

## کیهان شناسی

**Julieta Fierro, Beatriz García, Susana Deustua**

International Astronomical Union, Universidad Nacional Autónoma de México (México DF, México), National Technological University (Mendoza, Argentina), Space Telescope Science Institute (Baltimore, United States)

### خلاصه

اگرچه هر جسم آسمانی جداگانه جذابیت های خاص خود را دارد، اما درک تکامل جهان به خودی خود موضوع جالبی است. حتی اگر ما فقط اجرامی که در همسایگی زمین هستند را میبینیم، درک اینکه ما درباره جهان بسیار می دانیم جذاب است.

نجوم در قرن نوزدهم به فهرست های جداگانه ای از اجرام آسمانی تهیه شد: این فهرست بر سیارات، ستارگان، سحابی ها و کهکشان ها متمرکز شده بود. در اواخر قرن بیستم، تمرکز در فهمیدن ویژگیهای دسته بندی اشیاء: خوشه های ستاره ها، تشکیل کهکشان ها و ساختار جهان. اکنون سن و تاریخ مبدا جهان را می دانیم و اینکه گسترش آن در حال تسریع است، ما هنوز ماهیت ماده تاریک را نمی دانیم. و اکتشافات جدید همچنان ادامه دارد.

ما در ابتدا برخی از خواص کهکشان ها را که جزئی از ساختارهای بزرگ جهان هستند توضیح خواهیم داد. بعداً به آنچه به عنوان مدل استاندارد بیگ بنگ معروف است و شواهدی که از این مدل پشتیبانی می کند، خواهیم پرداخت.

### اهداف

- درک تکامل جهان از زمان مهبانگ تا به امروز.
- درک چگونگی سازمان یافتن ماده و انرژی در جهان.
- چگونگی تحلیل یادگیری ستاره شناسان در مورد تاریخ جهان.

## کهکشان ها

کهکشان ها از ستاره ها، گاز، گرد و غبار و ماده تاریک تشکیل شده اند و قطر آنها بسیار بزرگ و بیش از 300000 سال نوری است. کهکشان که خورشید به آن تعلق دارد، صد میلیارد (100000000000) ستاره دارد. در جهان میلیارد ها چنین کهکشان وجود دارد.

کهکشان ما یک کهکشان مارپیچی بزرگ است، شبیه به کهکشان آندرومدا (شکل 1.a) خورشید برای گردش به دور مرکز خود 200 میلیون سال طول می کشد و 250 کیلومتر در ثانیه حرکت می کند. از آنجا که منظومه شمسی ما در دیسک کهکشان غوطه ور است، ما نمی توانیم کل کهکشان را ببینیم، دقیقاً مثل تلاش برای تصویربرداری از یک جنگل وقتی که در وسط آن هستید. کهکشان ما راه شیری نامیده می شود. با نگاه غیرقابل مشاهده از زمین، می توان بسیاری از ستاره ها و یک کمربند وسیع را دید که از تعداد عظیمی از ستاره ها و ابرهای میان ستاره ای از گاز و غبار تشکیل شده است. ساختار کهکشان ما از طریق مشاهدات با تلسکوپ های قابل مشاهده و رادیویی و با مشاهده کهکشان های دیگر کشف شد. (اگر آینه ای وجود نداشت، می توانستیم با نگاه کردن به چهره های دیگر چهره خود را تصور کنیم.) برای مشاهده آنها ما از امواج رادیویی استفاده می کنیم زیرا این امواج می توانند از ابرهایی که مانع از عبور نور مرئی هستند، عبور کنند، همانگونه که می توانیم از طریق تلفن های همراه داخل ساختمان تماس برقرار کنیم.

کهکشان ها را به سه نوع طبقه بندی می کنیم. کهکشانهای نامنظم اندازه ای کوچکتر دارند و فراوان هستند و معمولاً غنی از گاز هستند و ستاره های جدیدی را تشکیل می دهند. بسیاری از این کهکشان ها، ماهواره های (قمر های) کهکشان های دیگر هستند. کهکشان راه شیری دارای 30 کهکشان ماهواره ای است و اولین مورد از این کشف ها ابرهای ماژلانی است که از نیمکره جنوبی دیده می شود.



