

# فراتر از این کره خاکی

کیهان شناسی

دفتر اول از مجموعه‌ی علمی "دنیای پیرامون ما"

گردآوری : سمانه معزی





## دنیای پیرامون ما

دفتر اول:

فراتر از این کره‌ی خاکی

(کیهان شناسی)

گردآوری: سمانه معزی

**تقدیم به تمامی دوستداران زیبایی**

## دنیای پیرامون ما

دفتر اول: فراتر از این کره‌ی خاکی

گردآوری: سمانه معزی

زمستان ۱۳۹۲

ایمیل: [s.moezzi@vatanmail.ir](mailto:s.moezzi@vatanmail.ir)

توجه: این مجموعه کاملاً رایگان بوده و قابل فروش نمی‌باشد.

در ادامه می‌خوانید:

دفتر دوم: دنیای زیر آب

## مقدمه

مجموعه‌ی دنیای پیرامون ما، مجموعه‌ای علمی و به زبان ساده است که هر بار به موضوعی مختلف پرداخته و سعی دارد گوشه‌ی کوچکی از دنیای زیبای ما را به تصویر بکشاند. مطالعه‌ی این مجموعه به همه‌ی عزیزان توصیه می‌شود.

# فرااتر از این کره‌ی خاکی

مقدمه‌ای بر کیهان‌شناسی

سمانه معزی

## فهرست

۷	پیش گفتار
۸	منظومه‌ی شمسی
۱۰	خورشید
۱۲	تیر (عطارد)
۱۳	ناهید (زهره)
۱۴	زمین
۱۸	مریخ
۲۰	کمریند سیارک‌ها
۲۱	سرس
۲۱	شهاب وار، شهاب و شهاب سنگ
۲۳	مشتری
۲۵	قمرهای مشتری
۲۶	آبیو
۲۶	اروپا
۲۷	گانیم德 و کالیستو
۲۷	زحل
۲۹	تیتان
۲۹	قمرهای سگ گله

۲۹ .....	اورانوس
۳۰ .....	نپتون
۳۱ .....	منطقه‌ی فرانپتوئنی
۳۱ .....	کمربند کوپیر
۳۳ .....	پلوتو
۳۳ .....	هاتومیا
۳۵ .....	ماکی ماکی
۳۶ .....	دیسک فشرده
۳۶ .....	اریس
۳۸ .....	دورترین مناطق
۳۸ .....	سدنا
۳۹ .....	ابر اورت
۴۰ .....	دنیاله دارها
۴۱ .....	مرزها و گذر از منظومه‌ی شمسی
۴۳ .....	بزرگ‌ترین اجرام
۴۵ .....	پیدایش منظومه شمسی
۴۵ .....	نظربه برخورد نزدیک
۴۵ .....	فرضیه‌ی کانت-لابلس
۴۶ .....	نظربه‌ی جدید ابر غبار

۴۷.....	<b>کهکشان</b>
۴۹.....	بزرگی، ویزگی ها، ریخت شناسی و دسته بندی .....
۵۱.....	گونه های کهکشان از دید ریخت شناسی .....
۵۱.....	کهکشان نامنظم .....
۵۲.....	کهکشان مارپیچی .....
۵۳.....	کهکشان مارپیچی میله ای .....
۵۴.....	کهکشان بیضوی .....
۵۵.....	کهکشان راه شیری .....
۵۹.....	کهکشان آندرومدا .....
۵۹.....	کهکشان های فعال و غیرعادی .....
۶۰.....	کوازارها .....
۶۰.....	کهکشان های رادیویی .....
۶۱.....	تصادم کهکشان ها .....
۶۱.....	خوشه های کهکشانی .....
۶۲.....	گروه محلی .....
۶۲.....	ابرخوشه ها .....
۶۲.....	کهکشان خواری .....
۶۳.....	خوشه دوشیزه (سبله) .....

۶۷	سحابی ها
۶۸	سحابی های تاریک
۶۹	سحابی های سیاره ای
۷۰	امکان تشکیل سحابی های سیاره نما
۷۱	شکل سحابی های سیاره نما
۷۲	آینده ی خورشید
۷۳	سحابی های تابان
۷۴	بقایای ابرناختری
۷۵	سحابی انكساری
۷۷	سحابی های خارج کوهکشانی
۷۹	سحابی خرچنگ
۸۲	تولد و مرگ ستارگان
۸۲	نخستین نسل ستارگان
۸۳	فرضیات جدید در مورد چگونگی تشکیل ستارگان
۸۴	مرگ ستارگان
۸۵	سرنوشت ستاره ها
۸۵	کوتوله قهقهه ای
۸۵	ستاره های با جرم بیش تر

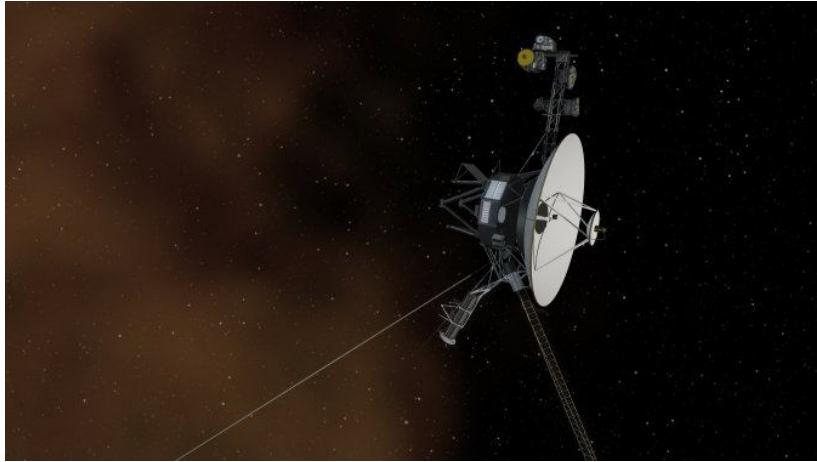
۸۷ .....	غول های سرخ، سوپر نوا و ستاره نوترونی
<b>۸۹ .....</b>	<b>سیاهچاله</b>
۹۰ .....	در مرکز کهکشان
۹۱.....	سیاهچاله ستاره ای
۹۱ .....	سیاهچاله های ابرجرم دار
۹۲ .....	سیاهچاله با جرم متوسط
۹۴ .....	<b>انفجار بزرگ</b>
۹۶ .....	سرانجام جهان
۹۷ .....	شواهدی در اثبات انفجار بزرگ
۹۸.....	عالی در ابتدا
۱۰۱ .....	پیش ستاره ها
۱۰۱ .....	پیش سیاره ها و پیش قمرها
۱۰۲ .....	نظريه جهان نوسان کننده
۱۰۳ .....	نظريه جهان پایدار
۱۰۳ .....	تسخیر جهان
۱۰۴.....	آغاز و پایان هستی در قرآن کریم
۱۰۸ .....	چگونه فضانورد شویم
۱۱۹.....	عجب ترین نظریه های کیهان شناسی

برخوردهای غشایی ..... ۱۱۹
جهان های زاینده ..... ۱۲۰
بعد چهارم (فضا-زمان) ..... ۱۲۰
هستی طلایی ..... ۱۲۱
نفوذ جاذبه ..... ۱۲۱
روح هستی ..... ۱۲۲
جهان کوچک ..... ۱۲۲
چرا همه سوی جهان مشابه است ..... ۱۲۳
نوترون های خنثی ..... ۱۲۳
بدترین مکان ها برای زندگی ..... ۱۲۴
منابع ..... ۱۳۳

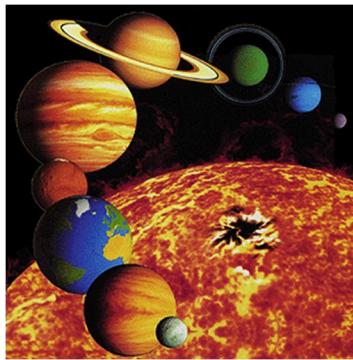
## پیش گفتار

کیهان شناسی از علومی است که از گذشته های دور بسیار مورد توجه بوده و هرگز کهنه نشده است. دنیای خارج از کره ای کوچک خاکی ما آنقدر وسیع و شگفت انگیز است که هرچه به آن پیردادیم به شگفتی های بیشتری در عالم خلقت بی می بردیم و همچنین می فهمیم که زمین ما تا چه اندازه با ارزش است و نگهداری آن تا چه اندازه مهم.

آن چه در پیش رو دارید مقدمه ای است بر شناخت اجمالی و ابتدایی کیهان بزرگ تا ذره ای درک کنیم در چه دنیابی زندگی می کنیم و در آسمان شب ما چه چیزهایی می بینیم.



## منظومه‌ی شمسی<sup>۱</sup>

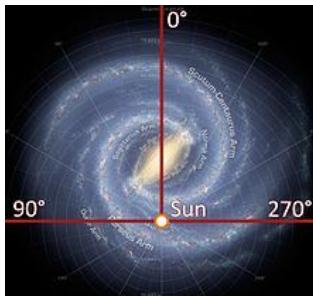


کره‌ی خاکی ما به همراه سایر کراتی که برای اغلب افراد شناخته شده‌اند، پیرامون ستاره‌ی ما یعنی خورشید در گردشند. این منظومه‌ی شگفت‌انگیز اولین مبحث در مباحث کیهان‌شناسی را به خود اختصاص‌می‌دهد. جالب است بدانیم این منظومه‌ی خورشیدی چگونه و از چه اجرامی تشکیل شده است.

منظومه‌ی خورشیدی از انفجار یک ابرنواختر و فروربیش یک ابر چرخان پدید آمد و در دوران رنسانس و با مشاهدات افرادی از جمله گالیلئو گالیله کشف شد. این منظومه در بازوی شکارچی، کهکشان راه شیری واقع شده و ۲۵،۰۰۰ سال نوری از مرکز کهکشانی و کتاره‌ی کهکشان فاصله دارد. خورشید بیش از ۹۹,۸ درصد جرم سامانه‌ی خورشیدی را شامل می‌شود و منبع انرژی بسیار از جمله انرژی گرما و نور است. منظومه‌ی شمسی دارای هشت سیاره (نیمر، ناهید، زمین، بهرام، هرمز، کیوان، اورانوس و نپتون) و پنج سیاره‌ی کوتوله (سرس، پلوتو، هاثومیا، ماکی‌ماکی و اریس) است. چهار سیاره‌ی نخست، سیارات درونی یا زمین‌سان هستند و بیشتر از سنگ ساخته شده‌اند. علاوه بر این اجرام، سامانه‌ی بیرونی یا غول‌های گازی هستند و از گازهای مختلف ساخته شده‌اند. علاوه بر این اجرام، سامانه‌ی خورشیدی دارای اجرام دیگری از جمله ماه‌ها، سیارک‌ها، شهاب‌وارها، شهاب‌ها، شهاب‌سنگ‌ها و

<sup>1</sup> Solar System

ذنبالدارهای سامانه خورشیدی همچنین دارای مناطق خاصی از جمله کمربند سیارک‌ها، کمربند کوپیر و دیسک فشرده است.



مکان منظومه‌ی شمسی در بازوی شکارچی، کهکشان راه شیری

ماده‌ای نازک و فشرده به نام محیط میان‌سیاره‌ای میان سیارات و اجسام دیگر وجود دارد. اجزای سازنده‌ی محیط میان‌سیاره‌ای از هیدروژن خنثی و غیر یونیزه‌شده، گاز پلاسم، پرتوهای کیهانی و ذرات گرد و غار تشکیل شده‌اند. در واقع این تصور که فضا یک خلاً کامل است، نادرست است و مواد محیط میان‌سیاره‌ای در فضا وجود دارد. سدن ۹۰۳۷۷ دورترین جسم کشف شده در سامانه خورشیدی است که اوج آن ۱۰۰۰ واحد نجومی است و تناوب مداری آن ۱۰,۵۰۰ سال به طول می‌انجامد. ابری کروی‌شکل و بزرگ به نام ابر اورت سامانه خورشیدی را احاطه کرده‌است و از ۲,۰۰۰ تا ۵,۰۰۰ واحد نجومی دورتر از خورشید آغاز می‌شود و تا ۱۰۰,۰۰۰–۵۰,۰۰۰ واحد نجومی دورتر از خورشید ادامه می‌یابد. منظومه‌ی شمسی تا جایی گسترش می‌یابد که دیگر تحت تأثیر خورشید (نفوذ نور خورشید، گرانش خورشیدی، میدان مغناطیسی خورشید و بادهای خورشیدی) نباشد. هلیوباز مرز میان محیط میان‌سیاره‌ای و فضای میان‌ستاره‌ای است. هلیوباز به عنوان مرز بیرونی منظومه‌ی شمسی در نظر گرفته می‌شود و برآورد شده‌است که میان ۱۱۰ تا ۱۷۰ واحد نجومی از خورشید فاصله دارد.

در ادامه به بررسی برخی از اجرام منظومه‌ی خورشیدی می‌پردازیم.

## ۱- خورشید

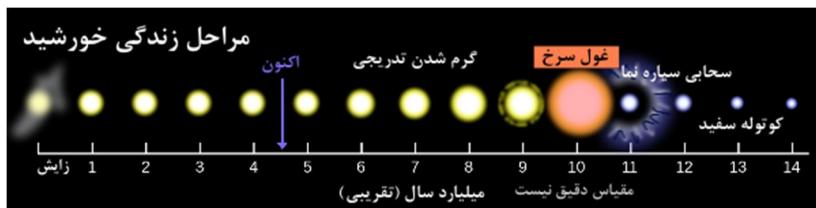


خورشید ستاره‌ای است که زمین و اجرام دیگر منظومه‌ی شمسی پیرامون آن می‌گردند. این جسم مسلط بر منظومه‌ی شمسی، بیش از ۹۹,۸ درصد جرم این منظومه را شامل می‌شود. جرم خورشید ۷۴۳ برابر مجموع جرم همه‌ی سیارات منظومه‌ی شمسی و ۳۳۰,۰۰۰ برابر جرم زمین است. این ستاره منبع انرژی بسیار است که بخشی از نور و گرمای آن موجب بقای زندگی بر روی کره‌ی زمین می‌شود. دمای سطحی خورشید حدود  $5,000^{\circ}$  سانتی‌گراد و دمای هسته‌ی آن حدود  $15,500,000^{\circ}$  سانتی‌گراد است.

میانگین فاصله‌ی زمین از خورشید ۱۴۹,۶۰۰,۰۰۰ میلیون کیلومتر است. این فاصله به عنوان یک واحد نجومی شناخته می‌شود و مقیاس اندازه‌گیری فاصله در سراسر منظومه‌ی شمسی است. خورشید

یکی از بیش از ۱۰۰ میلیارد ستاره‌ی کهکشان راه شیری است و مدار آن ۲۵,۰۰۰ سال نوری از مرکز کهکشان فاصله دارد. این ستاره نسبتاً جوان است و در نیمه‌ی عمر خود به سر می‌برد.

بقای زمین به بقای خورشید وابسته است. خورشید در آینده‌ای دور و به عنوان یک ستاره‌ی رشته اصلی به عمر خود پایان خواهد داد و خواهد مرد. این ستاره هلیم بیشتر در هسته‌ی خود می‌سازد و هیدروژن بیشتری می‌سوزاند و میزان هیدروژنی که می‌سوزاند، از هلیمی که می‌سازد، بیشتر است. این فرایند به تدریج موجب کاهش حجم خورشید خواهد شد و این کاهش حجم اکنون قابل توجه نیست، اما حدود ۱ میلیارد سال بعد، حجم این ستاره ۱۰ درصد کاهش خواهد یافت. حدود ۱,۱ میلیارد سال بعد، خورشید ۱۰ درصد درخشان‌تر از امروز خواهد شد و هر چه قدر بر درخشش آن افزوده شود، برای زمین زیان‌آور خواهد بود. این افزایش درخشندگی باعث می‌شود که بخار آب جو زمین از دست برود و هرگز بازنگردد و جو زمین خشک شود. حدود ۳,۵ میلیارد سال بعد، خورشید ۴۰ درصد درخشان‌تر از امروز خواهد شد. این ستاره در آن زمان به اندازه‌ای گرم خواهد شد که اقیانوس‌های روی سطح زمین به جوش خواهد آمد و بخار آب نیز از دست خواهد رفت؛ بخفاوض خواهد شد و زمین به سیاره‌ای گرم و خشک مانند ناهید تبدیل خواهد شد و دیگر زندگی بر روی زمین ممکن نخواهد بود. حدود ۶ میلیارد سال بعد، هسته‌ی خورشید از هیدروژن تهی خواهد شد و تنها هلیم ناپایدار در هسته باقی خواهد ماند. سرانجام هسته داغ‌تر و چگال‌تر خواهد شد و خورشید تا جایی بزرگ می‌شود که تبدیل به یک غول سرخ شود. این غول سرخ مدارهای تبر و ناهید و احتمالاً زمین را نابود خواهد کرد و حتی اگر زمین را نابود نکند، گرمای آن زمین را به سیاره‌ای غیر قابل سکونت تبدیل خواهد کرد. در این زمان، گرما و فشار خورشید به اندازه‌ای خواهد رسید که مرحله‌ی دوم همچو شیوه هسته‌ای را امکان‌پذیر خواهد کرد و هلیم برای تشکیل کربن خواهد سوخت. این مرحله حدود ۱۰۰ میلیون سال به طول می‌انجامد و سرانجام پوسته‌ی ناپایدار هلیم، خورشید را منفجر خواهد کرد. سپس لایه‌های بیرونی خورشید از میان خواهد رفت و فقط یک هسته‌ی کربنی از آن باقی خواهد ماند که یک کوتوله‌ی سفید است. نور خورشید در طول هشت دقیقه به زمین می‌رسد و تا وقتی که نور آن به زمین نرسد، زمین متوجه نابودی خورشید نمی‌شود و پس از این هشت دقیقه متوجه مرگ خورشید می‌شود. نابودی خورشید موجب نابودی همه چیز در منظومه‌ی شمسی خواهد شد.



## مراحل زندگی خورشید

۲- تیر(عطارد)<sup>۲</sup>

تیر کوچکترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی و نزدیک‌ترین سیاره به خورشید است. این سیاره تنها کمی بزرگ‌تر از ماه است و با خورشید فاصله‌ای در حدود ۵۸ میلیون کیلومتر دارد. دوره‌ی چرخش این سیاره ۵۹ روز زمینی و تناوب مداری آن تنها ۸۸ روز زمینی است. تیر سیاره‌ای سنگی است و سطح آن جامد و دارای گودال و چاله و بسیار شبیه سطح ماه است و هیچ ماه و حلقه‌ای ندارد. جو نازک این سیاره (تقریباً بدون جو) عمدتاً از اکسیژن، سدیم، هیدروژن، هلیم و پتانسیم ساخته شده است.

دماه سطحی تیر می‌تواند به  $430^{\circ}$  سانتی‌گراد برسد. از آن‌جا که این سیاره جوی برای حفظ این گرما ندارد، دماه سطحی آن در شب تا  $-170^{\circ}$  سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. تغییر دماه این سیاره  $600^{\circ}$  سانتی‌گراد و بیشترین نوسان دما در منظومه‌ی شمسی است.

با توجه به اینکه دوره‌ی چرخشی عطارد، تقریباً در تمام مدت، یک روی عطارد به سمت خورشید است. برای جلوگیری از سقوط این سیاره در خورشید و مقابله با جاذبه‌ی قوی خورشید، عطارد با سرعت سرسام آوری حول خورشید می‌چرخد. از این رو به آن سیاره‌ی بادپا می‌گویند.

<sup>2</sup> Mercury

### ۳- ناهید(زهره)<sup>۲</sup>

ناهید دومین سیاره‌ی نزدیک به خورشید است و میان تیر و زمین قرار دارد که از زمان‌های قدیم شناخته شده بود. پس از خورشید و ماه، ناهید درخشان‌ترین جسم قابل مشاهده از زمین است و گاهی اوقات مانند یک ستاره‌ی درخشان در آسمان صحیح و شب به نظر می‌رسد. ناهید تنها کمی کوچک‌تر از زمین است و فاصله‌ی آن تا خورشید در حدود  $10^{\circ}$  میلیون کیلومتر است. دوره‌ی چرخش این سیاره  $24^{\circ}3$  روز زمینی و تناوب مداری آن  $225$  روز زمینی است. این سیاره‌ی سنگی دارای سطحی جامد و چشم‌انداز گوдал و آتش‌شان است و هیچ ماه و حلقه‌ای ندارد. ناهید و زمین اغلب سیاراتی دوقلو خوانده می‌شوند، زیرا در اندازه، جرم، چگالی، ترکیبات و گرانش مشابه یکدیگراند. دمای ناهید بسیار زیاد است و جو چگال آن گرما و اثر گلخانه‌ای را به دام می‌اندازد و دمای سطحی آن را  $465^{\circ}$  سانتی‌گراد می‌رساند که این دما می‌تواند سرب را ذوب کند. جو جهتی ناهید عمدتاً از کربن دی‌اکسید، نیتروژن و قطرات ابرهای سولفوریک اسید ساخته شده و داشتماندان تنها مقادیر کمی از آب را در جو آن شناسایی کرده‌اند.

جالب است بدانید زهره چون دیگر اجرام آسمانی از مشرق طلوع و از مغرب غروب نمی‌کند. بلکه مسیری که ما از آن می‌بینیم فقط خطی است که از سوی خورشید تا حدی بالاتر آمده و دوباره پایین می‌رود و به هنگام غروب یا طلوع خورشید دیده می‌شود و این بدين دلیل است که زهره از سیارات درونی است. و همین موضوع در مورد عطارد نیز صدق می‌کند.

### ۴- زمین<sup>۴</sup>

زمین سومین سیاره‌ی دور از خورشید و پنجمین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی از دیدگاه بزرگی اندازه و جرم است. میانگین فاصله‌ی زمین از خورشید  $149,600,000$  کیلومتر است و دوره‌ی چرخش آن  $23$  ساعت و  $5$  دقیقه و  $4$  ثانیه و تناوب مداری آن  $365$  روز و  $6$  ساعت است. زمین سیاره‌ای سنگی است و دارای سطحی جامد و دینامیک و ساخته شده از کوهها، دره‌ها، ژرفده‌ها، دشت‌ها و غیره است. چیزی

<sup>3</sup> Venus

<sup>4</sup> Earth

که زمین را از سیارات دیگر جدا و متمایز می‌کند، اقیانوس‌های سطح آن است که ۷۰ درصد از سطح آن را پوشانده‌اند. بسیاری از سیارات جو دارند، اما تنها جو زمین قابل تنفس است. جو زمین برای تنفس و زندگی تعادل کاملی دارد و ۷۸ درصد از نیتروژن، ۲۱ درصد از اکسیژن و ۱ درصد از سایر گازها ساخته شده‌است. جو زمین تا ۱۰,۰۰۰ کیلومتر گسترش می‌یابد و دارای پنج لایه‌ی تروپوسفر، استراتوسفر، مزوسفر، ترموسفر و اگزوسفر است. ساختار درونی زمین نیز دارای سه لایه‌ی پوسته، گوشته و هسته است.

زمین تنها سیاره‌ی شناخته‌شده است که زندگی بر روی آن وجود دارد و قطری در حدود ۱۳,۰۰۰ کیلومتر دارد و میانگین دمای سطحی آن  $14^{\circ}$  سانتی‌گراد است. دمای زمین در همه جای زمین یکسان نیست؛ گرم‌ترین نقاط زمین نزدیک استوا واقع شده‌اند و دمای آن جا به  $57^{\circ}$  سانتی‌گراد نیز می‌رسد. اما قطب جنوب در جنوبگان سردترین نقطه‌ی زمین است و دمای آن جا تا  $-89^{\circ}$  سانتی‌گراد می‌رسد. میدان مغناطیسی زمین توسط جریان‌های درون هسته‌ی بیرونی آن پدید می‌آید. هنگامی که ذرات باردار الکتریکی خورشید در میدان مغناطیسی زمین به دام می‌افتد، به مولکول‌های هوای بالای قطب مغناطیسی شمال و جنوب تبدیل می‌شوند و باعث ایجاد پدیده‌ای به نام شفق قطبی می‌شوند.



شفق قطبی

زمین حلقه‌ای ندارد و دارای دو قمر است که یکی از آن‌ها قمر معروف، ماه است و دیگری صخره‌ای کوچک است که با چشم غیر مسلح قابل مشاهده نیست. قطر ماه زمین حدود یک‌چهارم قطر زمین است و فاصله‌ی آن تا زمین در حدود ۳۸۴ هزار کیلومتر است. دوره‌ی چرخش ماه به دور زمین ۲۷ روز به طول می‌انجامد و سطحی جامد و دارای گودال و حفره دارد. تاکنون بیش از ۱۰۰ فضایپما برای اکتشاف ماه به فضا پرتاب شده‌است. ماه تنها جسم آسمانی (پس از زمین) است که انسان‌ها (اطی مؤموریت‌های برنامه‌ی فضایی آپولو) آن را دیده‌اند و بر آن گام نهاده‌اند.



ماه نشین چانگ-ئی ۳ و ماه نورد یوتو

کره‌ی خاکی ما شگفت‌انگیزترین پدیده ایست که تا کنون مشاهده شده است. جستجو در فضای لایتنهای کیهان و مشاهده‌ی عجایب آن سرایجام محقق را دوباره به زمین بازگردانده و به تفکر درمورد آن و می‌دارد. مطالعه در مراحل پیدایش حیات بر روی این کره‌ی خاکی و صدھا عاملی که دست به دست هم داده اند تا انسان بتواند بر این کره‌ی کوچک قدم بگذارد از شگفت‌انگیزترین مطالعات کیهان شناسی و زمین شناسی است.

جرم زمین، اندازه‌ی خاص آن، جاذبه‌ی زمین، میدان مغناطیسی منحصر به فرد، صفحه‌های زمین ساختی، لایه‌های خامن تشکیل دهنده‌ی زمین و عناصر تشکیل دهنده‌ی این لایه‌ها، جو مناسب و لایه‌ای لایه‌ی آن، وجود قمر بزرگ و شگفت‌انگیز ماه، فاصله‌ی مناسب از خورشید و قرار گرفتن در محدوده‌ی حیات، قرار گرفتن منظومه‌ی شمسی در محدوده‌ی حیات کهکشان و بی‌نهایت عوامل دیگر که بررسی آن‌ها نیاز به کتابی قفلور و بزرگ دارد همگی دست به دست هم دادند تا ماده‌ای شگفت‌انگیز به نام آب و در پی آن مولکول های آبی و حیات بر روی این کره‌ی خاکی پدید آیند.

ماه قمر اصلی زمین است و حالب است بداینید زمین و ماه در حقیقت کره‌های دوگانه‌ای هستند که گرد یکدیگر در چرخش اند. اما به علت جرم زیاد زمین نسبت به ماه، مرکز این چرخش در نزدیکی مرکز زمین واقع شده و حرکت زمین محسوس نیست. ماه به هنگام تشکیل منظومه‌ی شمسی و زمانی که سیارات به شدت با سنگ‌های آسمانی بمباران می‌شدند چون سپری زمین را از ضربات شهاب سنگ‌ها حفظ کرد و بدینوسیله جو زمین محفوظ مانده و به تدریج امکان ایجاد حیاط بر زمین بوجود آمد. سطح ماه پوشیده است از کوه‌ها و دره‌ها و گودال‌هایی که دریا نامگذاری شده‌اند. این نامگذاری ها به این دلیل است که در گذشته تصور بر این بود که سطح ماه پوشیده از دریاهای آب است. حال آنکه این دریاهای محل برخورد شهاب سنگ‌ها با سطح ماه است.



ماه جو ندارد و بنابراین بادی در آن جا نمی وزد. بنابراین وقتی اولین انسان ها بر ماه قدم گذاشتند، رد پای آن ها بر لایه ای از غباری که سطح ماه را پوشانده بود، باقی ماند و این رد پا تا میلیاردها سال باقی خواهد ماند. هم چنین کلیه ای سفینه های فرود، خودروهای ماه پیما و دستگاه های اندازه گیری که فضانوردان بر سطح ماه جا گذاشتند، برای میلیاردها سال شاهد تمدن ما باقی خواهند ماند، در حالی که در زمین تا آن هنگام اهرام ثلاثه ای مصر، برج ایفل یا نیروگاه های اتمی ما مدت هاست که تبدیل به گرد و غبار شده اند.

۵- مریخ(بهرام)<sup>۶</sup>

نمایی از سطح خشک و بیابانی بهرام

مریخ چهارمین سیاره‌ی نزدیک به خورشید و هفتمین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی از دیدگاه اندازه و جرم است و در آسمان شب، قرمز رنگ است و گاهی اوقات آن را «سیاره‌ی سرخ» می‌نامند. مریخ یک بیابان خشک است و قطر آن نصف قطر زمین است. مریخ نیز مانند زمین دارای فصل‌ها، بخش‌های قطبی، آتششان‌ها، ژرفدره‌ها و آب‌وهوا است. کوه المپوس بزرگ‌ترین کوه آتششانی منظومه‌ی شمسی است و در مریخ واقع است. دوره‌ی چرخش این سیاره  $\frac{2}{3}$  ساعت و تناوب مداری آن ۱ سال و  $۳۲۱,۷۳$  روز به طول می‌انجامد.

بیشترین دمای سطحی بهرام (مریخ)<sup>۵</sup>- سانتی‌گراد و کمترین دمای سطحی آن  $-۸۷^{\circ}$  سانتی‌گراد است.  $۹۵,۳۲$  درصد از جو مریخ از کربن دی‌اکسید،  $۰,۲,۷$  درصد آن از نیتروژن،  $۰,۱۳$  درصد آن از اکسیژن و  $۰,۰۸$  درصد باقی‌مانده‌ی آن از کربن مونوکسید، نیتریک اکسید، مقادیر جزئی آب، زنون، کربپیتون و زنون ساخته شده‌است. مریخ دارای دو ماه به نام‌های فوبوس و دیموس است ظاهراً از سنگ‌های سرشار از کربن ساخته شده‌اند. از آنجا که این دو ماه فاقد گرانش کافی برای تبدیل به یک

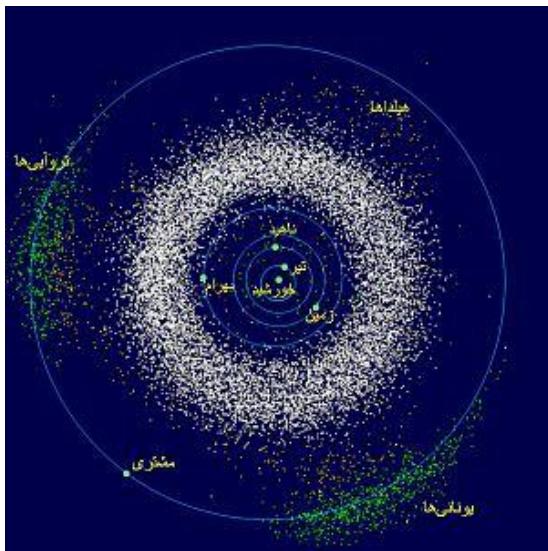
<sup>6</sup> Mars

جسم دایره‌ای شکل هستند، دارای اشکالی نامنظم هستند و فوبوس وسیع‌تر و پهن‌اورتر از دیموس است. داشمندان بر این باورند که ۳,۵ میلیارد سال پیش، مریخ بزرگ‌ترین سیل منظومه‌ی شمسی را تجربه کرده‌است. اکنون، مریخ بیش از حد سرد است و جو آن بیش از اندازه نازک است و اجازه‌ی باقی‌ماندن آب مایع به مدت طولانی در سطح آن را نمی‌دهد. بخ‌آب در نزدیکی سطح مریخ و آب بخ‌زده در بیخ‌های قطبی آن وجود دارد.

مریخ تنها سیاره‌ای از منظومه‌ی شمسی است که روزی تصور می‌شد امکان حیات بر روی آن وجود دارد. چون این سیاره اندازه‌ای مناسب، هرچند کوچک‌تر از زمین، دارد و تصور بر این است که در گذشته‌ای دور فاصله‌ی این سیاره از خورشید کم‌تر بوده و در محدوده‌ی حیات قرار داشته است. هم‌چنین آب راه‌هایی بر سطح سیاره مشاهده می‌شود که می‌تواند نشانه‌ای از وجود آب در این سیاره باشد. ولی برخلاف این تصورات تا کنون نشانی از آب یا وجود حیات بر سطح سیاره یافت نشده است.

بزرگ‌ترین آتشفشنان منظومه‌ی شمسی، آتشفشنان الیمپوس در مریخ است که ارتفاع آن حدود سه برابر کوه اورست است. از آن جا که مریخ حرکت صفحه‌های زمین ساختنی ندارد، این آتشفشنان بر خلاف آتشفشنان‌های روی زمین، به راحتی بزرگ‌تر و بزرگ‌تر می‌شود !!!

## ۶- کمربند سیارک‌ها



کمربند سیارک‌ها (اجرام سفید رنگ) میان مریخ و مشتری واقع شده است.

کمربند سیارک‌ها منطقه‌ای از فضا میان مریخ و مشتری است و اجرام آن از اجرام کمربند کوپیر و دیسک فشرده متمایز و جدا است. این منطقه حاوی میلیون‌ها سیارک است و داشمندان بر این باورند که این سیارک‌ها تکه‌های خردشده‌ی یک سیاره‌ی بزرگ هستند که در مدتی طولانی از هم پاشید و شکسته شد. سیارک‌ها در اندازه‌های مختلف وجود دارند؛ بسیاری از آن‌ها حتی از یک مایل نیز کوچک‌ترند، در حالی که برخی دیگر بزرگ هستند. سرس بزرگ‌ترین جسم کمربند سیارک‌ها است که اکنون در طبقه‌ی سیارات کوتوله جای دارد. بیش از نیمی از جرم این کمربند را سرس، پلاس، وستا و هیجا ساخته‌اند و سرس به تنها یی نزدیک به ۲۵ درصد جرم این کمربند را ساخته است.

تاکنون ۱۲ مأموریت فضایی برای بررسی کمرنگ سیارک‌ها طراحی شده است. پایونیر ۱۰ در سال ۱۹۷۲ برای نخستین بار از کمرنگ سیارک‌ها گذشت. فضاییمای داون به طور ویژه برای بررسی مدار دو سیارک (سرس و وستا) ساخته شده است. پس از این بررسی، اگر این فضاییما قابل استفاده باشد، ممکن است که به مقصد های دیگر نیز فرستاده شود.

## ➤ سرس

سرس یک سیاره‌ی کوتوله و نخستین و بزرگ‌ترین سیارک شناخته شده در کمرنگ سیارک‌هاست. میانگین فاصله‌ی این سیارک کوتوله از خورشید در حدود ۴۱۴ میلیون کیلومتر است. قطر این سیارک ۹۴۰ کیلومتر است و قطر آن در حدود ۲۷۷ درصد قطر ماه است. اگرچه سرس بزرگ‌ترین سیارک است، اما درخشان‌ترین سیارک نیست و این ویژگی متعلق به وستا (دومین سیارک بزرگ) است و سپیدایی آن بیش از سه برابر سپیدایی سرس است.

نظریه‌پردازی شده است که مقادیر زیادی از آب در سرس وجود دارد و اگر آب در جایی وجود داشته باشد، احتمال دارد که در آن جا زندگی وجود داشته باشد. تاکنون تنها نگاره‌های تیره و فازی توسط تلسکوپ فضایی هابل گرفته شده است. اما در سال ۲۰۱۵، فضاییمای داون به سرس خواهد رسید.

## ۷- شهاب‌وار، شهاب و شهاب‌سنگ



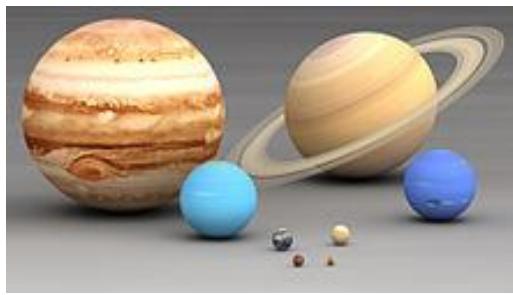
شهاب‌سنگ ۵۴ تنی هوبا

شهابوارها بقایای کوچکتر از یک سیارک هستند. بیشتر شهابوارهایی که وارد جو زمین می‌شوند، به اندازه‌ای کوچک هستند که نمی‌توانند وارد سطح زمین شوند و تبخیر می‌شوند و در این حالت عناوین مختلفی (شهاب یا شهابسنگ) می‌گیرند. وقتی که شهابوار وارد جو زمین می‌شود، گرم می‌شود و نور رشته‌ای مانندی از آن دیده می‌شود که شهاب نامدارد. اما گاهی اوقات شهابوارها از جو زمین می‌گذرند و بر روی زمین می‌افتدند که این جسمی که بر روی زمین افتاده است را شهابسنگ می‌نامند.



تصویری دیدنی از انفجار شهابسنگ در جو بالایی زمین

بیشتر شهابسنگ‌ها، آهنی، سنگی یا آهنی-سنگی هستند و در اندازه‌های کوچک و بزرگ وجود دارند. شهابسنگ هوبا یکی از بزرگ‌ترین شهابسنگ‌هایی بود که در جنوب غربی آفریقا افتاد و وزن آن در حدود ۵۴,۰۰۰ کیلوگرم (۵۴ تن) بود.



مقایسه‌ی سیارات بیرونی و درونی منظومه‌ی شمسی به ترتیب از بالا به پایین و از راست به چپ:

زحل، مشتری

نپتون، اورانوس

ناهید، زمین

تیر، مریخ

## ۸- مشتری<sup>۷</sup>

مشتری بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی و پنجمین سیاره‌ی دور از خورشید است. این سیاره یکی از درخشان‌ترین اجرام آسمان شب است، تنها ماه، زهره و گاهی اوقات مریخ درخشان‌تر هستند. میانگین فاصله‌ی مشتری از خورشید برابر با ۷۷۷,۹۲۰,۰۰۰ کیلومتر است. قطر استوایی این سیاره تقریباً ۱۴۳,۰۰۰ کیلومتر است و به اندازه‌ی بزرگ است که همه سیارات دیگر منظومه‌ای می‌توانند در آن جای بگیرند. همچنین می‌توان ۱,۰۰۰ کره‌ی زمین را درون مشتری جای داد. ترکیبات این سیاره مانند ترکیبات یک ستاره است و اگر سنگینی آن ۸۰ برابر شود، تبدیل به یک ستاره می‌شود. دوره‌ی چرخش این سیاره ۹۲۵/۹ ساعت و تناوب مداری آن ۱۱ سال ۳۱۳,۸۳۹ روز است.

<sup>7</sup> Jupiter



نمایی از لکه‌ی سرخ بزرگ (نگاره‌ی گرفته شده توسط ووبجر<sup>۱</sup>)، این لکه طوفانی است که بیش از ۳۰۰ سال دوام آورده است.

دمای مشتری  $-148^{\circ}$  سانتی‌گراد است و جو آن را هیدروژن و هلیم می‌سازند. این سیاره دارای سه حلقه‌ی بسیار کدرتر از حلقه‌های زحل است که توسط فضایپمای ووبجر ۱ در سال ۱۹۷۹ کشف شده است. حلقه‌ی اصلی مسطح است و ضخامت آن در حدود ۳۰ کیلومتر (۲۰ مایل) و گستردگی وسعت آن تا حدود ۶,۴۰۰ کیلومتر (۴,۰۰۰ مایل) است. حلقه‌ی دوم نیز ابر مانند است و ضخامت آن در حدود ۲۰,۰۰۰ کیلومتر (۱۲,۰۰۰ مایل) است. حلقه‌ی سوم به دلیل شفافیت خود بسیار نازک است و از ذرات گرد و غباری که قطرشان به ۱۰ میکرون هم نمی‌رسد، ساخته شده است و تا حدود ۱۲۹,۰۰۰ کیلومتر (۸۰,۰۰۰ مایل) به لبه بیرونی و تا حدود ۳۰,۰۰۰ کیلومتر (۱۸,۶۰۰ مایل) از درون گسترش می‌یابد. شمار ماههای مشتری ۶۳ است. چهار ماه بزرگ مشتری، گانمید، کالیستو، آیو و اروپا هستند که توسط گالیله گالیله کشف شده‌اند و به ماههای گالیله‌ای مشهوراند. گانمید بزرگ‌ترین ماه منظومه‌ی شمسی است.

## سیاره مشتری و دنباله دار شومیکر - لوی ۹



نقش سیاره مشتری به عنوان یک سپر دفاعی، به بهترین شکل ممکن با ورود دنباله دار "شومیکر-لوی ۹" به ناحیه‌ی درونی منظومه شمسی در خرداد ۱۳۷۳ نمایان شد. این دنباله دار با نام شامل ۲۱ قطعه بود که مانند دانه‌های یک گردنبند به ترتیب یکی پس از دیگری در مدت چند روز به مشتری برخورد کردند.

انرژی انفجاری بزرگ ترین قطعه این دنباله دار (هشتمنین قطعه) ۲۴۶۰۰ مگاتن تی ان تی بود و موجب پرتتاب توهه‌ای گازی تا ارتفاع ۳۰۰۰ کیلومتر از سطح مشتری شد. قطر لکه‌ی ایجاد شده به دلیل برخورد این قطعه با مشتری، حدود ۱۶۰ کیلومتر قطر زمین بود. در صورت برخورد فقط یکی از قطعه‌های این دنباله دار با زمین به احتمال زیاد، نسل پسر و درصد قابل توجهی از موجودات ساکن بر روی زمین نابود

## ► قمرهای سیاره‌ی مشتری

مشتری دارای تعداد قمرهای بسیار زیادی است که رقم دقیقی اینک در دست نیست. اما چهار قمر شناخته شده‌ی آن که توسط گالیله کشف شدند، از بزرگ‌ترین اجرام منظومه‌ی شمسی محسوب شده و هریک دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هستند. در اینجا فقط خلاصه‌ای از ویژگی‌های این چهار قمر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

✓ آیو<sup>۸</sup>

بس از چهار قمر کوچک، آیو نزدیک ترین قمر به مشتری است. سطح عجیب آن باعث شده که به آن نام سیاره‌ی پیتراداده شود. در حالی که ظاهر سطح ماه میلیاردها سال قدمت دارد، سطح آیو تقریباً هر روز تغییر می‌کند. آیو دارای هسته‌ای از جنس آهن و سولفید آهن است که با سیلیکات‌مذاب احاطه شده است و پوسته‌ای نازک از جنس سیلیکات‌دارد. قطر هسته‌ی آیو، نصف قطر کل آن است. آیو در اثر نیروهای کشندی حاصل از کشش گرانشی مشتری و قمر اروپا، گرم می‌شود. این نیروی اصطکاکی آنقدر قوی است که سبب پدید آمدن فعالیت‌های گرمایی در آیو می‌شود. آیو یکی از پر انرژی‌ترین سطوح را در منظومه‌ی شمسی دارد. به گونه‌ای که گدازه‌های سیلیکاتی از آتشفسان‌های فعال به بیرون پرتاب می‌شود.

✓ اروپا<sup>۹</sup>

اروپا در فاصله‌ای از مشتری قرار دارد تا بتواند در اثر نیروهای کشندی گرم شود. اما بر خلاف آیو سطح آن پوشیده از بخ است و سطحی صاف و صیقلی دارد و تصور می‌شود در زیر این لایه‌های بخی اقیانوس‌هایی از آب وجود داشته باشند و تنها مکانی است که احتمال وجود حیات در آن می‌رود. چون اگر در اعمق اقیانوس‌های آن نیز همچون اعمق اقانوس‌های زمین چشم‌های جوشان از آب گرم وجود داشته باشد که محل اولیه‌ی پیدایش گونه‌های خاصی از حیات بودن، در اروپا نیز این امکان به وجود می‌آید.

<sup>8</sup> Io<sup>9</sup> Europe

### ✓ گانیمد و کالیستو

گانیمد بزرگ ترین قمر مشتری است که احتمالاً مخلوطی از یخ و سنگ است که با یک پوسته‌ی نازک از مواد سیاهرنگ پوشیده شده است. کالیستو چگالی تقریباً مشابهی با گانیمد دارد. اما سطح پوشیده از بین آن کاملاً با گانیمد متفاوت است. کالیستو میدان مغناطیسی و هسته‌ی مذاب ندارد و به قدری از مشتری دور است که نیروهای کشنده‌ی هیچ اثری در گرم کردن آن ندارند.

### ۹- زحل

زحل دومین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی از دیدگاه جرم و اندازه و ششمین سیاره‌ی دور از خورشید است. زحل در آسمان شب به راحتی با چشم غیر مسلح به عنوان یک نقطه‌ی نسبتاً غیر درخشان قابل مشاهده است. این سیاره را می‌توان با یک تلسکوپ کوچک از روی حلقه‌های باشکوه آن پیدا کرد. دوره‌ی چرخش زحل ۱۰,۶۵۵ ساعت و تناوب مداری آن ۲۹ سال و ۱۶۶,۹۷ روز است.

جو زحل از هیدروژن و هلیم ساخته شده‌است. گالیله برای نخستین بار در سال ۱۶۱۰ حلقه‌های زحل را مشاهده کرد. این سیاره دارای حلقه‌های بسیاری است که از میلیاردها ذرات یخی و سنگی به اندازه‌ی یک دانه‌ی شکر تا یک خانه ساخته شده‌اند. بزرگ‌ترین حلقه‌ی این سیاره ۲۰۰ برابر قطر آن است. اگرچه این حلقه‌ها تا هزاران مایل گسترش می‌یابند، حلقه‌های اصلی معمولاً حدود ۳۰ فوت ضخامت دارند. شمار ماههای زحل ۶۲ است. تیتان بزرگ‌ترین ماه زحل و دومین ماه بزرگ منظومه‌ی شمسی پس از گانیمد (ماه مشتری) است و اندازه‌ی آن کمی بزرگ‌تر از تیر است.

فضاپیمای کاسینی که برای کاوش اسرار منظومه زحل در اطراف این سیاره طوق برگردن منظومه شمسی قرار دارد در موقعیتی استثنایی دوربین خود را برگرداند و از مبدأ سفرش و از فاصله نزدیک به یک و نیم میلیارد کیلومتری، تصویری به یاد ماندنی تهیه کرد. نقطه‌ی آبی رنگ کره‌ی زمین را نشان می‌دهد. ماه نیز در تصویر دیده می‌شود.



## ➤ تیتان

تیتان بزرگ ترین ماه زحل است و ترکیب آن از مواد سنگی و یخی است. در اثر چگالش گاز اتان در جو تیتان، دریاچه ها و تالاب هایی از اتان به وجود آمده که دارای محلول آمونیاک و متان هستند. سطح سیاره پوشیده از ابر است که بر خلاف زمین این ابرها از آب نیست و به جای آب محلول آمونیاک و متان از آسمان می بارد و در دریاچه ها جاری می شود و این نشان دهنده ی سرمای زیر -۲۰۰ درجه ی سانتی گراد است.

## ➤ قمرهای "سگ گله"

سیاره ی زحل علاوه بر قمرهای بزرگ، تعداد زیادی همراه کوچک و جالب دارد. خارج از سیستم حلقوی اصلی یک حلقه ی نازک وجود دارد که با F نامگذاری شده است. ذرات حلقه ی F توسط دو قمر کوچک پیوستگی خود را حفظ می کنند. یکی از این قمرها تقریباً داخل حلقه، و دیگری کمی خارج از آن به دور زحل می گردند. این دو قمر مانند دو سگ گله وظیفه ی نگهداری از ذرات حلقه را به عهده دارند!

از دیگر قمرهای زحل، میماس، ری آ، دیون، تیس و انسلادوس است. برخی از این اقمار را قمرک هایی نیز همراهی می کنند.

## ۱۰- اورانوس

اورانوس هفتمین سیاره ی دور از خورشید و سومین غول گازی بزرگ پس از مشتری و زحل است. اورانوس در درخشنان ترین حالت خود، فقط با چشم غیر مسلح به عنوان یک نقطه‌ی آبی-سبز قابل مشاهده است.

جو اورانوس از هیدروژن، هلیم و متان ساخته شده است. حلقه‌های اورانوس پس از حلقه‌های زحل و به کمک ستاره‌شناسان کشف شد. اورانوس دارای دو گروه حلقه است: نخست، «حلقه‌های سامانه‌ی درونی» عمدتاً حلقه‌های باریک و تیره هستند. دوم، «حلقه‌های سامانه‌ی بیرونی» (که توسط تلسکوپ فضایی هابل کشف شده‌اند) روش‌رنگ و شامل دو حلقه‌ی قرمز و آبی هستند. داشتمدان تا به امروز ۱۳ حلقه پیرامون اورانوس شناسایی کرده‌اند. شمار ماههای اورانوس ۲۷ است. پنج قمر مهم اورانوس عبارتند از: میراندا ، آریل ، اوبریل، تیتانیا و ابرون که همگی در صفحه‌ی استوای سیاره اصلی و در نتیجه تقریباً قائم بر مدار سیاره ، به دور آن می‌گردند. هر پنج قمر حرکتشان رجعی است که با چرخش سیاره حول محورش سازگار است. تیتانیا و ابرون بزرگ‌ترین ماههای اورانوس هستند که در سال ۱۷۸۷ توسط ویلیام هرشل کشف شدند.

## ۱۱ - نپتون



لکه‌ی سیاه بزرگ، آشفته‌ترین بخش نپتون است. (نگاره‌ی گرفته شده توسط ووبجر (۲)

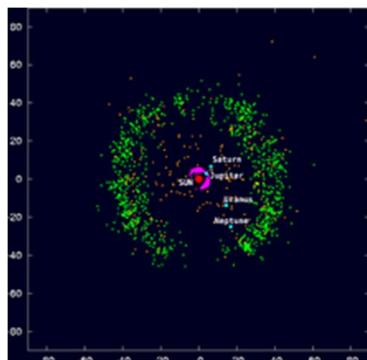
نپتون چهارمین سیاره‌ی بزرگ منظومه‌ی شمسی و هشتمین سیاره‌ی دور از خورشید و باز پسین سیاره‌ی بیرونی منظومه‌ی شمسی است که نمی‌توان آن را از زمین با چشم غیر مسلح مشاهده کرد. این

سیاره با یک تلسکوپ کوچک به رنگ سبز و آبی به نظر می‌رسد. دوره‌ی چرخش نپتون ۱۶,۱۱ ساعت و تناوب مداری آن ۱۶۴ سال و ۲۸۸ روز است.

جو نپتون از هیدروژن هلیم و متان ساخته شده‌است. حلقه‌های غیر معمولی نپتون یکسان نیستند، اما دارای گرد و غبارهای ضخیم درخشانی هستند که «کمان» نامیده می‌شوند. پنداشته می‌شود که حلقه‌های نپتون نسبتاً جوان هستند و عمر کوتاهی داشته‌اند. داده‌های سال ۲۰۰۵ نشان داد که ظاهراً حلقه‌های این سیاره بی‌ثبات‌تر از آن چیزی هستند که پیش از آن پنداشته می‌شد. شمار ماههای نپتون ۱۳ است. تریتون و نریید تنها ماه‌های بزرگ منظومه‌ی شمسی هستند که در جهت مخالف چرخش سیاره‌ی خود (نپتون)، پیرامون آن می‌چرخد و این سبب شده است که داشمندان حدس بزنند این قمرها پس از پیدایش منظومه‌ی شمسی به اسارت نپتون در آمدند. تریتون تنها ماه کروی شکل نپتون است و ۱۲ ماه دیگر آن اشکال نامنظم دارند.

## ۱۲- منطقه‌ی فرانپتونی

کمریند کوپیر



پراکندگی اجرام کمریند کوپیر (سبز رنگ) و اجرام دیسک فشرده (نارنجی رنگ) در منظومه‌ی شمسی

کمریند کوپیر منطقه‌ای از فضا است که پیرامون خورشید و فراتر از نیپتون واقع شده‌است و دارای جسمان کوچک یخی است. این منطقه به افتخار جرارد کوپیر (ستاره‌شناس هلندی-آمریکایی) نام‌گذاری شده‌است و شامل صدها میلیون جسم فضایی است که پنداشته می‌شود بقایای سیارات بیرونی هنگام تشکیل آن‌ها هستند. برخی از دنباله‌دارهای از کمریند کوپیر سرشتمه می‌گیرند.

کمریند کوپیر کمریندی شیبیه به یک بیضی یا دایره است و حدود ۴,۵ تا ۷,۵ میلیارد کیلومتر<sup>(۳۰)</sup> تا ۵۰ واحد نجومی از خورشید فاصله دارد و شکل گیری آن مانند شکل گیری کمریند سیارک‌ها بوده است. کمریند سیارک‌ها عمدتاً از فلز و سنگ ساخته شده‌اند، اما اجسام کمریند کوپیر تقریباً با هر طور کامل از تکه‌های بخی مواد مختلف ساخته شده‌اند. علاوه بر آب بخزده، این اجرام از آمونیاک و هیدروکربن‌های مختلف از جمله متان ساخته شده‌اند. اگرچه داشتمدن بخش کوچکی از اجسام کمریند کوپیر را کشف کردند، اما بر این باورند که بیش از ۷۰,۰۰۰ جسم فضایی در این منطقه وجود دارد. برخی از اشیاء این کمریند مانند پلوتو که بزرگ‌ترین جسم این منطقه است، بزرگ هستند. جرم سیارک<sup>(۳۱)</sup> ۵,۰۰۰ نیمی از جرم پلوتو است و اندازه‌ی ماکی ماکی و هائومیا سیار نزدیک به اندازه‌ی پلوتو است. برخی از اجسام کمریند کوپیر از جمله پلوتو و هائومیا دارای ماه هستند.

پلوتو



مقایسه‌ی بزرگ‌ترین اجسام ساخته‌شده‌ی فرانپتونی در منظومه‌ی شمسی

پلوتو سیاره‌ی کوتوله‌ی بزرگی در کمریند کوپیر است که قبلاً به عنوان بیرونی‌ترین و کوچک‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی در نظر گرفته می‌شد. در ماه اوت سال ۲۰۰۶، اتحادیه‌ی بین‌المللی اخترشناسی با طبقه‌بندی اجرام آسمانی، پلوتو را از فهرست سیارات حذف کرد و در طبقه‌ی سیارات کوتوله قرار داد. پلوتو از گازهایی مانند نیتروژن و کربن دی‌اکسید به صورت بخ ساخته شده‌است.

بیشترین دمای سطحی پلوتو  $-223^{\circ}$  -  $-233^{\circ}$  سانتی‌گراد و کمترین دمای سطحی آن  $20^{\circ}$  است. شمار ماههای پلوتو ۵ است. این پنج ماه عبارتند از: شارون، اس/۲۰۱۲ پی ۱، نیکس، اس/۲۰۱۱ پی ۱ و هیدرا است. شارون یک ماه بزرگ است و حجم آن بیش از نصف حجم پلوتو است و در حقیقت پلوتو و شارون تشکیل سیاره‌ی دوگانه را می‌دهند. فاصله‌ی میان پلوتو و شارون  $19,640$  کیلومتر ( $12,200$  مایل) و کمتر از فاصله‌ی برواز میان لندن و سیدنی است. تناب مداری این ماه به دور پلوتو  $6,4$  روز به طول می‌انجامد.

### هائومیا



هائومیا یک سیاره‌ی کوتوله‌ی غیر معمولی با ابعاد  $1,000 \times 1,520 \times 1,960$  کیلومتر ( $1,220 \times 940 \times 6420$  مایل) است که از سنگ ساخته شده و یک لایه‌ی نازک بخی روی آن را پوشش داده‌است. در سپتامبر ۲۰۰۸، اتحادیه‌ی بین‌المللی اخترشناسی هائومیا را به عنوان پنجمین سیاره‌ی کوتوله و چهارمین پلوتونیید به رسمیت شناخت. دوره‌ی چرخش هائومیا  $3,9154$  ساعت و تناب مداری آن  $283$  سال و  $1/14$  روز است.



نگاره‌ی هنری از مقایسه‌ی هائومیا با شماری اجسام دیگر:

ردیف بالا از راست به چپ: تیر، مریخ

ردیف پایین از راست به چپ: هائومیا، پلوتو، ماه

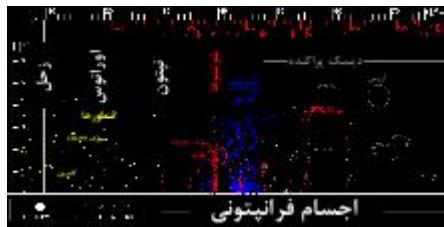
شمار ماه‌های هائومیا ۲ است. این دو ماه عبارتند از: هایاکا و ناماکا است. هایاکا از ناماکا بزرگ‌تر است و قطر آن حدود ۳۱۰ کیلومتر (۱۹۳ مایل) است. این ماه با هر بار گردش کامل پیرامون هائومیا در ۴۹ روز، مسافتی حدود ۴۹,۵۰۰ کیلومتر (۳۰,۷۵۸ مایل) را می‌پیماید. این ماه توسط گروه اخترشناسی مایکل براون در ۲۶ ژانویه‌ی ۲۰۰۵ کشف شد. قطر ناماکا حدود ۱۷۰ کیلومتر (۱۰۶ مایل) و تناوب مداری آن ۳۴,۷ روز است و در این مدت مسافتی حدود ۳۹,۳۰۰ کیلومتر (۲۴,۴۲۰ مایل) را می‌پیماید. این ماه نیز مانند هایاکا، توسط گروه براون اما در ۳۰ زوئن ۲۰۰۵ کشف شد.



برداشتی هنرمندانه از سطح ماکی‌ماکی

ماکی‌ماکی یک سیاره‌ی کوتوله است که قطر آن برابر با ۱,۵۰۰ کیلومتر (۹۰۰ مایل) است و رنگ آن مایل به قرمز است. تلسکوپ فضایی اسپیتزر با قابلیت‌های فروسرخ، ماکی‌ماکی را مورد مطالعه قرار داد و نشان‌داد که احتمالاً متان در جو این سیاره‌ی کوتوله وجود دارد. در آوریل ۲۰۱۱، ماکی‌ماکی میان زمین و ستاره‌ای بسیار دوردست قرار گرفت و از آن جا گذشت و ستاره‌شناسان با استفاده از هفت تلسکوپ به مطالعه و بررسی درباره‌ی چگونگی تغییر نور ستاره پرداختند. خوزه لوئیس اورتیز مورنو در این باره می‌گوید: «ماکی‌ماکی از مقابل ستاره گذشت و به جای این که محوشدن و روشن شدن ستاره به تدریج صورت گیرد، ستاره تاپید و دوباره به طور ناگهانی پدیدار شد. معنای این چنین است که ماکی‌ماکی جو قابل توجهی ندارد.» ماکی‌ماکی هیچ ماهی ندارد. این کمبود، اندازه‌گیری جرم ماکی‌ماکی را سخت‌تر می‌کند، هر چند قطر آن مشخص شده و دو سوم پلوتو است.

## دیسک فشرده



پراکنده‌گی اجرام کمربند کوپیر و دیسک فشرده در فضا

اشیاء دیسک پراکنده در واقع همان اشیاء کمربند کوپیر هستند که خروج از مرکز مداری آن‌ها زیاد است. اوج این اجرام بیش از  $60 \pm 10$  واحد نجومی و حضیض آن‌ها میان  $30 \pm 48$  واحد نجومی است. این اجرام احتمالاً در اثر تعامل‌های گرانشی سیارات غول‌پیکر در اوایل تشکیل منظومه‌ی شمسی به منطقه‌ی دیسک پراکنده پرتتاب شدند. پنداشته می‌شود که شمار کثونی اجرام دیسک فشرده تنها در حدود ۱ درصد از آن چیزی است که در اوایل تشکیل منظومه‌ی شمسی بود. تعاملات گرانشی اجرام دیسک فشرده با نپتون می‌تواند نیم قطر بزرگ این اجرام را بسیار افزایش دهد. تاکنون بیش از ۱۵۰ جسم دیسک پراکنده و قطبورس شناخته شده‌است.

## اریس

اریس با قطر  $2,400 \pm 100$  کیلومتر (طبق برآورد تلسکوپ فضایی هابل) بزرگ‌ترین سیاره‌ی کوتوله‌ی منظومه‌ی شمسی است و اندازه‌ی آن  $105 \pm 9$  درصد اندازه‌ی پلوتو است. دوره‌ی چرخش اریس ۲۵,۹ ساعت و تناوب مداری آن  $56 \pm 75$  سال و  $84,000$  روز است.

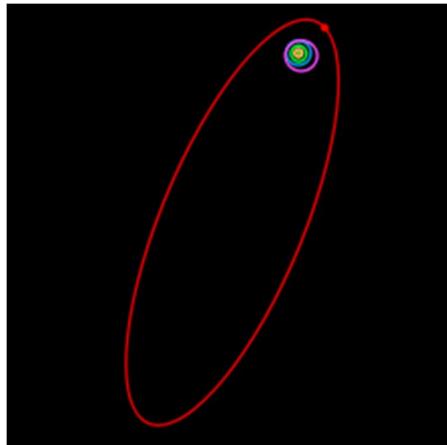


طراحی هنرمندانه از اریس (وسط) و ماه آن دیستومیا (بالای اریس). جسم درخشان بالا سمت چپ خورشید است.

اریس چو قابل توجهی ندارد و دمای سطحی آن حدود  $-217^{\circ}$  -  $-243^{\circ}$  سانتی گراد است. دیستومیا تنها ماه اریس است و در سال ۲۰۰۵ توسط مایکل براون و گروهی از دانشمندان، مدتی پس از کشف اریس کشف شد. قطر دیستومیا تنها  $100 \text{ تا } 250$  کیلومتر و کوچکتر از ایالت ماساچوست است. دانشمندان مطمئن نیستند که دیستومیا از چه چیزی ساخته شده، اما بر این باورند که از آب منجمد ساخته شده است. ستاره‌شناسان برای شناسایی پلوتو و اریس از دیستومیا استفاده می‌کنند؛ آن‌ها می‌دانستند که اریس از پلوتو بزرگتر است، اما نمی‌دانستند که جرم اریس از پلوتو بیشتر است. آن‌ها می‌توانند جرم جسم را با استفاده از ماه آن اندازه‌گیری کنند؛ به طوری که فاصله‌ی میان جسم و ماه آن و مدت زمان گردش ماه به دور جسم را اندازه‌گیری می‌کنند. با استفاده از این روش، ستاره‌شناسان دریافتند که جرم اریس  $27$  درصد بیشتر از پلوتو است.

## ۱۳- دورترین مناطق

سدنا



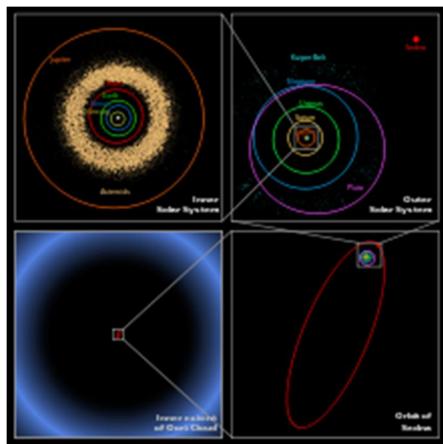
مدار بسیار عجیب سدنا (قرمز رنگ)

سدنا دورترین جسم مشاهده شده در منظومه‌ی شمسی است که در سال ۲۰۰۳ در رصدخانه‌ی پالومار در کالیفرنیا کشف شد. فاصله‌ی این جسم از خورشید دو برابر فاصله‌ی هر جسم دیگری در منظومه‌ی شمسی از خورشید است و سه برابر دورتر از پلوتو یا نپتون است. تنابع مداری این جسم ۱۰,۵۰۰ سال به طول می‌انجامد. واج سدنا ۱۵۰ میلیارد کیلومتر (۱۰۰ واحد نجومی) و حضیض آن ۱۱,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر (۷۶ واحد نجومی) است.

مدار سدنا به شدت بیضی‌شکل است و به سیارات منظومه‌ی شمسی بسیار نزدیک است. این جسم اکنون ۱۳,۵۰۰,۰۰۰ کیلومتر (۹۰ واحد نجومی) با خورشید فاصله دارد. ابر اورت بسیار دورتر از مدار سدنا است، اما دانشمندان بر این باورند که سدنا مدرکی است که نشان می‌دهد ابر اورت بیش از

آنچه که می‌پنداشتند، به سوی خورشید گسترش یافته است و سدنا را عضوی از ابر اورت می‌دانند. قطر سدنا حدود ۱,۸۰۰ کیلومتر است.

ابر اورت 



#### فاصله‌ی ابر اورت از منظومه‌ی شمسي

ابر اورت یک ابر بزرگ کروی شکل است و دانشمندان برای تعیین اندازه‌ی آن اختلاف نظر دارند. عده‌ای بر این باورند که این ابر از ۲,۰۰۰ تا ۵,۰۰۰ واحد نجومی دورتر از خورشید آغاز می‌شود و تا ۵۰,۰۰۰ واحد نجومی ادامه می‌یابد. برخی نیز می‌پندارند که تا ۱۰۰,۰۰۰ واحد نجومی دورتر از خورشید ادامه می‌یابد. فرضیه‌ی وجود ابر اورت در سال ۱۹۵۰ توسط یان اورت پیشنهاد شد و نام ابر اورت به افتخار یان اورت نام‌گذاری شده‌است. اگرچه وجود ابر اورت با مشاهده‌ی مستقیم اثبات نشده‌است، اما وجود آن در جوامع علمی پذیرفته شده‌است. این ابر شامل اشیاء یخی ساخته‌شده از آمونیاک، آب و متان است.

یک گلوله‌ی برفی کیهانی است که از گازهای منجمد، سنگ و گرد و غبار ساخته شده و تقریباً به اندازه‌ی یک شهر کوچک است. دنباله‌دارها، غیر دوره‌ای و دوره‌ای هستند. دنباله‌دارهای غیر دوره‌ای که از ابر اورت می‌آیند، گرانش محدود به خورشید ندارند و مدار آن‌ها به شکل سهمی است و تنها یک بار خورشید را می‌بینند و هرگز دوباره باز نمی‌گردند. دنباله‌دارهای دوره‌ای نیز شامل دنباله‌دارهای بلند مدت (بسیار بیشتر از ۲۰۰ سال) و کوتاه مدت است که به ترتیب از ابر اورت و کمربند کوپیر سرچشمه می‌گیرند.



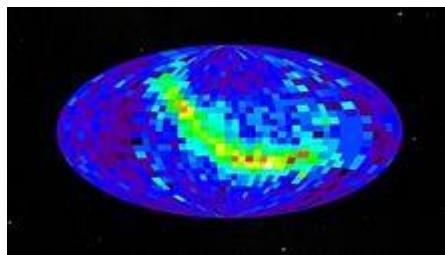
دنباله‌دار هالی استثنایی است و برخلاف این که دوره‌ی مداری کوتاهی دارد، از ابر اورت سرچشمه گرفته است.

ویژگی‌ها و رفتار دنباله‌دارهایی که از ابر اورت می‌آیند با دنباله‌دارهایی که از کمربند کوپیر می‌آیند، متفاوت است. به طور کلی، دو تفاوت میان این دنباله‌دارها وجود دارد: نخست این که ویژگی‌های دینامیکی آن‌ها متفاوت است. دوم این که دنباله‌دارهایی که از ابر اورت سرچشمه می‌گیرند، دارای دوره‌های بلند و دنباله‌دارهایی که از کمربند کوپیر سرچشمه می‌گیرند، دارای دوره‌های کوتاه ۲۰۰ سال) هستند و ویژگی‌های مداری آن‌ها نیز متفاوت است. دو خانواده بزرگ از دنباله‌دارهای کوتاه مدت وجود دارد: نخست خانواده‌ی برجیس با دوره‌ی کمتر از ۲۰ سال و دوم خانواده‌ی هالی با دوره‌ی ۲۰۰ سال.

تفاوت‌های دینامیکی این دو گروه ناشی از تأثیر اجسام دیگر است. اجسام ابر اورت توسط رویدادهایی که فراتر از منظومه‌ی خورشیدی رخ می‌دهد، آشفته می‌شوند. اما دنباله‌دارهای کمریند کوپیر به طور مستقیم توسط هیچ ستاره‌ای به جز خورشید نمی‌توانند آشفته شوند. اگر خورشید از کنار ستاره‌ی دیگری (یا یک ابر بزرگ مولکولی) بگذرد، دنباله‌دارها در مداری بیضی‌شکل و به سمت منظومه‌ی خورشیدی به گردش درمی‌آیند. اما سیاره‌ی نپتون که بسیار نزدیک به کمریند کوپیر است، نقش مهمی در ثبات مدار اجسام کمریند و یا بر عکس هل دادن اجسام به دورتر از مدار پیشین خود دارد.

ترکیبات شیمیابی دنباله‌دارهای بلند مدت و کوتاه مدت مشابه است، اگرچه ترکیبات سازنده‌ی دنباله‌دارهای بلند مدت تمایل بیشتری به فرار دارند. دلیل این تفاوت می‌تواند سرچشمه‌گیری از ابر اورت یا کمریند کوپیر باشد. در واقع در طول شکل‌گیری منظومه‌ی خورشیدی، اجسام کوچک در بخش‌های درونی دیسک و در نزدیکی سیارات غول‌پیکر ساخته شدند. سپس این اجسام توسط نیروهای گرانشی از منظومه‌ی خورشیدی خارج شدند و آن اجسامی که به طور کامل فرار کردند، ابر اورت را تشکیل دادند. آن دسته از اجسامی که نتوانستند فرار کنند و هیچ تعامل گرانشی با سیارات نداشتند، به عنوان اجسام کمریند کوپیر باقی‌ماندند.

#### ۱۴- مرزا و گذر از منظومه‌ی شمسی



نقشه‌ی اتم‌های خنثی پر انرژی هلیوهیث و هلیوپار توسط فضاییمای کاوشگر مرز میان ستاره‌ای

منظومه‌ی شمسی تا جایی گسترش می‌یابد که دیگر تحت تأثیر خورشید (نفوذ نور خورشید، گرانش خورشیدی، میدان مغناطیسی خورشید و باد خورشیدی) نباشد. هر چه قدر از خورشید دور می‌شویم، نور آن کمتر می‌شود؛ اما هیچ مرزی وجود ندارد که در آن نور خورشید در آن نفوذ نداشته باشد یا در آن جا ضعیفتر شود. گرانش خورشیدی هم مانند نور آن حد و مرزی ندارد و هر چه قدر از خورشید دور می‌شویم، گرانش آن ضعیفتر می‌شود. داشمندان بر این باورند که باد خورشیدی نوعی خلاً است، اما اثرات گاز و گرد و غبار در آن وجود دارد.

هليوسfer منطقه‌ای است که میدان مغناطیسی خورشید و پروتون‌ها و الکترون‌های بادهای خورشیدی را در بر می‌گيرد. باد خورشیدی تا بیرون از منظومه‌ی شمسی جريان می‌يابد و وارد فضای ميان ستاره‌اي می‌شود و سرعتش را از دست مدهد. منطقه‌اي که سرعت بادهای خورشیدی در آن کاهش می‌يابد، هليوهیث نامدارد. هليوباز مرز بيرونی هليوهیث است و همچنین مرز بيرونی منظومه‌ی شمسی در نظر گرفته می‌شود و برآورد شده است که ميان ۱۱۰ تا ۱۷۰ واحد نجومی از خورشید فاصله دارد.

فضاپيماهای کاسينی-هویگنس و اكسپلورر که به ترتیب در مدار زحل و زمین بودند، نشان دادند که هليوسfer در واقع یک کره است. وويجر ۱ و ۲ به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ از فاصله‌ی ۹۴-۸۴ واحد نجومی از خورشید گذشتند و اکنون در جهات مختلف در حال سفر به خارج از منظومه‌ی شمسی هستند.

## ۱۵- بزرگ‌ترین اجرام

فهرست اجرام منظومه شمسی بر پایه اندازه

بزرگ‌ترین اجرام منظومه شمسی

ناهید	زمین	نیتوون	اورانوس	زحل	مشتری	خورشید
ماه	آیو	کالیستو	تیتان	عطارد	گانیمید	مریخ

اوبرون	رنا	تیتانیا	پلوتو	اریس	تریتون	ارویا
دیونه	آربل	اوبریل	سدنای ۹۰۳۷۷	شارون	ماکی‌ماکی	یاپتوس
سیارک ۸۴۵۲۲	سیارک ۹۰۴۸۲	سیارک ۲۲۵۰۸۸	سیارک ۲۲۹۷۶۲	سرس	هانومیا	تیتیس

## پیدایش منظومه شمسی

تاکنون نظریات زیادی در مورد منشاً منظومه شمسی و زمین ارائه شده است، در میان آنها ، دو نظر اساسی وجود دارد. اولی فرضیه برخورد نزدیک نام گرفته است. بر این پایه است که سیاره‌ها ، از مواد جدا شده از خورشید، تشکیل شده‌اند. بر طبق آن ، کشش گرانشی یک ستاره یا دنباله‌دار به حدی بوده است که هنگام عبور از کنار خورشید مقداری از ماده آن را بیرون کشیده است. زمین ما عضوی از خانواده خورشید است.

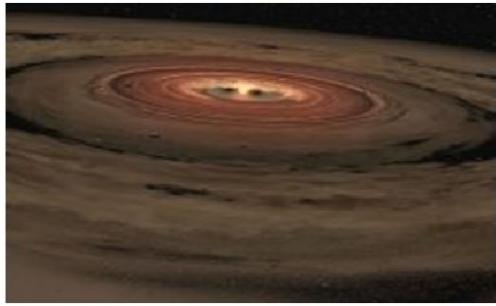
### ➤ نظریه برخورد نزدیک

در اوایل قرن بیستم میلادی دو اخترشناس آمریکایی نظریه برخورد نزدیک را ارائه دادند که بنا به عقیده آنها، ذراتی از ماده خورشید، در اثر برخورد نزدیک یک ستاره دیگر بیرون ریخته است. بعداً این ذرات به همدیگر پیوسته و اجرام بزرگی را تشکیل می‌دهند که از این اجرام بزرگ ، سیاره‌ها بوجود آمده‌اند.

### ➤ فرضیه کانت - لاپلاس

نظریه مهم دیگر در سال ۱۷۵۵ میلادی (۱۱۳۴ شمسی) بوسیله فیلسوف آلمانی ، امانوئل کانت ، مطرح شد. نظر کانت به عقیده قابل قبول امروزی شیوه است. بر طبق آن ، منظومه شمسی از یک ابر گاز و غبار در حال چرخش ، شکل گرفته است. نظر کانت بوسیله ریاضیدان فرانسوی به نام پیر دو لاپلاس بسط داده شد. فرضیه کانت - لاپلاس ، یک ابر بسیار بزرگ از گازهای داغ را ترسیم می‌کند که به دور محور خود می‌چرخد. کانت و لاپلاس ، این ابر بزرگ را سحابی نامیده‌اند.

سرد شدن گاز سحابی ، باعث انقباض آن می‌شود. در این ضمن ، با انقباض جرم اصلی ، حلقه‌هایی از گاز در اطراف آن باقی می‌مانند. این جرم اصلی همان خورشید است. حلقه‌ها ، در اثر نیروی گریز از مرکز (نیرویی است که اجسام در حال چرخش را به طرف بیرون از مرکز چرخش می‌راند). از مرکز دور می‌شوند. بنابراین فرضیه ، حلقه‌های جدا از هم ، متقبض شده و سیاره‌ها را بوجود آورده‌اند. داشتماندان در درستی این نظر تردید دارند، چرا که گازهای داغ گرایشی به انقباض ندارند، بلکه در فضا گسترش می‌یابند.



### ➤ نظریه جدید ابرغیار

فیزیکدان آلمانی کارل فون وایتسزیکر بنیاد اصلی تئوری جدید ابر غیار را پیشنهاد کرد. بعد از آن اخترشناس امریکایی به نام جرارد کوپر نظر وایتسزیکر را به صورت تئوری جدید منشأ منظومه شمسی تکمیل کرد. سیارات منظومه شمسی، از همان گاز و غباری شکل گرفته‌اند که خورشید از آن پدید آمده است. ابر بزرگ با گردش خود در فضا به بخش‌های کوچکتری تقسیم شده است.

ذرات موجود در این بخش‌ها، همدیگر را جذب کرده‌اند و سرایجام سیاره‌ها را بوجود آورده‌اند. بیشتر مواد ابر اصلی در اثر تابش خورشید از آن دور شده‌اند، ولی پیش از آنکه خورشید، حالت ستاره به خود گیرد، اندازه سیاره‌ها به حدی رسیده بود که می‌توانستند در مداری به دور آن باقی بمانند یا گردش کنند.

با توجه به عناصر یافت شده در سیارات و در خورشید، می‌توان نتیجه گرفت که سحابی اولیه ای که منظومه‌ی شمسی را شکل داده خود از مرگ و انفجار یک ستاره‌ی بزرگ اولیه تشکیل شده است. ستاره‌ی اولیه عناصر سنگین را درون خود تولید کرده و همین عناصر در سیارات و از جمله در زمین یافت می‌شوند.

## کهکشان



تصویر یک کهکشان مارپیچ

کهکشان‌ها سامانه‌هایی بزرگ و با اندازه و مرزی مشخص هستند که از ستاره‌ها، بقایای ستاره‌نماها (شبیه ستاره‌ها)، ماده تاریک، گازها و گرد غبارهای میان ستاره‌ای که با نیروهای گرانشی به گرد هم آمدۀ‌اند، تشکیل یافته‌اند. کوچکترین کهکشان‌ها دارای پهنانی برابر با چند صد سال نوری، شامل نزدیک به ۱۰ میلیون ستاره هستند. بزرگترین کهکشان‌ها تا ۳ میلیون سال نوری پهنا دارند و شامل بیش از ۱۰۰۰۰۰ میلیارد ستاره هستند.

ماده تاریک در اختشناسی و کیهان شناسی، ماده ای فرضی است که چون از خود امواج الکترومغناطیس گسیل یا بازتاب نمی‌کند، نمی‌توان آن را مستقیماً دید اما از اثرات گرانشی موجود بر روی اجرام مرئی، همانند ستاره‌ها و کهکشان‌ها، می‌توان به وجود آن پی برد. درک و تجسم ماده تاریک آسان نیست اما در دانش ستاره شناسی حائز اهمیت است.



تصویر مادون قرمز هسته مرکزی کهکشان راه شیری



کهکشان ستاره فشن

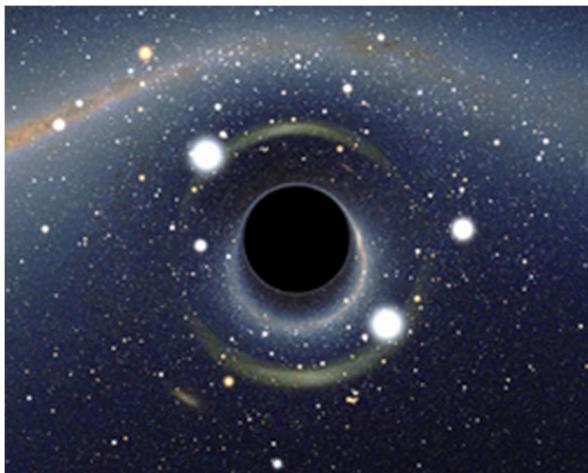


تصویر کهکشان کوتوله ان جی سی ۴۴۴۹ که توسط تلسکوپ هابل ثبت شده است.

## ► بزرگی، ویژگی‌ها، ریخت شناسی، دسته بندی

نام کهکشان به انگلیسی: Galaxy برگرفته شده از ریشه یونانی آن Galaxias به معنی شیری است و کهکشان راه شیری به انگلیسی: Milky Way galaxy ریشه این نام می‌باشد. کهکشان‌ها از دید بزرگی و شمار ستاره‌ها دارای طیف گسترده‌ای هستند، کهکشان‌های کوتوله در نزدیک ۱۰ میلیون ستاره و کهکشان‌های غول آسا تا سقف ۱۰۰ تریلیون ستاره دارند، کلیه ستارگان یک کهکشان در مدار خود، به دور مرکز تراکم کهکشان می‌گردند. کهکشان‌ها ممکن است از چندین سامانه ستاره‌ای، خوشه‌های ستاره‌ای و ابرهای میان ستاره‌ای جوراوجور تشکیل شده باشند. اشکال کهکشان‌ها بر پایه شیوه‌ای دسته بندی می‌شود که برپایه شیوه دسته بندی ستاره شناس آمریکایی، ادوین هابل (۱۸۸۹-۱۹۵۳)، شکل یافته است. درباره تکامل کهکشان‌ها داده‌های استوار کمی در دست است. تنها داده مورد اطمینان این است که کهکشان‌ها میلیارد‌ها سال پیش از توده‌ای از ابرهای گازی و غباری بوجود آمدند. از دید تاریخی و پیشینه، کهکشان‌ها با توجه به شکل ظاهری‌شان دسته بندی شده‌اند که بیشتر این کار با بررسی ظاهر و ریخت شناسی آنها انجام شده است. شکل متعارف کهکشان‌ها بیضی شکل است که برش مقطع پهنایی آن‌ها همانند یک بیضی نورانی است. کهکشان‌های مارییچی دارای سطح مقاطعی شبیه یک صفحه گرد هستند که این صفات توسط بازوهای پر گرد و غبار در کنار هم قرار گرفته‌اند.

گروهی دیگر از کهکشان‌ها اشکال ناهمگون و غیر معمول دارند که به کهکشان‌های بی‌قاعده معروف هستند. داشت انتظام شکلی آنها بیشتر ناشی از کشش گرانشی کهکشان‌هایی است که در همسایگی آنها جای دارند. این چنین کنش و واکنش‌هایی که میان کهکشان‌هایی مجاور رخ می‌دهد، ممکن است در پایان به درهم آمیختگی آنها بینجامد و به صورت ضمنی، به طور قابل ملاحظه‌ای باعث افزایش تشکیل و صفو آرایی مجموعه ستارگانی شود که کهکشان‌های ستاره پاش نامیده می‌شوند. همچنین می‌توان کهکشان‌های ستاره پاش را که عاری از یک ساختار منسجم اند، به کهکشان‌های بی‌قاعده نیز نسبت داد. بیشتر از ۱۷۰ میلیارد کهکشان در کائنتی که توسط بشر قابل مشاهده‌است، وجود دارد. اکثر کهکشان‌ها قطری بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰،۰۰۰ پارسک دارند (هر پارسک معادل ۳۱ تریلیون کیلومتر می‌باشد). کهکشان‌ها بیشتر با فاصله میلیون‌ها پارسک و حتی مگاپارسک از یکدیگر جدا افتاده‌اند. فضای بین کهکشان‌ها با گاز پر شده‌است البته با چگالی کمتر از یک اتم در متر مکعب! درصد بالایی از کهکشان‌ها به صورت سلسله مراتبی از ستاره‌ها مرتبط هستند و به ظاهری خوش شکل سازماندهی شده‌اند و سرانجام خوش‌های ستاره‌ای غول آسا را تشکیل می‌دهند. این ساختارهای غول آسا بیشتر به غالب صفحات و رشته‌هایی قرار گرفته‌اند که پیرامون آنها را خلاء لیتناهی پوشانده‌است. درک این موضوع که ماده تاریک ۹۰ درصد جرم اکثر کهکشان‌ها را تشکیل می‌دهند، آسان نیست. نتایج و داده‌های دیداری بیانگر این موضوع است که سیاهچاله‌های ابرغول و فرازبرگ ممکن است در میانه بیشتر (نه همه) کهکشان‌ها وجود داشته باشند، این سیاهچاله‌های بزرگ و پر رمز و راز دلایل بنیادین و آغازین واکنش‌های فعل در هسته برخی کهکشان‌ها هستند. ستاره شناسان بر این باورند دست کم یک سیاهچاله در میان مرکز کهکشان راه شیری جاخوش کرده باشد.



نگاره شبیه سازی شده از یک سیاهچاله

## ➤ گونه‌های کهکشان از دید ریخت شناسی

کهکشان‌ها از نظر ظاهر آن‌ها به دسته‌های متفاوتی تقسیم می‌شوند:

- کهکشان نامنظم

کهکشان‌های ناهمگون یا بی‌قائمه هیچ شکل یا ساختار سامانمندی ندارند، آنها دارای جرم بیشتری از کهکشان‌های دیگر هستند و بیشتر ستاره‌های موجود در آنها دارای طول عمر کم و درخشان می‌باشند. با وجود اینکه بسیاری از کهکشان‌های ناهمگون در بر گیرندهٔ نواحی تابان گازی هستند که ستاره‌ها در آن‌ها ساخته می‌شوند، بیشتر گاز میان ستاره‌ای کهکشان‌ها باقیستی فشرده شوند تا ستاره‌های تازه‌ای بسازند. نزدیک به پنج درصد از هزار کهکشان درخشان را کهکشان‌های ناهمگون تشکیل

می‌دهند. این در حالی است که یک چهارم کهکشان‌های شناخته شده نیز کهکشان‌های ناهمگون هستند.



## کهکشان نامنظم مسیه ۲۸

### • کهکشان مار پیچی

کهکشان‌های مارپیچی دارای بازوهایی هستند که شکلی مارپیچی در پیرامون برآمدگی میانهای یا هسته، قرصی ایجاد می‌کنند که چرخش هسته با چرخش بازوهای آن همراه می‌شود. جوان‌ترین ستاره‌های کهکشان‌های مارپیچی در بازوهای کم توده یافت می‌شوند و ستاره‌های کهن بیش تر در هسته فشرده جای دارند. کهن‌ترین ستاره‌ها در هاله‌های کروی پراکنده جای دارند و پیرامون قرص کهکشان را فرا گرفته‌اند. این بازوها همچنین دارای غبار و گاز فراوانی هستند که منجر به ساخته شدن ستاره‌های تازه می‌شود.



## کهکشان مارپیچی ۱۰۱

### • کهکشان مارپیچی میله‌ای

یک کهکشان مارپیچی میله‌ای دارای یک هسته برآمدگی میانه‌ای کشیده شده و میله‌ای شکل است. هم‌زمان با چرخش هسته این طور به نظر می‌رسد که در هر سوی هسته یک بازو نیز می‌چرخد. برخی ستاره شناسان بر این باورند که کهکشان راه شیری نیز یک کهکشان مارپیچی میله‌ای است. شکل کهکشان‌های مارپیچی و کهکشان‌های مارپیچی میله‌ای از کهکشان‌های با برآمدگی های میانه‌ای بزرگ با بازوها نه چندان به هم پیوسته تا کهکشاها با برآمدگی‌های مرکزی کوچک و بازوها آزاد متغیر است. اگر چه کهکشان‌های مارپیچی و مارپیچی میله‌ای پیش از این به عنوان دو گونه کهکشان جدا دسته بندی می‌شدند، ولی امروزه ستاره شناسان آن‌ها را همانند می‌دانند.



کهکشان مارپیچی میله NGC 1300

• کهکشان بیضوی

کهکشان‌های بیضوی از دید شکل، از شکل بیضوی گون (شبیه توب راگی) تا شکل کروی متغیر هستند و اشکالی میان این دو نیز یافت می‌شوند. برخلاف کهکشان‌های دیگر که نوری آبی از ستاره‌های فروزان و کم عمر منعکس می‌کنند، کهکشان‌های بیضوی زرد رنگ دیده می‌شوند. علت این امر توقف ساخته شدن ستاره‌ها در این کهکشان‌ها می‌باشد که در نتیجه کمابیش همه نور آنها از ستاره‌های غول سرخ که دارای طول عمر زیادی هستند به دست می‌آید.



تصویر کهکشان بیضی شکل و غول پیکر ESO 325-G004

### ► کهکشان راه شیری

kehkešan راه شیری kehkešani ast keh ma zmineyan dar an zndgi mi knbim. Abin kehkešan be shkel nwar drxshani ke asman ra dor mi znd o ba astowai smawai zاويه 63 درجه mi sazde dr shbehay tarik بدون ماه ba chesm gibir mslh dideh mi shwod.





تصویری از بازوهای کهکشان راه شیری

پیشینیان ما نیز هزاران سال پیش به وجود این نوار نقره‌ای رنگ در آسمان بی بردن. بسیاری از اقوام باستان بر این باور بودند که این نوار راهی است که در گذشتگان با گذر از آن به جهان دیگر مهاجرت می‌کنند. اقوامی دیگر باور داشتند که این نوار، پدیده‌ای خدایی است که شب‌ها خود را محافظانه بر روی جامعه انسانی می‌گستراند. دموکریتوس فلسفول یونانی (زندگی ۳۷۰ تا ۴۵۰ قبل از میلاد) بر این باور بود که نوار درخشان و نام آشنا راه شیری، که در آسمان شب نمایان است، احتمالاً از ستارگانی با فاصله بسیار فراوان ساخته شده‌است. ارسسطو (زندگی ۳۲۲ تا ۳۸۴ قبل از میلاد) بر این باور بود که راه شیری به سبب احتراق و انفجار گازهای تصاعدی و آتشین گروه بیشماری از ستارگان غول آسا و نزدیک به یکدیگر ایجاد شده‌است و همچنین این احتراق در بخش فراجو در ناحیه‌ای از کیهان به همراه فل و انفعالات سماوی رخ داده‌است. برای نخستین بار ابن هیثم ستاره شناس عرب (زندگی ۹۶۵ تا ۱۰۳۷ میلادی) اختلاف منظر (دید گشته) راه شیری را اندازه گیری و مشاهده کرد.

ضخامت این نوار که در حقیقت مقطع کهکشان از دید خورشید می‌باشد ناهمگون بوده و اندازه پهنهای آن میان ۳ تا ۳۰ درجه متفاوت است. روشنایی و پهنهای نوار کهکشان در سمت صورت فلکی قوس بیشتر می‌باشد و در شب‌های تابستان بیشتر خودنمایی می‌کند. دلیل این مسئله این است که میانه کهکشان راه شیری در این سمت جای دارد و زمانی که به صورت فلکی قوس نگاه می‌کنیم در واقع به قسمت‌های درونی آن نگاه می‌کنیم که شمار ستاره‌ها و سحابیهای آن بیشتر است. کهکشان راه شیری یک کهکشان مارپیچی با چند بازو می‌باشد. حتی با یک تلسکوپ کوچک می‌توان میلیون‌ها ستاره آن را دید که البته این ستارگان همه متعلق به بازوی جبار (با بازوی محلی) هستند. ناهمگونی‌هایی که در کهکشان می‌بینیم ناشی از وجود ابرهای گازی و غباری تیره کننده (سحابی تاریک) هستند. کهکشان راه شیری به همراه دو کهکشان مارپیچی آندرومدا و کهکشان سه گوش و نزدیک به سی کهکشان کوتوله خوش محلی کهکشانی را ساخته‌اند. کهکشان‌های کوتوله بر گرد سه کهکشان بزرگ مجموعه در حال چرخش بوده و در حقیقت اقمار این کهکشان‌ها به شمار می‌آیند. خورشید به همراه سامانه خود در فاصله حدود ۲۴۰۰۰ تا ۲۸۰۰۰ سال نوری از میانه کهکشان جای دارد و هر ۲۵۰ میلیون سال یک بار گرد مرکز آن می‌چرخد. با بررسی ۲۸ سtarه که در نزدیکی میانه کهکشان جای دارند آشکار شده که سیاهچاله‌ای با جرم نزدیک به ۴ میلیون برابر جرم خورشید در آنجا جای دارد. با توجه به قانون سوم کپلر درباره دو جسمی که دور هم می‌چرخند که در آن بین می‌شود جرم جسم بزرگتر (که در اینجا همان کهکشان راه شیری است) بر حسب جرم خورشید برابر است با حاصل تقسیم توان سوم اندازه مدار جسم کوچکتر (که در اینجا خورشید است) بر حسب واحد نجومی بر توان دوم دوره چرخشی آن بر حسب سال و با توجه به اینکه خورشید در فاصله حدود ۸۰۰۰ پارسکی از مرکز کهکشان قرار دارد و دوره چرخش آن به گرد مرکز کهکشان در حدود ۲۲۵ میلیون سال است، جرم کهکشان در حدود ۹۰ میلیارد برابر جرم خورشید بدست می‌آید. این شماره با متمرکز کردن جرم همه موادی از کهکشان که درون مدار خورشید جای دارند در مرکز کهکشان بدست آمداست. طبیعی است که مقداری از جرم کهکشان هم در بیرون از مدار خورشید قرار دارد. یعنی این شماره، جرم این مواد را نشان نمی‌دهد. برای اندازه گیری جرم همه کهکشان از اندازه گیری سرعت ستاره و گازهایی که در فواصل دوری از مرکز کهکشان قرار دارند بهره برده می‌شود. دانشمندان دریافت‌های مؤثرترین راه اندازه گیری جرم کهکشان پژوهش در طول موج‌های رادیویی است چرا که این امواج کمتر تحت تأثیر گازها و غبارهای درون کهکشانی هستند و با بررسی آنها می‌توان به مشاهده مواد دورتری پرداخت. با این روش دانشمندان

توانسته‌اند به نموداری از جرم موادی که در فواصل متفاوتی از مرکز کهکشان هستند دست پیدا کنند. این نمودار با نام نمودار چرخشی شناخته می‌شود. با کمک این نمودار آشکار شده که جرم کهکشان در بازه‌ی ۱۵۰۰۰ پارسکی از میانه کهکشان نزدیک به ۲۰ میلیارد برابر جرم خورشید است. این گستره خوشه‌های کروی و بازوهای کهکشان را نیز در بر می‌گیرد. ممکن است گمان کنید برای اجرامی که فاصله آنها تا میانه کهکشان از این فاصله بیشتر باشد مطابق آنچه در سامانه خورشیدی رخ می‌دهد شتاب آنها رو به کاهش باشد. بر پایه اندازه گیری‌ها مشخص شده که اینطور نیست، یعنی سرعت این اجرام از آنچه که پیش بینی می‌شده بیشتر است بنابراین باید جرم بزرگتری در فواصل دورتری از ۱۵۰۰۰ پارسکی مرکز خورشید وجود داشته باشد. اکنون این جرم به وجود یک هاله تاریک (Dark halo) نسبت داده شده است.

بیشترین جرم کهکشان ناشی از همین هاله تاریک است اما به راستی این هاله تاریک از چه ماده‌ای تشکیل شده است؟ در نظر داشته باشید واژه‌ی تاریک به این معنا نیست که در محدوده‌ی دیدگانی طیف مشاهده نمی‌شوند بلکه این مواد در همه‌ی بازه‌ی طیفی (از گاما تا رادیویی) قابل کشف نیستند. تنها به دلیل اثرات گرانشی آنها است که به وجود آن‌ها پی بردایم. این ماده‌ی تاریک نه از مولکول‌های هیدروژن و نه از مواد ستاره‌ای معمولی تشکیل شده‌است. سیاه‌چاله‌های با جرم ستاره‌ای، اجرام ماکو (MACHO) که شامل کوتوله‌های قوهای (ستارگانی) که بدیلیل جرم کم نتوانسته‌اند واکنش‌های هسته‌ای را شروع کنند، کوتوله‌های سفید و کوتوله‌های سست و کم جرم سرخ می‌باشد از کاندیدهای مورد نظر می‌باشند. هم اکنون گزینهٔ ذرات زیر انتی نیز به فهرست مواد تشکیل دهنده ماده تاریک افزوده شده‌است. این ذرات باید دارای جرم بوده ولی برهم کنش بسیار ناچیزی با مواد معمولی داشته باشند. یک دسته از این مواد با نام ذرات جرم دار با برهمکنش سست شناخته می‌شوند.

رصدهای اخیر نشان می‌دهد که راه شیری، یک کهکشان مارپیچی بزرگ با جرمی بیش از ۷۵۰ میلیارد برابر جرم سامانه خورشیدی و قطری نزدیک به ۱۰۰،۰۰۰ سال نوری می‌باشد. ستاره شناسان استرالیایی یک بازوی کیهانی اضافی را در کهکشان راه شیری کشف کردند که مانند یک مرز گازی ضخیم به دور این کهکشان بزرگ کشیده شده‌است. این ستاره شناسان امیدوارند که این یافته‌ها در نگارگری یک تصویر بهتر از کهکشان راه شیری سودمند باشد. این مرز گازی شکل که ۶۵۰۰ سال

نوری پهنا دارد نشان داد که ساختار کهکشان راه شیری همانند دیگر کهکشان‌ها است. این کهکشان‌ها دارای بازوهای مارپیچی گازی هستند که فراسوی بازوهای مارپیچی ستاره‌ای میانه‌ای گسترده شده‌اند. به باور ستاره شناسان کهکشان راه شیری دارای ۴ بازوی متشکل از هیدروژن، گردوغبار و ستاره هاست که بیرون از مرکز آن می‌چرخدن. این مرز گازی که تازگی‌ها کشف شده ۶۰۰۰۰ سال نوری از میانه کهکشان راه شیری فاصله دارد.

### ➤ کهکشان آندرومدا

کهکشان آندرومدا-M31 بزرگترین کهکشان در گروه کهکشان‌های محلی است و در فهرست چارلز مسیه M31 نامگذاری شده‌است. این کهکشان در فاصله ۲,۵۵۵,۰۰۰ سال نوری جای دارد. گروه کهکشان محلی شامل M<sub>31</sub>, M<sub>32</sub>, M<sub>33</sub> و کهکشان راه شیری است. این جرم آسمانی با چشم غیرمسلح دیده می‌شود. برای نخستین بار به دست عبدالرحمن الصوفی به نام ابر کوچک (Little Cloud) شناخته شده بود، در حالی که چارلز مسیه آن را در ۱۳ آگوست سال ۱۷۶۴ در کاتالوگش به ثبت رسانید. تا زمان زیادی گمان می‌شد که آندرومدا نزدیکترین کهکشان به ماست، حتی ویلیام هرشل هم این لغزش را کرد. نظریه‌ها در مورد آندرومدا زمانی تغییر کرد که ادوین هابل، ستاره شناس پُرآوازه، با تلسکوپ ۱۰۰ اینچی ساخته شده در سال ۱۹۱۷ نزدیک لس انجلس توانست برای نخستین بار ستاره مشخصی را در بازوهای این کهکشان پیدا کند. این ستاره‌ها مانند ستاره‌های فراوانی هستند که در کهکشان راه شیری می‌توان پیدا کرد ولی آنها بسیار کم نور بودند. ادوین هابل همچنین سه ستاره متغیر را پیدا کرد که یکی از آنها جزء متغیرهای قیف‌اووسی بود، متغیرهایی که تغییرات درخشندگی آنها قابل پیش‌بینی بود. این ستارگان و متغیرهای پیدا شده به دست ادوین هابل او را به این اندیشه و داشت که این کهکشان نمی‌تواند یک خوشی ستاره‌ای در کهکشان ما باشد، بلکه این یک کهکشان بسیار دور از ما است.

### ➤ کهکشان‌های فعال و غیر عادی

از همه کهکشان‌ها میزان آشکاری بازتاب الکترومغناطیسی ساطع می‌شود. برخی کهکشان‌ها، به گونه‌ی غیر عادی، مقادیر فراوانی تابش دارند. این کهکشان‌ها، کهکشان‌های فعال نامیده می‌شوند.

انرژی آنها از منبعی با جرم بسیار زیاد اما به هم فشرده که در میانه کهکشان فعال جای دارد تأمین می‌شود. این انرژی بیش تر از گونه‌ی اشعه ایکس، موج رادیویی و همچنین نور است و میزان انرژی آزاد شده به اندازه‌ای زیاد است که نمی‌توان تصور کرد ستاره‌ها آن را بوجود آورده باشند. ستاره شناسان بر این باورند که تنها جسمی که قادر است این مقدار انرژی را آزاد کند یک حفره سیاه فوق العاده پر جرم است. بنابراین، علت اینکه برخی کهکشان‌ها از جمله کهکشان خودمان انرژی کمابیش کمی آزاد می‌کنند این است که حفره سیاه میانه‌ای کوچکی را در میان گرفته‌اند.

### ➤ کوازارها (ستاره نماها)

به نظر می‌رسد که کوازارها (ستاره نماها) هسته فعال کهکشان‌های دور دست باشند. آنها درخشش‌ترین، شتابان‌ترین و دورترین اجرام شناخته شده در جهان هستند. کوازارها همانند ستارگان از سطح زمین به مانند یک نقطه نورانی خیلی ریز دیده می‌شوند. اگر چه کوازارها تنها به اندازه سامانه خورشید هستند، نور برخی از آنها مسافتی نزدیک به  $10 \text{ میلیارد سال نوری}$  را می‌گذراند تا به ما برسد. ما برای اینکه بتوانیم چنین اجرام دوری را شناسایی کنیم نیاز به تابش زیاد نور آنها داریم. تشعشع انرژی بعضی از کوازارها حدود  $100$  برابر تشعشع کهکشان‌های بزرگ است. با گسترش جهان، کوازارها که در لبه خارجی آن جای دارند بسرعت از زمین فاصله می‌گیرند. دورترین کوازارهایی که قابل رویت هستند، حدود  $12 \text{ میلیارد سال نوری}$  درجهت انتهای قابل مشاهده جهان قرار دارند. به خاطر زمان زیادی که طول می‌کشد تا نور کوازارها به زمین برسد، این کهکشان‌ها ستاره شناسان را قادر می‌سازند تا جهان را در نخستین مراحل شکل گیری، مورد مطالعه قرار دهند. کوازارها فوق العاده درخشان و در عین حال بسیار فشرده می‌باشند. در سنجش با گستره کهکشان راه شیری که  $100,000$  سال نوری می‌باشد، کوازارها قطری برابر با چند روز یا هفته نوری را دارا می‌باشند.

### ➤ کهکشان‌های رادیویی

تمامی کهکشان‌ها، موج رادیویی، نور قابل رویت و انواع تشعشع از خودشان تولید می‌نمایند. انرژی رادیویی یک کهکشان رادیویی خیلی متراکم تر از انرژی کهکشان‌های معمولی است. این انرژی از دو قطعه خیلی بزرگ، یا ابرهای عظیم الجثه مشکل از ذرات در حال دور روشن از کهکشان‌ها تشعشع

می‌یابند. این ابرهای عظیم از فوران‌های گازی که از مرکز کهکشان با سرعتی معادل یک پنجم سرعت نور خارج می‌شوند، در آسمان شکل می‌گیرند. به نظر می‌رسد که فوران این انرژی عظیم توسط یک حلقه پیوسته صورت می‌گیرد که یک حفره سیاه خیلی متراکم را در بر می‌گیرد و در مرکز کهکشان واقع است. از هر یک میلیون کهکشان فقط یکی از آنها یک کهکشان رادیویی است.

### ➤ تصادم کهکشان‌ها

بیشتر کهکشان‌ها از کهکشان‌های همسایه خود صد هزار سال نوری فاصله دارند. به هر روی، برخی از کهکشان‌ها تا اندازه‌ای به یکدیگر نزدیک می‌شوند که نیروی گرانش دو سویه آنها اشیاء موجود در کهکشان دیگر را به پیرامون خود می‌کشد و این ماجرا باعث بوجود آمدن توده‌هایی به نام دنباله‌های کشنیدی می‌گردد، که این دنباله‌ها مانند پلی کهکشان‌ها را به یکدیگر وصل می‌نمایند. نزدیکی بیش از اندازه کهکشان‌ها ممکن است، همراه با تصادم آنها گردیده و به دنبال این رخداد یک دگرگونی بنیادی در شکل ظاهری آنها رخ دهد.

### ➤ خوشه‌های کهکشانی

بیشتر کهکشان‌ها جزو خوشه‌ها یا گروه‌های کهکشانی هستند که توسط نیروی گرانش در کنار هم باقی می‌مانند. کهکشان راه شیری جزو خوشه‌ای کوچک و با شکل ناهمگون است که گروه محلی خوانده می‌شود. خوشه‌های ناهمگون دربرگیرنده شمار گوناگونی از چند کهکشان یا چندین هزار کهکشان از انواع گوناگون هستند. خوش سامان‌مند دربرگیرنده نزدیک به ۱۰۰۰ کهکشان می‌باشد که بصورت فشرده‌ای گرد هم آمده و شکل کماپیش کروی، بوجود آورده‌اند، بیشتر این کهکشان‌ها بیضوی هستند. حتی در چینی گروه بهم فشرده‌ای، کهکشان‌ها از یکدیگر صدها هزار سال نوری فاصله دارند. خوشه‌هایی که در کنار هم جای دارند، ساختارهای بزرگتری به نام ابرخوشه تشکیل می‌دهند. دورترین شیء قابل دیدن با چشم غیر مسلح در جهان صورت فلکی آندرومدا است. این کهکشان در فاصله‌ای برابر ۲,۲ میلیون سال نوری از زمین جای دارد. نزدیکترین کهکشان‌ها به کهکشان راه شیری ابرهای مازلانی بزرگ و کوچک می‌باشند که به ترتیب در فاصله‌ای حدود ۱۷۰,۰۰۰ و ۱۹۰,۰۰۰ سال نوری از زمین جای دارند.

## ➤ گروه محلی

کهکشان ما جزو خوشه کوچکی مشکل از ۳۰ کهکشان است که گروه محلی نام دارد. این گروه فاقد عضو مرکزی است، اما بزرگترین کهکشان‌ها که دارای جرم بیشتری هستند یعنی کهکشان ما و کهکشان آندرومدا مراکر دو زیر گروه هستند. پس از این دو کهکشان بزرگترین کهکشان این گروه، کهکشان مارپیچی M33 و ابر مازلانی بزرگ می‌باشدند. اعضای دیگر گروه کهکشان‌های کوچک کم نور بیضوی یا کهکشان‌های نامنظم هستند. این گروه شاید اعضای دیگری هم داشته باشد که به دلیل کم نور بودنشان تا به حال دیده نشده‌اند.

## ➤ ابر خوشه‌ها

ابر خوشه‌ها به شماری خوشه‌های کهکشانی اطلاق می‌شود که در ردیف بزرگترین ساختارهای جهان قرار دارند. هر ابر خوشه ممکن است شامل ۱۰ خوشه پر کهکشان باشد که شکل رشته درخشان مارپیچ یا نواری به خود گرفته‌اند. این ساختار شاید تا یکصد میلیون سال نوری طول داشته باشد، خوشه‌ای که ما جزء آن هستیم، یعنی گروه محلی، بخشی از ابر خوشه محلی است. این ابر خوشه شامل چند صد خوشه کهکشان می‌شود. نوارهای ابر خوشه مرازهای خلا بین ابر خوشه‌ها را تشکیل می‌دهند. ستاره شناسان موفق به کشف ساختاری شده‌اند که حتی از ابر خوشه‌ها هم بزرگ‌تر هستند، این ساختار دیوار کبیر نام گرفت. دیوار کبیر مشکل از ابر خوشه‌ها و خوشه‌های پراکنده بزرگ کشیده می‌باشد. ساختار مذکور حجمی در حدود ۲۶۰ در ۷۳۰ در میلیون سال نوری را اشغال می‌کند. به گمان ستاره شناسان، جهان شامل تعداد زیادی از چنین دیوارهایی است که در عرضی از خلا برابر با ۴۰۰ میلیون سال نوری پراکنده شده‌اند.

## ➤ کهکشان خواری

اغلب در قسمت مرکزی خوشه‌ای که در برگیرنده انبوهی از کهکشان‌ها است، یک کهکشان عظیم بیضوی قرار دارد. حجم‌ترین کهکشان‌های شناخته شده در مراکز چنین خوشه‌هایی یافت می‌شوند. مشاهدات خاطر نشان می‌کنند که حجم‌ترین کهکشان‌های چنین خوشه‌هایی به کهکشان عظیم

مرکزی ملحق می‌شوند. به این فرآیند، کهکشان خواری گفته می‌شود. کهکشان خوار ممکن است بیش از یک هسته داشته باشد.

### ➤ خوشیدوشیزه(سنبله)

این خوشیدوشیزه نامنظم که حداقل از ۱۰۰۰ کهکشان تشکیل یافته‌است، ۶ میلیون سال نوری عرض و ۶۰ میلیون سال نوری طول دارد.



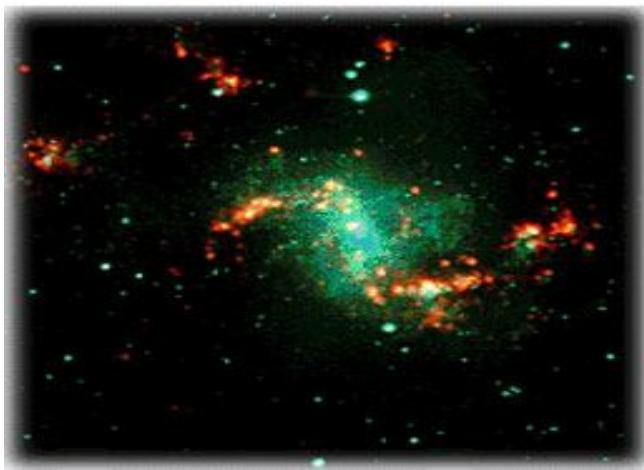
خوشیدوشیزه(سنبله)



ابر مازلاني، تقریباً یک چهارم اندازه کهکشان راه شیری است و حتی می‌توان آنرا قمر کهکشان راه شیری به حساب آورد.



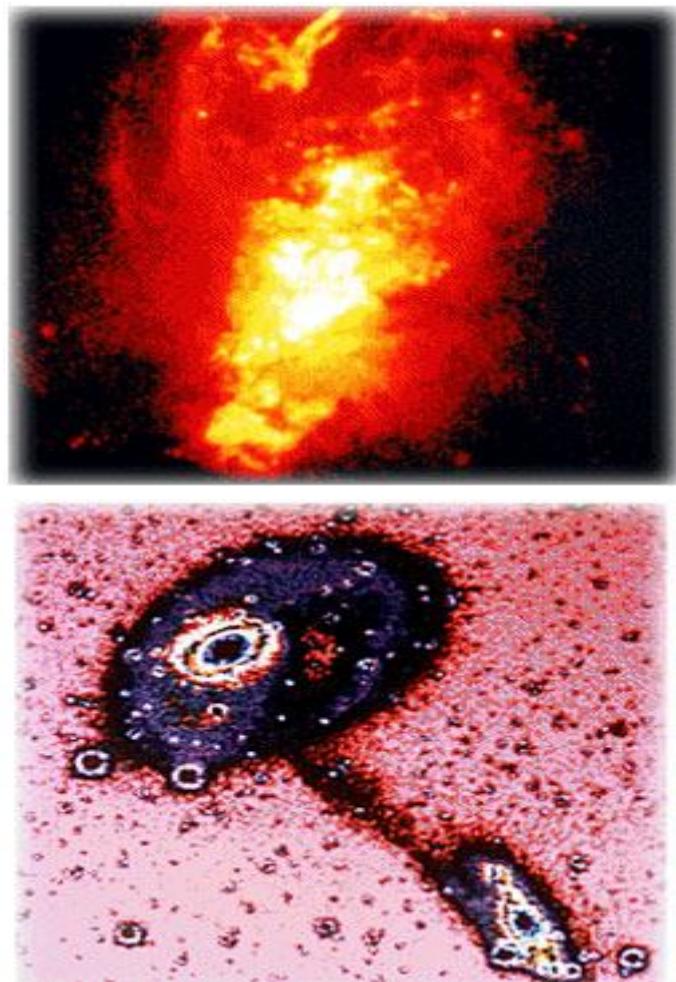
چرخش در فضای چنانچه در کهکشان اتم ۱۰۰ مشاهده می‌شود، ستاره‌ها و ابرهای گازی بطور مارپیچ از بازویی به بازوی دیگر در حرکت هستند. این عامل سبب تشکیل ستاره‌های جدید در ابرهای گازی آبی رنگ می‌شود.



ستاره‌ها در قسمت میله‌ای، برخی کهکشان‌های مارپیچی دارای چندین بازو هستند، ولی یک کهکشان مارپیچی میله‌ای مانند این که در تصویر می‌بینید (ان.جی.سی. ۱۳۹۹)، فقط دو بازو دارد.



با زمان‌گان گذشته‌ها، تقریباً تمام ستاره‌های کهکشان‌های بیضوی مانند ان.جی.سی. ۱۳۹۹ که در تصویر می‌بینید دارای طول عمری بیش از ۱۰ میلیارد سال هستند.



جفت کهکشانی آی.جی ۲۹ و آی.جی ۳۰ در این تصویر که رنگهایش ساختگی هستند، یک دنباله کشندی دو کهکشان را به هم وصل کرده شکل یک قارچ چتری را بوجود می‌آورد.

## سحابی ها<sup>۱۰</sup>

در جهان علاوه بر ستاره‌ها مقادیر زیادی گرد و غبار و گاز وجود دارد که مابین کهکشان‌ها پراکنده شده است. یعنی چگالی گاز در فضای بین کهکشان‌ها فقط برابر ۲۰ اتم در هر اینچ مکعب است. برای مقایسه می‌توان آن را با تعداد اتم‌های موجود در هوا بر روی زمین و در سطح دریا، که برابر ۱۰ در هر اینچ مکعب است، مقایسه کرد. سحابی، ابر یا هر چیز دیگری است که از گرد و غبار و گاز میان ستاره‌ای تشکیل شده است. سحابی‌های تابان ابرهایی گازی هستند که به علت نور ستارگان مجاور خود قابل رویت هستند.

بعضی از سحابی‌ها تاریک بوده و تنها هنگامی که مانع عبور نور ستارگان یا سحابی‌های تابان پشتیان می‌شوند، می‌توان آن‌ها را دید. خیلی چیزهایی که زمانی سحابی نامیده می‌شدند، از نو طبقه بندی شده‌اند. در قرن‌های پیشین این اشیاء در نظر ستاره‌شناسان ساختارهای ابر مانند مه آسوده، ولی بعداً ستاره‌شناسان با بهبود تلسکوپ‌ها توانستند این به ظاهر سحابیها را به عنوان کهکشان یا خوش‌های ستاره‌ای شناسایی کنند.

---

<sup>10</sup> Nebulas



**سحابی سر اسب؛ سحابی تاریک سر اسب ، روی سحابی تابانی که در پیشتن قرار دارد، سایه می اندازد.**

### ➤ سحابی های تاریک

سحابی تاریک ابری از گرد و غبار و گاز است که گازش نور ستارگان یا سحابی های تابان پشت سرش را که از این ابر می گذرند، جذب می کند. سحابی های تاریک ، که به سحابی های جذبی نیز معروفند، هیچ تشعشعی از خود ندارند، ولی ممکن است نورهای جذب شده را به شکل امواج رادیویی یا انرژی مادون قرمز دویاره بتابانند. شاید جرم سحابی های تاریک چندین هزار بار از جرم خورشید بیشتر باشد. اگر یک سحابی به اندازه کافی جرم داشته باشد، در نقطه‌ای از زمان موادش فشرده شده و تبدیل به ستاره می شود. شاید سپس سحابی تاریک با ستارگان جوان گرم حرارت ببیند و به سحابی نشری درخشانی تبدیل شود .

## ► سحابیهای سیاره‌ای

ستارگان غول سرخ در اوخر عمرشان لایه‌های گازی بیرونی شان را به دور می‌اندازند. این لایه‌ها پوسته منبسط شونده‌ای از گازهای تابان را تشکیل می‌دهند که سحابی سیاره‌ای نامیده می‌شوند. علت این نامگذاری این است که ویلیام هرثیل ، منجم آلمانی الاصل (۱۸۲۲ - ۱۷۸۳) ، تصور کرد که این پوسته‌ها شبیه سیاره‌اند. شاید از دید ناظر زمینی ، این پوسته گازی به شکل ساعت شنی ، حباب یا حلقه به نظر آید. این سحابی با سرعت تقریبی ۲۰ کیلومتر (۱۲ مایل) در ثانیه رو به بیرون حرکت می‌کند و بعد از ۳۵ هزار سال در محیط میان ستاره‌ای پراکنده خواهد شد.



## ► امواج انفجاری

موج‌های ضربه‌ای انفجار ابر نواختر با سرعت هزاران کیلومتر در ثانیه در محیط میان ستاره‌ای سیر می‌کنند. این موج‌های ضربه‌ای مواد میان ستاره‌ای را آشفته می‌کنند و شاید فرآیند فرو ریزش

گرانشی را که سرایجام باعث تشکیل ستارگان در ابرهای میان ستاره‌ای می‌شود، آغاز می‌کنند. از هنگام اختیاع تلسکوپ ، هیچ ابرناختری در کهکشان ما کشف نشده است. اگر ابرناختری بوجود می‌آمد، تا چندین ماه ، در آسمان به تابناکی ماه می‌درخشد. اگر آن ابر نااختر فرضی به زمین بسیار نزدیک می‌بود، می‌توانست جو زمین را منهدم کند.

### امکان تشکیل سحابی‌های سیاره نما



بنابر یافته‌های گروهی از ستاره شناسان ، به نظر می‌رسد امکان تشکیل سحابی‌های سیاره نما در منظومه‌های ستاره‌ای دوتایی ، بیشتر از ستارگان منفرد باشد. بنابر آنچه تا حال در کتابهای نجومی گفته شده است، حدود هفت میلیارد سال دیگر ، ناظران دور دست ، خورشید در حال احتضار را بصورت یک سحابی سیاره نما خواهند دید. اما آیا این پیش‌بینی واقعاً درست است؟ به گفته «ورسو لا دمارکو» از موزه تاریخ طبیعی آمریکا ، ممکن است ستارگان منفرد برای تولید سحابی‌های سیاره نما چندان مناسب نباشند. «دمارکو» در جریان انجام یک کار تحقیقاتی مشترک با گروهی از مؤسسه علوم تلسکوپ فضایی ، شواهدی یافت که نشان می‌دهد بیشتر ستاره‌های مرکزی سحابی‌های سیاره نما ، ستاره‌های دوتایی هستند!

### شکل سحابی های سیاره نما

بیشتر سحابی های سیاره نما کروی شکل نیستند، بلکه دارای نوعی تقارن دو قطبی ظاهری هستند. ستاره شناسان مدت ها بر این باور بودند که این اشکال ، در اثر گردش ستاره همدم به دور ستاره مرکزی بوجود می آیند. مشاهدات «دمارکو» نیز این نظر را تأیید کرد. او با استفاده از تلسکوپ ۳,۵ متری WIYN در رصدخانه «کیت پیک» ، به مطالعه ۱۱ ستاره مرکزی واقع در سحابی های سیاره نما پرداخت و متوجه شد که احتمالاً در اثر کشش گرانشی یک همدم چرخان ، تعییراتی در سرعت شعاعی ۱۰ عدد از این ستارگان دیده می شود. برای دیدن اینکه بسیاری از سیاره نماها ، تقارن دو قطبی دارند، الزاماً بیازی به استفاده از تلسکوپ هابل نیست. نمونه های خوب دیگر را می توان توسط بیشتر تلسکوپ های آماتوری کوچک تر مشاهده کرد.

### آینده‌ی خورشید

رصدهای اخیر پیش سیاره های بسیار جوان توسط گروهی از ستاره شناسان مؤسسه فناوری کالیفرنیا (Caltech) که با استفاده از تلسکوپ «کک ۲» (Keck II) در مائوناکی هاوایی صورت گرفته است، اهمیت بادهای دوقطبی در تشکیل سحابی های سیاره نما را بخوبی آشکار کرده است. مطالعات طیف سنجی این گروه که در همایش ماه ژانویه جامعه ستاره شناسی آمریکا ارائه شد، نشان می دهد که بادهای نامتقارن ستاره های در حال مرگ ، ساختن پوشش های دور ستاره ای را حتی پیش از مرئی شدن این پوشش ، به عنوان یک سحالی سیاره نما، شروع می کند.



اما آینده خورشید چطور؟ یک ستاره تنها ، در واقع بیشتر لایه‌های بیرونی اش را بعد از مرحله غول سرخ ، از دست می‌دهد. اما «دمارکو» خیلی مطمئن نیست که این منجر به یک سحابی سیاره نمای مرئی شود. به گفته‌ وی، اگر یک غول با چرخشی سریع به دوران در نیاید، از دست دادن جرم ممکن است برای مدت بسیار طولانی، کُند و پایدار باقی بماند، که این منجر به سحابی می‌شود که رقیق و نامرئی است. به علاوه، با خاطر جرم کم خورشید و تحول آرام آن ، این سحابی ممکن است قبیل از آنکه ستاره مرکزی به اندازه کافی گرم شود و سحابی را یونیزه کند، به کلی پراکنده شود. به گفته «دمارکو» ، برای آنکه روند کاهش جرم در این سحابی ها ، بصورت انرژی زا، دوره‌ای و نامتقارن باشد، وجود یک ستاره همدم ضروری است. در واقع ، ممکن است بسیاری از ستارگان منفرد ، هرگز یک سحابی سیاره نمای مرئی تولید نکنند.



### ➤ سحابیهای تابان

دو نوع سحابی تابان وجود دارد : **نشری و بازتابی** ، که هر دو با تولد ستاره ارتباط دارند. گازهای سحابی نشری عمدتاً در پخش قرمز یا سبز طیف می‌تابند، زیرا با حرارت ستارگان جوان گرم درون سحابی گرم شده‌اند. غیار سحابی ، نور ستارگان جوان داخل و اطراف سحابی بازتابی را پراکنده

می‌کند. دو نوع سحابی تابان دیگر نیز وجود دارند: بقایای ابر نواختری و سحابیهای سیاره‌ای. هر دو اینها از مواد دفع شده ستارگان در حال مرگ تشکیل شده‌اند.



glo-Australian Observatory Photo by David Malin

سحابی بازتابی



سحابی سه شاخه؛ این سحابی ترکیبی عجیب از یک سحابی نشری صورتی و یک سحابی بازتابی آبی است.



سحابی نشری

### ➤ بقایای ابر نواختری

هنگامی که ستاره بصورت ابرنواختر منفجر می‌شود، لایه‌های گازی بیرونی آن برای تشکیل بقایای ابر نواختری تابان، متلاشی شده و با سرعت از هسته‌اش فاصله می‌گیرند. برخی از انفجارات آنقدر شدیدند که حتی خود هسته نابود می‌شود. تقریباً ۹۰ درصد ته مانده‌ها کم و بیش کروی‌اند و بقیه بر اثر نیروی انفجار متلاشی می‌شوند تا انبوی از شعله‌های گازی فاقد ساختار ظاهری را تشکیل دهند. در مرکز چنان بقایایی، پالسارها (ستاره‌های تپنده) شناسایی شده‌اند.

## ➤ سحابی انکساری

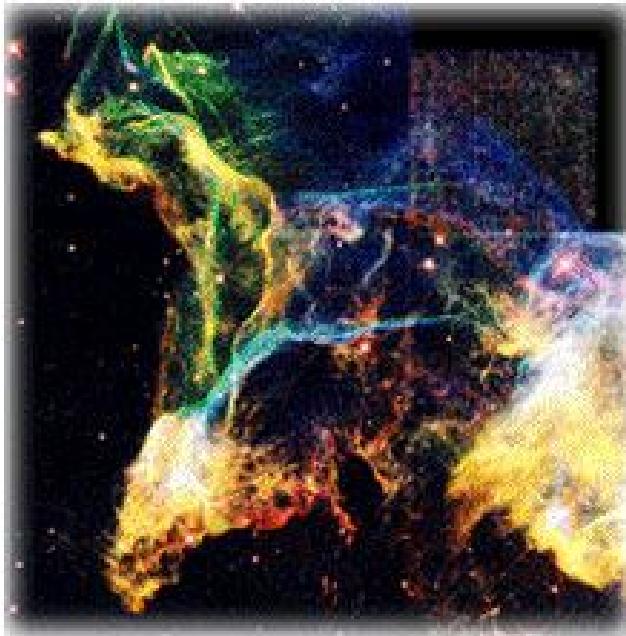
در سحابی انکساری ذرات غبار، نور را منعکس نمی‌کنند، بلکه متواری می‌کنند. نور قرمز می‌تواند آسان تر از نور آبی از ابر غبار بگذرد، پس نور آبی بیشتر پراکنده می‌شود، این امر موجب آبی شدن آن ابر می‌شود. همین خاصیت باعث آبی به نظر آمدن آسمان از زمین می‌شود. ذرات غبار، نور خورشید را در جو شدیداً پراکنده می‌کنند و در مسیرهایی به جز سمت خورشید، ناظر آسمان عمدتاً نور آبی پراکنده می‌بیند .

## ➤ سحابی های خارج کهکشانی

آنچه به نام سحابی های خارج کهکشانی نامیده می‌شود توده های عظیم و پیوسته گازی نیست، بلکه مجموعه ای است از ستارگانی شبیه ستارگان کهکشان ، رصد های انجام شده نشان می دهد خاصیت طلیفی نوری که از این سحابی ها صادر می شود، بسیار شبیه به نوری است که از خورشید خود ما خارج می گردد. بنابراین درجه حرارت متناظر با چنین صدور نوری نمی تواند با درجه حرارت سطحی خورشید اختلاف فراوان داشته باشد و این درجه حرارت باستی به چند هزار درجه برسد. اگر این سحابی ها واقعاً توده های غول پیکر گاز پیوسته ای بودند که درجه حرارت سطحی آنها همان درجه حرارت سطحی خورشید بود، ناچار می بایستی نوری که از آنها صادر می شود با وسعت سطح یعنی با مربع یکی از ابعاد آنها متناسب باشد.

چون قطر متوسط این سحابی ها بیلیون بیلیون بار بزرگتر از خورشید است، باید چنان انتظار داشته باشیم که نورانیت کلی آنها بیلیون بیلیون برابر بزرگتر از نورانیت خورشید باشد. ولی نورانیت فعلی سحابی امرأه المسلسله بسیار کوچکتر از این اندازه است و از ۱,۷ بیلیون برابر نورانیت خورشید تجاوز نمی کند. نور از تمام سطح سحابی صادر نمی شود بلکه از عده زیادی از لکه های کوچک روشن بر می خیزد که مجموع کلی سطح آنها به سختی با یک بیلیونیوم تمام سطح سحابی برابر می کند. این

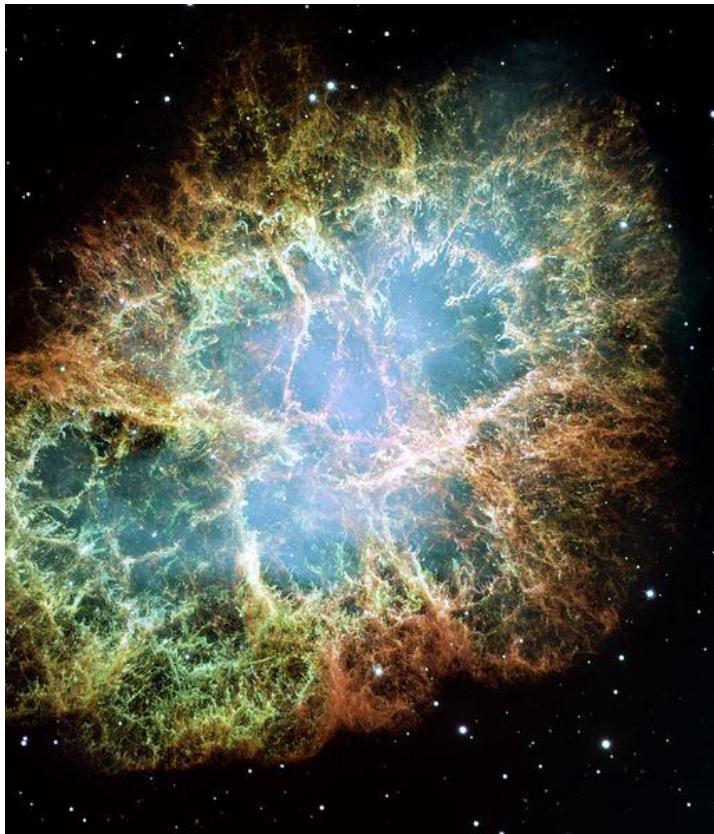
همان چیزی است که باید از سحابی هایی انتظار داشته باشیم که از ستارگان متعارفی جدا جدا از یکدیگر ساخته شده اند.



حلقه دجاجه؛ این تصویر ته مانده ابر نواختری ، گازی میان ستاره‌ای را نشان می‌دهد که با موج ضربه‌ای ابرنواختر گرم شده است.

## سحابی خرچنگ

یکی از بهترین موضوعات مورد مطالعه ستاره شناسان برسی و مشاهده آثار این ابر نواخته می‌باشد. جف هسترو و پال سکامن از دانشگاه ایالت آریزونا در تمیه تصاویر جدید تلسکوپ فضایی هابل را در این مورد بکار می‌بندند. این تصاویر که با دوربین شماره ۲ سیاره‌ای (میدان دید باز) تهیه شده‌اند جزئیات غیر قابل انتظاری از سحابی خرچنگ را نشان می‌دهند. تصاویر نشان می‌دهند در ستاره‌ای که منفجر می‌شود، مواد اعم از گاز و یا مواد به جا مانده از انفجار با سرعت خیلی زیاد در حدود هزار کیلومتر در ثانیه به اطراف پرتتاب می‌شوند. به نظر می‌رسد رشته‌های سحابی خرچنگ، جز چند تغییر جزئی در طول از نظر ترکیب و رنگ چندان فرقی با نظریه‌های قبلی نداشته باشد. رشته‌ها با گره‌های داغ و گازهای گرم و سرد ترکیب می‌شوند. در این طرحواره، رنگ قرمز نشان دهنده گسیل اتمهای اکسیژن در گاز سرد و رنگ سبز نماینده اتمهای اکسیژن در گاز داغ و آبی نشان دهنده گسیل اتم های سولفور در گاز گرم است. رصدهای روی سطح زمین توان تفکیک را پایین می‌آورد و ساختار معمولی از خرچنگ ارائه می‌دهد.



عکسی که مشاهده می‌کنید بزرگترین عکسی است که تا به حال توسط دوربین  $wfpc2$  هابل گرفته شده است. سحابی خرچنگ تقریباً در بین تمامی اجرام رصد شده بیشترین پیچیدگی از نظر ساختار را دارد و یکی از دینامیکی‌ترین اجرام است. این عکس جدید سحابی خرچنگ از گرد

آوری و مونتاژ ۲۴ عکس تکی توسط هابل گرفته شده و بالاترین تفکیک و کیفیت را در بین تمامی عکس‌های گرفته شده از خرچنگ دارد.

هسترو سکامن در سحابی خرچنگ گرد و غباری بیش از حد انتظارشان مشاهده کردند. در صورتی که نظریه قبلي ستاره شناسان این بود که در سحابی، گرد و غبار تحت شرایطی در نواحی گازهای مولکولی خیلی سرد قرار می‌گیرد و این آسان ترین راه نشانه گذاری برای جستجوی مناطق تاریکی است که در مقابل یک زمینه روشن قرار دارند. سحابی خرچنگ با سرعی حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه منسقسط می‌شود. انتظار می‌رود که این سحابی، در چند هزار سال آینده به تدریج در تمام طول موج‌ها کم فروغتر شده و سرانجام ناپدید گردد. در این میانه سحابی خرچنگ قوی‌ترین منبع تابش امواج رادیویی و پرتوی ایکس در آسمان است که احتمال می‌رود یکی از عوامل صدور بخش بزرگی از پرتوهای کیهانی آسمان همین سحابی باشد.

یکی از قابل ملاحظه‌ترین نمودهای سحابی خرچنگ جسم مرکزی آن است که اکنون به عنوان بازمانده ستاره مسبب اینواخته شناخته می‌شود. این جسم اصلاً یک ستاره معمولی نیست بلکه فقط در چند هزار می‌درخشد و با دوره‌ای در حدود  $3 \times 10^3$  ثانیه برق می‌زند و سپس خاموش می‌شود و به احتمال زیاد یک تپاخته است.

## تولد و مرگ ستارگان

### ➤ نخستین نسل ستارگان

نخستین ستاره ها شاید ۱۳ میلیارد سال قبل تشکیل شدند و تازه ترین شان هم اکنون در حال پیدایش هستند. تردیدی نیست که این فرآیند ادامه می یابد و در نتیجه، ستارگان بیوسته زاده می شوند.

در آغاز، یعنی وقتی که نخستین نسل ستارگان بوجود آمدند، سحابی ها فقط مشکل از گاز هیدروژن و اندرکی هلیوم بودند. چون این سحابی ها، سحابی هایی بودند که از انفجار بزرگ بوجود آمده بودند. نود و چند عنصر طبیعی دیگر در هسته ای ستارگان پر جرم بسیار سوزان بوجود آمدند. این عناصر بعد از مرگ یک ستاره به درون سحابی ها راه یافتهند. ستارگان نسل های بعدی (II)، علاوه بر هیدروژن و هلیوم شامل درصد بسیار کمی از همه ای عناصر طبیعی دیگر می شوند. ستارگان، با گذشت زمان و تراکم ماده در برخی سحابی ها شکل می گیرند، بطور کلی ستاره ها زمانی پدید می آیند که ابری فوق العاده بزرگ از غبارهای کیهانی و گاز در زیر بار گرانش خود فشرده شوند، این فرآیند زمانی آغاز می گردد که چگالی منطقه ای از ابر، مثلاً توسط عبور یک موج ضربه ای ابر نو اختر از میان این ابر، افزایش یابد.

نیروی گرانش بر ذرات خاصی اثر می گذارد تا مجموعه ای از ذرات را ایجاد نماید که آن ها خود جذب کننده ای ذرات دیگرنده؛ در شرایط مناسب گرانش، قدرت غلبه بر نیروهای مخالف خود را پیدا می کند. و توده ای از غبار را تولید می کند که به اندازه ای کافی برای تولد یک ستاره، فشرده است.

بر اثر جاذبه مناطق متراکم، منقبض شده و متراکم تر و داغ تر می شود. این مواد متراکم رشد کرده و توده های گازی عظیمی را بوجود می آورند که تحت عنوان «پیش ستاره ها» معروف اند، تحت تأثیر نیروی گرانش خود منقبض شده و انرژی پتانسیل مکانیکی به گرما تبدیل می شود. ستاره

در این حالت، «ستاره‌ی فرو سرخ» نامیده می‌شود و قبل از تکامل کمی نور و حرارت از خود ساطع می‌کند. پس از آن گرانش به همراه افزایش چگالی فزونی می‌باید و بدین ترتیب، فضا – زمان خمیده و خمیده‌تر می‌شود، پس از مدتی گازهیدروژن در هسته متراکم می‌شود و در اثر این تراکم شدید اتم‌ها با یکدیگر برخورد می‌کنند و دمای آن‌ها رفته افزایش می‌باید؛ بعد از فشرده شدن زمانی که دمای هسته به ۱۰ میلیون درجه‌ی سانتی‌گراد رسید، پروتون‌های هیدروژن در بی‌واکنش‌های همجوشی هسته‌ای به هلیوم تبدیل می‌شوند، در هنگام این واکنش‌ها مقداری از جرم ناپدید می‌شود که تبدیل به انرژی و امواج الکترومغناطیسی همچون نور می‌شود، در این صورت یک جسم که همچون یک چراغ غول پیکر کیهانی است، پدید آمده است و این آغاز زندگی یک ستاره است. هر ستاره‌ای که ما در آسمان مشاهده می‌کنیم در هسته اش واکنش‌های عظیم همجوشی رخ داده است تا این نور تولید شود و به ما برسد.

این جریان انقباض و گرم شدن حدود ۳۰ میلیون سال صورت می‌پذیرد و از سه مرحله‌ی اصلی تشکیل شده است:

۱- وسعت جرم بزرگی که در آغاز در حدود تریلیون‌ها کیلومتر بوده است، به چند میلیون کیلومتر کاهش پیدا می‌کند.

۲- فشار در مراکز از تقریباً صفر به چندین هزار میلیون اتمسفر افزایش می‌باید.

۳- دمای قسمت مرکزی از چندین درجه‌ی کلوین به حدود ۲۰ میلیون درجه‌ی کلوین می‌رسد که برای شروع تبدیل فرآیند هسته‌ای تبدیل هیدروژن به هلیوم مناسب است.

## ► فرضیات جدید در مورد چگونگی تشکیل ستارگان

ستارگان می‌توانند در نزدیکی سیاهچاله‌ها نیز که روزگاری خود ستاره‌ای بوده اند، تشکیل شوند. ستارگان بسیار بزرگ می‌توانند در نزدیکی سیاهچاله‌های پر جرم بوجود آیند، ستارگانی که

جرم‌شان ۵۰ برابر جرم خورشید است. بطور کلی ستارگان می‌توانند در فضاهای میان ستاره‌ای، سحابی‌ها و در کنار گرانش یک جرم بزرگتر تشکیل شوند.

شناسایی ستارگانی که در فاصله‌ی بسیار کمی از مرکزی ترین سیاهچاله‌ی راه شیری قرار دارند، فرضیات جدیدی را در این باره مطرح نمود. به گزارش سرویس علمی پژوهشی ایسکانیوز به نقل از پایگاه اینترنتی ناسا، تا مدت‌ها تصور می‌شد سیاهچاله‌ها محلی خطرناک برای شکل‌گیری و رشد ستارگان اطرافشان هستند. حتی چندی پیش داشمندان ناسا موفق به شناسایی ستارگانی شدند که تنها یک سال نوری با سیاهچاله‌ی مرکزی راه شیری فاصله دارند.

## ► مرگ ستارگان

نیروی گرانش یک نیروی جاذبه است، لذا ذرات ماده در اثر این نیرو به هم نزدیک‌تر می‌شوند، همچنین نیروی گرانش با جرم ذرات رابطه‌ی مستقیم دارد و نیز چون جرم ستاره فوق العاده زیاد است، لذا جاذبه گرانشی درونی آن بسیار شدید خواهد بود. سراسر زندگی یک ستاره به یک میدان نبرد شبیه است، هنگامی که یک ستاره همانند خورشید درخشان و نورانی می‌شود، نیروی گرانش سعی دارد که ستاره را منقبض کند و در خود فرو کشد، اما واکنش‌های عظیم هسته‌ای که در هسته ستاره انجام می‌شوند انرژی عظیمی تولید می‌کند و همچنین انرژی از درهم کشیده شدن ستاره و فرو ریختن آن جلوگیری می‌کند و با مقاومت فشار رو به بیرون ستاره مواجه می‌گردد، در واقع ستارگان جوان در عرصه‌ی تلاش برای حفظ تعادل بین نیروی گرانش که سعی در فرو کشیدن ستاره دارد و فشارهای ناشی از فل و انفعالات هسته‌ای درون خود که سعی در از هم پاشیدن ستاره دارد، قرار می‌گیرند. ستاره‌های بالغ به آن تعادل دست یافته‌اند و تقریباً همه‌ی عمر خود را در تعادل سپری می‌کنند.

دیر یا زود سوخت هسته ای ستارگان به پایان می رسد و ستارگان هنگامی می میرند که اینبار عظیم سوخت هسته ای مصرف شود، در حقیقت زمانی که ستاره ای مورد نظر سوخت خود را مصرف کرد و تمام هیدروژن ها به هلیوم تبدیل شدند، ستاره وارد مرحله ای جدید زندگی خود می شود، در حقیقت در این هنگام ستاره سعی دارد تا هلیوم تولید شده که بسیار فشرده و داغ است به عناصر سنگین همانند آهن تبدیل کند و این واکنش ها انرژی آچنانی ندارند تا با گرانش به مقابله بپردازند. هنگام کاهش آتش هسته ای گاز داغ درون ستاره سرد می شود، بنابراین آن ها تعادل خود را از دست می دهند، طوری که نیروی گرانش غالب می شود و کنترول را بدست می گیرد و در این حالت ستاره کاملاً شکل جدیدی به خود می گیرد، آنچه در این مرحله روی می دهد به جرم ستاره بستگی دارد.

### ➤ سرنوشت ستارگان - کوتوله‌ی قهقهه‌ای

اگر جرم ستاره کمتر از  $0.075 \text{ جرم خورشید}$  باشد هرگز به تراکم یا مرحله ای هیدروژن سوزی نمی رسد و به نام «کوتوله‌ی قهقهه‌ای» خوانده می شود. این اجرام نیز به تدریج به تراکم رسیده و نهایتاً حیات خود را بصورت هسته های تبهگن، شبیه به کوتوله های شدید، به پایان می رسانند. و اگر جرم ستاره کمتر از  $0.05 \text{ جرم خورشید}$  باشد، دمای هسته ای آن خیلی بالا نرفته و هرگز مرحله ای هلیوم سوزی فرا نمی رسد. با پایان یافتن سوخت و واکنش های همچوشی هسته ای، ستاره شروع به تراکم نموده و هسته ای تبهگن آن ها تبدیل به یک کوتوله‌ی سفید می گردد. کوتوله های سفید ابتدا بسیار داغ هستند ولی به مرور سرد می شوند.

### - ستاره های با جرم بیشتر

در مورد ستاره های با جرم متوسط، بعد از شروع هلیوم سوزی هسته، ابتدا هسته منبسط شده و لفاف خارجی آن منقبض می گردد و ستاره را روی رشته ای اصلی هلیوم سوزی قرار می دهد. اما

هليوم نسبتاً سريع می سوزد و محصل سوخت، به صورت يك هسته ای کرbin، اکسیژن در خارج قشر هليوم سوز تشکيل می شود.

وقتی جرم ستاره از دو برابر جرم خورشید بیشتر باشد، فرآيندهای بیشتری بعد از مرحله ای هليوم سورزی رخ می دهند، بدین ترتیب به دلیل جرم زیاد، هسته ای فوق العاده متراکم تر شده و دمای آن تا حدی بالا می رود که واکنش های کرbin/اکسیژن سورزی رخ می دهد، با سوختن کرbin، عنصر نئون و با سوختن اکسیژن عنصر گوگرد و سیلیکون تولید می شوند، سپس سیلیسیم(سیلیکون) با همچوشی به آهن تبدیل می شود و نیز در شرایطی خاص از هم جوشی هسته ای سیلیسیم نیکل نیز تولید می شود.

چون عناصر سنگین تر از آهن در واکنش های هم جوشی هسته ای آنچنان انرژی ای ایجاد نمی کنند، لذا هسته ای ستاره تا حد تبھگنی متراکم می شود. برای ستارگان پر جرم تر از هشت برابر جرم خورشید انتظار می رود که هسته ای متراکم شده از حد چاندراسخار ( $1/4$  برابر جرم خورشید) برای کوتوله سفید بیشتر باشد، بعد از این حد دیگر فشار تبھگنی الکترون ها قادر نیست که بر نیروهای گرانش غلبه کند و در نتیجه هسته دچار رمبش گرانشی شده و تبدیل به يك ستاره ای نوترونی شده، در ستاره نوترونی الکترون ها و پروتون ها ناگزیر به هم پیوسته و تشکیل نوترون می دهند. نوترون های حاصله تا زمانی که فشار تبھگنی آن ها برای محافظت از هسته در برابر جاذبه ای گرانشی بی اندازه قوی، به حد کافی زیاد نباشد، می توانند تا حجم بسیار کوچک فشوده شوند، زمانی که فشار تبھگنی نوترون ها به اندازه ای کافی قوی شود که بتواند جاذبه ای بسیار بالای گرانشی را متعادل سازد، رمبش متوقف می شود و ساختار در حال تعادل حاصله، بصورت ستاره ای نوترونی در می آید.

در ستارگان خیلی پر جرم تر حتی فشار تبھگنی نوترون ها قادر نیست از رمبش گرانشی هسته مماثلت به عمل آرد. در نتیجه اگر هسته ای در حال رمبش يك ستاره پر جرم، که واکنش های همچوشی انرژی زای خود را به پایان رسانده است، از جرم حدی ستاره ای نوترونی بیشتر باشد، دیگر هیچ مقاومی وجود ندارد که بتواند ستاره را از رمبش کامل و تبدیل شدن به يك جرم بسیار کوچک

منفرد به نام سیاهچاله باز دارد. شعاع سیاهچاله ها مثلاً حدود سه کیلومتر بوده و میدان گرانش اطراف آن ها به حدی قوی است که حتی نور را یارای گریز از این گرانش بی رحم نمیست، در واقع هر جسمی که از حد خاصی بنام «افق رویداد» یک سیاهچاله عبور کند، برای گریز از سیاهچاله باید سرعتی بیش از سرعت نور بگیرد که غیر ممکن است (البته امروزه شاید بتوان گفت: سرعت بیش از نور غیر ممکن نیست). افق رویداد در سیاهچاله که همچون کره ای تاریک فرض می شود، توسط کارل شوارتسشیلد حساب شده و به آن «شعاع شوارتزشیلد» می گویند.

### - غول های سخ و کوتوله ای سفید

ستارگان پیر و قدیمی مثل خوشید ما به تدریج لایه های بیرونی خود را دفع می کنند و در پایان عمر خود به دلیل عدم تحمل اثرات گرانشی منفجر می شوند.

اگر این ستاره ها تا حداقل  $\frac{1}{4}$  برابر جرم خورشید وزن داشته باشند، پس از انفجار به غول های سرخ تبدیل می شوند و پس از مدت کوتاهی در خود فرو ریخته و به کوتوله های سفید تبدیل می شوند. یعنی به کره ای به اندازه ای که زمین! که البته در این کره تمام جرم ستاره متمرکز است به نحوی که یک قاشق چایخوری از ماده ای کوتوله ای سفید، چندین تن وزن خواهد داشت. در کوتوله های سفید هنوز اتم ها وجود دارند و به اتم های سنگین تر تبدیل می شوند.

### - ابر غول سرخ، سوپر نوا و ستاره ای نوترونی

اگر ستاره جرمی بین  $\frac{1}{4}$  تا  $3$  برابر خورشید داشته باشد، پس از انفجار به یک غول سخ و سپس به یک سوپرناوتبدیل می شود که به شدت درخشان است. سپس ستاره در خود فرو می پاشد و به صورت کره هایی که حدود ۲۰ کیلومتر قطر دارند، در می آید. چگالی این کره به گونه ای است که یک سانتی متر مکعب از مواد آن شاید حدود ۱۰۰ میلیون تن وزن خواهد داشت. این باقیمانده ای ستاره ای را ستاره ای نوترونی می نامند. زیرا مواد تشکیل دهنده ای آن بیشتر نوترون ها هستند و بیش تر اتم ها از هم فرو پاشیده اند.

انسان می تواند ستاره های نوترونی زیادی را در آسمان نظاره کند. این کره های کوچک، ولی پر جرم بسیار سریع حول محور خود می چرخند. روی این کره های کوچک نقاطی وجود دارد که پرتوافشانی بسیار زیادی دارند. هرگاه این نقاط به طرف زمین قرار می گیرند، نوری شدید و لحظه

ای دریافت می شود. در واقع انسان در آسمان یک منبع نور و تشعشع تپشی یا لحظه ای مشاهده می کند. به این جهت ستارگان نوترونی راتپ /ختر<sup>۱۱</sup> نیز می نامند.

- سیاهچاله<sup>۱۲</sup>

اگر ستاره جرمی بیش از ۳ برابر جرم خورشید داشته باشد، پس از فرو پاشی به سیاهچاله تبدیل خواهد شد.

---

<sup>11</sup> Pulsar

<sup>12</sup> Black hole

## سیاهچاله

فرض کنید جرم ستاره‌ای درحدود ۲۰ برابر جرم خورشید باشد بعد از طی مراحل تکامل و انفجار بصورت ابرنواختی، اگر جرم ستاره‌ی باقی مانده به سه برابر خورشید برسد از آنجاییکه این جرم برای تبدیل شدن به ستاره نوترونی زیاد است ستاره بطور کامل متراکم شده و به یک سیاهچاله تبدیل خواهد شد. برطبق قوانین فیزیک واستنتاج منطقی عاقیت کار یکتاپی<sup>۱۳</sup> خواهد بود. یکتاپی یعنی نقطه‌ای که شاع آن صفر و چگالی آن بینهایت خواهد بود. هر چه به این جرم نزدیکتر شویم سرعت فرار از آن بیشتر خواهد شد و در فاصله‌ای که با نام شاع شوارزشیلد شناخته می‌شود سرعت فرار از چنین جرمی با سرعت نور برابر می‌شود. اندازه این شاع ویژه به جرم ستاره بستگی مستقیم دارد برای ستاره‌ای با جرم خورشید مقدار آن ۳ کیلومتر است این بدان معناست برای اینکه خورشید به یک سیاه‌چاله تبدیل شود باید قطر آن به ۳ کیلومتر کاهش بیابد. اگر کره‌ای با شاع شوارزشیلد حول نقطه مرکزی رسم کنیم (نم این کره افق رویداد<sup>۱۴</sup> می‌باشد) درون این کره سرعت فرار از سرعت نور بیشتر خواهد بود و از آنجاییکه هیچ جسمی توانایی حرکت باسرعت بیشتر از سرعت نور را ندارد، هیچ جسمی توانایی گریز از این منطقه را ندارد. برطبق روابط فیزیکی معمول هیچ خبری از درون این کره در دسترس نمی‌باشد و نیروهای شدید کشنیدی درون این محیط موجب انفجار و از هم گسیختگی هر جسمی که به آن نزدیک شود می‌گردد.

برطبق نسبیت عام فضای اطراف افق رویداد به شدت تاب بر می‌دارد. مقدار تاب برداشتن به جرم سیاهچاله بستگی دارد و هر چه جرم بیشتر باشد مقدار آن بیشتر خواهد بود. از آنجاییکه سیاه‌چاله هیچ نوری از خود بیرون نمی‌دهد تنها براساس همین تغییر فضای اطراف آن است که ما می‌توانیم وجود آنرا بطور غیرمستقیم ردیابی کنیم. درواقع ما با مشاهده اثر آن بر مواد بیرون از افق رویداد میتوانیم تاحدودی آنرا تشخیص دهیم. سیاهچاله مواد اطراف خود را به شدت جذب می‌کند و این مواد جذبی قبل از برخورد با آن به دلیل سرعت سقوط فوق العاده زیاد پرتوهای ایکس، گاما و امواج رادیویی گسیل می‌کنند.

<sup>13</sup> Singularity

<sup>14</sup> Event horizon

سیاهچاله هایی که در یک دستگاه دوتایی قرار دارند از گازهای ستاره همدم خود گاز دریافت می کنند و این گاز با نزدیک شدن به افق رویداد در اثر نیروهای شدید گرانشی گرم شده و شروع به تابش اشعه ایکس می کنند. پس یک راه برای تشخیص سیاهچاله ها جستجو برای یافتن ستاره های دوتایی است که منبع قوی امواج اشعه ایکس باشند. موادی که از ستاره همدم می آیند بطور مستقیم بر سطح سیاهچاله سقوط نمی کنند بلکه ابتدا تشکیل یک قرص برافراشته می دهند مواد درون این قرص با حرکت سریع و مارپیچی به سیاهچاله نزدیک شده و به مرور زمان می سوزند. عکس های گرفته شده توسط تلسکوپ فضایی هابل در موارد بسیار زیادی نشان دهنده این قرص می باشد.

### - در مرکز کهکشان

این گمان وجود دارد که در مرکز کهکشان ها سیاهچاله های ابر سنگین وجود داشته باشد. از جمله در کهکشان خودمان. نحوه حرکت ابرهای گازی و شدت پرتوهای ارسالی از مرکز کهکشان خودمان از دلایل وجود چنین سیاهچاله ای می باشد. بررسی سرعت ستاره های نزدیک به مرکز کهکشان راه شیری که امروزه توسط تلسکوپ هابل قابل انجام است، بیانگر این واقعیت است که جرم هسته کهکشان بسیار بزرگ بوده که در یک ناحیه کوچک قرار دارد این نمونه می تواند وجود سیاهچاله در مرکز کهکشان ها را مورد تایید قرار دهد. همچنین مشاهده اشعه گاما متغیر را می تواند به عنوان شاهدی دال بر قبول سیاهچاله ابر جرم دار در مرکز کهکشان ها دانست. اخیراً وجود سیاهچاله در مرکز کهکشان M87 نیز مورد قبول منجمین قرار گرفته است.

چگالی متوسط یک سیاهچاله متناسب با عکس مربع جرم آن است. برای یک سیاهچاله در حد جرم خورشید چگالی ده میلیون تن در سانتی متر مکعب بدست می آید که چهل برابر چگالتر از مواد هسته ای است. در صورتی که برای یک سیاهچاله با جرم صد میلیون برابر جرم خورشید چگالی یک گرم در سانتی متر مکعب محاسبه می شود که برابر چگالی آب است. بنابراین شرایطی که می تواند یک سیاهچاله کوچک ایجاد گردد بسیار سخت تر از شرایطی است که یک سیاهچاله بزرگ می تواند تولید شود.

### بطورکلی سیاهچاله ها به سه گروه تقسیم می شوند:

#### ۱- سیاهچاله ستاره ای<sup>۱۵</sup>

این دسته از سیاهچاله ها معمولاً از رمیش ستارگان بوجود آمده و جرم آنها بین ۳ تا ۱۰۰ برابر جرم خورشید است. بهترین کاندید برای مشاهده این دسته از سیاهچاله ها، سیستم های دوتایی منععه X است که یکی از دو شیء مشاهده نمی شود. این دسته از سیستم های نجومی از خود اشعه X تشعشع می کند که از اوایل دهه ۱۹۷۰ مورد توجه قرار گرفتند.

اولین دوتایی کاندید از این گروه، Cygnus-X-1 است که ستاره اپتیکی دوتایی یک ابرغول آبی است که جرم آن حدود ۲۰ برابر جرم خورشید است و دور زوج نامرئی خود که جرم آن در حدود ۴۰ برابر جرم خورشید است با پریود ۵/۶ روز می چرخد. فاصله آن از ما در حدود ۲/۲ کیلو پارسک است . در این سیستم دوتایی، جرم از ستاره قابل رویت دوتایی به درون سیاهچاله وارد می شود ولی به دلیل سرعت زاویه ای، این جرم به صورت شعاعی وارد سیاهچاله نشده بلکه گازها تشکیل یک دیسک داده که همانطور که گفته شد آنرا قرص برافایشی (accretion disk) گویند.

تا کنون تعداد زیادی از این سیستم های دوتایی که می تواند شاهد وجود سیاهچاله باشد کشف شده است و امروزه یکی از زمینه های مشاهده ای کشف و بررسی این گونه دوتایی هاست.

#### ۲- سیاهچاله های ابر جرم دار<sup>۱۶</sup>

جرم این گونه سیاهچاله بین یک میلیون تا ده هزار میلیون برابر جرم خورشید است. این گونه سیاهچاله ها در مرکز کهکشان ها از جمله کهکشان راه شیری قرار دارند. شدت تابش از مرکز

<sup>15</sup> Stellar Black Holes

<sup>16</sup> Supermassive Black Holes

کهکشان‌های فعال که می‌تواند به خاطر ورود جرم به مرکز کهکشان باشد و کوچک بودن اندازه هسته این کهکشان‌ها بیانگر وجود سیاهچاله‌ای برجرم دار در مرکز آنهاست.

### -۳- سیاهچاله با جرم متوسط

شکاف بین جرم سیاهچاله‌های معمولی (۳ تا ۱۰۰ برابر جرم خورشید) و سیاهچاله‌های ابرجرم دار (با جرم یک میلیون تا ده هزار میلیون برابر جرم خورشید) منجمین را بر آن داشت که به دنبال سیاهچاله‌ای با جرم(با جرم ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ هزار برابر جرم خورشید) هم باشند. این گونه سیاهچاله‌ها می‌توانند در مرکز خوشه‌های ستاره‌ای در نزدیکی مرکز کهکشان‌ها وجود داشته باشند. به دو روش می‌توان به دنبال شواهد تجربی برای این دسته از سیاهچاله‌ها بود. یکی از روش‌های مشاهده‌ای این گونه سیاهچاله‌ها یافتن منابع اشعه با شدت زیاد است. اخیراً منابعی از اشعه X با این محدوده شدت با طیف انرژی چند ده الکترون ولت در مرکز خوشه‌های ستاره‌ای مشاهده شده است. این دسته از منابع اشعه به منبع فوق درخشنan پرتو ایکس مشهور هستند. کلمه سیاهچاله از اینجا گرفته شده که هیچ پرتوی الکترومغناطیسی نمی‌تواند از آن ساطع شود درنتیجه سیاه دیده می‌شود.

منبع: با اقتباس از مقاله‌ای از دکتر دهقانی از دانشگاه ثیباز

+ آیا سیاهچاله همیشه سیاهچاله باقی می‌ماند، یا به چیز دیگری تبدیل می‌شود؟

جسمی که سیاهچاله شد، دیگر تا ابد سیاهچاله خواهد بود. تنها تغییر مهمی که می‌تواند در سیاهچاله رخ بدده، افزایش یافتن جرم آن بر اثر بلعیدن مواد مختلف است (شاید از ستاره‌ی نزدیکش، یا از گازهای مرکز کهکشان و یا فضانورد پختبرگشته‌ای که زیادی به آن نزدیک شده است!). از دید نظری، سیاهچاله می‌تواند تبخیر شود. این موضوعی است که نخستین بار استفان هاوکینگ به آن پی برد. پدیده‌هایی در عرصه‌ی مکانیک کوانتومی وجود دارند که می‌توانند باعث

شوند که سیاهچاله پرتوهایی از خود گسیل کند. همین موضوع باعث می‌شود که سیاهچاله انرژی از دست بدده و بنابر فرضیه‌ی اینشتین، از دست دادن انرژی معادل است با کاهش جرم. پس سیاهچاله می‌تواند لاغر هم بشود. البته این تابش هاوکینگ بسیار ضعیف است. به عنوان مثال، سیاهچاله‌ای که به اندازه‌ی خورشید جرم داشته باشد، ۱۰<sup>۵۷</sup> سال طول می‌کشد تا تبخیر شود. این مقدار بسیار بیشتر از عمر کوتی عالم است. تازه، سیاهچاله‌های سنتگین‌تر، بسیار دیرتر از این تبخیر خواهند شد. سیاهچاله‌ی مرکزی کهکشان ما، که بین ۳ تا ۴ میلیون برابر خورشید جرم دارد، بیشتر از یک میلیارد میلیارد برابر دیرتر تبخیر می‌شود.

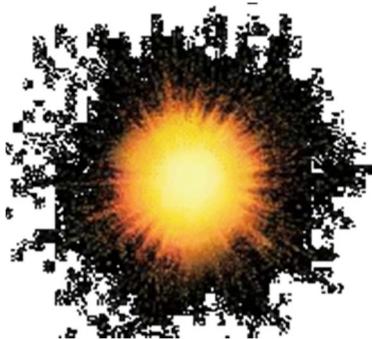
### تصورات اشتباه



سیاهچاله‌ها برخلاف تصور نادرست ایجادشده از آنها، هر آنچه در اطراف آنهاست را به درون خود نمی‌مکند. برای مثال اگر خورشید با یک سیاهچاله با همین جرم جایگزین می‌شد، شعاع مدارهای سیارات تغییری نمی‌کرد.

بحث در مورد سیاهچاله‌ها بسیار تخصصی و گاه پیچیده است. بنابراین در اینجا که سعی شده است مطالب به صورت ساده بیان شود، از آوردن روابط ریاضی و موارد پیچیده‌تر خودداری می‌شود.

## انفجار بزرگ



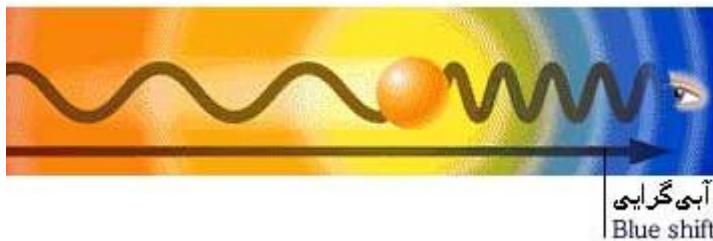
نظریه انفجار بزرگ در حال حاضر تنها توضیح ارائه شده درباره منشأ جهان می‌باشد که بطور گسترده پذیرفته شده است. انفجار بزرگ، بسیار پر انرژی و پر حرارت بود و در ثانیه‌های اولیه پس از انفجار فقط تشعشع و ذرات زیر اتمی گوتانگون در جهان وجود داشتند. تشعشعات باقیمانده از این انفجار هنوز به صورت امواج ضعیف مایکروویو در آسمان وجود داشته، از زمین قابل ریابی هستند. به این امواج تشعشع مایکروویو زمینه کیهان گفته می‌شود.

در اواخر دهه ۱۹۲۰، ادوین هابل، ستاره شناس آمریکایی به بررسی نور دریافتی از ستارگان کهکشان‌های دور دست پرداخت، او متوجه شد که طول موج‌های این نور بلندتر از میزان مورد انتظار است. این پدیده که قرمز گرایی نام دارد، نشان داد که کهکشان‌ها با سرعت زیادی در حال دور شدن از زمین هستند.



جهان زمانی کوچکتر از هسته یک اتم بود.

هر چه ما بیشتر به عمق کیهان نظاره می‌کنیم در واقع بیشتر به عمق زمان گذشته می‌نگریم. یک ستاره را که در فاصله ۱۰ سال نوری قرار دارد به همان صورتی می‌بینیم که ۱۰ سال نوری قبل بوده است. دورترین اجرامی را که انسان می‌تواند با تلسکوپ‌های بزرگ نجومی نظاره کند کوازارها هستند. آنها در واقع کهکشان‌های کاملاً جوانی هستند که در مراحل اولیه شکل‌گیری به سر می‌برند. حال اگر انسان نگاهش را در سمت دلخواهی به دورتر و بازهم دورتر متوجه کند باید به مرزی برسد که در آنجا آغاز خلقت را مشاهده کند و به عبارت دیگر آن گاز داغ اولیه را ببیند که تمام کهکشان‌ها، ستارگان، سیارات و موجودات از آن ایجاد شده‌اند. بنابراین می‌بایست پیرامون ما را پیوسته کاملاً درخشانی در دور دست احاطه می‌کرد و آسمان هم می‌بایست شب‌ها همچون روز روشن می‌شد اما این دیوار آتشین با سرعت زیادی از ما دور می‌شود زیرا که عالم لحظه به لحظه انساط می‌باید.



اگر جسمی با سرعت زیاد در حال دور شدن از ما باشد طول موج های نور دریافتی از آن به سمت قرمز رنگ طیف و اگر جسم در حال نزدیک شدن باشد به سمت آبی رنگ طیف متمایل می شوند.

سرعت دور شدن به قدری زیاد است که نور این پوسته دارای طول موج بلندتری می شود که ما آن را فقط به صورت تشعشعات و امواج رادیویی دریافت می کیم، وجود این پرتوها را می توان با رادیو تلسکوپ ها به سادگی اثبات کرد این تشعشعات تکیه گاهی مهم برای اثبات فرضیه انفجار اولیه می باشد.

### سرانجام جهان

ستاره شناسان سه نظریه در مورد نحوه پایان جهان ارائه کرده اند:

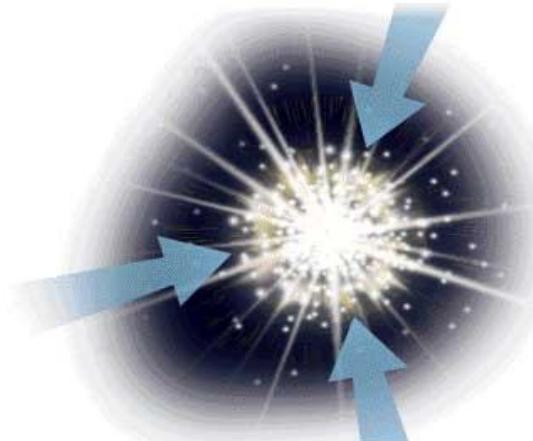
۱. جهان برای همیشه گسترش خواهد یافت؛
۲. هنگامی که جهان به اندازه معینی رسید، انبساط آن متوقف شده و در همان حال ثابت می ماند؛
۳. جهان سرانجام از انبساط باز می ایستد و انقباض (فروپاشی درونی) آن آغاز می گردد. بعضی ها این پدیده را فروپاشی بزرگ نامیده اند .

## شواهدی در اثبات انفجار بزرگ



تشعشع مایکروویو زمینه کیهانی بهترین دلیل اثبات نظریه انفجار بزرگ می‌باشد. این تشعشع بسیار ضعیف بوده و طول موج بسیار بلندی دارد. این مشخصات، کشف ادوبین هابل، ستاره شناس آمریکایی را که گفته بود جهان در حال انسباط است، تأیید می‌کند. این تشعشع همچنین نظریه جورج گاموف، فیزیکدان آمریکایی اوکراینی تبار را تأیید می‌کند.

او پیش بینی کرده بود که در صورت وجود آغازی برای جهان، تشعشعاتی که به ما می‌رسند باقیستی از دورترین نقاط آن که با سرعتی زیاد در حال دور شدن هستند، باشند. چنین تشعشعاتی به شدت مستعد قرمز گرایی (میزان گرایش نور اجسام دور شونده به سمت قسمت قرمز رنگ طیف الکترومغناطیسی) بوده و بنابراین انتظار می‌رود که دارای طول موج‌های بلند باشند.



فروپاشی بزرگ نیروهای جاذبه باعث خواهند شد تا جهان، سرانجام منقبض شود و به یک نقطه واحد مبدل گردد.

با مطالعه کهکشان های دور شواهد بیشتری در اثبات نظریه انفجار بزرگ بدست آمده است. بعضی از این کهکشان ها ۱۳ میلیارد سال نوری با ما فاصله دارند، یعنی ۱۳ میلیارد سال طول می کشد تا ما نور آنها را ببینیم. حال ما این کهکشان ها را به همان شکلی که ۲ میلیارد سال بعد از انفجار بزرگ بوده اند، مشاهده می کنیم. این واقیت که آنها فشرده تر از کهکشان های نزدیکتر به نظر می رسند نشان می دهد که حجم جهان زمانی کوچکتر و متراکم تر بوده و حال با گذشت زمان این حجم در حال افزایش است.

دانشمندان با امید به کشف منشأ جهان، تلاش می کنند تا شرایطی را که بالافاصله بعد از انفجار بزرگ وجود داشت، باز سازی کنند. برای اینکار، آنها دو اشعه از ذرات بنیادی را در جهات متقضد، حول دستگاهی به نام شتاب دهنده (دستگاهی برای آشکار ساختن ذرات) می فرستند؛ این دو اشعه وقتی به سرعت نور می رسند، به هم برخورد می کنند که از انرژی حاصل از این برخورد، ذرات جدیدی بوجود می آیند. این ذرات ردی از خود در محفظه حباب (وسیله ای که در آن ذرات بنیادی از میان هیدروژن مایع عبور و باعث حوشیدن آن شده و ردی از حباب از خود بر جای می گذارند) باقی می گذارند و داشمندان می توانند آنها را ببینند. نتایج این آزمایش حقیقی بسیاری راجع به آغاز جهان در اختیار ما می گذارند، زیرا انرژی آزاد شده از تصادم ذرات بنیادی شبیه به انرژی ذراتی است که در لحظات اولیه انفجار بزرگ حاصل شده است.

### عالیم در ابتدا چگونه به نظر می آمد؟

آشکار است برای آگاهی از چگونگی اولین ثانیه ها و یا بهتر بگوییم اولین اجزای ثانیه های پس از انفجار اولیه نباید از ستاره شناسان پرسید، بلکه در این مورد باید به فیزیکدان های متخصص در امر فیزیک ذرات مراجعه کرد که در مورد تشعشعات و ماده در شرایط کاملاً سخت و غیر عادی تحقیق و تجربه می کنند. تاریخ کیهان معمولاً به ۸ مقطع کاملاً متفاوت و غیر مساوی تقسیم می شود :

### - مرحله اول (صفر تا $10^{-43}$ ثانیه)

این مسأله هنوز برایمان کاملاً روشن نیست که در این اولین اجزای ثانیه‌ها چه چیزی تبدیل به گلوله آشینی شد که کیهان باید بعد از آن ایجاد گردد. هیچ معادله و یا فرمول‌های اندازه‌گیری برای درجه حرارت بسیار بالا و غیر قابل تصوری که در این زمان حاکم بود در دست نمی‌باشد.

### - مرحله دوم $10^{-43}$ تا $10^{-32}$ ثانیه

اولین سنگ بنایی ماده مثلاً کوارکها و الکترونها و پاد ذره‌های آنها از برخورد پرتوها با یکدیگر بوجود می‌آیند. قسمتی از این سنگ بنایها دوباره با یکدیگر برخورد می‌کنند و به صورت تشعشع فرو می‌پاشند. در لحظه‌های بسیار اولیه ذرات فوق سنگین X - نیز می‌توانسته‌اند بوجود آمده باشند. این ذرات دارای این ویژگی هستند که هنگام فروپاشی ماده بیشتری نسبت به ضد ماده و مثلاً کوارک‌های بیشتری نسبت به آنتی کوارک‌ها ایجاد می‌کنند. ذرات X که فقط در همان اولین اجزای بسیار کوچک ثانیه‌ها وجود داشتند برای ما میراث مهمی به جا گذاشتند که عبارت بود از: (افرونی ماده در برابر ضد ماده).

### - مرحله سوم از $10^{-32}$ تا $10^{-6}$ ثانیه

کیهان از مخلوطی از کوارک‌ها، لپتون‌ها - فوتون‌ها و سایر ذرات دیگر تشکیل شده که متقابلاً به ایجاد و انهدام یکدیگر مشغول بوده و ضمناً خیلی سریع در حال از دست دادن حرارت هستند.

### - مرحله چهارم از $10^{-3}$ تا $10^{-6}$ ثانیه

تقریباً تمام کوارک ها و ضد کوارک ها بصورت پرتو ذره ها به انرژی تبدیل می شوند. کوارک های جدید دیگر نمی توانند در درجه حرارت های رو به کاهش بوجود آیند ولی از آن جایی که کوارک های بیشتری نسبت به ضد کوارک ها وجود دارند. برخی از کوارک ها برای خود جفتی پیدا نکرده و بصورت اضافه باقی می مانند. هر ۳ کوارک با یکدیگر یک پروتون یا یک نوترون می سازند. سنگ بنهای هسته اتم های آینده اکنون ایجاد شده اند.

### - مرحله پنجم از $10^{-6}$ تا $10^{-10}$ ثانیه

الکترون ها و ضد الکترون ها در برخورد با یکدیگر به اشعه تبدیل می شوند. تعدادی الکترون باقی می ماند، زیرا که ماده بیشتری نسبت به ضد ماده وجود دارد. این الکترون ها بعداً مدارهای اتمی را می سازند.

### - مرحله ششم از $10^{-10}$ تا $10^{-30}$ ثانیه ۳۰ دقیقه

در درجه حرارت هایی که امروزه می توان در مرکز ستارگان یافت اولین هسته های اتم های سبک و بویژه هسته های بسیار پایدار هلیوم در اثر هم جوشی هسته ای ساخته می شوند. هسته اتم های سنتگین از قبیل اتم آهن یا کربن در این مرحله هنوز ایجاد نمی شوند. در آغاز خلقت عمالاً فقط دو عنصر بنیادی که از همه سبک تر بودند وجود داشتند: هلیوم و هیدروژن.

### - مرحله هفتم از ۳۰ دقیقه تا یک میلیون سال پس از خلقت

پس از گذشت حدود ۳۰۰۰۰۰ سال گوی آتشین آنقدر حرارت از دست داده که هسته اتم ها و الکترون ها می توانند در درجه حرارتی در حدود ۳۰۰۰ درجه سانتیگراد به یکدیگر بیرون ندند و بدون

اینکه دوباره فوراً از هم پاشند اتم‌ها را تشکیل دهنند. در نتیجه آن مخلوط ذره‌ای که قبلاً نامرئی بود اکنون قابل دیدن می‌شود.

### - مرحله هشتم از یک میلیون سال پس از خلفت تا امروز

از ابرهای هیدروژنی دستگاه‌های راه شیری ستارگان و سیارات بوجود می‌آیند. در داخل ستارگان هسته اتم‌های سنگین از قبیل اکسیژن و آهن تولید می‌شوند. که بعداً در انفجارات ستاره‌ای آزاد می‌گردد و برای ساخت ستارگان و سیارات و حیات جدید بکار می‌آیند.

### - پیش ستارگان

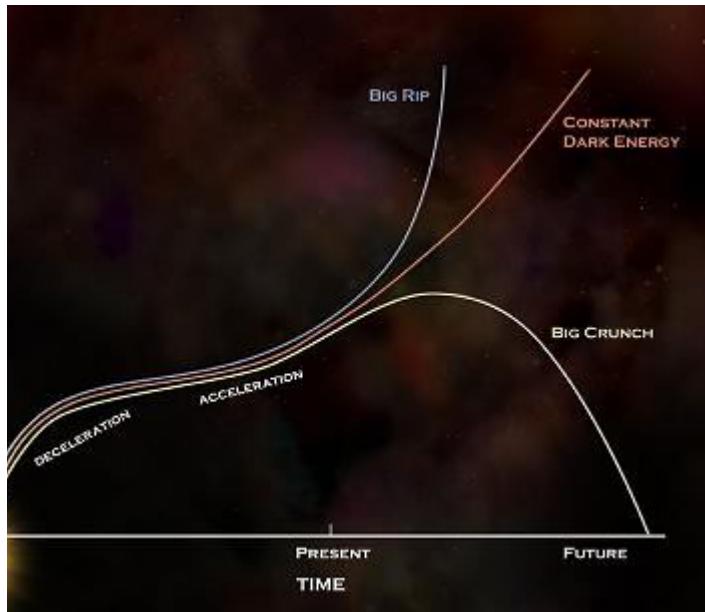
بسیاری از پیش ستارگان در حالی که تحت تأثیر نیروهای گرانش و گردی از مرکز خود کوچک و پهن می‌شوند، ناپایدار شده، موجب می‌شوند که توده‌های کوچکتری از گاز از آنها جدا شوند و سپس ستارگان را تشکیل دهنند و پیش سیاره‌ها نیز به نوبه خود پیش قمرها را بوجود آورند و سرانجام پیش ستاره‌ها، ستاره شوند.

### - پیش سیاره و پیش قمرها

پیش سیاره و پیش قمرها نیز پس از آنکه سرد، متراکم و منقبض شدند، به صورت سیارات و اقمار در آمدند تا جایی که مرحله تبدیل پیش ستاره‌ای به ستاره در مورد خورشید ۵ میلیارد سال پیش صورت گرفت. سیارات و اقمار منظومه شمسی نیز اندک زمانی بعد تشکیل شدند.

❖ نظریه‌هایی که عاقبت جهان را پیش بینی می‌کنند:  
نظریه جهان نوسان کننده

مطابق این نظریه ابیساطی که با انفجار بزرگ آغاز شد، بر اثر نیروی گرانش سرانجام متوقف خواهد شد و انقباض را شروع خواهد کرد و مجدداً همه ماده جهان را به آتش‌گوی اولیه باز خواهد گرداند. سپس انفجار بزرگ دوم روی خواهد داد و روند تکامل بار دیگر آغاز خواهد شد. مطابق این نظریه چنانچه جهان سیکلی باشد، فاز ابیساطی آینده از فاز مربوط به سیکل امروزی دوبار بیشتر طولی خواهد بود.



سه حالت برای عاقبت جهان پیش بینی شده است.

## - نظریه جهان پایدار

تصویری که طرفداران این نظریه ترسیم می‌کنند را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- جهان آغاز و انجام ندارد.
- جهان همیشه به صورتی بوده و خواهد بود که اکنون به چشم می‌آید.
- گازها، غبارها و انرژی که ستارگان در پیری از خود دفع می‌کنند، مواد خاصی است که ستارگان جدید از آن بوجود می‌آیند.

## تسخیر جهان

شاید در ده هزار سال بعد، انسان بتواند در مجاورت ستارگان دیگر به حیات خود ادامه دهد، ولی آیا خواهد توانست که جهان را فتح کند؟ کوازارهای کشف شده ده هزار میلیون سال نوری دورند و هزاران میلیون کهکشان در فاصله هزاران میلیون سال نوری قرار دارند. اداره کهکشان سدی است که مسافت و ارتباط ما را محدود می‌کند. با مطالعه کهکشان‌های شناور در فضا و کوازارهای شعله‌ور تها چیزی که یاد می‌گیریم، به فاصله‌های دوردست و تاریخ پیشین جهان مربوط می‌شود. این بخش از زیبایی مسحور کننده اخترشناسی است که به عنوان کهن ترین یادگار گذشته کائنات، اکنون یکی از هیجان‌انگیزترین دوران تاریخ خود را می‌گذراند.

## آغاز هستی و پایان هستی در قرآن کریم

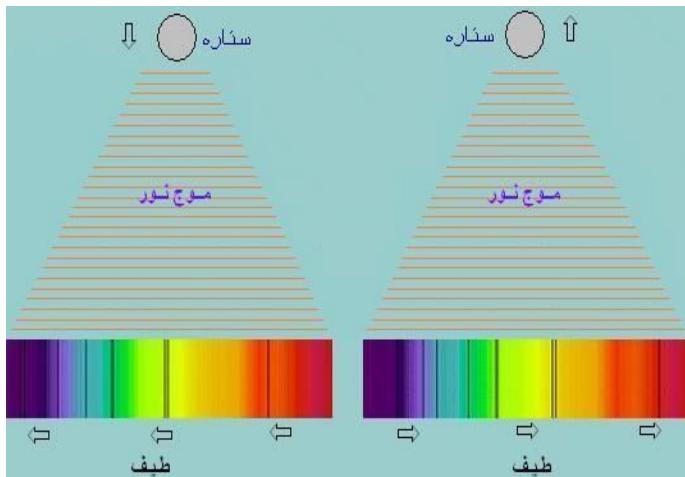
### • آغاز هستی

وَ السَّمَاءُ بَنَيْنَاهَا بِإِلَيْدِ وَ إِنَّا لِمُوسِعُونَ داریات ۴۷

"وفضا راه ما آنرا با نیروی ویژه بنا کردیم، و این ما هستیم که پیوسته آنرا گسترش می دهیم."

نکات آیه:

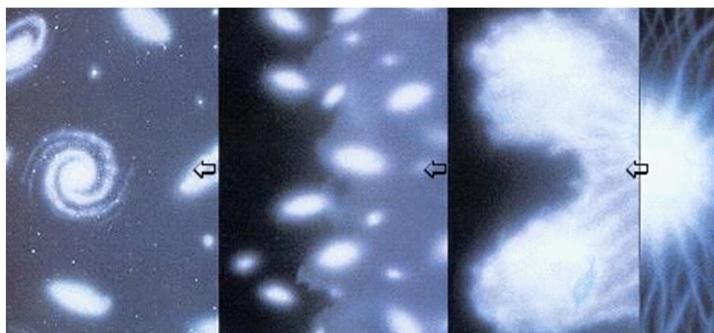
۱. فضا پیوسته در گسترش است:



وقتی منبع نور به طیف نور نزدیک می شود امواج نور آن بهم فشرده می شوند و خطوط سیاه در طیف به طرف رنگ آبی جابجا می شود. وقتی منبع نور از طیف نور دور می شود خطوط سیاه در طیف به طرف رنگ قرمز جابجا می شوند.

وقتی انسان از طیف نور ستارگان کهکشان ها تصویر می گیرد و آنها را با هم مقایسه می کند، می بیند که خطوط طیفی آنها در نظام تجزیه طیفی در جاییکه می باشد باشند نیستند، بلکه به سمت خط قرمز طیف جابجا شده اند. معنی این جابجائی این است که ستارگان پیوسته از ما دور می شوند و این به این معنی است که کهکشان ها پیوسته از ما دور می شوند. و این به این معنی می شود که فضا (یعنی جهان) پیوسته در حال گسترش است. یعنی همان چیزی که آیه گفتہ است.

## ۲. فضا با نیروی ویژه بنا شده است :



"پیوسته در گسترش بودن هستی" به این معنی است که هر چه رو به عقب بر می گردیم نتیجه این می شود که کهکشان ها به هم نزدیک و نزدیک تر می شوند تا اینکه بالاخره همه جرم و انرژی موجود در جهان در یک نقطه به هم می رستند. (قرآن کریم هزاران سال پیش گفته است که هستی در حال گسترش هست و هم اکنون دانشمندان به این بی برد اند) و نتیجه این می شود که همه جرم و انرژی موجود در هستی در ابتدا در یک نقطه متمرکز بوده و ضمن یک انفجار به

هر سو پخش و پراکنده شده و جهان کنونی ما شکل گرفته است. زمان آن انفجار حدوداً ۱۸ میلیارد سال پیش تخمین زده می‌شود. پس از پخش و پراکنده شدن جرم و انرژی اولیه با نیرو (ایا بubarتی با انفجار)، هر یک از سیارات و خورشیدها نیز بنوبه خود با نیرو متولد می‌شوند. به این شکل که ابتدا نیروی جاذبه آغاز به جذب مواد و عناصر بدor خود می‌کند و رفته رفته سیاره یا خورشید بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود و شکل می‌گیرد.

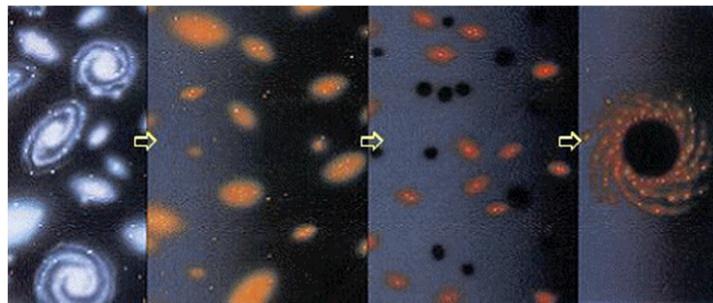
### • پایان هستی

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ  
يَوْمَ نَظُوْنِ السَّمَاءَ كَنْتَى السِّجْلَ لِلْكُتُبِ كَمَا بَذَّلَنَا لَوْنَ خَلْقٍ نُعِيْدُهُ  
النَّبَاءُ ۖ ۱۰۴

"روزی که فضا را مانند پیچاندن طومار نوشتار پیچانده و جمع کنیم، آنرا به همان ترتیب آغاز آفرینش خود باز خواهیم گردانید".

نکات آیه:

۱. فضا (هستی) مانند پیچیده و جمع شدن طومار نوشتار پیچیده و جمع خواهند شد. در آینده (که زمان دقیق آن معلوم نیست ولی میلیاردها سال تخمین زده می‌شود) که کسانها آغاز به پیچیدن طومار گونه به دور خود و بلعیدن اجرام و انرژی خود خواهند نمود، و بعد نیز همدیگر را خواهند بلعید، و در نهایت همه در یک نقطه بلعیده و جمع و متمرکر خواهند شد.

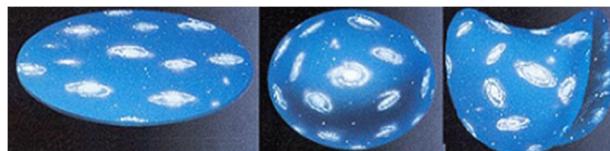


۳. هستی در آغاز خود در یک جا جمع و متمرکز بوده است:

پیچاندن و جمع نمودن هستی و برگردان آن به وضعیت آغازین خود " که آیه از آن صحبت می کند، به این معنی است که جهان (یعنی: همه جرم و انرژی آن) در ابتدا در یک نقطه جمع و متمرکز بوده است. و این چیزی است که انسان در قرن بیستم یعنی ۱۴۰۰ سال بعد از گفته قرآن به آن رسیده است.

۴. شکل هستی:

"به هم جمع شدن دوباره هستی" به این معنی هست که جهان مانند یک بادکنک می ماند که کهکشان ها در سطح آن قرار دارند. در صورتی که بشکل دیگر می بود برنزی گشت. مثلاً اگر مسطح می بود تا ابد به گسترش خود ادامه می داد. (البته در صورت برگشت قانوننمد. و گر نه با اراده خداوند به هر حالتی که باشد برمی گردد.)



چگونه فضانورد شویم؟



## سال اول: آزمون، تمرین، و باز هم آزمون!

اگر بخواهیم از مرحله‌ی مبتدی شروع کنیم ابتدا باید در یک سری آزمون‌های ورودی شرکت نموده تا از لحاظ علمی سنجیده شوید. همچنین باید از آزمایش‌های فیزیکی و بدنه اولیه نیز سربلند درآمد تا توان انجام فعالیت‌های سخت فیزیکی در فضا را داشته باشید. این افراد مبتدی دوره‌ای یکساله را می‌گذرانند تا از بین شان نامزدهایی برای مراحل بعدی انتخاب شود.



## سال دوم و سوم: منتخبین اولیه

کسانی که در این مرحله انتخاب می‌شوند نیازمند فراغیری درس‌هایی هستند که آنها را در فعالیت‌های فضایی باری دهد. به طور کلی از فناوری فضایی و علوم فضایی گرفته تا مهارت‌های پژوهشی اولیه و این که چگونه ایستگاه فضایی کار می‌کند در این سال‌ها تدریس می‌شود. دوره‌های

بی وزنی هم وجود دارد که در قالب کلاس های غواصی در زیر آب و یا بوسیله پرواز های ریز گرانشی تدریس و انجام می شود.



در مرحله بعد کسانی که مراحل اولیه را با موفقیت می گذرانند وارد دوره های پیشرفته می شوند که حدود دو سال یا گاهی بیشتر طول می کشد. در این دوره با دقت بیشتری روی بخش های مختلف ایستگاه فضایی بین المللی کار می کنند. درباره ای آزمایشات علمی ای که قرار است انجام شود بیشتر فراغرفته و با وسائل حمل و نقلی که در فضا استفاده می شود، آشنا می شوند. همین طور در قالب درس مخابرات درباره ای نحوه ارتباط با ایستگاه زمینی مطالعه نموده و به صورت عملی به تمرین ارتباط با ایستگاه زمینی می پردازنند.



### سال های آتی: دوره های پیشرفته



پس از گذراندن این دو دوره و با توجه به فعالیت‌ها و توانایی‌های ایشان، آن‌ها را به مأموریت‌های خاصی که برای شان در نظر گرفته شده ارجاع می‌دهند. در این مرحله آن‌ها یاد می‌گیرند که چگونه با سایر اعضای گروه کار کنند و این که چگونه کارهای خاصی از مأموریت‌های خاص را انجام دهند. در طول تمامی این سال‌ها کلاس‌های درس همچنان ادامه داشته و تمرینات ویژه‌ی عملی نیز ادامه می‌یابد تا فضانوردان برای ارسال به فضا آماده گردند.



### چه دروسی باید خواند؟



اگر دوست دارید بیشتر بدانید تا شما به عنوان یک فرد مبتدی باید چه دروسی را بگذانید می‌توان از علوم زمین‌شناسی، اقلیم‌شناسی، آب‌وهواشناسی، علوم فضایی و مهندسی فضایی باد کرد. به جز این دروس، در این مدت به یادگیری یک زبان به جز انگلیسی هم می‌پردازند. اکثرآ زبان روسی را یاد می‌گیرند تا بتوانند در شرایط خاص با مرکز کنترل روسیه هم صحبت کرده و ارتباط برقرار کنند. امداد پزشکی هم جز درس‌هایی است که در کنار این دروس به صورت عمومی باید آموخته شود.

### چه تمریناتی باید انجام داد؟



به عنوان یک فضانورد، به جز دروسی که در کلاس یاد می‌گیرید باید با انجام تمرینات فیزیکی در شرایط گوناگون جسم و ذهن خود را آماده سازید. این تمرینات در چهار دسته‌ی مختلف انجام می‌شود: ۱) تمرینات بر روی زمین، ۲) درون و روی آب، ۳) در هوا<sup>(۴)</sup> و در حالت معلق (بی‌وزنی).

این تمرین‌ها ممکن است سخت و طاقت‌فرسا باشد. به طور مثال فرض کنید که یخچالی بادکنکی را می‌خواهید با دقت جابه‌جا نمایید. شما بر احتی می‌توانید آن را حرکت دهید، اما به همان مقدار هم برایتان سخت خواهد بود تا آن را از حرکت باز دارید و در موقعیتی دقیق و از پیش تعیین شده قرار دهید. این تمرینات را در پیست‌های بزرگی مانند پیست‌های هاکی بر روی یخ انجام می‌دهند که به راحتی آن اجرام می‌تواند روی شان حرکت کنند و لیز بخورند. شما باید بتوانید آن اجرام را جابه‌جا و کنترل نمایید؛ اجرامی سیار بزرگ‌تر از شما.

### تمرین‌های زمینی



شما باید یاد بگیرید چگونه اجرام خیلی بزرگ را حرکت دهید. شبیه‌سازهایی وجود دارند که شاتل‌های فضایی و ایستگاه بین‌المللی فضایی را شبیه‌سازی می‌نمایند. به این شبیه‌سازها «ماک‌آپ» نیز می‌گویند. سه نوع ماک‌آپ وجود دارد که بسته به نیاز مربوطه برای تمرین انتخاب می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد: ماک‌آپ‌هایی که حرکت می‌کنند، ماک‌آپ‌هایی که ثابت هستند و ماک‌آپ‌هایی که عملیاتی هستند. ماک‌آپ‌هایی متحرک را برای تمرین و شناسایی بیشتر با شرایط فضا و اتفاق‌هایی که در فضا ممکن است رخدده استفاده می‌کنند. در واقع شما در داخل آن‌ها صدائ نویز، حرکت و تصاویری که احتمالاً در فضا ممکن است با آن‌ها برخورد کنید را تجربه می‌نمایید. در آن شرایط عکس‌العمل‌های شما سنجیده می‌شود و تمرین می‌کنید و یاد می‌گیرد که چطور رفتار کنید. از ماک‌آپ‌هایی ثابت برای یادگیری شرایط در ملاقات‌های فضایی و همین‌طور در ماموریت‌هایی که انتقال محموله وجود دارد استفاده می‌شود. به طور مثال در آن‌ها آموزش می‌بینید تا بتوانید با بازوهایی روباتیک کاری به خصوص را انجام دهید. در ماک‌آپ‌های عملیاتی شما یک

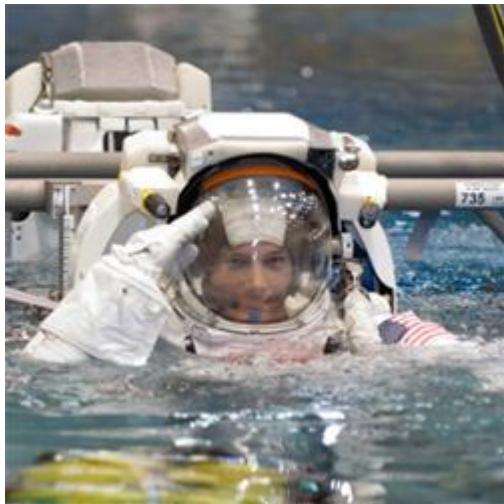
ماک آپ ثابت دارید که در داخل آن یک سری آزمایشگاه‌های فضایی تعییه شده است. با توجه به نقش شما در مأموریتی خاص، شما به عنوان یک فضانورد باید با چگونگی انجام آن عملیات و آزمایشات در ماک آپ‌های عملیاتی آشنا گردید.



تمریناتی هم در اعماق زمین، جایی که تاریکی مطلق و سکوت حکمران است، انجام شده تا فضانوردان برای زندگی در شرایط فضا آماده گردند.

### تمرین‌های آبی

در تمرین‌های آبی شما روی آب (درست همانند شناگرها) حرکاتی را انجام می‌دهید که بیشتر تمرینات فیزیکی هستند برای تقویت فیزیک بدن شما. البته به خاطر داشته باشید که در اکثر تمرینات شما مجبور به پوشیدن لباس فضایی خود نیز هستید و باید خود را برای شرایط اضطراری نیز در آب آماده نمایید.



### تمرین های هواپیمایی



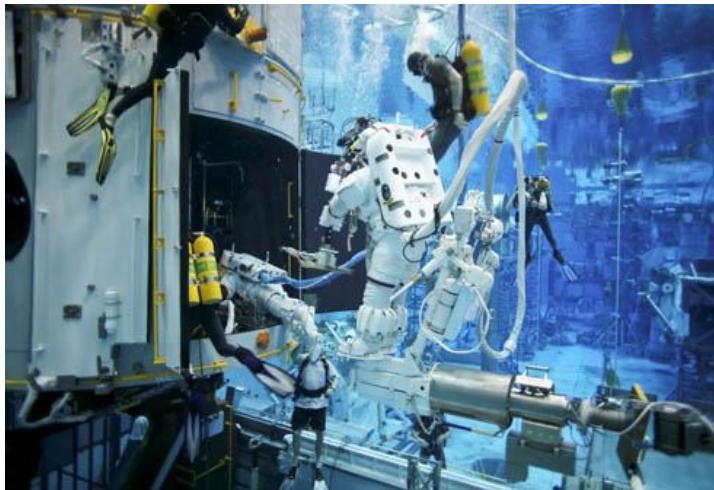
تمریناتی نیز طراحی شده‌اند که در هوا و با هواپیما انجام می‌شود. یکی از معروف‌ترین تمرینات هواپیمایی، پرواز با هواپیما به همراه سایر افراد تیم می‌باشد. این تمرین برای آشنایی و همدلی شما با سایر افراد گروه طراحی شده و روحه‌ی کارگروهی را در شما بالا می‌برد.



تمریناتی هم برای خلبان‌های شاتل‌ها وجود داشته که آن‌ها را برای برخاستن از و فرود بر زمین آماده می‌ساختند. کسانی که در گذشته شاتل‌ها را پرواز می‌دادند و می‌نشانندند می‌بایست حداقل ۱۰۰ بار هواپیماهای آموزشی را فرود آورده باشند.

### تمرین‌ها در شرایط بی‌وزنی

تمرین در شرایط معلق می‌تواند در آب یا هواپیما باشد. اگر در هواپیما باشد همان‌طور که اشاره شد می‌تواند در شرایط ریزگرانشی باشد، یعنی هواپیما بلند می‌شود و سپس در یک ارتفاع خودش را به پایین پرت می‌کند در آن لحظه که حدود ۲۰ تا ۲۵ ثانیه طول می‌شود شما احساس معلق بودن می‌کنید. فضانوردان هواپیمایی که این مانور را انجام می‌دهد را «دباله‌دار تهوع برانگیز» نام نهاده‌اند. چون معمولاً فضانوردانی که برای نخستین بار پرواز در این شرایط را تجربه می‌کنند با تکرار این تمرین دچار تهوع می‌شوند.



شرایط بی وزنی را در آب هم می توانیم ایجاد کنیم. به طور مثال «آزمایشگاه تعليق خنی» در تگراس آمریکا یکی از مکان هایی است که فضانوردان در آن جا این تمرينات را انجام می دهند. آنها لباس های فضانوردی می پوشند و وارد آب می شوند. وزن لباس و نیروی مقاوم آبی که در مقابل آنها قرار می گیرد، شرایطی که در فضا ممکن است برایشان به وجود آید را شبیه سازی می کند و با این کار به طور فیزیکی و ذهنی برای شرایط راهپیمایی های فضایی آشنا می شوند. همچنین در همان شرایط زیر آب تمريناتی را برای آشنایی با سیستم های مخابراتی، تصویری، و نگهداری سیستم های تخصصی که در آن فضا با آن مواجه می شوند انجام می دهند. تمرين با سیستم های روباتیکات نیز بخش مهمی از این سلسله تمرينات زیر آب می باشد.

### چند نوع فضانورد داریم؟



اگر اين پرسش برایتان پیش آمده که آیا همه فضانوردان یکسانند و یا اينکه چند نوع فضانورد داریم، پاسخ اين است که ما دو نوع فضانورد داریم: فضانوردانی که Pilot یا خلبان هستند و فضانوردانی که Mission Specialist یا متخصصان یک ماموریت هستند. فضانوردان خلبان

کسانی هستند که برای پرواز دادن و نشاندن شاتل‌ها و سیستم‌های مشابه استفاده می‌شوند و کسانی هستند که مأموریت را مدیریت می‌کنند. اما متخصصان یک مأموریت عموماً مهندسان پروازی هستند که راهپیمایی‌های فضایی، مأموریت‌های روباتیک و یا همچنین تحقیقات علمی را انجام می‌دهند.

## عجیب ترین نظریه های کیهان شناسی

آیا جهان ما می تواند غشاء شناوری در ابعاد دیگر فضا باشد؟ ماهیت واقعی ماده تاریک چیست؟ بعد چهارم فضا و زمان کجاست؟ چرا هر دو سوی جهان مشابه هم است؟ در این مقاله به برسی ۱۰ تئوری برتر جهان که به عنوان عجیب ترین تئوری های کیهان شناسی برگزیده شده اند خواهیم پرداخت و نگاهی بر این نظریه ها از قبیل تئوری برخوردهای غشایی، جهان های زاینده، بعد چهارم، هستی طلایبی، نفوذ جاذبه، روح هستی، جهان کوچک، نوترون های خنثی، ماتریکس و... خواهیم داشت.

### ❖ برخوردهای غشایی

آیا جهان ما می تواند غشاء شناوری در ابعاد دیگر فضا باشد که مرتباً به جهان های دیگر برخورد می کند؟ بر طبق یکی از نظریه های موجود در تئوری «جهان غشایی»<sup>۱۷</sup> فضا ابعاد زیادی دارد و تا زمانی که جاذبه بر آنها اعمال می شود ما در جهان خودمان که تنها دارای سه بعد می باشد محصوریم. نیل توروک از دانشگاه کمبریج و پاول استاینر از دانشگاه پرینستون نیوجرسی، در ایالات متحده، در حال کار بر روی نظریه چگونگی رخداد بیگ بنگ در زمانی که جهان ما با جهان همسایه برخورد نمود، می باشند. این تصادف ها و برخوردها مرتباً اتفاق می افتد و هر لحظه بیگ بنگ جدیدی را به وجود می آورد. بنابراین اگر این مدل از چرخه هستی درست باشد در واقع هستی ما فناورانه باشند.

<sup>17</sup> braneworld

## ❖ جهان های زاینده

زمانی که مواد در یک حجم فوق العاده کم در مرکز یک سیاه چاله فشرده می شوند یک افجعه بزرگ رخ داده و یک دنیای جدید (new baby universe) متولد می شود. قوانین فیزیکی در نسل جدید متولد شده ممکن است اندکی با والدین متفاوت باشد. این نظریه زاد و ولد هستی توسط لی اسمالین از استیتو پریمر در واٹرلو کانادا ارائه شده است. هستی هایی که سیاه چاله های زیبادی تولید می کنند فرزندان زیادی نیز دارند. بنابراین در آخر جمعیت غالب را به خود اختصاص خواهند داد. اگر ما در جهان نوعی زندگی می کنیم آن جهان باید قوانین و ثابت های فیزیکی ای داشته باشد که تولید سیاه چاله ها را بهترین نحو به انجام برساند. اما هنوز مشخص نشده که آیا جهان ما مشمول این قانون می شود یا خیر!

## ❖ بعد چهارم (فضا-زمان)

یکی از عجیب ترین تئوری های گیتی شناسی این است که بعد چهارم فضا-زمان<sup>18</sup> در واقع ماده فوق العاده هادی ای<sup>19</sup> است که در آن اصطکاک حرکتی برابر با صفر است. طبق نظریه فیزیکدان ها پاچول مازو از دانشگاه کارولینای جنوبی و جورج چاپلین در آزمایشگاه لاورنس لیور مور کالیفرنیا، اگر جهان در حال چرخش باشد بعد چهارم فوق العاده هادی تحت تأثیر گرداب ها قرار گرفته و پراکنده می شود و در واقع این گرداب ها بذر ساختارهایی نظیر کهکشان ها را پختش می کنند. مازو معتقد است که جهان ما از یک ستاره در حال فروپاشی به وجود آمده، در جایی که مواد ستاره ای و فضاهای هادی می توانستند انرژی تاریک (dark energy) تولید کنند. انرژی تاریک در واقع نیرویی است که باعث گسترش هستی می شود.

<sup>18</sup> space-time

<sup>19</sup> superfluid substance

### ❖ هستی طلایی

چرا جهان دارای خصوصیاتی است که حیات را امکان پذیر می سازد؟ تنها با کنار هم قرار دادن چندین ثابت فیزیکی به هیچ ستاره، ماه یا هستی ای که تنها برای یک چشم بر هم زدنی موجودیت داشته باشد نمی رسیم. یک دلیل می تواند اصل انسان دوستی یا anthropic principle باشد. جهانی که به آن نگاه می کنیم باید گرم و غریب نواز و مهریان باشد در غیر این صورت اینجا نخواهیم بود تا آن را نظاره کنیم. اخیراً این نظریه طرفدارانی پیدا کرده چون نظریه تورم<sup>۲۰</sup> بیان می دارد که احتمالاً هستی های نامحدودی وجود دارد و نظریه رشته ای<sup>۲۱</sup> به این نکته اشاره دارد که آنها احتمالاً خواص مختلف و قوانین فیزیکی متفاوتی دارند. اما بسیاری از گیتی شناسان اصل انسان دوستی را به خاطر غیر عملی بودن و بیان احتمالات غیر قابل آزمایش رد می کنند.

### ❖ نفوذ جاذبه

ماده تاریک در واقع یک ماده یا جسم نیست و تنها یک نام گمراه کننده برای رفتار غیرعادی جاذبه می باشد. تئوری MOND (دینامیک نیوتونی تغییریافته) بیان می دارد که جاذبه به سرعتی که تئوری های کنونی پیش بینی می کنند از بین نمی رود. این جاذبه قوی تر می تواند با در کنار هم قرار دادن کهکشان ها و خوشه ها نقش ماده تاریک را ایفا کند. در غیر این صورت این ها از هم پاشیده خواهند شد. فرم جدید برای نظریه ماند (MOND) که با نظریه نسبیت همکوایی دارد حروف های جالبی برای گفتن دارد. اما احتمالاً با الگوی نقطه ای میکروطول موج های پس زمینه ای سازگاری ندارد.

<sup>20</sup> theory of inflation

<sup>21</sup> string theory

### ❖ روح هستی

سه رمز گیتی شناسی مدرن را می توان در یک روح جمع نمود. پس از پذیرفتن قانون کلی نسبیت انیشن گروهی از فیزیکدان‌ها یک ماده عجیبی به نام «روح همچگال»<sup>۲۲</sup> از تئوری جدیدشان ارائه دادند. این ماده می‌تواند نیروی جاذبه-دافعه‌ای را برای کنترل گسترش جهان در بیگ بنگ تولید کند این درحالی است که افزایش شتاب آرام تری را موجب می‌شود که به انرژی تاریک نسبت می‌دهند. به علاوه اگر این ماده لغزنده تجمع یابد می‌تواند ماده تاریک را به وجود آورد.

### ❖ جهان کوچک

الگوی نقطه‌ای در پس زمینه‌ی میکروطول موج‌های جهان داری نقص مشکوکی می‌باشد. به طوری که به طرز شکفت انگیزی نقطه‌های بزرگی در پس زمینه وجود دارد. یک توضیح قابل قبول این است که جهان کوچک است، آنقدر کوچک که اگر به زمان تولید پس زمینه میکرو طول موج‌ها بازگردیم هستی نمی‌توانست آن لکه‌های بزرگ را نگه دارد.

### ❖ چرا هر دو سوی جهان مشابه هم است؟

این یک معماست چون چیزهای قابل رؤیت در هستی هرگز قابل دسترس نبوده حتی اگر به اوایل بیگ بنگ نیز برگردیم، به زمانی که این مناطق خیلی به هم نزدیکتر بودند، نور نیز زمان کافی برای رسیدن به نقطه‌ای دیگر را نداشت. حتی زمان برای توازن دما و غلظت هم کافی نبود. اما الان این توازن برقرار است. اما یک راه حل این است: حرکت نور در گذشته بسیار سریع تر از اکنون بوده است! اما برای عملی کردن این راه حل به یک بازنگری اساسی و کلی در مورد تئوری نسبیت انیشن احتیاج است.

---

<sup>22</sup> ghost condensate

### ❖ نوترون های خنثی ❖

ماده تاریک از اجزای دافعی تشکیل شده - نوترون های خنثی<sup>۲۳</sup> - و تنها تحت تاثیر جاذبه بر یکدیگر اثر می گذارند و این امر آنها را غیر قابل شناسایی می سازد. اما حتماً باید خواص درستی داشته باشند تا ماده تاریک گرم بوده و با سرعت چندین کیلومتر در ثانیه حرکت کنند. این نوترون های خنثی می توانند در شکل گیری ستارگان و سیاه چاله ها موثر باشند.



آیا بعد چهارم فضا-زمان واقعاً یک ماده فوق العاده هادی است که با گردابهای در حال چرخش به اطراف پراکنده شده است؟

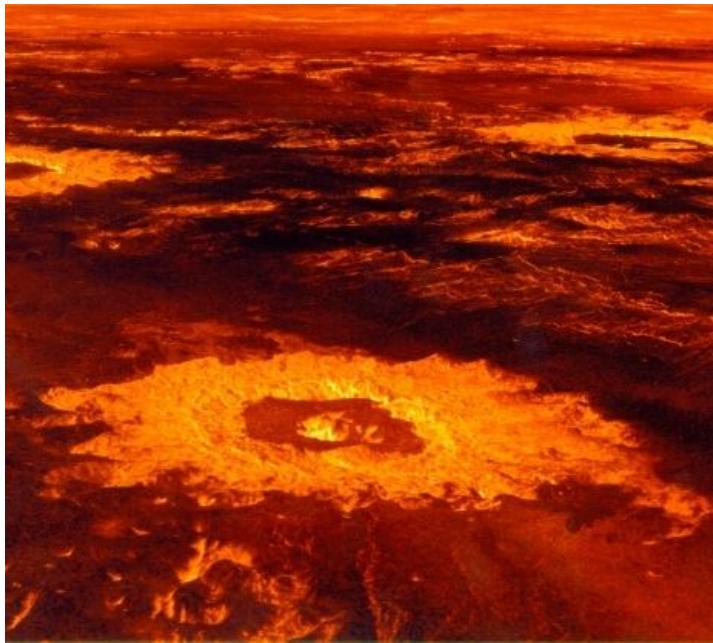
---

<sup>23</sup> sterile neutrinos

## بدترین مکان‌هایی که می‌توانید در آنها زندگی کنید

توجه: به جز تصویر سیاره ناهید که با پردازش رایانه‌ای اطلاعات رادار فضایی‌مای مژلان تهیه شده، بقیه تصاویر یا ترئینی یا تصویرسازی طراحان است.

❖ ناهید



سیاره ناهید هم از نظر فاصله با زمین (بین ۳۸ تا ۲۶۱ میلیون کیلومتر) و هم از نظر اندازه (۹۵ درصد اندازه زمین) به زمین شباهت زیادی دارد. تا اوایل قرن بیستم نیز اخترشناسان گمان می‌کردند که این سیاره ممکن است مأمن حیات باشد. اما در واقعیت، شرایط این سیاره به گونه‌ای است که استیو تافته فیزیکدان از آن به عنوان «مصدق عینی توصیف دانه از جهنم» نام می‌برد. تعداد

آتشفشنان‌های این سیاره از تمام سیارات منظومه شمسی بیشتر است، و بخش اعظم سطح آن را گدازه‌های آتشفشنانی پوشانده‌اند. فشار جو در سطح این سیاره به گونه‌ای است که گویا شما در عمق ۸۰۰ متری اقیانوس قرار دارید، و میانگین دمای این سیاره نیز بیش از ۴۶۰ درجه سلسیوس است که برای ذوب شدن سرب کفایت می‌کند. فراتر از تمام اینها، ناهید با ابر ضخیمی از اسید سولفوریک احاطه شده که ماده‌ای به شدت خورنده است، و غلظت دی‌اکسید کربن جو آن نیز ۹۶ درصد است.

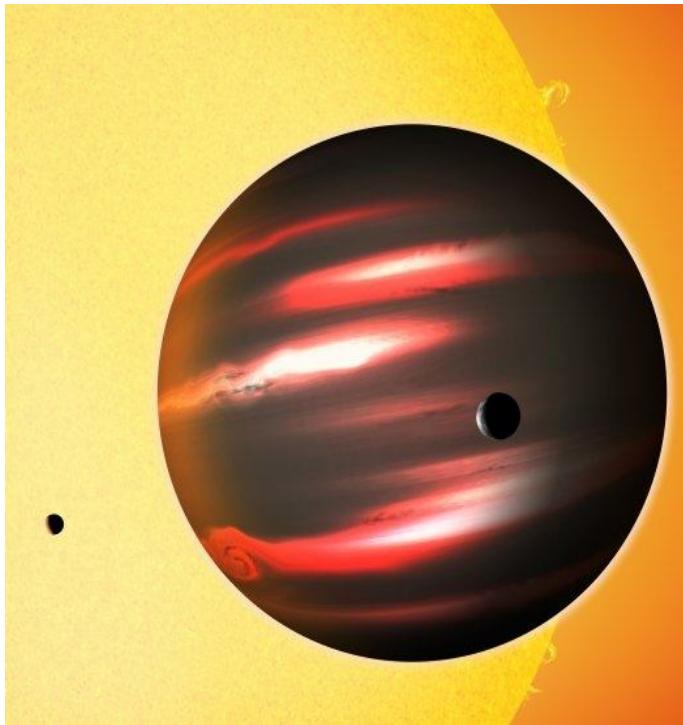
دانشمندان گمان می‌کنند که شرایط ناهید محصول مستقیم اثر گلخانه‌ای لجام گسیخته است، شرایطی که در آن خودتنظیمی چرخه کربن از کنترل خارج می‌شود. به عقیده آنان، میلیون‌ها سال قبل دمای زهره به میزان کافی بالا رفت که باعث تبخیر آب شود. بخار آب گازی گلخانه‌ای است؛ و هر چقدر که آب بیشتری تبخیر می‌شد، سیاره فقط گرم‌تر می‌شد. زمانی که شرایط از آستانه حدی عبور کرد، حالت «اثر لجام گسیختگی» به وجود آمد که در آن خودتنظیمی سیستم به هم میریزد. نتیجه کار شرایط وحشتناک برای حیات است که امروزه روی این سیاره مشاهده می‌کنیم.

COROT-7b ♦



باران در سیاره COROT-7b اصلاً چیز خوشایندی نیست؛ چرا که از آسمان سنگ می‌بارد. اما شرایط حتی از این هم بدتر است: COROT-7b که در فاصله ۴۸۹ سال نوری از زمین قرار دارد و اندازه آن نیز حدود ۱,۵ برابر زمین است، حدود ۲۵۰ درجه سلسیوس حرارت دارد. این سیاره به حدی به ستاره مادر خود نزدیک است که یک گردش کامل آن به دور ستاره تنها ۲۰ ساعت زمینی طول می‌کشد. سطح این سیاره به احتمال فراوان مخلوطی از آتششان، گدازه و صخره است.

TrES-2b ♦



این سیاره حدود ۷۵۰ سال نوری از زمین فاصله دارد، و به نوعی سیاره‌ای شیطانی محسوب می‌شود. اطلاعات چندان زیادی درباره این سیاره در دست نیست، چرا که اصولاً این سیاره تاریک‌ترین سیاره فراخورشیدی است که تا کنون کشف شده است: با چهره‌ای سیاه‌تر از زغال، این سیاره تنها ۱ درصد نور را بازتاب می‌کند. دانشمندان دقیقاً نمی‌دانند که چه عاملی باعث این تیرگی است، اما حدس می‌زنند که موضوع باید به دلیل فق酣 ابرهای بازتابنده و یا وجود مواد شیمیایی جاذب نور در جو سیاره باشد. این حقیقت که سیاره تاریک است، لزوماً به معنای سرد بودن آن نیست. درحقیقت نور اندکی که این سیاره از خود بازتاب می‌کند، درخشش قرمز کمرنگی شبیه به تابش اجاق برقی است که البته بر اساس تخمین‌ها دمایی معادل ۹۸۰ درجه سلسیوس دارد.

## WASP-12b ♦



در فاصله ۱۱۰۰ سال نوری از زمین، سیاره WASP-12b توسط ستاره‌اش در حال از هم دریده شدن است. مدار این سیاره به اندازه‌ای نزدیک به خورشیدش است که به دلیل اثرات کشنده سیاره مادر، جو بالایی این سیاره با نرخ سالانه ۲۰۰ میلیون میلیارد تن در حال خارج شدن از آن است. در اثر این پدیده، سیاره به توب تخم مرغی شکلی از کربن فوق داغ تبدیل شده است. جیمز لیسا، متخصص سیاره‌شناسی معتقد است که در اعماق این سپر آشفته، این سیاره مشتری‌مانند ممکن است دارای صخره‌هایی باشد که از گرافیت و یا حتی الماس ساخته شده‌اند.

### Kepler-16b ❖



با اندازه‌ای برابر زحل، اگر روی این غول گازی سرد که ۲۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد ایستاده باشید و به غروب خورشید بنگرید، ممکن است گمان کنید چشمانتان دوتا می‌بینند. دلیلش هم این است که این سیاره هر ۲۲۹ روز، واقعاً به دور دو ستاره می‌گردد. اما برخلاف همزاد خود در سری فیلم‌های جنگ ستارگان، سیاره تاتوئین، این سیاره به هیچ وجه میزبان مناسبی برای حیات نیست. با دمایی به اندازه منفی ۸۵ درجه سلسیوس، این سیاره برای میزانی جیات بیش از حد سرد

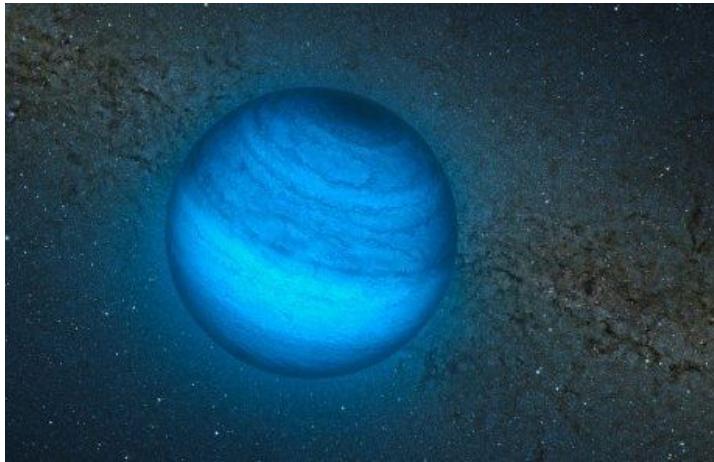
است؛ اما نتایج تحقیق سال گذشته نشان می‌دهد که یکی از قمرهای آن (البته اگر قمری داشته باشد) قادر است جوی همانند جو زمین را در خود نگاه دارد.

### Kepler-10b ♦



اگر شما یک شب را روی سیاره Kepler-10b در فاصله ۵۶۰ سال نوری از زمین بگذرانید، صبح که از خواب بر می‌خیزید یک سال پیزتر شده‌اید! این بدان خاطر است که این سیاره ۱۵۰۰ درجه سلسیوسی هر ۲۰ ساعت یکبار به دور ستاره‌اش می‌گردد. تصور می‌شود که این ابرزمین صخره‌ای (نامی که به دلیل اندازه ۱,۴ برابری اش نسبت به زمین و جرم تقریباً ۵ برابری سیاره ما کسب کرده است) دارای سطحی از گدازه مذاب باشد که برای ذوب آهن به اندازه کافی داغ است.

## CFBDSIR2149 ♦



سیاره CFBDSIR2149 که اواخر سال ۲۰۱۲ / ۱۳۹۱ کشف شد، ۱۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و سیاره‌ای افسرده و اندوهناک به شمار می‌رود. ماجراهی این سیاره حتی از پلوتو (که در طبقه‌بندی جدید دیگر سیاره به حساب نمی‌آید) هم غمناک‌تر است. نخست اسم عجیب این سیاره است که بدون رودربایستی «چرنده» است! اما بدتر این است که دانشمندان عقیده دارند این سیاره یک کوتوله قهقهه‌ای است، و یا اینکه سیاره‌ای آواره و بی‌خانمان به شمار می‌رود. اگر این سیاره یک کوتوله قهقهه‌ای باشد به این معناست که سیاره قرار بود ستاره باشد، اما به دلیل جرم اندکش همچو شیوه‌ای در آن شکل نگرفت. اگر این سیاره یک سیاره ولگرد یا «یتیم» باشد، به این معناست که این سیاره اگرچه به شکلی معمولی به دور ستاره‌اش تشکیل شده است، اما به دلیلی نامعلوم از مدار خود خارج شده است و اکنون در میانه فضا سرگردان است. اگر همه اینها هم برای حساب کردن این سیاره به عنوان مکانی نامناسب برای سکونت کفایت نمی‌کند، بهتر است بدانید که دمای آن حدود ۴۳۰ درجه سلسیوس است.

### Kepler-7b ♦

این توب آشین هیدروژن و هلیوم اگرچه ۱,۵ بار از مشتری بزرگ‌تر است، اما کمتر از نصف این سیاره جرم دارد. ضریب بازتاب سطحی این سیاره نیز ۰,۳۸ است؛ عددی چنان غیرعادی که باعث شد دانشمندان کاشف آن تصور کنند مرتکب اشتباه شده‌اند. ژان میشل ذرت اختفیزیکدان می‌گوید: «از زمانی که ما یافتن سیارات فراخورشیدی را شروع کردیم، متوجه شده‌ایم که چه تنوع زیادی آن بیرون وجود دارد.» درخشندگی این سیاره کوکننده است و دمای ۱۵۰۰ درجه سلسیوس آن نیز همچون کورهای سوزان است.

### Kepler-13b ♦

به گفته جیمز لیسار، زندگی روی سیاره Kepler-13b بیشتر شبیه این است که دارید روی تئور راه می‌روید، با این تفاوت که چیزی وجود ندارد که بتوانید روی ن قدم بگذارید! همانند سایر سیارات ابر-مشتری، Kepler-13b قادر سطحی سفت و پیوسته است. در عوض، لاپهای این سیاره از گاز داغ و گردابهای ساخته شده است که دمای متوسط آنها ۲۹۸۴ درجه سلسیوس است؛ درجه حرارتی که این سیاره را به یکی از داغترین سیارات فراخورشیدی کشف شده مبدل می‌کند.

HD 189773b ♦



HD 189773b ♦

شاید سیاره HD 189773b که در فاصله نسبتاً نزدیک ۶۳ سال نوری از زمین قرار دارد، بسیار زیبا و زمین‌مانند به نظر رسد؛ اما واقعیت چیز دیگری است. دمای سطح این سیاره حدود ۱۰۰۰ درجه سلسیوس است، و در آنجا از آسمان شیشه‌می‌بارد.

تصویر می‌شود که رنگ آبی سیاره به دلیل وجود ذرات سیلیکات در جو آن است، که باعث پراکندگی نور آبی می‌شود. به دلیل دمای سطح سیاره، این ذرات به شکل شیشه چگالش می‌یابند؛ خرد شیشه‌هایی که سپس بر اثر بادهای ویران‌کننده ۷ هزار کیلومتر بر ساعت سیاره در جو آن به پرواز در می‌آیند.

## منابع

### کتاب

- ۱ کیهان در مزه‌های فضا و زمان، دکتر اریک اوبلاکر، ترجمه‌ی بهروز بیضایی، کتاب های بنشته، ۱۳۸۱.
- ۲ ماه و اقمار منظومه‌ی شمسی، دکتر اریک اوبلاکر، ترجمه‌ی بهروز بیضایی، کتاب های بنشته، ۱۳۸۱.
- ۳ شناخت مبانی نجوم ۱، منصور ملک عباسی، انتشارات مدرسه، ۱۳۸۲.
- ۴ شناخت مبانی نجوم ۲، حمیدرضا گیاهی یزدی، انتشارات مدرسه، ۱۳۸۳.
- ۵ حیات در کیهان، مونیکا گریدی، ترجمه‌ی محمد رحیمی، انتشارات سبزان، ۱۳۹۱.
- ۶ مقدمات کیهان شناسی، شهرام طالعی، تهران، آسمان شب، ۱۳۹۱.

### نشریات

- ۱ علوم نوین، نجوم، سال چهارم، شماره ۱۵، ماهنامه علمی، خرداد ۱۳۸۵

### سایت‌های نجومی

- ۱ دانشنامه‌ی ویکی پدیا
- ۲ دانشنامه‌ی رشد <http://daneshnameh.roshd.ir>
- ۳ <http://nojumy.blogfa.com>
- ۴ <http://nojum4.blogfa.com>
- ۵ <http://www.noojum.com>
- ۶ <http://www.khabaronline.ir>
- ۷ <http://vahdane.mihanblog.com>
- ۸ <http://www.nojavanha.com>

<http://www.beytoote.com> -۹

<http://www.nojuomfaza2009.blogfa.com> -۱۰

<http://www.haftaseman.ir> -۱۱

<http://miraclesofthequran.persianblog.ir> -۱۲

[s.moezzi@vatanmail.ir](mailto:s.moezzi@vatanmail.ir)

