

نخستین درس در ستاره شناسی - بخش چهارم

درس سوم: کهکشان راه شیری

دکتر حسین شناور



پژوهش سرای دانش آموزی امام جعفر صادق (ع) کهکشان



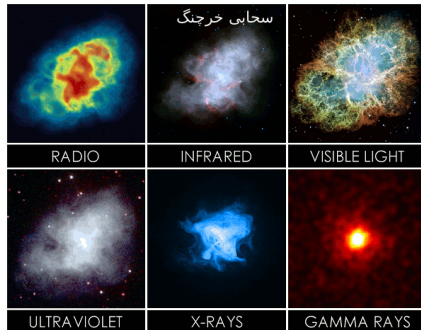
مدیریت آموزش و پرورش شهرستان گلبهار

- ## h.shenavar@gmail.com

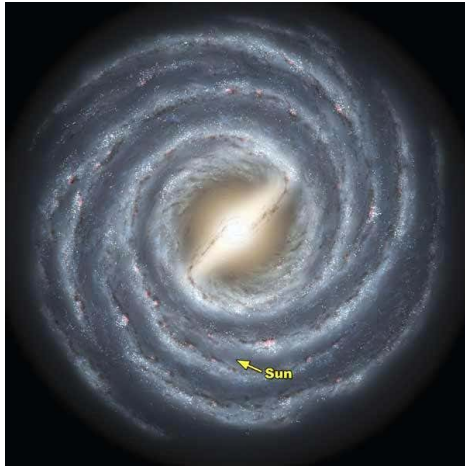
آنچه گذشت: سحابی ها



- سحابی های گسیلیشی، بازتابی، سیاره نما، تاریک، ته مانده های ابرنواختری
- ابعاد و جرم سحابی ها
- نقش غبار در نجوم
- تاثیر غبار بر طول موج های مختلف نور
- ابرهای مولکولی

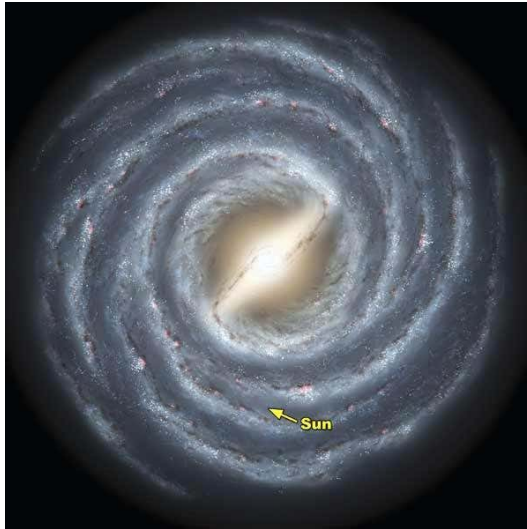


نگاهی به کهکشان راه شیری



- در جلسات قبل درباره خورشید، سیارات، سیارک ها، انواع ستارگان، خوشه های ستاره ای و سحابی ها گفتگو کرده ایم.
- همه این اجسام در مکان مشخصی به نام کهکشان راه شیری گرد آمده اند.
- خورشید در فاصله تقریبی ۲۶ هزار سال نوری از مرکز این کهکشان قرار دارد.
- چون ما درون این کهکشان هستیم، نمی توانیم عکسی از بیرون از کهکشان داشته باشیم.
- کهکشان راه شیری یک ساختار عظیم قرص مانند است که از ستارگان، گاز و غبار تشکیل شده است. قطر این کهکشان تقریباً صد هزار سال نوری و ضخامت آن چندین هزار سال نوری است.
- خورشید یکی از تقریباً صد میلیارد ستاره درون این کهکشان است.

نگاهی به کهکشان راه شیری



- قرص کهکشان ما شامل دو مارپیچ اصلی و دو مارپیچ کوچکتر است. مارپیچ ها کم و بیش در مرکز کهکشان به هم می رسند.
- در مرکز کهکشان یک ”میله” داریم. میله، تجمع عظیم استوانه ای شکل از ستارگان نسبتا قدیمی و قرمز رنگ است.
- در مرکز کهکشان همچنین یک سیاهچاله بسیار بزرگ داریم.
- علاوه بر این، در مرکز کهکشان یک گوی ستاره ای داریم (برآمدگی و یا گوی کهکشان).
- هاله ستاره ای و (احتمالا) هاله ماده تاریک، کهکشان ما را در بر گرفته اند.