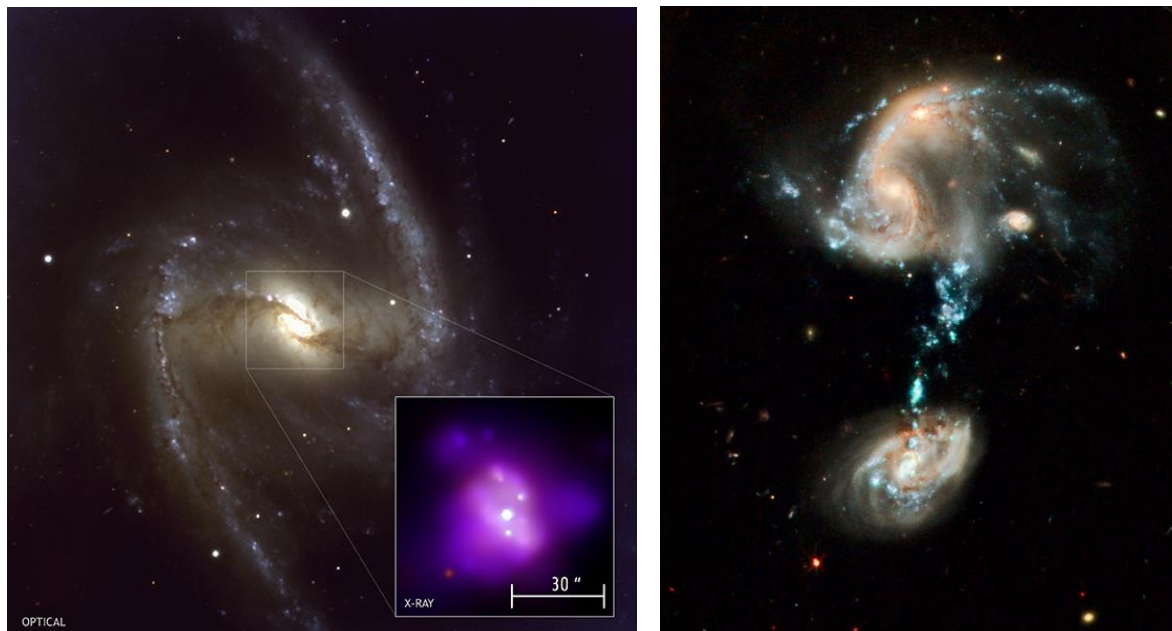
شکل a: کهکشان آندرومدا. کهکشان مارپیچ بسیار شبیه به راه شیری خودمان است. خورشید در لبه بیرونی یک بازوی کهکشان ما قرار دارد. (عکس: بیل شوونینگ، ونسا هاروی / برنامه REU/NOAO/AURA/NSF). شکل b: ابر بزرگ ماژلانی. کهکشان ماهواره ای نامنظم از کهکشان راه شیری که با چشم غیرمستقیم از نیمکره جنوبی قابل مشاهده است. (عکس: ESA: و اکهارد اسلاویک)

کهکشانیهای مارپیچ، مانند کهکشان خود ما، به طور کلی دارای دو بازویی است که یا به صورت محکم (سفت) یا آشفته گونه در مارپیچهای در قسمت مرکزی به نام برآمدگی پیچ خورده است. هسته های کهکشان هایی مانند ما دارای سیاهچاله هایی هستند که میلیون ها بار جرم خورشید سنگینتراند. ستارگان جدید به دلیل تراکم بیشتر مواد بین ستاره ای که با انقباض آنها، ستاره ها را به وجود می آورد در بازو ها، عمدتاً در این محل متولد می شوند.

هنگامی که سیاهچاله های هسته ی کهکشان ها، ابرهای گازی یا ستاره ای را به خود جذب می کنند، ماده گرم می شود و قبل از افتادن به سیاه چاله، بخشی از آن در جت های گازهی رشته ای ظاهر می شود که از طریق فضا حرکت می کنند و محیط بین متقابل را گرم می کنند. آنها به عنوان هسته های فعال کهکشانی شناخته می شوند و تعداد زیادی از کهکشان های مارپیچی از آنها برخوردار هستند.

