



عرفان کسرائی

عرفان کسرائی نویسنده و روزنامه‌نگار علم و فناوری و عضو انجمن فلسفه‌ی علم آلمان «GWP» است. او در حال حاضر به عنوان پژوهشگر دوره دکتری فلسفه‌ی علم در دانشگاه بن آلمان بر روی موضوع روش شناسی استدلال ریاضی در کیهان‌شناسی مدرن کار می‌کند.

دانشمندان در روز ۲۸ ژوئیه [مقاله‌ای در مجله نیچر](#) منتشر کردند که از رصد نور پشت یک سیاهچاله در کهکشان مارپیچی آی تسوئیکی ۱ (I Zwicky 1) در فاصله ۸۰۰ میلیون سال نوری از زمین خبر می‌داد. پدیده‌ای که در نگاه نخست با تصور غالب و پذیرفته شده درباره ماهیت سیاهچاله‌ها در تضاد بود و بار دیگر توجه علاقمندان به نجوم و کیهان‌شناسی را به موضوع سیاهچاله‌ها جلب کرد.

سیاهچاله، آزمایشگاهی به وسعت کیهان

سیاهچاله‌ها مانند اتاقی تاریک در زیرزمین نیستند که بتوان با استفاده از شمع و چراغ قوه فضای داخل آنها را روشن کرد و به دنبال چیزی گشت. این هیولاهای ناشناخته، چنان اشتباهی سیری ناپذیری دارند که هرچیزی را که به دام بیندازند می‌بلعند و نیروی گرانش آنها به قدری قدرتمند است که حتی نور نیز نمی‌تواند از آن بگریزد. این اجرام آسمانی عجیب که در سراسر کیهان در ابعاد و اندازه‌های گوناگون یافته می‌شوند البته از یک نوع نیستند. برای نمونه هم سیاهچاله‌هایی داریم که از انفجار ابرنواختری ایجاد شده‌اند و هم سیاهچاله‌های کلان جرمی که در مرکز کهکشان‌ها (از جمله کهکشان خود ما یعنی راه شیری) واقع شده‌اند. اما به بیان ساده، سیاهچاله‌ها توده‌های به شدت متراکمی از ماده‌اند که نیروی گرانش آنها به قدری زیاد است که ساختار فضای پیرامون خود را خم می‌کنند. برای اینکه درک بهتری از تراکم سیاهچاله‌ها داشته باشیم کافیت تصور کنیم که خورشید اگر می‌خواست سیاهچاله باشد باید ماده موجود خود را در یک کره به قطر شش کیلومتر جا می‌داد. زمین ما نیز اگر یک توپ کوچک با قطر حدود ۱/۷ سانتی متر بود می‌توانست یک سیاهچاله باشد. حال دانشمندان، برای نخستین بار موفق شده‌اند نور پشت چنین توده متراکمی را، که حتی به نور نیز اجازه خروج نمی‌دهد شناسایی کنند و پنجره‌ای به روی درک بهتر از این اجرام اسرارآمیز عالم هستی باز کنند.

نکته جالب توجه این است که این تیم تحقیقاتی به سرپرستی دن ویلکینز، اخترفیزیکدان در دانشگاه استنفورد، در آغاز در جستجوی چیز دیگری بوده و بنا داشته مطالعه‌ای روی تاج این سیاهچاله انجام دهد. تاجی که تا ارتفاع ۶۰ میلیون کیلومتر بالای سیاهچاله کشیده شده و منبع عظیم انتشار پرتو ایکس است. تصور چنین ابعاد و اندازه‌هایی، فراتر از قوه تصور ذهن انسان روی زمین است. کافیت در نظر بگیریم که قطر خود این سیاهچاله (با ده میلیون برابر جرم خورشید) چیزی حدود ۳۰ میلیون کیلومتر است. نوری که وارد این سیاهچاله می‌شود نمی‌تواند از آن بیرون بیاید، از این رو ما قاعدتاً نباید بتوانیم هیچ چیزی پشت سیاهچاله را ببینیم. دلیل اینکه چنین چیزی ممکن شده در ویژگی‌های عجیب و باورنکردنی سیاهچاله‌ها نهفته است. بر اساس نظریه نسبیت اینشتین، سیاهچاله‌ها فضا را دچار اعوجاج کرده و نور و میدان‌های مغناطیسی پیرامون خود را خم می‌کنند. به بیان ساده دانشمندان با استفاده از همین ویژگی‌های عجیب، ناممکن را ممکن کرده‌اند و نوری را تشخیص داده‌اند که اصولاً نباید تشخیص داده می‌شد. نوری که دانشمندان با استفاده از تلسکوپ‌های فضایی ایکس‌ام-نیوتن (XMM-Newton) آژانس فضایی اروپا و نواستار (NuSTAR) ناسا ثبت کرده‌اند در واقع ناشی از یک ناهنجاری در مشاهدات دانشمندان بود. شاید کلمه «مشاهده» در این معنی کمی غلط‌انداز باشد. در واقع دانشمندان شواهد مستقیمی از نور بازتاب داه شده از سوی دیگر سیاهچاله را یافته‌اند و این یافته‌ها دقیقاً با پیش‌بینی‌های نظری در خصوص رفتار نور در دام میدان‌های گرانشی قوی سازگار است. اما چرا می‌گوییم ناهنجاری؟ دلیل آن این است که این تیم تحقیقاتی در سلسله مشاهدات خود از پرتوهای ایکس، متوجه پرتوهایی شدند که کوچکتر بودند و با تاخیر و با رنگ‌های دیگری ظاهر می‌شدند. بررسی‌های بعدی آنها نشان داد که منشأ چیزی که مشاهده شده، آن سوی دیگر سیاهچاله است و این فوتون‌ها از بخش دیگری از دیسک سیاهچاله می‌آیند. اگرچه اساس این کشف، در نظریه نسبیت عام اینشتین پیش‌بینی شده بود ولی این کشف می‌تواند در آینده به دانشمندان کمک کند نقشه‌های سه بعدی دقیق‌تری از نواحی پیرامون سیاهچاله‌ها تهیه کنند و در عین حال، درباره قرص برافزایشی (دیسکی) از گرد و غبارهای کیهانی و گازهای داغ پیرامون سیاهچاله، درباره تاج سیاهچاله و همچنین افق رویداد آن بیشتر بدانند.