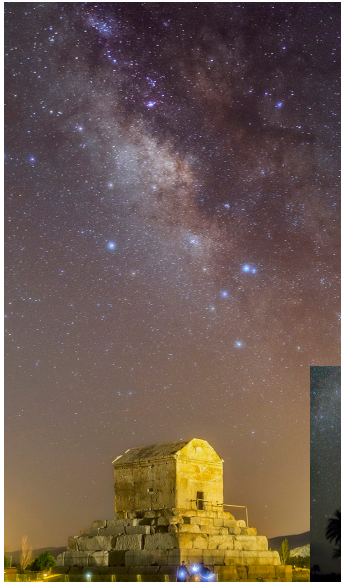
کهکشان ما از روی زمین

اگر در یک شب تاریک (بدون ماه و به دور از آلودگی نوری شدید) به آسمان نگاه کنید، توده روشنی را خواهید دید که قسمت های بزرگی از آسمان را پوشانده است.

این توده در برخی نقاط روشن تر از نقاط دیگر است و اگر صورت های فلکی کمان و عقرب در آسمان باشند، خواهید دید که توده در این ناحیه از آسمان پهن تر است.

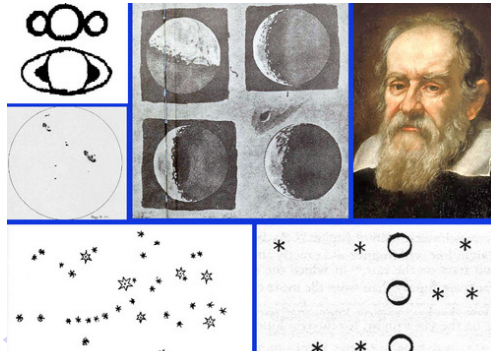
این توده شبیه به یک ”راه و مسیر” است و از طرفی شیری رنگ می باشد. بسیاری از تمدن های باستان هم به همین شکل به توده مورد نظر ما فکر می کردند.

مثلا، یونانیان آن را *Galaxius* به معنی شیری رنگ نامیدند. این اسم گذاری همچنان استفاده می شود.



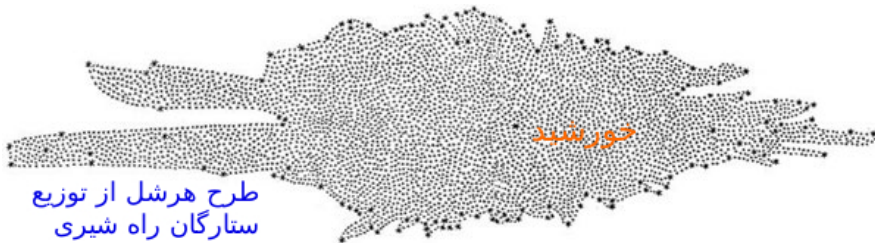
آقای گالیله!

- پیشتر فکر می شد که راه شیری یک نوع سحابی (ابر) است تا اینکه با رصد های گالیله (بوسیله تلسکوپ) معلوم شد که راه شیری تجمع تعداد فوق العاده زیادی ستاره است.
- این ستارگان چنان در کره آسمان به هم نزدیک و نسبتا کم نور هستند که چشم ما نمی تواند آنان را تفکیک کند. بنابراین، آنها به شکل یک توده دیده می شوند.
- پس از کار گالیله معلوم شد که تعداد ستارگان بسیار بیشتر از شش تا ده هزار ستاره (حد تفکیک چشم) است. ولی سالها طول کشید تا تخمین خوبی از تعداد ستارگان و شکل کهکشان راه شیری به دست آمد.



ستارگان را در همه جهت ها بشمریم!

- برای چند قرن منجمین استدلال کردند که با شمردن تعداد ستارگان در هر جهت می توان شکل کهکشان را تعیین کرد: اگر کهکشان در یک جهت کشیده تر از جهات دیگر باشد، باید تعداد ستاره بیشتری در آن جهت دیده شود.
- با این خط فکری، نقشه های کهکشان ما در طی نزدیک به دویست سال تهیه شد. این نقشه ها کهکشان را به صورت یک توده بیضی گون و یا قرص تخت ارزیابی می کردند. همچنین تصور می شد که خورشید به مرکز کهکشان نزدیک است.



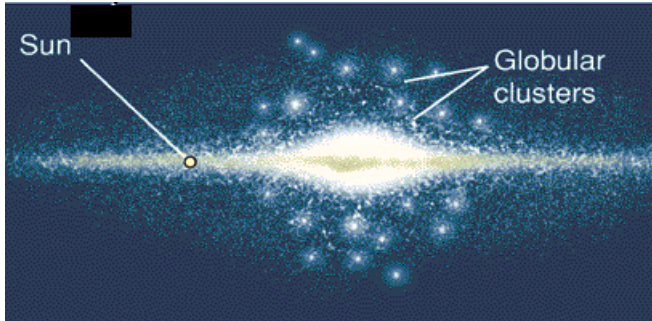
غبار مزاحم

شمارش ستارگان ایده خوبی بود ولی منجمین در آن هنگام با تاثیر غبار آشنا نبودند. همانطور که در درس قبل (سحابی ها) دیدیم، غبار نور مرئی ستارگان را جذب می کند؛ مانند وقتی که در یک اتاق پر دود هستیم و حتی دیوارها را نمی بینیم! در چنین شرایطی، به نظر می رسد که اتاق کوچک تر است و ما در مرکز اتاق هستیم.