بزرگترین نوع کهکشان، کهکشان های بیضوی هستند (اگرچه، کهکشان های بیضی های کوچک نیز وجود دارد). تصور می شود که این نوع کهکشان و همچنین کهکشان های مارپیچیهای غول پیکر از ادغام کهکشانیهای کوچکتر با یکدیگر ساخته می

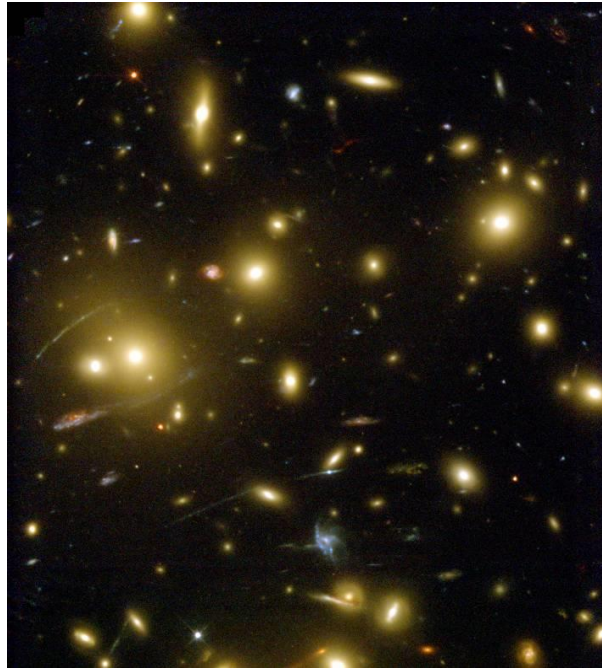
شوند. برخی از شواهد این امر از تنوع سنین و ترکیب شیمیایی گروههای مختلف ستاره در کهکشان ادغام شده ناشی می شود.



شکل a2: تصویر نوری از کهکشان NGC 1365 گرفته شده با ESO VLT و تصویر Chandra از مواد اشعه ایکس نزدیک به سیاه چاله مرکزی. (عکس: ناسا ، ESA ، میراث هابل/STScI) - (ESA /AURA /همکاری هابل، و ای. ایوانز). شکل b2: Arp 194 - سیستمی از دو کهکشان در یک فرآیند بسیار تماشایی با هم تعامل دارند. هسته ها در حال ادغام هستند و یک دم آبی آزاد می شود (اعتبار NASE: ESA و تیم میراث حباب(STScI))

کهکشان ها خوشه هایی از کهکشان ها را تشکیل می دهند، با هزاران اجزاء. کهکشان های بیضوی غول پیکر معمولاً در مراکز خوشه ها یافت می شوند، و به دلیل ادغام اخیر دو کهکشان، برخی از آنها دارای دو هسته هستند.

خوشه ها و ابر خوشه های کهکشانی در جهان در ساختارهای رشته ای اطراف مناطق بیکران و عاری از کهکشان ها در جهان پخش شده اند. به نظر می رسد که جهان در مقیاس بزرگ حباب است که کهکشان ها روی سطح حباب قرار دارند.



شکل 3: خوشه کهکشان Abell 2218 قوسهایی را می توان مشاهده کرد، که ناشی از اثر عدسی گرانشی است. (عکس: ناسا ، ایسا ، ریچارد الیس (کلتج) و ژان پاول کنب (ناظر میدی-پیرنه ، فرانسه)).

## کیهان شناسی

ما در اینجا برخی از خصوصیات جهان را که در آن زندگی می کنیم بیان خواهیم کرد. جهان از ماده، انرژی و فضا تشکیل شده و با زمان تکامل می یابد. ابعاد زمانی و مکانی آن بسیار بزرگتر از آن است که در زندگی روزمره از آنها استفاده می کنیم.

کیهان شناسی سعی دارد به سؤالات اساسی درباره جهان پاسخ دهد: ما از کجا آمده ایم؟ آینده جهان چیست؟ ما کجا هستیم؟ جهان چند ساله است؟

گفتنی است که علم تکامل می یابد. هرچه بیشتر بدانیم بیشتر متوجه می شویم که چقدر نمی دانیم. علم به ما اجازه می دهد تا از طبیعت بازنمایی کنیم، برخی از جنبه های آن را ببینیم و وقایع را پیش بینی کنیم، درست همانطور که نقشه که موقعیت یک مکان را به ما نشان می دهد. همه اینها بر اساس فرضیات عقل ممکن است که حتما باید به وسیله اندازه گیری ها و داده ها پشتیبانی شوند.

