به معنی فروپاشی علم فیزیک است. برای تعیین چگونگی آغاز جهان، ناچار بودند وجود یک عامل بیرونی که با آسودگی خاطر میتوان خدا نامید،پیش فرض تحلیل خود قرار بدهند. بنابراین آنها نظریه هایی را ارائه کردند که در آن گرچه اکنون جهان و یونیورس در حال انبساط است، اما آغازی نداشته است.. یکی از اینها نظریه "حالت پایدار" بود که توسط هرمان باندی(Hermann Bondi)، توماس گلد(Thomas Gold) و فرد هویل(Fred Hoyle) در سال ۱۹۴۸ ارائه شد.

در تئوری حالت پایدار، ایده این بود که با دور شدن کهکشان‌ها از همدیگر، کهکشان‌های جدید از ماده‌ای تشکیل می‌شوند که تصور میشد به طور مداوم در سراسر فضا ایجاد و خلق میشدند. در نتیجه طبق آن تئوری، یونیورس همیشه و همواره وجود داشته است و در همیشه یکسان به نظر می رسید. این ویژگی آخر دارای فضیلت بزرگی بود که یک پیش‌بینی مشخص بود که می‌توان آن را با تحقیقات آزمایش کرد. گروه نجوم رادیویی کمبریج، تحت رهبری مارتین رایل (Martin Ryle)، در اوایل دهه ۱۹۶۰ منابع ضعیف امواج رادیویی را مورد بررسی قرار داد. این امواج به طورآشکارا یکنواخت در سراسر آسمان(sky) پخش شده اند، که نشان می دهد اکثر منابع آنها، خارج از کهکشان ما قرار دارند. هر اندازه منابع امواج رادیوئی ضعیف تر باشند، به طور متوسط دورتر خواهند بود.

تئوری حالت پایدار رابطه ای بین تعداد منابع و نیروی آنها را پیش بینی کرد. اما تحقیقات، منابع کم نور بیشتری را نسبت به پیش بینی ها نشان داد که نشان دهنده این بود که تراکم و فشردگی منابع در گذشته، بیشتر بوده است. این برخلاف فرض اصلی نظریه حالت پایدار بود که طبق آن همه چیز در زمان ثابت است. به این دلیل و دلایل دیگر، نظریه حالت پایدار کنار گذاشته شد.

تلاش دیگر برای اجتناب از اینکه یونیورس آغازی داشته است، این فرضیه بود که یک مرحله انقباض قبلی وجود داشته است، اما به دلیل دَوَران و بی نظمی های درونی، همه مواد به یک نقطه سقوط نمی کنند. در مقابل، بخش‌های مختلف ماده یکدیگر را از دست می‌دهند و از هم جدا میشوند؛ و جهان و یونیورس دوباره با چگالی و فشردگی معین، انبساط می یابد. دو دانشمند روسی، اوگنی لیفشیتز(Evgeny Lifshitz) و ایزاک خلاتنیکوف(Isaak Khalatnikov)، در واقع ادعا کردند که ثابت کرده‌اند که یک انقباض کلی بدون تقارن دقیق، همیشه منجر به جهش می‌شود و چگالی محدود باقی

می‌ماند. این نتیجه برای ماتریالیسم دیالکتیک مارکسیست-لنینیست بسیار مناسب بود، زیرا از پاسخ به پرسش‌های موهوم درباره خلقت جهان گریبان خود را خلاص میکردند. از این رو، برای دانشمندان اتحاد جماهیر شوروی به یک اصل اعتقادی تبدیل شد.

من تحقیقاتم را در مورد کیهان شناسی(cosmology) درست در زمانی شروع کردم که لیفشیتز و خلاتنیکوف نتیجه گیری خود را مبنی بر اینکه جهان آغازی نداشت منتشر کردند. متوجه شدم که آن استنتاج بسیار مهم بود، اما با استدلال هایی که لیفشیتز و خلاتنیکوف به کار برده بودند، قانع نشدم.

ما به این ایده عادت کرده‌ایم که رویدادها ناشی از رویدادهای قبلی هستند، که به نوبه خود ناشی از رویدادهای بازهم زودتر هستند. زنجیره ای از علیت وجود دارد که به گذشته بازمی گردد. اما فرض کنید این زنجیره حلقه شروعی داشته باشد، که فرضا اولین رویداد باشد. چه چیزی باعث آن اولین رویداد شد؟ این سوالی نبود که بسیاری از دانشمندان بخواهند به آن بپردازند. آنها سعی کردند از آن اجتناب کنند، یا مانند روس ها و نظریه پردازان حالت پایدار که ادعا می کردند که جهان آغازی نداشته است؛ یا با این ادعا که منشأ جهان در قلمرو علم نیست، بلکه متعلق به متافیزیک یا مذهب است. به نظر من، چنین مواضعی را نباید هیچ دانشمند واقعی اتخاذ کند. اگر قوانین علم در تحلیل آغاز جهان به حال تعلیق درآیند، آیا ممکن نیست که در زمان های دیگر نیز معتبر نباشند؟ یک قانون ، دیگر قانون نیست اگر فقط بعضی اوقات صدق کند. من معتقدم که باید تلاش کنیم تا آغاز جهان را بر اساس علم درک کنیم. این ممکن است کاری فراتر از توان ما باشد، اما دستکم باید تلاش کنیم.

راجر پنروز(Roger Penrose) و من موفق شدیم قضایای هندسی را ثابت کنیم تااز آن طریق نشان دهیم اگر نظریه نسبیت عام انیشتین درست است و در صورت برقراری شرایط، جهان باید آغازی داشته باشد. بحث کردن بوسیله یک قضیه ریاضی دشوار است، بنابراین در نهایت لیفشیتز و خلاتنیکوف پذیرفتند که جهان باید آغازی داشته باشد. اگرچه ایده آغاز جهان ممکن است چندان از زاویه ایده‌های کمونیستی خوش آیند نباشد، ایدئولوژی هرگز نتوانست در مقابل علم در فیزیک قرار گیرد. فیزیک برای بمب مورد نیاز بود و مهم بود که در این مورد کار کند. با این حال، ایدئولوژی شوروی با انکار حقیقت ژنتیک از پیشرفت در زیست شناسی جلوگیری کرد.

اگرچه قضایایی که راجر پنروز و من ثابت کردیم نشان داد که جهان باید آغازی

داشته باشد، اما اطلاعات زیادی در مورد ماهیت آن آغاز ارائه نکردند. آن قضیه ها نشان دادند که جهان در یک انفجار بزرگ آغاز شد، یعنی نقطه ای که در آن کل جهان و هر چیزی که در آن بود با چگالی بی نهایت، در یک وحدانیت و یگانگی فضا-زمان، فشرده شده بود. در این مرحله نظریه نسبیت عام اینشتین کار نمیکند. بنابراین نمی توان از آن برای پیش بینی چگونگی آغاز جهان استفاده کرد. آنچه باقی مانده بود مبدأ جهان بود که انگار ظاهراً خارج از قلمرو علم است.

شواهد بررسی شده که تأیید این ایده بود که جهان دارای یک شروع بسیار متراکم است، در اکتبر ۱۹۶۵، چند ماه پس از اولین نتیجه نظریه وحدانیت و یگانگی فضا - زمان من، با کشف پس‌زمینه ضعیفی از امواج مایکروویو در سراسر فضا(space)، به دست آمد. این مایکروویوها همان مایکروویوهای موجود در مایکروویو مورد استفاده ما هستند، اما قدرت بسیار کمتری دارند. آنها پیتزا را فقط تا منهای ۲۷۰.۴ درجه سانتیگراد (منهای ۵۱۸.۷۲ درجه فارنهایت) گرم می کنند، و برای آب کردن پیتزای یخ زدهمناسب نیست، چه برسد به پختن آن. شما در واقع می توانید این مایکروویوها را خودتان مشاهده کنید. کسانی از شما که تلویزیون های آنالوگ را به خاطر می آورند، تقریباً به طور قطع این امواج مایکروویو را مشاهده کرده اند. اگر تا به حال تلویزیون خود را روی یک کانال خالی تنظیم کنید، چند درصد از برفکی که روی صفحه می بینید ناشی از این پس زمینه مایکروویو است. تنها تفسیر معقول از این امواج پس زمینه این است که تشعشعی است که از حالت بسیار داغ و متراکم اولیه باقی مانده است. با انبساط یونیورس، تشعشعات به آن حد سرد میشوند که امروز ما فقط بقایای ضعیفی از آنها را مشاهده می کنیم.

اینکه جهان با یک وحدانیت و یگانگی فضا - زمان شروع شد، ایده ای نبود که من یا تعدادی دیگر از آن راضی باشیم. دلیل صادق نبودن نسبیت عام اینشتین در نزدیکی انفجار بزرگ، به این دلیل است که این نظریه، باصطلاح نظریه کلاسیک نامیده می شود. یعنی تلویحاً آنچه از منظر شعور عمومی بدیهی به نظر می‌رسد، فرض میشد که هر ذره دارای موقعیتی کاملاً مشخص و سرعتی کاملاً مشخص است. در چنین نظریه به اصطلاح کلاسیک، اگر موقعیت و سرعت همه ذرات جهان را در یک زمان بدانیم، می‌توان محاسبه کرد که در هر زمان دیگری، در گذشته یا آینده، چه خواهند بود. با این حال، در اوایل قرن بیستم، دانشمندان دریافتند که نمی توانند دقیقاً محاسبه کنند که در فواصل بسیار کوتاه چه اتفاقی می افتد. فقط این نبود که آنها به نظریه های بهتری نیاز داشتند. به نظر می رسد سطح مشخصی از تصادفی یا نامُتعینی

در طبیعت وجود دارد که هر چقدر هم که تئوری های ما خوب باشد نمی توان آن حالات را نادیده گرفت. می توان آن را در اصل عدم قطعیت که در سال ۱۹۲۷ توسط دانشمند آلمانی ورنر هایزنبرگ(Werner Heisenberg) مطرح شد خلاصه کرد. نمی توان هم موقعیت و هم سرعت یک ذره را به درستی پیش بینی کرد. هرچه موقعیت دقیق‌تر پیش‌بینی شود، می‌توانید سرعت را با دقت کمتری پیش‌بینی کنید و بالعکس.

انیشتین به شدت به این ایده که جهان شانسی و بطور تصادفی اداره می شود مخالفت کرد. ادراک او در این جمله خلاصه می شد که "خدا تاس بازی نمی کند". اما همه شواهد این است که خدا کاملاً قمارباز است. کیهان مانند یک کازینو غول‌پیکر است در هر موقعیتی که تاس می‌ریزند یا چرخ‌هایی می‌چرخند. هر بار که تاس پرتاب می شود یا چرخ رولت می چرخد، صاحب کازینو در معرض خطر از دست دادن پول است. اما در تعداد زیادی از شرطبندی‌ها، شانس‌ها به طور میانگین پیش می‌آیند، و صاحب کازینو مطمئن می‌شود که میانگین شرط بندی ها به نفع اوست. به همین دلیل است که صاحبان کازینو بسیار ثروتمند هستند. تنها شانسی که در برابر صاحبان کازینوها دارید این است که تمام پول خود را روی تعداد کمی از گردش تاس ها و یا چرخش رولت، شرط بندی کنید.

در عالم(یونیورس) هم همینطور است. وقتی یونیورسیع بزرگ است، تعداد بسیار زیادی تاس ریخته می‌شود و نتایج به طور متوسط به چیزی می‌رسد که می‌توان پیش‌بینی کرد. اما زمانی که جهان بسیار کوچک است، یعنی در نزدیکی انفجار بزرگ، تعداد چرخش تاس کم است و اصل عدم قطعیت بسیار اهمین پیدا میکند. بنابراین برای درک منشأ جهان، باید اصل عدم قطعیت را در نظریه نسبیت عام اینشتین ادغام کرد. این چالش بزرگی در فیزیک نظری حداقل در سی سال گذشته بوده است. ما هنوز آن را حل نکرده ایم، اما پیشرفت زیادی داشته ایم.

حال فرض کنید سعی می کنیم آینده را پیش بینی کنیم. از آنجایی که ما فقط ترکیبی از موقعیت و سرعت یک ذره را می دانیم، نمی توانیم پیش بینی دقیقی در مورد موقعیت و سرعت ذرات در آینده داشته باشیم. ما فقط می توانیم یک احتمال را به ترکیب خاصی از موقعیت ها و سرعت ها اختصاص دهیم. بنابراین احتمال خاصی برای آینده خاصی از جهان وجود دارد. اما حالا فرض کنید سعی می کنیم به همین شکل گذشته را درک کنیم.

به اتکاء ماهیت تحقیقاتی که اکنون می‌توانیم انجام دهیم، تنها کاری که می‌توانیم انجام دهیم این است که یک احتمال را به تاریخ خاصی از جهان(یونیورس) اختصاص دهیم.

بنابراین جهان باید تاریخچه های ممکن زیادی داشته باشد که هر کدام احتمال خاص خود را دارند. تاریخچه ای از جهان وجود دارد که در آن انگلیس دوباره قهرمان جام جهانی می شود، هرچند که احتمال آن کم است. این ایده که جهان دارای تاریخچه های متعدد است، ممکن است مانند یک داستان علمی تخیلی به نظر برسد، اما اکنون به عنوان واقعیت علمی پذیرفته شده است. این را مدیون ریچارد فاینمن(Richard Feynman) هستیم که در مؤسسه معتبر فناوری کالیفرنیا کار می کرد. رویکرد فاینمن برای درک چگونگی کارکرد چیزها این است که به هر تاریخ ممکن، احتمال خاصی اختصاص دهد و سپس از این ایده برای پیش‌بینی استفاده کند. این روش برای پیش بینی آینده بسیار خوب عمل می کند. بنابراین ما فرض می کنیم که برای بازبینی گذشته نیز کار می کند.

در مورد تاریخچه های متعدد عالم و یونیورس، دانشمندان اکنون در حال کار بر روی ترکیب نظریه نسبیت عام اینشتین و ایده فاینمن در یک نظریه واحد و کامل هستند که هر آنچه در جهان اتفاق می افتد را توضیح بدهد. این نظریه ما را قادر می سازد که اگر وضعیت یونیورس و جهان را در یک زمان بدانیم، چگونگی تکامل آن را محاسبه کنیم. اما نظریه یکپارچه به خودی خود به ما نمی گوید که جهان چگونه آغاز شد، یا وضعیت اولیه آن چگونه بود. برای آن، ما به چیزی فراتر نیاز داریم. ما به چیزی نیاز داریم که به عنوان شرایط حد ومرز شناخته می شود، چیزهایی که به ما می گویند در مرزها و حدود جهان، یعنی لبه های مکان و زمان چه اتفاقی می افتد. اما اگر این مرزها و حدود یونیورس فقط در یک نقطه عادی از مکان و زمان بود، می‌توانستیم از آن عبور کرده و قلمروی فراتر از آن را به عنوان بخشی از جهان ادعا کنیم. از سوی دیگر، اگر مرز و حدود کیهان(یونیورس) در یک لبه ناهموار و غیر عادی بود که در آن فضا یا زمان منقبض و یا تجزیه میشدند ، و چگالی و فشردگی آن بی نهایت، تعیین شرایط مرزی قابل تصور، بسیار دشوار بود. بنابراین مشخص نیست که چه شرایط مرزی مورد نیاز است. به نظر می رسد هیچ مبنای منطقی برای انتخاب یک مجموعه از شرایط مرزی بر دیگری وجود ندارد.

با این حال، جیم هارتل(**Jim Hartle**) از دانشگاه کالیفرنیا، سانتا باربارا (Santa Barbara)، و من متوجه شدیم که احتمال سومی هم وجود دارد. شاید جهان هیچ حدود ومرزهائی در مکان و زمان نداشته باشد. در نگاه اول، به نظر می رسد که این در تضاد مستقیم با قضایای هندسی است که قبلا به آنها اشاره کردم. آن قضایای هندسی نشان دادند که جهان باید آغازی داشته باشد،یعنی دارای مرزی در زمان باشد. با این حال، ریاضیدانان برای اینکه تکنیک های فاینمن را

از نظر ریاضی به خوبی تعریف کنند، مفهومی به نام زمان خیالی را مطرح کردند. این زمان خیالی ربطی به زمان واقعی ای که ما تجربه می کنیم ندارد. این یک شگرد ریاضی برای انجام محاسبات است و جایگزین زمان واقعی ما می شود. ایده ما این بود که بگوییم در زمان خیالی حدود و مرزهائی وجود ندارند. این شگرد تلاش برای ابداع شرایط مرزی را از بین برد. ما این را طرح بدون مرز نامیدیم.

اگر طبق شرایط مرزی، جهان در زمان خیالی هیچ مرزی نداشته باشد، یونیورس فقط یک تاریخ واحد نخواهد داشت. تاریخ های زیادی در زمان خیالی وجود دارند که هر یک از آنها تاریخ یونیورس را در زمان واقعی تعیین می کند. بنابراین ما تاریخچه های بسیار زیاد برای جهان داریم. چه چیزی یک تاریخ خاص، یا مجموعه ای از تاریخ هایی را که ما در آن زندگی می کنیم، از مجموعه تمام تاریخ های ممکن دیگر را تعیین میکند؟

نکته‌ای که ما می‌توانیم به سرعت متوجه شویم این است که بسیاری از این تاریخچه‌های احتمالی جهان از طریق توالی تشکیل کهکشان‌ها و ستاره‌ها نمی‌گذرند، توالی و تسلسلی که برای تکامل و توسعه خود ما ضروری بود. ممکن است موجودات هوشمند بدون کهکشان ها و ستاره ها تکامل یابند، اما چنین فرضی بعید به نظر می رسد. بنابراین خود همین واقعیت که ما به عنوان موجوداتی وجود داریم که می توانیم این سوال را بپرسیم که "چرا جهان اینگونه است که هست؟" نشانه یک محدودیت برای تاریخی است که ما در آن زندگی می کنیم. این نشان می دهد که یکی از اقلیت تاریخ هایی برای ماست که تکامل و توسعه خود را در سیر انکشاف و توالی کهکشان ها و ستاره ها، نتیجه میگیریم. این مثال از آن چیزی است که اصل آنتروپیک نامیده می شود. اصل آنتروپیک می گوید که جهان باید کم و بیش آن گونه باشد که ما می بینیم، زیرا اگر متفاوت بود، کسی اینجا نبود که آن را مشاهده کند.

بسیاری از دانشمندان اصل آنتروپیک را دوست ندارند، زیرا به نظر می رسد چیزی بیش از تکان دادن دست نیست و قدرت پیش بینی زیادی ندارد. اما می‌توان به اصل آنتروپیک فرمول‌بندی دقیقی داد و به نظر می‌رسد که هنگام پرداختن به منشأ جهان ضروری است. نظریه M که بهترین کاندیدای ما برای یک نظریه منسجم و کامل است، تعداد بسیار زیادی از تاریخچه های ممکن را برای جهان امکان پذیر می کند. بسیاری از این تاریخچه ها برای توسعه زندگی هوشمند نامناسب هستند. این تاریخچه ها یا خالی هستند، یا خیلی کوتاه مدت، یا خیلی انحنا دارند، و یا به شکل دیگری اشتباه هستند. با این حال، با توجه به ایده تاریخچه های متعدد ریچارد فاینمن،

این تاریخ های خالی از سکنه ممکن است احتمال بسیار بالایی داشته باشند.

برای ما واقعاً مهم نیست که چه تعداد تاریخ ممکن است وجود داشته باشد که شامل موجودات هوشمند نباشد. ما فقط به زیرمجموعه ای از تاریخ ها علاقه مندیم که در آنها زندگی هوشمندانه رشد می کند. این زندگی هوشمند لازم نیست حتما به چیزی شبیه به انسان باشد. مردان سبز کوچک[8] نیز این کار را می کنند. در واقع، آنها ممکن است بهتر عمل کنند. نژاد بشر سابقه چندان خوبی از رفتار هوشمندانه ندارد.

به عنوان نمونه ای از نقطه قدرت اصل آنتروپیک، تعداد جهت ها را در فضا(space) در نظر بگیرید. این یک تجربه عمومی و مشترک ماست که ما در فضای سه بعدی زندگی می کنیم. یعنی می توانیم موقعیت یک نقطه در فضا را با سه عدد نشان دهیم. به عنوان مثال، طول، عرض و ارتفاع از سطح دریا. اما چرا فضا سه بعدی است؟ چرا مثل داستان های علمی تخیلی دو یا چهار یا چند بعد دیگر نیست؟ در واقع، در نظریه M فضا دارای ده بعد است (و همچنین نظریه ای که فضا دارای یک بعد زمان است)، اما تصور می شود که هفت جهت از ده جهت فضایی، چنان خمیده و پیچ خورده اند که بسیار کوچک به نظر میرسند، و سه بعد دیگر بزرگ و تقریباً مسطح باقی می مانند. شبیه به نی نوشیدنی است. سطح یک نی دو بعدی است. با این حال، یک بعد نی به شکل یک دایره کوچک پیچیده و خم شده است، به طوری که از دور نی مانند یک خط یک بعدی به نظر می رسد.

چرا ما در تاریخی زندگی نمی کنیم که در آن هشت بُعد خم شده به حد بسیار کوچک به نظر ما نمیرسند، و تنها دو بُعد باقی می ماند که متوجه آن می شویم؟ یک حیوان دو بعدی برای هضم غذا کار سختی خواهد داشت. اگر مثل ما روده ای داشت که درست از وسط رد میشود، حیوان را دو نیمه می کرد.

در دو بُعد، و موجود بیچاره از هم می پاشد. بنابراین دو بُعد مسطح برای چیزی به پیچیدگی زندگی هوشمند کافی نیست. چیز خاصی در مورد سه بعد فضایی وجود دارد. در سه بعد، سیارات می توانند مدارهای ثابتی به دور ستاره ها داشته باشند. این نتیجه تبعیت گرانش(نیروی جاذبه) به نسبت عکس فاصله به توان ۲ است، که رابرت هوک

8 Little green men اشاره به موجودات «بیگانه» و خارج از کره زمین است که سبز رنگ اند و آنتی روی سرشان است. بر این اساس سریالهای تخیلی علمی ساخته شده اند. م

(Robert Hooke) در سال ۱۶۶۵ آن قانون را کشف کرد و توسط آیزاک نیوتن تشریح و تکامل یافت. به جاذبه گرانشی دو جسم در یک فاصله خاص فکر کنید. اگر این فاصله دو برابر شود، نیروی جاذبه بین آنها بر چهار تقسیم می شود. اگر فاصله سه برابر شود، نیروی جاذبه بر ۹، اگر چهار برابر شود، نیروی جاذبه بر شانزده تقسیم می شود و به همین ترتیب. این منجر به مدارهای ثابت سیاره ای می شود. حالا بیایید به چهار بعد فضا فکر کنیم. در آنجا گرانش(نیروی جاذبه) از قانون مکعب معکوس به نسبت فاصله ها تبعیت می کند. اگر فاصله بین دو جسم دو برابر شود، نیروی گرانش آنها بر هشت، سه برابر بر بیست و هفت و اگر چهار برابر شود، بر شصت و چهار تقسیم می شود. این تغییر وضعیت به قانون مکعب معکوس، سیارات را از داشتن مدارهای پایدار به دور خورشید خود باز می دارد. آن سیارات یا در خورشید خود سقوط میکنند و یا به تاریکی و سرمای بیرونی می گریزند. به همین سان، مدار الکترون ها در اتم ها پایدار نخواهد بود، بنابراین ماده آنطور که ما میشناسیمِ وجود نخواهد داشت. بنابراین، اگرچه ایده تاریخچه‌های چندگانه هر تعداد بُعد تقریباً مسطح را مجاز می‌سازد، اما فقط تاریخ‌هایی با سه بعد مسطح میتواند حاوی موجودات هوشمند باشند. تنها در چنین تاریخ هایی این سوال مطرح می شود که "چرا فضا دارای سه بعد است؟"

یکی از ویژگی های قابل توجه جهانی(یونیورس) که مشاهده می کنیم مربوط به پس زمینه مایکروویو است که توسط آرنو پنزیاس(Arno Penzias) و رابرت ویلسون(Robert Wilson) کشف شد. این اساساً یک بازمانده فسیلی از چگونگی جهان در دوران خیلی جوان آن است. این پس‌زمینه مستقل از جهتی که فرد به آن نگاه می‌کند تقریباً یکسان است. تفاوت ها از جهات مختلف تقریباً یک صد هزارم است. این تفاوت ها فوق العاده کوچک هستند که نیاز به توضیح دارند. توضیحی که عموماً در این مورد پذیرفته شده این است که در اوایل تاریخ جهان، دوره ای از انبساط بسیار سریع، با ضریب میلیارد میلیارد میلیارد را تجربه کرده است. این فرآیند به عنوان تورم شناخته می شود، چیزی که برای یونیورس برعکس تورم قیمت ها که اغلب ما را به ستوه میآورند، خوب بود. اگر کل داستان این بوده است، تشعشع مایکروویو در همه جهات، در مجموع یکسان بود. پس این اختلافات و انحرافات کوچک از کجا آمده ند؟

من در اوایل سال ۱۹۸۲، رساله ای نوشتم که در آناین ایده را طرح کردم که آن تفاوت‌ها ناشی از نوسانات کوانتومی در طول دوره تورم مذکور است. نوسانات کوانتومی به عنوان یک نتیجه از اصل عدم قطعیت رخ می دهند. علاوه بر این، این نوسانات در واقع بذرهائی برای ساختن جهان(یونیورس) ما بودند: کهکشان ها، ستارگان و ما. این

ایده اساساً همان مکانیسمی است که به اصطلاح "تابش هاوکینگ"، از افق سیاهچاله می‌آید، که من یک دهه قبل پیش‌بینی کرده بودم، با این تفاوت که اکنون از یک افق کیهانی می‌آید، یعنی سطحی که جهان را بین بخش‌هایی که می‌توانیم ببینیم تقسیم می‌کند و قسمت هایی که نمی توانیم مشاهده کنیم. ما در آن تابستان یک کارگاه آموزشی در کمبریج برگزار کردیم که همه بازیگران اصلی این رشته در آن حضور داشتند. در این جلسه، ما اکثر تصویر فعلی خود را از تورم مورد اشاره، از جمله مهمترین آنها یعنی نوسانات در فشردگی و چگالی، که باعث تشکیل کهکشان ها و به همین ترتیب وجود ما می شود، ارائه کردیم. افراد زیادی در رسیدن به پاسخ نهایی مشارکت داشتند. این، ده سال قبل از کشف نوسانات در مایکروویو توسط ماهواره COBE در سال ۱۹۹۳ بود، بنابراین نظریه و تئوری بسیار جلوتر از تجربه و آزمایش بود.

کیهان شناسی(Cosmology) ده سال بعد، در سال ۲۰۰۳، با اولین نتایج از ماهواره WMAP به یک علم دقیق تبدیل شد. WMAP نقشه شگفت انگیزی از دمای آسمان مایکروویو کیهانی تهیه کرد، تصویری از جهان در حدود یک صدم سن کنونی آن. بی نظمی هایی که می بینید توسط تورم مورد اشاره پیش بینی شده بودند که به این معنی است که برخی از مناطق یونیورس فشردگی و چگالی کمی بالاتر از مناطق دیگر داشتند. جاذبه گرانشی آن چگالی و فشردگی اضافی، انبساط آن ناحیه را کند می کند و در نهایت می تواند باعث فروپاشی آن و تشکیل کهکشان ها و ستاره ها شود. پس با دقت به نقشه آسمان مایکروویو نگاه کنید. این شالوده تمام ساختارهای جهان و یونیورس است. ما محصول نوسانات کوانتومی در کیهان(یونیورس) بسیار اولیه هستیم. خدا واقعا تاس بازی میکند.

امروزه ماهواره پلانک(Planck) با نقشه‌ای با وضوح بسیار بالاتر از یونیورس، جانشین ماهواره (WMAP) شده است. پلانک به طور جدی تئوری های ما را به بوته آزمایش می گذارد و حتی ممکن است اثر امواج گرانشی پیش بینی شده توسط نظریه تورم را تشخیص دهد. این گرانش کوانتومی است که در سراسر آسمان حک شده است.

ممکن است جهان های دیگری نیز وجود داشته باشند. نظریه M پیش‌بینی می‌کند که تعداد بسیا بزرگی از جهان‌ها از هیچ ایجاد شده‌اند که به همان اندازه بزرگ و متنوع، تاریخچه‌های مختلف دارند. هر یونیورس دارای تاریخچه‌های احتمالی و بسیاری از وضعیت های ممکن است، زیرا تا زمان حال و فراتر از آن در آینده این تغییرات ادامه می‌یابند. بسیاری از این حالات یونیورس های

مختلف کاملاً متفاوت از جهان و یونیورسی هستند که ما مشاهده می کنیم.

هنوز امیدی وجود دارد که اولین شواهد تائید صحت تئوری M را که در آزمایشهای شتاب دهنده ذرات LHC، یعنی برخورد دهنده بزرگ هادرون (Large Hadron Collider)، در سرن در ژنو انجام شد ببینیم. از نقطه نگرش نظریه M،آن آزمایش فقط انرژی های کم را بررسی می کند، اما ممکن است خوش شانس باشیم و سیگنال ضعیف تری از نظریه بنیادی، مانند ابرتقارن را ببینیم. من فکر می کنم که کشف بدیل ابر تقارن برای ذرات شناخته شده، درک ما از جهان را متحول خواهد کرد.

در سال ۲۰۱۲، کشف ذره هیگز[9] توسط LHC در سرن در ژنو اعلام شد. این اولین کشف یک ذره بنیادی جدید در قرن بیست و یکم بود. هنوز امیدی وجود دارد که LHC ابرتقارن را کشف کند. اما حتی اگر LHC هیچ ذره بنیادی جدیدی را

---

9 سال ۲۰۱۲ یکی از مهمترین کشف های علمی در قرن حاضر رخ داد ؛ بوزون هیگز یا ذره هیگز..در اینجا به زبان کاملا ساده (و با ساده فهم ترین تمثیلی که تاکنون در این مورد ارائه شده) و در چندسطر:. بوزون هیگز همان چیزی است که به ذرات جرم می دهد. اینکه در کیهان ما اجرام وجود دارند، جرم داشتن آنها حاصل وجود بوزون هیگز است که به نام پیتر هیگز (Peter Higgs) ، نخستین کسی که وجود آنها را پیش بینی کرد، شناخته می شود. ذرات زیراتمی که ماده معمولی را شکل می دهند ، مثل کوارک ها و لپتون ها ، بواسطه ی بوزون هیگز جرم دارند.اینکه چطور به ذرات جرم می بخشد، توضیح بسیار پیچیده ای دارد که مانند برخی از مسائل ، بعضی افراد با مطالعه ی متعدد آن باز هم آن را به خوبی درک نمی کنند. اما مشکل از فهم افراد نیست، خود این موضوع پیچیده و مانند برخی دیگر از مسائل فیزیک ، فهم غیر تخصصی آن دشوار است. این دشواری تا حدی بوده که حتی وزیر علوم بریتانیا در سال ۱۹۹۳ در یک سخنرانی از فیزیکدانان خواست تا توضیحی ساده فهم برای ذره هیگز ارائه کنند و در نهایت بهترین توضیح ، تمثیل مهمانی بود. در این تمثیل باید فرض کنید در یک مهمانی، همه ی مهمان ها فیزیکدان هستند و در یک سالن که ابتدای آن در ورودی و انتهای آن بار نوشیدنی هاست مشغول گپ زدن هستند. این جمع فیزیکدانان در این تمثیل همان میدان هیگز است. اگر یک مأمور مالیات از در ورودی وارد سالن شود و از بین جمعیت فیزیکدانان عبور کند و به بار برسد، کسی او را برای گپ و گفتگومتوقف نمی کند. این مامور بدون تعامل با فیزیکدانان از در ورودی به باری که انتهای سالن قرار گرفته می رسد و در بین راه کسی با او صحبت نمی کند و از کنار فیزیکدانان رد می شود. اما حالا تصور کنید به جای مامور مالیات خود پیتر هیگز از در ورودی سالن وارد شود، در هر نقطه ای از سالن که به سمت بار در حرکت است، فیزیکدانان دور او جمع می شوند و با او گفتگو می کنند. به این ترتیب پیتر هیگز، زمان طولانی تری را سپری میکند تا از در ورودی به بار انتهای سالن برسد. این تجمع فیزیکدانان را فرض کنید هر چند متر یکبار ، اتفاق می افتد .پیتر هیگز که در این تمثیل مثل مامور مالیات نقش ذرات را دارد تعامل بیشتری با فیزیکدانان که نماینده ی میدان هیگز بودند خواهد داشت.اما مامور مالیات تعامل کمتری با فیزیکدانان داشت. در این تمثیل مامور مالیات نماینده ی ذرات بدون جرم مثل فوتون است که با میدان هیگز تعامل ندارند.اما پیتر هیگز نماینده ی ذرات سنگین است که با میدان تعامل زیادی دارد. در این تمثیل ، تجمع فیزیکدانان همان ذره هیگز است. م

کشف نکند، ابرتقارن ممکن است همچنان در نسل بعدی شتاب‌دهنده‌هایی که در حال حاضر در حال برنامه‌ریزی هستند، پیدا شود.

آغاز خود جهان دربیگ بنگ داغ، در واقع آزمایشگاه پرانرژی برای اکتحان نظریه M ، ودر عین حال آزمایش ایده‌های ما در مورد بلوک‌های سازنده فضا - زمان و ماده است. تئوری های مختلف اثاری متفاوت را در ساختار کنونی جهان به جا می گذارند، بنابراین داده های اخترفیزیکی می توانند سرنخ هایی در مورد اتحاد همه نیروهای طبیعت به ما بدهند. بنابراین ممکن است جهان های دیگری نیز وجود داشته باشند، اما متأسفانه ما هرگز قادر به کشف آنها نخواهیم بود.

ما چیزی در مورد منشاء جهان دیده ایم. اما این، دو سوال بزرگ باقی می گذارد. آیا جهان(یونیورس) به پایان می رسد؟ آیا جهان منحصر به فرد است؟

در این صورت محتمل ترین تاریخ آینده جهان چگونه خواهد بود؟ به نظر می رسد احتمالات مختلفی وجود دارند که با ظاهر شدن موجودات هوشمند سازگار است. آنها به مقدار ماده در جهان(یونیورس) بستگی دارند. اگر ماده بیش از یک مقدار بحرانی معین وجود داشته باشد، جاذبه گرانشی بین کهکشان ها باعث کاهش سرعت انبساط می‌شود.

در چنین حالتی کهکشان ها به سمت یکدیگر سقوط میکنند و همه در یک کروچیدگی عظیم(Crunch Big) گرد هم می آیند. این پایان تاریخ جهان، در زمان واقعی خواهد بود. وقتی در خاور دور بودم، از من خواسته شد که به Crunch Big اشاره نکنم، زیرا ممکن بود بر بازار تأثیر بگذارد. اما بازارها سقوط کردند، بنابراین شاید داستان به نحویدرز کرده بود! در بریتانیا، مردم چندان نگران پایان احتمالی جهان در بیست میلیارد سال آینده نیستند. شما می توانید قبل از آن مقدار زیادی بخورد،،بنوشید و شادباشید.

اگر چگالی و فشردگی یونیورس کمتر از مقدار بحرانی باشد، گرانش و جاذبه آنقدر ضعیف است که نمی‌تواند برای همیشه از دور شدن کهکشان‌ها جلوگیری کند. همه ستارگان خواهند سوخت و جهان خالی و خالی تر و سردتر و سردتر خواهد شد. بنابراین، دوباره، همه چیز به پایان خواهد رسید، اما به روشی کمتر دراماتیک. با این حال، ما چند میلیارد سال پیش رو داریم.

در این پاسخ سعی کرده ام چیزی از منشاء، آینده و ماهیت جهان خود را

توضیح دهم. جهان در گذشته کوچک و متراکم بود و بنابراین کاملاً شبیه همان چیزی است که من با آن شروع کردم: پوست گردو. در این صورت، میشود خود را در این پوست محصور کنیم و خود را پادشاه فضای لایتناهی به حساب آوریم.

قبل از بیگ بنگ چه اتفاقی افتاد؟

طبق فرضیه "بدون مرز"،سوال در مورد آنچه قبل از بیگ بنگ رخ داد، بی معنی است – مثل این است که سوال کنید جنوبِ، قطب جنوب چیست؟ - زیرا هیچ نشانه ای از زمان که به آن رجوع کنید،وجود ندارد. مَفهوم زمان فقط در جهان(یونیورس) ما وجود دارد.

۳

آیا حیات هوشمند دیگری در جهان(یونیورس) وجود دارد؟

من می خواهم کمی حدس و گمان خود را در مورد توسعه زندگی در جهان، و به ویژه در مورد توسعه زندگی هوشمند، طرح کنم که بررسی توسعه نژاد بشر را هم در بر میگیرد. حتی اگر بسیاری از رفتارهای بشر در طول تاریخ بسیار احمقانه بوده و آن رفتارها هیچ کمکی به بقاء بشر نکرده باشند. دو سوالی که در مورد آن بحث خواهم کرد این است که «احتمال وجود حیات در جای دیگر یونیورس چقدر است؟» و «سیر محمتمل ادامه حیات در آینده چگونه خواهد بود؟»

این یک تجربه مشترک است که با گذشت زمان همه چیز بی‌نظم‌تر و آشفته‌تر می‌شود. این مشاهدات نیز قانون خاص خود را دارد، یعنی قانون مشهور به قانون دوم ترمودینامیک. این قانون می گوید که مقدار کل بی نظمی یا آنتروپی در یونیورس همیشه با گذشت زمان افزایش می یابد. با این حال، این قانون فقط به کل میزان بی نظمی اشاره می کند. نظم در یک جسم می تواند افزایش یابد مشروط بر اینکه میزان بی نظمی در محیط اطراف آن به میزان بیشتری افزایش یابد.

این چیزی است که در یک موجود زنده اتفاق می افتد. ما می توانیم زندگی را به عنوان یک سیستم منظم تعریف کنیم که می تواند خود را در برابر گرایش به بی نظمی نگه دارد و می تواند خود را بازتولید کند. یعنی می تواند سیستم های مشابه، اما مستقل و منظم بسازد. برای انجام این کارها، سیستم در یک موجود زنده باید انرژی رادر اشکال منظم - مانند غذا، و یا تبدیل نور خورشید یا نیروی الکتریکی - به انرژی نامنظم و به شکل گرما تبدیل کند. به این ترتیب، سیستم موجود زنده می تواند این شرط را برآورده کند که میزان کل بی نظمی افزایش یابد و در عین حال نظم را در خود و فرزندانش افزایش دهد. این به نظر می رسد شبیه به خانه ای است که والدین که هر بار که بچه ای جدید به دنیا می آورند، خانه آشفته تر و نامرتب تر می شود.

موجود زنده ای مثل من یا شما معمولاً دو عنصر دارد: مجموعه ای از دستورالعمل ها که به سیستم می گویند چگونه ادامه دهد و چگونه خود را بازتولید کند، و مکانیسمی برای اجرای آن دستورالعمل ها. در زیست شناسی به این دو بخش ژن و متابولیسم می گویند. اما نکته قابل توجه این است که هیچ چیز بیولوژیکی در مورد آنها وجود ندارد. به عنوان مثال، یک ویروس در کامپیوتر برنامه ای است که از خود در حافظه کامپیوتر کپی می کند و خود را به کامپیوترهای دیگر منتقل می کند. بنابراین با تعریفی که من از یک سیستم زنده ارائه دادم مطابقت دارد. ویروس کامپیوتری مانند یک ویروس بیولوژیکی است، اما به صورت درهم شکسته، زیرا فقط حاوی دستورالعمل یا ژن است و و از خود هیچ متابولیسمی ندارد. در مقابل، یک ویروس متابولیسم و یا سلول کامپیوتر مبتلا شده دوباره برنامه ریزی می کند. برخی از مردم این سوال را مطرح کرده اند که آیا ویروس ها باید به عنوان زندگی محسوب شوند، زیرا آنها انگل هستند و نمی توانند مستقل از میزبان خود(کیمپیوتر مبتلا شده به ویروس) وجود داشته باشند. اما بسیاری از اشکال زندگی، از جمله زندگی خود ما، انگل هستند، زیرا آنها زندگیهای دیگری را تغذیه می کنند و برای بقای خود به اشکال دیگر زندگی وابسته هستند. من فکر می کنم ویروس های کامپیوتری باید به عنوان زندگی محسوب شوند. این ممکن است در مورد طبیعت انسان چیزی بگوید که تنها شکلی از زندگی که ما تاکنون ایجاد کرده ایم کاملاً تخریبی است. در مورد ایجاد زندگی در تصویر خودمان صحبت کنیم. بعداً به اشکال الکترونیکی زندگی باز خواهم گشت.

آنچه ما معمولاً به عنوان «زندگی» در نظر می گیریم بر اساس زنجیره ای از اتم های کربن، با چند اتم دیگر مانند نیتروژن یا فسفر است. می توان حدس زد که ممکن است زندگی با برخی از پایه های شیمیایی دیگر، مانند سیلیکون، وجود داشته باشد، اما کربن مطلوب ترینِ حالت به نظر می رسد، زیرا غنی ترین مواد شیمیایی را دارد. اینکه اتم‌های کربن اصلاً باید وجود داشته باشند، با تمام خواصی که دارند، نیاز به تنظیمات دقیق ثابت‌های فیزیکی، مانند مقیاس QCD[10]، بار الکتریکی و حتی بعد فضا-زمان

10 الکترودینامیک کوانتومی (QCD)، نظریه ای است که عملکرد نیروهای قوی را توصیف میکند. نظریه میدان کوانتومی در مورد حاصل کنش ذرات باردار با میدان الکترومغناطیسی است. این حیطه نه تنها همه فعل و انفعالات نور با ماده بلکه همچنین عکس العمل متقابل ذرات باردار با یکدیگر را از لحاظ ریاضی توصیف میکند. QCD یک نظریه نسبیتی است که در آن نظریه نسبیت خاص آلبرت اینشتین در هر یک از معادلات آن اعمال شده است.
از آنجا که رفتار اتمها و مولکول‌ها در درجه اول الکترومغناطیسی است، تمام فیزیک اتمی را می‌توان آزمایشگاهی برای نظریه دانست. برخی از دقیق ترین آزمایشات QCD، آزمایش‌هایی است که به خواص ذرات زیر اتمی معروف به میون می‌پردازد. همچنین نشان داده شده است که گشتاور مغناطیسی این

دارد. اگر این ثابت ها به حد قابل ملاحظه ای تفاوت داشتند، یا هسته اتم کربن پایدار نخواهد بود یا الکترون ها بر هسته سقوط میکنند و فرو می ریزند. در نگاه اول، قابل توجه به نظر می رسد که جهان بسیار دقیق تنظیم شده است. شاید این شواهدی باشد که جهان به طور خاص برای تولید نسل بشر طراحی شده است. با این حال، باید در مقابل چنین استدلال هایی محتاط بود، زیرا به دلیل اصل آنتروپیک، نظریه های ما در مورد یونیورس باید با وجود خود ما سازگار باشد. این مبتنی بر این حقیقت بدیهی است که اگر جهان برای زندگی مناسب نبود، نمی‌پرسیدیم که چرا اینقدر دقیق تنظیم شده است. می توان اصل آنتروپیک را در نسخه های قوی یا ضعیف آن اعمال کرد. برای اصل آنتروپیک قوی، فرض می‌شود که یونیورس های مختلفی وجود دارند که هر کدام مقادیر ثابت‌های فیزیکی متفاوتی دارند. در تعداد کمی از آنها، به اجسامی مانند اتم‌های کربن اجازه می‌دهند وجود داشته باشند که خود این اتمهای کربن می‌توانند به عنوان بلوک‌های سازنده سیستم‌های زنده عمل کنند. از آنجایی که ما باید در یکی از این جهان ها زندگی کنیم، نباید تعجب کنیم که ثابت های فیزیکی به خوبی تنظیم شده اند. اگر آنها نبودند، ما اینجا نبودیم. بنابراین نسخه قوی اصل آنتروپیک چندان راضی کننده نیست، زیرا آن شکل قوی اصل آنتروپی چه معنای عملی می تواند به وجود همه آن جهان های دیگر بدهد؟ و اگر آنها از جهان خود ما جدا هستند، آنچه در آنها اتفاق می افتد چگونه می تواند بر جهان ما تأثیر بگذارد؟ در عوض،من آنچه را که به عنوان نسخه ضعیف

نوع ذرات تا ۹ رقم قابل توجه با نظریه مطابقت دارد. توافق با چنین دقت بالایی QCD را به یکی از موفق‌ترین نظریه‌های فیزیکی که تا کنون ابداع شده، کرده است.

در سال ۱۹۲۸ فیزیکدان انگلیسی دیراک با کشف یک معادله موج که حرکت و چرخش الکترون‌ها را توصیف می‌کرد و مکانیک کوانتومی و نظریه نسبیت خاص را در بر می‌گرفت پایه و اساس الکترودینامیک کوانتومی را ایجاد کرد. نظریه الکترودینامیک کوانتومی در اواخر دهه ۱۹۴۰ توسط سه نفر به طور مستقل از یکدیگر یعنی «جولین شوینگر» (Julian S. Schwinger)، «ریچارد فاینمن» (Richard P. Feynman) و «تومانوگو شین ایکیرو» (Tomonaga Shin'ichirō) تصحیح و توسعه یافت.

الکترودینامیک کوانتومی بر این ایده استوار است که ذرات باردار به عنوان مثال الکترون‌ها و پوزیترون‌ها، با انتشار و جذب فوتون‌ها یعنی ذراتی که نیروهای الکترومغناطیسی را منتقل می‌کنند، برهم کنش می‌کنند. این فوتون‌ها به صورت مجازی هستند، یعنی نمی‌توان آن‌ها را به هیچ وجه مشاهده کرد یا تشخیص داد زیرا وجود آن‌ها موجب نقض قانون پایستگی انرژی و حرکت می‌شود.

تبادل فوتون صرفاً نیروی فعل و انفعال است، زیرا ذرات متقابل با آزادسازی یا جذب انرژی فوتون، سرعت و جهت حرکت خود را تغییر می‌دهند. فوتون‌ها همچنین می‌توانند در حالت آزاد ساطع شوند و در این صورت ممکن است به عنوان نور یا سایر اشکال تابش الکترومغناطیسی مشاهده شوند. م

اصل آنتروپی شناخته مي شود، اتخاذ خواهم کرد. بنابراین من، مقادیر ثابت های فیزیکی را به صورت داده و متعین در نظر میگیرم. اما باید ببینم از این واقعیت که حیات در این سیاره در این مرحله از تاریخ یونیورس وجود دارد، چه نتایجی می توان گرفت.

زمانی که جهان در بیگ بنگ آغاز شد، یعنی حدود ۱۳,۸ میلیارد سال پیش، هیچ کربنی وجود نداشت. آنقدر داغ بود که همه مواد به شکل ذراتی به نام پروتون و نوترون بودند. در ابتدا تعداد پروتون ها و نوترون ها برابر بود. با این حال، در حالی که یونیورس انبساط یافت، در عین حال سرد شد. حدود یک دقیقه پس از انفجار بزرگ، دما به حدود یک میلیارد درجه کاهش می‌یابد، یعنی حدود صد برابر دمای خورشید. در این دما، نوترون ها شروع به تجزیه شدن به پروتون های بیشتری می کنند.

اگر همه اتفاق اهمین بود که روی داده بود، تمام مواد موجود در جهان به ساده ترین عنصر یعنی هیدروژن تبدیل می شد که هسته آن از یک پروتون منفرد تشکیل شده است. با این حال، برخی از نوترون‌ها با پروتون‌ها تصادم کردند و به هم چسبیدند تا ساده‌ترین عنصر بعدی یعنی هلیم را تشکیل بدهند که هسته آن از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است. اما هیچ عنصر سنگین‌تری مانند کربن یا اکسیژن در یونیورس اولیه تشکیل نمی‌شد. تصور اینکه بتوان یک سیستم زنده فقط از هیدروژن و هلیوم ساخت دشوار است – و اما به هر حال یونیورس اولیه هنوز برای ترکیب شدن اتم ها به مولکول ها بسیار داغ بود.

جهان به انبساط و سرد شدن ادامه داد. اما برخی از مناطق چگالی و فشردگی کمی بالاتر از سایرین داشتند و جاذبه گرانشی مواد اضافی در آن نواحی باعث کاهش سرعت انبساط آنها شد و در نهایت آن را متوقف کرد. در مقابل، آن مناطق فرو ریختند و کهکشان ها و ستاره ها را تشکیل دادند که از حدود دو میلیارد سال پس از انفجار بزرگ شروع شد. برخی از ستارگان اولیه می‌توانستند جرم بیشتری از خورشید ما داشته باشند. آنها از خورشید داغتر بودند و هیدروژن و هلیوم اصلی را به عناصر سنگین‌تری مانند کربن، اکسیژن و آهن می‌سوزانند. این می توانست تنها چند صد میلیون سال طول بکشد. پس از آن، برخی از ستارگان به علت انفجارات درونی ناگهان فوق العاده پر نورتر شدند(supernovae) و سپس منفجر شدند و عناصر سنگین را دوباره به فضا پراکنده کردند تا مواد خام نسل های بعدی ستارگان را تشکیل دهند.

ستارگان(خورشیدها) دیگر خیلی دور هستند تا بتوانیم مستقیماً ببینیم که آیا سیاراتی دارند که به دور آنها می چرخند یا خیر. با این حال، دو تکنیک وجود دارد که ما را

قادر به کشف سیارات در اطراف ستاره های دیگر کرده است. اولین مورد این است که به ستاره نگاه کنید و ببینید آیا مقدار نوری که از آن می آید ثابت است یا خیر. اگر سیاره ای در مقابل ستاره حرکت کند، نور ستاره کمی تاریک می شود. ستاره کمی کمرنگ خواهد شد. اگر این به طور منظم اتفاق می افتد، به این دلیل است که مدار یک سیاره به طور مکرر آن را مقابل ستاره می برد. روش دوم اندازه گیری دقیق موقعیت ستاره است. اگر سیاره ای به دور ستاره بچرخد، لرزش کوچکی در موقعیت ستاره ایجاد می کند. اگر این لرزش کوچک را دوباره مشاهده کردیم و تناوب منظم باشند، آنگاه متوجه می شویم که علت وجود سیاره ای است که به دور ستاره می چرخد. این روش ها برای اولین بار حدود بیست سال پیش به کار گرفته شد و تاکنون چند هزار سیاره در حال چرخش به دور ستاره های دوردست کشف شده اند. تخمین زده می شود که از هر پنج ستاره، یک ستاره سیاره ای شبیه به زمین دارد که در فاصله ای از ستاره به دور آن می چرخد تا با حیاتی که ما می شناسیم سازگار باشد. منظومه شمسی خود ما حدود چهار و نیم میلیارد سال پیش، یا کمی بیش از نه میلیارد سال پس از انفجار بزرگ، از گاز آلوده به بقایای ستارگان قبلی شکل گرفت. زمین عمدتاً از عناصر سنگین‌تر از جمله کربن و اکسیژن تشکیل شده است. به نوعی، برخی از این اتم ها به شکل مولکول های DNA[11] مرتب شدند. این مولوکول ها شکل معروف دابل مارپیچی (double-helix) دارد که در دهه ۱۹۵۰ توسط فرانسیس کریک(Francis Crick) و جیمز واتسون(James Watson) در کلبه ای در سایت موزه جدید در کمبریج کشف شد. پیوند دو زنجیره از آن دابل مارپیچها، دو ستون «باز»(به معنی شیمیائی) نیتروژنی است. چهار نوع باز نیتروژن دار وجود دارند – آدنین(adenine)، سیتوزین(cytosine)، گوانین(guanine) و تیمین(thymine). یک آدنین در یک زنجیره همیشه با یک تیمین در زنجیره دیگر و یک گوانین با یک سیتوزین مطابقت دارد. بنابراین توالی بازهای نیتروژنی در یک زنجیره، یک توالی منحصر به فرد و مکمل را در زنجیره دیگر تعریف می کند. سپس دو زنجیره می توانند از هم جدا شوند و هر کدام به عنوان یک الگو برای ساخت زنجیره های بیشتر عمل می کنند. بنابراین مولکول‌های DNA می‌توانند اطلاعات ژنتیکی کد شده در توالی‌های بازهای نیتروژنی خود را بازتولید کنند. بخش‌هایی از توالی همچنین می‌توانند برای ساخت پروتئین‌ها و

11مولکول DNA (دی ان ای) یا «دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید» (Deoxyribo Nucleic Acid) نام شیمیایی ترکیبی است که تمام اطلاعات ژنتیکی و ویژگی‌های وراثتی موجودات زنده را در بر دارد. این مولکول دارای دو رشته بسیار بلند است که به طور مارپیچ در کنار هم قرار می‌گیرند و ساختاری به شکل «مارپیچ دوتایی» (Double-Helix) را ایجاد می‌کنند. DNA در تمام سلول‌های موجودات زنده یافت می‌شود و از سلول‌های والدی به فرزندان انتقال می‌یابد.م

سایر مواد شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند، که می‌توانند دستورالعمل‌های کدگذاری شده در توالی را انجام دهند و ماده خام DNA را برای تولید مثل خود جمع کنند.

همانطور که قبلاً گفتم، ما نمی دانیم که چگونه مولکول های DNA برای اولین بار ظاهر شدند. از آنجایی که احتمال ایجاد مولکول DNA در اثر نوسانات تصادفی بسیار اندک است، برخی افراد مطرح کرده اند که حیات از جای دیگری به زمین آمده است - به عنوان مثال، وقتی سیارات هنوز حالت ناپایداری داشتند، حیات روی صخره هائی هایی که از مریخ جدا شده اند به زمین ما رسیده است، و یا اینکه ذرات حاوی حیات به شکل شناور در کهکشان ها وجود داشته اند. با این حال، بعید به نظر می رسد که DNA بتواند برای مدت طولانی تحت تابش در فضا، زنده بماند.

اگر ظهور حیات در یک سیاره معین بسیار بعید بود، ممکن بود انتظار داشت که زمان زیادی برای ظهور حیات طول بکشد. به‌عبارت دقیق‌تر، ممکن است انتظار داشته باشیم که زندگی تا جایی که ممکن است دیر ظاهر شود، به این معنی که هنوز زمان برای تکامل بعدی به موجودات هوشمندی، مانند ما، کافی باشد،و قبل از اینکه طی آن زمان، متورم شدن خورشید، زمین را در خود غرق نساخته باشد. پنجره زمانی که می تواند چنین اتفاقی در آن روی بدهد، طول عمر خورشید- یعنی حدود ده میلیارد سال است. در آن زمان، یک شکل هوشمند ازحیات می‌توانست بر سفر فضایی تسلط پیدا کند و بتواند به ستاره دیگری بگریزد. اما اگر هیچ راه فراری وجود نداشته باشد، زندگی روی زمین محکوم به فنا می بود.

شواهد فسیلی وجود دارد که نشان می دهد در حدود سه و نیم میلیارد سال پیش نوعی حیات روی زمین وجود داشته است. این ممکن است تنها ۵۰۰ میلیون سال پس از اینکه زمین ثبات یافت و به آن اندازه خنک شد که برای رشد حیات مناسب باشد، اتفاق افتاده باشد. اما حیات می‌توانست هفت میلیارد سال طول بکشد تا در یونیورس رشد یابد و هنوز زمان بیشتری برای تکامل به موجوداتی مانند ما باقی مانده باشد، که می‌توانستند درباره منشأ حیات بپرسند. اگر احتمال ایجاد حیات در یک سیاره معین بسیار کم است، چرا در یک چهاردهم زمان موجود، روی زمین اتفاق افتاده است؟

ظهور اولیه حیات بر روی زمین نشان می دهد که شانس خوبی برای تولید خود به خودی حیات در شرایط مساعد وجود دارد. شاید شکل ساده‌تری از سازمان وجود داشته باشد که DNA را ایجاد کرد. هنگامی که DNA ظاهر شد،

آنقدر موفقیت آمیز بود که ممکن بود به طور کامل جایگزین اشکال قبلی شود. ما نمی دانیم که این اشکال قبلی چه بوده اند، اما یک احتمال RNA[12] است.

RNA مانند DNA است، اما ساده تر و بدون ساختار دو مارپیچ است. طول های کوتاه RNA می توانند مانند DNA خود را بازتولید کنند و در نهایت ممکن است به DNA تبدیل شوند. ما نمی توانیم این اسیدهای نوکلئیک را در آزمایشگاه از مواد غیر زنده بسازیم. اما با توجه به ۵۰۰ میلیون سال، واینکه اقیانوس ها که بیشتر زمین را پوشانده اند، ممکن است احتمال معقولی وجود داشته باشد که RNA تصادفی ساخته شده است.

همانطور که DNA خود را بازتولید می کرد، خطاهای تصادفی هم وجود داشتند که بسیاری از آنها مضر بودند و برخی DNA از بین می رفتند. برخی از آنها خنثی بودند - آنها بر عملکرد ژن تأثیر نمی گذاشتند. و چند خطا برای بقای گونه‌ها مفید بود – اینها بودند که توسط انتخاب طبیعی داروینی مورد توجه قرار گرفتند.

روند تکامل بیولوژیکی در ابتدا بسیار کند بود. حدود دو و نیم میلیارد سال طول کشید تا اولین سلول ها به موجودات چند سلولی تبدیل شوند. اما کمتر از یک میلیارد سال دیگر طول کشید تا برخی از این موجودات چند سلولی به ماهی تبدیل شوند و برخی از ماهی ها نیز به نوبه خود به پستانداران تبدیل شوند. سپس به نظر می رسد که تکامل بیش از این سرعت گرفته است. از پستانداران اولیه تا ما فقط حدود صد میلیون سال طول کشید. دلیل آن این است که پستانداران اولیه قبلاً نسخه های خود را از اندام های ضروری ما در اختیار داشتند. تنها چیزی که برای تکامل از پستانداران اولیه به انسان لازم بود، کمی تنظیم دقیق کارکرد آن اندامها بود.

اما با نژاد بشر، تکامل به مرحله حساسی رسید که از نظر اهمیت با توسعه DNA قابل مقایسه است. این تحول با توسعه زبان و به ویژه زبان نوشتاری برجسته شد. این بدان معناست که اطلاعات می تواند غیر از ژنتیک و از طریق DNA، از نسلی به نسل دیگر منتقل شود. در طول ۱۰ هزار سال تاریخ ثبت شده،

---

12 RNA (آر ان ای) نوعی از ترکیبات اسیدهای نوکلئیک، مانند DNA است. در مولکول‌های RNA به جای قندهای دئوکسی ریبوز که در ساختمان DNA مشاهده می‌شود، قندهای ریبوز وجود دارند. مولکول‌های RNA یکی از ترکیبات اساسی سلول‌ها به شمار می‌آیند که در فرایندهای مهمی مانند سنتز پروتئین شرکت می‌کنند.م

تغییرات قابل توجهی در تکامل بیولوژیک DNA انسان ایجاد شده است، اما میزان دانشی که از نسلی به نسل دیگر یونیورس آموخته‌ام به شما بگویم، و با انجام این کار دانش را از مغزم به صفحات کاغذ منتقل می‌کنم تا بتوانید آن را بخوانید.

DNA موجود در تخمک یا اسپرم انسان حاوی حدود سه میلیارد جفت باز، از بازهای نیتروژنی است. با این حال، به نظر می‌رسد که بسیاری از اطلاعات کدگذاری شده در این زنجیره، اضافی یا غیرفعال هستند. بنابراین مجموع اطلاعات مفید در ژن های ما احتمالا چیزی حدود صد میلیون بیت(bit) است. یک بیت از اطلاعات پاسخ به یک سوال بله / خیر است. در مقابل، یک رمان با جلد شومیز ممکن است حاوی دو میلیون بیت اطلاعات باشد. بنابراین، یک انسان معادل حدود پنجاه کتاب هری پاتر(Harry Potter) است و یک کتابخانه ملی بزرگ می تواند حدود پنج میلیون کتاب یا حدود ده تریلیون بیت داشته باشد. مقدار اطلاعاتی که در کتاب ها یا از طریق اینترنت ارائه می شود، صدهزار برابر بیشتر از DNA است.

حتی مهم‌تر این واقعیت است که اطلاعات کتاب‌ها را می‌توان با سرعت بیشتری تغییر داد و به‌روزرسانی و آپ تو دیت کرد. چندین میلیون سال طول کشیده است تا ما از میمون های کمتر پیشرفته و قدیمی تکامل پیدا کنیم. در طول این مدت، اطلاعات مفید در DNA ما احتمالاً تنها چند میلیون بیت تغییر کرده است، بنابراین سرعت تکامل بیولوژیکی در انسان حدود یک بیت در سال است. در مقابل، سالانه حدود ۵۰ هزار کتاب جدید به زبان انگلیسی منتشر می‌شود که حاوی حدود صد میلیارد بیت اطلاعات است. البته اکثریت این اطلاعات آشغال است و برای هیچ شکلی از زندگی مفید نیستند. اما، حتی در این صورت، نسبتی که می‌توان با آن اطلاعات مفید اضافه کرد، میلیون‌ها، اگر نگوییم میلیاردها، بیشتر از DNA است.

این بدان معناست که ما وارد مرحله جدیدی از تکامل شده ایم. در ابتدا، تکامل با انتخاب طبیعی - از تغییر و دگرگونیهای تصادفی - پیش رفت. این مرحله داروینی حدود سه و نیم میلیارد سال به طول انجامید و ما را به وجود آورد، موجوداتی که زبان را برای تبادل اطلاعات توسعه دادند. اما در حدود ده هزار سال گذشته ما در مرحله ای بوده ایم که می توان آن را فاز انتقال خارجی نامید. در این ده هزار سال، حد و مرز داخلی اطلاعات، که از طریق DNA به نسل های بعدی انتقال داده شده است، تا اندازه ای تغییر کرده است. اما حد و مرز اطلاعات در فاز انتقال خارجی - در کتاب ها و دیگر اشکال ذخیره سازی طولانی مدت – فوق العاده رشد کرده است.

برخی از افراد از اصطلاح «تکامل» را فقط برای مواد ژنتیکی در فاز انتقال داخلی استفاده می کنند و مخالف هستند که آن را به اطلاعاتی که در فاز خارجی منتقل می شود به کار ببرند. اما من فکر می کنم این دیدگاه بسیار محدودنگر است. ما چیزی فراتر از ژن های خود هستیم. ما ممکن است قوی‌تر یا ذاتاً از اجداد غارنشین‌مان باهوش‌تر نباشیم. اما چیزی که ما را از آنها متمایز می کند دانشی است که در ده هزار سال گذشته و به ویژه در سیصد سال گذشته جمع آوری کرده ایم. من فکر می کنم محق هستیم که دیدگاه گسترده تری داشته باشیم و اطلاعات منتقل شده از خارج و همچنین DNA را در تکامل نژاد بشر لحاظ کنیم.

مقیاس زمانی برای تکامل در دوره انتقال خارجی، مقیاس زمانی برای انباشت اطلاعات است. این در گذشته صدها یا حتی هزاران سال بود. اما اکنون این مقیاس زمانی به حدود پنجاه سال یا کمتر کاهش یافته است. از سوی دیگر، مغزهایی که ما با آنها این اطلاعات را پردازش می کنیم، فقط در مقیاس زمانی داروینی، یعنی صدها هزار سال، تکامل یافته اند. خود این واقعیت، مشکلاتی را کلید میزند. گفته می شود در قرن هجدهم مردی بود که هر کتاب نوشته شده را خوانده بود. اما امروزه، اگر روزی یک کتاب بخوانید، ده‌ها هزار سال طول می‌کشد تا کتاب‌های یک کتابخانه ملی را بخوانید.هزاران سالی که طی آن، کتاب های بسیار بیشتری نوشته می شوند.

این بدان معناست که هیچ تک نفری نمی تواند بر بیشتر از گوشه کوچکی از دانش بشری مسلط باشد. مردم ناچاراند در زمینه هایهرچه باریک تر و باریک تری متخصص شوند. این احتمالاً یک محدودیت بزرگ در آینده خواهد بود. ما قطعا نمی‌توانیم برای مدت طولانی با سرعتی که رشد دانش که در ۳۰۰ سال گذشته عیان شده است، ادامه دهیم. محدودیت و خطر بزرگ‌تر برای نسل‌های آینده این است که ما هنوز غرایز، و به‌ویژه انگیزه‌های تهاجمی را که در دوران غارنشینان داشتیم، داریم. پرخاشگری و تعرض به شکل زیر سلطه در آوردن و یا کشتن سایر مردان و گرفتن زنان و غذای آنان تا به امروز بطور قطع بازسازی شده اند. اما اکنون آن میراثهای باز سازی شده می تواند کل نژاد بشر و بسیاری از بقیه حیات را روی زمین نابود کند. یک جنگ هسته ای هنوز هم فوری ترین خطر است، اما موارد دیگری مانند سرایت یک ویروس دستکاری شده ژنتیکی وجود دارد. یا معضل موسوم به گازهای گلخانه ای و گرم تر شدن دمای زمین.

هیچ زمانی برای انتظار در تکامل داروینی وجود ندارد تا ما را باهوش تر و با سرشت تر کند. اما اکنون در حال وارد شدن به مرحله جدیدی از آنچه که می‌توان

آن را تکامل خود طراحی نامید، وارد می‌شویم که در آن قادر خواهیم بود DNA خود را تغییر داده و توسعه بدهیم. ما اکنون DNA را ترسیم کرده‌ایم، به این معنی «کتاب زندگی» را خوانده‌ایم، بنابراین می‌توانیم نوشتن تصحیحات را شروع کنیم. در ابتدا، این تغییرات به ترمیم نقایص ژنتیکی محدود می شود - مانند فیبروز کیستیک[۱۳](cystic fibrosis) و دیستروفی عضلانی[۱۴](muscular dystrophy)، که توسط یک ژن کنترل می شوند و بنابراین شناسایی و اصلاح آنها نسبتاً آسان است. ویژگی‌های دیگر، مانند هوش، احتمالاً توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شوند و یافتن آنها و تعیین روابط بین آنها بسیار دشوارتر خواهد بود. با این وجود، من مطمئن هستم که در طول این قرن مردم یاد خواهند گرفت، هم هوش و هم غرایز بازسازی شده از دوران غارنشینی، مانند تعرض و تجاوز را که چگونه اصلاح کنند.

احتمالا قوانینی علیه مهندسی ژنتیک انسان تصویب خواهد شد. اما نمیتوان در برابر وسوسه بهبود برخی خصوصیات انسان مانند افزایش قدرت حافظه، مقاومت در برابر بیماری و طول عمر مقاومت کرد. به محض ظهور چنین «سوپرمن»های ناشی از مهندسی ژنتیکی، مشکلات سیاسی بزرگی بین این نوع انسانها با دیگر انسان‌های معمولی و اصلاح‌نشده که قادر به رقابت با دسته اول نخواهند بود، به وجود می‌آید. احتمالاً دسته دوم یا از بین می روند یا بی اهمیت می شوند. در مقابل، نژادی از موجودات خودطراحی وجود خواهد داشت که خود را با سرعت فزاینده ای بهبود می بخشند.

اگر نژاد بشر بتواند خود را بازطراحی کند، خطر انقراض خود را کاهش دهد یا از بین ببرد، احتمالاً گسترش خواهد یافت و سیارات و ستارگان دیگر را به مستعمره خود تبدیل خواهد کرد. با این حال، سفر فضایی طولانی مدت برای اشکال حیات

13 فیبروز سیستیک : Cystic Fibrosis(به صورت مخفف: CF) یا تارفزونی کیسه‌ای یا سفتی مخاط، نوعی بیماری سوخت‌وساز بدن است که بر اثر آن ترشحات در بخش‌هایی از بدن سفت و چسبنده می‌شوند.م

14 دیستروفی عضلانی Muscular Dystrophy نام گروهی از بیماری ها است (حدود ۹ بیماری) که مشخصه مشترک آنها ضعیف شدن فیبرهای عضلات بدن است. در این بیماری ها هم عضلات ارادی اندام ها و هم عضلات غیر ارادی مانند عضله قلب یا روده ها ممکن است خراب و ضعیف شوند. این بیماری ها ارثی هستند یعنی از والدین به فرزند منتقل میشوند و همچنین پیشرونده هستند یعنی علائم آنها به مرور زمان بیشتر میشود.دو نوع شایعتر این بیماری ها یکی بیماری دوشن و دیگری بیماری بکر (Beker) ا??ست. هر دو این بیماری ها تقریباً همیشه در پسران اتفاق میفتد و ژن آن معمولاً از مادر که ژن بیماری را حمل میکند ولی خودش علامتی ندارد به پسرش منتقل میشود. م

شیمیائی مبتنی بر اساس DNA – مانند زندگی ما - دشوار خواهد بود. طول عمر طبیعی چنین موجوداتی در مقایسه با زمان سفر، کوتاه است. چه، طبق نظریه نسبیت، هیچ چیز نمی تواند سریعتر از نور حرکت کند، بنابراین یک سفر رفت و برگشت از ما به نزدیکترین ستاره، حداقل هشت سال و تا مرکز کهکشان راه شیری حدود پنجاه هزار سال طول می کشد. در داستان های علمی تخیلی(science fiction)، این مشکل را با پیچ و تاب های فضایی و یا سفر در ابعاد اضافی حل کرده اند. اما من فکر نمی‌کنم که اینها هرگز امکان پذیرباشند،هر اندازه زندگی هوشمندانه تر بشود. در تئوری نسبیت، اگر کسی بتواند سریعتر از نور سفر کند، می‌تواند به گذشته نیز سفر کند و این منجر به مشکلاتی در بازگشت مردم که به این ترتیب گذشته را نیز تغییر داده اند، می‌شود. همچنین می توان انتظار داشت که تعداد زیادی از گردشگران را از آینده دیده باشد که با کنجکاوی به روش های قدیمی و عجیب ما نگاه میکنند.

ممکن است بتوان از مهندسی ژنتیک برای زنده ماندن حیات مبتنی بر DNA به طورِ نامحدود یا حداقل برای صدهزار سال استفاده کرد. اما یک راه ساده تر، که فی الحال در حد توانایی های ما در حال حاضر است، ارسال ماشین ها خواهد بود. اینها می توانند طوری طراحی شوند که به اندازه کافی برای سفرهای بین ستاره ای دوام بیاورند. وقتی به یک ستاره جدید رسیدند، می‌توانند روی یک سیاره مناسب با مواد معدنی فرود بیایند تا ماشین‌های بیشتری تولید کنند که می‌توانند به ستاره‌های باز هم بیشتری فرستاده شوند. این ماشین‌ها شکل جدیدی از زندگی خواهند بود که به جای ماکرومولکول‌ها، بر اجزاء مکانیکی و الکترونیکی استواراند. آنها در نهایت می توانند جایگزین حیات مبتنی بر DNA شوند، همانطور که DNA ممکن است جایگزین اشکال قبلی زندگی شده باشد.

•

چه شانسی وجود دارد که در حین بررسی و شناسائی کهکشان با شکلی از حیات بیگانه مواجه شویم؟ اگر بحث در مورد مقیاس زمانی در رابطه با پیدایش حیات روی زمین درست باشد، باید ستارگان دیگری نیز وجود داشته باشند که سیاراتشان حاوی حیات باشند. برخی ازآن دیگر منظومه‌های شمسی می‌توانستند پنج میلیارد سال قبل از زمین شکل گرفته باشند - بنابراین چرا کهکشان با اشکال حیات خود مکانیکی یا حیات بیولوژیکی در حرکت نباشد؟ در این صورت چرا زمین توسط آن اشکال دیگر حیات در سیارات کهکشان، مورد بازدید و حتی تحت استعمار قرار نگرفته است؟ به هر حال، من فرض هائی را مبنی بر اینکه بشقاب پرنده ها حاوی

موجوداتی از فضا هستند رد می کنم، زیرا فکر می کنم هرگونه بازدید از سوی موجودات بیگانگان بسیار واضح تر و احتمالاً بسیار ناخوشایندتر خواهد بود.

پس چرا به ما سر نزده اند؟ شاید احتمال ظهور خودبه‌خود حیات آنقدر کم باشد که زمین تنها سیاره‌ای در کهکشان یا در یونیورس قابل مشاهده باشد که این اتفاق در آن رخ داده است. احتمال دیگر این است که امکان قابل تصوری برای تشکیل سیستم‌های خود-بازتولید شونده مانند سلول‌ها وجود دارد، اما بیشتر این اشکال حیات هوش را تکامل نمی‌دهند. ما عادت کرده ایم که زندگی هوشمندانه را نتیجه اجتناب ناپذیر تکامل بدانیم، اما اگر اینطور نباشد چه؟ اصل آنتروپیک باید به ما هشدار دهد که مراقب چنین استدلال هایی باشیم. به احتمال زیاد تکامل یک فرآیند تصادفی است که هوش تنها یکی از تعداد بسیار زیادی از نتایج ممکن است.

حتی مشخص نیست که هوش دارای ارزش بقای بلندمدت باشد. باکتری ها و سایر ارگانیسم های تک سلولی ممکن است زنده بمانند اگر تمام دیگر اشکال حیات روی زمین بر اثر عملکرد و اعمال ما از بین بروند. شاید هوش، یک پیشرفت غیرمحتمل در حیات روی زمین باشد. چه، اگر سیر کرونولوژیک تکامل، را در نظر بگیریم، زمان بسیار طولانی - دو و نیم میلیارد سال - طول کشید تا تک سلولی به موجودات چند سلولی تبدیل شود، که شرط لازم هوش است. این نسبت قابل توجهی از کل زمان موجود قبل از منفجر شدن خورشید است، بنابراین با این فرضیه که احتمال رشد زندگی هوشمند کم است مطابقت دارد. در این مورد، ممکن است انتظار داشته باشیم که بسیاری از اشکال حیات دیگر را در کهکشان پیدا کنیم، اما بعید است که حیات هوشمند پیدا کنیم.

یکی دیگر از راه‌هایی که ممکن است حیات به مرحله‌ی هوشمند نرسد، برخورد یک کومت(سیاره دنباله‌دار یا شهاب آسمکانی) با سیاره است. در سال ۱۹۴۴، برخورد یک کومت به نام شومیکر-لوی(Shoemaker–Levy) با مشتری را مشاهده کردیم. آن برخورد یک سری گلوله های آتشین عظیم تولید کرد. تصور می شود که برخورد یک جسم نسبتا کوچکتر با زمین، در حدود شصت و شش میلیون سال پیش، عامل انقراض دایناسورها بوده است. چند پستاندار کوچک اولیه زنده ماندند، اما هر چیزی به بزرگی یک انسان تقریباً به طور قطع از بین می رفت. دشوار است که بگوییم چنین برخوردهایی چند بار رخ می دهد، اما یک حدس معقول ممکن است به طور متوسط هر بیست میلیون سال یکبار باشد. اگر این رقم درست باشد، به این معنی است که حیات هوشمند روی زمین تنها به دلیل خوش شانسی است که در شصت و شش میلیون سال گذشته هیچ برخورد بزرگی

وجود نداشته است. سیارات دیگر در کهکشان، که حیات در آنها توسعه یافته است، ممکن است دوره های بدون برخورد کافی برای تکامل موجودات هوشمند نداشته باشند.

احتمال سوم این است که احتمال معقولی برای تشکیل حیات و تکامل به موجودات هوشمند وجود دارد، اما سیستم ناپایدار می شود و حیات هوشمند خود را از بین می برد. این یک نتیجه گیری بسیار بدبینانه است و من بسیار امیدوارم که درست نباشد.

من احتمال چهارم را ترجیح می‌دهم: اینکه اشکال دیگری از زندگی هوشمندانه وجود دارد، اما ما نادیده گرفته شده‌ایم. در سال ۲۰۱۵ من در راه اندازی طرح های Breakthrough Listen Initiatives شرکت داشتم. Breakthrough Listen ازبررسی امواج رادیویی برای جستجوی حیات فرازمینی هوشمند استفاده می کند و دارای امکانات پیشرفته، بودجه سخاوتمندانه و هزاران ساعت زمان اختصاصی تلسکوپ رادیویی است. این بزرگترین برنامه تحقیقاتی علمی است که با هدف یافتن شواهدی از تمدن های فراتر از زمین انجام شده است. BreakthroughMessage یک مسابقه بین المللی برای ایجاد پیام هایی است که توسط یک تمدن پیشرفته قابل خواندن باشد. اما تا زمانی که کمی بیشتر پیشرفت نکرده ایم، باید قدری در نتیجه گیری ها محتاط باشیم. ملاقات با یک تمدن پیشرفته تر، در مرحله کنونی ما، ممکن است کمی شبیه ملاقات ساکنان اصلی آمریکا با کریستف کلمب باشد ـ که فکر نمی کنم برای ساکنن اصلی،اتفاق خوش آیندی بود.

اگر حیات هوشمند در جایی غیر از زمین وجود داشته باشد،

آیا شبیه به اشکالی است که ما می شناسیم یا متفاوت؟

آیاحیات هوشمندروی زمین وجوددارد؟امابه‌طورجدی، اگرحیات هوشمنددرجای دیگری وجود داشته باشد، باید بسیار دور باشد وگرنه تا به حال از زمین دیدن کرده بودند. و من فکر می کنم اگر از ما بازدید می شد، می دانستیم. این می تواند مانند فیلم روز استقلال[15] باشد.

15 نام فیلمی علمی تخیلی اکشن آمریکایی است. داستان فیلم تلاش مردم ساکن زمین برای ساختن یک شبکه دفاعی در مقابل حمله بیگانگان است که با هزاران سفینه فضایی هجوم را آغاز کرده اند.م

۴

آیا می توانیم آینده را پیش بینی کنیم؟

در زمان های قدیم، جهان باید کاملاً تصادفی به نظر می رسید. به نظر می رسد بلایایی مانند سیل، طاعون، زلزله یا آتشفشان بدون هشدار قبلی و یا دلایل روشن، اتفاق افتاده باشد. انسان های بدوی چنین پدیده های طبیعی را به مجموعه ای از خدایان و الهه ها نسبت می دادند که رفتاری دمدمی مزاج و عجیب وغریب داشتند. هیچ راهی برای پیش بینی آنچه آنها انجام میدادند وجود نداشت، و تنها امید این بود که با قربانی ها و یا انجام برخی مناسک لطف و مرحمت آنان را جذب کنند. بسیاری از مردم هنوز تا حدی این باور را می پذیرند و سعی می کنند با سرنوشت خود نوعی قرارداد و پیمان ببندند. آن‌ها قول میدهند که بهتر رفتار کنند یا مهربان‌تر باشند، فقط اگر بتوانند برای یک رشته تحصیلی نمره A بگیرند یا در امتحان رانندگی قبول شوند.

با این حال، به تدریج، مردم باید متوجه شده باشند که قوانین خاصی بر رفتار طبیعت حاکم است. این نظم و مقررات در حرکت اجرام آسمانی در سراسر آسمان آشکارتر بود. بنابراین نجوم اولین علمی بود که میبایست توسعه یابد. بیش از ۳۰۰ سال پیش نیوتن آن قواعد را بر مبنای محاسبات دقیق ریاضی قرار داد که ما کماکان از نظریه گرانش و جاذبه او برای پیش بینی حرکت تقریباً همه اجرام آسمانی استفاده می کنیم. با تعقیب علم نجوم، مشخص شد که سایر پدیده های طبیعی نیز از قوانین مشخص علمی تبعیت می کنند. این منجر به ایده جبر علمی شد که به نظر می رسد اولین بار توسط دانشمند فرانسوی پیر سیمون لاپلاس(Laplace Simon-Pierre) به طور علنی بیان شده است. من می‌خواهم سخنان واقعی لاپلاس را برای شما نقل کنم، اما لاپلاس بیشتر شبیه پروست[۱۶] بود که جملاتی طولانی و بسیار پیچیده می‌نوشت. بنابراین تصمیم گرفتم نقل قول را بازنویسی کنم. در واقع آنچه او گفت این بود که اگر در یک زمان موقعیت و

---

16 مارسل پروست با نام کامل والانتَن لویی ژرژ اوژن مارسل پروست (Valentin Louis Georges Eugène Marcel Proust)، - متولد ۱۰ ژوئیه ۱۸۷۱ – درگذشتهٔ ۱۸ نوامبر ۱۹۲۲- نویسنده و مقاله‌نویس فرانسوی بود. او به دلیل نگارش اثر عظیمش با عنوان در جستجوی زمان ازدست رفته، یکی از بزرگترین نویسندگان تاریخ ادبیات جهان قلمداد می‌شود. م

سرعت همه ذرات جهان را بدانیم، آنگاه می‌توانیم رفتار آنها را در هر زمان دیگری در گذشته یا آینده محاسبه کنیم. احتمالاً داستانی غیرواقعی اما بسیار شایع وجود دارد که وقتی ناپلئون از لاپلاس پرسید که خدا چگونه در این سیستم قرار گرفته است، او پاسخ داده بود: «قربان، من به این فرضیه نیازی نداشتم.» من فکر نمی کنم که لاپلاس ادعا می کرد که خدا وجود ندارد. منظور او این بوده است که خدا برای زیر پا گذاشتن قوانین علم، دخالت نمی کند. این باید موضع هر دانشمندی باشد. یک قانون علمی نمیتواند قانون علمی باشد اگر فقط زمانی برقرار باشد که یک موجود ماوراء طبیعی تصمیم بگیرد که اجازه دهد همه چیز اجرا شود و مداخله نکند.

این ایده که وضعیت جهان در یک زمان معین، وضعیت را در زمان‌های دیگر تعیین می‌کند، از زمان لاپلاس یک اصل اصلی علم بوده است. این نشان می دهد که حداقل در اصل می توانیم آینده را پیش بینی کنیم. با این حال، در عمل، توانایی ما برای پیش بینی آینده به دلیل پیچیدگی معادلات و این واقعیت که آن معادلات اغلب دارای خاصیتی آشفته هستند، به شدت محدود شده است. همانطور که کسانی که پارک ژوراسیک[17] را دیده‌اند می‌دانند، این بدان معناست که یک اختلال کوچک در یک مکان می‌تواند باعث تغییر عمده در مکان دیگر شود. بال زدن پروانه در استرالیا می تواند باعث باران در پارک مرکزی نیویورک شود. مشکل اینجاست که این پروسه قابل تکرار نیست. دفعه بعد که پروانه بال هایش را تکان می دهد مجموعه ای از چیزهای دیگر متفاوت خواهد بود که بر آب و هوا نیز تأثیر می گذارد. این عامل هرج و مرج است که پیش بینی های وضعیت آب و هوا می توانند تا این حد غیر قابل اعتماد باشند.

با وجود این مشکلات عملی، جبر علمی در سراسر قرن نوزدهم چون یک دگم رسمی باقی ماند. با این حال، در قرن بیستم دو تحول بوجود آمد که که نشان می‌دهد دیدگاه لاپلاس، یعنی پیش‌بینی کامل آینده، قابل تحقق نیست. اولین مورد از این تحول چیزی بود که مکانیک کوانتومی نامیده می شود. این در سال ۱۹۰۰ توسط فیزیکدان آلمانی ماکس پلانک(Planck Max) به عنوان یک فرضیه موردی برای حل یک پارادوکس مهم مطرح شد. بر اساس ایده‌های کلاسیک قرن نوزدهم که قدمت آن به لاپلاس برمی‌گردد، یک بدن داغ، مانند یک تکه فلز داغ، باید تشعشع کند. این تشعشع، انرژی را در امواج رادیویی، مادون قرمز، نور مرئی، ماوراءبنفش، اشعه ایکس و پرتو گاما با سرعت

17 فیلمی که در آن یک شرکت موفق به تولید دایناسورهای منقرض شده از DNA باستانی در جزیره ای به نام Isla Nublar شده است و پارکی به نام پارک ژوراسیک(Jurassic Park) در این جزیره افتتاح شد. م

یکسان از دست می دهد. این بدان معناست که نه تنها همه ما بر اثر سرطان پوست می میریم، بلکه به این معنی است که همه چیز در جهان در یک درجه حرارت قرار می گیرد، که واضح است که اینطور نیست.

با این حال، پلانک نشان داد که میتوان از این فاجعه اجتناب کرد اگر از این ایده که مقدار تشعشع می‌تواند هر مقداری داشته باشد، دست بکشد و در عوض بگوید که تابش و تشعشع فقط در بسته‌ها یا کوانتوم‌هایی با اندازه معین صورت میگیرد. کمی شبیه این است که بگوییم نمی‌توان شکر را در سوپرمارکت در فرم غیر بسته بندی شده خریداری کرد، بلکه باید در کیسه‌های کیلویی باشد. انرژی موجود در بسته ها یا کوانتوم ها برای اشعه ماوراء بنفش و اشعه ایکس بیشتر از نور مادون قرمز یا مرئی است. این بدان معناست که اگر جسمی مانند خورشید بسیار داغ نباشد، انرژی کافی برای انتشار حتی یک کوانتوم اشعه ماوراءابنفش یا اشعه ایکس را نخواهد داشت. به همین دلیل است که ما با یک فنجان قهوه دچار آفتاب سوختگی نمی شویم.

پلانک ایده کوانتوم را صرفاً یک ترفند ریاضی می‌دانست، و نه به‌عنوان واقعیت وجودی فیزیکی، در هر معنی آن. با این حال، فیزیکدانان شروع به یافتن خصوصیات دیگری کردند که می‌توان آن را فقط بر حسب مقادیری که دارای مقادیر گسسته یا کمی هستند و نه مقادیر متغیر پیوسته توضیح داد. به عنوان مثال، مشخص شد که ذرات بنیادی بیشتر شبیه به یک سر و کله کوچک رفتار می کنند که حول یک محور می چرخند. اما مقدار چرخش نمی تواند هیچ ارزشی داشته باشد. این چرخش باید چند برابر یک واحد پایه باشد. از آنجایی که این واحد بسیار کوچک است، متوجه نمی‌شوید که یک سر و کله معمولی ذرات بنیادی، واقعاً نه در یک توالی سریع از مراحل گسسته کند می‌شود، بلکه به عنوان یک فرآیند پیوسته. اما برای کله هائی به کوچکی اتم ها، ماهیت گسسته چرخش بسیار مهم است.

مدتی طول کشید که مردم به پیامدهای این خصوصیت جبرر کوانتومی پی بردند. در سال ۱۹۲۷ بود که ورنر هایزنبرگ(Werner Heisenberg)، فیزیکدان آلمانی دیگر، به این نکته اشاره کرد که شما نمی توانید همزمان موقعیت و سرعت یک ذره را دقیقاً اندازه گیری کنید. برای دیدن اینکه یک ذره کجاست، باید به آن نور بتاباند. اما با شیوه پلانک نمی‌توان از مقدار کمی نور استفاده کرد. باید حداقل از یک کوانتوم استفاده شود. این ذره را مختل می کند و سرعت آن را به گونه ای تغییر می دهد که قابل پیش بینی نباشد. برای اندازه گیری دقیق موقعیت ذره، باید از نور با طول موج کوتاه مانند

اشعه ماوراء بنفش، اشعه ایکس یا اشعه گاما استفاده کنید. اما باز هم طبق کار پلانک، کوانتوم های این اشکال نور، انرژی بالاتری نسبت به نور مرئی دارند. بنابراین آنها سرعت ذره را بیشتر مختل خواهند کرد. این یک وضعیت بدون برد است: هرچه دقیقتر سعی کنید موقعیت ذره را اندازه گیری کنید، با دقت کمتری می توانید سرعت را بدانید و بالعکس. این در اصل عدم قطعیت (Uncertainty Principle) که هایزنبرگ فرموله کرد نشان داده می شود. عدم قطعیت در موقعیت یک ذره ضربدر عدم قطعیت در سرعت آن همیشه از کمیتی به نام ثابت پلانک بیشتر است. ثابت پلانک که بر دو برابر جرم ذره تقسیم می شود.

دیدگاه لاپلاس از جبر علمی موقعیت و سرعت ذرات در جهان(یونیورس)، در یک لحظه از زمان بود. بنابراین به طور جدی توسط اصل عدم قطعیت هایزنبرگ به چالش کشیده شد. چگونه می توان آینده را پیش بینی کرد، در حالی که نمی توان موقعیت و سرعت ذرات را در زمان حال به دقت اندازه گیری کرد؟ مهم نیست که چقدر کامپیوتر قدرتمندی دارید، اگر داده های بدی را در آن قرار دهید، پیش بینی های بدی خواهید داشت.

انیشتین از این حالت تصادفی آشکار در طبیعت بسیار ناراضی بود. دیدگاه های او در عبارت معروفش خلاصه می شد: «خدا تاس بازی نمی کند». به نظر می‌رسید که او احساس می‌کرد که نظریه عدم قطعیت، فقط موقتی است و یک واقعیت زیربنایی وجود دارد، که در آن ذرات موقعیت‌ها و سرعت‌های کاملا مشخصی دارند و طبق قوانین جبری مورد نظر لاپلاس تکامل می‌یابند. این واقعیت ممکن است برای خدا شناخته شود، اما ماهیت کوانتومی نور مانع از دیدن آن می شود، مگر از طریق یک شیشه تاریک.

دیدگاه انیشتین چیزی بود که اکنون می‌توان آن را نظریه متغیر پنهان نامید. به نظر می رسد که نظریه های متغیر پنهان بدیهی ترین راه برای ادغام اصل عدم قطعیت در فیزیک باشد. دیدگاه انیشتین اساس تصویر ذهنی جهان را تشکیل می دهند که مورد توافق(بسیاری از دانشمندان و تقریباً همه فیلسوفان علم است. اما این نظریه های متغیر پنهان اشتباه هستند. جان بل(John Bell)، فیزیکدان بریتانیایی، آزمایشی ابداع کرد که می توانست نظریه های متغیرهای پنهان را جعل کند. وقتی آزمایش با دقت انجام شد، نتایج با نظریه متغیرهای پنهان ناسازگار بود. بنابراین به نظر می رسد که حتی خدا نیز مقید به اصل عدم قطعیت است و نمی تواند هم موقعیت و هم سرعت یک ذره را بداند. همه شواهد حاکی از آن است که خدا قماربازی است که در هر موقعیت ممکن

تاس می اندازد.

دانشمندان دیگر بسیار آماده‌تر از اینشتین بودند تا دیدگاه کلاسیک قرن نوزدهم در مورد جبرگرایی را اصلاح کنند. نظریه جدیدی به نام مکانیک کوانتومی توسط هایزنبرگ(Heisenberg)، اروین شرودینگر(Erwin Schrödinger) از اتریش و فیزیکدان انگلیسی پل دیراک(Paul Dirac) ارائه شد. دیراک قبل از من بود اما به عنوان پروفسور لوکاسی[18] در کمبریج. اگرچه مکانیک کوانتومی نزدیک به هفتاد سال است که وجود داشته است، اما هنوز، حتی توسط کسانی که از آن برای انجام محاسبات استفاده می کنند، به طور کلی درک نشده و یا قدر آن شناخته نشده است. با این حال، این باید همه ما را نگران کند، زیرا با تصویر کلاسیک جهان فیزیکی و خود واقعیت کاملاً متفاوت است. در مکانیک کوانتومی، ذرات موقعیت و سرعت مشخصی ندارند. در مقابل، آنها با چیزی که کارکرد موج نامیده می شود نشان داده می شوند. و این، یک عدد در هر نقطه از فضا است. اندازه کارکرد موج، این احتمال را می دهد که ذره در آن موقعیت پیدا شود. سرعتی که کارکرد موج از نقطه ای به نقطه دیگر تغییر می کند، سرعت ذره را نشان می دهد. می توان کارکرد موجی داشته باشد که در یک منطقه کوچک، به شدت اوج دارد. این بدان معنی است که عدم اطمینان در مورد موقعیت ذره، کم است. اما کارکرد موج به سرعت در نزدیکی قله تغییر می کند، از یک طرف بالا و از طرف دیگر پایین میرود. بنابراین عدم قطعیت در سرعت ذره، زیاد خواهد بود. به طور مشابه، می توان کارکر موجی را داشت که عدم قطعیت در سرعت ذره کم، اما عدم قطعیت در موقعیت ذره زیاد است.

کارکرد موج، همه چیزهایی که برای شناخت ذره لازم است را در برمیگیرد، هم موقعیت و هم سرعت آن. اگر کارکرد موج را در یک زمان بدانید، مقادیر آن در زمان های دیگر با معادله شرودینگر قابل محاسبه اند. بنابراین هنوز هم نوعی جبرگرایی وجود دارد، اما آن گونه ای نیست که لاپلاس تصور می کرد. به جای اینکه بتوانیم موقعیت و سرعت ذرات را پیش بینی کنیم، تنها چیزی که می توانیم پیش بینی کنیم کارکرد و کنش موج است. این بدان معناست که ما بر اساس دیدگاه کلاسیک قرن نوزدهم، میتوانستیم فقط نیمی از آنچه را که میخواستیم، پیش بینی کنیم.

---

18 مربوط به هنری لوکاس (حدود ۱۶۱۰-۱۶۶۳)، عضو پارلمان دانشگاه کمبریج و بنیانگذار کرسی ریاضیات لوکاسی. م

اگرچه مکانیک کوانتومی وقتی می‌خواهیم هم موقعیت و هم سرعت ذره را پیش‌بینی کنیم، منجر به عدم قطعیت می‌شود، اما همچنان به ما اجازه می‌دهد تا با قطعیت، ترکیبی از موقعیت و سرعت را پیش‌بینی کنیم. با این حال، حتی این درجه از اطمینان به نظر می رسد که با تحولات اخیر با چالشهای بزرگ مواجه شده است. مشکل به این دلیل به وجود می آید که گرانش و جاذبه می تواند فضا ـ زمان را به قدری منحرف کند که ممکن است مناطقی از فضا وجود داشته باشد که ما نتوانیم آنها را مشاهده کنیم.

چنین مناطقی فضای داخلی سیاهچاله ها هستند. این بدان معناست که ما حتی در اصل نمی توانیم ذرات داخل سیاهچاله را مشاهده کنیم. بنابراین ما اصلا نمی توانیم موقعیت یا شتاب و سرعت آنها را اندازه گیری کنیم. سپس این مسئله وجود دارد که آیا این امر تصورغیرقابل پیش بینی بیشتری را فراتر از آنچه در مکانیک کوانتومی یافت می شود به ما نشان نمیدهد؟

به طور خلاصه، دیدگاه کلاسیک ارائه شده توسط لاپلاس، این بود که حرکت آینده ذرات، اگر کسی موقعیت و سرعت آنها را در یک زمان بداند، به طورقطع تعیین می شود. زمانی که هایزنبرگ اصل عدم قطعیت خود را مطرح کرد، این دیدگاه باید اصلاح می‌شد که می‌گفت نمی‌توان هم موقعیت و هم سرعت را دقیقاً شناخت. با این حال، هنوز امکان پیش‌بینی ترکیبی از موقعیت و سرعت وجود داشت. اما شاید اگر سیاهچاله ها در نظر گرفته شوند، حتی این قابلیت پیش بینی محدود نیز ممکن است ناپدید شود.

آیا قوانین حاکم بر جهان به ما این امکان را می دهند که دقیقاً آنچه در آینده برای ما اتفاق می افتد را پیش بینی کنیم؟

پاسخ کوتاه هم نه است و هم آری. اصولاً قوانین به ما اجازه می دهند که آینده را پیش بینی کنیم. اما در عمل محاسبات اغلب فوق العاده دشوار است.

۵

داخل سیاه چاله چیست؟

گفته می‌شود که واقعیت گاهی عجیب‌تر از داستان ها و افسانه های خیالی است و این هیچ‌جا به اندازه سیاه‌چاله‌ها صادق نیست. سیاهچاله ها عجیب تر از هر چیزی است که نویسندگان داستان های علمی تخیلی در رویاهای خود می بینند، اما آنها به طور قطعی حقایق علمی هستند.

اولین بحث در مورد سیاهچاله ها در سال ۱۷۸۳ توسط مردی از کمبریج به نام جان میشل(John Michell) انجام شد. استدلال او به شرح زیر بود: اگر فردی چیزی شبیه به یک گلوله توپ را به صورت عمودی به سمت بالا پرتاب کند، سرعت آن به دلیل نیروی جاذبه کاهش می یابد. در نهایت، شئی مورد نظر از حرکت به سمت بالا متوقف می شود و سقوط میکند. با این حال، اگر شتاب اولیه جسمی که به سمت بالا پرتاب شده است بیشتر از مقدار معینی به نام شتاب فرار باشد، نیروی جاذبه هرگز آنقدر قوی نخواهد بود که جسم مورد نظر را متوقف کند و جسم مذکور «فرار» میکند. شتاب فرار برای زمین کمی بیش از ۱۱ کیلومتر در ثانیه و برای خورشید حدود ۶۱۷ کیلومتر در ثانیه است. هر دوی این ها بسیار بالاتر از سرعت گلوله توپ های واقعی هستند. اما در مقایسه با سرعت نور که سیصدهزار کیلومتر در ثانیه است کم هستند. بنابراین نور می تواند بدون مشکل از زمین یا خورشید دور شود. با این حال، بحث میشل این بود که ستارگانی با جرم بسیار بیشتر از خورشید وجود دارند که سرعت فرار آنها بیشتر از سرعت نور است. ما قادر به دیدن آنها نخواهیم بود، زیرا هر نوری که آنها ارسال می کردند توسط نیروی جاذبه خود ستاره های مذکور عقب کشیده می شدند. بنابراین آنها همان چیزی خواهند بود که میشل آن را ستارگان تاریک می نامد، چیزی که ما اکنون سیاهچاله می نامیم.

برای درک آنها، باید با جاذبه شروع کنیم. گرانش طبق نظریه نسبیت عام انیشتین نظریه ای از فضا و زمان و همچنین جاذبه است. بر رفتار فضا و زمان مجموعه‌ای از معادلات به نام معادلات اینشتین حاکم است که اینشتین در سال ۱۹۱۵ مطرح کرد.

اگرچه گرانش تا حد زیادی ضعیف‌ترین نیروهای شناخته‌شده طبیعت است، اما دو مزیت برجسته نسبت به نیروهای دیگر دارد. اول، در یک محدوده طولانی عمل می کند. زمین در نود و سه میلیون مایل دورتر توسط خورشید در مدار قرار می گیرد و خود خورشید در مدار مرکز کهکشان به فاصله حدود ۱۰ هزار سال نوری از آن قرار دارد. مزیت دوم این است که گرانش همیشه جاذب است، بر خلاف نیروهای الکتریکی که می توانند جذب کننده و یا یا دافعه باشند. این دو ویژگی به این معنی است که برای یک ستاره به اندازه کافی بزرگ، جاذبه گرانشی بین ذرات می تواند بر تمام نیروهای دیگر تسلط داشته باشد و منجر به فروپاشی نیروی گرانشی بشود. علیرغم این حقایق، جامعه علمی به کندی متوجه شد که ستارگان عظیم می توانند تحت گرانش خود بر روی خود فرو بریزند تا متوجه شوند جسم باقی مانده چگونه رفتار خواهد کرد. آلبرت انیشتین حتی در سال ۱۹۳۹مقاله ای نوشت و ادعا کرد که ستارگان نمی توانند تحت تاثیر جاذبه و گرانش فرو بریزند، زیرا ماده نمی تواند فراتر از یک نقطه خاص فشرده شود. بسیاری از دانشمندان با احساس درونی انیشتین مشترک بودند. استثنای اصلی دانشمند آمریکایی جان ویلر(John Wheeler) بود که از بسیاری جهات قهرمان داستان سیاهچاله است. او در کار خود در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، تأکید کرد که بسیاری از ستارگان در نهایت فرو خواهند ریخت و مشکلاتی را که این امر برای فیزیک نظری ایجاد می‌کند، بررسی کرد. او همچنین بسیاری از ویژگی‌های اجرامی را که ستاره‌های در حال فروپاشی تبدیل می‌شوند، یعنی سیاه‌چاله‌ها، پیش‌بینی کرد.

در طول بیشتر عمر یک ستاره معمولی، یعنی طی چندین میلیارد سال، در برابر گرانش خود توسط فشار حرارتی ناشی از پروسه های هسته‌ای که هیدروژن را به هلیوم تبدیل می‌کند، خود را حفظ میکند. با این حال، در نهایت، ستاره سوخت هسته ای خود را تمام خواهد کرد. ستاره منقبض خواهد شد. در برخی موارد، ممکن است بتواند خود را به عنوان یک ستاره کوتوله سفید، یعنی بقایای متراکم یک هسته ستاره، محفوظ کند. با این حال، Chandrasekhar Subrahmanyan در سال ۱۹۳۰ نشان داد که حداکثر جرم یک ستاره کوتوله سفید حدود ۱.۴ برابر خورشید است. حداکثر جرم مشابهی توسط فیزیکدان روسی لو لاندو (Landau Lev) برای ستاره ای که تماماً از نوترون ساخته شده است محاسبه شد.

سرنوشت آن ستارگان بی‌شماری با جرم بیشتر از حداکثر جرم یک کوتوله سفید یا ستاره نوترونی پس از اتمام سوخت هسته‌ای چه خواهد بود؟ این مشکل توسط رابرت اوپنهایمر(Robert Oppenheimer) که بعداً شهرت بمب اتمی داشت، بررسی

شد. در چند مقاله در سال ۱۹۳۹، با جورج ولکوف(George Volkoff) و هارتلند اسنایدر(Hartland Snyder)، او نشان داد که چنین ستاره ای را نمی توان تحت فشار قرار داد. و اینکه اگر فشار را نادیده بگیریم، یک ستاره متقارن کروی سیستماتیک یکنواخت در یک نقطه معین با چگالی بی نهایت، منقبض می شود. به چنین نقطه ای وحدانیت و یگانگی می گویند. همه نظریه‌های ما درباره فضا (space) بر این فرض فرمول‌بندی می‌شوند که فضا - زمان صاف و تقریباً مسطح است، بنابراین در تکینگی و وحدانیت و یگانگی، جایی که انحنای فضا - زمان بی‌نهایت است، شکسته می‌شوند. در واقع پایان خود مکان و زمان را نشان می دهد. این چیزی است که انیشتین آن را بسیار غیرمعقول می دانست.

سپس جنگ جهانی دوم روی داد. بیشتر دانشمندان، از جمله رابرت اوپنهایمر، توجه خود را به فیزیک هسته ای معطوف کردند و موضوع فروپاشی گرانشی تا حد زیادی فراموش شد. علاقه به موضوع با کشف اجسام دوردست به نام شبه ستاره دوباره زنده شد. اولین شبه ستاره و اختروش، 3C273، در سال ۱۹۶۳ کشف شد. در پی آن، بسیاری از اختروش های دیگر به زودی کشف شدند. آنها با وجود اینکه در فواصل زیادی از زمین قرار داشتند، درخشان بودند. پروسه های هسته ای نمی توانند انرژی خروجی خود را توضیح دهند، زیرا آنها تنها بخش کوچکی از جرم باقیمانده خود را به عنوان انرژی خالص آزاد می کنند. تنها آلترناتیوی که این وضعیت را توضیح میداد، انرژی گرانشی و جاذبه ای بود که از فروپاشی گرانشی آزاد می شد.

فروپاشی گرانشی ستارگان دوباره کشف شد. هنگامی که این اتفاق می افتد، گرانش و جاذبه جسم، تمام مواد اطراف خود را به داخل می کشد. واضح بود که یک ستاره کروی یکنواخت در نقطه ای با چگالی بی نهایت منقبض می شود، یک یگانگی و وحدانیت اما اگر ستاره یکنواخت و کروی نباشد چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا این توزیع نابرابر ماده ستاره می تواند باعث فروپاشی غیر یکنواخت شود و از یگانگی جلوگیری کند؟ در مقاله ای قابل توجه در سال ۱۹۵۶، راجر پنروز نشان داد که هنوز یک وحدانیت و یگانگی وجود خواهد داشت، اگر فقط به این حقیقت توجه شود که نیروی جاذبه، جذب کننده و نه دافعی است.

معادلات اینشتین را نمی توان با یگانگی تعریف کرد. این بدان معنی است که در این نقطه از چگالی نامحدود نمی توان آینده را پیش بینی کرد. این بدان معناست که هر زمان که یک ستاره سقوط می کند، ممکن است اتفاق عجیبی رخ دهد. اگر یگانگی ها

برهنه نباشند – یعنی از بیرون محافظت نشده باشند، شکست پیش بینی ها اثری بر ما نخواهند داشت. پنروز حدس زد که ممکن است «سانسور کیهانی» مطرح باشد: تمام یگانگی هائی .که از فروپاشی ستارگان یا اجرام دیگر تشکیل شده اند با دید از درون سیاهچاله ها پنهان هستند. سیاهچاله منطقه ای است که گرانش آنقدر قوی است که نور نمی تواند از آن فرار کند. حدس سانسور کیهانی تقریباً به طور قطع درست است، زیراشماری از تلاش ها برای رد آن شکست خورده است.

هنگامی که جان ویلر در سال ۱۹۶۷ اصطلاح «سیاه چاله» را معرفی کرد، جایگزین نام قبلی «ستاره منجمد» شد. ابداع ویلر این واقعیت را تایید کرد که بقایای ستارگان فروپاشیده مستقل از نحوه شکل گیری آنها به تنهایی قابل توجه است. نام جدید، یعنی سیاهچاله، به سرعت جا افتاد.

از بیرون، نمی توانید تشخیص دهید که در داخل سیاهچاله چه چیزی وجود دارد. هرچه را که در آن پرتاب کنید، یا هر فرمی بخود بگیرد، سیاهچاله ها یکسان به نظر می رسند. جان ویلر برای بیان این اصل که «یک سیاهچاله بدون مو است» شناخته می شود.

یک سیاهچاله دارای مرزی به نام افق رویداد است. جایی که گرانش و جاذبه آنقدر قوی است که نور را به عقب بکشد و از فرار آن جلوگیری کند. از آنجا که هیچ چیز نمی تواند سریعتر از نور حرکت کند، همه چیزهای دیگر نیز به نمیتوانند از سیاهچاله عبور کنند. سقوط در افق رویداد، کمی شبیه به قایق رانی بر فراز آبشار نیاگارا است. اگر بالای آبشار هستید، اگر به اندازه کافی سریع پارو بزنید می‌توانید فرار کنید، اما وقتی از لبه عبور کردید گم خواهید شد. راه برگشتی نیست با نزدیک‌تر شدن به آبشار، جریان سریع‌تر می‌شود. این بدان معنی است که جلوی قایق بیشتر از پعقب قایق کشیده میشود. این خطر وجود دارد که قایق شکسته بشود. در مورد سیاهچاله ها هم همینطور است. اگر ابتدا به سمت پاهای سیاهچاله بیفتید، گرانش و جاذبه بیشتر از سرتان، پاهای شما را می کشند، زیرا آنها به سیاهچاله نزدیکتر هستند. نتیجه این است که شما در راستای قدتان کشیده می شوید و به سمت کناره ها تکه تکه میشوید. اگر جرم سیاهچاله چند برابر خورشید ما باشد، قبل از اینکه شما به افق برسید اندام بدن رشته رشته میشوند و تبدیل به اسپاگتی می شوید. با این حال، اگر در سیاهچاله ای بسیار بزرگتر با جرمی بیش از یک میلیون برابر خورشید بیفتید، کشش گرانشی در کل بدن شما یکسان خواهد بود و شما بدون مشکل به افق خواهید رسید. بنابراین، اگر می خواهید درون یک

سیاهچاله را کاوش کنید، مطمئن شوید که یک سیاهچاله بزرگ را انتخاب کرده اید. یک سیاهچاله با جرم حدود چهار میلیون برابر خورشید در مرکز کهکشان راه شیری ما وجود دارد.

اگرچه هنگام سقوط در سیاهچاله متوجه چیز خاصی نمی‌شوید، اما کسی که شما را از دور تماشا می‌کند هرگز نمی‌بیند که از «افق رویداد» عبور کرده اید. در عوض، به نظر می‌رسد که سرعتتان کم شده و درست بیرون شناورٍ هستید. تصویر شما کم‌رنگ‌تر و تاریک‌تر و قرمزتر و قرمزتر می‌شود تا زمانی که عملاً از دید گم می‌شوید. تا آنجا که به دنیای بیرون مربوط می شود، شما برای همیشه گم خواهید شد.

مدت کوتاهی پس از تولد دخترم لوسی من یک لحظه اوریکا (یافتم یافتم معروف ارشمیدس) داشتم. من قضیه مساحت را کشف کردم. اگر نسبیت عام درست باشد و چگالی انرژی ماده مثبت باشد، همانطور که معمولاً اتفاق می‌افتد، در آن صورت سطح «افق رویداد»، یعنی مرز سیاه‌چاله، این ویژگی را دارد که همیشه هنگام سقوط ماده یا تشعشع اضافی افزایش می‌یابد. علاوه بر این، اگر دو سیاه‌چاله با هم برخورد کنند و یک سیاهچاله را تشکیل دهند، مساحت «افق رویداد» در اطراف سیاهچاله جدید، از حاصل جمع افق رویداد ها در اطراف دو سیاه‌چاله اصلی بیشتر است. قضیه مساحت را می توان به صورت تجربی توسط رصدخانه امواج گرانشی تداخل سنج لیزری (LIGO) آزمایش کرد. در ۱۴سپتامبر ۲۰۱۵، LIGO امواج گرانشی ناشی از برخورد و ادغام دو سیاهچاله را شناسایی کرد. از شکل موج، می‌توان جرم و گشتاور و نیروی حرکتی زاویه‌ای (momenta angular) سیاهچاله‌ها و با استفاده از قضیه بدون مو (جان ویلر)، مساحت افق را تخمین زد.

این ویژگی ها نشان می دهد که شباهتی بین مساحت «افق رویداد» یک سیاهچاله و فیزیک کلاسیک معمولی، به ویژه مفهوم آنتروپی در ترمودینامیک وجود دارد. آنتروپی را می توان به عنوان معیاری برای بی نظمی یک سیستم، یا شاخصی برای عدم آشناخت از وضعیت دقیق آن در نظر گرفت. قانون دوم معروف ترمودینامیک می گوید که آنتروپی همیشه با زمان افزایش می یابد. این کشف من اولین ادلیل به درستی این ارتباط حیاتی بود.

قیاس بین خواص سیاهچاله ها و قوانین ترمودینامیک را می توان گسترش داد. قانون اول ترمودینامیک می گوید که یک تغییر کوچک در آنتروپی یک سیستم با تغییر

متناسب در انرژی سیستم همراه است. براندون کارتر(Brandon Carter)، جیم باردین(Jim Bardeen) و من قانون مشابهی را یافتیم که تغییر جرم سیاهچاله را با تغییر در ناحیه «افق رویداد «مرتبط می کند. در اینجا ضریب تناسب کمیتی به نام گرانش سطحی است که معیاری برای قدرت میدان گرانشی و جاذبه در افق رویداد است. اگر کسی بپذیرد که مساحت افق رویداد قابل قیاس با آنتروپی است، به نظر می رسد که گرانش سطحی با حرارت قابل مقایسه باشد. این قابلیت قیاس با این واقعیت تقویت می شود که گرانش سطحی در تمام نقاط افق رویداد یکسان است، همانطور که حرارت در همه جای جسم افق رویداد در حالت تعادل حرارتی، یکسان است.

اگرچه به وضوح شباهتی بین آنتروپی و مساحت افق رویداد وجود دارد، اما برای ما روشن نبود که چگونه می‌توان این مساحت را به عنوان آنتروپی خود سیاهچاله در نظر گرفت. منظور از آنتروپی سیاهچاله چیست؟ فرضیه ای مهم در سال ۱۹۷۲ توسط ژاکوب بکنشتاین(Jacob Bekenstein)، که دانشجوی کارشناسی ارشد در دانشگاه پرینستون بود، ارائه شد. طبق آن فرضیه جریان از این قرار است: هنگامی که یک سیاهچاله در اثر فروپاشی گرانشی و جاذبه ای ایجاد می شود، به سرعت در حالت ساکن قرار می گیرد که با سه پارامتر مشخص می شود: جرم، سرعت زاویه ای (angular momentum)[۱۹] و بار الکتریکی.

این باعث می‌شود که حالت نهایی سیاه‌چاله مستقل از این باشد که آیا جسمی که فرو ریخته است از ماده یا ضدماده تشکیل شده است، کروی است یا شکل بسیار نامنظمی دارد. به عبارت دیگر، سیاهچاله ای با جرم معین، تسرعت زاویه ای معین و بار الکتریکی معین می تواند از فروپاشی یکی از تعداد زیادی از ساختارهای مختلف ماده تشکیل شده باشد. بنابراین، چیزی که به نظر می‌رسد همان سیاه‌چاله است، می‌تواند از فروپاشی تعداد زیادی از انواع مختلف ستاره تشکیل شود. در واقع، اگر اثرات کوانتومی نادیده گرفته شود، تعداد ساختارها بی نهایت خواهد بود، زیرا سیاه‌چاله می‌توانست از فروپاشی ابرِی در برگیرنده تعداد نامحدود زیادی از ذرات با جرم کم تشکیل شده باشد. اما آیا واقعاً تعداد ساختارها ها می تواند بی نهایت باشد؟

مکانیک کوانتومی آنطور که معروف شده است، «اصل عدم قطعیت» را بکار میبرد. یعنی طبق مکانیک کوانتومی اندازه گیری موقعیت و سرعت هر جسم در آن

19 کمّیت چرخش یک جسم که حاصل ضرب اینرسی و سرعت زاویه ای آن است. م

واحد،غیرممکن است. اگر کسی دقیقاً مکان چیزی را اندازه بگیرد، سرعت آن مشخص نیست. اگر کسی سرعت چیزی را اندازه بگیرد، موقعیت آن مشخص نیست. در عمل، این بدان معنی است که نمی توان موقیت چیزی را مشخص کرد. فرض کنید می خواهید اندازه چیزی را حساب کنید، سپس باید تشخیص بدهید که انتهای حرکت این جسم کجاست. شما هرگز نمی توانید این کار را به طور دقیق انجام دهید، زیرا این کار شامل اندازه گیری موقعیت یک چیزی و سرعت آن به طور همزمان است. به نوبه خود، تعیین اندازه یک جسم غیرممکن است. تمام کاری که می توانید انجام دهید این است که بگویید که اصل عدم قطعیت اینکه دقیقاً بگوییم اندازه یک چیزی واقعاً چقدر است، را غیر ممکن کرده است. به نظر می رسد که اصل عدم قطعیت محدودیتی را بر اندازه چیزی تحمیل می کند. پس از کمی محاسبه، متوجه می شوید که برای جرم معینی از یک جسم، یک حداقل اندازه وجود دارد. این حداقل اندازه برای اجسام سنگین کوچک است، اما با نگاه کردن به اجسام سبکتر و سبکتر، حداقل اندازه بزرگتر و بزرگتر می شود. این حداقل اندازه را می توان به عنوان نتیجه این واقعیت در نظر گرفت که در مکانیک کوانتومی اجسام را می توان به صورت موج یا ذره در نظر گرفت. هر چه جسم سبکتر باشد، طول موج آن بیشتر است و در نتیجه بیشتر پخش می شود. هر چه جسم سنگین‌تر باشد، طول موج آن کوتاه‌تر است و در نتیجه فشرده‌تر به نظر می‌رسد. وقتی این ایده‌ها با ایده‌های نسبیت عام ترکیب می‌شوند، به این معنی است که فقط اجرام سنگین‌تر از یک وزن معین، می‌توانند سیاهچاله‌ها را تشکیل دهند. این وزن تقریباً شبیه به اندازه وزن یک دانه نمک است. استنتاج دیگر این ایده ها این است که تعداد ساختارهائی که می توانند سیاهچاله ای با جرم، سرعت زاویه ای و بار الکتریکی معین را تشکیل دهند، اگرچه بسیار زیاد است، میتواند معین باشد. یاکوب بکنشتاین مطرح کرد که از این عدد معین، می توان آنتروپی یک سیاهچاله را تفسیر کرد. این می تواند اندازه مقدار اطلاعاتی باشد که، در هنگام فروپاشی ها و تشکیل یک سیاهچاله بطور جبران ناپذیر از دست رفته باشند.

