ww.baffled.blogfa.com

اسرار کلمات

بخش اول

مجموعه‌ای از مقالات علمی

ابراهیم ملتوری

پیشگفتار از: دکتر فیروز ناری

ww.baffled.blogfa.com

چپ: نل آرمسترانگ: اولین انسانی که به سطح ماه پای گذاشت
راست ابراهیم ویکتوری

زمینه ی جلد تصویر مشهوریست بنام "*حوزه ی عمیق هابل*" که از مونتاژ 342 عکس گرفته شده توسط *تلسکوپ فضایی هابل* در طول مدت ده روز پدید آمده است.

این تصویر فضای بسیار کوچکی از آسمان را که در نزدیک دسته ی *دب اکبر* قرار گرفته، می پوشاند و پهنای آن فقط به اندازه ی یک دانه ی نمک است که به اندازه ی طول بازو فاصله داشته باشد. این تصویر "سوراخ کلید" ی شامل مجموعه ی پیچیده ای از حداقل 1500 کهکشان در مراحل مختلف تکوین و گسترش از اینجا تا لبه ی قابل رویت کائنات چیزی حدود 13 میلیارد سال نوری فاصله دارد. اگرچه این حوزه نمونه ی بسیار کوچکی از آسمان است، اما بعنوان بارزترین نمودار پخش کهکشانهادر فضا در نظر گرفته می شود. علت آن اینست که از نظر آمار کائنات در تمام جهات تقریبا یک شکل به نظر می رسند. بیشتر کهکشانها آنقدر کم سو هستند که هرگز حتی توسط بزرگترین تلسکوپهای روی زمین مشاهده نشده اند. قدمت برخی از این کهکشانها تقریبا به ابتدای پیدایش کائنات می رسد، بنابراین، این تصویر به مثابه ی نوعی "ماشین زمان" عمل می کند که ما را با یک نگاه قادر به دیدن تاریخ کائنات می سازد.

تصویر مدور مرکزی :
گلدان کائنات - صفحه‌ی 242
طراح جلد : داریوش باقری

www.baffled.blogfa.com

اسرار کائنات

بخش اول

www.baffled.blogfa.com

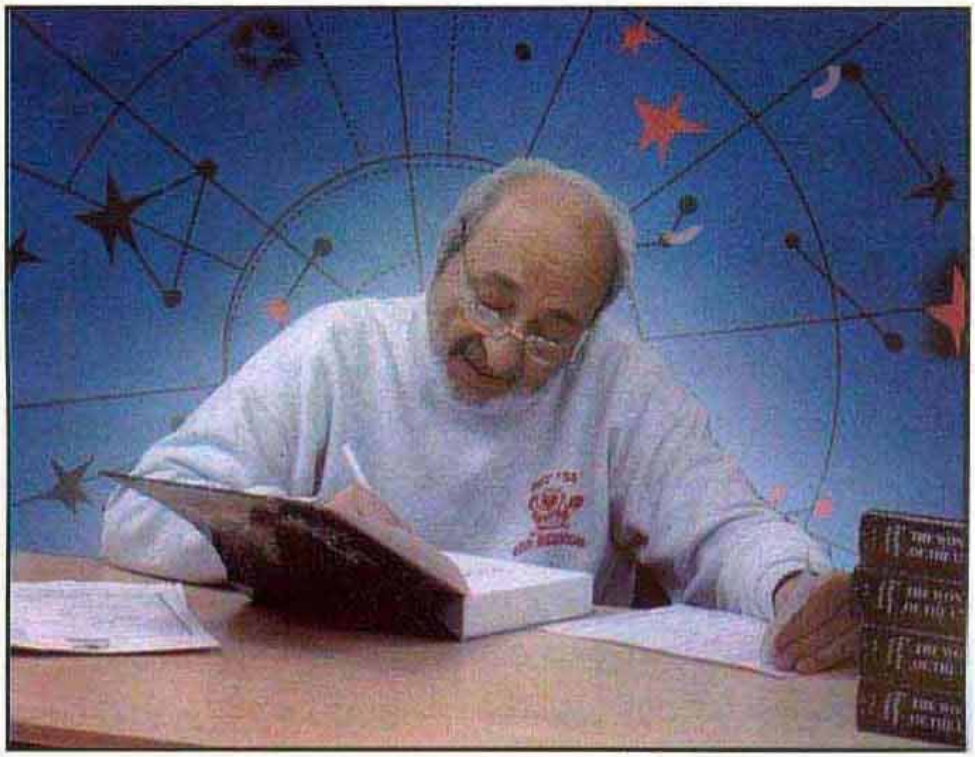
سرشناسه	: ویکتوری، ابراهیم، ۱۳۱۲
عنوان و پدیدآور	: اسرار کائنات : مجموعه ای از مقالات علمی ابراهیم ویکتوری / پیشگفتار از فیروز نادری
مشخصات نشر	: تهران : به نگار ، ۱۳۸۵ .
مشخصات ظاهری	: ۲۹۰ ، ۲۵۶ص .: مصور ، عکس
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۶۳۳۲-۵۵-۳
یادداشت	: فیپا
یادداشت	: فارسی – انگلیسی
یادداشت	: ص.ع. به انگلیسی: The mysteries of the universe
یادداشت	: عنوان دیگر: مجموعه ای از مقالات علمی ابراهیم ویکتوری.
عنوان دیگر	: مجموعه ای از مقالات علمی ابراهیم ویکتوری.
موضوع	: کیهان شناسی.
موضوع	: منظومه شمسی.
موضوع	: سیاره ها.
شناسه افزوده	: نادری، فیروز، ۱۳۲۵- مقدمه نویس
رده بندی کنگره	: QB۹۸۱/و۹الف۵
رده بندی دیویی	: ۵۲۳/۱
شماره کتابخانه ملی	: م۸۵-۴۴۳۰۵

انتشارات به نگار

اسرار کائنات
مجموعه ای از مقالات ابراهیم ویکتوری
چاپ اول
۱۳۸۶
لیتوگرافی فام
تیراژ ۳۰۰۰ جلد

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب برای ناشر محفوظ است.
تهران- یوسف آباد- خیابان ۲۴- پلاک ۶
تلفن : ۸۸۷۱۱۷۷۷
چاپ نیما

www.baffled.blogfa.com



ابراهیم ویکتوری

www.baffled.blogfa.com

در باره نویسنده

ابراهیم ویکتوری در بهمن ماه 1312 یزدگردی در تهران چشم به جهان گشود. آموزش ابتدائی را در دبستان کورش، و دوره متوسطه را در دبیرستان فیروز بهرام تهران سپری کرد در سال 1331، برای آموزش دانشگاهی راهی آمریکا شد. پس از یک سال آموختن زبان انگلیسی، در دانشگاه معروف ام-آی-تی **M.I.T.** پذیرفته شد و در طی پنج سال بعد درجات لیسانس و ما فوق لیسانس را در رشته های تخصصی نساجی و دینامیک هوا**Aerodynamics** مربوط به رشته مهندسی مکانیک بدست آورد. در طی دو سال آخر دانشگاه، ضمن تدریس در بخش نساجی دانشگاه ام-آی-تی، برای پروژه پژوهشی متعلق به نیروی هوای آمریکا در دانشگاه، تونل بادی برای آزمایش پارچه های چتر نجات طراحی کرد.

وی در پایان آموزش دانشگاهی بعنوان مشاور فنی برای شرکتهای نساجی آمریکا، تحقیق پیرامون آثار صلاح های اتمی (برای نیروی هوای امریکا)، موتور های بی صدا (برای نیروی دریای امریکا)، و علت انفجار موتورهای موشکی (برای سازمان ناسا NASA) پژوهشهایی با نجام رساند. در سال 1356 به ایران بازگشت وبرای یک شرکت ایرانی وابسته به وزارت کشاورزی مشغول بکار شد و سر انجام در آستانه وقوع انقلاب اسلامی مجبور به ترک وطن شد و بار دیگر به آمریکا باز گشت و به طراحی نرم افزارهای ویژه پرداخت.

ابراهیم ویکتوری در طی 12 سال اخیر در برخی از برنامه های رادیو و تلویزیونی شرکت کرده و پیرامون سفر در فضا، ستاره شناسی و کیهان شناسی آموزش داده است.

طی دو سال اخیر نیز برنامه ویژه ای بنام "*شگفتیهای جهان*" را درتلویزیون کانال یک ارائه میدهد و کتابی نیز با همین عنوان به دو ز بان فارسی و انگلیسی انتشار داده است.

ابراهیم ویکتوری بیش از 50 مقاله علمی در باره پژوهشهای خود منتشر کرده است. علاوه بر این، طی 15 سال اخیر بیش از 500 مقا له متنوع و گوناگون به زبان ساده در باره سفر در فضا، و دوعلم ستاره شناسی و کیهان شناسی در نشریات فارسی زبان آمریکا ارائه داده است.

کتاب حاضردومین کتاب ابراهیم ویکتوری است و کتاب سوم نیز که ادامه این مجموعه مقالات می باشد بزودی ارائه داده خواهد شد.

www.baffled.blogfa.com

اسرار کائنات

بخش اول

مجموعه ای از مقالات علمی

ابراهیم ویکتوری

پیش گفتار از دکتر فیروز نادری

چاپ اول سپتامبر 2005

نوشتار های این کتاب از آغاز تا انجام از نو مرور گردیده
و متضمن آخرین پژوهشهای علمی می باشند

طراح روکش جلد : داریوش باقری

www.baffled.blogfa.com

دیباچه

"...اعتقاد به تشخیص اینکه «چه وقت»، «چگونه» و به دست «چه کسی» یا «چه چیزی» همه چیز آغاز شده است، مفهومی روحانی دارد که روح انسان را تسلی بخشیده و غنی می سازد..."

-کتاب شگفتی های جهان

ما در کائناتی زندگی می کنیم که دائماً در حال انبساط و همواره در حال تغییر و تحول است. جهان ما از یک نقطه انرژی بسیار زیاد سرچشمه گرفته است که به دلیل عدم وجود یک پاسخ علمی قانع کننده به این پرسش آشکار - «این نقطه انرژی از کجا آمده است؟» - نخستین راز کائنات شده است. دانشمندانی که در کیسه شعبده های مذهبی کندوکاو می کنند به نام خداوند متوسل می شوند. البته دانشمندان برای اینکه بر اثبات وجود خداوند مهر تأیید علمی نزده باشند، این منبع قدرت را آفریدگار می نامند.

از اینجا به بعد، معماها بیشتر و بیشتر می شوند و هر زمان که یکی از آنها حل می شود چندمعمای دیگرمطرح می شوند. برای مثال معمای سرنوشت نهایی کائنات را در نظر بگیرید که سه پاسخ ممکن داشته است :

1- انبساط دائمی اما با سرعت کاهنده.

2- توقف انبساط پس از مدتی نامعلوم.

3- برگشت و جمع شدن دوباره در یک نقطه طی فرایندی به نام ا رْمبش بزرگ **The Big Crunch** که برعکس فرایند آغاز عالم (انفجار بزرگ **The Big Bang**) است.

شاید بزرگترین کشف علمی ده سال آخر قرن بیستم این بود که سرعت انبساط عالم در حال افزایش است. این موضوع دو پاسخ احتمالی (2 و 3) را حذف می کند، اما معماها پایان نیافتند، بلکه معمای دیگری شکل گرفت - اینکه عامل این افزایش سرعت چیست؟

گاهی اوقات ما قادریم فقط بخشی از معما را حل کنیم. یکی از آن موارد، مسئله ماهیت ماده تاریک یا جرم گمشده است که به دهه 1930 بازمی گردد. ما می دانیم که نمی توانیم حدود 95

www.baffled-blogfa.com

دیباچه

درصد جرم عالم را ببینیم، اما می دانیم که وجود دارد چون اثرش را بر مواد مرئی عالم می بینیم. چندی پیش کشف شد که جرم نوترینوها حدود 30 درصد جرم گمشده عالم است، اما ماهیت بقیه ماده تاریک نامشخص مانده است.

تاریخ علوم اخترشناسی و کیهان شناسی پر از چنین مثال هایی است که فقط چندی از آنها در این کتاب آمده است. بسیاری از مردم می پرسند که اصلاً چرا باید پاسخ هر یک از معماهای پُرشمار کیهان را بدانیم؟ آنها می پرسند که چرا باید میلیاردها دلار به اضافه عمری از وقت گرانقدر مردان و زنان هوشمندمان را صرف جستجوی پاسخ این پرسش ها کنیم؟ در حالی که می توانیم با صرف این نیرو و هزینه به درمان مهلک ترین بیماری ها دست یابیم. پاسخ ساده است: اینکه روح ما نیز همچون جسممان به غذا احتیاج دارد. این یکی از تفاوت های اساسی انسان و حیوان است. نگاه کردن به آسمان شب و یافتن پاسخ برای برخی از این پرسش ها، روح ما را غنی می کند و تسلی می بخشد.

از زمان انتشار کتاب نخست، اتفاقات زیادی در علوم دوقلوی اخترشناسی و کیهان شناسی رخ داده است. اکتشافات جدید، دانش و درک ما را از کیهان متحول کرده است - انقلابی ترین کشف، یافتن انرژی تاریک (لطفاً با ماده تاریک یا جرم گمشده اشتباه نگیرید) و افزایش سرعت انبساط عالم بود. افزون بر این، کاوش های سفینه های بدون سرنشین در منظومه شمسی، وجود آب را در ماه و در گذشته های مریخ ثابت کرده اند. اما، افسانه بشقاب های پرنده یا آدم زبایی موجودات فضایی هنوز مطرح است، نه به این دلیل که نتوانستیم اشتباهات هواداران آنها را ثابت کنیم، بلکه چون آنها طرفداران سرسختی اند که حتی زهره درخشان را در نزدیک ترین موقعیتش به زمین در زمستان سال 2004 با بشقاب پرنده اشتباه گرفته بودند. هیچ کتاب و هیچ مقدار مدارک و دلایل علمی نمی تواند آنها را از اعتقادشان به واقعی بودن بشقاب های پرنده باز دارد. به همین دلیل هم من در این کتاب اصلاً درباره این موضوع سخنی نگفته ام که البته در کنار موضوع وجود خداوند - که در کتاب اولم درباره اش توضیح داده ام - دو موضوعی هستندکه مردم بسیار درباره شان می پرسند.

در نوشتن این کتاب، من هم در تنگناهایی قرار گرفتم که پیش روی هر نویسنده موضوعات علمی قرار می گیرد. و آن نوشتن برای خوانندگانی است که عموماً دراین زمینه غیر متخصص اند. هرچند، بازتاب های مثبت از سوی خوانندگان کتاب نخستم و بینندگان برنامه های تلویزیونی ام که توانایی مرا در بیان مطالب علمی به زبان ساده تشویق می کردند، مرا دلگرم می ساخت. امیدوارم که توانسته باشم در این کتاب هم اینچنین بنویسم، مخصوصاً در فصل هایی که مربوط به نسبیت و اصول

www.baffled.blogfa.com

دیباچه

پروازهای فضایی است - موضوعاتی که اگر فقط کمی بیشتر از آنچه من نوشتم، فرمول به آنها اضافه شود، بهتر درک می شوند.

مخاطب فصل نخستِ کتاب به طور خاص هر کسی است که نگاهی به آسمان شب می اندازد و در شگفت است که این نقاط نورانی که همه جا پراکنده اند، چیستند. فصل دوم درباره تاریخ نجوم است و به معرفی برخی از افراد یا ابزارهایی می پردازد که در طی قرون و اعصار در درک ما از عالم تأثیر داشته اند، هرچند که ممکن است برخی از آنها اشتباهاتی هم کرده باشند.

نگاهی کلی به بقیه فصل های کتاب اسرار کائنات نشان می دهد که مطالب در واقع معماهایی مطرح برای بسیاری از مردم اند. ما درباره گرانش شنیده ایم، اما بسیاری از ما نمی دانیم که واقعاً چیست یا چطور عمل می کند. همین مسئله درباره نور، سیاهچاله ها، پادماده **anti-matter**، خورشید، ستارگان، اینکه ماهواره ها چطور در مدار باقی می مانند بدون اینکه چیزی مدام آنها را هُل دهد و بسیاری مسائل دیگر هم صدق می کند. دوباره، کتاب به دو زبان انگلیسی و فارسی منتشر شده است، برای جوانان ایرانی خارج از کشور که فارسی را به خوبی والدینشان نمی دانند و برای هموطنانم در ایران که لازم نیست کتاب را به انگلیسی بخوانند تا از آن لذت ببرند. البته، من به دوستان فارسی زبانی که به انگلیسی مسلط اند پیشنهاد می کنم که کتاب را به انگلیسی بخوانند، چون به هر حال همه بخش ها بدون استثناء در ابتدا به انگلیسی نوشته شده اند و بعد به فارسی ترجمه شدند.

همچنین، در پایانِ بخش ها، بخش کوچکی به نام واژگان علمی را اضافه کرده ام که اشاره به واژه های علمی کتاب دارد و برای خوانندگانی که کمتر با این واژه ها آشنایی دارند بسیار مفید است. من بسیار تأکید می کنم که هر شخصی که در میان مطالب کتاب به واژه ای ناشناخته برخورد کرد، حتماً به این واژگان مراجعه کند تا درک درستی از مطلب به دست آورد.

در تکمیل این کتاب، من سپاسگزار "**دلارام سلطانی**" هستم که مرا به نوشتن این کتاب تشویق کرد و همراه با "**شادی حامدی آزاد**" ماه ها مشغول ترجمه این کتاب به فارسی بودند، و همچنین "**بابک امین تفرشی**" که ترجمه های آنها را ویرایش کرد. همچنین از دکتر "**فتح الله کاظمی**،" رئیس گروه فیزیک کالج جیمزتاون **Jamestown College** ـ در داکوتای شمالی سپاسگزارم که نسخه انگلیسی همه فصل ها را ویرایش کردند.

مهمتر از همه در اینجا وظیفه دارم که مراتب سپاس خود را از دوست بسیار عزیزم "**دکتر فیروز نادری**،" رئیس سابق برنامه های کاوش مریخ در آزمایشگاه جت پروپالشِن **Jet**

www.baffled.blogfa.com

دیباچه

Propulsion Laboratory ناسا که اخیرا به سمت معاونت این مرکز مهم اکتشافات فضایی ناسا انتخاب شده اند اعلام دارم، نه فقط به دلیل نوشتن مقدمه این کتاب، بلکه به دلیل وقتی که از میان برنامه های فشرده کاری اش برای حضور در برنامه تلویزیونی من همواره کنار می گذاشت و هر بار که فضاپیمایی از سوی ناسا به هدفی می رسید، او مهمان برنامه من بود.

ما همه به عنوان یک ایرانی باید افتخار کنیم که هر سه فضاپیمای موفقی که به مریخ رفتند – فضاپیمای مارس اُدیسه Mars Odyssey که در مدار مریخ قرار دارد و دو خود رو اسپیریت Spiritو آپورچونیتی Opportunity که در سطح مریخ باکمال موفقیت مشغول اکتشاف میباشند - تحت نظارت او طراحی و پرتاب شدند. این یک موفقیتی بی نظیر است چراکه تا پیش از قبول این سِمت در ناسا از سوی دکتر نادری در 7 آوریل سال 2000، از 13 فضاپیمایی که به سوی مریخ فرستاده شده بود فقط 3 فضاپیما موفق بودند به مقصد خود برسند.

اخیرا سازمان ناسا نه فقط به دکتر نادری مدال درجه یک خدمت خود را اهدا کرده است، بلکه او را به سمت معاونت JPL که مهمترین مرکز اکتشافات فضایی ناسا است انتخاب کرده است. همچنین چندی از سازمان های بین المللی نیز به ایشان مدالهای خود را اهدا کرده اند.

ابراهیم ویکتوری

لُس آنجلس، کالیفرنیا

مِی 2005

www.baffled.blogfa.com

فهرست

دیباچه 7

پیش گفتار 13

1- آسمان شب 19

2- از استون هنج تا هابل :تاریخچه ای از اختر شناسی 29

3- آغاز عصر فضا: سفر رفت و برگشت به ماه 79

4- منشاء پیدایش ماه 97

5- سفرهای اکتشافی: اکتشاف در سیارات و فضای میان سیاره ای 113

6- در باره سفر به فضا 149

7- از اسب و درشکه تا ستارگان:
چگونه ممکن است آخرین سفر پر ماجرا و جالب بشر تحقق یابد 163

8- در باره گرانش:
نیرویی که کائنات را شکل داد و اعمال روزمره ما را کنترل میکند 177

9- شاهراه اطلاعاتی کائنات: تابش الکترو مغناتیس و تلسکوپها 187

10- نظریه نسبیت و سرعت نور 217

www.baffled.blogfa.com

فهرست

11- گسترش کائنات و انرژی تاریک :

نابهنجاری دور از انتظار 243

12-ماده تاریک یا جرم نامرعی 255

13-اسراری از اینجا و آنجا 265

1 - 13- 1سرار «هیچ چیز» 267

2 - 13- اسرار شش عدد ثابتی که کائنات را در اختیار دارند 269

3-13- اسرار هنر سنجش طول و زمان و تقویم ها 272

4-13- اسرار وزن "بوزون هیگز" 277

آخرین سخن 280

فرهنگ لغات 282

تصاویر و عکسها 290

www.baffled.blogfa.com

پیش گفتار

من در حال پرواز بر فراز اقیانوس اطلس در راه بازگشت از کنفرانس بین المللی مریخ در پاریس به خانه ام در لس آنجلس هستم. چند ماه پیش به دوست خوبم، ابراهیم ویکتوری قول دادم که مقدمه ای برای کتاب دوم او بنویسم و حالا در خلوت این هواپیما در حالیکه به این فکر می کنم که چطور می توانم شور وهیجان کاوش های فضایی را در چند پاراگراف با شما در میان بگذارم، بخش های زیر به ذهنم خطور می کند.

اجازه دهید کمی در زمان عقب برویم به دوم ژانویه سال 2004 (12 دی 1382). هفت ماه پیش از آن تاریخ، روبات های زمین شناسی را به سوی مریخ پرتاب کرده بودیم وحالا پس از سفری 500 میلیون کیلومتری، فقط 24 ساعت تا فرود آن برسطح سیاره سرخ باقی مانده بود. همه در JPL (آزمایشگاه جت پروپالشن ناسا) نگران بودند چون چهار سال پیش، تلاش های ما برای فرود یك فضاپیما برسطح مریخ با شکست روبرو شده بود. افزون براین، فضاپیمای اروپایی هم که یك هفته پیش در شب کریسمس قصد فرود برمریخ را داشت، گم شده بود. در حقیقت درطی چهل سال گذشته، از هر سه فضاپیمایی که به سوی مریخ رفتند، 2 فضاپیما قربانی شدند.

ما در اتاق کنفرانسی در JPL دور هم جمع شدیم تا برای صدمین بار رویدادهای روز بعد را مرور کنیم. در اینجا به آنچه ما برای روز بعد پیش بینی می کردیم اشاره می کنم: سرعت فضاپیما که در بیشتر طول سفرش 10000 کیلومتر در ساعت بود، در چند ساعت آخر به دلیل جاذبه گرانشی مریخ به حد شگفت آور 20000 کیلومتر در ساعت می رسید. ما در ارتفاع 130 کیلومتری سطح مریخ، در ساعت 19 : 8 بعد از ظهر به وقت کالیفرنیا، وارد فضای جوی مریخ می شدیم. اگر می خواستیم از یك تصادف میان سیاره ای جلوگیری کنیم، باید ترمزهایی برفضاپیما تعبیه می کردیم که سرعتش را از 20000 کیلومتر در ساعت به صفر می رساند و ما فقط شش دقیقه وقت برای این کار داشتیم. ما بهترین سیستم های ترمزی را که می شناختیم طراحی کرده بودیم. از آنجائیکه فضا پیما با سرعت مافوق سرعت صوت وارد جو می شد، این سیستم شامل یك سپر گرمایی بود که فضاپیما را آهسته کرده، و از سوختن در جو حفظ کند. سپس برای مدتی چتر نجاتی باز می شد و در ادامه، یك سری موشك هم در جهت خلاف حرکت فضاپیما روشن می شدند تا سرعت را کمتر و کمتر کنند. سر انجام کیسه های هوایی باد شده و فضاپیما را در بر می گرفتند تا ضربه برخورد با سطح سیاره را کم کنند.

www.baffled.blogfa.com

پیش گفتار

همه چیز می بایست کامل ودقیق طبق برنامه زمان بندی شده پیش برود در غیر این صورت فضا پیما از دست میرفت.

همانطور که به فرماندار کالیفرنیا آرنولد شوارتزنگر _ که برای مراسم فرود مریخ نورد به JPL آمده بود - گفتم ، اگر اشتباهی رخ بدهد، برخلاف صنعت سینما، نمی توانیم برگردیم و صحنه را دوباره فیلمبرداری کنیم. در فضا نوردی هیچ شانس دومی وجود ندارد، همه چیز باید در بار اول درست و بی نقص انجام شود.

حالا اجازه دهید به همان اتاق کنفرانس در روز دوم ژانویه باز گردیم. پس از 4 سال تلاش بی وقفه، منتظر سپری شدن 24 ساعت آخر بودیم که باخبری دست اول و نگران کننده روبرو شدیم. تعدادی از دانشمندان به JPL آمدند و اعلام کردند که طبق شبیه سازی هابه این نتیجه رسیدند که به دلیل وقوع یك طوفان شن در مریخ، جو این سیاره گرم شده و موجب بالارفتن جو شده است و به این دلیل اگر ما چتر نجات را در نقطه برنامه ریزی شده باز کنیم، ممکن است هوای کافی برای کم کردن سرعت فضاپیما زیر چتر باقی نماند. پس راه حل روشن این بود که چتر را در ارتفاع بالاتری در جو باز کنیم. درست ؟

نه به این زودی.

اگر ما چتر را بالا تر باز می کردیم، سرعت فضا پیما بسیار زیاد بود و ممکن بود پاره شود. آیا باید کاری می کردیم؟ آیا می بایست به شبیه سازی های پیش بینی آب و هوای مریخ اعتماد می کردیم؟

پس از سال ها کار طراحی به کمك برخی از بهترین مهندسان دنیا به این نکته رسیده بودیم که هوای مریخ در زمان فرود فضاپیمای ما چگونه خواهد بود؟

من در حالیکه در اتاق کنفرانس نشسته بودم به یاد آوردم که چند روز پیش که در انتظار یك مسابقه فوتبال بودم، روزنامه محلی مان، لس آنجلس تایمز، را ورق میزدم تا ببینم پیش بینی وضعیت هوا برای آن روز چگونه است . دانشگاه قدیمی من، USC مشغول مسابقات قهرمانی دانشگاههای آمریکا در روزهای نخست سال نو بود. 4 روز مانده به مسابقه روزنامه هوای روز مسابقه را بارانی اعلام کرده بود . 3 روز مانده به مسابقه ، هوا ابری و دوباره یك روز بعد آن را بارانی اعلام کردند. سرانجام، روز مسابقه هوا آفتابی شد. پس، این است توانایی ما در پیش بینی آب وهوای همین جا روی زمین و در همین حال کار حرفه ای مان را وابسته کرده ایم به پیش بینی آب و هوای مریخ در روز سوم ژانویه در ساعت 2 بعد از ظهر به وقت مریخ!

خوشبختانه ما پیروز شدیم. ما چتر نجات را بالاتر باز کردیم (آنطور که مشخص شد به این زمان بیشتر نیاز داشتیم) و با موفقیت فضا پیما را فرود آوردیم. باقی ماجرا را هم که خودتان می دانید .

www.baffled.blogfa.com

پیش گفتار

چرا این داستان را برای شما تعریف کردم؟ برای اینکه بدانیدما ابنای بشر چقدر پیشرفت کرده ایم، یک صدسال پیش ما هواپیما هم نداشتیم و حالا مشغول پیش بینی وضعیت هوای مریخ هستیم تا بتوانیم یك فضا پیمایی روباتی را روی سطحش بنشانیم. چقدر مانده تا انسان را برسطح این سیاره فرود آوریم؟ چقدر مانده تا در آنجا شهرك های مهاجر نشین راه اندازیم؟ چقدر مانده که اَشکال دیگری از حیات را در عالم بیابیم؟ برای اندیشدن به این پرسش ها لازم نیست یك دانشمند نامدار جهانی باشیم. چنین پرسش هائی برای عموم مردم جذابند. به همین دلیل است که من کار آقای ویکتوری را تحسین می کنم که چه در برنامه تلویزیونی "شگفتی های جهان،" و چه در کتاب و مقالات علمی اش، وجوه پیچیده کاوش های فضایی راکه انتخاب کرده آنها را به شیوه ای توضیح می دهد که برای عموم بینندگان و خوانندگانش قابل درك باشد .

من بارها مهمان برنامه هایش بوده ام. شمار بینندگان مشتاق برنامه های او و علاقه عجیب آنها به مسائل فضایی، قابل ملاحظه اند. نسل جدیدی از جوانان ایرانی با من که بارها مهمان این برنامه بودم آشنا شده اند. باوجودی که زندگی حرفه ای مرا بسیار مشغول کرده است، هنوز برای این برنامه وقت می گذارم، چرا که این برنامه پل ارتباطی من با جوانان پر تلاش ایرانی است که آرزوی یادگیری مطالب بیشتر درباره کاوش های فضایی را دارند. این ارتباط برای من بسیار عزیز و مغتنم است.

دلیل دیگری هم برای دوست داشتن کار آقای ویکتوری دارم. دنیای ما دنیایی از تضادها و کشمکش هاست. مردم نقاط مختلف دنیا غرق در اختلافات خرد در ایدئولوژی، فرهنگ، مذهب، نژاد یا برتریهای اجتماعی شده اند که بر سر آنها بی جهت کشته شده یا حتی دیگران را می کشند. اما برخلاف آن، دنیای کاوش های فضایی ذاتاً در طبیعت اتحاد دهنده است. فضا متعلق به همه است. ما دنیاهای دیگر را به عنوان کل ساکنان این سیاره و همه بشریت کاوش می کنیم نه فقط به نام چینی ها، فرانسوی ها، ایرانیان یا آمریکایی ها . ما همچون سفرای زمین به مریخ می رویم - از طرف همه انسان های روی زمین. هر چه بیشتر به پیچیدگی ها یا «رموز » این عالم پی می بریم، بیشتر اختلافاتمان در این سیاره کوچك، اهمیت خود را از دست می دهند. پس من بار دیگر کار آقای ویکتوری را در قابل درك کردن اسرار کائنات برای عموم مردم، تحسین می کنم، و با داشتن نسخه ای از نخستین کتاب او،مشتاقانه در انتظار کتاب دوم ایشان می مانم.

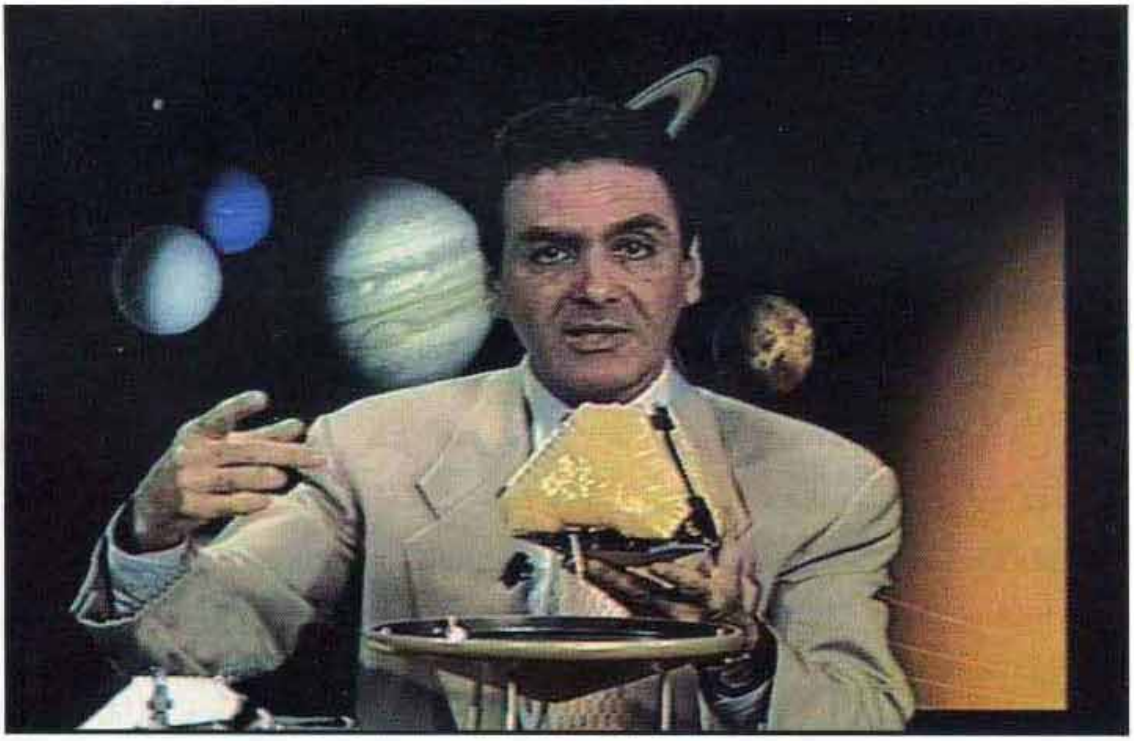
فیروز نادری

معاون آزمایشگاه جت پروپالشن JPL ناسا NASA

مارچ 2005

www.baffled.blogfa.com

دکتر فیروز نادری (چپ) و ابراهیم ویکتوری
در بر نامه تلویزیونی *"شگفتیهای جهان"*



دکتر فیروز نادری مدل جایگاه خودرومریخی را در بر نامه
تلویزیونی *"شگفتیهای جهان"* نشان می دهند

www.baffled.blogfa.com

اسرار کائنات

بخش یک

"زیبا ترین تجربه ها، مرموز ترین آنهاست."

- آلبرت اینشتین

www.baffled.blogfa.com

1

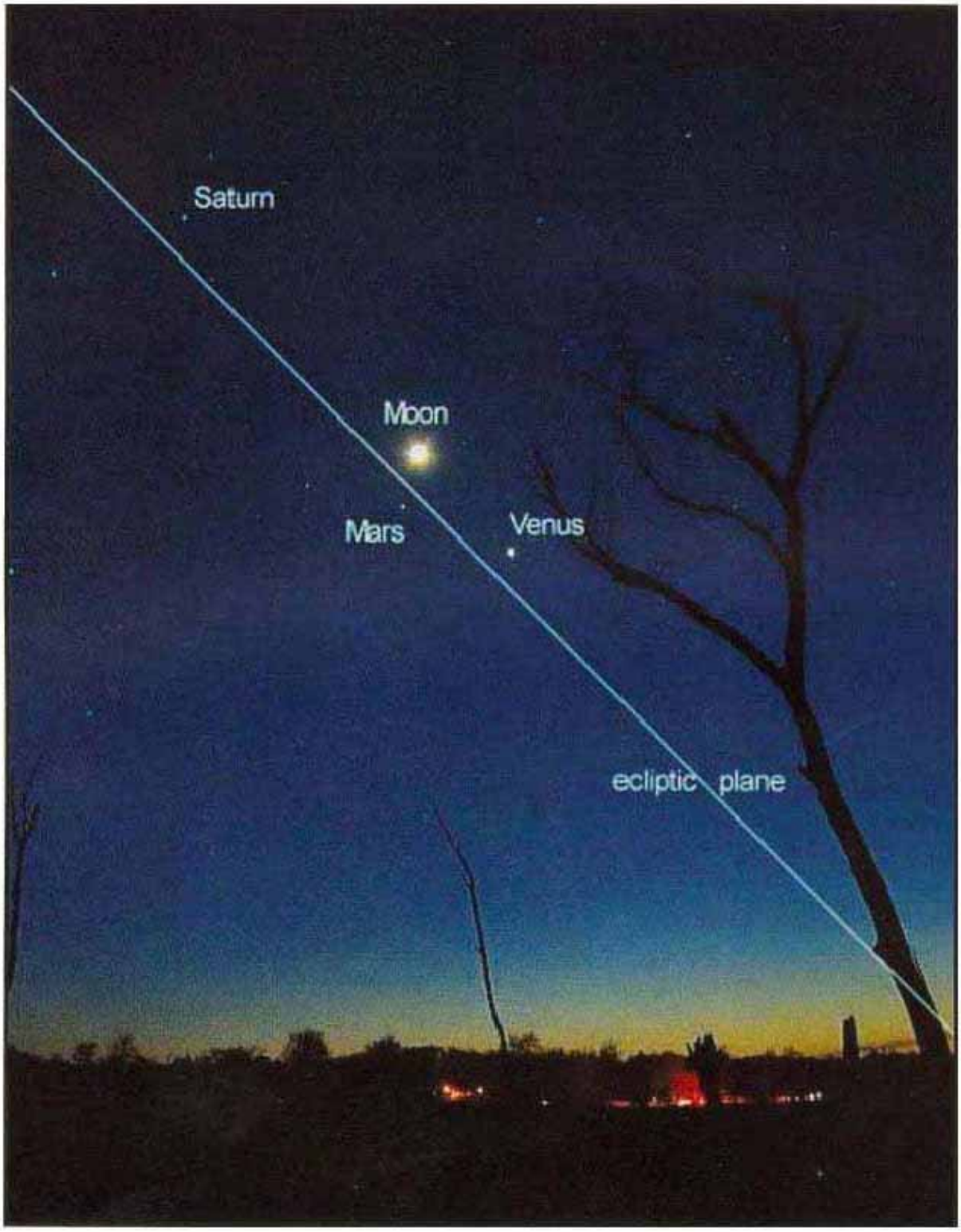
آسمان شب در یک نگاه

فضا آبی رنگ است و پرنده ها در آن پرواز می کنند.

- ورنر هیزنبرگ

www.baffled.blogfa.com

www.baffled.blogfa.com



ماه و سیاره های منظومه شمسی در آسمان شب شیراز

www.baffled.blogfa.com

آسمان شب در یک نگاه

«... هر چقدر که از تعداد بی نهایت ستاره ها در آسمان منطقه ای دورافتاده، بدون ابر، بدون درخشش ماه و بدون آلودگی به وجد آیید، بسیار شگفت آور است اگر بدا نید که در حقیقت تعداد ستاره های عالم بسیار بیشتر از دانه های شن در تمام سواحل زمین است..»

******

اگر هرگاه آنقدر خوش بخت بودید که خود را در منطقه ای بدون آلودگی نور شهر زیر آسمانی بدون درخشش خیره کننده ماه یافتید، نگاهی به آسمان بالای سرتان بیاندازید و عالم را در آغوش بگیرید. آنچه می بینید، شاهکار آفریدگار است که می خواهد شما آن را ببینید.

در نخستین نگاه، می توانیم حدود 2,500 نقطه نورانی را در هر لحظه ببینیم که در هر گوشة آسمان پراکنده شده اند. عموماً به این نقاط نورانی ستاره می گویند. و اگر به ذهن خلاقتان اجازه فعالیت بدهید، چنان که اخترشناسان باستان این کار را کردند، برخی از ستاره ها گروه هایی را شکل می دهند که برای چشم ما صورت های آشنایی را می سازند؛ همچون گاو نر (ثور)، شکارچی (جبار)، شیر (اسد) و غیره و غیره - چیزهایی که به راحتی برای چشم قابل تشخیص اند. این گروه های ستاره ها را صورت های فلکی می نامند. مردمانی که در نیمکره شمالی زمین زندگی می کنند، شاید بیشتر با گروهی از هفت نقطه نورانی آشنا باشند که شکلی شبیه یک ملاقه با دسته ای بلند را می سازند؛ ملاقه بزرگ یا دب اکبر.

از آنجا که گردش زمین به دور محور چرخشش، ما را از غرب به سوی شرق می برد، به نظر می رسد که خورشید از شرق طلوع و در غرب غروب می کند. وقتی تاریکی همه جا را فرا می گیرد و ستاره ها نمایان می شوند، با یک ساعت یا بیشتر رصد دقیق متوجه می شوید که همه ستاره ها هم از شرق به غرب به دور نقطه ای در آسمان درست بالای محور چرخش زمین می گردند. این نقاط در آسمان نیمکره های شمالی و جنوبی زمین قطب های آسمانی شمالی و جنوبی نام دارند. موقعیت این نقاط در آسمان بستگی به عرض جغرافیایی رصدگر دارد. درست در هر یک از دو قطب، این نقطة آسمانی مستقیم بالای سر قرار می گیرد، در استوا در افق شمالی و افق جنوبی خواهند بود و در

www.baffled.blogfa.com

نقاط میانی، همچون ایالات متحده و ایران، جایی میان این دو نقطه قرار دارد. اگر ما دوربین عکاسی را به سوی هر کدام از قطب های سماوی نشانه رویم و دیافرام دوربین را برای مدت چندین ساعت باز نگه داریم، خواهیم دید که ستاره ها به دور این نقاط دایره هایی شکسته با شعاع های مختلف می زنند.

وقتی این عکس را از نیمکره شمالی بگیریم، می بینیم که ستاره ای به نام جُدی در عکس ثابت مانده؛ و فرقی ندارد که عکس را در چه ساعتی از شب، چه فصلی از سال و از چه نقطه ای گرفته باشیم. این ستاره درست بالای نقطه شمال آسمان قرار دارد و بیشتر به نام ستاره قطبی شناخته می شود. این ستاره ای است که مسافران نیمکره شمالی زمین در زمان های قدیم از آن برای یافتن عرض جغرافیایی شان استفاده می کردند. صورت های فلکی نزدیک دو قطب آسمانی هیچگاه در افق دید ناظر غروب نمی کنند. دب اکبر نمونه ای ازاین هاست و اگر دو ستاره لبه ملاقه را امتداد دهیم ستاره قطبی اولین ستاره درخشان سر راه است.

به مدت یک سال هر ماه دم صبح آسمان را رصد کنید. در افق دیدتان یک شاخص بلند همچون نوک یک درخت یا بلندترین بخش یک مناره را انتخاب کنید و مسیر طلوع ستاره ای را که بالای شاخص شما طلوع می کند، در زمان نخستین رصد دنبال کنید. در رصدهای ماهانه تان درمی یابید که ستاره به تدریج در نقطه ای شمال تر یا جنوب تر از شاخص شما طلوع می کند که این بستگی به فصل رصد دارد. در طی دوازده ماه رصد موفق می بینید که ستاره مسیری عقب و جلو را در آسمان طی کرده است و در ماه بعد درست بالای شاخصتان طلوع می کند. این حرکت به دلیل حرکت سالیانه زمین به دور خورشید به اضافه انحراف 23/5 درجه ای محورش با صفحه دایره البروج رخ می دهد. صفحه دایره البروج صفحه ای فرضی است که در فضا به طور افقی از مرکز کرهٔ خورشید و زمین و سایر سیارات (به استثناء پلوتو) می گذرد. این دو عامل همچنین موجب تغییر فصل ها در زمین اند.

آنچنان نظم، ثبات و قابلیت پیش بینی ای در حرکات اجسام آسمانی وجود دارد که پیشینیان ما از آن همچون تقویمی دقیق استفاده می کردند و به آنها در تعیین زمان کاشت و برداشت محصولاتشان کمک می کرد. آنها عمارت ها و ابزارهای مختلفی ساختند که تغییر فصل ها را به طور دقیق بسنجند و بسیاری از این بناها هنوز در گوشه و کنار برخی کشورها پابرجا مانده اند. مثلاً چاکو کانیون در نیومکزیکو، چیچه نیتزا در مکزیک، که هر دو را سرخپوستان آمریکا ساخته اند، و آنگکور وات در کمبوج، استون هِنج در انگلستان و ابولهول در مصر فقط تعدادی از بناهایی اند که برای سنجش گذر زمان استفاده می شده است.

www.baffled.blogfa.com

روی هم حدود 8,479 ستاره از قدر 6/5 و کمتر - حد دید چشم یک انسان معمولی بدون کمک ابزارهای دوربینی - در آسمان یافت می شود. واضح است که همهٔ ستاره ها را نمی توان در یک زمان دید چراکه همیشه نیمی از آنها زیر افق اند. همچنین اگر با دقت نگاه کنید، در می یابید که تعداد ستاره های بالای سر از تعداد ستاره های لب افق بیشتر است. این به دلیل پدیده ای است به نام « خاموشی جوی » که بر این واقعیت مبتنی است که نور ستاره های نزدیک افق نسبت به ستاره های بالای سر باید برای رسیدن به ما از لایه ضخیم تری از جو زمین عبور کند، بنابراین بیشتر نور آنها را ملکول های هوا در جو جذب می کنند. به همین دلیل است که ستاره های نزدیک افق کم نورترند، چون آنها تا رسیدن به روی زمین بخشی از درخشندگی شان را از دست می دهند. برای همین ما هر لحظه در آسمانی بدون آلودگی شهری فقط در حدود 2,500 ستاره را می بینیم.

هر شب جای پنج نقطه نورانی در آسمان (که سه تای آنها از همه اجرام آسمانی دیگر به جز ماه هم پرنورترند) نسبت به همه نقاط نورانی دیگر تغییر می کند. این ها سیارات اند که اجرامی ساخته شده از سنگ و صخره، یا گازی اند که همچون زمین به دور خورشید می گردند.

کلمه جدید سیاره در زبان انگلیسی (Planet) از ریشه ای یونانی به معنی سرگردان گرفته شده است که نامی بوده که انسان های باستان به این اجرام داده بودند. البته، سیارات منظومه شمسی ما، کولی سرگردان نیستند، بلکه بر اساس قوانینی مشخص به دور خورشید می گردند. فراتر از منظومه شمسی ما، اخیراً سیاراتی کشف شده اند که در میان خوشه های ستاره های دور دست سرگردان اند و ستارهٔ مادری از آن خود ندارند. در نزدیکی ما در این منظومه نه سیاره وجود دارند که سه تای آنها را فقط می توان با کَمک تلسکوپ دید. این سیارات به همراه خورشید، سیارک ها - سنگ های فضائی - و دنباله دارها منظومه شمسی را تشکیل میدهند.

چهار سیاره نخستِ نزدیک تر به خورشید، همگی از سنگ و دیگر مواد معدنی ساخته شده اند و در مجموع سیارات داخلی نامیده می شوند. آنها به ترتیبِ نزدیکی به خورشید عبارتند از عطارد، زهره، زمین و مریخ. چهار سیاره بعدی در مجموع سیارات خارجی نامیده می شوند. آنها عبارتند از مشتری، زحل، اورانوس و نپتون و هر کدام کرات عظیمی از گازند که اطراف یک هسته کوچک سنگی را گرفته اند و اغلب میان این هسته و لایه گازی، اقیانوس عظیمی از هیدروژن مایع وجود دارد. نهمین سیاره، پلوتو، کوچکترین سیاره است که از مخلوط سنگ و یخ تشکیل شده است. ما فقط پنج سیاره نخست را می توانیم با چشم غیرمسلح ببینیم، به جز زمین که نه تنها آن را از نزدیک می بینیم، بلکه زیر پاهایمان هم لمسش می کنیم. سه سیاره آخر را فقط با تلسکوپ می توان دید.

www.baffled.blogfa.com

به جز این نه سیاره که هر کدام فقط چند میلیون تا چند میلیارد کیلومتر با زمین فاصله دارند، بقیه نقاط نورانی ای که در آسمان می بینید، ستاره اند و اغلب شبیه خورشید ما می باشند. ستاره ها که کاملاً با سیارات تفاوت دارند، کرات عظیمی از گازند که در مرکزشان میلیون ها تُن هیدروژن از طریق فرایند همجوشی هسته ای که در بمب هیدروژنی هم رخ می دهد، به هلیوم تبدیل می شوند.

به غیر از خورشید که فقط 150 میلیون کیلومتر از زمین فاصله دارد، فاصله دیگر ستاره ها از ما در حدود دهها، صدها و حتی هزاران تریلیون کیلومتر است و در گوشه و کنار فضای میان ستاره ای داخل کهکشان راه شیری قرار دارند. از این هم دورتر، کهکشان های دیگر و دیگر اجرام سماوی قرار دارند. بنابراین برای پرهیز از تکرار تریلیون پشت تریلیون که برای بیان چنین فاصله های عظیمی به کیلومتر لازم است، فواصل نجومی را با واحد سال نوری می سنجند که متأسفانه در ظاهر شبیه واحدی برای اندازه گیری زمان است. یک سال نوری، فاصله ای است که نور با سرعت 300,000 کیلومتر در ثانیه، در طول یک سال طی می کند. این فاصله حدود 10 تریلیون (میلیون میلیون) کیلومتر است.

هر چقدر که از تعداد بی نهایت ستاره ها در آسمان منطقه ای دورافتاده، بدون ابر، بدون درخشش ماه و بدون آلودگی شگفت زده شوید، بسیار تعجب آور است اگر تصور کنید که در حقیقت تعداد ستاره های کائنات بسیار بیشتر از دانه های شن در تمام سواحل زمین است.

هر نقطه ای روی زمین تا ستاره ها فاصله یکسانی دارد، چراکه انحنای زمین و فاصله بین دو نقطه روی زمین در برابر فاصله تا ستاره ها قابل چشم پوشی است. نزدیک ترین ستاره به ما، آلفا قِنتورس نام دارد که یک منظومه سه ستاره ای است، یعنی سه ستاره که به دور هم می گردند. ستاره سومی به نام پروکسیما قِنتورس در فاصله ای به دور این جفت می گردد که هر از چندگاهی نزدیک ترین ستاره به ما (البته بعد از خورشید) می شود. فاصله این منظومه سه تایی از ما، چهار سال نوری است و می توانید آن را در آسمان نیمکره جنوبی زمین ببینید. بیشتر ستاره های عالم عضوی از یک منظومهٔ دو یا چندتایی از ستاره ها هستند و خورشید ما از این نظر یک استثناست.

فاصله ما تا ستاره های مختلف بسیار متفاوت است. برخی ستاره های درخشان آسمان، ذاتاً درخشان اند حال آنکه ممکن است در فاصله زیادی از ما قرار داشته باشند و در عین حال برخی از ستاره ها ذاتاً کم نورند اما چون به ما نزدیک اند آنها را پرنور می بینیم. این فاصله های بسیار زیاد باعث می شوند که ما نتوانیم به موقعیت واقعی آنها در دنیای سه بُعدی از روی زمین یا هر نقطه دیگری در منظومه شمسی پی ببریم. و به همین دلیل است که از دید ما همه ستاره ها بر گنبد آسمان چسبیده اند و در فاصله یکسانی نسبت به ما قرار دارند. برای فهم فواصل آنها نسبت به هم باید در

www.baffled.blogfa.com

این فواصل سفر کرد تا بتوان عقب و جلو بودن ستاره ها را نسبت به هم درک کرد. فقط در این صورت است که می توان ورود یا خروج آنها را به صورت های فلکی مشاهده کرد و دید که شکل صورت های فلکی آشنای ما کم کم به هم می ریزد.

با در نظر گرفتن موقعیت فعلی مان از نظر فناوری، ما قادر به انجام سفرهای بین ستاره ای نیستیم. اما می توانیم کامپیوترهایمان را طوری برنامه ریزی کنیم که موقعیت سه بُعدی ستاره ها را در کائنات بر روی نقشه پیاده کند. به همین ترتیب، می توانیم کامپیوترهایمان را هم طوری برنامه ریزی کنیم که ما را در سفری مجازی به سرعت به عصرهای عقب تر یا جلوتر در تاریخ پیش ببرد و ما آسمان ها را در زمان دلخواهمان رصد کنیم و تغییرات آن را در طی چندین عصر و قرن، در طول فقط چند دقیقه بررسی کنیم. افزون بر این، می توانیم اشکال صورت های فلکی را از هر نقطه دیگری در کائنات و در هر زمانی به بینیم.

برخی ستاره ها تازگی کشف شده اند که همچون خورشید، سیاره هایی به دور خود دارند. اما، ما نمی توانیم آن سیاره ها را حتی با قوی ترین تلسکوپ ها به بینیم، چون آنها نوری از خود تابش نمی دهند و درست مانند سیارات منظومه شمسی نورشان بازتاب نور ستاره از سطحشان است، و نزدیکی سیاره به ستاره اش، تفکیکِ نور کم فروغِ سیاره را در فروغ درخشان نور ستاره برای ما در این فاصله غیرممکن می کند. آشکار کردن چنین نوری مانند تفکیک نور یک کَبریتِ روشن در نور خیره کنندهٔ یک انفجار هسته ای است.

ستارگان ساخت بشر و ماهیت سایر اجرام نورانی در آسمان شب:

اگر شما دو ساعت پس از غروب خورشید یا دو ساعت پیش از طلوع، آسمان بالای سرتان را به دقت رصد کنید، نقاط نورانی ای را خواهید یافت که با سرعتی قابل توجه حرکت می کنند. در حقیقت آنها کل آسمان شب را در مدت حدود پانزده دقیقه طی می کنند. آنها عموماً از غرب به شرق و برخی هم از شمال به جنوب حرکت می کنند. آنها بزرگترین ماهواره های ساخت دست بشرند که از زمان آغاز عصر فضا در اکتبر سال 1957، فضای اطراف زمین را پر کرده اند.

ماهواره ها بر اساس مأموریتشان با زاویه های مختلفی از سکوی پرتاب روی زمین پرتاب می شوند. ماهواره های « جاسوسی » و « بررسی زمین » معمولاً از شمال به جنوب طوری حرکت می کنند که هر شانزده ساعت یک بار می توانند تمام نقاط زمین را که از زیرشان می گذرد، زیر نظر بگیرند. اما همه ماهواره های دیگر همیشه در جهت شرق پرتاب می شوند تا از سرعت چرخش زمین به دور محورش استفاده کنند. در نزدیکی نواحی استوایی زمین، مثل جایی که سکوی پرتاب کیپ کندی قرار دارد این سرعت به 1500 کیلومتر در ساعت می رسد که حدود 8/5 درصد سرعت

www.bafrad.blogfa.com

لازم برای قرار دادن یک ماهواره در مدار است ، بنابراین استفاده از این سرعت رایگان صرفه جویی در مصرف سوخت برای موشک است و می توان در عوض آن بار موشک را بیشتر کرد. تقریباً برای همه ماهواره هایی که ما از روی زمین آنها را می بینیم حدود 90 دقیقه طول می کشد که یک بار به دور زمین بگردند.

بعد از ماهواره ها البته ماه در آسمان قرار دارد، تنها جسم طبیعی که در هر 27/322 روز یک باربه دور زمین می گردد. بنابراین در طی شب های پیاپی که ماه در سویی از زمین قرار دارد که ما زندگی می کنیم، شکل ظاهرش از دید ما تغییر می کند و از هلالی باریک به قرصی کامل تبدیل می شود که بستگی به موقعیتش نسبت به خورشید و زمین دارد. درخشان ترین بخش قرص ماه، نورش را مستقیم از خورشید می گیرد، در حالی که بخش تیره تر - بخشی که در کنار هلال نورانی، قرص ماه راکامل می کند - از نور بازتابیده از جوو سطح زمین روشن می شود؛ یعنی نوری که از خورشید به زمین می رسد و از زمین بازتابیده می شود.

ستاره ها، سیارات و ماه، مهمانان دائمی آسمان شب اند. به جز آنها اجرام دیگری هم هستند که هراز چندگاهی در تمام جهات در آسمان ظاهر می شوند. برخی از آنها فقط چند ثانیه دوام می آورند که آنها را «تیر شهاب **shooting star** » می نامیم. دیگران که گاهی دو دُم دارند، مسیری را در آسمان دنبال می کنند که از شبی تا شب بعد می توان آنها را دنبال کرد تا زمانی که ناگهان از نظرها ناپدید شوند و زمانی که دوباره پیدا شوند در جهتی خلاف جهت ظهور اولیه شان است. این اجرام را «ستاره دنباله دار**comet** » می نامیم.

دنباله دارها سرانجام پس از چند هفته یا چند ماه ناپدید می شوند. دم آنها از ذرات ریز جامدی تشکیل شده است که مدار خاص خودشان را به دور خورشید طی می کنند. وقتی زمین هر از چندگاهی که از میان این توده ذرات به جا مانده از دم دنباله دار می گذرد، آنها وارد جو شده، می سوزند و پدیده ای به نام « بارش شهابی **meteor shower** » را ایجاد می کنند.

شهاب ها و دنباله دارها در دو مورد با هم اشتراک دارند:

1. میلیاردها عدد از آنها به طور ناگهانی ظاهر می شوند و به نظر می رسد که از غیب آمده اند.
2. آنها بقایای "ابر پیش خورشیدی" - ابری از گاز و غبار که منظومه شمسی را شکل داده است می باشند.

شهاب ها، تا زمانی که در فضا هستند شهاب واره **meteor** نامیده می شوند. آنها صخره هایی از جنس سنگ یا آهن اند و اندازه های متفاوتی از یک دانه غبار یا شن تا ریگ های کوچک یا سنگ های بزرگتراز این مواد، آزادانه در فضای خالی میان سیارات شناورند.

www.baffled.blogfa.com

وقتی شهاب واره ای وارد جو زمین می شود، با سرعت 100,000 کیلومتر در ساعت با ملکول های جو برخورد می کند. در عرض چند ثانیه، اصطکاک با جو شهاب واره را می سوزاند و آن را در جو تبدیل به بخار می کند. این همان زمانی است که ما ردِ سوختن شهاب را در آسمان می بینیم و آن را « تیر شهاب shooting star » می نامیم. این بخار سرانجام به شکل غبار فشرده بر سطح زمین می نشیند.

در شرایطی بسیار نادر، وقتی شهاب واره به اندازه یک تخته سنگ بزرگ است، بخشی از آن از عبور آتشین از جو جان سالم به در می برد و به سطح زمین می رسد. این تکه ای که به زمین می رسد را شهاب سنگ meteor می نامیم. تقریباً همه موزه های تاریخ طبیعی در سراسر جهان، یک نمونهٔ هر چند کوچک از شهاب سنگ ها دارند. روی هم، هر سال حدود 10,000 تُن غبار و شهاب سنگ بر سطح زمین میبارد.

نادرترین ساکنان موقت آسمان شب، نقاطی نورانی اند که در موقعیت هایی نادر - در حدود یک بار در هر صد سال - ناگهان از غیب با چنان نوری ظاهر می شوند که گاهی می توان آنها را در روز هم دید. افزون بر این سرعت حرکتشان در آسمان دقیقاً با سرعت حرکت ستاره های دیگر یکی است و این نشان می دهد که جایگاه آنها مکانی فراتر از منظومه شمسی است. البته، بعد از چند روز یا نهایت چند هفته، کاملاً محو می شوند. اگر شما به جای آن نقطه نورانی نگاه کنید و محلش را در نقشه آسمان پیدا کنید، خواهید دید که ستاره ای در آن نقطه وجود داشته که دیگر سر جایش نیست. این نقاط نورانی، نور یکی از خارق العاده ترین انفجارها در کائنات است که انفجار ابر نواختری supernova نام دارد و نشان از مرگ ستاره ای بسیار بزرگ دارد. آخرین نقطه نورانی این چنینی در فوریه سال 1987 در آسمان نیمکره جنوبی ظاهر شد و نور انفجاری بود که 167,000 سال پیش در نزدیک ترین کهکشان به ما یعنی ابر ماژلانی بزرگ رخ داده بود.

در آسمان شب منطقه ای تاریک همچنین می توانید نواری شبح گون و سفید رنگ از نور با لکه های سیاه در مکانی پیدا کنید که از شمال شرقی به جنوب غربی کشیده شده است. این راه شیری، کهکشان ماست که آمیخته از 2 تا 4 میلیارد ستاره است که در دریایی از ذرات شامل غبار و گاز شناورند. این ذرات به اندازه ذرات دود - حدود 0/005 تا 0/2 میکرون (یک هزارم میلی متر) هستند. به طور میانگین، در فضای میان ستاره ای در هر یک میلیون متر مکعب، فقط یکچنین ذره ای وجود دارد. با این وجود، راه شیری آنقدر گسترده است که وقتی نور ستاره در این فضا حرکت می کند، با آنقدر از این ذرات برخورد می کند که باعث پراکنده و ضعیف شدن نور می شود و راه شیری را تبدیل به پهنه ای با نور کم می کند.

www.baffled.blogfa.com

اگر آنقدر خوشبخت باشید که دید چشمتان $20/20$ است، در رصد دقیق نوار راه شیری در جای-جایش تکه هایی سیاه را می بینید. در ابتدا تصور بر این بود که این مناطق بخش هایی بدون هیچ جرم آسمانی و در واقع خلاء مطلق است. اما زمانی که ماهیت واقعی خودِ این نوار شبح گون روشن شد، نتیجه گرفتند که آنها هم ابرهای تیره ای از گاز و غبارند که سحابی **nebula** نام دارند و حدود چندین سال نوری گستردگی دارند و در واقع زایشگاه های ستاره ای اند.

رصد دقیق مناطق تاریک آسمان نشان می دهد که ابرهای محوی از نور اطراف ستاره ها و در تمام پهنه آسمان وجود دارند. این ها هم مشابه لکه های مه آلود تیره در نوار سفیدِ راه شیری اند. در ابتدا تصور بر این بود که این ها هم ابرهایی از گاز و غبار پراکنده در عالم اند. در حقیقت، حدود 700 سال پیش، اخترشناس ایرانی صوفی رازی به یکی از این لکه های نورانی که در امتداد صورت فلکی دب اکبر قرار دارد اشاره کرده اما آن را به عنوان جرم خاصی شناسایی نکرده بود. در سال 1926 بود که اخترشناس مشهور آمریکایی، اِدوین هابل در حالی که همان لکه نورانی را بررسی می کرد، با شناسایی نوع خاصی از ستاره ها به نام «متغیرهای قیفاووسی **cephid variables** » دریافت که این لکه مجموعه ای مستقل از راه شیری با ستاره های خودش است. او در ابتدا آن را « جهان جزیره ای» نامید. فوق العاده تر از آن کشف فاصله این لکه بود که چیزی حدود 1/5 میلیون سال نوری تخمین زده شد؛ فاصله ای که بعدها به 2/5 میلیون سال نوری تصحیح شد. این کهکشان خاص که فقط عده ای تیزبین بدون کمک تلسکوپ آن را می بینند، کهکشان آندرومدا نامیده شده است. این کهکشان از جهت اندازه و شکل خواهر راه شیری است و نزدیک ترین کهکشان مشابه در این ابعاد به ماست. در سال های بعد از 1926، همه این لکه ها به عنوان جهان های جزیره ای شناسایی شدند و نام کهکشان به خود گرفتند. افزون بر این بیشتر آنها میلیون ها سال نوری از ما دورترند و دانشمندان دریافته اند که همه آنها با سرعت از یکدیگر و از ما دور می شوند یعنی عالم با سرعت ثابتی در حال انبساط است.

به این ترتیب، ماهیت و عظمت عالم بزرگ و شگفت انگیزمان با همه شکوه و وسعتش بر بشر آشکار شد. و در گذر زمان دانش و علم ما از آن بسیار بیشتر نیز خواهد شد.