## ابعاد جهان

فاصله میان ستارگان بسیار زیاد است. زمین از خورشید 150000000 کیلومتر فاصله دارد، پلوتو 40 برابر دورتر است. نزدیکترین ستاره 280000 برابر فاصله دارد و نزدیکترین کهکشان ده میلیارد (10000000000) بار بیشتر است. ساختار رشته ای کهکشان ها ده تریلیون (یک عدد یک که پس از آن 12 صفر باشد) بیشتر از فاصله زمین تا خورشید است.

## سن جهان

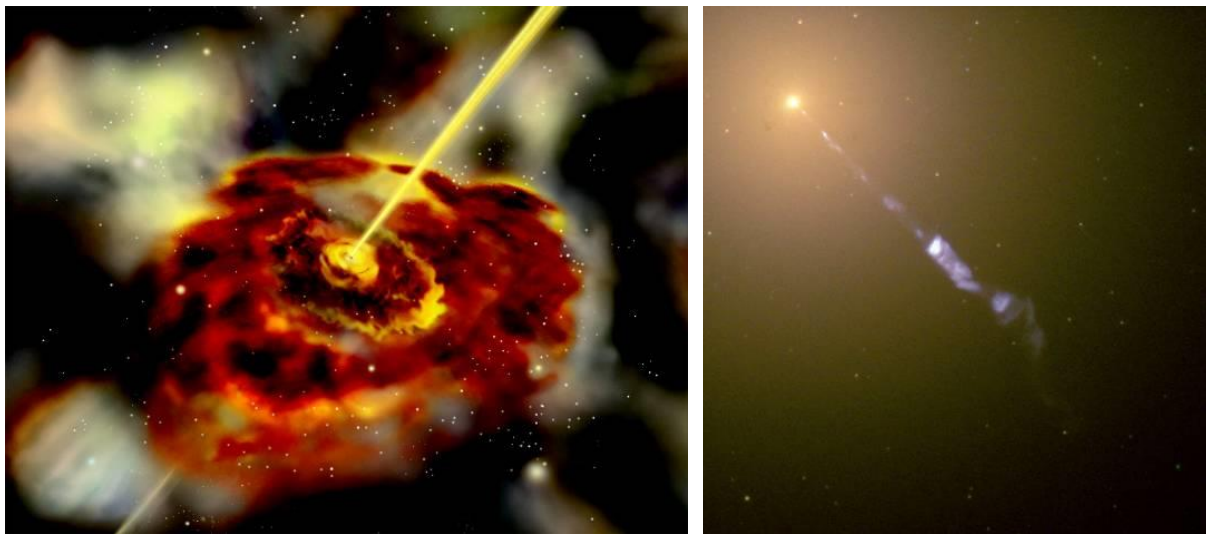
جهان ما 13.7 میلیارد (13700000000) سال پیش آغاز کرد. منظومه شمسی خیلی دیرتر و چیزی در حدود 4.6 میلیارد (4600000000) سال پیش شکل گرفت. حیات 3.8 میلیارد (3800000000) پدیدار شد و دایناسورها 6-5 میلیون سال پیش منقرض شدند. انسانهای مدرن تنها در حدود 150,000 سال گذشته بوده اند.

ما مشاهده می کنیم که به سرعت در حال گسترش است پس نتیجه این امر نتیجه می گیریم که جهان ما سرچشمه ای داشته و در زمانی خاص بوجود آمده است. این بدان معناست که تمام خوشه های کهکشان ها از یکدیگر دور می شوند و هر چه سریعتر از آنها فاصله بگیرند فاصله بیشتری دارند. اگر سرعت انبساط را اندازه بگیریم می توانیم تخمین بزنیم که همه فضا زمانی در کنار هم بودند. با محاسباتی که انجام شده سن جهان 13.7 میلیارد سال است. این سن با تکامل ستاره ای متناقض نیست زیرا ما ستاره ها و کهکشان های بزرگتر از 13.5 میلیارد سال را مشاهده نمی کنیم. رویدادی که گسترش جهان را آغاز کرده است به مهبانگ معروف است.