بسیاری از کیهان شناسان و فیزیکدانان بر این باورند که کیهان شناسی مدرن با ظهور نظریه نسبیت عام آلبرت اینشتین در سال ۱۹۱۵ میلادی آغاز شده است. اگرچه که تاریخ مشخصی برای آغاز عصر کیهان شناسی جدید وجود ندارد. زیرا مقاله آلبرت اینشتین درباره تاثیر میدان گرانشی قوی بر انتشار نور، سال ها پیش از این در سال ۱۹۱۱ منتشر شده بود و در عین حال، نخستین کاربست نظریه نسبیت عام در کیهان شناسی باز می گردد به مقاله سال ۱۹۱۷ اینشتین که در آن نسبیت عام، به عنوان مدلی ریاضی برای توصیف کیهان به عنوان یک کل مطرح شده است. این نظریه از آن زمان تا کنون از سخت ترین آزمون ها سر بلند بیرون آمده و هر پدیده ای در کیهان که تا کنون رصد شده و زیر ذره بین قرار گرفته، بر درستی آن هر تایید زده است.^۱ حتی زمانی که تصور می شد اینشتین در وارد کردن برخی مفاهیم و ثوابت به معادلات خود دچار اشتباه شده، بعدها مشخص شد که حتی اشتباه ظاهری کار او نیز درست بوده است. البته این به معنای آن نیست که خط به خط پیشبینی های نظریه او تا ابد تایید خواهند شد و نظریه نسبیت، آخرین صورت بندی علمی ما از ماهیت جهان هستی است و هرگز دچار ناهنجاری و ناسازگاری نخواهد شد. اما اینشتین احتمالاً هرگز چنین انتظاری نداشت که روزی بتوان نور آن سوی سیاهچاله را آشکار سازی کرد. او در سال ۱۹۳۶ در مقاله مشهور خود^۲ درباره عدسی های گرانشی می نویسد .

«امیدی به مشاهده مستقیم چنین پدیده ای وجود ندارد»

البته در کیهان شناسی باید در کاربست کلماتی همچون مشاهده یا آزمون وسواس بسیار به خرج داد. چرا که مفهوم کلماتی چون مشاهده، رصد یا آشکار سازی در کیهان شناسی قدری با سایر زمینه های علمی تفاوت دارد. برای مثال عکس تاریخی سیاهچاله ای با قطر ۴۰ میلیارد کیلومتر و در فاصله ۵۰۰ میلیون تریلیون کیلومتر از زمین (در فاصله حدود ۵۳ میلیون سال نوری) در کهکشان مسیه ۸۷ که در چهارشنبه ۱۰ آوریل ۲۰۱۹ منتشر شد، به بیان ساده «مشاهده» سیاهچاله نبود. به عبارت دیگر، شاید بتوان اینطور گفت که کیتی بومن و همکارانش الگوریتم هایی نوشته بودند که داده های دریافتی از تلسکوپ را به تصویر قابل درک برای چشم انسان تبدیل کند. ضمن آنکه هیچ تلسکوپی به تنهایی قادر نیست سیاهچاله را رصد کند. از این رو دانشمندان برای به دست آوردن درک تصویری از آن سیاهچاله، با روشی که به «تداخل سنجی» معروف است از پروژه «ایونت هورایزن» با هشت تلسکوپ همزمان استفاده کردند. ذکر این نکته هم لازم است که از نظر تاریخی اساساً نقش وجود سیاهچاله ها تا مدت ها زیر سوال بود^۳ و بسیاری آن را صرفاً نوعی هویت ریاضیاتی می دانستند که فقط روی کاغذ واقعیت دارد .