اینها فقط اجرام سماوی هستند که با چشم غیر مسلح در آسمان شب قابل رصد می باشند و کمتر از یک در صد کلیه اجرام کائنات هم نمی باشند

www.baffled.blogfa.com

2

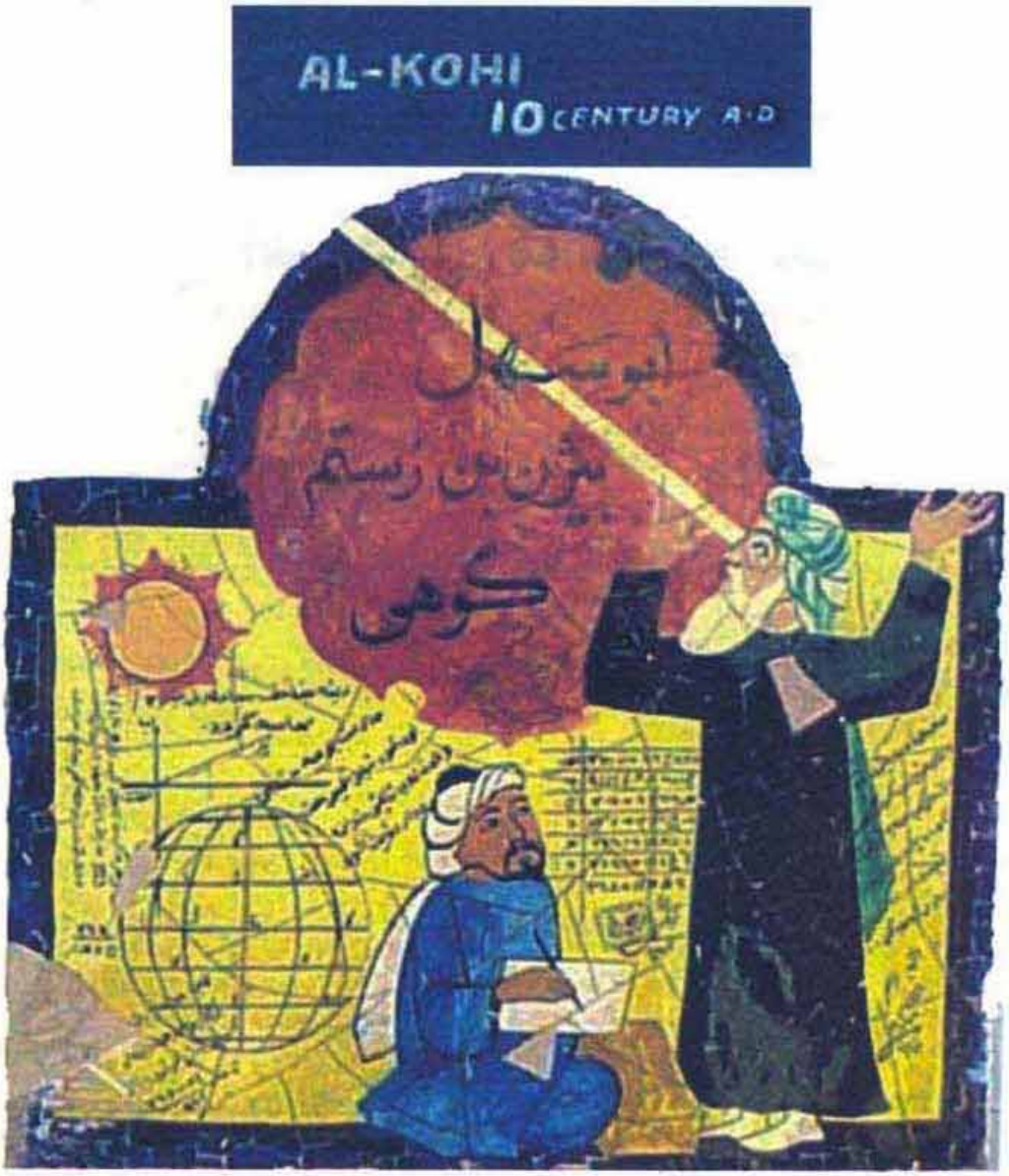
از استون هنج تا هابل

تاریخچه ای از اختر شناسی

عمیق به طبیعت نگاه کنید، آنجا همه چیز را بهتر درک خواهید کرد.

- البرت اینشتین

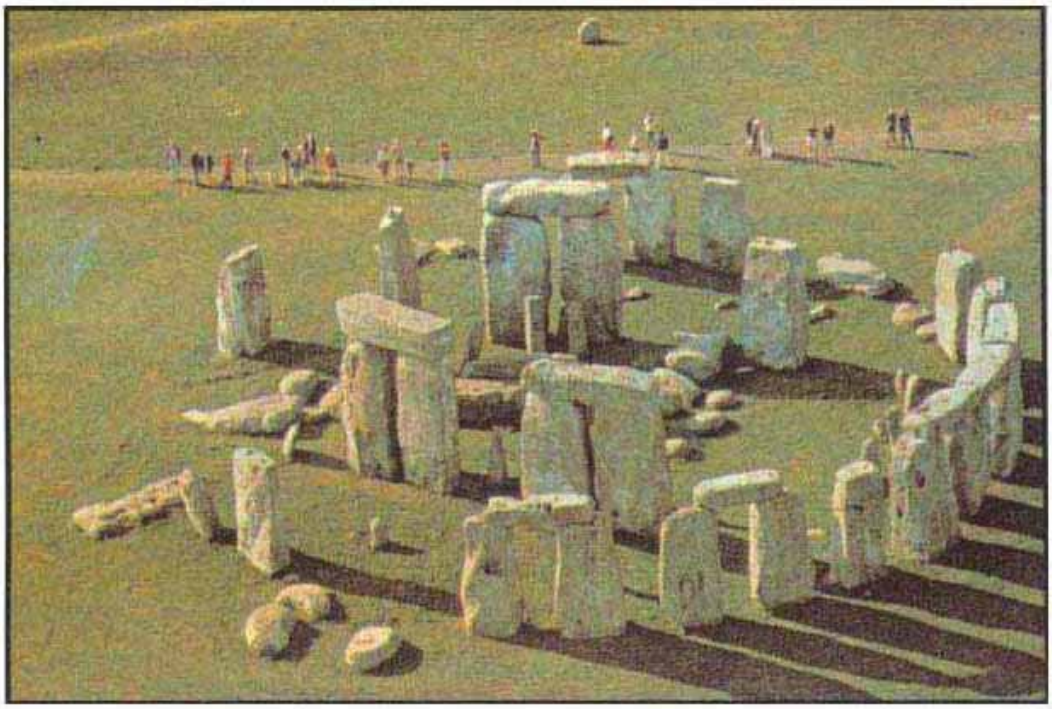
www.baffled.blogfa.com



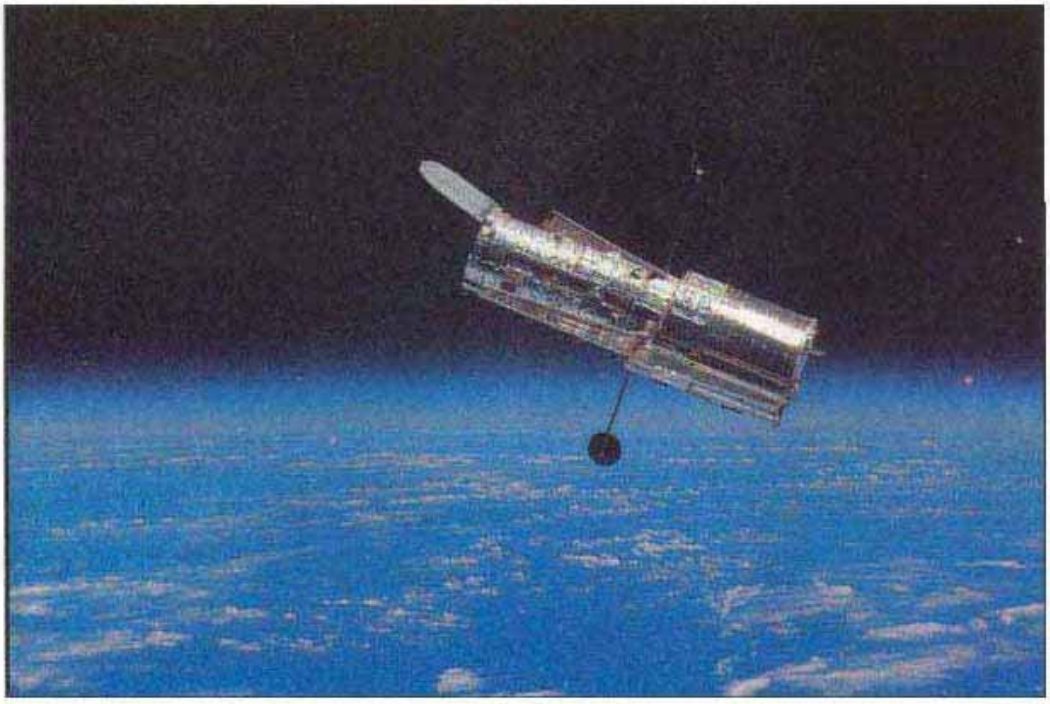
الکوهی ستاره شناس ایرانی قرن دهم میلادی –

کاشف کهکشان آندرامدا

www.baffled.blogfa.com



STONEHENGE



THE HUBBLE SPACE TELESCOPE IN ORBIT

www.baffled.blogfa.com

از استون هنج تا هابل

تاریخچه ای از اختر شناسی

«. . . تاریخ اختر شناسی کمی پیچیده و پر از افراد درخشانی است که در برهه های زمانی مختلف و در مکان های مختلف دنیا می زیسته و کار می کرده اند. منشاء این علم ریشه در یکی از اصیل ترین خصلت های بشر دارد ، کنجکاوی . نفوذ آن در ذهن بشر به دلیل نظم همیشگی و خارق العاده موضوع آن یعنی کائنات هستی بوده است . و پایداری آن در طول هزاره ها نشانه ماهیت هیبت انگیز و شکوه اجرام ساکن در کیهان است . . .»

از انفجار بزرگ تا سیاهچاله ها و انرژی تاریک، درک ما از جهان و اجرام درون آن پُر از تصورات عجیب و شگفت است که برخی نکات کلیدی قابل توجه، آنها را تأیید می کند. بررسی این که ما چطور به این نقطه رسیدیم، داستان درک چیزی است که می بینیم. با اینکه جالب ترین بخش های این داستان در قرن های شانزدهم، هفدهم و اواخر قرن بیستم، رخ داده است، اصل ماجرا از نخستین انسان هایی آغاز می شود که سر به آسمان بلند کردند و به ماه، خورشید و ستاره ها نگاه کردند و شگفت زده شدند که آنها چیستند و از کجا آمده اند؟ اختر شناسان باستان ثبتی از نتیجه گیری هایشان برای ما باقی نگذاشته اند به جز برخی بقایای باستان شناسی که فقط اشاره ای کوچك به دستاوردهای آنهاست.

نخستین افرادی که به صورت روش مُند و با دلیل و منطق به بررسی ساز و کار کائنات پرداختند، اقوام سومر و بابل بودند. کار آنها شالوده های کار یونانیان پس از آنها را بنا کرد. از یك سو، اخترشناسان مصر باستان به شدت تحت تأثیر مذهب و اختربینی بودند. آنها حرکات خورشید و ستاره ها را بررسی می کردند و آن را روشی برای پرستش آنها می دانستند و براین باور بودند که دلیل اصلی حرکت آنها رازی فراتر از حد درك و فهم بشر است. از سوی دیگر، یونانیان که بیشتر آسمانها را در قالب اسطوره وافسانه شرح داده بودند، نخستین افرادی بودند که این باور را به چالش کشیدند و کائنات را موضوعی منطقی و عقلانی و در محدوده درك بشر

www.baffled.blogfa.com

دانستند. آنها دریافتند که به روشی دقیق تر و عقلانی تر برای ارائه نظرشان نسبت به کائنات احتیاج دارند.

این روش ظاهراً همان ریاضیات بود.

ریاضیات برای نخستین دانش پژوهان خود، نوری تابیده برروموز آسمانی درباره اجسام صُلب و جامد، مواد مایع و گازی همچون آب و هوا وهمچون خودِ زمین بود. این علم یونانیان راکمك کرد تا برخی حقایق علمی را دریابند و تعریف کنند. با این وجود حقایق دیگری هم بود، همچون پنج نقطه نورانی که در آسمان سرگردان بودند و مانند دیگر ستاره ها یك جا ثابت نمی ماندند، با اینکه ریاضیات هم چنین دیکته می کرد[1]. پیش از اینکه بیشتر در داستان اخترشناسی پیش رویم بحثی کوتاه درباره حوزه ای دیگر است که در ظاهر شبیه اخترشناسی است و بسیاری از مردم راگرفتار خود کرده است . این حوزه اختربینی یا طالع بینی است.

اختربینی در برابر اخترشناسی

اخترشناسی، بررسی کائنات بر پایه رصدها و اندازه گیری دقیق وجع آوری و تجزیه و تحلیل داده است. در واقع اختر شناسی علم است. اما، اختربینی فقط اصرار بر تأثیر سیارات بر زندگی روزمره ماست. این موضوع برپایه هیچ شواهدی از هیچ نوع بخصوص علمی نیست و حتی تجزیه و تحلیل های آماری نشان می دهند که سرنوشت گروهی از افراد که در یك روز خاص متولد شده اند و حتی دوقلوها، هیچ نقطه اشتراکی با هم ندارد. در واقع اختر بینی شبه علم است.

نخستین اخترشناسان (احتمالاً چوپانان) در فرمانروایی طایفه شان مقام مهمی کسب کردند. احتمالاً نخستین اخترشناس دنیا، چوپانی بوده که در حین مراقبت از گله اش، زیر آسمان پر ستاره دراز می کشیده و ناخودآگاه حرکت های ستاره هارا دنبال می کرده است. رصدگران زیرکتری که پس از او می زیسته اند، گروههایی از این ستاره ها را صورت های فلکی نامیدند و دریافتند که آنها از شرق طلوع می کنند، آسمان را طی می کنند و در غرب غروب می کنند. آنها همچنین دریافتند که صورت های فلکی متفاوت در فصل های متفاوت ظاهر می شوند ودر ابتدای هر فصل خاص صورت فلکی های مشخص طلوع می کنند. بنابراین آنها می توانستند آغاز دو فصل را از روی طلوع صورت های فلکی در آسمان شب پیش بینی کنند. با توجه به اینکه خورشید در هر روز کجای افق شرقی طلوع می کرد، در می یافتند که چه هنگام از سال است و با توجه به موقعیت خورشید در بالای سر در آسمان، می فهمیدند که چه موقع از روز است. تمام این ها به شکلی منظم و بدون هیچ خطایی رخ می دادند. پس، نخستین اختر شناسان

[1]- آنها را بعدها سیاره نامیدند. واژه انگلیسی سیاره از ریشه یونانی به معنای سرگردان است.

www.baffled.blogfa.com

دریافتند که درباره ستارها ثبات و قابلیت پیش بینی ای وجود دارد که آسمان را تبدیل به تقویمی کامل می کند که به پیشینیان ما زمان شخم زدن زمین ها، کاشت بذرها و برداشت محصول را اعلام می کرد - کارهایی که دل مشغولی تمام سال آنها بوده است. پیش از آن، بسیاری از بذرها را در گرمای رودرس انتهای زمستان می کاشتند و ناگهان محصول با برف آخر سال از بین می رفت.

سپس زمانی فرا می رسید که رئیس قبیله می خواست ازدواج کند، به جنگ برود یا در مأموریت هایی همین قدر پیش پا افتاده اما مهم شرکت کند. پس، او به این فکر می افتد که اگر رصدگران آسمان می توانند به دقت زمان درست کاشت و برداشت محصولات را با نگاه کردن به آسمان پیش بینی کنند، چرا نمی توانند به او بگویند که چه زمان باید به جنگ برود یا چه هنگام می تواند ازدواج کند، بدون اینکه اتفاقی بد رخ دهد؟ حتماً می توانند! بنابراین وظیفه اخترشناس دربار شد که زمان و یا روش انجام این اعمال را پیشنهاد کند. در این زمان بود که اخترشناسان متوجه حرکت پنج ستاره (سیاره) ای شدند که در آسمان سریع تر از دیگر ستاره ها حرکت می کردند. طبیعتاً، آنها نمی توانستند خواسته رئیس یا حاکم را اجابت نکنند، همچنین نمی خواستند احمق و ناتوان جلوه کنند. بنابراین آنها چنین نتیجه گرفتند که اگر خورشید، ماه و ظهور صورت های فلکی مختلف اوضاع وضعی را کنترل می کنند و زمان فعالیت هایی نظیر شخم زدن زمین، کاشت و برداشت محصول را معین می کنند، پس ستاره های سریع هم می توانند به انسان ها بگویند که چه وقت به جنگ بروند، ازدواج کنند، معامله ای کنند یا به سفر بروند. پس ستاره شناس با نگاه کردن به آسمان، آخرین باری که چنین عملی را حاکمی-که در همان ماه (مرتبط با سیارات) متولد شده بود - با موفقیت انجام داده بود، در نظر می گرفت و همان روز و همان شیوه را به حاکم فعلی پیشنهاد می کرد و سپس خودش دست به دعا بر می داشت که پیش بینی اش درست از آب درآید!

به این ترتیب آیین های مرموز و خرافات، راه خود را به این علم تجربی و مشاهده ای باز کردند و اختربینی (طالع بینی) متولد شد. سرانجام طالع بینان، برای همیشه در دربار شاهان و امپراطوران ماندنی و مهم شدند. این حقیقت که تقریباً 50 در صد طالع بینان باستان به دلیل پیش بینی های غلط سرخود را زیر تیغ جلادان از دست دادند، گواه نیروی احتمالات است.

جامعه امروز ما هم ظاهراً هنوز به آن سطحی از فرهیختگی نرسیده است که تفاوتی بین تفکرات مبهم و تفکر علمی قائل شود. تقریباً همه روزنامه های آمریکا ستون طالع بینی دارند و افرادی هم که وارد این حوزه می شوند بسیار کار و بار پررونقی پیدا می کنند (در ایران نیز بسیاری از مجلات عمومی و خانوادگی که در تیراژ بسیار بالایی منتشر می شوند و مخاطبان بسیاری نیز دارند، در برخی صفحات خود به مطالبی از این دست می پردازند - مترجم). البته،

www.baffled.blogfa.com

اگر توجه کنید، طالع روزانه یا هفتگی شما هرگز اتفاقی را که قرار است به طور مشخص برای شما رخ دهد، پیشگویی نمی کند. فقط به شما نصیحت می کند که چطور باید رفتار و عمل کنید و جملات آنقدر کلی اند که می توانند خطاب به هر کسی باشند. طالع بینان حتی نمی توانند بین خودشان به توافق برسند که یك طالع یا فال باید چگونه باشد. فقط کافی است دو طالع مختلف را در یك روز با هم مقایسه کنید. تنها چیزی که میان همه آنها مشترك است این است که همگی چرند و مزخرف اند!

بهترین راه برای آزمایش ارزش طالع بینی این است که آن را در زندگی دوقلوها مورد توجه قرار دهید. سیارات همگی در لحظه تولد آنها در یك موقعیت اند، اما تعداد کمی از دوقلوها سرنوشت یکسانی دارند.

رصد خانه های عصر حجر

استون هِنج، مجموعه ای از سنگ های عظیم است که طوری کنار هم چیده شده اند که شبیه طرح کلی محلی برای رصدهای نجومی اند. این مکان، مرحله به مرحله از حدود سال 2800 پیش از میلاد تا 1075 پیش از میلاد، در دشت سالزبری در جنوب انگلستان ساخته شده است و احتمالاً پیشرفته ترین رصد خانه عصر حجر بوده است. خط دید در امتداد یك رشته از سنگها به سوی نقطه طلوع خورشید در روز اول تابستان است و دیگر خطوط به سوی شمالی ترین و جنوبی ترین نقاط طلوع ماه اشاره دارند. به این ترتیب، به نظر می رسد که از استون هِنج برای رصد حرکت خورشید و ماه استفاده می شده که تقویم ها بر پایهٔ آن ساخته شده اند. رصد خانه های سنگی دیگری هم متعلق به عصر حجر در سرتاسر جزایر بریتانیا به چشم می خورند. سرخپوستان شمال، مرکز و جنوب آمریکا نیزاز خود علائمی قابل توجه به جای گذاشته اند که نشان می دهد آنها هم تفننی به نجوم می پرداختند. اقوام آزتِك و مایا نیز معابد بسیاری ساخته اند که به طلوع خورشید در انقلاب تابستانی اشاره دارد. همچنین سرخپوستان مستقر در دشت ها، روی زمین های هموار، دایره های عظیمی رسم می کردند که خطوطی صاف محیط آن را به مرکزش متصل می کرد، درست مانند یك چرخ ارابه. تلی از خاك روی خط محیط دایره نشان از وقایعی مهم در افق همچون انقلاب تابستانی و زمستانی دارد.

اخترشناسان باستان

Teisenberghales of Mietus (624 تا 547 پیش از میلاد) در ترکیه امروزی زندگی و کار می کرد. او چنین ادعا کرد که مسائل مربوط به کائنات در درك بشر می گنجد. فیثاغورث (570

www.baffled.blogfa.com

تا 500 پ . م)، که دریافته بود بسیاری از پدیده های طبیعت از قوانین هندسی و روابط ریاضی تبعیت می کنند، ادعا کرد که به کمك ریاضیات می توان به قوانین زیر ساختی کائنات پی برد. او به شاگردانش آموخت که زمین کروی است و ستاره ها، خورشید و ماه و پنج سیاره قابل رصد، همگی سوار بر کره هایی درهم رونده دور زمین می گردند.

از آنجایی که کامل ترین شکل هندسی دایره و کاملترین حرکت، حرکت یکنواخت است، افلاطون (428 تا 347 پ . م) ادعا کرد که تمام حرکت ها در کائنات باید به شکل حرکت دایره ای یکنواخت صورت پذیرد. بنابراین اقلیدس اهل سیدونس (409 تا 356 پ. م) که شاگرد افلاطون بود، تعداد کره ها را 27 عدد مشخص کرد که به طور یکنواخت طول محوری بر نقاط اتکایشان می چرخند. اما برای اینکه حرکتشان را با حرکت اجرام سماوی هماهنگ کنند، سرعت چرخش و محور هر کدام از کره ها باید متفاوت باشند.

ارسطو (384 تا 322 پ. م) علامة دُهر زمان خودش بود. او درباره همه موضوعات که به بشر مرتبط می شد، منجمله فلسفه، تاریخ، شعر، نمایش، و حتی نجوم مقالات و رسالاتی نوشته بود. مدل او از کائنات بر پایه مدل اقلیدس بود اما به جای 27 کره، 56 کره داشت که در مرکز همه شان زمین ثابت و بی تحرك قرار داشت. این یعنی که همه کره ها می بایست در طول روز از شرق به غرب می چرخیدند، البته با سرعت های متفاوت نسبت به هم.

از دست رفتن فرصت

یك قرن پس از ارسطو، آریستارخوس از اهالی اسکندریه نظریه ای مطرح کرد که برطبق آن زمین به دور خودش و خورشید می گردد، اما این مدل کائنات را که درست بود، به سه دلیل هیچ کس جدی نگرفت:

1- بیشتر نوشته های آریستارخوس گم شده بود.
2- این نظریه مخالف نظرات ارسطو بود.
3- اختر شناسان باستان ادعا می کردند که اگر زمین به دور خورشید بگردد، با حرکتش باید ستاره ها در آسمان تغییر موقعیت دهند یعنی آنها معتقد بودند که به دلیل اثر اختلاف منظر، شکل و اندازه صورت های فلکی باید تغییر کنددر صورتی که در حقیقت اثر اختلاف منظر، تغییر موقعیت ظاهری هرجرم به دلیل تغییر مکان بیننده است . مثلاً، با حرکت زمین از یك سوی مدارش به دور خورشید به سوی دیگر، موقعیت ستاره ها در آسمان کمی تغییر می کند.

اختلاف منظر PARALEX

www.baffled.blogfa.com

البته در صورتی که فاصله ستاره و زمین نسبت به تغییر مکان زمین در مدارش به دور خورشید بسیار زیاد باشد، این پدیده را نمی توان با چشم غیر مسلح تشخیص داد. اما، در زمان های باستان آنها از فاصله بسیار زیاد میان زمین و ستاره ها، که میلیون ها میلیون کیلومتر است، به نسبت تغییر مکان جزیی زمین در مدارش، که حداکثر 288 میلیون کیلومتر است، آگاهی نداشتند.

افزون براین، ابزارهای لازم برای اندازه گیری اختلاف منظر نزدیك ترین ستاره به زمین، که 40 میلیون میلیون کیلومتر دورتر است، نیز مدت ها پس از اختراع تلسکوپ در سال 1610 اختراع شد ند. امروزه هم، ما این اختلاف منظر را فقط می توانیم برای ستاره های نزدیك تر از 20 سال نوری رصد کنیم، یعنی فقط ستاره هایی که در 0.000,001,6 درصد محوطه راه شیری و درست در همسایگی ما قرار دارند.

به این ترتیب به نظر می رسد که در این مورد، اختر شناسان باستان فرصت را از دست دادند و مدل ارسطو از کائنات حدود 2000 سال دوام یافت، علی رغم اینکه حرکت دایره ای یکنواخت کره های آن به طور دقیق حرکت سیارات را در آسمان توضیح نمی داد. مثلاً مریخ، گاهی تندتر و گاهی کندتر حرکت می کند، گاهی حتی می ایستد به عقب حرکت می کند و کمی بعد به حرکت رو به جلو خود ادامه می دهد.

این، حرکت رجوعی retrograde motion نام دارد. این حرکت ظاهری به این دلیل رخ می دهد که زمین در مدار خود از هر پنج سیاره خارجی از جمله مریخ که نسبت به زمین از خورشید دورترند، سریعتر حرکت می کند. به طور متناوب پیش می آید که زمین در فضا به مریخ می رسد و از آن سبقت می گیرد و به این ترتیب از روی زمین این طور به نظر می رسد که مریخ در آسمان می ایستد و به عقب حرکت می کند.

حرکت رجوعی مریخ در عرض یکماه

قطر زمینِ گِرد

یکی از نخستین مسائلی که در ذهن دانشمندان باستان پرسش برانگیز شد، تختی زمین بود. در ابتدا، نظر ارسطو که می گفت زمین گِرد است چون سایه آن بر ماه در حین ماه گرفتگی

www.baffled.blogfa.com

(خسوف) گِرد است، پذیرفته شد. بعدها این نظریه با پدیده دیگری بیشتر تأیید شد و آن این بود که وقتی به افق دریا می نگریم، از یك قایق در حال نزدیك شدن ابتدا سر دَکَل آن دیده می شود، انگار که قایق از افق دریا سربر می آورد. این حقیقت ساده وواضح، مخالف باورهای انجمن زمین تختان بوده و هست؛ این انجمن هنوز هم در انگلستان وجود دارد. این انجمنی است که به منظور حراست از ایده زمین تختی تشکیل شده است. با وجود تصاویر زیبایی که فضانوردان آپولو و دیگر فضانوردان از ایستگاه های فضایی از کره گرد و آبی زمین گرفته اند، آنها معتقدند که زمین صاف و تخت است .

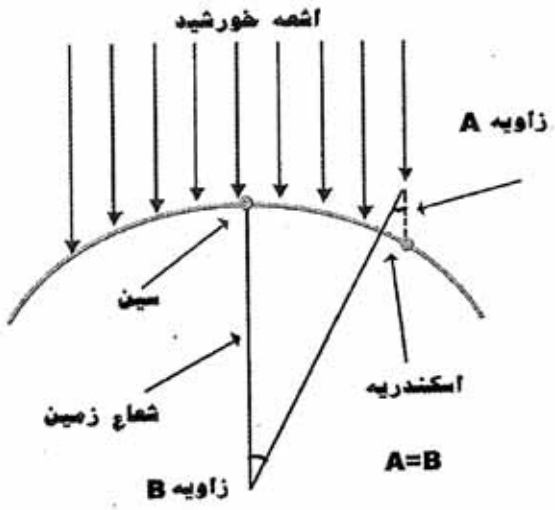
داستان اثبات گرد بودن زمین و اینکه نخستین بار چطور قطر این کره را با دقت سه درصد اندازه واقعی اش محاسبه کردند، بسیار جذاب است . این اندازه گیری را مردی به نام اِراتوستِن در قرن دوم پیش از میلاد انجام داد. او در اسکندریه، شهری که اسکندر در سواحل دریای مدیترانه در مصر ساخته بود، زندگی می کرد. این شهر جایگاه کتابخانه مشهور اسکندریه بود که شامل هزاران کتاب نوشته شده بر پاپیروس تا آن زمان بود. این کتاب ها در تمام موضوعات قابل تصور دنیا نوشته شده بودند. همچنین آنجا نخستین مرکز تحقیقاتی دنیا بود که به بررسی کائنات و نظم حاکم بر آن می پرداخت.

اراتوستن، مدیر کتابخانه اسکندریه بود و همچون بسیاری از دانشمندان هم عصرش ، اخترشناسی مشهور و همچنین مورخ، جغرافی دان، ریاضی دان، شاعر، فیلسوف و حتی منتقد آثار هنری بود. روزی او در کتابی خواند که در نواحی جنوبی مصر در پایگاه دیده بانی سین (*Syene*)، در روز 21 ژوئن (اول تیر) - بلندترین روز سال - سایه ستون های معبد از صبح به طرف ظهر کوتاه تر و کوتاه تر می شوند. سپس در ظهر که خورشید درست بالای سر است، سایه ها ناپدید می شوند. با خواندن این موضوع به ظاهر پیش پا افتاده، کنجکاوی علمی او بیدار شد و در پی این موضوع بر آمد که آیا در اسکندریه هم این اتفاق می افتد یا خیر. او منتظر شد تا روز 21 ژوئن ازراه رسید، در آن روز تکه چوبی عمودی را درزمین فروکرد و کوچك شدن سایه اش را در طی روز دنبال کرد. اما باکمال تعجب دید که سایه هرگز ناپدید نشد، ولی اطراف قاعده چوب را طی کرد.

ارتوستن به درستی متوجه شد که جواب می بایست در زاویه ای که پرتوهای نور خورشید تحت آن به چوب می رسند، نهفته باشد . واضح بود که پرتوهای خورشید در شهر سین، کاملاً موازی ستون های معبد بودند، حال آنکه در شهر اسکندریه با زاویه می تابیدند. از آنجایی که خورشید بسیار دور است، پرتوهایش باید در هر دوشهر باهم موازی باشند، بنابراین حتماً چوب در آزمایش اسکندریه با پرتوهای خورشید زاویه داشته است. این فقط در صورتی رخ می دهد که سطح زمین انحنا داشته باشد. افزون براین، هر چه طول سایه بیشتر باشد، انحنای زمین بیشتر خواهد بود

www.baffled.blogfa.com

اراتوستن در ظهر روز 21 ژوئن، با اندازه گیری طول چوب و سایه اش، نتیجه گرفت که شهر سین بر محیط زمین 7 درجه از اسکندریه فاصله دارد. این به آن معنی بود که فاصله میان شهر اسکندریه و سین $7/360$ یا تقریباً یك پنجاهم محیط زمین است. او سپس شخصی را استخدام کرد که از اسکندریه پیاده به سین برود و این فاصله را با قدم هایش اندازه گیری کند (این فاصله حدود 800 کیلومتر است). با ضرب 800 در 50، عدد 40000 کیلومتر به دست می آید که با خطای 3 درصد نسبت به مقدار واقعی قابل قبول است. بنابراین، 2200 سال پیش، دانشمندی کنجکاو با استفاده از چشم هایش، یك چوب دستی و اطلاعاتی ساده و البته به کمك درك عمیقش نه تنها نتیجه می گیرد که زمین تخت نیست، بلکه حتی بدون ترك شهر خود محیط کره زمین را هم با دقت خوبی اندازه گیری می کند.



زاویه A، از روی طول سایه چوب در اسکندریه محاسبه شد. این شکل به وضوح نشان می دهد که همچنین زاویه B بین شعاع زمین در اسکندریه و شعاع زمین در سین است، یعنی A=B=7 درجه. بنابراین با اندازه گیری فاصله بین این دوشهر یعنی 800 کیلومتر، اراتوستن محیط زمین را 40000 کیلومتر به دست آورد که 3 درصد نسبت به اندازه واقعی آن خطا دارد.

بطلمیوس کبیر

برای توضیح پیچیدگی حرکت های مدل ارسطو، کلادیوس بطلمیوس، که ملیت و تاریخ تولدش مشخص نیست، در حالی که اصول اصلی مدل ارسطو را حفظ کرد، کره های این مدل را با سیستمی از چرخ دنده های درهم رونده تعویض کرد. هر سیاره داخل یك چرخ دایره ای به نام فلك تدویر (epicycle) حرکت می کرد که این چرخ ها خود از مرکز روی دایره بزرگتری حرکت می کردند. در مرکز دایره بزرگتر که فلك حامل deferent نام دارد زمین قرار داشت. واضح است که اندازه دایره ها و سرعت حرکت آنها برای هر سیاره متفاوت بود. تنظیم نهایی این دستگاه با کمی خارج کردن زمین از مرکز فلك حامل انجام شد. بطلمیوس کارش را در سال 140 پس از میلاد منتشر کرد.

www.baffled.blogfa.com

بطلمیوس در قرن اول میلادی می زیست و کلیسای مسیحیت به سرعت مدل او را از جهان همچون حقیقتی الهی پذیرفت، چراکه او بشر - یعنی تنها مخلوق برگزیده خداوند - را در مرکز جهان قرار داده بود. این نشانه ای از ساده لوحی و زود باوری کلیسا بود و منجر شد که کلیسا بعدها تصمیمات شرم آوری از جمله محکومیت گالیله را اتخاذ کند. کلیسا تقریباً دو هزار سال بعد مجبور شد از مواضع خود اعلام انصراف کند(البته بدون هیچ نوع عذر خواهی). در طی 1200 سال بعدی، اشتباهات ذاتی سیستم پیشنهادی بطلمیوس جمع شده و به طور متناوب خودشان را نشان دادند. اما اخترشناسان ایرانی، عرب، و اروپایی که کتاب بطلمیوس را ترجمه کرده و بررسی می کردند، گاهی با افزودن چرخ ها (فلك های) بیشتر و گاهی با تغییر سرعت حرکت فلك ها، این سیستم را به روز می کردند. به این ترتیب به مدت 1600 سال، زمین ثابت در مرکز جهان باقی ماند، تا اینکه مردی به نام نیکُلاس کوپرنیك آن را از مقام رفیعش واژگون کرد. در طی 300 سال بعد هم دو مرد دیگر جانشین کوپرنیك شدند و چشمان ما را دوباره به روی کائنات و شگفتی هایش باز کردند. این دو مرد بدون شك، نیوتن و انیشتین بودند.

کوپرنیك؛ متفکر انقلابی

نیکلاس کوپرنیك (1543-1473)، پدر اخترشناسی نوین است. او با نشاندن خورشید در مرکز کائنات و قرار دادن زمین و دیگر سیارات در مداری به گرد آن انقلابی در اختر شناسی ایجاد کرد.

باید اشاره کنیم که کوپرنیك ایده حرکت دایره ای هماهنگ را برای زمین ودیگر سیارات به دور خورشید حفظ کرد. در نتیجه، مدل او هم دقیق تر از مدل بطلمیوس حرکت ها را پیش بینی نمی کرد. اما ایده کائنات خورشید مرکز **heliocentric** (به یاد داشته باشید که کائنات آنها همین منظومه شمسی خودمان بود نه کائنات امروزی ما)که در برابر کائنات زمین مرکز **geocentric** قرار گرفته بود، به نظر درست تر می آمد. همچنین، سیستمی که در آن زهره و عطارد - دوسیاره داخلی تر نسبت به زمین - به جای گشتن به دور نقطه ای خالی میان خورشید و زمین، همچون دیگر سیارات رفتار می کردند، زیبایی خوشایندی داشت. مهمتر از آن، این مدل همچنین حرکت رجوعی (بازگشتی) سیارات را به روشی ساده و مستقیم توضیح می داد. درست مثل اینکه شما در عوض اینکه لقمه را دور سرتان بچرخانید و در دهان بگذارید، یك راست آن را وارد دهان کنید!

مدل خورشید مرکز کوپرنیك، کاملاً مغایر با مدل زمین مرکز بطلمیوس بود که رسماً از سوی کلیسای کاتولیك به عنوان حکمی جزمی پذیرفته شده بود. این به آن معنی بود که اگرکسی مدل

www.baffled.blogfa.com

بطلمیوس را زیر سؤال می برد، باید خطر سوختن در چوبه مرگ را به جان می خرید، چراکه قطعاً از سوی کلیسای کاتولیك به جرم ارتداد محکوم می شد.

کوپرنیك در تمام عمرش همکاری نزدیکی باکلیسا داشت و درسن 24 سالگی کشیش کلیسای جامع فرائِن بورگ شد. بنابراین تعجب آور نیست که چرا او از انتشار عقیده انقلابی اش درباره طبیعت کائنات خودداری می کرد، هر چند که نوشته ای کوتاه و دست نویس درباره نظریه اش تهیه کرد و آن را درمیان دوستانش پخش کرد. در عین حال، مشغول اصلاح نظریه اش هم بود و تا زمان مرگش برروی کتابی کار می کرد که هرگز انتشار آنرا ندید، اما صفحاتی از نمونه چاپی آن را دید.

پس از مرگش، کتاب سرانجام به زبان لاتین، زبان علمی آن روزگار، چاپ شد و افراد زیادی به آن توجه نکردند. کلیسا، که قادر نبود فرد مرده را برای مجازات فراخواند، در ابتدا فقط این تئوری را رد کرد. اما سرانجام زمانی که درسال 1616 ، گالیله توجه عموم را به این نظریه جلب کرد، آنها گالیله را محکوم کردند.

گالیله؛ مدافع کوپرنیك

اخترشناس ایتالیایی، گالیلئو گالیله را عموماً به اختراع تلسکوپ می شناسند، اما در واقع چنین نبوده است. یك عینك ساز هلندی به نام هانس لیپرشی، نخستین شخصی بود که دو عدسی مجزا را داخل یك لوله قرار داد. اما، گالیله نخستین کسی بود که از آن به عنوان ابزاری برای رصد هرشب آسمان استفاده کرد و رصد هایش را ثبت کرد. رصد های گالیله موجب جلو افتادن انقلابی شد که نظریه کوپرنیك در زمینه اخترشناسی ایجاد کرده بود. اما دستاوردهای او و دفاعش از نظریه کوپرنیك اورا تا پای مرگ برد و متعاقباً نتیجه اش حبس ابد او بود.

گالیله در سال 1564 در شهر پیزا به دنیا آمد و در سال 1642 در فلورانس از دنیا رفت. او در دانشگاه مشغول تحصیل رشته پزشکی شد، اما وضعیت مالی خانواده او را مجبور به ترك تحصیل پیش از فارغ التحصیلی کرد، اما با اشتیاق علائقش راکه ریاضیات، مکانیك و اختر شناسی بود دنبال می کرد. او آنقدر موفق بود که 4 سال پس ازترك تحصیل به عنوان استاد ریاضیات در دانشگاه پیزا به کار مشغول شد.

او در بخشی از تدریس خود اخترشناسی بطلمیوس را درس می داد اما هنوز به اخترشناسی کوپرنیکی اعتقادی نداشت یا شاید هم از ترس کلیسا پذیرای آن نمی شد. در سال 1609، او چند عدد عدسی خرید و با استفاده از نقشه های وسیله ای مشابه که عینك ساز هلندی ساخته بود یك تلسکوپ برای خود ساخت. آنچه که دید اورا به مدافع سرسخت نظریه کوپرنیك تبدیل کرد و

www.baffled.blogfa.com

در سال 1610 او کتابی منتشر کرد که در آن رصدهایش را توضیح داده بود و مدعی شده بود که این رصد ها توجیه مدل کوپرنیکی از کائنات اند. رصد های گالیله به شرح زیر بودند:

اهله کامل سیاره زهره

در مدل بطلمیوسی زهره به دور فلك تدویری می گشت که جایی میان زمین و خورشید قرار داشت. این باعث می شد که زهره همیشه بین زمین و خورشید باشد و در نتیجه برای ما باید همیشه به شکل هلالی دیده می شد. گالیله مشاهده کرد که زهره تمام اهله را همچون ماه طی می کند و گاهی از درون تلسکوپش به شکل قرصی کامل دیده می شود. این به آن معنی بود که گاهی از اوقات خورشید بین زمین و زهره قرار می گرفت، همان طور که مدل کوپرنیك پیش بینی کرده بود.

قمرهای مشتری

گالیله نخستین کسی بود که چهار قمر بزرگتر مشتری را دید که هنوز هم به افتخار او اقمار گالیله ای نامیده می شوند. این یعنی که، برخلاف اظهار نظر بطلمیوس، ممکن است به جز زمین اجرام دیگری هم مرکز حرکت باشند. پس چرا خورشید مرکز گردش همه سیارات نباشد؟ همچنین، مخالفان مدل کوپرنیکی ادعا می کردند که اگر زمین حرکت کند، قمرش یعنی ماه جا می ماند. اما حالا گالیله می دید که مشتری که حرکت می کند همیشه قمرهایش را هم حفظ می کند، پس ممکن است که زمین هم حرکت کند وقمرش را هم نگه دارد.

لکه های خورشیدی و دهانه های سطح ماه

ارسطو بر این باور بود که کائنات کامل و بدون تغییرات است. اما از سوی دیگر، گالیه لکه هایی را برسطح خورشید رصد کرد و نتیجه گرفت که خورشید هم مانند زمین به دور محورش در گردش است. افزون بر این، رصد او از سطح ناهموار و پراز دهانه ماه کائناتی به جز کائنات کامل و هموار ارسطو را برایش آشکار کرد.

ستاره ها و راه شیری

نمای ستاره ها از درون تلسکوپ برای گالیله آشکار کرد که آسمان عمق دارد و اینکه ستاره ها برخلاف نظر ارسطو، برسطح داخلی گنبدی فرضی نچسبیده اند و در فاصله های مختلف قراردارند. مهمتر اینکه، او می توانست به کمك تلسکوپ ستاره های بیشتری را نسبت به حالت چشم غیر مسلح، مخصوصاً در محدوده نوار راه شیری تشخیص دهد.

این نوشته خود گالیله درباره راه شیری است:

www.baffled.blogfa.com

«من ماهیت و مواد سازنده راه شیری را رصد کرده ام . کهکشان در واقع چیزی نیست جز بی شمار ستاره هایی که به شکل خوشه ای دور هم جمع شده اند. بهر طرف که تلسکوپ را از آن نشانه روید، بلافاصله تعداد بسیار بسیار زیادی ستاره جلو چشمتان ظاهر می شود که خیلی از آنها نسبتاً بزرگ و درخشان اند، در حالی که تعداد کوچکترها خارج از شمارش است ...»

این نخستین شواهدی بود که ستاره ها همین طور اتفاقی در آسمان پراکنده نشده اند ، بلکه بخشی از سیستمی مارپیچ شکلی اند که او نامش را « سحاب مارپیچ **spiral nebula** » گذاشت. دیگر کهکشان ها هم در تلسکوپ او دیده می شدند، اما آنها آنقدر دور بودند که نور ستاره های تکشان با هم قاطی می شد و به شکل ابرهایی از گاز و غبار در می آمدند که در کهکشان راه شیری هم هستند و ما به نام سحابی های عادی می شناسیمشان.

کتاب گالیله شهرت بسیاری یافت و او را هم به شهرت رساند. او خیلی زود تدریس در پیزا را رها کرد و به فلورانس رفت تا ریاضیدان و فیلسوف شخصی دوك توسکانی شود. اما در سال های آینده مجبور شد افراد بسیار مهمی را که رصدهایش رازیر سوال برده بودند و نتایج اورا به بحث و انتقاد کشیده بودند، از خود برنجاند. سرانجام در سال **1616** کلیسا حکم کرد که او باید پژوهش در زمینه اخترشناسی را کنار بگذارد.

درسال **1623**، گالیله به ملاقات پاپ جدید، اوربُن هشتم که دوستش بود رفت. او که از رفتار دوستانه و صمیمی دوستش دلگرم شده بود، در سال **1624** شروع به نوشتن کتاب جدیدی در دفاع از نظریه کوپرنیك پرداخت و از آنجاکه ممیزان محلی فلورانس کتاب را پذیرفتند، در سال **1632** آن را چاپ کرد. کتاب به شکل مباحثه ای میان سه دوست نوشته شده بود که درباره نظریات بطلمیوس و کوپرنیك بحث می کردند. در این کتاب گالیله حرفهایش را از زبان شخصیتی خیالی مطرح می کند که به دفاع از نظریه کوپرنیك می پردازد. او شخصیت مقتدر و مسلط کتاب است که با استدلال محکم پیش می آید و سرانجام بردو نفر دیگر که معتقد به نظریه بطلمیوس اند و البته به وضوح جاهل و کم اطلاع نشان داده شده اند، پیروز می شود.

طبیعتاً گالیله خود را بی طرف جلوه داد، اما هیچ کس ادعای او را نپذیرفت، مخصوصاً چون شخصیت اصلی از سوی پاپ اجازه استهزا و ریشخند نظرات دیگر را داشت. نتیجه این بود که پاپ، گالیله را برای تفتیش عقاید به دادگاه رُم فراخواند. نمایندگان کلیسای رُم چهار بار او را بازخواست کردند. او نخست سعی داشت از عقیده اش دفاع کند، اما خیلی زود به دلیل تهدید به شکنجه و سوزانده شدن در چوبه مرگ، از عقیده اش اظهار ندامت کرد. از آنجایی که کتاب گالیله را ممیزان فلورانس قبول کرده بودند و شاید هم به دلیل مداخله پاپ، گالیله به جرم سرپیچی از حکمش در سال **1616**، محکوم به حبس ابد شد و در خانه خودش در فلورانس

www.baffled.blogfa.com

زندانی شد. در سال های آینده ملاقات او به جز با افراد خانواده اش، با بقیه مردم ممنوع بود. او وقتش را به مطالعه ریاضیات و مکانیك می گذراند و گاهی اوقات کتاب هایی درباره این موضوعات می نوشت که در سال 1638 در هلند چاپ شدند. او در پایان آن سال بینایی خود را از دست داد و همراهانش در این سالهای پایانی، دو دانشجوی جوان بودند که با او زندگی می کردند.

گالیله در هشتم ژانویه سال 1642، حدود 99 سال پس از مرگ کوپرنیك از دنیا رفت. اما در سال 1979، سال پس از فرود انسان برسطح ماه بود که پاپ ژان پل دوم دستور به بررسی دوباره پرونده گالیله را داد! و در سال 1992، 13 سال پس از ملاقات فضاپیماهای ویجر با سیارات خارجی منظومه شمسی بود که کلیسای کاتولیك سرانجام او را بخشید (توجه کنید که او تبرئه نشد!) بدون اینکه اذغان کند که سیارات واقعاً دور خورشید می گردند!

برطبق سنت، گالیله دربرابر دادگاه تفتیش عقاید زانو زد و به اشتباهات خود اعتراف کرد اما می گویند هنگامی که از زمین بر می خواست زیر لب زمزمه کرد: *eppur si muove* (هنوز هم می چرخد). خوشا به حال علم که اروپای شمالی از مسائلی همچون تفتیش عقاید به دور بود. بنابراین، در حالی که گالیله در رم و فلورانس از کوپرنیك دفاع می کرد، دو اخترشناس دیگر که در اروپای شمالی زندگی می کردند، افق های علم نجوم را گسترش می دادند. یکی با اندازه گیری دقیق حرکت سیارات، خورشید، ماه و ستاره ها، و دیگری با تجزیه و تحلیل و بررسی این اندازه گیری ها. کار آنها به اثبات قطعی سیستم کوپرنیکی و فهم جدیدی از حرکت های سیاره ای منجر شد.

تیکو؛ مرد رصدگر

تیکو براهه (1601 – 1546)، اشراف زاده دانمارکی و بزرگترین منجم رصدگر زمان خودش بود. او نجیب زاده ای اهل خوشگذرانی و تفریح و انسانی هوچی گر بود که بر سر نزاعی در دوران کالج، بینی اش را از دست داده بود. او بقیه عمرش را با یك بینی مصنوعی ساخته شده از طلا و نقره گذراند که باموم به صورتش چسبیده بود. از آنجا که او یك اشراف زاده بود،از او انتظار داشتند که حقوق بخواند و وارد مسائل سیاسی دانمارك شود ، اما او برای والدینش روشن ساخت که علاقه اش جایی دیگر و در زمینه نجوم و ریاضیات است . در شب بیست و چهارم اوت سال 1563، مشتری و زحل آنقدر به هم نزدیك شدند که به نظر می آمد به یك نقطه تبدیل شده اند. تیکو، که آن زمان در کالج مشغول تحصیل بود، دریافت که بیشتر جداول نجومی آن زمان در حد یك ماه تمام اشتباه دارند و فقط یکی از آنهاست که چند روز اشتباه دارد. این

www.baffled.blogfa.com

موضوع علاقه او را به نجوم شدت بخشید و تصمیم گرفت به بررسی حرکت های سیارات بپردازد.

درسال 1572 یك انفجار اَبَرنواَختری رخ داد و ستاره ای جدید در آسمان ظاهر شد. تیکو در رصد هایش دریافت که این جرم جدید هیچ اختلافات منظری از خود نشان نمی دهد. پس او نتیجه گرفت که این جرم باید فراتر از ماه و در میان ستاره های دیگر قرار داشته باشد. اما این برخلاف تعالیم ارسطویی و بطلمیوسی بود که می گفتند گنبد آسمان که ستاره ها بر آن ساکن اند کامل و بی تغییر است. به این ترتیب تیکو، سیستم بطلمیوسی را زیر سئوال برد و این موضوع را در قالب کتابی در سال 1573 منتشر کرد. این کتاب در میان اخترشناسان اروپایی شهرت بسیاری یافت و پادشاه دانمارك، فردریك دوم، تیکو را به دربار خود فراخواند، به او پول داد و همچنین کل جزیره هیون دانمارك را در اختیار او قرار داد تا رصد خانه ای بزرگ بسازد. او برای خود خانه ای باشکوه با خدمتکاران و حتی دو کوتوله به عنوان دلقك ساخت. این خانه چهار برج داشت که هر کدام با ابزارهایی به طراحی خود تیکو، برای رصد مجهز بودند. همچنین پادشاه، تیکو را ارباب منطقه ای ساحلی کرد که از آنجا به عنوان منبع در آمد ثابت، اجاره بها دریافت کند

تیکو نظریه پردازی با دید محدود و فاقد حس تحلیل گری بود. فقط به این دلیل که نتوانست اختلاف منظری در ستاره ها بیابد، مدل کوپرنیکی را رد کرد و براین باور شد که زمین ثابت است. هرگز برایش این تفکر پیش نیامد که عدم وجود اختلاف منظر در ستاره به دلیل فاصله بسیار دور آنها از زمین متحرك باشد.

اما، قدرت او در طراحی، ساخت و استفاده از وسایل وابزارهای بهتر و بزرگ تر، باعث شد که بتواند موقعیت ماه، خورشید، سیارات و ستاره ها را با دقت بالایی، اندازه گیری و ثبت کند. او این کار را تقریباً به مدت 20 سال ادامه داد، تا اینکه پادشاه دانمارك درسال 1588 درگذشت و پسرش پادشاه شد. کتاب هایی که شامل داده های جمع آوری او طی آن سال ها بود، گنجینه دانش علمی ای شد که اخترشناسان تحلیل گر و فیزیکدانان نظریه پرداز از کپلر تا نیوتن و بعد از او از آن استفاده کردند تا قوانین حرکت های سیاره ای را شکل دهند و به ماهیت دنیایی که در آن زندگی می کنیم پی ببرند . مطالب آن کتاب ها نوت های موسیقی برای آهنگ موسیقی گنبدها بود.

غرور تیکو و اخلاق و رفتار بد او با شاه جدید باعث شد که شاه او را مجبور کرد که تمام ابزارها و داده هایش را به پراگ پایتخت بوهِم (رومانی امروز) منتقل کند و ریاضیدان سلطنتی

www.baffled.blogfa.com

پاپ مقدس رومانی، رادلف دوم شود. او چندین ریاضیدان استخدام کرد و کوشید با استفاده از داده های بسیاری که جمع آوری کرده بود، مدل خودش از کائنات را در برابر مدل بطلمیوسی اثبات کند. اما در نوامبر سال 1601 ، در منزل یك اشراف زاده آنقدر غذا خورد و مشروب نوشید که مثانه اش ترکید. نُه روز بعد تیکو درگذشت.

بازدید کنندگان شهر پراگ هنوز می توانند وسیله پیچیده ساعت مانندی را که تیکو طراحی کرده بود بردیوار ساختمانی توریستی و مشهور ببینند که هنوز هم زمان را نگه می دارد.

کپلر؛ مرد تحلیل گر

یکی از ریاضیدانانی که تیکو در پراگ استخدام کرده بود، یوهانس کِپلر نام داشت و تیکو پیش از مرگش از پاپ در خواست کرد که پس از او کپلر ریاضیدان سلطنتی شود و پاپ هم قبول کرد.

کپلر (1571-1630) بر خلاف تیکو، پسر یك مرد بی عرضهٔ آلمانی بود که هرگز از مأموریتی که به عنوان سرباز مزدور رفته بود بازنگشت و مادرش هم زن غیر قابل تحملی بود که به او جادوگری را هم نسبت می دادند. کپلر با وجود شرایطش، دانشجوی بسیار خوبی بود و توانست بورسیه ای به دست آورد که کشیش کلیسای پروتستان شود. در سال آخر، او را به عنوان معلم ریاضیات و نجوم استخدام کردند، اما او معلم خوبی نبود. بنابراین مافوقانش او را به کاری گماردند که تقویم نجومی سالیانه شامل پیش بینی های طالع بینی، اخترشناسی و هواشناسی را استخراج کند. با خوش اقبالی تمام، برخی از پیش بینی های هواشناسی او درست از آب درآمد و آوازه او به عنوان یك طالع بین همه جا پیچید. او در اوقات فراغت خود، به مطالعه نجوم مشغول شد و به مدل کوپرنیکی کائنات باور پیدا کرد.

سالی که تیکو جزیره هیون را به مقصد پراگ ترك کرد، کپلر کتابی نوشت که در آن مهارت هایش را به عنوان یك ریاضیدان و منجم به معرض نمایش گذاشت. او کپی هایی از کتابش را برای تیکو و گالیله فرستاد و هر دو آنها متوجه استعداد او شدند. هر چند که گالیله در خواست تلسکوپ اورا با دلیلی پوچ و بی اهمیت رد کرد و ادعا کرد که تلسکوپ اضافی ندارد. در حالی که او تعداد بسیار زیادی تلسکوپ برای همه ساکنان ثروتمند و سرشناس اروپا می ساخت. او بدون شك فکر کرده بود که اگر ریاضیدان قابل و زرنگی همچون کپلر به تلسکوپ مجهز شود، کار او را تحت الشعاع خود قرار دهد. اما از سوی دیگر تیکو به کپلر پیشنهاد کار داد.

کپلر در سال 1600 با شادمانی پیشنهاد تیکو را پذیرفت و وقتی تیکو یك سال بعد درگذشت تمام ابزارها و کتاب های با ارزش او ناگهان به کپلر رسیدند. آشنایان تیکو که دریافتند کپلر از این وسایل برای اثبات نظریه خودش - و نه نظریه تیکو - بهره می برد، از او شکایت کردند تا آنها را

www.baffled.blogfa.com

پس بگیرند. سال ها بعد، به مرور زمان که آتش فرو نشست، کپلر هنوز ارزشمندترین قطعات میراث تیکو را در اختیار داشت – یعنی کتابهای شامل داده ها را. در همین حال او مشغول بررسی ابرنواختری بود که درسال 1604 رخ داد و همچنین درباره دنباله دارها و نجوم کوپرنیکی مطلب می نوشت.

کپلر از داده ها به خوبی استفاده کرد. او نخست با بررسی حرکت مریخ آغاز کرد و در سال 1606 به درستی نتیجه گرفت که مریخ در مداری بیضوی حرکت می کند و خورشید در یکی از کانون های این بیضی قرار دارد. برای نخستین بار در تاریخ 2000 ساله علم، مفهوم حرکت هماهنگ دایره ای کنار گذاشته شد و سیستمی پیچیده تر با حرکات غیر هماهنگ و غیر دایره ای جایش را گرفت. کپلر نتایج کارهایش را در سال 1609 منتشر کرد، اما این مطالب زیاد شهرتی نیافت چرا که به زبان لاتین نوشته شده بود و حاوی ریاضیات بسیار سنگینی بود. بوانگهی، این مطالب برای آن زمان نسبتاً پیشرفته بودند و حتی شامل بحثی درباره گرانش متقابل هم بود. در سال 1619 او سه قانون حرکت های سیاره ای را منتشر کرد که هنوز هم از هر آزمایشی در طول زمان سربلند بیرون آمده و کاملاً صدق می کند. قوانین کپلر درباره حرکت های سیاره ای عبارتند از:

1- *مدار سیارات بیضی است و خورشید در یکی از کانون های این بیضی قرار دارد.*
2- *خطی که از خورشید به سیاره وصل می شود در زمان های مساوی مساحت های مساوی از مدار را جاروب می کند (تصویر صفحه 45 بخش انگلیسی) . این به زبان ساده یعنی که، وقتی سیاره به خورشید نزدیک تر می شود، سرعت مداری اش بیشتر می شود و برعکس. این نوی حرکت را "حرکت غیر هماهنگ" نامیده اند.*
3- *دوره تناوب حرکت مداری سیاره به توان 3 برابر است با مجذور فاصله متوسط سیاره از خورشید -که در بیضی برابر یک دوم قطر بزرگ بیضی است.*

مهم است که اشاره کنیم که این قوانین همگی به طور خالص مشاهده ای بودند و صرفاً مبتنی بر رصد و نه بر هیچ نظریه علمی. به این معنی که این قوانین نشان می دهند که سیارات چطور حرکت می کنند. اما نشان نمی دهند که چرا چنین حرکت می کنند یا چه چیزی آنها را در این مدارها نگه داشته است. همچنین آنها مشخص نمی کنند که چه چیزی باعث حرکت آنها به دور خورشید شده است و هر ساله آنها را اینقدر دقیق در همین مسیر حرکت می دهد. نخست، کپلر فکر می کرد که فرشته ها آنها را در مدار نگه داشته اند، اما بعدا عقیده اش را اصلاح کرد و گفت که نیرویی جادویی از خورشید (نوعی از فرشته ها) سیارات را در مدار حرکت می دهد. البته او تاحدی حق داشت.

www.baffled.blogfa.com

کتاب کپلر شامل جدول هایی بود که حرکت سیارات را براساس نظریه خورشید مرکزی کوپرنیك و مدارهای بیضوی کپلر نشان می داد. این شاهکار استنباطِ تحلیلی، اثبات نظریه کوپرنیك بود و نه نظریه تیکو براهه. این کتاب که در سال 1628 منتشر شد، به تیکو براهه تقدیم شده بود.

کپلر که در 15 نوامبر سال 1630 درگذشت، به همراه کوپرنیك، گالیله و تیکو کمك کردند که اخترشناسی از فلسفه به رصد و مشاهده گذر کند. او همچنین دست تنها، پایه های اخترشناسی نوین را با کمك گرفتن از ریاضیات در تحلیل رصدها و به فرمول در آوردن نتایج در قالب قوانین، بنا نهاد.

نیوتن؛ مرد کاشف

سِر ایزاك نیوتن (1642-1727)، یکی از دو دانشمند بزرگ دنیا (دومی بی شك آلبرت اینشتین بوده است) و من (ابراهیم ویکتوری) در یك چیز مشترکیم! هر دو ما روز 25 دسامبر به دنیا آمده ایم! اما سال تولد او سال مرگ گالیله بود و سال تولد من، سال به قدرت رسیدن هیتلر در آلمان.

نیوتن، تك فرزند خانواده اش، خیلی زود پس ازتولد، پدرش را از دست داد و مادرش هم خیلی زود دوباره ازدواج کرد. ناپدری هم خیلی زود او را به لینکُلنشیر در انگلستان فرستاد تا با مادربزرگ مادری اش زندگی کند. او کودکی مضطرب و عبوس بود و خیلی زود عصبانی می شد. وقتی پسر جوانی بود، ساعت های آفتابی می ساخت و می توانست با رصد موقعیت خورشید زمان را بگوید. یك بار آنچنان به خورشید خیره شد که به چشمانش آسیب زد و لازم بود چند روز را در یك اتاق کاملاً تاریك بستری شود تا دید چشمانش به حالت عادی برگردد. او که یك نابغه فراموشکار بود، از روی عادت همیشه دیر سر میز شام حاضر می شد. در واقع، سالها بعد در دانشگاه کمبریج، او فراموش می کرد که غذایش رَاکه برایش پشت در اتاق می گذاشتند، بردارد. او دستور زبان را تا روز امتحان مطالعه نمی کرد و معمولاً هم رتبه نخست را در امتحانات کسب می کرد.

او در دوره تحصیلش در کمبریج همه دروس را از زبان گرفته تا مکانیك حرکت دائم مطالعه کرد و بی توجه به وسایل و امکانات آسایش خود، موضوع مورد علاقه گذرای خود را با جدیت و سرسختی پی گیری می کرد تا اینکه یا در آن موضوع استاد می شد یا با پیدا کردن موضوعی جذاب تر برای فکر درخشانش، علاقه اش به موضوع قبلی از بین می رفت.

او در تلاشی برای بیان هندسه و مکانیك به زبان ریاضیات، شاخه ای در علم ریاضیات ابداع کرد که امروز ه به نام حساب دیفرانسیل می شناسیم. حساب دیفرانسیل برای تعیین رفتار یك کل برحسب رفتار مجموع اجزای بی نهایت کوچك آن به وجود آمد. وقتی برای نخستین بار روش

www.baffled.blogfa.com

های معجزه آسای آن معرفی می شوند، ممکن نیست کسی شگفت زدهٔ سادگی، منطقی بودن و قدرت این روش نشود. اگر کسی در این رشته استاد شود، مانند این است که وارد بزرگراهی شده که به همه جا ختم می شود. از حساب برای محاسبه اجزای هر شکل هندسی استفاده می شود. وقتی در قانون دوم حرکت نیوتن اجرا شود، از روش هایش می توان تعیین رفتار دینامیکی هر نوعی از اجرام - جامد، مایع و گاز استفاده کرد؛ مثلا، جریان نهری از آب، یا جریان هوا برفراز بال های یك هواپیما، حرکت یك ماهواره در مدار و بی شمار پدیده های دینامیکی دیگر. نیوتن همه این کارها را پیش از فارغ التحصیلی از کالج انجام داد.

او این روش مبتکرانه خود در ریاضیات را از ترس مشهور شدن و از دست دادن خلوت منتشر نکرد. اگر این کار را می کرد، بی شك بزرگترین ریاضیدان زمان خودش و همچنین ماهرترین دانشجوی دوره کارشناسی در تاریخ تحصیلات عالیه شناخته می شد. کمی پس از فارغ التحصیلی نیوتن از کمبریج درسال 1665 ، طاعون در انگلستان شایع شد و نیوتن برای نجات جانش به خانه ای روستایی رفت که در آن مدت ها درباره نور، ماهیت رنگ ها و سری های دوجمله ای در ریاضیات به تفکر مشغول بود. بیرون از اتاقش یك درخت سیب بود. روزی او سیبی را دید که از درخت افتاد، یا آن طور که در داستان ها می گویند، سیب روی سر او افتاد که زیر درخت نشسته بود. او ناگهان به این فکر افتاد که همان نیرویی که موجب افتادن سیب از درخت شده احتمالاً مسئول نگه داشتن ماه در مدارش است. او نتیجه گرفت که چه چیزی به جز کشش گرانش ممکن است مانع رها شدن ماه و حرکتش در بی کرانهای فضا در یك خط مستقیم شود؟

نیوتن می دانست که قدرت نیروی گرانش به نسبت مجذور فاصله از منبع گرانش، کاهش می یابد. او همچنین می دانست که فاصله ماه تا مرکز زمین تقریباً 60 برابر فاصله سطح زمین تا مرکز زمین است (این عدد 60/27 است). پس نتیجه گرفت که نیرویی که به سیب وارد می شود 60^2 یا 3600 برابر نیرویی است که به ماه وارد می شود. چون ماه در هر ثانیه 0/00134 متر از یك خط مستقیم فاصله می گیرد یعنی، به سوی مرکز زمین کشیده می شود تا همواره در مدارش به دور زمین قرار داشته باشد، سیب هم باید با همین سرعت از درخت بیفتد - یعنی فاصله ای حدود 0/00134 × 3600 یا 4/82 متر در هر ثانیه، که درست همین طور هم هست. افزون براین، اگر این موضوع درباره سیستم زمین و ماه صدق می کند، قطعاً درباره مجموعه خورشید و سیارات هم درست است، یعنی منظومه شمسی به دلیل نیروی گرانش خورشید در کنار هم مانده است.