## اندازه گیری سرعت

با استفاده از اثر داپلر می توانید سرعت یک ستاره یا کهکشان را اندازه گیری کنید. در زندگی روزمره، وقتی که تغییر صدای آمبولانس یا آژیر پلیس را به محض نزدیک شدن می شنویم و سپس از آن عبور می کنیم، اثر داپلر را تجربه

می کنیم. یک آزمایش ساده این است که یک ساعت زنگ دار را در یک کیف با یک دسته بلند قرار دهید. اگر شخص دیگری کیسه را با دسته خود بچرخاند که بازوی آن بالای سرشان باشد، می توانیم تشخیص دهیم که هنگام حرکت ساعت به سمت ما یا دور از ما، لحن تغییر می کند. ما می توانیم با گوش دادن به تغییر صدای سرعت ساعت را محاسبه کنیم که در صورت بیشتر بودن سرعت بیشتر است.



شکل a4: تصویر هنری سیاه چاله ای در مرکز با کهکشان. (عکس: ناسا - E / PO دانشگاه دانشگاه ایالتی سونوما). شکل b4: Galaxy M87 ، نمونه ای از کهکشان واقعی یک جت. (عکس: تیم میراث ناسا و هابل).

نور ساطع شده توسط اجرام آسمانی نیز با تغییر فرکانس یا تغییر رنگ همراه است که بسته به سرعت نزدیک شدن یا دور شدن آنها می تواند اندازه گیری شود. طول موج در هنگام دور شدن از ما طولانی تر (قرمزتر) می شود و وقتی به سمت ما حرکت می کنند کوتاه تر (آبی) می شوند.

هنگامی که جهان فشرده تر بود، امواج صوتی می توانست از آن عبور می کنند مناطقی با تراکم بالاتر و پایین تر تولید می کردند. ابرخوشه های کهکشانی در جایی که تراکم ماده بالاترین بود تشکیل شدند. با گسترش جهان، فضای بین نواحی با چگالی بالا در اندازه و حجم افزایش یافت. ساختار رشته ای جهان نتیجه جهان در حال گسترش است.

## امواج صوتی

صدا از طریق واسطه ای مانند هوا ، چوب و چوب عبور می کند. هنگامی که ما صدایی را تولید می کنیم، در واقع موجی ایجاد کردیم که مواد اطراف آن را فشرده می کند. این موج فشرده سازی از طریق مواد به گوش ما می رسد و پرده گوش را فشرده می کند ، که این صدا را به سلولهای عصبی حساس ما می فرستد. ما انفجارهای خورشید یا طوفان های مشتری را نمی شنویم زیرا فضای بین اشیای آسمانی تقریباً خالی است و بنابراین فشرده سازی صدا نمی تواند گسترش یابد.

این موضوع را در نظر داشته باشید که هیچ مرکزی برای جهان نمی توان در نظر گرفت. با استفاده از یک قیاس دو بعدی، تصور کنید که ما در دفاتر یونسکو در پاریس بودیم و زمین در حال گسترش است. ما مشاهده خواهیم کرد که همه شهرها از یکدیگر فاصله خواهند گرفت و ما نیز دلیلی نخواهیم داشت که بگوییم در ما در مرکز گسترش هستیم زیرا همه ساکنان شهرهای دیگر گسترشها را به همان روش مشاهده می کنند.



شکل 5: تا به امروز ، بیش از 300 ابر تاریک و متراکم از گرد و غبار و گاز، جایی که فرآیندهای تشکیل ستاره در آن واقع شده اند، قرار گرفته اند Super Cluster Abell 901/902. (عکس: تلسکوپ فضایی هابل ، ناسا ، ESA ، سی.هایمانس (دانشگاه بریتیش کلمبیا) و م. گری (دانشگاه ناتینگهام)).

اگرچه از نظر ما سرعت نور 300000 کیلومتر در ثانیه بسیار سریع است، اما بی نهایت سریع نیست. نور ستاره برای



