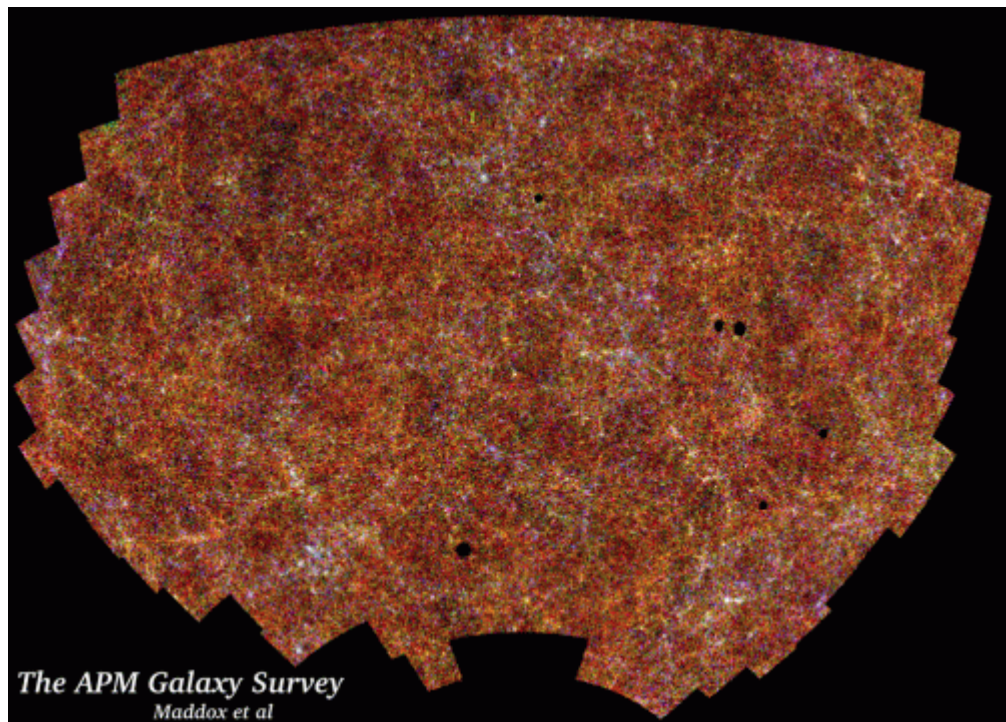


علم امروزي بشر تا به آنجا رسیده که قادر باشد در مورد جهان هستي توضیحاتي را ارائه کند . جهان هستي بیکران و غیر قابل تصور. ستاره هاي بیشماري را که در آسمان شب مي بینید تنها سه هزار ستاره از سیصد میلیارد ستاره در کهکشان راه شیریند . در جهان چیزی حدود صد میلیارد کهکشان وجود دارد . بشریت همواره با این سؤال مواجه بوده است که : آیا این جهان از ابتدا بدین صورت بوده یا این که همه چیز از جايي و به طور ناگهاني به وجود آمده است ؟ کشف این مطلب که جهان در حال انبساط است موجب شگفتي بسیار در اوایل قرن گذشته شد. بر اساس این یافته فیزیکدان ها حدس زدند که جهان مي باستي در گذشته و از اندازه بسیار كوچك متولد شده باشد . این مطلب که جهان آغازی دارد همچنین هییت ابعاد و خلق آن ، انسان را با این سؤال روبرو ساخت که جهان چگونه آغاز شده است . اکنون پس از رصد ها و تفکرهای بسیار به پاسخي رسیده ایم که بیگ بنگ یا انفجار بزرگ نام گرفته است .

