

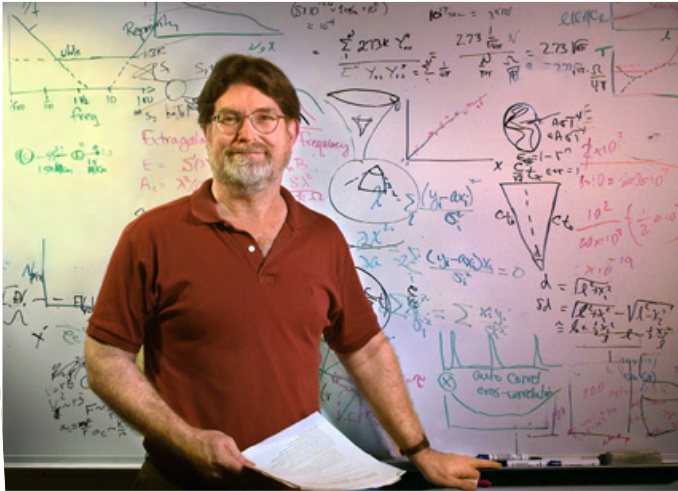
چند خبر

در سه ماه گذشته خبرها ی مهم ی در کیهان‌شناسی بوده. مادّه ی تاریک جدی‌تر شد، جایزه ی نیل را به دو کیهان‌شناس تجربه‌گر دادند، و ادعا شد که اطلاعات WMAP با کیهان ی بیضی‌گون سازگارتر است تا کیهان ی کروی.

• جایزه ی نیل فیزیک سال 2006 مشترکاً به دو کیهان‌شناس آزمایش‌گر داده شد – جان مِیر^(a)، و جُرج سُموت^(b). این دو فیزیک‌پیشه نقش‌ها ی مهم ی در ساخت و تحلیل داده‌ها ی کُبی^(c) داشته اند، ماه‌واره ای که در 18 نوامبر 1989 در مدار ی به دور زمین قرار گرفت و تمام آسمان را در تابش زمینه ی کیهانی مساحی کرد (صفحه ی ۲۵ و مقاله ی حاجیان را در همین شماره ببینید). مِیر و سُموت این آزمایش‌ها را در دهه ی 1970 به ناسا پیش‌نهاد کردند، زمان ی که هر دو پَسادکتر بودند، و ناسا هم فرصت‌ها ی خوب ی در اختیار شان گذاشت.

سُموت متولد 1945 است. در 1966 در زمینه ی ذّه‌ها ی بنیادی از MIT دکترا گرفت و پس از آن به کیهان‌شناسی پرداخت. در ابتدا وسیله ای طراحی کرد که با بالُن بالا برود تا وجود پادمادّه در کیهان را تحقیق کند، پادمادّه ای که آن را نظریه ی ایستا ی کیهان‌شناسی پیش‌بینی می‌کرد، نظریه ای که امروز دیگر مطرح نیست. سپس به تابش زمینه ی کیهانی پرداخت. وسیله ای ساخت که دما ی تابش زمینه ی کیهانی را در دو راستا که با هم زاویه ی 60° می‌سازند با هم مقایسه کند. با این وسیله معلوم شد که تابش زمینه ی کیهانی آن طور که از رو ی زمین دیده می‌شود به جهت بسته‌گی دارد. اما خیل ی زود معلوم شد که این ناشی از حرکت زمین به دور خود، خورشید، و حرکت خورشید به دور مرکز کهکشان، و حرکت خاص کهکشان راه‌شیری است. معلوم شد که اگر این حرکت‌ها را به حساب بیاوریم تابش زمینه ی کیهانی کاملاً هم‌سان‌گرد است، که یعنی کیهان کاملاً هم‌گن است. این با ساختار مرئی ی کیهان جور در نمی‌آمد. سُموت به این فکر افتاد که ناهم‌گنی‌ها ی تابش زمینه ی کیهانی را بسنجد. برای این کار طرح ی به ناسا ارائه داد: ساختن ماه‌واره ای برای این کار، ماه‌واره ی COBE که 160 M\$ خرج بر داشت.