باوجود اهمیتی که این نتیجه گیری داشت، نیوتن به سادگی محاسبات را کنار گذاشت و تصمیم گرفت که آنها را منتشر نکند. دوسال بعد اوبه عنوان استاد ریاضیات به کالج ترینیتی در

www.baffled.blogfa.com

کمبریج بازگشت. او کفش های کهنه به پا می کرد، روی ملحفه های کثیف می خوابید و اغلب فراموش می کرد که غذا بخورد یا بخوابد. روزی، او متعجب از اینکه چرا درحین کار قدرت فکری اش را از دست داده، دریافت که چندین روز است که نخوابیده است و با اکراه تمام بخواب رفت. در زمان دیگری او جلسه استادان دانشگاه راکه خیلی بندرت در آن شرکت می کرد، ترك کرد تا نوشیدنی بخورد اما به جلسه بازنگشت، چند ساعت بعد اورا در حالی یافتند که برروی کاغذهایش خم شده و سخت مشغول کار بود.

باگذر سالها، نیوتن همچنان برموضوع نور کار می کرد، محاسباتش را و همچنین موضوع هندسه تحلیلی را اصلاح می کرد، وگاهی هم به شکل تفننی به کیمیاگری می پرداخت و البته هرگز جز در برخی مواقع خاص در لابه لای سخنرانی هایش به کارهایش اشاره ای نمی کرد و گزارشی در جایی منتشر نمی کرد. البته، مطلبی هم که در سخنرانی هایش مطرح می کرد آنقدر بالاتر از سطح فهم مخاطبان بود که به ندرت پیش می آمد توجه کسی را جلب کند. اما نیوتن بدون توجه و در سکوت به کارش ادامه می داد.

نیوتن بسیار ماهر و زبردست بود وخودش ابزارهای مورد نیازش را می ساخت. او یك تلسکوپ می خواست، اما تلسکوپ نوع شکستی راکه گالیله ساخته بود و یك عدسی در جلو برای جمع آوری نور داشت، دوست نداشت. این نوع تلسکوپ ها برخی اوقات رنگ های غیر طبیعی به تصویر می دادند. بنابراین او تلسکوپ نوع بازتابی را ابداع کرد، که شامل یك آیینه اندود شده بود که نور را جمع می کرد و در چشمی کانونی می کرد (این نوع تلسکوپ را امروزه به نام تلسکوپ نیوتنی می شناسیم - مترجم.)

این اختراع دوران خلوت گذشته او را برهم زد. این تلسکوپ مشهورترین نوع تلسکوپ در جهان شد و عضویت در انجمن سلطنتی لندن را برای نیوتن به ارمغان آورد و همچنین او را تشویق کرد که مقاله ای درباره رنگ ها بنویسد. در قرن هفدهم میلادی، تعدادی انجمن علمی در اروپا شکل گرفت که همگی مستقل از تأثیر کلیسا یا حکومت ، خود را وقف بررسی پدیده های طبیعی کردند. انجمن سلطنتی لندن قدرتمند ترین و مؤثرترین این انجمن ها بود، که در میان اعضایش چندین نفر مایه مباهات بودند؛ از جمله ادموندهالی، کاشف دنباله دار معروف که نام او را یدك می کشد، کریستوفِر رن، اختر شناس، فیزیکدان و معمار کلیسای جامع سُنت پال در لندن و رابرت هوك اخترشناس و فیزیکدان معروف. هوك و هالی احساس می کردند که قانون عکس مجذور می تواند کشف کپلر را مبنی براینکه سیارات در مدارهای بیضی حرکت می کنند، توضیح دهد. اما مشکل به گفتهٔ هالی این بود که «*نمی توانیم آن را به طریق ریاضی ثابت* کنیم». هوك اما با تکبر اصرار داشت که او به اثبات رسیده است اما از آشکار کردنش خودداری

www.baffled.blogfa.com

می کرد که به گفته خودش، «*دیگران هم ممکن است سعی کنند و شکست بخورند و آنگاه است که در می یابند چقدر سیدن به این نتیجه سخت بوده است و برایش ارزش قائل می شوند*».

هالی بی توجه، به سعی خود ادامه داد اما شکست خورد و به اثبات موضوع نرسید، اما فکرکرد مردی را می شناسد که می تواند این کار را انجام دهد. نام او ایزاك نیوتن بود. پس در یك روز ماهِ اوت، هالی به کمبریج رفت واز نیوتن پرسید اگر نیروی گرانش خورشید سیارات را در مدار نگه داشته و این نیرو به نسبت مجذور فاصله سیارات تا خورشید کَم می شود، به نظر او مدار سیارات باید چه شکلی باشد؟

نیوتن بلافاصله پاسخ داد: «بیضی».

هالی در حالی که در چشمانش به گفته نیوتن «لذت وشگفتی» برق می زد، پرسید: «از کجا می دانی؟»

نیوتن گفت: «چون من آنها را محاسبه کرده ام.»

هالی پرسید: «محاسباتت را هنوز داری؟»

نیوتن در حالی که پاسخ مثبت می داد، در میان هزاران کاغذ که در اتاقش انبار کرده بود، به جستجوی محاسباتش پرداخت. اما نتوانست آنها را پیدا کند، با اینکه می دانست حدود پنج سال پیش بنا به در خواست هوك ونه هیچ کس دیگر آن را انجام داده بود. اما هوك، نیوتن را اذیت کرده بود و نیوتن هم که برای خاطر خودش قضیه را اثبات کرده بود، اثبات راکنار گذاشته بود.

حالا نیوتن مجبور بود که دوباره با مشکل روبرو شود. در عرض سه ماه، او به اثبات ریاضی هر سه قانون کپلر رسید. براساس این فرض که قانون گرانش عمومی از قانون عکس مجذور تبعیت می کند. هالی که متوجه اهمیت موفقیت نیوتن شده بود، به سرعت دوباره به کمبریج رفت و از نیوتن خواست که به سرعت کتابی درباره گرانش و دینامیك حرکت سیارات بنویسد.

به این ترتیب یکی ازدو کتاب علمی مهم وگسترده همه اعصار انتشار یافت. کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی و نظام جهان - اصول بنیادین یا ***The Principia*** که جواب گوی «چرا» و «چگونگی» قوانین کپلر بود.

چیزی که برای همیشه به فراموشی سپرده شد، برداشتِ (یا بهتر است بگوییم برداشتِ غلطِ) ارسطو بود که می گفت رفتار اجرام بستگی به ترکیب عناصرشان دارد. بنابراین یك مایع از قوانینی متفاوت از یك جامد یا یك گاز پیروی می کند. در جهان نیوتن یك کمیت مشترك هر جرمی را تعریف می کند - مقاومت آن در برابر سرعت گرفتن که او به اسم **inertia** (لَختی) یا جرم لَختی **inertial mass** تعریف کرد.

www.baffled.blogfa.com

قانون نخست نیوتن به سادگی می گوید که جرمی در حرکت، در همان حرکت باقی می ماند، یعنی جهت و سرعتش را حفظ می کند، اگر نیرویی به آن وارد نشود. اگر ساکن هم باشد به سکون ادامه می دهد (سکون فقط نوعی بی حرکتی است)

قانون دوم نیوتن شرح تغییرات حرکت یك جرم است وقتی که تحت تأثیر نیروی **F** قرار بگیرد. تغییرات در حرکت را با حرف **a** که اول واژه انگلیسی برای شتاب است نشان داده می شود؛ شتاب همان آهنگ تغییرات سرعت درزمان است. قانون دوم نیوتن چنین است : شتاب برابر است با نیرو تقسیم بر جرم لَختی جرم که با حرف **m** نشان داده می شود:

$$F = m \times a$$

این بدون شك مشهورترین و پُراستفاده ترین معادله در تاریخ علم است . این پایه همه معادلاتی است که به شرح حرکت همه مواد می پردازد بی توجه به ماهیتشان که گاز، مایع یا جامد باشند.

جرم، مهمترین ویژگی ماده و کمی هم گیج کننده است. برخلاف تصور رایج، این جرم لَختی و نَه وزن ماست که به عنوان خصوصیتی ثابت و بنیادی ما، یعنی بدن ما، را تعریف می کند. وزن ما فقط در حضور شتاب گرانش خود را نشان می دهد، و برابر است با جرم گرانشی **gravitational mass**ما ضرب در شتاب هر میدان گرانشی که ما در آن قرار داریم، بنابراین، اگر ما به یك سیاره دیگر برویم، وزنمان تغییر می کند به این دلیل که شتاب گرانشی آن سیاره با شتاب گرانشی زمین تفاوت دارد. مثلاً اگر وزن ما روی زمین 100 کیلوگرم باشد، وزنمان روی ماه فقط 16/7 کیلوگرم و روی سیاره مشتری 31700 کیلوگرم خواهد بود.

جرم گرانشی و جرم لَختی دوکمیت کاملاً متفاوت اند، و این حقیقت که اندازه آنها در سرعت های نسبتاً پایین برابر است به سادگی به علت روابط ریاضی لَختی با سرعت وسرعت نور است (بخش نسبیت را ببینید). اختلاف آنها فقط زمانی مشخص می شود که سرعت جرم به نزدیکی سرعت حرکت نور برسد.

جرم لَختی چیزی است که شما هنگام کشیدن یك جرم روی زمین آن را حس می کنید، جرم گرانشی چیزی است که هنگام بلند کردن جرم از زمین حس می کنید. جرمی که در مدار حرکت می کند جرم گرانشی ندارد اما جرم لَختی دارد. به همین دلیل است که با وجودی که بدن شما در مدار بی وزن است اما درصورت برخورد با جرمی دیگر به درد می آید. درد از عمل جرم لَختی جرم بر بدن شما ناشی می شود. مثال دیگر، این واقعیت است که وقتی سرعت شما به سرعت

www.baffled.blogfa.com

نور نزدیك شود، جرم لَختی شماافزایش می یابد و به سمت بی نهایت میل می کند و این در حالی است که شما چاق نمی شوید یا وزنتان اضافه نمی شود.

قانون سوم نیوتن نتیجه منطقی قانون دوم است. براساس این قانون برای هر عملی، عکس العملی برابر و در خلاف جهت وجود دارد. به زبان ساده یعنی اگر شما جرمی را فشار دهید، آن جرم هم شما را با همان نیرو فشار می دهد. ما این اثر را در زندگی هر روزمان تجربه می کنیم. دردی که شما در نشیمن خود پس از نشستن برنیمکت بِتُنی حس می کنید، نتیجه نیرویی است که بِتُن سخت، برابر وزن شما برشما وارد کرده است.

تصویری کامل از ترکیب قوانین دوم و سوم، تجربه ای است که شخصی درست درلحظه برخورد با زمین پس از سقوط از یك ساختمان بلند، پیدا می کند. وقتی او از هر طبقه ای پرت شود، سرعتش به طور متناوب افزایش می یابد. لحظه ای که او با زمین برخورد می کند شتاب منفی (کاهش سرعت) را تجربه می کند که شدتش بستگی به ماده پوششی کف زمین دارد اگر زمین بِتُنی باشد، سرعتش به شدت کم می شود و شتاب منفی ای که او حس می کند بسیار بزرگ است. اگر زمین چمن باشد، کمی طول می کشد تا بدن شخص در آن فرو برود و بنابراین شتاب منفی کمتری را حس می کند، واگر زیر او یك تشك ابری باشد، همچون چیزی که آتش نشان ها زیر ساختمان بلند در حال سوختن می گیرند تا افراد در طبقات بالا داخلش بپرند، مدت زمان زیادی طول می کشد تا بدن در آن فرو رود و زمان زیادی طول می کشد تا سرعت صفر شود و بنابراین شخص شتاب منفی بسیار کمی را حس می کند.

حالا، هر چه طبقه سقوط بالاتر باشد، بدن او به سرعت بیشتری می رسد و در نتیجه در لحظه برخورد با زمین شتاب منفی بسیار زیاد خواهد بود. بر طبق قانون دوم نیوتن، این شتاب منفی منجر به نیرویی می شود که بدن فرد به زمین منتقل می کند. بنابراین، این عمل سقوط نیست که منجر به آسیب دیدن یا حتی کشته شدن فرد می شود. جنس زمین، اندازه شتاب منفی و حتی نیرویی که بدن فرد به زمین منتقل می کند هم هیچکدام مقصر نیستند. برطبق قانون سوم نیوتن، این نیروی عکس العملی است که زمین بر بدن فرد وارد می کند و همان منجر به هر نوع آسیبی می شود. اگر فرد از طبقه اول روی چمن ها سقوط کند، یا از طبقه دهم روی تشك ابری بیفتد، ممکن است بدون هیچ آسیبی بلند شود و راه برود. اما اگر او از همان طبقه اول روی پیاده روی بِتُنی سقوط کند، ممکن است دست کم چندین استخوان شکسته برایش باقی بماند. حالت های دیگری هم هستند که ممکن است بلاهای بدتری برسر این فرد خیالی بیاورند.

روش دیگری برای توضیح قانون سوم نیوتن، این است که بگوییم نیروها همیشه دوتایی اند. نیرویی که به جرمی با شتاب مثبت وارد می شود، از سوی اینرسی inertia (لَختی) اِعمال می

www.baffled.blogfa.com

شود و نیرویی که به جرمی در حال استراحت وارد می شود، از سوی نیروی عکس العمل اِعمال می شود. این باعث شد نیوتن دریابد که گرانش دوطرفه است. اگر خورشید به زمین نیرو وارد می کند، زمین هم باید به خورشید نیرو وارد کند. بنابراین اگر گرانش خصوصیتی عمومی در جهان باشد، هر ذره در کائنات باید مستقل از اندازه اش برذرات دیگر اثر گرانشی بگذارد. مشاهدات نیوتن از اینکه فقط سیب است که به سوی زمین سقوط می کند و هرگز زمین به سوی سیب کشیده نمی شود، باعث شد نتیجه بگیرد که گرانش هر جرمی متناسب با جرم آن است. از ترکیب این نتیجه گیری با قانون عکس مجذور، او به فرمول مشهور خودش رسید که مقدار نیروی گرانش متقابل را بین دو جرم با جرم های m و M که به اندازه r از هم فاصله دارند، تعیین می کرد:

$$F = - G * M * m / r^2$$

عدد ثابت G، ثابت گرانشی gravitational constant نام دارد و علامت منفی نشان می دهد که دو جرم یکدیگر را جذب می کنند (در خلاف جهت هم حرکت می کنند). ولیکن این معادله منشاء گرانش را شرح نمی دهد. این مسئله باقی ماند تا آلبرت اینشتین در قرن بیستم آن را روشن سازد.

پس از انتشار کتاب *Principia*، نیوتن تبدیل به فردی با شهرت جهانی شد، اما همچنان خصوصیات ذاتی اش را حفظ کرده بود؛ فراموشکار، سرسخت و بی اعتنا به توجه اطرافیان. او در خواست مصاحبهٔ بن فرانکلین و وُلتر را رد کرد. نیوتن رئیس ضرابخانه شد و بسیاری از ضرابان سکه های تقلبی را به پای چوبه دار برد. در سال 1693، او به بی خوابی و حملات عصبی مبتلا شد. در آن دوران هم هنوز منتقدانی به او ایراد می گرفتند و در شگفت بودند که چطور ممکن است گرانش در فضای خالی از ماده عمل کند، تا آنجاکه حتی اخترشناسانی از جمله هویگِنس دانمارکی نظریات او را پوچ و از سرِ غیب گویی معرفی کردند.

نیوتن هم موافقت خودش را بااین نوع ارزیابی چنین نشان داد:

«آن قدر این پوچی عظیم است که هیچ بشری که پایه های فکری فلسفی داشته باشد نمی تواند راهی به آن بیابد.»

البته درك ما از گرانش به کمك ایده اینشتین که گرانش را انحناء فضا - زمان معرفی کرد بسیار کامل شد. اما، ما هرگز ماهیت واقعی آن را درنمی یابیم تا وقتی که نظریه وحدت میدان بتواند با موفقیت نظریه کوانتوم و نسبیت را با هم آمیخته کند.

محاسبات و قوانین نیوتن همچنین حرکت دقیق هر سیاره را درست و کامل توضیح نمی دهد. این حرکت فقط بستگی به اثر خورشید به تنهایی ندارد. بلکه نتیجه ترکیب اثر خورشید و اثر همه

www.baffled.blogfa.com

سیارات دیگر است. این «مسئله چند جرم» نام دارد که حتی امروزه باوجود ابر کامپیوترهای ما حل نشده باقی ست.

نیوتن همان قدر که به «چرایی» و «چگونگی» کائنات پرداخت به این هم فکر کرد که «چه کسی» پشت پرده همه این قضایاست. بخش بزرگی از تحقیقات او در ماهیت مربوط به الهیات و در طلب آن بود. او می نویسد، « *وقتی من رساله ام را درباره نظام جهان می نوشتم، فکر می کردم قطعاً این مفاهیم بنیادین در ملزم کردن مردم به ایمان به خداوند راهگشایند، و هیچ چیز نمی توانست بیش از این مرا خوشحال کند که دریابم درست فکر می کنم* ». معجزه واقعی ای که او به آن اصرار می ورزید، خودِ اصل وجود بود و او دستِ آفریدگار را در منشاء کائنات می دید. شاید او قوانین حرکت سیاره ها را کشف کرد، اما مؤلف واقعی این قوانین برایش همیشه ناشناخته بود. کیهان شناسان دنیای مدرن این موضوع را مسئله «شرایط نخستین» **initial conditions** می نامند و فیزیکدانان نظریه «علت و معلول » **cause and effect** "را مطرح می کنند. هر دو گروه درشگفتند که «چه کسی» نخستین علت را ایجاد کرده است؟ من فکر می کنم نیوتن پاسخ را در این جملات اداکرده است: *«این زیباترین نظم در مجموعه خورشید،سیاره ها و دنباله دارها، جز با نظر و سیادت موجودی خلاق و قدرتمند به وجود نمی آمد. حرکتی که سیارات دارند امکان ندارد که فقط دلیلی طبیعی داشته باشد، بلکه نیرویی خلاق و باهوش پشت سرآن است.»*

چیزی که درباره نیوتن باعث تأسف است این است که او ازدواج نکرد و یکی از تردستی های فوق العاده زیبا و لذت بخش همان خلاق هوشمند را از دست داد و آن هم معجزه تولید مثل بشر بود. او همچنین نسل بعد از خود را از نعمت ژن هایش بی بهره گذاشت، هر چند که علم ثابت کرده است به ندرت نبوغ فردی به بچه هایش انتقال پیدا می کند.

ساعت ها؛

وسایلی برای اندازه گیری فاصله سیارات و ستاره های نزدیک

قرن هفدهم را عصر طلایی اخترشناسی می نامند. چراکه در این دوره بدون هیچ چون و چرایی ثابت شد که زمین هم یکی از پنج سیاره شناخته شده است و درمداری بیضوی به دور خورشید می گردد، و اینکه حرکت های سیارات را می توان به کمك معادلات تعریف شده ریاضی و اصول فیزیکی پیش بینی و محاسبه کرد. این معادلات و اصول همان قدر روی زمین صادق و درست اند که درفضای خارج از زمین، اما یك مشکل هنوز حل نشده باقی مانده بود. همه فاصله ها را با واحدی به نام واحد نجومی (AU) می سنجیدند که طبق تعریف فاصله متوسط

www.baffled.blogfa.com

زمین تا خورشید یك واحد نجومی است که مقدار دقیقش هنوز معین نشده بود. اگر این یکی مشخص می شد، نه تنها فاصله دقیق همه سیارات دیگر از خورشید و از یکدیگر محاسبه می شد، بلکه حتی می توانستند به کمك اندازه گیری اندازه ظاهری سیارات در تلسکوپ (قطر تلسکوپی) با استفاده از چشمی های میکرومتر (ریز سنج) متصل به تلسکوپ، قطر واقعی آنها را هم به دست آورند. فراتر از همه اینها می توانستند با کمك اختلاف منظر، یعنی با استفاده از مثلث بندی، فاصله ستاره ها را هم پیدا کنند.

واضح است که این نخستین مسئله ای بود که اخترشناسان پس از نیوتن با آن روبرو شدند.

تا زمان نیوتن، مقادیر تخمین زده شده برای واحد نجومی صرفاً حدس و گمان بودند. این مقادیر در محدوده ای بین 5.7 میلیون کیلومتر در قرن دوم پیش از میلاد تا 22.5 میلیون کیلومتر در زمان کپلر تغییر کردند، مقدار حقیقی 148.8 میلیون کیلومتر است). دو روش برای اندازه گیری دقیق واحد نجومی پیش روی اخترشناسان بود. یك روش استفاده از چشمی میکرومتر واندازه گیری قطر ظاهری یك سیاره مثلاً مریخ از درون تلسکوپ، و سپس محاسبه فاصله اش از زمین برحسب حدس قطر واقعی سیاره به نسبت زمین بود. هر چند که فکر خامی بود، اما هویگِنس فرض کرد که قطر مریخ 60 درصد قطر زمین است (مقدار واقعی 53 درصد است) و به این ترتیب در محاسباتش عدد 160 میلیون کیلومتر را برای یك واحد نجومی پیدا کرد. اما واضح است که هیچ کس به این عدد اطمینان نکرد. روش دیگر که روش دقیق تری هم بود، مثلث بندی با سیاره ای نزدیك همچون مریخ یا زهره بود. اما این روش مستلزم تعیین موقعیت ظاهری سیاره ازدو نقطه روی زمین با فاصله دست کم چند هزار کیلومتری از هم بود . مشکل اینجا بود که برای پرهیز از بروز مشکلات به دلیل حرکت هر دو سیاره و چرخش زمین به دور محورش، باید این اندازه گیری دریك زمان انجام می شد. این شاید امروزه ساده باشد، اما در آن زمان هیچ ساعت دقیقی برای نگه داشتن زمان و هم اینکه راهی دقیق هم برای اندازه گیری فواصل طولانی روی زمین وجود نداشت. خوشبختانه در هر دو این حوزه ها خیلی سریع پیشرفت هایی رخ داد. نه به خاطر علم بلکه به خاطر تجارت و بازرگانی.

درآنزمان کالاهای اروپایی به کمك کشتی ها از روی دریاهای وسیع می گذشتند و به همه نقاط دنیا می رفتند. در این میان ملوانان فقط می توانستند عرض جغرافیایی شان- موقعیتشان در جهت شمال - جنوب را اعلام کنند؛ آن هم به کمك اندازه گیری ارتفاع خورشید ، ماه یا ستاره قطبی برفراز افق به کمك وسیله ای به نام سِکستانت. اما تعیین طول جغرافیایی موقعیت در جهت شرقی - غربی - بستگی به زمان داشت نه فضا، چراکه ستاره ها با سرعت 15 درجه در ساعت در آسمان حرکت می کردند. بنابراین، ملوانان احتیاج داشتند که زمان را بدانند و موقعیت هر ستاره

www.baffled.blogfa.com

ای را اندازه گیری کنند تا دریابند که از زمان ترك بندر چقدر در جهت شرقی - غربی حرکت کرده اند.

روی زمین زمان را به کمك ساعت های پاندولی (آونگی) نگه می داشتند. اما این وسیله روی کشتی خوب کار نمی کند و حرکت دائم اَمواج کشتی، حرکت پاندول را مختل می کند. در نتیجه، بسیاری از کشتی ها راهشان راگم می کردند و یا براثر برخورد با صخره ای درشب و اینکه نمی توانستند موقعیتشان را نسبت به ساحل یا مقصد اعلام کنند، غرق می شدند. پس فقط هم مقاصد اقتصادی بود که شورای طول جغرافیایی انگلستان، جایزه ای بیست هزار پوندی برای کسی تعیین کرد که بتواند روشی عملی برای اندازه گیری طول جغرافیایی در سفرهای کشتی ها براقیانوس اطلس ابداع کند که فقط هم نیم درجه خطا داشته باشد.

جان هریسون؛ مرد ساعت ساز

برای جان هریسون، مرد نجار انگلیسی که ساعت ساز شد، تقریباً بیست سال طول کشید تا ابزاری راکه خودش آن را *Watch* یا ساعت نامید، کامل کند. نمونه نهایی اختراع او در سال 62 - 1761 از لندن به جامائیکا فرستاده شد تا دربرابر خورشید آزمایش شود. این ابزار فقط 5.1 ثانیه در هر هشتاد روز خطا داشت. اما همان طور که از سنت انگلیسی برمی آید، هریسون هرگز جایزه اش را به طور کامل دریافت نکرد.

نزدیك ترین مقداری که اخترشناسان برای واحد نجومی به دست آوردند که با روش مثلث بندی با مریخ به کمك ساعت های پاندولی انجام شده بود، 140 میلیون کیلومتر بوده است. با اینکه این عدد بسیار دقیق بود، اما هنوز تخمین وحدسی قریب به یقین محسوب می شد.

زهره از مریخ به زمین نزدیك تر می شود؛ بنابراین، برای مثلث بندی بسیار مناسب تر است. اماچون در نزدیك ترین حالتش به زمین، میان زمین و خورشید است، در بیشتر مواقع در نور خیره کننده خورشید گم می شود، اما دوبار در هر قرن دقیقاً از جلو قرص خورشید می گذرد که به این پدیده گذر می گویند. در گذر، سیاره همچون قرصی سیاه برچهره خورشید دیده می شود. درسال 1761 و 1769 که گذر زهره اتفاق می افتاد، بسیاری از اخترشناسان مجهز به ساعت و تلسکوپ، سختی های بسیاری را تحمل کردند از جمله، حمله پشه ها، گیر افتادن در میان جنگ هفت ساله، سرمای کشنده، تا بتوانند گذر را از مناطقی همچون سیبری، آفریقای جنوبی و جنوب اقیانوس آرام رصد کنند. داده هایی که درطی این رصد ها جمع آوری شدند منجر به تخمین مقدار واحد نجومی تا 10 درصد مقدار واقعی آن شدند. در قرن بعد، مثلث بندی با مریخ درسال 1877 و مثلث بندی با چندین سیارك، خطا را به حدود 2 تا 3 درصد رساند. بنابراین،

www.baffled.blogfa.com

عظمت منظومه شمسی بیش از صد برابر چیزی که بطلمیوس تخمین زده بود، برای بشر آشکار شد، بشری که حالا حاضر بود با مسئله اندازه گیر فواصلی بس عظیم تر تا ستاره ها روبرو شود.

یکی از نخستین روش های تعیین فاصله تا یك ستاره، این بود که فرض کنند ستاره ذاتاً درخشندگی اش برابر با درخشندگی خورشید است و بنابراین درخشندگی اش که قدر نام گرفت به نسبت عکس مجذور فاصله ستاره کاهش می یابد. درخشندگی ذاتی ستاره هااز یك ستاره تا ستاره دیگر بسیار متفاوت است. پس باید برای روبروشدن با این مسئله پرزحمت هم به سراغ مثلث بندی **triangulation** می رفتند. چون ستاره ها بسیار دورند،اگر هم حتی زاویه راس قابل اندازه گیری باشد، قاعده مثلث از فاصله هر دو نقطه احتمالی روی زمین بیشتر می شود. اگر مقدار واقعی واحد نجومی به خوب شناخته می شد. بلندترین قاعده برای مثلث بندی قطر مدار زمین به دور خورشید می شد.

« اختلاف منظر ستاره ای **parallax** » را به این ترتیب می توان به دست آورد که موقعیت ستاره ها را در دوشب به فاصله 6 ماه ثبت کنیم. البته می بایست روش های رصدی وابزارهای آنها آنقدر بهبودمی یافتند که بتوانند زاویه رأس مثلثی را اندازه بگیرند که قاعده اش 300 میلیون کیلومتر است. ساق های این مثلث دست کم 40 میلیون میلیون کیلومترند، یعنی زاویه رأس، یك ده هزارم یك درجه خواهد بود. این اعداد فقط برای ستاره های آلفا و پروکسیما قِنطورس **Alfa and proxima Centauri** صحت دارد که با فاصله 4.3 سال نوری، نزدیك ترین ستاره ها به ما هستند. با ابزارهای پیشرفته امروزی، می توانیم اختلافات منظر ستاره ها را تا فاصله 20 سال نوری از زمین پیداکنیم.

درسال 1838 ، فردریك بِسِل اختر شناس و ریاضی دانی که در رصد خانه کونیسبرگ کار می کرد، با استفاده از تلسکوپ قدرتمندی که جوزف فرانهوفِر - عینك ساز ماهر آن زمان _ ساخته بود، اختلاف منظر ستاره 61 - دجاجه را تا 10 درصد مقدار واقعی آن که 10.9 سال نوری است، اندازه گیری کرد.

لازم است به این نکته اشاره شود که روش اختلاف منظر ستاره ای فقط می تواند فاصله ستاره هایی تا حدود 20 سال نوری از خورشید را تعیین کند. محاسبه فواصلی دورتر از آن تا سال 1933 که انبساط کائنات کشف شد ممکن نبود.

هِرشل، گالِه، تومبا؛ کاشفان سیارات

ویلیام هرشل (1822-1738) یك مهاجر آلمانی بود که در جوانی به انگلستان سفر کرده بود. او درباره نور و عدسی ها مطالعه می کرد و براساس طراحی نیوتن تلسکوپ های بزرگ می ساخت. اوبرای شناسایی منظومه های ستاره ای دوتایی (دو ستاره که به دور هم می گردند)

www.baffled.blogfa.com

double star systems از یکی از تلسکوپهای کوچك خود استفاده می کرد تا اختلاف منظر ستاره های مختلفی را که در یك راستای دید قرار داشتند، اندازه گیری کند. او در این محاسبات از حرکت سالیانه زمین کمك می گرفت تا قاعده بزرگی به دست آورد. از آنجا که یك ستاره نزدیك به زمین، اختلاف منظر بیشتری نسبت به ستاره دورتر نشان می داد، او می توانست حرکت آنها را به دور یکدیگر محاسبه کند. دوسال طول کشید تا او به این روش ستاره های دوتایی را شناسایی کند. در شب سیزدهم مارس سال 1781 ،او متوجه ستاره ای شد که نسبت به همسایگانش به نظر بزرگتر می آمد. نخست ،فکر کرد که دنباله داری را کشف کرده است، اما رصدهای بعدی نشان دادند که این جرم سیاره ای است که فراتر از زحل به دور خورشید می گردد؛ یعنی دورترین سیاره ای که تا آن زمان کشف شده بود.

هرشل این سیاره جدید را به نام جورج سوم پادشاه انگلستان *Georgium sidus* یا ستاره جورج نامید، اما اخترشناسان دیگر کشورها و البته برخی از اخترشناسان انگلستان از اینکه سیاره جدید را به نام پادشاه بخوانند امتناع کردند و آن را «سیاره هرشل» نامیدند. اما چند سال بعد ، نام *اورانوس* برایش پیشنهاد شد و سرانجام همین نام انتخاب شد. این کشف هرشل را مشهور کرد و ازدواجش با یك بیوه ثروتمند، درست پس از این واقعه او را ثروتمند هم کرد. در سال های بعد او تلسکوپ های بیشتری ساخت و به همراه خواهرش کارولین، راه شیری را نقشه برداری کرد.

برخی اخترشناسان اروپایی این کشف را تصادف نامیدند، اما خودِ هرشل معتقد بود که این نتیجه جستجوی روش مند و نظام مند آسمان بود که سرانجام او را به کشف اورانوس رساند. در حقیقت اخترشناسان پیش از هرشل 17 بار اورانوس را دیده بودند، اما از آنجایی که اورانوس خیلی کند حرکت می کند، هر بار آن را همچون ستاره ای ثبت کرده بودند. درطی نیم قرن بعدی، اخترشناسان مسیر حرکت اورانوس را در آسمان ثبت کردند ودراین میان متوجه برخی آشفتگی های کوچك در مدارش شدند که با پیش بینی های قوانین همخوانی نداشت. این آشفتگی ها، اخترشناسان قرن نوزدهم را با مشکلی روبرو کرد و برخی به این نتیجه رسیدند که این انحرافات حاصل اثر گرانشی سیاره دیگری فراتر از اورانوس است که هنوز کشف نشده است.

در سال 1843، اخترشناس انگلیسی دیگری به نام جان آدامز به سراغ این مسئله رفت. او در عرض دوسال، با استفاده از شدت این تغییراتِ خیلی کوچك، مدار و موقعیت سیارهٔ کشف نشده را محاسبه کرد. هر چند که رصدگران آسمان در انگلستان پیش بینی او را جدی نگرفتند و در آسمان به دنبال این سیاره نگشتند.

www.baffled.blogfa.com

بنابراین، افتخار کشف این سیاره که بعدها نپتون نامیده شد، نصیب اخترشناسی آلمانی به نام یوهانس گاله شد. او در سپتامبر سال 1846، درباره پیش بینی مشابهی که یك اخترشناس فرانسوی به نام اوربن لِوریه انجام داده بود، مطالعه ای کرد و همان شب در پی 30 دقیقه جستجوی درستِ آسمان، نپتونَ راکشف کرد. نپتون فقط 2 درجه نسبت به پیش بینی آدامز فاصله داشت. وقتی بعدها کار آدامز منتشر شد، فرانسوی ها او را متهم به سرقت علمی کردند و مشاجره و دشمنی سختی درگرفت که تا سال ها ادامه داشت.

همین اواخر بود که اخترشناسانی که دست نوشته های گالیله را بررسی می کردند، با شگفتی تمام دریافتند که گالیله در 27 دسامبر سال 1616، نپتون را رصد کرده بود. همچنین دوباره یك ماه بعد هم آن را دیده بود، اما آن را همچون ستاره ای در زمینه پشتِ مشتری ثبت کرده بود. در آن زمان، زحل آخرین سیاره شناخته شده برای اخترشناسان بود، اما به دلیل فاصله زیاد نپتون تا خورشید، حرکت آن در طی یك ماه به سختی اززمین قابل تشخیص است و گالیله تصور کرده بود که نپتون یك ستاره است.

جالب است بدانید که نپتون از زمان کشفش تا به امروز هنوز یك دور کامل دور خورشید نگشته است (زمان یك گردش کامل آن 165 سال است) و مهم تر این که در سطح آن الماس میبارد.

پرسیوال لاول، میلیونر عجیب و غریبی اهل بوستون بود که فکر می کرد کانال هایی را برسطح مریخ رصد کرده و معتقد بود که این کانال ها را موجودات هوشمند مریخی ساخته اند. پس رصد خانه ای در فلگ استف، آریزونا Falgstaff, Arizon, ساخت تا این موضوع را ثابت کند. باضافه، برای افزایش آوازه رصدخانه اش جستجویی را هم برای یافتن سیاره ای ورای نپتون آغاز کرد. او برای اینکه جستجویش اصولی باشد، محاسباتی را هم مانند محاسبات آدامز در زمان جستجوی نپتون انجام داد، و به این نتیجه رسید که سیاره ای با 7 برابر جرم زمین می بایست در صورت فلکی ثور پیدا شود. او تا روز مرگش در سال 1916 به این جستجو ادامه داد؛ البته بدون هیچ موفقیتی.

در سال 1920، رصد خانه لاول اختر شناس جوانی را به نام کلاید تومبا استخدام کرد تا جستجوی پرسیوال را به دنبال سیاره جدید ادامه دهد. تومبا کار خود را با عکاسی هر چند شب یك بار از ناحیه دایره البروج در آسمان، آغاز کرد. او بر هر صفحه عکاسی دو عکس تهیه می کرد که هر کدام شامل 400 هزار ستاره بودند و سپس آنها را مقایسه می کرد. پس از گذشت حدود یك سال، در روز 18 فوریه سال 1930، او روی یك جفت از صفحه ها نقطه ای را یافت که حرکت کرده بود. همان طور که خودش بعدها این روز را به خاطر می آورد به سرعت زمان را یادداشت کرده که 2 دقیقه مانده به 4 بعداز ظهر بوده است. چرا که *« من فکر می کردم این*

www.baffled.blogfa.com

لحظه، لحظه ای تاریخی خواهد بود » خبر کشف سیاره پلوتو، روز 13 مارس اعلام شد؛ در یکصد و چهل و نهمین سالگرد کشف اورانوس و هفتاد و پنجمین سالگرد تولد پرسیوال لاول.

در آن زمان، پلوتو فقط 6 درجه با مکانی که پرسیوال لاول پیش بینی کرده بود فاصله داشت. اما رصد های متوالی و کم فروغ بودن پلوتو نشان داد که آشفتگی های مدار نپتون بیشتر خطای رصدی بوده تا اثر گرانشی پلوتو که جرمش فقط 0.2 درصد جرم زمین است، و اصلاً به پیش بینی لاول نزدیك نیست. این کشف نشان می دهد که اگر شما با دقت و حوصله و پشتکار کافی به هر گوشه ای از کیهان نگاه کنید، قطعاً چیزی تازه خواهید یافت.

جرم نسبتاً کم پلوتو، مدار بسیار کشیده و انحراف 17 درجه ای اش با دایره البروج، آن را از همه سیارات دیگر مجزا کرده است. طی سال ها، برخی از اخترشناسان جایگاه سیاره ای پلوتو را زیر سئوال برده اند و اعلام کرده اند که این جرم، عضوی از خانواده سیارك های کمربند کویی پر است. اما هیچ کس این ادعاها را جدی نگرفت تا اینکه در سال 2000 میلادی (1379 شمسی)، آسمان نمای هایدن نیویورك Hayden Planetarium که تازه طراحی مجدد شده و بسیار مشهور شده بود _ البته زیادی بزرگش کردند! _ به طور رسمی سیاره بودن پلوتو را رد کرد و با پُررویی تمام اعلام کرد که منظومه شمسی فقط 8 سیاره دارد! اما افکار عمومی و همچنین بیشتر انجمن های اخترشناسی این برخورد را صرفاً نوعی دیدگاه خاص تلقی کردند؛ تا تصمیمی مبتنی بر اصول علمی محکم و مستدل.

کشف کهکشان ها؛ کائنات جزیره ای

در نظر اخترشناسان قرن نوزدهم، سحاب ها، ابرهایی از گاز و غبار داخل کهکشان راه شیری بودند که برخی به شکل تار عنکبوت در هم پیچیده بودند و برخی شکل مارپیچی شبیه چرخ داشتند. تنها یک نفر فیلسوفی به نام اِمانوئل کنت بود که فقط به کمك حس ششم خود تصور می کرد که آنها مجموعه هایی از ستاره ها هستند که نیروهای گرانش متقابلشان آنها را کنار هم نگه داشته است. آنها برای اینکه تفاوت میان سحابی که در واقع کهکشان بود و سحابی که واقعاً ابری از گاز و غبار بود را دریابند، می بایست از فاصله آنها تا زمین آگاه می شدند. تعیین این فاصله تا ساخت و اصلاح طیف سنج spectrometer به تعویق افتاد. طیف سنج وسیله ای است که نور را به اجزای رنگی سازنده اش (طیف) spectrum تقسیم می کند و از روی آن می توان سرعت و جهت حرکت جرم تابنده نور را مشخص کرد.

نخستین اخترشناسی که طیف سنج را برای بررسی ستاره ها استفاده کرد، ویلیام هاگینس بود که دریافت همهٔ ستاره ها شبیه خورشیدند. در سال 1864، او تلسکوپ مجهز به طیف سنجش را به

www.baffled.blogfa.com

سوی یک سحابی نشانه رفت، و دریافت که همهٔ سحاب های مارپیچی و فقط برخی از سحاب های تار عنکبوتی، طیفی شبیه خورشید و باقی ستاره ها را دارند. بیشتر اخترشناسان بر این عقیده بودند که آنها ابرهای گازی اند که درونشان ستاره ای متولد شده است. در حالی که دیگر سحاب ها هنوز به حدی از بلوغ نرسیده اند که چنین کنند. از بد اقبالی علم اینکه، حدود دو میلیون سال پیش ، ستاره ای در سحابی آندرومدا منفجر شده بود و نور آن در سال 1885 به زمین رسیده بود، درست در زمانی که موجب سردرگمی ذهن دانشمندان درباره ماهیت سحاب ها بود. پس از انفجار ستاره لایه های بیرونی اش را در همه جهات پخش کرده و ابری از گاز در اطرافش پدید آمده بود. ستارهٔ باقی ماندهٔ مرکزی ابر، بیش از یك میلیون بار درخشنده تر شده بود و بنابراین به مدت چند هفته از زمین به راحتی دیده می شد. طرفداران این موضوع که سحاب های مارپیچی محل تولد ستاره ها هستند، ظهور ناگهانی این ستاره را شاهدی بر ادعای خود دانستند و ناپدید شدن آن را پس از چند هفته به آرامش ستاره پس از یك تولد پرسروصدا نسبت دادند.

به این ترتیب، اخترشناسان قرن نوزدهم که در دو بُعد باقی مانده بودند، خودشان را با فهرست بندی نام، طیف، رنگ و موقعیت دو بُعدی ستاره ها مشغول نگه داشتند.

هِنریتا لِویت؛ زن محاسب

کالج هاروارد، مرکز فعالیت هایی همچون تجزیه و تحلیل و فهرست بندی ستاره ها وطیفشان بود. اختر شناسی به نام اِدوارد پیکرینگ، درسال 1876 از دانشگاه MIT به هاروارد آمد و تا زمان درگذشتش در سال 1919 آنجا ماند. او دو رصد خانه به پاکرد؛ یکی در فلَگ استَف آریزونا برای رصد نیمکرهٔ شمالی آسمان و دیگری در آرکوئیپا در پرو برای رصد آسمان نیمکرهٔ جنوبی. او با استفاده از فیلم های استاندارد و زمان نوردهی مناسب، طیف حدود 250 هزار ستاره را ثبت کرد و به کمبریج فرستاد. او 40 زن را در سِمُت مُحاسِب (حِسابگر) استخدام کرد تا نتایج را برایش طبقه بندی وفهرست کنند. این کار آنقدر کسالت آور و بی روح بود که هیچکدام آنها بیش از چند سال دوام نیاوردند. اما در میان تعدادی که باقی ماندند، یکی بود به نام هِنریتا لِویت. کار او این بود که دو صفحه عکاسی را که طی دو شب مختلف از یك منطقه از آسمان تهیه شده بود، با هم مقایسه کند و ستاره ای را بیابد که نورش تغییر کرده باشد.

این نوع ستار ها را به نام ستاره های متغیر می نامند که دو نوع اند:

یکی از این انواع، ستاره های متغیرگرفتی اندecliptic binaries که در واقع یك منظومه دوتایی اند. وقتی یکی از ستاره ها جلو دیگری را می گیرد (گرفت ایجاد می کند) نور مجموع کاهش می یابد. گروه دیگر، ستاره های متغیر ذاتی اند genuine variables که درخَشندگی حقیقی شان در طول زمان تغییر می کند و به نظر می رسد که در حال تپیدن اند. مدت این تَپش

www.baffled.blogfa.com

ها از چند ساعت تا چند سال تغییر می کند. آنهایی که از همه سریع تر می تپند، متغیرهای قیفاووسی **Cepheid variables** نامیده شده اند؛ چرا که نخستین آنها در صورت فلکی قیفاووس کشف شد . بخت با هنریتا لویت همراه بود که مشغول بررسی هزاران متغیر قیفاووسی شد که به دو سحابی به نامهای ابر ماژلانی کوچك و بزرگ **The Large and The small Magellanic Clouds** متعلق بودند. اتفاقاً این دو سحاب در واقع دو کهکشان کوچكِ اقماری به دور راه شیری اند که درفاصله 150 هزار سال نوری از زمین قراردارند. از آنجایی که همه ستاره ها در این فاصله یکسان از زمین به هم وابسته اند، هر تغییری در درخشندگی شان به دلیل فاصله شان، از مقدار درخشندگی حذف می شد. این باعث می شد که رابطه ذاتی میان درخشندگی آنها و دوره تناوب تپش آنها بر هنریتا لویت آشکار شود و همچون الگویی خود را نشان دهد _ هر چه ستاره پرنور تر باشد، دوره تناوب تپش طولانی تر است. بنابراین، اگر قدر مطلق یك ستاره متغیر قیفاووسی _ یعنی درخشندگی واقعی اش _ را که فاصله اش مشخص باشد پیدا کنیم، می توانیم از روی دوره تناوب تپش ستاره های قیفاووسی دیگر تمام فواصل را تا همه جای کائنات اندازه بگیریم، مثلاً فاصله تا کهکشانی دیگر را که حاوی فقط یك متغیر قیفاووسی باشد. با اینکه یافتن نخستین فاصله مشکل بود اما اخترشناسان سرانجام به کمك چندین متغیر قیفاووسی کوتاه دوره با استفاده از روشی آماری که شامل حرکت خورشید در میان ستاره های همسایه اش می شد، این کار را انجام دادند و در نتیجه اختر شناسی بُعد سوم خودش را هم یافت .

جورج هِیل ؛ سازنده تلسکوپ ها

جورج اِلری هِیل، هم هنگامی که بچه بود مانند همه بچه ها در کتاب ها خوانده بود که نور را می توان به اجزای سازنده اش تقسیم کرد. او وقتی بیست ساله بود، نخستین طیف نگار خورشیدی را ساخت، که از خورشید در یك قسمت از طیف عکاسی می کرد و این عکس های طیف های مختلف همه با هم متفاوت بودند. او بر این باور بود که اختر شناسی و فیزیك با هم می توانند تحول ستاره ها را از تولد تا مرگ دنبال کنند؛ حتی بهتر از داروین که به سیر تکامل حیوانات دست یافت. بعدها او نتیجه تحقیقات رصدخانه های زیر نظرش را در نشریه ای به نام *اَستروفیزیکال ژورنال* منتشر کرد. البته نظر او کاملاً درست بود و زمانی که زمینه علمی کاملاً جدیدی به نام فیزیك اختر ی **astrophysics** شکل گرفت این نظر اثبات شد.

کار هِیل در شغل ساخت تلسکوپ زمانی آغاز شد که شنید دانشگاه کالیفرنیای جنوبی یك عدسی 60 اینچی از فروشگاهی در پاریس سفارش داده است.

www.baffled.blogfa.com

مونت ویلسون ؛ خانه شکارچیان ستاره ها

رصدخانه مونت ویلسون در کالیفرنیا، در سال 1914 به یک تلسکوپ 60 اینچی _ بزرگترین تلسکوپ جهان در آن زمان _ مجهز شد و قرار بود که کمی بعد هم صاحب یک تلسکوپ 100 اینچی شود. راه رسیدن به این رصدخانه حدود 14 کیلومتر جاده خاکی کوهستانی بود، یعنی وسایل و تجهیزات را یا باید با قاطر حمل می کردند یا داخل کوله پشتی هایی تا ارتفاع 1800 متر بالا می بردند. اما جای رصدخانه واقعاً مطلوب بود _ با آسمانی به سیاهی قیر و درخشش هزاران هزار ستاره.

هارلو شیپلی،اخترشناس جوانی بود که به دلیل انجام برخی مطالعات پیش گامانه درباره ستاره های دوتایی در دانشگاه پرینستون برای خود نامی دست و پا کرده بود. او به این امید به مونت ویلسون آمد که به پیشرفت های بیشتری دست یابد. به او آموخته بودند که بهترین جا برای کشف متغیرهای قیفاووسی داخل خوشه های کروی است – مجموعه هایی بی نظیر از ستاره ها که دور هم جمع شده اند و شاید حتی بتوان آنها را شهرهای ستاره ای نامید. او از تلسکوپ 60 اینچی استفاده کرد تا درخشندگی ظاهری و سرعت تپش ستاره های قیفاووسی کوتاه دوره را در یک دوجین از خوشه های کروی نزدیک تر، اندازه گیری کند. سپس با مقایسه داده هایش با اطلاعاتی درباره درخشندگی مطلق ستاره های قیفاووسی، فاصله آنها را محاسبه کرد. او همچنین درخشندگی ظاهری پُرنورترین ستاره های غول سرخ و اَبَرغول را در هرکدام از خوشه های نزدیک به طور جداگانه بررسی و اندازه گیری کرد و آنها را با مقادیر قیفاووسی ها مقایسه کرد. وقتی او نتیجه خوبی از محاسبه قدر مطلق این ستاره ها کسب کرد، قیفاووسی ها را کنار گذاشت و از ستاره های غول برای محاسبه فاصله خوشه های دورتر استفاده کرد.

شیپلی با استفاده از داده هایش، نقشه ای سِه بُعدی از خوشه های کروی تهیه کرد که نشان می داد آنها در فضای کروی عظیمی پراکنده اند. مرکز این کره البته، جای خورشید نبود، بلکه جایی دهها هزار سال نوری آن سوتر در صورت فلکی قوس بود. این جایی بود که شیپلی اصرار می کرد مرکز کهکشان راه شیری است.

ناگهان، مرکز کائنات که ارسطو آن را زمین دانسته بود و کوپرنیک آن را به خورشید تغییر داده بود، یک بار دیگر تغییر کرد و این بار شیپلی آنجا را مرکز کهکشان دانست.

شیپلی قطر کهکشان راه شیری را 250 هزار سال نوری و خورشید را در فاصله تقریبی 50 هزار سال نوری از مرکز آن تخمین زد. اعداد صحیح این مقادیر امروزه 100 هزار سال نوری برای قطر کهکشان و فاصله 30 هزار سال نوری از لبه یا 20 هزار سال نوری از مرکز برای موقعیت خورشید است. اشتباه او این بود که نوری را که از ستاره تا زمین توسط گاز و غبار کهکشان جذب می شود، کمتر از واقعیت تخمین زده بود – با توجه به این که بیشتر خوشه های کروی هم

www.baffled.blogfa.com

در صفحه کهکشان پراکنده اند. او کم نور بودن ستاره ها را به جای این جذب نور، به فاصله آنها نسبت داده بود.

در سال های بعد، شیپلی همچنان به این تخمین زیاده از حد خود درباره ابعاد کهکشان راه شیری معتقد بود و همچنین این که سحابهای مارپیچی خود کهکشان های مستقلی اند را رد می کرد. بنابراین به نظر می رسد که او به طور ضمنی کهکشان راه شیری را کل کائنات می دانست. اخترشناسی به نام هارلو کرتیس که در رصدخانه لیک در سن خوزه، کالیفرنیا کار می کرد به نتیجه گیری شیپلی درباره اندازه راه شیری و همچنین موضوع سحابهای مارپیچی اعتراض کرد؛ او معتقد بود که این سحابها هر یک کهکشانی مستقل اند و در واقع کائنات جزیره ای را باور داشت.

بحث میان شیپلی و کورتیس آن چنان جامعه علمی را به خود مشغول کرد که آکادمی ملی علوم در ایالات متحده، مناظره ای بین آنها برپا کرد. اما این دو نفر از ترس اینکه مبادا به هم ببازند، از مناظره پرهیزمی کردند تا اینکه سرانجام مناظره روز 26 آوریل سال 1920 انجام شد. یکی از تماشاگران حاضر در جلسه آلبرت اینشتین بود، کسی که با اثبات نظریه نسبیتش در جریان کسوف سال پیش از آن، به دانشمندی با شهرت جهانی تبدیل شده بود. در طول مناظره و همچنین در سال های بعد، کورتیس همیشه بر ضعف نظر شیپلی درباره ماهیت سحابهای مارپیچی تأکید می کرد. اما شیپلی اظهار می داشت که ظهور اُبرنواَختَر سال 1885 در سحاب آندرومدا، درستی نظر او را تأیید کرده است، چرا که او بر این باور بود که ستاره ای که این مسافت بین کهکشانی را طی کند و با این قدر نور بدرخشد، باید صدها میلیون بار درخشنده تر از یک ستاره عادی باشد _ که البته آن ستاره همین طور هم بود. شیپلی همچنین به مسئله ای که دوست و همکارش آدرین فُن مانِن پیش کشیده بود اشاره داشت که می گفت، سحابهای مارپیچی آن قدر سریع می چرخند که اگر کهکشان بودند، بخشهای بیرونی ترشان می بایست با سرعتی بیش از سرعت نور حرکت می کردند. آن طور که معلوم شد، محاسبات فُن مانِن اشتباه بودند چراکه کهکشان ها در عرض میلیون ها سال یک بار به دور خود می چرخند و قطعاً مقایسه تصاویری که فقط با اختلاف چند سال از هم گرفته شده اند نمی تواند روش مناسبی برای آشکارسازی این حرکت ها باشد.

رأی عمومی در آن زمان این بود که کورتیس برنده مناظره شد و این موضوع آن قدر برای شیپلی تحمل ناپذیر بود که او مونت ویلسون را با «بهترین تلسکوپ دنیا» ترک کرد و به رصدخانه هاروارد رفت که ابزارهایی به مراتب ضعیف تر داشت. اما تاریخ روشن کرد که در این مناظره هر دو نفر مساوی بودند. چراکه اگر شیپلی در اندازه گیری ابعاد راه شیری اشتباه کرده بود

www.baffled.blogfa.com

اما در خارج کردن خورشید از مرکز کهکشان درست عمل کرده بود، و همچنین کورتیس که درباره جایگزینی سحابی های مارپیچی با کهکشان ها تفکر درستی داشت، اما به غلط جایگاه خورشید را در مرکز کهکشان می دانست.

ادوین هابل؛ شکارچی کهکشان ها

ادوین هابل، حقوقدانی بود که اخترشناس شد چون براین باور بود که «*اخترشناسی ارزشش را دارد*». او قد بلند، خونسرد، بی ادب و متکبر بود و هارلو شیپلی را دوست نداشت. او هم مانند شیپلی اهل میسوری بود، اما با لهجه آکسفورد صحبت می کرد، چون حقوق را آنجا به صورت بورسیه خوانده بود. او همچنین بوکس بازی می کرد و تا حرفه ای شدن راه درازی نداشت، اما تصمیم گرفت آن را برای رفتن به آکسفورد رها کند. او اخترشناسی را در دانشگاه شیکاگو _ که مسئول رصدخانه یرکز در ویلیامز بی ویسکانسین بود _ فرا گرفت. او در جنگ جهانی اول شرکت داشت و گرکه فشنگی در فرانسه او را مجروح کرده بود. هابل در سال 1919 وارد مونت ویلسون شد، در حالی که تازه تلسکوپ 100 اینچی آنجا نصب شده بود.

تز فارغ التحصیلی هابل درباره سحابهای مارپیچی بود، البته پیرو بحث سِر آرتور اِدینگتون که براین باور بود که آنها کهکشان اند، چرا که اگر چنین امری حقیقت داشت، موجب یافته های بسیار عظیمی در کائنات اخترشناسی می شد. بررسی طیف چندین سحاب مارپیچی و تارعنکبوت شکل، هنوز شاهدی قطعی برای کهکشان بودن آنها به دست نداده بود. اما، هابل قادر بود نشان دهد که طیف برخی از این سحاب ها شبیه طیف ستاره هاست. این به دلیل بازتاب نور ستاره ها از ذرات گاز داخل سحاب بود. اما، در شرایطی که ستاره ها درخشان تر بودند، گازها آنقدر از تابش برانگیخته بودند که طیف خاص خودشان را تابش می کردند.

اثبات قطعی این ماجرا سرانجام در سال 1923 به دست آمد، زمانی که هابل با تلسکوپ 100 اینچی مونت ویلسون مشغول رصد بود و توانست یک ستاره متغیر قیفاووسی را در سحاب آندرومدا شناسایی و تفکیک کند. به محض این که او دوره تناوب تپش های آن ستاره را تعیین کرد، از روی کم نوری اش دریافت که این ستاره باید بسیار دورتر از کهکشان راه شیری باشد، بنابراین باید متعلق به کهکشانی دیگر باشد؛ یعنی آندرومدا یک کهکشان دیگر بود نه این که فقط ابری از گاز و غبار متعلق به راه شیری باشد. محاسبات ابتدایی او، فاصله کهکشان آندرومدا را حدود 1/5 میلیون سال نوری به دست آورده بود که این مقدار پس از تجدید نظر به 2/9 میلیون سال نوری رسید.

هابل به خودش زحمت نداد که شخصاً به واشنگتن برود و در جلسه انجمن نجوم آمریکا شرکت کند و گزارش کشف یک ستاره متغیر قیفاووسی در آندرومدا را، در آن جلسه ارائه کند.

www.baffled.blogfa.com

اما همین که گزارش در غیاب او خوانده شد، اخترشناسان دریافتند که مناظره درباره ماهیت سحابهای مارپیچی خاتمه یافته و عصر جدیدی به نام عصر جهان های جزیره ای **island universes**آغاز شده است. یکی از اخترشناسان مشهور حاضر در این جلسه، هارلو شیپلی بود، کسی که سال ها اصرار کرده بود که سحابهای مارپیچی، ابرهایی از گاز و غبار داخل راه شیری اند.

در سال های آتی، هابل همچنان به دنبال متغیرهای قیفاووسی داخل سحابهای مارپیچی دیگر می گشت و در بسیاری از آنها، متغیرها را و همچنین چندین ابرنواختر را یافت. او دریافت که همه آنها حتی از آندرومدا هم دورترند. خوشبختانه او افزون بر ثبت اندازه، فاصله، و درخشندگی آنها، به اندازه گیری و ثبت قدر و جهت سرعت شعاعی هر کدام از کهکشان ها بر مبنای طیفشان پرداخت. او به این امید بود که داده های سرعت کهکشان ها، چیزهایی درباره سرعت چرخش خورشید به دور کهکشان خودمان برایش آشکار کند.

اما چیزی که این داده ها بر او آشکار کردند، پدیده ای تماماً غیر قابل تصور بود، که بعدها در دهه آخر قرن بیستم، با یافتن پاسخی برای مسئله سرنوشت نهایی کائنات، انقلابی در علم کیهان شناسی به پا کرد.

این پدیده شتاب انبساط کائنات است.

هیومنسون؛ مرد قاطرچی

میلتون هیومنسون، فقط هشت کلاس سواد داشت، اما انسانی عجیب و غریبی بوداو بر خلاف ادوین هابل، بسیار راحت و با رفتاری بسیار بی تکلف بود. زمانی که اینشتین برای بازدید به مونت ویلسون آمده بود، آنچنان با او شوخی می کرد که گویی از کودکی با هم دوست بوده اند. در آن زمان اینشتین در اوج شهرت خود بود و برای ملاقات با هابل و بازدید از رصدخانه به آنجا رفته بود (البته درست مشخص نیست که چه کسی با اینشتین شوخی کرد، هابل یا هیومنسون. به نظر می رسد هیچ اشاره ای به حضور هیومنسون در رصدخانه در آن زمان نشده است). او در حالی که در کالیفرنیا در گشت و گذار بود، سری به مونت ویلسون زد و در خواست شغل کرد. و به عنوان قاطرچی برای حمل بارها و تجهیزات به رصدخانه استخدام شد. او خیلی زود با موفقیت در کارش به پست پیشخدمتی در کافه تریای رصدخانه و سپس به شغل دربانی رصدخانه ارتقاء یافت، و از آنجایکه فردی کنجکاو و باهوش بود، پرسش های بسیاری مطرح می کرد و از خود انرژی و درایت نشان می داد. شیپلی که به او علاقه مند شده بود، او را به سِمُت دستیار شبانه در کار با تلسکوپ کوچک 10 اینچی ارتقاء داد. پس از این که او چندین کار

www.baffled.blogfa.com

رصدی را با تلسکوپ های 6 و 10 اینچی انجام داد. هابل کاری پیش پا افتاده، خسته کننده اما در عین حال مهم به او داد، و آن هم نگاه کردن مدام داخل چشمی تلسکوپ بود تا مطمئن شود که تلسکوپ تمرکزش را بر هدف از دست نداده باشد.

کار کردن با تلسکوپ در رصدخانه کار مشکلی است. برای این که درکی از سختی این کار به دست آورید، فکر کنید اول این که هوای قله کوه بسیار سرد است و در باز گنبد رصدخانه همه هوای سرد را به داخل می کشاند. نمی توان گنبد را با شیشه پوشاند، چون شیشه نور ستاره ها را کم و ناواضح می کند. همچنین نمی توان داخل گنبد را گرم کرد، چرا که هوای گرمی که از سطوح برمی خیزد همراه با آشفتگی است و موجب اختلال در تصویر ستاره ها می شود. رصدگر باید در هوای سرد بنشیند، بلرزد و چشمش را از چشمی برندارد تا مطمئن شود که هدف چند دقیقه یا حتی چند ساعت، در میدان دید تلسکوپ ثابت باقی مانده است؛ چرا که این مدت زمان برای ثبت نور کم ستاره برای امولسیون های حساس عکاسی لازم است.

هابل از هیومنسون برای عکاسی مرتب و منظم از کهکشان های نزدیک تر و خوشه های کهکشان های اعماق فضا، استفاده کرد و خودش در حالی که پیپی در دهان داشت به عکس ها خیره می شد تا یک متغیر قیفاووسی یا ستاره ای غول را بیابد تا بتواند از آن ها برای تعیین فاصله کهکشان های مادر استفاده کند. سرانجام، امولسیون های سریعتر، این امکان را ایجاد کردند که کهکشان های دورتری با همان زمان نوردهی قبلی ثبت شوند. در آخرین تصاویری که هیومنسون تهیه کرد، حدود 50 درصد ستاره های کهکشان ما ثبت شده بودند و بقیه هم ستاره هایی متعلق به کهکشان های دیگر بودند که هر کدام خانه میلیاردها ستاره بودند و با سرعت یک هفتم سرعت نور از ما دور می شدند.

فراتر از زحل؛ به سوی مرزهای منظومه شمسی

تعداد اجرامی که فراتر از مدار زحل به دور خورشید می گردند، بسیار بیشتر از اجرامی است که در مناطق درونی مدار زحل اند؛ در آنجا نور خورشید 1,000 بار کمتر از نور آن بر سطح زمین است. در میان اجرام فراتر از زحل، سیاره های اورانوس، نپتون و پلوتو هم هستند. پس از پلوتو، میلیون ها قطعه سنگ و یخ به دور خورشید می گردند که همگی بازمانده سحاب قرص شکل سیاره ساز اطراف خورشیدند؛ به این محدوده از منظومه شمسی کمربند کویی پر Kuiper Beltمی گویند. فراتر از مدار پلوتو، از این هم بیشتر به کوههای عظیمی از یخ آب و غبار کربن می رسیم که در سردترین نقاط ناحیه ای کروی و دور از خورشید به نام ابر اورت Oort Cloud در گردش اند؛ این ناحیه زادگاه دنباله دارهاست.

www.baffled.blogfa.com

این مناطق از دوران باستان شناخته نشده بودند، چراکه نمی توان آنها را با چشم غیرمسلح تشخیص داد. از زمانی هم که گالیله برای نخستین بار از درون تلسکوپ به آسمان نگاه کرد، 170 سال گذشت تا نخستین سیاره دوردست _ اورانوس _ کشف شد. داستان های هر کشف نمونه های خوبی از روش های متفاوت شامل شهود، محاسبات دقیق، تخمین و حدس و گمان صِرف، و بیش از همه اقبال بلندند که همه منجر به کشف های مهم اخترشناسی و علمی می شوند.

کویی پر؛ مرد فرضیه ساز

در سال 1951، جرارد کویی پِر، اخترشناس دانمارکی، در حالی که مشغول تفکر درباره نحوه توزیع مواد در منظومه شمسی بود، به این نتیجه رسید که دنباله دارها به دلیل ماهیت یخی شان می بایست در جایی دور از خورشید شکل گرفته باشند؛ جایی که دما آن قدر پایین باشد که آب به شکل یخ باقی بماند. افزون بر این، چگالی ماده باقی مانده از سحاب خورشیدی آن قدر کم بوده و دوره تناوب مدارها آن قدر زیاد بوده که سن فعلی منظومه شمسی زمان لازم برای شکل گیری سیاره ای دیگر فراتر از پلوتو را در اختیار قرار نمی داده است. چنین سیاره ای می بایست تمام ماده باقی مانده در آن منطقه از منظومه را یک جا مصرف کرده باشد. بنابراین، او این فرضیه را مطرح کرد که احتمالاً باید فراتر از مدار نپتون و حتا پس از پلوتو، مقدار عظیمی از مواد سنگی و یخی _ حتی به شکل یک کمربند _ در مدارهایی تقریباً دایره ای با زاویه انحراف کم به دور خورشید بگردند و در ضمن احتمالاً منشاء دنباله دارهای کوتاه دوره نیز باشند. این کمربند یا صفحه ذرات خیلی زود به نام کمربند کویی پِر مشهور شد و اخترشناسان جستجوی نظام مندی را برای یافتن ذرات ریزی متعلق به آن آغاز کردند.