بیگ بنگ چیست ؟

بر اساس نظریه بیگ بنگ جهان از انفجار حجم بسیار کوچک - ابعادی کوچکتر از حفره های روی پوست - ، با دما و چگالی بسیار زیاد آغاز شده است . بر اساس این نظریه شکل گیری فضا همانند کش آوردن سطح یک بادکنک است - مواد، در درون و سطح بیروني فضای در حال انبساط می باشند، همانند ذرات غبار روی سطح یک بادکنک- این انفجار همانند انفجار ماده در یک فضای خالی نیست بلکه خود فضا به همراه این انفجار متولد شده است و ماده را همچنان که منبسط میشود به همراه خود حمل می کند . فیزیکدان ها حتی بر این عقیده هستند که زمان نیز با بیگ بنگ آغاز شده است . امروزه ، اکثر دانشمندان نظریه بیگ بنگ را قبول دارند . شواهد موجود به قدر کافی محکم بودند که در سال 1951 دفتر کلیسای کاتولیک اعلام کرد نظریه بیگ بنگ با کتب مقدس مطابقت دارد .



تا اوایل قرن 19 مردم می پنداشتند که جهان پایدار و ثابت است . در سال 1915 با نظریه نسبیت عام اینشتین که به ماهیت فضا ، زمان و جاذبه می پردازد حالت های محتمل دیگری نیز ارائه شد . با ارائه نظریه نسبیت ساختار فضا قادر

بود که منبسط یا منقبض شود . در سال 1917 ستاره شناسی به نام ویلم دسیتز با به کار گیری نسبیت در مورد جهان نشان داد که جهان قادر است منبسط شود . (Willem de Sitter)

در سال 1922 ریاضیدانی به اسم الکساندر فریدمن (Aleksandr Friedmann) با استفاده از روش های ساده تر به همین نتیجه رسید . نتیجه بدست آمده توسط جرج لمایتر (Georges Lemaitre) کیهان شناس در سال 1927 نیز همین بود . این گام ، تحولی بزرگ در مورد دیدگاه پذیرفته شده جهان-ثابت بود . جرج لمایتر بر این عقیده بود که با سفر به گذشته کیهان ، ماده جهان می بایستی در ابعادی کوچک جمع شود و در آنجا انفجاری رخ داده باشد . اگرچه این احتمال حالت شگفت آور جدیدی برای جهان در نظر می گرفت ولی مبتنی بر رصد های وقت نبود .

چرا بر این تفکریم که بیگ بنگ اتفاق افتاده است ؟

نتایج 3 رصد مهم طی قرن گذشته به ستاره شناسان کمک کرد تا اطمینان حاصل کنند که جهان با بیگ بنگ آغاز شده است . اولین آنها این است که جهان در حال انبساط است – بدین معنی که فضای میان کهکشان ها در حال بزرگ و بزرگتر شدن است - این مشاهده منجر به این حدس شد که قبل از انبساط همه چیز در جایی کنار هم قرار داشته است . دوم اینکه این نظریه به خوبی قادر به توضیح فراوانی هلیوم و دوتریم (ایزوتوپ هیدروژن) در جهان است . دما و چگالی و محیط منبسط شونده جهان اولیه شرایط خوبی برای تولید این هسته ها با فراوانی که امروز شاهد آن هستیم می باشد . دلیل سوم اینکه ستاره شان موفق به رصد تابش پس زمینه کیهانی – تابش پس از انفجار اولیه - از هر سمت کیهان شده اند . تابش پس زمینه کیهانی دلیل قاطعی بر تایید آغازی این چنین – با یک انفجار- برای جهان است . آفای استنفان هاوکینگ در این مورد می گوید : این اکتشاف بی نظیر ، اکتشاف قرن است .

انبساط جهان

همزمان با این ایده که جهان در حال انبساط است ، ستاره شناسی به اسم وستو سلیفر (Vesto Slipher) متذکر شد که تعداد کهکشان هایی که از ما دور می شوند بیشتر از آنهایی هستند که به ما نزدیک می شوند . ستاره شناسان با استفاده از نور دریافتی از یک کهکشان قادرند دریابند که یک کهکشان به ما نزدیک یا از ما دور می شود . اگر طیف نوری کهکشان به سمت طول موج کوتاه تر انتقال یابد - انتقال به آبی – کهکشان در حال نزدیک شدن به ماست ، مثال معروف این مطلب تغییر طول موج صدای یک آمبولانس در حال نزدیک شدن به ما است . اگر طیف نوری کهکشان به سمت طول موج بلند تر انتقال یابد - انتقال به سرخ – کهکشان در حال دور شدن از ماست ، همان طور که طول موج صدای یک آمبولانس که در حال دور شدن از ما است افزایش می یابد . میزان انتقال به سرخ یا آبی بستگی به سرعت دور شدن یا نزدیک شدن کهکشان دارد . بنابراین وستو سلیفر مشاهده کرد که بیشتر کهکشان ها دارای انتقال به سرخ هستند تا انتقال به آبی .