جان مِیر متولد 1946 است. در 1974 از دانشگاه کالیفرنیا در پرکلی دکترا گرفت. مِیر، علاوه بر آن که سرپرست کل پروژه ی کُبی بوده است، مستقیماً هم مسئول آزمایش ی بوده که «سیاه» بودن تابش زمینه ی کیهانی را تأیید کرده است. در فاصله ی سال‌ها ی 1966 تا 2006، مِیر بیش از 30 جایزه برده که آخرین آن‌ها یک ی جایزه ی کیهان‌شناسی ی بنیاد پیتر گرویر^(d) در سال 2006



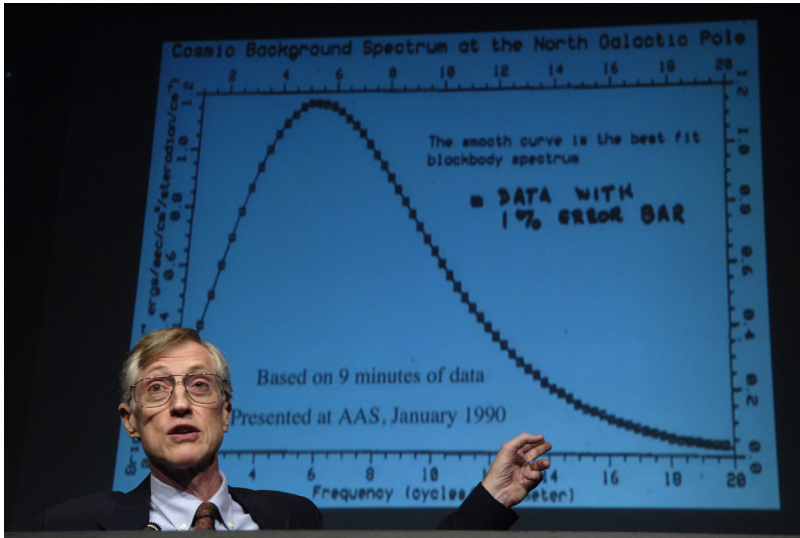
George Fitzgeral Smoot

است، که آن را به همراه گروه کُبی گرفته؛ و دیگری جایزه ی نُبِل - امسال است. گروه جان مَیر، با استفاده از آزمایش FIRAS^(e) نشان داده است که تابش زمینه ی کیهانی واقعاً تابش یک جسم سیاه است. از این جا معلوم می شود که کیهان در ابتدا بسیار داغ بوده، یا به بیان دیگر مدل استاندارد کیهان شناسی، موسوم به مه بانگ درست است. گروه ی که جُرج سُموت سرپرست اش بوده با تحلیل داده ها ی ابزار DMR^(f) نشان داده است که دما ی تابش زمینه ی کیهانی در آسمان افست و خیزها یی از مرتبه ی 10^{-5} دارد. از این جا معلوم شده است که گرانش ماده ی مرئی در کیهان برا ی توصیف ساختار کیهان کافی نیست، یا به بیان دیگر، از این جا معلوم می شود که بخش ی از کیهان از ماده ی تاریک تشکیل شده است. ا. ش.

^{a)} John Mather, NASA/Goddard Space Flight Center; ^{b)} George Smoot, University of California, Berkeley, and Lawrence Berkeley National Laboratory; ^{c)} COBE = Cosmic Background Explorer, ^{d)} Far Infrared Absolute Spectrophotometer ^{e)} Differential Microwave Radiometer, ^{f)} Peter Gruber Foundation,

• ماده ی تاریک دیده شد.

تصوّر ماده ی تاریک از زمان ی وارد فیزیک شد که فریتس تُسویکی^(a) در 1937 مدعی شد که جرم ماده ای که در کهکشان ها دیده می شود برا ی آن که خوشه ها ی کهکشانی مقید باشند کافی نیست؛ یا باید این خوشه ها مقید نباشند، که این بسیار عجیب است، یا باید مقدار زیاد ی جرم که آن را نمی بینم در این خوشه ها باشد. بعدها معلوم شد که چرخش ستاره ها ی کهکشان راوشیری به دور مرکز را هم نمی توان فقط با ماده ای که دیده می شود توضیح داد، و بعد معلوم شد که در مورد همه ی کهکشان ها ی ماریچی چنین است. بعد معلوم شد که کل دینامیک کیهان را هم بی ماده ی



John Cromwell Mather

Courtesy of NASA (USA)

تاریک نمی‌توان توضیح داد. دوره پیش‌نهاد و دنبال شده است. یک ی این که شاید در کهکشان‌ها ی ماریچی، در خوشه‌ها ی کهکشان‌ی، و در کیهان مقدار ی ماده هست که نمی‌بینیم اش. این ماده را ماده ی تاریک می‌گویند. بسته به مورد، ماده ی تاریک کهکشان‌ی، ماده ی تاریک بین کهکشان‌ی، و ماده ی تاریک کیهانی. راه دیگر توضیح این پدیده‌ها که به اندازه ی راه قبل جدی گرفته نشده است، این که شاید در فاصله‌ها ی زیاد دینامیک نیوتنی درست نیست، شاید دینامیک درست یک دینامیک تعدیل یافته ی نیوتنی، یا MOND^(b) باشد.