محاسبات نشان می داد که اگر کمربند کویی پِر در فاصله 40 واحد نجومی از خورشید قرار داشته باشد، مجموع جرم اجرام داخل آن 08. برابر جرم زمین، و اگر فاصله 50 واحد نجومی باشد، مجموع جرم 1.3 برابر جرم زمین خواهد بود.

در سال 1992، جین لو، یک دختر پناهنده ویتنامی که به عنوان اخترشناسی جوان در دانشگاه MIT مشغول به کار بود، برای نخستین بار با یک آشکارساز الکترونیکی حساس نوری به نام به سی.سی.دی (*CCD*) برای یافتن اجرام کوچک در نواحی خارجی منظومه شمسی استفاده کرد. در شب 30 اوت سال 1992، او جرمی را به قطر 248 کیلومتر در فاصله 44 واحد نجومی از خورشید یافت؛ درست آن سوی مدار پلوتو. از آنجایی که دوره تناوب این جرم به دور خورشید 290 سال بود، دنبال کردن آن در آسمان هم به زمان نیاز داشت. از آن زمان، مشخص

www.baffled.blogfa.com

شده که این جرم، که QB1-1992 نام گرفت، مداری تقریباً دایره ای با تمایل 2.2 درجه دارد؛ یعنی تقریباً در صفحه دایره البروج و درون کمربند کویی پر قرار دارد.

اما کشف فقط یک جرم، درستی فرضیه کویی پر را تأیید نمی کرد. بسیار محتمل بود که جرم کشف شده، استثنایی در طبیعت باشد، پس اخترشناسان شروع به جستجوی اجرام دیگری در این ناحیه کردند. در مارس سال 1993، در مدتی که در مقیاس مأموریت های جستجوی اجرام آسمانی کوچک و دوردست بسیار کوتاه است، جین جرم دیگری را در فاصله 44 واحد نجومی یافت که باز هم مداری تقریباً دایره ای با انحراف 7.7 درجه داشت که عددی نسبتاً کوچک است. نکته جالب اینجا بود که این جرم که 1993 FW نام گرفت، تقریباً هم اندازه QB1-1992 بود. در سپتامبر سال 1993 دو جرم دیگر، 1993 RO و 1993 RP در فاصله های 32 و 35 واحد نجومی پیدا شدند. پس از آنها دو جرم دیگر، 1993 SB و 1993 SC در فواصل 33 و 34 واحد نجومی کشف شدند. به نظر می رسید که این چهار کشف هم اندازه (یا کوچکتر از) دو جرم اول باشند. در اگوست سال 2005 جرم تازه ای که حتی بزرگ تر از پلوتو می باشد در فاصله 97 AU کشف شد.

چون مدار این چهار جرم، داخل مدار نپتون میباشند، این نتیجه حاصل می شد که کشش گرانشی نپتون آنها را از کمربند کویی پر بیرون کشیده است. سرانجام، این چهار جرم مسیر رو به درون منظومه شمسی را ادامه می دهند و به سوی خورشید کشیده می شوند و شاید با رسیدن به هر یک از سیاره های غول پیکر به بیرون از منظومه پرتاب شوند.

اخیراً تلسکوپ فضایی هابل، در یک نگاه، 53 جرم جدید در کمربند کویی پر کشف کرد. این قطعاً پاسخ این پرسش پُرقدمت است که دنباله دارهای کوتاه دوره از کجا می آیند؟ افزون براین، هنوز شک وجود دارد که این اجرام با کربن و غبار مخلوط اند که اگر چنین باشد، منظره کمربند کویی پر منظومهٔ ما از خارج از منظومه، شبیه قرص غباری است که هابل در اطراف ستاره هایی همچون بتا_سه، پایه، نسرواقع، و بسیاری دیگر از ستاره ها به تصویر کشیده است.

کشف وجود دنباله دارها در کمربند کویی پر، مرزهای فیزیکی منظومه شمسی را به آن سوی مدار پلوتو گسترش داد. همچنین مشخص کرد که امکان دارد در آینده یک یا چند عدد از این اجرام راهشان را به داخل مدار نپتون و نزدیک تر به زمین کج کنند. این به بشر اجازه می دهد که آنها را از نزدیک بررسی کند یا نمونه هایی از مواد آنها را برای تجزیه و تحلیل به دست آورد. از آنجا که دنباله دارها بقایای سحاب خورشیدی اند که زمین و سیارات دیگر از آن شکل گرفته اند، آن زمان است که شاید رازهایی از چگونگی شکل گیری منظومه مان برایمان آشکار شود.

اورت ؛ مرد دنباله دارها

www.baffled.blogfa.com

یان اورت **Jan Oort**، اخترشناس دانمارکی بود که برای نخستین بار اعلام کرد که تریلیون ها دنباله دار، که بکرترین بقایای سحاب خورشیدی اند، به شکل اجرام صُلبی به دور خورشید می گردند. از آنجایی که دنباله دارها نه فقط در نزدیکی صفحه دایره البروج بلکه از تمام جهت ها به خورشید نزدیک می شوند، او چنین نتیجه گرفت که ناحیه ای که آنها از آنجا می آیند ماهیتی کروی دارد. او این ناحیه را اَبر اورت **Oort Cloud** نامید.

وقتی کشش گرانشی ستاره ای دیگر که از نزدیکی منظومه شمسی می گذرد، حرکت دنباله دارها را در ابر اورت آشفته می کند، برخی از آنها به سوی خورشید کشیده می شوند. وقتی آنها تا مدار مشتری پیش می آیند، حرارت و تابش خورشید یخ ها را بخار می کند و گاز و غبار را در جهتی خلاف جهت نور خورشید پراکنده می کند و موجب ایجاد دو نوار نورانی مجزا می شود. این ها دُم های دنباله دارند. یکی از دم ها که دم یونی **Ion tail** نام دارد، از گازهای یونیزه تشکیل شده است و بلند، کشیده و کم نور است. دومین دم که دم غباری **Dust tail** نام دارد، خمیده و درخشان است. این دم شامل ذرات صُلب و جامدی است که به جا می مانند و در مداری به دور خورشید شروع به گردش می کنند. وقتی زمین از مدار این ذرات عبور می کند، جو زمین انبوهی از آنها را درمی نوردد و در جو می سوزند. هرازچندگاهی به شکل تیر شهابی در آسمان می درخشند و به این پدیده بارش شهابی **meteor showers** می گوییم.

از آنجا که فاصله ابر اورت تا زمین بسیار زیاد است _ فراتر از مدار پلوتو _ و اجرام داخل آن بسیار کوچک اند، وجود آن هنوز هم به کمک شواهد رصدی تلسکوپی قطعی نشده است و بنابراین وجود آن هنوز در حد حدس و گمان است. اما، هر سال اخترشناسان آماتور تعداد زیادی دنباله دار جدید کشف می کنند، که دانشمندان باور دارند همگی ساکنان ابراورت بوده اند. مشهورترین دنباله دار همه دوران ها، دنباله دار هالی است که هر 76 سال یک بار ظهور پیدا می کند و تا فاصله 0.5 واحد نجومی به خورشید نزدیک می شود و سپس به فاصله 35 واحد نجومی می رود. این دنباله دار به نام اِدموند هالی - یکی از دوستان ایزاک نیوتن که برای نخستین بار دنباله دار بودن این جرم را که از زمان های باستان ظهورش ثبت شده بود کشف کرد – نامگذاری شده است.

دومین دنباله دار مشهور جهان، دنباله دار شومیکر لِوی 9 است. این دنباله دار در سال 1994 برای نخستین و آخرین بار ظاهر شد. علت شهرت آن، این است که سر راهش به سوی خورشید به دلیل نزدیک شدن به مشتری، بر اثر نیروی گرانش قوی این سیاره غول پیکر به 21 بخش تکه تکه شد. این دنباله دار به جای گشتن به دور خورشید، مسیرش را عوض کرد و چند ماه بعد بازگشت، هر 21 تکه آن با جو بالایی سیاره مشتری برخورد کردند و نخستین و باشکوه ترین

www.baffled.blogfa.com

حادثه برخورد سیاره ای را برای بشر به نمایش گذاشت که رصدگران از سراسر دنیا آن را رصد کردند.

اینشتین ؛ مرد متفکر

هیچ داستانی درباره تحول کیهان بدون کارهای آلبرت اینشتین کامل نیست. مردی که در آغاز قرن 21، از سوی مجله تایم به درستی «مرد قرن» نام گرفت. کتاب های بسیاری درباره زندگی شخصی و علمی او به رشته تحریر درآمده است. تخمین زده اند که یک قرن تمام طول خواهد کشید تا دست نویس های شخصی او را که در دانشگاه کلیمی اسرائیل بایگانی است، بررسی عمیق و کامل کنند و زندگی نامه واقعی او را به قلم خودش منتشر کنند.

کار اینشتین آنقدر برای کیهان شناسی و درک سازوکار کیهان مهم است که من یک فصل کامل را به بنیان های کار علمی او اختصاص داده ام. بنابراین، از آنجا که ما مشغول مرور پیشرفت های نجوم به کمک منجمان و چگونگی رخداد آن هستیم، در اینجا هم روش تفکر اینشتین و چگونگی رسیدن او به نظریاتش را به اختصار مرور می کنیم و می بینیم که این نظریات چطور ما را به دیدگاه امروزمان درباره جهان رساندند.

پیش از هر چیز باید بگویم که اینشتین (1955 – 1879) یک متفکر بود. او از طریق آزمون های فکری **thought experiments** به مفاهیم انقلابی نظریاتش رسید. این روشی از تجزیه و تحلیل است که او را گام به گام به جزییات، استدلال و نتایج موضوعات یا پدیده هایی می رساند که به آنها فکر می کرد. نخستین آزمون فکری در دوره نوجوانی، زمانی که در دهکده ای در ایتالیا پرسه می زد، برایش رخ داد. او از خودش پرسید، «*اگر من سوار یک پرتو نور می شدم چه اتفاقی می افتاد وچه می دیدم؟*» همین پرسش ها او را برانگیخت که به دنبال بررسی خصوصیات نور برود و دریابد که بسیاری از رموز کیهان در دست نور است.

اینشتین در وهله نخست، نتایج آزمایش مایکِلسون – مورلی را پذیرفت که می گفت، نور با سرعتی ثابت حرکت می کند که مستقل از حرکت بیننده و منبع نور است. او در شگفت بود که چطور ممکن است که برای پسر بچه ای که سوار پرتو نور است و شخصی که در کنار رودخانه ای ایستاده است، سرعت نور یکسان به نظر برسد؟ او سرانجام دریافت که پاسخ در درک ما از مفهوم فضا - زمان و بخصوص زمان نهفته است. او پس از آن دوره ای را آغاز کرد که نتیجه اش کشف های خیره کننده ای درباره اتساع زمان و قابلیت تبدیل (یا تساوی) جرم و انرژی بود. هر دو این نتایج به کمک آزمایش های بی شمار و رصد پدیده های طبیعی همچون نور ستاره ها و پدیده های بشرساخت همچون انفجار در سلاح های هسته ای، به دست آمدند.

www.baffled.blogfa.com

نیوتن، گرانش را نیرویی فرض کرده بود که موجب می شود اجرام یکدیگر را جذب کنند. اینشتین آن را میدانی تعریف کرد که به علت حضور ماده شکل می گیرد و موجب انحنای فضا- زمان می شود. پس، اجرامی که در این میدان قرار می گیرند در جهت انحنای فضا- زمان حرکت می کنند. مثلاً خورشید فضا- زمان اطرافش را خمیده کرده است و از این روست که سیارات در مسیرهای خمیده (تقریبن دایره ای) به دورش می گردند.

از میان تمام پرسش هایی که بشر همواره با آنها دست به گریبان بوده است، هیچکدام قدیمی تر و کنجکاوی برانگیزتر از منشاء و سازوکار کیهان نیست. و هیچ فرد یا نظریه ای چیزی بیش از نظریات نسبیت خاص و عام اینشتین و نتایجشان عرضه نکرده است و روشنگرتر نیز نبوده است. این نظریات در میان انبوهی از پیش بینی هایش، انبساط کائنات و وجود سیاهچاله ها را نیز پیش بینی کردند. آشفتگی های موجود در مدار سیاره عطارد و مفهوم قابلیت تبدیل ماده به انرژی و برعکس را شرح دادند و به ما نشان دادند که ستاره ها چرا و چگونه می درخشند. حتی امروز که نزدیک به 100 سال از ارائه آنها گذشته است ، هنوز پدیده هایی را که پیشرفته ترین ابزارهای ساخت دست بشر کشف می کند، توضیح می دهند. چیزی که اینشتین آن را «*بزرگترین اشتباه زندگی ام*» خواند، پس از 85 سال اثبات شد و شاید حتی به اندازه نظریه نسبیت او اعتبار و ارزش داشته باشد. « ضریب کیهان شناختی» او – فاکتوری که در معادلاتش قرار داد تا از پیش بینی کائنات در حال انبساط جلوگیری کند، امروز با نام مرموز «انرژی تاریک **dark energy** » شناخته می شود و تنها توضیح برای شتاب رصد شده انبساط کائنات به حساب می آید.

درس حقیقی زندگی و کار اینشتین این است که ما نمی توانیم به احساساتمان اعتماد کنیم. او به این امر باور داشت و خود نیز از علم برای کاوش در پدیده هایی در طبیعت استفاده کرد که به آسانی خود را بر ما عرضه نمی کنند و فراتر از درک و احساس ما هستند.

کیهان شناسی ؛ بررسی آغاز و پایان

سال های سال، اخترشناسان ذهن خود را با تعیین مکان و حرکت ستاره ها مشغول کرده بودند؛ به بیان دیگر، مشغول چیستی و کجایی ساکنان کائنات مرئی شده بودند. برای دادن پاسخ قطعی به پرسش هایی درباره چگونگی و زمان خلق آنها، که علمِ نسبتاً جدید کیهان شناسی است، باید تا زمان پیشرفت فیزیک هسته ای صبر می کردند تا جواب ها به پختگی برسند. همچنین، دیگر علایق و نگرانی های کیهان شناسان مثلاً ماهیت کائنات فیزیکی در کل، می بایست تا تولد مردی به نام آلبرت اینشتین به تعویق می افتادند.

www.baffled.blogfa.com

اینشتین ریاضیدان نبود پس می بایست منتظر کار دیگران بماند تا ببیند که نظریاتش چه شگفتی های تازه ای را درباره کیهان آشکار خواهد کرد. حل معادلات اینشتین به دست فریدمُن، ریاضیدان روسی، و ژُرژ لامِتره، پدر روحانی کلیسا و استاد نسبیت و تاریخ علم در لووین، نشان داد که کائنات در حال انبساط است. همین باعث ابداع ثابت کیهان شناسی اینشتین برای جلوگیری از انبساط کائنات شد، و همچنین انکار آن پس از کشف انبساط کائنات به دست هابل، و بار دیگر قبول آن در سال 1998 پس از کشف انرژی تاریک!

سِر آرتور استنلی اِدینگتون، که شاید بزرگترین اخترشناس زمان خود بود، مرد انگلیسی بلند قد، لاغر و شوخ طبعی بود. او اخترشناسان را با کیهان شناسان آشنا کرد و با فرمول بندی دوباره نسبیت به زبانی ساده تر، و آشنا ساختن دنیای انگلیسی زبان با این نظریه، اینشتین را خوشحال کرد. او کسی بود که در 19 مِه سال 1919، از ستاره ها در نزدیکی خورشید گرفته عکاسی کرد و ثابت کرد که بنابر پیش بینی نسبیت، پرتوهای ستاره ها در گذر از فضای اطراف خورشید منحرف می شوند و بنابراین ثابت کرد که قطعاً جرم در فضا- زمان انحنا ایجاد می کند. او همچنین از زمانی که به محاسبات فریدمُن و لامِتره دست یافت، بر این باور شد که کائنات در حال انبساط است. حتی زمانی که هابل مشغول بررسی دقیق داده هایی بود که نشان می دادند کهکشان ها از یکدیگر دور می شوند، اِدینگتون از این نظریه دفاع می کرد.

اخترشناسان با موفقیت تمام از دانش فیزیک کلاسیک برای توضیح و پیش بینی حرکت سیارات به روشی منطقی بهره گرفتند. با ابداع فیزیک هسته ای در اواخر قرن نوزدهم، فیزیک دوران تازه ای را آغاز کرد که در آن به فرمولاسیون واکنش های هسته ای و کشف ذرات اتمی بسیاری دست یافت که فیزیکدانان نمی دانستند با آنها چه کنند. هرچند که در ابتدا فیزیک هسته ای ربط زیادی به نجوم نداشت اما تحقیقات فیزیکدانانی همچون اِدینگتون، جورج گامو، هانس بِته و دیگران نشان داد که فرایندهای همجوشی هسته ای، دلیل حرارت، نور و دیگر تابش های ساطع شده از خورشید و دیگر ستاره ها هستند. همین اکتشافات باعث شد دانشمندان دریابند که ستاره ها بیشتر از هیدروژن تشکیل شده اند، و از گونه های مختلف با قدر و سنین مختلف اند. بررسی رفتارهای ستاره های متغیر قیفاووسی درهایی را به سوی تعیین فواصل آنها گشود که منجر به کشف سن و ابعاد کائنات شد.

نخست، این نکته به هابل کمک کرد که فاصله ما را تا کهکشان های مختلف محاسبه کند و رابطه انتقال به سرخ **red shift** – فاصله را همچون شاهدی برای انبساط کائنات کشف کند. نخستین محاسباتِ سن کائنات، نشان داد که کیهان از زمین جوان تر است! سن زمین بسیار دقیق از روی آزمایشات کربن در قدیمی ترین سنگ ها تعیین شده بود. البته خیلی زود، تلسکوپ های جدید و قدرتمندتر ستاره هایی را در دیگر کهکشانها، مخصوصاً آندرومدا، تفکیک کردند

www.baffled.blogfa.com

و مقدار فاصله های به دست آمده افزایش یافت. به این ترتیب عددسن کیهان خیلی زود، سن زمین را پشت سر گذاشت و دانشمندان از این مخمصه آزاردهنده نجات یافتند.

کشف انبساط کائنات و ماهیت مجرد و کران مُند آن **finite but unbounded**(همچون سطح یک بادکنک)، همراه خود نتیجه ای هم داشت. اگر شما انبساط را معکوس کنید، یعنی در زمان به عقب برگردید، ممکن است به نقطه ای در گذشته برسید که همه چیز در مکانی با بُعد و ماهیت ناشناخته متمرکز بوده است. دیگر ناشناخته های این مسئله این است که چه چیزی و چطور موجب آغاز این انبساط شده است.

دوباره لامِتره بود که در جستجوی پاسخی منطقی به این پرسش ها برآمد. در سال 1927، او اعلام کرد که کائنات از یک «اتم اولیه» که قطری حدود 320 میلیون کیلومتر داشته و به دلایلی از هم پاشیده است، متولد شده است. او متوجه کاستی های «اتم» خود شد و به همین دلیل بود که با این گفته تعدیلش کرد که « این واژه باید با کامل شدن دانش ما از هسته های اتم اصلاح شود». البته باید به خاطر داشته باشید که این موضوع مربوط به سال 1927است، زمانی که فیزیک هسته ای در دوران نوزادی به سر می برد. اما، او اصرار داشت که آغاز انبساط با واقعه ای شدید - «آتش بازی» دقیقاً عبارت خود اوست- همراه بوده است. اما ادینگتون این نظر را قبول نداشت، ولی او هم بر این باور بود که پاسخ در بررسی اتم پیدا خواهد شد. او نظرش را بر پایه شش بنیان ثابت و تقلیل ناپذیر کائنات بنا نهاده بود- سرعت نور ، ثابت گرانش، بار الکترون، جرم الکترون، جرم پروتون و ثابت پلانک. او همچنین با تعمق در معادله $E=mC^2$ می نگریست و از رابطه ای که این معادله میان اتم و نور (انرژی) برقرار می ساخت ، در شگفت بود.

انفجار بزرگ؛ داستان چگونگی آغاز کائنات

ژُرژ گاموف، دانشمند روسی بیست و پنج ساله در کنار برخی از بزرگترین مردان زمان خود، همچون نیلز بور، به عنوان فیزیکدانی درجه یک شهرتی برای خود کسب کرده بود. در دوران استالین او اجازه سفر نداشت، بنابراین سعی کرد با زرنگی از طریق بور، از فیزیکدانی فرانسوی که اتفاقاً کمونیست هم بود، دعوتنامه ای برای شرکت در یک کنفرانس مهم فیزیک در پاریس دریافت کند[۲]. او به محض خروج از شوروی به ایالات متحده رفت و در دانشگاه جورج

[2]-گامو به یک دختر روس علاقه شدید داشت بسیار مایل بود که او در کنفرانس همراهش باشد. در ابتدا استالین به دخترک اجازه خروج از روسیه را نمی داد ، پس گامو سعی کرد که او را قاچاقی با قایقی از دریای سیاه عبور دهد اما طوفانی سهمگین موجب بازگشت آنها شد. گامو از تنها رفتن خودداری کرد و

www.baffled.blogfa.com

واشنگتن مشغول به کار شددر جریان جنگ جهانی دوم، گاموف در دانشگاه جان هاپکینز به عنوان مشاور پاره وقت کار می کرد و همان جا با یکی از فارغ التحصیلان دانشگاه به نام رالف آلفِر آشنا شد. آن دو با همکاری هم مقاله ای نوشتند که به شرح «اتم اولیه» لامتره می پرداخت و آن را انرژی خالص با ردپایی از عناصر مادی توصیف می کرد. آنها آن را ***Ylem*** نامیدند، واژه ای یونانی برای ماده نخستین که کائنات از آن شکل گرفت[3]. این ماده آن طور که آنها شرحش دادند، به سرعت سرد می شد و بنابراین پس از حدود 2 ثانیه عناصر شروع به شکل گیری می کردند. حدود ده هزار تا یک میلیون سال پس از آغاز انبساط، موجودی مادهٔ کائنات از موجودی انرژی سبقت گرفت و برای همیشه از آن جلوتر ماند.

آلفر و دو نفر دیگر به نام های جیمز فولین و رابرت هِرمُن، سعی می کردند که فرآیند پیچیده نوترون گیری را دریابند تا بتوانند از انفجار بزرگ (مِهبانگ) به خلق عناصر برسند. با این که آنها از توضیح خلق عناصر بالاتر از وزن اتمی 15، که در واقع پس از هلیم اند، درماندند، اما گاموف خود را چنین تسلی می داد که چون 99 درصد اتم های کائنات هیدروژن و هلیم اند، در واقع او توضیح خلق 99 درصد مواد کائنات را به دست آورده است. بعدها مشخص شد که عناصر سنگین تر در دل ستاره ها و انفجارهای اَبَرنواَختری شکل می گیرد.

آنچه در آن زمان فراموش شد، نکته کوچکی بود که می توانست دانشمندان را مستقیم و فوری به سوی جستجوی شواهد انفجار بزرگ بفرستد، نه این که سال ها بعد دو دانشمندی که به دنبال منشاء نویز در خطوط بلند تلفن **AT&T** می گشتند آن را پیدا کنند.

در حقیقت برای این که کائنات از نقطه داغی از انرژی شروع شده باشد و میلیاردها سال منبسط شده باشد، دمایش می بایست به طور یکنواخت کمتر و کمتر شده باشد، اما نه در حدی

طبق تضمین بور برای دانشمند فرانسوی، استالین یک شب پیش ازشروع کنفرانس به آنها اجازه خروج داد و آنها هر دو شوروی را ترک کردند. سال ها بعد در آمریکا ، وقتی گامو با همکارانش درخانه جلسات علمی داشت ، یک روز آن دختر که حالا همسرش بود، از آنها پرسید «*این رو کیست که راجع به اش صحبت می کنید؟*» اشاره او در واقع به حرف لاتین رو بود که بر اساس قرارداد علامت کمیت چگالی در فیزیک است! از آن پس خانم گاموکه همه جا همراه همسرش بود به سادگی خانم رو نامیده می شد.

[3]- وقتی آنها مقاله شان را در شماره سال **1948** نشریه *فیزیکال ژورنال* منتشر کردند ، نام هانس بِته را نیز به نام نویسندگان اضافه کردند، که اصلاً در تهیه مقاله با آنها همکاری نداشت. گاموف که بسیار شوخ طبع بود، این کار را به این دلیل انجام داد که نام نویسندگان پشت سر هم، آلفا، بِتا و گاما خوانده شود؛ سه حرف اول حروف یونانی!

www.baffled.blogfa.com

که دمای امروز آن به صفر مطلق رسیده باشد. در حقیقت در سال 1949، آلفر دمای فعلی کائنات را حدود 5 درجه بالای صفر مطلق تخمین زد. این انرژی باقی مانده از انفجار بزرگ بود که حالا شکل تابشی کوتاه را به خود گرفته که با قدرتی یکسان از همه جهت ها به ما می رسد. این همان تابش زمینه کیهان است و درست همان چیزی است که بعدها ویلسون و پنزیاس آشکار کردند؛ آنها دانشمندانی بودند که به استخدام AT&T درآمده بودند تا به دنبال منبع پارازیت در خطوط طولانی تلفن بگردند

از ارائه نظریه خلقت با انفجار بزرگ چند سالی گذشت، اما به جای آلفر و گامو، ویلسون و پنزیاس برای کشفشان جایزه نوبل را بردند. چیزی که بیشتر باعث دل آزردگی گامو شد، این بود که دیک، پرفسور دانشگاه پرینستون که ویلسون و پنزیاس برای تحقیقاتشان به او مراجعه کرده بودند، در انتشار خبر کشف تابش زمینه کیهان به دست آنها، هیچ اشاره ای به کار گامو و همکارانش نکرد.

در عین حال، شاهد دیگری برای تابش زمینه وجود داشت که نه ویلسون و پنزیاس و نه گامو و آلفر، هیچکدام آن را شناسایی نکردند. سیانوژن ملکولی است که از یک اتم کربن و یک اتم نیتروژن ساخته شده و در فضای میان ستاره ای کشف شده است. سطوح انرژی آنها غیر عادی به نظر می رسید، به عبارت دیگر اگر بخواهیم دقیق باشیم باید بگوییم که دمایشان حدود 2.3 د رجه بالای صفر مطلق بوده است. این نشان می دهد که انرژی ای در آن اطراف آنها را برانگیخته کرده است. در ابتدا تصور می شد که این انرژی همان نور ستاره هاست، تا این که تابش زمینه کشف شد و مشخص شد که «متهم» ردیف اول این ماجراست. نکته جالب و تأسف انگیز این است که هم هِرمُن و هم پنزیاس از وجود سیانوژن و حالت برانگیختهٔ آن مطلع بودند، اما آن طور که پنزیاس بعدها گفته است، «***من هیچگاه این دو را در کنار هم ندیده بودم***».

گامو در سن 60 سالگی به کلورادو رفت و در حالی که همچنان به عنوان دانشمندی محترم و با اعتبار شهرت داشت، در 20 اوت سال 1968 در آنجا درگذشت. آلفر به شرکت جِنرال موتورز رفت و به بررسی مسائلی درباره آمدوشد اتومبیل ها پرداخت. هِرمُن، اما از علم سرخورده شد و به طور کامل آن را کنار گذاشت و در سِمُت مدیر به استخدام شرکت عظیم دیگری، یعنی جِنرال الکتریک درآمد.

مرزهای کائنات؛ نه در فضا بلکه در زمان

www.baffled.blogfa.com

در سال 1960، اختروش ها quasars کشف شدند و انتقال به سرخشان redshift نشان می داد که به شدت درخشان و دوردست اند. تا اوایل دهه 1970 میلادی، هیچ انتقال به سرخی بالاتر از یک مقدار خاص رصد نشده بود چراکه اصلاً وجود نداشتند.

از سوی دیگر، انفجار بزرگ چنین پیش بینی می کرد که فراتر از نقطه خاصی در فضا- زمان نباید دیگر چیزی وجود داشته باشد. حد مقدار انتقال به سرخ با زمانی که نظریه خلقت با انفجار بزرگ برای شکل گیری نخستین کهکشان ها پیش بینی می کرد، مطابقت داشت. بنابراین، طبیعی به نظر می رسید که اختروش ها در مرز کیهان، البته در زمان نه در فضا، وجود داشته باشند. چیزی که در میان مرز قابل مشاهده کائنات و زمان انفجار بزرگ رخ داده، قطعاً در تاریکی کامل اتفاق افتاده است. این که این زمان چقدر طول کشیده است به فکر هیچ کس خطور نکرد، شاید از 10 میلیون تا 3 میلیارد سال باشد، تا این که در تابستان سال 2003 / 1382 دوربین جدیدی که بر تلسکوپ فضایی هابل نصب شده بود نوری را دریافت کرد که برای رسیدن به ما 13/5 میلیارد سال در راه بود. این پدیده، انتشار نخستین نور را فقط 200 هزار سال پس ازانفجاربزرگ قرار می داد.

نکته جالب توجه این بود که حد فاصله اختروش ها، و در واقع مرزهای کائنات، در همه جهت ها فاصله مشابهی را نشان می داد. آیا این به این معنی است که ما در مرکز کائنات قرار داریم؟ پاسخ هم بله و هم خیر است، به این دلیل که هیچ مرکز سه بُعدی ای نمی توان برای کائنات تصور کرد. هر مکانی در کائنات، مرکز کائنات و مرز کائنات است. مثل این است که از یک مورچه بدون داشتن هیچ استنباطی از ارتفاع بپرسید که مرکز سطح زمین کجاست؟ مورچه می تواند از هر جایی بر سطح زمین شروع کند و مسیرش به همان مکان ختم شود بدون اینکه پایش را خارج از آن قرار دهد.

پرسش درباره موقعیت ما در کیهان نباید این باشد که ما «کجا» هستیم؟، بلکه باید پرسید ما «کِی» هستیم (در چه زمانی هستیم)؟ چیزی که ما امروز از اختروش ها در تلسکوپ هایمان می بینیم، شرایط امروزشان نیست، بلکه آنها چند میلیارد سال پیش که نورشان به سوی ما راه افتاد آنجا قرار داشتند. امروز آنها به چیزی تبدیل شده اند که ما باید برای رصدش چند میلیارد سال دیگر صبر کنیم. این موضوع برای رصدگر احتمالی ای که از روی اختروش ما را رصد می کند نیز صادق است. یعنی او هم ما را آن طور می بیند که چند میلیارد سال پیش بودیم ، نه آن چه امروز هستیم.

انبساط کائنات چنین است که هر چه کهکشانی از ما دورتر باشد، با سرعت بیشتری از ما دور می شود. این مانند مثال همه نقاط روی نواری لاستیکی است که از یک سر به جایی متصل باشد و از سر دیگر کشیده شود. هر نقطه روی این نوار با سرعتی متناسب با فاصله اش از سر ثابت نوار

www.baffled.blogfa.com

حرکت می کند. دورترین اختروش رصد شده در فاصله 12 میلیارد سال نوری از ما قرار داشت، تا اینکه دوربین ژرف نگر تازه نصب شده بر تلسکوپ هابل، در سال 2003 / 1382 عکسی را گرفت که در آن نقطه قرمزی آشکار شد که 13/5 میلیارد سال نوری با ما فاصله داشت. در زمان انتشار این کتاب، این مقدار زمان «نخستین نور» در کائنات و فاصله مرزهای کائنات از ماست.

سرانجام، این کار اینشتین و مخصوصاً فرمول $E=mC^2$ و توضیح او از ماهیت گرانش بود که بیشترین تأثیر را بر دانش کیهان شناسی داشت و راه را برای مکاشفاتی باز کرد که برخی از رموز خلقت را آشکار ساختند.

این عکسها را تلسکوپ فضایی هابل از اختروش ها که در مرکز کهکشنهای بسیار دور قرار دارند گرفته است

www.baffled.blogfa.com

3

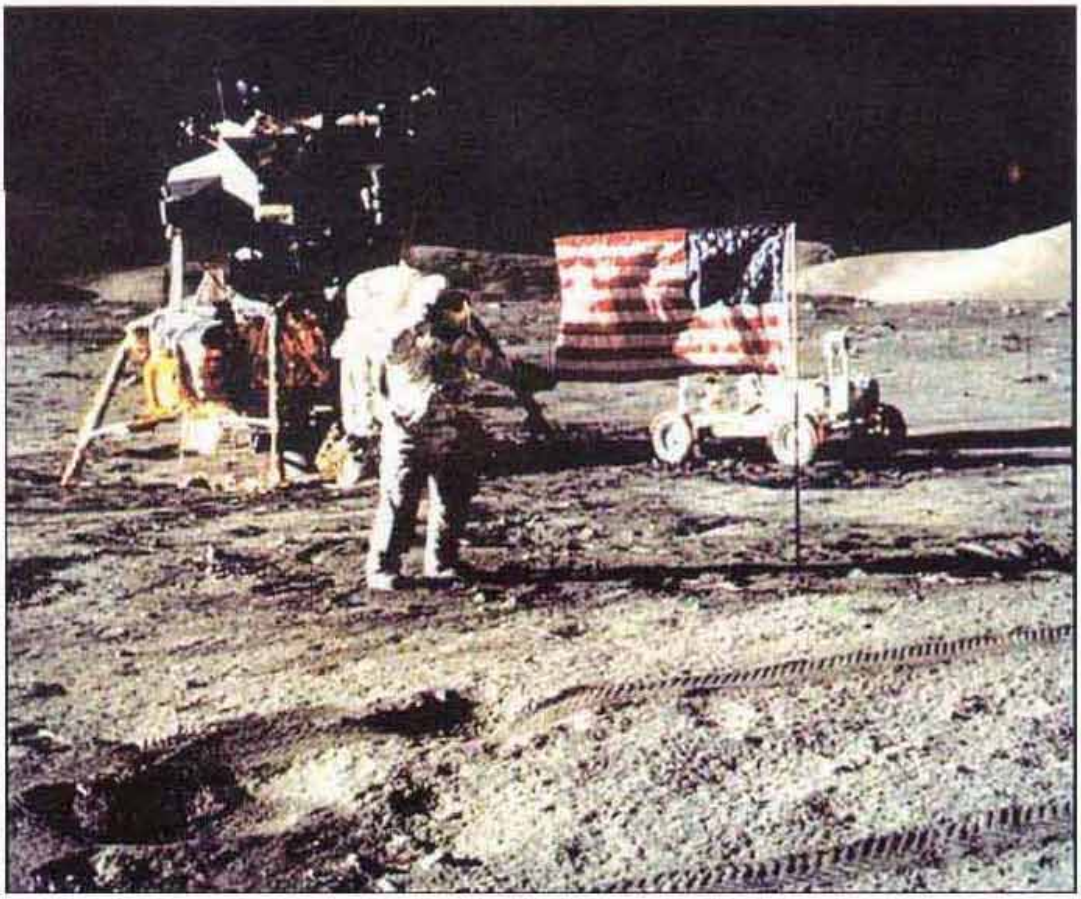
آغاز عصر فضا

سفر رفت و برگشت به ماه

یک قدم برای بشر
یک گام عظیم برای بشریت

- نیل آرمسترانگ
- NEIL ARMSTRONG

www.baffled.blogfa.com



یکی از فضانوردان آپولو 16 در سطح ماه

www.baffled.blogfa.com

LEFT: Neil Armstrong; the First Man on the Moon

RIGHT: Ebrahim Victory

www.baffled.blogfa.com

آغاز عصر فضا

سفر رفت و برگشت به ماه

«هیوستون، اینجا پایگاه دریای آرامش. عقاب فرود آمد.»

* * * * *

من هرگز روز 17 اکتبر سال 1957 را فراموش نمی کنم. این روزی بود که اتحاد جماهیر شوروی، نخستین ماهواره به نام اسپوتنیک Sputnik را در مدار قرار داد. من در آن زمان فارغ التحصیلی بودم که در دانشگاه MIT به تدریس و تحصیل مشغول بودم. آن شب ما همه بیرون رفتیم و در تاریکی به آسمان خیره شدیم تا ماهواره را در آسمان بالای سرمان پیدا کنیم و پیدایش کردیم. همان نقطه نورانی ستاره مانندی که به طور محسوس از غرب به شرق حرکت می کرد. این صحنه ای بهت آور و مسحور کننده بود که تا همیشه در ذهن من حک شده است.

چند روز بعد به دانشکده ما خبر دادند که آیزنهاور، رئیس جمهور وقت آمریکا، پیامی خصوصی برای ما دارد. او از ما عذرخواهی کرد که رئیس دانشگاه، دکتر جیمز کیلیان James Killian از سِمُتش استعفا داده تا مشاور علمی خودش شود. دفتر من که به همراه سه محقق و استادیار دیگر در آن مشغول بودیم نزدیک اتاق دکتر کیلیان بود و در چند هفته آتی من شاهد افزایش ترسی بودم که به ارتش آمریکا و مجامع علمی هجوم آورده بود.

آنها می گفتند: «چطور روسیه ما را شکست داد؟» ساده بود. روس ها که دیر تر از آمریکایی ها وارد عرصه انرژی هسته ای شده بودند، بمب های اتمی و هیدروژنی خشن تر و بالطبع سنگین تری ساخته بودند. بنابراین می بایست موشک های بالستیک بین قاره ای (ICBM) قدرتمندتری می ساختند تا برای حمل این بمب ها از فراز اقیانوس تا اهدافی در آمریکا مشکلی نداشته باشند. پس آنها کره ای به اندازه توپ بسکتبال ساختند با چهار آنتنی که از بخش بالایی بیرون زده بود و در پرواز آن را شبیه یک اختاپوس می کرد، یک رادیو داخلش کار گذاشتند و آن را به فضا فرستادند. صدای بیب - بیب آن که هر ساعت مخابره و پخش می شد ما را در حیرت فرو می برد؛ البته به شعف دانشمندانمان اشاره نمی کنم که می دانستند حالا دولت ایلات متحده اقدام به تخصیص بودجه به پروژه های علمی ای می کند که آنها سال ها در آرزویش بودند. اما برای بیشتر آمریکایی ها این نشانه برتری علمی روسیه بود آن هم در حوزه ای که آمریکایی ها سال ها آن را حوزه اختصاصی خود می دانستند، یعنی از زمانی که در سال

www.banned.blogfa.com

1945بمب اتم و در سال 1953بمب هیدروژنی را ساختند. البته آمریکایی ها پروژه ای فضایی را در سال 1957 داشتند که مأموریت قرار دادن ماهواره ای در مدار بود. این برنامه پروژه وُنگارد Vanguardنام داشت. نیروی دریایی آمریکا مسئولست طراحی موشکی را برای این کار بر عهده داشت و البته درخواست ها و پیشنهادهای دانشمندان علوم موشکی آلمان به سرپرستی ورنِر فون براون Wernher Von Brown، را درباره استفاده از موشک آمریکایی فوق العاده رِدستُن Redstone رد کرد. فون براون طراح مشهور موشک V2 بود که در جریان جنگ جهانیَ دوم، بسیار لندن را ترسانده بود. او موشک رد ستُن آمریکا را هم براساس طرح موشک V2 طراحی کرده بود. اما آیزنهاور می خواست که پرتاب نخستین موشک، پروژه ای کاملاً آمریکایی باشد و هرگز تصور نمیَ کردَ که روس ها قدرت سبقت گرفتن داشته باشند.

کمی پس از آن، مردم آمریکا که هنوز از شکست در برابر روس ها در مسابقه فضایی شوکه بودند، به تماشای پرتاب وُنگارد نشستند. ساعت حدود 10 صبح بود و برای نخستین بار ، پرتاب یک موشک از تلویزیون های آمریکا پخش می شد. مسئول کنترل پرتاب شروع به شمارش معکوس کرد: 10، 9، 8، 7، 6، 5، 4، 3، 2، 1، پرتاب. و ستونی از آتش زیر موشک شعله ور شد و موشک بسیار کند بلند شد. در حدود چند ثانیه بعد، عقب عقب برگشت و همچون الاغی که زیر باری سنگین می نشیند، تهِ موشک به زمین خورد و سه تکّه شد. وقتی تکه ها با سکوی پرتاب برخورد کردند، بخش اصلی که شامل مخازن سوخت بود منفجر شد و گویی از آتش موشک، سکو و ماهواره کوچک را –که در مخروط جلو موشک قرار داشت – فراگرفت. این لحظه نا امیدانه و تحقیرآمیزی بود که آمریکایی ها هرگز پیش از آن تجربه نکرده بودند. سرانجام، پس از حدود دو ماه، بُفرما! را به فون براون گفتند و او هم الحق، نخستین ماهواره آمریکا را به نام اِکسپلورر Explorer، سوار بر موشک ردِستُن به مدار پرتاب کرد. فقط آن هنگام بود که ملت آمریکا نفَس راحتی کشید.

بلافاصله پس از پرتاب ماهواره اِکسپلورر، دکتر کیلیان تمام تلاش های تحقیقاتی ایالات متحده را در زمینه هوا- فضا و کاوش های فضاَیی آینده در قالب سازمان ملی هوافضای آمریکا (ناسا NASA) یک کاسه کرد. خیلی زود ناسا تبدیل به پدرخوانده اخترشناسان شد و مطابق هر خواسته آنها عمل می کرد؛ روس ها که لقب «نخستین» پشت همه کارهای فضایی شان بود، همچنان پیشتاز مسابقه فضایی بودند.

غرور و اعتماد به نفس آمریکا تا ده سال بعد بازنگشت؛ یعنی زمانی که نیل آرمسترانگ Neil Armstrong با لباسی که پرچم آمریکا بر بازویش نقش بسته بود پا بر سطح ماه گذاشت.

www.baffled.blogfa.com

صلاحیت و توانایی روس ها در امور فضائی

ذمانی که جان اِف. کِنِدی **John F. Kennedy** درسال **1961**، رئیس جمهور آمریکا شد، مسابقه فضایی میان شوروی و آمریکا به بالاترین اوج خود رسیده بود و شوروی چندین بار برنده این میدان بود. از اکتبر سال 1957 آنها چندین بار عنوان نخستین را دریافت کرده بودند:

- نخستین ماهواره
- نخستین حیوان در فضا – ماده سگی به نام لایکا
- نخستین جسمی که با سطح ماه برخورد کرد
- نخستین فرود فضاپیمای بی سرنشین بر سطح ماه
- نخستین انسان در فضا ؛ یوری گاگارین که چندی پس از بازگشت از سفر فضایی در یک سانحه هوایی کشته شد
- نخستین زن فضانورد در فضا ؛ والِنتینا ترِشکُوا
- نخستین فضاپیمای مدارگرد خورشید
- نخستین فضاپیمای چندسرنشینی در مدار زمین
- نخستین راهپیمایی فضایی انسان
- نخستین فضاپیما به سوی دیگر سیارات ؛ گذری از کنار زهره
- نخستین تصاویر از پشت ماه ، که همیشه از دید ما ساکنان زمین پنهان است؛ چرا که ماه با سرعتی به دور محورش می گردد که به دور زمین می گردد.

و حتی بعدها روسیه نخستین ایستگاه فضایی سرنشین دار را به نام میر به مدار فرستاد.

اما بین روش شوروی برای انجام مأموریت های فضایی و روش آمریکا تفاوت هایی وجود داشت. روس ها، تمام مأموریت ها را در خفای کامل و بدون اعلام قبلی تاریخ، نام فضانورد، ماهیت مأموریت و هدف نهایی آن انجام می دادند. آنها نام فضانورد و هدف مأموریت را فقط پس از انجام موفقیت آمیز و کامل آن فاش می کردند. در حقیقت هیچ کس حتی نمی دانست که چه کسی در رأس هرم برنامه های فضایی شوروی قرار دارد[1] و از او تنها به نام « طراح اصلی » یاد می شد.

1- او دانشمند علوم موشکی به نام سِرگِئی کُرولِف بود که ده سال را در زندان های استالین گذرانده بود. نام او پس از مرگ ناگهانی اش روی تخت جراحی فاش شد. وزیر بهداشت و سلامت شوروی اصرار داشت که خودش عمل جراحی را انجام دهد، و ظاهراً وقتی تومورهایی را در روده او می بیند ، بدون دستیار و کمک تجهیزات و خون ذخیره به عمل ادامه می دهد. کرولف با احترام تمام به همراه امیدهای شوروی برای نشاندن انسان بر سطح ماه و فراتر از آن ، داخل دیوار کرملین دفن شد.

www.baffled.blogfa.com

به نظر می رسید که هدف اصلی برنامه های فضایی شوروی، ناامید ساختن آمریکایی ها بود و این که ثابت کنند که نظام کمونیست برتر از نظام سرمایه داری است. همچنان که در بازنگری درمی یابیم که در غیاب برنامه ای روش مند و برنامه ریزی شده، بیشتر «نخستین» های آنها را می توان در قالب عملیاتی محیرالعقول یا « سیرک فضایی » دسته بندی کرد. همچنان که خود کرولف، در باره اولین پرواز فضایی سه سرنشین شوروی گفت که "هیچ ارزش علمی ای نداشت."

از سوی دیگر، امریکایی ها برنامه های فضایی خود را به طریقی روش مند، بر اساس برنامه های از پیش تعیین شده و دقیق با اهداف علمی روشن در ذهن، برنامه ریزی می کردند. افزون بر این، آنها برنامه های زمان بندی شده را از پیش اعلام می کردند و پرواز را جلو دوربین های پخش تلویزیونی انجام می دادند که همه چیز را به طور زنده در سرتاسر دنیا پخش می کردند. هرچند که این سیاست لحظات ناامیدانه ای را هم برای آمریکایی ها رقم زد، اما نمی توان منکر اعتماد به نفس و تحسینی شد که همین روش ایجاد کرد و تا امروز نیز دوام داشته است. نکات مثبت این روش بسیار بیشتر از ناامیدی ها یا تبلیغات منفی ایجاد شده بر اثر شکست ها بوده است. این حقیقتی است که صحنه قدم گذاشتن نیل آرمسترانگ بر سطح ماه، پُربیننده ترین صحنه تلویزیونی در سرتاسر دنیا بوده است و احتمالاً همینطور خواهد ماند تا زمانی که شاید فضانوردی پا بر سطح مریخ بگذارد.

هیچ چیز بیش از این نشانه شکست روس ها در برنامه های فضایی نیست که، آنها هرگز انسانی را بر سطح ماه ننشاندند و به استثنای زمینه پزشکی فضایی، پیشرفت ها و اکتشافات فضایی شان، مخصوصاً در تحقیقات میان سیاره ای هرگز به پای آمریکا نرسید.

مِرکوری Mercury و جِمینی Gemini؛ مأموریت های مقدماتی:

به تدریج، پول و نبوغ آمریکایی ها موتور برنامه های فضایی را با تمام قدرت به راه انداخت. ناسا با سروصدای بسیار، نخستین گروه هفت نفره فضانوردان آمریکایی را که به" 7 فضانورد مِرکوری" مشهور شدند انتخاب کرد. آنها می بایست در قالب بخشی از پروژه مرکوری با فضاپیمای تک نفره کوچکی موسوم به کپسول مرکوری پرواز می کردند و یک فضانورد را در مدار قرار می دادند. یکی از آنها، به نام آلِن شِپرد، نخستین آمریکایی در فضا شد که در پرواز زیرمداری به مدت 15 دقیقه در موشک ردستُن تا کران های فضا رفت و برگشت[2]. فضانورد

2 – شِپرد که من او را چندین بار ملاقات کردم در میان فضانوردان آمریکایی خیلی خاص بود. او بسیار خوش اَخلاق و شوخ طبع بود. خیلی زود پزشکان متوجه نوعی عدم تعادل در گوش داخلی اش شدند که

www.baffled.blogfa.com

دیگری به نام جان گلِن، نخستین آمریکایی شد که در یک کپسول مرکوری به نام فرندشیپ 7، در مداری به دور زمین گشت. گُردُن کوپر، 17 روز را در فضاپیمای کوچک خود سپَری کرد و سرانجام هم آن را به صورت دستی فرود آورد چون تمام سیستم هایش از کار افتاده بودند. یکی از فضانوردان مرکوری، به نام دیک سُلیتون، هرگز با سفینه مرکوری به فضا نرفت چون دچار مشکلات قلبی بود[3]. همچنین اسکات کارپنتِر، که پس از گلِن به مدار رفت، هرگز دیگر پرواز نکرد چراکه در طول پرواز اولیه اش به دستورالعمل ها توجهی نکرد و بیشتر سوخت فضاپیما را با مانورهای بی هدف در مدار به هدر داد و جایی بسیار دورتر از مکان پیش بینی شده فرود آمد و هم مأموریت وهم جان خودش را به خطر انداخت.

چون آمریکایی هااز برنامه های فضائی روس ها بی خبر بودند، نمی دانستند که چه هنگام می توانند به آنها برسند. بنابراین، وقتی که کِنِدی در سال 1961 به ریاست جمهوری ایالات متحده رسید نخستین درخواستی که از ناسا کرد، این بود که مأموریتی فضایی پیشنهاد کند که پیش از روسیه، بخت معقولی برایرسیدن به هدف داشته باشد.

«فرود انسان بر سطح ماه و سالم بازگرداندن او به زمین»، هدف نهایی پروازهای فضایی بود. چیزی به جز فرود انسان بر سطح مریخ، یا ملاقات موجودات فضایی با زمین، نمی توانست با شور و هیجان بالای آن و منظره تماشایی اش، برابری کند. پس در روز 25 مِه سال 1961، کِنِدی در برابر مجلس ایالات متحده اعلام کرد که به ملت آمریکا قول می دهد که « . . . *تا پیش از پایان این دهه انسان را بر سطح ماه فرود خواهیم آورد و به سلامت او را به زمین باز خواهیم گرداند.*»

این پروژه آپولو نامیده شد و موفقیت آن نه تنها منجر به کسب دستاوردهای علمی فراوان شد، بلکه همچنین سفری ماجراجویانه و هیجان انگیز بود که طرز فکر ما را نسبت به زمین و ماه تغییر داد. ورنِر فون براون نه فقط، تصمیم گرفت که این پروژه چطور باید انجام شود، بلکه موشک آن را هم طراحی کرد و ساخت. روشی که او برای فرود بر سطح ماه انتخاب کرده بود (پایین را ببینید)، احتیاج به مانوری به نام « ملاقات و اتصال **rendezvous and docking** » داشت.

مانع از پروازهای فضایی او شد. فضانورد دیگری هم به نام دیک سلیتون ، دچار شرایط نامساعد قلبی بود و به این ترتیب ناسا هر دو آنها را در مشاغل مشاوره ای در دفتر نظارت بر فضانوردان استخدام کرد و آنها مسئول انتخاب فضانوردان برای مأموریت های فضایی شدند شِپرد تمرینات سخت و چندین نوع درمان پزشکی را پشت سر گذاشت تا سرانجام آماده پرواز شد. بدین صورت در مأموریتی به ماه شرکت کرد و نخستین انسانی شد که یک توپ گلف را بر سطح ماه پرتاب کرد.

3- دیک سُلیتون سال ها بعد در مأموریتی که آمریکایی ها و روس ها را در مدار متحد کرد به فضا رفت.

www.baffled.blogfa.com

"ملاقات rendezvous ،" هنر مانور دو جرم مجزا در مدار، و پرواز آنها به شکلی است که آن قدر به هم نزدیک شوند که قابلیت اتصال به هم را داشته باشند (با توجه به ماهیت مکانیک مداری، رسیدن به این هدف هم هنر و هم شاهکار فناورانه است). این موضوع به همین سادگی ها که به نظر می رسد، نیست. زیرا وقتی فضاپیمایی، فضاپیمای دیگری را در مدار دنبال می کند، نمی تواند سرعتش را برای به دام انداختن آن زیاد کند، چون این کار به سادگی آن را در مداری بالاتر قرار می دهد. بنابراین، فضاپیما برای رسیدن به شکارش باید از پایین به آن نزدیک شود.

"اتصال docking،" فرایند وصل شدن دو فضاپیما به یکدیگر است، به طوری که هر دو آنها نوسانات، پیچ و تاب ها و حرکت های انحرافی را با یکدیگر عمل کنند. اگر قرار است فضاپیما ها، ناگهان از هدایت خارج نشوند، باید هدایت ویژه ای برایشان در نظر گرفت.

برای پاسخ دادن به این پرسش مهم که «آیا عملیات ملاقات و اتصال در فضا امکان پذیر است یا خیر»، ناسا برنامه ای موقت میان آپولو و مرکوری را پیشنهاد کرد که جمینی نام گرفت. این مأموریت شامل فضاپیمایی دو سرنشینه درست شبیه کپسول مرکوری اما کمی بزرگتر بود.

آپولو Apollo ؛ بشر در ماه:

راههای زیادی برای سفر رفت و برگشت به ماه وجود دارد که به آنها "ترکیب بندی مأموریت mission configuration" می گویند. اما صرفه جویی در مصرف سوخت در فرایند انتخاب این روش ها نگرانی اصلی است. مثلاً شما می توانید یک فضاپیمای کامل را در مسیری به سوی ماه بفرستید، آن را روی سطح ماه فرود آورید و سپس به زمین برگردانید. اما این روش مسلماً بسیار احمقانه است، چون باید مقدار بسیار زیادی سوخت مصرف کنید تا بخش هایی از فضاپیما را که برای قسمت اصلی مأموریت کاربردی ندارند، بر سطح ماه فرود آورد و سپس باید مقدار بیشتری سوخت مصرف کردتا همه آنها را از سطح ماه بلند کرده و در مسیری به سوی زمین قرار داد.

روشی بسیار مؤثرتر این است که هر نوع تجهیزات یا سیستمهایی را که برای مراحل بعدی مأموریت لازم نداریم از سیستم جدا کنیم، مثل بخش های مختلف یک موشک که هر کدام با اتمام سوختشان به طور خودکار از موشک جدا و در فضا رها می شوند. همچنین می توانید برخی قسمت ها را که فقط برای بازگشت مسیر یا فرود بر سطح زمین لازم اند، جایی در مداری به دور ماه یا زمین پارک کنید و سپس در راه بازگشت فضاپیما را به آن متصل کنید.

روشن است که فقط فضانوردان و سنگ هایی که روی ماه جمع آوری کرده اند باید از ماه برگردند. بنابراین احتیاجی به بازگرداندن سیستم فرود بر سطح ماه و سکوی پرتاب نیست. همچنین فقط لازم است که فضانوردان و سنگ های ماه، و بخش فرماندهی فضاپیما بر سطح

www.baffled.blogfa.com

زمین فرود آیند، بنابراین بخش خدمات (مدول سرویس **service module**) که در طی سفر به خدمات ارائه می کرده است، پیش از ورود به جو زمین در فضا رها شود.

روشی که سرانجام برای سفر به ماه انتخاب شد، همین بود که سیستم هایی که برای فرود و اقامت بر سطح ماه لازم نبود، در مداری به دور ماه باقی بمانند تا در زمان برگشت به فضاپیما متصل شوند.

در چنین ترکیبی، سیستم های لازم برای مأموریت فرود انسان بر سطح ماه به شرح زیرند:

1. سه فضانورد که دو نفرشان بر سطح ماه فرود می آیند.
2. یک سیستم هدایت **guidance system** که در مراحل حرکت به سوی ماه و حرکت به سوی زمین استفاده می شود.
3. بخش فرماندهی که محل سکونت فضانوردان در طول سفر است و شامل سیستم های فرماندهی و هدایت فضاپیما نیز هست.
4. بخش مُه نَوُرد (**Lunar Excursion Module (LEM**) که خود شامل موارد زیر است:

4-1- بخش فرماندهی که حامل فضانوردان روی سطح ماه است و همچنین دارای سیستم های فرماندهی و هدایت مُه نورد است.

4-2- یک موشک فرود که فضانوردان را از مدار ماه به سطح آن منتقل کند.

4-3- خودروگشت بر سطح ماه که فضانوردان از آن برای گشت و گذار بر سطح ماه استفاده می کنند.

4-4- یک موشک صعود که فضانوردان را از سطح ماه به مدار آن منتقل کند.

4-5- یک سکوی پرتاب برای بلند شدن موشک صعود از سطح ماه.

4-6- یک سیستم هدایت برای مراحل فرود و صعود.

5. یک بخش خدمات که شامل موارد زیر است :
   a. مخازن اکسیژن و هیدروژن برای باتری های بخش فرماندهی.
   b. موشکی به نام **SPS** با طراحی مخصوص که برای قرار دادن مُه نورد و بخش های فرماندهی و خدمات در مداری به دور ماه استفاده می شود. و در راه بازگشت هم برای قرار دادن بخش های فرماندهی و خدمات در مسیر بازگشت به زمین کاربرد دارد.

www.baffled.blogfa.com

c. یک سیستم پرتاب- فرار که به منظور جدا کردن بخش فرماندهی در حالت ایمنی طراحی شده که اگر اوائل مرحله پرتاب درست انجام نشود یا در ثانیه های نخست پرتاب مشکلی رخ دهد، عمل می کند.

این مجموعهٔ موشک، ساترن Saturn V 5، نامیده شد، و بزرگترین موشکی است که تا به حال ساخته شده؛ موشکی سه مرحله ای که در حالت ایستاده به اندازه یک ساختمان 36 طبقه است. پنج موتور پرتابِ F-1، نیروی رانش نخستین مرحله را که معادل 7/5 میلیون پوند است، ایجاد می کنند. همین تعداد موتورهای J-2، نیروی رانشی معادل کمی بیش از یک میلیون پوند برای مرحله دوم تولید می کنند. سومین مرحله فقط به کمک یک موتور J-2 نیرو می گیرد و شامل سیستم هدایت و بخش مُه نشین (LEM) است ، که در طول پرتاب به کمک پوششی محافظت می شود. بعد از آنها، محل بخش های خدمات و فرماندهی است. بخشی که بالای همه قرار می گیرد، سیستم ایمنی پرتاب - فرار است. ترتیب اتفاقات، از زمان پرتاب تا فرود بر سطح ماه و سپس بازگشت به زمین برای آپولو 11 - نخستین فرود انسان بر سطح ماه - به شرح زیر است:

روز اول :

سه فضانورد به نام های نیل آرمسترانگ، باز آلدرین و مایکل کالینز، ساعت 4:15 صبح روز 16 ژوییه سال 1969 از خواب بیدار شدند و در ساعت 6:45 وارد بخش فرماندهی فضاپیما شدند. پس از 28 دقیقه شمارش معکوس، در ساعت 9:32 صبح، اولین موتور اول با شعله درخشان زرد- نارنجی ای روشن شد، که از نظر نظاره گران دوردست همچون ستاره ای درخشان در افق به نظر می رسید. خیلی زود چهار موتور دیگر هم روشن شدند و شعله نخستین موتور را در نور خود محو کردند و گوی عظیمی از آتش ساختند که همچون طلوع خورشید به نظر می رسید. حدود 2 ثانیه هیچ صدایی به گوش نمی رسید تا این که موتورها نیروی رانش لازم را تولید کردند. سرانجام بُست های نگهدارنده رها شدند و تقریباً هم زمان، مجموعه موشک غول پیکر از سکوی پرتاب A 39 در پایگاه کِیپ کِندی بلند شد. پرتاب با صدای مهیبی همراه بود که در برابر چشمان یک میلیون تماشاچی، یادآور موجی سهمگین بود. سرعت حرکت آنقدر کند بود که تا تخلیه کامل سکوی پرتاب، 13 ثانیهٔ بسیار طولانی طی شد. مرکز کنترل پرتاب در کیپ کندی، با ادای آخرین کلمات – « موفق باشید و سفر بخیر! » - هدایت پرواز را به مرکز کنترل پرواز در پایگاه هیوستون سپرد.

سیستم پرتاب- فرار، کمی پس از حرکت در جو زمین رها شد و پس از آن هم مراحل اول و دوم موشک رها شدند. هر سه قسمت داخل اقیانوس سقوط کردند و هیچکدام قابل استفاده مجدد نبودند. سپس مرحله سوم موشک، کل فضاپیما را به سرعت 28 هزار کیلومتر در ساعت

www.baffled.blogfa.com

رساند و در ساعت 9:44 آن را در مداری در ارتفاع 165 کیلومتر به دور زمین قرار داد. پس از دو بار گشتن به دور زمین، کامپیوترها زمان 12:22 را برای پرتاب فضاپیما در مسیر ماه انتخاب کردند. در این مکان و زمان، مرحله سوم موشک دوباره به مدت چند دقیقه روشن شد تا سرعت فضاپیما را به 38700 کیلومتر در ساعت برساند که برای آغاز مرحله حرکت به سوی ماه لازم بود. فضاپیما در راه خود برای رسیدن به نقطه ای در فاصله 385000 کیلومتری قرار گرفت؛ نقطه ای 98 کیلومتر جلوتر از جایگاه ماه در 66 ساعت آینده.

در ساعت 12:49 بعدازظهر، در حالی که فضاپیما مدام از زمین دورتر و دورتر می شد، فضانوردان به کمک نوعی تیرهای انفجاری، پوشش محافظ مه نشین را رها کردند و آن را به همراه مرحله سوم موشک از بخش های فرماندهی و خدمات جدا کردند. وقتی مجموعه فضاپیما 35 متر به جلو حرکت کردند 180 درجه دور زدند و دماغه بخش فرماندهی را با سر بخش مه نشین هماهنگ کردند. سپس دو فضاپیما به هم متصل شدند و مرحله سوم موشک رها شد و موتورش دوباره روشن شد تا از مسیر فضاپیمای اصلی خارج شود. این بخش از کشش گرانش زمین فرار کرد و در مداری به دور خورشید قرار گرفت.

آپولو 11 که حالا از بخش های مه نشین، فرماندهی و خدمات تشکیل شده بود، سرانجام در مسیرش به سوی ماه که با سرعت 3680 کیلومتر در ساعت به سوی نقطه ملاقات حرکت میکرد قرار گرفت. گاهی اوقات در طول مسیر، نیل آرمسترانگ و باز آلدرین - دو فضانوردی که برای پیاده شدن بر سطح ماه انتخاب شده بودند - از بخش فرماندهی به کمک تونلی وارد بخش مه نشین شدند و تمام سیستم ها را روشن و آزمایش کردند.[4]

روز دوم و سوم:

با فقط انجام برخی کارهای روزمره و تعدادی تصحیح مسیر که در دستور کار هم ذکر شده بود، روز دوم و سوم پرواز آپولو 11 بدون هیچ اتفاق خاصی سپری شد. اما آرمسترانگ، میلیاردها نفر مردم جهان که پرواز آپولو 11 را در برنامه ای تلویزیونی دنبال می کردند، مهمان تور گردش در بخش فرماندهی فضاپیما کرد. در ساعت 11:12 شب سوم حرکت، فضاپیما در فاصله 54116 کیلومتری ماه قرار داشت و گرانش زمین سرعتش را تا 5443 کیلومتر در ساعت کم کرده بود. در این زمان و نقطه از فضا، فضاپیما به مرحله جدیدی رسید چراکه با ورود به کرهٔ محدودهٔ تأثیر گرانش ماه، سرعتش بیشتر شد و مسیرش به سمت ماه خمیده شد.