در سال 1929 ، ادوین هابل (Edwin Hubble) کشف کرد کهکشان هایی که در فاصله ی بیشتری از ما قرار دارند با سرعت بیشتری از ما دور می شوند ، این سرعت متناسب با فاصله است . به عبارت دیگر کهکشان هایی که در فاصله دورتری نسبت به ما هستند دارای انتقال به سرخ بیشتری نیز می باشند . کهکشان های دور دست فاصله ای در ابعاد میلیونی و میلیارد سال نوری با ما دارند و این به این معناست که ما به گذشته ای در ابعاد میلیون یا میلیارد سال نوری نگاه می کنیم . در حین سفر نور کهکشان ها به سمت ما طیف نور از طول موج های کوتا هتر به سمت طول موج های بلند تر - انتقال به سرخ – انتقال می یابد . این انتقال به سرخ در اثر انبساط ساختار فضا است. اگر طول موج دو برابر شود ، جهان می باید با ضریب 2 منبسط شود. بنابراین کشف هابل این بود که عامل انبساط به نحوی با مسیر

طی شده توسط نور در ارتباط است ، معادل با اینکه شما به چه میزان به گذشته نگاه می کنید . این مطلب بیان گر این است که هر چه در زمان به عقب و عقب تر برگردیم جهان کوچک و کوچکتر است . با سفر به گذشته ی یک جهان منبسط شونده خواهیم دید که فاصله ی میان کهکشان ها در حال کاهش و چگالی جهان در حال افزایش است .

این روند تا جایی ادامه پیدا می کند که تمامی ماده جهان در حجمی بسیار کوچک متراکم می شود ، که نتیجه این روند چگالی باور نکردنی جهان اولیه - لحظه بیگ بنگ - است . با تقسیم فاصله ی کهکشان بر سرعت ذاتی آن قادر به تخمین طول عمر جهان خواهیم بود . با این روش می توانیم تخمین بزنیم که در چه زمانی فاصله ی ما تا دیگر کهکشان ها صفر بوده است . محاسبات نشان می دهند که بیگ بنگ در حدود 10 تا 15 میلیارد سال قبل - 3 برابر عمر زمین - اتفاق افتاده است .

یکی از راه های تست کردن این تخمین این است که به دنبال کهن ترین جسم در کیهان باشیم این جسم می باید سنی در حدود 10 تا 15 میلیارد سال داشته باشد نه بیشتر . روش دیگر بررسی فعالیت های رادیو اکتیوی ایزوتوپ های اورانیوم است . می دانیم که کهن ترین ایزوتوپ های تشکیل شده توسط فعالیت های هسته ای ابر -نو اخترها 10 میلیارد سال سن دارند . با استفاده از مدل های امروزی تحول ستاره ای می دانیم که کهن ترین ستاره های موجود در کهکشان را شیری در حدود 10 میلیارد سال سن دارند . سنین به دست آمده با تخمین های ما مطابقت دارند

فراوانی هلیوم و دتریم در کیهان

با توجه به این که در ابتدای کیهان دما بسیار زیاد بوده است می تواند دلیل خوبی برتائید این مطلب باشد که هلیوم و دتریم پیش از تشکیل هر ستاره ای در جهان بوجود آمده اند . این عناصر در همجوشی های هسته ای تولید می شوند. همجوشی یک پروتون با یک نوترون منجر به تولید دتریم - هیدروژن سنگین - می شود . این فرایند تنها در دماهای بسیار بالا مثل دمای هسته ی ستاره ها امکان پذیر است . در سال 1946 ، جورج گامو