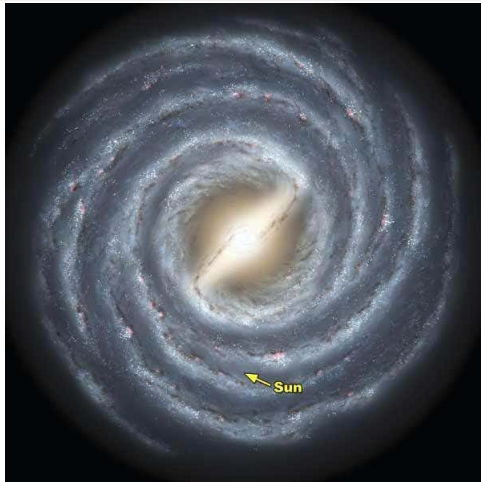


خوشه های ستاره ای کروی به فهم ما کمک کردند.

- در چنین شرایطی، خوشه های ستاره ای کروی به فهم ما کمک کردند؛ این توده های کروی در حال دوران به دور کهکشان هستند (خارج از قرص کهکشان).
- تعداد خوشه های ستاره ای کروی در یک طرف آسمان بیشتر از طرف دیگر است؛ در حالی که اگر خورشید به مرکز کهکشان نزدیک بود انتظار داشتیم تعداد خوشه ها در جهت های مختلف برابر باشد.
- طبیعی ترین توضیح این بود که خوشه های کروی به صورت متقارن در آسمان پخش شده اند و ما در مرکز قرار نداریم.



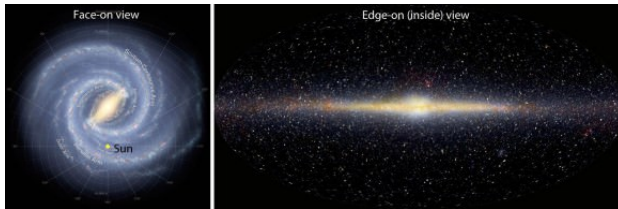
فاصله خورشید تا مرکز کهکشان



- اندازه گیری های دقیق تر نشان دادند که خورشید در حدود ۲۶ هزار سال نوری تا مرکز کهکشان فاصله دارد.
- مرکز کهکشان در جهت صورت فلکی کمان (قوس) قرار دارد. این همان جهتی است که درخشش کهکشان راه شیری بیشتر شده و قرص کهکشان پهن تر می شود.
- حالا کم کم تصویر کهکشان راه شیری واضح تر میشد. فیلم ها را ببینید.

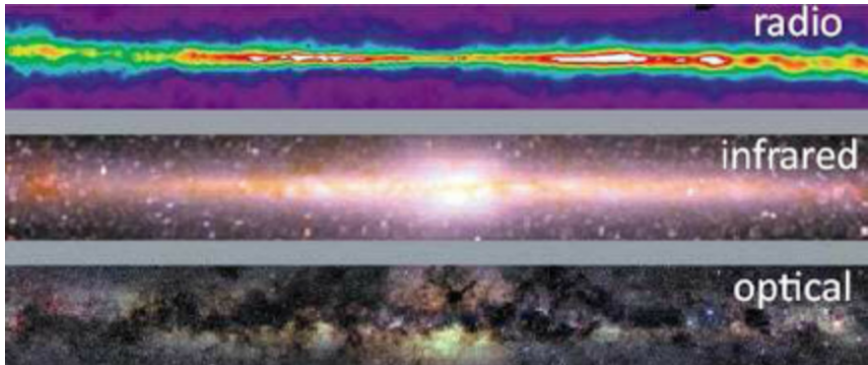
تصویر مختصری از کهکشان راه شیری

- کهکشان راه شیری یک قرص تخت است که یک گوی ستاره ای در مرکز دارد. خورشید در قرص قرار دارد ولی از مرکز دیسک فاصله دارد. از درون کهکشان، ما آن را به شکل یک مسیر عظیم در آسمان می بینیم. ضخامت قرص کهکشان کمتر از قطر آن است؛ بنابراین تعداد ستارگان در راستای عمود بر قرص بسیار کمتر از تعداد ستارگان در صفحه قرص است.



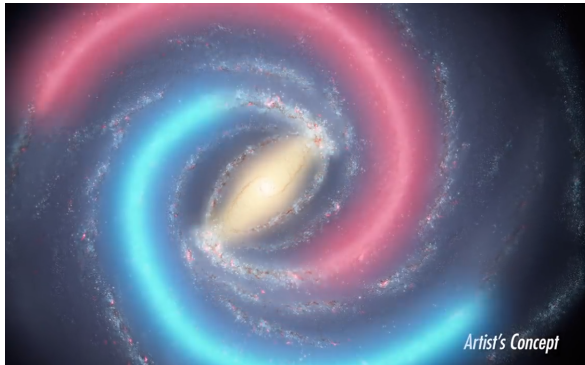
ساختار قرص کهکشان

- ساختار دیسک را به سختی می توان با استفاده از نور مرئی تعیین کرد زیرا غبار موجود دید ما در نور مرئی را محدود می کند. در واقع، در قرص کهکشان می توان تا حدود هزار سال نوری را به خوبی با نور مرئی مشاهده کرد؛ غبار امکان دید فواصل بیشتر کهکشان را از ما می گیرد.
- هرچند، با اختراع ابزارهای نجوم رادیویی، راهی برای غلبه بر این مشکل پیدا شد (ادامه).



موج رادیویی ناشی از ستاره زایی در گازها

- ابرهای گازی که در حال ستاره زایی هستند، یک موج رادیویی با بازه طول موجی مشخص را تابش می کنند. این تابش را می توان برای اندازه گیری جابجایی داپلر این اجرام (سرعت حرکت اجسام به سمت ما و یا برعکس - درس نور در ستاره شناسی را ببینید.) به کار برد.
- با مشاهده این اجرام می توان تخمین خوبی از فاصله آنها به دست آورد.
- در نتیجه مشاهده این سحابی ها معلوم شد که دیسک کهکشان شامل بازوهای مارپیچی است. طول این بازوها به ده ها هزار سال نوری می رسد.



ستاره زایی در بازوها

M83



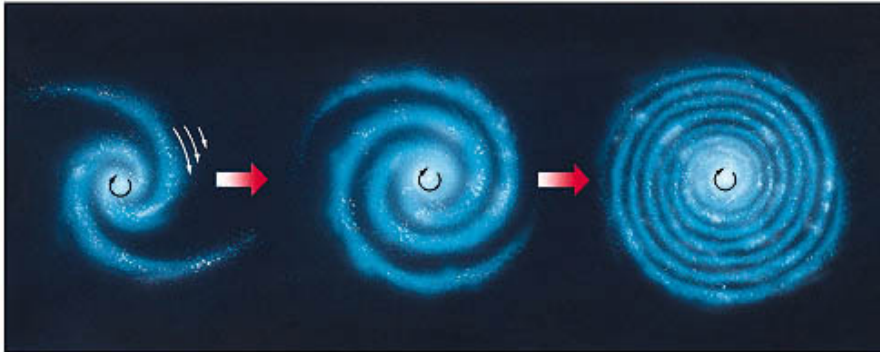
- یک پدیده بسیار جالب: تقریباً همه ستارگان سنگین، جوان و درخشان کهکشان راه شیری در بازوهای مارپیچی آن قرار دارند. تقریباً هیچکدام از این ستاره ها در فضای بین بازوها قرار ندارند.

- این ستارگان نیز (مانند ستارگان تازه متولد شده دیگر) در سحابی های عظیم بوجود می آیند. هرچند، عمر ستارگان سنگین، جوان و درخشان بسیار کم است و به زودی منفجر شده و ابرنواختر تشکیل می دهند.

- اگر اکثر سحابی ها در مارپیچ ها باشند، آنگاه ستارگان سنگین، جوان و درخشان نیز در مارپیچ ها بوجود خواهند آمد. ولی این ستارگان عمر کمی داشته و فرصت فرار از سحابی درون بازوی مارپیچی را ندارند.

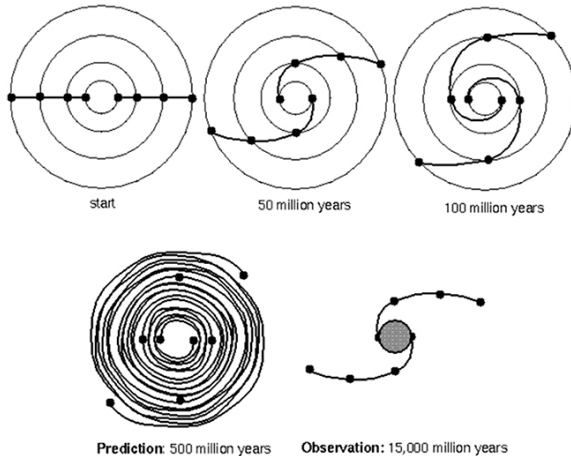
چی هست این مارپیچ!؟

- ممکن است فکر کنیم که این بازوی مارپیچی از تعداد بسیار زیادی ستاره و سحابی تشکیل شده که با هم در حال حرکت به دور مرکز کهکشان هستند. ولی این دیدگاه درست نیست.
- اگر چنین تصویری درست می بود، آنگاه با توجه به اینکه ستارگان و سحابی های نزدیک به مرکز سریع تر می چرخند، مارپیچ ها خیلی سریع فشرده می شدند. در این صورت، پس از مدتی مارپیچ محو می شد. شکل اسلاید بعد را هم ببینید.



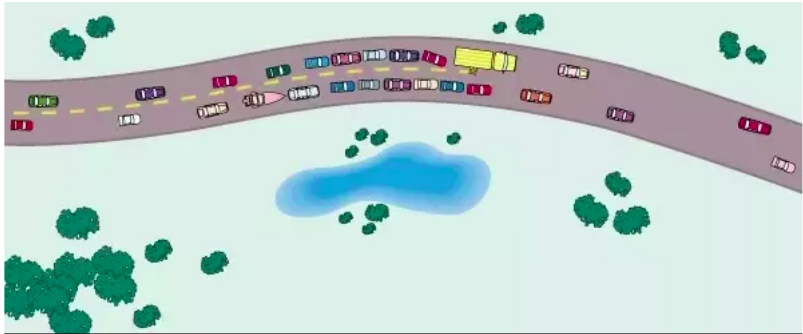
چی هست این مارپیچ!؟

- برخی از بازوهای کهکشانی بسیار قدیمی هستند؛ بنابراین نمی توانند از انباشته شدن بازوها بر هم (حالتی که ”تنگ کوک“ نامیده شده است!) به وجود آمده باشند.



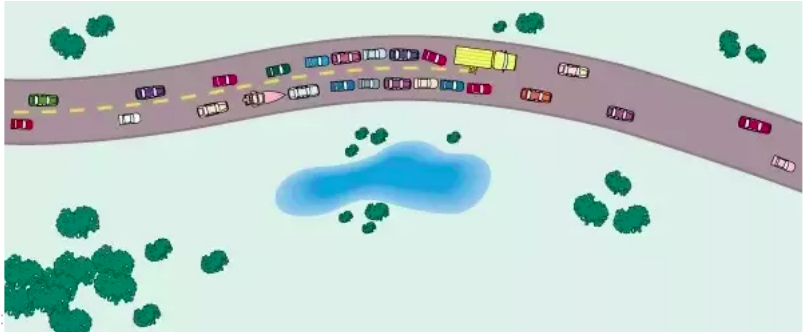
چی هست این مارپیچ!؟

- ما می دانیم که بازوهای مارپیچی مسن هستند و تاکنون فشرده نشده اند. بنابراین باید فیزیک متفاوتی داشته باشند.
- تحلیل این بازوها (از لحاظ نظری، شبیه سازی ها و مشاهداتی) مشخص کرده است که این بازوها موج ترافیک هستند.

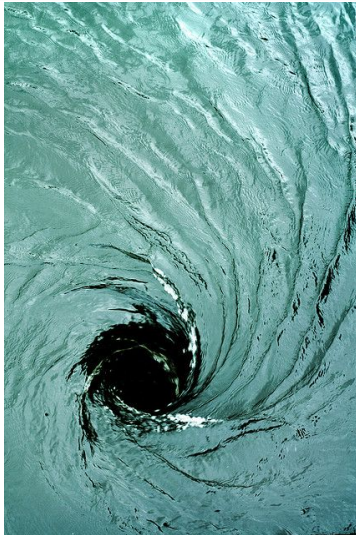


موج ترافیک (موج چگالی)

- موج ترافیک معمولا وقتی اتفاق می افتد که یک ماشین بزرگتر (و یا یک اختلال) در مسیر وجود دارد. در این حالت، ماشین های کوچکتر فضای کمتری برای حرکت دارند و در موج ترافیک گیر می افتند. ماشین هایی که در جلوی موج قرار دارند رها می شوند، ولی به جای آنها ماشین های دیگری اضافه می شوند. با وجودی که تک تک خودروها وارد ترافیک شده و از آن خارج می شوند، تا وقتی که اختلال (ماشین بزرگتر) در مسیر وجود داشته باشد، موج ترافیک نیز وجود خواهد داشت. همین اتفاق در کلهکشان های مارپیچی نیز رخ می دهد؛ فقط در این مورد، نیروی گرانش عامل اصلی است.



بازوی مارپیچی یک موج چگالی است.



بازوی مارپیچی در کهکشان یک موج چگالی است. این موج چگالی احتمالا به این صورت به وجود آمده است: در ابتدا اختلالی در قرص به وجود آمده است. این اختلال می تواند در نتیجه یک ناحیه متراکم (مثلا در اثر برخورد دو ابر مولکولی عظیم) پدیدار شود. وقتی این اختلال به وجود آید، آنگاه اثرات آن مانند موج در برکه منتشر می شود.

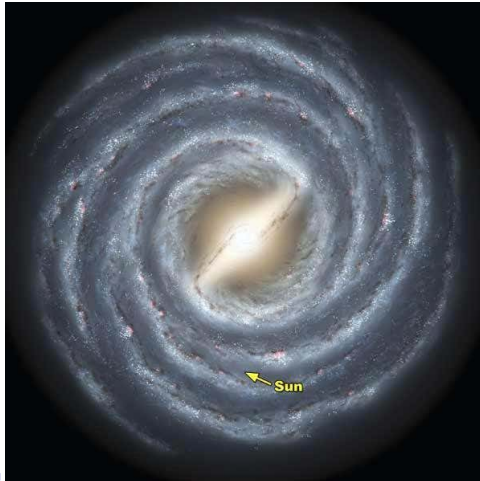
دوران قرص باعث می شود که این موج اولیه شکل مارپیچی به خود بگیرد. به دلیل دوران قرص کهکشان، طرح تشکیل شده بسیار شبیه به طرح یک گرداب است.

ستارگان و سحابی ها مدام وارد این موج (بازوی مارپیچی) شده و در این حالت چگالی آنها افزایش می یابد. آنگاه از بازو خارج شده و به مسیر خود ادامه می دهند.

شبیه سازی ها این تحلیل را تایید می کنند. یعنی، ستارگان به صورت مداوم وارد بازو شده و از آن خارج می شوند.

خورشید و بازوها

خورشید هر 25° میلیون سال یک بار به دور کهکشان می چرخد، یعنی تاکنون حدودا بیست بار به دور کهکشان چرخیده است. پس تاکنون چندین بار به داخل بازوها وارد شده و از آن خارج شده است.



چرا بازوهای مارپیچی آبی رنگ هستند؟

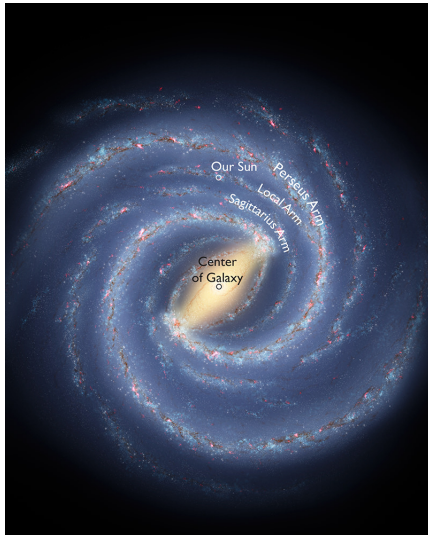


وقتی یک سحابی وارد بازو می شود، می تواند با سحابی های موجود در بازو برخورد کرده و هر دو متراکم شوند. در اثر این برهمکنش سحابی ها رمیش کرده و شرایط را برای تشکیل ستارگان فراهم می کنند.

برخی از ستارگان بوجود آمده به این روش، ستارگانی پرجرم، درخشان، داغ و آبی رنگ هستند. البته ستارگان دیگر نیز متولد می شوند، ولی دیدن ستارگان درخشان آبی رنگ از فواصل دور راحت تر است. دلیل آبی دیده شدن بازوها نیز همین ستاره زایی شدید است.

بیشتر فعالیت ستاره زایی کهکشان های مارپیچی در بازوها اتفاق می افتد.

کهکشان راه شیری چند بازوی مارپیچی دارد؟



شمردن تعداد بازوهای مارپیچی کهکشان راه شیری هنوز هم سخت است. تا مدتها فکر می شد که کهکشان ما دو بازو دارد؛ ولی شمارش اخیر خوشه های ستاره ای (و تعیین موقعیت دقیق تر آنها) دانشمندان را به سمت عدد ”چهار بازو” سوق داده است.

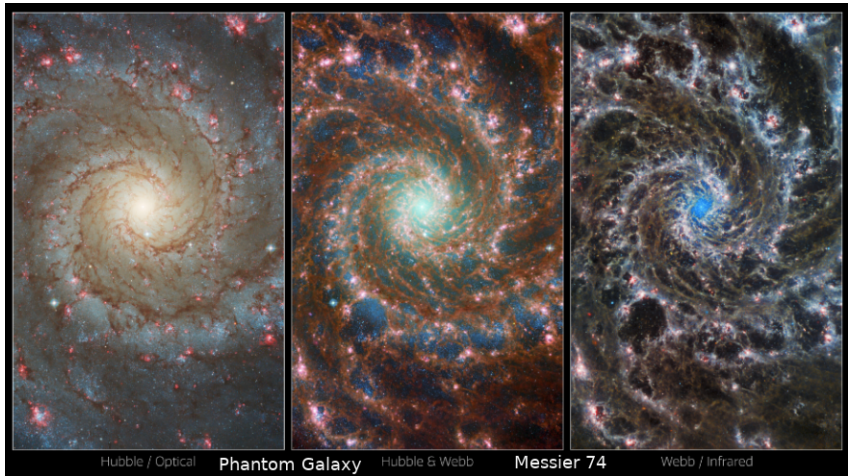
همچنین شواهد خوبی وجود دارد که جریان های ستاره ای از بازوهای اصلی جدا شده و تشکیل بازوهای بسیار کوچکتر داده اند.

خورشید در نزدیکی یکی از این بازوهای کوچکتر (به نام بازوی محلی و یا بازوی شکارچی) قرار دارد.

چرا تعیین دقیق تعداد بازوها سخت است؟
پاسخ: وضعیت مانند وقتی است که ما درون یک توفان گرفته ایم و می خواهیم شکل کلی توفان را تعیین کنیم.

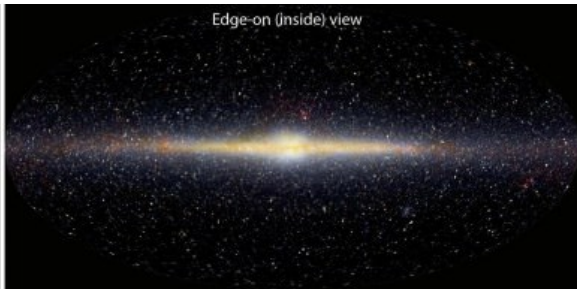
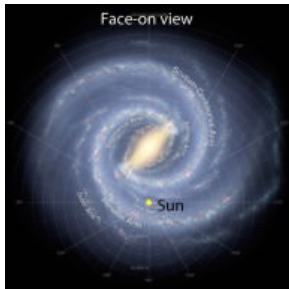
بازوهای مارپیچی در سایر کهکشان ها

● بازوهای مارپیچی می توانند در سایر کهکشان ها نیز رخ دهند. در جلسات آینده در این زمینه بیشتر بحث خواهیم کرد.

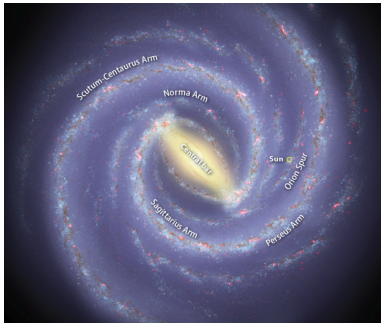


برآمدگی در مرکز کهکشان راه شیری

- در مرکز کهکشان ما یک گوی بزرگ از ستارگان وجود دارد. این ساختار را برآمدگی و یا گوی (*bulge*) می نامند. نتایج مشاهدات اخیر به ما می گوید که این ساختار احتمالا استوانه شکل است؛ ولی چون تقریبا رو به ما قرار دارد ما آن را به شکل کره می بینیم.
- این ناحیه از کهکشان بسیار قدیمی است و همه فعالیت های ستاره زایی در آن مدت ها پیش تمام شده است (وقتی گاز موجود در آن منطقه به اتمام رسیده است).



میله در مرکز کهکشان



● ساختار دیگر در کهکشان ما، میله مرکزی کهکشان است. این بخش کهکشان هم شبیه به یک استوانه کشیده است (در ریاضی چنین شکلی را بیضی گون می نامند). برخلاف مورد بازو، ستارگان موجود در میله با هم به دور مرکز کهکشان دوران می کنند. یعنی، دوره چرخش ستارگان نزدیک به مرکز تقریباً با دوره تناوب ستارگان دور میله یکسان است.

● برعکس ستارگان موجود در بازوها، همه ستارگانی که در میله یافت می شوند قرمز رنگ و کم جرمند. ستارگان آبی و پرجرم در این ناحیه مدت ها پیش از بین رفته اند.

● اندازه میله کهکشان در حدود بیست هزار سال نوری است.

● ساختار جالب میله در اثر گرانش دیسک به وجود آمده است؛ گرانش کهکشان در ناحیه مرکزی آن متمرکز نیست بلکه در کل قرص وجود دارد.

● مساله پایداری بازوها و میله، و سرعت حرکت شان، یکی از موضوعات روز و باز دینامیک کهکشانی است.

سیاهچاله در مرکز کهکشان



در مرکز کهکشان یک سیاهچاله ابرسنگین وجود دارد؛ با جرمی در حدود چهار میلیون برابر جرم خورشید! این جرم را کمان ای* (*Sagittarius A**, *Sgr A**) می نامند.

البته جرم این سیاهچاله در مقابل جرم کهکشان بسیار کوچک است؛ ولی برخی مدل ها پیش بینی می کنند که این سیاهچاله نقش مهمی در تشکیل و تحول کهکشان ما داشته است. این موضوع همچنان مورد مباحثه است.

داستان کشف و بررسی چنین اجرامی یکی از مهم ترین بخش های کیهان شناسی مدرن است.

هاله ستارگان کهکشان راه شیری

- یکی دیگر از مولفه های کهکشان راه شیری، هاله ستاره ای آن است. این هاله ستاره ای گوی مانند و بسیار بزرگ است.
- هاله ستاره ای، کهکشان راه شیری را تا فاصله حدودا صدهزار سال نوری در بر گرفته است.
- اطلاعات ما از هاله ستاره ای کهکشان کم است؛ هرچند می دانیم که ستارگان آن بسیار پیر هستند. شرایط ستاره زایی در چنین محیطی فراهم نیست؛ بنابراین هر ستاره ای که در هاله ستاره ای پیدا می شود پیر است.
- اکثر خوشه های ستاره ای کروی که به دور کهکشان می چرخند در هاله ستاره ای قرار دارند.



نکات مهم این درس

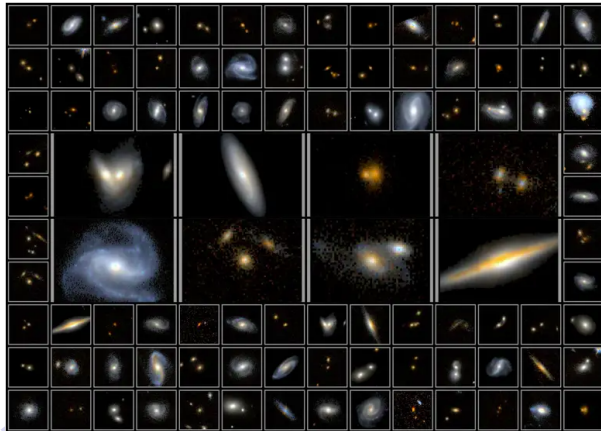
انتظار این است که در انتهای این درس شما بتوانید خلاصه ای از ساختارهای موجود در کهکشان راه شیری را بیان کنید. همچنین، انتظار می رود که بتوانید پرسش های زیر را پاسخ گوید:

- ۱ اندازه تقریبی کهکشان راه شیری چقدر است؟ خورشید در چه فاصله ای از مرکز کهکشان قرار دارد؟
- ۲ ترکیبات اصلی کهکشان راه شیری را نام ببرید. ساختارهای اصلی این کهکشان کدامند؟
- ۳ توده کهکشان راه شیری در حدود کدام صور فلکی پهن تر است؟ مرکز کهکشان در جهت کدام صورت فلکی قرار دارد؟
- ۴ چرا غبار شمارش ستارگان کهکشان را دچار مشکل می کند؟
- ۵ با توجه به توزیع خوشه های ستاره ای کروی استدلال کنید که خورشید در مرکز کهکشان قرار دارد و یا خیر.
- ۶ چطور رادیوتلسکوپ ها به فهم ساختار قرص کهکشان کمک می کنند؟
- ۷ چرا بازوهای کهکشان نمی توانند از تنگ کوک شدن مارپیچ ها ساخته شده باشند.
- ۸ فرایند موج چگالی برای تولید بازوهای مارپیچی کهکشان را توضیح دهید.
- ۹ چرا بازوهای مارپیچی آبی رنگ هستند.
- ۱۰ موج ترافیک چگونه به وجود می آید؟
- ۱۱ کهکشان راه شیری چند بازوی مارپیچی دارد؟
- ۱۲ شکل برآمدگی (گوی) مرکز کهکشان را توضیح دهید.
- ۱۳ حرکت ستارگان در میله کهکشان (و مخصوصا دوره تناوب آنها) چگونه است؟
- ۱۴ فرایند ستاره زایی در گوی، میله و هاله ستاره ای چقدر فعال است؟
- ۱۵ سیاهچاله مرکزی کهکشان چقدر جرم دارد؟

اگر درباره هرکدام از مفاهیم یاد شده بالا مشکلی احساس می کنید، می توانید درس را یک بار دیگر مرور کنید.

مبحث بعدی: کهکشان ها - بخش اول

در ابتدای قرن بیستم، مباحثه بزرگی بین منجمین در گرفت: آیا کهکشان راه شیری تنها کهکشان است و یا اینکه یکی از کهکشان هاست؟ این موضوع تقریباً همزمان با ابداع نظریه نسبیت عام اینشتین و کیهان شناسی نسبیتی بود و بنابراین اهمیت فوق العاده ای داشت. در چند جلسه بعد خواهیم دید که تعداد بسیار زیادی کهکشان، خوشه کهکشانی و ساختارهای دیگر در کیهان قابل مشاهده وجود دارند.



منابع درس

- ۱ PBS Crash Course Astronomy by Phil Plait, available on YouTube and PBS website

- ۱ نجوم به زبان ساده، مایر دگانی، ویراست سوم، ترجمه محمدرضا خواجه پور، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۹۳
- ۲ اساس ستاره شناسی، مایکل سیدز، جلد های ۱ و ۲، ترجمه اشرفی و صالحی، ویراسته خواجهوی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۹۰

با سپاس از توجه شما،
لطفاً ما را در شبکه های
اجتماعی دنبال کنید.