روز چهارم:

4- پس از انفجار در بخش خدمات آپولو 13 از بخش مه نشین مثل قایق نجاتی برای بازگرداندن فضانوردان به زمین استفاده شد.

www.baffled.blogfa.com

در ساعت 1:13 بعدازظهر روز چهارم پرواز، مسیر فضاپیما آنقدر تغییر کرد که کاملاً از پشت ماه گذشت و تماسش با زمین قطع شد. در ساعت 1:28، در حالی که فضاپیماهنوز پشت ماه بود، موشک اصلی اش که یک موتور رانش 20500 پوندی بود به مدت حدود 6 دقیقه روشن کرد تا سرعت فضاپیما راکم کند و آن را در مداری بیضوی به اندازه 270 در 98 کیلومتر به دور ماه قرار داد. این بخش حساسی از مأموریت بود چون در طی این مرحله فضانوردان هیچ ارتباطی با مرکز هدایت مأموریت روی زمین نداشتند. فقط زمانی که فضاپیما از پشت ماه بیرون آمد، هدایت گران پرواز روی زمین مطمئن شدند که مرحله قرارگیری در مدار ماه با موفقیت به انجام رسیده است.

پس از چند بار گشتن به دور ماه، در ساعت 5:44 بعدازظهر، همان موتور قبلی به مدت 17 ثانیه روشن شد تا مدار آپولو 11 را در بیضی ای به اندازه 105/6 در 86/5 کیلومتر تنظیم کند. در این مدار جدید، گردش به دور ماه 2 ساعت طول می کشید. فضانوردان پس از آزمایش سیستم های بخش مه نشین به خواب رفتند.

روز پنجم:

در ساعت 9:27 صبح، آلدرین وارد بخش مه نشین شد و فضاپیما را روشن کرد. حدود یک ساعت بعد، آرمسترانگ هم وارد شد و پایه های LEM برای فرود تنظیم شدند. در ساعت 1:46 بعدازظهر، بخش مه نشین از بخش فرماندهی جدا شد. در بخش فرماندهی، مایکل کالینز همان طور که به گردش به دور ماه ادامه داد، موتورها را روشن کرد تا حدود 3/5 کیلومتر از مه نشین دور شود.

در ساعت 3:08 بعدازظهر، آرمسترانگ و آلدرین در حالی که در شرایط کله پا (برعکس upside down) حرکت می کردند، موتور فرود مه نشین را برای نخستین بار به مدت 30 ثانیه روشن کردند و مه نشین را به مداری در ارتفاع 15000 کیلومتری سطح ماه رساندند. سپس کامپیوتر فضاپیما، زمان مناسب برای روشن شدن دوباره این موتور را انتخاب کرد تا از این زمان مرحله فرود فضاپیما بر موقعیت از پیش تعیین شده بر سطح ماه، آغاز شود. کالینز این مراحل را از مدارگرد تماشا می کرد و گزارش آن را به مرکز هدایت روی زمین می فرستاد.

در ساعت 4:05 بعدازظهر، آرمسترانگ سوخت موشک فرود بخش مه نشین را تغییر داد (این نخستین باری بود که قدرت موشکی را با تغییر مقدار مصرف سوخت در حین پرواز، تغییر می دادند). در ابتدا در این مرحله، مه نشین نسبت به سطح ماه در افق قرار داشت. اما هنگامی که موتور روشن شد و مراحل فرود آغاز شد، فضاپیما رو به بالا منحرف شد. حدود 15 دقیقه طول کشید تا مه نشین به سطح ماه رسید. با این که بیشتر مراحل فرود راکامپیوتر هدایت می کرد، آرمسترانگ مجبور بود برخی هشدارهای کامپیوترها را نادیده بگیرد و حتی در چند دقیقه آخر،

www.baffled.blogfa.com

هدایت فضاپیما را کاملاً در دست بگیرد تا از فرود به داخل دهانه ای بزرگتر از یک زمین فوتبال جلوگیری کند. در زمانی که آرمسترانگ مشغول هدایت مه نشین بود، آلدرین وضعیت ارتفاع و عرض جغرافیایی فضاپیما را برای او می خواند و گزارش می داد:

« هفتصد و پنجاه فوت، در 23 درجه پایین می رویم. . . 700 فوت، 21 پایین . . 400 فوت، در 9 درجه . . سایه را پایین می بینم . . 75 فوت ، همه چیز خوب به نظر می رسد . . چراغها روشن . . غبار بلند شد . . 30 فوت، 2/5 درجه پایین . . سایه محو . . رو به جلو، کمی به سمت راست . . چراغهای برخورد با سطح . . خیلی خوب ، موتور خاموش. »

زمان: 4:17 بعدازظهر به وقت شرق ایالات متحده، 4 روز و 6 ساعت و 45 دقیقه از زمان حرکت گذشته بود. در این زمان مه نشین از دید زمین در 4 تا 5 درجه ای سمت راست ماه نشسته بود. مقیاس سوخت مه نشین هشدار می داد که تا پیش از پایان کامل فرود فقط به اندازه 20 ثانیه سوخت باقی مانده بود. اما آرمسترانگ می دانست که 20 ثانیه زمانی طولانی است.

پس از تب و تاب فعالیت های پیش از فرود، لحظاتی سکوت برقرار شد، سپس دو فضانورد داخل اتاقک کوچک مه نشین نگاهی به هم انداختند و دستهایشان را به نشانه پیروزی به هم قفل کردند. کمی بعد صدای نیل آرمسترانگ بلند شد و میلیاردها نفر روی زمین حرف های او را از برنامه زنده تلویزیونی شنیدند که می گفت :

« هیوستون، اینجا پایگاه دریای آرامش. عقاب فرود آمد. »

نخستین کار پس از فرود، آماده سازی فضاپیما برای بلند شدن و ملاقات با بخش فرماندهی در شرایط اضطراری بود. آنها سپس سیستم مخصوص ارتباطات و تأمین حیاتی را محکم به خود بستند. این بسته روی زمین وزنی معادل 33 کیلوگرم داشت اما روی ماه بر پشت فضانوردان فقط 5/5 کیلوگرم بود.

در ساعت 10:39 شب، بیش از 5 ساعت جلوتر از برنامه زمان بندی شده، آرمسترانگ دریچه مه نشین را باز کرد و شروع به پایین رفتن از نردبان 9 پلهٔ 3 متری کرد. روی پلهٔ دوم حلقه ای را روی LEM پایین کشید. این حلقه دوربین تلویزیونی متصل به LEM را روشن کرد تا مراحل پایین رفتن او را از آن پله تا سطح ماه به تصویر بکشد. پایه های مه نشین فقط حدود 3 تا 5 سانتی متر داخل ماده ریزدانه و تقریباً پودرمانند سطح ماه فرو رفته بود.

در ساعت 56 : 10 شب، آرمسترانگ پای چپش را بر سطح ماه گذاشت و به این ترتیب به جرگهٔ کاشفان بزرگی همچون کریستف کُلُمب و ماژلان پیوست. آرمسترانگ که می دانست نخستین کلمات او پس از فرود بر سطح ماه، بارها و بارها در طول تاریخ تکرار خواهند شد، این جملهٔ مشهور را بر زبان آورد:

« قدمی کوچک برای بشر، گام بزرگی برای بشریت. »

www.baffled.blogfa.com

این واقعه به طور زنده در سرتاسر دنیا پخش شد که در آن زمان تا به حال پربیننده ترین برنامه تلویزیونی بوده است.

آرمسترانگ دقایقی اطراف خود را بررسی کرد، کمی از خاک پودر مانند زیر پایش را به هوا پرتاب کرد و در محیطی به گرانش $1/6$ گرانش زمین به حرکت پرداخت. او نخست کیسه ای را پر از خاک ماه کرد تا مطمئن باشد اگر به هر دلیل مأموریت زودتر از موعد تمام شد، اقلا مقداری از مواد سطح ماه را به زمین برمی گرداند. آنها در زمینی فرود آمده بودند که سنگ های اطرافشان از چند سانتی متری تا حدود هفتاد سانتی متری و بزرگتر بودند. هر کدام از سنگ ها از زیر خاک پودر مانند تا حدی دیده می شدند.

در ساعت 11:11 شب آلدرین هم از پله ها پایین آمد، در حالی که آرمسترانگ با دوربینی که چند دقیقه پیش از آلدرین تحویل گرفته بود، مشغول عکاسی از او بود. او به مرکز هدایت روی زمین چنین گزارش داد که سنگ های ماه نسبتاً لغزنده اند، چون ظاهراً خاک پودری مانند ریز آنها را هم پر کرده است و باعث لیز خوردن آنها روی سنگ ها می شود.

آرمسترانگ یک عدسی با فاصله کانونی بلند بر دوربین تلویزیونی نصب کرد و آن را به سوی پلاک روی پایه های مه نشین نشانه رفت و از روی پلاک نوشته ای را که زیر اسامی سه سرنشین آپولو و نام نیکسون، رئیس جمهور آمریکا، حک شده بود، خواند:

« در اینجا انسان هایی از کره زمین برای نخستین بار پا بر سطح ماه گذاشتند. ماه ژوییه سال 1969 پس از میلاد مسیح. ما به نام صلح برای بشر آمدیم.»

آرمسترانگ سپس دوربین تلویزیونی را از جایش در مه نورد حرکت داد و به فاصله 25 متری برد تا از آنجا بتواند تمام محوطه کارشان را فیلمبرداری کند. یکی ابزاری را که با خود آورده بودند، ورقه ای از فویل آلومینیوم بود که دور تا دور یک لوله بسته شده بود. در حالی که سر لوله را داخل خاک فرو کردند، فویل از لوله جدا شد و آویزان باقی ماند، در عین حال بخشی از لوله که روی آن کلمه « خورشید» نوشته شده بود، رو به سوی خورشید قرار گرفت. کاربرد این وسیله، جمع آوری ذرات باد خورشیدی بود که از خورشید جدا می شدند و به سطح ماه می رسیدند. این ورقه فویل برای تجزیه و تحلیل و بررسی به زمین بازگردانده شد. دومین وسیله، پرچم نایلونی ایالات متحده به اندازه 1/5 در 1 متر بود که بر سر میله ای فلزی نصب بود و آرمسترانگ آن را در خاک ماه فرو کرد. داخل لبه بالایی پرچم یک سیم فنری نصب شده بود که پرچم را به شکل برافراشته نگه دارد تا ستاره ها و نوارهای پرچم بر سطح بدون باد ماه دیده شوند. حالت مواج سیم باعث شده بود که در عکس ها به نظر برسد پرچم در باد تکان می خورد. و همین موجب نظریه پردازی عده ای شد که 40 سال بعد از این رویداد ادعا کردند که

www.baffled.blogfa.com

کل سفر انسان به ماه حقه ای بیش نبوده و همه صحنه ها در استودیوهای هالیوود فیلمبرداری شده است!

در ساعت 11:48 شب، مرکز هدایت اعلام کرد که: *« رئیس جمهور ایالات متحده از اتاق بیضی کاخ سفید پشت تلفن است و مایل است که با آنها گفتگو کند.»* آرمسترانگ هم با احترام اعلام کرد که صحبت کردن با رئیس جمهور مایه افتخار اوست و از آن سوی خط چنین شنید:

« نیل و باز! بدون شک این تاریخی ترین مکالمه تلفنی ای است که از اتاق بیضی کاخ سفید انجام شده است. برای همه مردم آمریکا و مردم سراسر جهان این روز باید پرافتخارترین روز زندگی شان باشد، به خاطر کاری که شما کرده اید آسمان هم بخشی از دنیای بشر شد. وقتی شما از دریای آرامش با ما صحبت می کنید، این الهام بخش ماست که بیشتر برای برقراری صلح و آرامش در زمین تلاش کنیم. در این لحظه گرانبها در تمام تاریخ بشریت، همه مردم کره زمین به راستی یکی شده اند.»

دو فضانورد پس از پاسخی کوتاه، جلو دوربین تلویزیون خبردار ایستادند و به فرمانده مافوقشان ادای احترام کردند.

پس از تماس تلفنی نیکسون، آرمسترانگ مشغول جمع آوری 21/7 کیلوگرم از سنگ ها وخاک ارزشمند ماه شد و آنها را داخل پاکت های مهر و موم شده قرار داد. در همین حین، آلدرین هم مشغول سوار کردن دو ابزاری شد که قرار بود از مه نشین بر سطح ماه باقی بمانند. یکی از آنها لرزه نگاری بود که ماه لرزه ها را اندازه گیری و ثبت می کرد. دیگری بازتابنده لیزری بود که برای اندازه گیری فاصله دقیق بین ماه و زمین استفاده می شد.

آرمسترانگ و آلدرین مدت زیادی بر سطح ماه نماندند. در ساعت 1:10 بامداد هر دو به داخل مه نشین بازگشتند و به خواب رفتند؛ آرمسترانگ روی تخت نوماننده‌ای که با طناب بالای دریچه فضاپیما و پوشش موتور بسته شده بود و آلدرین روی زمین حلقه زده بود.

روز ششم:

دو فضانورد ساعت 11:13 صبح از خواب بیدار شدند و پس از فرستادن گزارش از آنچه در اطرافشان می دیدند، شروع به شمارش معکوس برای بلند شدن از سطح ماه کردند. موتور صعودی مه نشین از موتور فرود به عنوان سکوی پرتاب استفاده می کرد. بر خلاف بلند شدن آهسته و تدریجی موشک ساترن، کابین فضانوردان مه نشین در ساعت 1:54 بعدازظهر با سرعت از سطح ماه جدا شد و خیلی زود به سرعت 25 متر بر ثانیه در ارتفاع 300 متری سطح ماه رسید. حالا، مه نشین با وزن 4700 کیلوگرم، تقریباً $2\frac{1}{3}$ وزن اصلی خود یعنی 7000 کیلوگرم، هنگام فرود بر سطح ماه را داشت. بدون شک سنگین ترین جسمی که روی سطح ماه باقی ماند بخش

www.baffled.blogfa.com

فرود مه نشین بود. و بدون شک باارزش ترین محموله ای که از ماه عازم زمین شد 27 کیلوگرم سنگ های گران بهای ماه بود.

در ساعت 5:35 بعدازظهر، مه نشین دوباره به بخش فرماندهی کلمبیا متصل شد، در حالی که بخش فرماندهی در حال گردش به دور ماه بود. پس از یک بار گردش به دور ماه، بخش مه نشین از بقیه فضاپیما جدا شد تا برای همیشه به دور ماه بگردد.

روز هفتم:

در ساعت 12:56 نیمه شب، در حالی که آپولو 11 با سرعت 1665 متر بر ثانیه در ارتفاع 96 کیلومتری سطح ماه حرکت می کرد، موشکِ بخش خدمات روشن شد تا فضاپیما را به سوی مسیر زمین هدایت کند. این بخش عملیات بسیار حیاتی بود، چراکه به غیر از برخی تصحیحات کوچک مسیر، راه دیگری وجود نداشت تا فضاپیما را وارد مسیری با شیب 5 درجه کنند که به زمین ختم می شد. اگر زاویهٔ نزدیک شدن فضاپیما به زمین بیشتر از 5 درجه می بود، فضاپیما از جو زمین به سوی فضای خارج پرتاب می شد و وارد مداری به دور خورشید می شد که هرگز برگشتی برایش امکان پذیر نبود. اگر زاویهٔ ورود کمتر از 5 درجه می بود، فضاپیما با شیب تندی وارد جو زمین می شد، آتش می گرفت و به صدها تکه تبدیل می شد. وقتی فضانوردان از خوب کار کردن موتور مطمئن شدند، در ساعت 4:30 صبح خوابیدند و ساعت 1 بعدازظهر بیدار شدند تا نخستین روز کامل سفر برگشت را شروع کنند. در ساعت 1:39، فضاپیما از دام گرانش ماه خلاص شد و سرعتش را برای طی کردن 400000 کیلومتر راه باقی مانده تا زمین بیشتر کرد. در ساعت 4:02 بعدازظهر، کالینز مانور کوچکی را برای تصحیح مسیر انجام داد.

روز هشتم:

این روز واقعاً بدون هیچ اتفاقی گذشت، به غیر از پخش گزارش تلویزیونی برای مردمی که آمادهٔ خوش آمدگویی به قهرمانان خود بودند.

روز نهم:

مسافران فضاپیما در ساعت 6:47 صبح از خواب بیدار شدند و خود را برای فرود در آب ها آماده کردند. این مرحله در ساعت 12:21 بعدازظهر - فقط 14 دقیقه پیش از زمان ورود به جو زمین - شروع شد و نخستین کار جداسازی بخش خدمات از بخش فرماندهی فضاپیما بود. بخش خدمات به دلیل حرارت زیاد در زمان ورود به جو، در جو سوخت. البته، بخش فرماندهی، با یک سپر حرارتی سرامیکی در برابر این حرارت محافظت می شد و همچنین مقاومت ملکول های هوا در جو از سرعتش می کاست. سرانجام هم به کمک سه چتر نجاتی که باز شدند، فضاپیما در نقطه معینی در فاصله 1330 کیلومتری جنوب غربی هونولولو در آب فرود

www.baffled.blogfa.com

آمد و 20 کیلومتر آن سوتر، کشتی مخصوص حمل فضاپیماها به نام هُرنِت (Hornet) منتظر آنها بود.

ساعت 12:51 بعدازظهر آخرین روز سفر آپولو- تاریخی ترین سفر بشر تا آن زمان و تا امروز بود؛ در ساعت 1:20 بعدازظهر، کالینز دریچه بخش فرماندهی را باز کرد و یک غواص، سه لباس مخصوص به او داد. آنها در ساعت 1:28 از بخش فرماندهی فضاپیما بیرون آمدند و سوار بر هلی کوپتری شدند که در ساعت 1:57 بر عرشه کشتی فرود آمد. آنها به سرعت وارد یک اتاق قرنطینه متحرک شدند. همان جا، نیکسون، رئیس جمهور آمریکا به دیدن آنها آمد و از پشت شیشه ای با آنها صحبت کرد. او همچنین آنها را برای شب 13 اوت به ضیافت شام در کاخ سفید دعوت کرد.

سه فضانورد تا 3 روز در اتاق قرنطینه ماندند برای اطمینان از اینکه حامل ویروسی ناشناخته نباشند؛ ویروسی که ممکن بود در سطح ماه وجود داشته باشد و تهدیدی برای زندگی روی زمین به حساب آید. پس از رهایی از قرنطینه، آنها در توری به دور دنیا سفر کردند و همه جا همچون قهرمانانی واقعی مورد استقبال قرار گرفتند. هیچکدام از آنها هرگز دوباره به مأموریتی فضایی نرفتند و خیلی زود از برنامه های فضایی بازنشسته شده و سرانجام هر سه به کتاب های تاریخ پیوستند.

بین ژوئیه 1969 و دسامبر 1972، در مجموع 12 فضانورد بر سطح ماه قدم گذاشتند. برخی چند ساعتی را در نزدیکی محل فرود مه نشینشان گذراندند و برخی هم سوار بر خودروهای کوچک مه نورد، مسافت های بیشتری را طی کردند. فقط یک پرواز نتوانست به ماه برسد و آن آپولو 13 بود که در راه رسیدن به ماه دچار انفجاری در مخزن اکسیژن شد. البته فضانوردان آپولو 13 با کمک مه نشین همچون قایق نجات، از اکسیژن و نیروی آن استفاده کرده، دور ماه گشتند[5] و به سلامت به زمین بازگشتند. همه این فضانوردان با هم، 380 کیلوگرم سنگ و خاک از نقاط مختلف ماه به زمین آوردند. به جز برخی تکه های کوچک سنگ های ماه که نیکسون برای رهبران محبوبش در کشورهای مختلف به عنوان سوغاتی فرستاد، از جمله برای محمدرضا پهلوی شاه سابق ایران، بقیه سنگ ها در مرکز فضایی جانسون در هیوستون تگزاس نگهداری می شوند. آنها گنجینه ملی آمریکا محسوب می شوند که سرنخ هایی از دوران ابتدایی منظومه شمسی و زمین در خود نهفته دارند.

5- یک فضاپیما نمی تواند در فضا به سادگی دور بزند و جهتش را عوض کند. برای این کار باید از گرانش جسمی دیگر استفاده کند.

www.baffled.blogfa.com

4

منشاء پیدایش ماه

" ماه از پنیر ساخته شده."

- یک مثل معروف

www.baffled.blogfa.com

منشاء پیدایش ماه

« . . . . منشاء ماه به خرده تکه هایی نسبت داده شد که از خارجی ترین لایه های پوسته زمین جدا شده بودند. علت این حادثه، برخورد سیاره ای به اندازه مریخ با زمین در حدود 50 میلیون سال پس از شکل گیری زمین در 4/5 میلیارد سال پیش بوده است . . . »

* * * * *

این فکر که ماه هم زمان با زمین از یک قرص موادی و با یک فرایند شکل گرفته، به طور ناخودآگاه به ذهن انسان خطور کرد و سال های طولانی هم مسلّم پنداشته می شد. اما چند دانشمند به این گمان رسیدند که شاید ماه بخشی از زمین بوده است و دلیل آنها برای این حدس این بود که ظاهراً حجم ماه برابر با حجم حفره ای در زمین است که بستر اقیانوس آرام را ساخته است. اما این فکر در کل رد شد فقط به دلیل عدم وجود مدارک کافی و البته به این دلیل که احتمال وقوع چنین برخورد عظیمی که چنان حفره ای را روی زمین ایجاد کرده باشد، در آن زمان غیرممکن به نظر می رسید.

وضع به همین منوال گذشت تا اینکه نخستین نتایج از مأموریت آپولو به این منجر شد که این ایده را از قفسه ها بیرون آوردند و با نگاه دقیق تری بررسی اش کنند. در همین حین، شواهد برخورد عظیمی که عامل انقراض نسل دایناسورها و 75 درصد از گونه های حیات حدود 65 میلیون سال پیش بوده است، بیشتر و بیشتر شدتا اینکه در سال 1984، مدل برخوردِ عظیم برای آفرینش ماه، اصلی ترین نظریه برای پیدایش آن بود.

در سال 1984 در کنفرانسی درباره منشاء پیدایش ماه، دانشمندان این پیدایش را به بزرگترین برخورد در تاریخ زمین نسبت دادند. منشاء ماه به خرده تکه هایی نسبت داده شد که از خارجی ترین لایه های پوسته زمین جدا شده بودند. علت این حادثه، برخورد سیاره ای به اندازه مریخ با

www.baffled.blogfa.com

زمین در حدود 50 میلیون سال پس از شکل گیری زمین در 4/5 میلیارد سال پیش بوده است. این جرم که می بایست خیلی نزدیک به افق وارد محدوده زمین شده باشد، با آنچنان زاویه بزرگ و سرعت بالایی با زمین برخورد کرده است که شیاری عظیم از مواد پوسته زمین راکنده و به فضا پرتاب کرده است. سرعت پرتاب این مواد هم آنقدر زیاد بوده است که با همان شیب زیاد به فضا رفته اند. خیلی زود مقداری از این ماده به زمین برگشت اما مقداری کافی از آن در مدار باقی ماندکه در طی چندین میلیون سال بعد، به هم پیوستند و کره ماه را شکل دادند.

هم زمان با این نتیجه گیری، در بین علما اتفاق آرایی عمومی نیز درباره شکل گیری همه سیارات به وجود آمده است، به این معنی که همه سیارات سنگی منظومه شمسی نیز از برخورد تریلیون سنگ های کوچک تشکیل شده اند. همچنین برخوردها عامل به وجود آمدن برخی ویژگی های مشابه سیارات اند، مانند مدارهای دایره ای، برعکس چرخیدن بدور خود (مانند چرخش سیاره زهره)، همخوانی مدار سیارات با صفحه دایره البروج[1] the plane of the eccliptic و انحراف متغیر محور چرخششان[2]. همچنین زمان، ابعاد و زاویه برخی از این برخوردها هم محاسبه شده است؛ نه فقط برای ماه زمین بلکه برای قمر پلوتو، کارن. برخی عامل به پهلو خوابیدن سیاره اورانوس با انحراف تقریباً 90 درجه ای محورش را وقوع برخورد می دانند و افزون بر این قمر اورانوس، میراندا، نیز به نظر می رسد در اثر برخوردی از هم پاشیده، تکه تکه شده و دوباره به هم متصل شده است، همانطورکه لبه های ناهموارش هم این موضوع را تصدیق می کنند.

این نظریه برخی پدیده های مرموز فضایی پیش و پس از مأموریت آپولو راکه موجب شگفتی و تعجب دانشمندان شده بود، توضیح می دهد. مثلاً:

- در زمان های پیش از مأموریت آپولو، ماهیت دوگانه بودن سیستم سیاره ای زمین - ماه، و همچنین پلوتو -کارن، دانشمندان راکنجکاو کرده بود به اینکه قمری $1/4$ اندازه سیاره اش

1- صفحه ای فرضی در فضاکه زمین، خورشید ، و همه سیارات به جز پلوتو در آن قرار میگیرند.
2- زاویه بین محور چرخش یک سیاره و خطی عمود بر صفحه دایره البروج. این انحرافِ محور، عامل اصلی تغییر فصل ها در یک سیاره است.

www.baffled.blogfa.com

را داشته باشد. این که میان پلوتو و کارن چنین است، نمونه ای یگانه، اما از آنجا که خودِ پلوتو حتی کوچک تر از ماهِ زمین است، به نظر می رسد که شاید این دو یک جفت سیارک بزرگ اند. اما نمی توان برای جفتِ زمین - ماه چنین نظریه ای را ارائه داد. در نظریه برخورد، دلیلی آماری ارائه می شود که وقوع یک یا دو، و نه بیشتر، برخورد قمرساز را در یک منظومه 8 تا 9 سیاره ای پیش بینی می کند

- یکی دیگر از پرسش های پیش-آپولویی این حقیقت بود که ماه نسبت به زمین، مقدار آهن کمتری دارد. در حقیقت، چگالی متوسط ماه در کل مشابه چگالی متوسط زمین نیست، اما مشابه چگالی قشر زمین است. اگر برخورد پس از شکل گیری هستهٔ آهنی و قشر سنگی زمین رخ داده باشد، پس تکه هایی که از زمین جدا شده اند و ماه را شکل داده اند از جنس قشر زمین بوده اند.
- این یعنی که چگالی سنگ های ماه باید با قشر زمین یکی باشد که چنین نیز هست. زمین کره ای پر آب است، در حالی که ماه سرزمینی خشک است. فرضیهٔ برخورد این موضوع را چنین توضیح می دهد که موادی که به خاطر برخورد به فضا پرتاب شدند در اثر حرارت ناشی از برخورد بسیار داغ شده و همهٔ رطوبت موجود در آنها تبخیر شده است.
- بررسی سنگ های ماه که فضانوردان مأموریت آپولو به زمین آوردند نشان داد که مقدار ایزوتوپ اکسیژن در سنگ های ماه برابر با مقدار آن در سنگ های زمینی است در صورتیکه سنگ های مریخ یا سیارک ها ترکیبات متفاوتی دارند. این اطلاعات نشان می دهند که جرم برخورد کننده یک خرده سیاره بوده که در فاصله زمین نسبت به خورشید شکل گرفته بوده است.
- محاسبهٔ سرعت نسبی رشد خرده سیاره ها و اندازه حرکت زاویه‌ای آنها نشان می دهد که بسیار احتمال دارد چنین جرمی در مدار زمین وجود داشته، چنین برخوردی صورت گرفته و مواد جداشده از قشر زمین جرمی به اندازه ماه را شکل داده باشند.

تحول ماه در سال های نخست تولدش:

www.baffled.blogfa.com

اینکه چطور تکه های حاصل از آن برخورد، گرد هم آمدند و این کرهٔ خوش تراش و مدار دایره ای را شکل دادند، خود موضوعی جالب برای بررسی است و ریشه در فنون شبیه سازی های کامپیوتری و آزمایش ویژگی های زمین شناختی و تجزیه و تحلیل شیمیایی سنگ های ماه دارد.

بر اساس شبیه سازی های کامپیوتری بررسی های دینامیکی مدل های برخورد، چند ساعت پس از برخورد، بیشتر تکه هایی که از زمین به سوی فضا پرتاب شده بودند به سوی آن بازگشتند اما مقداری بیشتر از حد لازم برای شکل گیری ماه در مداری کم ارتفاع باقی ماندند. به تدریج، این مواد به شکل حلقه ای پهن اما باریک از نظر ضخامت درآمدند. سپس ماه از مواد بخش خارجی حلقه شکل گرفت و بخش های داخلی ترِ حلقه سرانجام به سطح زمین فرود آمده و ناپدید شدند.

در ابتدا فاصلهٔ ماه از زمین فقط 24000 کیلومتر بود. اما در طی میلیون ها سال کِشِش گرانشی نابرابر زمین بر لبه های نزدیک تر و دورتر ماه -که نیروهای کِشَندی tidal forces نام دارند - باعث شد که ماه از زمین فاصله بگیرد. از آنجایی که نیروهای کشندی وقتی دو جرم به هم نزدیک ترند قوی ترعمل می کنند، این حرکت پُسرُوی ماه در ابتدا سریع تر بوده است؛ چیزی حدود نصف فاصله فعلی اش در صد میلیون سال نخست. در حقیقت ماه هنوز هم از زمین دور می شود و این موضوع را می توان با اندازه گیری دقیقِ زمانِ رفت و برگشت یک پرتو رادار به ماه ثابت کرد. سیگنال های راداری به کمک بازتابنده های راداری ای منعکس می شوند که فضانوردان مأموریت آپولو و خودروهای روسی روی ماه به جای گذاشتند.

در آن دورانِ ابتدایی شکل گیری منظومه شمسی بقایای شکل گیری سیارات، دنباله دارها و شهاب واره ها بسیار معمول بودند. بنابراین برخوردهای آنها و همچنین سقوط تکه هایی از لبه های داخلی حلقهٔ زمین، ماه راگرم می کردند تا جایی که سطح ماه تقریباً در حالت مذاب بود.

به مدت حدود 50 میلیون سال اقیانوسی بزرگ از مواد مذاب سطح ماه را پوشانده بود و همیشه مواد کم چگال تر بر سطحش شناور بودند؛ مانند تکه های برفابه بر سطح آب اقیانوس.

www.baffled.blogfa.com

در طی دویست میلیون سال بعد، وقتی شدت برخوردها فروکش کرد و حرارت سطحی ماه به فضا منتقل شد، سطح اقیانوسِ مواد مذاب سرد و عاقبت منجمد شدند و فقط گاهی در هر گوشه ای به دلیل وقوع برخوردهای پراکنده ذوب می شد. به این دلیل بود که فضانوردان مأموریت آپولو نتوانستند سنگ هایی با قدمت بیش از 4 میلیارد سال روی ماه پیدا کنند. بااینکه بخشی از مأموریتشان یافتن سنگ هایی موسوم به « سنگ های سرآغاز the genesis rocks» بود؛ یعنی سنگ هایی که به سرآغاز پیدایش ماه برمی گشتند و قدمتی حدود 4/3 میلیارد سال داشتند.

سرانجام پس از حدود 500 میلیون سال، پوسته کم چگالی شکل گرفت که شامل ارتفاعات پر از گودال های کهن روی ماه هم می شد.[3] این سطح شواهدی از آخرین مراحل بمباران های شدید منظومه را در خود دارد که یکی از ابرخوردهای همین دوران موجب شکل گیری سیستم زمین – ماه شد.

پس دریافتیم که نخستین روزهای شکل گیری سیستم زمین - ماه پُر از برخوردهای پُر سرعت از سحابی سازندهٔ سیارات و خرده سیارات اطراف بوده است و به این ترتیب است که امروز تصور می شود ماه هم نتیجهٔ یکی از همین برخوردهاست.[4]

در همان حال که پوسته ای جامد روی ماه شکل می گرفت، هسته اش داغ و مذاب باقی مانده بود. وقتی برخوردهای پیاپی با سطح ماه، پوسته اش را می شکست گدازه ای جاری می شد و درون دهانه های حاصل از برخورد و دیگر انواعِ گودال های موجود را می پوشاند. وقتی این مواد منجمد می شدند، رنگی تیره تر از پوسته داشتند، اما تکه هایی که از برخوردهای بعدی پرتاب می شدند روی آنها را هم می پوشاندند. البته سنگ های گدازه ای که از 3/8 تا 3 میلیارد سال پیش شکل گرفتند، تقریباً دست نخورده باقی ماندند چون سرعت برخوردها به طرز چشمگیری کاهش یافت. این مناطق امروزه همچون نواحی تاریکی روی قرص روشن ماه دیده می شوند و بسیاری از تمدن های باستانی آن را مردی روی ماه می نامیدند.

3- سنگ های مشابهی روی زمین هم یافت می شوند اما با فراوانی کمتری در سطح.

4- وقوع سلسله ای از برخوردها باعث تأخیر در تکوین حیات پر دوام بر سطح زمین شد.

www.baffled.blogfa.com

در حدود 3 میلیارد سال پیش، تحول ماه کامل شد و بسیار به شکل امروزش شبیه شد. اما امتیاز ماه در این نکته است که تنها پایگاهی در منظومه شمسی است که بشر به آنجا قدم گذاشته است.

علاعمی از حیات ابتدایی زمینی در روی ماه

در طی 4 میلیارد سال گذشته، زمین و ماه هر دو با دنباله دارها و سنگ های آسمانی گوناگون بمباران شده اند. جو زمین، سطح آن را از تخریب این برخوردها محافظت می کند، چون بیشتر سنگ ها و دنباله دارها (بجز بزرگ ترها) در جو زمین می سوزند. افزون بر این، به جز برخی گودال های برخوردی بزرگ یا تازه، بقیه آنها بر اثر باد، شستشوی باران، زمین لرزه و حرکت صفحه های تکتونیک زمین که همگی پدیده های طبیعی اند، از بین رفته و پاك شده اند. اما روی ماه که جوی ندارد، حتی کوچك ترین سنگ ها هم با سطح برخورد می کنند و گودالی به جا می گذارند. در آنجا آب یا بادی وجود ندارد که گودال را از بین ببرد. بنابراین آثار بمباران سطح ماه تابه حال حفظ شده است و به همین دلیل سطح ماه آبله گون و پُر از دهانه هاییcraters به اندازه های مختلف و حتی دهانه ای در دهانه دیگر است.

ماه در مدار گردش به دور زمین آرام آرام درحال دور شدن از آن است. البته این روندآن قدر کُند صورت می گیرد که تغییرات آن باگذر هزاران سال محسوس می شود. به این ترتیب ماه در ابتدای پیدایش بسیار به زمین نزدیك تر بوده است - شاید حدود $1/3$ فاصله فعلی. بنابراین موقعیت ماه طوری بوده که در دوره بمباران سنگین برخی از سنگ هایی که از برخوردهای روی زمین به فضا پرتاب می شدند، به سطح آن رسیده و در آنجاباقی میماندند. بسیاری از این سنگ های پرتاب شده در طی برخورد مستقیم سیارك ها و دنباله دارها با سطح ماه در طی این 4 میلیارد سال از بین رفته اند. با وجود این دانشمندان بر این باورند که شاید برخی از آن سنگ هایی که حاوی اَشکالی از حیات ابتدایی زمین اند، تا به امروز در خاك ماه سالم باقی مانده باشند.

www.baffled.blogfa.com

بنابر یکی از پژوهش های اخیر، هر 20 تُن از مواد زمینی، 100کیلومترمربع از سطح ماه را می پوشاند. پس می توان به یافتن سنگ های زمینی خوش بین بود. آنچه باید انجام دهیم جستجو در مکان مناسبی روی ماه است . حدود 400کیلوگرم سنگ و خاك ماه که فضانوردان آپولو با خود به زمین آوردند، بیشتر از بازالت تشکیل شده که روی زمین بسیار فراوان است. اما در هیچ گزارشی ذکر نشده است که هیچ کدام از آنها حاوی سنگواره ای از حیات ابتدایی باشند. اما درواقع هیچ کس در پی جستجوی چنین سنگواره نبوده است. این زمینه ای تازه در پژوهش است که در 30 سال گذشته، از زمان پرواز آپولو تا امروز، به آن توجه نشده است.

ناحیه ای از ماه که باید در آنجا به دنبال مواد پرتاب شده از زمین باشیم، لبهٔ شرقی ماه است (آن طور که از زمین دیده می شود). ماه تقریباً درهمان زمانی که دور خود می چرخد، زمین را نیز یك بار دور می زند. به همین دلیل همیشه یك نیمکره ماه رو به زمین است و نیمه دیگر دیده نمی شود. در این صورت لبهٔ شرقی ماه در حین گردش این قمر به دور زمین همیشه لبهٔ پیشرو است. پس این لبه بیشتر مواد زمینی ای راکه در مداری به فاصله ماه افتاده بودند، جاروب کرده است. آنهایی که مستقیم از سطح زمین کَنده شدند و به سوی ماه رفتند، ممکن است هر جایی روی نیمه رو به سطح ماه پیدا شوند. حتی دیگر تکه هاکه به مدارهای دیگری پرتاب شده بودند، احتمالاً پس از هزاران یا حتی میلیون ها سال گردش در مدار، جایی روی سطح ماه سقوط کرده اند. اما بیشتر تراکم سنگ های زمینی در لبهٔ شرقی ماه خواهد بود.

جستجو به دنبال سنگ های زمینی روی ماه کاری بسیار گران قیمت و برای یك فضانورد بسیار وقت گیر است. از زمان پایان مأموریت های آپولو در سال 1972 انسان دیگری به ماه سفر نکرده است. گرچه فناوری این سفرها در اختیار بشر است، هزینه های سنگین آن، کاوش های بعدی در ماه را منحصر به فضاپیماهای بی سرنشین کرد. خوشبختانه لازم نیست فضانوردان را برای یافتن سنگ های زمینی به ماه بفرستیم. همین کار را می توان با هزینه

www.baffled.blogfa.com

بسیار کمتر به کمك روبوت هایی انجام داد که یك سنگ قدیمی زمین را از یك سنگ واقعی ماه تشخیص می دهند. همچنین آنها این کار را هزاران بار در روز بدون نیاز به استراحت و یا وقتی برای خواب انجام می دهند. می توان روبوت ها را طوری برنامه ریزی و تجهیز کرد که به دنبال سنگ هایی بگردند که در ساختار ملکولی شان آب وجود دارد. مسلماً چنین سنگ هایی، بخشی از ماده اصلی سازندهٔ ماه نیستند، چراکه اقیانوس های زمین بعد از جدا شدن ماه از زمین شکل گرفتند. پس سنگ های ماه خشك اند. دیگر تفاوت های سنگ های ماه و زمین ممکن است وجود هیدروکربن یا کربنات ها در سنگ ها باشد که مختص سنگ های زمینی است. ساده ترین دلیلی که ما معتقدیم سنگ های زمینی روی ماه وجود دارند، وجود سنگ های ماه برسطح زمین است.

برخوردهای شدید با ماه منجر به پرتاب سنگ های ماه به فضا و سقوط برخی از آنها برسطح زمین می شوند. تعدادی از چنین سنگ هایی در جستجوی شهاب سنگ ها در قطب جنوب پیدا شده است. پس بدون شك سنگ هایی از زمین نیز بر ماه سقوط کرده اند. بنا بر این ماه شاید تنها جایی باشد که می توانیم به آن سفر کنیم تا به دنبال شواهدی بگردیم که ثابت کند حیات در اواخر دوره بمباران سنگین روی زمین شکل گرفته است. همچنین برای درك بهتر دوره پُرآشوبِ شکل گیری زمین باز هم باید به سراغ ماه برویم.

وجود یخ در ماه:

در حال حاضر، سطح ماه یکی از بی آب و علف ترین، و به جز برخی ماه لرزه های کوچك به بزرگی انفجار یك ترقه که بر اثر برخوردهای گاه به گاه سنگ های کوچك با سطحش ایجاد می شوند، ساکت ترین، بی حرکت ترین و خشك ترین نقاطِ منظومه شمسی است. چون در این کره هیچ ردی از جو یا فعالیت های زمین شناختی وجود ندارد، هیچ چیز آرامش سطح ماه را به هم نمی زند، البته به جز زمانی که بشر پا بر سطح آن گذاشت و جای پایش را آنجا باقی گذاشت، یا با خودروهای کوچك به گشت زنی بر سطح ماه پرداخت و رد تایرهای فلزی خودروها را پشت سرش بر جای گذاشت، یا زمانی که تکه هایی از فضاپیمایش (از جمله خودروها) را آنجا

www.baffled.blogfa.com

باقی گذاشت و همینطور زمانی که شهاب واره یا دنباله داری با سطح ماه برخورد می کند و دهانه جدیدی می سازد و تکه هایی از سنگ، یخ و فلز را که از نیروی برخورد جان به در برده اند، به هر سو پراکنده می کند.

ماه آنقدر غیر فعال است که میلیون ها سال دیگر، جای پاهای نیل آرمسترانگ، نخستین انسانی که پا بر سطح ماه گذاشت هنوز به همان صورتی باقی میماند که او در آن روز تاریخی در ژوییه سال 1969 آن را بر جای گذاشت. همچنین همهٔ صدها هزار دهانه برخوردی که در طی 4/3 میلیارد سال گذشته ایجاد شده اند، دست نخورده باقی مانده اند و صورت آبله روی ماه را شکل داده اند.

علت اینکه ماه جوی ندارد این است که گرانش در سطحش فقط 16/7 درصد گرانش در سطح زمین است. بنابراین هر گازی که ممکن بوده جوی را تشکل دهد، از سطحش به فضا گریخته است. همچنین همه یخ هایی که دنباله دارها به سطح ماه آورده اند، از بین رفته اند چون یخ یا به دلیل حرارت برخورد یا تابش های شدید از خورشید، به سرعت تصعید شده و به بخار آب تبدیل می شود. چیزی که هیچ کس پیش از این فکر نمی کرد، احتمال وجود یخ در ناحیه ای روی ماه بود که پرتوهای خورشید به آنجا نمی رسند تا آبش کنند.

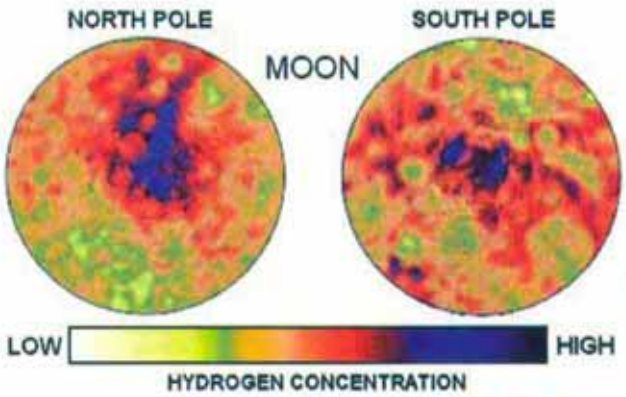
مدار ماه به دور زمین، نسبت به صفحه دایره البروج 5/9 درجه انحراف دارد. این یعنی که خورشید 5/9 درجه بالاتر از صفحه استوای ماه و با زاویه ای بزرگ نسبت به دو قطب ماه، طلوع و غروب می کند. بنابراین، در حالی که نور خورشید حتی به عمق دهانه های استوایی یا نزدیک استوا نفوذ می کند، نمی تواند به عمق دهانه های نواحی قطبی برسد.

همه فضانوردانی که به ماه رفتند، در نواحی پُستِ نزدیک صفحه استوایی فرود آمدند. برای بررسی اعماق دهانه ای در قطب های ماه (یا نزدیک آنها)، باید فضاپیمایی را به مداری قطبی به دور ماه فرستاده شوند که به جای از غرب به شرق، از شمال به جنوب دور ماه بگردد. همچنین، از آنجا که دوربین های معمولی نمی توانند جایی را نشان دهند یا عکسبرداری کنند که نور خورشید هرگز روشنش نمی کند، برای تعیین عمق چنین دهانه هایی یا آشکار کردن اینکه

www.baffled.blogfa.com

چه چیزی ته دهانه وجود دارد، دانشمندان از پرتوهای رادار استفاده می کنند که در بازگشت از عمق دهانه به گیرنده های زمینی ارسال و تجزیه و تحلیل می شود.

این درست همان کاری است که پنتاگون انجام داد؛ البته نه برای بررسی دهانه هایی در قطب های ماه یا برای جستجوی یخ یا هر چیز دیگری داخل آنها. این کار برای آزمایش سیستم راداری انجام شد که آنها طراحی کرده بودند و برای آزمایش توانایی های جهت یابی سیتمِ دفاعی موشکِ جنگ ستارگان (Star Wars missile defense) استفاده می شد. این فضاپیما که کلِمِنتاین نام داشت، سیگنال های رادار را به سوی اعماق دهانه ای به عمق 13 کیلومتر فرستاد که میلیاردها سال پیش برخورد دنباله داری بزرگ با قطب جنوب ماه آن را ایجاد کرده است. برخی تکه های دنباله دار از حرارت حاصل از برخورد جان به در بردند و دریاچه ای از یخ به اندازه یک زمین فوتبال کف دهانه ایجاد کردند. این دهانه آنقدر عمیق است که نور خورشید که با زاویهٔ کمی به آن می تابد، هرگز به کف آن نمی رسد. بنابراین، یخِ موجود در کف دهانه هرگز تحت حرارت نور خورشید قرار نمی گیرد تا ذوب شده، سپس تبخیر شود و به فضا بگریزد.



در سال 1998 سازمانْ NASA صفینه ای به نام کاوشگر قمری Lunar prospector فرستاد تا با دستگاهی به نام طیف سنج نیوترونی neutron spectrometer سطح ماه را برای کشف ترکیبات هیدرژنی بر رسی کند.

بار دیگر دهانه های قطبی علاعمی را نشان دادند که حاکی از وجود هیدرژن می باشد که بسیاری از کاوش گران عقیده دارند که احتمالان هیدرژنی است که در آب وجود دارد.

این کشف مهمی است چون بدون آب، ماه مکانی کاملاً بی استفاده حتی به عنوان ایستگاه بین راهی برای مأموریت های آینده بشر به مریخ و دورتر خواهد بود. در هر ماه، دو هفته سطح

www.baffled.blogfa.com

ماه در گرمای شدید و دو هفته در سرمای شدید قرار دارد. چنین شرایطی نیازمند مقادیر زیادی آب و انرژی برای تهویهٔ هوا و تولید گرماست.

به این ترتیب، اگر منابعی از یخ موجود باشد، حتی اگر در منطقه ای دور از دسترس مانند عمق یک گودال 13 کیلومتری قرار داشته باشد، به دلایل متعدد ارزش دارد که برای به دست آوردن این یخ تلاشی صورت بگیرد. می توان یخ را ذوب و تبدیل به آب خالص کرد، همچنین می توان آن را به دو عنصر اکسیژن و هیدروژن شکست، آنگاه فضانوردان می توانند:

- آب را بخورند.
- اکسیژن را تنفس کنند.
- از اکسیژن و هیدروژن به عنوان سوخت برای تولید نیرو استفاده کنند.
- اگر کمی بذر و کود با خود داشته باشند، گیاهانی را پرورش دهند.
- آب و سوخت در فضاپیمایشان ذخیره کنند، چون در غیر این صورت باید مقادیر زیادی را از زمین حمل کنند.

هیچکدام از این ها البته به این زودی ها تحقق پیدا نمی کنند، چراکه دسترسی به این یخ در عمق 13 کیلومتری این گودال، بالا آوردن آن تا سطح، ذوب کردن آن تحت فشار مناسبی (داخل اتاقک های آب بندی شده) که از بخار شدن آب در خلاء ماه جلوگیری کند، همگی کارهای بسیار دشواری هستند. البته، با توجه به فراوانی و شدت نور خورشید روی سطح ماه، این کار برای بهره برداری از نیروی خورشید خارج از حد فناوری های موجود بشر نیست.

به گفته پاول اسپودیس از مؤسسه ماه و سیاره شناسی دانشگاه رایس و یکی از اعضای گروه کاشف یخ روی ماه: *«کشف یخ روی ماه، آن را به با ارزش ترین سرزمین دست یافتنی در منظومه شمسی تبدیل کرده است.»*

فاصله سنجی لیزری ماه (LLR)

www.baffled.blogfa.com

سی سال پیش که فضانوردان آپولو 11 ماه را ترک می کردند، ابزاری را بر سطح ماه باقی گذاشتند که هنوز اطلاعات با ارزشی را درباره سیستم سیاره ای زمین- ماه برای دانشمندان سرتاسر دنیا می فرستد.

این ابزار یک بازتابندهٔ نور تشکیل شده از یک صفحه شطرنجی موزاییکی از صد قطعه نیم مکعبِ سیلیکاست که حدوداً به اندازه یک صفحه مانیتور معمولی کامپیوتر می باشد. این ابزار را طوری بر سطح ماه قرار داده اند که سطحش همواره به سوی زمین است و پرتو هر نوری راکه از هر نقطه زمین به سویش تابانده می شود، درست به همان نقطه بازمی تاباند. دانشمندان با اندازه گیری زمان لازم برای پرتو نور که به سطح بازتابنده روی ماه برسد و برگردد، فاصله ای را که پرتو نور طی کرده است، یعنی فاصله بین ماه تا زمین را به طور دقیق اندازه گیری می کنند.

یکی از نکات مثبت این بازتابندهٔ نور این است که بر خلاف دیگر ابزارهای علمی به جای مانده روی ماه، به هیچ نیرویی احتیاج ندارد. افزون بر این، از آنجایی که بر سطح ماه هوا وجود ندارد، پس هیچ بادی هم نمی وزد و بنابراین هرگز غبار، سطح بازتابنده را نمی پوشاند و از خاصیت بازتابندگی اش کم نمی شود. به طور خلاصه، اگر ناگهان شهاب سنگی با آن برخورد نکند، سال ها به خوبی کار می کند. دو بازتابنده اینچنینی دیگر را فضانوردان مأموریت های بعدی آپولو و یکی را نیز فرانسوی ها سوار بر مُه نشین روسی بدون سرنشین به ماه بردند.

در سطح ماه، پرتو باریکِ لیزری که از یک تلسکوپ نوری تابش شده است، درست مانند نوری که از یک چراغ قوه تا فاصله 1/5 کیلومتری تابیده شود، پهن می شود. بنابراین، فقط کسری از فوتون هایش (ذره بنیادی نور) به بازتابنده می رسد. مسلم است که ما نمی توانیم این بازتابنده را از روی زمین ببینیم، پس هدف گیری پرتو لیزر به سوی آن کار بسیار دشواری است. مثل اینکه بخواهید یک سکه ده سِنتی متحرک را از فاصله سه کیلومتری با تفنگ بزنید. وقتی پرتو لیزر به بازتابنده برخورد می کند، پرتو بازتابیده شدهٔ نور باز هم پخش و محو می شود، تا جایی که در شرایط ایده آل آب و هوایی، در هر چند ثانیه فقط یک فوتون نور به ابزارهای آشکارساز نور روی زمین می رسد.

www.baffled.blogfa.com

اینجا روی زمین با استفاده از ابزارهای تقویت کننده و فیلترهای خاص می توان این مقدار ناچیز نور را دریافت کرد. در طی سی سال گذشته، ابزارهای الکترونیکی و لیزری چنان پیشرفت کرده اند که فاصله بین قله کوهی روی زمین که رصدخانه ای بر فرازش قرار دارد و سطح ماه که دستگاه بازتابنده ای آنجا قرار دارد، با دقت حدود دو سانتی متر اندازه گیری شده است. از آنجا که فاصله متوسط میان مرکز کره زمین و ماه حدود 382,400 کیلومتر است، اندازه گیری های سیستم LLR دقیق تر از یک در ده میلیارد است. این یکی از دقیق ترین اندازه گیری های فواصل طولانی است که تا به حال انجام شده و برابر با تعیین فاصله بین لُس آنجلس و نیویورک با دقت بیش از $1/250$ سانتی متر است. اما دلیل اینکه چرا ما باید فاصله بین ماه و زمین را اینقدر دقیق بدانیم این است که بدینوسیله می توانیم به این ترتیب اطلاعات مفیدی دربارهٔ ماه و منشاء آن و مهمتر، دربارهٔ اتفاقاتی که روی زمین می افتد، به دست آوریم.

ما با استفاده از اندازه گیری های سیستم LLR می توانیم:

- نشان دهیم که ماه در هر سال حدود چهار سانتی متر از زمین دور می شود. به این ترتیب می توانیم محاسبه کنیم که ماه در هنگام شکل گیری اش چقدر به زمین نزدیک تر بوده است. این داده ها، فرضیهٔ پیدایش ماه را که در این فصل توضیح داده شده است تأیید می کند.
- به دقت، خورشیدگرفتگی ها را تا سال 1400 پیش از میلاد تجزیه و تحلیل کنیم.
- جرم مجموع زمین و ماه را با دقتِ یک در 200 میلیون محاسبه کنیم.
- تغییرات کوچک در گردش ماه را که به دلیل نا متعادل بودن میدان گرانشی ماه رخ می دهد، و همچنین تغییر شکل ماه را که به دلیل اثر کششی زمین بر دو سوی کره ماه و اثرات هستهٔ مایع ماه پدید می آید، اندازه گیری کنیم.
- تغییرات کوچک اما دائمی شکل زمین را که بر اثر فشار ناشی از وزن زیاد یخ ها در آخرین عصر یخبندان ایجاد میشود، تعیین کنیم.

www.baffled.blogfa.com

- نشان دهیم که جو، جزر و مد و هستهٔ زمین باعث تغییرِ طول شبانه روزِ زمینی اند – تغییرات حدود یک هزارم یک ثانیه در طول یک سال اند.
- صحت بسیاری از پیش بینی های نظریهٔ نسبیت اینشتین را آزمایش کنیم.

سنگی از ماه که توسط فضا نوردان جمع آوری شده

5

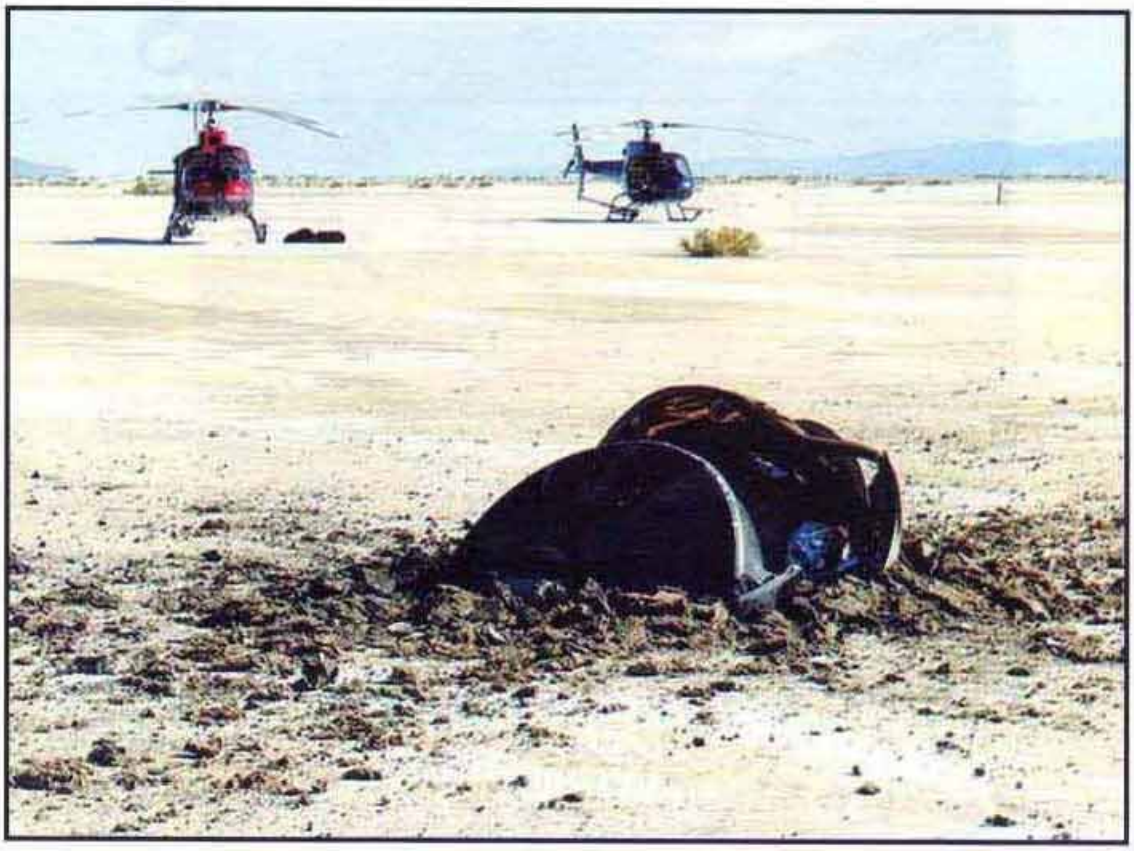
سفرهای اکتشافی

اکتشاف در سیارات و در فضای میان سیاره‌ای

کائنات نه فقط عجیب و غریب تر از آنچه است که ما فکر می کنیم،
بلکه حتی عجیب و غریب تر از آنچه است که ما میتوانیم فکر کنیم،

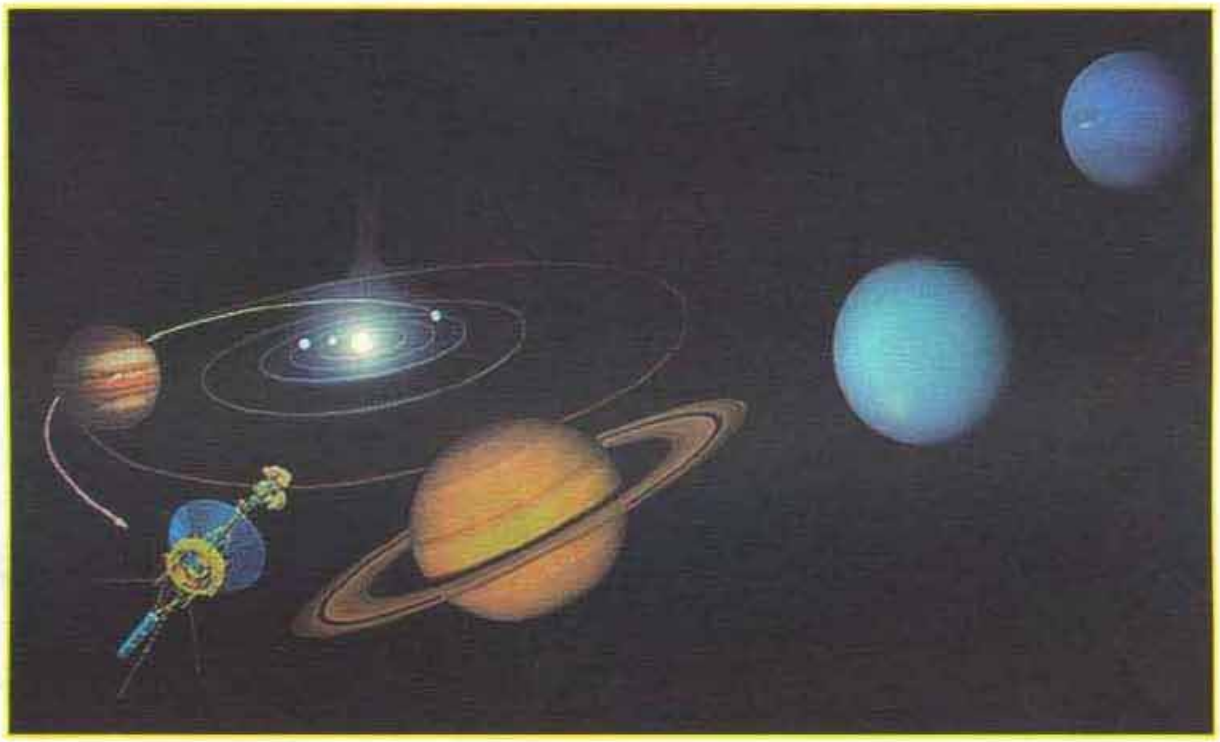
- جی. بی. هابدین
-J. B. HABDANE

www.baffled.blogfa.com



با وجود اینکه سفینه جنسیس در سطح زمین ایالت یوتا در آمریکا سقوط کرد، کارشناسان هنوز توانستند مقداری از ذرات خورشیدی را که سفینه در طی اقامتش در فضا جمع آوری کرده بود بدست آورده و روی آنها پژوهش کنند.

www.baffled.blogfa.com



VOYAGER TOUR OF THE FOUR OUTER PLANETS

www.baffled.blogfa.com

سفرهای اکتشافی

اکتشاف در سیارات و در فضای میان سیاره‌ای

«..در حال حاضر چهار فضاپیمای میان سیاره‌ای در چهار جهت به سوی مرزهای منظومه شمسی پیش می‌روند. پایونیرهای 10 و 11 در صفحه دایره‌البروج، و وُیجرهای 1 و 2 به ترتیب به سوی شمال و جنوب صفحه دایره‌البروج حرکت می‌کنند...»

****

با آغاز عصر فضا، فرصت‌های بی‌نظیری برای اخترشناسان به وجود آمد تا از نزدیك به بررسی سیارات منظومه شمسی و اقمارشان بپردازند. پروازهای سرنشین‌دار، حتی به نزدیك‌ترین آنها – مریخ - هم تا اواسط قرن 21 میسر نخواهد بود. اما درست به محض شروع عصر فضا با پرتاب اسپوتنیك، نقشه‌ها و طرح‌های بسیاری برای فضاپیماهای بدون سرنشین پر از ابزار بر تخته‌های طراحی ناسا و سازمان فضایی شوروی ظاهر گشت.

در ابتدا، این مأموریت‌ها شامل فرستادن کاوشگرهای کوچك به مأموریت‌های موسوم به "گذراز کنار سیارات **fly by missions**" بود چرا که محدودیت وزن، مانع اضافه کردن موشکی می‌شد که برای کاهش سرعت و فرود فضاپیما بر سطح سیاره لازم است. این مسئله به طور خاص درباره ناسا صدق می‌کرد که هنوز موتورهای قدرتمندتَرُش را تولید نکرده بود. بنابراین، شوروی بار دیگر آمریکا را در مسابقه فتح فضا شکست داد و نخستین فضاپیما را بر سطح ماه نشاند. اما، آمریکا نه تنها بزودی به آنها رسید، بلکه با فرود نخستین انسان بر ماه، از آنها پیشی گرفت و بعدها هم با پرتاب موفق ترین فضاپیماهای بین سیاره‌ای همچنان پیشتاز میدان بود. برخی از فضاپیماهایی که آمریکا به فضا فرستاد، همچون پایونیرها، وایکینگ‌ها، وُیجرها، گالیله، ماژلان، رُهیاب (پُت فایندِر) و کاسینی اسطوره‌های ادبیات فضایی شدند و همچنین بسیاری طرحهای دیگر در حال تکمیل یا هنوز بر صفحه‌های طراحی‌اند.

www.baffled.blogfa.com

نیروی فضاپیماها:

نیروی الکتریکی، عامل محدود کنندهٔ عمرمفید هر فضاپیمایی است. برای فضاپیماهایی که در فضا کار می‌کنند، سه منبع نیرو وجود دارد: خورشیدی، هسته‌ای و باتری. بیشتر فضاپیماها و همه ماهواره‌ها از انرژی پرتوهای خورشید برای تولید الکتریسیته استفاده می‌کنند. آرایه‌ای از سلول‌های خورشیدی که به ساختارهای بال مانند آبی کوچك و بزرگی متصل‌اند، بر ماهواره و فضاپیماهایی که از این سیستم استفاده می‌کنند نصب می‌شوند و به راحتی از روی عکس‌هایشان در فضا قابل شناسایی‌اند. این بال‌ها همیشه پیش از پرتاب، روی زمین جمع شده و بسته‌اند و فقط یك بار در مدار باز می‌شوند.

فراتر از مدار مشتری، خورشید آنقدر کم سواست که پرتوهایش نمی‌توانند نیروی لازم را تولید کنند، بنابراین، فضاپیماهایی که قرار است در آن بخش از منظومه شسمی کار کنند با سیستمی به نام RPG نیروی مورد نظر را تأمین می‌کنند. در این سیستم از پلوتونیوم استفاده می‌شود که واپاشی‌اش، ترموکوپل‌هایی را گرم کرده و الکتریسیته تولید می‌کند. این نیرو هم در طی سالها از بین می‌رود و موجب محدودیت عمر مفید فضاپیما می‌شود.

نسل جدید فضاپیماهای کوچك‌تر، همچون رهیاب مریخ، که برای کار بر سطح سیارات طراحی شده‌اند، سطح کافی برای نصب سلول‌های خورشیدی برای تولید نیروی لازم برای همه سیستم‌ها را ندارند. بنابراین، به باتری‌هایی مجهز شده‌اند که آرایه‌های خورشیدی کوچکی آنها را شارژ می‌کنند و فضاپیما تا زمان کار کردن باتری کار می‌کند.

یك محدودیت دیگر برای فضاپیماهایی که به سوی سیارات دیگر می روند، این است که زمین به دور محورش می‌گردد و آنتن های عظیمی که سیگنال‌های فضاپیما را دریافت می‌کنند، هر روز از محدوده تیررس فضاپیما خارج می‌شوند. به همین منظور، سه آنتن بر سطح زمین در فاصله 120 درجه نسبت به هم نصب شده اند که در هر زمان، دست کم یکی از آنها رو به فضاپیما باشد تا ارتباط آن با زمین قطع نشود. این آنتن‌ها راکه در کویر موهاوی در کالیفرنیا، مادرید و استرالیا قرار دارند، روی هم شبکه اعماق فضا (*Deep Space Network*) می‌نامند و زمان ارزشمند آنها، بسیار مقتصدانه بین فضاپیماهای استفاده کننده از آنها تقسیم می‌شود.

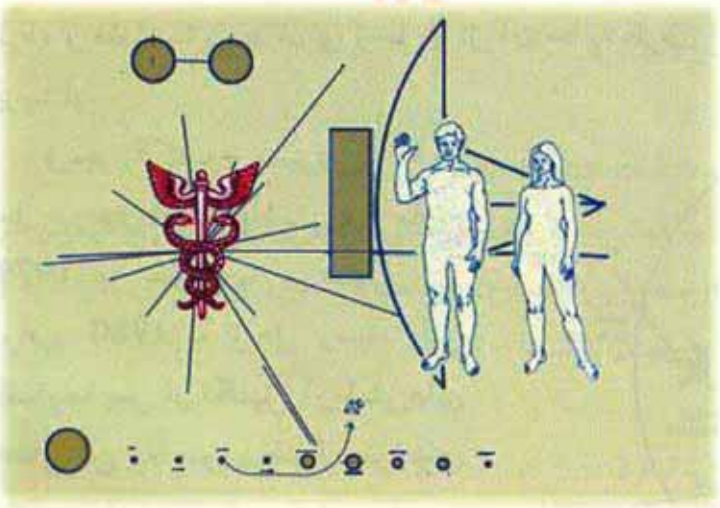
پایونیر 10 و 11: به سوی مشتری و زحل:

www.baffled.blogfa.com

روز سوم مارس سال 1972 (12 اسفند سال 1350) به نظر خیلی دوردست می‌آید. درکشور من ایران، هنوز محمدرضا پهلوی بر مردم حکمفرمانی می‌کرد. اتحاد جماهیر شوروی هنوز ابرقدرتی پیش رو بود. ایالات متحده درگیر جنگی سخت و نابرابر در ویتنام بود، و بذرهای رسوایی‌ای که زمین را تا بنیانش به لرزه انداخت و برای نخستین بار موجب استعفای رئیس جمهور وقت ایالات متحده شد، در آپارتمانی واقع در ساختمانی ناشناس به نام واتِرگیت در شهر واشنگتن کاشته می‌شد.

هیچ کس به جز شیفتگان پرشور اکتشافات فضایی نمی‌دانست که در آن روز ایالات متحده فضاپیمایی را پرتاب می‌کند که سرانجام نه تنها از دام گرانش زمین، بلکه از دام گرانش خورشید هم فرار می‌کند و به سوی ستاره‌ها رهسپار می‌شود. این فضاپیمای خاص، دهمین فضاپیما از سری فضاپیماهای اکتشاف گر سیارات بود که ناسا پرتاب کرده بود. هدف اصلی این فضاپیما که نامش پایونیر 10 بود، پرواز از کنار سیاره غول پیکر مشتری و فرستادن تصاویر و داده‌هایی از "فضای میان ستاره‌ای ***interstellar space***" به زمین بود؛ داده‌هایی همچون اندازه‌گیری تابش‌ها و ذرات اتمی‌ای که نه تن ها مرز سیارات، بلکه مرز منظومه شمسی را مشخص می‌کنند.

پس از فرستادن مقدار زیادی داده از نخستین اندزه‌گیری‌ها از مغناط کرة مشتری، مسیر پایونیر 10 آن را به سوی مرزهای منظومه شمسی و ستاره‌های دیگر فرستاد. خیلی زود، پایونیر 11 به دنبال آن فضاپیما راهی شد و افزون برگذر از کنار مشتری، از نزدیکی زحل نیز گذشت.



پلاکی طلایی بر فضاپیمای پایونیر 10 نصب است که حاوی پیغامی برای تمدن‌هایی است که احتمالاً در قرون آینده با این فضاپیما برخورد خواهند کرد. روی این پلاك، طرحی از اتم هیدروژن، نقشه‌ای شامل اطلاعات راجع به زمین و موقعیتش، دو شکل از انسان (زن ومرد) که مقابل یك آنتن سهموی ایستاده‌اند، و نموداری از شکل منظومه شمسی حك شده است.

www.baffled.blogfa.com

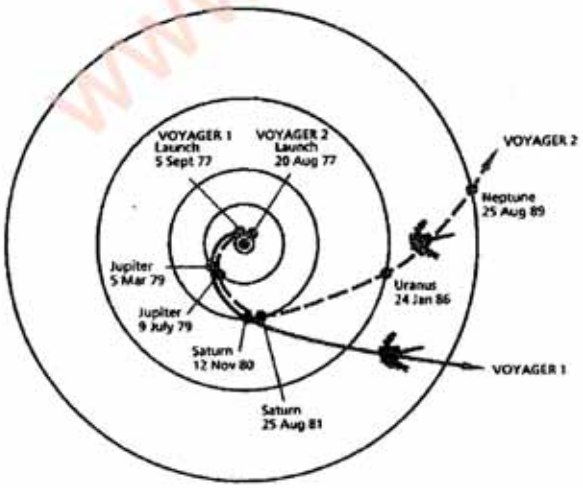
پس از 25 سال، زمان قطع ارتباط پایونیر 10 با سیستم *DSN* فرا رسید. پس فرمانی به سوی فضاپیما ارسال شد تا خودش را خاموش کند و به سفر ساکتش به سوی ستاره‌ها ادامه دهد. پایونیر 10، نشانگر زمانی است که انسان هوشمند برای نخستین بار در مسیر طولانی خود از گذشته پُر رمزش تا آینده روشنگرش، جسمی را به فضا پرتاب کرد که مقصد نهایی‌اش ستاره‌ها بودند.

فضاپیماهای وُیجر *The Voyager Spacecrafts*؛
موفق‌ترین مأموریت میان سیاره‌ای تا به حال

روز بیستم اوت سال 1977 و دوباره دو هفته بعد در پنجم سپتامبر سال 1977، ناسا دو فضاپیما را به نام‌های وُیجر1 و وُیجر2، به سوی سیارات خارجی (مشتری، زحل، اورانوس و نپتون) فرستاد. آنها فضاپیماهای مشابهی بودند که هر کدام با ابزارهای لازم برای انجام 10 آزمایش علمی مختلف و دوربین‌های عکسبرداری تجهیز شده بودند.

فضاپیماها معمولاً انرژی خود را از نور خورشید دریافت می‌کنند. اما چون سیارات خارجی آنقدر دورند که مقداری کافی از نور خورشید را دریافت نمی‌کنند، در این دو فضاپیما از وسیله *RPG* استفاده شد.

هر دو فضاپیما در زمان یکی از نادرترین هم خطی‌های چهار سیاره غول گازی که هر 175 سال یك بار رخ می‌دهد، پرتاب شدند. این ترکیب بندی به دانشمندان ناسا اجازه داد که از پدیده‌ای به نام «کمك گرانشی **slingshot effect**» از نیروی جاذبه مشتریاستفاده کرده و فضاپیما را به سوی زحل و از آن جا به طرف اورانوس و سرانجام به سوی نپتون فرستند.



ویجر 1 که در مسیری کوتاه تر اما سریعتر قرار داشت در مارچ 1979 به مشتری، و سپس در نوامبر 1980 به زحل رسید. این فضاپیما پس از تکمیل آزمایش‌های عملی‌اش به سوی شمال مرزهای منظومه شمسی پیش رفت و با هیچ سیاره دیگری ملاقات نکرد. ویجر2، در جولای 1979 به مشتری رسید و سپس با گذر از کنار زحل در آگوست 1981، در ژانویه سال 1986 به

www.baffled.blogfa.com

دیدار اورانوس رفت و در اوت سال 1989 به نپتون رسید. این فضاپیما پس از تکمیل آزمایش‌های عملی‌اش به سوی جنوب مرزهای منظومه شمسی پیش رفت.

در میان اکتشافات آنها به این نکات برمی‌خوریم:

- دوازده قمر جدید و حلقه‌ای باریك از مواد تیره به دور مشتری. این قمرها در سه گروه چهارتایی در گردش به دور سیاره‌اند. مدار های یکی از گروه‌ها داخل مدار داخلی‌ترین قمر بزرگ مشتری، آی-او IO، از فاصله 128 تا 222 هزار کیلومتری قرار دارند. دو گروه دیگر فراتر از مدار دورترین قمر بزرگ کالیستو Calisto می‌گردند: گروه دوم در فاصله 11,5 میلیون کیلومتری و سومین گروه در فاصله 22 میلیون کیلومتری در جهت خلاف سایرین می‌گردند که با وحدتی که در حرکتشان دیده می شود، به نظر می‌رسد که احتمالاً بقایای خرده سیاره‌ای بودند که در دام گرانش مشتری افتاده و سپس به دلیل برخوردی، تکه‌تکه شده است.
- وجود فوران‌های آتشفشانی بر قمر آی-او IO که در کنار زمین، دو جرمی از منظومه شمسی‌اند که فعالیت آتشفشانی دارند.
- این نکته جالب که سطح قمر دیگر مشتری، یوروپا Europa را لایه‌ای از یخ آب پوشیده شده که زیر خود اقیانوس عمیقی از آب مایع را مخفی کرده است.
- این که حلقه‌های زحل یك تکه نیستند و از ریز حلقه‌هایی شکل گرفته‌اند که خود از تکه های یخی کوچك و بزرگ - از دانه غبار تا تخته سنگ- تشکیل شده‌اند.
- شانزده قمرجدید اطراف زحل.
- این که اورانوس، ابری در جو خود ندارد.
- ده قمر جدید اطراف اورانوس.
- دو حلقه جدید اضافه بر 9 حلقه شناخته شده به دور اورانوس.
- یکی از قمرهای شناخته شده اورانوس، به نام میراندا که قطری معادل 450 کیلومتر دارد، مشخص شد که دارای عارضه‌هایی همچون دره‌های گُسُلی، زمین‌های لایه‌لایه و پله‌پله و مخلوطی از سطوح پیر و جوان است.
- هفت قمر جدید اطراف نپتون.
- مجموعه‌ای از حلقه ها در اطراف نپتون
- این که سطح قمر اصلی نپتون، یعنی تریتون از آبفشان‌های عظیمی آبله روست که نیتروژن مایع از خود پرتاب می‌کنند که تا صدها متر به سوی جوش پرتاب می‌شود.

www.baffled.blogfa.com

سفر ویجرها به مناطق مختلف منظومه شمسی، آنقدر موفقیت‌آمیز و دقیق بود که پس از طی 18 میلیارد کیلومتر در طی 12 سال، فقط 30 کیلومتر باموقعیت هدفش برفراز قطب شمال نپتون فاصله داشت و فقط 2 ثانیه دیرتر از برنامه زمان‌بندی شده‌اش به هدف رسید!

بر هر دو فضاپیمای ویجر، جعبه فلزی گردی نصب شده است که یك صفحه از جنس طلای سفید و یك سوزن گرامافون درون آن بود (هنوز در آن زمان سیستم ضبط صدای دیجیتالی پدید نیامده بود). روی هر صفحه، دو ساعت موسیقی کلاسیك، پاپ و رالك و دیگر صداهای زمینی از صدای فعالیت‌های یك کوه آتشفشان تا صدای یك بوسه ضبط شده است. هر صفحه حاوی سلام و احوالپرسی به 54 زبان مختلف زمین و پیامی از سوی دبیرکل سازمان ملل متحد و رئیس جمهور آن زمان ایالات متحده جیمی کارتر است. روی پوشش آلومینیومی این صفحه، پیامی حك شده که نحو پخش صداها را توضیح می‌دهد و همچنین نشان می‌دهد که چطور 120 تصویر از مناطق و موجودات مختلف زمین را از سیگنال‌های ضبط شده استخراج کنند. این پوشش همچنین شامل نقشه‌ای (مشابه فضاپیمای پایونیر) است که موقعیت منظومه شمسی را نسبت به 14 تپ اختر pulsar نشان می‌دهد. تپ اخترها، بقایای ستاره‌های مرده‌ای به نام «ستاره نوترونی» هستند که سیگنال‌های رادیو تَپ مانندی را در فضا منتشر می‌کنند و هر کدام فرکانس خاص خودشان را دارند.

اگر در هر زمانی در یك میلیارد سال آینده، که عمر مورد نظر برای این صفحه‌هاست، مسافران فضایی فرا زمینی یکی از این صفحه‌ها را بیابند، نقشه‌ها کمکشان می‌کنند تا موقعیت ما را در عالم شناسایی کنند و پیغام‌ها و تصاویر ضبط شده، اطلاعات بسیاری دربارهٔ ما و سیاره‌مان در اختیارشان قرار می‌دهند.

به سوی مرزهای منظومه شمسی و فراتر:

ممکن است شما تصور کنید که مدار پلوتو یا لبه‌های خارجی "کمربند کایپر" یا مرزهای خارجی "ابراورت" که منشاء دنباله‌دارهاست، مرز منظومه شمسی است. اما چنین نیست چون تأثیر خورشید در فضا فراتر از این نواحی است.

خارجی ترین لایه خورشید که تاج نام دارد، به طور مداوم جویباری از ذرات باردار را به نام باد خورشیدی solar wind بیرون می‌دهد که خطوط میدان مغناطیسی خورشید را تا فراتر از مدار پلوتو می‌کشاند. مرز منظومه شمسی، مرزی در فضاست که Heliopause نام دارد و جایی است که بادهای دیگر ستاره‌ها، باد خورشیدی را متوقف می‌کنند.

www.baffled.blogfa.com

موقعیت دیگری هم در فضا هست که ممکن است لبه منظومه شمسی محسوب شود و آن را شوك پایانی یا **Terminal Shock** می‌نامند. این جایی است که سرعت باد خورشیدی ناگهان از مافوق صوت به مادون صوت تغییر پیدا می‌کند.

فاصله تا نقطه شوك پایانی یا ایست خورشیدی یکسان نیست و با زمان و جهت در فضا تغییر می‌کند. تغییرات آن با زمان به دلیل تغییرات شدت باد خورشیدی است که آن هم به شدت فعالیت های لکه‌های خورشیدی بستگی دارد. این فعالیت در چرخه ای 11 ساله کاهش یا افزایش می‌یابد. وقتی این فعالیت زیاد است، ایست خورشیدی وسعت می‌یابد و گستره منظومه شمسی بزرگتر می‌شود، و وقتی فعالیت کم است، ایست خورشیدی جمع می‌شود و گستره منظومه شمسی کوچك تر می‌شود.

تغییرات ایست خور ی با جهت به دلیل حرکت خورشید نسبت به ستاره‌های نزدیك است. این فاصله در جهت حرکت به سوی ستاره‌ها کوتاه‌تر و در خلاف جهت حرکت بلندتر است، چون بادهای ستاره‌ای میدان مغناطیسی خورشید را از جهت خودشان فشرده و در جهت دیگر گسترده می‌کنند.

دانشمندان تخمین می‌زنند که نزدیك‌ترین لبهٔ منظومه شمسی جایی در فاصله 16 تا 35 میلیارد کیلومتری از خورشید قرار دارد.

در حال حاضر، هر چهار فضاپیمای میان سیاره‌ای که در بالا به آنها اشاره شد در چهار جهت مختلف به سوی مرزهای منظومه شمسی در حرکت‌اند. پایونیرهای 10 و 11 در صفحه دایره‌البروج حرکت می‌کنند و ویجرهای 1 و 2 به سوی شمال و جنوب این صفحه در حرکت‌اند.

اطلاعاتی که در نوامبر سال 2003 از ویجر1 دریافت کردیم، نشان می‌داد که این فضاپیما به نقطه شوك پایانی رسیده است. اما هیچکدام از فضاپیماها تا سال‌های 2023 تا 2043 هم به منطقه ایست خورشیدی نمی‌رسند. البته، کاهش نیروی هسته‌ای آنها احتمالاً آنها را در سال 2020 خاموش خواهد کرد، اما هر دو آنها تا ابد به سوی قلب کهکشان راه شیری به راه خود ادامه می‌دهند. مگر اینکه سر راه با جرمی آسمانی برخورد کنند یا در آتش سوزان ستاره‌ای بسوزند. همچنین ممکن است که سرراهشان با مسافران فضایی فرازمینی برخورد کنند که آنها را متوقف کنند و دوباره به راهشان اندازند.

چهل و هفت هزار سال دیگر از امروز، ویجر 1 به جرم آسمانی بعدی در مسیرش می‌رسد و آن هم ستاره‌ای در صورت فلکی دب اصغر است. در حالی که ویجر 2، حدود 8000 سال دیگر به نخستین ستاره سر راهش می‌رسد. انتظار داریم که هر فضاپیما

www.baffled.blogfa.com

در مسیر خودش در اوایل همین قرن (قرن 21) به مرزهای خارجی منظومه شمسی برسد، البته نه کاملاً همزمان. اما تا آن زمان، سوخت هسته‌ای آنها احتمالاً به اتمام رسیده و ارتباطشان با زمین قطع شده است.

ماژلان؛ راداری با چشم بینا:

زهره دومین سیارهٔ در حال گردش به دور خورشید و نزدیك ترین همسایه زمین است. از جهات بسیاری آن را که تقریباً همزمان با زمین و از همان سحابی گازی خورشیدی شکل گرفته است، خواهر دو قلوی زمین می‌دانند. قطر زهره 95 درصد قطر زمین است و چگالی متوسطشان تقریباً یکسان است. هر دو آنها با بمباران‌های سیاره‌ای و فعالیتهای آتشفشانی شکل گرفته‌اند. اما چون زهره به خورشید نزدیك‌تر است، سال آن فقط 243 روز طول می‌کشد.

اما زهره از دو جهت با زمین تفاوت دارد. نخست این است که جهت گردش زهره به دور خود بر عکس جهت گردش همین حرکت زمین و دیگر سیارات است. این یعنی که در زهره، خورشید از غرب طلوع و در شرق غروب می‌کند! تفاوت دوم و مهمتر، ترکیب، دما، و چگالی جو زهره است. جو زهره حدود 96 درصد دی‌اکسید کربن و 3/5 درصد نیتروژن است. بقیهٔ آن بخار آب و اسید سولفوریك است. جو زمین هم در روزهای ابتدایی آن، شبیه جو زهره بوده است، اما بر خلاف زمین که امروز بهشتی برای حیات است، زهره جهنمی واقعی است.

دمای سطحی زهره حدود 450 درجه سانتی‌گراد است و سطحش همیشه پوشیده از ابرهای ضخیمی متشکل از قطره‌های اسید سولفوریك و بلورهای میکروسکوپی گوگرد است. دلیل این است که جو دی‌اکسید کربن، حرارت خورشید را به دام می‌اندازد (اثر گلخانه‌ای). این یعنی که جو زهره حرارتی بیش از آنچه که منعکس می‌کند، زیر خود نگه می‌دارد، پس دمای سطحی‌اش مدام افزایش می‌یابد. چون زهره اززمین به خورشید نزدیك‌تر است و نسبت به زمین گرمای بیشتری دریافت می‌کند، اثر گلخانه‌ای بسیار شدیدی روی آن اتفاق می‌افتد. زمین سرنوشت متفاوتی داشته است چون از خورشید دورتر و در نتیجه خنك‌تر است. دمای پایین تر باعث شده که روی زمین اقیانوس‌هایی از آب مایع شکل گرفته و حفظ شوند که دی اکسید کرن را جذب و نیتروژن را عنصر غالب در جو زمین کردند.

ابرهای ضخیم زهره مانع از نقشه‌برداری و عکاسی از عوارض سطحی‌اش از روی زمین یاحتی از مداری به دور زهره می‌شوند. حتی فضاپیماهایی که بر سطح این سیاره

www.baffled.blogfa.com

فرود آیند نمی‌توانند به درستی این مأموریت را انجام دهند. تنها راه انجام آن، استفاده از رادار است، یا از روی زمین یا به کمك ماهواره‌ای که به دور زهره بگردد.

روس ها، چهار فضاپیما بر سطح زهره نشاندند، و در طی یك ساعتی که هر کدام از آنها دوام آوردند، از ناحیه فرودشان عکسهایی را به زمین مخابره کردند. عکس‌ها ظاهراً نشان می‌دادند که سطح زهره از خاك نرم، غبار، تکه‌های تَرَك خوردهٔ گدازه‌های آتشفشانی و خاکستر ساروجی آتشفشان تشکیل شده است.

یك فضاپیمای امریکایی به نام ماژلان که به ابزار رادار مجهز شده بود در مه سال 1989 پرتاب شد و 15 ماه بعد در مداری به دور زهره قرار گرفت. این فضاپیما مقدار زیادی داده‌های راداری به زمین مخابره کرد که اینجا روی زمین، کامپیوترها آنها را به نقشه‌های جغرافیایی دقیق تبدیل می‌کردند. این تصاویر، آشکار کرد که تعداد آتشفشان‌های زهره 30 برابر زمین است و همچنین دهانه هایی بدون هیچ نشانی از فرسایش و کانال‌ها و دره‌هایی با پهنای بیش از 2 کیلومتر و طولی حدود صدها کیلومتر در آنها دیده شدند.

دانشمندان آزمایشگا JPL، ماژلان را از آنتن‌ها و قطعات اضافی ساخته بودند. در طول عمرش، 5 بار در فضا ساکت شد که هربار دانشمندان دوباره ارتباط را با آن برقرار کردند. در آخرین سال کارش، طی یك مانور مبتکرانه و پیچیده به نام ترمز هوایی aerobreaking، درست در زمانی که در بالاترین نقطه مدارش به دور زهره بود، سرعتش را کم کردند تا بتواند به سطح سیاره نزدیك شود و به پایین‌ترین نطقه مدارش برسد. به این ترتیب، نقشه‌ای منحصر به فرد از گرانش سیاره تهیه شد که تغییرات را در کشش گرانشی آن، که به دلیل پستی و بلندی‌های بسیار عمیق و مرتفع سیاره حاصل می‌شد، نشان می‌داد.

ماژلان درکنار ویجر2، موفق‌ترین مأموریت میان سیاره‌ای بود که تا به حال به فضا رفته است و البته برخلاف فضاپیماهای ویجر و پایونیر که برای همیشه در بی‌کران فضا پیش می‌روند.

در اکتبر سال 1994 دانشمندان آزمایشگاه *JPL*، ماژلان را که یکی از دستگاه‌های ضبطش، دو تا از 4 ژیروسکوپش و از همه مهمتر همهٔ بودجه اش در ناسارا از دست داده بود، بیشتر و بیشتر در مدارش پایین آوردند تا اینکه سرانجام به داخل جو زهره سقوط کرد و به پایان آتشین زندگی‌اش رسید. همین کار هم به دانشمندان اجازه داد که داده‌های بسیار خوبی را از لحظه ورود ماژلان به جو زهره به دست آورند.

ملاقات دوباره با مشتری؛ پرواز فضاپیمای گالیله :

www.baffled.blogfa.com

مشتری، پنجمین و بزرگترین سیاره منظومه شمسی است. در حقیقت، آنقدر بزرگ است که یك هزار زمین داخل آن جای می‌گیرد و به همین دلیل هم «پادشاه سیارات» لقب گرفته است. مشتری هسته سنگی بسیار کوچکی تقریباً نصف زمین دارد که دورتادورش را دریایی از هیدورژن جامد پوشانده است. پس از این، لایه‌ای از هیدروژن مایع به عمق 37500 کیلومتر قرار دارد که جوی از هیدروژن، هلیوم، کمی آمونیا، متان، آب و ردی از سایر عناصر آنرا پوشانده است. مشتری همچنین نخستین سیاره‌ای است که گالیله با نخستین تلسکوبش در سال 1610 - زمانی که تصور می‌شد زمین مرکز عالم است و خورشید به دورش می‌گردد - آن را رصد کرد. وقتی گالیله چهار قمری را یافت که به دور مشتری می‌گشتند، نظریه‌ای را که کوپرنیك ارائه داده بود، پذیرفت-که می‌گفت، خورشید در مرکز جهان قرار دارد و زمین و همه سیارات به دور آن می‌گردند.

صدها عکس از جو مشتری و چهار قمرش به اضافه دیگر داده‌های به دست آمده از فضاپیماهای ویجر و پایونیر آنقدر جذاب و دیدنی بودند که ناسا تصمیم گرفت فضاپیمایی را به نام گالیله،به مداری به دور مشتری بفرستد. مأموریت آن ادامهٔ بررسی‌های علمی به اضافه عکسبرداری از همه قمرها مخصوصاً آی- او و یوروپا بود تا مشخص شود در این فاصله زمانی چه تغییراتی در آنها رخ داده است. کاوشگر کوچکتری که داخل گالیله کار گذاشته شده بود طوری طراحی شده بود که از آن جدا شود و داخل جو مشتری فرو رود و پیش از فشرده وله شدن، به دلیل فشار بالای جو مشتری، داده‌های مفیدی را به زمین مخابره کند.

قرار بود که گالیله سوار بر یکی از شاتل های فضایی به مداری به دور زمین برود تا از آنجا موتور موشك سوخت مایعش آن را به مداری به دور خورشید بفرستد تا پس از دو سال مدار مشتری را قطع کند. متأسفانه، پس از انفجار شاتل چَلِنجر، ناسا برای تأمین امنیت پروازها، استفاده از موتورهای موشکی سوخت مایع را در پروازهای شاتل ممنوع کرد و بنابراین پرواز گالیله تا زمان جایگزینی موتورهای موشکی سوخت مایع با موتورهای سوخت جامد، به تعویق افتاد.

چون موتورهای سوخت جامد نسبت به موتورهای سوخت مایع، انرژی کمتری دارند، یا باید موتور بزرگتری استفاده می شد یا باید مسیر پرواز جدیدی برای گالیله طراحی می‌شد تا با انرژی کمتر به مشتری برسد. موتور بزرگتر در محفظه بارشاتل جا نمی‌گرفت، بنابراین برنامه‌ریزان مأموریت در آزمایشگاه *JPL*، مسیر جدیدی را برای گالیله طراحی کردند تا از انرژی حاصل از «کمك گرانشی» یك بار از زهره و دوبار از زمین برای رساندن

www.baffled.blogfa.com

آن به مشتری استفاده کنند. همه این مانورها شش سال طول کشید و سرانجام گالیله در هفتم دسامبر سال 1995 به مشتری رسید.

متأسفانه، چند هفته پس از پرتاب گالیله، دانشمندان متوجه شدند که آنتن اصلی گالیله باز نمی شود. این آنتن شبیه یك دیش ماهواره بودکه همچون چتری جمع شده بود تا داخل محفظه بارشاتل جا بگیرد. وقتی فضاپیما از شاتل جدا شد و به تنهایی به راه خود در فضا ادامه داد، موفق نشد آنتن را باز کند، بنابراین دانشمندان باید راهی را پیدا می‌کردند تا فضاپیما همهٔ اطلاعات را به کمك آنتن کوچك‌تر خود به زمین مخابره کند. آنها شش سال وقت داشتند و بلاخره موفق شدند.

گالیله در راهش از دو سیارك گاسپرا و آیدا تصاویری تهیه کرد و به زمین فرستاد. مهمتر اینکه، در ژوئیه سال 1994، از نزدیك تصاویری را از برخورد 21 قطعه یخی دنباله‌دار تکه‌تکه شده شومیکر- لِوی 9 با مشتری به زمین ارسال کرد. گالیله تنها ابزاری بود که تصاویری را از این گوی‌های آتشین به هنگام برخورد با مشتری برای ما فرستاد.

با اینکه دو فضاپیمای ویجر، حجم عظیمی اطلاعات درباره مشتری و قمرهایش برای ما ارسال کرده بودند؛ هنوز خیلی چیزها مانده بود تا درباره این منظومه سیاره‌ای اسرارآمیز یاد بگیریم. چون، برخلاف فضاپیماهای ویجر، گالیله فقط از کنار مشتری نگذشت و بلکه به مداری به دور آن وارد شد. در طی عبورهای پی‌درپی در سالهای آینده تصاویر بسیاری از مشتری و همه قمرهایش با جزئیات فراوان تهیه کرد. همچنین، کاوشگر کوچك گالیله که سقوطی پرتابی به مدت 45 دقیقه به داخل جو مشتری انجام داد، اطلاعاتی از قبیل ترکیبات و دینامیك جو این سیاره را با امواج رادیویی به فضاپیمای گالیله فرستاد تا بعداً سر فرصت به زمین مخابره شوند. این کاوشگر پس از این زیر فشار عظیم جو مشتری فشرده و له شد.

جدول زمان بندی مأموریت گالیله از پرتاب تا پایان به این شرح است:

1- پرتاب در سال 1989.
2- نخستین کمك گرانشی از زهره در 10 فوریه سال 1990.
3- نخستین کمك گرانشی از زمین در 8 دسامبر سال1990.
4- دومین کمك گرانشی از زمین در 8 دسامبر سال 1992.
5- ملاقات با سیارك گاسپرا در 29 اکتبر سال 1991.
6- ملاقات با سیارك آیدا در 28 اوت سال 1993.

www.baffled.blogfa.com

7- ارسال تصاویر از برخورد قطعات دنباله‌دار شومیکر- لِوی 9 با مشتری در ژوئیه 1994.
8- رها کردن کاوشگر کوچك در 13 ژوئیه سال 1995.
9- رسیدن به مشتری در 7 دسامبر سال 1995.
10- پایان مأموریت در دسامبر سال 2002.
11- ورود به جو مشتری در 19 سپتامبر سال 2003.

گالیله در طی مأموریتش 37 بار به دور مشتری گشت و همچنین چندین بار از نزدیکی اقمار گانیمد، کالیستو، یوروپا و آی- او گذشت.

اجزای الکترونیکی در دوربین‌ها و دیگر قسمت‌های گالیله با قرار گرفتن مکرر در برابر تابش‌های شدید radiation درنزدیکی مشتری بلاخره از کار می‌افتادند. اما با این همه سه برابر بیشتر از آنچه برایش طراحی شده بودند در برابر تابش قرار گرفتند و مقاومت کردند. در واقع مأموریت گالیله قرار بود در سال 1997 تمام شود اما 6 سال تمدید شد تا از استقامت و دوام فضاپیما نهایت استفاده برده شود. البته، فضاپیما پیشر سوخت خود را تمام کرده بود، چون هم برای تصحیحات کوچك در مسیرش و هم برای جهت‌گیری آنتنش به سوی زمین برای ارسال اطلاعات از آن استفاده می‌کرد.

پس از آخرین گذرش از کنار آی- او در ژانویه سال 2002، فضاپیما در مسیری قرار گرفت که آن را به سوی کمربند تابشی داخلی مشتری و سپس به نزدیکی قمر کوچك داخلی، آمالتهآ در نوامبر سال 2002 برد. سپس فضاپیما برای طی دایره‌ای بزرگ به دور مشتری دور برداشت تا در برگشت در سپتامبر سال 2003 با سر به داخل جو سیاره شیرجه برود.

همه چیزهای خوب روزی به پایان می‌رسند... گالیله هم از این قاعده مستثنی نبود.

فضاپیمای گالیله، 46 قمر کوچك در اطراف مشتری یافت که شمار قمرهای مشتری را تا این لحظه به 62 قمر رساند. البته هنوز برخی تلسکوپ‌های زمینی و تلسکوپ فضایی هابل قمرهایی را در اطراف مشتری می‌یابند.

آی-او IO؛ قمر دَمدَمی مزاج:

آی-او، فعال ترین جرم در منظومه شمسی (پس از خورشید)، کوچك‌ترین و نزدیك‌ترین قمر از میان چهار قمر گالیله‌ای به مشتری است. میدان گرانشی قوی مشتری به همراه کشش‌های یوروپا و گانیمد، دو قمر دیگر مشتری، مرتب موجب تغییر شکل آی-او می باشند، چنانکه کشش‌های جزر و مدی از سوی خورشید و ماه بر زمین اثر می‌گذارند.

www.baffled.blogfa.com

در نزدیکی مشتری پر جرم، عمل انقباض کشندی آنقدر قوی است که درون آی-او همچون یك توپ لاستیکی فشرده و سپس ناگهان رها می‌شود و موجب بروز پستی و بلندی‌هایی تا 100 متر روی سطحش می‌شود. اصطکاکی که از این عمل تولید می‌شود، درون آی-او راآنقدر گرم می‌کند که با اینکه آی-او کوچکتر از $\frac{1}{3}$ زمین است، اما دو برابر زمین حرارت تولید می‌کند. این حرارت، سنگ، آهن و سولفید آهن داخل آی-او را آنقدر گرم می‌کند که آتشفشان های آتشین، ستون هایی از دی‌اکسیدگوگرد داغ را از دهانه‌های روی سطح به بیرون و جو سرد و منجمد آی-او (با دمای کمتر از 150- درجه سانتی‌گراد) فوران می‌کنند. در آنجا، گاز فشرده می‌شود تا دانه‌های برف و شبنمی متشکل از 15 تا 20 ملکول انباشته روی هم را شکل دهد که می‌بارند و روی سطح جمع می‌شوند.

در حالی که ملاقات ویجر با آی-او محدود به چند دقیقه بود، گالیله هفت بار و از ارتفاعات مختلف با آن ملاقات کرد. سطح آی-او همواره در حال تغییر است، بنابراین دانشمندان هر بار مشتاق بودند که ببینند گالیله چه چیزی نشانشان می‌دهد.

وقتی گالیله در پنجمین عبورش از فراز قطب شمال آی-او گذشت، دانشمندان به دنبال باریکه‌ای از فوران از آتشفشان تواشتار (*Tvashtar*) بودند که چند ماه پیش از آن رخ داده بود. اما تواشتار ساکت و خاموش بود. در عوض، گالیله فورانی بلندتر را 600 کیلومتر دورتر یافت که قبلا دهانه آتشفشانه‌ای آنجا قرار نداشت. این ستون مواد که بلندترین فوران ثبت شده است، تا ارتفاع 500 کیلومتری سطح آی-او سر به فلك کشیده بود. وقتی گالیله به آرامی در اطراف مواد زبانه کشیده حرکت می‌کرد، ابزار پلاسمای سوار بر آن، ذراتی را آشکار کرد که فقط چند دقیقه پیش از دهانه آتشفشانی فوران شده بود. این یافته‌ها، دانشمندانی را که مدت ها در آرزوی نمونه برداری از مواد آتشفشانی آی-او بودند، خوشحال و راضی کرد.

تعدادی مدار قطبی هم برای گالیله طراحی شده بود تا بتواند میدان مغناطیسی آی-او را اندازه‌گیری کند و نکاتی را درباره درون آی-او آشکار کند. وقتی قضاپیما به آی-او نزدیك شد، شکاف بزرگی را در میدان مغناطیسی مشتری آشکار کرد. هنوز مشخص نشده است که میدان مغناطیسی خود آی-او موجب ایجاد شکافی در میدان مغناطیسی قوی مشتری شده باشد. اگر این موضوع با اندازه‌گیری‌ها و تجزیه و تحلیل‌ها بیشتر ثابت شود، آی-او نخستین قمری خواهد بود که از نظر تولید میدان مغناطیسی همردیف سیاراتی همچون زمین، عطارد و سیارات غولپیکر خارجی قرار می‌گیرد.

www.baffled.blogfa.com

دانشمندان از اندازه‌گیری های دقیق سیگنال های رادیویی گالیله به وجود هسته‌ای بزرگ و چگال درون آی-او پی بردند. همچنین میدان گرانشی آی-او، انحراف‌های کوچکی در مسیر فضاپیما ایجاد می‌کرد. داده‌ها نشان می‌داد که آی-او ساختاری دو لایه دارد. در مرکزش، هسته‌ای فلزی احتمالاً به شعاع حدود 900 کیلومتر قرار دارد که آن را سنگ‌های مذاب پوشانده اند و سپس پوسته‌ای نازك قرار دارد. احتمالاً این هسته یا در زمان شکل‌گیری خود قمر و یا در نتیجه حرارت کِشَندی دائمی شکل دهنده آتشفشان‌ها، از حرارت درونی قمر شکل گرفته است.

بررسی های بعدی گالیله نشان داد که احتمالاً آی-او، سرمنشاء جریان‌های پُر سرعت غباری است که میلیون‌ها کیلومتر در فضای اطراف مشتری پراکنده است. این جریان‌ها را هر دو فضاپیمای یولیسیس Ulysis و ویجر آشکار کرده بودند. این ذرات پرسرعت با سرعت 50 تا 100 کیلومتر در ثانیه از مشتری دور می‌شوند _سرعتی کافی برای گریختن از محدوده منظومه شمسی. این برخورد غباری تا زمان عبور گالیله از کنار آی-اوادامه داشت و سپس متوقف شد.

مقایسه داده‌هایی که گالیله به زمین ارسال کرد و داده‌هایی که پیشتر از ویجر رسیده بود، اطلاعات بسیاری را از تغییرات سطحی یوروپا و آی-او و ابرهای سطح مشتری در طی دوره‌ای 15 ساله، آشکار کرد.

یوروپا Europa؛ دنیایی از آب در منظومه شمسی:

به غیر از زمین، سایر سیارات منظومه شمسی یا غول‌های گازی غیرقابل سکونت‌اند یا سرزمین‌های سوزان و نامساعدی از سنگ که با جوی سمی یاً بدون مقدار کافی جو برای حیات. اما از میان بیش از 100 قمر سیارات مختلف، مشخص شده که چهار قمر گالیله ای مشتری، دنیاهایی متفاوت و قابل توجه از جنس سنگ‌اند که اقیانوس‌های پوشیده از یخ یا آتشفشان‌های فعال دارند.

از تصاویر ویجر آشکار شد که یوروپا - دومین قمر گالیله‌ای مشتری - راکره‌ای از یخ آب فراگرفته است و آن را تبدیل به هموارترین جرم منظومه شمسی کرده است. این قمر از مخلوطی از سنگ و یخ شکل گرفته است. اما، چون به مشتری نزدیك است، حرارتی را از مشتری و همچنین از انقباضات کشندی دریافت می‌کند (گرانش بسیار زیاد مشتری، بخش‌هایی از یوروپا راکه به آن نزدیك تر است قوی‌تر از بخش‌هایی می‌کشد که از آن

www.baffled.blogfa.com

دورتر است. این پدیده کشیده شدن، انقباض کشندی tidal forces نام دارد که علت رخ دادن جزرو مد در دریاهای زمین نیز هست).

وقتی یوروپا به دور مشتری می‌گردد، اصطکاك حاصل از انقباض کشندی موجب تولید حرارت در درون قمر می‌شود. در یوروپا، این حرارت یخ را ذوب می‌کند و موجب جریان یافتن «گدازه‌های آب» در لایه خارجی و هموار شدن سطح می‌شود. دانشمندان براین باورند که این حرارت احتمالاً برای ذوب کردن یخ زیر سطح کافی است و موجب شده است که اقیانوسی از آب به عمق تقریبی 50 کیلومتر زیر سطح یوروپا را فراگرفته باشد.

ترکیب حرارت و آب ممکن است موجب ظهور نوعی حیات ابتدایی در «سرزمین آبی» یوروپا شده باشد. به همین دلیل، دانشمندان اینقدر تشنه اطلاعات درباره این قمر بودند که ناسا تصمیم گرفت مأموریت گالیله را بیشتراز موعدش یعنی دسامبر 1997 ادامه دهد، تا دریابد که آیا زیرسطح یخی یوروپا، آب مایع وجود دارد و اگر چنین است آیا محدود به چشمه‌های آب محلی است یا اقیانوسی گسترده است.

تصاویر نمای نزدیك گالیله از سطح یوروپا نشان داد که یخ سطحی به شدت تَرَك خورده و پوسته را به صفحه هایی به طول حدود 30 کیلومتر تقسیم کرده است. به نظر می‌رسد، فضاهای میان این صفحه‌ها را بُرفابه های یخی آلوده به خُرده سنگ پر کرده است. چگالی یوروپا نشان از این دارد که یخ سطح ممکن است تا عمق 95 کیلومتری ادامه داشته باشد و بخشی از آن مایع باشد. این مسئله از برخی عوارض سطحی نتیجه می‌شود که نشان می‌دهد در زمان ایجاد شکاف، حرکت صفحه‌های یخی شکسته را یخ‌هایی شُل یا آب مایع زیر سطح نرم و روان می‌کند.

یکی دیگر از عوارض جالب سطح یوروپا که گالیله به تصویر کشیده است، وجود تعداد زیادی دهانه های برخوردی craters است. بزرگترین آنها قطری حدود 29/5 کیلومتر دارد و در زمین‌های اطرافش نشانه‌هایی از خرده سنگ‌های پرتاب شده دیده می‌شود. این خرده سنگ‌ها فقط ممکن است از درون سنگی یوروپا بیرون آمده باشد. بسیاری دهانه‌های دیگر هم با قطرهایی حدود 60 تا 250 متر، همه سطح این قمر را آبله رو کرده‌اند.

همه چیز درباره یوروپا عجیب، کنجکاوی برانگیز و مرموز است. باید آن را بارها و بارها از نزدیك به بینیم و بررسی کنیم تا به درك درستی از سیستم رمزآلود و جالب دنیای آبی آن دست یابیم.

تلسکوپ فضایی هابل و فضاپیمای رهیاب Pathfinder:

www.baffled.blogfa.com

دو مأموریت فضایی انقلابی:

در دهه 90 میلادی، دو پروژه نشانی مشخص از گذشته و آینده ناسا بود. یکی «مأموریت تعمیر هابل» بودکه در دسامبر سال 1993 انجام شد و نمونه ای از مأموریت‌های به ظاهر غیرممکنی بود که ناسا با صرف میلیاردها دلار هزینه و قبول ریسک خطرات جانی، آنها را به شاهکارهای مأموریت‌های فضایی تبدیل کرد. دومین پروژه «مأموریت رهیاب مریخ» بود که راه و روش ناسا را در آینده - «مأموریت‌های سریع‌تر، کوچک‌تر و ارزان‌تر» نشان می‌داد.

تلسکوپ 2/5 میلیارد دلاری هابل با آینه خرابی به مدار رفت که عملاً آن را بی‌استفاده کرده بود. در پنج راهپیمایی فضایی در مأموریت تعمیر، هفت فضانورد عدسی‌های تصحیح کننده و ژیروسکوپ و صفحه‌های خورشیدی جدیدی را به هابل اضافه کردند و آن را برای انجام مأموریتش آماده کردند، که انداختن نگاهی دقیق و ژرف به عالم و آشکار کردن رازهای آفرینش و پیامدهای آن بود. چندین مأموریت تعمیری دیگر به هابل، برای جایگزین کردن ژیروسکوپ وصفحه‌های خورشیدی قدیمی آن و اضافه کردن دوربین‌های جدید برای نگاهی ژرف‌تر به عالم، انجام شدند. پرده برداری های هابل از شاهکارهای خلقت از نوعی بود که افسانه‌های علمی را می‌سازد. قرار شد هابل به مأموریتش ادامه دهد تا همچنان ما را شگفت‌زدهٔ شگفتی‌های کیهان نگه دارد تا اینکه در سال 2013، جایگزین آن یعنی تلسکوپ جیمزوب (که به نظر من نام پسر هابل بسیار برازنده‌تر است) در مداری جلوتر از مدار زمین به دور خورشید قرار بگیرد.

از سوی دیگر، «مأموریت رهیاب مریخ»، آغازگر عصر تازه و انقلابی «مأموریت‌های سریع‌تر، کوچک‌تر، ارزان‌تر» در کاوش‌های فضایی بود. بخش اصلی آن خودرویی به اندازه یك توله سگ بود که «سوجورنر» نامیده شده و در زمین‌های سنگلاخ مریخ در نزدیکی مادرش -مریخ نشین- بر سطح مریخ پرسه می‌زد.

ابزارهای خودرو سوجرنر، با «بوکشیدن» سنگ‌ها، ترکیبات شیمیایی خاك وسنگ مریخ را شناسایی می‌کردند و این داده‌ها را به مریخ‌نشین مادر رله می‌کردند. این داده‌ها به اضافه تصاویر پانارامای خارق‌العاده‌ای از محل فرود مریخ نشین، از آسمان صورتی مریخ تا تپه‌های قهوه‌ای دور دست و زمین‌های سرخ اطراف، از مریخ نشین به زمین ارسال می‌شد.

مریخ نشین به همراه سوجرنر که درونش مخفی شده بود، در روز چهارم ژوئیه سال 1997 وارد جو مریخ شد. در عرض چند دقیقه، با استفاده از روشی کاملاً جدید در فرود فضاپیماها، به آرامی و راحتی بر سطح سیاره سرخ فرود آمد. این روش، موشك‌های

www.baffled.blogfa.com

سنگین، گران قیمت و عموماً خطرساز را با ترکیب ساده‌ای از چترنجات و کیسه‌های هوا جایگزین کرد. چتر نجات برای کاهش سرعت وکیسه‌های هوا برای جلوگیری از ضربه فرود استفاده می‌شدند. این فرود موفق در وقایع نگار اکتشافات فضایی، نقطه عطفی بود چراکه وزن، پیچیدگی و هزینه فضاپیماهای آینده را بسیار کاهش داد.

عمر مفید پیش‌بینی شده برای مریخ نشین 30 روز و برای خودرو سوجرنر فقط 7 روز بود، اما هر دو آنها بی‌عیب و نقص به مدت 3 ماه تا 27 سپتامبر سال 1997 کار کردند و آن زمان هم با از کار افتادن باتری‌های مریخ نشین، ارتباطشان با زمین قطع شد.

در آن زمان سوجرنر در حال شروع کردن طولانی ترین سفرش بود، گشتی تا مساحت 50 متری در اطراف مریخ نشین برای انجام یك سری آزمایش و تمرینات پرهیز از خطر که برای طراحی خودروهای سیاره نورد آینده بسیار کارآمد بود. وقتی سوجرنر ارتباطش را با مریخ نشین از دست داد، وارد حرکت چرخشی خودکاری شد تا ارتباط را دوباره برقرار کند. خودرو کوچك این کار را در طول روز مریخی تا جایی که سلول‌های خورشیدی اجازه می‌دادند انجام داد.

در طول این مأموریت، 2/6 میلیارد بایت اطلاعات به زمین مخابره شد. این اطلاعات شامل 16000 تصویر از مریخ نشین و 550 تصویر از سوجرنر، به اضافه تجزیه و تحلیل شیمیایی 15 سنگ مریخی و داده‌های گسترده‌ای درباره آب وهوا و بادهای مریخی بود. در این پروژه با مجموعاً فقط 220 میلیون دلار هزینه هر تصویر مریخی حدود 14000 دلار هزینه برداشته است. اما اطلاعاتی که از این تصاویر و دیگر داده‌های دریافت شده از مأموریت رهیاب مریخ به دست آمد، بسیار گران بهاست و نمی‌توان قیمتی برای آنها تعیین کرد. بسیار مهمتر اینکه، خودروهای سیاره نورد و فضاپیماهای سیاره نشین آینده بسیار از میراث طراحی این مأموریت و فناوری‌هایی که نخستین بار در رهیاب مریخ آزمایش شد، سود خواهند برد.

اعماق فضای یک Deep Space One ؛ DS1 ؛

فضاپیمای روبوتی هوشمند:

فضاپیمای اعماق فضای یک، فضاپیمایی به وزن 500 کیلوگرم پُر از ابزار و اَدَوات مینیاتوری بود. هدف اصلی این مأموریت، آزمایش 12 فناوری خلاقانه جدید بود که همگی پایه‌های مأموریت های فضایی آینده ناسا در قرن بیست و یکم را شکل می‌دهند.

فضاپیمای DS1 در روز 24 اکتبر سال 1998 پرتاب شد ودر 28 ژوییه سال 1999 مأموریت خود را با نزدیك شدن تا فاصله 16 کیلومتری سیارك کوچك بریل (به قطر 1/5

www.baffled.blogfa.com

کیلومتر) با موفقیت تکمیل کرد. فضاپیما برای رسیدن به این سیارك در فاصله 170 میلیون کیلومتری از زمین، از سیستم هدایت خودکارش به نام خودناوبر (AutoNav) استفاده کرد. این فضاپیما همچنین با دنباله‌دار بورلّی ملاقات کرد و تصاویر و دیگر داده‌های علمی را از آن به زمین ارسال کرد.

در طی مأموریت DS1، دوازده فناوری جدید و پیشرفته با موفقیت آزمایش شدند. آنها شامل یك دوربین مینیاتوری و طیف سنج تصویربردار، مجموعه‌ای از ابزارهای هماهنگ برای بررسی ذرات باردار و پلاسمای جاری در فضای میان ستاره‌ای و تعدادی ابزارهای الکترونیکی کم نیرو بودند که برای مأموریت‌های طولانی مدت آینده به دور دست‌های منظومه شمسی و حتی دورتر لازم‌اند. دیگر سیستم‌های آزمایش شده که برای طراحان مأموریت‌های آینده جالب توجه بودند عبارتند از:

1. یك سیستم رانش خورشیدی ـ الکتریکی به نام «موتور آیونی Ion engine» که سالها موضوعی در داستان‌های علمی- تخیلی بود. قطر این موتور حدود 30 سانتی‌متر بود و با استفاده از یك میدان الکترو مغناطیس و به کمك نور خورشید اتم‌های زنون - گازی شبیه نِئون یا هلیوم ولی سنگین تر - را آیونیزه می‌کرد و اتم‌های باردار را سرعت می‌بخشید و از دهانه خود با سرعت 96 هزار کیلومتر در ساعت بیرون میداد و به این ترتیب فشار رانش ثابتی به مقدار $1/1000$ کیلوگرم برای فضاپیما تولید می‌کرد. این در حدود وزن یك ورق کاغذ بر کف دست شماست. موتور آیونی در طی 75 روز کار، فقط 12/5 کیلوگرم از 40 کیلوگرم ذخیره سوخت زنون خود را مصرف کرد و فشار رانش ثابتش، سرعت فضاپیما را 2560 کیلومتر در ساعت افزایش داد. یکی از نشانه‌های موفقیت چشمگیر این مأموریت این بود که موتور آیونی فقط قرار بود 200 ساعت کار کند. اما بیش از 1800 ساعت کار کرد و در بخشی اضافی بر مأموریت اصلی که در 18 سپتامبر سال 1999 انجام شد، موتور دوباره روشن شد تا فضاپیما را در مسیر عبور از کنار دنباله دار ویلسون- هُرینگتون در ژانویه سال 2001 و سپس در سپتامبر 2001 در مسیر دنباله‌دار بورلی قرار دهد.
2. فضاپیماها برای جهت یابی در فضا، دائم با گروهی از هدایت گران روی زمین در 24 ساعت شبانه روز و هفت روز هفته در ارتباطند. این در مأموریت های طولانی مدت فضایی بسیار پر هزینه است، بنابراین جایگزینی سیستم ارتباط دائم با سیستم ارتباط گاه‌به گاه در فضاپیما موجب صرفه‌جویی بسیار در هزینه‌ها

www.baffled.blogfa.com

می‌شود و ناسا را با بودجه محدودش قادر می‌سازد که تعداد مأموریت های فضایی قرن آینده را به میزان چشمگیری افزایش دهد.

3. فضاپیمای DS1 به یك سیستم جهت یابی خودکار به نام خودناوبر (AutoNav) مجهز بود که به فضاپیما اجازه می‌داد موقعیتش را در فضا به کمك عکاسی از ستاره‌های آسمان یك بار در هفته، تعیین کند و فضاپیما با استفاده از این اطلاعات می‌توانست تصحیحات کوچکی در مسیرش انجام دهد تا درست به مقصد برسد. روز 15 مارس، این سیستم ، فضاپیما را موقعیت یابی کرد و دوربینش را برای تهیه تصاویری از سیارك‌ها و ستاره‌ها هدف‌گیری کرد که بعد این تصاویر کمك می‌کردند که موقعیت دقیق فضاپیما در منظومه شمسی تعیین شود. سپس سیستم، این تصاویر و داده های دیگر را تجزیه و تحلیل و به دقت موقعیتش را محاسبه کرد و پیش بینی می کرد که فضاپیما در صورت ادامه مسیرش به کجا می‌رسد. سپس سیستم، تغییرات لازم را اعمال می کرد تا فضاپیما در مسیر خود باقی بماند. سرانجام سیستم، فضاپیما را چرخاند تا موتور آیونی را به طرف مسیر دلخواه قرار دهد و سپس با موفقیت آن را روشن کرد. سیستم، هر از چند گاهی فضاپیما را طوری می‌چرخاند که آنتن اصلی‌اش رو به زمین قرار بگیرد تا داده‌های جمع‌آوری شده درباره سلامت فضاپیما و نتایج آزمایش‌های مختلف فنی و علمی به زمین ارسال شود.

4. یکی از فناوری‌های آزمایش شده، نرم افزاری با هوش مصنوعی به نام Remote Agent بودکه بخشی از عملیات فضاپیما را مستقل از هدایت گران روی زمین بر عهده داشت. البته، گاه به گاه سیگنال هایی را به هدایت گران زمینی می‌فرستاد که نشان دهنده وضعیت فضاپیما بود. پیام‌هایی همچون «همه چیز خوب است» یا «مشکلی وجود دارد که نیازمند کنترل و بررسی است» یا «کمك فوری نیازمند است».

تا آوریل سال 1999، همهٔ 12 فناوری جدید فضاپیمای DS1، به غیر از احتمالاً 10 درصد توانایی‌های سیستم خودناوبر، کاملاً آزمایش شده بودند. آخرین کار شامل آزمایشی بود که نشان دهد سیستم خودناوبر چقدر دقیق می‌تواند فضاپیما را به سوی هدفش هدایت کند.

www.baffled.blogfa.com

ناسا برای انجام این مأموریت، سیارك بریل را انتخاب کرد و پس از دادن موقعیت سیارك به سیستم، به آن فرمان داد که فضاپیما را به فاصله 14 کیلومتری سطح سیارك برساند.

فضاپیما، در زمان دریافت این فرمان از هدایت گران آزمایشگاه JPL، حتی نمی‌توانست سیارك را در دیدش ببیند وً تا روز پیش از رسیدن هم موقعیتش را مشخص نکرده بود. به هر حال، سیستم خودناوبر از دوربینش برای تصویر برداری از ستاره‌ها و سیارك‌های زمینه آسمان استفاده کرد و بر طبق تصاویر مسیرش را منطبق کرد و در زمان درست به هدف رسید. در زمان ملاقات، سیستم خلبان خودکار خودناوبر با فضاپیما را با سرعت 56000 کیلومتر در ساعت به فاصله 14 کیلومتری سیارك رساند. این تا آن زمان نزدیك ترین ملاقات با یك سیارك بود.

آخرین موفقیت این فضاپیما در 22 سپتامبر سال 2001 به دست آمد، زمانی که با موفقیت از قلب دنباله‌دار بورلی گذشت و با سرعت از فاصله 2200 کیلومتری هسته سنگی یخی آن عبور کرد و تصاویری شگفت‌آور از هسته پنهان این دنباله‌دار ارسال کرد.

آن تصاویر، با کیفیت‌ترین تصاویر از هسته یك دنباله‌دار تا به آنروز بودند. ابزارهای فضاپیما همچنین ترکیبات گازهای اطراف هسته را به دست آوردند و نحوه واکنش این گازها را در برابر باد خورشیدی بررسی کردند.

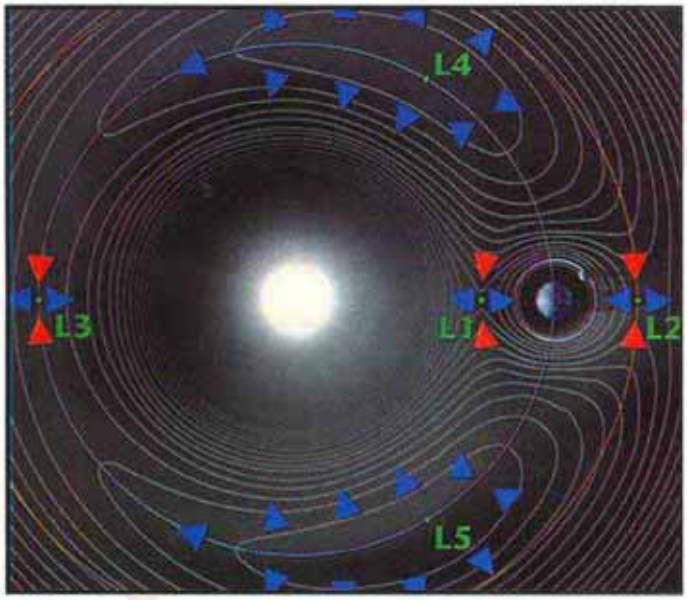
هسته دنباله دار بورلی از یك سر تا سر دیگر 8 کیلومتر و بیشتر شبیه میله بولینگ است. پیش از دیدار، برنامه ریزان مأموریت مطمئن نبودند که این فضاپیما بتواند از ملاقات با بورلی جان سالم به در برد. هر چه باشد، این فضاپیما برای مأموریت آزمایش فناوری‌ها - که مدت ها پیش با موفقیت تمام شده بود- و نه ملاقات با یك دنباله‌دار، طراحی شده بود. فضاپیمای DS1 با سرعت به درون گیسوی آشفته دنباله‌دار (ابری مه آلود از گاز و غبار که هسته دنباله‌دار را احاطه کرده است) بدون هیچ سپر محافظی در برابر جت‌های گازی یا تکه های آسیب زننده غبار دنباله‌دار حرکت کرد. سرانجام، فضاپیما به درون قلب دنباله‌دار بورلی شیرجه رفت و البته سالم از مهلکه بیرون آمد و تمام جزئیات سفر پرماجرای خود را برای ما تعریف کرد.

www.baffled.blogfa.com

فناوری‌های به کار رفته در فضاپیمای **Deep Space 1**، پایه‌گذار روش‌های کاملاً جدیدی در طراحی مأموریت ها و فضاپیماهای بدون سرنشین به مقاصد دور ونزدیك در فضا شد. فضاپیماهای علمی آینده کوچك‌تر، ارزان‌تر و قادر به تصمیم‌گیری مستقل ترند، تا جایی که کمتر به مسیریابی و دخالت هدایت گران زمینی وابسته‌اند. این، همپایه طراحی خودرویی است که می‌تواند خودش را در سطح جاده‌ها براند و خود را به مقصد از پیش تعیین شده برساند.

رصدخانه خورشیدی سوهو؛ شکارچی دنباله دارهای کامیکازی:

ناسا در روز دوم دسامبر سال 1995، در یك مأموریت مشترك با سازمان فضایی اروپا (اسا)، فضاپیمایی را به نام رصدخانه خورشیدی سوهو (SOHO) به نقطه لاگرانژی *L1* - جایی که گرانش خورشید کاملاً کشش گرانشی زمین را خنثی می‌کند - فرستاد.



پنج نقطه لاگرانژی در اطراف زمین وجود دارند بنامهای *L1, L2, L3, L4, L5* که مکان آنها در این نقاشی نشان داده شده است. دو نقطه آنها، *L4* و *L5* که گرانش ماه و زمین را خنثی میکنند در مدار خود زمین به دور خورشید قرار دارند - یکی درجلو، و دیگری در عقب زمین - و سه نقطه دیگر در خطی که خورشید و زمین را به هم می پیوند قرار دارند.

در نقطه *L1* که در فاصله 1/5 میلیون کیلومتری از زمین به طرف خورشید قرار دارد، رد فضاپیما با مانوری وارد مداری بدور نقطه *L1* به نام «مدار هاله» ***Halo Orbit*** شد که از طرف مدار زمین به دور خورشید672،666،6 کیلومتر، و از طرف خطی که خورشید و زمین را به هم می پیوندد 206448 کیلومتر، و 120000 کیلومتر بالا تر از صفحه دارالاختر فاصله دارد (نقاشی که در صفحه 122 بخش انگلیسی این کتاب می بینید جزئیات مدار هاله ای سفینه سوهو را نشان می دهد). از آنجا، فضاپیما قادر است که به مدت 26 سال، خورشید را در نور دائمی ببیند.

www.baffled.blogfa.com

یکی از ابزارهای داخل سوهو قادر است، حرکت ریتمیك نور سپهر خورشید را با سرعت یك میلیون بار در ثانیه، اندازه‌گیری و ثبت کند. به این ترتیب دانشمندان می‌توانند به خواص دینامیکی عمق دهها هزار کیلومتری زیر سطح خورشید پی‌ببرند. ابزاری دیگر، دقیقاً از مواد فوران شده از سطح خورشید، در حالی که آنها با باد خورشیدی به سوی سوهو می‌وزند نمونه برداری و منشاء آنها را دقیقاً مشخص می‌کند و رابطه آنها را با فعالیت‌های خورشیدی نظیر زبانه‌ها، لکه‌های سیاه و طوفان‌های مغناطیسی مشخص می‌کند.

ابزار دیگری به نام لاسکو (تاج نگار طیف سنج و زاویه باز) از سه تاج نگار تشکیل شده که هر کدام منطقه‌ای را در اطراف و نزدیك خورشید عکسبرداری می‌کنند، که تاج نام دارد. فاصله آنها از هدف ممکن است از 1/1 تا 32 برابر شعاع خورشید یا 330 هزار تا 9/6 میلیون کیلومتر باشد. تاج نگار، تلسکوپی است که قرص درخشان خورشید را می‌پوشاند تا بتواند تابش کم سوی تاج یا اجسام نزدیك سطح آن همچون دنباله‌دارهای کامیکازی - دنباله‌دارهایی که داخل خورشید می شوند و میسوزند و از بین میروند - یا سیارات اطرافش را آشکار کند.

جالب‌ترین ویژگی سوهو، استفاده از نرم‌افزاری با هوش مصنوعی است که قادر است ابزارهای گوناگون سوهو را از فعالیت‌های خاص خورشید، بدون دخالت زمینی آگاه کند. این خیلی مهم است، چون فعالیت های خورشیدی عموماً آنقدر سریع و بی‌مقدمه اتفاق می‌افتند که برای هدایت گران زمانی باقی نمی‌ماند تا ابزارها را به سوی آن هدایت کنند.

سوهو در ژوئن سال 1998 وقتی به طور تصادفی آنتن اصلی‌اش به سمتی خلاف جهت زمین چرخاند، ارتباطش را با زمین از دست داد و از دید ما گم شد. همچنین نیرویش را هم از دست داد چون سلول‌های خورشیدی‌اش دیگر به سوی خورشید نبودند و سوخت داخل موشکش هم یخ زده بود. ماههایی با نگرانی فراوان سپری شد که در طی آن راه‌های بسیاری برای به دست گرفتن دوبارهٔ هدایت سوهو آزمایش شد. حتی از تلسکوپ رادیویی غول پیکر آرسیبو همچون راداری استفاده کردند که موقعیت سوهو را تعیین کند. سرانجام در نیمه دوم سپتامبر سال 1998، هدایت تلسکوپ به دست آمد و سوهو کارش را از سر گرفت. متأسفانه، آخرین ژیروسکوپ تلسکوپ در دسامبر 1998 از کار افتاد. در آوریل سال 1999، چرخ‌های اینرسی، برای کاری استفاده شدند که اصلاً برای آن ساخته نشده بودند و البته وضع را بسیار خوب کنترل کردند.

جِنسیس Genesis؛ جمع آوری تکه‌هایی از خورشید:

www.baffled.blogfa.com

چگونه می‌توان تکه‌هایی از خورشید را برای بررسی دقیق به زمین آورد؟ این مشکلی بود که پیش روی دانشمندان ناسا را که پروژه جِنِسیس را طراحی می‌کردند قرار گرفت. این پروژه سعی داشت به این پرسش اساسی که «خورشید از چه چیزی ساخته شده است؟» پاسخی ارائه دهد.

ما به طور کلی می‌دانیم که خورشید کُرهٔ عظیمی از گاز است که در مرکزش هیدروژن در فرآیندی به نام همجوشی هسته‌ای تبدیل به هلیم می‌شود، همان فرایندی که اساس کار بمب‌های هیدروژنی هم هست. این فرایند مدت 5 میلیارد سال درون خورشید رخ داده و 5 میلیارد سال دیگر هم رخ می‌دهد. ما همه اینها را می‌دانیم اما نمی دانیم که مقدار دقیق هر عنصر و ایزوتوپ‌هایش که خورشید را ساخته‌اند چقدر است؛ ایزوتوپ اتمی از عنصر با مقدار یکسان پروتون ، مقدار نوترون های متفاوت است.

کیهان شناسان به ترکیبات خورشید علاقه‌مندند چرا که به آنها در فهم منشاء منظومه شمسی کمك می‌کند و برخی شکاف‌ها راکه هنوز در تئوری پیدایش ستاره‌ها به نام «مدل استاندارد» وجود دارد، پر می‌کند. طبق این نظریه، خورشید، سیارات و همه قمرها از ابری همگن از گاز و غبار به نام سحابی خورشیدی شکل گرفته‌اند که خود بازمانده از انفجار ستاره‌های غول پیکر بوده است.

ترکیب کلی این ابر در لایه‌های سطحی خورشید حفظ شده و اگر ما آن را نمونه‌برداری کنیم. می‌توانیم آنها را کنار هم بگذاریم و به داستان حقیقی چگونگی شکل‌گیری منظومه شمسی و ستاره‌های دیگر عالم پی ببریم.

فرستادن فضاپیمایی به سطح خورشید یاحتی آنقدر نزدیك که بتواند نمونه‌ای از مواد آن را جمع‌آوری کند، غیر ممکن است چرا که دما در ناحیه ای برفراز سطح خورشید حدود 60 تا 80 هزار درجه سانتیگراد است. خوشبختانه، خورشید دائماً در حال فرستادن جریانی از مواد سطح خود به شکل ذرات آیونیزه، به فضاست. آیون‌ها اتم‌های بی‌نهایت داغی‌اند که یك یا بیشتر از الکترون‌هایشان را از دست داده‌اند. این جریان مواد که «باد خورشیدی» نام دارد، از زمین می‌گذرد و به فراتر از مرزهای پلوتو و لبه‌های منظومه شمسی می‌رسد. مرزهای منظومه شمسی محدوده ای خیالی و جایی است که این باد به بادهای ستاره‌های دیگر عالم برخورد می‌کند.

خوشبختانه در جریان مأموریت آپولو، ما دریافتیم که ذرات باد خورشید سر راهشان به اجرام می‌چسبند، پس ما می‌توانیم با قراردادن یك ابزار جمع کننده سر راهشان آنها را شکار کنیم. اما در شکار کردن آنها سه مشکل وجود دارد.

www.baffled.blogfa.com

اول اینکه میدان مغناطیسی زمین همچون سپری در برابر این ذرات عمل می‌کند و مسیر جریان باد خورشیدی را به دور زمین تغییر می‌دهد، درست مانند شیشه جلو اتومبیل که جهت جریان باد را به دور اتومبیل درحال حرکت تغییر می‌دهد. بنابراین، ما برای اینکه در جریان باد خورشیدی قرار بگیریم باید فراتر از میدان مغناطیسی کُره زمین برویم.

دومین مشکل این است که مادهٔ خود ابزار جمع کننده باید بسیار خالص باشد و آنقدر تمیز نگهداری شود که عاری از اتم‌های آلوده کننده باشد.

سومین مشکل این است که شار بسیاری از عناصر در باد خورشیدی آنقدر کم است که ابزار جمع کننده باید به مدت طولانی مثلا دست کم دو سال در جریان آنها قرار بگیرد تا بتواند مقدار کافی از این مواد را برای بررسی درست و دقیق جمع آوری کند.

فضاپیمای جِنسیس در مخروط دماغه خود، مخزنی داشت که محل یك سیستم خاص جمع کننده ذرات بود. این مخزن در یکی از اتاق‌های تمیز آزمایشگاه JPL ساخته و آب بندی شد که از نفوذ هر نوع اتم آلوده کنندهٔ زمینی به آن جلوگیری شود.

جنسیس در 8 اوت سال 2001، به نقطه اول لاگرانژی یعنی L1 (جایی که سوهو هم در آنجا قرار دارد) پرتاب شد. در این نقطه، مخزن جمع آوری ذرات باز شد و به مدت 2 سال در مسیر جریان دائمی باد خورشید قرار گرفت و «آفتاب گرفت»!

در آوریل سال 2003، مخزن بسته شد و فضاپیما مدار ش را ترك و سفرش را برای بازگشت به زمین آغاز کرد. به این ترتیب که به نقطه دوم لاگرانژی رفت و وارد مداری به دور زمین شد.

سپس در روز 9 اوت سال 2004، مدار زمین را هم ترك کرد و جایی برفراز محدوده تمرین و آزمایش یوتا با سرعت 40 هزار کیلومتر در ساعت وارد جو زمین شد. سپُری که هم ترمز کاهنده سرعت و هم محافظِ مخزن حامل ذراتِ جمع‌آوری شده بود که از حرارت ورود جان به در برد، با موفقیت عمل کرد، اما یکی از کلیدهای سرعت سنج که باید به چترنجات سیگنالی می‌فرستاد تا باز شود و سرعت را باز هم کمتر کند تا دانشمندان بتوانند کپسول را در هوا با هلی‌کوپتر بگیرند، درست عمل نکرد و در نتیجه چترنجات هرگز باز نشد و مخزن با سرعت 311 کیلومتر در ساعت با زمین برخورد کرد. هلی‌کوپتر چند دقیقه بعد به محل برخورد رسید و در کمال تعجب دریافت که مخزن آسیب بسیار مختصری دیده و کپسول حاوی نمونه‌ها سالم است.

www.baffled.blogfa.com

سپس محموله با ارزش مخزن به اتاق تمیزی در یك پایگاه ارتش در آن نزدیکی منتقل شد و تکه‌های بزرگی از هر ابزار جمع کننده سالم بیرون آورده شدند و به مرکز فضایی جانسون ناسا در هیوستون فرستاده شد تا برای تجزیه و تحلیل بیشتر به مؤسسات مختلف علمی فرستاده شوند. در سالهای آینده، نتایجی که از این مأموریت به دست آیند، بسیار به درك ما از منشاء خورشید و تحول ستاره‌های دیگر کمك می کنند.

ایستگا فضایی بین المللی International Space Station, ISS؛

ستاره‌ای جدید در آسمان؛

دو هزار سال پیش، سه مرد دانا را از شرق به جستجوی ناجی فرستادند و آنها به دنبال کردن ستاره‌ای جدید در آسمان، او را در اصطبلی در بیت اللحم یافتند. حالا، بار دیگر ستاره‌ای جدید در آسمان ظاهر شده است. اما این بار این ستاره ساختهٔ دست بشر است و نامش ایستگاه فضایی بین‌المللی یا به اختصار ISS است. آن را در طول چندین سال با راهپیمایی‌های فضایی فضانوردانی از ایالات متحده و روسیه، تکه‌تکه در مدار زمین سرهم میکنند. یکی از این تکه‌ها که بسته‌ای از آرایه‌های خورشدی به وزن 17 تن بود، سنگین ترین و بزرگترین بسته بود.

روز یکشنبه، سوم دسامبر سال 2000، یك فضانورد کانادایی با استفاده از بازوی روبوتی در بخش بارشاتل فضایی اندور، بسته‌ای به ارزش 600 میلیون دلار را به بالای ایستگاه ISS هدایت کرد، جایی که دو فضانورد آمریکایی منتظر بودند تا این ساختار تولید نیرو را با راهپیمایی فضایی هدایت کنند تا اینکه به درون بست‌های چفت دار وارد شود. چهار چفت، این بسته را به طور دائم تا موقعیت نهایی‌اش درون ISS نگهداری میکنند. آنها سپس یکی از بال‌ها راکه از یك سر تا سر دیگر 72 متر است - بلندتر از بال های جُمبوجت 747 - باز کردند. کمی پس از آن، بال دوم هم باز شد. در طول پنج سال آینده، سه سِت دیگر از این بال‌ها بر ایستگاه نصب خواهد شد.

بال‌های غول پیکر آبی و طلایی که هر کدام 11/5 متر عرض دارند، شامل تقریباً 70 هزار سلول خورشیدی سیلیکونی‌اند که نور خورشید را به برق تبدیل می‌کنند. سومین

www.baffled.blogfa.com

بخش اصلی ایستگاه - مُدول یونیتی (Unity) ساخت آمریکا که واحد تولید نیروی جدید به آن متصل شد- به دلیل کمبود نیرو استفاده نشده بود. نصب نخستین سِت از چهار سِت واحدهای تولید نیرو، راه را برای نخستین آزمایشگاه تحقیقاتی ساخت آمریکا به نام مادول دِستینی (Destiny) باز کرد که در مراحل بعدی به ایستگاه متصل می‌شود.

چون قرار است بخش‌هایی از ایستگاه را روس‌ها از پایگاه بایکانور در قزاقستان به مدار بفرستند، مدار ISS به 51/6 درجه بالای خط استوا که موقعیت قزاقستان است تمایل پیدا میکند. این به این دلیل است که کارآمدترین مدار از نظر مصرف سوخت آن است که فضاپیما با همان زاویه تمایل محل پرتاب، به سوی شرق پرتاب شود. به این ترتیب، فضاپیما از سرعت روزانه حرکت زمین به دور محورش سود می‌جوید. هرچه به استوا نزدیک‌تر باشیم، این اثر بیشتر است. به همین دلیل است که ایالات متحده همه فضاپیماها و ماهواره‌های خود را از پایگاهی در فلوریدا و به سمت شرق پرتاب می کند. اما، ماهواره‌های جاسوسی آمریکا که به جای شرق به غرب باید از شمال به جنوب با تمایل 90 درجه حرکت میکنند تا بتوانند در بازهٔ زمانی 16 ساعته تمام سطح زمین را پوشش دهند، از پایگاه نیروی هوایی واندِنبرگ در کالیفرنیای شمالی پرتاب می‌شوند.

تمایل 51/6 درجه یعنی که ایستگاه ISS از فراز مناطقی مثل کانادا تا جنوبی‌ترین نقاط استرالیا و شیلی عبور می کند.

پیش از نصب صفحه‌های خورشیدی، فقط چشمی تمرین دیده می‌توانست *ISS* را در حال عبور از آسمان بالای سر تشخیص دهد. اما، الان به علت افزایش سطح ایستگاه، نور بیشتری را به سوی زمین باز می‌تاباند و تشخیص آن در آسمان ساده‌تر شده است. درخشندگی‌اش به جهت‌گیری بیننده نسبت به خورشید و ایستگاه بستگی دارد. در بهترین وضعیت، با درخشان‌ترین ستارهٔ آسمان، شباهنگ و حتی شاید با زهره رقابت می‌کند.

در طی 30 سال آینده، مردمی مثل ما ایرانیان که تا عرض جغرافیایی 51/6 درجه زندگی می‌کنند، می‌توانند ایستگاه ISS را با چشم غیرمسلح در آسمان رصد کنند. بهترین زمان برای دیدن آن یک تا دو ساعت پیش از طلوع یا پس از غروب خورشید است. این زمانی است که سطح زمین تاریک است، اما خورشید هنوز بر ایستگاه که 290 کیلومتر بالاتر است، می‌تابد. چون 1/5 ساعت طول می‌کشد تا ISS یک بار به دور زمین بگردد، ممکن است آن را در حال طی کردن کل آسمان ببینید. کمی پس از غروب خورشید، مدتی دیده می‌شود و ناگهان در سایه زمین ناپدید می‌شود. اما کمی پیش از طلوع خورشید، ایستگاه در سایه است و ناگهان در آسمان شرقی ظاهر می‌شود. سه

www.baffled.blogfa.com

فضانورد روس و آمریکایی، به طور دائم درایستگاه فضایی اقامت دارند. ایستگاه و فضانوردانش، آخرین نتایج تلاش بشر برای فتح فضا و حضور دائمی در آن هستند.

برخورد ژرف (Deep Impact)

در نزدیکیهای صبح روز 4 ژوئیه سال 2005، فضاپیمایی به اندازه یک اتوبوس که شامل یک "سفینه برخوردی impactor " 400 کیلوگرمی بود، یک دنباله دار 7 – 10 کیلومتری بنام تِمپل 1 را که 130 میلیون کیلومتر از زمین فاصله داشت، در فضای مابین مشتری و مریخ ملاقات کرد. یک ساعت قبل از ملاقات، " سفینه برخوردی" از فضا پیما جدا شد و خود را برای برخورد به نقطه ای در سطح جنوبی دنباله دار، درحالی که مرتب از آن عکس میگرفت، هدایت کرد. برخورد که با سرعت 100000 کیلومتر در ساعت (ده برابر سرعت یک گلوله) اتفاق افتاد، یک ابربسیار روشنی ازگرد و غبار بصورت یک قیف به آسمان پرتاب کرد , و فضا پیما که از بر دنباله دار رد می شد از آن عکسی را که اینجا می بینید گرفت.

این برخورد همچنین تحت نظرتلسکوپهای فضایی هابل، سپیتزر، وچاندرا، بود . در طی ماه های آینده پدیده های طیف نور ابر برخورد و اندازه حفره ای crater که به وجود آورد، تحت مطالعه قرار خواهد گرفت که بدون شک اطلاعات زیادی در مورد ساختار دنباله دار ها و منظومه شمسی به ستاره شناسان خواهد داد.

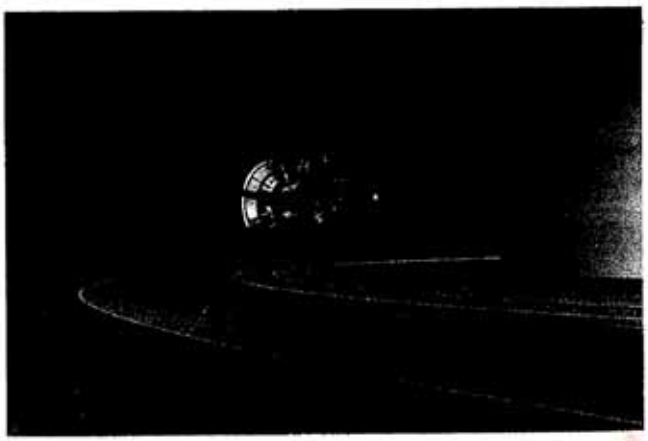
مأموریت های فضایی در حال انجام

مأموریت‌های فضایی بدون سرنشین ادامه یافتند تا به فهم ما از دنیای اطرافمان و همچنین پی‌بردن به عمق فضا کمك کنند.

یکی از بلند پروازانه‌ترین مأموریت‌هایی که تا به حال به فضا رفته‌اند، فضاپیمای کاسینی است که احتمالاً آخرین نمونه از فضاپیماهای پر هزینه‌ای همچون ویجرها و گالیله است. این فضاپیما نیز مجهز به آرایه‌ای از ابزارها و دوربین‌های قدرتمندی است که قادرند اندازه‌گیری‌های دقیق انجام دهند و در شرایط جوی گوناگون و طیف‌های مختلف نور تصاویری با جزئیات تهیه کنند.

www.baffled.blogfa.com

کاسینی روز 15 اکتبر سال 1997 به سوی زحل پرتاب شد و البته با رفتن به سوی زهره ـ در خلاف جهت مقصد نهایی‌اش ـ مسیری پیچیده و غیرمعمول را به طول 3/5 میلیارد کیلومتر آغاز کرد که در نقاشی صفحه 134 بخش انگلیسی این کتاب نشان داده شده. کاسینی دوبار از کنار زهره گذشت و با گرفتن کمك گرانشی به سوی زمین آمد و در روز 18 اوت سال 1999 از کنار زمین گذشت و با سرعت به دست آورده به طرف مشتری رفت و روز 30 دسامبر سال 2000 به مشتری رسید. باگذر از کنار غول لکه‌دار، سرانجام سرعت لازم را برای رسیدن به زحل به دست آورد و روز 4 ژوییه سال 2004 به زحل رسید. فضاپیما که به دلیل کشش گرانشی زحل سرعتش مدام بیشتر می‌شد، از پایین به آن نزدیك شد و با موفقیت یکی از پیچیده ترین مانورهای تاریخ فضانوردی را انجام داد و از شکاف 23 هزار کیلومتری بین حلقه‌های G و F با سرعت 52 هزار کیلومتر در ساعت رد شد. اگر فضاپیما در این نقطه رها می‌شد، زحل آن را شتاب می‌داد و از منظومه شمسی خارج می‌کرد. بنابراین برای کاهش سرعتی که در هر دقیقه گذر از کنار زحل به دست می‌آورد، موتور کوچکی به مدت 96 دقیقه روشن شد و آنقدر سرعت را کاهش داد که زحل فضاپیما را به دام انداخت و در مداری کشیده نگه داشت. آنگاه کاسینی دوباره از میان حلقه‌های G و F گذشت و نخستین داده‌های علمی را درباره ساختار حلقه‌های زحل به دست آورد.



در چهار سال آینده، کاسینی 76 بار به دور زحل می‌گردد که در 45 بار آن از کنار تایتن Titan بزرگترین قمر زحل میباشد، در حالی که در طی بقیه مدارها از نزدیکی 7 قمر از 31 قمر دیگر زحل عبور می‌کند. مدار حرکت کاسینی با کمك گرانشی تایتن ـ که دومین قمر بزرگ منظومه شمسی پس از گانیمید قمر مشتری است ـ شکل می‌گیرد. اندازه هر مدار را الزامات انجام اندازه‌گیری‌های مختلف علمی مثل بررسی نواحی قطبی و صفحه استوایی زحل را تعیین می‌کند. همچون نقشه‌برداری راداری از سطح مه آلود تایتن، اختفای حلقه‌ها و عبور از صفحه حلقه‌ها. گذر بسیار نزدیك از کنار دست کم شش

www.baffled.blogfa.com

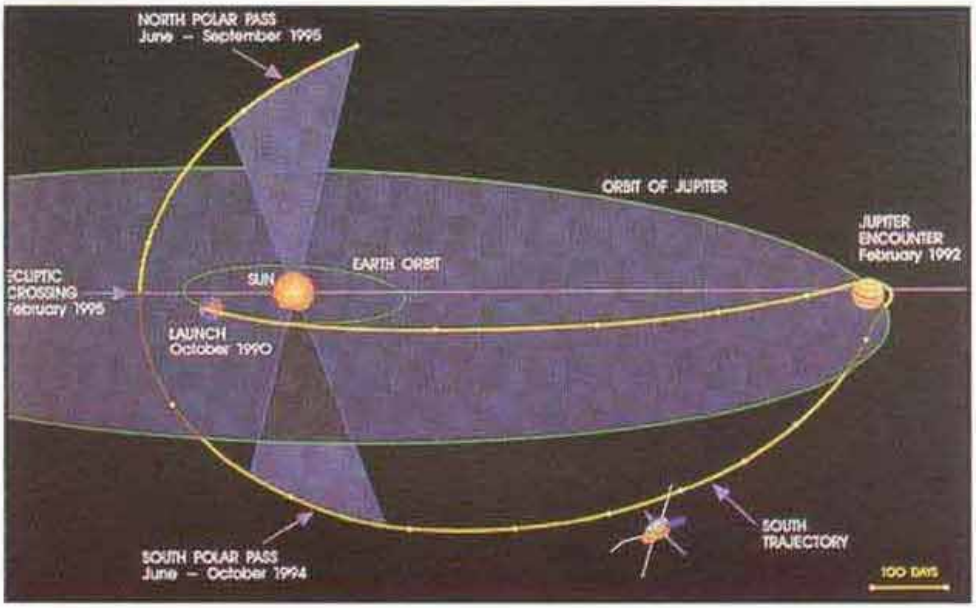
قمر دیگر به جز تایتن، یاپتوس، انسلادوس، دیون و رِیا، عوارض سطحی بزرگی را به اندازه یك زمین فوتبال آشکار خواهدکرد.

در روز 25 دسامبر سال 2004، کاسینی کاوشگر اروپایی‌اش هویگِنز را که اِسا (سازمان فضایی اروپا) آن را طراحی کرده بود و کاسینی آن را با خود حمل می‌کرد، رها کرد تا در مسیری جدا به جو بالایی تایتن برسد و این اتفاق در روز 14 ژانویه سال 2005 رخ داد. وقتی هویگِنز به جو بالایی تایتن رسید، 2/5 ساعت طول کشید تا با چتر نجات به سطح آن فرود آید و در تمام طول راه ترکیبات و دمای جو و شدت بادها را اندازه‌گیری و از تمام مسیر فرودش عکسبرداری کرد.

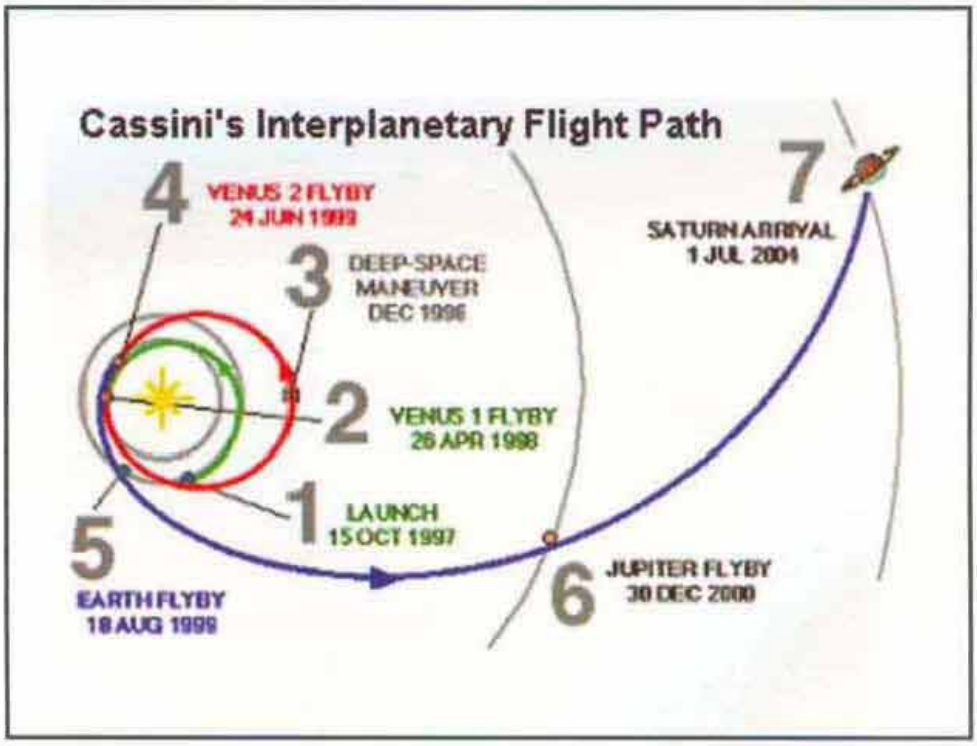
چون تایتن جو غلیظی دارد که قادر به انتقال امواج صوتی است، مکانی پر سر و صدا است، به همین دلیل هویگِنز میکروفن‌هایی در خود داشت تا صدای باد را هنگام فرود بر سطح ضبط کنند، صدایی که اگر کسی سوار بر فضاپیما بود، همین صدا را می‌شنید.

چون دانشمندان از دمای 180- درجه‌ای سطح تایتن حدس می زدند که احتمالاً دریاچه‌های متان مایع روی سطح وجود دارند، کاوشگر نعلبکی شکل هویگِنز با قابلیت شناور شدن طراحی شده بود تا اگر داخل دریاچه یا رودی فرود آمد مشکلی پیش نیاید. اما کاوشگر با سرعت 4/5 متر بر ثانیه (10 متر بر ساعت) با سطح جامد برخورد کرد و شتاب منفی‌ای حدود 15 G را تحمل کرد و سالم ماند. بنابراین برای نخستین بار در تاریخ اکتشافات فضایی، یك فضاپیما با موفقیت بر سطح قمر یك سیاره خارجی فرود آمد و تا بیش از یك ساعت پس از فرود مشغول فرستادن داده و تصویر بود تا زمانی که باتری هایش تمام شدند و البته کاسینی، فضاپیمای مادر که در مدار نقش رله کنندهٔ اطلاعات به زمین را بر عهده داشت، هم در آسمان بالای سر هویگِنز غروب کرد.

www.baffled.blogfa.com



ULYSIS INTERPLANETARY TRAJECTORY TO ORBIT THE SUN AND JUPITER



GRAVITY ASSISTED FLIGHT OF CASSINI

www.baffled.blogfa.com

هویگِنز در حال فرود بر سطح تایتن، از آنچه که زیر پوشش ضخیم ابرهای نارنجی رنگ تایتن می‌گذشت، تصاویری تهیه کرد. نخستین تصاویر که از فاصله 10 کیلومتری بالای سطح گرفته شدند کانال‌هایی را به تصویر کشیدند که به نظر می رسد متان مایع را به خط ساحلی دریاچه‌ای تخلیه می‌کنند.

پس از فرود یک ابزاری که قادر بود در سطح زمین فرو رود Penetrometer از زیر کاوشگر به داخل زمینِ تایتن فرو رفت و دریافت که خاک تایتن غلظتی همچون ماسهٔ خیس یا گِل دارد که با پوسته ایَ یخ زده از جنس ماده ای پوشیده شده است که ماهیت آن بعداً پس از تجزیه و تحلیل داده ها مشخص می شود.

زمین های نارنجی رنگ اطراف هویگِنز با سنگ های گرد و همواری شبیه سنگ های رودخانه های زمین پوشیده شده اند. در یکی از تصاویر، مِه پیچنده ای به چشم می خورد که از زمین بلند شده و البته به نظر نمی رسد که از جنس بخار آب باشد، بلکه شاید از جنس اِتان یا مِتان باشد. منطقهٔ فرود برای دانشمندان در عین آشنایی کاملاً هم ناشناس بود. از این مأموریت آنقدر عکس، صوت و دیگر اندازه گیری ها به دست آمده است که محققان را سال ها مشغول نگه می دارد. داده هایی که فعلاً منتشر شده اند، ابتدایی و فقط کسری از کل داده ها هستند. داده های هویگِنز در طی زندگی 4 ساعته و کوتاهش بر سطح تایتن، دانشمندان را به وجد آورد و آنها در آینده این داده ها را تجزیه و تحلیل خواهندکرد.

با گذاشتن پا در جای پای مریخ نوردِ سوژورنِر (خودرو مأموریت رُهیاب مریخ)، دو خودرو بزرگتر به نام های اسپیریت (Spirit) و آپورچونیتی[1] (Opportunity) در اوایل سال 2004 بر سطح مریخ فرود آمدند. آنها مکمل دو فضاپیمایی اند که اکنون در مدار مریخ قرار دارند. این دو فضاپیمای قدیمی ترکه اُدیسه مریخ و نقشه بردار سراسر مریخ (MGS) نام دارند، از زمان شروع به کارشان اطلاعاتی را از زمین های مریخی و مهم تر، وجود مقادیر زیادی یخ آب درست زیر سطح این سیاره به زمین مخابره کرده اند.

اِستارداست (Stardust)، نخستین مأموریتی بود که برای جمع آوری ذرات غبار میان ستاره ای و ذرات دنباله دار و بازگرداندن آنها به زمین طراحی شده بود. این فضاپیما در 7 فوریه سال 1999 پرتاب شدو پس از 3 بار گشتن به دور خورشید به دنباله دار می رسد. نمونه های ماده دنباله دار به کمک ماده ای مخصوص به نام اِیروژل جمع آوری می شود و ابزار جمع کننده وارد یک کپسول می شود که در سال 2006 با فرودی آرام در منطقه یوتا به زمین بازمی گردد.

[1] مطبوعات ایرانی نام روح و فرصت به این دو خودرو داده اند که متاسفانه کاملا با معنی اصلی نام به زبان انگلیسی ربطی ندارد.

www.baffled.blogfa.com

سریع السیر پلوتو Pluto Express؛ مأموریتی که هرگز انجام نشد:

ما ابزارها و دوربین هایمان را سوار بر فضاپیماها به همه سیارات منظومه شمسی به جز پلوتو فرستاده ایم. وقتی فضاپیمای ویجر2، از سال 1980 تا 1989، به ملاقات چهار سیاره خارجی (مشتری، زحل، اورانوس و نپتون) رفت، هم خطی نادر آنها -که هر 175 سال یک بار رخ می دهد- موجب شده بود که گرانش هر سیاره، فضاپیما را به سوی سیاره بعدی هدایت کند. متأسفانه، نپتون در موقعیتی نبود که فضاپیما را به سوی پلوتو بفرستد، بنابراین می بایست مأموریت خاصی به نام «سریع السیر پلوتون» برای ملاقات اختصاصی با این عضو دوردست منظومه شمسی طراحی می شد. این مأموریت که تکمیل آن 13 سال طول میکشد، شامل نقشه برداری زمین شناختی و شیمیایی پلوتو و قمرش کارون و بررسی جو آن است. حتی ممکن است مأموریتش برای بررسی اجرام تازه کشف شده در کَمربند کویی پِر، ورای مدار پلوتو نیز ادامه پیدا کند.

متأسفانه، سریع السیر پلوتون برای ناسا پروژه ای بود که مدام مطرح و کنار گذاشته می شد، چون ناسا فکر می کند، پلوتو ارزش ندارد تعداد زیادی پرسنل و مقدار نسبتاً زیادی هزینه برای هدایت یک مأموریت طولانی برایش صرف شود. اما، مدت 20 سال است که ناسا فقط به دلیل درخواست دانشمندان، مبلغ کمی از بودجه اش را برای این پروژه کنار می گذارد. البته اگر به این مسئله توجه کنید که برخی اصلاً پلوتو را سیاره به حساب نمی آورند و آن را فقط عضو بزرگی در کمربند کویی پر می دانند، این نوع طرز برخورد هم برایتان قابل درک می شود. در حقیقت، حتی در سال 1999، موزهٔ بازسازی شدهٔ علوم طبیعی در شهر نیویورک، پلوتو را اصلاً در میان سیارات منظومه شمسی نمایش نداد.

در سال های اخیر، چندین جرم بزرگ فراتر از مدار پلوتو کشف شده اند؛ در سال 2000، وارونا با قطر 900 کیلومتر، در سال 2001، ایکسیون با قطر 1065 کیلومتر، در سال 2002، کواوار با قطر 1200 کیلومتر و در سال 2004، سِدنا با قطر 2360 کیلومتر، و زینا که از پلوتو هم بزرگ تر است در سال 2005. این کشف های جدید بار دیگر این بحث را داغ کرد که: «واقعاً چه عاملی سیاره بودن یک جرم را تعیین می کند»؟ اگر اندازه در برابر فاصله از خورشید معیار است، پس سِدنا را بایدَ سیاره دهم منظومه شمسی دانست.

پلوتو، نهمین و آخرین سیاره منظومه شمسی را جوانی 24 ساله به نام کلاید تومبا در 18 فوریه سال 1930 کشف کرد. اما این کشف تصادفی نبود و حاصل مقایسه سیستماتیک میلیون ها تصویر از ستاره ها بر صدها صفحه عکاسی بود که در فاصله های مشخص زمانی تهیه شده بودند و دانشمندان در آنها به دنبال نقطهٔ ریزی در میان صدها نقطه نورانی بودند که در هر صفحه نسبت

www.baffled.blogfa.com

به صفحه عکاسی قبلی حرکت کرده باشد. جالب است بدانید که این کشف در رصدخانه لاول در فلگ اِستَف آریزونا انجام شد، رصدخانه ای که یک آمریکایی ثروتمند اهل ماساچوست به نام پرسیوال لاول آن را بنا نهاد. خود لاول پیش تر به بررسی مریخ و کانال های روی سطحش مشغول بود، اما هیچ نتیجه ای از رصدها عایدش نشد و همین نکته او را دلسرد کرده بود. وقتی او در جستجوی «آدم مریخی ها» بر روی مریخ شکست خورد و نتوانست آوازه ای برای رصدخانه اش به ارمغان آورد، به جستجوی سیاره جدید مشغول شد که از روی بی نظمی های رصد شده در مدار نپتون، حدس می زدند که بعد از مدار نپتون وجود دارد.

در منظومه ای که مارینرها، پایونیرها، ویجرها، گالیله و کاسینی پیش چشم ما آشکار کردند، هنوز پلوتو سیارهٔ کاوش نشده است. افزون بر این اندازهٔ کوچکش که حدود 2/3 ماه زمین است و فاصله 4/5 میلیارد کیلومتری اش از خورشید، سبب شده که نتوانیم با هیچ تلسکوپی از روی زمین، نمایی با جزییات از آن ببینیم. در حقیقت در فاصله ای 12000 برابر فاصلهٔ ماه تا زمین، تعداد 18000 پلوتو لازم است کنار هم قرار گیرند تا همچون قرص ماه از زمین به نظر آیند. تصاویر پلوتو آنقدر ناواضح بودند که تنها قمرش کارن تا سال 1978 کشف نشده باقی مانده بود؛ حتی با وجودی که قطرش نصف قطر پلوتو است.

پلوتو سیاره ای یخی، بیشتر شبیه تریتون قمر نپتون است و اصلاً شباهتی به چهار سیاره خارجی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون که همگی گازی اند ندارد. جو این سیاره، بیشتر شبیه گازهای اطراف هسته یک دنباله دار است که در هنگام نزدیکی به خورشید پر از بخار یخ های سطحی می شود. در واقع پلوتو و تریتون بیشتر شبیه اجرام یخی کمربند کوی پرند که فراتر از مدار پلوتون به دور خورشید می گردند. شاید پلوتو آخرین اجرامی موسوم به کوتوله های یخی باشد که در دوران های اولیه منظومه شمسی وجود داشته اند اما نجات پیدا کرده چون مدارش ثابت بوده و آن را نزدیک سیارات غول پیکر نیاورده که از منظومه شمسی به بیرون پرتاب شود.

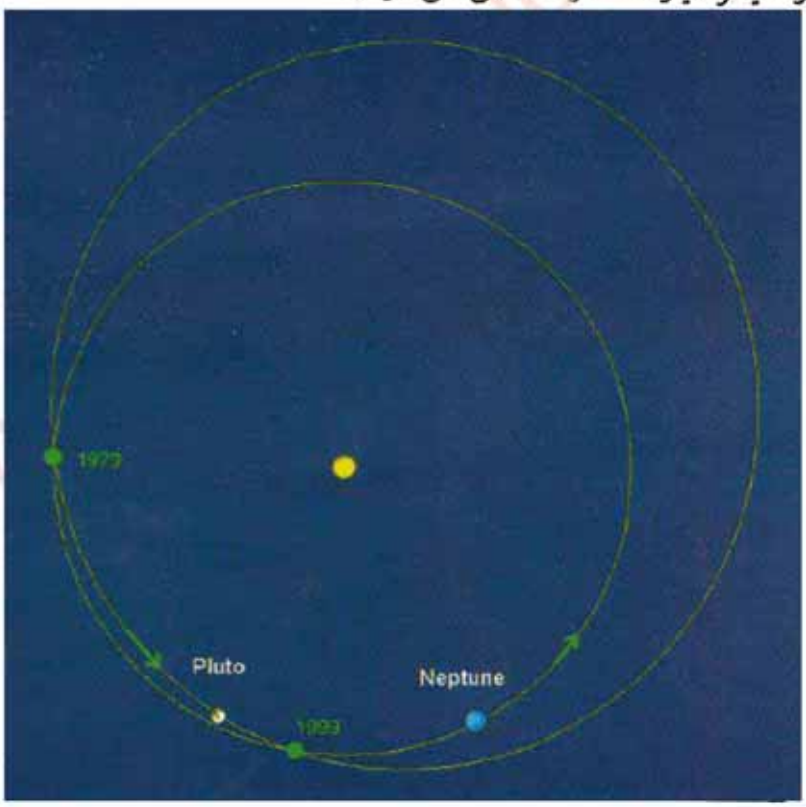
مدار پلوتو بیضی کشیده ای است که گاهی مدار نپتون را قطع می کند و به این ترتیب پلوتو، هشتمین و نپتون، نهمین سیاره می شود. این اتفاق در 21 ژانویه سال 1979 رخ داد و تا 14 مارس سال 1999 وضع به همین منوال بود. 248 سال طول می کشد تا پلوتو یک بار به دور خورشید بگردد (هنوز از زمان کشفش یک دور کامل نزده است) و مدت یک بار گردش به دور محور خودش 6 روز و 9 ساعت و 24 دقیقه است. در حقیقت، هر فصل بر روی پلوتون 64 سال زمینی و هر شبانه روز، 76 ساعت طول می کشد. پلوتو در سال 1989 به نزدیک ترین فاصله از خورشید در مدارش رسید و هنوز هم در همین محدوده است و به این ترتیب فرصت گران بهایی

www.baffled.blogfa.com

را در اختیار دانشمندان قرار داد که با استفاده از دوربین اجرام کم نور سوار بر تلسکوپ هابل، تصاویر خوبی از آن تهیه کنند.

برای نخستین بار از زمان کشف پلوتو، تلسکوپ هابل تصویری از کل سطح سیاره در طول شبانه روز 6/4 روزه اش تهیه کرد و در اختیار دانشمندان قرار داد. این تصاویر، عوارض مشخصی اَز نواحی تیره و روشن بر روی سطح سیاره مشخص کرده اند، از جمله یک کلاهک قطبی شمالی که یک نوار تیره آن را به دو نیم تقسیم کرده است. روی پلوتو بیش از هر سیاره دیگری، به جز زمین، تضاد رنگی شدید دیده می شود. احتمالاً تضاد روی خود سیاره حتی از آنچه در تصاویر دیده می شود نیز بیشتر است. این نواحی تیره و روشن یا دهانه های برخوردی جدیدند ویا حاصل پراکندگی یخ اند که در چرخه های فصلی روی سطح پخش می شوند.

به گفته مارک بوی، اخترشناس رصدخانه لاول، «هابل، پلوتو را از یک نقطه مه آلود دوردست نور، تبدیل به دنیایی کرد که برای ما قابل نقشه برداری و بررسی تغییرات سطحی است.» البته تا زمانی که مأموریت سریع السیر پلوتون به واقعیت تبدیل نشود، دانش ما درباره این سیاره به اندازه دیگر سیارات منظومه شمسی نمی شود.



مدار پلوتو و نپتون

www.baffled.blogfa.com

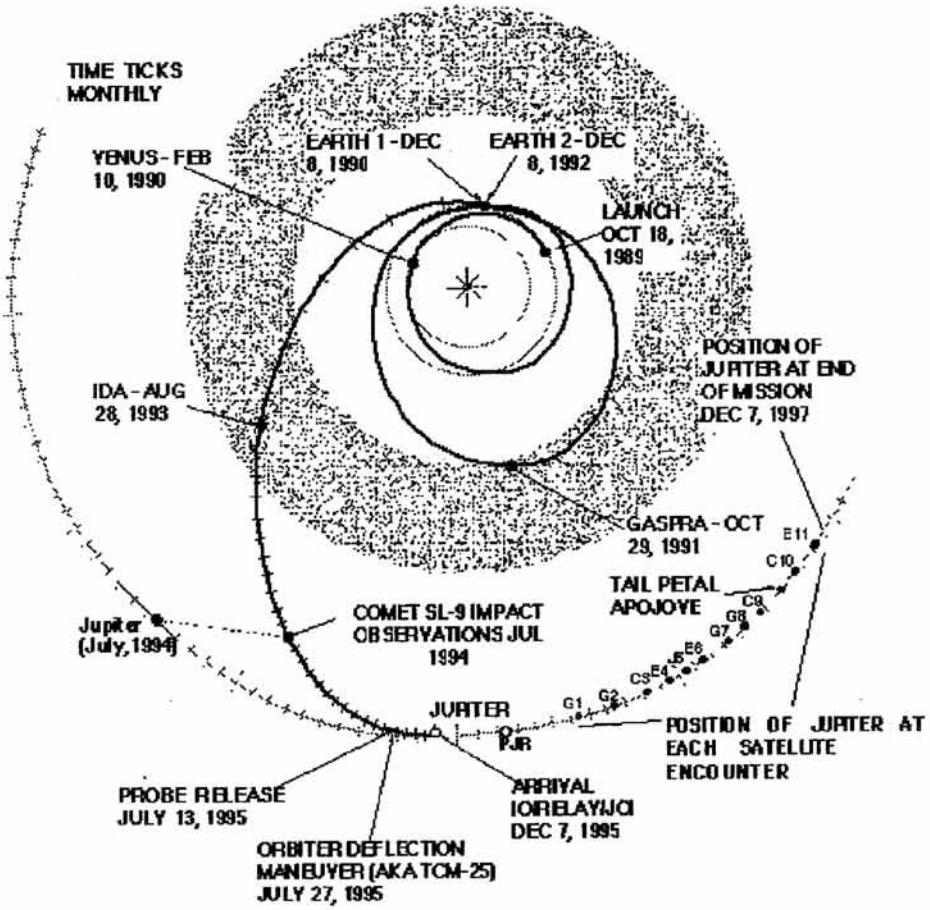
6

درباره سفر به فضا

"جستجوی حقیقت و دانش یکی از بهترین خصلتهای بشر است."

- البرت اینشتین

www.baffled.blogfa.com



مسیر پیچیده سفینه گالیلیو که با استفاده از کمک گرانشی

سیارات زهره و زمین به مشتری سفرکرد

www.baffled.blogfa.com

درباره سفر به فضا

«....سفر در فضا واقعاً هنر است. این کار شبیه سفر از لُس انجلس به نیویورک از طریق ژاپن می باشد...»

****

همیشه از سفرهای فضایی به عنوان شگفت آور، خارق العاده، پُرخطر، رمزآلود، حیرت انگیز و غیره نام برده اند و واقعاً هم چنین است. اما بیش از هر چیز، یک کار هنرمندانه است چراکه هیچ کدام از قوانین رفتن از جایی به جای دیگر که ما در روی زمین یا در جو آن از آنها استفاده می کنیم برای حرکت در مدار یک سیاره، یا رفتن از سیاره ای به سیاره دیگر صدق نمی کنند.

مثلاً اگر شما با اتوموبیل به محل کارتان می روید، برای این که زودتر به آنجا برسید فقط کافی است پایتان را روی پدال گاز فشار دهید و سرعتتان را بیشتر کنید، یا این که از راهی بروید که هر چند طولانی تر است اما ترافیک کمتری دارد و به شما امکان حرکت سریع تری را می دهد. اصل عملی در اینجا این است که «سرعت بیشتر» موجب زودتر رسیدن شما به مقصد می شود.

اما شرایط در فضا کمی متفاوت است. مثلاً اگر شما در مداری در ارتفاع 300 کیلومتری از سطح زمین سوار بر فضاپیمایی باشید، برای رفتن از نیویورک به فلوریدا 15 دقیقه در راه خواهید بود. حال اگر بخواهید این زمان را به مثلاً 12 دقیقه در مدار بعدی کاهش دهید، باید درست برعکس کاری را انجام دهید که روی زمین انجام می دادید، یعنی باید سرعت فضاپیمایتان راکاهش دهید.

جالب است! نه؟!

برای درک این موضوع و دیگر بی قاعدگی های سفرهای فضایی، باید برخی از اصول مکانیک مداری را بدون درگیری ذهنی با ریاضیات پیچیده اش فرا بگیریم. انجام این کار با کمک یکی از سرگرمی های محبوب اینشتین - آزمایش فکر - امکان پذیر است.

چرا و چطور ماهواره ها در مدار می مانند

فرض کنید که در تراس طبقه اول یک برج ایستاده اید که با سطح خیابان 4/9 متر فاصله دارد. اگر شما سکه ای در دست داشته باشید و آن را به آرامی رها کنید، سکه تحت تأثیر گرانش زمین سقوط

www.baffled.blogfa.com

می کند و شتابی معادل 9/8 = g متر در ثانیه در ثانیه بر آن وارد می کند. به این حرکت، سقوط آزاد می گویند و با این معادله تعریف می شود:

$$t = (2 * h / g)^{½}$$

که در آن:

'h' فاصله عمودی است (4/9 متر).

't' زمان لازم برای رسیدن سکه به زمین است.

'g' شتاب گرانش معادل 9/8 متر در ثانیه در ثانیه است.

بر طبق این معادله زمان 't' لازم برای سکه تا مسیر عمودی را طی کند و درست زیر تراس با زمین برخورد کند، یک ثانیه است.

حالا یک سکه دیگر بردارید و به جای رها کردن در مسیر عمودی، آن را با سرعت افقی "v" معادل یک متر در ثانیه پرتاب کنید. این سکه هم درست یک ثانیه بعد با زمین برخورد می کند، اما مسیری منحنی را طی کرده و در جایی یک متر جلوتر از محل سکه اول به زمین می خورد. این به این دلیل است که هنوز گرانش سکه را با همان شتاب قبلی به سمت پایین می کشد و سکه پس از یک ثانیه با زمین برخورد کند. اما در این زمان سکه مجبور است یک متر را هم در مسیر افقی طی کند، چون سرعت اولیه افقی معادل یک متر در ثانیه داشته است.

معادله زیر بخش حرکت افقی سکه را نشان می دهد:

$$t = v / x$$

که در آن:

"v" سرعت افقی حرکت است.

'x' فاصله افقی است.

حالا به طبقه چهارم می رویم که فاصله آن تا زمین خیابان 4 x 4/9 متر است و دوباره به سادگی سکه را رها می کنیم. بر اساس معادله اول زمان 't' لازم برای سکه تا رسیدن به زمین، 2 ثانیه است. و اگر سکه ای را با سرعت افقی 2 متر بر ثانیه پرتاب کنیم، بر اساس معادله دوم، فاصله افقی که در مدت 2 ثانیه طی می کند معادل 4 متر خواهد بود و باز هم مسیری منحنی را طی می کند. بنابراین روشن است که هر چه ما در طبقات عمودی بالاتر رویم و سکه را در مسیر افقی و با سرعت اولیه بیشتر و بیشتری پرتاب کنیم، انحنای مسیری که سکه طی می کند و همچنین زمان و فاصله افقی بیشتر و بیشتر می شود.

www.baffled.blogfa.com

حال اگر به طبقه ای برویم که فاصله عمودی تراسش تا زمین 160کیلومتر باشد و سکه را دست کم با سرعت افقی 78کیلومتر بر ثانیه پرتاب کنیم، انحنای مسیر سکه برابر با انحنای سطح زمین می شود و بنابراین هر چه سکه سقوط می کند، انحنای سطح زمین هم به همان اندازه سقوط می کند. پس سکه هرگز به سطح زمین نمی رسد و همیشه در حالت یکسان سقوط آزاد باقی می ماند و در مسیری بیضوی به دور زمین می گردد. اگر سرعت اولیه درست محاسبه و عمل گردد، مسیر حرکت سکه دایره می شود که در واقع بیضی ای است که اندازه محور بزرگ و کوچکش با هم برابر است.

این چنین است که ماهواره هایی که به ارتفاع 160کیلومتر از سطح زمین یا بالاتر فرستاده می شوند و سرعت افقی شان78کیلومتر در ثانیه (28000کیلومتر در ساعت) یا بیشتر است در مدار ماندگار میشوند. کمی عجیب به نظر می رسد که ماهواره ای بدون این که چیزی آن را هُل دهد همیشه به حرکت خود ادامه دهد، اما در واقع گرانش منبع نیروی آن حرکت است.

یک روش دیگر برخورد با این قضیه این است که بدانیم در مدار، گرانش ماهواره را به سوی مرکز زمین می کشد و در همین حال نیروی گریز از مرکز که بر هر جسمِ در حرکت در مسیر منحنی وارد می شود، آن را به طرف بالا می کشد. در مدار، این دو نیرو یکدیگر را خنثی می کنند و به همین علت ماهواره ارتفاعش را در هر لحظه حفظ می کند. این حالت، شرایط بی وزنی **weightlessness** نامیده می شود که به راستی ممکن است موجب اشتباه شود، چون ماهواره هنوز دارای جرم است اما وزنش به دلیل اثر نیروی گریز از مرکز خنثی شده است.

بار دیگر که شاهد صحنه پرتاب موشکی حامل یک ماهواره یا فضاپیما به مدار بودید، دقت کنید و ببینید که موشک مستقیم بالا نمی رود. در عوض، بلافاصله پس از ترک سکوی پرتاب، روی پشت می چرخد و وارونه به سوی بالا و افق حرکت می کند. این به این دلیل است که وقتی ماهواره به مدار تعیین شده رسید، مسیرش باید موازی باسطح زمین باشد باسرعت دست کم 78کیلومتر بر ثانیه. به بیان دیگر، موشک باید مسیری بر خلاف حرکت سکه ای داشته باشد که ما آن را از تراسی در ارتفاع 160کیلومتری پرتاب کردیم.

www.baffled.blogfa.com

قوانین مکانیک مداری

همه مدارهای فضایی از قوانین کپلر و نیوتن پیروی می کنند و هرکدام سرعت های مخصوص خود را دارند. رابطه ریاضی برای ماهواره ای که جرمش همیشه در برابر جرم زمین قابل چشم پوشی است، چنین است:

$$V = (G * M / r)^{1/2}$$

که در آن:

'V' سرعت بر حسب متر در ثانیه است.

'G' ثابت جهانی گرانش است با مقدار 6/67 * 10-11 متر در کیلوگرم ثانیه ثانیه.

'M' جرم زمین، 5/98 * 10 24 کیلوگرم است.

'r' شعاع مدار بر حسب متر است.

این معادله را می توان این طور هم نوشت :

$$t = 5063 * r^{3/2}$$

که در آن :

't' دوره تناوب مداری بر حسب ثانیه است.

'r' شعاع مدار به واحد شعاع زمین یعنی 6371 کیلومتر است.

قانون کپلر برای مدارهای بیضوی نیز کاربرد دارد و در آن 'r' با نصف طول قطر بزرگ مدار یعنی 'a' جابه جا می شود. اما بر طبق قانون بقای اندازه حرکت زاویه ای **conservation of angular momentum** باید حاصل ضرب شعاع در سرعت جسم متحرک در همه نقاط مدار یکسان باشد. این یعنی که مثلاً وقتی زمین در مدارش به خورشید نزدیک تر می شود باید سرعت حرکتش بیشتر شود. برای مدارهای دایره ای این قانون به معنای سرعت ثابت در تمام طول مدار است. اما در مدارهای بیضوی به این معنی است که خط واصل زمین - خورشید در بازه های زمانی یکسان، مساحت یکسانی از مدار را جاروب کند.

برای توضیح قانون سوم کپلر باید از قانون بقای انرژی **conservation of energy** استفاده کرد. هر جسم متحرک در مدار، مقدار معینی انرژی دارد که شامل انرژی جنبشی **kinetic energy** _ وابسته به سرعتش _ و انرژی گرانشی **potential energy** - وابسته به ارتفاء مدارش _ می شود. ولی این دو انرژی بر اساس قانون نیوتن با هم رابطه دارند که بستگی به فاصله متوسط جرم از خورشید است. فاصله متوسط به نیم قطر بزرگ بیضی مدار تعریف می شود. این ما را به معادله ای

www.baffled.blogfa.com

می رساند که طی آن مربع دوره تناوب مداری سیاره در سال P، برابر است با مکعب فاصله متوسطش از خورشید به واحد نجومی a که فاصله متوسط زمین از خورشید است:

$$P^2 = a^3$$

مدارها به دلیل اثرات نیروهای اضافی که بر ماهواره اثر می کنند، کمی از بیضی های کپلری منحرف می شوند. این نیروها نیروی کششی ماه، خورشید، و فشار ملکول های هوای جو (مقاومت هوا) که حتی در این ارتفاع زیاد هم وجود دارد میباشند. برای مدارهای بیضوی کشیده، این نیروها موجب می شوند که حضیض مدار بالا و پایین شود و سرانجام به لایه های پایینی جو برسد که این موجب کم شدن سرعت ماهواره، ورودش به جو و سوختنش می شود. این اتفاقی است که در سال 1980 برای ایستگاه فضایی اِسکای لَب skylab افتاد. ناسا امیدوار بود که از شاتل فضایی برای فرستادن ایستگاه به مدار بالاتر استفاده کند، اما شاتل هنوز آماده نبود.

سرعت فرار escape velocity

یک جرم متحرک در مدار مثل یک ماهواره یا یک فضاپیما ممکن است آنقدر سرعتش را زیاد کند که از دام گرانش جرم فضایی اصلی بگریزد. این سرعت، « سرعت فرار » V_e نام دارد و از فرمول ساده زیر به دست می آید:

$$V_e = (4 * G * M / D)^{1/2}$$

که در آن:

'M' جرم جسم سماوی مورد نظر است.

'D' قطر جسم سماوی مورد نظر است.

در مورد زمین این سرعت برابر است با 11/2 کیلومتر بر ثانیه یا 40320 کیلومتر بر ساعت از روی سطح زمین که از مداری بالاتر این مقدار 37600 کیلومتر بر ساعت است.

همچنان که مشخص است، سرعت فرار فقط 1/41 برابر بزرگتر از سرعت مداری است. جالب است که سرعت فرار هم به جرم و هم به قطر جسم سماوی بستگی دارد. اجرامی همچون ستاره های غول پیکر، جرم کم ولی قطر بزرگی دارند، در حالی که ستاره های نوترونی، تَپ اَخترها pulsars و سیاهچاله ها black holes جرم زیاد اما قطری بسیار کوچک دارند. همین نکته باعث می شود که فرار کردن از یک سیاهچاله کوچک بسیار دشوارتر از فرار کردن از یک ستاره غول پیکر میباشد.

فضاپیماها ممکن است از دام گرانش زمین بگریزند اما همچنان در دام گرانش خورشید می مانند، چرا که سرعت فرار از گرانش خورشید 3000 برابر سرعت فرار از زمین است.

www.baffled.blogfa.com

آهسته تر رفتن تا زودتر رسیدن!

علت این فکر به ظاهر بی معنی که اگر در مدار آهسته تر حرکت کنید زودتر به مقصد می رسید این است که، عملِ نیرو بر یک فضاپیما موجب افزایش سرعت آن می شود. اما سرعت بیشتر موجب افزایش نیروی گریز از مرکز می شود که آن هم خود موجب انتقال فضاپیما به مداری بالاتر می شود. و هرگاه که نیروی اضافی حذف شود، فضاپیما به سقوط آزادش ادامه می دهد و وارد مدار بیضوی دیگری می شود (مگر این که سرعتش به حد سرعت فرار رسیده باشد) اما سرعتش شروع به کم شدن میکند. چون فضاپیما اکنون در مدار بالاتری قرار دارد طول کمانی که باید برای رفتن از یک نقطه به نقطه دیگر – مثلاً کالیفرنیا به فلوریدا - طی کند بیشتر می شود و با وجود سرعت بیشتر، زمان بیشتری طول می کشد تا به مقصد برسد. از سوی دیگر، اگر فضاپیما در حالی که هنوز در مدار اصلی خود است، سرعتش را کم کند، به مدار پایین تری می رود و چون در مدار پایینی طول کمانِ مسیر کاهش می یابد، فضاپیما با وجود سرعت کمتر، زودتر به مقصد می رسد.

در حقیقت روش پایین آوردن یک فضاپیما یا ماهواره از مدار به زمین هم همین است که موتورهایش را در خلاف جهت حرکتش روشن می کند تا سرعتش کم شود. این حرکت سرعت نیروی گریز از مرکز را کاهش می دهد و موجب تأثیر بیشتر نیروی گرانش می شود. به این ترتیب فضاپیما به پایین کشیده و وارد جو می شود، داخل جو هم فشار ملکول های جو بر بدنه فضاپیما (که مقاومت هوا نامیده می شود) موجب کمتر شدن سرعت آن و پایین تر آمدنش می شود تا زمانی که فضاپیما بر سطح زمین فرود آید یا در جو بسوزد که هر دو به نوع طراحی فضاپیما بستگی دارد.

ویژگی های مداری:

یک ماهواره در مدار تا زمانی که سرعت دست کم 78 کیلومتر در ثانیه را داشته باشد می تواند در هر جهتی حرکت کند. البته، بیشتر ماهواره ها از غرب به شرق به دور استوای زمین یا نزدیک آن حرکت می کنند. علت این است که همیشه در پرتاب یک ماهواره، سوختِ موشک عامل محدود کننده است. از آنجا که دستگاه پرتاب باید ماهواره را به سرعت 78 کیلومتر در ثانیه برساند، ماهواره از نزدیک ترین پایگاه به خط استوا و در جهت شرق پرتاب می شود تا از سرعت گردش زمین به دور محورش، که یک دور در هر 24 ساعت است، کمک بگیرد. این سرعت در قطب ها صفر است و در استوا به 0/463 کیلومتر در ثانیه می رسد. هر چند که این رقم فقط 1/187 درصد سرعت لازم (78 کیلومتر در ثانیه) است، اما به هر حال آنقدر هست که تفاوتی بزرگ را سبب شود. وزن خود سوخت سنگین ترین باری است که بر دوش موتورهای موشک است و باید حملش کنند. اگر

www.baffled.blogfa.com

موشک ها در جهت غرب پرتاب می شدند، مجبور بودند سرعت اضافی ای معادل 2 برابر سرعت سطح زمین به ماهواره بدهند.

هر ماهواره ای در ارتفاع 170 کیلومتر از سطح زمین، یک ساعت و نیم طول می کشد که یک بار دور زمین بگردد. در این مدت کوتاه، سرنشینان ماهواره یک طلوع و یک غروب خورشید را می بینند. اما نمایی که آنها از زمین گریزپای زیر پایشان می بینند، محدود به مرزهای تعریف شده به وسیله یک زاویه است بنام « زاویه پرتاب **launch angel** ». هرچه این زاویه بازتر باشد، موشک برای کمک گرفتن از سرعت زمین شانس کمتری دارد اما در عوض وقتی ماهواره در مدار قرار گرفت، از فراز مساحت بیشتری از زمین عبور می کند.

اگر زاویه پرتاب 90 درجه انتخاب شود، سرعت زمین هیچ مقداری به سرعت ماهواره اضافه نخواهد کرد و به این ترتیب می توان پرتاب را از هرعرض جغرافیایی روی زمین انجام داد. اما در این صورت، سرنشینان یا دوربین های سوار بر ماهواره هر 16 ساعت یک بار، کل سطح زمین را می بینند. به همین دلیل است که تقریباً همه ماهواره های جاسوسی، در چنین مداری قرار می گیرند که « مدار قطبی **polar orbit** » نام دارد.[1]

مدارهای زمین ثابت geocentric orbit:

از فرمول $t = 5063 * r^{3/2}$ می توانیم دریابیم که در یک دوره 24 ساعته یا t برابر با 86400 ثانیه، R برابر است با 6/6 شعاع زمین. ماهواره ای در مدار دایره ای بر فراز استوا در این فاصله در هر 24 ساعت یک بار به دور زمین می گردد. از آنجایی که خود زمین هم در مدت 24 ساعت یک بار به دور محورش می گردد، پس ماهواره در همه ساعات شبانه روز بالای یک نقطه از زمین باقی می ماند. چنین مداری، « مدار زمین ثابت **geocentric orbit** » نام دارد که برای ماهواره های ارتباطی ایده آل است، چراکه هر نقطه ای در 1/3 سطح زمین می تواند همیشه با ماهواره در ارتباط باشد. به همین دلیل است که یک « دیش تلویزیونی ماهواره ای » لازم نیست هدفش را در آسمان دنبال کند، بلکه رو به یک نقطه ثابت می ماند. ماهواره ارتباطی ناسا هم که برای رلهٔ داده ها از فضاپیماهای در مدار استفاده می شود، در چنین مداری قرار دارد. سیستم ماهواره های ارتباطی

1- بهمین دلیل است که همه ماهواره ها و فضاپیماهای آمریکا از فلوریدا پرتاب می شوند، که جنوبی ترین عرض جغرافیایی را در میان ایالات آمریکا داراست. البته ماهواره های جاسوسی آمریکا همگی از پایگاه نیروی هوایی واندنبرگ در کالیفرنیای شمالی به مداری قطبی فرستاده میشوند.

www.baffled.blogfa.com

بازرگانی، که برای مکالمات تلفنی بین المللی و مخابره سیگنال های تلویزیونی استفاده می شود، از سه ماهواره در مدار زمین ثابت تشکیل شده است که با 120 درجه فاصله نسبت به هم قرار گرفته اند. برای برقراری ارتباط از یک سوی زمین با سوی مقابل آن، ابتدا سیگنال به ماهواره اولی در محدوده فرستنده ارسال می شود. سپس سیگنال به ماهواره ای در فاصله 120 درجه ای ارسال می شود که در محدودهٔ منطقه گیرنده قرار دارد و باز دوباره به پایین و گیرنده ارسال می شود. از آنجا که سیگنال ها با سرعت نور حرکت می کنند، گوش انسان تأخیر در انتقال آنها را به زحمت تشخیص می دهد.

نقاط لاگرانژی LAGRANGIAN POINTS:

بر طبق قانون سوم کپلر، یک فضاپیما در مداری دایره ای به دور خورشید کوچک تر از مدار زمین، سریع تر از زمین حرکت می کند. بنابراین، فاصله اش از زمین بیشتر و بیشتر می شود تا زمانی که کاملاً از هم دور می شوند تا این که هر کدام در یک طرف خورشید قرار میگیرند و پس از آن دوباره به هم نزدیک می شوند. اما راهی وجود دارد که جلو این اتفاق را بگیریم و فاصله آنها را همیشه یکسان نگه داریم.

واضح است که وقتی فضاپیمایی روی سکوی پرتاب روی زمین قرار دارد، کشش گرانش زمین بر آن از گرانش خورشید بیشتر است. وقتی زمین را ترک می کند و به خورشید نزدیک می شود، کشش گرانش خورشید بر آن افزایش می یابد، در حالی که اثر گرانش زمین کاهش می یابد. بنابراین نقطه ای وجود دارد که این دو نیرو با هم برابر می شوند و باعث می شوند که فضاپیما کندتر به دور خورشید بگردد و با حرکت زمین هماهنگ شود و بنابراین فضاپیما و زمین در طی سفر یک ساله زمین به دور خورشید، با هم حرکت کنند. نقطه ای که چنین اتفاقی در آن می افتد نقطه لاگرانژی L1 است که به نام ریاضی دان فرانسوی ژوزف لاگرانژ نام گذاری شده است که آن را کشف کرد. این نقطه در فاصله حدود 1/6 میلیون کیلومتری زمین قرار دارد یعنی حدود 4 برابر فاصله ماه تا زمین یا 1/100 فاصله زمین تا خورشید.

نقطه L1 جایگاهی ایده آل برای فضاپیمایی است که به بررسی خورشید می پردازد، چون می تواند در تمام 24 ساعت رو به خورشید باشد و در عین حال ارتباطش را با زمین نیز حفظ کند. در حال حاضر 2 فضاپیما نزدیک نقطه L1 قرار دارند. یکی از آنها مشغول بررسی «پرتوهای کیهانی غیر عادی» و باد خورشیدی است و دومی رصدخانه مشهور سوهو (SOHO) است که به رصد خورشید مشغول است.

www.baffled.blogfa.com

چهار نقطه لاگرانژی دیگر در مجموعه خورشید - زمین وجود دارند، از جمله L2 که متقارن نقطه L1 است اما در بخش شب زمین قرار دارد (تصویر صفحه 133 بخش انگلیسی این کتاب). سازمان فضایی ناسا قرار است تلسکوپ جانشین تلسکوپ فضایی هابل را در نقطه L2 قرار دهد.