ماده ی تاریک می‌تواند از نوع ماده ی معمولی باشد که آن قدر سرد است که نور نمی‌دهد، مثلاً تعداد زیاد ی کوتوله ی سفید بسیار سرد؛ یا می‌تواند از نوع ی باشد که با ماده ی معمولی برهم‌کنش چندان ی ندارد، مثلاً مقدار ی نوترینو، یا اکسیون (در مورد اکسیون رجوع کنید به گاما، ش ۱۰، ص ۲ تا ۴). شواهد درصدی ای هست که سهم ماده ی معمولی در ماده ی تاریک هر چند صفر نیست، اما زیاد هم نیست (از جمله شواهد کیهان‌شناختی که از ماه‌واره ی کبی و WMAP نتیجه شده).

چند دهه است که فیزیک‌پیشه‌ها در جست‌وجو ی ماده ی تاریک اند. این جست‌وجو یا به شکل یافتن ذره‌ها ی بنیادی ی ناشناخته در روی زمین است (مثلاً جست‌وجو برای یافتن اکسیون)، یا به شکل جست‌وجو در آسمان برای یافتن نشانه‌ها یی مستقیم‌تر از وجود ماده ی تاریک. اخیراً در آسمان چیزی دیده شده که به‌ترین تأیید ماده ی تاریک بین کهکشان‌ی تا کنون است.

بخش ی از ماده ای که نمی‌بینیم، گازها ی بسیار داغ است، داغ تا حدود چند ده یا صد میلیون کلوین! چنین ابرها یی، چون داغ اند، تابش ایکس دارند و اگر تله‌سکپ ایکس ی را به سویشان نشانه بگیریم، می‌توانیم آن‌ها را ببینیم. ماه‌واره ی چاندرا^(c) که در 1999 پرتاب شد چنین تله‌سکپ ی

است. این ماهواره در خوشه ی 1E0657-56 گازِ بسیار داغ و بسیار بزرگ ی دیده. از مطالعه ی نمودارِ دما ی این گاز، معلوم می شود که یک شُک موجِ بزرگ به شکلِ یک کمان در این گاز در حال انتشار است. این شُک موج حاصلِ برخوردِ دو خوشه ی کَهکشانی است. به این ترتیب این صحنه، صحنه ی وحشتناک ترین تصادف ی است که بشر تا کنون دیده است. این گاز مادّه ی مرئی است نه مادّه ی تاریک. مارکوویچ^(d)، کلوتّه^(e)، و هم کاران شان چند سال است که دارند این شُک موج را مطالعه می کنند. یافته ها ی این گروه توزیعِ جرمِ مادّه ی مرئی در این ناحیه را به دست می دهد.

فراتر از این خوشه ی کَهکشانی، یعنی دورتر از ما، و درست در امتدادِ خط ی که ما را به این خوشه ی کَهکشانی وصل می کند، کَهکشان ها ی دیگری هم هست که با تله سکپِ معمولی دیده می شوند. با مشاهده ی این کَهکشان ها، و با استفاده از آن چه ریزعدسی سازی ی گرانشی نام دارد، می توان توزیعِ جرم در این ناحیه را به دست آورد. این هم کاری است که این گروه چند سال است به آن مشغول اند. آن چه از این بررسی به دست می آید توزیع و بنا بر این کلِ جرم ی است که باعثِ ریزعدسی سازی ی گرانشی می شود. وقت ی این دو دسته اطلاعات را با هم مقایسه می کنیم، می بینیم به وضوح کلِ مادّه ی ریزعدسی ساز در آن ناحیه چهاربخش است. دو بخش، که به هم نزدیک تر اند، متناظر اند با همان دو بخش ی که مارکوویچ و هم کاران ش می بینند. و دو بخش، که از هم دورتر اند، مادّه ای است که دیده نمی شود، حتّاً با جاندارا، در پرتوها ی ایکس. معقول ترین توضیح این است: دو خوشه ی کَهکشانی به هم برخورد کرده اند. هر خوشه عبارت است از مقدار ی مادّه ی مرئی و مقدار ی مادّه ی تاریک. مادّه ی معمولی، علاوه بر برهم کنشِ گرانشی، برهم کنشِ الکترومغناطیسی هم دارد، و این باعث می شود که کندتر حرکت کند. اما مادّه ی تاریک تنها در برهم کنشِ گرانشی شرکت می کند، پس اصطکاک ی مانع اش نیست، و بنا بر این تندتر حرکت می کند.

به این ترتیب است که این دو گروه مدعی شده اند که مادّه ی تاریک را در خوشه ی 1E0657-56 دیده اند.^(f) یک نکته ی بسیار مهم در این تحلیل این است که این تحلیل مستقل از قانونِ گرانش در فاصله ها ی زیاد است. این باعث می شود فرضیه ی مادّه ی تاریک مقبولیتِ عام تر ی بیابد، و انگیزه ی فیزیک پیشه ها برا ی پرداختن به فرضیه ها ی «دینامیکِ نیوتنی ی تعدیل یافته» یا MOND کم شود، زیرا نتیجه ی این تحلیل این است که چه مُند را بپذیریم چه نپذیریم، ناچار ایم وجودِ مادّه ی تاریک را بپذیریم.

^{a)}Frietz Zwicky, ^{b)}Modified Newtonian Dynamics, ^{c)}Chandra, ^{d)}Maxim Markevitch,

^{e)}Douglas Clowe, ^{f)}D. Clowe, M. Bradač, A. H. Gonzalez, M. Markevitch, S. W. Randall, C. Jones, D. Zaritsky: "A Direct Empirical Proof of the Existence of Dark Matter", *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 648 (2006), pp. L109 - L113.

• آیا کیهان بیضی شکل است؟

WMAP^{a)} ماهواره ای است که در فاصله ی 1.5 میلیون کیلومتری ی زمین، بر خطِ واصلِ خورشید به زمین قرار دارد و همراه زمین به دور خورشید می گردد، طوری که همیشه زمین بین دپلیومپ و خورشید است. دقیق ترین اطلاعات ی که تا کنون از تابش زمین ی کیهانی داریم همین داده ها یی است که دپلیومپ فرستاده. این اطلاعات باعث شده که اکنون با دقتِ خوب ی سن و ترکیب کیهان را می شناسیم (ر.ک. گاما، ش ۱، ص ۳؛ گاما، ش ۱۰، ص ۲). همه چیز با نظریه ی مه بانگ و یک کیهان توڑمی می خوانند، به جز یک چیز!

دما ی تابش زمین ی کیهانی، T ، تقریباً 2.7 K است، اما افت و خیزها یی دارد. فرض کنید در آسمان یک دست گاه مختصه ها ی کروی به کار ببریم، θ و φ . افت و خیزها ی T تابع ی از θ و φ هستند. این تابع را می توان بر حسب هم آهنگ ها ی کروی، یعنی $Y_\ell^m(\theta, \varphi)$ ها، بسط داد. نظریه ی استاندارد «مه بانگ و کیهان توڑمی ی اولیّه» شکل خاص ی برا ی ضرایب این بسط پیش بینی می کند (مقاله ی حاجیان را در همین شماره ببینید). این ضریب ها را می توان از داده ها ی دپلیومپ هم به دست آورد. معلوم شده که تمام ضریب ها با نظریه می خوانند، به جز ضریب جمله ی چهار قطبی ($\ell = 2$).

چند فیزیک پیشه ی ایتالیایی به نام ها ی کامپانیلی^{b)}، چیا^{c)}، و تیدسکو^{d)}، برا ی توضیح این جمله ی چهار قطبی نظریه ای ارائه داده اند. ایشان حساب کرده اند که اگر «سطح آخرین پراکنده گی» بیضی گون ی با خروج از مرکز 0.01 باشد، آن وقت این جمله ی چهار قطبی هم با مشاهده می خواند^{e)}. منظور از سطح آخرین پراکنده گی آن سطح ی است که ما امروز فتون ها ی گسیل شده از آن را به صورت تابش زمین ی کیهانی می بینیم. در یک مدل کاملاً هم گن و هم سان گرد این سطح آخرین پراکنده گی باید کره باشد.

این خروج از مرکز 0.01 و تبدیل کره به بیضی، آدم را به یاد اتّفاقی می اندازد که چهار قرن پیش روی داد: کپلر^{f)} متوجه شد که مدارها یی بیضی شکل با خروج از مرکزها یی در حدود 0.01 و 0.1 خیل ی به تر حرکت سیاره ها را توصیف می کنند. بعد نیوتن^{g)} متوجه شد که این بیضویّت را می توان با قانون GmM/d^2 توضیح داد، و این شد مهم ترین انقلاب ی که در هزاره ی دوّم در علم روی داده است. کس ی چه می داند، شاید این کشف کامپانیلی و یاران اش شروع یک انقلاب دیگر باشد. فعلاً باید پیش بینی ها ی دیگر این نظریه را در آورد و با مشاهده تطبیق داد. ا. ش.

^{a)}Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, ^{b)}Leonardo Campanelli, ^{c)}Paolo Cea, ^{d)}Luigi Tedesco, ^{e)}L. Campanelli et al., "Ellipsoidal Universe Can Solve the Cosmic Microwave Background Quadrupole Problem", *Physical Review Letters*, vol 97 (2006), 131302. ^{f)}Juhanes Kepler, ^{g)}Isaac Newton.