کاغذ این کتاب از جنگل‌ها و منابع
کاملاً مدیریت‌شده تهیه شده است.

Paper from well managed
forests and controlled sources

FSC

PEFC

قرن گرانش

قرن گرانش

از خورشیدگرفتگیِ اینشتین تا تصاویر سیاه‌چاله

نوشتهٔ ران کووِن

ترجمهٔ سمانه نوروزی

سرشناسه: کاوئن، رن، ۱۹۵۷– م. Cowen, Ron, 1957-
عنوان و نام پدیدآور: قرن گرانش(از خورشیدگرفتی اینشتین تا تصاویر سیاه‌چاله)/ران کوون/ترجمهٔ سمانه نوروزی.
مشخصات نشر: تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری: ۲۱۶ ص
شابک: ۷ ـ ۸۲۷ ـ ۲۵۳ـ ۶۰۰ ـ ۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت: عنوان اصلی: Gravity's century : from Einstein's eclipse to images of black holes , 2019.
موضوع: نسبیت عام (فیزیک)/ جاذبه گرانشی/ کوانتوم/ فیزیک نجومی
شناسه افزوده: نوروزی، سمانه، ۱۳۵۹–، مترجم
رده‌بندی کنگره: QC۱۷۳/۶
رده‌بندی دیویی: ۵۳۰/۱۱
شمارهٔ کتابشناسی ملی: ۸۴۹۴۳۰۶

قرن گرانش (از خورشیدگرفتی اینشتین تا تصاویر سیاه‌چاله)

ران کوون — ترجمهٔ سمانه نوروزی

آماده‌سازی و تولید: بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه

طراحی جلد: استودیو همزه [محمود منفرد، سبا عربشاهی]

چاپ و صحافی: بوستان کتاب — نوبت و شمارگان: چاپ اول ۱۴۰۳، ۵۰۰ نسخه

همهٔ حقوق چاپ و نشر برای بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه محفوظ است.
هرگونه اقتباس از این اثر، منوط به دریافت اجازهٔ کتبی از ناشر است.

بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه

تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای ژاندارمری شرقی، پلاک ۷۴،
طبقهٔ سوم، تلفن، ۶۶۴۷۷۴۰۵

parsehbookpublication@gmail.com

@ketabeparseh

ران کوِن

(۱۹۴۴ - امریکا)

معرفی نویسنده

کوون دارای مدرک کارشناسی ارشد فیزیک از دانشگاه مریلند و نویسنده و ویراستار علمی مجلهٔ ***PLM Daily*** است. او به مدت ۲۱ سال گزارشگر ویژهٔ فیزیک و نجوم در مجلهٔ ساینس نیوز بوده و همزمان ده‌ها مقالهٔ علمی در نشریات و روزنامه‌های مختلف همچون نشنال جئوگرافیک، نیویورک تایمز، و بخش‌های خبری نیچر، ساینس، ساینتیفیک امریکن و... نوشته است.

کوون دو بار برندهٔ جایزهٔ علمی از انجمن نجوم امریکا، در فیزیک خورشیدی و جایزهٔ ویژهٔ دیوید شرام در فیزیک انرژی‌های بالا شده است. همچنین برندهٔ جایزهٔ نویسندهٔ علمی برتر مؤسسهٔ فیزیک امریکا و جایزهٔ سالانهٔ نویسندهٔ علمی انجمن آکوستیک امریکا بوده است.
قرن گرانش به‌عنوان یکی از بهترین کتاب‌های علمی تابستان ۲۰۲۰ انتخاب شد.

فهرست

مقدمه ۹
سِفر پیدایش ۱۵
از آشفتگی تا پیروزی ۳۵
مأموریت ادینگتون ۵۹
انبساط جهان ۸۵
سیاه‌چاله‌ها و آزمون نسبیت عام ۱۰۱
گرانش کوانتومی ۱۲۱
شنیدن سیاه‌چاله ۱۴۵
تصویربرداری از سیاه‌چاله ۱۷۵
منابع ۱۹۳
سپاسگزاری ۲۰۳
نمایه ۲۰۵

تقدیم به:

استاد ارجمندم، دکتر احمد شریعتی، که در کلاس‌های ایشان با لذت کیهان‌شناسی و فیزیک آشنا شدم.