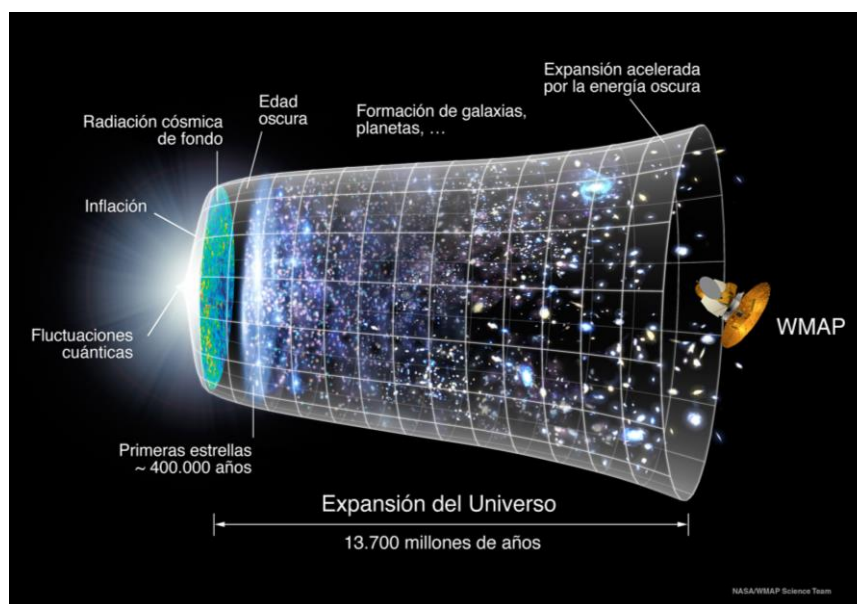
رسیدن به زمین صدها سال طول می کشد و نور حاصل از کهکشان ها میلیون ها سال طول می کشد. تمام اطلاعات مربوط به کیهان برای رسیدن به زمان بسیار طولانی طول می کشد تا ما همیشه ستاره ها را مانند گذشته ببینیم، نه آنطور که اکنون هستند.

اجرام آنقدر فاصله دارند که نور آنها هنوز زمان رسیدن ما را نداشته است، بنابراین ما نمی توانیم آنها را ببینیم. این طور نیست که آنها در آنجا نباشند، فقط به این دلیل که پس از تابش های در آن منطقه ایجاد شده اند و در آن منطقه از آسمان حضور دارند.

سرعت محدود نور پیامدهای مختلفی برای نجوم دارد. انحرافات فضا بر مسیر نور تأثیر می گذارد، بنابراین اگر یک کهکشان را در یک مکان معین مشاهده کنیم ممکن است در حال حاضر در آنجا نباشد، زیرا انحنای فضا موقعیت خود را تغییر می دهد. علاوه بر این، یک ستاره دیگر جایی نیست که شما آن را مشاهده کنید زیرا ستاره ها در حال حرکت هستند. آنها آنطور نیستند که اکنون ما آنها را می بینیم. ما همیشه اجرام آسمانی را همانطور که در گذشته بوده اند می بینیم و هرچه از گذشته دورتر باشند، در گذشته خود آنها را می بینیم. بنابراین تجزیه و تحلیل اجرام مشابه در مسافت های مختلف معادل دیدن همان شیء در زمان های مختلف در تکامل آن است. به عبارت دیگر، ما می توانیم تاریخ ستارگان را ببینیم اگر مواردی رصد کنیم که تصور می کنیم انواع مشابهی هستند اما در مسافت های مختلف باشند.

ما نمی توانیم لبه جهان را ببینیم زیرا نور آن، زمان رسیدن به زمین را نداشته است. جهان ما از نظر اندازه بی نهایت است، بنابراین ما فقط بخشی را مشاهده می کنیم، 13.7 میلیارد سال نوری در شعاع، یعنی جایی که نور از زمان مهبانگ زمان تاکنون توان رسیدن به ما را داشته است. یک منبع از همه جهات ساطع می کند، بنابراین قسمت های مختلف جهان در زمان های مختلف وجود خود را تشکیل می دهند. ما همه اشیاء آسمانی را همانطور که در زمان انتشار نورهایی که اکنون مشاهده می کنیم می بینیم، می بینیم زیرا یک زمان محدود طول می کشد تا نور به دست ما برسد. این بدان معنا نیست که ما از جایگاه ممتازی در جهان برخوردار هستیم، هر ناظر در هر کهکشان دیگر چیزی معادل آنچه را که کشف می کنیم مشاهده می کند.

دقیقاً مانند همه علوم، در علم نجوم و اخترفیزیک هر چه بیشتر درباره جهان خود بیاموزیم، با سؤالات بیشتری نیز مواجهه می شویم. اکنون در مورد ماده تاریک و انرژی تاریک بحث خواهیم کرد، تا ایده ای راجع به چقدر هنوز درباره جهان چیزی نمی دانیم، بیان کنیم.