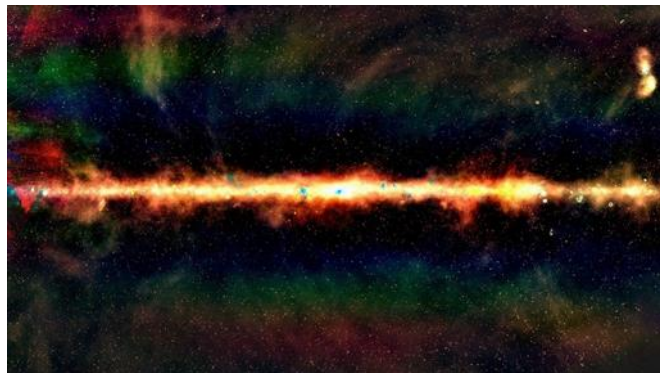
۱) برای مثال امواج گرانشی که برای نخستین بار در سال ۲۰۱۶ در حدود یکصد سال پس از پیش بینی نسبیت اینشتین در رصدخانه موج گرانشی با تداخل سنج لیزری LIGO آشکار سازی شدند. کشفی که برای کیپ تورن و همکارانش راینر وایس و بری سی. بریش جایزه نوبل فیزیک ۲۰۱۷ را به دنبال داشت. امواج گرانشی همان امواجی هستند که به گفته دانشمندان، ناشی از برخورد دو سیاهچاله و ادغام آنها در ۱/۳ میلیارد سال قبل بوده است .

۲) در مقاله ای با عنوان Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field. اثر نسبیتی گرانش در انحراف نور از همان سال های ابتدایی مطرح شدن نسبیت عام آزمایش شده بود. اما شاید نخستین مورد مشاهده مستقیم از اثر عدسی گرانشی، اختروش دوگانه Q0957+561 باشد که در سال ۱۹۷۹ کشف شد. دو اختروشی که هم در نور مرئی و هم در امواج رادیویی قابل مشاهده بودند و به صورت عجیبی، هم در طیف نگاری و هم در انتقال به سرخ کاملاً به هم شباهت داشتند. دنیس والش و همکارانش حدس زدند که چه بسا شاید اساساً این دو اختروش، یک اختروش باشند که نور آنها در سر راه خود تا زمین از کنار یک جرم بسیار بزرگ عبور و بر اساس نسبیت عام اینشتین، انحراف گرانشی پیدا کرده است. از قضا تبیین و پیش بینی آن ها کاملاً درست بود و مشخص شد که این کهکشان YGKOW G1 بوده که مانند یک عدسی گرانشی عمل کرده و باعث شده که اشتباهاً تصور کنیم دو اختروش متفاوت را مشاهده کرده ایم.

۳) از نظر تاریخی، ایده وجود سیاهچاله ها به جان میشل در سال ۱۷۸۳ باز می گردد. سیاهچاله ها از نظر ریاضی در راه حل های معادلات میدان در نسبیت عام طرح شدند که نخستین آن در سال ۱۹۱۶ توسط کارل شوارتزشیلد ارائه شد. راه حل دیگر را «روی کر» در سال ۱۹۶۳ برای سیاهچاله های چرخان مطرح کرد. اما نام سیاهچاله در این دوران هنوز مطرح نشده بود و به نظر می رسد «جان ویلر» فیزیکدان در سال دهه شصت میلادی، نخستین کسی باشد که این کلمه را به این معنی به کار برده باشد.

مفهوم مشاهده در کیهان شناسی

از چهار قرن پیش تا کنون به عبارت دقیق تر از سال ۱۶۰۹ زمانی که گالیله، تلسکوپ را برای رصد آسمان به کار بست، مفهوم مشاهده دستخوش تحول بسیار شده است. تلسکوپ‌ها مدام دقیق‌تر و پیچیده‌تر شده‌اند، اینک بشر نه تنها روی زمین تلسکوپ‌های عظیم نصب کرده بلکه تلسکوپ‌های بزرگ مانند تلسکوپ فضایی هابل را به اعماق کیهان فرستاده تا روز به روز بخش‌های مشاهده‌ناپذیر بیشتری را به بخش‌های مشاهده‌پذیر تبدیل کند. پروژه‌های عظیمی مانند EMU و رادیوتلسکوپ‌های پروژه GLEAM امواج رادیویی را که اساسا با چشم، حتی با تلسکوپ نیز قابل مشاهده نیستند، مشاهده‌پذیر می‌کنند.



این تصویر شامل ۳۰۰۰۰۰ کهکشان، بخش‌هایی از کیهان را نشان می‌دهد که اصولا برای چشم انسان مشاهده‌ناپذیرند. امواج رادیویی بین فرکانس‌های ۷۰ تا ۲۳۰ مگاهرتز در پروژه MWA (Murchinson Widefield Array) برای درک تصویری ما با رنگ‌های مختلف نمایش داده شده‌اند.

تا پیش از ظهور گیرنده‌های رادیویی، تنها گیرنده طبیعی انسان برای مشاهده عالم، چشم او و تنها دسترسی ما به کیهان، طیف مرئی بود. در حالی که نور مرئی تنها بخش بسیار کوچکی از طیف الکترومغناطیسی است و این امواج شامل پرتوهای رادیویی، فرسرخ، فرابنفش، پرتوهای X و یا گاما نیز می‌شوند. با تکمیل تلسکوپ رادیویی، کیهان‌شناسان به بخش دیگری از طیف دست یافتند که شامل طول موج‌های رادیویی به خصوص طول موج‌های بین ۱۰ متر و ۰/۰۰۱ متر می‌شد. تا اینجا کار کیهان‌شناسان برای مشاهده عالم، دو طیف باریک از طیف امواج را در اختیار داشتند اما هنوز بخش‌های بزرگی از طیف الکترومغناطیسی وجود داشت که تن به مشاهده نداده بود. زمین جز بخش کوچکی از قسمت فرسرخ طیف، اغلب طول موج‌های دیگر را جذب می‌کرد و تنها راهی که باقی می‌ماند این بود که با ارسال بالن به داخل جو یا فرستادن موشک به طبقات بالایی جو بتوان چیزهایی را مشاهده کرد که چشم نمی‌بیند. با قرار گرفتن ماهواره‌هایی در مدار زمین این مشکل تا حد زیادی رفع شد و به کمک این تلسکوپ‌ها، حجم مشاهداتی ما از کیهان به شکلی باورنکردنی افزایش پیدا کرد. پیشرفت کیهان‌شناسی با اختراع رادیوتلسکوپ‌ها، انفجاری در روند کسب اطلاعات بشر از کیهان بود و با بکارگیری این روش‌های تازه در مشاهده، دریچه جدیدی به روی کیهان‌شناسان گشوده شد. از نظر تاریخی این اکتشاف که بعضی از اجسام موجود در فضا، انرژی رادیویی گسیل می‌کنند باز می‌گردد به سال ۱۹۳۱. آن‌گونه که رابرت تی دیکسون در کتاب نجوم دینامیکی می‌نویسد، کارل جانسکی از پژوهشگران آزمایشگاه‌های بل در پی یافتن منبعی بود که در مدارهای رادیو تلفنی دو سوی اقیانوس اطلس ایجاد تداخل صوتی شبیه به صدای هیس ایجاد می‌کردند. او ابتدا از این مساله به شدت گیج شده بود، به خصوص که دریافت این تداخل هر روز تقریبا ۴ دقیقه زودتر اتفاق می‌افتد. جانسکی با مراجعه به یک کتاب درسی مقدماتی در زمینه اخترشناسی پی برد که هر ستاره یا کهکشان معین، به علت گردش زمین به دور خورشید هر شب ظاهرا چهار دقیقه زودتر طلوع می‌کند. او با در نظر گرفتن این مساله این‌طور استنتاج کرد که منبع این پدیده، انرژی رادیویی خارج از زمین، جایی نزدیک به مرکز کهکشان راه شیری در صورت فلکی قوس است. اخترشناسان حرفه‌ای تا اینجا کار هنوز به اهمیت فوق‌العاده کیهان‌شناسی رادیویی پی‌نبرده بودند و این گروت ربر اخترشناس آماتور بود که برای نخستین بار، تلسکوپی ساخت که برای جمع‌آوری سیگنال‌های رادیویی که از فراسوی زمین می‌آیند طراحی شده بود. او نه تنها منبع سیگنال‌های رادیویی را که جانسکی یافته بود تایید کرد بلکه برای نخستین بار نقشه‌ای از سایر منابع قوی تابش رادیویی فراهم آورد. در جریان جنگ جهانی دوم پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه رادیو و رادار رخ داد و بعدها بسیاری از اجسام در کیهان کشف شدند که در آسمان، طیف رادیویی تابش می‌کردند. تلسکوپ رادیویی را روز و شب و در هوای ابری یا صاف می‌توان به کار برد و به نواحی وسیعی از کهکشان که قبلا در پشت ابر و غبار، از دید تلسکوپ‌های نوری پنهان می‌ماند، نفوذ کرد.