آلبرت اینشتین

«شهرت جهانی»

گردانیده‌ی منیژه شیبانی

مادر عزیزم از خبرهای خوب امروز این بود که دوست و همکارم اچ.ا. لورنتس تلگرافی خبر داد که هیأت اخترشناسان انگلیسی که برای رصدگرفت خورشید اعزام شده بودند، به‌طور رسمی انحراف پرتوهای نور را در حوالی خورشید تأیید کردند.

نظریه‌ی جدید نسبیت عام اینشتین یک اثر قابل توجه را پیشگویی کرد. بدین ترتیب که وقتی نور از کنار لبه‌های جسمی با جرم زیاد عبور کند، از مسیر راست خود منحرف می‌شود. به‌عنوان مثال: نور ستارگان دور که از کنار لبه‌های خورشید می‌گذرند، باید در اثر گرانش عظیم آن به‌مقدار ناچیزی خم شوند. میزان این انحراف نور وقتی قابل اندازه‌گیری می‌شود که نور خورشید در اثر گرفت مسدود شده باشد. اینشتین با محاسبه در معادلاتی که ارائه کرده بود، میزان انحراف نور را در خورشید پیشگویی کرده، خود این عامل محرک اخترشناسان گردید که تمام کوشش خود را برای اندازه‌گیری میزان انحراف نور در طول گرفت کلی خورشید که در سال ۱۹۱۹ واقع شد، به‌کار برند. به‌محض آنکه جنگ جهانی پایان یافت، تمهیدات وسیعی آغاز شد. دو هیأت از منجمان، یکی به‌جانب جزیره‌ای در غرب آفریقا و دیگری به‌سوی برزیل برای رصد و عکسبرداری اعزام شدند و در تصاویری که در طول گرفت خورشید تهیه کردند، انحراف نور را به‌طوردقیق به‌همان میزانی که اینشتین پیشگویی کرده بود، تأیید کردند.

اینشتین در سال ۱۹۱۳ در نامه‌ای که برای یک اخترشناس فرستاد، نموداری ترسیم کرده بود که بیانگر چگونگی تأثیر گرانش خورشید بر نورهایی که از کنار لبه‌های آن می‌گذرند، است که این اثر باعث می‌شود مکان ظاهری ستارگان از دید ناظران زمینی تغییر یابد.

اخترشناسان تأیید کردند که محل ظاهری این ستارگان وقتی در جوار خورشید قرار نداشته باشند از مکان واقعی آنها فاصله دارد. وقتی از پشت یک شیشه مواج به‌جسمی نگاه کنید، تصاویر اجسام از پشت آن مغشوش به‌نظر می‌رسد بنابراین انحنای فضا به‌همین ترتیب آشکار می‌شود.

عدسی گرانشی که تصویر آن توسط تلسکوپ فضایی هابل تهیه شده یک خوشه‌ی کیهان را نشان می‌دهد. هر یک از اجسام مدور نورانی که در تصویر مشاهده می‌شود، شامل بیلیون‌ها ستاره است. این انبوه عظیم جرم متمرکز در این خوشه، فضا را در اطراف خود انحنا می‌دهد و نورهایی را که از کهکشان‌های دوردست از بین این مجموعه عظیم ستاره‌ای عبور می‌کنند، منحرف و متمرکز می‌کند. هر یک از هاله‌ها و لکه‌هایی که در تصویر مشاهده می‌شود، از همین کهکشان‌های دوردست در تصویر حاصل شده‌اند. با اندازه‌گیری این رگه‌ها و به‌کارگیری معادلات اینشتین فیزیکدانان موفق شده‌اند توزیع ماده در این خوشه‌ی عظیم کهکشانی را محاسبه نمایند و از آن مستقلاً به‌عنوان نوعی تلسکوپ استفاده کنند. این «عدسی گرانشی» قدرتمند پرتوهای نوری را که از کهکشان‌های خیلی دور به‌آن می‌رسد، چنان متمرکز می‌کنند که دسترسی ما به‌آنها با هیچ روش دیگری امکان‌پذیر نمی‌باشد. بعضی از پرتوهای نورانی که در تصویر مشاهده می‌کنید، زمانی از مبدأ خود ساطع شده که کیهان در یک چهارم سن فعلی خود بوده است.

از زمانی که سیلی از عناوین روزنامه‌ها به‌سوی من معطوف شده است، من در دریایی از سؤال‌ها، دعوت‌ها و پیشنهادها غرق شده‌ام. احساس می‌کنم در پوست خود کباب می‌شوم و پستچی مثل یک شیطان جاودانی مرتب بانگ برمی‌آورد و مرا در رگباری از بسته‌ها و نامه‌هایی قرار می‌دهد که حتی بغدیمی‌ترین آنها هم نتوانسته‌ام پاسخ دهم.

اطلاع‌رسانی از نتایج گرفت خورشید، هیجانی را به‌وجود آورد که مورد توجه فیزیکدانان نبود و تغییراتی را که اینشتین و دیگران در فیزیک به‌وجود آورده بودند را به‌خانه‌های عامه مردم برد و مفاهیم ریخته شده قبلی از زمان، فضا، ماده و انرژی را واژگون ساخت.

اینشتین سمبل جهانی از فیزیک جدید گردید. بعضی از روزنامه‌نگاران خودسرانه در شرح و بسط نظریه‌های وی غلو کردند و ادعا نمودند که فقط یک نبوغ خارق‌العاده می‌تواند آنها را بفهمد ولی متفکران، فلاسفه، هنرمندان و اشخاص جدی و تحصیل کرده نیز در مطالعه‌ی مفاهیم جدید مشکل داشته آنها هم اینشتین را

سمبل افکار در بالاترین سطح می‌دانستند.

من خدای اسپینوزا را قبول دارم‌که خود را در تقارن و توازن آنچه وجود دارد، آشکار می‌کند نه خدایی‌که خود را با عملکرد و سرنوشت انسان‌ها بدست می‌آورد.

کوانتومی و کیهان‌شناسی

از همه ارتباطات مردمی‌که برای ما فراهم آمده است چیزی را ترجیحاً خواستار آن می‌باشم‌که به من اختصاص داشته باشد موجود نمی‌باشد مگر انجمنی از پژوهشگران راستین‌که در هر زمان تعداد معدودی عضو دارد.

در سال ۱۹۱۶ اینشتین نظریه‌ی بنیادی استاتیکی اصلاح شده‌ای را برای گرما ارائه کرد که از نظریه‌ی کوانتومی بودن نور به‌طور قوی استقبال می‌نمود. بنا به‌این نظریه اگر ارتعاشات نورانی از ماده‌ای عبور کند، می‌تواند هم‌زمان گردیده و نوری با شدت بیشتر گسیل نماید. این اثر در قلب لیزر امروزی وجود دارد.

این نظریه توسط فیزیکدان هندی اس. ان-بوز با وسعت بیشتری کاویده و بررسی شد. وی پیش‌نویسی از روش و نتایج بررسی خود را برای اینشتین که مترصد دریافت پژوهش‌های بیشتر در این زمینه بود، فرستاد. وی توانست شرایط تحریک و پدیده‌ی همدوسی ارتعاشات نورانی که در فیزیک لیزر کاربرد دارد را به‌همان وضوح و روشنی اکتشاف آن توضیح دهد.

در دهه‌ی ۱۹۲۰ اغلب فیزیکدانان به‌این نتیجه رسیدند که مکانیک آشنای آنان که در طول قرن‌های گذشته به‌وسیله‌ی نیوتن و دیگران توسعه یافته بود، نمی‌تواند در فضایی که اتم‌ها را احاطه کرده است، حاکم باشد. بازسازی فیزیک برای انطباق با ماهیت ناپیوسته‌ی انرژی که اولین بار توسط پلانک و اینشتین عنوان شده بود، لازم به‌نظر می‌رسید. اینشتین خود چندین ایده‌ی کلیدی را که برای کشف و تکمیل نظریه‌ی کوانتومی ضروری بود، منتشر کرد.

ولی تا اوایل دهه‌ی ۱۹۲۰ ابهامات متعددی در نظریه‌ی کوانتومی باقی ماند. در اوائل سال ۱۹۲۵ نظریه‌ی جدید کوانتومی ارائه شد که پردازش آن را همه‌ی فیزیکدانان نظری سراسر جهان با ملیت‌های گوناگون بر عهده داشتند. دانشمندان پس از اندک زمانی پیروزمندانه به‌بحث‌های عریض و طویل پرداختند که مکانیک کوانتومی جدید را تفسیر کنند. اینشتین سهم مؤثری در این مباحثات داشت. هایزنبرگ، بور و دیگر آفرینندگان این نظریه، در برابر گشایش هر مسیر معنی‌داری که بحث‌ها را به‌سوی توضیح معینی از رفتار اتم‌ها مبسوط نمی‌کرد، مقاومت ورزیدند. به‌عنوان مثال کسی نمی‌تواند برای اتمی که یک کوانتوم نور گسیل داشته است، تکانه‌ی معینی را پیشگویی نماید. اینشتین نمی‌توانست که عدم قاطعیت را بپذیرد و یکی بعد از دیگری ایراد می‌گرفت. در کنفرانس سلوی در سال‌های ۱۹۲۷ و ۱۹۳۰ بحث‌های طولانی بین اینشتین و بور روز و شب ادامه داشت، بدون آنکه هیچ یک ابطال نظر دیگری را بپذیرد.

با اطمینان می‌توان گفت مکانیک کوانتومی خیلی جذاب است ولی یک صدای درونی ندا می‌دهدکه واقعیت امر غیر از این است. در این نظریه نکات بسیاری وجود دارد، ولی ما را به‌اسراری‌که در نظریه‌ی قبلی آن وجود داشت نزدیک نکرده است. من به‌هر صورت معتقدم‌که این واقعیت بازی طبیعت نیست.

اینشتین در اواسط دهه‌ی ۱۹۳۰ نظریه‌ی جدید مکانیک کوانتومی را به‌عنوان یک ایده‌ی سازگار و موافق برای عملکرد استاتیکی اتم‌ها پذیرفت. وی اعتراف کرد که نظریه‌ی فوق موفق‌ترین نظریه‌ی فیزیک در زمانه‌ی ما است و در نهایت ایده‌ای را که در آفرینش آن مؤثر بود و بر اساس آن، توانست تقریباً همه‌ی پدیده‌های فیزیکی روزمره جهان را توضیح دهد.

با وجودی که کاربردهای این نظریه تر انزیستورها، لیزرها و شیمی جدید و دیگر شاخه را توانست پوشش دهد، اینشتین نتوانست با مکانیک کوانتومی به‌عنوان یک نظریه‌ی کامل توافق کند زیرا محاسبات آن پدیده‌های مستقل درون اتم‌ها را توضیح نمی‌داد. اینشتین احساس کرد یک نظریه‌ی بنیادی و عمومی‌تری که بتواند این عملکرد مستقل درون اتم را توضیح دهد باید کشف شود. سعی کرد روندی را که در مسیر دستیابی به‌نظریه‌ی نسبیت عام دنبال کرد، تکرار کند و نظریه‌ای عمیق‌تر از مکانیک کوانتومی جدید ارائه نماید. این پژوهش بغرنج و عمیق، بخش اعظم باقی‌مانده‌ی عمر وی را اشغال کرد.

کوانتوم را ببینید

در برابر صفحه‌ی مانیتور بنشینید. جریان الکترون‌های شتابدار که از انتهای مانتیور به‌صفحه‌ی نمایش مقابل آن برخورد می‌کنند و در محل برخورد یک بسته‌ی انرژی آزاد می‌کنند. این انرژی به‌مقادیر ناپیوسته معینی تبدیل می‌شود که کوانتوم اینشتین نامیده‌اند. یعنی هر الکترونی‌که به‌صفحه‌ی نمایش برخورد کند، بسته به‌نوع ماده‌ای که به‌آن آغشته شده باشد، یک کوانتوم نور با انرژی معینی آزاد می‌کند.

در شبکیه‌ی چشم شما مولکول‌هایی است که پیوند میان اتم‌های آن تحت کشش (تنش) است و شبیه تله موش‌های کوچکی عمل می‌کنند که با مقدار انرژی معینی تثبیت شده‌اند (در برابر رنگ‌های گوناگون، قرمز، آبی یا سبز که برای شما آشکار شود مقادیر انرژی متفاوت است). وقتی یک کوانتوم نور که حامل مقدار صحیح انرژی باشد به‌مولکول‌های نوع خود برخورد کند، ممکن است مولکول را تحریک و یک سیگنال (تپ) خارج نماید. این

ربایش واکنشی را به‌وجود می‌آورد که عصب بینایی سیگنالی را به‌مغز ارسال نماید.

ولی این تحریک شدن مولکول‌ها در همه‌ی حالت‌ها انجام نمی‌پذیرد. گاهی کوانتوم نور به‌درون مولکول راه می‌یابد ولی تبدیل انرژی و ارسال سیگنال انجام نمی‌شود. بور عنوان کرده است که این مطلب کاملاً تصادفی است و اندرکنش در حالت‌های خاص واقع می‌شود. آنچه را که می‌توان محاسبه کرد میزان احتمال آزاد شدن انرژی است. مثلاً اگر ده مرتبه کوانتوم نور به‌نوع مولکول مربوط برخورد کند، هفت مرتبه انرژی خارج می‌شود که بستگی به‌حساسیت چشم نیز دارد. اگر میزان حساسیت چشم شما زیاد باشد در برابر نور بسیار ضعیف به‌جای دیدن تصویر ثابت، تصویر خاکستری رنگ در خشنده‌ای را خواهید دید که کاتوره‌ای (تصادفی) چشمک می‌زند.

آیا طبیعت در پایه‌های بنیادی خود بی قاعده عمل می‌کند؟ آزمایش‌هایی که اخیراً در نور بسیار ضعیف انجام شده است و شواهدی از این رفتار عجیب نشان داده که بور تفسیر و بررسی کرده است. اینشتین دراین منازعه شکست خورد ولی بور هم برنده‌ی آن نیست. فیزیکدان‌های امروزی هم هنوز در این منازعه طولانی به‌سر می‌برندکه چگونه‌قوانین‌مرموز وسرسخت‌کوانتومی‌را توضیح دهند.

پس از آنکه مسیر نظریه‌ی نسبیت عام توسط اینشتین اعلام شد، بر خلاف نظریه‌ی کوانتومی، با سرعتی که انتظار می‌رفت، کشف نگردید. برای درک گرانش و عملکرد آن مفهوم تازه‌ای ارائه شد و به‌تدریج معادله‌های آن تدوین گشت ولی آن مقاله‌ها چنان پیچیده و بغرنج بود که پژوهشگران به‌سختی می‌توانستند آنها را به‌کار برند. ویژگی‌های نظریه چنان بود که فقط در شرایط بی‌نهایت چگالی‌های بسیار زیاد و فضاهایی بیکران و یا شرایط ایجاد اندازه‌گیری با دقت بسیار زیاد می‌توانست صادق باشد حتی وقتی فناوری‌های پیشرفته جی. پی. اس (دستگاه سیستم مکان‌یابی جهانی) تولید شد. دستگاه بدون استفاده از معادله‌های نسبیت عام برای حذف اثرات گرانش و سرعت نتوانست موقعیتی را تعیین کند. اخترشناسان سیاهچاله‌ها را که اجرامی با چگالی بسیار عظیم در کیهان بودند کشف کردند که بدون استفاده از معادله‌های اینشتین درک آنها امکان‌پذیر نبود ولی در طول زمانی که اینشتین زندگی می‌کرد فقط یک سیاهچاله در تمامی کیهان شناسایی شد.

سیاهچاله (حفره سیاه)

شما نمی‌توانید یک سیاهچاله را ببینید. معادله‌های اینشتین حاکی از آنند که در جایی که جرمی به‌شدت متراکم گردد، به‌دلیل گرانش بسیار زیادی که ایجاد می‌کند، همه‌ی چیز، حتی نور هم به‌سمت آن کشیده می‌شود و نمی‌تواند از دام جاذبه‌ی آن فرار کند ولی می‌توانید موادی که در اثر سقوط در آن فروزان و درخشان شده‌اند را ببینید. تصاویری توسط تلسکوپ هابل گرفته شده است که نشان می‌دهد گازهای داغ و چرخنده‌ای به‌دور یک جرم مجهول در مرکز کهکشان M87 دوران می‌کنند.

اندازه‌گیری‌های سرعت دوران گازهای چرخان حاکی از آنند که جرم جسم مرکزی سه بیلیون برابر جرم خورشید است که در فضایی در حدود منظومه شمسی ما متراکم شده است.

اخترشناسان این جسم را با خط سیر گازهای درخشان مکان‌یابی کرده‌اند که در اثر سقوط اجسام به‌درون آن انرژی آزاد می‌شود.

در سال ۱۹۱۷ اینشتین و اخترشناس هلندی به‌نام ویلم دیستر معادله‌ی اینشتین را با وضوح و سادگی فوق‌العاده برای توصیف کیهان به‌کار بردند و در این راستا مدل ساده‌ای ارائه نمودند. دانشمندان دیگر این مدل را برای تطبیق با کیهان مملو از ستارگان بی‌شمار توسعه دادند و به‌مشکلی بر خوردند. در این مدل که حاکی از حرکت ستارگان در اثر انفجار بزرگ و در حال فاصله گرفتن از هم و دور شدن از یکدیگر و یا در حال فرو ریختن به‌سمت یکدیگر هستند (رمبیده می‌شوند)، اینشتین به‌این نتیجه رسید که در معادله‌اش جایی را برای یک عبارت جبری دیگر که آن را ضریب کیهان‌شناسی نامید، باید ایجاد کند. وی موفق شد با تنظیم این ضریب، مدل دیگری که آن را مدل کیهانی ناوردا (بی تغییر) نامید، ارائه کند.

در سال ۱۹۲۹ ادوین هابل اخترشناس آمریکایی شواهدی را ارائه کرد که کهکشان‌هایی از ستارگان دور دست مثل جهان اولیه در حال انبساط از یکدیگر و از کهکشان ما دور می‌شوند. معادله‌های اولیه اینشتین که تصور می‌شد یک توصیف دقیق از جهان بعد از آن به‌ما می‌دهد، به‌سرعت با مدرک هابل متقاعد شد و احساس کرد که تذکر او درباره‌ی ضریب کیهان‌شناسی اشتباه بوده است.

دانشمندان دیگر از قضاوت خودداری کردند و منازعات بر سر وجود ضریب کیهان‌شناسی تا امروز هم ادامه دارد ولی اغلب اخترشناسان اعتراف می‌کنند که با ضریب کیهان‌شناسی و یا بدون آن، معادله‌های اینشتین بهترین زبان قابل دسترسی برای توضیح ساختار جهان تا امروز بوده است.

من می‌خواهم بدانم خدا چگونه جهان را خلق کرد. علاقه بآن پدیده یا طیف یا هر ماده‌ی دیگری ندارم، فقط می‌خواهم فکر او را بدانم، بقیه جزییات است.