ماهنامه نجـومی

ساروس

سال چهارم/ شماره ۴۸/ مرداد ۱۳۹۷

www.SAROS.ir

ماده تاریک و نقش آن در جهان

در جست‌وجوی شوالیه تاریکی

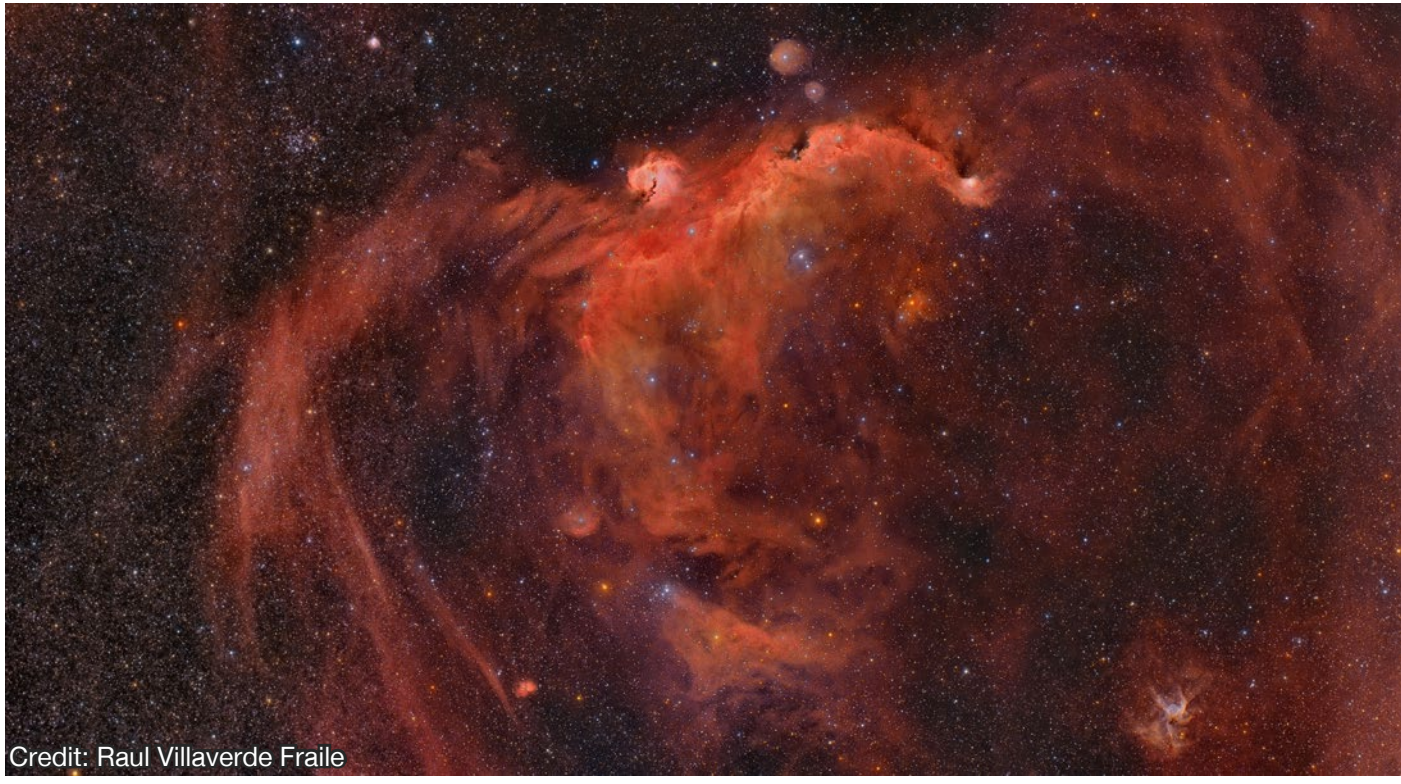
ماهی پر از شهاب / در آسمان
رخدادهای نجومی مرداد ماه

سیاهچاله (قسمت دوم) / بُعد پنجم
یک داستان علمی تخیلی

مرگ بزرگ / حیات در کیهان
نگاهی به کشنده‌ترین انقراض گروهی

به‌نام خالق

THE GRACE



Credit: Raul Villaverde Fraile

سحابی‌های مرغ دریایی و اردک

این سحابی‌ها که فقط ۷ درجه از آسمان شبِ سیاره‌ی زمین را می‌پوشانند، در محدوده‌ی صورت‌فلکی سگ بزرگ قابل‌مشاهده هستند. مرغ دریایی (بالای تصویر) از دو سحابی نشری تشکیل شده که سحابی روشن‌تر یعنیNGC-۲۳۲۷ سر مرغ و سحابی گسترده‌تر یعنی IC-۲۱۷۷ بال‌هایش را تشکیل می‌دهند. سحابی اردک (پایین تصویر) نیز با نام علمیNGC-۲۳۵۹ شناخته می‌شود.

ساروس ۲۸ تقدیم می‌شود به:

جاستین خوری

Justin Khoury

ساروس را در توییتر دنبال کنید!

https://twitter.com/SarosTeam

ساروس، هیچ مسئولیتی در قبال محتوای آگهی‌های منتشر شده در نشریه، ندارد.
ماهنامه **ساروس** به‌صورت رایگان منتشر می‌گردد و تمام اعضای آن، به‌صورت داوطلبانه فعالیت می‌کنند.

SAROS 28
July 2018
ساروس
ماهنامه الکترونیکی نجومی ساروس
شماره ثبت ۷۸۳۵۵
سال چهارم - شماره ۲۸
مرداد ۱۳۹۷
www.saros.ir

صاحب امتیاز و مدیرمسئول: اتابک آکسون
سردبیر: شیرین شاطرزاده
دبیر اجرایی: میثم علی‌پور

تیم ویراستاری:
ویراستاران ادبی: بیتا کریمی‌فر، مریم حیدری
ویراستاران علمی: گلبرگ بنی‌جمالی، علی عباسی، آزاده ایرانی، احسان یوسفی

تیم طراحی و گرافیک (Sarophics):
دبیر هنری: مریم عزیزمحسنی
صفحه آرا و گرافیست: محمدحسن مرادأف
مریم عزیزمحسنی، مریم زارعیان
گرافیست: مهدی عبدالهی
دبیر عکس: امیررضا کامکار
عکاس: نیما اسدزاده

تیم فنی:
مدیر وب‌سایت: سید محمدحسین خلیلی
مدیا: هادی آقایی
گوینده: بیتا کریمی‌فر

تحریریه:
دبیر تحریریه: طلیعه محمدی
اعضای تحریریه:
مریم زارع، مهرسا لطانی، بابک عباس‌زاده، محمود میاحیون، میلاد طوسی، صادق قره‌قانی، امین بشیری، پیمانه ملازاده، اصلان ظهیری، رضا ماه‌منظر، مریم انصاری، آزاده ایرانی، شیرین شاطرزاده

همکاران این شماره:
طناز محمدی، احسان یوسفی، علیرضا صادقی، حامد پارسائیان

دبیر روابط بین‌الملل: سعید جعفری
مسئول انتشار: ساناز محمدی

تصویرگر جلد: مریم عزیز محسنی

امید و **حامد** عزیز تولدتان مبارک :)

وب‌سایت مجله: www.saros.ir
روابط عمومی: ۰۹۳۷۲۷۹۹۹۶۰ (مهرسا لطانی)
ایمیل اشتراک و درج آگهی: saros.magazine@gmail.com
اینستاگرام: @SarosTeam
کانال تلگرام: @SarosTeam
اکانت ارتباطی تلگرام: @SarosPr
توییتر: @SarosTeam
کانال آپارات: www.aparat.com/sarostv

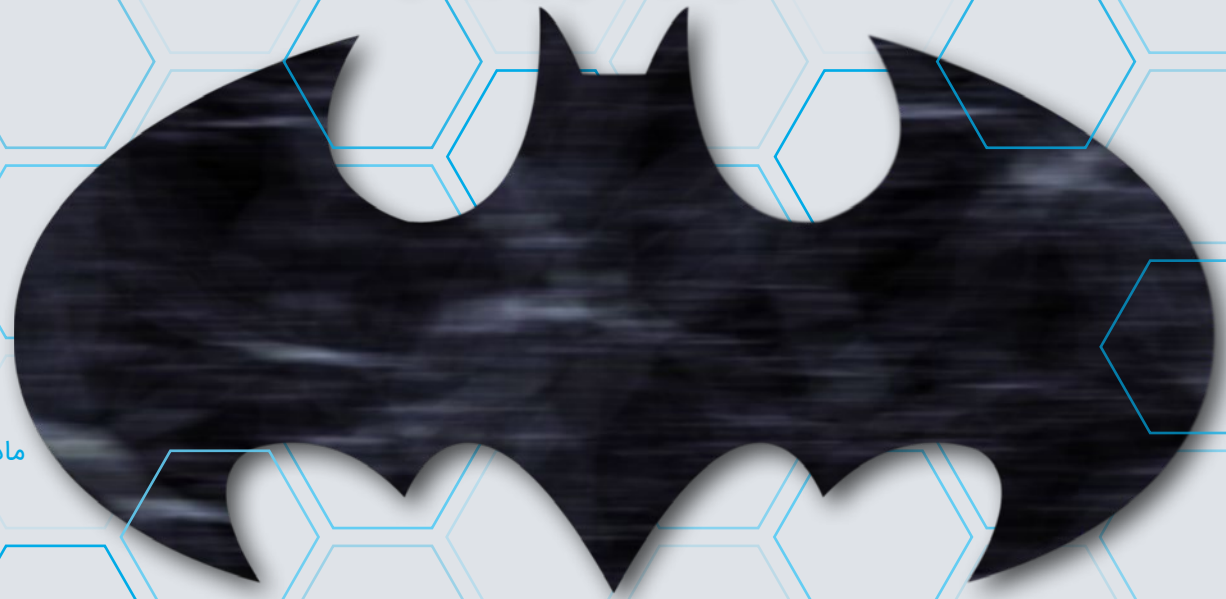
ساروس را در اینستاگرام دنبال کنید!

https://www.instagram.com/sarosteam/

پـــرده دوم:

در جست‌وجوی شوالیه تاریکی

ماده تاریک و نقش آن در جهان



پیش‌پرده /۳۵
رد پا /۳۶
ماده‌ای راز آلود /۳۷
ردپای تاریکی /۴۰
نامزدهای ماده‌ی تاریک /۴۴
در جستجوی تاریکی /۴۸
ماده تاریک و نقش آن در کیهان‌شناسی و اخترشناسی /۵۵
کیهان‌شناسان بر سر دوراهی /۶۳

◄ سرمقاله / ۹
◄ اخبار / ۱۰
▼ شمارش معکوس
به دنبال زیرخاکی‌های مریخ! / ۱۵
▼ حیات خلوت
حلقه‌ای در چنگ آسمان / ۲۲

▼ What's Up?
گردشگری با طعم پول / ۲۵
▼ حیات در کیهان
مرگ بزرگ / ۲۸
▼ فضاتوگراف
Hidden Figures (چهره‌های پنهان) / ۶۸

▼ بُعد پنجم
سیاهچاله (۲) / ۷۶
▼ ترین‌های نجومی
فاتحان بی‌نهایت / ۶۴
▼ در آسمان
آسمان در مردادماه ۱۳۹۷ / ۸۴

◄ آینه / ۹۰
◄ صفحه آخر / ۹۱
◄ ساروس چیست؟ / ۹۲

در هر صفحه با این دکمه، می‌توانید به فهرست برگردید...

سرمقاله

شیرین شاطرزاده

این چند خطِ پرماجرا

حدود یک سال پیش بود که برای اولین بار در عمرم متنی تحت عنوان «سرمقاله» نوشتم. یادم می‌آید چقدر نوشتنش برایم هیجان‌انگیز بود و چقدر می‌خواستم یک سرمقاله‌ی عالی از آب دربیاید. چندین ساعت را صرف نوشتن چند پاراگراف کردم و درنهایت داستان کوتاهی نوشتم که شرح بخشی از زندگی خودم بود.

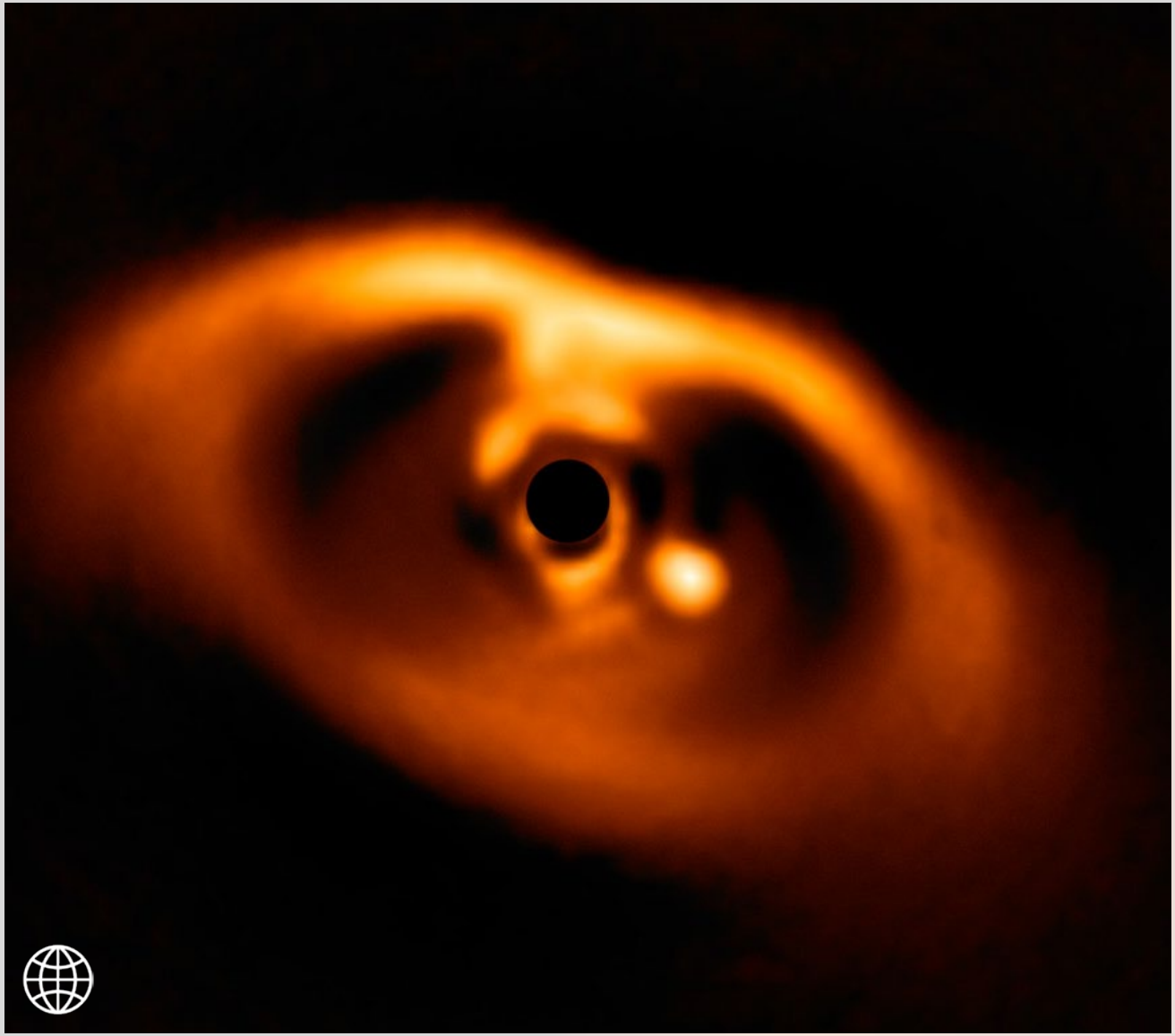
از آن زمان این صفحه به‌نوعی به دفتر یادداشت شخصی من تبدیل شده است تا به کمک آن بخشی از خاطرات و آرزوهایم را با شما به اشتراک بگذارم.

سایر صفحه‌های ساروس حاصل پخته‌شدن ایده‌هایی هستند که بارها و بارها میان اعضا موردبحث قرار می‌گیرند. این صفحه اما حیاط‌خلوتی شخصی است که وظیفه‌ی رسیدگی به آن تنها بر عهده‌ی خود من است. هر بار که نوبت نوشتن سرمقاله می‌رسد افکارم را مرتب می‌کنم تا بتوانم بهترین آن‌ها را در اینجا بیاورم.

یک سال است که خواننده‌ی دغدغه‌های شخصی من در این صفحه هستید. چشم‌به‌راه همراهی سبزتان در یک سال آینده نیز هستیم!

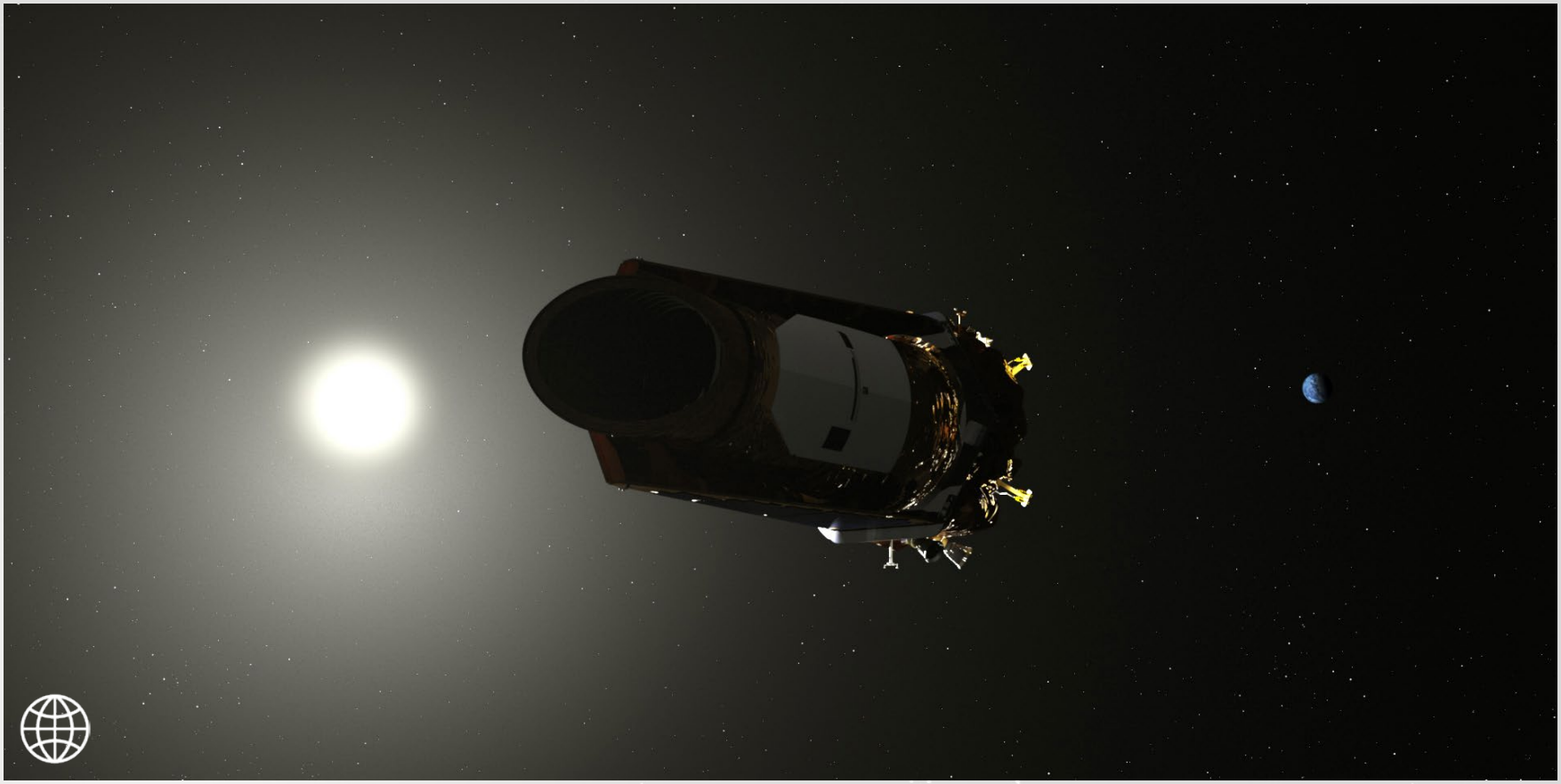
اخبار

حامد پارسابیان



اولین تصویر از یک سیاره‌ی در حال تولد

ستاره‌شناسان موسسه‌ی ماکس پلانک با استفاده از تلسکوپ بسیار بزرگ اروپا (VLT) و مطالعه‌ی ستاره PDS70 با فاصله‌ی ۳۷۰ سال نوری، موفق شدند اولین تصاویر از یک سیاره‌ی در حال تولد را مشاهده کنند. در این تصویر نور ستاره توسط ابزار SPHERE حذف شده است تا امکان مشاهده و مطالعه‌ی دقیق‌تر ابر گازی اطراف آن فراهم شود. مشاهده‌ی یک شکاف در صفحه‌ی گازی اطراف این ستاره به این معنی است که در مدار اطراف ستاره جرمی به اندازه‌ی کافی بزرگ وجود دارد که گرانش آن باعث جذب مواد به سمت خود شده است. درواقع جرم زرد و نارنجی محو در سمت راست ستاره، تصویر یک سیاره‌ی در حال تولد است. سیاره PDS ۷۰b برخلاف اندازه‌ی کوچک تصویر، هفده برابر مشتری جرم دارد و چیزی حدود ۱۲۰ سال زمان لازم دارد تا مدار خود به دور ستاره‌ی مادر را تکمیل کند.

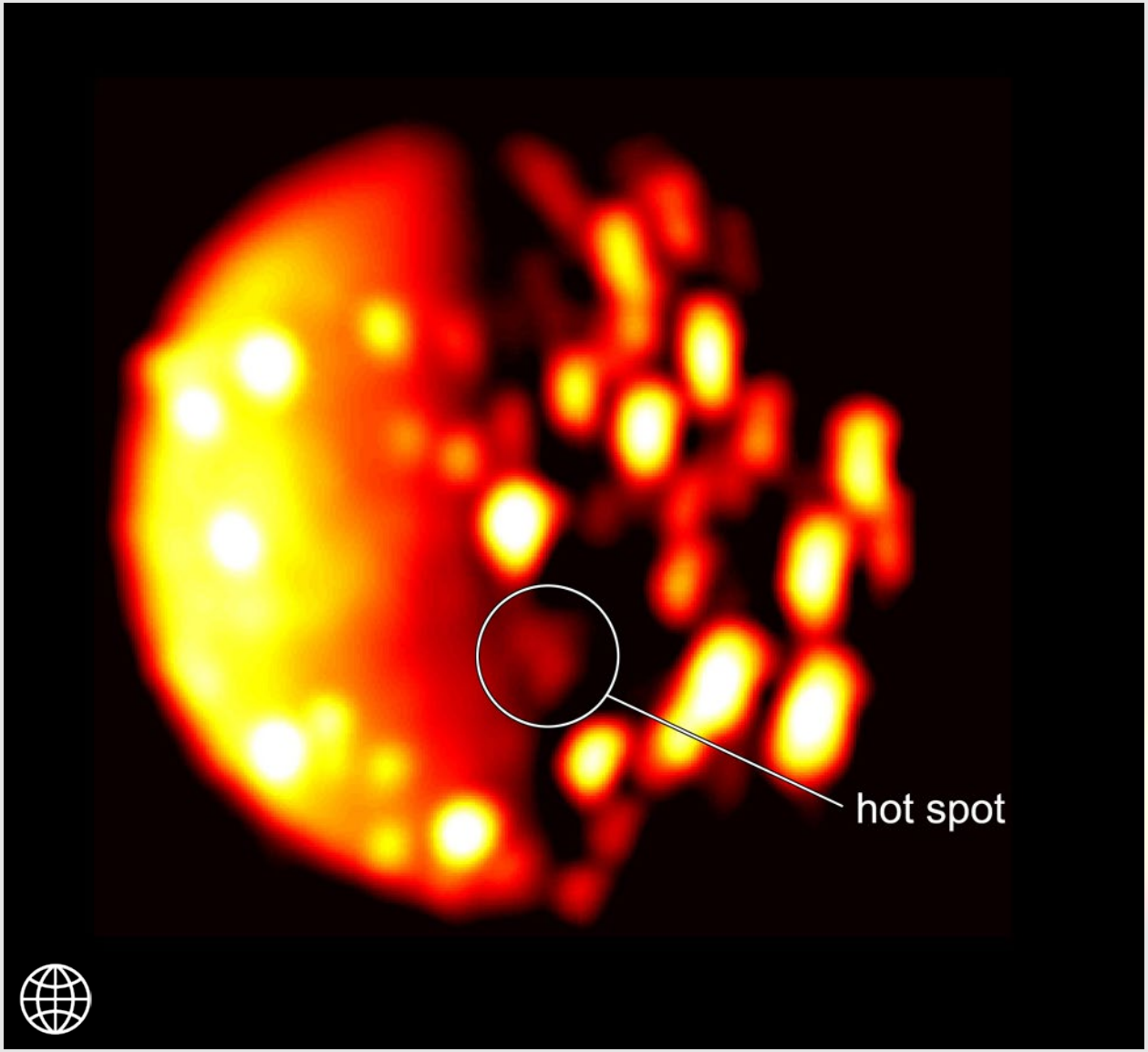


آخرین استراحت کپلر

گروه کنترل فضاپیمای کپلر اطلاعاتی دریافت کرده‌اند که نشان می‌دهد سوخت فضاپیما رو به اتمام است؛ بنابراین ناسا فضاپیما را در حالت استراحت یا حالت ایمن بدون مصرف سوخت قرار داده تا مقدمات لازم برای دریافت اطلاعات جمع‌آوری‌شده طی مأموریت هجدهم کپلر را فراهم کند. زمانی که دریافت اطلاعات کامل شد، کپلر نوزدهمین و آخرین مأموریت خود را با سوخت باقیمانده آغاز خواهد کرد.

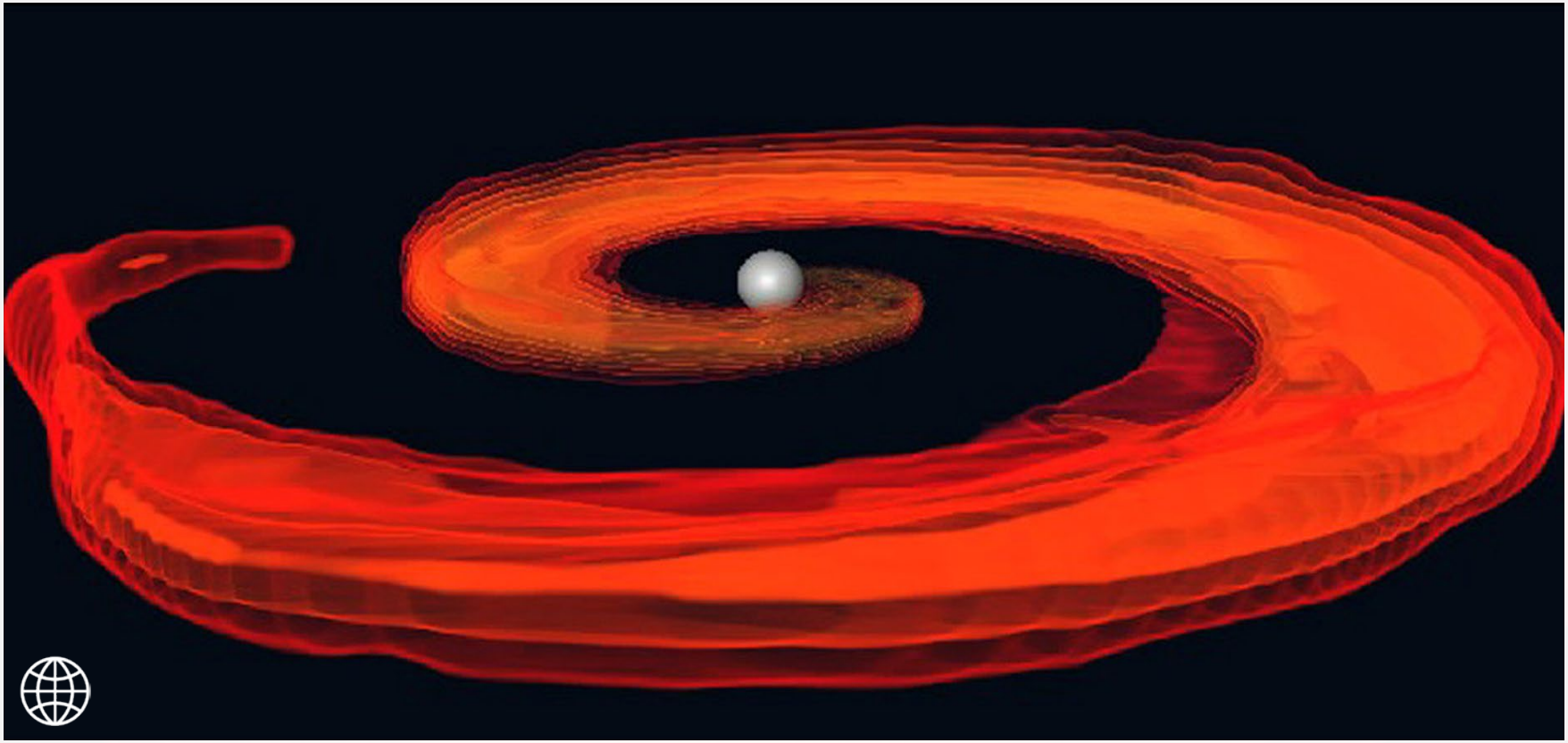
اژدهای سرنشین‌دار اسپیس ایکس در آستانه‌ی پرواز

کپسول سرنشین‌دار دراگون که برای فرستان فضانوردان به فضا طراحی شده است، با به پایان رساندن آخرین آزمایش‌های خود، در محفظه‌ی حرارتی تحت خلأ از پایگاه پلام بروک واقع در اوهایو به فلوریدا ارسال شده تا برای اولین پرواز آزمایشی بدون سرنشین خود آماده شود. زمان دقیق این پرتاب تاکنون اعلام نشده است؛ ولی با توجه به برنامه‌ی زمانی ناسا، دراگون در بازه زمانی اواسط مرداد تا اواسط شهریور اولین پرواز خود را انجام خواهد داد. انتقال کپسول به فلوریدا درست زمانی انجام شد که دولت فدرال در گزارشی از احتمال قطع شدن دسترسی فضانوردان به پایگاه فضایی پس از اتمام قرارداد ناسا با سازمان فضایی روسیه برای استفاده از کپسول سایوز، ابراز نگرانی کرده بود. علاوه بر اسپیس ایکس شرکت بوئینگ هم در سال جاری کپسول فضایی سرنشین‌دار خود را آزمایش خواهد کرد.



کشف جدید جونو، این بار برای آیو

داده‌های ابزارِ نقشه‌بردارِ فروسرخ مشتری (JIRAM) که از کاوشگر جونو دریافت شده، آتش‌فشان جدیدی را در نزدیکی قطب جنوب آیو -قمر کوچک سیاره‌ی مشتری- نشان می‌دهد. این نقطه‌ی سوزان که در نقشه‌های پیشین مشاهده نشده است از نزدیک‌ترین آتش‌فشان کشف‌شده در آیو ۳۰۰ کیلومتر فاصله دارد؛ بنابراین احتمال حرکت گدازه‌ها از مکان دیگری به این نقطه بدون کاهش قابل‌توجه دما بسیار پایین است. این داده‌های فروسرخ در آذر ۹۶ و از فاصله ۴۷۰۰۰۰ کیلومتری از قمر آیو جمع‌آوری شده‌اند.



یک برخورد کیهانی نادر، کلید تخمین دقیق سن عالم

یک برخورد کیهانی نادر می‌تواند بهترین شانس ستاره‌شناسان برای کشف سن دقیق جهان باشد. در حال حاضر فیزیک‌دان‌ها دو راه برای سنجش نرخ انبساط جهان پیش روی خود دارند که هر دو راهکار کاملا دقیق است؛ اما پاسخ‌های به‌دست‌آمده با یکدیگر همخوانی ندارد! عددی که از آن به‌عنوان ثابت هابل یاد می‌شود، در سایر معادلات مانند معادلات مربوط به تخمین عمر کیهان نیز مورداستفاده قرار می‌گیرد. دانشمندان تصور می‌کنند که با بررسی پدیده‌هایی مانند برخورد دو ستاره‌ی نوترونی یا برخورد یک سیاه‌چاله با ستاره‌ی نوترونی ممکن است مقدار درست ثابت هابل به دست آید. حال مطالعات جدیدی نشان می‌دهد که برای محاسبه‌ی ثابت هابل، بررسی تنها یک برخورد نادر از نوع ستاره‌ی نوترونی-سیاه‌چاله از بررسی پنجاه برخورد از نوع ستاره‌ی نوترونی-ستاره‌ی نوترونی مختلف، دقیق‌تر است؛ بنابراین باید منتظر مشاهده‌ی یک برخورد بود، برخوردی تصادفی!