(George Gamow) یکی از دانشجویان فریدمن پیشنهاد داد که همجوشی هسته ای می بایست در کیهان اولیه زمانی که دما بسیار بالا بود اتفاق افتاده باشد . این فرآیند سنتز هسته ای نام دارد ، که منجر به تولید هلیوم و دتریم (همچنین مقداری لیتیم و بریلیوم) از دریای انبوه پروتون ها و نوترون های پر انرژی کیهان اولیه شده است . در اوایل دهه ی 1960 طیف سنجی ستاره های محلی نشان داد که هلیوم 20 تا 30 درصد از جرم ستاره ها را تشکیل می دهد . و بقیه جرم ستاره غالباً از هیدروژن تشکیل شده است . تنها دو منبع در جهان حاضر قادر به تولید هلیوم هستند که یکی ستاره های آسمانند و دیگری بمب های اتمی . هر دو این ها با استفاده از همجوشی هسته ای و در آمیختن هسته های هیدروژن ، هلیوم تولید می کنند که انرژی فراوانی نیز از این فرایند تولید می شود . ستاره شناسان بر این اعتقادند که اگر تمامی هلیوم موجود در جهان توسط ستاره ها تولید شده است در نتیجه روشنایی آسمان باید بیشتر از حال حاضر باشد . بنابراین هلیوم موجود می باید قبل از ستاره ها تولید شده باشد .

برپایه تئوری سنتز هسته ای مدل بیگ بنگ فیزیکدان ها در اواسط دهه ی 1960 تخمین زدند که در حدود یک چهارم جرم کیهان در ابتدا به هلیوم تبدیل شده است ، در حالی که باقیمانده جرم به هیدروژن تبدیل شده. این مقدار با اندازه گیری های اولیه 20 تا 30 درصد فراوانی هلیوم ، که امروزه مشاهده می کنیم - که توسط بیگ بنگ ، قبل از اینکه در ستاره ای تولید شود، تولید شده است - سازگار است . در اوایل دهه ی 1970 با مطالعه طیف دیگر کهکشان ها مشخص شد که اکثریت هلیوم مشاهده شده قبل از شکل گیری ستاره ای در کیهان وجود داشته است .

مقدار اکسیژن موجود در ستاره میزان سنتز هسته ای ستاره را نشان می دهد زیرا این ستاره ها هستند که توسط همجوشی هسته ای هیدروژن عناصر سنگین تری مثل : اکسیژن ، نیتروژن ، کربن و هلیوم را تولید می کنند . اگر

همانند اکسیژن تمامی هلیوم موجود در کیهان توسط ستاره ها تولید شده باشد انتظار نمی رود در کهکشان هایی که اکسیژن ندارند هلیوم یافت شود زیرا کهکشان ها قبل از شکل گیری عناصر سنگین در ستاره ها شکل گرفته اند . برای شکل گیری يك کهکشان مقدار اولیه هلیوم مورد نیاز در حدود 24 درصد است و این مطلب تاییدی بر وجود تئوری سنتز هسته ای بیگ بنگ است . به این معنا که باید در جهان اولیه هلیوم تولید شده باشد . نتایج رصدی از این تئوری - که در جهان اولیه يك چهارم جرم کیهان توسط سنتز هسته ای به هلیوم تبدیل شده است - دفاع می کنند .

شاهد دیگری برای تایید سنتز هسته ای در کیهان اولیه دتریوم می باشد . دتریوم بر خلاف هلیوم هرگز در مرکز ستاره ها تولید نمی شود . دتریوم تولید شده در ستاره ها در دمای بالا و فشار زیاد بلا فاصله یا تجزیه

می شود- در دمایی بالاتر از يك میلیون درجه کلون دتریوم به يك پروتون و يك نوترون تجزیه می شود- و یا اینکه به هلیوم تبدیل می شود . ستاره شناسان در اوایل دهه 1970 پی بردند که عاملی نا مشخص در کیهان حاضر منجر به تولید دتریوم می شود . مطالعات انجام گرفته در سال 1973 بر روی طیف جذبی ستاره های نزدیک نشان داد که ماده ی میان ستاره ای حاوی مقدار کمی دتریوم می باشد . و از آنجا که ستاره ها قادر به تولید دتریوم نمی باشد ، در نتیجه دتریوم موجود می بایستی در ابتدای شکل گیری کهکشان ها یا حتی قبل از آن تولید شده باشد . با وجود اینکه در کیهان اولیه دما به شدت بالا بوده است ولی به دلیل انبساط عالم جگالی و فشار به سرعت کاهش یافته طی این مدت دتریوم تولید شده فرصتی برای تجزیه پیدا نکرده است . بر این اساس فراوانی هلیوم و دتریوم موجود در جهان شاهد دیگری است بر آغازی با دمای بالا، برای کیهان که این انفجار نیرومند با مدل بیگ بنگ سازگاری دارد .

تابش پس زمینه ی کیهانی

دلیل سوم و نهایی برای مدل بیگ بنگ تابش پس زمینه ی کیهانی است . در سال 1948 آقای گاموو پیش بینی کرد که تابش حاصل از سنتز هسته ای کیهان اولیه هنوز قابل آشکار سازی است . او دمای لازم برای تشکیل هلیوم در کیهان اولیه را محاسبه کرد و بر اساس آن دمای تابش های به جا مانده از آن فرآیند را در جهان امروز حدود 5 درجه ی کلون تخمین زد . اغلب فیزیکدان های تئوری و حتی خود او بر این باور بودند که این دما برای ردیابی بسیار ضعیف است.

به هر حال در سال 1964 دو ستاره شناس رادیویی به نام های آرنو پنزیاس (Arno Penzias) و رابرت ویلسون (Robert Wilson) می کوشیدند تا سیگنال های مزاحم پس زمینه را از سیگنال های دریافتی آنتن رادیویی خود حذف کنند . آنها بر این باور بودند که عامل این نویز مزاحم پس زمینه فضله ی کیوترانی است که در آنتن رادیویی آنها لانه کرده اند و با پاک کردن این فضله ها می توانند این نویز مزاحم را حذف کنند اما پس از يك سال آنها همچنان این نویز مزاحم را دریافت می کردند ، و قادر به حذف آن نبودند . آن دو متوجه شدن که این نویز در تمام جهات به صورت یکسان دریافت می شود - چه آنتن رادیویی آن ها به سمت خورشید هدفگیری شده باشد یا به سمت مرکز کهکشان و یا حتی محدوده های خالی آسمان- این بدان معنا بود که این سیگنال می بایستی از وراي کهکشان منشأ داشته باشد ، در غیر این صورت نمی توانست در تمام جهات آسمان به صورت یکسان دریافت شود . همگرایی شدید این سیگنال نشان می داد که منبع این سیگنال در فاصله ی دوری از ما قرار دارد به عبارت دیگر در اوایل عمر کیهان اتفاق افتاده است . همچنین منبع این سیگنال می بایستی پر قدرت باشد که در حال حاضر ما قادر به آشکار سازی آن هستیم . سرانجام فیزیکدان ها پی بردند که این تابش ها از انفجار اولیه کیهان منشأ گرفته اند - همان طور که آقای گاموو پیش بینی کرده بود - . اما آن ها چگونه می توانستند مطمئن شوند که کشف پنزیاس و ویلسون همان تابش پس زمینه ی کیهانی است ؟

اگر این تابش حاصل بیگ بنگ باشد باید از طیف جسم متعارفی که جسم سیاه نامیده می شود پیروی کند. جسم سیاه جسمی است که تمام تابش دریافتی را جذب می کند. بر اساس مدل بیگ بنگ، کیهان اولیه تجمعی فشرده شده از ذره و نور بوده و دمایی بسیار بالا داشته است. در یک چنین محیطی ذره دائما با نور در برخورد بوده است، آن را جذب می کرده و دوباره آن را تابش می کرده است. نور در یک چنین شرایطی دارای طیف جسم سیاه می باشد، و این مشخصه نور در طول سفرش در فضای منبسط شونده ثابت می ماند. در طیف جسم سیاه هر طول موج دارای شدت خاصی است. و این شدت در طول موج های مختلف تنها تابع دمایی جسم است. بنابراین ستاره شناسان با اندازه گیری شدت تابش در طول موج های مختلف میتوانند نتیجه بگیرند که این تابش با تابش جسم سیاه مطابقت دارد یا خیر.