شکل 6: گسترش جهان. (عکس: ناسا).

ماده تاریک با تابش الکترومغناطیسی تعامل ندارد، بنابراین نور را جذب نمی کند و منتشر نمی کند. مواد عادی، مانند آنچه که در یک ستاره است، می تواند باعث ایجاد نور یا جذب آن شود، همانطور که یک ابر از غبار بین ستاره ای است. ماده تاریک نسبت به هرگونه تابش بی اثر است (تابش بر آن اثری ندارد)، دارای جرم است و بنابراین دارای جاذبه گرانشی می باشد. با تأثیرات که بر حرکت ماده قابل رویت کشف شد. به عنوان مثال، اگر یک کهکشان در یک فضای ظاهری خالی در مدار حرکت کند، ما یقین داریم که چیزی آن را جذب می کند. درست همانطور که منظومه شمسی توسط نیروی گرانشی خورشید در کنار هم قرار گرفته است و سیارات را در مدار خود نگه می دارد، کهکشان مورد نظر دارای مداری است زیرا چیزی باعث جذب آن می شود. اکنون می دانیم که ماده تاریک در کهکشانهای فردی موجود است، در خوشه های کهکشانها وجود دارد و به نظر می

رسد پایه و اساس ساختار رشته ای جهان است. ماده تاریک رایج ترین نوع ماده در جهان است.

ما هم اکنون می دانیم که گسترش جهان در حال تسریع است. این بدان معنی است که نیرویی وجود دارد که اثر گرانش را خنثی می کند. انرژی تاریک نامی است که اخترشناسان به این پدیده که اخیراً کشف شده است، داده اند. در صورت عدم وجود انرژی تاریک، گسترش جهان در حال کند شدن خواهد بود.

دانش فعلی ما در مورد ماده انرژی جهان این است که 74 درصد انرژی تاریک، 22 درصد ماده تاریک و تنها 4 درصد ماده طبیعی و درخشان است (تمام کهکشان ها، ستاره ها، سیارات، گاز، غبار) اساساً طبیعت و خصوصیات 96 درصد جهان هنوز کشف نشده است.

آینده جهان ما به مقدار ماده قابل مشاهده، ماده تاریک و انرژی تاریک بستگی دارد. قبل از کشف ماده تاریک و انرژی تاریک، تصور می شد که گسترش متوقف می شود و گرانش باعث انقباض جهان بیشتر می شود، جایی که همه چیز به یک نقطه واحد باز می گردد که در نتیجه "برخورد بزرگ" انجام می شود. اما به محض اثبات وجود ماده تاریک، این تئوری اصلاح شد. اکنون، گسترش در یک زمان نامحدود در آینده به یک مقدار ثابت می رسد. اما اکنون که ما از انرژی تاریک می دانیم، آینده مورد انتظار این است که گسترش، مانند حجم جهان، سرعت می یابد. پایان جهان در زمان نامتناهی بسیار سرد و بسیار تاریک است.

## Bibliography

- Greene, B., *The Fabric of the Cosmos: Space, Time, and the Texture of Reality* (2006)/*El tejido del cosmos* (2010)
- Fierro, J., *La Astronomía de México*, Lectorum, México, 2001.
- Fierro, J, Montoya, L., *La esfera celeste en una pecera*, El Correo del Maestro, México, 2000.
- Fierro J, Domínguez, H, *Albert Einstein: un científico de nuestro tiempo*, Lectorum, México, 2005.
- Fierro J, Domínguez, H, *La luz de las estrellas*, Lectorum, El Correo del Maestro, México, 2006.
- Fierro J, Sánchez Valenzuela, A, *Cartas Astrales, Un romance científico del tercer tipo*, Alfaguara, 2006.

- Thuan, Trinh Xuan, El destino del universo: Despues del big bang (Biblioteca ilustrada)(2012) / The Changing Universe: Big Bang and After (New Horizons) (1993)
- Weinberg, Steven, The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe . Weinberg, Steven y Nestor Miguez, Los tres primeros minutos del universo (2009)

## Internet Sources

- The Universe Adventure <http://www.universeadventure.org/> or <http://www.cpepweb.org>
- Ned Wright's Cosmology Tutorial (in English, French and Italian) <http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm>