۱

چیزها آن‌گونه که به نظر می‌رسند نیستند

اعماق پنهان

عالم جای بزرگی است؛ فوق‌العاده بزرگ‌تر از مقیاس هرآنچه ما می‌توانیم به طور مستقیم تجربه کنیم. اگر راستش را بخواهید، در واقع ما به درستی نمی‌دانیم که چقدر بزرگ است، اما بخشی از عالم که برای ما قابل‌مشاهده است طولی تقریباً برابر با نود و یک میلیارد سال نوری دارد. با در نظر گرفتن اینکه یک سال نوری (فاصله‌ای که نور در یک سال طی می‌کند) تقریباً برابر ۹٫۴۶ میلیون میلیون کیلومتر است،[1] این فاصله بسیار زیاد است. عالم دارای میلیاردها کهکشان است که اغلب آن‌ها میزبان میلیاردها ستاره هستند، بنابراین همگی پر از ماده‌اند. با این حال در قرن بیستم، در فهم ما از ماهیت عالم دو چالش اساسی به وجود آمد که نشان داد چیزی که گمان می‌بردیم همه‌چیز است در واقع پنج درصد از واقعیت را تشکیل می‌دهد.

زمانی تصویر ما از آنچه عالم از آن ساخته شده، ساده بود. فیلسوف یونان باستان، ارسطو[1]، از تئوری قدیمی چهار عنصر ــ خاک، آب، هوا و آتش ــ استفاده کرد و یک عنصر به آن افزود: اثیر یا اتر که باور داشت چیزی است که آسمان‌ها از آن ساخته شده است. با پیشرفت علم و نجوم نقص مدل ارسطو مشخص شد. در قرن نوزدهم

1. Aristotle

با فراهم شدن امکان شناسایی عناصر شیمیایی موجود در ستاره‌ها مشخص شد که این‌ها عناصری هستند که روی زمین پیدا می‌شوند. تا آغاز قرن بیستم، عناصر پنجگانه جای خود را به نود و چهار عنصر طبیعی جدول تناوبی دادند که هریک از تعدادی ذرات بنیادی تشکیل شده بودند: پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها.

با وجود اینکه در ادامهٔ قرن بیستم ذرات تشکیل‌دهندهٔ خود این پروتون‌ها و نوترون‌ها نیز کشف شدند، تصور ما مبنی بر اینکه هرچیز از واحدهای کوچک‌تری ساخته شده است باقی ماند. اما شماری از پدیده‌ها این تصویر ساده‌انگارانه را تهدید می‌کردند. اگر علم یک حکم داشته باشد، این است که «چیزها پیچیده‌تر از آنچه ما فکر می‌کنیم هستند» و ایدهٔ تشکیل شدن عالم از چند ذرهٔ مادی، نور و چهار نیروی بنیادی[۲] از آزمون گذر زمان شکست خورد و به تدریج تناقضات نمایان شدند.

اغلب اوقات علم به اشتباه مجموعه‌ای از حقایق در نظر گرفته می‌شود. با وجود اینکه قطعاً گردآوری حقایق در علم رخ می‌دهد، حقایق هستهٔ مرکزی آن را تشکیل نمی‌دهد. همان‌طور که زیست‌شناس آمریکایی، استوارت فایراستاین[1] در کتاب خود، *Ignorance*، اشاره می‌کند، مسئلهٔ مهم در علم آنچه ما می‌دانیم نیست: «دانشمندان موفق در باتلاق واقعیت‌ها گرفتار نمی‌شوند، چراکه این‌قدرها هم برای واقعیت‌ها اهمیت قائل نیستند. این‌گونه نیست که از اهمیت آن‌ها غافل باشند و بدان بی‌توجهی کنند، در واقع به واقعیت‌ها به چشم هدف غایی نمی‌نگرند. آن‌ها با رسیدن به واقعیت‌ها کار خود را پایان نمی‌دهند، بلکه از آنجا تازه کار را شروع می‌کنند؛ درست بعد از واقعیت‌ها، جایی که واقعیت‌ها تمام شده‌اند.»

در سال ۱۹۳۳ میلادی، یک اخترشناس سوئیسی به نام فریتس تسویکی[2] واقعیت را دربارهٔ آنچه عالم از آن تشکیل شده است، تغییر داد.