در دهه ی 1970 گروه های مختلفی شدت تابش را در امواج ماکروویو و فرسرخ اندازه گیری کردند. تمامی این مشاهدات تایید کرد که تابش پس زمینه ی کیهانی یک تابش جسم سیاه می باشد و دمایی آن در حدود 3 درجه ی کلوین است. در سال 1991 رصد خانه فضایی COBE اندازه گیری دقیقی از تابش پس زمینه ی کیهانی انجام داد و نتیجه بسیار شگفت آور بود. در 43 مورد اطلاعات اندازه گیری شده همخوانی کاملی با طیف جسم سیاه داشتند. این اطلاعات چنان با طیف جسم سیاه هم خوانی داشتند که نمودار طیف جسم سیاه به طور کامل در پس آن ها مهبومی شد. این مورد، آخرین نمونه از یکسان بودن فیزیک تئوری و مشاهدات انجام گرفته شده توسط نجوم بود.

بر اساس اندازه گیری های ماهواره COBE دمایی تابش پس زمینه ی کیهانی می بایستی 2.726 ± 0.010 باشد. این مقدار اندازه گیری شده به اندازه قابل توجهی از مقدار اصلی تابش کمتر است و دلیل این امر انبساط عالم می باشد - عالم منبسط شونده منجر به افزایش طول موج تابش شده و انرژی موج را کاهش می دهد - این موج به اندازه سن عالم در راه بوده تا به ما برسد. امروزه ستاره شناسان می دانند که عالم منبسط شونده طول موج تابش پس زمینه ی کیهانی را با ضرب 1000 افزایش می دهد. درخشش پس از بیگ بنگ در زمانی اتفاق افتاده است که عالم تنها 500/000 هزار سال عمر داشته است در نتیجه تابش پس زمینه ی کیهانی قدیمی ترین سوژه رصد شده تا کنون است. در حقیقت ما اتفاقات حاصل از بیگ بنگ را نظاره می کنیم.

نتیجه

در قرن بیستم ما نظاره گر جهش بزرگی در درک و شناخت کیهان بودیم. از زمانی که معتقد به جهانی پایدار بودیم چندی نمی گذرد. که کشف های دوردست که از ما دور می شوند ما را متوجه ساختند که جهان در حال انبساط است. با سفری به گذشته این جهان منبسط شونده ما به کیهان اولیه ای چگال و داغ می رسیم. در میانه های قرن بیستم به این مطلب پی بردیم که واکنش های هسته ای در کیهان اولیه رخ داده اند دلیلی بر فراوانی نسبی هلیوم و دتریوم می باشند. با حرکت به جلو توانستیم درخشش پس از بیگ بنگ را که میلیارد ها سال پیش اتفاق افتاده است، آشکار سازی کنیم. در نهایت کشف این که جهان با بیگ بنگ آغاز شده است ممکن است مانند سایر اکتشافات انسان ثابت و پا بر جا باقی بماند.

اگر چه بیگ بنگ به عنوان تنها تصور جهانی از جهان است. اما امروزه فیزیکدان های ذره ای در حال تدارک تئوری در مورد تاریخ جهان در چند ترلیونیوم ثانیه پس از بیگ بنگ هستند. آنها قادرند که نظری های خود را با استفاده از شتاب دهنده های ذرات امتحان کنند و وقایع را (حتی با انرژی های بالا) همانند جهان اولیه شبیه سازی کنند. برای درک اینکه جهان چگونه آغاز شده است تئوری باید تدوین شود که شامل نظریه نسبیت عام (به دلیل جاذبه باور نکردنی جهان اولیه) و مکانیک کوانتومی (به دلیل چگال و فشرده بودن جهان اولیه) باشد. هدف فیزیک امروزه ارتقا بخشیدن

نظريه کوانتومي جاذبه است تا جايي که روزي ما به اين حقيقت پي ببريم که چه چيزي در لحظه ي تولد جهان اتفاق افتاده است .

Uki D. Takahashi نويسنده ی این مقاله دانشجوي سال سوم موسسه ي فناوري کلتك در رشته فيزيك و نجوم است

ترجمه : هومن كرم نژاد برگرفته از سايت www.parssky.com