نقص مرگبار فرضیه بکنشتاین این بود که اگر سیاهچاله دارای آنتروپی محدودی باشد که با مساحت افق رویدادش متناسب است، باید دمای و حرارت غیر ـ صفر نیز داشته باشد که متناسب با گرانش سطحی آن باشد. این بدان معناست که یک سیاهچاله می تواند در دمایی غیر از صفر با تابش گرمایی در تعادل باشد. با این حال، بر اساس مفاهیم کلاسیک، چنین تعادلی امکان پذیر نیست، زیرا سیاهچاله هر تشعشع حرارتی را که بر روی آن فرود می‌آید جذب می‌کند، اما طبق تعریف نمی‌تواند در ازای آن چیزی ساطع کند. نمی تواند چیزی از خود ساطع کند، نمی تواند گرما را ساطع کند.

این یک تناقض در مورد ماهیت سیاهچاله ها ایجاد کرد: اجرام با چگالی فوق العاده که در اثر فروپاشی ستارگان ایجاد می شوند. یک نظریه میگوید که سیاهچاله هایی با کیفیت های یکسان می توانند از تعداد بی نهایتی از انواع مختلف ستاره تشکیل شوند. دیگری میگوید که این تعداد می تواند محدود و معین باشد. این یک مشکل اطلاعاتی است - این ایده که هر ذره و هر نیرویی در جهان(یونیورس) حاوی اطلاعات است.

از آنجایی که سیاهچاله ها، همانطور که جان ویلر دانشمند می گوید، مو ندارند، نمی توان از بیرون تشخیص داد که درون سیاهچاله چه چیزی جز جرم، بار الکتریکی و چرخش آن وجود دارد. این بدان معنی است که یک سیاهچاله باید حاوی اطلاعات زیادی باشد که از دنیای بیرون پنهان است. اما مقدار اطلاعاتی که کسی می تواند در یک منطقه از فضا طبقه بندی و ذخیره کند، محدود است. اطلاعات به انرژی نیاز دارد و انرژی طبق معادله معروف انیشتین، $E = MC^2$ جرم و وزن دارد. بنابراین، اگر اطلاعات بیش از حد در منطقه ای از فضا وجود داشته باشد، در یک سیاهچاله سقوط میکنند و بلعیده میشوند، اندازه سیاهچاله میزان اطلاعات را منعکس می کند. مثل انباشتن کتاب‌های بیشتر و بیشتر در یک کتابخانه است. در نهایت، با انباشتن بیش از اندازه کتاب ها، قفسه ها فر میریزند و کتابخانه به یک سیاهچاله فرو می ریزد.

اگر مقدار اطلاعات پنهان در داخل سیاهچاله به اندازه آن بستگی داشته باشد، علی الاصول سیاهچاله باید دمایی داشته باشد و مانند یک تکه فلز گداخته، بدرخشد. اما این غیرممکن بود، زیرا همانطور که همه می دانستند، یا چنین تصور میشد، هیچ چیز نمی تواند از یک سیاهچاله خارج شود.

این مشکل تا اوایل سال ۱۹۷۴ باقی ماند، زمانی که من بر اساس مکانیک کوانتومی مشغول بررسی این مساله بودم که تغییرات .ماده در مجاورت یک سیاهچاله چگونه خواهد بود. در کمال تعجب متوجه شدم که به نظر می رسید سیاهچاله ذرات را با سرعت ثابت ساطع می کند. در آن زمان، من هم مثل بقیه این حکم را پذیرفتم که سیاهچاله نمی تواند چیزی از خود ساطع کند. بنابراین تلاش زیادی کردم تا از شر تاثیر بازدارنده آن حکم برخود، خلاص شوم. اما هر چه بیشتر به آن فکر می کردم، آثار آن حکم بیشتر از رفتن امتناع می کرد، به طوری که در نهایت مجبور شدم آن را بپذیرم. چیزی که در نهایت من را متقاعد کرد که این یک فرآیند فیزیکی واقعی است این بود که ذرات خروجی طیفی دارند که دقیقاً حرارتی هستند. محاسبات من پیش‌بینی می‌کرد که یک سیاه‌چاله ذرات و تشعشع را ایجاد و از خود ساطع می‌کند، درست مثل اینکه یک

جسم داغ معمولی است، با دمایی متناسب با گرانش و جاذبه سطحی و نسبت عکس با جرم. به این ترتیب، محاسبات من فرضیه یاکوب بکنشتاین را که معروف بود که مشکل ساز است، تایید کردند و درستی آن را نشان داد. چرا که طبق فرضیه بکنشتاین یک سیاهچاله دارای آنتروپی معین و محدودی است که به این معنی است که یک سیاهچاله می تواند در دمای معینی غیر از صفر، در تعادل گرمایی باشد.

از آن زمان به بعد، دلایل ریاضی مبنی بر اینکه سیاهچاله ها تشعشعات حرارتی ساطع می کنند توسط تعدادی دیگر با رویکردهای مختلف تایید شده است. یک راه برای درک تشعشعات سیاهچاله به شرح زیر است. مکانیک کوانتومی این حکم را بکار میبرد: کل فضا پر از جفت ذرات مجازی و جفت»ضد ذرات» یا پاد ذرات مجازی است که دائماً به صورت جفت در حال مادی شدن هستند، از هم جدا می‌شوند و دوباره به همدیگر می‌آپیوندند و یکدیگر را خنثی و از بین میبرند. این ذرات مجازی نامیده می شوند، زیرا بر خلاف ذرات واقعی، نمی توان آنها را مستقیماً با دستگاه رد یاب ذرات واقعی، مشاهده کرد. با این وجود می توان اثرات غیرمستقیم آنها را اندازه گیری کرد و وجود آنها با کشف معروف Lamb shift [۲۰] تأیید شده است که آنها در انرژی طیف نور از اتم های هیدروژن برانگیخته تولید می شوند. حالا اگر، در نزدیکی یک سیاهچاله، یکی از اعضای یک جفت ذره مجازی ممکن است به داخل چاله بیفتد، عضو دیگر بدون شریک باقی میماند تا در پیوند بعدی به خنثی سازی و نابودی متقابل ادامه بدهد. ذره یا پاد ذره رها شده ممکن است پس از شریک خود به سیاهچاله بیفتد، اما ممکن هم هست تا بی نهایت، جائی در تشعشع ساطع شده از سیاهچاله نیز فرار کند.

روش دیگر برای درک مساله این است که عضو جفت ذراتی را که به سیاهچاله می‌افتند، برای مثال پادذره، به‌عنوان ذره‌ای واقعی در نظر بگیریم که در زمان به عقب در حرکت است. بنابراین پادذره ای که در سیاهچاله می افتد را می توان به عنوان ذره ای واقعی در نظر گرفت که از سیاهچاله خارج می شود اما در زمان به عقب حرکت می کند. هنگامی که ذره به نقطه ای می رسد که در ابتدا جفت ذره- پاد ذره به وجود آمده است، توسط میدان گرانشی پراکنده می شود، به طوری که در زمان به جلو حرکت می کند. یک سیاهچاله به جرم خورشید، در ذرات با چنان سرعت پایینی نشت می کند که

20 در سال ۱۹۷۴ توسط Willis E. Lamb و R. C. Retherford با استفاده از تکنیک میکرو ویو انشقاق در دو حالت هیدروژن را محاسبه کردند. Lamb shift به نام یکی از آن محقق ها ثبت شده و در فیزیک در واقع یک واحد اندازه گیری به همین نام است. طول موج محاسبه شده ۳۰ سانتی متر و با فرکانس ۸۶۴. ۱۰۵۷ مگاهرتز است. م

تشخیص آن غیرممکن است. با این حال، سیاهچاله‌های کوچک‌تری با جرم مثلاً یک کوه میتواند وجود داشته باشد. اگر جهان(یونیورس) در همان آغاز آشفته و نامنظم بود، ممکن بود چنین سیاهچاله هائی شکل گرفته باشند. یک سیاهچاله به اندازه یک کوه، اشعه ایکس و گاما را با سرعتی در حدود ده میلیون مگاوات ساطع می کند که برای تامین برق تمام جهان ما کافی است. با این حال، مهار یک سیاهچاله کوچک آسان نخواهد بود. شما نمی توانید آن را در یک نیروگاه نگه دارید زیرا از کف زمین می افتد و در مرکز زمین قرار می گیرد. اگر ما چنین سیاهچاله ای داشتیم، تقریباً تنها راه حفظ آن این بود که آن را در مداری به دور زمین قرار دهیم.

مردم به دنبال سیاهچاله های کوچکی از این جرم بوده اند، اما تاکنون هیچ کدام را پیدا نکرده اند. این حیف است زیرا اگر آنها داشتند، من جایزه نوبل می گرفتم. با این حال، احتمال دیگر این است که ما ممکن است بتوانیم سیاهچاله های میکرو را در ابعاد اضافی فضا-زمان ایجاد کنیم. بر اساس برخی نظریه ها، جهانی که ما تجربه می کنیم فقط یک سطح چهار بعدی در یک فضای ده یا یازده بعدی است. فیلم **Interstellar** تا حدودی ایده‌ای درباره این موضوع ارائه می‌دهد. ما این ابعاد اضافی را نخواهیم دید، زیرا نور از طریق آنها منتشر نمی شود، بلکه فقط از طریق چهار بعد جهان ما منتشر می شود. با این حال، گرانش بر ابعاد اضافی تأثیر می گذارد و بسیار قوی تر از جهان ما خواهد بود. این امر تشکیل یک سیاهچاله کوچک در ابعاد اضافی را بسیار آسان تر می کند. ممکن است بتوان این موضوع را در **LHC**، برخورد دهنده بزرگ هادرونی، در سرن در سوئیس مشاهده کرد. که شامل یک تونل مدور به طول بیست و هفت کیلومتر است. دو پرتو از ذرات، دور این تونل در جهت مخالف حرکت می‌کنند و به هم برخورد می‌کنند. برخی از برخوردها ممکن است سیاهچاله های کوچک ایجاد کنند. اینها ذراتی را در الگویی ساطع می کنند که به راحتی قابل تشخیص باشد. پس من ممکن است جایزه نوبل بگیرم!(جوایز نوبل را نمی توان پس از مرگ اعطا کرد، بنابراین متأسفانه این آرزو اکنون هرگز محقق نخواهد شد. ناشر)

همانطور که ذرات از سیاهچاله فرار می کنند، چاله جرم خود را از دست داده و منقبض می شود. این امر باعث افزایش سرعت انتشار ذرات خواهد شد. در نهایت سیاهچاله تمام جرم خود را از دست می دهد و ناپدید می شود. پس برای همه ذرات و فضانوردان بدشانس که در سیاهچاله افتادند چه می شود؟ وقتی سیاهچاله ناپدید می شود، آنها نمی توانند دوباره ظاهر شوند. به نظر می رسد ذراتی که از یک سیاهچاله بیرون می آیند کاملا تصادفی هستند و هیچ ارتباطی با آنچه در آن افتاده است ندارند.

به نظر می رسد که اطلاعات مربوط به آنچه در آن افتاده است، جدا از مقدار کل جرم و مقدار چرخش، از بین رفته است. اما اگر اطلاعات از دست برود، مشکلی جدی ایجاد می‌کند که به قلب درک ما از علم ضربه می‌زند. برای بیش از ۲۰۰ سال، ما به جبر علمی اعتقاد داشتیم - یعنی قوانین علم، تعیین کننده تکامل جهان است.

اگر واقعاً اطلاعات در سیاهچاله ها گم می شد، ما نمی توانستیم آینده را پیش بینی کنیم، زیرا یک سیاهچاله می تواند هر مجموعه ای از ذرات را ساطع کند. می تواند یک دستگاه تلویزیون فعال یا یک حجم چرمی از آثار کامل شکسپیر را ساطع کند، اگرچه احتمال چنین انتشارات عجیب و غریب بسیار کم است. به احتمال زیاد تشعشعات حرارتی مانند درخشش فلز داغ از خود ساطع می کند. شاید به نظر برسد که اگر نتوانیم آنچه از سیاهچاله ها بیرون می آید را پیش بینی کنیم خیلی مهم نیست. هیچ سیاهچاله ای در نزدیکی ما وجود ندارد. اما این یک اصل است. اگر جبرگرایی، قابل پیش بینی بودن جهان، با سیاهچاله ها از بین برود، می تواند در موقعیت های دیگر از بین برود. ممکن است سیاهچاله های مجازی وجود داشته باشند که به صورت نوسانات خارج از خلاء ظاهر شوند، مجموعه ای از ذرات را جذب کنند، دیگری ساطع کند و دوباره در خلاء ناپدید شوند. حتی بدتر از آن، اگر جبرگرایی از بین برود، ما نمی توانیم از تاریخ گذشته خود نیز مطمئن باشیم. کتاب های تاریخ و خاطرات ما فقط می توانند توهم باشند. این گذشته است که به ما می گوید ما کی هستیم. بدون آن، ما هویت خود را از دست می دهیم.

بنابراین تعیین اینکه آیا اطلاعات واقعاً در سیاهچاله ها گم شده اند یا اصولاً قابل بازیابی هستند بسیار مهم بود. بسیاری از دانشمندان احساس می کردند که اطلاعات نباید از دست برود، اما برای سال ها هیچ کس مکانیسمی را برای حفظ آن پیشنهاد نکرد. این از دست دادن ظاهری اطلاعات که به پارادوکس اطلاعات معروف است، دانشمندان را در چهل سال گذشته با مشکل مواجه کرده است و هنوز هم یکی از بزرگترین مشکلات حل نشده در فیزیک نظری است.

اخیراً با اکتشافات جدید در مورد یکسان سازی گرانش و مکانیک کوانتومی، علاقه به یافتن راه حل ممکن برای پارادوکس اطلاعات احیا شده است. نقطه تمرکز اصلی این پیشرفت‌های اخیر، درک تقارن‌های فضا-زمان است.

فرض کنید گرانش وجود نداشت و فضا-زمان کاملاً مسطح بود. این می تواند مانند

یک بیابان کاملاً بی خاصیت باشد. چنین مکانی دو نوع تقارن دارد. اولین مورد تقارن ترجمه نامیده می شود. اگر از نقطه‌ای در کویر به نقطه‌ای دیگر می‌رفتید، هیچ تغییری را متوجه نمی‌شوید. دومین تقارن، تقارن چرخشی است. اگر جایی در بیابان بایستید و شروع به چرخیدن کنید، باز هم تفاوتی در آنچه می دیدید متوجه نمی شدید. این تقارن‌ها در فضا-زمان «مسطح» نیز یافت می‌شوند، فضا-زمانی که فرد در غیاب هر ماده‌ای می‌یابد.

اگر کسی چیزی در این بیابان بگذارد، این تقارن ها از بین می روند. فرض کنید یک کوه، یک واحه و چند کاکتوس در بیابان وجود داشته باشد، بیابان در جاهای مختلف و در جهات مختلف، متفاوت خواهند بود. همین امر در مورد فضا-زمان نیز صادق است. اگر کسی اجسام را در فضا-زمان قرار دهد، تقارن انتقالی و چرخشی شکسته می شود. و وارد کردن اجسام به فضا-زمان چیزی است که گرانش را تولید می کند.

سیاهچاله ناحیه ای از فضا-زمان است که در آن گرانش قوی است، فضا-زمان به شدت منحرف می شود و بنابراین انتظار می رود تقارن های آن شکسته شود. با این حال، با دور شدن از سیاهچاله، انحنای فضا-زمان کمتر و کمتر می شود. خیلی دور از سیاهچاله، فضا-زمان بسیار شبیه فضا-زمان مسطح است.

در دهه ۱۹۶۰، Hermann Bondi، A. W. Kenneth Metzner، M. G. J. van der Burg و Rainer Sachs کشف واقعاً قابل توجهی کردند که فضا-زمان دور از هر ماده دارای مجموعه ای بی نهایت از تقارن است که به عنوان ابرترجمه شناخته می شود. هر یک از این تقارن ها با یک کمیت حفظ شده مرتبط است که به عنوان بارهای ابرترجمه شناخته می شود. کمیت حفظ شده، کمیتی است که با تکامل یک سیستم تغییر نمی کند. اینها شکل تعمیم کمیت های حفظ شده و آشنا هستند. به عنوان مثال، اگر فضا-زمان در زمان تغییر نکند، انرژی حفظ می شود. اگر فضا-زمان در نقاط مختلف فضا یکسان به نظر برسد، کمّیت حرکتی حفظ می شود.

چیزی که در مورد کشف ابرترجمه ها قابل توجه بود این است که تعداد نامتناهی کمیت های حفظ شده دور از یک سیاهچاله وجود دارد. این قوانین کمیت های حفظ شده است که تاثیرات خارق‌العاده و غیرمنتظره در فیزیک گرانشی به داشته است.

در سال ۲۰۱۶، همراه با همکارانم مالکوم پری(Malcolm Perry) و اندی

استرومینگر(Andy Strominger)، در حال کار بر روی استفاده از این نتایج جدید با مقادیر ذخیره شده مرتبط با آنها، برای یافتن یک راه حل ممکن برای پارادوکس اطلاعات بودم. می دانیم که سه ویژگی قابل تشخیص سیاهچاله ها: جرم، بار و چرخش زاویه ای آنهاست. اینها شارژ(نیرو- ویژگی) کلاسیکی هستند که برای سالهاست شناخته شده اند. با این حال، سیاهچاله ها، بار ابرترجمه ای نیز دارند. بنابراین شاید سیاهچاله‌ها خیلی بیشتر از چیزی که ما در ابتدا فکر می‌کردیم، داشته باشند. آنها طاس یا تنها با سه تار مو نیستند، اما در واقع مقدار بسیار زیادی موی ابرترجمه دارند.

این ابرترجمه مو ممکن است برخی از اطلاعات مربوط به آنچه در داخل سیاهچاله است را رمزگذاری کند. این احتمال وجود دارد که این بارهای ابرترجمه شامل همه اطلاعات نباشد، اما بقیه ممکن است توسط مقدارهای ذخیره شده اضافی، بارهای ابرچرخشی، مرتبط با برخی تقارن های مرتبط اضافی، که هنوز به خوبی شناخته نشده اند، به حساب بیایند. اگر این درست باشد و تمام اطلاعات مربوط به یک سیاهچاله را بتوان بر حسب «مو»های آن درک کرد، پس شاید هیچ اطلاعاتی از دست نرود. این ایده ها به تازگی با محاسبات اخیر ما تأیید شده اند. استرومینگر، پری و من، همراه با یک دانشجوی فارغ التحصیل، ساشا هاکو(Haco Sasha)، کشف کرده‌ایم که این ابرچرخش‌ها یک حساب برای کل آنتروپی هر سیاهچاله‌ای محاسبه می‌کنند. مکانیک کوانتومی همچنان حفظ می شود و اطلاعات در افق، سطح سیاهچاله ذخیره می شود.

سیاهچاله ها هنوز فقط با جرم کلی، بار الکتریکی و چرخش در خارج از افق رویداد مشخص می شوند، اما خود افق رویداد حاوی اطلاعات مورد نیاز برای گفتن آنچه در سیاهچاله افتاده است، به شیوه ای فراتر از این سه ویژگی است. مردم هنوز روی این موضوعات کار می کنند و بنابراین پارادوکس اطلاعات حل نشده باقی می ماند. اما من خوشبین هستم که به سمت راه حل حرکت می کنیم. این فضا را تماشا کنید

آیا سقوط در سیاهچاله برای یک مسافر فضایی خبر بدی است؟

قطعا خبر بدی است. اگر سیاهچاله ای با جرم یک ستاره بود، قبل از رسیدن به افق آن ،شما اسپاگتی می شدید. از سوی دیگر، اگر یک سیاهچاله بسیار پرجرم بود، به راحتی از افق عبور می کردید، اما در یگانگی و وحدانیت مورد اشاره، وجودتان درهم شکسته میشد.

۶

آیا سفر در زمان ممکن است؟

در داستان های علمی تخیلی، پیچیدگی فضا و زمان امری عادی است. آنها برای سفرهای سریع در اطراف کهکشان یا برای سفر در زمان استفاده می شوند. اما داستان علمی تخیلی امروز اغلب واقعیت علمی فردا است. پس شانس سفر در زمان چقدر است؟

این ایده که فضا و زمان را می توان منحنی یا منحرف کرد، نسبتاً جدید است. برای بیش از ۲۰۰۰ سال مبانی هندسه اقلیدسی بدیهی تلقی می شدند. همانطور که ممکن است کسانی از شما که مجبور به یادگیری هندسه در مدرسه شده اید، به یاد داشته باشید، یکی از پیامدهای این بدیهیات این است که مجموع زوایای یک مثلث به ۱۸۰ درجه می رسد.

با این حال، در قرن گذشته مردم متوجه شدند که اشکال دیگری از هندسه امکان پذیر است که در آن زوایای یک مثلث نیازی به ۱۸۰ درجه نداشته باشند. برای مثال سطح زمین را در نظر بگیرید. نزدیکترین فاصله ای که در سطح زمین به یک خط مستقیم وجود دارد چیزی است که دایره بزرگ نامیده می شود. اینها کوتاه ترین مسیرها بین دو نقطه هستند، و از این نظر مسیرهایی هستند که خطوط هوایی از آنها استفاده می کنند. اکنون مثلث روی سطح زمین را در نظر بگیرید که از خط استوا، خط صفر درجه طول جغرافیایی از لندن و خط ۹۰ درجه طول شرقی از طریق بنگلادش تشکیل شده است. دو خط طول جغرافیایی با زاویه قائم یا ۹۰ درجه به خط استوا می رسند. این دو خط طول جغرافیایی نیز در قطب شمال در زاویه قائم یا ۹۰ درجه به هم می رسند. بنابراین یک مثلث با سه زاویه قائمه دارد. مجموع زوایای این مثلث ۲۷۰ درجه است که آشکارا از ۱۸۰ درجه برای یک مثلث روی سطح صاف بیشتر است. اگر شما یک مثلث روی یک سطح به شکل زین اسب بکشید، متوجه می شد که مجموع زوایای آن کمتر از ۱۸۰ درجه است.

سطح زمین چیزی است که فضای دو بعدی نامیده می شود. یعنی شما می توانید روی سطح زمین در دو جهت با زاویه قائم نسبت به یکدیگر حرکت کنید: می توانید در مسیر شمال-جنوب یا شرق-غرب حرکت کنید. اما با اینحال البته جهت سومی در زوایای قائم به این دو مسیر وجود دارد و آن بالا یا پایین است. به عبارت دیگر سطح زمین در فضای

سه بعدی وجود دارد. فضای سه بعدی مسطح است. یعنی از هندسه اقلیدسی پیروی می کند. مجموع زوایای یک مثلث به ۱۸۰ درجه می رسد. با این حال، می توان نژادی از موجودات دو بعدی را تصور کرد که می توانند روی سطح زمین حرکت کنند اما نمی توانند جهت سوم بالا یا پایین را تجربه کنند. آنها از فضای سه بعدی مسطحی که سطح زمین در آن زندگی می کند نمی دانند. برای آنها فضا منحنی و هندسه غیر اقلیدسی خواهد بود.

اما همانطور که می توان به موجودات دو بعدی که روی سطح زمین زندگی می کنند فکر کرد، می توان تصور کرد که فضای سه بعدی که در آن زندگی می کنیم سطح یک سپهر در مسیر دیگری است که ما نمی بینیم. اگر این سپهر بسیار بزرگ باشد، فضا تقریباً مسطح بود و هندسه اقلیدسی معیار بسیار خوبی برای فواصل کوچک خواهد بود. اما ما متوجه خواهیم شد که هندسه اقلیدسی در فواصل بزرگ شکسته شده است. به عنوان مثال، تیمی از نقاشان را تصور کنید که دارند روی سطح یک توپ بزرگ نقاشی می کنند.

با افزایش ضخامت لایه رنگ، مساحت سطح توپ مورد نظر بالا می رود. اگر توپ در یک فضای سه بعدی صاف قرار می گرفت، می توان رنگ را به طور نامحدود اضافه کرد و توپ بزرگتر و بزرگتر می شد. با این حال، اگر فضای سه بعدی واقعاً در سپهر دیگر و در بُعد دیگری بود، حجم آن بزرگ اما محدود بود. با افزودن لایه های بیشتر رنگ، توپ در نهایت نیمی از فضا را پر می کند. پس از آن، نقاشان متوجه می‌شوند که در منطقه‌ای با اندازه‌های رو به کاهش به دام افتاده‌اند و تقریباً کل فضا توسط توپ و لایه‌های رنگ آن اشغال می‌شود. بنابراین آنها پی میبرند که در یک فضای منحنی و نه مسطح زندگی می کنند.

این مثال نشان می دهد که نمی توان هندسه جهان را همانطور که یونانیان باستان فکر می کردند از اصول اولیه استنباط کرد. در عوض باید فضایی را که در آن زندگی می کنیم اندازه گیری کرد و هندسه آن را با تجربه کشف کرد. با این حال، اگرچه راهی برای توصیف فضاهای منحنی توسط برنهارد ریمان آلمانی (Bernhard Riemann) در سال ۱۸۵۴ ایجاد شد، اما به مدت شصت سال فقط چون یک تکه از ریاضیات باقی ماند. این توضیح برنهارد می توانست فضاهای منحنی را که به صورت انتزاعی وجود داشته اند توصیف کند، اما به نظر نمی رسد دلیلی وجود داشته باشد که فضای فیزیکی که ما در آن زندگی میکنیم، منحنی باشد. این دلیل و استدلال تنها در سال ۱۹۱۵ زمانی که انیشتین نظریه نسبیت عام را مطرح کرد، ارائه شد.

نسبیت عام یک انقلاب فکری بزرگ بود که طرز تفکر ما را در مورد جهان دگرگون

کرد. این نظریه نه تنها در مورد فضای منحنی بلکه در مورد زمان منحنی یا تاب خورده نیز هست. انیشتین در سال ۱۹۰۵ متوجه شده بود که فضا و زمان ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند، در همان زمان بود که نظریه نسبیت خاص او متولد شد و مکان و زمان را به یکدیگر مرتبط می کرد. می توان مکان یک رویداد را با چهار عدد توصیف کرد. سه عدد موقعیت رویداد را توصیف می کند. آنها می توانند کیلومترها شمال و شرق سیرک آکسفورد و ارتفاع بالاتر از سطح دریا باشند. در مقیاس بزرگتر، آنها می توانند طول و عرض جغرافیایی کهکشانی و فاصله از مرکز کهکشان باشند.

عدد چهارم زمان وقوع است. بنابراین می توان فضا و زمان را با هم به عنوان یک موجود چهار بعدی به نام فضا - زمان در نظر گرفت. هر نقطه از فضا-زمان با چهار عدد مشخص می شود که موقعیت آن را در فضا و زمان مشخص می کند. ترکیب فضا و زمان در فضا - زمان به این روش اگر بتوان آن‌ها را به روشی منحصربه‌فرد و هر عامل را بطور درخود از هم جدا کرد، نسبتاً بی‌اهمیت خواهد بود. به عبارت دیگر این سوال که آیا روشی منحصر به فرد و درخود برای تعریف زمان و یا مکان و موقعیت هر رویداد وجود داشت، پاسخ دقیق نمی یافت. با این حال، انیشتین در مقاله قابل توجهی که در سال ۱۹۰۵ و زمانی که در اداره ثبت اختراعات سوئیس کارمند بود، نوشت، که در آن توضیح داد زمان و موقعیتی که فرد فکر می‌کند در آن رویداد رخ می‌دهد به نحوه حرکت فرد بستگی دارد. این بدان معناست که زمان و مکان به طور جدایی ناپذیری با یکدیگر پیوند خورده اند.

زمان هایی که ناظران مختلف به رویدادها اختصاص می دهند، چناچه آنان بسوی یکدیگر حرکت نمی کردند، در مشاهدات و نتیجه گیری ها توافق می کردند. اما هر چه سرعت نسبی آنها بیشتر باشد، بیشتر به اختلاف در نتایج مشاهدات خود می رسند. بنابراین می توان پرسید که چقدر باید سریع رفت تا زمان یک ناظر نسبت به زمان ناظر دیگر به عقب برود. پاسخ در شکل زیر آمده است:

خانم جوانی متولد در وایت(Wight) بود

که خیلی سریعتر از نور سفر میکرد

او یک روز رفت

به صورت نسبی

و شب قبل رسید.

بنابراین تنها چیزی که ما برای سفر در زمان نیاز داریم یک سفینه فضایی است که سریعتر از نور حرکت کند. در همان مقاله انیشتین نشان داد که متأسفانه نیروی موشکی مورد نیاز برای شتاب دادن به یک سفینه فضایی تا هر چه به سرعت نور نزدیکتر شود، بیشتر و بیشتر می شود. بنابراین برای پیشی گرفتن از سرعت نور به مقدار بی نهایت نیرو نیاز است.

به نظر می رسید مقاله انیشتین در سال ۱۹۰۵ سفر در زمان به گذشته را رد می کند. همچنین نشان داد که سفر فضایی به ستاره های دیگر یک تجارت بسیار کند و خسته کننده خواهد بود. اگر کسی نمی توانست سریعتر از نور پیش برود، سفر رفت و برگشت از کره ما به نزدیکترین ستاره حداقل هشت سال و تا مرکز کهکشان حدود ۵۰ هزار سال طول می کشید. اگر سفینه فضایی با سرعتی بسیار نزدیک به سرعت نور باشد، ممکن است برای افرادی که آماده سفر اند به نظر برسد که سفر به مرکز کهکشان تنها چند سال طول کشیده است. اما این دیگر تسلی بخش نیست وقتی که هنگام برگشت به زمین متوجه میشدند که همه کسانی را که می‌شناختند هزاران سال پیش مُرده و بکلی فراموش شده بودند. این برای رمان های علمی- تخیلی نیز چندان خوب نیست، بنابراین نویسندگان مجبوراند به دنبال راه هایی برای دور زدن این مشکل باشند.

در سال ۱۹۱۵، انیشتین نشان داد که اثرات گرانش را می‌توان با این فرض که فضا - زمان توسط ماده و انرژی موجود در آن منحرف یا تنظیمات آن بهم خورده است، توصیف کرد و این نظریه به عنوان نسبیت عام شناخته شده است. ما در واقع می‌توانیم این انحراف یا بهم خوردگی فضا-زمان را که توسط جرم خورشید در خمیدگی جزئی نور یا امواج رادیویی نزدیک به خورشید ایجاد می‌شود، مشاهده کنیم.

این باعث می شود که موقعیت ظاهری ستاره یا منبع رادیویی زمانی که خورشید بین زمین و منبع قرار دارد کمی تغییر کند. این جابجایی بسیار کوچک است، حدود یک هزارم درجه، معادل تغییر به اندازه یک اینچ در فاصله یک مایلی. با این وجود می توان آن را با دقت زیادی اندازه گیری کرد که با پیش بینی های نسبیت عام مطابقت دارد. ما شواهد تجربی داریم مبنی بر اینکه فضا و زمان دچار انقباض وخمیدگی هستند.

میزان تاب خوردگی در همسایگی سیاره ما بسیار کم است زیرا تمام میدان های گرانشی منظومه شمسی ضعیف هستند. با این حال، می دانیم که میدان های بسیار قوی می توانند بوجود آیند، به عنوان مثال در انفجار بزرگ یا در سیاهچاله ها. به این ترتیب آیا می‌توان فضا و زمان را به اندازه‌ای منحرف کرد که خواسته‌های داستان‌های

علمی تخیلی برای چیزهایی مانند مولدها و موتورهای فرافضایی، آنچه که آنان به «سوراخ های کرم» تشبیه کرده اند؛ و یا سفر در زمان را برآورده کند؟ در نگاه اول همه اینها ممکن به نظر می رسد. به عنوان مثال، در سال ۱۹۴۸ کورت گودل (Kurt Gödel) راه حلی برای معادلات میدان نسبیت عام انیشتین پیدا کرد که نشان دهنده جهانی است که در آن همه مواد در حال چرخش هستند. در این کیهان ممکن است با یک سفینه فضایی حرکت کنید و قبل از اینکه به راه افتاده باشید، برگردید. گودل در مؤسسه مطالعات پیشرفته در پرینستون(Princeton) بود، جایی که اینشتین نیز آخرین سالهای خود را در آنجا گذراند. او بیشتر به این دلیل مشهور بود که ثابت کرد نمی‌توانید هر چیزی را که درست است حتی در موضوعی به ظاهر ساده مانند ریاضیات ثابت کنید. اما آنچه او در مورد نسبیت عام ثابت کرد که اجازه سفر در زمان را می دهد، انیشتین را که فکر می کرد امکان پذیر نیست، واقعا ناراحت کرد.

اکنون می دانیم که راه حل گودل نمی تواند جهانی را که در آن زندگی می کنیم نشان دهد زیرا در حال انبساط نبوده است. همچنین مقدار نسبتاً زیادی برای کمیتی به نام ثابت کیهانی داشت که عموماً اعتقاد بر این است که بسیار کوچک است. با این حال، راه‌حل‌های ظاهرا معقول‌تر دیگری که امکان سفر در زمان را فراهم می‌کنند، از آن زمان پیدا شده‌اند. یکی از روش‌های بسیار جالب از رویکردی که به عنوان string theory(نظریه ریسمان) شناخته می‌شود، شامل دو رشته کیهانی است که با سرعتی بسیار نزدیک اما کمی کمتر از سرعت نور از کنار یکدیگر عبور می‌کنند. ریسمان های کیهانی ایده قابل توجهی از فیزیک نظری هستند که به نظر نمی رسد نویسندگان علمی- تخیلی واقعاً به آن توجه داشته باشند. همانطور که از نام آنها پیداست آنها مانند ریسمان هستند زیرا طول دارند اما عرض کوچک و نازکی دارند. در واقع آنها بیشتر شبیه نوارهای لاستیکی هستند، زیرا تحت تنش بسیار زیاد، چیزی حدود صد میلیارد میلیارد میلیارد تن هستند. یک ریسمان کیهانی متصل به خورشید سرعت آن را در یک سی ام ثانیه از صفر به شصت می رساند.

ریسمان های کیهانی ممکن است دور از ذهن وعلمی تخیلی ناب به نظر برسند، اما دلایل علمی خوبی برای این باور وجود دارد که آنها می توانند در همان اوایل پیدایش کیهان و اندکی پس از انفجار بزرگ شکل گرفته باشند. از آنجایی که آنها تحت چنین تنش بزرگی قرار دارند، می توان انتظار داشت که آنها تقریباً به سرعت نور شتاب بگیرند.

نکته ای که هم جهان گودل و هم فضا-زمان ریسمان کیهانی متحرک سریع در آن

مشترک اند این است که در هر دو مورد آن جهان ها به قدری انحنا پیدا میکنند و پیچ و تاب میخورند که فضا ـ زمان به سمت خود خمیدگی پیدا میکند و به این ترتیب سفر به گذشته همیشه امکان پذیر بود. خدا ممکن است چنین جهان خمیده را خلق کرده باشد، اما دلیلی نداریم که فکر کنیم او این کار را کرده است. همه شواهد این است که جهان در بیگ بنگ بدون آن نوع تاب برداشتن ها و خمیدگی لازم برای اجازه سفر به گذشته آغاز شد. از آنجایی که نمی‌توانیم نحوه شروع جهان را تغییر دهیم، این سؤال که آیا سفر در زمان ممکن است یا خیر، یکی از این سؤالات است که آیا می‌توانیم فضاـ زمان را چنان انحنا بدهیم که بتوان به گذشته بازگشت. من فکر می کنم این موضوع مهمی برای تحقیق است، اما باید مراقب بود که برچسب هندلهائی که پیش تر با آن ها موتور ماشین ها را استارت میزدند، به او نگویند. اگر کسی درخواست کمک هزینه تحقیقاتی را برای کار در سفر در زمان ارائه دهد، بلافاصله رد می شود. هیچ سازمان دولتی نمی تواند از منبع دارائی های عمومی به عنوان تامین هزینه سفر در زمان برداشت کند. در عوض باید از اصطلاحات فنی مانند منحنی های بسته زمان ـ مانند استفاده کرد که کُدی برای سفر در زمان هستند. با این حال این یک سوال بسیار جدی است. از آنجایی که نسبیت عام می تواند سفر در زمان را مجاز کند، آیا این اجازه را در جهان ما می دهد؟ و اگر نه، چرا؟

ارتباط نزدیک با سفر در زمان، توانایی سفر سریع از یک موقعیت در فضا به موقعیت دیگر است. همانطور که قبلاً گفتم، انیشتین نشان داد که برای شتاب دادن به یک سفینه فضایی تا فراتر از سرعت نور، به نیروی موشکی بی نهایت نیاز است. بنابراین به نظر می رسد تنها راه رسیدن از یک سمت کهکشان به سمت دیگر در یک زمان معقول این باشد که بتوانیم فضا ـ زمان را چنان تاب دهیم که یک لوله یا کرمچاله کوچک ایجاد کنیم. این می تواند دو طرف کهکشان را به هم متصل کند و به عنوان یک راه میانبُر برای رسیدن از یکی به دیگری و بازگشت در که دوستان شما هنوز زنده اند، عمل کند. چنین کرم‌چاله‌هایی به‌طور جدی به‌عنوان قابلیت‌های تمدن آینده مطرح شده‌اند. اما اگر بتوانید در عرض یک یا دو هفته از یک طرف کهکشان به سمت دیگر سفر کنید، می توانید از کرم چاله دیگری برگردید و قبل از شروع به حرکت برگردید. حتی می‌توانید با یک کرم‌چاله در زمان به عقب سفر کنید، اگر دو انتهای آن نسبت به هم حرکت می‌کردند.

می‌توان نشان داد که برای ایجاد یک کرم‌چاله، باید فضا ـ زمان را در جهت عکس آنچه که ماده معمولی آن را می‌چرخاند، تاب داد. ماده معمولی مانند سطح زمین، فضا ـ زمان را به عقب برمی گرداند. با این حال، برای ایجاد یک کرم‌چاله، به ماده‌ای نیاز داریم که فضا ـ زمان را در جهت معکوس ، مانند سطح یک زین اسب،

خمیده کند. همین امر در مورد هر روش دیگری برای تاب برداشتن فضا - زمان برای اجازه دادن به سفر به گذشته صادق است، اگر جهان به قدری منحرف نشده باشد که اجازه سفر در زمان را بدهد. چیزی که انسان نیاز دارد، ماده ای با جرم منفی و چگالی انرژی منفی است تا فضا - زمان به شکل مورد نیاز تاب بخورد.

انرژی تقریبا شبیه پول است. اگر موجودی بانکی مثبت دارید، می توانید آن را به روش های مختلف توزیع کنید. اما، طبق قوانین کلاسیک که تا همین اواخر مورد قبول بودند، شما مجاز به برداشت بیشتر از موجودی تان نبودید. طبق این قوانین کلاسیک نمی‌توانستیم جهان را به روشی که برای اجازه سفر در زمان لازم است، منحرف کنیم. با این حال، قوانین کلاسیک توسط نظریه کوانتومی سرنگون شدند، که به غیر از نسبیت عام، انقلاب بزرگ دیگری در تصویر ما از جهان است. تئوری کوانتومی راحت تر است و به شما امکان می‌دهد در یک یا دو حساب اضافه برداشت داشته باشید، اگر فقط بانک ها نیز به همان درجه سازگاری داشتند. به عبارت دیگر، نظریه کوانتومی اجازه می‌دهد که چگالی انرژی در برخی مکان‌ها منفی باشد، مشروط بر اینکه در برخی مکان‌ها مثبت باشد.

دلیل اینکه نظریه کوانتومی می تواند اجازه دهد چگالی انرژی منفی باشد این است که بر اساس اصل عدم قطعیت(Uncertainity Principle) استوار است. این اصل می‌گوید که کمیت‌های خاصی مانند موقعیت و سرعت یک ذره، هر دو نمی‌توانند مقادیر کاملاً مشخصی داشته باشند. هرچه موقعیت یک ذره دقیق تر تعریف شود، عدم قطعیت در سرعت آن بیشتر است و بالعکس. اصل عدم قطعیت در زمینه هایی مانند میدان الکترومغناطیسی یا میدان گرانشی نیز اعمال می شود. به این معنی است که این میدانها حتی در جایی که ما به عنوان فضای خالی فکر می کنیم نمی توانند دقیقاً صفر باشند. زیرا اگر آنها دقیقاً صفر بودند مقادیر آنها هم موقعیت کاملاً تعریف شده در صفر و هم سرعتی کاملاً تعریف شده که آن نیز صفر بود خواهد داشت. این نقض اصل عدم قطعیت خواهد بود. در عوض، فیلدها و میدان ها باید حداقل مقدار مشخصی از نوسانات را داشته باشند. می توان این به اصطلاح نوسانات خلاء را به صورت جفت ذره و ضد ذره وپادذره تعبیر کرد که ناگهان با هم ظاهر می شوند، از هم دور می شوند و دوباره به هم می آیند و یکدیگر را از بین می برند.

گفته می‌شود که این جفت‌های ذره- ضد ذره مجازی هستند زیرا نمی‌توان آنها را مستقیماً با یک آشکارساز یا ردیاب ذره، اندازه‌گیری کرد. با این حال، می توان اثرات آنها را به طور غیر مستقیم مشاهده کرد. یکی از راه‌های انجام این کار، روشی است که تاثیر

کازیمیر(Casimir effect) نام دارد. تصور کنید که دو صفحه فلزی موازی با فاصله کمی از هم دارید. صفحات مانند آینه برای ذرات مجازی و ضد ذرات عمل می کنند. این بدان معناست که ناحیه بین صفحات کمی شبیه یک لوله اندام است و فقط امواج نوری با فرکانس های خاصی را می پذیرد. نتیجه این است که تعداد کمی متفاوت از نوسانات خلاء یا ذرات مجازی بین صفحات نسبت به خارج از آنها وجود دارد، جایی که نوسانات خلاء می تواند هر طول موجی داشته باشد. تفاوت در تعداد ذرات مجازی بین صفحات در مقایسه با خارج از صفحات به این معنی است که آنها در مقایسه با یک طرف دیگر فشار زیادی به طرف مقابل صفحات وارد نمی کنند. بنابراین نیروی اندکی وجود دارد که صفحات را به طرف همدیگر فشار می دهد. این نیرو به صورت تجربی اندازه گیری شده است. بنابراین، ذرات مجازی در واقع وجود دارند و اثرات واقعی ایجاد می کنند.

از آنجایی که ذرات مجازی یا نوسانات خلاء کمتری بین صفحات وجود دارد، چگالی انرژی کمتری نسبت به منطقه بیرونی دارند. اما چگالی انرژی فضای خالی بسیار دور از صفحات باید صفر باشد. در غیر این صورت فضا ـ زمان را انحنا میدهد و جهان تقریباً مسطح نخواهد بود. بنابراین چگالی انرژی در ناحیه بین صفحات باید منفی باشد.

بنابراین ما شواهد تجربی و نیز «تاثیر کازیمیر» از خمیدگی نور داریم که فضا ـ زمان منحنی است که می‌توانیم آن را در جهت منفی خم کنیم. بنابراین ممکن است به نظر برسد که با پیشرفت در علم و فناوری، ممکن است بتوانیم یک کرم چاله بسازیم یا فضا و زمان را به روشی دیگر بچرخانیم تا بتوانیم به گذشته خود سفر کنیم. اگر اینطور بود انبوهی از سوالات و مشکلات ایجاد می شد. یکی از این موارد این است که اگر در آینده امکان سفر در زمان وجود دارد، چرا کسی از آینده برنگشته است تا به ما بگوید چگونه این کار را انجام دهیم.

حتی اگر دلایل موجهی برای نگه داشتن ما در جهل وجود داشته باشد، طبیعت انسان همین است که باورش سخت است که کسی خودنمایی نکند و راز سفر در زمان را به ما دهقانان بیچاره نگوید. البته برخی ادعا می کنند که ما قبلاً از آینده بازدید کرده ایم. آنها می گویند که بشقاب پرنده ها از آینده می آیند و دولت ها درگیر توطئه ای عظیم هستند تا آنها را پنهان کنند و دانش علمی را که این بازدیدکنندگان به ارمغان می آورند برای خود نگه دارند. تنها چیزی که می توانم بگویم این است که اگر دولت ها چیزی را پنهان می کردند، در استخراج اطلاعات مفید از بیگانگان کار ضعیفی انجام می دهند. من نسبت به تئوری‌های توطئه بدبین هستم، زیرا معتقدم که احتمال بیشتری وجود دارد. گزارش‌های

مربوط به مشاهده بشقاب پرنده ها نمی‌توانند همه توسط فرازمینی‌ها ایجاد شوند، زیرا آنها مقتقابلا متضاد هستند. اما، وقتی اعتراف کردید که برخی از آنها اشتباه یا توهم هستند، آیا احتمال اینکه همه آنها اشتباه باشند بیشتر از این نیست که ما توسط افرادی از آینده یا از آن سوی کهکشان ملاقات کنیم؟ اگر آنها واقعاً بخواهند زمین را مستعمره کنند یا به ما در مورد خطری هشدار دهند، فی الحال بی تأثیری شان را نشان داده اند.

یک راه ممکن برای تطبیق سفر در زمان با این واقعیت که به نظر می رسد ما هیچ بازدید کننده ای از آینده نداشته ایم این است که بگوییم چنین سفرهایی فقط در آینده امکان پذیر است. در این دیدگاه می توان گفت فضا - زمان در گذشته ما ثابت بوده است، زیرا ما آن را مشاهده کرده ایم و دیده ایم که به اندازه کافی منحرف نشده است که اجازه سفر به گذشته را بدهد. از سوی دیگر آینده باز است. بنابراین ممکن است بتوانیم آن را به اندازه کافی تاب دهیم تا امکان سفر در زمان را فراهم کنیم. اما چون فقط در آینده می‌توانیم فضا - زمان را منحرف کنیم، نمی‌توانیم به زمان حال یا قبل از آن سفر کنیم.

این تصویر توضیح می دهد که چرا مورد تهاجم گردشگران آینده قرار نگرفته ایم. اما همچنان پارادوکس های زیادی را به جا می گذارد. فرض کنید می‌توان قبل از حرکت با یک کشتی موشکی به راه افتاد و بازگشت. چه چیزی مانع منفجر کردن موشک در سکوی پرتاب یا جلوگیری از حرکت خود در وهله اول می شود؟ نسخه های دیگری از این پارادوکس وجود دارد، مانند بازگشت به عقب و کشتن والدین خود قبل از تولد، اما آنها اساساً معادل هستند. به نظر می رسد دو راه حل ممکن وجود دارد.

یکی آن چیزی است که من آن را رویکرد تاریخ های سازگار می نامم. این می گوید که باید یک راه حل ثابت برای معادلات فیزیک پیدا کرد، حتی اگر فضا - زمان به قدری انحنا یافته باشد که امکان سفر به گذشته وجود داشته باشد. در این منظر شما نمی‌توانید سوار کشتی موشکی شوید تا به گذشته سفر کنید، مگر اینکه قبلاً برگشته باشید و در منفجر کردن سکوی پرتاب ناموفق باشید. این یک تصویر ثابت است، اما به این معنی است که ما کاملا مصمم بودیم: نمی توانستیم نظر خود را تغییر دهیم. خیلی آماده برای پیاده کردن اراده آزاد.

احتمال دیگر چیزی است که من آن را رویکرد تاریخ‌های بدیل می‌نامم. این توسط فیزیکدان David Deutch (دیوید دویچ) حمایت شده است و به نظر می رسد که خالق فیلم «بازگشت به آینده» در ذهن داشته است. در این دیدگاه، در یک بدیل تاریخی، هیچ بازگشتی از آینده قبل از پرتاب موشک وجود نداشت و بنابراین

امکان منفجر شدن آن نیز وجود نداشت. اما وقتی مسافر از آینده باز می گردد وارد تاریخ جایگزین دیگری می شود. در این مورد، نژاد بشر تلاش زیادی برای ساخت یک سفینه فضایی انجام می دهد، اما درست قبل از پرتاب سفینه ساخته شده، یک سفینه فضایی مشابه، از آن طرف کهکشان ظاهر می شود و آن را نابود می کند.

دیوید دویچ ادعا می‌کند که مفهوم «مجموع فشرده تاریخ ها» (sum-over-histories) توسط فیزیکدان ریچارد فاینمن(Richard Feynman) از رویکرد «تاریخ‌های جایگزین» پشتیبانی می‌کند. ایده این است که طبق نظریه کوانتومی، جهان فقط یک تاریخ واحد منحصر به فرد ندارد. درعوض، جهان تک تک تاریخچه های ممکن را دارد، هر کدام با احتمال خاص خود. باید تاریخ احتمالی وجود داشته باشد که در آن صلح پایدار در خاورمیانه وجود داشته باشد، هرچند که احتمال آن کم باشد.

در برخی تاریخ‌ها، فضا - زمان به قدری منحرف می‌شود که اجسامی مانند موشک‌ها می‌توانند به گذشته خود سفر کنند. اما هر تاریخ کامل و مستقل است و نه تنها فضا - زمان منحنی، بلکه اشیاء موجود در آن را نیز انحنا میدهد. بنابراین یک موشک وقتی دوباره به میدان می‌آید نمی‌تواند به تاریخ جایگزین دیگری منتقل شود. هنوز در همان تاریخ است که باید خودسازگار باشد. بنابراین، علی‌رغم آنچه دویچ ادعا می‌کند، من فکر می‌کنم ایده «مجموع...» فایلمن، به جای ایده تاریخ‌های جایگزین، از فرضیه تاریخ‌های سازگار پشتیبانی می‌کند.

بنابراین به نظر می رسد که ما در تصویر تاریخ ثابت مانده ایم. با این حال، اگر احتمالات برای تاریخ هایی که در آن فضا - زمان به قدری منحرف شده است که سفر در زمان در یک منطقه ماکروسکوپی ممکن است، بسیار اندک باشد، نیازی به مشکلات پیشاروی قاطعیت و اراده آزاد نیست. این همان چیزی است که من آن را «برآورد حفاظت از گاه شمار تاریخ» (Chronology protection Conjecture) می نامم:

قوانین فیزیک برای جلوگیری از سفر در زمان در مقیاس ماکروسکوپی، توطئه می کنند.

به نظر می رسد آنچه اتفاق می افتد این است که وقتی فضا - زمان تقریباً به اندازه کافی منحرف می شود تا امکان سفر به گذشته را فراهم کند، ذرات مجازی می توانند

در مدارهای بسته، تقریباً به ذرات واقعی تبدیل شوند. چگالی ذرات مجازی و انرژی آنها بسیار زیاد می شود. یعنی احتمال این تاریخچه ها بسیار کم است. بنابراین به نظر می رسد ممکن است یک آژانس حفاظت از گاه شمار تاریخ در حال کار باشد که جهان را برای مورخان ایمن می کند. اما این موضوع خمیدگی مکان و زمان هنوز در مراحل جنینی است. بر اساس یک شکل همگون نظریه ریسمان معروف به نظریه M، که بهترین امید ما برای متحد کردن نظریه نسبیت عام و نظریه کوانتومی است، فضا ـ زمان باید یازده بُعد داشته باشد، نه فقط چهار بُعد که ما تجربه می کنیم. ایده این است که هفت بُعد از این یازده بعد در فضایی بسیار کوچک جمع شده اند که ما متوجه آنها نمی شویم. از سوی دیگر، چهار جهت باقی مانده نسبتاً مسطح هستند و همان چیزی هستند که ما فضا ـ زمان می نامیم. اگر این تصویر درست باشد، ممکن است ترتیبی داده شود که چهار جهت صاف با هفت جهت بسیار منحنی یا تاب خورده مخلوط شوند. ما هنوز نمی دانیم که این منجر به چه چیزی می شود. اما احتمالات هیجان انگیزی را باز می کند.

در نتیجه، طبق درک کنونی ما نمی توان سفر فضایی سریع و سفر به گذشته را رد کرد. آنها مشکلات منطقی بزرگی ایجاد خواهند کرد، بنابراین امیدواریم یک قانون حفاظت از زمان وجود داشته باشد تا از بازگشت مردم و کشتن والدین خود جلوگیری کند. اما طرفداران داستان های علمی تخیلی نباید روحیه شان ضعیف شود. در نظریه M امیدی وجود دارد.

آیا برگزاری مهمانی برای مسافران زمان فایده ای دارد؟ آیا انتظار دارید کسی در این مهمانی حضور یابد؟

در سال ۲۰۰۹ یک مهمانی برای مسافران زمان در کالجم، Gonville و Caius در کمبریج، برای فیلمی درباره سفر در زمان برگزار کردم. برای اطمینان از اینکه فقط مسافران واقعی زمان می‌آیند، دعوت‌نامه‌ها را تا بعد از مهمانی نفرستادم. روز جشن، به امید در دانشگاه نشستم، اما کسی نیامد. نا امید شدم، اما تعجب نکردم، زیرا نشان داده بودم که اگر نسبیت عام درست باشد و چگالی انرژی مثبت باشد، سفر در زمان ممکن نیست. اگر یکی از فرضیات من اشتباه می شد خوشحال می شدم.

۷

آیا ما بر روی زمین زنده خواهیم ماند؟

در ژانویه ۲۰۱۸، بولتن دانشمندان اتمی، مجله ای که توسط برخی از فیزیکدانانی که روی پروژه منهتن برای تولید اولین سلاح های اتمی کار کرده بودند، تأسیس شد، ساعت روز قیامت یا روز پایان جهان، و اندازه قریب الوقوع فاجعه – چه نظامی یا زیست محیطی- که سیاره ما با آن روبروست، را به دو دقیقه مانده به نیمه شب انتقال داد.

ساعت تاریخچه جالبی دارد. در سال ۱۹۴۷ آغاز شد، در زمانی که عصر اتمی تازه شروع شده بود. رابرت اوپنهایمر(Robert Oppenheimer)، دانشمند ارشد پروژه منهتن، بعداً در مورد اولین انفجار بمب اتمی دو سال پیش از آن در ژوئیه ۱۹۴۵ گفت: «ما می دانستیم که جهان مثل قبل نخواهد بود. چند نفر خندیدند، چند نفر گریه کردند، بیشتر مردم ساکت بودند. من این جمله از کتاب مقدس هندو، بهاگاواد-گیتا(Bhagavad-Gita)، را به یاد آوردم، «اکنون، من اکنون به مرگ تبدیل شده ام، ویرانگر جهان ها».

در سال ۱۹۴۷، ساعت پایان جهان در ابتدا روی هفت دقیقه به نیمه شب تنظیم شد. اکنون با آغاز دوران جنگ سرد در اوائل دهه ۱۹۵۰ بیش از هر زمان دیگری به روز قیامت نزدیک شده ایم. ساعت و حرکات آن، البته، کاملاً نمادین و سمبلیک هستند، اما من ناگزیر می‌شوم اشاره کنم که چنین اخطار هشداردهنده‌ای از سوی دانشمندان دیگر، که حداقل تا حدی با انتخاب دونالد ترامپ ایجاد شد، باید جدی گرفته شود. آیا ساعت و این ایده که زمان برای نسل بشر در حال سپری شدن است یا حتی در حال اتمام است، واقع بینانه است یا هشدار دهنده؟ آیا هشدار آن به موقع است یا اتلاف وقت؟

من علاقه بسیار شخصی به زمان دارم. اولاً، کتاب پرفروش من و دلیل اصلی شناخته شدن من در خارج از محدوده جامعه علمی، «تاریخ مختصر زمان» نام داشت. بنابراین برخی ممکن است تصور کنند که من متخصص زمان هستم، اگرچه این روزها متخصص بودن لزوماً چیز خوبی نیست. ثانیاً، من به عنوان کسی که در سن بیست و یک سالگی توسط پزشکانم گفته شده بود که تنها پنج سال از زندگی ام

باقی مانده است و در سال ۲۰۱۸ هفتاد و شش ساله شد، من از یک نظر دیگر و به معنای بسیار شخصی ترمتخصص زمان هستم. من ب با دلواپسی بسیار و البته خیلی جدی از گذشت زمان آگاه هستم و بیشتر عمرم را با این احساس گذرانده ام که زمانی که به من داده شده، آنطور که گفته میشود، قرض گرفته شده است.

بدون شک جهان ما، تاجائی که حافظه ام یاری کند، از نظر سیاسی بی‌ثبات‌تر از هر زمانی است. تعداد زیادی از مردم چه از نظر اقتصادی و یا اجتماعی به حال خود رها شده اند. در نتیجه، آنها به سیاستمداران پوپولیست – یا حداقل محبوب – روی می‌آورند که تجربه محدودی از حکومت دارند و توانایی آن‌ها برای تصمیم‌گیری آرام در یک بحران هنوز آزمایش نشده است. بنابراین این بدان معناست که ساعت روز قیامت باید به نقطه بحرانی نزدیک‌تر شود، زیرا پیش بینی ها و پیش گوئی های نیروهای نامسئول و بدخواه در مورد جنگ نهائی بین خدا و اهریمن در روز قیامت و پایان جهان. افزایش می یابند.

زمین از جوانب زیادی در معرض تهدید است که برای من اصلا مثبت نیستند. تهدیدها بسیار بزرگ و بی شمار هستند.

اول اینکه زمین برای ما خیلی کوچک شده است. منابع فیزیکی ما با سرعت نگران کننده ای در حال تخلیه شدن است. ما به سیاره خود هدیه فاجعه بار تغییر آب و هوا را تقدیم کرده ایم. افزایش دما، کاهش یخ های قطبی، جنگل زدایی، افزایش جمعیت، بیماری، جنگ، قحطی، کمبود آب و نابودی گونه های حیوانی؛ همه اینها قابل حل است؛ اما تا کنون حل نشده اند.

همه ما باعث گرم شدن زمین شده ایم. ما ماشین، مسافرت و استاندارد زندگی بهتر می خواهیم. مشکل اینجاست که وقتی مردم متوجه می شوند چه اتفاقی دارد می افتد، ممکن است خیلی دیر شده باشد. از آنجایی که ما در آستانه یک عصر هسته ای دوم و دوره ای از تغییرات آب و هوایی بی سابقه هستیم، دانشمندان یک بار دیگر مسئولیت ویژه ای دارند تا مردم را آگاه کنند و رهبران را در مورد خطراتی که بشریت با آن مواجه است راهنمائی کنند. ما به عنوان دانشمندان، خطرات سلاح‌های هسته‌ای و اثرات مُخرّب آن‌ها را درک می‌کنیم و می‌دانیم که چگونه فعالیت‌ها و فناوری‌های انسانی بر سیستم‌های آب و هوایی تأثیر می‌گذارند به گونه‌ای که ممکن است برای همیشه زندگی روی زمین را تغییر دهد. به عنوان شهروندان جهان، ما موظفیم همگان را با این حقایق سهیم کنیم، و مردم را نسبت به خطرات غیرضروری که هر روز با آن زندگی می کنیم، آگاه کنیم. ما خطر بزرگی را پیش‌بینی می‌کنیم، اگر دولت‌ها و جوامع هم اکنون اقدامی برای منسوخ

کردن سلاح‌های هسته‌ای و جلوگیری از تغییرات بیشتر آب و هوا انجام ندهند.

در عین حال، بسیاری از همین سیاستمداران واقعیت تغییرات آب و هوایی ساخته دست بشر یا حداقل توانایی انسان برای تغییر در آن را انکار می کنند، آن هم درست در لحظاتی که جهان ما با یک سری بحران های زیست محیطی حیاتی مواجه است. خطر این است که گرمایش جهانی ممکن است، اگر تاکنون چنین نبوده است، خود را بازسازی کند شود. ذوب شدن یخ های قطب شمال و قطب جنوب بخشی از انرژی خورشیدی که به فضا بازتاب می شود را کاهش می دهد که به نوبه خود حرارت را بیشتر افزایش می دهد. تغییرات آب و هوایی ممکن است آمازون و سایر جنگل های بارانی را از بین ببرد و بدین ترتیب یکی از راه های اصلی حذف دی اکسید کربن از جوّ را از بین ببرد. افزایش دمای دریا ممکن است باعث آزاد شدن مقادیر زیادی دی اکسید کربن شود. هر دوی این پدیده‌ها تاثیرات گلخانه‌ای(greenhouse) را افزایش می‌دهند و بنابراین گرمایش جهانی را تشدید می‌کنند. هر دو اثر می توانند آب و هوای ما را شبیه آب و هوای سیاره زُهره(Venus) کنند: اسید سولفوریک جوشان و بارانی با دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد (۴۸۲ درجه فارنهایت). زندگی انسان غیر ممکن خواهد بود. ما باید فراتر از پروتکل کیوتو، توافقنامه بین المللی که در سال ۱۹۹۷ به تصویب رسید، برویم و هم اکنون تشعشعات کربن را کاهش دهیم. ما تکنولوژی اش را داریم. ما فقط به اراده سیاسی نیاز داریم.

ما می توانیم آدم غافلٍ و بی فکری باشیم. زمانی که در تاریخ خود به بحران‌های مشابهی رسیده‌ایم، معمولاً جای دیگری برای استعمار وجود داشته است. کرستف کلمب این کار را در سال ۱۴۹۲ هنگامی که جهان جدید را کشف کرد، انجام داد. اما اکنون هیچ دنیای جدیدی وجود ندارد. هیچ جهان اتوپیائی در گوشه و کنار وجود ندارد. فضای ما در حال تمام شدن است و تنها جاهایی که می‌توان به آنجا رفت، دنیاهای دیگر است.

یونیورس(کائنات) یک مکان بیرحماست. ستارگان سیارات را می‌بلعند، ابرنواخترها(supernovae)- ستارگانی که بطور ناگهانی و در اثر انفجارات درونی بسیار نورانی میشوند- پرتوهای مرگبار را در فضا پرتاب می‌کنند، سیاه‌چاله‌ها به یکدیگر برخورد می‌کنند و سیارک‌ها با سرعت صدها مایل در ثانیه به اطراف می‌چرخند. مسلماً، این پدیده‌ها باعث نمی‌شوند که فضا خیلی جذاب به نظر برسد، اما اینها همان دلایلی هستند که چرا ما باید به جای ماندن در فضا. جسارت داشته باشیم که به فضا بپردازیم. برخورد یک سیارک و یا کمت به کره زمین چیزی است که ما هیچ دفاعی در برابر آن نداریم. آخرین برخورد بزرگ با ما حدود شصت و شش میلیون سال پیش بود

و تصور می شود که دایناسورها را کشته است که ممکن است دوباره اتفاق بیافتد. این داستان علمی تخیلی نیست. بلکه توسط قوانین فیزیک و احتمالات ثابت شده است.

جنگ هسته ای هنوز هم احتمالاً بزرگترین تهدید برای بشریت در زمان حاضر است. این خطری است که ما فراموش کرده ایم. روسیه و ایالات متحده دیگر چندان به فشار دادن تکمه های جنگ هسته ای نمی بالند، اما فرض کنید حادثه ای رخ دهد یا تروریست ها سلاح هایی را که این کشورها هنوز دارند در دست بگیرند. و هر چه کشورهای بیشتری به سلاح هسته ای دست یابند، خطر افزایش می یابد. حتی پس از پایان جنگ سرد، هنوز سلاح های هسته ای کافی برای کشتن همه ما وجود دارد، حتی چندین برابر، و کشورهای هسته ای جدید به بی ثباتی اضافه خواهند کرد. با گذشت زمان، تهدید هسته ای ممکن است کاهش یابد، اما تهدیدات دیگری توسعه خواهند یافت، بنابراین ما باید گارد خود را محکم کنیم.

به هر حال، من تقریباً اجتناب ناپذیر می دانم که یک رویارویی هسته ای یا یک فاجعه زیست محیطی زمین را در مقطعی در ۱۰۰۰ سال آینده فلج کند، هزار سالی که در مقیاس زمان زمین شناسی، صرفاً یک چشم به هم زدن است. تا آن زمان من امیدوارم و معتقدم که نژاد مبتکر ما راهی برای دور زدن مرزهای عبوس و زمخت زمین پیدا کرده و بنابراین از فاجعه جان سالم به در خواهد برد. البته ممکن است همین امر برای میلیون‌ها گونه‌ی دیگر که روی زمین زندگی می‌کنند ممکن نباشد، و این امر بر وجدان ما به عنوان یک نژاد تاثیر خواهد داشت.

من فکر می کنم ما با بی تفاوتی محض و احمقانه نسبت به آینده خود در سیاره زمین عمل می کنیم. در حال حاضر، ما جای دیگری برای رفتن نداریم، اما در درازمدت نژاد بشر نباید تمام تخم‌های مرغهای خود را در یک سبد یا به عبارت دیگر در یک سیاره داشته باشد. فقط امیدوارم بتوانیم قبل از اینکه یاد بگیریم چگونه از زمین فرار کنیم، از انداختن سبد جلوگیری کنیم. اما ما طبیعتا کاشف هستیم و دارای انگیزه کنجکاوی. این یک ویژگی منحصر به فرد انسانی است. این کنجکاوی برانگیخته است که ما کاوشگرانی را فرستاد تا ثابت کنند زمین مسطح نیست و این همان غریزه است که ما را با سرعت فکر به سمت ستاره ها می فرستد و ما را ترغیب می کند که در واقعیت به آنجا برویم. و هر زمان که ما یک جهش بزرگ جدید مانند فرود روی ماه انجام می دهیم، بشریت را ارتقا می دهیم، مردم و ملت ها را به هم نزدیک می کنیم، اکتشافات جدید و فناوری های جدید را آغاز می کنیم. ترک زمین مستلزم یک رویکرد جهانی هماهنگ است

- همه باید به آن بپیوندند. این تکنولوژی تقریباً در اختیار ما است. ما نیاز داریم که هیجانات سفرهای فضائی در آغاز دهه ۱۹۶۰ را بار دیگر تجربه کنیم. زمان آن رسیده است که منظومه های خورشیدی دیگر را کشف کنیم. پخش و گسرش ما در سیارات دیگر ممکن است تنها چیزی باشد که ما را از دست خودمان نجات می دهد. من متقاعد شده ام که انسان ها باید زمین را ترک کنند. اگر بمانیم، خطر نابودی را داریم.

•

خوب، ورای امید من برای اکتشافات فضائی، آینده چگونه خواهد بود و علم چگونه می تواند به ما کمک کند؟

تصویر مورد علاقه در باره علم در آینده در سریال های علمی تخیلی مانند Star Trek نشان داده می شود. تهیه کنندگان Star Trek حتی مرا تشویق کردند که در آن شرکت کنم، و گفتند چندان هم سخت نیست.

ظاهر آن بسیار سرگرم کننده و شوخی بود، اما من در اشاره به آن، به یک نکته جدی میپردازم. تقریباً تمام چشم اندازهای آینده که از H. G. Wells[21] به بعد به ما نشان داده شده است اساساً استاتیک و صامت بوده است. آنها جامعه‌ای را نشان می‌دهند که در بیشتر موارد از نظر علم، فناوری و سازمان‌های سیاسی از جامعه ما بسیار پیشرفته تر است. (البته این آخری آخری ممکن است انصافا درست باشد!) در دوره میانی تا زمان آتی، باید تغییرات بزرگی با تنش ها و ناراحتی های همراه آنها رخ داده باشد. اما، تا زمانی که آینده به ما نشان داده شود، علم، فناوری و سازمان جامعه به سطحی نزدیک به کمال دست یافته اند.

من این تصویر را زیر سوال می‌برم و می‌پرسم که آیا ما هرگز به وضعیت پایدار نهایی علم و فناوری خواهیم رسید؟ در طول ۱۰ هزار سال یا بیشتر از آخرین عصر یخبندان، در هیچ زمانی نسل بشر در وضعیت دانش پیوسته و تکنولوژی ثابت نبوده است. چند شکست وجود داشته است، مانند آنچه که ما آن را دوران تاریکی پس از سقوط امپراتوری روم می نامیم. اما جمعیت جهان، که معیاری برای سنجش توانایی تکنولوژیکی ما برای

21 Herbert George Wells (اوت ۱۹۴۶ - سپتامبر ۱۸۶۶) - نویسنده انگلیس که از اولین خالقان کتابهای علمی تخیلی است. در میان کتابهای او میتوان به «ماشین زمان» - ۱۸۹۵ - و «مرد نامرئی» - ۱۹۲۰ - اشاره کرد.م

حفظ زندگی و تغذیه خودمان است، با چند سکسکه مانند مرگ سیاه[۲۲]، به طور پیوسته افزایش یافته است. در ۲۰۰ سال گذشته رشد گاه بسیار سریع بوده است - و جمعیت جهان از ۱ میلیارد به حدود ۷.۶ میلیارد نفر رسیده است. دیگر معیارهای توسعه فناوری در دوران اخیر مصرف برق یا تعداد مقالات علمی است. آنها نیز رشد تقریباً تصاعدی را نشان می دهند. در واقع، اکنون ما چنان انتظارات بالایی داریم که برخی از مردم احساس می‌کنند توسط سیاستمداران و دانشمندان فریب خورده‌اند، زیرا ما فی الحال به دیدگاه‌های اتوپیکی که اینان ترسیم کرده اند، دست نیافته‌ایم. به عنوان مثال، فیلم 2001 : A Space Odyssey[۲۳] به ما نشان داد که یک پایگاه در ماه داریم و یک

---

22 طاعون یک بیماری واگیر عفونی مشترک بین انسان و حیوان با عامل باسیل یرسینیا پستیس (Yersinia pestis) است. عامل این بیماری در سال ۱۸۹۴، پس از سال‌ها پژوهش توسط الکساندر یرسین در انستیتو پاستور کشف شد. طاعون یک بیماری باکتریایی و به طور اولیه بیماری موش‌های صحرایی و سایر مهره‌داران کوچک بوده و درواقع انسان یک میزبان تصادفی است. گزش توسط کنه آلوده می‌تواند انسان را مبتلا کند. احتمال انتقال انسان به انسان از طریق قطرات تنفسی وجود دارد. نرخ مرگ‌ومیر طاعون در ایالات متحده ۱۴ درصد است. طاعون در کشورهای توسعه‌یافته تک‌گیر و نادر است اما هنوز هم طغیان‌هایی از بیماری در مناطق بسیار کم برخوردار دیده می شود ولی امروزه نگرانی اصلی در مورد پتانسیل این باکتری در جهت استفاده در بیوتروریسم است. طاعون مهم ترین و مرگبارترین بیماری قرون وسطی بود. تاریخچه این بیماری بسیار خطرناک بارها در طول تاریخ باعث بحران‌های شدید اقتصادی، اجتماعی و سیاسی شده‌است. از دوران باستان تا کشف علتِ این بیماری در سال ۱۸۹۴، دست‌کم سه بار دنیاگیری طاعون، سراسر اروپا، آسیا و آفریقا را فراگرفته است. پاندمی اول در طی قرن ششم در امپراتوری بیزانس رخ داد و به طاعون ژوستینین یا دنیاگیری اوایل قرون وسطی معروف گردید که بواسطه انتقال توسط سربازان ارتش شاهنشاهی ساسانی در سال‌های ۶۲۷–۶۲۸ میلادی باعث اپیدمی «طاعون شیرویه» در سراسر استان‌های باختری شاهنشاهی ساسانیان، به‌ویژه میان‌رودان شد و باعث جان باختن نیمی از جمعیت آن مناطق در شاهنشاهی ساسانی گردید. دومین پاندمی در سدهٔ ۱۳۰۰ میلادی، شیوع طاعون خیارکی بود که به «طاعون سیاه» معروف شد. این پاندمی به مرگ بیش از ۷۵ تا ۲۰۰ میلیون نفر از مردم اوراسیا انجامید. تخمین زده می‌شود که یک سوم جمعیت ایران در آن زمان کشته شدند. پس از آن اپیدمی های متعددی در مناطق مختلف جهان رخ می‌داد تا اینکه سومین دنیاگیری در دهه ۱۸۵۰ در چین آغاز و سپس از طریق مسیرهای تجاری در سراسر جهان منتشر گردید.
در تاریخِ ایران، به ویژه پس از بی‌ثباتی‌ها و زوالِ سامانِ کشوری به دلیل حملهٔ مغولان، بیماری طاعون به‌طور مَتناوب شیوع یافته و باعث کشتن شمار فراوانی از مردمِ شهرهای گوناگون شده‌است. از جمله، در سال‌های ۱۱۵۱–۱۱۵۲ شمسی، همه‌گیری «طاعون خیارکی در ایرَان» به مرگ حدود ۲ میلیون تن انجامید. م

23 ادیسه فضائی ۲۰۰۱: ، یک فیلم علمی تخیلی و حماسی محصول مشترک سال ۱۹۶۸ آمریکا - بریتانیا به کارگردانی و تهیه‌کنندگی استنلی کوبریک(Stanley Kubrick) است. فیلمنامه آن توسط کوبریک و آرتور سی کلارک(Arthur C. Clarke) و تا حدودی متأثر از داستان کوتاه کلارک با نام «نگهبان» به انگلیسی: The Sentinel نوشته شده‌است. کلارک همزمان یک رمان با عنوان همین فیلم را نیز نوشت که پس از پخش شدن فیلم آن را پخش کرد. داستان این فیلم در رابطه با چند رویارویی میان بشر و یک تک‌سنگ (مونولیت) سیاه اسرارآمیز است که ظاهراً در تکامل انسان اثرگذار بوده و در سفر به سیاره مشتری، از سوی یکی از آن مونولیت‌ها، سیگنالی نیز فرستاده می‌شود.م

پرواز سرنشین دار، یا بهتر است بگویم پرسنل، به سمت مشتری پرتاب می کنیم.

هیچ نشانه ای وجود ندارد که توسعه علمی و فناوری به طور چشمگیری در آینده نزدیک کاهش یابد و متوقف شود. مطمئناً نه در زمان توصیف شده در فیلم Star Trek، که تنها حدود ۳۵۰ سال با آن فاصله داریم. اما نرخ رشد فعلی نمی تواند برای هزاره بعدی ادامه یابد. تا سال ۲۶۰۰، جمعیت جهان چنان است که انسانها شانه به شانه می ایستند و مصرف الکتریسیته موجب میشود که زمین به رنگ قرمز بدرخشد. اگر کتاب‌های جدیدی را که منتشر خواهند شدد کنار یکدیگر بچینید، با سرعت تولید کنونی، باید با سرعت نود مایل در ساعت حرکت کنید تا به پایان خط کتابهای چیده شده به طریق ذکر شده برسید. البته تا سال ۲۶۰۰ آثار هنری و علمی جدید به جای کتاب و مقاله فیزیکی به شکل الکترونیکی عرضه خواهند شد. با این وجود، اگر رشد تصاعدی ادامه پیدا کند، ده مقاله در ثانیه در نوع فیزیک نظری من عرضه خواهد شد و زمانی برای خواندن آنها وجود نخواهد نداشت.

واضح است که رشد سریع کنونی نمی تواند به طور نامحدود ادامه یابد. پس چه خواهد شد؟ یک احتمال این است که ما خود را از طریق فاجعه ای مانند جنگ هسته ای از بین ببریم. حتی اگر خودمان را به طور کامل نابود نکنیم، این احتمال وجود دارد که به حالت بی رحمی و بربریت فرو برویم، مانند صحنه اول فیلم ترمیناتور. (Terminator فیلم آمریکائی تخیلی -علمی- اکشن ساخته شده در ۱۹۸۴)

چگونه در هزاره آینده در علم و فناوری توسعه خواهیم یافت؟ جواب دادن به این خیلی سخت است. اما بگذارید من به خود جرات بدهم که پیش‌بینی‌هایم را برای آینده ارائه کنم. من تا حدودی شانس این را خواهم داشت که برای در صد سال آینده درست بگویم، اما بقیه هزاره گمانه زنی های بی نظم و نسق خواهد بود.

درک مدرن ما از علم تقریباً همزمان با استقرار اروپایی ها در آمریکای شمالی آغاز شد و در پایان قرن نوزدهم به نظر می رسید که ما در شرف دستیابی به درک کامل جهان بر اساس آنچه اکنون به عنوان قوانین کلاسیک شناخته می شود هستیم. اما، همانطور که دیدیم، در قرن بیستم مشاهدات نشان داد که انرژی در واحدهای مشخص و مجزا به نام کوانتوم آمده است و نوع جدیدی از نظریه به نام مکانیک کوانتومی توسط ماکس پلانک(Max Planck) و دیگران فرموله شد. مکانیک کوانتومی تصویر کاملاً متفاوتی از واقعیت ارائه می‌کند که در آن چیزها یک تاریخ جداگانه و منحصر به فرد

ندارند، بلکه هر کدام هر تاریخ ممکن را با احتمال خاص خود دارند. وقتی به ذرات منفرد میرسیم، تاریخچه‌های ممکن ذرات، باید شامل مسیرهایی باشد که سریع‌تر از نور حرکت می‌کنند و حتی مسیرهایی که به گذشته بازمی‌گردند. با این حال، این مسیرهایی که به گذشته برمی‌گردند، فقط شبیه رقص فرشته‌ها بر روی سنجاق نیستند. آنها پیامدهای قابل مشاهده و واقعی دارند. حتی چیزی که ما به عنوان فضای خالی در نظر می گیریم پر از ذراتی است که در حلقه های بسته در فضا و زمان حرکت می کنند. یعنی در یک طرف حلقه در زمان به جلو و در طرف دیگر در زمان به عقب حرکت می کنند.

معضلی که وجود دارد، این است که چون تعداد نامتناهی ذرات در فضا و زمان وجود دارد، به همان نسبت تعداد نامتناهی حلقه های بسته متفاوت و ممکن از ذرات نیز وجود دارد. و تعداد نامتناهی حلقه بسته از ذرات، بی نهایت انرژی خواهد داشت که فضا و زمان را تا یک نقطه انحنا می دهد. حتی داستان های علمی تخیلی هم به هیچ چیز عجیب و غریبی مثل این فکر نمی کردند. پرداختن به این انرژی نامتناهی مستلزم محاسبات واقعاً خلاقانه است، و بیشتر کار در فیزیک نظری در بیست سال گذشته به دنبال نظریه ای بوده است که در آن تعداد نامحدود حلقه های بسته در فضا و زمان یکدیگر را به طور کامل خنثی می کنند. تنها در این صورت است که می‌توانیم نظریه کوانتومی را با نسبیت عام اینشتین یکی کنیم و به یک نظریه کامل از قوانین اساسی جهان(ونیورس) دست یابیم.

چشم انداز اینکه ما این نظریه کامل را در هزاره آینده کشف خواهیم کرد چیست؟ می‌توانم بگویم که آنها خیلی خوب خواهند بود، اما در این صورت من یک خوشبین هستم. در سال ۱۹۸۰ گفتم فکر می‌کنم احتمال ۵۰ ـ ۵۰ وجود دارد که در بیست سال آینده یک نظریه یکپارچه کامل را کشف کنیم. ما از آن زمان تاکنون پیشرفت چشمگیری در این دوره داشته‌ایم، اما به نظر می‌رسد که تئوری نهایی هنوز در حد همان ۵۰- ۵۰ است. آیا جام مقدس(Holy Grail) فیزیک همیشه فراتر از دسترس ما خواهد بود؟ من فکر نمی کنم.

در آغاز قرن بیستم، عملکرد طبیعت را در مقیاس‌های فیزیک کلاسیک درک کردیم که تا حدود یک صدم میلی‌متر خوب است. کار بر روی فیزیک اتمی در سی سال اول قرن، درک ما را به طول یک میلیونیم میلی متر رساند. از آن زمان، تحقیقات در مورد فیزیک هسته ای و فیزیک انرژی های بالا، ما را به مقیاس های طولی رسانده است که یک میلیارد بیشتر کوچکتر هستند. ممکن است به نظر برسد که می‌توانیم برای همیشه سازه‌هایی را در مقیاس‌های طولی کوچک‌تر و کوچک‌تر کشف کنیم. با این

حال، این سری مانند یک سری از عروسک های روسی[۲۴] تو در تو محدودیتی دارد. در نهایت آدم به کوچکترین عروسک می رسد که دیگر نمی توان آن را جدا کرد. در فیزیک کوچکترین عروسک طول پلانک(Planck) نامیده می شود و یک میلی متر تقسیم بر ۱۰۰۰۰ میلیارد میلیارد میلیارد است. ما قرار نیست شتاب‌دهنده‌های ذرات بسازیم که بتواند در این فواصل بسیار کوچک کاوش کند. آنها باید بزرگتر از منظومه شمسی باشند و به احتمال زیاد در شرایط مالی فعلی تایید و تامین نمیشوند. با این حال، نتایج نظریه های ما می تواند توسط ماشین های بسیار ساده تر آزمایش شوند.

امکان کاوش در طول پلانک در آزمایشگاه وجود نخواهد داشت، اگرچه ما می‌توانیم انفجار بزرگ(بیگ بنگ) را مطالعه کنیم تا شواهدی را برای رصد از انرژی‌های بالاتر و مقیاس‌های طول کوتاه‌تر از آنچه در زمین به دست می‌آوریم به دست آوریم. با این حال، تا حد زیادی باید بر زیبایی و پیوستگی ریاضی تکیه کنیم تا نظریه نهایی همه چیز را پیدا کنیم.

دیدگاه پیشتازان فضا (Star Trek) در باره آینده که در آن ما به سطح پیشرفته اما استاتیک دست یابیم ممکن است از زاویه دانش ما از قوانین اساسی حاکم بر جهان واقعی باشد. اما من فکر نمی‌کنم که در استفاده‌هایی که از این قوانین می‌کنیم، هرگز به وضعیت پایداری خواهیم رسید. نظریه نهایی هیچ محدودیتی برای پیچیدگی سیستم هایی که ما می توانیم تولید کنیم قائل نمی شود، و در این پیچیدگی ها است که فکر می کنم مهمترین تحولات هزاره بعدی صورت خواهد گرفت.

•

پیچیده ترین سیستمی که ما داریم بدن خودمان است. به نظر می رسد حیات از اقیانوس های اولیه ای که چهار میلیارد سال پیش زمین را پوشانده بودند، سرچشمه گرفته است. چگونه این اتفاق افتاد ما نمی دانیم. ممکن است برخوردهای تصادفی بین اتم‌ها باعث ایجاد مولکول‌های ماکرو شود که می‌توانند خود را بازتولید کنند و در ساختارهای پیچیده‌تری مونتاژ شوند. آنچه ما می دانیم این است که تا سه و نیم میلیارد سال پیش، مولکول بسیار پیچیده DNA ظاهر شده بود. DNA اساس تمام حیات روی زمین است. DNA یک ساختار دو مارپیچ مانند و شبیه به یک

24 ماتریوشکا: Matryoshka یا عروسک تودرتوی کشور روسیه، مجموعه‌ای از عروسک های کوچک‌شونده با رنگ آمیزی و تزئینات متنوع است که به ترتیب داخل دیگری قرار می‌گیرد. م

پلکان مارپیچ دارد که توسط فرانسیس کریک(Francis Crick) و جیمز واتسون (James Watson) در آزمایشگاه کاوندیش(Cavendish) در کمبریج در سال ۱۹۵۳ کشف شد. دو رشته مارپیچ دوتایی توسط جفت «باز» های نیتروژنی مانند طناب در یک پلکان مارپیچی، به هم وصل میشوند.(اینجا «باز» به معنی مصطلح در شیمی و در مقابل «اسید» است. مترجم). چهار نوع «باز» نیتروژنی وجود دارد: سیتوزین(cytosine)، گوانین(guanine)، آدنین(adenine) و تیمین(hymine). ترتیبی که بازهای نیتروژنی مختلف در امتداد پلکان مارپیچی رخ می‌دهند، حامل اطلاعات ژنتیکی است که مولکول DNA را قادر می‌سازد ارگانیسمی را در اطراف خود مونتاژ کند و خود را بازتولید کند. در جریان کپی کردن DNA از خود، گاهاً اشتباهاتی در ترتیب بازهای نیتروژن دار در امتداد مارپیچ بوجود می آمد. در بیشتر موارد، اشتباهات در کپی کردن باعث می‌شد DNA نتواند خود را بازتولید کند. چنین خطاهای ژنتیکی، یا تغییر شکل ناگهانی، از بین می روند و میمیرند. اما در موارد معدودی این خطا یا جهش ناگهان شانس بقا و تولید مثل DNA را افزایش می دهد. بنابراین محتوای اطلاعاتی در توالی پایگاه های نیتروژنی به تدریج تکامل می یابد و پیچیدگی آن افزایش می یابد. فرضیه این انتخاب طبیعی جهش ها یا تغییر شکل ناگهان برای اولین بار توسط مرد دیگری از کمبریج به نام چارلز داروین در سال ۱۸۵۸ ارائه شد، اگرچه او مکانیسم آن را نمی دانست.

از آنجا که تکامل بیولوژیکی اساساً یک قدم زدن تصادفی در فضای همه احتمالات ژنتیکی است، از این نظربسیار کند بوده است. پیچیدگی یا تعداد بیت‌های(bits)اطلاعاتی که در DNA رمزگذاری و کد گذاری شده‌اند، تقریباً با تعداد بازهای نیتروژنی در مولکول مشخص می‌شود. هر بیت از اطلاعات را می توان به عنوان پاسخ به یک سوال بله / خیر در نظر گرفت. در حدود دو میلیارد سال اول، نرخ افزایش پیچیدگی باید در حد یک بیت اطلاعات در هر صد سال بوده باشد. سرعت افزایش پیچیدگی DNA به تدریج طی چند میلیون سال گذشته به حدود یک بیت در سال افزایش یافت. اما اکنون در آغاز عصر جدیدی هستیم که در آن قادر خواهیم بود پیچیدگی DNA خود را بدون اینکه منتظر روند کند تکامل بیولوژیکی باشیم، افزایش دهیم. در ۱۰ هزار سال گذشته تغییرات نسبتا کمی در DNA ی انسان ایجاد شده است. اما این احتمال وجود دارد که بتوانیم آن را به طور کامل در هزار سال آینده دوباره طراحی کنیم. البته بسیاری از مردم خواهند گفت که مهندسی ژنتیک روی انسان باید ممنوع شود. اما من بیشتر تردید دارم که آنها بتوانند از آن جلوگیری کنند. مهندسی ژنتیک روی گیاهان و حیوانات به دلایل اقتصادی مجاز خواهد بود و کسی بالاخره مجبور است آن را روی انسان نیز آزمایش کند. در غیاب یک نظم جهانی توتالیتر، کسی در جایی انسان های پیشرفته طراحی خواهد کرد.

واضح است که رشد انسان های بهبودیافته مشکلات اجتماعی و سیاسی بزرگی را در رابطه با انسان های بهبود نیافته ایجاد می کند. من از مهندسی ژنتیک انسانی به عنوان یک چیز خوب حمایت نمی کنم، فقط می گویم که احتمالاً در هزاره آینده اتفاق می افتد، چه بخواهیم یا نه. به همین دلیل است که من داستان های علمی تخیلی مانند star trekرا باور نمی کنم که در آن مردم اساساً همان اند که در ۳۵۰ سال آینده. من فکر می کنم که نژاد بشر و DNA آن به سرعت پیچیدگی خود را افزایش خواهند داد.

به نوعی، نژاد بشر اگر بخواهد با دنیای مداوما در حال پیچیدگی محیط خود کنار بیاید و با چالش‌های جدیدی مانند سفر فضایی روبرو شود، نیاز به بهبود کیفیت ذهنی و فیزیکی خود دارد. و همچنین اگر بخواهیم سیستم های بیولوژیکی از سیستم های الکترونیکی پیش گیرند، باید پیچیدگی خود را افزایش دهیم. در حال حاضر کامپیوترها از مزیت سرعت برخوردارند، اما هیچ نشانه ای از هوش نشان نمی دهند. این تعجب آور نیست زیرا کامپیوترهای کنونی ما پیچیدگی کمتری نسبت به مغز یک کرم خاکی دارند، گونه ای که قدرت فکری اش مورد اشاره قرار نگرفته است. اما کامپیوترها تقریباً از نسخه ای از قانون مور[۲۵] پیروی می کنند که می گوید سرعت و پیچیدگی آنها هر هجده ماه دو برابر می شود. این یکی از این

---

25 قانون مور (به انگلیسی:Moore´s Law) که نخستین بار گوردون مور، از بنیانگذاران شرکت اینتل(Intel)، در سال ۱۹۶۵ آن را ارائه کرد،) قاعده‌ای سرانگشتی است که بیان می‌کند تعداد ترانزیستورهای روی یک چیپ (chip) با مساحت ثابت هر ۲ سال، به‌طور تقریبی دو برابر می‌شود. قانون مور و آیندهٔ صنعت کامپیوترحدود ۴۰ سال قبل، فردی به نام گوردون مور، که دارای دکترای شیمی از دانشگاه برکلی و فوق‌دکترای فیزیک کاربردی از دانشگاه جان‌هاپکینز و از بنیانگذاران شرکت بزرگ اینتل بوده، به مناسبت سالگرد انتشار مجلّهٔ «الکترانیکز»، مقاله‌ای دربارهٔ آیندهٔ صنعت نیمه‌رساناها به رشتهٔ تحریر درآورد. در این مقاله، به این نکته توجّه شده بود که در طی سال‌های قبل از آن میزان پیچیدگی مدارهای میکروالکترونیک، هر دو سال دو برابر شده‌است. معیار اندازه‌گیری این پیچیدگی نیز تعداد ترانزیستورها در واحد سطح بود. بدین معنی که هر سال چیپ(هائی به بازار می‌آمدند که تعداد ترانزیستورهای آن‌ها در واحد سطح دو برابر دو سال گذشته بود. در هنگام انتشار این مقاله تنها ۶ سال از ساخت اولین چیپ الکترونیکی گذشته بود. این روند کمابیش در سال‌های بعد نیز ادامه داشت، تا آنجا که به عنوان معیاری برای پیش‌بینی آیندهٔ صنعت میکروالکترونیک مورد توجه قرار گرفت، و کم‌کم نام قانون به خود گرفت: قانون مور. در سال‌های بعد این قانون به شکل‌های دیگری نیز بیان شد. حتی به مرور زمان نرخ دو برابر برای هر دو سال هم دستخوش تغییراتی گردید، و به‌دو برابر برای هر ۱۸ ماه تبدیل شد. طبیعی است که این دو برابر شدن تعداد ترانزیستورها (خواه در دو سال باشد یا در ۱۸ ماه) به معنای این است که ابعاد ترانزیستورها در حال نصف شدن است. این امر بدان معنی است که به سرعت به جایی خواهیم رسید که محدودیت‌های فیزیکی اجازهٔ این نصف شدن ابعاد را نخواهند داد. این یعنی نزدیک شدن به پایان قانون مور، هر چند احتمالاً این قانون تا حدود سال ۲۰۲۰ همچنان معتبر خواهد بود. پایان عصر قانون مور، دانشمندان را به این سمت سوق داده که شاخه‌های جدیدی از روش‌های محاسباتی را آزمایش کنند، تا در هنگام لزوم (احتمالاً از حدود ۱۰ سال دیگر)، بتوانند جایگزین مناسبی برای کامپیوترهای امروزی داشته باشند؛ روش‌هایی همچون محاسبه کوانتومی (Quantum Computing)، محاسبه زیستی (Bio Computing) و.... آنچه مسلم است، این است که در چنین کامپیوترهایی خبری از چیپ و cpuهایی به شکل‌های امروزی نخواهد بود.م

رشدهای تصاعدی است که به وضوح نمی تواند به طور نامحدود ادامه یابد، و در واقع از قبل شروع به کُند شدن کرده است. با این حال، سرعت سریع پیشرفت احتمالاً تا زمانی که کامپیوترها پیچیدگی مشابهی با مغز انسان نداشته باشند، ادامه خواهد داشت. برخی از مردم می گویند که کامپیوترها، هر اندازه هم تغییر کنند هرگز نمی توانند هوش واقعی را نشان دهند. اما به نظر من اگر مولکول های شیمیایی بسیار پیچیده بتوانند در انسان عمل کنند تا آنها را باهوش کنند، پس مدارهای الکترونیکی به همان اندازه پیچیده می توانند کامپیوترها را به روشی هوشمندانه تغییر دهند. و اگر آن مدارهای الکترونیکی باهوش باشند احتمالاً می توانند کامپیوتر هایی طراحی کنند که پیچیدگی و هوشمندی بیشتری دارند.

به همین دلیل است که من تصویر علمی- تخیلی آینده ای پیشرفته اما ثابت را باور نمی کنم. در عوض، من انتظار دارم که پیچیدگی در هر دو حوزه بیولوژیکی و الکترونیکی به سرعت افزایش یابد. در صد سال آینده چیز زیادی از این اتفاق نخواهد افتاد، این تنها چیزی است که می توانیم با اطمینان پیش بینی کنیم. اما در پایان هزاره آینده، البته اگر به آنجا برسیم، تغییر اساسی خواهد بود.

لینکلن استفنز[۲۶] (Lincoln Steffens) زمانی گفت: «من آینده را دیده ام و کار می کند.» او در واقع در مورد اتحاد جماهیر شوروی صحبت می کرد که اکنون می دانیم که چندان هم «کار» نکرد. با این وجود، من فکر می کنم نظم جهانی کنونی آینده ای دارد، اما بسیار متفاوت خواهد بود.

بزرگترین تهدید برای آینده این سیاره چیست؟

برخورد یک سیارک یا کُمت می تواند تهدیدی باشد که در برابر آن هیچ دفاعی نداریم. اما آخرین برخورد بزرگ چنان کُمت حدود شصت و شش میلیون سال پیش بود که دایناسورها را کشت. یک خطر فوری تر، تغییرات باورنکردنی اقلیمی است. افزایش دمای اقیانوس ها باعث ذوب شدن یخ ها و آزاد شدن مقادیر زیادی دی اکسید کربن می شود. هر دو اثر می توانند آب و هوای ما را شبیه آب و هوای زهره با دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد (۴۸۲ درجه فارنهایت) کنند.

---

26 لینکلن آستین استفنس (٦ آوریل ١٨٦٦ - ٩ اوت ١٩٣٦) یک روزنامه نگار تحقیقاتی آمریکایی و یکی از پیشروان برجسته دوره مترقی در اوایل قرن بیستم بود. وی مجموعه ای از مقالات را در مک کلور با نام «روزهای توئید در سنت لوئیس» راه اندازی کرد ، که بعداً در کتابی با عنوان شرم آور شهرها منتشر می شود. از وی به خاطر تحقیق در مورد فساد در دوایر دولتی در شهرهای آمریکا به عنوان مدفع ارزشهای چپ یاد میشود.م

۸

آیا باید فضا را مستعمره کنیم؟

چرا باید به فضا برویم؟ چه توجیهی برای صرف این همه تلاش و هزینه برای گرفتن چند تکه سنگ در ماه وجود دارد؟ آیا منطقی تر نیست که این تلاشها و تحمل هزینه ها را روی کره زمین انجام بدهیم؟ پاسخ واضح این است که آنجا و در اطراف ما وجود دارد. ترک نکردن سیاره زمین مانند پرتاب شدن به یک جزیره بیابانی است که هیچ تلاش هز برای فرار صورت نمیگیرد. ما باید منظومه شمسی را کاوش کنیم تا بفهمیم انسان ها در کجا می توانند زندگی کنند.

به نوعی، وضعیت شبیه اروپا قبل از سال ۱۴۹۲ است. مردم ممکن بود استدلال کنند که فرستادن کریستف کلمب برای تعققب غاز وحشی، هدر دادن پول بود. با این حال، کشف دنیای جدید تفاوت بسیار بزرگی را در دنیای قدیم ایجاد کرد. فقط فکر کنید، ما بیگ مک (همبرگر Big Mac) یا KFC (مرغ سرخ کرده زنجیره تولید مواد خوراکی کنتاکی) نداشتیم! پخش شدن ما در فضا تأثیر بس بیشتری خواهد داشت. این به طور کامل آینده نسل بشر را تغییر خواهد داد و شاید هم مشخص کند که آیا اصلاً آینده ای داریم یا خیر. این تلاش هیچ یک از مشکلات فوری ما در سیاره زمین را حل نمی کند، اما به ما دیدگاه جدیدی در مورد آن مشکلات می دهد و باعث می شود که به جای نگاه به درون، به بیرون نگاه کنیم. امید هم هست که به این ترتیب ما را برای رویارویی با چالش مشترک متحد کند.

این یک استراتژی درازمدت خواهد بود و منظورم از بلندمدت، صدها یا حتی هزاران سال است. ما می‌توانیم ظرف ۳۰ سال پایگاهی روی ماه داشته باشیم، در ۵۰ سال به مریخ برسیم و ۲۰۰ سال دیگر ماه های سیارات بیرون از منظومه شمسی را کاوش کنیم. منظور من از دسترسی، با فضاپیما و سرنشین با انسان است. ما قبلاً ماشین های متحرک را روی مریخ راندیم و یک کاوشگر را روی «تیتان»(Titan)- ماه سیاره زحل - فرود آورده‌ایم، اما اگر به آینده نسل بشر فکر می‌کنیم، باید خودمان به آنجا برویم.

رفتن به فضا ارزان نخواهد بود، اما تنها به بخش کوچکی از منابع جهانی نیاز دارد.

بودجه ناسا از زمان فرود آپولو تقریباً به صورت واقعی ثابت مانده است، اما از ۰,۳ درصد تولید ناخالص داخلی ایالات متحده در سال ۱۹۷۰ به حدود ۰,۱ درصد در سال ۲۰۱۷ کاهش یافته است. حتی اگر بخواهیم بودجه بین المللی را بیست برابر کنیم، تلاش جدی برای رفتن به فضا، تنها بخش کوچکی از تولید ناخالص جهان است.

کسانی خواهند بود که استدلال می کنند که بهتر است پول خود را صرف حل مشکلات این سیاره، مانند تغییرات آب و هوا و آلودگی کنیم، نه اینکه آن را در جستجوی احتمالاً بی نتیجه برای یک سیاره جدید هدر دهیم. من اهمیت مبارزه با تغییرات اقلیمی و گرمایش زمین را انکار نمی کنم، اما ما می توانیم این کار را انجام دهیم و همچنان یک چهارم درصد از تولید ناخالص داخلی جهان را برای فضا در نظر بگیریم. آیا آینده ما یک چهارم درصد ارزش ندارد؟

ما در دهه ۱۹۶۰ فکر می‌کردیم تلاش برای شناخت فضا (فضا) ارزش زیادی دارد. در سال ۱۹۶۲، پرزیدنت کندی، ایالات متحده را متعهد کرد که تا پایان دهه، کسی را روی ماه فرود آورد. در ۲۰ ژوئیه ۱۹۶۹ باز آلدرین(Buzz Aldrin) و نیل آرمسترانگ (Neil Armstrong) بر سطح ماه فرود آمدند. آن اتفاق، آینده نسل بشر را تغییر داد. من در آن زمان بیست و هفت ساله بودم، محققی در کمبریج، و شانس در جریان بودن واقعه را از دست دادم. من در جلسه ای در لیورپول که در مورد وحدانیت ها بود نشسته بودم و به سخنرانی رنه تام(René Thom) در مورد تئوری فاجعه (catastrophe theory) گوش می دادم که فرود آپولو، رخ داد. آن روزها از تلویزیون خبری نبود و ما تلویزیون هم نداشتیم، اما پسر دو ساله ام آن را برایم تعریف کرد.

مسابقه فضایی به ایجاد شیفتگی نسبت به علم کمک کرد و پیشرفت فناوری ما را سرعت بخشید. بسیاری از دانشمندان امروزی با هدف درک بیشتر درباره خود و جایگاه خود در جهان، در نتیجه فرود بر روی ماه، الهام گرفتند و به علم روی آوردند با این هدف که تصویر و چشم انداز بهتری از خود ما و جایگاهمان در یونیورس کسب کنند. این پیشروی علم، دیدگاه‌های جدیدی در مورد جهان ارائه داد و ما را بر آن داشت که سیاره خود را به عنوانجزئی از یک کل در نظر بگیریم. با این حال، پس از آخرین فرود روی ماه در سال ۱۹۷۲، بدون هیچ برنامه دیگری در آینده برای پروازهای فضایی سرنشین دار، علاقه عمومی به فضا کاهش یافت. این امر با سرخوردگی عمومی از علم در غرب همراه شد، زیرا اگرچه تلاشهای قبلی، مزایای زیادی به همراه داشت، اما مشکلات اجتماعی را که به طور فزاینده ای اذهان عمومی را به خود مشغول می کرد، حل نکرد.

یک برنامه جدید پرواز فضایی سرنشین دار، کمک زیادی به بازگرداندن اشتیاق عمومی به فضا و به طور کلی برای علم خواهد کرد. مأموریت‌های رباتیک بسیار ارزان‌تر هستند و ممکن است اطلاعات علمی بیشتری را ارائه دهند، اما اذهان عمومی را به همان شیوه جلب نمی‌کنند. پروژه های رباتیک، نژاد بشر را در فضا پخش نمی کنند، که من فکر می کنم که باید استراتژی بلندمدت ما باشد. داشتن یک هدف ابرای ایجاد یک پایگاه در ماه تا سال ۲۰۵۰ و فرود انسان بر روی مریخ تا سال ۲۰۷۰، برنامه فضایی را دوباره استارت خواهد زد و به آن احساس، محتوا می بخشد، همانطور که هدف پرزیدنت کندی برای ماه در دهه ۱۹۶۰ انجام داد. در اواخر سال ۲۰۱۷، ایلان ماسک(Elon Musk) برنامه‌های **SpaceX** را برای یک پایگاه در ماه، و یک مأموریت مریخ تا سال ۲۰۲۲ اعلام کرد و رئیس‌جمهور ترامپ یک دستورالعمل سیاست فضایی را امضا کرد که ناسا را مجدداً بر انکشاف و اکتشاف متمرکز می‌کرد، بنابراین شاید ما حتی زودتر به آنجا برسیم.

علاقه جدید به فضا همچنین، جایگاه علم را در افکار عمومی، به طور کلی افزایش می دهد. کم توجهی فعلی به علم و دانشمندان، عواقب جدی دارد. ما در جامعه‌ای زندگی می‌کنیم که به طور فزاینده‌ای توسط علم و فناوری اداره می‌شود، با این حال تعداد کمتری از جوانان مایل به ورود به علم هستند. یک برنامه فضایی جدید و جاه طلبانه، جوانان را هیجان زده می کند و آنها را برای ورود به طیف گسترده ای از علوم، و نه فقط اخترفیزیک و علوم فضایی، تحریک می کند.

برای من هم همینطور است. من همیشه آرزوی پرواز فضایی را داشته ام. اما برای چندین سال فکر می کردم که این فقط یک رویا است. محبودد به زمین و روی ویلچر، چگونه می‌توانستم عظمت فضا را جز از طریق تخیل و کارم در فیزیک نظری تجربه کنم؟ هرگز فکر نمی کردم این فرصت را داشته باشم که سیاره زیبای خود را از فضا ببینم یا به بی نهایت فراتر نگاه کنم. این حوزه فضانوردان بود، تعداد معدودی خوش شانس که می توانند شگفتی و هیجان پرواز فضایی را تجربه کنند. اما من انرژی و اشتیاق افرادی را که مأموریتشان برداشتن اولین قدم در جست‌وجوی خارج از زمین است، در نظر نگرفته بودم. و در سال ۲۰۰۷ به اندازه کافی خوش شانس بودم که به یک پرواز با جاذبه صفر بروم و برای اولین بار بی وزنی را تجربه کنم. فقط چهار دقیقه طول کشید، اما شگفت انگیز بود. این شیفتگی میتوانست باز هم ادامه داشته باشد.

در آن زمان از من چنین نقل شد: «می‌ترسم اگر به فضا نرویم، نسل بشر آینده‌ای نخواهد داشت.» من آن زمان به آن سخنانم اعتقاد داشتم و هنوز هم به آن اعتقاد دارم.

و امیدوارم در آن زمان نشان داده باشم که هر کسی می تواند در سفر فضایی شرکت کند. من معتقدم این بر عهده دانشمندانی مانند من، همراه با کار موسسات مبتکر است، که تمام تلاشمان را برای ترویج هیجان و شگفتی سفرهای فضایی انجام دهیم.

اما آیا انسان می تواند برای مدت طولانی دور از زمین زندگی کند؟ تجربه ما با ISS، ایستگاه فضایی بین‌المللی، نشان می‌دهد که این امکان برای انسان وجود دارد که ماه‌ها دور از سیاره زمین زنده بماند. با این حال، جاذبه صفر مدار باعث ایجاد تعدادی تغییرات فیزیولوژیکی نامطلوب از جمله ضعیف شدن استخوان ها و همچنین ایجاد مشکلاتی در رابطه با مایعات و غیره می شود. بنابراین ما به ایجاد پایگاهی که بتوان در دراز مدت در آن زندگی کرد در یک سیاره یا ماه نیازمندیم. با حفاری در سطح سیاره یا ماه، میتوان عایق حرارتی ایجاد کرد و خود را در برابر شهاب ها و پرتوهای کیهانی حفظ کرد. سیاره یا ماه همچنین می تواند به عنوان منبع مواد خامی باشد که اگر جامعه فرازمینی مستقل از زمین خودکفا باشد، در نظر گرفته شود.

مکان های احتمالی یک کلونی انسان در منظومه شمسی چیست؟ واضح ترین آنها ماه است. نزدیک است و دسترسی به آن نسبتا آسان است. ما قبلاً روی آن فرود آمده‌ایم و در یک کالسکه روی سطح آن عبور کرده‌ایم. از سوی دیگر، ماه کوچک است و بدون اتمسفر، و فاقد میدان مغناطیسی برای منحرف کردن ذرات تابش خورشیدی است، که زمین آن خصوصیات را دارد. آب مایع وجود ندارد، اگرچه ممکن است یخ در دهانه های قطب شمال و جنوب وجود داشته باشند. یک کلنی در ماه می تواند از آن به عنوان منبع اکسیژن استفاده کند که مولد آن از انرژی هسته ای یا پنل های خورشیدی تامین می شود. ماه می تواند پایگاهی برای سفر به بقیه منظومه شمسی باشد.

مریخ قطعا هدف بعدی است. فاصله آن تا خورشید، نصف فاصله زمین تا خورشید است و بنابراین نیمی از گرما را دریافت می کند. زمانی یک میدان مغناطیسی داشت، اما چهار میلیارد سال پیش از بین رفت و مریخ را بدون حفاظ در برابر تشعشعات خورشیدی رها کرد. این امر بخش اعظم اتمسفر مریخ را از بین برد و تنها یک درصد از فشار اتمسفر زمین را دارد. با این حال، فشار اتمسفر مریخ باید در گذشته بیشتر بوده باشد، زیرا ما آثاری که به نظر می رسند رودها و دریاچه های خشک شده اند، می بینیم. آب مایع در حال حاضر نمی تواند در سطح مریخ وجود داشته باشد. تقریباً در خلاء بخار می شود. این نشان می دهد که مریخ دوره مرطوب گرمی داشته است، که در طی آن زندگی ممکن است به طور خود به خود یا از طریق پانسپرمیا

(panspermia)(یعنی از جایی دیگر در کیهان آورده شده باشد) ظاهر شده باشد. در حال حاضر هیچ نشانه ای از حیات در مریخ وجود ندارد، اما اگر شواهدی پیدا کنیم که زمانی زندگی در مریخ وجود داشته است، نشان می دهد که احتمال رشد حیات در آن سیاره بسیار بالا بوده است. با این حال، باید مراقب باشیم که این موضوع را با آلوده کردن سیاره، با حیات روی زمین اشتباه نگیریم. به همین ترتیب، ما باید بسیار مراقب باشیم که هیچ گونه حیات مریخی را به کره زمین بازنگردانیم. چه، ما مقاومتی در برابر آن نخواهیم داشت و ممکن است حیات روی زمین را از بین ببرد.

ناسا تعداد زیادی سفینه فضایی را به مریخ فرستاده است که با Mariner 4 در سال ۱۹۶۴ شروع شد. این سفینه ها، سیاره را با تعدادی مدارگرد بررسی کرده است که آخرین آنها مدارگرد شناسایی مریخ است. این مدارگردها خندق های عمیق و بلندترین کوه های منظومه شمسی را نشان داده اند. ناسا همچنین تعدادی کاوشگر را روی سطح مریخ فرود آورده است که آخرین آنها دو مریخ نورد بودند. اینها تصاویری از یک منظره بیابانی خشک ارسال کرده اند. مانند ماه، در مریخ نیز آب و اکسیژن ممکن است از یخ های قطبی بدست آید. فعالیت های آتشفشانی در مریخ وجود داشته است. این به این معنی است که مواد معدنی و فلزات به سطح انتقال یافته اند که یک کلنیه می تواند از آنها استفاده کند.

ماه و مریخ مناسب ترین مکان ها برای مستعمرات فضایی در منظومه شمسی هستند. عطارد و زهره بسیار داغ هستند، در حالی که مشتری و زحل غول های گازی بدون سطح جامد هستند. ماه و قمرهای مریخ بسیار کوچک هستند و هیچ مزیتی نسبت به خود مریخ ندارند. برخی از ماه ها و قمرهای مشتری و زحل قابل بررسی اند. «اروپا»، یک قمر سیاره مشتری، دارای سطح یخی منجمد است. اما ممکن است در زیر سطح یخی، آب مایعی وجود داشته باشد که در آن حیات در آن ایجاد شده باشد. ما چگونه می توانیم سر در بیاوریم؟ آیا باید روی «اروپا» فرود بیاییم و حفره ای ایجاد کنیم؟

تیتان، یک ماه و قمر زحل، بزرگتر و پرجرمتر از قمر ماست و اتمسفری متراکم دارد. ماموریت سفینه ناسا: کاسینی-هویگنس (Cassini–Huygen) و آژانس فضایی اروپا، کاوشگری را بر روی تیتان فرود آورده است که تصاویری از سطح را ارسال کرده است. با این حال، بسیار سرد است، زیرا بسیار دور از خورشید است، و من دوست ندارم در کنار دریاچه ای از متان مایع زندگی کنم!

اما در مورد فراتر رفتن شجاعانه از منظومه شمسی چطور؟ مشاهدات ما نشان می

دهد که بخش قابل توجهی از ستارگان، سیاره هایی در اطراف خود دارند. تا کنون، ما فقط می‌توانیم سیارات غول‌پیکری مانند مشتری و زحل را شناسایی کنیم، اما منطقی است که فرض کنیم سیارات کوچک‌تر و شبیه زمین همراه آن‌ها خواهند بود. برخی از آنها در ناحیه گلدیلاک(Goldilocks)[۲۷] قرار دارند، جایی که فاصله از ستاره در محدوده مناسبی برای وجود آب مایع در سطح آنها است. در فاصله سی سال نوری از زمین، حدود هزار ستاره وجود دارد. اگر ۱ درصد از این سیاره ها دارای سیاره هایی به اندازه زمین در منطقه گلدیلاک هستند، ما ده جهان جدید نامزد خواهیم داشت.

برای مثال پروکسیما b (Proxima b) **را در نظر بگیرید. این سیاره فرا منظومه خورشیدی که نزدیک‌ترین سیاره به زمین است اما هنوز چهار و نیم سال نوری با زمین فاصله دارد، به دور ستاره پروکسیما قنطورس (Proxima Centaur) در منظومه شمسی آلفا قنطورس(Alpha Centauri) می‌چرخد و تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که شباهت‌هایی به زمین دارد.**

سفر به این جهان‌های کاندید زندگی، شاید با تکنولوژی امروزی امکان‌پذیر نباشد، اما با استفاده از تخیل خود می‌توانیم سفر بین ستاره‌ای را به یک هدف بلندمدت در ۲۰۰ تا ۵۰۰ سال آینده تبدیل کنیم. سرعتی که می‌توانیم طبق آن یک موشک پرتاب کنیم به دو عامل بستگی دارد، سرعت سوخت و ضایعات و بخشی از جرم آن که موشک با شتاب گرفتن، از دست می‌دهد. سرعت خروجی یا ضایعات راکت های شیمیایی، آنچه که تاکنون استفاده کرده ایم، حدود سه کیلومتر در ثانیه است. با کاهش ۳۰ درصد از جرم خود، می توانند به سرعتی در حدود نیم کیلومتر در ثانیه برسند و سپس دوباره سرعت خود را کاهش دهند. به گفته ناسا، رسیدن به مریخ ۲۶۰ روز طول می کشد، اگر ۱۰ روز را مناسب ترین در نظر بگیریم، برخی از دانشمندان ناسا کمتر از ۱۳۰ روز را پیش بینی می کنند. اما رسیدن به نزدیکترین منظومه ستاره ای فراتر از منظومه شمسی، سه میلیون سال طول می کشد. برای تندتر رفتن نیاز به سرعت اگزوز بسیار بالاتر از آن چیزی است که موشک های شیمیایی می توانند ارائه دهند، یعنی سرعت خود نور. یک پرتو نور قدرتمند از عقب، می تواند سفینه فضایی را به جلو هدایت کند. امتزاج هسته ای می تواند یک درصد انرژی جرمی سفینه فضایی را تامین کند که آن را تا یک دهم سرعت نور شتاب بدهد. فراتر از آن، ما به یک انرژی خنثی کننده ماده – ضد ماده و یا

27 یک پری افسانه ای که وارد خانه سه خرس می شود و دارایی های توله خرس را در مقایسه با پدر خرس و مادرخرس، عادلانه اعلام میکند.در اصطلاح فضا نوردان» گلدیلاک زون» در مورد سیاره ای به کار میرود که درجه حرارت آن متوسط است، نه خیلی سرد و نه خیلی داغ. م

نوعی انرژی کاملاً جدید نیاز داریم. در واقع، فاصله تا آلفا قنطورس آنقدر زیاد است که برای رسیدن به آن در طول عمر انسان، یک فضا پیما باید سوختی با جرم تقریباً تمام ستارگان کهکشان حمل کند. به عبارت دیگر، با تکنولوژی فعلی، سفر بین ستاره ای کاملا غیر عملی است. آلفا قنطورس هرگز نمی تواند به مقصد تعطیلات تبدیل شود!

ما به لطف تخیل و نبوغ، فرصتی برای تغییر آن داریم. در سال ۲۰۱۶به یوری میلنر(Yuri Milner) پیوستم تا پروژه Breakthrough Starshot، یک برنامه تحقیق و توسعه بلندمدت با هدف تحقق سفر بین ستاره ای را راه اندازی کنیم. اگر موفق شویم، در طول عمر انسان امروزی، کاوشگری را به آلفا قنطورس می‌فرستیم. به این موضوع باز خواهم گشت.

چگونه این سفر را شروع کنیم؟ تاکنون، اکتشافات ما به همسایگان فضائی محلی ما محدود شده است. چهل سال بعد، باهوش ترین کاوشگر ما، وویجر(Voyager)، به تازگی به فضای بین ستاره ای رسیده است. سرعت آن، یازده مایل در ثانیه، به این معنی است که حدود ۷۰ هزار سال طول می کشد تا به آلفا قنطورس برسد. این صورت فلکی یا مجموعه ستارگان و سیارات، ۴ و ۳۷ صدم سال نوری از ما، یعنی بیست و پنج تریلیون مایل فاصله دارد. اگر امروز موجوداتی در آلفا قنطورس زنده هستند، خوشبختانه از ظهور دونالد ترامپ بی اطلاع هستند.

واضح است که ما وارد عصر فضایی جدیدی می شویم. اولین فضانوردان خصوصی پیشگام خواهند بود و اولین پروازها بسیار پرهزینه خواهند بود، اما با گذشت زمان امیدوارم که پرواز فضایی در دسترس تعداد بیشتری از جمعیت زمین قرار گیرد. بردن مسافران بیشتر و بیشتر به فضا، معنای جدیدی به مکان ما روی زمین و مسئولیت‌های ما به عنوان نگهبان آن می‌دهد و به ما کمک می‌کند مکان و آینده خود را در کیهان بشناسیم - جایی که من معتقدم سرنوشت نهایی ماست.

پروژه Breakthrough Starshot، فرصتی واقعی برای انسان است تا با هدف کاوش و سنجش احتمالات کلنیالیزه فضا را بررسی کند. این یک پروژه برای اثبات تصویر است و بر روی سه مفهوم کار می کند: ۱- فضا پیمای مینیاتوری، ۲- محرک ها و شتاب دهنده های نور و ۳- لیزرهائی با فازهای مسدود. چیپ ستاره(Star Chip)، یک کاوشگر فضایی کامل و کارآ، که اندازه آن به چند سانتی متر کاهش یافته است، به یک بادبان نوری متصل خواهد شد. وزن بادبان نوری ساخته شده از متا مواد، بیش از چند گرم نیست.

پیش‌بینی می‌شود که هزار «چیپ ستاره» و بادبان نوری، یا نانوکرافت(nanocraft)، به مدار فرستاده شود. روی زمین، مجموعه‌ای از لیزرها در مقیاس کیلومتری در یک ستون نور واحد و بسیار قدرتمند ترکیب می‌شوند. ستون نو به اتمسفر پرتاب می شود و با ده ها گیگاوات قدرت، به بادبان های نوری در فضا برخورد می کند.

ایده پشت این نوآوری این است که نانوکرافت بر روی ستون نور سوار می شود، همان طور که انیشتین در شانزده سالگی رویای سوار شدن بر یک ستون نور را در سر می پروراند. نه کاملاً به سرعت نور، بلکه به یک پنجم آن، یا صد میلیون مایل در ساعت. چنین سیستمی می‌تواند در کمتر از یک ساعت به مریخ برسد، در چند روز به پلوتون برسد، در کمتر از یک هفته از وویجر(Voyager) بگذرد و در مدت کمی بیش از بیست سال به آلفا قنطورس برسد. این نانوکرافت پس از رسیدن به آنجا، می‌تواند از سیاره‌های کشف شده در سیستم تصویربرداری کند، میدان‌های مغناطیسی و مولکول‌های آلی- ارگانیک - را آزمایش کند و داده‌ها را با ستون لیزر دیگری به زمین ارسال کند. این سیگنال کوچک توسط همان مجموعه لیزری که ستون نوری را پرتاب کرد، دریافت می‌شود و بازگشت آن حدود چهار سال نوری طول می‌کشد. نکته مهم این است که مسیرهای «چیپ ستاره» ممکن است شامل پرواز از کنار پروکسیما b، سیاره ای به اندازه زمین باشد که در منطقه قابل سکونت ستاره میزبان خود، یعنی در آلفا قنطورس قرار دارد. در سال ۲۰۱۷، پروژه Breakthrough و European Southern Observatory (رصدخانه جنوبی اروپا) برای ادامه جستجوی سیارات قابل سکونت در آلفا قنطورس در یکدیگر ادغام شدند.

اهداف ثانویه ای برایBreakthrough Starshot وجود دارند. از جمله اینکه منظومه شمسی را کاوش می کند و سیارک هایی را که از مسیر مدار زمین به دور خورشید عبور می کنند، شناسایی می کند. علاوه بر این، فیزیکدان آلمانی کلودیوس گروس(Claudius Gros) پیشنهاد کرده است که این تکنولوژی در ایجاد فضای بیولوژیکی برای میکروب های تک سلولی در سیارات فراخورشیدی که در غیر این صورت فقط به طور موقت قابل سکونت هستند، استفاده شود.

تا اینجا به یک ممکن هائی رسیده ایم. با این حال، چالش های عمده ای وجود دارند. یک لیزر با یک گیگاوات قدرت تنها چند نیوتن با نیروی فشار را ایجاد می کند. اما نانوکرافت این نقطه ضعف را با داشتن جرم تنها چند گرم، جبران می کند. چالش های پیشاروی مهندسی نیروهای محرکه بسیار زیاد است. این نانوکرافت ها باید از سرعت

شدید، سرما، خلاء و پروتون ها و همچنین برخورد با زباله هایی مانند گرد و غبار فضایی جان سالم به در ببرند. علاوه بر این، تمرکز مجموعه ای از لیزرها با توان مجموعا صد گیگا وات بر روی بادبان های خورشیدی به دلیل تلاطم های اتمسفر دشوار خواهد بود. چگونه صدها لیزر را در جریان حرکت به اتمسفر ترکیب می کنیم، چگونه نانوکرافت را بدون تبدیل شدنشان به خاکستر به حرکت در می آوریم و چگونه آنها را در جهت درست هدایت می کنیم؟ سپس ما باید نانوکرافت را به مدت بیست سال در فضای خالی منجمد نگه داریم تا بتوانند سیگنال‌هایی را در طول چهار سال نوری ارسال کنند. اما اینها مشکلات مهندسی نیروی محرکه هستند و چالش های مهندسان در نهایت حل می شوند. همانطور که به سمت یک تکنولوژی کامل پیش می رود، می توان ماموریت های هیجان انگیز دیگری را نیز متصور شد. حتی با آاشعه های لیزری کمتر قدرتمند، زمان سفر به سیارات دیگر، به منظومه شمسی بیرونی یا فضای بین‌ستاره‌ای می‌تواند بسیار کاهش یابد.

البته، این سفر بین ستاره ای توسط انسان نخواهد بود، حتی اگر بتوان آن را تا سطح یک سفینه دارای خدمه انسانی ارتقاء داد. متوقف کردن آن ممکن نخواهد بود. اما این لحظه ای خواهد بود که فرهنگ بشریت با سطح بین ستاره ای پیش می رود، زمانی که ما در نهایت به کهکشان می رسیم. و اگر **Breakthrough Starshot** تصاویری از یک سیاره قابل سکونت که به دور نزدیکترین همسایه ما می چرخد را ارسال کند، می تواند برای آینده بشریت اهمیت زیادی داشته باشد.

در پایان، به انیشتین باز می گردم. اگر سیاره ای را در منظومه آلفا قنطورس بیابیم، تصویر آن که توسط دوربینی که با یک پنجم سرعت نور حرکت می کند گرفته شده است، به دلیل تأثیرات نسبیت خاص، کمی تغییر می کند. این اولین باری خواهد بود که یک فضاپیما به اندازه کافی سریع پرواز می کند تا چنین اثراتی را ببیند. در واقع، نظریه انیشتین در کل این مأموریت نقش محوری دارد. بدون نظریه انیشتین، ما نه لیزر داریم و نه توانایی انجام محاسبات لازم برای هدایت، تصویربرداری و انتقال داده ها در طول بیست و پنج تریلیون مایل با یک پنجم سرعت نور.

ما می توانیم مسیری بین آرزوی آن پسر شانزده ساله ای باشیم که رویای سوار شدن بر یک ستون نور را در سر می پروراند؛ و رویای خودمان را که قصد داریم آن را به واقعیت تبدیل کنیم. یعنی سوار شدن بر ستون نور خودمان به سوی ستاره ها. ما در آستانه یک دوران جدید ایستاده ایم. تسخیر سیارات دیگر و یا به «مستعمره» ساختن آنها، دیگر علمی تخیلی نیست. می تواند یک واقعیت علمی باشد.

نژاد بشر به عنوان یک گونه جداگانه حدودا دو میلیون سال وجود داشته است. تمدن حدود ۱۰ هزار سال پیش آغاز شد و سرعت پیشرفت و تکامل به طور پیوسته در حال افزایش است. اگر قرار است بشریت برای یک میلیون سال دیگر ادامه یابد، آینده ما در این است که شجاعانه به جایی برویم که هیچ کس قبلاً نرفته است.

من به بهترین ها امیدوارم. مجبور هستم. انتخاب دیگری نداریم.

عصر سفرهای فضایی غیرنظامی در راه است. به نظر شما این، چه معنایی برای ما دارد؟

من مشتاقانه منتظر سفر فضایی هستم. من یکی از اولین کسانی هستم که بلیط میخرم. من انتظار دارم که ظرف صد سال آینده بتوانیم به هر نقطه از منظومه شمسی سفر کنیم، به جز سیارات بیرون از منظومه شمسی. اما سفر به ستاره ها کمی بیشتر طول می کشد. من فکر می کنم تا ۵۰۰ سال دیگر، ما از برخی از خورشید و ستاره های نزدیک دیدن خواهیم کرد. مثل Star Trek نخواهد بود. ما نمی‌توانیم با سرعت بیقواره Star Trek سفر کنیم. بنابراین یک سفر رفت و برگشت حداقل ده سال و احتمالاً بسیار بیشتر طول خواهد کشید.

۹

آیا هوش مصنوعی از ما پیشی خواهد گرفت؟

هوش در معنای انسان بودن نقش اساسی دارد. هر چیزی که تمدن ارائه کرده است محصول هوش بشری است.

DNA طرح و نقشه های زندگی را بین نسل ها منتقل می کند. در اشکال زندگی پیچیده‌تر، اطلاعات دریافتی از ارگانهای حسی مثل چشم و گوش به مغز و یا سیستم دیگری میفرستند تا آنها را تشخیص و شناسائی کنند و سپس از طریق عضلات، برای مثال، نحوه واکنش و عمل را بر جهان بیرون تعیین میکنند. در مقطعی از ۱۳،۸ میلیارد سال تاریخ کیهانی ما، اتفاق زیبایی رخ داد. پروسه ساخت و پردازش اطلاعات، چنان هوشمند شد که حیات اشکال آگاهانه بخود گرفت. جهان (یونیورس) ما اکنون بیدار شده و از وجود خود آگاه شده است. به نظر من این یک پیروزی است که ما که خود یک غبار ستاره ای هستیم، به چنین درک دقیقی از جهانی که در آن زندگی می کنیم رسیده ایم.

من فکر می کنم تفاوت قابل توجهی بین نحوه عملکرد مغز یک کرم خاکی و نحوه محاسبه یک کامپیوتر وجود ندارد. من همچنین معتقدم که تکامل به این معناست که هیچ تفاوت کیفی بین مغز کرم خاکی و مغز انسان وجود ندارد. بنابراین نتیجه می شود که کامپیوترها، اصولاً، می توانند هوش انسانی را تقلید و یا حتی از آن فراتر بروند. واضح است که ممکن است چیزی نسبت به اجداد خود هوش بالاتری کسب کند: ما تکامل یافته ایم و از اجداد میمون مانند خود باهوش تریم و انیشتین باهوش تر از والدینش بود.

اگر کامپیوترها در پیروی از «قانون مور»[۲۸](Moore's Law) ادامه دهند و سرعت و ظرفیت حافظه خود را هر هجده ماه دو برابر کنند، نتیجه این است که کامپیوترها احتمالاً در صد سال آینده از نظر هوش از انسان‌ها پیشی خواهند گرفت. هنگامی که یک هوش مصنوعی - Artificial Intelligence (AI) در طراحی هوش مصنوعی بهتر از انسان می شود، به طوری که می تواند بدون کمک انسان به صورت تکرار

28 اصلی که طبق آن پیش بینی میشود سرعت و ظرفیت کامپیوترها، در اثر افزایش ترانسیزتورهای یک میکرو چیپ، هر هجده ماه دو برابر شود.م

پروسه، خود را بهبود بخشد، ممکن است با انفجار هوشی روبرو شویم که در نهایت منجر به ایجاد ماشین هایی بشوند که فاصله هوش آنها با ما بیشتر از فاصله هوش ما از حلزون ها است. وقتی این اتفاق می‌افتد، باید اطمینان داشته باشیم که کامپیوترها با اهداف ما همسو هستند. ما ممکن است، در مواجهه با ماشین های فوق العاده هوشمند، با نامگزاری آنها به عنوان «علمی- تخیلی»، خود را در واقع فریب بدهیم و آنها را نادیده بگیریم. اما این یک اشتباه است و احتمالاً بدترین اشتباه ما تاکنون.

در حدود بیست سال گذشته، AI بر مشکلات پیرامون ساخت عوامل هوشمند متمرکز بوده است، سیستم هایی که درک می کنند و در یک محیط خاص عمل می کنند. در این زمینه، هوش با مفاهیم آماری و معیارهای عقلائی اقتصادی - یعنی به تعابیر عامه، توانایی تصمیم گیری های مناسب و برنامه ریزی مرتبط است. در نتیجه این کارهای اخیر، درجه زیادی از ادغام و بارآوری متقابل بین هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی، آمار، تئوری کنترل، علوم اعصاب و سایر زمینه ها بوجود آمده است. ایجاد چارچوب‌های نظری مشترک، همراه با در دسترس بودن داده‌ها و قدرت ساخت و پرداخت، موفقیت‌های قابل‌توجهی در وظایف عرصه های مختلف، مانند تشخیص گفتار، طبقه‌بندی تصاویر، وسایل نقلیه خودکار، ترجمه ماشینی، حرکت پاها و سیستم‌های پاسخ‌گویی به سؤالات به همراه داشته است.

در راستای اینکه پیشرفت در این زمینه ها و سایر زمینه ها از تحقیقات آزمایشگاهی به سمت تکنولوژی های با ارزش اقتصادی حرکت می کند، یک سیکل مشوق تکامل می یابد که به موجب آن حتی پیشرفت های کوچک ارزش مبالغ هنگفتی از سرمایه گذاری های بیشتر را پیدا میکند که در نتیجه انگیزه ای میشود برای سرمایه گزاری های بیشتر در تحقیقات. اکنون اجماع گسترده ای وجود دارد که تحقیقات AI به طور پیوسته در حال پیشرفت است و احتمالاً تأثیر آن بر جامعه افزایش می یابد. مزایای بالقوه بسیار زیاد است. ما نمی‌توانیم پیش‌بینی کنیم که هوش توسط ابزارهایی که AI فراهم می‌کند بزرگ‌تر شود، به چه چیزی دست پیدا می‌کنیم. ریشه کنی بیماری و فقر امکان پذیر است. به دلیل پتانسیل بالای AI، مهم است که در مورد چگونگی بهره مندی از مزایای آن در عین اجتناب از دام های احتمالی تحقیق کنیم. موفقیت در ایجاد AI بزرگترین رویداد در تاریخ بشر خواهد بود.

متأسفانه، ممکن است آخرین مورد نیز باشد، مگر اینکه یاد بگیریم چگونه از خطرات اجتناب کنیم. AI که به‌عنوان یک جعبه ابزار استفاده می‌شود، می‌تواند هوش

کنونی ما را تقویت کند تا پیشرفت‌ها را در هر زمینه‌ای از علم و جامعه باز کند. با این حال، خطراتی را نیز به همراه خواهد داشت. در حالی که اشکال اولیه AI توسعه یافته تا کنون بسیار مفید بوده اند، من از عواقب ایجاد چیزی که می تواند به پای انسان برسد و یا حتی از انسان پیشی بگیرد می ترسم. نگرانی این است که AI به بطور خوکار شروع به کار کند و خود را با سرعت فزاینده ای دوباره بازسازی میکند. در نتیجه انسان‌ها که با سیر تکامل بیولوژیکی آهسته و تدریجی محدود شده‌اند، نمی‌توانند رقابت کنند و جایگزین خواهند شد. و در آینده AI می تواند اراده ای برای خود ایجاد کند، اراده ای که با اراده ما در تضاد است. برخی دیگر بر این باورند که انسان ها می توانند سرعت تکنولوژی را برای مدت طولانی کنترل کنند و پتانسیل هوش مصنوعی (AI) برای حل بسیاری از مشکلات جهان محقق خواهد شد. اگرچه من به عنوان یک انسان خوش بین در مورد نژاد بشر شناخته شده ام، اما چندان مطمئن نیستم.

به عنوان مثال، در کوتاه مدت، ارتش های جهان در حال بررسی یک مسابقه تسلیحاتی برای ایجاد سیستم های تسلیحاتی خودمختار هستند که می توانند اهداف خود را انتخاب و نابود کنند. در حالی که سازمان ملل در حال بحث در مورد معاهده ای است که این گونه سلاح ها را ممنوع می کند، طرفداران سلاح های خودمختار معمولاً فراموش می کنند که مهم ترین سؤال را پاسخ بدهند. هدف احتمالی و نقش مثبت یک مسابقه تسلیحاتی چیست و آیا برای نژاد بشر مطلوب است؟ آیا واقعاً می‌خواهیم سلاح‌های ارزان‌قیمت هوش مصنوعی تبدیل به کلاشینکف فردا شوند که در بازار سیاه به جنایتکاران و تروریست‌ها فروخته می‌شوند؟ با توجه به نگرانی در مورد توانایی ما برای حفظ کنترل طولانی مدت سیستم های هوش مصنوعی پیشرفته تر، آیا باید آن جنایتکاران و نیروهای سیاه را مسلح کنیم و دفاع خود را به آنها بسپاریم؟ در سال ۲۰۱۰، سیستم های معاملاتی کامپیوتری فلش کراش(Flash Crash) – سقوط و تصادف برق آسا - را در بازار سهام ایجاد کردند. یک تصادف کامپیوتری در عرصه دفاعی چگونه خواهد بود؟ بهترین زمان برای توقف مسابقه تسلیحاتی خودمختار، اکنون است.

در میان مدت، هوش مصنوعی ممکن است مشاغل ما را خودکار کند تا هم رفاه و هم برابری را به ارمغان بیاورد. با نگاهی به آینده، هیچ محدودیت اساسی برای آنچه می توان به دست آورد وجود ندارد. هیچ قانون فیزیکی وجود ندارد که ذرات را از سازماندهی به روش هایی که حتی محاسبات پیشرفته تری نسبت به آرایش ذرات در مغز انسان انجام می دهند، منع کند. یک انتقال انفجاری ممکن است، اگرچه ممکن است متفاوت از فیلم ها باشد. همانطور که ریاضیدان ایروینگ

گود(Irving Good) در سال ۱۹۶۵ متوجه شد، ماشین‌هایی با هوش مافوق بشری می‌توانند بارها و بارها طراحی خود را حتی بیشتر بهبود ببخشند، چیزی که نویسنده علمی - تخیلی ورنور وینج(Vernor Vinge) آن را تکینگی یا یگانگی تکنولوژیکی می‌نامد. می‌توان تصور کرد که چنین فناوری بر بازارهای مالی پیشی می‌گیرد، محققان انسانی را اختراع می‌کند، رهبران انسانی را دستکاری می‌کند و به طور بالقوه ما را تحت تابعیت سلاح‌هایی که حتی نمی‌توانیم تصویری از آنها داشته باشیم، قرار دهند. در حالی که تأثیر کوتاه مدت هوشِ مصنوعی به کنترل آن بستگی دارد، تأثیر بلندمدت به این بستگی دارد که آیا اصلاً میتوان آن را کنترل کرد.

به طور خلاصه، ظهور هوش مصنوعی فوق هوشمند بهترین یا بدترین اتفاقی است که برای بشریت رخ داده است. خطر واقعی هوش مصنوعی سوء نیت نیست، بلکه قابلیت است. یک هوش مصنوعی فوق هوشمند در دستیابی به اهداف خود بسیار خوب خواهد بود و اگر این اهداف با اهداف ما بیگانه باشند، دچار مشکل می شویم. احتمالاً شما کسی نیستید که از روی بدخواهی پا روی مورچه ها بگذارید، اما اگرشما مسئول یک پروژه انرژی سبز هیدرو التکتریک هستید و یک لانه مورچگان در منطقه وجود دارد که زیر آب می رود، برای مورچه ها خیلی بد است. بگذارید بشریت را در جایگاه آن مورچه ها قرار ندهیم. باید از قبل برنامه ریزی کنیم. اگر از یک تمدن بیگانه فوق بشری برای ما پیامکی فرستاده شود که: «چند دهه دیگر پیش شما هستیم»، آیا فصرفا پاسخ می‌دهیم: «باشه، وقتی به اینجا رسیدی با ما تماس بگیر، چراغ‌ها را روشن می‌گذاریم»؟ احتمالاً نه، اما این کمابیش همان چیزی است که در مورد هوش مصنوعی اتفاق افتاده است. تحقیقات جدی کمی در خارج از چند مؤسسه کوچک غیرانتفاعی به این موضوعات اختصاص یافته است.

خوشبختانه، این در حال حاضر در حال تغییر است. پیشگامان تکنولوژی، بیل گیتس(Bill Gates)، استیو وزنیاک(Steve Wozniak) و ایلان ماسک (Elon Musk) نگرانی های من را منعکس کردند و فرهنگ سالم ارزیابی ریسک و آگاهی از پیامدهای اجتماعی در جامعه هوش مصنوعی شروع به ریشه دواندن کرده است. در ژانویه ۲۰۱۵، من به همراه ایلان ماسک و بسیاری از کارشناسان هوش مصنوعی، نامه ای سرگشاده در مورد هوش مصنوعی امضا کردیم و خواستار تحقیقات جدی در مورد تأثیر آن بر جامعه شدیم. در گذشته، ایلان ماسک هشدار داده بود که هوش مصنوعی فوق بشری قادر به ارائه مزایای غیرقابل محاسبه است، اما اگر بی احتیاط به کار گرفته شود، تأثیر نامطلوبی بر نسل بشر خواهد داشت. من و

او در هیئت مشاوره علمی موسسه آینده زندگی(Future of Life Institute)، سازمانی که برای کاهش خطر انقراض بشریت کار می کند و پیش نویس نامه سرگشاده را تهیه کرده است، عضویت داریم. این امر مستلزم تحقیقاتی ملموس در مورد اینکه چگونه می‌توانیم از مشکلات احتمالی جلوگیری کنیم و در عین حال از مزایای بالقوه‌ای که هوش مصنوعی به ما ارائه می‌دهد نیز بهره‌مندیم، طراحی شده است تا محققان و توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی توجه بیشتری به ایمنی هوش مصنوعی داشته باشند. علاوه بر این، برای سیاستگذاران و عموم مردم، این نامه آموزنده بود اما هشداردهنده نبود. ما فکر می کنیم بسیار مهم است که همه بدانند که محققان هوش مصنوعی به طور جدی به این نگرانی ها و مسائل اخلاقی فکر می کنند. به عنوان مثال، هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که بیماری و فقر را ریشه کن کند، اما محققان باید برای ایجاد هوش مصنوعی قابل کنترل تلاش کنند.

در اکتبر ۲۰۱۶، من همچنین یک مرکز جدید را در کمبریج افتتاح کردم، که هدف آن تلاشی است برای جلوگیری از عواقب شتاب سریع که در تحقیقات توسط هوش مصنوعی(AI) بوجود می آید. مرکز آینده هوش لورهولم: (The Leverhulme Centre for the Future of Intelligence)، یک مؤسسه چند رشته ای است که به تحقیق در مورد آینده هوش به عنوان یک فاکتور حیاتی در آینده تمدن و گونه ما می پردازد. ما زمان زیادی را صرف مطالعه تاریخ می کنیم، که، اجازه دهید صریح باشیم، بیشتر تاریخ حماقت است. بنابراین این یک تغییر خوشایند است که مردم به جای آن تاریخ حماقت، آینده هوش را مطالعه می کنند. ما از خطرات بالقوه آگاه هستیم، اما شاید با ابزارهای این انقلاب تکنولوژیک جدید حتی بتوانیم بخشی از آسیب های وارد شده به جهان طبیعی توسط صنعتی شدن، را جبران کنیم.

تحولات اخیر در پیشرفت هوش مصنوعی شامل فراخوان پارلمان اروپا برای تهیه مجموعه ای از مقررات برای نظارت بر و رسیدگی به ایجاد ربات ها و هوش مصنوعی است. تا حدودی تعجب آور است که این شامل نوعی شخصیت الکترونیکی می شود تا از حقوق و مسئولیت های تواناترین و پیشرفته ترین هوش مصنوعی اطمینان حاصل شود. یک سخنگوی پارلمان اروپا گفته است از آنجایی که تعداد هر چه بیشتری از حوزه‌های زندگی روزمره ما به طور فزاینده ای تحت تأثیر روبات‌ها قرار می‌گیرند، باید اطمینان حاصل کنیم که روبات‌ها در خدمت انسان هستند و خواهند ماند. گزارشی که به پارلمان ارائه شد، اعلام می‌کند که جهان در آستانه یک انقلاب جدید روبات‌های صنعتی است. گزارش مذکور این مساله را بررسی میکند که آیا ارائه حقوق قانونی برای روبات ها به عنوان افراد الکترونیکی، همتراز با تعریف قانونی شخصیت های انسانی موسسات،

مجاز است یا خیر. اما تاکید می کند که محققان و طراحان همیشه باید اطمینان حاصل کنند که تمام طرح های رباتیک باید یک سوییچ متوقف کننده را نیز در بربگیرد.

این به دانشمندان سرنشین سفینه فضایی مجهز به هال(Hal)، یعنی کامپیوتر معیوب روباتیک، در فیلم استنلی کوبریک ۲۰۰۱(Stanley Kubrick's 2001) یعنی: A Space Odyssey، کمکی نکرد، اما این یک داستان تخیلی بود. ما با واقعیت سروکار داریم. لورنا برازل(Lorna Brazell)، مشاور شرکت حقوقی چندملیتی آزبورن کلارک(Osborne Clarke)، در گزارش می‌گوید که ما به نهنگ‌ها و گوریل‌ها شخصیت نمی‌دهیم، بنابراین نیازی نیست که با یک جهش به شخصیت روباتیک برسیم. اما نگرانی همینجاست. این گزارش این احتمال را تایید می‌کند که ظرف چند دهه هوش مصنوعی می‌تواند از ظرفیت فکری انسان پیشی بگیرد و رابطه انسان و ربات را به چالش بکشد.

تا سال ۲۰۲۵، حدود ۳۰ کلان شهر وجود خواهد داشت که هر کدام بیش از ده میلیون نفر جمعیت دارند. با وجود آن همه مردمی که فریاد می زنند تا کالاها و خدمات را هر زمان که بخواهند تحویل بگیرند، آیا تکنولوژی می تواند به ما کمک کند تا با توقع ما در راستای مبادله فوری همگام شویم؟ ربات ها قطعا روند خرده فروشی آنلاین را سرعت می بخشند. اما برای متحول کردن مبادله، باید به اندازه کافی سریع باشند تا امکان تحویل در همان روز برای هر تقاضا را فراهم کنند.

فرصت های روابط متقابل با جهان، بدون نیاز به حضور فیزیکی، به سرعت در حال افزایش است. همانطور که می توانید تصور کنید، من آن را جذاب می دانم، نه تنها به این دلیل که زندگی شهری برای همه ما بسیار شلوغ است. چند بار آرزو کرده اید که ای کاش نفر دومی در کنارتان بود تا بتواند حجم کار شما را با او شریک کنید؟ ایجاد همکارهای دیجیتال واقعی از خودمان یک رویای بلندپروازانه است، اما آخرین فناوری نشان می دهد که ممکن است آنقدرها هم که به نظر می رسد ایده ای دور از ذهن نباشد.

وقتی جوان تر بودم، ظهور تکنولوژی به آینده ای اشاره داشت که در آن همه ما از اوقات فراغت بیشتری لذت خواهیم برد. اما در واقع هر چه بیشتر از نظر تکنولوژی پیش رفته ایم، بیشتر مشغول و اوقات فراغتمان کمتر شده است. شهرهای ما در حال حاضر پر از ماشین‌هایی هستند که توانایی‌های ما را گسترش می‌دهند، اما اگر بتوانیم همزمان در دو مکان باشیم، چه؟ ما به صداهای خودکار در سیستم های تلفن و اعلامیه های عمومی عادت کرده ایم. اکنون دانیل کرافت(Daniel Kraft) مخترع در حال

بررسی این مساله است که چگونه می توانیم خودمان را به صورت تصویری، تکثیر و کپی کنیم. سوال اینجاست که یک آواتار[۲۹] (avatar) چقدر می تواند قانع کننده باشد؟

آموزش دهندگان روابط متقابل اجتماعی میتوانند در ایجاد کورش ها و دوره های تعلیمی و سرگرمیها در مقیاس وسیع و به صورت آنلاین مفید باشند. این می‌تواند واقعاً هیجان‌انگیز باشد- بازیگران دیجیتالی که برای همیشه جوان خواهند بود و قادر به اجرای شاهکارهای غیرممکن خواهند بود. قدیس ها و شخصیت های افسانه ای و اساطیری ما در آینده، ممکن است حتی واقعی نباشند.

نحوه ارتباط ما با دنیای دیجیتال کلید پیشرفتی است که در آینده به دست خواهیم آورد. در هوشمندترین شهرها، هوشمندترین خانه‌ها به دستگاه‌هایی مجهز می‌شوند که به قدری محسوس و قابل درک اند که ارتباط با آنها تقریباً به هیچ تلاش نیاز ندارد.

وقتی ماشین تحریر اختراع شد، نحوه رابطه ما با ماشین ها را آزاد کرد. و نزدیک به ۱۵۰ سال بعد، مونیتورهای لمسی راه های جدیدی را برای برقراری ارتباط با دنیای دیجیتال باز کرده اند. دستاوردهای برجسته اخیر هوش مصنوعی(AI)، مانند اتومبیل‌های خودرونده یا کامپیوتری که در بازی Go برنده شده است، نشانه‌هایی از تصاویر از آینده هستند. سطوح عظیمی از سرمایه گذاری روی این تکنولوژی سرازیر شده است، که در حال حاضر بخش عمده ای از زندگی ما را تشکیل می دهد. در دهه‌های آینده، به همه جنبه‌های جامعه ما نفوذ خواهد کرد و بطور هوشمندانه ما را در بسیاری از زمینه‌ها از جمله مراقبت‌های بهداشتی، کار، آموزش و علم، راهنمائی و حمایت خواهد کرد. دستاوردهایی که تاکنون دیده‌ایم مطمئناً در برابر آنچه دهه‌های آینده به ارمغان می‌آورند رنگ خواهند باخت، و نمی‌توانیم پیش‌بینی کنیم که وقتی ذهن مان با هوش مصنوعی چندین برابر رشد میکند، به چه چیزی دسترسی خواهیم داشت.

شاید با ابزار این انقلاب جدید تکنولوژیکی بتوانیم زندگی انسان را بهتر کنیم. به عنوان مثال، محققان در حال توسعه هوش مصنوعی هستند که به معکوس کردن فلج در افراد مبتلا به آسیب نخاعی کمک می کند. با استفاده از تعبیه چیپ های سیلیکونی؛ و رابط های الکترونیکی بی سیم بین مغز و بدن، این تکنولوژی

29 آواتار را میتوان در دو سطح معنی کرد. یکی همان "تناسخ" است که یک شخصیت نمیمیرد بلکه میتواند در جسم دیگری ظهور یابد. در اینجا آواتار در واقع کاراکترها و آیکون ها و شخصیت های افسانه ای در بازیهای کامپیوتری و ویدئوئی و در فورومهای اینترنتی است. م

به افراد اجازه می دهد تا حرکات بدن خود را با افکار خود کنترل کنند.

من معتقدم آینده تباطات، رابط های بین نصب مغز و کامپیوتر است. دو راه وجود دارد: الکترود روی جمجمه و یا تعبیه چیپ های سیلوکونی. اولی مانند نگاه کردن از شیشه مات است، دومی بهتر است اما خطر عفونت را به همراه دارد. اگر بتوانیم مغز انسان را به اینترنت متصل کنیم، تمام ویکی‌پدیا منبع و مرجع آن خواهد بود.

از آنجایی که افراد، دستگاه ها و اطلاعات به طور فزاینده ای به یکدیگر متصل می شوند، جهان حتی با سرعت بیشتری در حال تغییر است. قدرت محاسباتی در حال رشد است و محاسبات کوانتومی به سرعت در حال تحقق است. این امر هوش مصنوعی را با سرعت های بسیار سریع تر متحول می کند. رمزگذاری را متحول خواهد ساخت. کامپیوترهای کوانتومی همه چیز، حتی بیولوژی انسان را تغییر خواهند داد. در حال حاضر یک تکنیک برای ادیت و ویرایش دقیق DNA وجود دارد که CRISPR نام دارد. اساس این تکنولوژی ویرایش و ادیت ژنوم(genome)[30]، یک سیستم دفاعی میکروبی است. می تواند به طور دقیق بخش هایی از کد ژنتیکی را هدف قرار داده و ویرایش کند. بهترین نیت دستکاری ژنتیکی این است که اصلاح ژن ها به دانشمندان این امکان را می دهد که علل ژنتیکی بیماری را با اصلاح و ویرایش تغییر و تحولات ژن، درمان کنند. با این حال، امکانات کمتری برای دستکاری اساسی DNA وجود دارد. اینکه تا چه حد می توانیم در مهندسی ژنتیک پیش برویم مداوما به یک سوال فوری تبدیل می شود. ما نمی‌توانیم امکانات درمان بیماری‌های حرکتی سلولهای عصبی - مثل ALS من - را بدون توجه به خطرات آن ببینیم.

مشخصه هوش ، توانایی سازگاری با تغییرات است. هوش انسان نتیجه نسل‌های انتخاب طبیعی افرادی است که توانایی سازگاری با شرایط تغییر یافته را داشته اند. ما نباید از تغییر هراس داشته باشیم. ما باید کاری کنیم که تغییر به نفع ما باشد.

همه ما باید در اطمینان حاصل کردن از اینکه ما و نسل بعدی نه تنها فرصت، بلکه عزم و اراده برای مشارکت کامل در مطالعه علم در سطح اولیه را داریم، به گونه‌ای که بتوانیم پتانسیل‌های بالقوه خود را در ایفای نقش برای دنیای بهتری برای کل نسل بشر به کار بگیریم. ما باید یاد بگیریم که فراتر از یک بحث تئوریک در مورد اینکه هوش

30 ژنوم به مجموعه ای از کرموزوم ها در یک میکرو ارگان و یا در هر سلول یک ارگان چند سلولی اطلاق میشود.م

مصنوعی چگونه باید باشد، باید سعی کنیم و مطمئن شویم که چگونگی آن را تشخیص بدهیم همه ما این ظرفیت را داریم که از مرزهای پذیرفته شده و یا مورد انتظار، عبور کنیم و بزرگ فکر کنیم. ما در آستانه یک دنیای نوین و شجاع ایستاده ایم. این مکانی هیجان‌انگیز است، اگر چه ممکن است باید محتاط باشیم، اما قطعا ما پیشگام هستیم.

زمانی که آتش را اختراع کردیم، بارها و بارها خرابکاری کردیم، سپس کپسول آتش نشانی را اختراع کردیم. با تکنولوژی های قوی‌تر مانند سلاح‌های هسته‌ای، زیست‌شناسی مصنوعی و هوش مصنوعی قوی، در عوض باید از قبل برنامه‌ریزی کنیم و از همان ابتدا به درستی همه چیز را هدف‌گذاری کنیم، زیرا ممکن است این تنها شانسی باشد که به دست می‌آوریم. آینده ما مسابقه ای بین قدرت رو به رشد تکنولوژی ما و خردی است که از آن استفاده می کنیم. بیایید مطمئن شویم که خرد پیروز می شود.

چرا اینقدر نگران هوش مصنوعی هستیم؟ مطمئنا انسان ها همیشه قادر به کشیدن دوشاخه هستند؟

شخصی از یک کامپیوتر پرسید: «آیا خدا وجود دارد؟» و کامپیوتر گفت: «اکنون هست» و دوشاخه را وصل کرد.

۱۰

چگونه آینده را شکل می دهیم؟

یک قرن پیش، آلبرت اینشتین انقلابی در درک ما از فضا، زمان، انرژی و ماده ایجاد کرد. ما هنوز در حال یافتن تأییدیه های شگفت انگیزی برپیش بینی های او هستیم، مانند امواج گرانشی که در سال ۲۰۱۶ توسط آزمایش LIGO[31] مشاهده شد. من وقتی به نبوغ فکر می کنم، انیشتین در ذهنم ظاهر می شود. ایده های خلاقانه این نابغه از کجا آمده است؟ تشاید ترکیبی از خصوصیات از ویژگی ها:: درک، اصالت و درخشش. انیشتین این توانایی را داشت که فراسوی سطح به عمق نگاه کند تا ساختار زیرین را آشکار کند. او نسبت به باور عمومی که همه چیز باید آنگونه باشد که به نظر می رسید، بی باک و شجاع بود. او شهامت دنبال کردن ایده هایی را داشت که برای دیگران پوچ به نظر می رسیدند. و این او را آزاد کرد تا نابغه بشود، نابغه ای برای زمان خود و هر زمان دیگر.

یک عنصر کلیدی برای اینشتین ندبشیدن به تصورات و ایده هایش بود. بسیاری از اکتشافات او ناشی از توانایی او در تجسم مجدد جهان از طریق آزمایش اندیشه هایش بود. در شانزده سالگی، هنگامی که برای خو تجسم کرد که او بر پرتو یک نور سوار شده است، متوجه شد که از آن منظر نور به صورت یک موج یخ زده ظاهر می شود. این تصویر و تفکر در نهایت منجر به نظریه نسبیت خاص شد.

صد سال بعد، فیزیکدانان بسیار بیشتر از اینشتین در مورد جهان می دانند. اکنون ابزارهای بزرگتری برای کشف داریم، مانند شتاب دهنده های ذرات، کامپیوترهای غول

---

31 (LIGO)Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory
بزرگترین ابزار و تاسیسات تشخیص امواج حامل نیروی جاذبه و همچنین وسیاله ای برای مهندسی بسیار دقیق است. این مجتمع از دو اندازه گیرلیزری عظیم که به فاصله ۳هزار کیلومتری یکدیگر قرار دارند، تشکیل شده است. این ابزار با استفاده از خصوصیات فیزیکی نور و خود فضا، منشا امواج دارای نیروی جاذبه را رد یابی و قابل تشخیص میسازند. این دستگاه برخلاف تلسکوپهای عدسی و چشمی و یا رادیوئی، به شکل حرف L، است. که در واقع از دو تونل هر کدام به طول چهار کیلومتر تشکیل شده است. هر تونل را دیواره ای از بتن میپوشاند که در داخل هر دیواره تیوب های خلاء از فلز کار گذاشته شده اند تا از تاثیرات محیط اطراف جلوگیری کنند.م

پیکر، تلسکوپ های فضایی و آزمایش هایی مانند کار آزمایشگاه LIGO بر روی امواج گرانشی. با این حال اندیشه، قوی ترین ویژگی ما باقی می ماند. با آن، ما می توانیم در هر نقطه از مکان و زمان پرسه بزنیم. ما می‌توانیم در هنگام رانندگی در ماشین، چرت زدن در رختخواب یا تظاهر به گوش دادن به صحبت‌های کسی که در یک مهمانی خسته کننده است، شاهد محصول اندیشیدن به عجیب‌ترین پدیده‌های طبیعت باشیم.

چون یک پسر بچه، من با شور و شوق به چگونگی کار کردن همه چیز علاقه مند بودم. در آن روزها، جدا کردن تکه هائی از یک شیئی و کشف مکانیک آن ساده تر بود. من همیشه در مونتاژ مجدد اسباب‌بازی‌هایی که تکه‌تکه کرده بودم موفق نبودم، اما فکر می‌کنم بیشتر از یک پسر یا دختر امروزی که از همان ترفند برای شناختن مکانیسم تلفن همراه استفاده میکند، موفق بودم.

کار من اکنون هنوز این است که بفهمم چیزها چگونه کار می کنند، فقط مقیاس تغییر کرده است. من دیگر قطارهای اسباب بازی را خراب نمی کنم. در عوض، سعی می کنم با استفاده از قوانین فیزیک بفهمم جهان چگونه کار می کند. اگر می دانید چیزی چگونه کار می کند، می توانید آن را کنترل کنید. وقتی این را می گویم خیلی ساده به نظر می رسد! این یک تلاش جذاب و پیچیده است که در طول زندگی بزرگسالی من را مجذوب و هیجان زده کرده است. من با برخی از بزرگترین دانشمندان جهان کار کرده ام. من خوش شانس بوده ام که در دوران با شکوهی در رشته انتخابی ام، کیهان شناسی، یعنی مطالعه منشأ جهان، زنده بودم.

ذهن انسان چیز باورنکردنی است. می تواند شکوه و عظمت آسمان ها و پیچیدگی های اجزاء اساسی ماده را درک کند. با این حال، برای اینکه هر ذهنی به پتانسیل کامل خود دست یابد، به جرقه ای نیاز دارد. جرقه تحقیق و اعجاب.

اغلب این جرقه از یک معلم می آید. اجازه بدهید توضیح بدهم یاد دادن به من ساده نبود، در یادگیری خواندن کند بودم و دست خطم نامرتب بود. اما وقتی چهارده ساله بودم، معلمم؛ «دیکران تاهتا»(«Dikran Tahta) در مدرسه‌ام در سنت آلبانز، به من نشان داد که چگونه انرژی‌ام را مهار کنم و مرا تشویق کرد که خلاقانه در مورد ریاضیات فکر کنم. او چشمان من را به ریاضیات به عنوان طرحی از خود جهان(universe) باز کرد. اگر به پشت سر هر فرد استثنایی نگاه کنید، یک معلم استثنایی را می بینید. وقتی هر یک از ما به کارهایی که می توانیم در

زندگی انجام دهیم فکر می کنیم، به احتمال زیاد به خاطر وجود یک معلم است.

با این حال، آموزش و تحقیقات در باره علم و تکنولوژی در حال حاضر بیش از هر زمان دیگری در معرض خطر هستند. با توجه به بحران مالی اخیر جهانی و سیاستهای ریاضت اقتصادی، بودجه به طور قابل توجهی در تمام حوزه های علمی کاهش می یابد، اما به ویژه علوم بنیادی به شدت آسیب دیده است. ما همچنین در خطر منزوی شدن فرهنگی و منزوی شدن هستیم و به طور فزاینده ای از مسیر پیشرفت تکامل دور می شویم. در سطح تحقیقات، رابطه متقابل فراد در سراسر مرزها، مهارت‌ها را برای انتقال سریع‌تر قادر می‌سازد و افراد جدیدی را، با یشینه های متفاوت، با ایده‌های متفاوت، به صحنه می‌آورد. این به راحتی می تواند باعث پیشرفت شود، جایی که اکنون این پیشرفت سخت تر خواهد بود. متأسفانه نمی‌توانیم به گذشته برگردیم. با «برگزیت» (Brexit)- خروج بریتانیا از اتحادیه اروپا- و ترامپ که اکنون فشارهای جدیدی را در رابطه با مهاجرت و توسعه آموزش اعمال می کند، ما شاهد یک شورش جهانی علیه کارشناسان از جمله دانشمندان هستیم. پس برای تضمین آینده آموزش علم و تکنولوژی چه کنیم؟

من به معلم ام آقای طاهتا(Tahta)، رجعت میکنم: اساس آینده آموزش و پرورش باید در مدارس و معلمان الهام بخش قرار بگیرد. اما مدارس فقط می توانند یک چارچوب ابتدایی ارائه دهند که در آن گاهی اوقات یادگیری به شیوه حفظی، یا معادلاتی بدون نیاز به اثبات آنها - مثل قضیه فیثاغورس - و امتحانات می تواند کودکان را از علم بیگانه کند. اکثر مردم بدون نیاز به معادلات پیچیده به درک کیفی و نه کمی و دقیق به مسائل پاسخ می دهند. کتاب‌ها و مقالات علمی رایج همچنین می‌توانند ایده‌هایی را در مورد نحوه زندگی ما بیان کنند. با این حال، تنها درصد کمی از مردم حتی موفق ترین کتاب ها را مطالعه می کنند. مستندهای علمی و فیلم‌ها در دسترس انبوه مخاطبان است، اما این یک جاده یک طرفه است.

زمانی که در دهه ۱۹۶۰ وارد این رشته شدم، کیهان‌شناسی شاخه‌ای مبهم و ناخوشایند از مطالعات علمی بود. امروزه کیهان‌شناسی از طریق کارهای نظری و موفقیت‌های تجربی مانند برخورد دهنده بزرگ هادرون[۳۲](Large Hadron Collider) و کشف بوزون

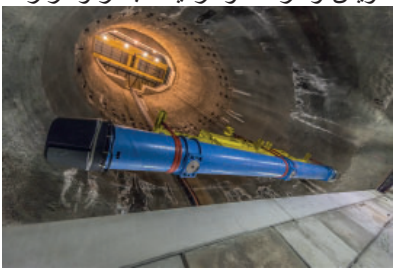
32 LHC بزرگترین و قدرتمندترین سرعت دهنده ذرات در جهان است که در دم سپتامبر سال ۲۰۰۸ راه اندازی شد که به مجتمع سرعت دهنده CERN اضافه شد. LHC از لوله هائی به طول ۲۷ کیلومتر ساخته شده اند که جداره آنها از مولدهای نیروی جاذبه فوق العاده قوی با شماری دیگر از سرعت دهنده ها ساخته شده اند تا در طول مسیر، انرژی ذرات را بالا ببرند. خود CERN در سال ۱۹۵۶ چون یک پروژه مشترک کشورهای اروپا آغاز شد و در مرز بین

هیگز[۳۳]، جهان (universe) را به روی ما باز کرده است. هنوز سوالات بزرگی برای پاسخ وجود دارند و کار زیادی پیشاروی ما است. اما ما اکنون بیشتر می دانیم و در این مدت زمان نسبتاً کوتاه بیش از آنچه که کسی تصورش را می کرد به دست آوردیم.

اما چه چیزی پیشاروی کسانی است که اکنون جوان هستند؟ می توانم با اطمینان بگویم که آینده آنها بیش از هر نسل قبلی به علم و تکنولوژی بستگی دارد. آنها بیش از هر زمان دیگری به دانش در مورد علم نیاز دارند، چرا که بخشی از زندگی روزمره آنها به شکلی بی سابقه است.

بدون حدس و گمان ما شاهد روندهایی و مشکلاتی هستیم که می توانیم ببینیم یا با آنان مواجه شویم که باید در حال حاضر و در آینده به آنها پرداخت. از جمله آن مشکلات به شمار معدودی از آنها اشاره میکنم: گرم شدن کره زمین، یافتن فضا و منابع برای افزایش عظیم جمعیت انسانی روی کره زمین، انقراض سریع گونه های دیگر، نیاز به توسعه منابع انرژی قابل بازتولید، سیر تخریب و روند زوال اقیانوس ها، جنگل زدایی و بیماری های واگیردار همچنین اراه حلهای خلاقانه و بزرگی نیز برای آینده وجود دارد که شیوه زندگی، کار، غذا خوردن، ارتباط و سفر را متحول خواهد کرد. چنین فضای عظیمی برای خلاقیت و نوآوری در هر زمینه ای از زندگی وجود دارد. این هیجان انگیز است. ما می‌توانیم فلزات کمیاب را در ماه استخراج کنیم، یک پایگاه انسانی در مریخ ایجاد کنیم و برای بیماری هائی که در حال حاضر هیچ

سویس و فراسه و نزدیک به ژنو قرار دارد. در حال حاضر ۲۳ دولت در این پروژه سهیم اند.م



33 . "بوزون هیگز"(Higgs boson)، یک ذره بنیادی اولیه دارای جرم است. مشاهده تجربی این ذره باعث شد دانشمندان بتوانند دربارهٔ چگونگی جرم‌دار شدن ماده توسط دیگر ذرات بنیادی بدون جرم، توضیح دهند. در تاریخ چهارم ژوئیه ۲۰۱۲ دانشمندان مرکز تحقیقات سرن در سوئیس اعلام کردند که در آزمایش‌های خود ذره «بوزون هیگز» را مشاهده کرده‌اند. بوزون هیگز به نام Peter Higgs نامگذاری شده است که همراه با ۵ دانشمند دیگر در سال ۱۹۶۴ نظریه مذکور را طرح ساختند. هیگز در سال ۲۰۱۳ همراه با François Englert برنده جایزه نوبل در فیزیک شد.م

علاجی درمان و راه حل پیدا کنیم. پرسش‌های عظیم هستی و وجود، هنوز بی‌پاسخ مانده‌اند - زندگی چگونه روی زمین آغاز شد؟ آگاهی چیست؟ آیا کسی در یونیورس وجود دارد یا تنها هستیم؟ اینها سوالاتی است که نسل بعدی باید روی آنها کار کند.

برخی فکر می کنند که بشریت امروز اوج تکامل است و این به خودی خود خوب است. من با این تلقی مخالفم. باید چیزی بسیار خاص در مورد حد و مرز یونیورس ما وجود داشته باشد، و چه چیزی می تواند خاص تر از این باشد که مرزی وجود ندارد. و هیچ مرزی برای تلاش انسان نباید وجود داشته باشد. از نظر من ما دو گزینه برای آینده بشریت داریم: اول، کاوش در فضا برای یافتن سیارات جایگزین برای زندگی، و دوم، استفاده مثبت از هوش مصنوعی برای بهبود دنیای خود.

زمین دارد برای ما خیلی کوچک می شود. منابع فیزیکی ما با سرعت نگران کننده ای در حال تخلیه شدن اند. بشر کره ما را فاجعه تغییرات آب و هوایی، آلودگی، افزایش دما، کاهش یخ های قطبی، جنگل زدایی و نابودی گونه های جانوری را به سیاره مواجه کرده است. جمعیت ما نیز به سرعت در حال افزایش است. در مواجهه با این فکت ها، واضح است که این رشد تقریباً تصاعدی جمعیت نمی تواند در هزاره بعدی ادامه یابد.

دلیل دیگر برای در نظر گرفتن اسیاره دیگر برای زندگی بشر، احتمال جنگ هسته ای است. نظریه‌ای وجود دارد که می‌گوید دلیل عدم تماس موجودات فرازمینی با ما این است که وقتی تمدنی به مرحله توسعه ما می‌رسد، ناپایدار می‌شود و خود را از بین می‌برد. ما اکنون قدرت تکنولوژیک برای نابود کردن هر موجود زنده روی زمین را داریم. همانطور که در رویدادهای اخیر در کره شمالی دیده ایم، این یک فکر دردناک و نگران کننده است.

اما من معتقدم که می‌توانیم از این پتانسیل برای «جنگ آخر زمان» (Armageddon)- آرماگدون- اجتناب کنیم، و یکی از بهترین راه‌ها برای انجام این کار حرکت به فضا و کشف پتانسیل انسان‌ها برای زندگی در سیارات دیگر است.

دومین پیشرفتی که بر آینده بشریت تأثیر می گذارد، ظهور هوش مصنوعی است.

تحقیقات در باره هوش مصنوعی اکنون به سرعت در حال پیشرفت است. نقاط عطف اخیر مانند اتومبیل‌های بدون راننده و خودران، کامپیوتری که برنده بازی Go و ورود دستیارهای شخصی دیجیتال سیری(Siri)، گوگل ناو(Google Now)

و کورتانا(Cortana)[34] هستند، صرفاً نشانه‌های یک مسابقه تسلیحاتی تکنولوژی اطلاعات(IT) هستند که با سرمایه‌گذاری‌های بی‌سابقه و بر بنیان های یک رویکردِ تئوریک پیشرفته، به رشد فزاینده شکل گرفته است. چنین دستاوردهایی احتمالاً در برابر آنچه دهه های آینده به ارمغان خواهد آورد رنگ خواهند باخت.

اما ظهور هوش مصنوعی فوق هوشمند(Artificial Intelligence -AI)، بهترین یا بدترین اتفاقی است که برای بشریت رخ داده است. ما نمی‌توانیم بدانیم که آیا هوش مصنوعی بی‌نهایت به ما کمک می‌کند یا توسط آن نادیده گرفته می‌شویم و به حاشیه رانده می‌شویم؛ یا به‌طور قابل تصوری توسط آن نابود می‌شویم. به عنوان یک آدم خوشبین، معتقدم که می توانیم هوش مصنوعی را برای خیر و صلاح جهان ایجاد کنیم، که می تواند با ما هماهنگ باشد. ما فقط باید از خطرات آگاه باشیم، آنها را شناسایی کنیم، بهترین عملکرد و مدیریت ممکن را به کار بگیریم و از پیش برای عواقب آن آماده باشیم.

تکنولوژی تاثیری عظیم بر زندگی من داشته است. من از طریق کامپیوتر صحبت می کنم. من از تکنولوژی کمکی بهره برده ام تا صدایی را به من بدهد که بیماری من را آن صدا را از من گرفت. من خوش شانس بودم که در آغاز عصر کامپیوتر صدایم را از دست دادم. اینتل(Intel) بیش از بیست و پنج سال است که از من حمایت می کند و به من اجازه می دهد تا کاری را که دوست دارم هر روز انجام دهم. در طول این سال ها، جهان و تأثیر تکنولوژی بر آن، به طور چشمگیری تغییر کرده است. تکنولوژی شیوه زندگی همه ما را تغییر داده است، از ارتباطات گرفته تا تحقیقات ژنتیکی، دسترسی به اطلاعات و بسیاری موارد دیگر. هم زمان با تکنولوژی هوشمندتر شده، درهایی به روی امکاناتی باز شده اند که من هرگز پیش بینی نکرده بودم. فتکنولوژی که اکنون برای حمایت از معلولان در حال توسعه است، راه را

---

34 Google Now بخشی از سیستم عامل Android است. Google Now یک عامل هوشمند است که نتایج جستجو را شخصی می کند، سوالات را پاسخ می دهد، برنامه ها را اجرا می کند یا پخش می کند و به دستورات صوتی پاسخ می‌دهد. گاهی اوقات Google Now انتظارات و نیاز های شما را پیش‌بینی می‌کند.

کورتانا (Cortana) نیز دقیقا همانند دستیار دیجیتال اپل یعنی سیری(Siri)، از محصولات microsoft است و به زبان معمول پاسخ می دهد و می تواند کارهای سازمانی متنوعی را برای کاربران حقیقی خود انجام دهد، از جمله تنظیم برای یادآوری، برنامه ریزی رویدادهای تقویم، محاسبه مشکلات ریاضی، محاسبه با ماشین حساب و تبدیل مقیاس های اندازه گیری و پول. به عنوان یک مثال از کارکرد کورتانا: Play My Emails: اگر می‌خواهید بدون استفاده از دستانتان ایمیل‌هایتان را بخوانید، این مشخصه‌ی Cortana Outlook این کار را برای شما انجام می‌دهد، یعنی ایمیل‌های شما را با صدای بلند برایتان می‌خواند. م

برای در هم شکستن موانع ارتباطی که زمانی بر سر راه بود، هموار کرده است. این ها عمدتا زمینه ای برای اثبات فناوری آینده است: تبدیل صدا به متن، متن به صدا، اتوماسیون خانگی، رانندگی با سیم، حتی Segway[35]، که سال‌ها قبل از استفاده روزمره، فقط برای افراد ناتوان ساخته شدند. این دستاوردهای تکنولوژیک ناشی از جرقه آتش در درون خودمان، و از نیروی خلاق است. این خلاقیت می تواند اشکال مختلفی داشته باشد، از دستاوردهای فیزیکی گرفته تا فیزیک نظری.

اما اتفاقات خیلی بیشتر در راه است. رابط های مغزی می توانند این وسیله ارتباطی را - که توسط افراد بیشتری استفاده خواهند شد - سریعتر و گویاتر کنند. من اکنون از فیس‌بوک – که روز به روز مورد استفاده تعداد بیشتری از مردم است- استفاده می‌کنم. این به من امکان می‌دهد مستقیماً با دوستان و هوادارانم در سراسر جهان صحبت کنم تا بتوانند با آخرین تئوری‌های من همراه شوند و تصاویر سفرهایم را ببینند. همچنین به این معنی است که من می توانم ببینم فرزندانم واقعاً چه کار می کنند، نه آنچه را آنها به من می گویند دارند انجام می دهند.

همانطور که اینترنت، تلفن‌های همراه، تصویربرداری پزشکی، جهت یاب های ماهواره‌ای و شبکه‌های اجتماعی برای جامعه چند نسل پیش غیرقابل درک بودند، دنیای آینده ما نیز به همان شکلی تغییر خواهد کرد که ما تازه در حال تصور آن هستیم. اطلاعات به خودی خود ما را به آنجا نمی برد، اما استفاده هوشمندانه و خلاقانه از آنها، می تواند.

چیزهای بیشتری در راه است و من امیدوارم که این چشم انداز الهام بخش بزرگی برای دانش آموزان امروز باشد. اما ما در این زمینه نقشی داریم تا مطمئن شویم این نسل از کودکان نه تنها فرصتها را پیشاروی خود ببینند، بلکه این اشتیاق را هم دارند که به طور کامل با مطالعه علوم در مراحل اولیه درگیر شوند تا بتوانند پتانسیل خود را تکمیل، و دنیای بهتری برای کل بشریت ایجاد کنند. و من معتقدم آینده یادگیری و آموزش، اینترنت است. مردم می توانند متقابل به همدیگر

35 . تصویری از نوعی Segway

پاسخ بدهند و تعامل داشته باشند. به نوعی، اینترنت همه ما را مانند عصب های های یک مغز غول پیکر به هم متصل می کند. و با چنین سطح بالائی در ضریب هوش(IQ-Intelligence Quotient) چه چیزی نمی توانیم داشته باشیم؟

وقتی بزرگ شدم، هنوز قابل قبول بود - نه برای من، بلکه از نظر اجتماعی - که بگوییم کسی به علم علاقه ای ندارد و فایده ای در آزار دادن خود برای آن نمی بیند. موضوع دیگر چنین نیست. بگذارید واضح بگویم. من این ایده را ترویج نمی کنم که همه جوانان باید دانشمند شوند. من آن را یک وضعیت ایده آل نمی دانم، زیرا جهان به افرادی با مهارت های مختلف نیاز دارد. اما من طرفدار این هستم که همه جوانان باید، مستقل از اینکه چه مسیری را در پیش میگیرند، با موضوعات علمی آشنا و به مسائل در حوزه های علمی اعتماد کنند. آنها باید از نظر علمی سواد داشته باشند و برای یادگیری بیشتر از پیشرفت‌های علم و تکنولوژی الهام بگیرند.

دنیایی که در آن فقط یک ابر نخبگان کوچک قادر به درک علم و فناوری پیشرفته و کاربردهای آن هستند، به نظر من، دنیایی خطرناک و محدود خواهد بود. من به طور جدی شک دارم که آیا به پروژه‌های مفید و درازمدت مانند پاکسازی اقیانوس‌ها یا درمان بیماری‌ها در جهان در حال پیشرفت، در اولویت قرار بگیرند. بدتر از آن، می‌توانیم متوجه شویم که از تکنولوژی علیه ما استفاده شود که ممکن است قدرتی برای متوقف کردن آن نداشته باشیم.

من به حد و مرزها اعتقادی ندارم، چه برای کارهایی که در زندگی شخصی‌مان می‌توانیم انجام دهیم و چه برای کارهایی که زندگی و هوش می‌تواند در یونیورس ما تکمیل کنند. ما در آستانه اکتشافات مهم در همه زمینه های علم ایستاده ایم. بدون شک، جهان ما در پنجاه سال آینده به شدت تغییر خواهد کرد. خواهیم فهمید که در بیگ بنگ چه اتفاقی افتاده است. ما به درک چگونگی شروع زندگی بر روی زمین خواهیم رسید. ما حتی ممکن است کشف کنیم که آیا زندگی در جای دیگری در جهان وجود دارد یا خیر. در حالی که شانس برقراری ارتباط با یک گونه هوشمند فرازمینی ممکن است اندک باشد، اهمیت چنین کشفی به این معنی است که ما نباید از تلاش دست بکشیم. ما به کشف زیستگاه کیهانی خود ادامه خواهیم داد و روبات ها و انسان ها را به فضا می فرستیم. ما نمی‌توانیم در سیاره‌ای کوچک و به طور فزاینده‌ای آلوده و پر ازدحام از درون رو به خود نگاه کنیم. از طریق تلاش های علمی و نوآوری های تکنولوژی، ما باید رو به بیرون، به یونیورس، وسیع تر نگاه

کنیم و در عین حال برای رفع مشکلات روی زمین نیز تلاش کنیم. و من خوشبین هستم که ما در نهایت زیستگاه های مناسبی برای نژاد بشر در سیارات دیگر ایجاد خواهیم کرد. ما از زمین فراتر خواهیم رفت و زندگی در فضا را یاد خواهیم گرفت.

این پایان داستان نیست، بلکه فقط آغاز دورانی است که امیدوارم میلیاردها سال زندگی در کیهان شکوفا شود.

و یک نکته پایانی - ما هرگز واقعاً نه می دانیم که اکتشاف علمی بزرگ بعدی از کجا می آید و نه چه کسی آن را انجام خواهد داد. باز کردن هیجان و شگفتیهای اکتشافات علمی، ایجاد راه‌های نوآورانه و در دسترس گذاشتن آنها به گسترده‌ترین سطح ممکن مشتاقان جوان، شانس یافتن انیشتین جدید الهام بخش را - هر جا که او[36] ممکن است باشد - بسیار افزایش می‌دهد..

پس به خاطر داشته باش که رو به بالا وبه ستاره ها نگاه کنید و به پاهای خود نگاه نکنید. سعی کنید آنچه را که می بینید و شما را شگفت زده میکند، و علت وجودی یونیورس را درک کنید. کنجکاو باشید و هر چقدر هم که زندگی دشوار به نظر برسد، همیشه کاری وجود دارد که می توانید انجام دهید و در آن موفق شوید. مهم این است که شما فقط تسلیم نشوید. ایده پردازی و تصویرسازیها از جهان و زندگی را آزاد کنید. آینده را شکل دهید.

دوست دارید چه ایده ای- کوچک یا بزرگ - برای تغییر در سطح جهانی، توسط بشریت اجرا شود؟

این ساده است. من مشتاقم که توسعه نیروگاه هسته ای را ببینم تا منبع نامحدودی از انرژی سالم و روی آوری به خودروهای برقی فراهم شود. نیروگاه هسته ای به یک انبار انرژی عملی تبدیل خواهد شد که منبعی پایان ناپذیر از انرژی را بدون آلودگی یا گرم شدن زمین برای ما فراهم می کند.

---

36 دقت کنید که استیفن هاوکینگ اینجا نه از ضمیر مذکر He، که از ضمیر **She** برای اشاره به انیشتین جدید استفاده کرده است.

پس گفتار

لوسی هاوکینگ

در یک روز خاکستری تیره بهاری کمبریج، با مجموعه ای از ماشین های سیاه رنگ به سمت کلیسای گریت سنت مری، کلیسای دانشگاه که در آن دانشگاهیان برجسته بنا به سنت، مراسم تشییع جنازه خود را برگزار می کنند، حرکت کردیم. به طوری غریب، خیابان ها خاموش به نظر می رسید. کمبریج خالی به نظر می رسید، حتی یک توریست در حال گردش دیده نمی شد. تنها لکه‌های رنگی از چراغ‌های چشمک زن آبی رنگ موتورسیکلت‌های پلیس بیرون می‌آمد، که از ماشین حمل جسد با تابوت پدرم در آن محافظت می‌کردند، و ترافیک محدود مسیر را متوقف می‌کردند.

و بعد به چپ پیچیدیم. و جمعیتی را دیدم که در امتداد یکی از شناخته‌شده‌ترین خیابان‌های جهان، King's Parade، قلب خود کمبریج جمع شده بودند. تا به حال این همه آدم را آنقدر ساکت ندیده بودم. در حالی که بنرها، پرچم‌ها، دوربین‌ها و تلفن‌های همراه و غیر فعال در صدا برافراشته بودند، خیل عظیمی از مردمی که در خیابان‌ها صف کشیده بودند، در حالی که سر دربان Gonville and Caius، کالج پدرم در کمبریج،

در قواره رسمی با کلاه bowler[37] و عصای آبنوس در دست، به احترام ایستاده بود. او موقر و متین در امتداد خیابان قدم زد تا ماشین حامل جسد را تا داخل کلیسا همراهی کند.

عمه ام دستم را فشرد که هر دو به گریه افتادیم. او با من زمزمه کرد: «او این را دوست می داشت.»

از زمانی که پدرم فوت کرده است، چیزهای زیادی بوده است که او دوست می داشت، آنقدر که ای کاش می توانست بداند. ای کاش می توانست دریای عظیم محبت نسبت به او را که از سراسر جهان موج میزد، ببیند. ای کاش می توانست بداند میلیون ها نفری که هرگز ندیده بود چقدر او را دوست دارند و به او احترام می گذارند. ای کاش می دانست که در کلیسای وست مینستر، بین دو قهرمان علمی خود، اسحاق نیوتن و چارلز داروین، دفن می شود و هنگامی که او در خاک آرام می گرفت، صدایش توسط تلسکوپ رادیویی به سمت سیاهچاله ای پخش می شد.

اما او همچنین فکر می کرد که این همه هیاهو برای چیست. او مردی به‌طور شگفت‌انگیز متواضع بود که در عین حال که به جلب توجه احترام میگذاشت، به نظر می‌رسید که از شهرت خود گیج میشد. یک عبارت در همین کتاب به عنوان خلاصه نگرش او نسبت به خودش در ذهنم شکل گرفت: «اگر سهمی داشته باشم». او تنها کسی است که «اگر» را به آن جمله اضافه می کند. فکر می‌کنم بقیه کاملاً مطمئن بودند که او بدون «اما و اگر»، سهمی داشته است.

و چه سهمی! هم در عظمت تلاش های او در کیهان شناسی، کاوشِ در ساختار و منشاء خود یونیورس و هم در شجاعت و شوخ طبعی و روحیه کاملاً انسانی او در مواجهه با چالش هایش. او راهی برای رسیدن به فراتر از محدودیت های دانش و در عین حال فراتر از محدودیت ها و ناتوانی های جسمانی یافت. من معتقدم این ترکیب بود که او را بسیار نمادین و طنز گونه در عین حال بسیار قابل دسترس و قابل لمس ساخت. او رنج می برد، اما استقامت می کرد. برقراری ارتباط برای او بسیار دشوار بود - اما او این تلاش را انجام داد و به طور مداوم تجهیزات خود را با از دست دادن فزاینده تحرک، تطبیق داد. او کلمات خود را دقیقاً طوری انتخاب میکرد که وقتی با آن صدای صاف الکترونیکی بیان میشد، حداکثر تأثیر

37 . تصویری از این نوع کلاه

را داشته باشند. وقتی صحبت می‌کرد، مردم گوش می‌کردند، چه دیدگاه‌هایش در مورد NHS- خدمات درمانی عمدتا در بریتانیا- یا در مورد انبساط کیهان، هرگز فرصتی برای گفتن یک جوک و شوخی و طنز را از دست نداد- شوخیهائی که در ساکت ترین حرکات، اما با یک درخشش آگاهانه در چشمان او برق میزدند.

پدر من نیز یک مرد خانواده بود، این واقعیتی است که اکثر مردم تا زمانی که فیلم "تئوری همه چیز « در سال ۲۰۱۴به نمایش درآمد، نمیدانستند. قطعا در دهه ۱۹۷۰باورنکردنی بود که انسانی معلول چون او را ببینند که که در عین اینکه همسر و فرزندانی داشت، چنان استقلال و اراده قدرتمندی داشته باشد. به عنوان یک کودک کوچک، به شدت از آن منظره که غریبه‌ها آخود را آزاد تصور میکردند که به ما زل بزنند، و گاهی اوقات با دهان‌های باز، بدم می‌آمد. زیرا پدرم ویلچر خود را با سرعتی دیوانه‌وار در کمبریج هدایت می‌کرد، همراه با دو کودک بلوند موی سر ژولیده که اغلب در کنار هم می‌دویدند و سعی می‌کردند بستنی بخورند. فکر می کردم آن رفتار فوق العاده بی ادبانه بود. سعی می‌کردم آن صحنه ها را نادیده بگیرم و به عقب خیره شوم، اما فکر نمی‌کنم عصبانیت من هرگز به هدف اصابت کند، به خصوص خشمی که از صورت کودکانه‌ای که با آب‌نبات آغشته شده بود.

به هر حال با هر معیار، آنها احساسات یک کودکی معمولی نبود. من این را می دانستم - و در عین حال هنوز نمی دانستم. من فکر می کردم که پرسیدن سؤالات چالش برانگیز از بزرگسالان کاملا طبیعی است، زیرا این همان کاری بود که ما در خانه انجام می دادیم. تنها زمانی که با طرح سوال دلایل وجود خدا، از یک کشیش او را به گریه انداختم. متوجه شدم که انگار این اولین بار بود که کشیش مذکور با تردیدهایش در باره یک مساله که ظاهرا سوال برانگیز نبود، مواجه شد.

در دوران کودکی، خودم را به عنوان پرسشگر نمی‌دانستم – فکر می‌کردم این برادر بزرگ‌ترم است که به روش برادران بزرگ‌تر در هر مرحله از من پیشی می‌گیرد (و در واقع هنوز هم چنین می‌کند). من یک تعطیلات خانوادگی را به یاد دارم - که مانند بسیاری از تعطیلات خانوادگی، به طور اسرار آمیز با یک کنفرانس بین المللی فیزیک مصادف شد. من و برادرم در برخی از سخنرانی ها شرکت کردیم - احتمالاً برای اینکه مادرم از وظایف مراقبت از ما استراحت کند. در آن روزها، سخنرانی های فیزیک رایج نبود و قطعاً برای بچه ها جاذبه ای نداشتند. من همانجا نشستم و روی دفترچه یادداشتم، کلماتی مینوشتم.، اما برادرم بازوی پسرانه کوچک ولاغر خود را بلند کرد

و در حالی که پدرم از غرور می‌درخشید، از مجری برجسته دانشگاهی سؤال کرد.

اغلب از من می پرسند: «دختر استیون هاوکینگ بودن چگونه است؟» و به ناچار، پاسخ مختصری وجود ندارد که دقیق در آن چهارچوب جا بگیرد. می‌توانم پاسخ به این سوال را چنین فرموله کنم: اوج‌ها بسیار بلند بودند، پایین‌ها عمیق و سفت و سخت. و در این بین مکانی وجود داشت که ما آن را «عادی- برای ما» می‌نامیدیم، این پذیرش به عنوان بزرگسالان که آنچه ما عادی می‌دیدیم برای هیچ‌کس دیگر چنین به‌حساب نمی‌آید. همزمان که زمان، غم و اندوه را به فراموشی میسپارد، من فکر میکنم که پرداختن به پروسه تجربیاتمان برای همیشه لازم است. به نوعی، با اینحال من حتی مطمئن نیستم که بخواهم وارد این پروسه بشوم. گاهی اوقات دلم می‌خواهد آخرین حرف‌هایی را که پدرم به من زد، نگه دارم، اینکه من دختر دوست‌داشتنی بوده‌ام و نباید بترسم. من هرگز به اندازه او شجاع نخواهم بود - من ذاتاً شخص شجاعی نیستم - اما او به من نشان داد که می توانم تلاش کنم. و این تلاش ممکن است به مهمترین بخش شجاعت تبدیل شود.

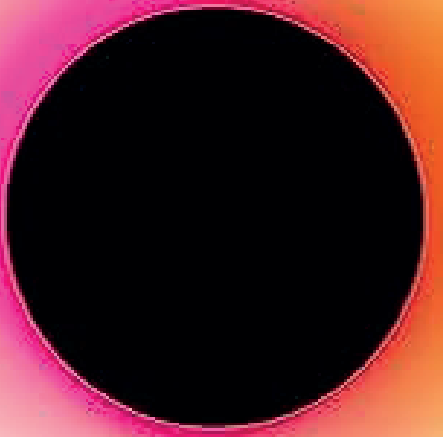
پدرم هرگز تسلیم نشد، او هرگز با خجالت و شرم روی خود را از مبارزه برنگرداند. در سن هفتاد و پنج سالگی، که کاملاً فلج بود و فقط می توانست چند ماهیچه صورت را حرکت دهد، هنوز هر روز از جایش بلند می شد، کت و شلوار می پوشید و سر کار می رفت. او کارهایی برای انجام دادن داشت و اجازه نمی داد چند چیز بی اهمیت سر راهش قرار بگیرد. اما باید بگویم، او در مورد موتورسیکلت‌های پلیس که در مراسم تشییع جنازه او حضور داشتند، مآشنائی داشت. چه، هر روز، که او در ترافیک صبحگاهی از خانه‌اش در کمبریج تا دفتر کارش در حرکت بود، از آن‌ها می‌خواست او را هدایت کنند.

خوشبختانه او از این کتاب خبر داشت. این یکی از پروژه‌هایی بود که او در آخرین سال زندگی‌اش بر روی زمین، روی آن کار کرد. ایده او این بود که نوشته های معاصر خود را در یک جلد گرد هم آورد. مثل خیلی از چیزهایی که از زمان مرگ او اتفاق افتاده است، ای کاش می توانست نسخه نهایی کتاب فعلی را ببیند. فکر می‌کنم او به این کتاب بسیار افتخار می‌کرد و حتی ممکن بود در پایان اعتراف کند که در نهایت «سهمی» داشته است.

لوسی هاوکینگ

جولای ۲۰۱۸

STEPHEN HAWKING



BRIEF ANSWERS TO THE BIG QUESTIONS