رفتار عجیب کهکشان‌های تسویکی

اغلب معتقدند که تسویکی شخصیت جالب‌توجهی داشته است. او در سال ۱۸۹۸

1. Stuart Firestein
2. Fritz Zwicky

در شهر وارنای بلغارستان متولد شد؛ فرزند یک تاجر پرنفوذ و سیاستمدار بااصالت سوئیسی بود. فریتس در شش‌سالگی برای زندگی در کنار خویشاوندانش به سوئیس فرستاده شد. او در دانشگاهی که اینشتین[1] در آن تحصیل کرده بود، دانشگاه پلی‌تکنیک فدرال زوریخ[2]، به تحصیل در زمینهٔ ریاضیات و فیزیک مشغول شد. با اینکه همواره شهروندی سوئیسی باقی ماند، بیشتر سال‌های فعالیت خود را در مؤسسهٔ تکنولوژی کالیفرنیا، که از سال ۱۹۲۵ در آن مشغول به کار بود، گذراند.

تسویکی مشابه همتای جوان‌تر خود، فرد هویل[3]، اخترفیزیک‌دان انگلیسی، به خاطر قدرت تخیل قوی‌اش که منبع الهام ایده‌های بسیاری در اخترفیزیک و کیهان‌شناسی شد، مشهور بود. طبیعی بود که بسیاری از این ایده‌ها کمی بیش از اندازه خیال‌پردازانه بودند. خاصیت این حوزهٔ تحقیقاتی چنین ایجاب می‌کرد. در واقع تا حدود دههٔ ۱۹۷۰ در جمع فیزیک‌دانان، چنین نقل‌قولی مشهور بود که «اول خیال‌پردازی بود، بعد خیال‌پردازی‌ها بیشتر شد و سپس به کیهان‌شناسی تبدیل شد». اما حتی با استانداردهای کیهان‌شناسی نیز برخی از کارهای تسویکی عجیب‌تر از حد معمول به نظر می‌رسیدند.

با وجود این مانند هویل قدرت تخیل قوی تسویکی او را از رسیدن به نتایج چشمگیر بازنداشت. او و اخترشناس آلمانی، والتر بادهٔ[4]، اولین اشخاصی بودند که به اهمیت مسئلهٔ ستاره‌های نوترونی اشاره کردند. ستاره‌های نوترونی ستاره‌هایی هستند که از حالت عادی به حالت بسیار چگالی از نوترون‌ها[(۳)] فروپاشیده‌اند. او نخستین کسی بود که عبارت ابرنواختر[5] را برای انفجاری که حاصل آن تولد ستاره است به کار برد و چندین بازمانده از انفجارهای ابرنواختری[(۴)] را شناسایی کرد.

یک مورد دیگر از مشارکت‌های علمی مهم تسویکی ریشه در نظریهٔ نسبیت عام اینشتین داشت. این نظریه برهم‌کنش میان ماده و فضا ـ زمان را توصیف می‌کند (به فصل ۴ مراجعه کنید). ماده فضا ـ زمان نزدیک خود را مختل کرده و اثری را که تحت

1. Albert Einstein
2. Eidgenössische Technische Hochschule
3. Fred Hoyle
4. Walter Baade
5. Supernova

عنوان گرانش می‌شناسیم ایجاد می‌کند. این واقعه که اجسام سنگین باعث انحراف نور از مسیر مستقیم می‌شوند مسئلهٔ اساسی پشت نظریهٔ نسبیت عام است. همان‌گونه که فیزیک‌دان آمریکایی، جان ویلر[1]، بیان می‌کند «فضا ـ زمان نوع حرکت ماده را تعیین می‌کند و ماده نوع خمیدگی فضا ـ زمان را». تسویکی شخصی بود که متوجه شد این اثر شبیه به آن اثری است که ابزارهای اپتیکیِ نه‌چندان جدید، عدسی‌ها، ایجاد می‌کنند.

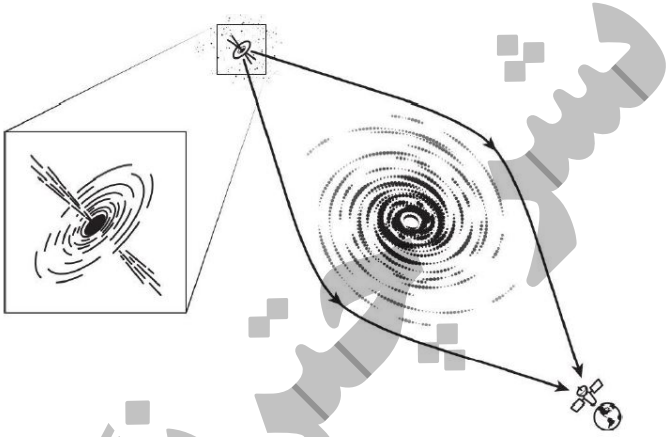
عدسی‌ها یا همان لنزها (که به دلیل تشابه ظاهری از روی نام لاتین لنز به معنی عدس نام‌گذاری شده‌اند)، مسیر نور را به اندازه‌های مختلفی، بسته به ضخامت شیشه‌ای که نور به آن برخورد می‌کند، تغییر می‌دهند. شکل منحنی عدسی مسیر حرکت نور را با دورتر شدن از مرکز بیشتر تغییر می‌دهد، چراکه زاویهٔ بین سطح محل برخورد نور و راستای نور کاهش می‌یابد. در نتیجه، عدسی اشعه‌های نوری را که به آن می‌رسد از نقاط مختلف جمع‌آوری کرده و در یک نقطه متمرکز می‌کند.

با تفکر روی نحوهٔ کار عدسی‌ها، تسویکی متوجه شد که جسمی بسیار سنگین مانند یک کهکشان می‌تواند اثر مشابهی روی پرتو نوری که از نزدیکی آن در حال عبور است، داشته باشد. اگر پرتو نوری را که از جسمی در پس یک کهکشان منتشر می‌شود در نظر بگیریم، بخشی از این پرتو نور تلاش می‌کند تا از اطراف این کهکشان عبور کند و به سمت دیگر برسد؛ اما جرم بسیار زیاد این کهکشان مسیر حرکت نور را از همه‌طرف به سمت خود خم کرده و باعث متمرکز شدن آن در یک نقطه، جلوتر از کهکشان، می‌شود. اگر دقیقاً در موقعیت مناسب قرار بگیریم و این تصویر به گونه‌ای انتشار یابد که نور خود کهکشان با آن هم‌پوشانی نکند، این به اصطلاح لنزینگ گرانشی بدان معنی است که می‌توانیم جسمی بسیار دور را از طریق کهکشانی که در میانهٔ راه قرار دارد ببینیم؛ چنان‌که گویی این کهکشان لنز یک تلسکوپ پهناور است.

لنزینگ گرانشی دربارهٔ اثر گرانشی چیزی که ما می‌توانیم ببینیم، مانند یک کهکشان روی نور در حال گذر، صحبت می‌کند. اما بزرگ‌ترین اکتشاف تسویکی اثر گرانشی چیزی بود که به نظر برای ما قابل‌مشاهده نیست. او مشغول مطالعه روی مجموعه‌ای

1. John Wheeler

از کهکشان‌ها، که با نام خوشهٔ کُما[1] شناخته می‌شوند، بود. کهکشان‌ها اجرام فوق‌العاده بزرگی هستند؛ برای مثال کهکشان راه شیری، که ما در آن زندگی می‌کنیم، یک کهکشان با اندازه‌ای نسبتاً متوسط است و طولی معادل صد و پنجاه هزار سال نوری دارد. هر کهکشان شامل میلیاردها ستاره است و با اثر گرانشی عظیمی که بر محیط اطراف خود می‌گذارد خوشه‌هایی را با کهکشان‌های دیگر تشکیل می‌دهد که در اثر گرانش در کنار هم نگه داشته می‌شوند.



نور تابیده‌شده از جسمی دور را یک کهکشان میانی متمرکز می‌کند و اثر لنزینگ گرانشی را پدید می‌آورد. (ای‌اس‌ای/ اِی‌تی‌جی)

خوشهٔ کهکشانی کما در فاصلهٔ سیصد و بیست میلیون سال نوری از ما قرار داشته و شامل بیش از هزار کهکشان است. به عنوان نزدیک‌ترین خوشهٔ کهکشانی به خوشه‌ای که کهکشان ما در آن قرار دارد (ابرخوشهٔ ویرگو)[2]، خوشهٔ کما برای اخترشناسان بسیار حائز اهمیت است. با این حال زمانی که تسویکی بررسی رفتار این خوشه را در سال ۱۹۳۳ آغاز کرد به مورد عجیبی برخورد: «این خوشه اساساً نمی‌بایست شکل می‌گرفت.»

اجرام در عالم به دور یکدیگر می‌چرخند. ما با این پدیده در منظومهٔ شمسی خودمان

1. Coma Cluster
2. Virgo Supercluster