سمانه نوروزی

مقدمه

سیاه‌چاله پوششی است برای هیولای خفته در قلب راه شیری.
گروهی از اخترفیزیکدانان، در ۱۱ آوریل سال ۲۰۱۷ پنج شبِ کامل با شبکه‌ای از رادیو تلسکوپ‌ها که در مجموع مانند آنتنی با قطری به اندازهٔ زمین عمل می‌کرد، رصد داشتند. این آنتن از هاوایی تا قطب جنوب گسترده شده بود؛ هشت گروه تلسکوپی این شب‌ها را در حالی گذراندند که به چیزی خیره شده بودند که هیچ‌کس پیش از آن ندیده بود، هرچند دانشمندان نظری و طرفداران داستان‌های علمی‌تخیلی دهه‌ها سعی در به‌تصویر کشیدن آن داشتند: سیاه‌چاله.

یا دقیق‌تر، لبهٔ سیاه‌چاله ـ پوشش بیرونی گرانشی که آن‌قدر قوی است که هیچ‌چیز نمی‌تواند از چنگ آن فرار کند، هیچ‌چیز حتی نور. وقتی چیزی از آن حدود می‌گذرد، آنچه دانشمندان آن را افق رویداد می‌نامند، برای همیشه از دنیای ما رفته است. اما مادهٔ داخل سیاه‌چاله با اینکه ناپدید شده است، در ایجاد اغتشاش در فضا و زمان نقش دارد و منطق و ریاضی را به چالش می‌کشد، هر که نسبت به ماهیت غایی‌ترین نقطهٔ آن کنجکاو است باید آن را ببیند تا باور کند.

اگرچه باور داشتن، به‌تنهایی، باعث ایجاد انگیزه در سازندگان تلسکوپ افق رویداد[1] نشده است. فهمیدن این‌گونه بود، باعث انگیزه‌شان شد؛ چراکه شروع درک سیاه‌چاله شروع شناخت دوبارهٔ جهان است، ورود به دورهٔ اکتشافی‌ای که خودِ آلبرت اینشتین رخ دادنش را انکار می‌کرد، با اینکه او بیش از هر کس دیگری امکان آن را فراهم کرده بود.

حدود یک قرن پیش، آلبرت اینشتین در سال ۱۹۱۵ نظریهٔ نسبیت عام خود را نهایی کرد. او به‌تنهایی متوجه اهمیت کامل قانون فیزیکی‌ای شد که گالیله نزدیک به سیصد سال پیش کشف کرده بود: همهٔ اجرام، صرف‌نظر از جرم یا مواد سازندهٔ آن، در یک میدان گرانشی با سرعت برابر سقوط می‌کنند. اینشتین با ایجاد این قانون، قلب و روح نظریهٔ بنیادینی دربارهٔ شتاب اجسام، شیوهٔ جدیدی برای تفکر نه‌فقط دربارهٔ گرانش بلکه دربارهٔ عالم، ایجاد کرد.

او ایدهٔ گرانش به‌صورت نیرو را پاک کرد و مفاهیم دیرینهٔ فضا و زمان را به‌عنوان تماشاچیانی خاموش و بدون نقش خاص در رفت‌وآمد به عالم رد کرد. فضا-زمان مثل خمیری انعطاف‌پذیر بود و در حضور جرم و انرژی شکل می‌گرفت. سقوط جسم به‌خاطر کشیده‌شدن از طرف زمین نیست؛ بلکه جرم و انرژی زمین فضا-زمانِ اطراف آن را طوری خمیده می‌کند که جسم در حال عبور ناچار است مسیر خود را به سمت زمین خم کند. همین اثر متقابل میان هر دو جسم در جهان اعمال می‌شود. حتی نور نیز از این قانون طبیعی مستثنا نیست: اگر نور از نزدیکی جسمی به اندازهٔ کافی پرجرم، مثلاً خورشید، عبور کند، مسیر آن خم می‌شود.

در زمان خورشیدگرفتگی ۲۹ مه ۱۹۱۹، وقتی ویرانگری‌های جنگ جهانی اول هنوز تازه بود، دو گروه از اخترشناسان انگلیسی سفر سختی

1. Event Horizon Telescope

به برزیل و سواحل غربی آفریقا داشتند تا عجایب نظریهٔ جدید گرانش از سوی اینشتینِ متولدِ آلمان را بیازمایند. زمانی که ماه خود را به مدت ۶ دقیقه و ۵۱ ثانیه در روز ۱۹ ماه مه سال ۱۹۱۹ میان زمین و خورشید قرار داد، یکی از طولانی‌ترین خورشیدگرفتگی‌های قرن بیستم، گروه با تبدیل ناگهانی روز روشن به شب، از ستاره‌هایی که وارد میدان دید می‌شد عکسبرداری می‌کرد. وقتی رصدگران به خانه رفتند و تصاویر را با تصاویر همان ستارگان وقتی نزدیک خورشید نبودند مقایسه کردند، درست همان چیزی که اینشتین گفته بود یافتند: وزن خورشید نور ستارگان را خم می‌کند. اینشتین برای این پیش‌بینی یک‌شبه مشهور شد، و نظریهٔ او در سراسر جهان اهم اخبار را به خود اختصاص داد.

قرن گرانش شروع شد

این دو تجربه، یعنی مأموریت‌های خورشیدگرفتگی سال ۱۹۱۹ و رصدهای تلسکوپِ افق رویداد در یک قرن بعد، دورانی را رقم زد که شبیه هیچ‌یک از دوره‌های تاریخ علم نبود.

صد سال پیش وقتی اینشتین نظریهٔ نسبیت عام خود را تدوین کرد ظاهراً جهان از یک کهکشان تشکیل شده بود؛ امروزه می‌دانیم که جهان نه‌فقط یکی بلکه حداقل صد میلیارد کهکشان دارد، در حال انبساط است و هر ثانیه با سرعت بیشتری منبسط می‌شود. طی یک قرن گذشته علم اخترشناسی از مطالعهٔ نوار باریک اپتیکی در طیف الکترومغناطیسی، بخش مرئی طیف و از طریق تلسکوپ‌های شخصی، به کل محدودهٔ طیف، تا ریزموج‌ها با پرتوهای گاما، گسترش یافته است. با شروع قرن بیست‌ویکم اخترشناسی از طیف الکترومغناطیسی نیز فراتر رفت: موجودات مرموز نامرئی موسوم به مادهٔ تاریک و انرژی تاریک که اکنون می‌دانیم بیش از ۹۶ درصد کیهان را ساخته‌اند.

هر که سعی کند این کشف را بشناسد مرهون نسبیت عام است. زیرا هیچ پدیده‌ای مانند سیاه‌چاله کاملاً برخلاف شهود نیست. این ایده نتیجهٔ طبیعی نسبیت عام است، همان‌طور که برخی نظریه‌پردازان به‌محض اینکه اینشتین نظریهٔ خود را ابداع کرد این نتیجه را برداشت کردند.

اگر جسمی به اندازهٔ کافی پرجرم و چگال باشد، آیا فضا-زمان آن‌قدر اعوجاج می‌یابد که روی خود بسته شود؟ نه‌فقط وقتی که نور از نزدیکی چنین جسمی عبور می‌کند مسیر آن خمیده می‌شود، بلکه اگر از فاصلهٔ بسیار نزدیک به آن عبور کند، در دام گرانش آن می‌افتد و هرگز فرار نخواهد کرد.

اینشتین هیچ‌گاه ایدهٔ سیاه‌چاله را دوست نداشت؛ سیاه‌چاله باعث می‌شد معادلات زیبای او تغییر کند و بی‌معنا شود. او و دیگر فیزیکدان‌ها چندین دهه توانستند این مفهوم را نادیده بگیرند.

اما پس از آن انقلابی از نوعی دیگر از راه رسید، انقلابی در تکنولوژی تلسکوپ‌ها. رصدهای آغازشده در ابتدای دههٔ ۱۹۶۰ چراغ‌های راهنمای متراکمی را نشان داد که از فواصل دوردست جهان می‌رسند، بیش از کل نور کهکشان‌ها تابش دارند، و ستارگانی با سرعت‌های بسیار سرسام‌آور به دور مرکز کهکشان می‌چرخند. سیاه‌چاله‌ها، حفره‌های گرانشی بلعندهٔ نور، به واقعیت پیوستند.