شمارش معکوس

بابک عباس‌زاده

به دنبال زیرخاکی‌های مریخ!

اینسایت (Insight) قرار است رازهای زیادی را برملا کند

در صورت بررسی وضعیت سیارات منظومه‌ی شمسی درمی‌یابیم که وضعیت عطارد با نزدیکی سرسام‌آورش به خورشید و وضعیت زهره با ابرهای ضخیم، باران‌های اسیدی و هوای مسمومش حتی از دور هم برای انسان ناخوشایند است. حتی فکرش را هم نمی‌کنیم که به سیارات اَبَرغول گازی نزدیک شویم؛ اگر هم نزدیک شویم عاقبتمان خوشایندتر از کاسینی و شیرجه‌ی بزرگش نخواهد بود. پس برای بررسی سیارات سنگی، مریخ بهترین گزینه است. تابه‌حال مریخ از هر جنبه‌ای مورد بررسی و کاوش دانشمندان بوده است، چراکه می‌توان از این سیاره اطلاعاتی متنوع و دست‌اول پیدا کرد. قرار است امسال مأموریتی با هدفی متفاوت شروع شود؛ مأموریتی که ما را از گذشته‌ی مریخ بیشتر مطلع می‌کند.

InSight

Launch May 2018

Landing Nov 2018

X

مردادماه سال ۱۳۹۱ بعد از بررسی‌های فراوان، فضاپیمای اینسایت به‌عنوان نامزد نهایی برای بررسی ساختار داخلی مریخ انتخاب شد. طرح کلی فضاپیما، مأموریت و وظیفه‌ای که قرار بود انجام دهد از سال ۱۳۸۹ مشخص بود و تقریبا مراحل ساخت و محاسباتِ نهایی شروع شده بود. حتی با توجه به برنامه‌ریزی‌ها قرار بر این بود که پروژه از اسفند ۱۳۹۴ شروع به کار کند. این تعویق و توسعه‌ی دوساله هرچند ۶۳۰ میلیارد تومان هزینه‌ی اضافی در پی داشته اما نشان‌دهنده‌ی حساسیت کار فضاپیما است.

اینسایت

IX

اینسایت یعنی چه؟ عبارت InSight مخفف جمله Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport ترجمه‌ی آن «کاوش (قسمت) داخلی با استفاده از تحقیقات لرزه‌شناسی، زمین‌شناسی و انتقال حرارتی» است. می‌توان گفت اینسایت بیش از اینکه اسرار مریخ را کشف کند، قرار است از گذشته‌ی زمین، دلایل شکل‌گیری حیات و ساختار سیاراتِ سنگی اطلاعات به‌دست آورد.

InSight

لوگوی اینسایت

VIII

بزرگان داستان:

دیگر عادت کرده‌ایم که در کنار اسم پروژه‌های حساس و پیچیده اسم شرکت «لاکهید مارتین» را هم ببینیم. در شمارش معکوس‌های پیشین به معرفی این شرکت پرداخته شده و بی‌گمان سازنده‌ی ابرجنگنده F۳۵ برای علاقه‌مندان صنعت هوانوردی و فضانوردی نامی آشنا است. پیمانکاری لاکهید مارتین با مدیریت JPL (آزمایشگاه پیشرانه‌ای جت) و همچنین استفاده از ابزارهای ساخته‌شده در آژانس‌های فضایی انگلستان، سوئیس، آلمان و فرانسه، گروهی فوق‌العاده برای یک مأموریت هیجان‌انگیز تشکیل می‌دهند. هرچند برآورد هزینه‌ی ۳۴۸۶ میلیارد تومانی ریسک یک پروژه را بالا می‌برد، اما تجربه‌ی فرود موفقیت‌آمیز مأموریت فونیکس که در سال ۱۳۸۷ آغاز شد و استفاده از تجارب آن، نگرانی‌ها را کاهش می‌دهد.

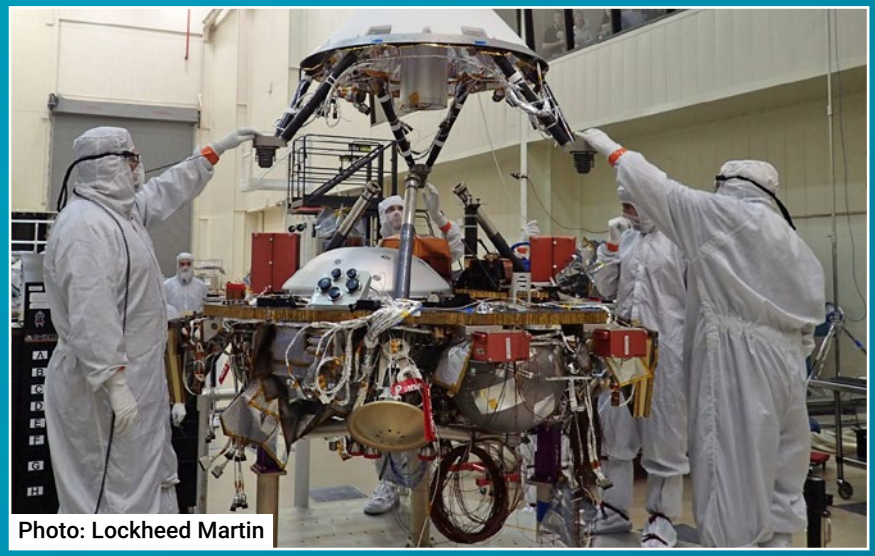


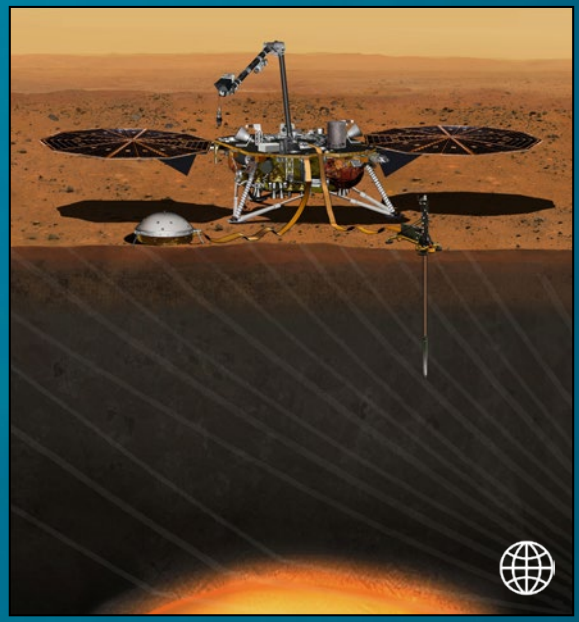
Photo: Lockheed Martin

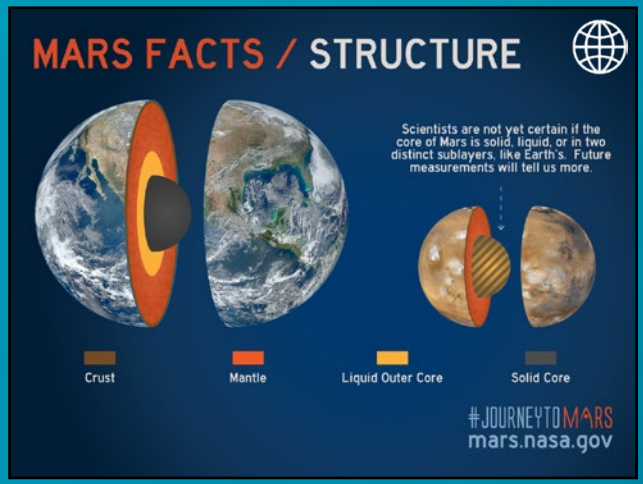
VII

در حالت کلی سطح‌نشین اینسایت دو هدف عمده را دنبال می‌کند:

۱- شکل‌گیری و تکامل: درک شکل‌گیری و تکامل سیارات سنگی در منظومه‌ی شمسی به‌وسیله‌ی بررسی ساختار داخلی مریخ و فرایندهای آن.

۲- فعالیت‌های زمین‌شناسی (مریخ‌شناسی): تعیین سطوح فعالیت‌های لایه‌های مریخ و تأثیر برخورد شهاب‌سنگ بر روی سیاره‌ی سرخ می‌شود.

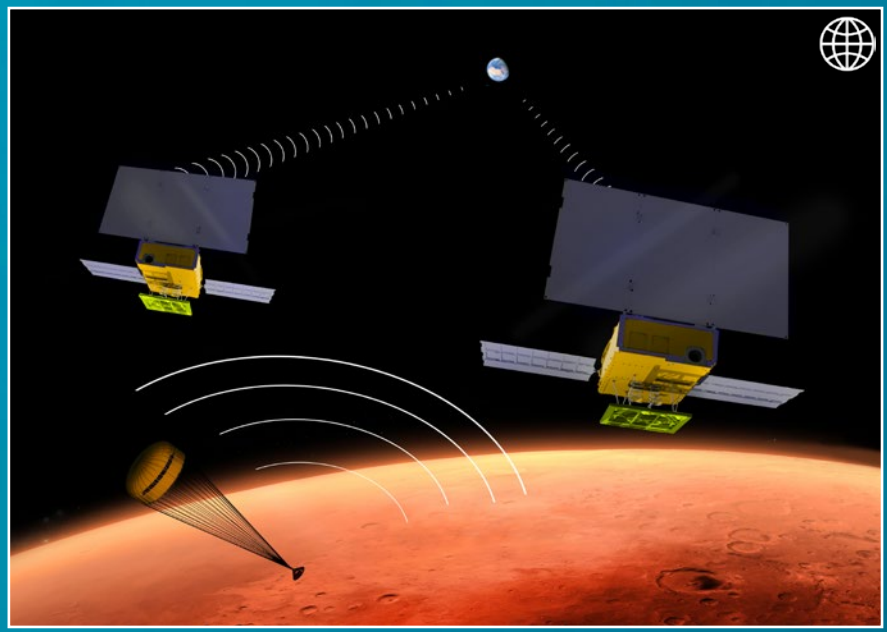




VI

چرا مریخ؟ همان‌طور که گفته شد، هدف اینسایت تنها بررسی مریخ نیست، بلکه نتایج به‌دست‌آمده از این سطح‌نشین قرار است اطلاعات زیادی از ساختار و گذشته‌ی سیارات سنگی منظومه‌ی خورشیدی ارائه دهد. یکی از مهم‌ترین دلایل این انتخاب تکتونیک نبودن صفحات مریخ است؛ یعنی صفحات داخلی زمین (هسته، گوشته و پوسته) خیلی فعال‌تر از صفحات داخلی مریخ هستند، بنابراین مریخ می‌تواند ساختارهای تاریخی خود در مدت ۴/۵ میلیارد سال را بهتر از زمین حفظ کرده باشد.

از طرف دیگر سیاره‌ی مریخ به‌معنی واقعی کلمه «گلدلیک» است؛ یعنی به‌اندازه‌ای بزرگ است که بتوان تبادل‌های حرارتی بین لایه‌های داخلی آن را بررسی کرد (به‌اندازه‌ی عطارد یا ماه کوچک نیست) و نیز آن‌قدر کوچک است که بتوان با نفوذ راحت به لایه‌های آن از اسرار ساختمان سیاره‌های سنگی آگاه شد. در نهایت باید گفت مریخ دارای اطلاعات دقیقی از تاریخچه‌ی سیارات سنگی منظومه دارد.



V

دوستان اینسایت: سطح‌نشین اینسایت در این مأموریت تنها نیست؛ دو مدارگرد به نام‌های MarCO A و MarCO B قرار است اطلاعات مخابره شده از اینسایت را از فضا دریافت کنند. اگر بخواهیم هنرمندانه ترجمه کنیم می‌شود «مکعب مریخی اول» که به‌عنوان یک لینک ارتباطی بین سطح‌نشین و پایگاه زمینی عمل خواهد کرد. هرچند نبود آن‌ها لطمه‌ای به مأموریت نخواهد زد، چراکه اطلاعات ارسالی از خود اینسایت هم قابل ردگیری است؛ اما اینکه بتوان یک مدارگرد مکعبی (Cubesat) به مدار سیاره‌ای غیر از زمین فرستاد، می‌تواند بسیار مفید و امیدوارکننده باشد؛ چراکه ساخت آن آسان‌تر، هزینه‌ی آن کمتر و البته توسعه‌ی آن نیز راحت‌تر است. جالب است بدانید ماهواره‌های مکعبی در مدار LEO زمین کاربرد دارند و ماهواره‌ی امید ایران نیز یک ماهواره‌ی مکعبی است. این مدارگردها توسط دانشجویان دانشگاه پلی‌تکنیک کالیفرنیا و دانشگاه استنفورد ساخته شده‌اند.

IV

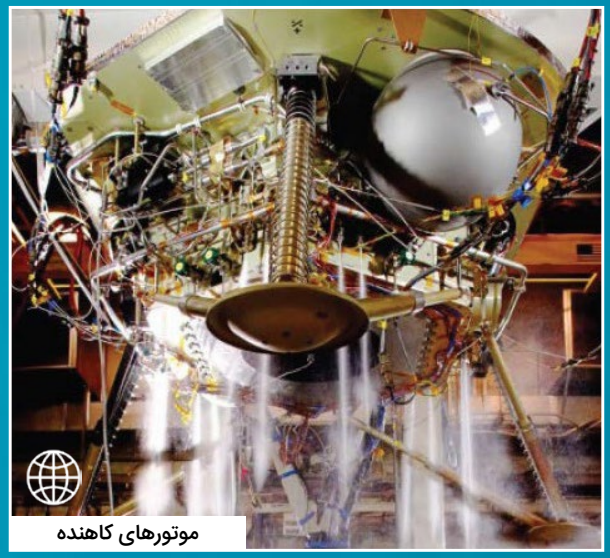
اینسایت شامل سه قسمت اصلی است.

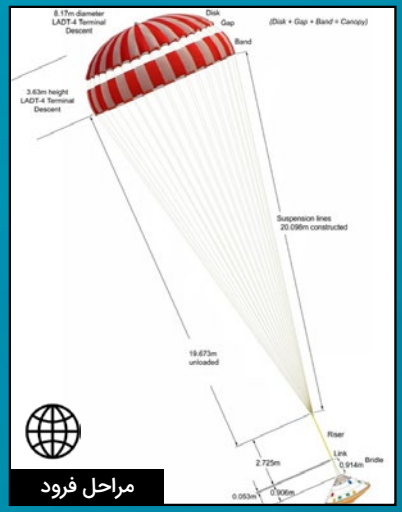
قسمت کروز که وظیفه‌ی نگهداری سطح‌نشین تا رسیدن به مریخ را به‌عهده دارد؛ این قسمت مانند مریخ‌نشین فونیکس ساخته‌شده و ۸۰ کیلوگرم وزن دارد.

قسمت EDL که مأموریت آن ورود به جو و فرود به سطح مریخ است؛ این قسمتِ مخروطی شکل وظیفه دارد مریخ‌نشین را در زمان فرود به داخل سیاره محافظت کند و نیز مانند قسمتِ EDL فونیکس به سپر حرارتی و چتر مجهز شده که ۱۵ ثانیه بعد از باز شدن چتر، سپر حرارتی از قسمت EDL جدا می‌شود و قرار است در هفت دقیقه وحشت (زمان فرود بر روی مریخ) اینسایت را سالم بر روی مریخ بنشاند. دوازده موتور ایروجت که هرکدام ۳/۵ نیوتن تراست تولید می‌کنند هنگام فرود بر روی مریخ روشن می‌شوند تا اینسایت به‌آرامی بر روی سطح سیاره‌ی سرخ فرود بیاید.

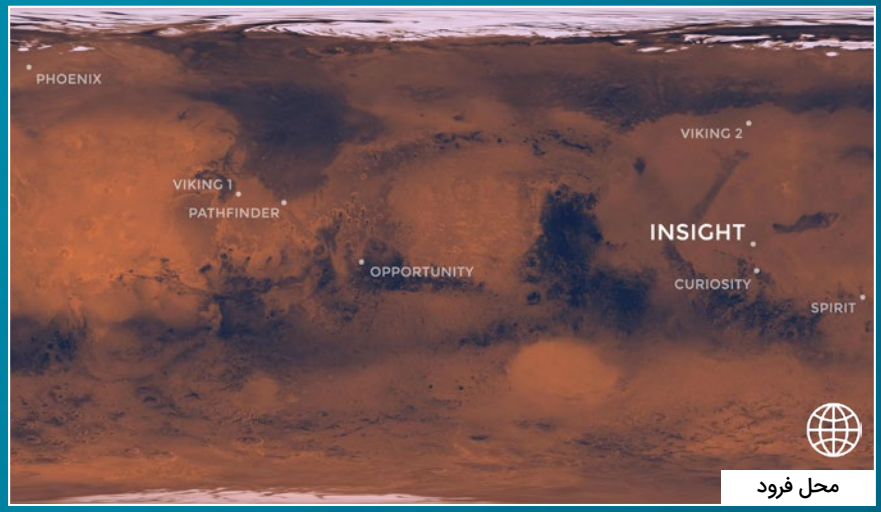
قسمت مریخ‌نشین یا سطح‌نشین که بعد از باز شدن EDL مأموریت خود را بر روی مریخ آغاز می‌کند.

محفظه‌ی محافظ فرود


موتورهای کاهنده



مراحل فرود



محل فرود

II

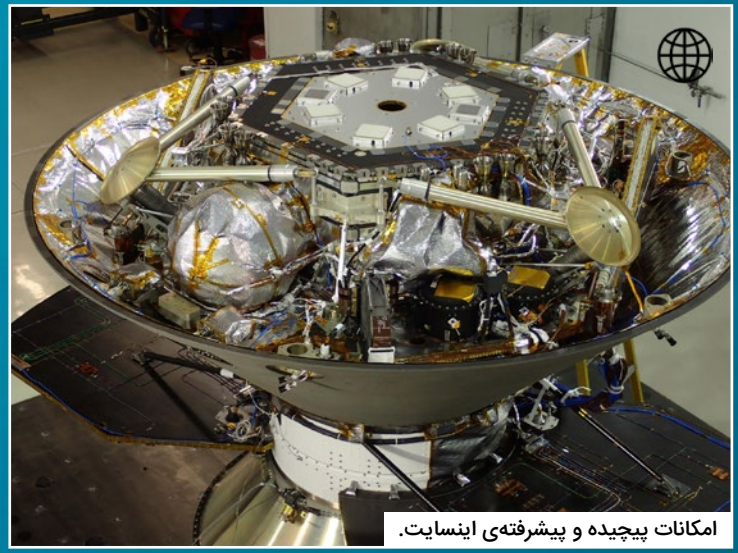
محل پرتاب: پایگاه نیروی هوایی وندنبرگ متعلق به نیروی هوایی ایالات‌متحده، محل پرتاب اینسایت به سمت مریخ بوده است. این پایگاه برای پرتاب موشک‌های سنگین‌پرتاب، راکت‌های تیتان-۴، اطلس-۴، اطلس-۵ و فالکن-۹ بسیار مناسب است و تاکنون آزمون‌های پرتابی متعدد نظامی و علمی را با موفقیت گذرانده است. پایگاه وندنبرگ به‌افتخارِ «هیت وندنبرگ» فرمانده‌ی ستاد مشترک نیروی هوایی آمریکا در سال ۱۹۴۱ (سال ۱۳۲۰ خورشیدی) نام‌گذاری شده است. موشک اطلس-۵ وظیفه‌ی ارسال اینسایت از این پایگاه را بر عهده داشته است؛ موشکی که به‌دست شرکت لاکهید مارتین ساخته و توسعه داده‌شده و از سال ۱۳۸۱ در خدمت پروژه‌های فضایی آمریکا است.

موشک اطلس-۵ در پایگاه فضایی وندنبرگ.

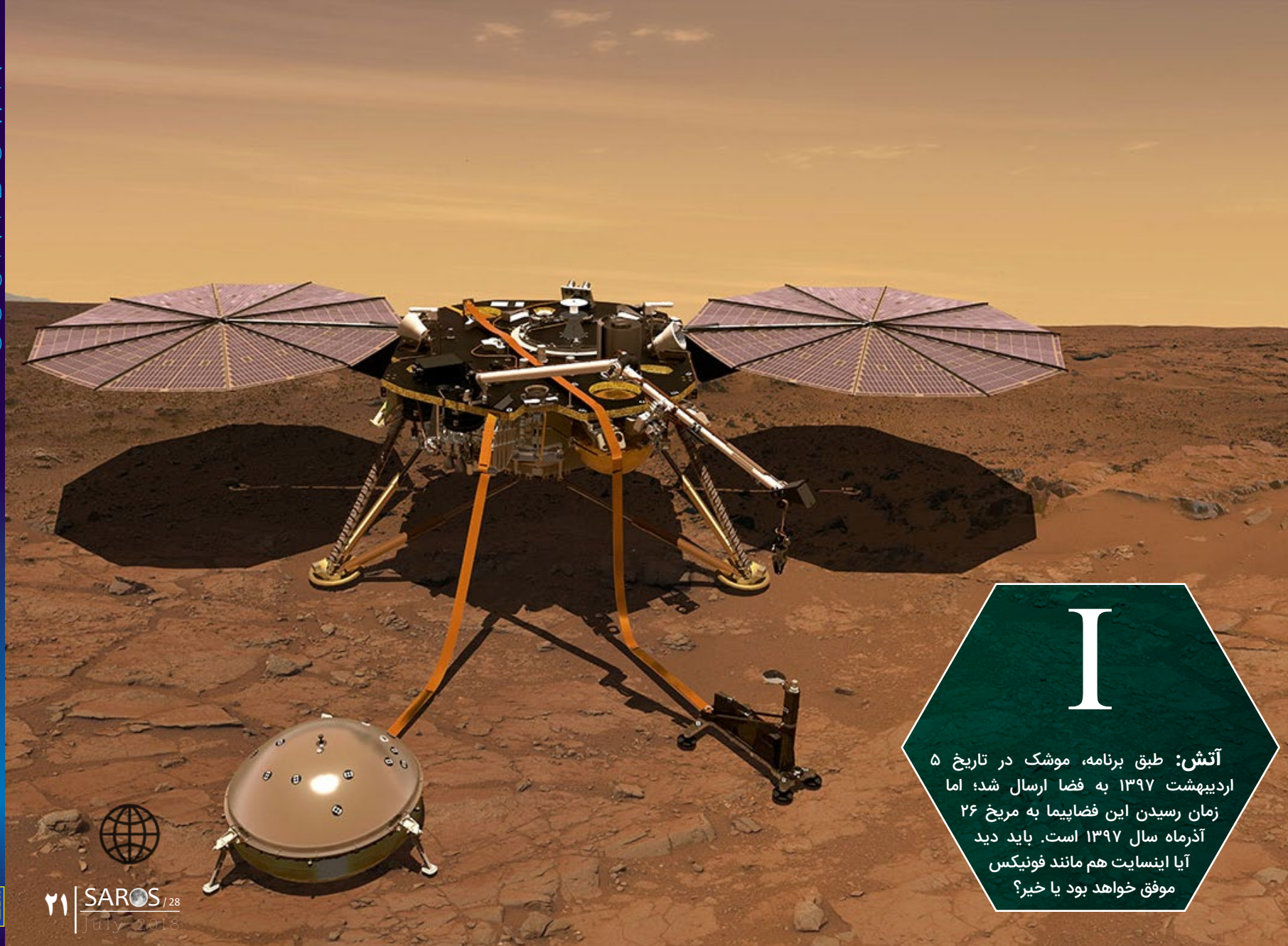
III

مریخ‌نشین اینسایت: ساختار اینسایت هم مانند فونیکس دارای عرشه‌ی لانه‌زنبوری برای حفاظت از اجزای مریخ‌نشین در برابر گرما است. جنس این عرشه از آلومینیوم است. اینسایت سه‌پایه‌ی لولایی دارد که به‌صورت نرم بر روی مریخ می‌نشیند. این پایه‌ها حتی می‌توانند روی دامنه‌ی کوه‌هایی با شیب ۱۶ درجه و سنگ‌هایی با ۴۰ سانتی‌متر ارتفاع را بررسی کند. آرایه‌های خورشیدی و هشت باتری اینسایت هم مشابه مریخ‌نشین فونیکس است. پردازنده‌ی مرکزی اینسایت (RAD-750) همان پردازنده‌ی فضاپیمای جونو است. سیستم معدن‌کاوی (برای بررسی عمق مریخ) هم در اینسایت بسیار پیشرفت کرده و می‌تواند در بازه‌ی دمایی منفی ۴۰ درجه تا مثبت ۴۰ درجه هم کاربرد داشته باشد که این عدد برای یک حسگر حساس بسیار قابل‌توجه است.

پردازنده‌ی مرکزی RAD-750 که بر روی فضاپیمای جونو نیز متصل است.



امکانات پیچیده و پیشرفته‌ی اینسایت.



I

آتش: طبق برنامه، موشک در تاریخ ۵ اردیبهشت ۱۳۹۷ به فضا ارسال شد؛ اما زمان رسیدن این فضاپیما به مریخ ۲۶ آذرماه سال ۱۳۹۷ است. باید دید آیا اینسایت هم مانند فونیکس موفق خواهد بود یا خیر؟

حلقه‌ای در چنگ آسمان

ملاقات با ارباب حلقه‌ها!

صادق قره‌قانی

در روزهای پایانی فصل بهار، با غروب خورشید صورت‌های فلکی فصل تابستان در سمت مشرق خود نمایی می‌کنند و با نزدیک شدن به نیمه‌ی شب خود را به سرسو می‌رسانند. از میان آن‌ها سه صورت‌فلکی دجاجه، شلیاق و عقاب بیش از همه جلب توجه می‌کنند. پرنورترین ستاره‌های این سه صورت‌فلکی را به هم وصل کنید. مثلث حاصل صورت‌واره‌ای است که میان منجمان به مثلث تابستانی معروف است؛ مثلثی که در تمام طول تابستان با غروب خورشید در بالای سر دیده می‌شود.

یک گوشه از این مثلث، ستاره‌ی آبی- سفید نسرِ واقع از صورت‌فلکی شلیاق یا چنگ رومی است. این ستاره چندین هزار سال پیش، عنوان ستاره‌ی قطبی را داشته است و حدود دوازده هزار سال دیگر مجددا در این جایگاه قرار خواهد گرفت؛ به این معنی که راستای محور زمین به سمت ستاره‌ی نسر واقع، متمایل خواهد بود. این ستاره پنجمین ستاره‌ی درخشان آسمان شب است و تنها بیست و پنج سال نوری از خورشید فاصله دارد. در گوشه‌های دیگر این مثلث، ستاره‌ی دِنِب از صورت‌فلکی دجاجه و ستاره‌ی نسرطائر از صورت‌فلکی عقاب قرار دارد.

در جنوبِ ستاره‌ی نسر واقع و در حد فاصل دو ستاره‌ی بتا و گاما از صورت‌فلکی شلیاق، سحابی حلقه قرار دارد.

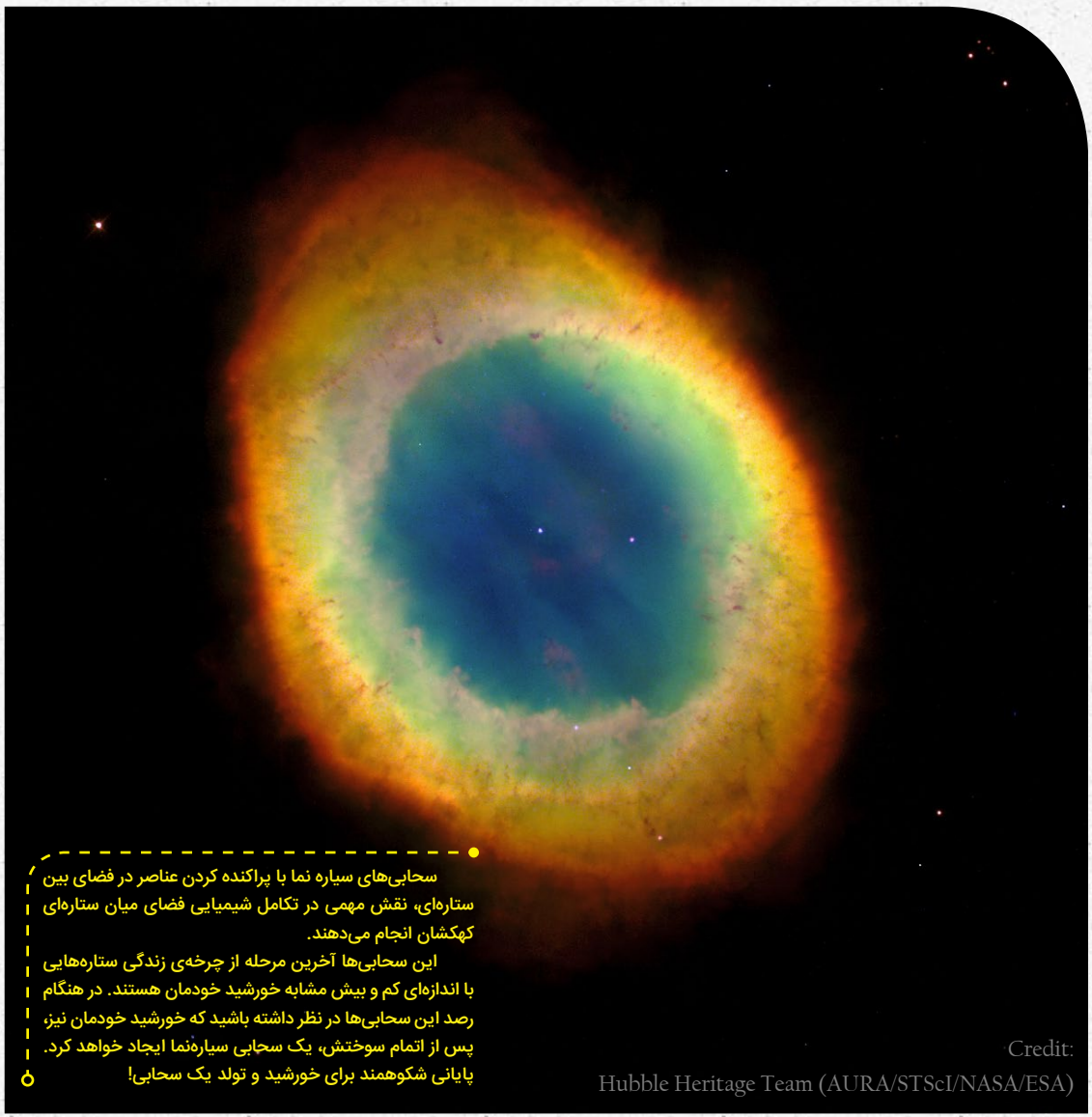
مسیه ی شماره ۵۷ که سحابی حلقه نیز نامیده می‌شود، یک سحابی سیاره‌نمای معروف در صورت‌فلکی چنگ رومی یا همان شلیاق است. سحابی حلقه به همراه سه سحابی سیاره‌نمای دمبل، دمبل کوچک و سحابی جغد، تنها سحابی‌های سیاره‌نمای لیست مسیه هستند.

نواحی روشن از گاز یونیزه، نه تنها کنار ستارگان تازه متولد شده، بلکه اطراف ستاره‌هایی که آخرین مراحل زندگی خود را سپری می‌کنند نیز دیده می‌شود. در چرخه‌ی تکاملی ستاره و در مرحله‌ی هلیوم‌سوزی، ممکن است ناپایداری‌هایی بروز کند. برخی ستاره‌ها شروع به تپش می‌کنند، درحالی‌که در دیگر ستاره‌ها ممکن است تمام اتمسفر بیرونی به فضا پرتاب شود.

سحابی سیاره‌نما نوعی سحابی گسیلشی است. این سحابی‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که یک ستاره‌ی غول سرخِ در حال مرگ، لایه‌های بیرونی گاز خود را در فضا رها می‌کند و خود به یک ستاره‌ی کوتوله‌ی سفید که اندازه‌ای در حدود زمین دارد تبدیل می‌شود. تنها زمانی که ستاره تمام سوخت خود را مصرف کند می‌تواند تا این حد فشرده شود.

این اتفاق چیزی حدود شش تا هشت هزار سال پیش برای ستاره‌ی مادرِ سحابی حلقه رخ داده است.

این ستاره‌ی کوچک، هسته‌ی ستاره‌ی اولیه و بسیار گرم است. تابش فرابنفش ستاره، گاز در حال انبساط را در سحابی سیاره‌ای به یون تبدیل می‌کند. مدت عمر این سحابی‌ها کوتاه است و در مدت چند ده هزار سال، سحابی‌های سیاره‌ای در محیط بین‌ستاره‌ای محو می‌شود.



سحابی‌های سیاره نما با پراکنده کردن عناصر در فضای بین ستاره‌ای، نقش مهمی در تکامل شیمیایی فضای میان ستاره‌ای کهکشان انجام می‌دهند.

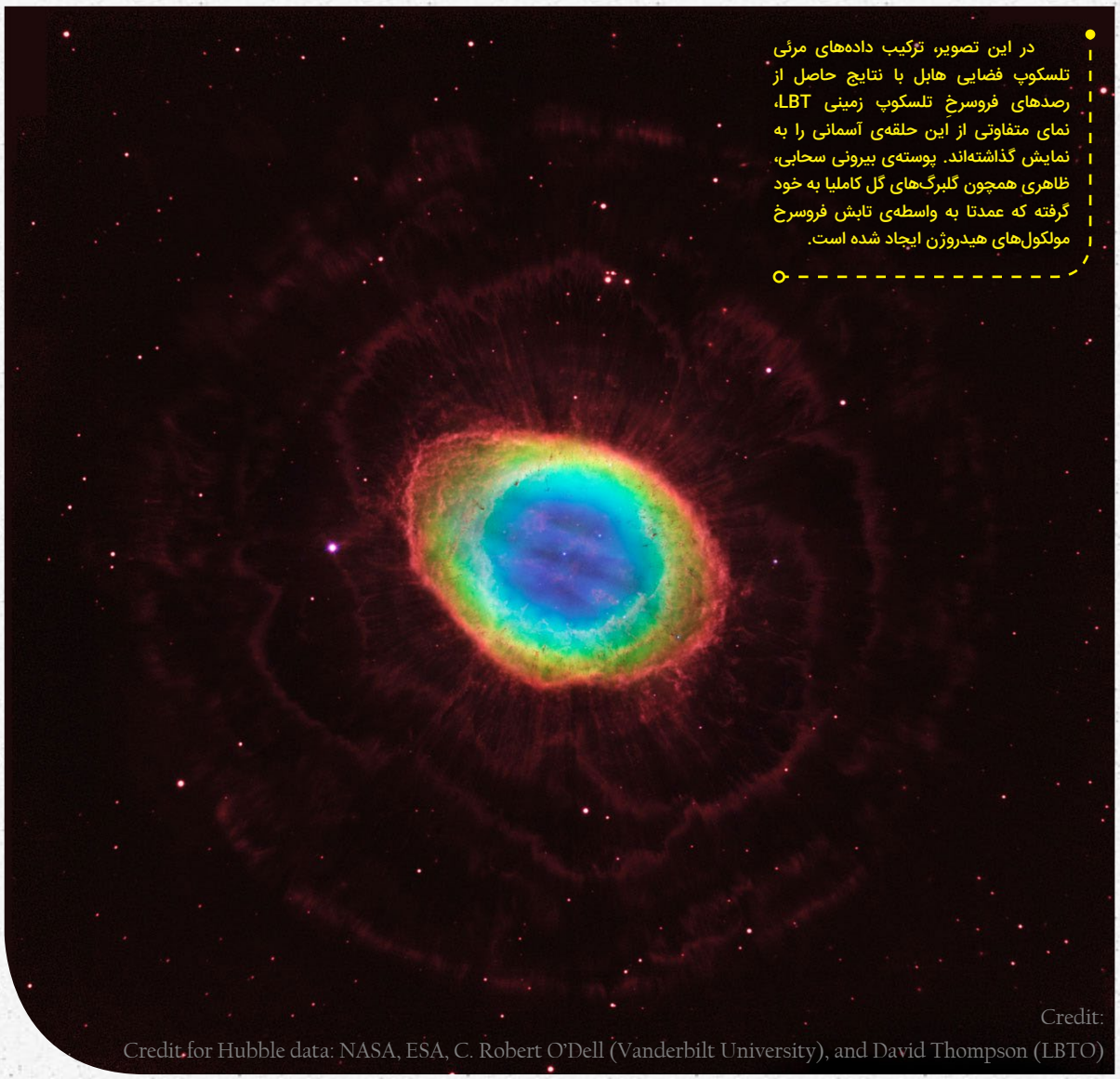
این سحابی‌ها آخرین مرحله از چرخه‌ی زندگی ستاره‌هایی با اندازه‌ای کم و بیش مشابه خورشید خودمان هستند. در هنگام رصد این سحابی‌ها در نظر داشته باشید که خورشید خودمان نیز، پس از اتمام سوختش، یک سحابی سیاره‌نما ایجاد خواهد کرد. پایانی شکوهمند برای خورشید و تولد یک سحابی!

Credit:
Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA/ESA)

اصطلاح «سحابی سیاره‌ای» از قرن هجدهم رایج شد. در آن زمان به علت ظاهر حلقوی آن‌ها، این سحابی‌ها در تلسکوپ‌های ضعیف همانند سیاره دیده می‌شدند و این موضوع باعث نام‌گذاری اشتباه این اجرام شد.

سحابی حلقه در دوربین‌های دوچشمی کوچک تفکیک نمی‌شود و بهترین ابزار برای رصد آن تلسکوپ‌هایی با قطر هشت اینچ و بالاتر است. تلسکوپ‌های کوچک هرچند ماهیت حلقه مانند آن را نشان می‌دهند اما ابزارهای قوی‌تر حفره‌ی داخلی سحابی را نیز نشان خواهند داد.

کوتوله‌ی سفید مرکز سحابی با قدر ظاهری حدود پانزده، هدفی سخت برای رصد کردن است. بهترین زمان رصد این سحابی فصل تابستان است.



در این تصویر، ترکیب داده‌های مرئی تلسکوپ فضایی هابل با نتایج حاصل از رصدهای فروسرخ تلسکوپ زمینی LBT، نمای متفاوتی از این حلقه‌ی آسمانی را به نمایش گذاشته‌اند. پوسته‌ی بیرونی سحابی، ظاهری همچون گلبرگ‌های گل کاملیا به خود گرفته که عمدتا به واسطه‌ی تابش فروسرخ مولکول‌های هیدروژن ایجاد شده است.

Credit:
Credit for Hubble data: NASA, ESA, C. Robert O'Dell (Vanderbilt University), and David Thompson (LBTO)

پیشنهاد:

یک نمونه‌ی دیگر از سحابی‌های سیاره نما، سحابی هلیکس در صورت‌فلکی دلو است. این سحابی یکی از نزدیک‌ترین و درخشان‌ترین سحابی‌های سیاره‌نما است که به آن لقب چشم خدا را داده‌اند.

سؤال، پیشنهاد یا انتقادی دارید؟ آن را به رایانامه‌ی من ارسال کنید.

sadegh.gharaghani1995@gmail.com

علیرضا صادقی

گردشگری با طعم پول

راهی دراز تا توریسم فضایی همگانی

گردشگری فضایی دیگر رویایی دور از دسترس نیست؛ شرکتهای متعددی در تلاشند تا اولین کسانی باشند که گردشگران را برای تعطیلاتی رویایی و وسوسه‌انگیز، از زمین به فضا بفرستند. اوایل ماه آوریل سال ۲۰۱۸، شرکت فناوری استارتاپی اوریون اسپان با معرفی ایستگاه شفق به جرگه‌ی شرکتهایی نظیر ویرجین گلکتیک و اگزیوم اسپیس پیوست. ایستگاه تعطیلات فضایی شفق یک ماژول یکپارچه است و گردشگران فضایی می‌توانند تا ۱۲ شبانه‌روز در آن اقامت داشته باشند. این ایستگاه با حرکت در مدار پایین زمین در ارتفاع ۳۲۰ کیلومتری زمین، به‌طور متوسط هر ۹۰ دقیقه یک بار به گرد زمین می‌چرخد و هر فرد طی اقامت خود در این ایستگاه می‌تواند ۱۶ بار طلوع و غروب خورشید را در هر روز مشاهده کند. گردشگران طی اقامت در ایستگاه در فعالیت‌های علمی نظیر کشت مواد غذایی شرکت میکنند. در انتهای سفر هم می‌توانند این مواد خوراکی را به عنوان سوغاتیهایی ارزشمند با خود به زمین برگردانند.

جدول زمانی پروژه‌ی شفق بسیار فشرده است؛ شرکت قصد دارد اولین مهمان را طی چهار سال آینده به فضا برساند. اما برای گرفتن یک اتاق در شفق چه چیزی لازم است؟ شما ابتدا باید سرِ کیسه را شل کرده و کمی پول خرج کنید. طی ۱۷ سال گذشته تنها هفت شهروند خصوصی به ISS سفر کرده‌اند و هر کدام مبلغی بین ۲۰ تا ۴۰ میلیون دلار هزینه کرده‌اند؛ اما شرکت اوریون اسپان قصد دارد هزینه‌ی سفر را نصف کرده تا افراد تنها ۹/۵ میلیون دلار بپردازند. حتی با این مبلغ نیز مسافران این سفر شگفت‌انگیز تنها به افراد ثروتمند محدود میشوند.

دان توماس فضانورد ناسا که ۴۴ روز در فضا به سر برد، نظر دیگری داشت. وی طی مصاحبه‌ای که تلگراف در سال ۲۰۱۶ داشت، خوش‌بین بود و بیان کرد: «من فکر میکنم که طی یک دهه یا بیشتر، پروازهای فضایی بین ۱۰،۰۰۰ تا ۱۵،۰۰۰ دلار هزینه خواهد داشت. سفر فضایی در آن زمان شبیه سفری هیجان‌انگیز به قطب جنوب خواهد بود.»

در همین زمینه، ایلان ماسک بنیان‌گذار شرکت فضایی اسپس ایکس نیز در مورد امکان سفر فضایی مقرون‌به‌صرفه فکرهایی دارد؛ البته نظر وی بیشتر درباره‌ی ساختن مستعمرهای جدید بر روی مریخ است تا گذراندن تعطیلات بهاری در هتلی فضایی. او معتقد است سفر به مریخ نباید بیش از ۲۰۰،۰۰۰ دلار هزینه داشته باشد که هنوز مبلغی قابل توجه است؛ چرا که شما میتوانید با این پول خانه‌ای روی زمین خریداری کنید.

مرحله‌ی بعدی آموزش است. برای وقت‌گذرانی در فضای بیرونی اتمسفر زمین به‌عنوان یک توریست، باید تقریبا دو سال تمرین طولانی را گذرانده باشید؛ ولی اوریون اسپان ادعا می‌کند که این تمرینات را می‌توان تا سه ماه کاهش داد که هنوز هم زمان قابل‌توجهی برای مرخصی است.

حتی با قیمت ۹/۵ میلیون دلاری، اوریون اسپان در حال جمع‌آوری سپرده‌ها (۸۰،۰۰۰ دلار) برای نخستین مهمانان جهت صرف وقت در هتل فضایی لوکس است.

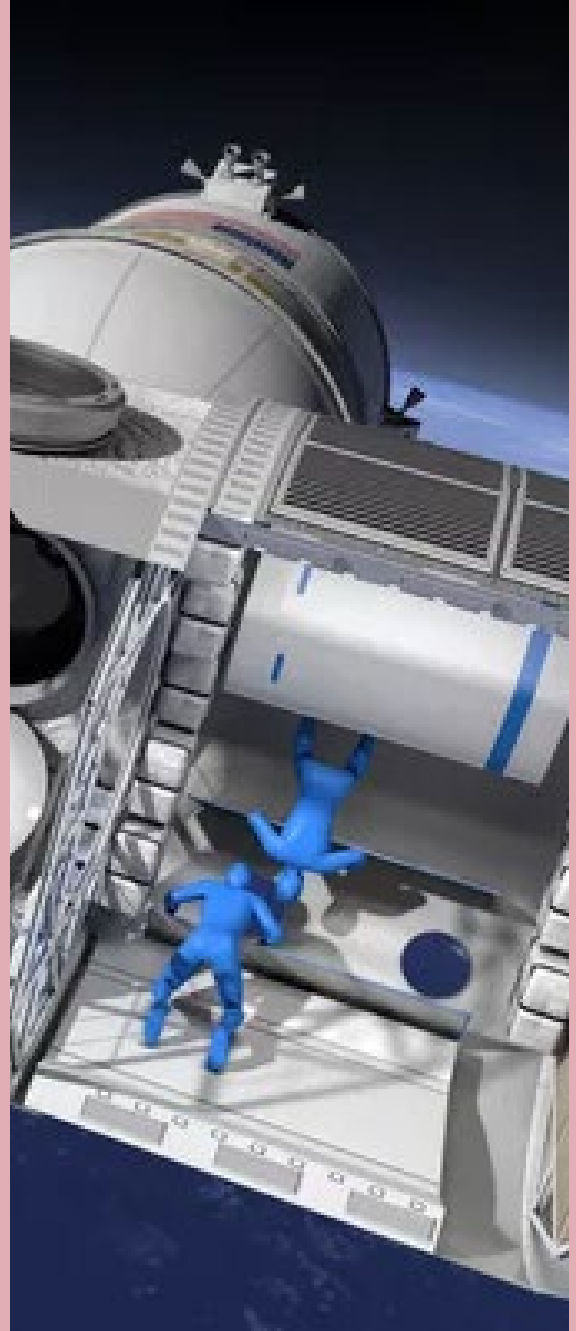
مدیرعامل شرکت فرانک بونگر در بیانیه‌ای گفت: «هدف ما این است که فضا برای همه در دسترس باشد.»

افرادی که نمی‌توانند در ایستگاه آئورورا اقامت کنند، باید تا زمان تحقق این رویا صبر کنند.

منبع:

http://futurism.com/first-luxury-hotel-/space

https://edition.cnn.com/travel/article/aurora-station-luxury-space-hotel/index.html



رضا ماه‌منظر

مرگ بزرگ

نگاهی به کشنده‌ترین انقراض گروهی

هرگاه که صحبت از انقراض می‌شود، ناخودآگاه به یاد دایناسورها و برخوردهای شهاب‌سنگی در ۶۵ میلیون سال قبل می‌افتیم.

اما حقیقت این است که نابودی دایناسورها در مقابل انقراض‌های دیگری که در زمین روی داده، تنها یک شوخی به نظر می‌رسد!

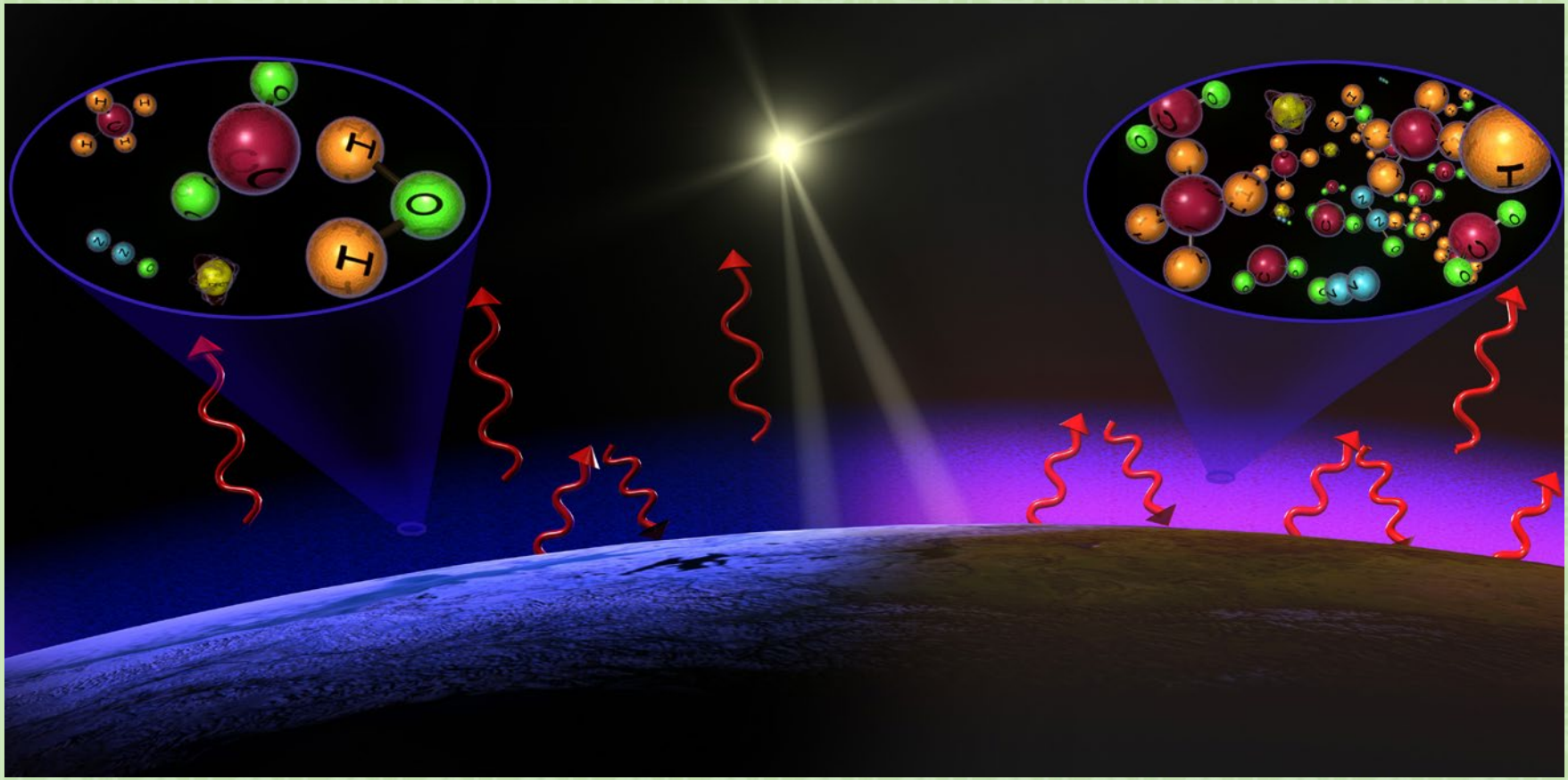
این بار به ۳۵۰ میلیون سال قبل سفر خواهیم کرد. به زمانی که ۹۰ درصدِ کل موجودات زنده در مدت چند میلیون سال از زمین محو شدند. دانشمندان این دوران مرموز را «مرگ بزرگ» نام نهادند .

انقراض‌های بزرگِ گروهی زمانی روی می‌دهد که براثر عوامل مخرب طبیعی، تعداد بسیاری از گونه‌های زنده در زمان کوتاهی از میان بروند. مطالعه‌ی فسیل‌ها و سرنخ‌های موجود در ساختار شیمیایی رسوبات، ما را در درک چگونگی بروز این انقراض‌ها کمک می‌کند؛ مانند مدارک یافت شده در صحنه‌ی جرم.

بنا بر شواهد، بزرگ‌ترین انقراض گروهی تاریخ حیات، به ۳۵۰ میلیون سال قبل بازمی‌گردد. تشخیص علت اصلی این انقراض کار بسیار دشواری است و دانشمندان فرضیه‌های متعددی را ارائه کرده‌اند؛ در تمامی آن‌ها یک وجه مشترک وجود دارد و آن نقش اتمسفر و اقیانوس است. زمانی که اتمسفرِ لطیف و سرشار از گازهای زندگی‌بخش، به یک جنایتکار تبدیل می‌شود و اقیانوس آبی و زیبا در این جنایت همدستی می‌کند. برای درک بهتر شرایط آن دوران لازم است در ابتدا ببینیم اتمسفر زمین چگونه با عنصر کربن بازی می‌کند.

انقراض دوران پرمین-تریاسه در ۲۵۱ میلیون سال قبل، منجر به نابودی دوزیستان غول‌پیکری شد که اجداد دایناسورها محسوب می‌شدند.

گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین باعث ذخیره‌ی انرژی گرمایی خورشید می‌شوند.

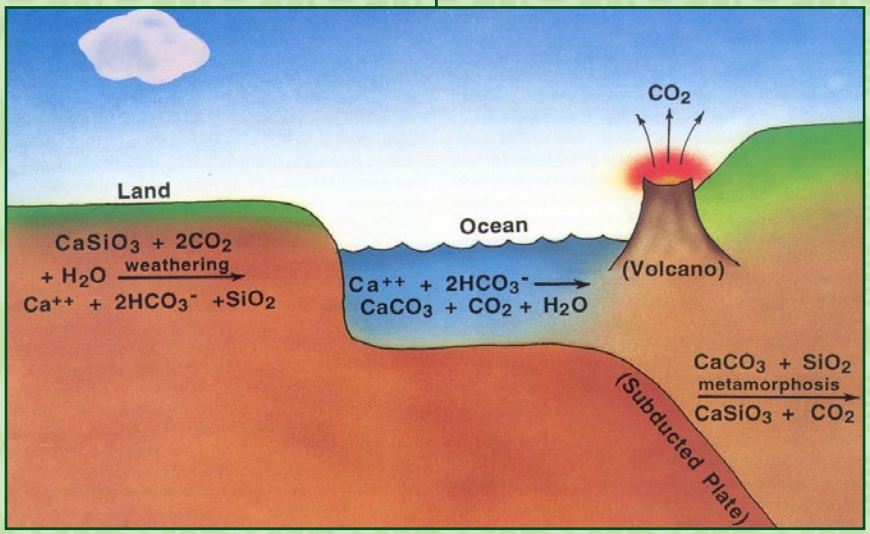


عوامل زیادی در تعیین ترکیبات اتمسفر زمین ایفای نقش می‌کنند. جدا از فعالیت‌های انسانی، گوشته‌ی فوقانی زمین از طریق آتش‌فشان‌ها، گل‌فشان‌ها و چشمه‌های آبگرم، انواع گازهای گلخانه‌ای را در اتمسفر زمین آزاد می‌کند. ازجمله می‌توان به ازت، دی‌اکسید کربن، بخار آب و متان اشاره نمود. سه مورد آخر توانایی جذب پرتوهای فروسرخ خورشید را داشته و موجب افزایش دمای سطح زمین می‌گردند؛ به این دسته از مولکول‌های جاذبِ پرتو فروسرخ، «گازهای گلخانه‌ای» گفته می‌شود. وجود این گازها در اتمسفر زمین مانع بازتاب بخشی از انرژی خورشید شده، درنتیجه نقشی اساسی در جلوگیری از بروز عصرهای یخبندان و سرمای کشنده در زمین ایفا می‌کند (ساروس ۲۳)؛ اما انقراض بزرگ دقیقا در نقطه‌ی مقابل این شرایط قرار دارد. وجود یک عامل تنظیم‌کننده در اتمسفر زمین ضروری به نظر می‌رسد؛ یک دماپا (ترموستات) که از تجمع و یا کاهش بیش‌ازحد این‌گازها جلوگیری کند.

همه‌چیز از آب شروع و به آب ختم می‌شود!

چون در اتمسفر زمین مقدار فراوانی آب وجود دارد، دی‌اکسید کربن طی فرایند تقطیر آب (ایجاد هستک‌های بارش باران در ابرها) در اتمسفر محبوس شده و تولید اسیدکربنیک (H_2CO_3) می‌نماید. سپس به‌وسیله‌ی قطرات باران و برف به سطح زمین راه می‌یابد. سطح زمین سرشار از عنصر سیلیسیوم (Si) است. اسیدکربنیک با سنگ‌های سیلیکاتی غنی از سیلیسیوم واکنش داده و کربنات کلسیم یا همان گچ را تولید می‌نماید که به‌صورت ماده‌ی جامد و در قالب سنگ‌های سفید گچی در رسوبات دیده می‌شود. بدین شکل گازهای گلخانه‌ای از اتمسفر به سطح خاکی زمین منتقل می‌شوند. اگر هیچ فرایند جایگزینی برای تولید و تزریق مجدد این گازها در اتمسفر وجود نداشته باشد، جو زمین بعد از ۴۰۰ میلیون سال خالی از گازهای گلخانه‌ای می‌شود.

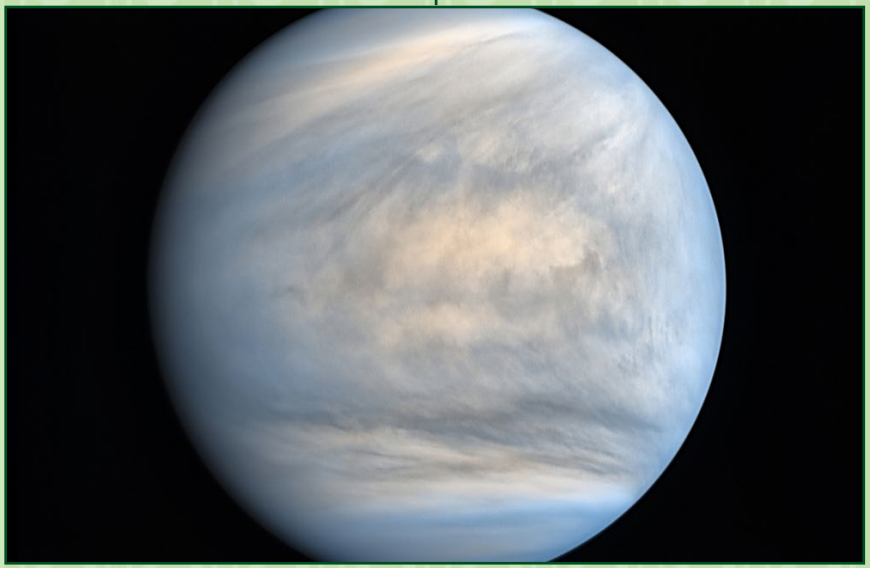
حرکت صفحات تکتونیکی زمین باعث می‌شود بستر اقیانوس‌ها که مملو از رسوبات گچی است طی ده‌ها میلیون سال به گوشته‌ی داغ و مذاب زمین رانده شود؛ در آنجا دوباره براثر دما و فشار، کربن از سیلیس جدا شده و دی‌اکسید کربن (CO_2) آزاد می‌گردد تا از طریق آتش‌فشان‌ها به اتمسفر راه یابد. این چرخه‌ی باشکوه با نام «چرخه‌ی سیلیکات کربنی» شناخته می‌شود و به کمک آب مایع موجود در اقیانوس‌ها امکان‌پذیر است. شروع انقراض مذکور دقیقا با نقص در این چرخه مرتبط بوده است.



چرخه‌ی سیلیکات کربنی، منجر به جابه‌جایی کربن بین پوسته و اتمسفر شده و غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو را کنترل می‌کند.

شاید اگر این انقراض بزرگ پایان نمی‌یافت، زمین هم‌اکنون ظاهری مشابه با ناهید داشت.

اگر زمین گرم‌تر شود، تقطیر و بارش باران کاهش می‌یابد و گازهای گلخانه‌ای در جو انباشته می‌شوند. با افزایش غلظت این گازها در اتمسفر، بر شدت فرایند اثر گلخانه‌ای افزوده شده و دمای زمین بیش‌ازپیش افزایش می‌یابد. این فرایند مرگبار هم‌اکنون در سیاره‌ی ناهید به وقوع پیوسته و دمای سطح آن را به ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده است؛ اما چه چیزی باعث گرمایش زمین در ۳۵۰ میلیون سال قبل شده است؟



در آن زمان، سطح سیاره‌ی زمین متشکل از یک اقیانوس و یک خشکی بسیار پهناور به نام ابرقاره‌ی «پنجیه» (Pangaea) بوده که از قطب شمال تا جنوب زمین امتداد داشته و احتمالا در جریان‌های اقیانوسی تأثیرگذار بوده است. به‌عبارت‌دیگر مناطقی از زمین گرم‌تر شده و خروج گازهای گلخانه‌ای در آنجا شدت یافته و به‌مرورزمان با افزایش دمای زمین، یخ‌های قطبی ذوب شده و دمای آب افزایش پیدا کرده است.

یک اصل مهم در شیمی، پای این انقراض را به عمق آب‌های اقیانوسی می‌کشاند. با افزایش دمای آب، غلظت گازهای محلول در آن کاهش می‌یابد. پس با گرم‌تر شدن آب، میزان اکسیژن محلول در آن کاهش یافته و جانوران در آب خفه می‌شوند. براثر گازهای سمی متصاعد شده از لاشه‌ی این جانوران -همچون سولفید هیدروژن و متان- بوی تعفنِ مسموم سراسر کره‌ی زمین را فرامی‌گیرد.

گاز سولفید هیدروژن یک گاز سمی است. با ورود این گاز به خشکی‌ها، موجوداتی که از خشک‌سالی و گرما جان سالم به‌در برده بودند براثر مسمومیت تنفسی منقرض می‌گردند و بدین شکل بیش از ۹۰ درصد گونه‌های زیستی از زمین محو می‌شوند.

به اعتقاد دانشمندان عوامل بسیار دیگری نیز در این فرایند دخیل بوده و به آن شدت داده است. یکی از جذاب‌ترین آن‌ها که رنگ و بوی فضایی دارد، مرتبط با انفجارهای ابرنواختری در فاصله‌ای کمتر از ۴۰ سال نوری با زمین است. انفجار یک ابرنواختر در فاصله‌ی بسیار نزدیک، مانند انفجار بمب اتمی در سراسر زمین و در یک‌لحظه است! تابش‌های گاما و ایکس در اتمسفر، ساختارهای مولکولی آن را از اساس تغییر می‌دهند و می‌توانند هر موجود زنده‌ای را -حتی در ابعاد میکروسکوپی- نابود کنند.

اما شواهد بسیاری وجود دارد که بیان می‌کند چندین و چند عامل در بازه‌ی زمانی پنج یا شش میلیون ساله بر وقوع این فاجعه تأثیر گذاشته است. گرمایش زمین براثر تغییر شدت تابش خورشید، برخورد شهاب‌سنگی غول‌پیکر، ظهور گونه‌هایی از باکتری‌ها که می‌توانستند گازهای سمی تولید کنند و مواردی ازاین‌دست. هرچه هست، سرانجام زمین تعادل دمایی خود را باز یافته و توانسته گازهای گلخانه‌ای را از اتمسفر خود خارج نموده و زندگی را از نو آغاز کند. این انقراض شروعی بود بر فصل جدیدی از داستان حیات در زمین؛ موجودات زنده‌ی جدیدی پا به عرصه گذاشتند که پس از تکامل ۱۹۰ میلیون ساله، می‌توانستند با خشکی کشنده سازگار شوند، با سرعت در زمین حرکت کنند و در آسمان پرواز کنند؛ شروع دوران حکمرانی دایناسورها.

(منابع):
https://www.nytimes.com/۲۰۱۷/۰۲/۱۶/science/great-dying-permian-extinction-fossils.html
https://news.nationalgeographic.com/news/۲۰۱۱/۱۱/۱۱۱۱۲۱-great-dying-permian-mass-extinction-science/
https://www.smithsonianmag.com/smart-news/how-single-act-evolution-nearly-wiped-out-all-life-earth-۱۸۰۹۵۰۳۴۱/

ارتباط با نویسنده: Mahmanar.moon@yahoo.com

پرده دوم

در جست‌وجوی شوالیه تاریکی

ماده تاریک و نقش آن در جهان

پرده پیش

شیرین شاطرزاده

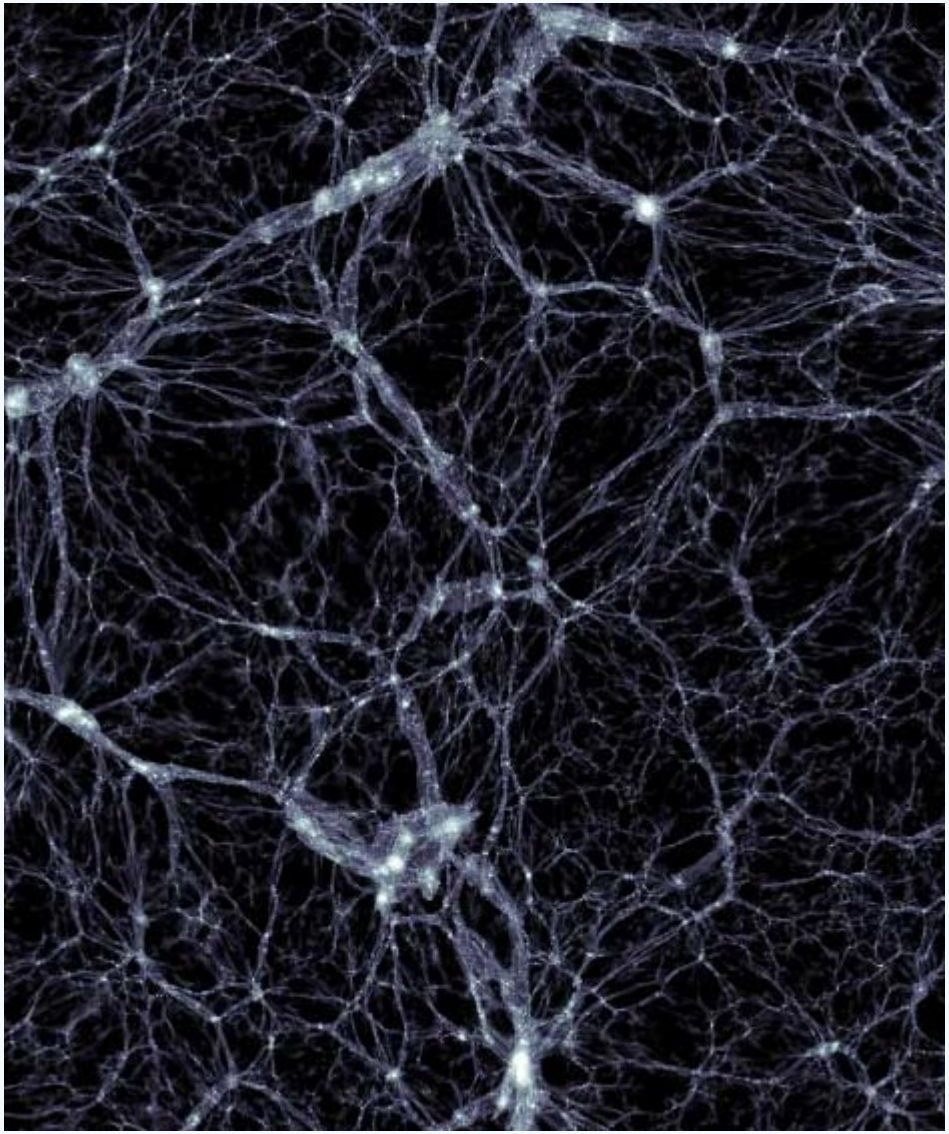
جیمز گوردون پسر: بابا چرا اون فرار می‌کنه؟
ستوان گوردون: چون ما دنبالشیم.
جیمز گوردون پسر: اون هیچ کار اشتباهی نکرده.
ستوان گوردون: چون اون قهرمانیه که گاتهام سزاوارشه، ولی قهرمانی نیست که الان بهش نیاز داشته باشه. پس ما شکارش می‌کنیم. چون اون قهرمان ما نیست. اون یک نگهبان خاموشه، یک محافظ دقیق. یک شوالیه‌ی تاریکی.
شوالیه‌ی تاریکی (۲۰۰۸) - کریستوفر نولان

جهان ما نیز تحت محافظت یک شوالیه‌ی تاریک است. شوالیه‌ای که اگر وجود نداشت، نه ما انسان‌ها حیات می‌یافتیم، نه منظومه‌ی شمسی و نه حتی کهکشان‌هایمان.
ما «ماده‌ی تاریک» این شوالیه تاریکی جهان هستی را شکار خواهیم کرد...

* پیشنهاد می‌کنم هنگام مطالعه‌ی مطالب پرده‌ی دوم، به قطعه A Dark Knight از آلبوم موسیقی فیلم شوالیه تاریک، ساخته‌ی هانس زیمر، گوش بسپارید.

رد پا

اصلان ظهیری



به شهری سفر می‌کنید؛ هنگامی که به شهر وارد می‌شوید خیابان‌های آن را خیس می‌یابید ولی باران نمی‌بارد. محتمل‌ترین تصوری که شما از واقعیت خواهید داشت این است که دقایقی پیش در این شهر باران باریده است. این فرض منطقی‌ترین توجیه برای مشاهدات است. ولی همیشه این قدر ساده نیست؛ حال تصور کنید در خیابان راه می‌روید و زمین خشک در حال خیس شدن است، این بار چه؟ آیا بارانی نامرئی در حال باریدن است؟ در این شرایط کمی سردرگم می‌شوید.

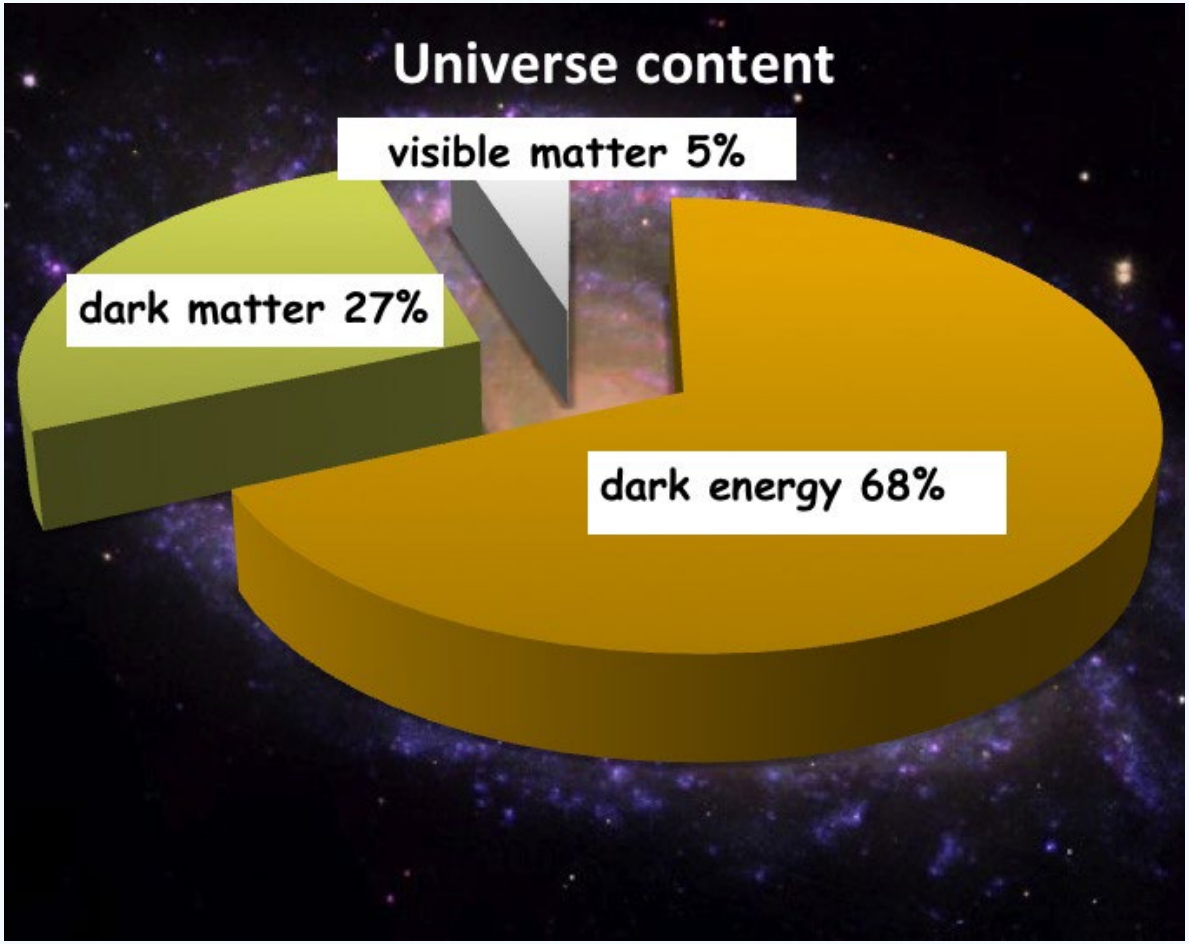
گرانش، انرژی، چرخش کهکشان‌ها -با دقت بیشتری بخوانید- همگرایی گرانشی، جرم و ماده، نور، آنچه نمی‌بینیم، بیشتر از آنچه که می‌بینیم، جرم-انرژی کل جهان، نسبیت عام، تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی، حدود بیست و هفت درصد، رد پای ماده، خوشه‌های کهکشانی، گرانش بیشتر، تلسکوپ، جرم مشاهده‌شده، مدل استاندارد کیهان‌شناسی... این‌گونه به‌نظر می‌رسد که این واژه‌ها و کلمات در کنار هم مفهوم مشخصی نداشته باشند اما چیزی در آن نهان است؛ ماده‌ی تاریک.

ماده‌ی تاریک چیست؟ چگونه می‌توان به وجود احتمالی آن پی برد؟ ماده‌ی تاریک در کجا وجود دارد و اثرات قابل‌مشاهده‌ی آن چیست؟ ماهیت و ذرات درونی آن چه هستند؟ برهمکنش نور با آن چگونه است؟ آیا ماده‌ی تاریک توجیه حتمی برای مشاهداتمان است یا محتمل‌ترین فرض است؟ قطعا حیات هوشمند بشری دست از پرسش و جست‌وجو برای یافتن پاسخ‌ها بر نخواهد داشت.

ماده‌ای راز آلود

از نوع تاریکی

طناز محمدی



اخترانی که به شب در نظر ما آیند
پیش خورشید محال است که پیدا آیند

می‌خواهیم به بررسی جهانی بپردازیم که تنها چیزی حدود ۱۸ درصد از جرم آن را می‌شناسیم! کیهان‌شناسان این حقیقت را از دهه ۱۹۳۰ دریافتند. آن‌ها با در دست داشتن جرم قابل‌رؤیتی که در کهکشان ما وجود دارد و مقایسه‌ی آن با جرم کلی کهکشان به این امر بسیار مهم پی بردند که در پس پرده‌ی کیهان ماده‌ای وجود دارد که از دید ما انسان‌ها پنهان است!

در ۷۰ سال اخیر زمینه‌ی جدیدی از فیزیک سر برآورده که نشان می‌دهد ما فقط یک‌پنجم از جرم موجود در جهان را می‌شناسیم. «ماده تاریک» مطابق با اسمش ماده‌ای است که هرگز با استفاده از امواج الکترومغناطیس مشاهده نشده است. نام تاریک که به این ماده داده شده است به این برمی‌گردد که با تابش الکترومغناطیسی برهم‌کنشی ندارد (این تابش را گسیل، جذب و بازتاب نمی‌کند.) و نسبت به تمام ابزارهای اپتیکی و الکترومغناطیسی پنهان است.

ما تنها ۴/۹ درصد از تمام جهان را می‌شناسیم و از ۹۶/۱ درصد از آن چیزی نمی‌دانیم!

خوشه‌ی کوما

خوشه‌ی ویرگو

اخترشناسان در سال ۱۹۵۹ جرم گروه محلی کهکشان‌های راه شیری و آندرومدا را تخمین زدند و با مقادیر قابل‌انتظار از مواد درخشنده‌ی این دو کهکشان مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین جرم گروه محلی باید از ماده‌ای دیگر ساخته شده باشد؛ یعنی **ماده تاریک**.

جرم گمشده در خوشه‌های کهکشانی

اولین بار زوییکی (Zwicky) به‌وسیله‌ی مقایسه‌ی سرعت پراکندگی خوشه‌ی کوما با سرعت پراکندگی جرم قابل‌مشاهده‌ی این خوشه به وجود ماده تاریک پی برد. او در سال ۱۹۳۳ سرعت پراکندگی کهکشان‌ها را در خوشه‌ی کوما اندازه‌گیری کرد و متوجه شد که سرعت‌شان از چیزی که به ماده‌ی درخشنده‌ی درون‌کهکشانی مربوط می‌شود بسیار فراتر است.

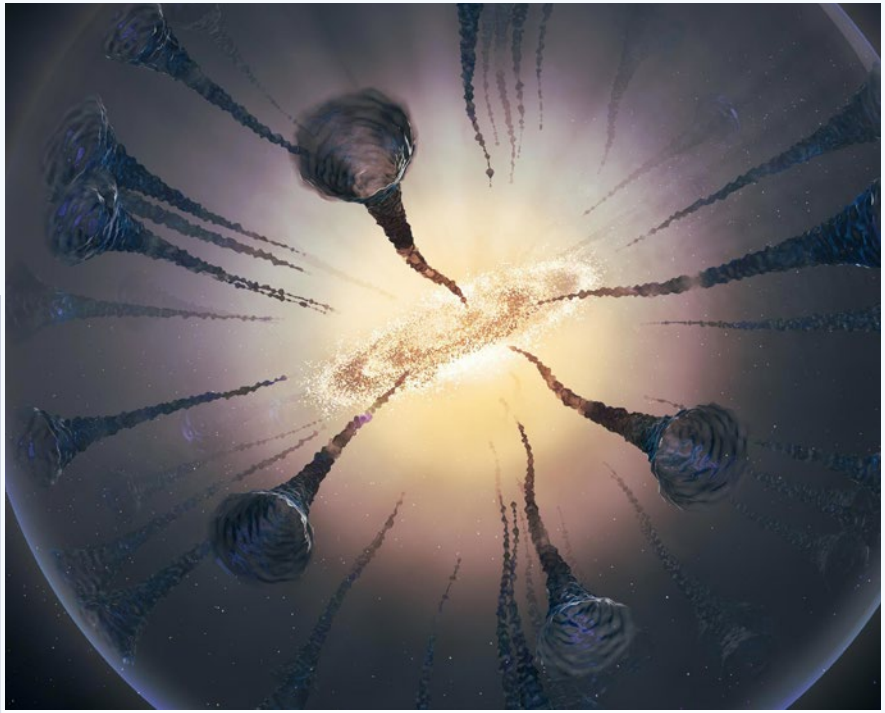
کاری که زوییکی کرد باعث برانگیزش اسمیت در سال ۱۹۳۶ شد. او کهکشان‌های خوشه‌ی سنبله را بررسی کرد و دوباره متوجه شد که اجزای اصلی کهکشان‌ها سرعت و نسبت جرم به درخشندگیِ بسیار زیادی دارند. بعد از او بابکوک در سال ۱۹۳۹ از ابزار اپتیکی برای اندازه‌گیری چرخش آندرومدا M31 استفاده کرد و دریافت که در فاصله‌ی بسیار زیاد از مرکز، سرعت چرخش آن نسبت به مؤلفه‌های درخشنده‌ی کهکشانی بسیار بالاست.

ماده تاریک
درون کهکشان ها

در دهه‌ی ۷۰ ورا رابین و دیگران با مشاهده‌ی سرعت چرخش کهکشان‌ها شواهد زیادی از وجود ماده تاریک یافتند. آن‌ها در نظر گرفتند که اگر کهکشان جرم M داشته باشد، ستاره جرم m و فاصله‌ی بین ستاره تا مرکز کهکشان r باشد، پس نیروی گرانشی که به‌وسیله‌ی ستاره احساس می‌شود از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$F=GMm/r^2 =(mv^2)/r$$

این رابطه نشان می‌دهد که سرعتِ چرخشیِ ستاره با جذر فاصله رابطه‌ی عکس دارد یا به‌عبارتی متناسب است با-))r^ (1/2) یعنی سرعت با افزایش فاصله کاهش می‌یابد. کاری که نظریه‌پردازان انجام دادند این‌گونه بود که ابتدا متوجه کاهش سرعت با افزایش فاصله توسط رابطه‌ی مذکور شدند، اما مشاهدات رصدی مقدار سرعت را ثابت نشان داد! سپس ثابت بودن سرعت را مبنای محاسبه برای جرم کل کهکشانی در نظر گرفتند. جرمی را که از محاسبه به دست آوردند را با مشاهدات رصدی مقایسه کردند و به نکته‌ی خیلی مهم پی بردند و آن‌هم این بود که در محاسبات، جرم کل کهکشانی اعم از مرئی و غیرمرئی لحاظ شده است؛ ولی در مشاهدات رصدی تنها جرم ناحیه‌ی مرئی و قابل‌رؤیت لحاظ گشته؛ اما نه تنها این دو مقدار با یکدیگر هم‌خوانی نداشتند بلکه اختلاف بسیار زیادی نیز داشتند.



سپس بهترین نتیجه‌ای که موردقبول واقع شد این بود که تفاوت این جرم بزرگ ناشی از ماده‌ای است غیرمرئی که با ابزار اپتیکی قابل رصد نیست؛ درنتیجه این ماده‌ی غیرقابل رصد را که مقادیر بسیار زیادی از کهکشان را احاطه کرده است ماده تاریک نامیدند. در همان دوران دانشمندان زیادی نتایج مشابه به‌دست آوردند که نشان داد ماده تاریک شامل توزیع مکانی نیست. پیبلز و همکارانش در سال ۱۹۷۳ پیشنهاد کردند که دیسک‌های کهکشانی ممکن است به‌وسیله‌ی هاله‌ی کروی و به‌شدت پرجرم احاطه شده باشند. آن‌ها دیدند که جرم کهکشان راه‌شیری حدود ده برابرِ جرم ماده‌ی مرئی آن است و آن جرم عمده را ماده تاریک نام نهادند. همچنین تأیید کردند که اطراف تمامی کهکشان‌ها توسط هاله‌ای بزرگ از ماده تاریک احاطه شده است؛ پس بیشترِ جرم یک کهکشان شامل ماده تاریک آن است؛ به همین دلیل این ماده‌ی مرموز به‌شدت مورد اهمیت قرار گرفته است. طبیعی است که هر چه مقیاس بزرگ‌تر باشد، مقادیر ماده تاریک آن جرم کیهانی نیز بزرگ‌تر خواهد بود؛ پس محتمل است که جرم ماده تاریک آن‌قدر زیاد باشد که سبب توقف انبساط عالم شود. به‌عبارت‌دیگر تا چیزی درباره‌ی ماده تاریک ندانیم چگونگیِ تشکیل ساختارهای بزرگ‌مقیاس مثل کهکشان‌ها را نخواهیم دانست؛ زیرا ماده تاریک نقش اساسی در رشد ساختارهای بزرگ‌مقیاس ایفا می‌کند. (در مقاله‌ای دیگر به این موضوع خواهیم پرداخت.) اولین کشف موفق ماده تاریک در کهکشان‌های کوتوله در سال ۱۹۸۳ توسط فابر و لین انجام گرفت. آن‌ها دریافتند که کهکشان‌های کوتوله نسبت جرم به درخشندگی بیشتری نسبت به کهکشان‌های معمولی دارند و برای ماده تاریک ذراتی را پیشنهاد کردند که با داده‌های رصدی مطابقت داشته باشد. در ادامه با داستان ماده تاریک بیشتر آشنا خواهید شد.

ردپای تاریکی

آراده ایرانی

وجود یک پدیده را از دو روش می‌توان اثبات کرد: مشاهده‌ی مستقیم پدیده یا مشاهده‌ی تأثیر آن بر پدیده‌هایی که راحت‌تر مشاهده می‌شوند. گوشه و کنار جهان مملو از نشانه‌هایی از وجود جرمی مرموز و ناپیدا است که تأثیر مستقیم بر روی اجرام دیگر دارد. در ادامه این نشانه‌ها را بررسی خواهیم کرد.

این مطلب که در آسمان شب چیزهایی هست که به‌راحتی دیده نمی‌شود، همیشه مورد توجه بوده است. هنگام استفاده از تلسکوپ یا رادیو تلسکوپ فقط اجسامی رصد می‌شوند که از خود نور یا امواج رادیویی تابش می‌کنند؛ اما هر پدیده‌ای این خصوصیت را ندارد. در اینجا شواهد و نشانه‌هایی را مطرح می‌کنیم که دال بر وجود ماده‌ای اسرارآمیز در ساختار کیهان است.

پراکندگی های ســـــرعت

بیشتر شواهد مربوط به ماده‌ی تاریک از مطالعه‌ی حرکت کهکشان‌ها حاصل شده است. بسیاری از این حرکت‌ها به‌نظر می‌آید که نسبتا یکنواخت هستند، بنابراین طبق قضیه ویریال انرژی جنبشی کل باید نصف انرژی پیوند گرانشی کهکشان‌ها باشد. هرچندکه از نظر تجربی انرژی جنبشی مشاهده‌شده بسیار بیشتر است؛ به بیان دقیق‌تر، اگر فرض کنیم که جرم گرانشی موجود تنها ناشی از ماده‌ی مرئی موجود در کهکشان‌هاست، ستارگانی که از مرکز کهکشان دور هستند سرعت‌هایی به‌مراتب بالاتر از پیش‌بینی قضیه‌ی ویریال دارند. نمودارهای منحنی چرخش کهکشانی که سرعت چرخش براساس فاصله را نمایش می‌دهند، با استفاده از ماده‌ی قابل‌رؤیت به‌تنهایی قابل توضیح نیستند. این پندار که ماده‌ی قابل‌رؤیت تنها بخش کوچکی از خوشه را تشکیل بدهد، سرراست‌ترین راه توضیح این مسئله است. نشانه‌ها بیانگر آن است که کهکشان‌ها عمدتا از یک هاله‌ی تقریبا کروی از ماده‌ی تاریک با تمرکز بیشتر در مرکز آن تشکیل شده اند و ماده‌ی قابل‌رؤیت مانند یک دیسک در مرکز آن قرار دارد. کهکشان‌های کوتوله با درخشش سطحی کم، منابع اطلاعاتی مهمی برای مطالعه‌ی ماده‌ی تاریک به‌شمار می‌روند، زیرا در این کهکشان‌ها نسبت ماده‌ی مرئی به ماده‌ی تاریک به‌طور غیرمعمولی پایین است و ستارگان پرنور کمی در مرکز آن‌ها قرار دارند؛ اگر چنین نبود مشاهدات منحنی چرخش ستارگان بیرونی با مشکل مواجه می‌شد.

همگرایی گرانشی[1]

طبق نظریه‌ی نسبیت عام هنگامی که جرم عظیمی (مانند خوشه‌ی کهکشانی) بین ناظر و یک منبع دورتر (مانند اختروش) قرار گیرد؛ این جرم سنگین همانند عدسی، نور منبع دورتر را خم می‌کند. به این پدیده اثر لنزینگ می‌گویند. هرچه جرم سنگین‌تر باشد اثر لنزینگ واضح‌تر است.

زمانی که نور کهکشان‌های زمینه از لنزینگ قوی عبور کنند تصویرشان به‌صورت کمانی دچار اعوجاج می‌شود.

این پدیده در بسیاری از خوشه‌های دور از جمله آبل ۱۶۸۹ مشاهده شده است. با اندازه‌گیری هندسه‌ی اعوجاج، می‌توان جرم خوشه‌ی میانی را به‌دست آورد. در ده‌ها موردی که این کار انجام شده است، نسبت‌های جرم به نور به‌دست آمده به اندازه‌ی کافی با دینامیک ماده‌ی تاریکِ اندازه‌گیری شده در خوشه‌ها مطابقت داشته است. لنزینگ می‌تواند به ایجاد چندین کپی از یک تصویر منجر شود.

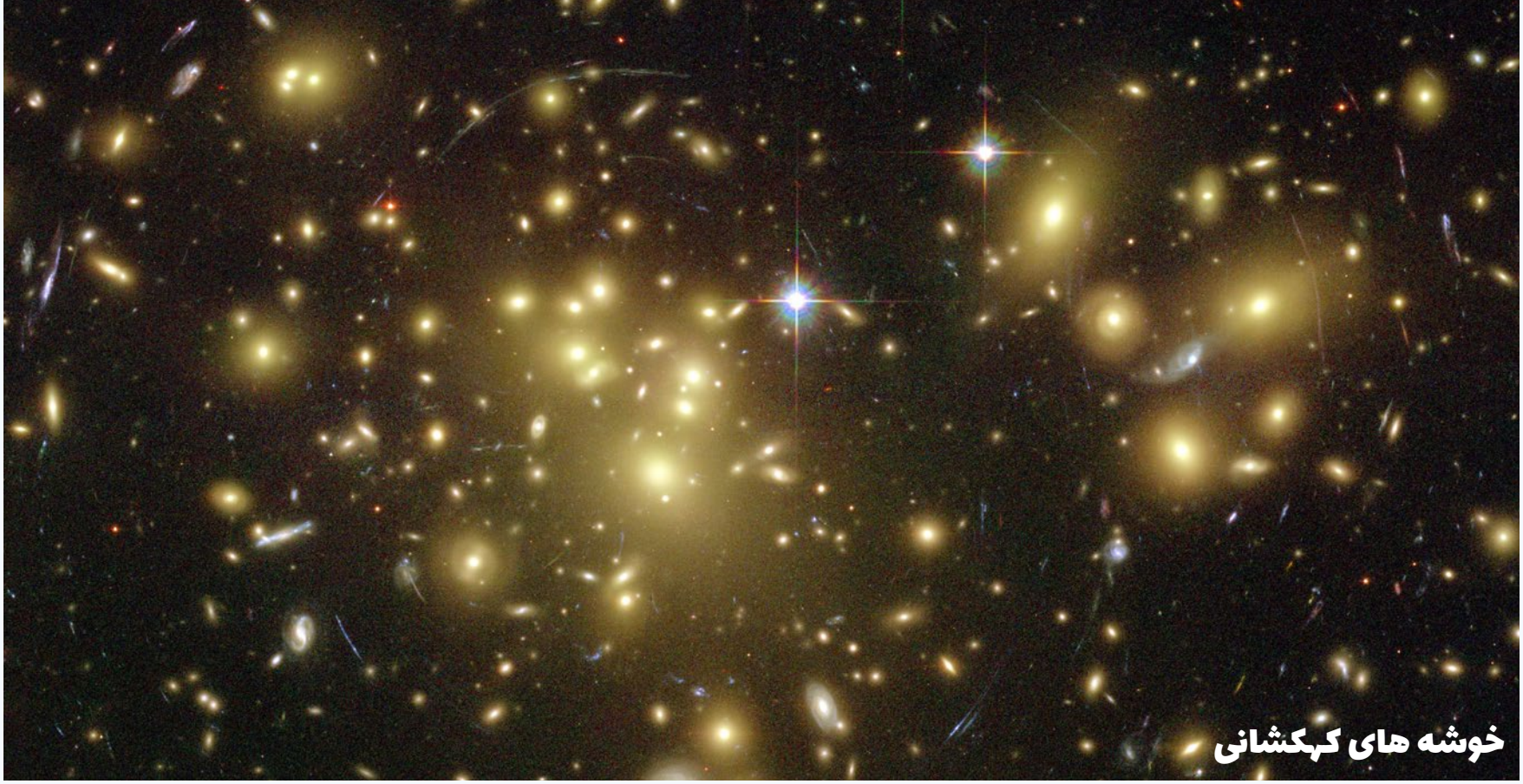
با تجزیه و تحلیل توزیع چندین تصویر کپی شده، دانشمندان توانسته‌اند توزیع ماده‌ی تاریک در اطراف خوشه‌ی کهکشان MACS J0416.1-2403 را پیدا کنند. با بررسی تغییرات برشی ظاهری کهکشان‌های پس‌زمینه‌ی مجاور، می‌توان میانگین توزیع ماده‌ی تاریک را مشخص کرد. نسبت جرم به نور مربوط به چگالی ماده‌ی تاریک توسط اندازه‌گیری سایر ساختارهای بزرگ مقیاس نیز پیش‌بینی شده است.

به‌طور خلاصه این ماده‌ی تاریک نیست که نور را خم می‌کند، بلکه جرم (در این مورد جرم ماده‌ی تاریک) است که باعث خمیدگی فضا-زمان می‌شود و نور صرفا در منحنی فضا-زمان حرکت می‌کند که نتیجه‌ی آن ایجاد اثر لنزینگ است؛ بنابراین مشاهده‌ی اثر لنزینگ در فضا می‌تواند نشان‌دهنده‌ی وجود جرمی پنهان و غیرقابل‌رؤیت باشد.

1.gravitational lensing

2.Quasar

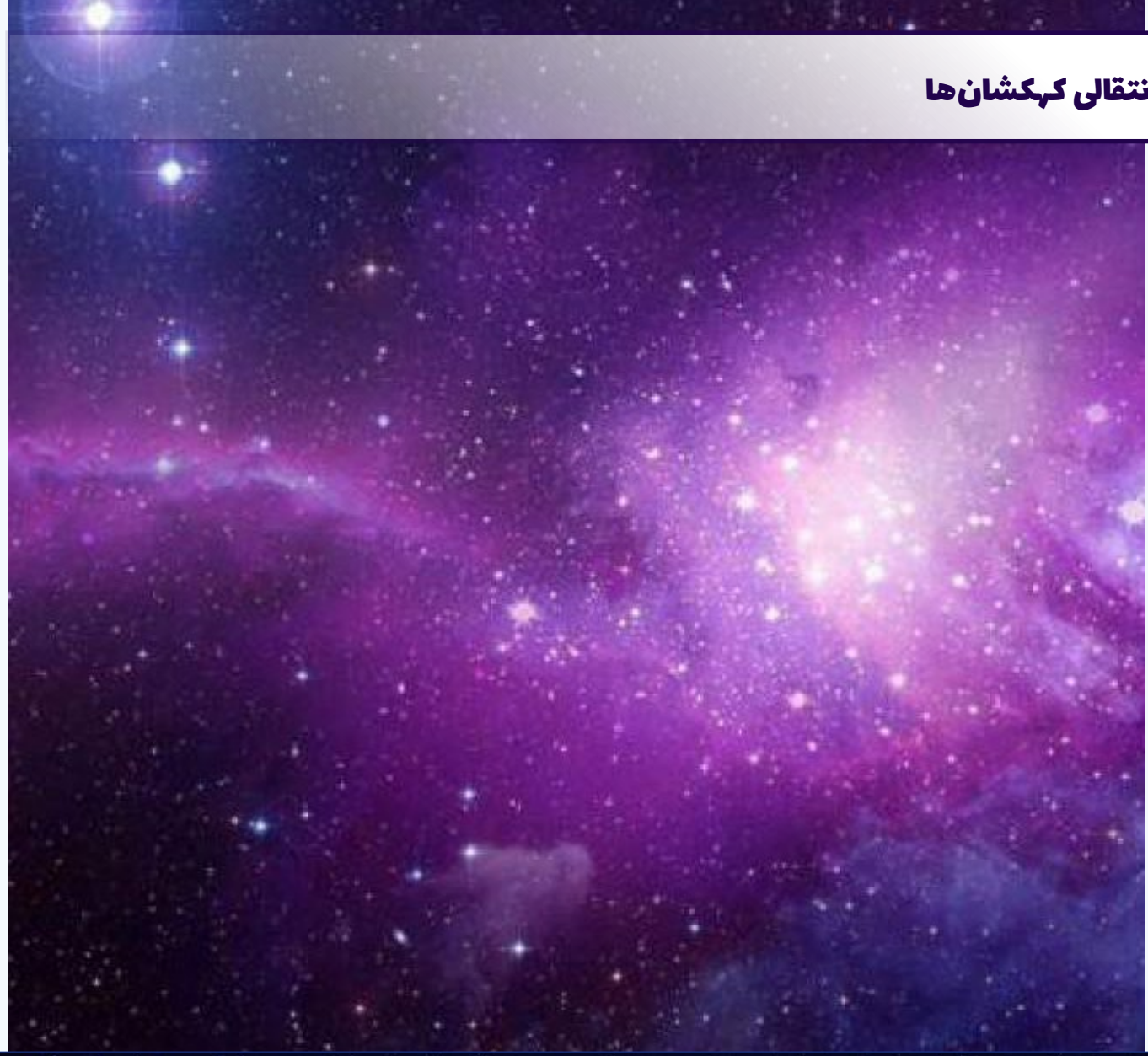
اختروَش یا کوِیزار یا کوازار یک هسته‌ی فعال به‌شدت نورانی و دوردست است که وابسته به یک کهکشان جوان است.



خوشه های کهکشانی

مقدار قابل‌توجهی ماده در بررسی خوشه‌های کهکشانی وجود دارد که ما نمی‌توانیم به آسانی آن‌ها را ببینیم؛ خوشه‌هایی که از تجمع چند صد تا چند هزار کهکشان یا کهکشان‌های تک در فضا به‌وجود آمده‌اند. معنی این چیست؟ یعنی در یک گروه از کهکشان‌ها تنها نیروی موثر بر کهکشان‌ها گرانش است و این گرانش ناشی از اثر کششی کهکشان‌ها بر یکدیگر است که باعث بالا رفتن سرعت آن‌ها می‌شود. تخمین این سرعت می‌تواند مقدار ماده‌ی موجود در کهکشان را به دو طریق مشخص کند: ۱. جرم بیشتر یک کهکشان باعث می‌شود که نیروی شتاب‌دهنده به آن نیز بیشتر شود. ۲. اگر شتاب یک کهکشان خیلی زیاد باشد به تبع سرعت آن نیز افزایش می‌یابد؛ به‌طوری که اگر سرعت یک کهکشان بیش از سرعت فرار باشد، خوشه را ترک خواهد کرد. از آن‌جایی که (طبق مشاهدات) همه‌ی کهکشان‌ها سرعتی پایین‌تر از سرعت فرار (گریز) دارند، با این نگرش می‌توان جرم کل خوشه را محاسبه کرد. این جرم محاسبه شده مقدار قابل‌توجهی از میزان مشاهده‌شده بیشتر است. منتها از آن‌جایی که این روش بیشتر بر پایه‌ی مشاهده صورت می‌گیرد و امکان خطا در آن زیاد است، در ابتدا چندان مورد توجه قرار نگرفت؛ بنابراین دانشمندان نیازمند دلایل محکم‌تری برای اثبات وجود ماده‌ی تاریک بودند.

دلیل محکم‌تر: منحنی حرکت انتقالی کهکشان‌ها



دلایل قابل‌اعتمادتری در دهه‌ی ۱۹۷۰ در پی اندازه‌گیری منحنی‌های دوران کهکشان‌ها ارائه شد. علت قابل‌اعتمادتر بودن آن‌ها این است که اطلاعات موثق‌تری در مورد تعداد بیشتری کهکشان به‌دست می‌دهند.

از گذشته می‌دانستیم که کهکشان‌ها حول مرکزشان دوران دارند و درست شبیه به چرخش سیارات به دور خورشید و مانند سیارات از قوانین کپلر پیروی می‌کنند. این قوانین می‌گویند که سرعت چرخشی حول یک مرکز فقط به فاصله از مرکز و جرم موجود در مدار بستگی دارد.

پس با پیدا کردن سرعت چرخش یک کهکشان می‌توانیم جرم موجود در کهکشان را محاسبه کنیم. همان‌طور که در کناره‌های کهکشان میزان نور به سرعت کم می‌شود، انتظار می‌رود سرعت چرخش نیز پایین بیاید؛ ولی این اتفاق نمی‌افتد و سرعت در همان میزانی که محاسبه شده بود ثابت می‌ماند. این مطلب آشکارا نشان می‌دهد که در کناره‌های کهکشان جرمی وجود دارد که ما نمی‌بینیم. این آزمایش در مورد چندین کهکشان حلزونی -از جمله کهکشان راه شیری خودمان- انجام شده و هر بار به همین نتیجه رسیده است؛ این محکم‌ترین و بهترین اثبات برای وجود ماده‌ی تاریک است.

نامزدهای مادهٔ تاریک

احسان یوسفی

مادهٔ تاریک یکی از مهم‌ترین انگیزه‌های فیزیکدانان برای یافتن مدل‌هایی فرای نظریه‌ها و مدل‌های استاندارد کنونی است. ازآنجایی‌که از مطالعات کیهان‌شناختی و اخترفیزیکی به وجود این مادهٔ نادیدنی پی برده‌ایم، نامزدهای ذره‌ای مادهٔ تاریک نیز بیش از آن‌که تحت تأثیر شتابگرها، آزمایشگاه‌ها و یافته‌های ذرات بنیادی باشند، با کمک رصدها و مأموریت‌های کیهان‌شناختی و چالش‌هایشان معرفی شده‌اند. به‌دلیل مسائل فراوانی که تاکنون دربارهٔ مادهٔ تاریک وجود داشته، دانشمندان خانواده‌های متعدد و پرجمعیتی از نامزدها را معرفی کرده‌اند.

دانشمندان کمابیش ویژگی‌های ماده‌ی تاریک را بر پایه‌ی شاهدانِ رصدی و نیز ملاحظاتی از ذرات بنیادی حدس می‌زنند. می‌دانیم که این ماده نوری از خود ندارد تا دیده شود (برهم‌کنش الکترومغناطیسی ندارد) و تنها آثار گرانشی آن را آشکار می‌کند. ذرات یا توده‌های ماده‌ی تاریک باهم برخورد نمی‌کنند و از میان هم رد می‌شوند و با یکدیگر و همچنین مواد عادی (به‌اصطلاح باریون‌ها) برهم‌کنش ندارند (یا برخورد و برهم‌کنش‌های بسیار ضعیفی دارند). همچنین ازآنجایی‌که بر پایه‌ی مدل استاندارد کیهان‌شناسی مقدار ماده‌ی تاریک را بیش از ۵ برابرِ ماده‌ی عادی تخمین می‌زنیم، تشکیل کهکشان‌ها و خوشه‌های کهکشانی را کاملا وابسته به ماده‌ی تاریک می‌دانیم. ماده‌ی تاریک مسائل و چالش‌های بسیاری برای ما داشته است؛ به‌همین جهت سه خانواده از پاسخ‌ها برای ماده‌ی تاریک معرفی شده است:

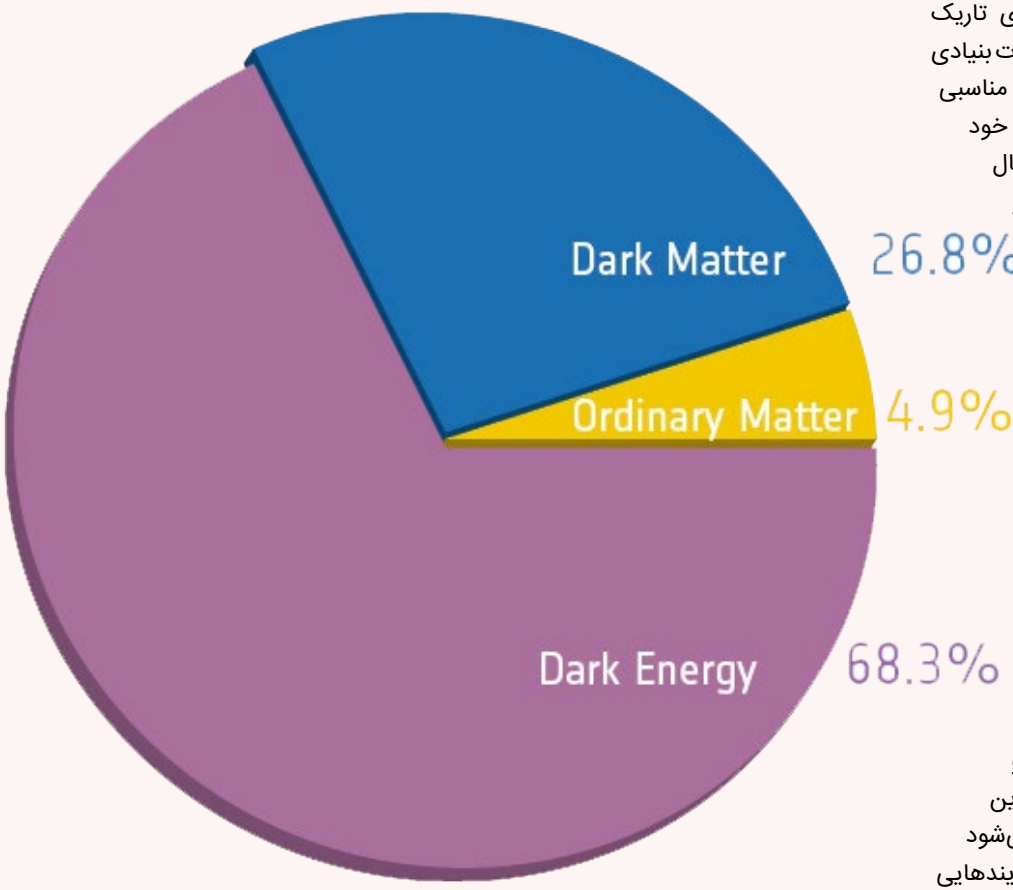
۱. ذرات زیراتمی ناشناخته.

۲. اجرام اخترفیزیکی خاصی مانند کوتوله‌های قهوه‌ای و سیاه‌چاله‌های اولیه.

۳. نظریه‌های گرانشی تعمیم‌یافته.

خانواده‌ی دوم چندان اقبالی ندارند و خانواده‌ی سوم را در مقاله‌ی دیگری خواهید خواند. در ادامه با خانواده‌ی نخست بیشتر آشنا خواهیم شد. البته در این نوشته خانواده‌ی خاصی مدنظر است که به ماده‌ی تاریک سرد مشهورند؛ زیرا نامزدهای گرم و داغ به دلایل کیهان‌شناختی و اخترفیزیکی رد شده‌اند که در مقاله‌ی دیگری توضیحات بیشتری درباره‌ی آن‌ها داده می‌شود.

بنابر ویژگی‌هایی که برای ماده‌ی تاریک برشمردیم، جز نوترینوها هیچ‌یک از ذرات بنیادی شناخته‌شده از مدل استاندارد، نامزد مناسبی برای ماده‌ی تاریک نیستند؛ هرچند خود نوترینوها هم جرم ناچیز و درعین‌حال انرژی بالایی دارند. درحالی‌که بنا بر مشاهدات و درنظر گرفتن مدل استاندارد کیهان‌شناسی، تشکیل ساختارهای بزرگِ کیهان سطح انرژی پایین‌تری می‌خواهد؛ بنابراین ذرات ناشناخته‌ی جدیدی را باید معرفی کرد. دانشمندان معمولا برای توجیه مسائل فیزیکیِ ناشناخته از ساده‌ترین و کمترین پیش‌فرض‌ها بهره می‌برند؛ ازاین‌رو با نیروهای ناشناخته سروکله نمی‌زنند، بلکه تا جای ممکن همان چهار نیروی شناخته‌شده (نیروی قوی هسته‌ای، الکترومغناطیسی، ضعیف هسته‌ای و گرانش) را به‌کار می‌گیرند. معمولا در این پیشنهادها، پیش‌بینی‌هایی ارائه می‌شود مبنی بر اینکه چه برهم‌کنش‌ها و فرایندهایی برای نامزدهای ماده‌ی تاریک محتمل است تا ذرات شناخته‌شده‌ی مدل استاندارد تولید شوند. همچنین نشانه‌های رصدی و آزمایشگاهی مرتبط نیز معرفی می‌شوند.

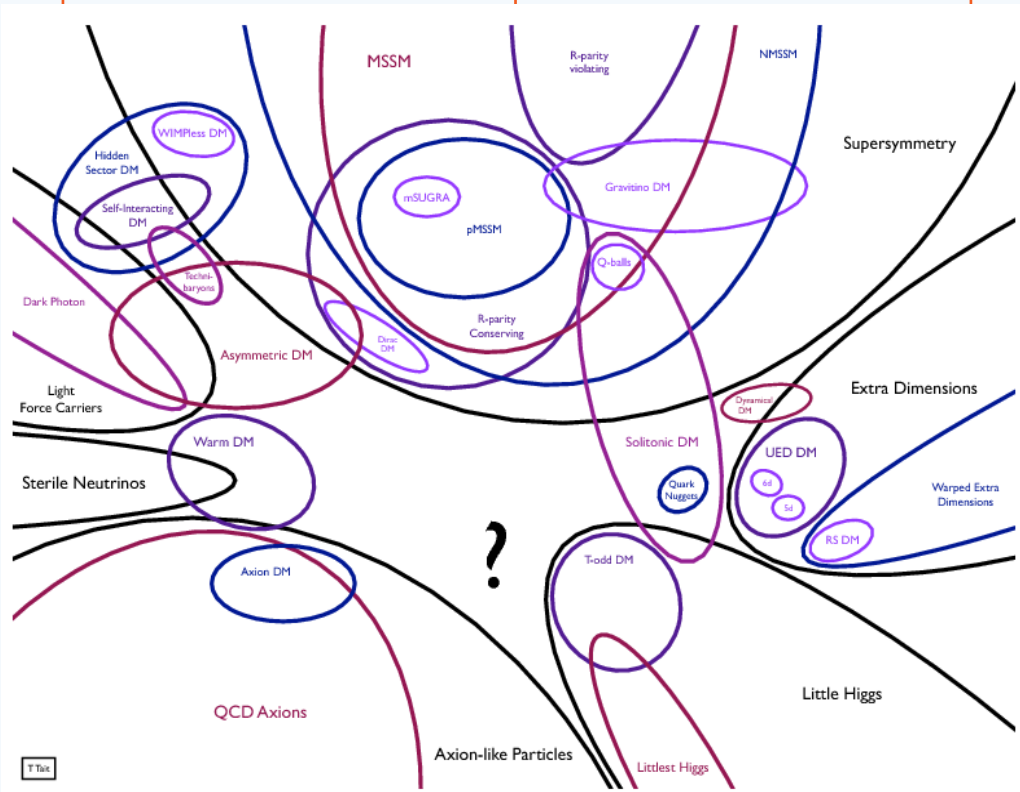


دسته‌ی نخست: ویمپ‌ها

در حال حاضر ذرات جرم‌دار با برهم‌کنش ضعیف یا ویمپ‌ها (WIMP[1]) مهم‌ترین نامزد برای ماده‌ی تاریک‌اند. این ذرات، بدون بار الکتریکی با جرمِ به‌نسبت سنگین در مقیاس اتمی و با برهم‌کنش ضعیف فرض می‌شوند؛ ازاین‌رو تاکنون در شتابگرهای ذرات کشف نشده‌اند. اگر کمی از دانش ذرات بنیادی بدانید، شباهت‌هایی میان این دسته‌ی ذرات فرضی و نوترینوها می‌بینید؛ بنابراین هرچند تاکنون در آزمایش‌های پیشرفته‌ای چون زنون، پَملا، اِی‌اِم‌اس و... نشانی از این ذرات یافت نشده است، اما به احتمال زیاد ممکن است این ذرات در آشکارسازها و رصدخانه‌هایی مانند آنچه برای نوترینوها داریم، قابل‌شناسایی باشند. بیشتر نامزدهای این دسته با نظریه‌های اَبَرتقارنی در ارتباط‌اند. سبک‌ترین و مهم‌ترین پیشنهاد ازاین‌دست، ذراتی با اسپین نیم‌صحیح (ذرات فرمیون) معروف به نوترالینو است. همچنین زوجِ ابرتقارنی با اسپین صحیح (ذرات بوزون) نوترینوها و اِس‌نوترینوها از این دسته‌اند. البته نامزدهای ماده‌ی تاریک، از دل نظریات ریسمان و وجود ابعاد بالاتر نیز بیرون می‌آید.

دسته‌ی دوم: اَکسیون‌ها

ذرات دیگری که پیشنهاد شدند تعمیمی فرضی بر مدل استاندارد ذرات بودند که درباره‌ی نیروی قوی هسته‌ای مسئله‌ای باز را حل کنند؛ ولی به دلیل ویژگی‌هایشان، برای ماده‌ی تاریک نیز مناسب‌اند. اکسیون‌ها جرم دارند و به‌طور عمومی می‌توانند بار الکترومغناطیسی (حتی تک‌قطبی مغناطیسی) داشته باشند. البته در این مورد آن‌هایی که بار الکتریکی ندارند مدنظرند. معمولا سطح انرژی آن‌ها پایین است و مرتبه‌ی جرمی سبک و انرژی کمی برایشان تصور می‌شود که انتظار ما را برای ماده‌ی تاریک (سرد) برآورده می‌کنند. پروژه‌هایی مانند زنون، اِی‌دی‌ام ایکس و... در جست‌وجوی این ذرات هستند. از شواهد جالب و محتمل مشاهده‌ی اکسیون‌ها، برخورد آن‌ها با ذراتِ دارای ساختارِ مدل استاندارد مثل پروتون‌ها (از سه کوارک تشکیل‌شده‌اند) و درنتیجه رؤیت اتفاقاتی شبیه اثر فوتوالکتریک (که اینشتین به‌خاطر آن جایزه نوبل گرفت) است. جفت اَبَرتقارنی اکسیون هم به‌عنوان نامزد ماده‌ی تاریک شناخته می‌شود.



دسته‌ی سوم: ذرات کالوتسا-کلین

در نظریه‌ی کالوتسا-کلین ابعاد اضافی برای فضا-زمان در نظر می‌گیرند. در نسخه‌ی ابتدایی آن با در نظر گرفتن یک بعد فضایی اضافه، الکترومغناطیس و گرانش متحد می‌شوند و رویای دیرینه‌ی اینشتین محقق می‌شود. وقتی این ایده با نظریه‌های کوانتومی آمیخته شود، نتایج جالبی دارد که برخی مسائل فیزیک را حل می‌کند. وجود تعدادی ذره‌ی باردار از پیش‌بینی‌های این نظریه است که در ابعاد اضافه برهم‌کنش می‌کنند. اثرات نوری و الکترومغناطیسی این ذرات برای ما و در ابعادی که درک می‌کنیم آشکارشدنی نیست؛ اما می‌توانند نقش ماده‌ی تاریک را در جهان قابل‌رؤیت خودمان بازی کنند. البته باید گفت که این نظریه پیش‌بینی‌هایی شبیه نظریه‌ی ریسمان دارد و این امر نیز بدیهی است، زیرا ایده‌ی یک سده‌ی پیشِ کلین و کالوتسا درواقع یکی از ریشه‌های نظریه‌ی ریسمان است. از مهم‌ترین نشانه‌های این ذرات واپاشی‌شان به ذرات عادی مثل فوتون، نوترینو، الکترون و یا پروتون است. آزمایش‌های فعلی وجود این دسته را چندان محتمل نمی‌داند.

دسته‌ی چهارم: ذرات اَبَرگرانشی و اَبَرتقارنی

تا اینجا چند بار از ابرتقارن نام برده شد. این ایده می‌گوید که هر ذره‌ای باید زوجی داشته باشد. اگر این ذره اسپین صحیح (بوزون) دارد، زوج آن باید اسپینِ نیم‌صحیح (فرمیون) داشته باشد و بالعکس. در این نظریه بوزون‌ها سنگین‌تر از زوج‌های فرمیونی هستند. این ایده مشکلاتی را حل می‌کند؛ ازجمله اینکه چرا قدرت برهم‌کنش‌های بنیادی این‌قدر باهم متفاوت است. ذرات سبکی در این نظریه معرفی می‌شود که شرایط ماده‌ی تاریک را دارند. ازجمله‌ی آن‌ها می‌توان به هیگزینو (زوج فرمیونیِ بوزون هیگز) اشاره کرد. اگر گرانش را با اَبَرتقارن ترکیب کنیم، گرانشی در ابعاد بالاتر به‌دست می‌آید و علاوه بر گراویتون (بوزون فرضیِ نیروی گرانش)، گراویتینو، زوج ابرتقارنیِ فرمیونی آن‌هم وجود خواهد داشت که می‌تواند شبیه ماده‌ی تاریک رفتار کند. در سال‌های اخیر نتایج شتابگر اِل‌اچ‌سی در سرن، خبر از نبود ابرتقارن (لااقل نسخه‌های ساده و کم‌انرژی آن) در طبیعت می‌دهد و جایگاهش متزلزل شده است. البته این مسئله قطعی نیست. احتمالا تابستان و پاییز پیشِ‌رو با شروع دوباره‌ی فعالیت ال‌اچ‌سی، تکلیف ابرتقارن روشن می‌شود.

سایر ذرات:

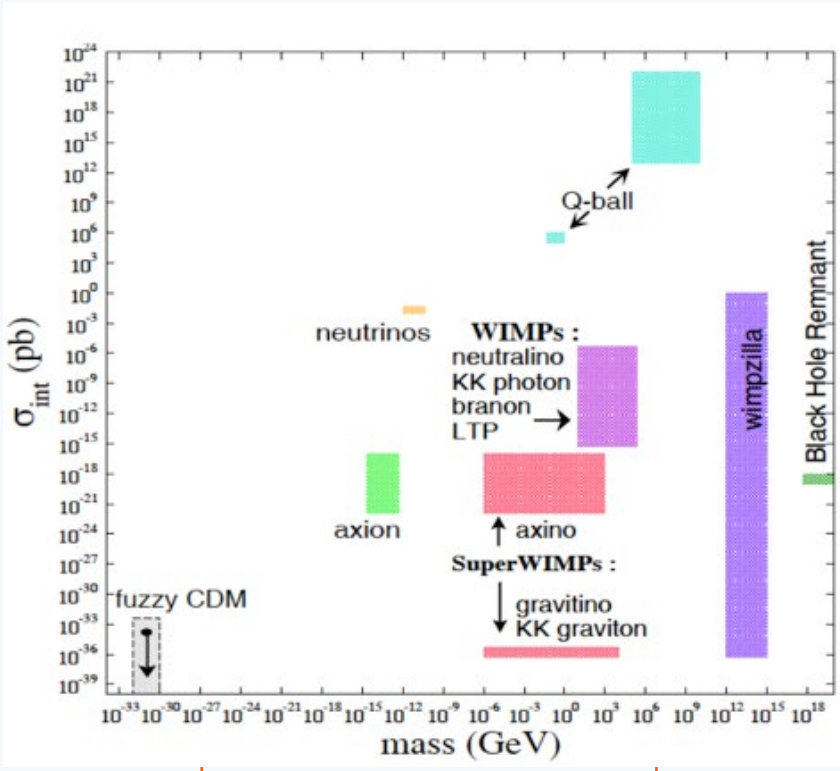
برای ماده‌ی تاریک می‌توان نوترینوی سترون یا نازا را نام برد. نوترینوهای فرضی بسیار سنگینی که هیچ برهم‌کنشی جز نیروی گرانش ندارند. این نامزد زمانی بسیار محبوب بود ولی اکنون چندان جایگاهی ندارد. آزمایش‌ها و رصدها آن را تا حدود زیادی از دور خارج کرده‌اند.

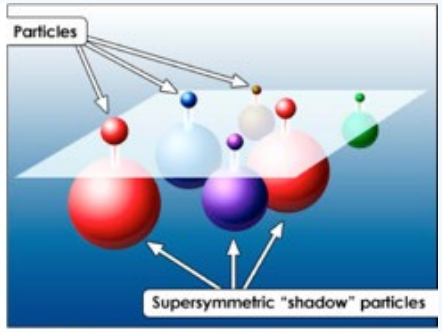
سیمپ‌ها (SIMP[2]) ذرات فرضی با برهم‌کنش قوی هسته‌ای هستند که در دهه‌ی نود میلادی با بررسی‌هایی درباره‌ی گرمازایی سیاره‌ی اورانوس وجودشان زیر سؤال رفتند؛ چون انتظار می‌رفت این ذرات با هسته‌ی چنین سیاراتی برهم‌کنش محسوسی داشته باشند.

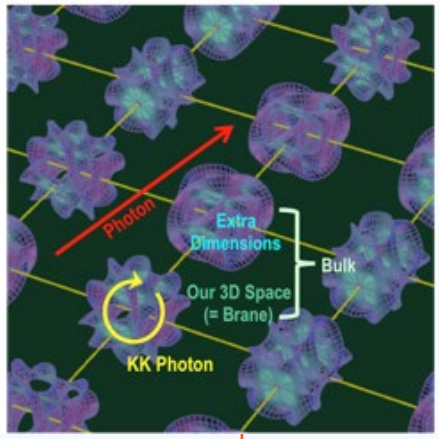
امروزه این پیشنهاد جایگاه محکمی ندارند ولی هر از چندگاهی پیشنهادهایی از دانشگران در این زمینه ارائه می‌شود و با توجه به شکست احتمالی ابرتقارن و ویمپ‌ها ممکن است دوباره موردتوجه قرار گیرند.

ذرات فازی جدیدترین پیشنهاد برای ماده‌ی تاریک به‌حساب می‌آیند که ذرات بوزونیِ بسیار سبکی هستند. در حال حاضر بزرگانی چون ادوارد ویتن و جرمیه اوسترایکر به آن امیدوارند.

باوجود تمام پیشنهادها و پیشرفت‌ها، هیچ‌کدام از نظریه‌ها و نامزدها، هیچ‌یک از مسائلی چون کره-تیزه و قمرهای کهکشانی گمشده (در مقالات دیگر همین شماره درباره‌اش توضیح داده شده است) را به‌طور کامل حل نمی‌کنند. به‌همین خاطر هرروز زمینه‌ی پژوهش‌های ماده‌ی تاریک داغ‌تر و جنجالی‌تر می‌شود.







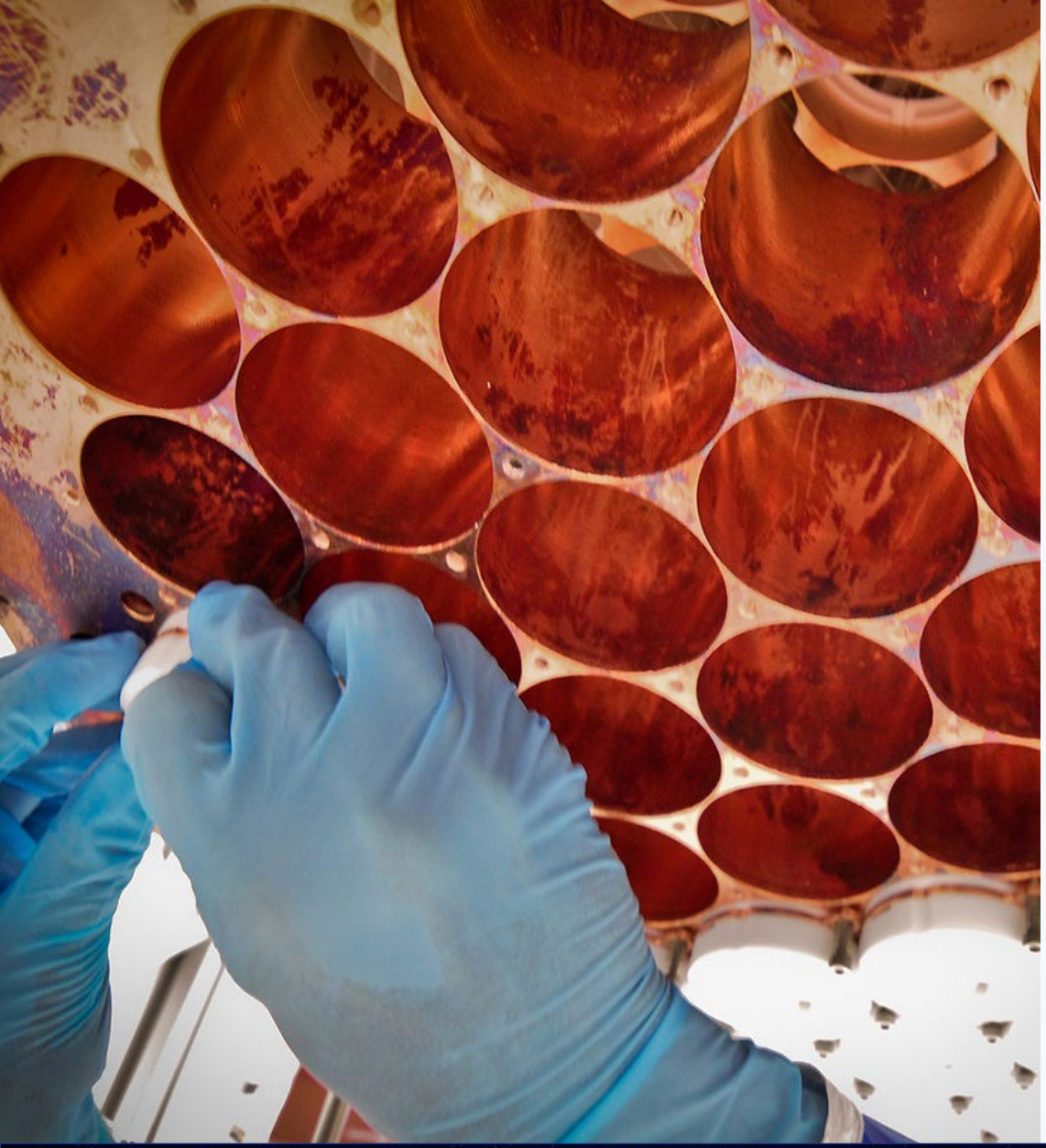
1- Weakly interacting massive particle

2- Strongly interaction massive particle

در جستجوی تاریکی

چگونه می توان ماده تاریك را مشاهده کرد؟

بابک عباس‌زاده

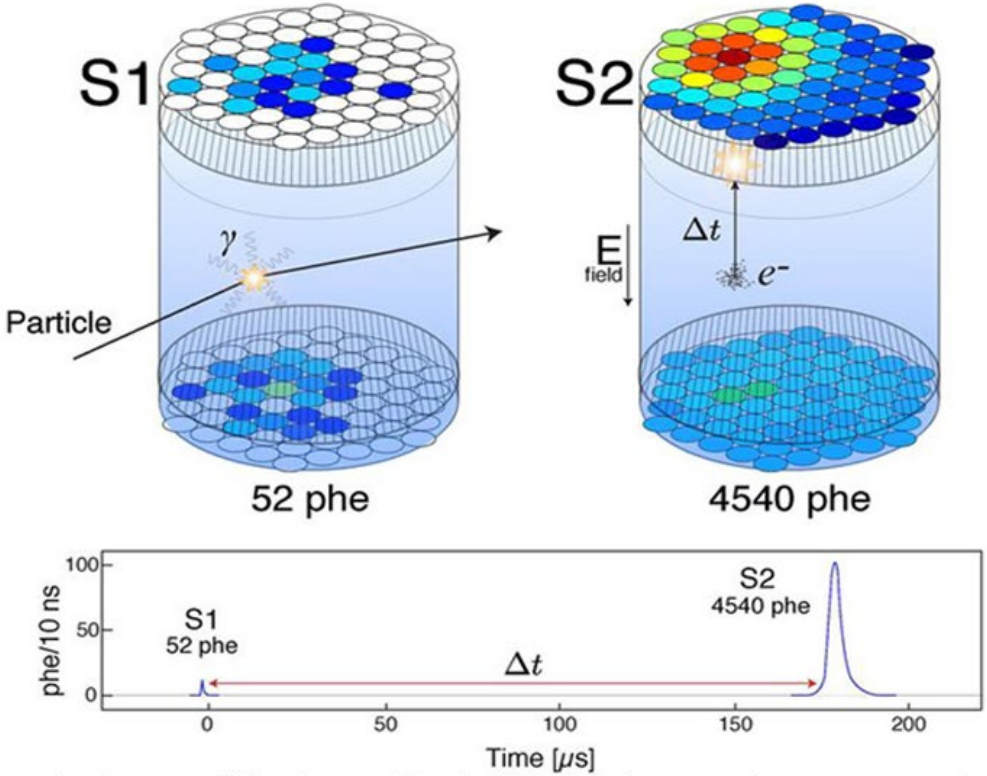


موضوع ماده‌ی تاریک آن‌قدر هیجان‌انگیز است که برای برخی افراد شاید حکم یک داستان علمی تخیلی را داشته باشد. مطالعه‌ی موضوعات مربوط به ماده‌ی تاریک از هر جهت جالب است. بنیادی‌ترین معادلات و قوانین فیزیک را به چالش می‌کشد و درعین‌حال واقعیتی است که بیش از ۸۶ سال درباره‌اش سخن گفته‌اند. میل باطنی دانشمندان برای مشاهده‌ی ماده‌ی تاریک سیری‌ناپذیر است؛ اما مگر می‌شود ماده‌ی تاریک را دید؟

مادهی تاریک اکنون برای کسانی که پیگیر علم و اخبار متنوع آن در حوزهی کیهانشناسی و فیزیک هستند دیگر مطلب عجیب و غیرمعمولی نیست. هرچند شاید برای بسیاری از افراد مانند واژههایی باشد که در داستانهای هری پاتر به گوششان خورده؛ مانند جنگل تاریک، دریاچه تاریک و ... . این عبارت در ظاهر خیلی خندهدار بهنظر میآید اما واقعیت این است که در ابتدا اطلاعات زیادی دربارهی این ماده در دسترس نبود. در واقع برای همین نامش را تاریک گذاشتهاند؛ مادهای که دیده نمیشود، لمس نمیشود، عکسالعملی نسبت به رویدادهای پیرامون از خود نشان نمیدهد، هست اما نیست!

حال سؤال این است که چگونه می‌توان وجود این ماده را آشکار کرد و تأثیراتش را مشاهده نمود؟ اثر وجود ماده‌ی تاریک با کمک پدیده‌های گرانشی مانند خم شدن نور، حرکت کهکشان‌ها و ستارگان قابل مشاهده است. همچنین اختلافی که میان جرم کهکشان‌های عالم و جرم کل جهان به‌دست می‌آید در اثبات وجود ماده‌ی تاریک کمک کننده است؛ در واقع نشان‌دهنده‌ی جرم ماده‌ای است که دیده نمی‌شود. دانشمندان بسیاری در تلاش‌اند تا با ابداع یک روش آزمایشگاهی غیرگرانشی ماده‌ی تاریک را آشکارسازی کنند. دلیل این همه توجه و تمرکز دانشمندان بر روی این پدیده آن است که ماده‌ی تاریک نقش محوری و تعیین‌کننده‌ای در ارائه‌ی یک مدل کلی از جهان هستی دارد.

یکی از آزمایشگاه‌های آشکارسازی در داکوتای جنوبیِ ایالت‌متحده برای یافتن ماده‌ی تاریک تحت عنوان پروژه LUX (Large Underground Xenon experiment) مشغول فعالیت هستند. این آشکارساز که حدود ۱۰ میلیون دلار هزینه برداشته، به دنبال یافتن برهمکنش‌های ضعیف میان ذراتی است که به‌اصطلاح به آن‌ها Weakley Interactive Massive Particle یا به اختصار (WIMP) می‌گویند. بعضی نظرات می‌گویند که ماده‌ی تاریک از ذراتی دارای جرم به نام ویمپ‌ها تشکیل شده‌اند که بسیار کوچک‌تر از اتم هستند. مشکل اینجاست که اثر برهم‌کنش ضعیف ویمپ‌ها با سایر ذرات اندک است. این اثر خود را به شکل فوتون‌های گاما نشان می‌دهد.

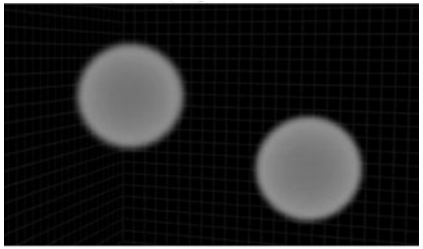


اتفاقی که در این اینجا روی میدهد برخورد دو ذره ویمپ می باشد که باعث تولید اشعه گاما شده و تولید سیگنال ضعیف S1 را می کند سپس همین سیگنال در مرحله بعد تقویت شده تا در نهایت به صورت فوتون و الکترون و نوری که ساطع می کند قابل مشاهده باشد تا به این طریق بتوان ماده تاریک را مشاهده کرد

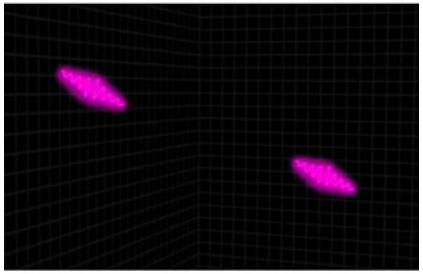
آشکارساز آزمایشگاهی در عمق یک‌ونیم کیلومتری زمین کار گذاشته شده و حاوی مایع زنون است. برای اینکه سایر تشعشات کیهانی و نویزهای دیگر در عملکرد آن اخلال ایجاد نکنند، اطرافش را با آب پوشانده‌اند تا بتواند به راحتی و بدون هیچ‌گونه تابش مزاحم به‌دنبال ویمپ‌ها باشد.

نحوه‌ی کار آشکارساز به این صورت است که دانشمندان به دنبال ایجاد یک تعامل بین ویمپ‌ها در داخل مخزن مایع عنصر زنون هستند؛ در واقع در مواجهه با زنون یک واکنش هسته‌ای بسیار ضعیف ایجاد می‌شود و در نتیجه‌ی آن فوتون و الکترون تولید می‌گردد.

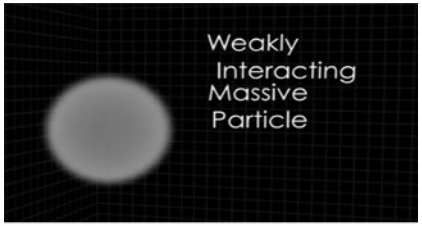
در صورتی که دانشمندان سیگنال اولیه (S1) حاصل از برهمکنش را دریافت کنند، فوتون‌های حاصل از اشعه‌ی گاما در مسیری پیچیده تقویت می‌شوند که به آن‌ها سیگنال‌های تقویت‌شده‌ی S2 یا سیگنال ثانویه می‌گویند که در داخل محفظه‌ی دوم به‌صورت نوری فلش مانند ظاهر می‌شوند. اگر همه‌ی مراحل آزمایش درست باشد، در نهایت نور ظاهر شده اشعه‌ای تقویت شده است که از ماده‌ی تاریک گسیل می‌شود. دلیل انتخاب عنصر نجیب زنون این است که دانشمندان مطمئن شوند این نور حاصل از هیچ واکنش دیگری از مواد معمولی نیست.



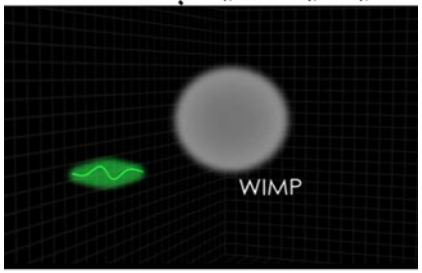
اما اگر به یک ویمپ دیگر برسد



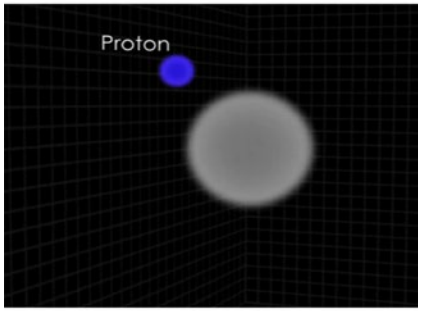
با آن برخورد کرده
و اشعه گاما تولید می کند.



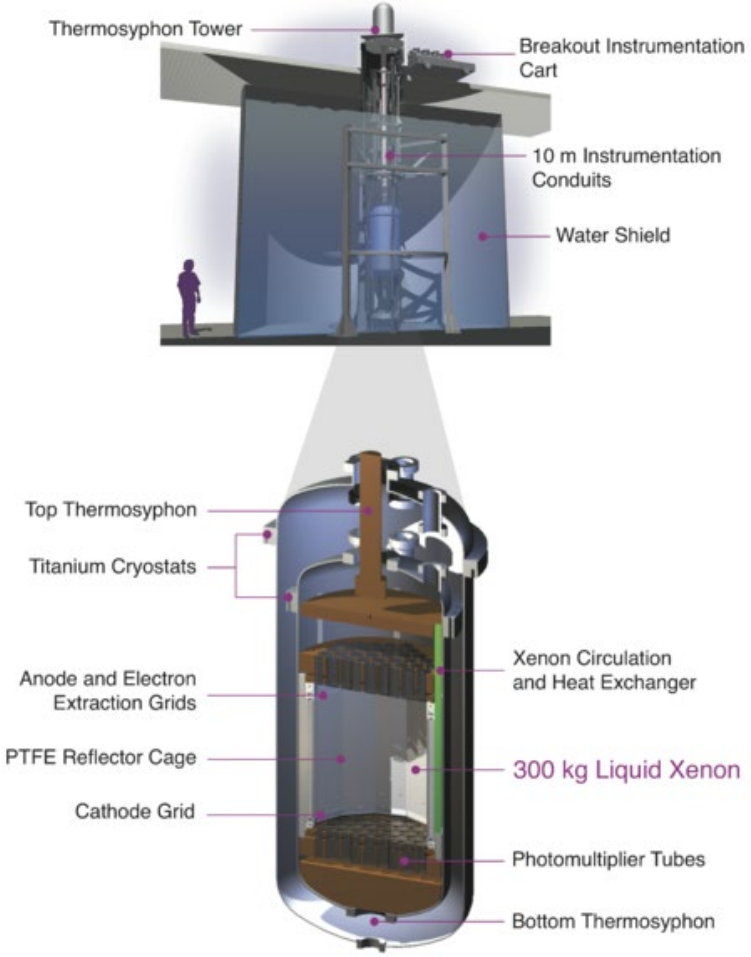
این یک ویمپ است.



نه واکنشی با نور دارد.



نه واکنشی با ماده



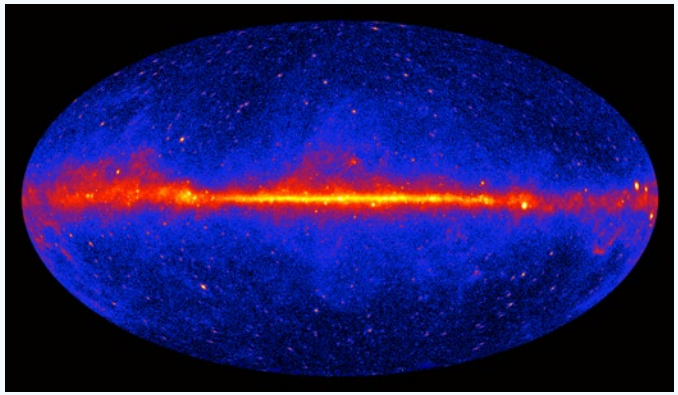
ساختار یک آشکار ساز با مایع زنون

آشکارساز LUXتنها نمونه در دنیا نیست؛ آشکارسازهایی مانند XE-NON1t اروپایی و یا آشکارساز Darkside-50 در ایالت ماساچوست آمریکا و بسیاری آشکارسازهای دیگر هستند که برای یافتن ماده‌ی تاریک مورد استفاده گرفته‌اند. تا سال ۲۰۱۶ هیچ نشانه‌ای وجود ویمپ را تأیید نکرد اما ظاهرا در دو سال اخیر دانشمندان یافته‌هایی را داشته‌اند. طی یک گزارش که در دوم اسفند ۱۳۹۶ در وب‌سایت https://phys.org/ آمده است:

آشکارساز Darkside-50 که از مایع آرگون (به‌جای زنون) استفاده می‌کند، نشانه‌هایی از این نور را یافته، اما هنوز محققان با امیدواری بیشتری روی آشکارساز Darkside-2000کار می کنند.

علاوه بر آشکارسازهای زیرزمینی، «تلسکوپ فضایی پرتوی گامای فرمی» توانسته مقادیر زیادی اشعه‌ی گاما از کیهان ردیابی کند.

همان‌طور که گفته شد، برهمکنش ضعیف دو ذره‌ی ویمپ باعث تولید اشعه‌ی گاما می‌شود و ردیابی این اشعه توسط کاوشگر فرمی می‌تواند نشانگر ردپایی از ماده تاریک باشد؛ هرچند این نتایج بحث‌ها و نظرات مختلفی در پی داشته است که نیازمند مطالعه‌ی بیشتری است.



تصویر: پرتوهای گاما در گستره‌ی کیهان که توسط کاوشگر فرمی ثبت‌شده است.

درنهایت باید گفت این ماده مانند نامش کماکان تاریک است، اما با چراغ علم تاریک‌ترین اسرار جهان نیز روزی روشن خواهند شد.

ماده تاریک و نقش آن در کیهان‌شناسی و اخترشناسی

احسان یوسفی

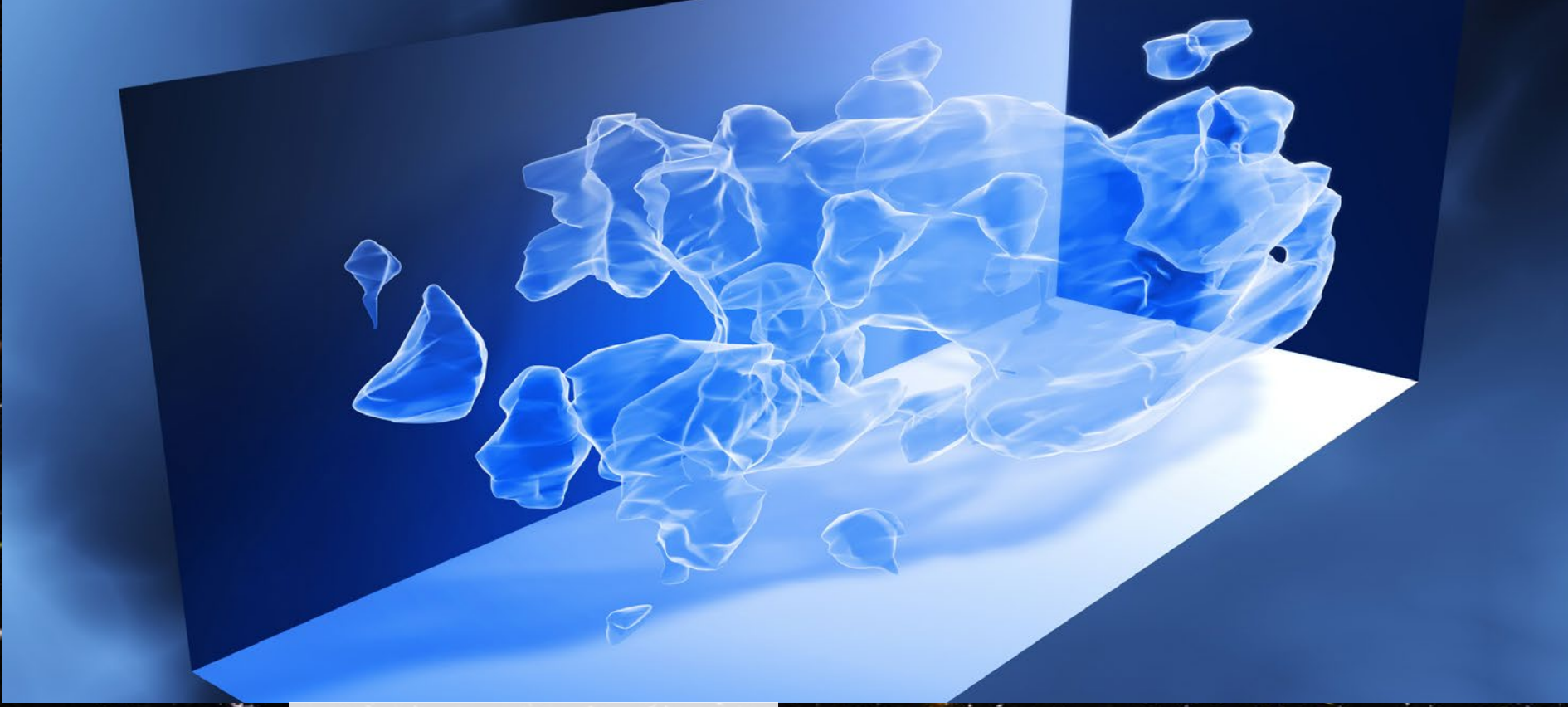
بنابر شواهد رصدی، به میزان پنج برابرِ ماده‌ی باریونی در جهان، ماده‌ی تاریک وجود دارد؛ ماده‌ی باریونی همان ماده‌ای است که ستارگان و بدن ما از آن ساخته شده‌اند. ازاین‌رو دانشمندان گمان می‌کنند که ماده‌ی تاریک در تمام رویدادهای مهم تاریخ کیهان نقش بسیار مؤثری داشته است. با این حساب احتمالا پاسخ‌گویی به بسیاری از معماها و سؤالاتِ بازِ فیزیک و کیهان‌شناسی بدون در نظر گرفتن ماده‌ی تاریک دور از ذهن است. پس خوب است سیاحتی در جهانی با حضور و نقش‌آفرینی ماده‌ی تاریک داشته باشیم.

ساختارهای بزرگ‌مقیاس کیهانی؛ بودن یا نبودن!

چگونگی تشکیل ساختارهای بزرگ‌مقیاس کیهان وابسته به تحولاتی است که عالم پیموده است. پیش از اینکه به سراغشان برویم بهتر است «بزرگ‌مقیاس» و «ساختارهای بزرگ مقیاس» را تعریف کنیم. زمانی که خط‌کش‌مان برای سنجش فاصله‌ها در کیهان از مرتبه‌ی ۱۰۰ هزار سال نوری تا ۱۰۰ میلیون سال نوری باشد، مقیاسِ بزرگ را برگزیده‌ایم؛ کهکشان‌ها، (اَبَر) خوشه‌های کهکشانی و تهی‌جاها ساختارهایی در این مقیاس در کیهان هستند.

حال بیایید برای اینکه وارد داستان تشکیل ساختار شویم یک آزمایش ذهنی را باهم تجربه کنیم. یک سینی پر از عدس داریم که تقریبا همه جای آن به یک اندازه عدس گذاشته‌ایم؛ مثلا دو عدس در هر سانتی‌متر مربع. اگر شما به سینی ضربه‌ای بزنید یا با آهنگی سینی را بلرزانید، حتما بعضی جاها خالی از عدس می‌شود و در جاهای دیگری تراکم عدس‌ها بیشتر می‌شود. حال فرض کنید این روند ادامه یابد؛ خواهیم دید دور هم بودن عدس‌ها تغییر و تحولاتی خواهد داشت. ما فکر می‌کنیم در ابتدای عالم ماده و انرژی نیز مثل عدس‌های داخل سینی تقریبا یکنواخت و همگن توزیع شده بودند و عاملی با ایجاد افت‌وخیز و تحول، یکنواختی آن‌ها را به هم زد و موجی از آشفتگی به راه افتاد؛ امروزه این عامل را «تورم» و زمان وقوعش را در سه دقیقه‌ی نخست کیهان فرض می‌کنیم (به باکس آخر رجوع کنید). بعضی جاها تراکم و چگالی ماده و انرژی بیشتر شد و گرانش بین آن‌ها آغازگر تحولات و گردهم‌آمدن مواد شد. گرانش مواد را به‌سوی هم جذب می‌کند. میزان انرژی جنبشی که خود توده‌های ماده دارد و همچنین کشش توده‌های ماده‌های دورتر می‌تواند در پایداری، بزرگی، ویژگی‌های ساختاری و تحولاتشان نقش داشته باشد. در این میان ممکن است ابتدا ساختارهای کوچک و سپس -با ادغام و گردهم‌آمدن آن‌ها- ساختارهای بزرگ شکل گرفته باشند یا برعکس (این مسئله به سلسله‌مراتب شهرت دارد). این ساختارها می‌توانند رشد کنند، بزرگ شوند، ادغام شوند و به این ترتیب عالم متحول شود؛ اما چه زمانی ماده‌ی تاریک وارد ماجرا می‌شود؟

زمانی که رایانه‌ها قدرتمند شدند، امکان محاسبات و شبیه‌سازی‌ها برای آزمودن نظریه‌ها و مقایسه با طبیعت به امکانات دانشمندان اضافه شد. کیهان‌شناسانی چون پیبلز و دیکی با کمک رایانه‌ها به شبیه‌سازی پرداختند تا دریابند که کیهان چه تحولاتی از سر گذرانده است. آنچه موجب شگفتی آنان می‌شد این بود که در چارچوب مدل استاندارد کیهان‌شناسی و بدون در نظر گرفتن سهم ماده‌ی تاریک، امکان شکل‌گیری و تحول کهکشان‌ها و خوشه‌های کهکشانی تقریبا صفر است و ماده‌ی باریونی به‌هیچ‌وجه کافی نیست؛ بلکه گرانش و سطح انرژی ماده‌ی تاریک است که می‌تواند آنچه درباره‌ی تشکیل ساختار گفته شد را رقم بزند.



نقش ماده‌ی تاریک بیش از این‌هاست. این نوشته اشارات کوچک و گزیده‌ای بود تا باهم با برخی مسائل آشنا شویم. این را دعوت‌نامه‌ای به دنیای ذرات بنیادی و ماده‌ی تاریک قلمداد کنید. باشد که انقلاب بعدی دنیای علم را ماده‌ی تاریک رقم زند.

برای نمونه اگر در یک شبیه‌سازی شکل‌گیری کهکشان‌های مارپیچی را بدون وجود ماده‌ی تاریک اجرا کنیم، کهکشان به‌سرعت شبیه یک میله خواهد شد و فرصتی برای شکل‌گیری بازوها نخواهد بود؛ درحالی‌که در رصدها کهکشان‌های کهن‌سال مارپیچی دیده شده‌اند. همچنین وقتی از ابتدای عالم تاکنون را شبیه‌سازی کنیم، اصلا بدون ماده‌ی تاریک هیچ ساختاری شکل نمی‌گیرد و اگر هم شکل بگیرد ناپایدار است و سریعا از بین خواهد رفت. پس بدون ماده‌ی تاریک باید با تصویر شماره‌ی یک خداحافظی کنیم.

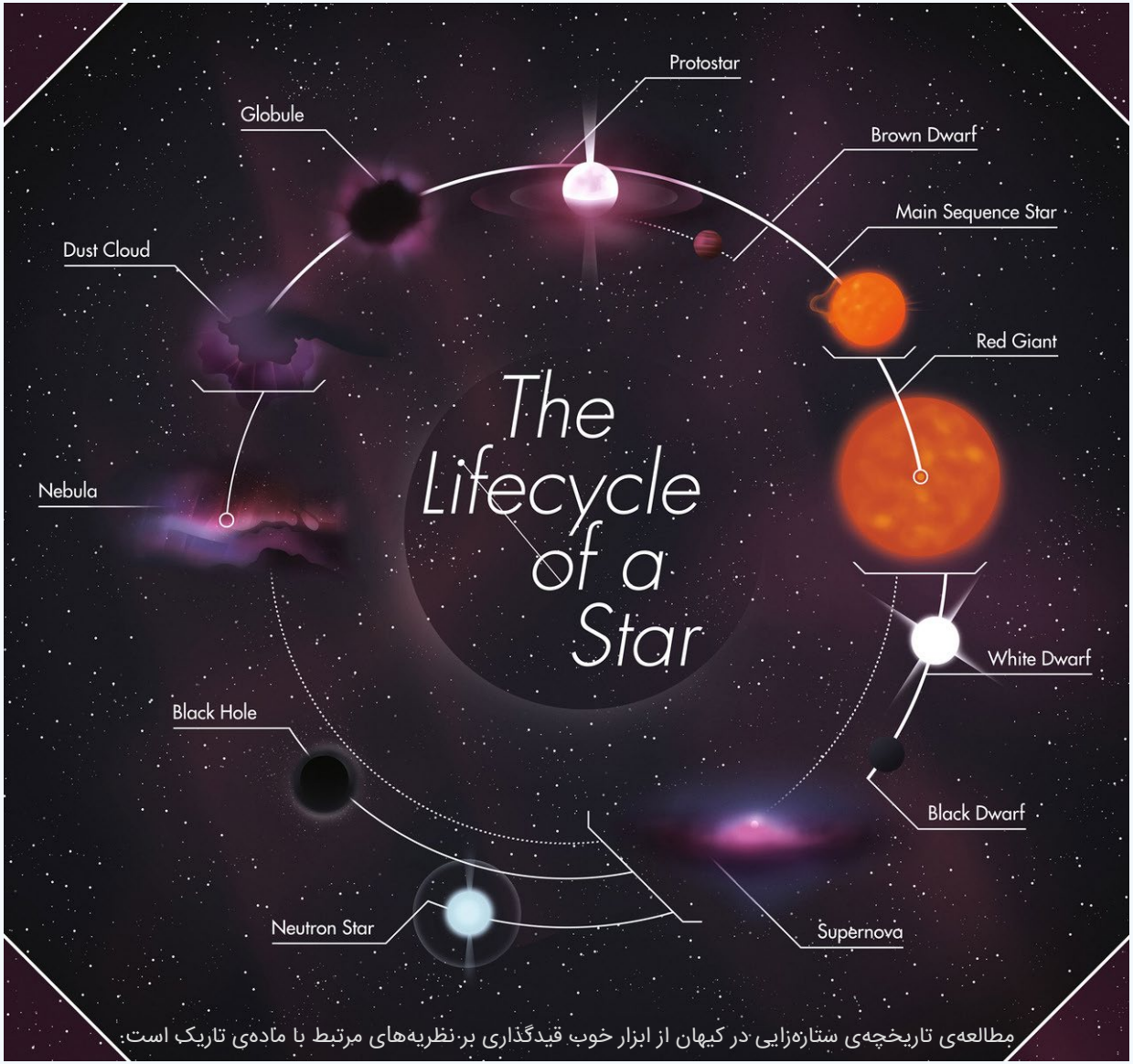
همچنین در برخوردهای کهکشان‌ها و ابرخوشه‌های کهکشانی با مقایسه‌ی رصد مرئی و همگرایی گرانشی، توزیع ماده به‌دست می‌آید. این توزیع‌ها از حضور ماده‌ی تاریک حمایت می‌کنند و بدون آن‌ها داده‌های رصدی قابل توجیه نیستند.

عدم تقارن ماده و پادماده: در فیزیک ذرات هم به تجربه و هم به‌طور نظری دیده شده است که در انرژی‌های بسیار بالا و برخوردهای پرانرژی میان ذرات، هم ماده و هم پادماده به یک مقدار ساخته می‌شوند. ماده و هم پادماده به یک مقدار ساخته نابود می‌کنند و پادماده در برخورد باهم یکدیگر را ابتدایی کیهان نیز شرایط برای تولید مساوی ماده و پادماده مناسب بوده؛ ولی مشاهدات رصدی ما خبر از این می‌دهد که کیهان پر از ماده است و مقدار بسیار اندکی پادماده دارد. درواقع میان مقدار ماده و پادماده تقارن وجود ندارد؛ بنابراین فیزیکدانان حدس می‌زنند کیهانِ نخستین فرایندی را پشت سر گذاشته که در آن مقدار اضافه‌ای ماده تولید شده و آن را باریون‌زایی (baryogenesis) می‌گویند.

ستارگان در جوار ماده‌ی تاریک

گمان دانشمندان بر این است که ماده‌ی تاریک در تولد، تشکیل و فعالیت‌های هسته‌ی ستارگان نقش مؤثری دارد؛ باید دقت کنیم که ستارگان در دوره‌ی جوانی کیهان (فواصل بسیار دور) را مورد بررسی قرار می‌دهیم یا زمان‌های اخیر (فاصله‌های نزدیک) و در کهکشان خود و همسایگانمان. اگر به ابتدای کیهان و دوره‌ی تشکیل ستارگان نخستین برویم، با توجه به بیشتر بودن ماده‌ی تاریک در برابر ماده‌ی معمولی، باید ابتدا توده‌های متراکم و چگال‌تر ماده‌ی تاریک شکل می‌گرفت و سپس در جوار و پیرامون این توده‌ها امکان جمع شدن و رمبش ماده‌ی معمولی فراهم می‌شد تا رفته‌رفته ستارگان شکل‌بگیرند. ستارگان نسل نخست که معمولا پرجرم بودند، طی چند میلیون سال منفجر می‌شدند و می‌مردند. در طول حیات و مرگشان عناصر سنگین‌تر چون اکسیژن و کربن می‌ساختند و از بقایای مرگشان ستارگان نسل بعد شکل می‌گرفت. سپس با حضور این عناصر سنگین زمینه‌ی ایجاد سیارات و در پی آن حیات ممکن می‌شد؛ بنابراین گویی در سلسله‌ی علت‌های شکل‌گیری حیات هم ردپای ماده‌ی تاریک دیده می‌شود.

ماده‌ی تاریک در کیهانِ زمان‌های اخیر می‌تواند به‌جای نقش کمک‌کننده، نقشی بازدارنده داشته باشد. ازآنجایی‌که کمابیش توزیع ماده‌ی تاریک در نقاط متفاوت کهکشان‌ها یکنواخت است و گویی دورتادور آن‌ها را هاله‌های ماده‌ی تاریک فراگرفته، این نادیدنیِ زیبا به سحابی‌ها و گازهای میان‌ستاره‌ای اجازه نداده دور هم جمع شوند و ستارگان را تشکیل دهند؛ بنابراین احتمالا ستاره‌زایی در کهکشان‌های قدیمی‌تر روندی رو به کاهش داشته است. این احتمالات با رصدها توافق دارد، ولی اخترشناسان تا اطمینان و تثبیت این امر راه درازی در پیش دارند.



مطالعه‌ی تاریخچه‌ی ستاره‌زایی در کیهان از ابزار خوب قیدگذاری بر نظریه‌های مرتبط با ماده‌ی تاریک است.

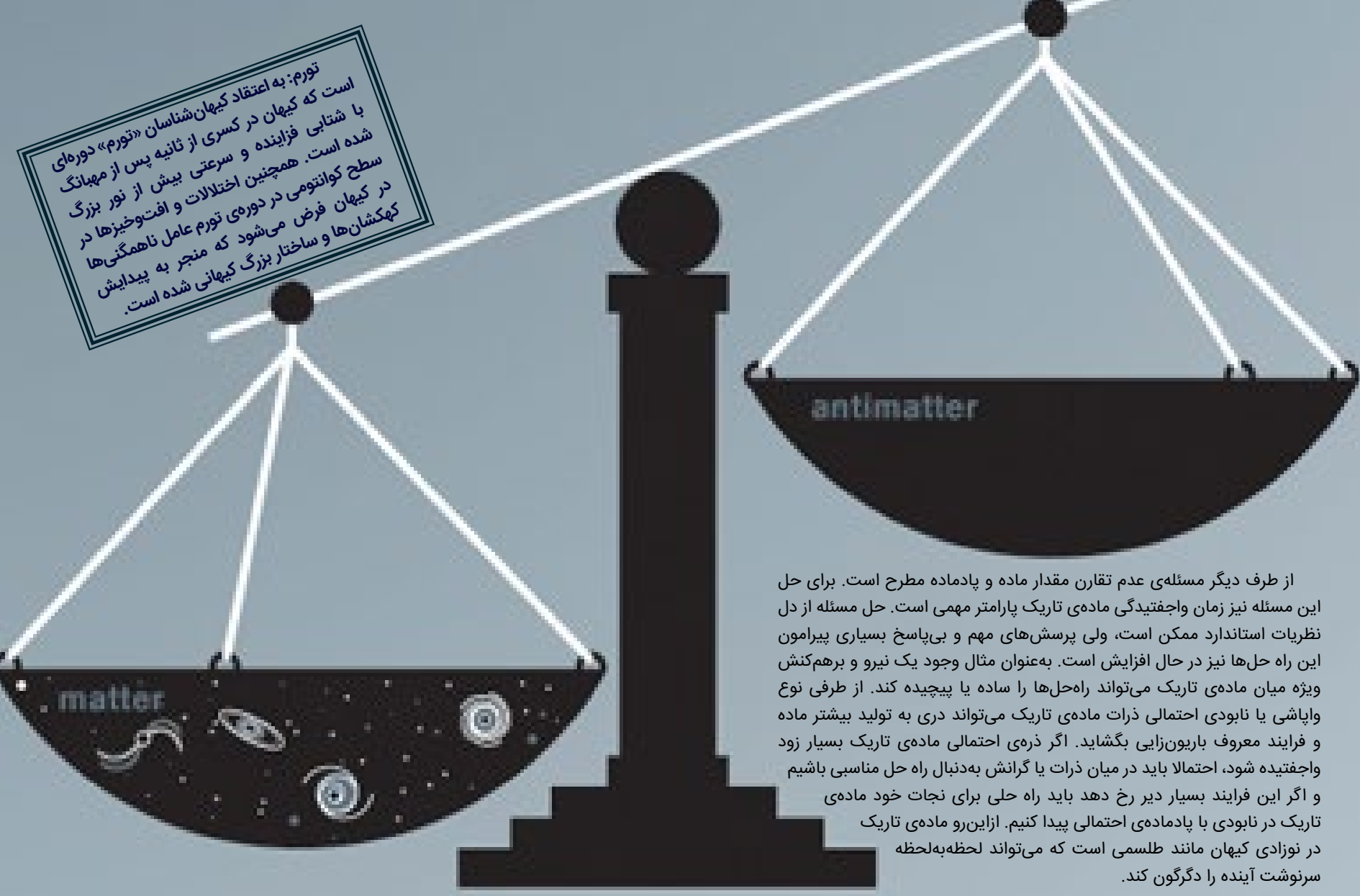
خورشید و احتمالا همه‌ی ستارگان، لکه و دوره‌های فعالیتی دارند. گاه لکه‌های بیشتر و گاه بسیار کم بر سطح آن‌ها ظاهر می‌شود. دوره‌ی خورشید ۱۱ ساله است؛ اما شواهد رصدی، زمین‌شناسی و تاریخی نشان می‌دهند که دوره‌های بلندتری وجود دارند که خورشید بسیار کم و گاه بیش‌ازحد انتظار فعال بوده است. در مورد ستارگان دیگر نیز کم‌وزیاد شدن فعالیت‌های دور از انتظار دیده شده است. اخترشناسان فکر می‌کنند که ممکن است برهم‌کنش میان هسته‌ی ستارگان و ذرات ماده‌ی تاریک دلیل چنین رفتارهایی باشد و افزایش و یا کاهش تراکم ماده‌ی تاریک به‌خاطر گذر ستاره از میان توده‌های آن سبب چنین تغییراتی باشد.

طلسم کیهان اولیه

بزرگ‌ترین انفجار تاریخ کیهان که «مِهبانگ» نام دارد در حدود ۸/۱۳ میلیارد سال پیش رخ داد. کیهان، داغ و هیجان‌انگیز، شروع به انبساط کرد. تا سه دقیقه‌ی نخستین می‌توان کیهان را آش شله‌قلمکار داغی دانست؛ همان‌طور که تشخیص و جدایی سبزیجات مختلف در این آش سخت و حتی نشدنی است، در ابتدای کیهان ماده و انرژی نیز درهم بودند. احتمالا فوتون، نوترینو و ذرات زیراتمی پایدار و یا ناپایدار در هرلحظه تولید و نابود می‌شدند. ولی تعدادی از این ذرات احتمالا برای ما ناشناخته است. ذرات موجود در دوره‌ی زمانی اتحاد بزرگ نیروها (اتحاد نیروهای الکترومغناطیس، ضعیف و قوی هسته‌ای) و زمان تورم از مهم‌ترین ناشناخته‌هایی هستند که هنوز نه در شتابگرهای ذرات و نه در رصدهایمان اثری از آن‌ها دیده نشده است؛ ماده‌ی تاریک هم اگر یک ذره‌ی زیراتمی باشد حتما در ابتدای کیهان در آن آش شله‌قلمکار پرتلاطم جای داشته و از ناشناخته‌هاست.

با سرد شدن کیهان پس از مهبانگ، ذرات با انرژی بالاتر و درگیری کمتر با بقیه ذرات -به‌شرط پایداری- توانستند زودتر از این آش جدا شده و بگریزند. (اصطلاحا واجفتیده (decoupling) شوند) با توجه به این شرایط به‌احتمال زیاد پس از دوره‌ی تورم، نوترینو و ماده‌ی تاریک زودتر از بقیه جدا شده‌اند؛ اما این‌که ماده‌ی تاریک چه زمانی جدا شده است نقش بسیار مؤثری در آینده‌ی کیهان دارد. داده‌های رصدی نشان می‌دهد که برای دیدن کیهان به‌شکل امروزی، باید توده‌های اولیه‌ی ماده‌ی تاریک بسیار زودتر از تشکیل کهکشان‌ها شکل گرفته باشند. دانشمندان تخمین می‌زنند که ماده‌ی تاریک پس از تورم و پیش از تشکیل نخستین هسته‌های عناصر -یعنی پیش از سه دقیقه‌ی نخستین- از بقیه جدا شده است. در این مدت اختلالات ناشی از تورم بر ماده‌ی تاریک اثر کرده و از همان کیهان اولیه بذر میلیاردها خوشه‌ی کهکشانی کاشته شده است.

تورم: به اعتقاد کیهان‌شناسان «تورم» دوره‌ای است که کیهان در کسری از ثانیه پس از مهبانگ با شتابی فزاینده و سرعتی بیش از نور بزرگ شده است. همچنین اختلالات و افت‌وخیزها در سطح کوانتومی در دوره‌ی تورم عامل ناهمگنی‌ها در کیهان فرض می‌شود که منجر به پیدایش کهکشان‌ها و ساختار بزرگ کیهانی شده است.

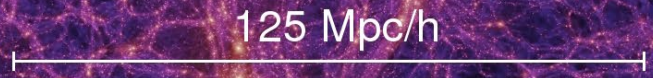


از طرف دیگر مسئله‌ی عدم تقارن مقدار ماده و پادماده مطرح است. برای حل این مسئله نیز زمان واجفتیدگی ماده‌ی تاریک پارامتر مهمی است. حل مسئله از دل نظریات استاندارد ممکن است، ولی پرسش‌های مهم و بی‌پاسخ بسیاری پیرامون این راه حل‌ها نیز در حال افزایش است. به‌عنوان مثال وجود یک نیرو و برهم‌کنش ویژه میان ماده‌ی تاریک می‌تواند راه‌حل‌ها را ساده یا پیچیده کند. از طرفی نوع واپاشی یا نابودی احتمالی ذرات ماده‌ی تاریک می‌تواند دری به تولید بیشتر ماده و فرایند معروف باریون‌زایی بگشاید. اگر ذره‌ی احتمالی ماده‌ی تاریک بسیار زود واجفتیده شود، احتمالا باید در میان ذرات یا گرانش به‌دنبال راه حل مناسبی باشیم و اگر این فرایند بسیار دیر رخ دهد باید راه حلی برای نجات خود ماده‌ی تاریک در نابودی با پادماده‌ی احتمالی پیدا کنیم. ازاین‌رو ماده‌ی تاریک در نوزادی کیهان مانند طلسمی است که می‌تواند لحظه‌به‌لحظه سرنوشت آینده را دگرگون کند.

کیهان شناسان بر سر دوراهی

نظریه هایی که میتواند جایگزین ماده تاریک شوند

شیرین شاطرزاده



حدود یک قرن است که در جست‌وجوی ماده‌ی تاریک هستیم. جرمی گمشده با ماهیتی نامعلوم که به نظر می‌رسد پاسخ بسیاری از پرسش‌های ما را در دل خود دارد.

این ماده که حدود ۲۷ درصد از جهان را تشکیل داده، نقش بسیار مهمی در کیهان ما بازی می‌کند. بدون ماده‌ی تاریک، ساختارهای کیهانی یا به‌عبارت‌دیگر کهکشان‌ها شکل نمی‌گرفتند و شاید ما امروز اصلا وجود نداشتیم.

نکته‌ی دیگر این است که مدل ماده‌ی تاریک باوجود هویت نامشخص، به‌خوبی با مشاهدات ما در کیهان همخوانی دارد و تشکیل ساختارها و همچنین دینامیک خوشه‌های کهکشانی را به‌خوبی توضیح می‌دهد. به عبارتی تا زمانی که در مقیاس فراکهکشانی به مطالعه‌ی عالم بپردازیم، ماده‌ی تاریک بهترین گزینه برای پاسخ به مسئله‌ی جرم گمشده است.

مشاهده علیه شبیه‌سازی

مشکل از جایی شروع می‌شود که بخواهیم مقیاس‌های درون‌کهکشانی را با ماده‌ی تاریک بررسی کنیم. در این مقیاس، مسائلی به‌وجود می‌آید که ماده‌ی تاریک نمی‌تواند به آن‌ها پاسخ مناسبی دهد. دو مورد از مهم‌ترین این مسائل عبارت‌اند از:

۱- مسئله‌ی تیزی: مطابق شبیه‌سازی‌های رایانه‌ایِ ماده‌ی تاریک، تجمع این ماده در قسمت مرکزیِ کهکشان‌های کم‌جرم باید به‌صورت هاله‌ای نوک‌تیز باشد، اما مشاهدات نشان می‌دهند که این تجمع به‌صورت صفحه‌ای هموار در مرکز کهکشان شکل‌گرفته است.

۲- مسئله‌ی ماهواره‌ی گمشده: شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهند که تحول توزیع ماده در عالم به‌گونه‌ای بوده که سبب شکل‌گیری تعداد زیادی کهکشان اقماری (ماهواره‌ای) در اطراف کهکشان‌های بزرگ‌تر شده است. در نقطه‌ی مقابل، مشاهده قرار دارد که نشان می‌دهد تعداد کهکشان‌های اقماری بسیار کمتر از تعداد پیش‌بینی‌شده است. به‌طور مثال در برخی شبیه‌سازی‌ها، راه شیری دارای چند صد کهکشان اقماری است؛ اما در واقعیت تنها حدود ۶۲ (از مرتبه‌ی ده) کهکشان کوتوله به دور آن می‌گردند. پس چه بلایی بر سر کهکشان‌های گمشده آمده است؟

پاسخ این مسائل همچنان نامعلوم است. به همین دلیل برخی فکر می‌کنند که شاید اصلا ماده‌ی تاریکی در کار نباشد!

آیا ممکن است راه را اشتباه رفته باشیم و کلید حل ماجرا در واقع در دل نظریه‌ی گرانشِ ما نهفته باشد؟

۳۵ سال پیش...

نخستین بار فیزیکدانی به نام میلگرام در سال ۱۹۸۳ میلادی راه جدیدی را برای مسئله‌ی جرم گمشده مطرح کرد. ایده‌ی وی بسیار ساده بود: فرض کنیم ماده‌ی تاریکی در هاله‌ی کهکشان‌ها وجود ندارد، بلکه منحنی چرخش عجیب آن‌ها حاصل عملکرد متفاوت مکانیک نیوتنی در مقیاس کهکشانی است!

مطابق قانون دوم نیوتن، نیرو برابر است با حاصل‌ضرب جرم و شتاب. میلگرام به‌جای این شتاب ساده، تابعی از شتاب‌ها را در معادله قرارداد. این تابع قادر بود منحنی چرخش کهکشان‌ها را بدون نیاز به جرم گمشده توصیف کند. مدلی که وی ارائه داد، به دینامیک نیوتنی تصحیح‌شده یا به‌اختصار ماند (MOND) شناخته می‌شود.

معایب آشکار می‌شوند

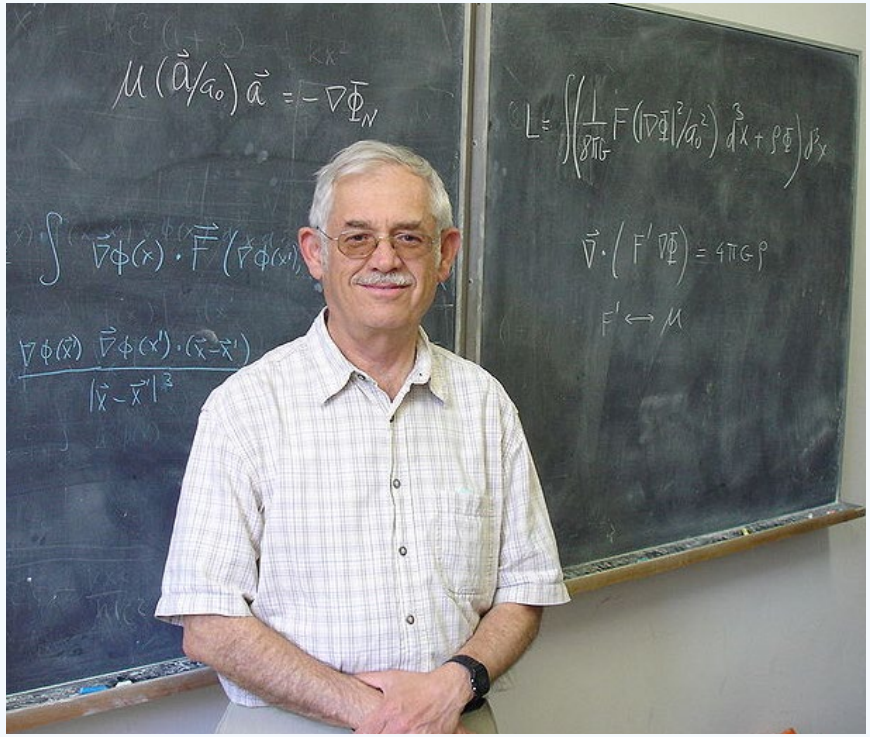
در نگاه اول ماند جایگزین بسیار خوبی به نظر می‌رسد؛ اما این مدل نیز مشکلاتی به دنبال دارد. گرچه قادر به توصیف منحنی چرخش است اما پاسخی برای سایر پدیده‌های مرتبط با ماده‌ی تاریک، ازجمله همگرایی گرانشی، ندارد. مسئله زمانی بدتر می‌شود که بخواهیم ماند را در مقیاس‌های کوچکی مانند منظومه‌ی شمسی خودمان آزمایش کنیم. نتیجه‌ی به‌دست‌آمده از ماند با آنچه از مشاهده به‌دست می‌آید بسیار متفاوت است.

در این مرحله به‌نظر می‌رسد که برگ برنده در دست ماده‌ی تاریک است. آیا باید از این راه برگردیم؟

تلاش برای تصحیح‌های بیشتر

مدل میلگرام باوجود ایرادهایش، دری را به روی ایده‌های جدید گشود. از مشهورترین این ایده‌ها، می‌توان به مدلی اشاره کرد که جیکوب بکنشتاین در سال ۲۰۰۴ ارائه کرد. مدل پیشنهادی او که TeVeS نام دارد به‌جای مکانیک نیوتنی، سطحی بالاتر یعنی گرانش انیشتینی را تصحیح می‌کند. بکنشتاین تلاش کرد مدل خود را به‌گونه‌ای تعریف کند که دچار مشکلات مدل ماند نشود. یکی از شرایط TeVeS این است که هم در سطح منظومه‌ی شمسی و هم در مقیاس کهکشانی، پاسخی خوب و متناسب با مشاهده ارائه دهد.

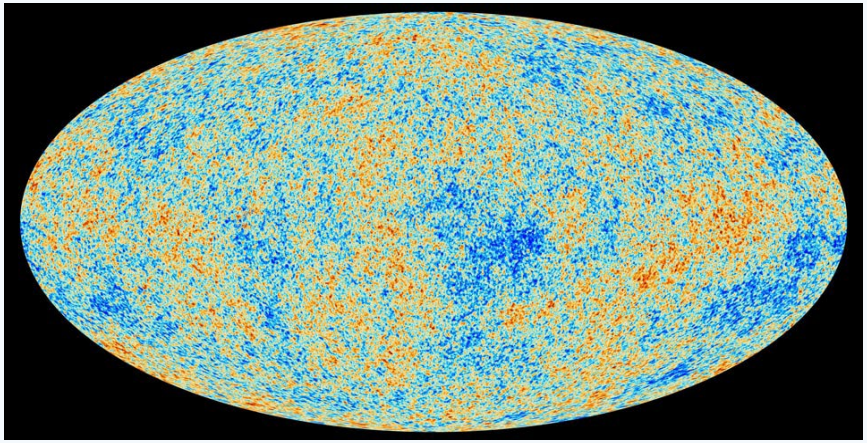
باوجود تمام این تلاش‌ها، TeVeS نیز درنهایت با یکی از مهم‌ترین مشاهدات ما در کیهان‌شناسی یعنی داده‌های «تابش زمینه میکرو موج کیهانی یا CMB» همخوانی ندارد.



راه حل سوم

دو نظریه‌ی مطرح‌شده تنها دو نمونه‌ی اولیه و مهم در دنیای نظریاتِ گرانشِ تعمیم‌یافته هستند. هر یک از این نظریه‌ها و مدل‌ها در قسمت‌هایی از کیهان‌شناسی به ما پاسخ بسیار خوبی می‌دهند. به‌طور مثال مدل‌های زیرمجموعه‌ی ماند در مقیاس کهکشانی به‌خوبی و حتی بهتر از مدل ماده‌ی تاریک کار می‌کنند و پاسخ‌های مناسبی ارائه می‌دهند اما زمانی که بخواهیم از این مدل‌ها برای توجیه طیف CMB و همچنین تشکیل ساختارهای کیهانی استفاده کنیم، پاسخ به‌دست‌آمده به‌شدت از داده‌های کیهان‌شناسی دور خواهد بود.

وابستگی این مدل‌ها به مقیاس سبب شده عده‌ای از کیهان‌شناسان تلاش کنند با تلفیق نظریه‌های ماده‌ی تاریک و گرانش تعمیم‌یافته پاسخ جامعی برای این ۲۷ درصد گمشده و مهم جهان ارائه دهند. این دسته از مدل‌ها هنوز در ابتدای راه هستند و به مرحله‌ی آزمایش نرسیده‌اند اما در نخستین نگاه بسیار امیدوارانه به نظر می‌رسند.



چشم در راهیم...

ماده‌ی تاریک چیست؟ آیا ۲۷ درصد از جهان ما واقعا گمشده است یا نظریه‌ی ما باید به‌گونه‌ای تغییر یابد که بتواند این ۲۷ درصد را توضیح دهد؟ آیا می‌توان از میان این دوراهی، راه سومی گشود و معمای جرم گمشده را حل کرد؟

درنهایت، زمان پاسخ تمام پرسش‌های ما را مشخص خواهد کرد و ما همچنان چشم‌به‌راه پاسخ‌هایمان خواهیم ماند.

میلاد طوسی

Hidden Figures
چهره‌های پنهان

فیلم چهره‌های پنهان (ارقام پنهان یا ژست‌های پنهان نیز ترجمه شده است) محصول سال ۲۰۱۶ آمریکا و به کارگردانی تئودور ملفی است.

این فیلم در ژانر درام، بیوگرافی و علمی قرار گرفته و امسال در مراسم اسکار ۲۰۱۷ نامزد دریافت سه جایزه: بهترین فیلم، بهترین فیلم اقتباسی و بهترین بازیگر نقش مکمل زن بود که در این میان درخشش فیلم‌های Moonlight و LaLa Land مانع از کسب اسکار برای این فیلم گردید.

داستان فیلم برگرفته از کتابی به همین نام نوشته‌ی مارگوت لی شترلی است که روایتگر داستانی واقعی است.

تمام شخصیت‌ها و حوادث فیلم مطابق واقعیت ساخته شده و بی‌شک یکی از مؤثرترین و موفق‌ترین فیلم‌های اقتباسی چند سال اخیر سینما است.

the HIDDEN HISTORY

inside "HIDDEN FIGURES"

فیلم چهره‌های پنهان برگرفته از زندگینامه‌ی سه زن ریاضیدانِ آفریقایی-آمریکایی است که در دوران تبعیض نژادی آمریکا در دهه‌ی ۶۰ میلادی در مرکز فضایی لانگلی ناسا مشغول به کار هستند. آن‌ها مأموریت می‌یابند که در پروژه‌ی «مرکوری» شرکت کرده و محاسبات پیچیده‌ی ریاضی را به صورت دستی برای ارسال فضانورد «جان گلن» به فضا انجام دهند. اما شرایط جامعه‌ی آن دوران به آن‌ها اجازه نمی‌دهد که با آرامش و آسایش به کار خود بپردازند. فضای تیره و تار زندگی سیاه‌پوستان آمریکا در آن دوران و نداشتن حقوق مدنی و شهروندیِ یکسان موانع زیادی بر سر راه آن‌ها می‌گذارد تا جایی که بسیاری از مکان‌های عمومی برای آن‌ها تفکیک می‌شود. از غذاخوری و آب‌خوری و اتوبوس گرفته تا دستشویی به طرز ناعادلانه‌ای به دو قسمت رنگین‌پوستان و سفیدپوستان تقسیم می‌شود.

شاید کمی متناقض به نظر برسد که با توجه به فضای سنگین تبعیض نژادی، این سه زن در سازمان بزرگی چون ناسا مشغول به کار هستند. دلیل این امر شرایط دهه‌های ۵۰ و ۶۰ میلادی و اوج جنگ سرد میان دو قدرت شرق و غرب است. شوروی که با ارسال اولین ماهواره یعنی اسپوتنیک-۱ و همچنین اولین فضانورد (یوری گاگارین)، ضربه‌ی سنگینی در این مسابقه‌ی فضایی به ایالات‌متحده وارد کرد، کماکان به یکه‌تازی خود ادامه می‌دهد. در اینجاست که ایالات‌متحده می‌بایست از تمام ظرفیت‌های خود استفاده کند و در این میان دیگر برتری نژادی تعیین‌کننده نخواهد بود و چه زیباست که دنیای علم، سیاه و سفید و زرد و سرخ نمی‌شناسد و ملاک برتری نه رنگ پوست و نژاد، بلکه نبوغ، هوش و پشتکار است. آنچه در این فیلم بر آن تاکید می‌شود همین مورد است: **برتری نبوغ و هوش بر نژاد.**

کاترین جانسون (با بازی تراجی پی هنسون) یک زن نابغه در حل مسائل پیچیده‌ی ریاضی است که برای مأموریت مرکوری-۷ محاسبات مربوط به فرود و وضعیت مداری را در دوران نبود کامپیوترهای تحلیلی امروزی و به صورت تمام دستی انجام می‌دهد اما ورود

ص این پروژه به عنوان یک زن سیاه‌پوست با مشکلات زیادی روبه‌روست تا جایی که قوری قهوه‌ی او از سایر نفرات جدا می‌شود و او مجبور است برای رفتن به شستشویی در طول روز چندین بار از ساختمان مرکزی خارج شود و به بخش رنگین‌پوستان برود.

کاترین نماد یک زن پرتلاش و باانگیزه است که تسلیم شرایط موجود نمی‌شود. شاید گاهی از این تضادها و تبعیض‌ها به ستوه بیاید و با رییس گروه مأموریت‌های فضایی یعنی ال هاریسون (با بازی کوین کاستنر) با صدای بلند صحبت کند و به اصطلاح سفره‌ی دلش

را باز کند ولی با جدیتی مثال زدنی به هدف خود ایمان داشته و دست از تلاش برنمی‌دارد. این پشتکارِ عجین شده با نبوغ و هوش، جان گلن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. آنقدر که گلن از مرکز لانگلی درخواست می‌کند که برای شروع مأموریت، محاسبات مجدد نقطه‌ی فرود را کاترین انجام کند.

دوروتی وان (با بازی اکتاویا اسپنسر) یکی از سه زن محوری داستان است که در واقع سرپرست محاسبه‌گران زنان غربی (رنگین‌پوستان) بوده ولی به علت نابرابری نه پست سرپرستی و نه حقوق سرپرستی دریافت می‌کند، ولی او نیز مانند کاترین با عزمی راسخ در برابر تمامی مشکلات پیش‌رو استقامت کرده و با هر زخمی آب دیده‌تر می‌شود. دوروتی را می‌توان اولین کسی دانست که از ماشین‌های تحلیلی امروزی در ناسا استفاده کرد و چگونگی انجام محاسبه با آن دستگاه‌ها را نیز آموزش داد.

مری جکسون (با بازی جنل مونی) نفر سوم و درعین‌حال پرجنب‌وجوش‌ترین نفر این گروهِ سه نفره است. مری که استعداد و تفکری مهندسی دارد به دلیل عدم وجود دانشگاهی برای رنگین‌پوستان در رشته‌های فنی، عزم خود را جزم می‌کند تا در این راه اولین نفر باشد و راه را برای بقیه باز کند.

با دیدن این فیلم با سیر تحول و پیشرفت علوم فضایی در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ میلادی بیشتر آشنا خواهید شد و تصاویری واقعی از اولین‌های فضا و فضانوردی خواهید دید.

با دیدن این فیلم متوجه خواهید شد که یک مأموریت فضایی تا چه حد می‌تواند دشوار، طاقت‌فرسا و درعین‌حال خطرناک باشد، چه دانش و تخصص‌هایی در این بین نیازاست و چند ساعت کار بی‌وقفه لازم است تا یک پروژه‌ی فضایی به ثمر بنشیند.

پس از دیدن دوباره‌ی این فیلم به این نتیجه رسیدم که هر کاری هر چقدر سخت یا دست نیافتی باشد تنها با پشتکار، عزمی راسخ و دلی پرامید امکان‌پذیر است و چه حسی بهتر از این که تمام وجودت پس از دیدن یک فیلم سرشار از امید و رضایت شود.

جالب است بدانید در مراسم اسکار امسال از کاترین جانسون ۹۹ ساله تجلیل شد و به بهانه‌ی این فیلم به روی سن رفت. همچنین در سن ۹۷ سالگی موفق به دریافت نشان افتخار آزادی ریاست جمهوری شد و ناسا به پاس فعالیت‌های پیشگامانه‌ی او ساختمان محاسبات (کاترین جانسون) را با اسم او نام‌گذاری کرد.

دیدن این فیلم درام، عاشقانه و علمی را از دست ندهید و تماشای آن را به دوستانتان پیشنهاد کنید. به شما اطمینان می‌دهم از دیدن این فیلم بسیار لذت خواهید برد.

نام فیلم	چهره های پنهان Hidden figure
سال ساخت	۲۰۱۶
کارگردان	تئودور ملفی
تهیه کننده	پیتر چرنین
فیلم‌نامه‌نویس	آلیسون ریچارد و تئودور ملفی
بازیگران	تراجی پی هنسون اکتاویا اسپنسر جنل مونی کوین کاستنر کیرستن دانست جیمز پارسونز ماهرشالا علی
موسیقی	هانس زیمر فارل ویلیامز بنجامین والفیش
شرکت تولید و توزیع کننده	فاکس قرن بیست و یکم
مدت فیلم	۱۲۶ دقیقه
بودجه ساخت	۲۵ میلیون دلار
فروش گیشه	۲۱۴ میلیون دلار

بُعد پنجم

شازده کوچولو

سیاهچاله

قسمت دوم

آنچه گذشت ...

در قسمت قبل خواندیم که دختر جوانی در اولین سفر فضایی خود وارد سکوی پرتاب می‌شود و برای این سفر بسیار هیجان‌زده و البته نگران است. او می‌داند باید هیجان خود را کنترل کند وگرنه ممکن است کاپیتان و کادر پزشکی در لحظه‌ی آخر به او اجازه‌ی پرواز ندهند و تمام رویاهایش از بین برود. اکنون ادامه‌ی ماجرا ...

کاپیتان و مرکز کنترل مشغول خوش‌وبش و ردوبدل کردن اطلاعات پرتاب شدند. دختر به‌دقت به حرف‌های آن‌ها گوش می‌داد و در ذهن خود مشغول مرور مراحل پرتاب بود. پس از ۹ دقیقه اتاقک شروع به لرزیدن کرد. ضربان قلبش بالا رفت و احساس کرد دلش دارد به هم می‌خورد. صفحه‌نمایشی که روبروی کاپیتان قرار داشت و علائم حیاتی خدمه را چک می‌کرد شروع به چشمک زدن کرد. کاپیتان آینه‌اش را بالا گرفت و سراپای دختر را برانداز کرد.

ـ هی شازده کوچولو نظرت که عوض نشده؟! هنوز ۳۰ ثانیه وقت داری. می‌توانم شمارش را متوقف کنم؛ ولی بعد از آن دیگر راه بازگشتی نیست.

دختر دندان‌هایش را روی‌هم فشار داد. چند بار به او متذکر شده بود که اسم او «آنا» است اما کاپتان تمام مدت او را «شازده کوچولو» صدا می‌زد؛ از این عنوان متنفر بود، از کاپیتان هم همین‌طور. تمام هوا را به داخل ریه‌هایش فرستاد و تا پنج شمرد بعد آن را بیرون داد صدایش را صاف کرد و گفت: «خیلی ممنون کاپیتان، امکان ندارد افتخار همراهی شما را از دست بدهم» کاپیتان شانه‌هایش را بالا انداخت. صدای اتاق فرمان به گوش می‌رسید:

ـ ۳۰ ثانیه تا زمان پرتاب. شمارش خودکار به شما واگذار شد.

کامپیوتر مرکزی سفینه شروع به شمارش معکوس کرد. هم‌زمان مخزن‌های آب سکو با سروصدای زیاد باز شد و قطرات آب فضای سکو را پر کرد. کاپیتان شروع به صحبت با مرکز کنترل کرد:

ـ همه‌ی دستگاه‌ها خوب کار می‌کند ... آغاز به کار توربوپمپ‌ها ... دستور احتراق صادر شد ... نیروی پیشران ۹۰٪

آنا لرزش اضافه‌ای را در اتاقک حس کرد. کاپیتان ادامه داد: موتورها در وضعیت عمودی قرار گرفت. نیروی پیشران ۱۰۰٪ آماده‌ی پرتاب. ۱۰ ... ۹ ... ۸ ... موتور سوخت جامد روشن شد ...۵ ... ۴ ... ۳ ... ۲ ... ۱ ... پرتاب.

ناگهان از جا کنده شدند. صندلی‌هایشان به‌شدت تکان می‌خورد، انگار که مشغول رانندگی در جاده‌ی سنگلاخی بودند. صدای موتورهای موشک کرکننده بود. آنا در صندلی خود فرورفته بود و چشمانش را محکم بسته بود. صدای هوهو باد و ترق‌ترق وسایل داخل اتاقک، فضا را پرکرده بود. کاپیتان هنوز مشغول گزارش دادن بود و صدایش در آن همهمه گم می‌شد «سرعت ۲۶۹۵ مایل بر ساعت. در حال کم کردن سرعت ...»

کم‌کم از شدت سروصدا و لرزش‌ها کاسته شد و فضاپیما داشت آرام می‌گرفت که ناگهان صدای انفجاری به گوش رسید. آنا از جا پرید. کاپیتان ادامه داد: مخزن سوخت جامد جدا شد، وارد فاز دوم می‌شویم. حرکت به سمت مدار، ارتفاع ۲۴۸ مایل، افزایش سرعت.

شاتل کم‌کم از حالت عمودی خارج شد و به‌صورت عادی قرار گرفت. خدمه پوشش شیشه‌ای روی کلاهشان را بالا زدند؛ او هم همین کار را کرد. هوای تازه که به صورتش خورد احساس کرد حالش بهتر شده. داخل اتاقک بوی بیسکویت سوخته می‌داد. نگاهی به پنجره‌ی کوچک مقابل کاپیتان انداخت، روبه‌روی پنجره میله‌ی قطور سفیدرنگی قرار داشت که مسیر دیدش را سد کرده بود. کاپتان دستکش‌های ضخیمش را درآورد و دست‌هایش را به هم مالید و مشغول کار با دکمه‌های کنترل سفینه شد. هوای بیرون پنجره در حال تاریک شدن بود؛ انگار که داشت شب می‌شد. علائم بی‌وزنی داشت خود را نشان می‌داد. آینه‌ی داخل دستش سبک‌تر به نظر می‌رسید. حالت تهوعش برگشت. احساس می‌کرد تمام مایعات داخل بدنش دارند به سمت سرش حرکت می‌کنند. تنفس برایش مشکل شده بود. صدای مرکز کنترل در اتاقک پخش شد. مسئول مرکز در حال شمارش معکوس بود ...۳۰ ... ۲۷ ... کاپیتان آخرین گزارش‌ها را خواند:

ـ تمام موتورها عالی کار می‌کنند. طلوع در حالت پایدار قرار دارد.

ـ ۶ ثانیه ... ۳ ثانیه ... به فضا خوش آمدید دوستان.

نفس راحتی کشید با خود فکر کرد تا اینجا که همه‌چیز خوب بوده؛ البته به‌جز حالت تهوعی که مدام داشت بدتر می‌شد. چشمانش را بسته بود و تند نفس می‌کشید که احساس کرد کسی بازویش را تکان می‌دهد.

خوشبختانه پزشک سفینه کنار او نشسته بود و داشت با چشمان بادامی‌اش او را به‌دقت برانداز می‌کرد.

ـ حالت خوب است؟

آنا نیم‌نگاهی به جایگاه کاپیتان انداخت و ابروهایش را به نشانه‌ی منفی بالا برد و با انگشتش نشان داد که حالت تهوع دارد. دکتر که سعی می‌کرد خنده‌اش را پنهان کند از کیف کمری لباسش یک بسته قرص درآورد و به او داد. یکی از قرص‌ها را هم خودش برداشت و در دهان گذاشت و از کنار صندلی‌اش یک بسته‌ی آلومینیومی -که شبیه بسته‌های آیس پک بود- برداشت و با نیِ داخل آن مشغول نوشیدن آب شد. آنا هم همین کار را کرد؛ اما در فضا دیگر به آب خوردن نمی‌شد گفت یک کار ساده! برعکس برای او بسیار دشوار بود و احساس می‌کرد که مایع داخل گلویش برای پایین رفتن به‌شدت مقاومت می‌کند. با هر بدبختی بود آب و قرص را بلعید و چشمانش را بست و سعی کرد بر حالت ضعفش مسلط شود.

پس از ۱۵ ساعت ملال‌آور بالاخره به ایستگاه فضایی رسیدند و دوباره جنب‌وجوش به اتاقک برگشت. کاپیتان و دستیارش مشغول تبادل اطلاعات با خدمه‌ی ایستگاه فضایی شدند. اتصال به ایستگاه فضایی به اندازه‌ی لحظه‌ی پرتاب حساس و مهم است؛ چراکه باید دو جسم در حال حرکت را در لحظه‌ای خاص به هم متصل کرد. آنا گوش‌هایش را تیز کرده بود و با دقت به صحبت‌های کاپیتان و خدمه‌ی ایستگاه بین‌المللی گوش می‌داد؛ سفینه در حال اتصال به بازوی رباتیک بود. درصورتی‌که کاپیتان اتصال شاتل به ایستگاه را تأیید می‌کرد در انتهای شاتل باز می‌شد و آن‌ها می‌توانستند از طریق آن به ایستگاه وارد شوند. آنا منتظر تأیید اتصال از سوی کاپیتان بود که ناگهان با صدای پیسی، درست پشت سرش، از جا پرید و هم‌زمان جریان هوای خنکی را پشت سرش حس کرد. ناخودآگاه دستش به سمت کلاهش رفت. در این لحظه کاپیتان هم اتصال به ایستگاه را تأیید کرد و درحالی‌که با آینه‌ی کوچکش مشغول تماشای آنا بود چشمکی به او زد. آنا کلاهش را برداشت و وانمود کرد که دارد برای ورود به ایستگاه آماده می‌شود. احساس حماقت می‌کرد.

ادامه دارد . . .

فاتحان بی‌نهایت

دورترین فاصله‌هایی که بشر فتح کرده است

شیرین شاطرزاده

هر یک از ما در زندگی بارها به سفر رفته‌ایم. سفرهای تفریحی، کاری و تحصیلی جزئی اجتناب‌ناپذیر از زندگی ما هستند. در هر یک از این سفرها چقدر از خانه دور شده‌ایم؟ ۱۰۰ کیلومتر؟ ۱۰۰۰ کیلومتر؟

در سفری یک‌روزه از تهران به چالوس، حدود ۲۰۰ کیلومتر را طی می‌کنیم. اگر بخواهیم به یک سفر خارج از کشور برویم، یکی از بیشترین فاصله‌هایی که می‌توانیم طی کنیم، فاصله‌مان تا ایالات‌متحده آمریکا، یعنی حدود ۱۱۰۰۰ کیلومتر است (از مشکلات ویزا و ارز صرف‌نظر کنید!)

اما بیشترین فاصله‌ای که در فضا پیموده‌ایم چقدر است؟ در این شماره از ترین‌های نجومی، به دورترین فاصله‌هایی می‌پردازیم که ساخته‌های دست بشر موفق به فتح آن شده‌اند.

وویجر ۱

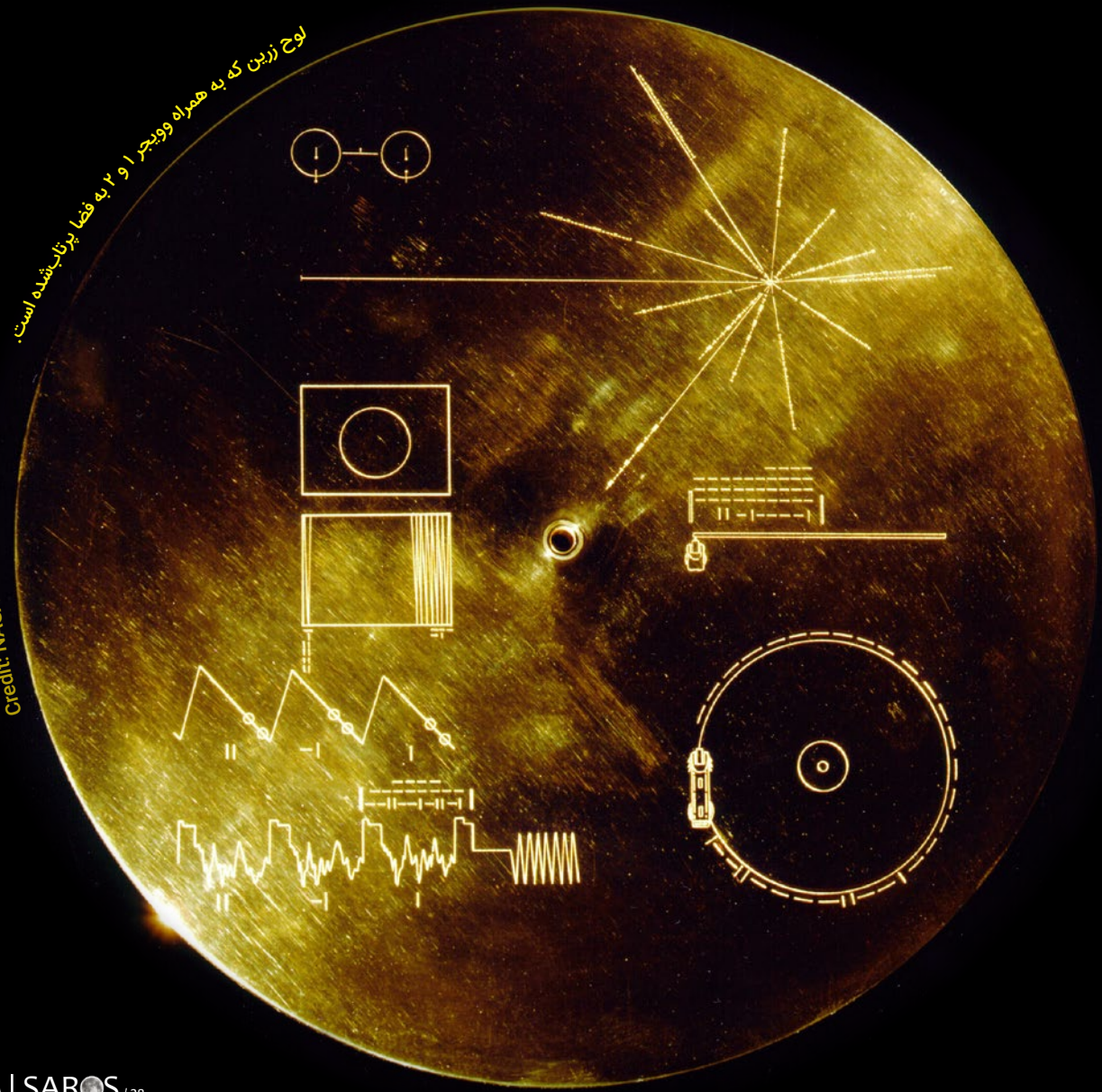
این فضاپیما و خواهر دوقلویش وویجر ۲، در سال ۱۹۷۷ و باهدف اکتشاف سیارات بیرونی منظومه شمسی به فضا پرتاب شدند. مأموریت این دو فضاپیما بسیار بهتر از تصور ادامه پیدا کرد و امروز همچنان به ارسال سیگنال به‌سوی زمین ادامه می‌دهند.

فضاپیمای وویجر۱
Credit: NASA

وویجر ۱ در طول مسیرش ابتدا به بررسی مشتری و زحل پرداخت و سپس مسیر خود را به‌سوی مرزهای بیرونی منظومه شمسی ادامه داد. اکنون که مشغول نوشتن این متن هستم، وویجر ۱ فاصله‌ای معادل۲۱/۲ میلیارد کیلومتر (۱۴۱ برابر فاصله زمین تا خورشید) از زمین دارد و با سرعت ۶۱۰۰۰ کیلومتر بر ساعت در حال دور شدن از ماست.

در سال ۲۰۱۲، این کاوشگر موفق شد وارد فضای میان‌ستاره‌ای شود و بدین ترتیب رکورد نخستین دست سازه بشر در فضای میان‌ستاره‌ای را نیز به نام خود ثبت کند. پیش‌بینی می‌شود وویجر ۱ در ادامه مسیرش، پس از ۴۰ هزار سال دیگر به نزدیکی ستاره AC +79 3888 در فاصله ۱۷/۱ سال نوری از زمین برسد. هرچند که به دلیل پایان یافتن سوختش، از سال ۲۰۲۵ دیگر قادر به ارسال سیگنال به زمین نخواهد بود.

https://www.space.com/17688-voyager-1.html



ویجر ۲

ویجر ۲ دو هفته زودتر از دوقلویش به فضا پرتاب شد. این کاوشگر نیز همانند ویجر ۱ ابتدا به بررسی مشتری و زحل پرداخت؛ اما هدف اصلی آن بررسی و عکس‌برداری از اورانوس و نپتون بود. سپس رهسپار مرزهای منظومه شمسی شد. هم‌اکنون ویجر۲ در آستانه ورود به فضای میان‌ستاره‌ای، در فاصله ۱۰/۹ میلیارد کیلومتری از ما (۱۱۷ برابر فاصله زمین تا خورشید) قرار دارد.

https://www.space.com/17693-voyager-2.html

پایونیر ۱۰

در سال ۱۹۷۲، پایونیر ۱۰ با هدف اصلی مطالعه مشتری به فضا پرتاب شد. این کاوشگر که به‌حق نام پایونیر (به معنای پیشگام) به آن نسبت داده‌شده است، برای نخستین بار در تاریخ کمربند سیارکی را درنوردید و نخستین تصاویر نزدیک از مشتری را به زمین مخابره کرد. بخش اصلی مأموریت پایونیر ۱۰ در اینجا خاتمه یافت و سپس راهی قسمت‌های بیرونی‌تر منظومه شمسی شد.

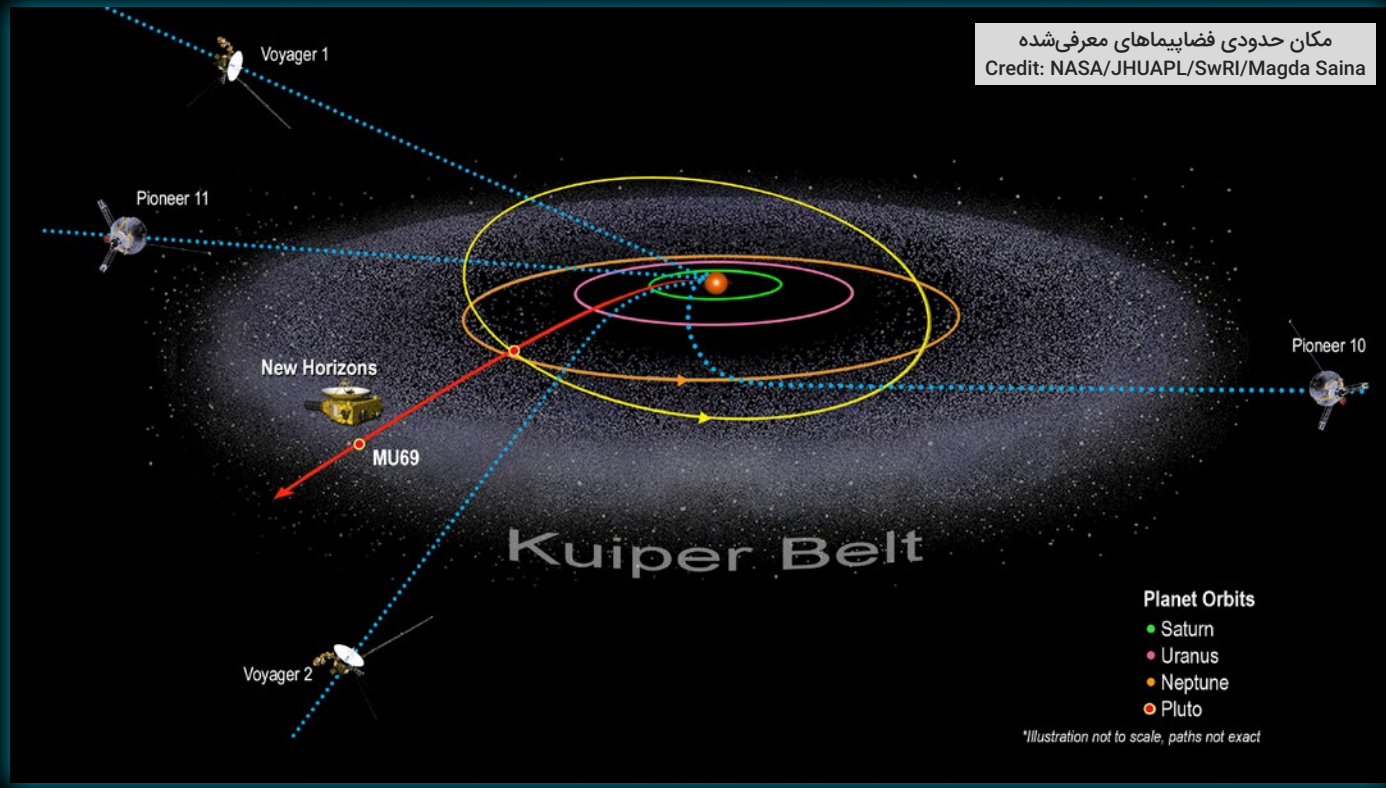
واپسین سیگنال پایونیر ۱۰ در ۲۲ ژانویه ۲۰۰۳ دریافت شد. در آن زمان این فضاپیما ۷/۶ میلیارد کیلومتر (۸۲ برابر فاصله زمین تا خورشید) از ما فاصله داشت. پایونیر ۱۰ در فضا سرگردان خواهد بود و تا دو میلیون سال دیگر به ستاره الدبران (ستاره آلفای صورت فلکی ثور) در فاصله ۶۸ سال نوری از ما خواهد رسید.

پایونیر ۱۰
Credit: NASA

https://www.nasa.gov/centers/ames/missions/archive/pioneer10-11.html
https://www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2003/03_13AR.html

پایونیر ۱۱

پایونیر ۱۱ خواهر کوچک‌تر پایونیر ۱۰ است که در سال ۱۹۷۳ به فضا پرتاب شد. مأموریت اصلی آن به زحل اختصاص داشت و قرار بود پس از آن سفر خود را به دوردست‌های فضا ادامه دهد. آخرین سیگنال دریافت شده از پایونیر ۱۱، مربوط به سال ۱۹۹۵ است. یعنی زمانی که این کاوشگر ۶/۵ میلیارد کیلومتر از خانه‌اش دور شده بود. پایونیر ۱۱ مسیرش را به سمت یکی از ستارگان صورت فلکی عقاب ادامه خواهد داد و تا چهار میلیون سال دیگر به این ستاره خواهد رسید.



سخن آخر:

قابل تصور نیست که انسان در آینده چه فواصلی را در فضا فتح خواهد کرد. کسی چه می‌داند. شاید صدسال دیگر، انسانی فهرست امروزی ترین‌های نجومی را بخواند و به فتوحات اندک ما در فضا، بخندد!

پیشنهاد:

در لینک زیر می‌توانید اطلاعات سفر فضاپیماهای وویجر را به‌صورت زنده دنبال کنید!

https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/

https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/text/pioneer_10-11_status_971201.txt

پیمانه ملازاده، امین بشیری

رخدادهای آسمان در

ماه مرداد ۱۳۹۷

۵ مرداد

طولانی‌ترین ماه‌گرفتگی قرن:

این ماه‌گرفتگی به مدت یک ساعت و ۴۳ دقیقه است و گرفت به‌صورت جزئی در ساعت ۲۲:۵۴ دقیقه به وقت ایران آغاز خواهد شد.

۷ مرداد

بامداد اوج بارش شهابی دلتا دلوی با ZHR حدود ۲۰

۲۱ مرداد

اوج بارش شهابی برساووشی با ZHR حدود ۱۱۰

۲۳ مرداد

مقارنه‌ی ماه و سیاره‌ی زهره

۲۶ مرداد

مقارنه‌ی ماه و سیاره‌ی مشتری

زهره در بیشترین کشیدگی شرقی

۳۰ مرداد

مقارنه‌ی ماه و سیاره‌ی زحل

مریخ در مقابله

مقارنه‌ی مریخ و ماه

عکس از امین بشیری

© Amin Bashiri

از سیارات منظومه شمسی چه خبر؟

عطارد در اوایل مرداد به دلیل نزدیک شدن به خورشید قابل رؤیت نیست ولی از دهه‌ی آخر مرداد می‌توان در آسمان صبحگاهی و در صورت‌فلکی سرطان آن را رصد کرد.

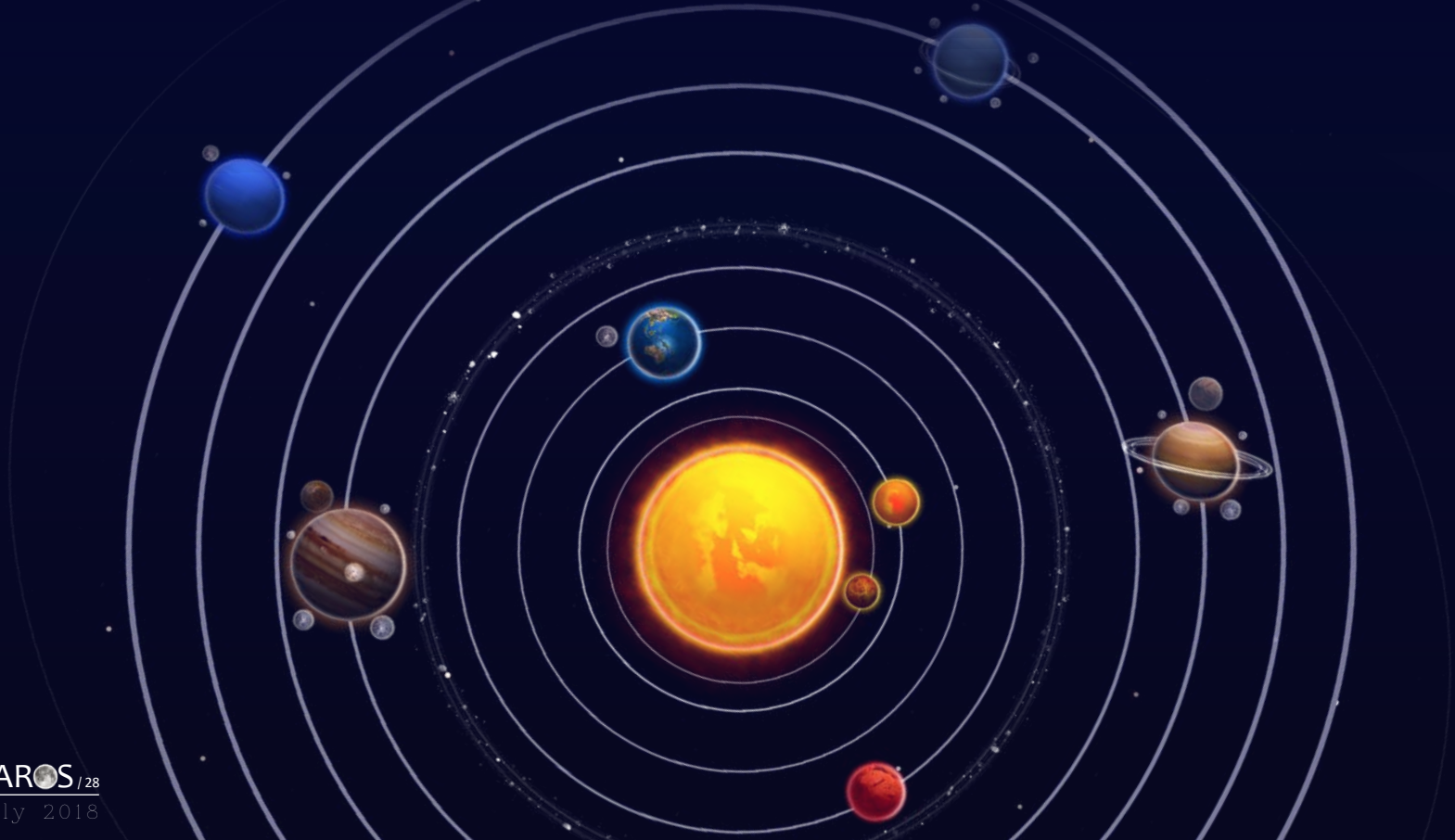
زهره را تا نیمه‌ی شهریور می‌توان در آسمان شامگاهی دید و به مرور از ۲۶ مرداد به بعد ارتفاع آن در آسمان کاهش می‌یابد. در روز ۲۶ مردادماه زهره به بیشترین کشیدگی شرقی خود خواهد رسید. زهره با گذر روزها در مردادماه از صورت‌فلکی اسد به‌صورت‌فلکی سنبله جابه‌جا خواهد شد.

مریخ از اوایل مردادماه در مقابله خواهد بود و می‌توانید در تمام طول شب در این ماه آن را در آسمان رصد کنید.

مردادماه آخرین فرصت برای رصد سیاره‌ی **مشتری** در آسمان شامگاهی خواهد بود. در شب‌های مردادماه می‌توانید مشتری را در آسمان جنوبی و جنوب غربی محل زندگیتان رصد کنید. این سیاره در صورت‌فلکی میزان قابل رؤیت خواهد بود.

زحل را در ابتدای مرداد می‌توان تا قبل از طلوع آفتاب در صورت‌فلکی قوس و نزدیک به مرکز کهکشان راه‌شیری رصد کرد و از اواسط مردادماه به بعد این سیاره تنها در آسمان شامگاهی دیده خواهد شد.

نپتون در دلو و **اورانوس** در حوت به‌ترتیب از نیمه‌های شب طلوع خواهند کرد.



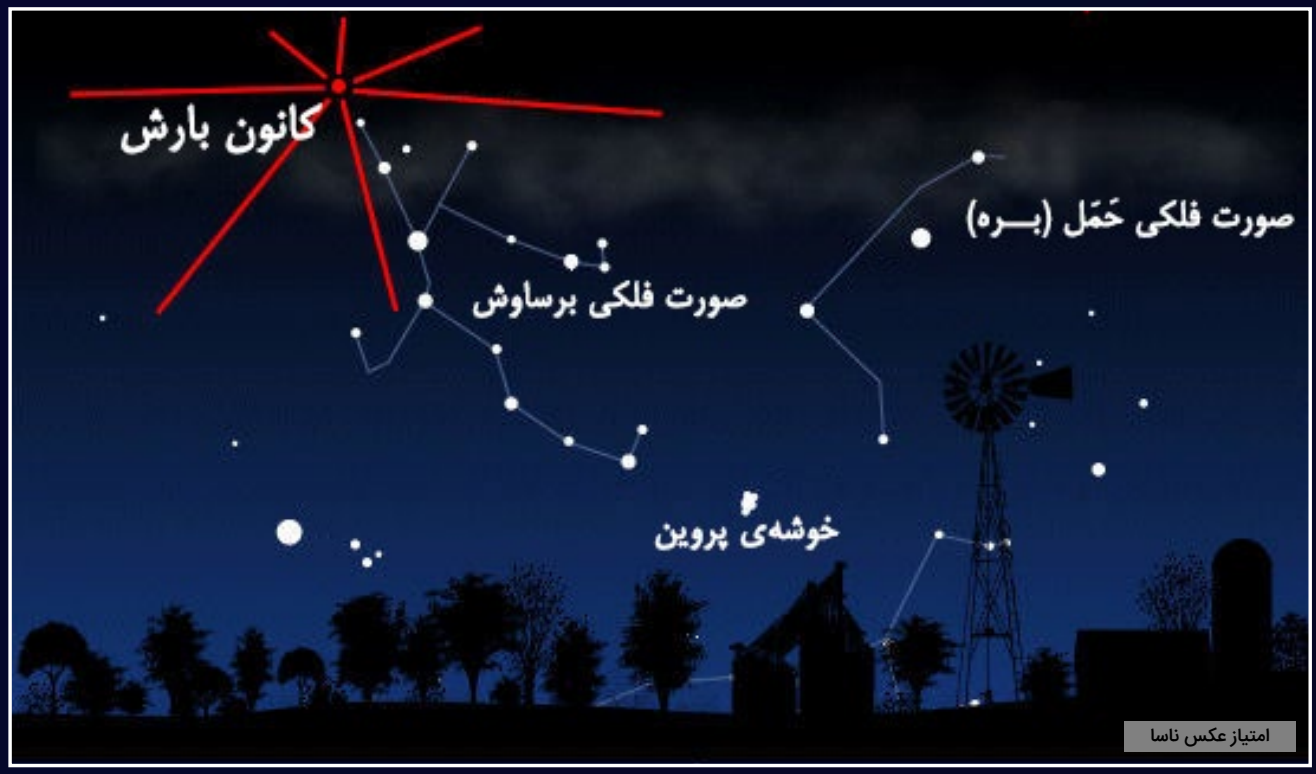
رصد و ثبت بارش‌های شهابی

اگر در شبی تاریک و صاف به آسمان نگاهی بیندازید، ممکن است در هر ساعت چند شهاب در آسمان ببینید. به این شهاب‌ها که در جاهای مختلف آسمان دیده می‌شوند اصطلاحا شهاب‌های پراکنده یا تَک‌شهاب می‌گویند؛ اما در برخی از شب‌ها تعداد شهاب‌ها افزایش می‌یابد و ممکن است در هر ساعت ده‌ها و یا حتی صدها شهاب ببینید. به این پدیده بارش شهابی می‌گویند.

در شب‌هایی که بارش شهابی رخ می‌دهد جو زمین با توده‌ای از ذرات معلق در فضا برخورد می‌کند که این ذرات آثار به‌جامانده از یک دنباله‌دار هستند. دنباله‌دارها اصطلاحا صخره‌های یخی هستند که با نزدیک شدن به خورشید شروع به ذوب شدن می‌کنند و در مدار خود ذرات بسیاری را به‌جا می‌گذارند. این ذرات با همان سرعت دنباله‌دار به‌دنبال آن شروع به گردش به دور خورشید می‌کنند. هنگامی که زمین در مسیر حرکت خود به دور خورشید با مدار دنباله‌دار و این ذرات برخورد می‌کند، اصطلاحا پدیده‌ی «بارش شهابی» در روی زمین قابل رؤیت خواهد بود؛ بنابراین منشأ اغلب بارش‌های شهابی دنباله‌دارها هستند.

از آنجایی که شهاب‌ها در ارتفاع زیادی از سطح زمین دیده می‌شوند و همچنین به‌علت اثر پرسپکتیو، از دید ناظر زمینی به‌نظر می‌رسد که شهاب‌ها از یک نقطه در آسمان خارج می‌شوند. این درحالی‌است که ذرات شهاب‌ها به‌صورت موازی با جو زمین برخورد می‌کنند؛ درست مانند دو جاده‌ی موازی که در افق ظاهرا به هم می‌رسند. به نقطه‌ای در آسمان که ظاهرا شهاب‌ها از آنجا خارج می‌شوند «کانون» بارش شهابی می‌گویند. بارش‌های شهابی با نام کانون بارش که در یک صورت‌فلکی قرار گرفته نامیده می‌شوند. برای مثال یکی از مهم‌ترین بارش‌های شهابی سال که در مردادماه روی می‌دهد به نام بارش شهابی برساووشی است که کانون بارش آن در زمان اوج فعالیت در صورت‌فلکی برساووش قرار دارد. در مردادماه امسال با نبودن ماه از آسمان مطلوب‌تری برای رصد و ثبت بارش شهابی برساووشی برخوردار خواهیم بود.

منجمان حرفه‌ای با استفاده از روش‌های مختلف به ثبت بارش‌های شهابی می‌پردازند، آن‌ها با استفاده از رادیوتلسکوپ‌ها و روش‌های علمی مرسوم اقدام به ثبت این رخداد می‌کنند؛ اما منجمان آماتور و علاقمندان آسمان چگونه می‌توانند این رخداد زیبا را رصد و ثبت کنند؟ ثبت بارش‌های رصدی توسط منجمان آماتور سراسر دنیا، به نوعی علوم شهروندی به‌حساب می‌آید که همه‌ی منجمان در یک تاریخ مشخص



عکس از بابک امین تفرشی
Babak Tafreshi

اقدام به ثبت گزارش‌های رصدی خود از این رخداد می‌کنند و با جمع‌آوری این گزارش‌ها و ارسال آن‌ها به پایگاه‌های مرجع، منجمان حرفه‌ای می‌توانند تحلیل درستی از این پدیده داشته باشند. در طول سال بارش‌های شهابی زیادی داریم که زمان اوج این بارش‌ها مشخص است و با یک برنامه‌ریزی خوب می‌توان گزارش‌ها و اطلاعات خوبی از این بارش‌ها ثبت کرد که برای منجمان حرفه‌ای ارزشمند باشند. اصولا یک فعالیت رصدی زمانی ارزش علمی پیدا می‌کند که به‌صورت یک گزارش ثبت شود. برای این‌کار کافی است که ابتدا چند پارامتر مهم شهاب‌ها را بشناسیم تا با ثبت این پارامترها گزارش ما علمی‌تر شود.

یکی از پارامترهای مهم یک شهاب قدر آن است. شهاب‌ها هم مانند ستارگان دارای درخشندگی ظاهری هستند که تخمین این درخشندگی نیاز به تجربه و تمرین بسیار دارد. برای راحتی قدر برخی از اجرام آسمانی در جدول زیر آمده است تا با مقایسه‌ی روشنایی ظاهری شهاب و جدول زیر بتوانید قدر آن شهاب را تخمین بزنید. شهاب‌هایی که قدر آن‌ها درخشان‌تر از ۷- است را اصطلاحا «آذرگوی» می‌گویند و ممکن است که این آذرگوی‌ها به زمین هم برخورد کنند.

جرم	قدر
ماه کامل	-۱۲
ماه تربیع	-۱۰
سیاره زهره	-۴
سیاره مشتری	-۲
ستاره شعرای یمانی (شباهنگ)	-۱/۵
ستاره‌های سماک‌رامح، نسر واقع، عیوق	۰
ستاره‌های سماک‌اعزل، نسر طایر، الدبران	+۱
ستاره قطبی، آلفا-دب‌اکبر، گاما-اسد	+۲
ستاره‌های گاما- دب‌اکبر، دلتا- اسد	+۲/۵

پارامتر مهم بعدی رنگ شهاب‌ها است که می‌تواند مشخصات عناصر سازنده‌ی منشأ آن که یک دنباله‌دار است را نشان دهد. رنگ شهاب نمایانگر این است که کدام عنصر در برخورد با مولکول‌های هوا بیشتر یونیزه شده است. برای مثال رنگ زرد نشان‌دهنده‌ی سدیم موجود در شهاب است. شهاب‌های سفید عموما دارای سرعت زیادی هستند. رنگ سبز نشان‌دهنده‌ی اکسیژن یونیزه شده در جو است.

مهم‌ترین پارامتر گزارش رصدی شهاب‌ها سرعت ساعتی سمت‌الراسی است. به تعداد شهاب‌هایی که یک رصدگر در یک ساعت و در آسمان با شرایط مطلوب می‌تواند رصد کند اصطلاحا سرعت ساعتی سمت الراسی (ZHR) می‌گویند. گاهی ZHR تا بیش از ۱۰۰ شهاب در ساعت هم خواهد رسید که معمولا در سال‌های پر بارش این اتفاق می‌افتد؛ زمانی که دنباله‌دار به خورشید نزدیک‌تر شده است.

پارامترهای دیگری همچون طول رد شهاب و یا حتی دود به‌جامانده از شهاب هم از جمله شاخص‌های مهم گزارش ثبت بارش‌های شهابی هستند.

درنهایت پس از ثبت کلیه پارامترها می‌توانید اطلاعات ثبت‌شده را در فرم گزارش بارش‌های شهابی وارد کنید که در لینک زیر آمده است. برای ارسال گزارش‌ها یا کسب اطلاعات بیشتر در مورد بارش‌های شهابی به وب‌سایت www.imo.net مراجعه کنید.

لذت دیدن آسمان را با هم تجربه کنیم.

آیـنه

مریم زارع

داخل بیشتر کاخ‌ها و خانه‌های مجلل قدیمی اتاقی پر از آیینه‌کاری وجود دارد که اصل مجلل بودن را همین اتاق تعیین می‌کند. درودیوار این اتاق‌ها را هزار تکه‌ی کوچک آینه تشکیل می‌دهد که شاید هرکدام کم و کوچک‌اند، ولی در کنار هم تلاطمی از نور به وجود می‌آورند.

اتاق آیینه‌کاری ساروس هم همین‌جاست؛ شاه‌نشین ماجرا که همان نقطه نظرات شماست و ما تکه‌تکه، جمله‌جمله جمعشان می‌کنیم و تالاری سراسر از نور پدید می‌آید که اگر نباشد سرور خانه را از دست داده‌ایم. منتظر تکه آینه‌تان کنار اُرسی این اتاق هستیم.

صفحه آخر

اتابک آکسون

آشنایی همه‌ی ما با نجوم یک اتفاق ساده بود؛ خواندن یک برگ از یک داستان، تماشای یک قسمت از «آسمان شب»، صحبت‌های هیجان‌انگیز یک دوست، دیدن یک شهاب پرنور یا حتی تاریکی رازآلود یک خورشیدگرفتگی. به همین سادگی وارد دنیای عجیب‌وغریب نجوم شدیم و به همین سادگی دغدغه‌هایمان تغییر کرد.

ما از یک اتفاق به نجوم رسیده‌ایم و حالا دور هم جمع شده‌ایم تا اتفاق بسازیم. این تنها چیزیست که در روزهای سختی که تجربه می‌کنیم به ما حس زنده بودن و زندگی کردن می‌دهد. ترویج علم تنها امید این روزهای ماست، چون باور داریم که اگر روزی همه‌ی ما درک درستی از اندازه‌ی واقعی خانه‌هایمان داشته باشیم مرزهایی که دور خودمان کشیده‌ایم را فراموش می‌کنیم. باور داریم که اگر روزی بتوانیم علمی فکر کنیم و اطرافمان را با منطق علمی قضاوت کنیم، محیطمان را هم می‌توانیم اصلاح کنیم و می‌توانیم از جامعه‌مان انتظار پیشرفت داشته باشیم. البته قابل‌انکار نیست که در این مسیر حال خودمان هم خوب است. حس مفید بودن، تنها راه نجات ما در این روزهای پرتلاطم است.

شما هم همراهی‌مان کنید تا کنار هم‌قدم برداریم و زیبایی‌های علم را به همه نشان دهیم؛ به خانواده، به دوستان نزدیک، به همسایه‌های پرمشغله. این روزها همگی احتیاج داریم تا دید متفاوت‌تری به دنیا و اتفاقات پیرامونمان داشته باشیم. ترویج علم ابزاریست که ما برای ایجاد این تغییر نگرش انتخاب کرده‌ایم.
به امید روزهایی خندان‌تر از امروز :)

Photo by Burch LaPrade

ساروس چیست؟

ساروس را از روزگاران باستان می‌شناختند و بابلی‌های قدیم برای پیشگویی گرفت‌ها از آن استفاده می‌کردند. این ارتباط چندین قرن قبل از میلاد مسیح، اولین بار توسط کالدونی‌ها کشف و در سال ۱۶۹۱ توسط هالی به چرخه‌ی کسوف‌ها اطلاق شد.

ساروس، دوره‌ای زمانی با چرخه‌ای حدود ۱۸ سال و ۱۱ روز و ۸ ساعت است. بعد از گذشت یک ساروس از یک کسوف یا خسوف، مکان نقاط گره‌ای مدار ماه به جای قبلی خود برگشته، ماه و خورشید و زمین تقریبا دوباره به حالت قبلی برمی‌گردند و کسوف یا خسوفی شبیه همان کسوف یا خسوف قبلی (از لحاظ مکان وقوع، زمان وقوع، شکل و اندازه‌ی گرفتگی) روی می‌دهد. گفته می‌شود این گرفت‌های مشابه تشکیل یک دنباله می‌دهند و هر دنباله‌ی ساروسی با شماره‌ای اختصاصی مشخص می‌گردد.

برخی منابع نیز «ساروس» را واژه‌ای به معنای تکرار معرفی می‌کنند.

ساروس شماره ۲۸

ساروس شماره‌ی بیست‌وهشت، دوره‌ای ۱۲۸۰/۱۴ ساله دارد. دوره‌ای که شامل ۷۲ خورشیدگرفتگی است (۳۰ گرفت جزئی، ۴۲ گرفت حلقوی، بدون گرفت کلی و گرفت مرکب). با نگاهی به کاتالوگ این ساروس متوجه می‌شویم که گرفت اول آن در ۲ مارس ۱۹۱۰ قبل از میلاد و گرفت آخر آن در ۲۸ آوریل ۶۳۰ قبل از میلاد رخ داده است.

SAROS MEANS...!

SAROS
Astronomical Magazine