خیلی زود نظریه‌پردازان بسیار زیادی به آن علاقه‌مند شدند. آن‌ها دریافتند که سیاه‌چاله محک تجربی برای ارتباط جهان بسیار ریز، قلمرو نظریهٔ کوانتوم، و قلمرو گرانش بسیار شدید است، که قوانین نسبیت عام بر آن حاکم است. این پیوندی بود که اینشتین دهه‌ها تلاش کرد ایجاد کند، اما هرگز موفق نشد. هنگامی که اخترشناسان دریافتند فناوری جدید تلسکوپ رادیویی می‌تواند این امکان را فراهم آورد از افق رویداد واقعی سیاه‌چاله تصویربرداری کند، خب کیست که بتواند مقاومت کند؟

گروه همکاری تلسکوپ افق رویداد هدف خود را دو سیاه‌چالهٔ به‌خصوص

قرار داد. یکی از آن‌ها غول گرانشی کمان A*[1] بود، که در مرکز کهکشان راه شیری خودی می‌خروشد و جرم آن چهارمیلیون برابر جرم خورشید است. دومی با جرمی حدود هزار برابر بیشتر، در هستهٔ M87، کهکشانی در فاصلهٔ ۵۴ میلیون سال نوری از ما قرار دارد. این دو با هم می‌توانند آزمون مهمی برای نظریهٔ نسبیت عام اینشتین فراهم کنند: تعیین چگونگی انطباق پیش‌بینی‌های نظریه با رصدهای شدیدترین موقعیت‌های گرانشی شناخته‌شده در عالم.

تلسکوپ افق رویداد در ساعت ۱۱:۲۲ صبح به وقت منطقهٔ زمانی شرقی در یک روز بهاری وصف‌ناپذیر در سال ۲۰۱۷، آخرین فوتون فصل رصدی خود را ثبت کرد. محققان می‌دانستند هنوز ماه‌ها کار پیشِ رو دارند. آن‌ها می‌خواهند مجموعه داده‌های معادل ظرفیت ذخیرهٔ ده‌هزار لپ‌تاپ را تجزیه‌وتحلیل کنند. همزمان می‌خواهند که برای سری دوم رصدها در سال آینده آماده شوند. اما اکنون، در این لحظه، به‌جای تمرکز بر اینکه تا کجا باید پیش بروند، توانستند توقف کنند و ببینند که چقدر پیشرفت کرده‌اند.

یک اخترشناس موسیقی «راپسودی بوهمیِ» گروه کوئین را می‌نواخت. اخترشناس دیگری مُهروموم بطری ویسکی پنجاه ساله را شکست. اما در همان حال که علت اصلی این جشن و سرور کامل شدن آزمایشی بود که وسعت و پهنای زمین را پوشش می‌داد، زمینهٔ تاریخی آن از این هم گسترده‌تر بود. جشن‌گیرندگان به خوبی می‌دانستند که یک قرن در تدارک این جشن بوده‌اند.

1. Sagittarius A*

سِفر پیدایش

دو ماه. این همهٔ زمانی است که آلبرت اینشتین در سپتامبر ۱۹۰۷ برای نوشتنِ اولین مقالهٔ مروری معتبر دربارهٔ نظریهٔ نسبیت خاصِ خود، که دو سال قبل منتشر کرده بود، داشت. اینشتین، که در بیست‌وهشت سالگی درحالی‌که به‌عنوان بررسی‌کننده در ادارهٔ ثبت اختراع سوئیس در برن مشغول به‌کار بود، هنوز به‌دنبال شغل تدریس در دانشگاه می‌گشت، از فرصت خلاصه‌کردن کار بحث‌برانگیز خود برای کتاب سالانه و معتبر الکترونیک و رادیواکتیویته استفاده کرد. او دوبار از سردبیر نشریه درخواست مهلت جهت ارائهٔ مقاله کرده بود.

نگرانی اینشتین قابلِ‌درک بود. او برای تأمین زندگی همسر و پسر سه‌ساله‌اش، از دوشنبه تا شنبه، روزی هشت ساعت، پشت میز خود در طبقهٔ سوم ساختمان جدید پست و تلگراف کار می‌کرد؛ که در آنجا دربارهٔ نکات خوب و بد اختراعات الکتریکی و سایر اختراعات قضاوت می‌کرد. او آن‌قدر مفید کار می‌کرد که در طول روز وقت پیدا می‌کرد تا تحقیقات فیزیک نظری خود را دنبال کند؛ فردریش هالر، مدیر دفتر ثبت اختراع، احترام زیادی برای او قائل بود.