همچنین مجموعه زمین - ماه هم نقاط لاگرانژی خود را دارد. جالب ترین این نقاط، نقاط L5 و L4در مدار ماه هستند. این نقاط برای تشکیل «کلونی های فضایی» مستقل پیشنهاد شده اند.

سفر به ماه و سیارات:

اگر بخواهید از زمین به ماه یا سیارات دیگر سفر کنید ، شاید تصور کنید که تنها کاری که لازم است داشتن یک موشک روی سکوی پرتاب و دیدن هدف در محدوده سکوی پرتاب است و کافی است موشک را به سوی آن سیاره هدف گرفته، موتورها را روشن کرد و بعد به آنجا می رسید.

درست ؟

غلط !!

علت این اتفاق عجیب این است که وقتی فضاپیما در فضا حرکت می کند، سه نیروی متغیر بر آن وارد می شود. آن نیروها، یکی نیروی گرانش خورشید است که همواره بر آن وارد می شود، دومی نیروی گرانش زمین است که تا وقتی که فضاپیما در محدوده اثر گرانش زمین است بر آن وارد می شود – و سومی نیروی گرانش سیاره هدف است که وقتی که فضاپیما به محدوده اثر گرانش آن می رسد بر آن اثر میکند.

افزون بر این به دلیل محدودیت سوخت موتور موشک های شیمیایی، و این حقیقت که در فضا هیچ پمپ گازی وجود ندارد که فضاپیما توقفی کند و باکش را پر کند، موتورها نمی توانند بیشتر از 10 دقیقه روشن بمانند. بنابراین، بیشتر زمان در سفرهای فضایی به پرسه زنی در فضا می گذرد. موتور موشک ها عموماً برای این منظور استفاده می شود که به فضاپیما سرعت کافی برای فرار از دام گرانش زمین بدهد تا وقتی که به فضای خارج از محدوده زمین رسید آنوقت بقیه راه را تا مقصد در فضا پرسه می زند.

این مرحله سفر بنام "مراحل نیروگرفته powered phase" همیشه در دو مرحله انجام می شود: نخستین مرحله زمانی است که یک یا دو موشک فضاپیما را تا ارتفاع 160کیلومتری بالا می برد و به آن سرعتی معادل 28000کیلومتر در ساعت در جهتی موازی با سطح زمین می دهد. این کمترین سرعت لازم برای این منظور است که نیروی گرانش را برابر با نیروی گریز از مرکز کند و فضاپیما را

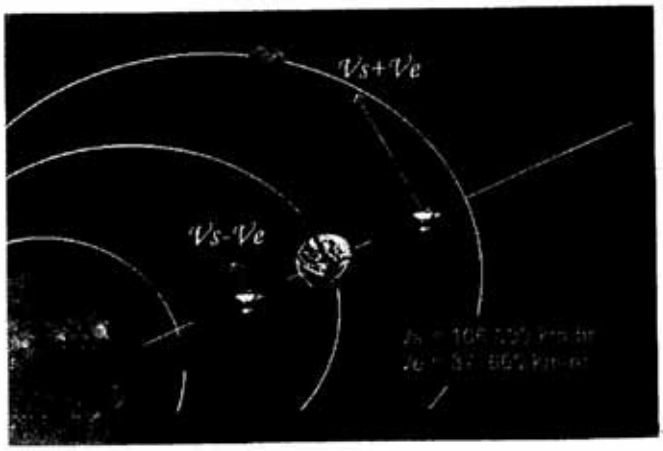
www.baffled.blogfa.com

در مدار قرار دهد. سپس در زمان و مکان مشخصی در مدار که کامپیوترهای زمینی و کامپیوتر سوار بر فضاپیما محاسبه کرده اند، موتور بار دیگر و به مدت چند دقیقه روشن می شود (این مرحله سوخت دوم **second burn** نام دارد) و باید در حدی باشد که فضاپیما را به سرعت فرار زمین یا 37600 کیلومتر بر ساعت برساند.

اگر هدف ماه باشد، این سرعت می تواند کمتر باشد چون فقط لازم است که سرعت کافی به فضاپیما منتقل شود تا به سادگی آنقدر بالا برود که مدار ماه را قطع کند. در مدت 4 روز، فضاپیما در مداری در ارتفاع 436800 کیلومتری به دور زمین خواهد بود- مداری که ماه در آن قرار دارد. اگر کامپیوترها زمان و مکان مرحله سوخت دوم را درست محاسبه کرده باشند، ماه هم همان جایی خواهد بود که فضاپیما قرار دارد و به این ترتیب یکدیگر را ملاقات می کنند.

اما اگر هدف یکی از سیارات باشد، مرحله دوم باید آنقدر قدرتمند باشد که فضاپیما را به سرعت فرار برساند. البته باید به یاد داشته باشیم که حتی زمانی که فضاپیما از دام گرانش زمین رها شود، هنوز در مداری به گرد خورشید و در دام گرانش آن است چراکه همان زمان که سوار بر سکوی پرتاب روی زمین قرار داشت، همراه با زمین با سرعت افقی 106000 کیلومتر بر ساعت در مداری به دور خورشید می گشت.

مدار جدید فضاپیما به دور خورشید بستگی به ***سرعت آن نسبت به خورشید*** دارد. اگر این سرعت بیشتر از 106000 کیلومتر بر ساعت باشد، مدار بالاتر از مدار زمین خواهد بود و بنابراین فضاپیما در راستای یک مسیر منحنی به سوی سیارات بعد از زمین **the outer planets** - یعنی به سوی مدار مریخ ، مشتری ، زحل ، اورانوس نپتون و پلوتو - حرکت خواهد کرد. اما اگر این سرعت کمتر از 106000 کیلومتر بر ساعت باشد، آنگاه فضاپیما در مسیری منحنی در جهت مدار سیارات داخلی **the inner planets** زهره و عطارد به سوی خورشید سقوط خواهد کرد.



این نمودار به وضوح نشان می دهد که وقتی فضاپیما در نیمهٔ شب زمین در مدار است، جهت حرکت زمین به دور خورشید، Vs با جهت حرکت فضاپیما به دور زمین، Ve یکسان است. و زمانی که فضاپیما در نیمهٔ روز زمین در مدار است، جهت این دو حرکت بر عکس یکدیگر میباشند.

بنابراین اگر مرحله سوختن دوم زمانی اتفاق بیافتد که فضاپیما در نیمهٔ شب زمین است، سرعتش نسبت به خورشید برابر است با مجموع این دو سرعت یعنی (Vs + Ve) یا 143600 = 37600 + 106000 کیلومتر بر ساعت است. از آنجا که سرعت مداری فضاپیما نسبت به خورشید در حال افزایش است به مدارهای بالاتر و به سمت سیارات خارجی می رود. و اگر مرحله سوختن دوم زمانی اتفاق بیافتد که فضاپیما در نیمهٔ روز زمین است، سرعتش نسبت به خورشید برابر با (Vs – Ve) یا 68400 = 37600 - 106000 کیلومتر بر ساعت می شود و بنابراین فضاپیما به سوی سیارات داخلی کشیده می شود. در هر صورت، فضاپیما برای مدت طولانی تری مثلاً ماهها یا سال ها در مدارش به دور خورشید می ماند تا به مدار سیاره هدفش برسد. باز هم کامپیوتر ها زمان و مکان مرحله سوخت دوم را طوری انتخاب میکنند که سیارهٔ هدف در مسیر فضاپیما بوده تا با آن ملاقات کند.

مشکل ترین هدف در منظومه شمسی برای دسترسی فضاپیماها از روی زمین، خود خورشید است، چون با وجود رها شدن از دام گرانش زمین، فضاپیما همچنان در مداری به دور خورشید با سرعت 30 کیلومتر بر ثانیه - سرعت زمین - به حرکت ادامه می دهد. تنها راه برای رسیدن به خورشید این است که این سرعت را خنثی کند و آن هم به کمک موشکی که همین مقدار سرعت را در جهت عکس به آن وارد کند. نسب همچنین سرعتی برای باری بزرگ مانند یک فضاپیما بسیار سرسام آور و البته خارج از توان موشک های فعلی است. مردمی که پیشنهاد فرستادن زباله های اتمی به خورشید را مطرح می کنند، ظاهراً از این مشکل آگاه نیستند.

با فرض نیروی عظیم موشکی که برای تولید حتی سرعت 8 کیلومتر بر ثانیه لازم است تا فضاپیمایی را در مداری پایین به دور زمین قرار دهد، در می یابیم که برای تولید سرعت های بالا برای رسیدن به سیارات دورتر چه مانع عظیمی بر سر راه است. اما خوشبختانه راهی وجود دارد که می توان برای این منظور از مانورهای کمک گرانشی سیارات استفاده کرد.

کمک گرانشی gravity assist:

گاهی اوقات فضاپیما آنقدر سنگین است یا سیاره هدف آنقدر دور است که هیچ موشکی آنقدر قدرت ندارد که به فضاپیما برای پیمودن این راه سرعت کافی بدهد. در چنین حالتی از پدیده ای به نام «کمک گرانشی» برای سرعت بخشیدن به فضاپیما در فضا استفاده می شود.

کمک گرانشی در واقع از این واقعیت بهره می برد که وقتی فضاپیما به یک جرم فضایی نزدیک می شود تحت تأثیر گرانش آن جرم سرعتش نسبت به خورشید افزایش می یابد. اگر فضاپیما با زاویه درستی به سیاره نزدیک شود، در مسیری منحنی به دور آن می گردد و با سرعتی بیشتر از سرعت

www.baffled.blogfa.com

نزدیک شدنش از دام گرانش آن می گریزد. همین عامل باعث می شود که فضاپیما نسبت به مدار قبلی در مدار بالاتری به دور خورشید قرار بگیرد. انرژی ای که به دست می آید مسلماً از سوی سیاره کمک دهنده بوده است.

رفتن به سوی جنوب برای رسیدن به شمال :

سیاره ای که بیشتر از همه برای رسیدن به هدف های خارجی تر از مدار مشتری استفاده می شود، عموماً سیاره زهره است ولیکن این می تواند هر کدام از سیاراتی باشد که بین راه زمین تا هدف نهایی قرار دارند. در حقیقت، فضاپیمای وُیجر 2 از همه چهار سیاره غول پیکر خارجی برای رسیدن به سیاره بعدی کمک گرانشی گرفت و به این ترتیب توانست در طی سفری 12 ساله از سال 1977 تا 1989 با هر چهارتای آنها ملاقات کند.

همین طور فضاپیمای گالیله که برای بررسی مشتری عازم سفر شد، ابتدا در 18 اکتبر سال 1989 به سوی زهره فرستاده شد تا از کمک گرانشی آن استفاده کند؛ با اینکه زهره در جهت خلاف نسبت به مشتری قرار داشت (تصویر صفحه 148). گالیله که سرعت کافی به دست آورده بود در 11 دسامبر 1990 دوباره به سوی زمین آمد و باز هم سرعتش بیشتر شد تا تمام راه را تا کمربند سیارک ها طی کند. در 11 دسامبر 1992 دوباره به کنار زمین آمد و این بار با کمک گرانشی دوباره از زمین به سرعت لازم رسید و سرانجام در 7 دسامبر 1999 به مشتری رسید. این شاید عجیب ترین مسیر پرواز فضایی به نظر آید چراکه زهره نسبت به مشتری در آن سوی زمین قرار دارد. اما زهره و زمین تنها کمک دهندگان موجود در فضا برای چنین سفری بودند.

فضاپیمای کاسینی هم برای رسیدن به سیاره زحل چنین مسیر پر پیچ و خمی را طی کرد. کاسینی در 15 اکتبر 1997 به سوی زهره پرتاب شد و در 26 آوریل 1998 به آنجا رسید. پس از یک تغییر شدید در مسیرش دوباره در 24 ژانویه 1999 به نزدیکی زهره آمد، و دوباره در 18 اوت 1999 به نزدیکی زمین آمد و به کمک زمین سرعت لازم را کسب کرد و در 30 دسامبر 2000 به مشتری رسید. مشتری آخرین هُل را داد و کاسینی در 4 ژوییه 2004 به زحل رسید.

چنین سفرهایی در فضا واقعاً هنر اند چرا اینکه این کار شبیه سفر از لُس آنجلس به نیویورک از طریق ژاپن است.

www.baffled.blogfa.com

7

از اسب و درشکه تا ستاره ها

چگونه ممکن است آخرین سفر پر ماجرا و جالب بشر تحقق یابد

خداوند به حضرت ابراهیم گفت "اگر بخاطر من نبود تو وجود نداشتی."
"من این را می دانم،" حضرت ابراهیم جواب داد، "اما اگر من اینجا نبودم کسی نبود که بیاندیشد."

- یک داستان سنتی یهودی

www.baffled.blogfa.com

از اسب و درشکه تا ستاره ها

چگونه ممکن است آخرین سفر پُر ماجراو جالب بشر تحقق یابد

«...مرز غیر قابل عبور در سفرهای فضایی، بی شک سرعت نور است که هیچ چیز را یارای رسیدن به آن نیست...»

******

گاهی اوقات سرعت سفر کردن انسان، مُحکی برای سنجش پیشرفت تمدن است. بشر سفر کردن را با راه رفتنِ قدم به قدمِ سریع یا دویدن با سرعت چند کیلومتر در ساعت شروع کرد و وقتی چند هزار سال پیشِ چرخ را اختراع کرد و اسب ها را برای کشیدن درشکه رام کرد، سرعت انسان به چند ده کیلومتر در ساعت رسید. سپس حدود دو هزار سال طول کشید تا در اواسط قرن بیستم، اتومبیل های مدرن و مدل های ابتدایی هواپیماها سرعت را ده برابر یعنی حدود صد کیلومتر در ساعت کردند. اواخر قرن بیستم بود که انسان واقعاً سوار بر هواپیماهای مدرن اوج گرفت و سرعتش به چندین صد کیلومتر بر ساعت رسید.

مرزی که در آن دوران غیر قابل عبور و شکستن تصور می شد، سرعت صوت -حدود 1184 کیلومتر بر ساعت در سطح دریا بود. چون نزدیک به این سرعت، مقاومت هوا به شدت افزایش می یابد و هیچ کس در آن زمان نمی دانست که آیا اصلاً فیزیولوژی بدن انسان ویا ساختار هواپیما می تواند چنین مقاومتی را تحمل کند یا خیر.

این مرز در اواسط قرن بیستم بدون مشکل زیادی شکسته شد و البته این به خاطر احتیاجات نظامیان رخ داد و اینکه آنها هواپیما را تبدیل به مؤثرترین ابزار جنگی کرده بودند. در حقیقت، زمانی که خلبان آمریکایی آزمایش گر، چاک ییگِر، مرز سرعت صوت را رد کرد، از آنجا که این

www.baffled.blogfa.com

واقعه در ارتش بسیار مهم تلقی می شد، آنها اخبار این لحظه تاریخی در فرسخ شمار تمدن بشری را به مدت چند هفته به دلیل مسائل امنیت ملی، همچون رازی مخفی نگه داشتند.

پرواز میان سیاره ای

نیازهای دیگر ارتش برای حمل بمب های هسته ای به سراسر جهان در عرض چند دقیقه، موجب ساخته شدن موشک هایی با سوخت شیمیایی شد. به این ترتیب بشر قادر شد به ارتفاع 80 کیلومتری سطح و به فضا – جایی که هیچ مقاومت هوایی وجود ندارد- برود و برگردد. اما بشر به زودی سرعتش را به 28000 کیلومتر در ساعت افزایش داد. این سرعت لازم برای رسیدن و ماندن در مدار زمین به ارتفاع 160 کیلومتر یا بالاتر است. البته، حتی در آن سرعت و در آن ارتفاع هم، بشر هنوز در دام گرانش زمین است. قدم بعدی در فرسخ شمار تمدن رسیدن به سرعت 37600 کیلومتر در ساعت و رها شدن از دام گرانش زمین و رسیدن به ماه و سیارات است. این در دسامبر سال 1968، زمانی که آپولو 8 گشتی به دور ماه زد حاصل شد.

با وجودی که خودِ بشر از این حد سرعت هنوز نگذشته است، چهار ابزار اکتشافی اش (وُیجر 1 و 2 و پایونیر 10 و 11) با کمک اصل «کمک گرانشی» به سرعت 130000 کیلومتر در ساعت رسیدند و از کنار چهار سیاره خارجی گذشتند. این فضاپیماها، پس از بیش از دو دهه سفر با چنین سرعتی، حالا در راه رسیدن به مرزهای منظومه شمسی و سپس به ستاره ها هستند.

پرواز میان ستاره ای:

بزرگترین سد غیر قابل گذر در برابر سفرهای فضایی بدون شک سرعت نور-c- است که هیچ جرمی نمی تواند با این سرعت یا فراتر از آن حرکت کند. بنابراین، برخی دانشمندان چنین ادعا می کنند که بر طبق محاسباتشان سفرهای فضایی غیر ممکن است؛ اما حقیقت این است که بشر همین حالا هم در انجام این شاهکار موفق بوده است چراکه 8000 سال بعد، فضاپیمای وُیجر 1 به نخستین ستاره می رسد و از کنارش می گذرد و 40000 سال بعد، وُیجر 2 از کنار نخستین ستاره سر راهش جایی در راستای صورت فلکی دب اکبر می گذرد.

البته مسلم است که هزاران سال در راه رسیدن به ستاره ای بودن، هدف هیچ کس از «سفر به ستاره ها» نیست. این کار عظیم باید در طول عمر یک انسان و در نهایت حدود 20 تا 40 سال انجام شود و این مستلزم رسیدن به کسری از سرعت نور است.

www.baffled.blogfa.com

وقتی سرعت فضاپیمایی به سرعت نور نزدیک می شود، مقاومتش در برابر افزایش شتاب به نحو قابل ملاحظه ای افزایش می یابد، یعنی انرژی بیشتر و بیشتر لازم است تا به شتاب کمتر و کمتر دست یابد. از طرف دیگر، هر مأموریت میان ستاره ای کاملاً بهینه شده ای، باید سریعاً به سرعت مناسب برسد که ترجیحاً بسته به نوع مأموریت، زیر 50 درصد سرعت نور است، و سپس وقتی که به هدف نزدیک می شود به طور قابل توجهی نیاز به انرژی دارد تا از این سرعت بکاهد.

نزدیک ترین ستاره به ما، پروکسیما قِنطورس عضوی از یک منظومه سه ستاره ای به نام آلفا قِنطورس است که 4/3 سال نوری از ما فاصله دارد. برای اینکه در عرض مثلاً 30 سال به آنجا برویم و برگردیم، سرعت متوسط ما باید حدود 0/35 سرعت نور باشد و با در نظر گرفتن دو دوره افزایش و دو دوره کاهش سرعت، مناسب ترین سرعت سفر باید 0/4 سرعت نور باشد.

اما رسیدن به این سرعت های بالا با موشک های شیمیایی فعلی عملی نیست. علت این است که اجزاء اصلی یک فضاپیمای میان ستاره ای، بار، ساختار، ماده واکنش دهنده، منبع انرژی، موتوری که ماده واکنش دهنده را فعال کند، و پیشرانه ای است که موجب خروج پُر سرعت ماده واکنش دهنده و تولید انرژی رانش می شود. در موشک های شیمیایی امروزی، منبع انرژی با ماده واکنش دهنده ترکیب و همراه فضاپیما حمل می شود. این، به طور قابل ملاحظه ای عملکرد موشکها را محدود می کند و احتمالاً نمی توانند شتابِ کمِ مداومی را تولید کنند که برای رسیدن به کسری از سرعت نور در زمان قابل قبول، لازم است.

سفر رفت و برگشت 10 ساله به ستاره ها هم ممکن نیست، چون حتی با سرعت نور هم سفر رفت و برگشت تا پروکسیما قِنطورس -نزدیک ترین ستاره به ما- 8/6 سال طول می کشد. برای انجام چنین مأموریت هایی در زمان عمر یک انسان مثلاً بین 30 تا 50 سال، هنوز به سرعت 0/5 تا دست کم 0/2 سرعت نور احتیاج داریم.

با شتاب یک g که مساوی یک واحد شتاب گرانش زمین(9/8 متر بر مجذور ثانیه است)، شش ماه طول می کشد تا به سرعت 0/517 سرعت نور برسیم. اما با فناوری موشک های شیمیایی که امروزه تنها وسایل ما برای سفرهای فضایی اند و شتابی بیش از یک g اما کمتر از ده g را در مدتی کوتاه -درحد دقیقه- تولید می کنند، این کار ممکن نیست. بنابراین، مأموریت های جدید و پیشرفته تر از نظر فناوری و همچنین نه چندان بلندپروازانه لازم اند تا به چنین سرعت های بالایی رسیده و ما

www.baffled.blogfa.com

و یا ابزارهایمان را به ستاره ها برسانند تا تصاویری با جزییات فراوان از آنها و سیارات احتمالی شان را در مدت زمان عمر انسان به زمین بازگردانند.

شتاب یک فضاپیما یا یک اتومبیل، برابر با نیروی موتورهایی که آن را هُل می دهند یا می کشند، تقسیم بر جرم آن است. این یعنی که هرچه فضاپیما سبُک تر باشد، نیروی کمتری برای رسیدن به سرعت های بالاتر نیاز دارد. پس واضح است که یکی از راههای افزایش سرعت فضاپیما کاهش وزن آن است؛ و این یعنی انجام مأموریت های نه چندان بلندپروازانه.

کاوشگرهای میان ستاره ای بدون سرنشین:

فضاپیما یا کاوشگر میان ستاره ای بدون سرنشین که برای انجام رصدها و بررسی های طولانی مدت یک منظومه ستاره ای راهی می شود، ممکن است جرمی حدود چند کیلوگرم تا نهایت یک تُن داشته باشد. اما فضاپیمای میان ستاره ای سرنشین دار که ناو کیهانی نامیده می شود و قرار است فضانوردان نسل های متمادی در طی سفر طولانی شان به دست کَم چندید منظومه ستاره ای در آن زندگی کنند، ممکن است 100 هزار تُن یا بیشتر جرم داشته باشد. هر دو این وسیله ها را می توان با استفاده از منابع امروزی زمین ساخت، اما مادهٔ واکنش دهنده و منبع انرژی لازم برای به حرکت درآوردن آنها را باید از منابعی در فضا تأمین کرد.

نخستین مأموریت ساده، اما در عین حال بسیار ارزشمند میان ستاره ای، بدون شک بسیار شبیه نخستین مأموریت مداری یا میان سیاره ای خواهد بود. این مأموریت شامل محموله کوچکی از ابزارها برای اندازه گیری چگالی ذرات و مشخصه های مغناطیسی مادهٔ میان ستاره ای و دوربین های عکاسی با دید تلسکوپی در نورهای مرئی، فروسرخ و فرابنفش برای تصویربرداری از ستاره و احتمالاً سیارات اطرافش، خواهد بود.

دو فایده چنین مأموریتی، یکی وزن کم فضاپیماست و دیگری بازگشت داده ها که با سرعت نور انجام می شود چراکه داده ها و تصاویر دیجیتالی به کمک امواج رادیویی ارسال می شوند. همین نکته به تنهایی موجب می شود که سرعت لازم برای این سفر 60 درصد کاهش یابد، چون با سرعت 0/2 سرعت نور فضاپیما در عرض 22 سال به پروکسیما قنطورس می رسد، اما داده ها برای بازگشت فقط 4/3 سال در راه خواهند بود. به این ترتیب کل سفر حدود 27 سال طول می کشد که زیر 30 سال سفر رفت و برگشت مورد نظر به ستاره هاست. البته، فضاپیما طوری برنامه ریزی نمی شود که به زمین بازگردد و به احتمال بسیار بیشتر در مداری به دور آن ستاره جای می گیرد تا برای مدت

www.baffled.blogfa.com

طولانی تری ستاره و سیاراتش را زیر نظر بگیرد. با این وجود، جریان یکنواخت اطلاعات این فضاپیما که در عرض 4/3 سال به زمین می رسد، تا دست کم یک نسل بعد موضوع بررسی دقیق تعداد زیادی از انجمن های علمی بین المللی خواهد بود.

در فاصله کمتر از 12 سال نوری از زمین، 25 ستاره مشخص اند که از این میان 17 منظومه ستاره ای با احتمالاً صدها سیاره وجود دارند. با سرعت 0/3 سرعت نور، کاوشگرهای ما می توانند به دیدار همهٔ آنها بروند و کمتر از 30 سال پس از پرتاب نخستین آنها، ارسال داده هایشان شروع می شود، و در این حین هم مهندسان پروازهای فضایی و طراحان در حال فکر بر روی طراحی فضاپیماهای سریع ترند.

موشک پرانی بدون موشک:

خستین نسل فضاپیماهای سرنشین دار چه شکلی خواهند داشت؟ آنها فقط از ساختاری سبک، بار (خود بدنه فضاپیما) و پیشرانه تشکیل می شوند؛ بدون زحمت حمل بار سنگین مادهٔ واکنش دهنده (سوخت و اکسیدکننده) و موتور. آنها با یک سیستم «رانش پرتویی **beamed power propulsion**»، کار می کنند که در آن بخش های سنگین موشک یعنی ماده واکنش دهنده و منبع انرژی درون منظومه شمسی – جایی که ذخیره فراوان انرژی به شکل نور خورشید مهیاست - باقی می مانند و فقط کمترین ملزومات برای یک مأموریت موفق به سوی ستاره ها حمل می شوند.

آرام اما مطمئن:

موشک های شیمیایی فعلی برای انجام مأموریت های میان ستاره ای، حتی مأموریتی به کوچکی و سادگی مأموریت ذکر شده در بالا، بسیار نامناسب اند چون آنها نمی توانند نوعی شتاب دائم و یکنواخت را که برای رساندن فضاپیما به کسری از سرعت نور لازم است، ایجاد کنند. برای چنین پروازهای «پُر انرژی طولانی مدتی»، باید از دیگر وسایل پیشران استفاده کرد که با انرژی خورشید به فضاپیما سرعت دهند. این انرژی به کمک نور خورشید یا باد خورشیدی (پروتانها و الکترون های پُر سرعت) که از خورشید ساطع می شوند، در تمام منظومه شمسی پراکنده می شود.

تقریباً در همهٔ ماهواره ها و فضاپیماهای مداری ویا مأموریت های نزدیک زمین، از انرژی نور خورشید برای تأمین نیروی باتری ها و وسایل الکترونیکی استفاده شده است، اما هیچ گاه برای به راه انداختن خود فضاپیما استفاده نشده است. از سوی دیگر، از انرژی باد خورشیدی، هرگز برای

www.baffled.blogfa.com

هیچ کاری استفاده نشده است، اما از هر دو آنها می توان برای تولید نیروی پیشران استفاده کرد. استفاده از باد خورشیدی در سفرهای فضایی، همچون استفاده از کرمچاله ها هنوز در حوزه داستان های علمی- تخیلی است. با این وجود، درباره اصول علمی هر دو وسیله بعداً صحبت خواهیم کرد. اما، استفاده از نور خورشید برای تولید نیروی پیشران، همین حالا هم در محدودهٔ توانایی ما جای دارد و بهترین امید بشر برای دستیابی به «مرزهای نهایی» و «رفتن به جایی است که هنوز هیچ کس به آنجا نرفته است.»

پیشران آیونی Ion Propulsion

اصول ابتدایی موتورهایی با پیشران آیونی و شیمیایی همچون موشک های شیمیایی است. در هر دو، مواد واکنش دهنده با سرعت بسیار از لوله ای بیرون می آیند -همچون گلوله آتشین توپ- و فضاپیما را همچون دستگاه پرتاب توپ به جهت مخالف هُل می دهند. تفاوت اصلی بین آنها این است که در موتور موشک شیمیایی از سوخت هم به عنوان منبع انرژی و هم ماده واکنش دهنده استفاده می شود، اما در موتورهای آیونی، منبع انرژی نور خورشید و ماده واکنش دهنده یک گاز آیونیزه است (ایون، اتم گازی است که الکترون از دست داده یا به دست آورده است). در یک موتور آیونی، از میدان الکترومغناطیس برای آیونیزه کردن اتم های زنون -گازی شبیه نئون یا هلیوم، اما سنگین تر- استفاده می شود و اتم های دارای بار مثبت را به عنوان ماده واکنش دهنده سرعت می دهد و از لوله انتهایی خارج می کند.

پیشران آیونی از نظر سوختی بسیار کارآمدتر از پیشران شیمیایی است، چون سرعت خروج آن بسیار بیشتر است. سرعت خروج از اگزوز برای موتور شیمیایی **16640** کیلومتر در ساعت است، حال آنکه در موتور آیونی حدود **112320** کیلومتر در ساعت یا حتی بیشتر است. بنابراین، نیم کیلوگرم سوخت در موتور آیونی می تواند سرعت فضاپیما را **10** برابر بیشتر از موتور شیمیایی کند. افزون بر این، موتور آیونی بسیار ثابت است و مهمتر از همه می تواند تا زمان اتمام سوخت گاز زنون خود و تا زمانی که به نور کافی خورشید دسترسی دارد، روشن باشد و کار کند. همچنین، در حالی که جریان پُر سرعت هزاران کیلوگرم ماده خروجی از یک موتور شیمیایی، میلیون ها کیلو گرم نیروی رانش برای چند دقیقه ایجاد می کند و آن هم با غرشی همراه با شعله های عظیم آتش همراه است، موتور آیونی مقدار ماده خروجی آنقدر کم است که فقط یک بیست هزارم کیلو گرم نیروی رانش تولید می کند، اما همین کار را به مدت ماه ها با درخشش آبی وهم انگیزی ادامه می دهد.

www.baffled.blogfa.com

ناسا در 30 سال گذشته در حال انجام تمریناتی با موتور آیونی بوده است و یکی را در آزمایشگاه JPL آزمایش کرده و از آوریل سال 1996 به مدت 333 روز، آن را داخل اتاقک خلأ ای۱ به راه انداخته است. ناسا در بخشی از پروژه ای موسوم به هزاره جدید، مأموریتی را به نام فضاپیمای اعماق فضا 1 (Deep Space 1) به فضا پرتاب کرد که دارای یک موتور آیونی به قطر 30 سانتی متر و ذخیره 80 کیلوگرم گاز زنون بود که برای مدت یک تا دو سال کافی بود.

یک آرایه خورشیدی عظیم، انرژی نور خورشید را به بیش از 2000 وات الکتریسیته تبدیل می کند که با ایجاد یک قوس الکتریکی، از هر اتم زنون، 54 الکترون را جدا می سازد و سپس گاز آیونیزه زنون را با سرعت 112320 کیلومتر در ساعت به خارج پرتاب می کند۲.

این فضاپیما از یک موشک شیمیایی با قدرت کافی برای فرار از دام گرانش زمین و رسیدن به مداری به دور خورشید در نزدیکی زمین، استفاده می کرد. وقتی موتور آیونی برای نخستین بار در نوامبر سال 1998 روشن شد، پس از 4/5 دقیقه کار کردن، خود به خود خاموش شد و مهندسان مأموریت نمی توانستند دوباره آن را به راه بیاندازند. دو هفته بعد، در جریان تلاش دوم، موتور به سادگی روشن شد و بدون عیب تا پایان مأموریت به کارش ادامه داد.

در نخستین مراحل پرواز با موتور آیونی، نیروی رانش این موتور آنقدر کم بود که فضاپیما را فقط چند میلیمتر در ثانیه حرکت می داد. اما پس از 15 ماه حرکت دائم، سرعتش «آرام اما مطمئن» افزایش یافت تا جایی که آنقدر زیاد شد که سر راه یک دنباله دار و سیارک مُک آلیف -که به نام معلمی که در حادثه انفجار شاتل چَلِنجِر از بین رفت، نامگذاری شده است- قرار گرفت و آنها

---

[1]- موتورهای آیونی فقط در خلأ کار می کنند.

[2]- این اتفاق ناشی از چسبیدن تکه ای ک ثیفی به شبکه فشار قوی درون موتور بود که زمانی در طی دو هفته بعد که شبکه در اثر نور خورشید و سرمای سوزان سایه منبسط و منقبض شده بود، خود به خود رها شده بود.

www.baffled.blogfa.com

را بررسی کرد. به این ترتیب فرسخ شمار دیگری در وقایع نگار سفرهای فضایی پشت سر گذاشته شد و در قرن آینده، به احتمال بسیار قوی بشر در راه رسیدن به ستاره ها خواهد بود.

بادبان های نوری برای سفر به ستاره ها:

بادبان و نیروی محرک باد، نخستین ابزار بشر در سفرهای دور و دراز روی دریاها بودند. بیش از دو هزار سال پیش، قایق های بادبانی ارتش رومی ها را به دورترین نقاط امپراطوری شان می رساند، و وایکینگ ها را صدها سال پیش از کریستف کلُمب به آمریکا رساند و قدرت اروپایی ها را تا سواحل دور دست آسیا، آفریقا و قاره جدید گسترش داد. حتی دزدان دریایی از قایق های بادبانی همچون پایگاه های شناور در آب استفاده می کردند که قدرت تحرک و مانورشان را بیشتر می کرد که نه تنها برای رسیدن به ثروت بلکه برای فرار از چنگال قانون به آن احتیاج داشتند.

همچون باد که بر هر چه بوزد می تواند حرکتش دهد، نور نیز بر هر چه بتابد حرکتش می دهد. این نیرو ناشی از فشار فوتون های نور است که بر هر جسمی که آن را جذب یا بازتاب کند وارد می شود. اما این فشار آنقدر ناچیز است که به سختی اجسام را به حدی حرکت می دهد که برای چشم ما قابل تشخیص باشد. اما اگر میزان نور کافی و تابشش دائم و بادبان های نوری به حد کافی بزرگ باشد و زمان کافی در اختیار داشته باشیم، فضاپیمایی که به بادبان نوری مجهز باشد می تواند به سرعتی چنان بالا برسد که سفرهای میان ستاره ای را ممکن سازد (تصویر صفحه 155 بخش انگلیسی). افزون بر این، با استفاده از بادبان نوری، فضاپیما می تواند بایستد، چند صباحی را دور ستاره پرسه بزند و دوباره به زمین بازگردد و همهٔ این ها در مدت زمان عمر ساکنان فضاپیما رخ می دهد.

در اصل، لیزرهای[3] قدرتمند می توانند به دور سیاره عطارد در مداری بگردند و با استفاده از نور فراوان خورشید -به دلیل نزدیکی شان به خورشید- نور لیزر متصلی را با نیروی اتصالی در حد و اندازه های تِراوات[4] تولید کنند. این پرتوها، سپس جمع می شوند و به شکل یک پرتو واحد به سوی

---

[3] - لیزر وسیله ای است که نور تابش می کند، اما نورش همچون نور یک چراغ قوه، پخش و محو نمی شود و تا فاصله زیادی قدرتش را حفظ می کند.

[4] در مقایسه، زمین در حال حاضر، یک تِراوات (یک تریلیون وات) نیروی الکتریکی تولید می کند.

www.baffled.blogfa.com

یک عدسی قطعه قطعه[5] در میان مدارهای زحل و اورانوس فرستاده می شود. قطر این عدسی چند صد کیلومتر خواهد بود و از حلقه هایی به ضخامت یک میکرون پُر از فیلم پلاستیکی و یک در میان حلقه های مشابه اما خالی، تشکیل می شود. از آنجایی که طول موج این عدسی با طول موج پرتو لیزر یکی است، می تواند پرتو لیزر را تا فاصله ای بیش از 40 سال نوری بفرستد، بدون اینکه نور پراکنده و ضعیف شود.

بادبان نوری از یک فیلم آلومینیومی دایره ای تقریباً خمیده با قطری تقریباً برابر با قطر عدسی تشکیل شده که بر روی یک ساختار پشتیبان که از مرکز به بار اصلی متصل است، کشیده می شود. این سیستم بسته به قدرت لیزر، قطر عدسی و جرم کلی بار به اضافه فضاپیمای بادبانی، می تواند ظرف مدت چند سال به سرعتی در حدود نصف سرعت نور برسد و فاصله تا نزدیک ترین همسایهٔ ستاره ای مان، آلفا قنطورس -یعنی 4 سال نوری- را در عرض 10 تا 15 سال طی کند.

در فاصله نیم سال نوری تا ستاره هدف، زمان آن است که سرعت فضاپیما کم شود. برای این کار، حدود 1/3 از بخش مرکزی بادبان که بادبان قرار ملاقات نام دارد، جدا می شود و به سوی عقب کشیده می شود و 180 درجه می چرخد تا رو به بادبان نوری قرار بگیرد که حالا شبیه حلقه شده است. حالا پرتو نور لیزری که از عدسی می رسد از بادبان حلقه ای به بادبان قرار ملاقات بازتاب می شود و موجب کاهش سرعت و سپس توقف سیستم در نزدیکی ستاره هدف می شود.

پس از گذشت چند سال که ساکنان فضاپیما، داده های لازم را جمع آوری و بررسی کردند، زمانی که وقت بازگشت به خانه فرا برسد، دوباره 1/3 بخش مرکزی بادبان قرار ملاقات جدا می شود و به سوی جلو کشیده می شود تا نور لیزر بازتابیده شده از بخش حلقه مانندِ باقی مانده از بادبان قرار ملاقات را جمع آوری کند و به فضاپیما به سوی منظومه شمسی شتاب دهد. وقتی فضاپیما حدود 20 سال بعد به منظومه شمسی برسد، به کمک آخرین پرتو لیزر متوقف می شود. به این ترتیب، ساکنان فضاپیما 50 سال را دور از خانه سپری کرده اند، اما از عمرشان 45 سال گذشته است، چراکه بیشتر مسیر را با سرعت 50 درصد سرعت نور طی کرده اند و بنابر نظریه نسبیت اینشتین، زمان برایشان کُند گذشته است. با اینکه شرح اجزای ابتدایی چنین فضاپیمایی که در بالا انجام شد، بسیار شبیه داستان های علمی - تخیلی است، اما حقیقت این است که هیچ فیزیک جدیدی در آن استفاده

[5] - یک عدسی قطعه قطعه، از حلقه ای از صفحه های یک در میان شفاف و جاذب نور تشکیل شده است.

www.baffled.blogfa.com

نشده است. آنچه برای ساخت آنها نیاز است، فقط برآوردی به حد کافی بزرگ از قابلیت های فناوری امروزمان و البته پول، و همیشه پول است.

به گفته دکتر رابرت فوروارد، دانشمند سیستم های پیشرفتهٔ پیشران در آزمایشگاه JPL :

«امکان دارد که تا 20 الی 50 سال آینده، انقلاب صنعتی جدیدی رخ دهد که پس از آن روبوت ها همهٔ کارها را به دست بگیرند و فقط مدیریت را به انسان ها بسپارند. ناگهان، هزینه های کارگر از بین می رود و فقط هزینه های عمده مانند انرژی و مواد مصرفی باقی می مانند. مخصوصاً برای ساخت چنین ساختارهای ساده ای همچون جمع کننده های ذرات خورشیدی و عدسی های حلقوی قطعه قطعه، روبوت ها قطعاً مناسب ترند.»

کرمچاله ها و ماشین های زمان:

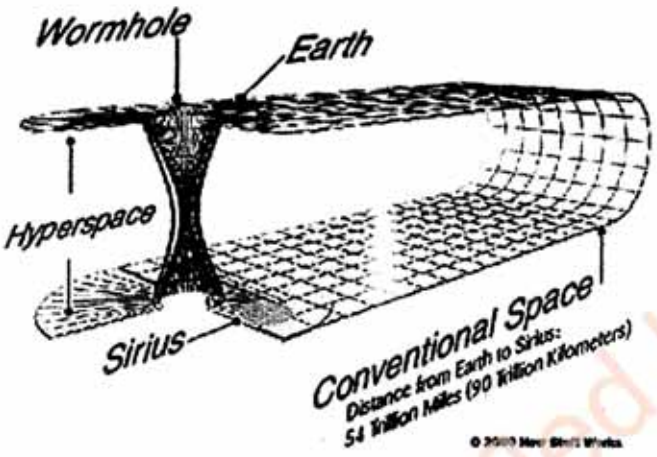
مثل سیاهچاله، کرمچاله نیز یک اکتشاف ریاضی است که در واقع تکینه گی singularity پیش بینی شده از حل معادلات اینشتین است. اما، بر خلاف سیاهچاله که وجودش به کمک داده های نجومی حاصل از رصدهای تلسکوپ هابل از هستهٔ کهکشان های عظیم آشکار شده است، هیچ شاهدی از وجود کرمچاله ها هنوز بدست نیامده است. بنابراین کرمچاله هنوز جرمی در نظریه هاست که به گفته دکتر کیپ اس. تورن؛ فیزیکدان نظریه پرداز که صاحب نظر در مسئله سیاهچاله ها و کرمچاله هاست و کتاب مشهور ***"سیاهچاله ها و انحراف زمان"*** را نوشته است: ***«... در لحظاتی از زمان خلق می شوند، در مدت کوتاهی باز و سپس فشرده و ناپدید می شوند و کل طول عمرشان از خلقت تا فشردگی آنقدر کوتاه است که هیچ انسان، تابش یا سیگنالی از هیچ نوعی، هرگز نمی تواند درون آن، از یک دهان تا دهان دیگرش سفر کند. هر چیزی که این سفر را امتحان کند، در لحظه فشرده شدن گیر می افتد و نابود می شود»***

یک کرمچاله دو ورودی به نام «دهان» دارد که هر کدام محصول تکینه گی اند و در نقاط متفاوتی از فضای خمیدهٔ ظاهر می شوند. وقتی هر کدامشان در اَبَرفضا hyperspace - فضای خارج از مرزهای شناخته شدهٔ کائنات - پیش می روند و یکدیگر را می یابند و منهدم می کنند و طی فرایندی به کمک تونلی در اَبَرفضا به هم متصل می شوند. بر اساس انحنای فضا، طول این تونل باید فقط یک کیلومتر باشد و وقتی ما در بخشی از فضا وارد یک دهان شویم و از دهان دیگر خارج شده و خود را در نقطه دیگری از کائنات می یابیم. چون بر اساس نظریه نسبیت اینشتین، فضا - زمان انحنا دارد، مسیر عادی میان هر دو نقطه ای از فضا در کائنات که دو دهان کرمچاله آنجا باز شده است، ممکن است چندین و چندین سال نوری باشد. بنابراین، از نظر نظری، اگر بتوانیم کرمچاله ای را در اَبَرفضا

www.baffled.blogfa.com

باز کنیم و آن را به مدت زمان مشخصی باز نگه داریم، می توانیم بدون گذر زمان به ستاره های داخل کهکشان و فراتر از آن سفر کنیم[6].

برای به تصویر کشیدن این چشم بندی، تصور کنید که کائنات ما به شکلی دو بُعدی است که در فاصله ای به طول 9 سال نوری - از اینجا تا ستارهٔ شباهنگ **Sirius** - حدود **180** درجه خمیده شده است (بخش های شور خورده نمودار زیر). واضح است که ما نمی توانیم خمیدگی فضا را درک کنیم، همانطور که وقتی روی زمین راه می رویم، کُرُویتَش را حس نمی کنیم.



برای اینکه در فضای متعارفِ کائنات (خط نقطه چین) به سوی ستاره شباهنگ **Sirus** سفر کنیم، با هر وسیله ای و با نصف سرعت نور، **18** سال طول می کشد. اما، اگر می توانستیم در اَبَرفضا یک کرمچاله باز کنیم که یک دهانش نزدیک زمین و دهان دیگرش نزدیک شباهنگ باشد، می توانستیم مسافت سفر طولانی مان را به مسیر یک کیلوکتر درون کرمچاله کاهش دهیم و در عرض چند ثانیه به آنجا برسیم.

مسلم است که در کائنات سه بُعدی ما، دو دایره ای که نشان دهنده ورودی های (دهان های) کرمچاله اند، شکل سه بُعدی دایره یعنی کُره خواهند بود. و وقتی ما داخل آن را نگاه می کنیم، نور شباهنگ را می بینیم که از دهانهٔ نزدیک شباهنگ وارد کرمچاله شده ودر این دهانه به ما میرسد.

بنابراین، اگر کرمچاله ها وجود داشته باشند و اگر بتوانیم کرمچاله ای را در اَبَرفضا باز کنیم و اگر بتوانیم راهی پیدا کنیم که آن را به مدت زمان مشخصی باز نگه داریم، می توانیم بدون گذر زمان به ستاره های داخل کهکشان و فراتر از آن سفر کنیم – پس همینطور که می بینیم، مسافرت در فضا توسط یک کرمچاله فرضیه بسیار "اگری"است.وانگهی، این نوی مسافرت یعنی که ما حتی پیش از

---

[6] - سفرهای کاپیتان سیسکو و خدمه اش در برنامه تلویزیونی اِستارترِک – دیپ اسپیس 9 معمولاً از درون کرمچاله صورت می گیرد.

www.baffled.blogfa.com

پرتو نور به مقصد می رسیم. بنابراین، وقتی به آنجا برسیم، نوری را می بینیم که متعلق به 9 سال پیش زمین است (مِنهای چند ثانیه ای که طول کشیده تا ما در فضا سفر کنیم). پس یک کرمچاله می تواند ماشین زمان یا مُعبُری به سوی گذشته نیز باشد.

اخترشناسان انتظار ندارند کرمچاله ای را که به طور خود به خود باز شده است، آشکار کنند و البته فکر ساختن کرمچاله ای مصنوعی را هم در سر ندارند. علت این است که بر خلاف سیاهچاله که بازماندهٔ مرگ یک ستاره اُبَرغول است، هیچ راه طبیعی برای ایجاد یک کرمچاله وجود ندارد. افزون بر این، کرمچاله ساختاری بسیار بی ثبات است که اگر دستکاری نشود در چشم به هم زدنی پدید می آید و ناپدید می شود. بدتر از این، اگر تابش یا هر چیز دیگری همچون یک سفینهٔ فضایی وارد دهانش شود، به دلیل گرانش کرمچاله شتاب می گیرد و همین موجب فشرده شدن کرمچاله زودتر از موعد مقرر می شود. حتی اگر دو تکینه گی کرمچاله باز شوند، هیچ راهی وجود ندارد که آنها یکدیگر را در گستره بی نهایتِ اُبَرفضا بیابند که تونلی برای اتصال و ایجاد کرمچاله ساخته شود. بنابراین، سفر به ستاره ها به کمک کرمچاله ها، موضوعی در حیطه داستان های علمی- تخیلی است و برای همیشه هم باقی خواهد ماند. و من اصلاً پیشنهاد نمی کنم که به سفر به ستاره ها به کمک کرمچاله ها امید ببندید.

در عین حال هنوز شعر عامیانه زیر کاربرد دارد:

"There once was a lady named Bright
Who traveled much faster than light
She departed one day in a relative way
And came home the previous night"

ترجمه شعر چنین است:

« روزگاری زنی بود به نام روشنایی
که بسیار سریع تر از نور حرکت می کرد
روزی او از راهی نسبیتی عازم خانه شد
و شب پیش به منزل رسید!»

www.baffled.blogfa.com

8

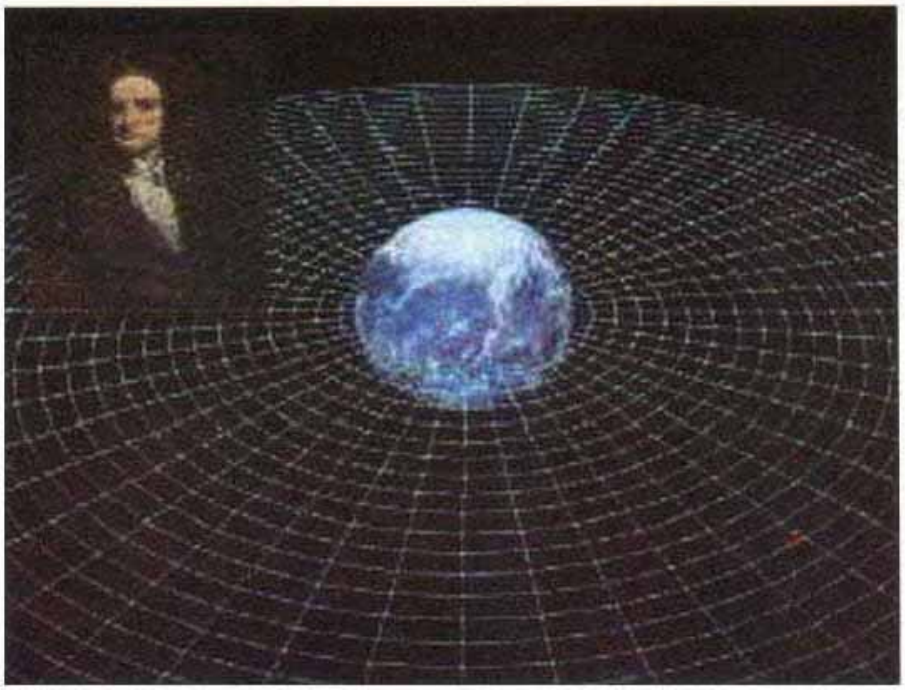
درباره گرانش

نیرویی که کائنات را شکل داده و کارهای روزمره ما را کنترل می کند

"شخصیت های برجسته که در پی حقیقت می گردند ولی هیچوقت به آن دسترسی پیدا نمی کنند مرا عذاب می دهند. آنها حقیقت را پیدا نمی کنند چونکه همیشه در جای اشتباهی می گردند."

-گالیلیو گالیلی

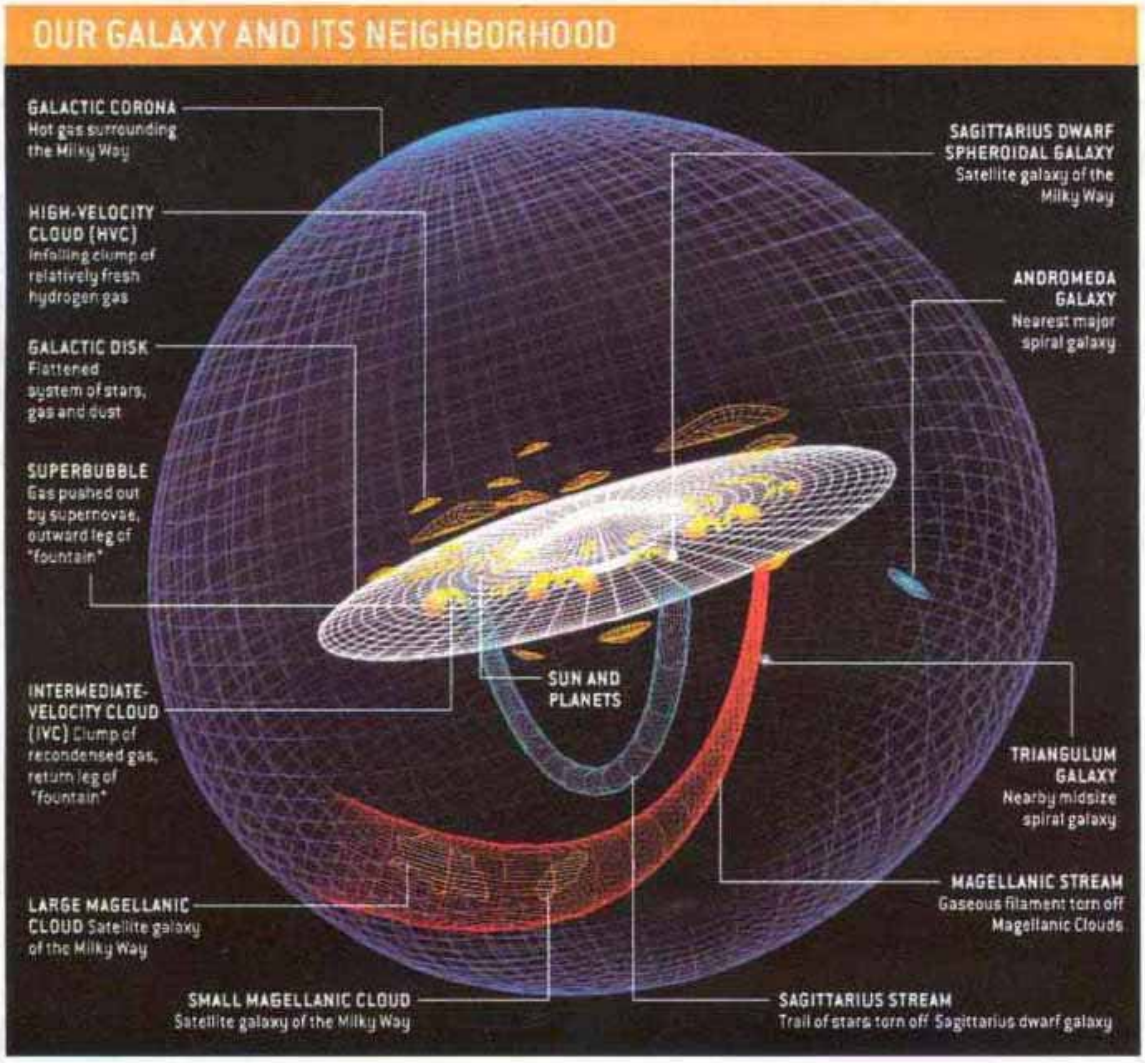
www.baffled.blogfa.com



فضا وزمان (کرانش) از نقطه نظر نیوتون

فضا وزمان (کرانش) از نقطه نظر اینشتین

www.baffled.blogfa.com



All Heavenly Bodies, Including the Milky Way and its Neighboring Galaxies, which Collectively are Called *"the Local Group,"* are Bound to Each Other by the Force of Gravity.

www.baffled.blogfa.com

دربارهٔ گرانش

نیرویی که کائنات را شکل داد واعمال روزمره ما را کنترل میکند

«. . . این، کشش گرانش است که در روی زمین به ما وزن می دهد، ما را قادر به انجام کارهای روزمره مان می کند، موجب سقوط اجرام بر سطح زمین می شود، و سیارات، ستاره ها و کهکشان ها را در حرکت به دور یکدیگر نگه می دارد . . .»

****

از آن نخستین لحظات آتشین خلقت که به نام انفجار بزرگ می شناسیم، گرانش نیروی خالق همهٔ ساختارها بوده است - از مجموعه های کهکشان ها تا شکل بدن ما، و حتی کارهای روزمرهٔ ما را بدون آگاهی خودمان کنترل می کند. اما در میان چهار نیروهائی که کلیه کائنات را کنترل میکنند، گرانش از همه ضعیف تر است. اینجا لازم به تذکر است که به تازگی نیروی پنجمی به نام " انرژی تاریک **dark energy**" نیز کشف شده است که مسئول افزایش سرعت انبساط کائنات است. اما چون فقط بیش از شش سال از کشف این نیرو نگذشته، ماهیت آن هنوز مشخص نشده و بنا براین در اینجا فهرست نشده است، ولی در باره آن در فصل «انبساط کائنات» بحث شده است.

این چهار نیروعبارتند از:

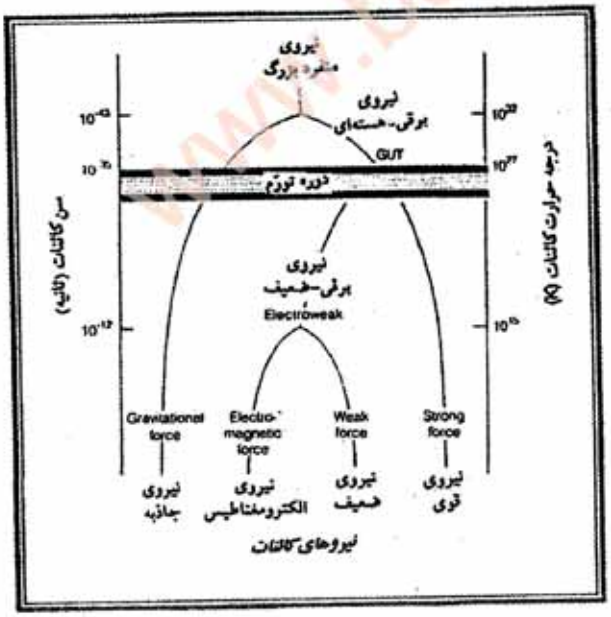
1. نیروی هسته ای قوی **strong force** که در قلمرو جهان زیراتمی عمل می کند. این نیرو، کوارک ها را برای ساختن پروتون ها و نوترون ها در کنار هم نگه می دارد.
2. نیروی هسته ای ضعیف**weak force** که حاکم بر واپاشی هسته ای است و از طریق ذراتی به نام بوزون های ضعیف عمل می کند. این نیرو، عامل محرک خورشید و ستاره هاست و انرژی وابسته به هستهٔ اتم ها را حمل می کند.

www.baffled.blogfa.com

3. نیروی الکترومغناطیس، که اتم ها را کنار هم نگه می دارد. گسترهٔ این نیرو بی نهایت است و از طریق فوتون های حامل نور عمل می کند.
4. نیروی گرانش gravity که جاذبه جهانی همهٔ اجرام است. این نیرو همیشه جذب می کند و هیچگاه دفع نمی کند.

در سطح هسته ای، هر کدام از این نیروها را ذره ای حمل می کند که می توان آن را کوچکترین بستهٔ حامل آن نیرو به حساب آورد. این ذرات عبارتند از:

1. نیروی هسته ای قوی از طریق ذراتی به نام گلوان ها عمل می کند. چون آنها همچون قوی ترین و کامل ترین چسب قابل تصور در دنیا عمل می کنند، نام گلوان از واژه انگلیسی glue به معنی چسب گرفته شده است.
2. نیروی هسته ای ضعیف را بوزون های ضعیف حمل می کنند. جرم آنها حدود 86/97 برابر جرم پروتون است.
3. ذرات حامل نیروی الکترومغناطیس فوتون نام دارند.
4. به نظر می رسد که نیروی گرانش را ذراتی به نام گراویتون حمل می کنند. این تنها ذره ای از نوع خود است که هنوز آشکار نشده است. اما شاید کشف نشدن آنها به دلیل این باشد که اصلاً وجود ندارند چرا که بر اساس نظریهٔ نسبیت عام اینشتین، گرانش نیرو نیست بلکه تظاهری از انحنای فضا- زمان در حضور جرم است. در حال حاضر، این تصور رایج درباره ماهیت گرانش است که در مقاله نسبیت با جزییات بیشتر به آن خواهیم پرداخت.



بلافاصله پس از انفجار بزرگ Big Bang فقط یک نیرو به نام نیروی متحد بزرگ The Grand Unified Force وجود داشت. وقتی ساعت خلقت به 10^{-43} ثانیه رسید و دمای کائنات به 10^{23} درجه بالای صفر مطلق (کلوین) بود، این نیرو به نیروی گرانش و نیروی الکترو- هسته ای electro nuclear force تقسیم شد.

www.baffled.blogfa.com

وقتی در لحظهٔ 10^{-35} ثانیه دمای کائنات به 10^{27} درجه کلوین رسید، نیروی الکترو- هسته ای به نیروی هسته ای قوی و نیروی الکترو- ضعیف تقسیم شد و دوران تورم **the inflation period** آغاز شد. با سرد شدن بیشتر کائنات تا 10^{15} درجه کلوین در زمان 10^{-12} ثانیه، نیروی الکترو- ضعیف به دو نیروی الکترومغناطیس و هسته ای ضعیف تقسیم شد و به این ترتیب چهار نیروی مؤثر امروزی، صرف نظر از نیروی تازه کشف شدهٔ انرژی تاریک، شکل گرفتند. در این زمان همه ذرات بنیادین که کل جرم فعلی کائنات، از جمله زمین را تشکیل می دهند، به وجود آمدند.

نظریه ای که به بحث دربارهٔ اتحادِ نیروهای خلقت می پردازد، «***نظریه وحدت نیروها***»، «***نظریه وحدت میدان***" The Unified Field Theory"، یا «***نظریهٔ همه چیز***» نام دارد.

وجود نیروی الکترو- ضعیف با کشف ذرهٔ (z) که حامل آن است، اثبات شده است. این موفقیت در آزمایش هائی که در شتاب دهنده های بزرگ ذرات انجام شدند حاصل شد. در این شتاب دهنده ها فقط در مدت زمان بسیار کوتاهی می توان به دمایی رسید که این ذرات ظهور پیدا می کنند. تعداد زیادی از دانشمندان در پی جستجوی ذرهٔ (x) هستند که ظهورش حکایت از پیوستن نیروهای الکترو- ضعیف و هسته ای قوی به یکدیگر و تشکیل نیروی الکترو - هسته ای دارد.

پیوستن نیروی گرانش و نیروی الکترو- هسته ای در دمای آتشِ خلقت رُخ می دهد. این کار احتیاج به یک دستگاهِ شتاب دهنده به قطر 1000 سال نوری دارد. هنوز حتی بررسی های نظری این مسئله هم تکمیل نشده است. این، نظریه ای است که اینشتین پس از درآوردن نسبیت، باقی عمرش را صرف آن کرد، اما نتوانست تکمیلش کند.

البته از زمان درگذشت اینشتین در سال 1953، 2/3 نظریهٔ وحدت نیروها را دانشمندان دیگر به صورت نظری کار کرده اند و 1/3 آن از طریق آزمایش اثبات شده است.

در حال حاضر، بسیاری از فیزیکدانان نظری در حال تکمیل 1/3 باقی مانده نظریه اند و مطمئن اند که زمانی در همین قرن جدید قادر خواهند بود که تعیین کنند چگونه «در خیلی ابتدای کائنات»، نیروهای گرانش و الکترو- هسته ای با هم متحداً یک نیرو را تشکیل می دادند.

گرانش و ما:

ما در زندگی روزمره مان گرانش را امری مسلم و بدیهی می بپنداریم، در صورتیکه بدون آن نمی توانیم کارهای روزمره مان را که از برخاستن از تخت آغاز و به رفتن به تخت و ثابت ماندن در تخت در حین خواب ختم می شود، پیش ببریم. بدون گرانش نخواهیم دانست که کدام سو «بالا» و

www.baffled.blogfa.com

کدام سو «پایین» است. حسگرهای بدنمان که به شکل شبکه ای پُر مایع از کانال ها و حفره ها در اعماق گوش ما جای دارند و بخشی از دستگاه تعادلی (vestibular) بدن ما هستند، می توانند کشش گرانش را حس کنند و بدن ما را در تعادل نگه دارند و در ضمن حس کنند که کدام سو بالاست. آنها همچنین اطلاعاتی درباه جهت بدنمان به مغزمان ارسال می کنند. به همین دلیل است که شناگرانی که از بالای تخته پرش (دایو) به پشت می پرند، همیشه می دانند که آب کجاست، حتی اگر چشمانشان بسته باشد.

دستگاه تعادلی بدن تنها سیستمی نیست که تحت تأثیر بی وزنی قرار می گیرد. دستگاه proprioceptive هم چنین است - این دستگاه شامل اعصاب درون مفاصل و ماهیچه های بدن است که به ما می گوید اعضای بدنمان نسبت به یکدیگر کجا هستند، بدون اینکه لازم باشد ما به آنها نگاه کنیم- و البته می توان آنها را فریب هم داد. بدون حضور فشار در این مفاصل که به دلیل کشش گرانش ایجاد می شود، معمولاً این حس هم کاهش می یابد. فضانوردان ممکن است ناگهان دریابند که کنترل بازوها و پاهایشان را از دست داده اند. البته، با ارسال یک فرمان آگاهانه به مغز برای حرکت دادن بازوها یا پا می توان آنها را موقتاً به کنترل درآورد.

بدون گرانش ما نمی توانیم راه برویم یا بدویم، چون با نخستین فشار پایمان به زمین برای حرکت دادن بدنمان، همچنان بالا و بالاتر رفته و هرگز به زمین بازنمی گردیم. در حقیقت، بدون گرانش ما نمی توانیم در هیچ جهتی به جز جهت بالا حرکت کنیم یا هیچ ورزشی را که در آن از توپ استفاده می شود، انجام دهیم، چون با نخستین ضربه به توپ، آن هم بالا و بالاتر می رفت و هرگز به زمین بازنمی گشت. بدون گرانش هیچ وقت بازی های المپیک برگزار نمی شد، چون تقریباً همه ورزش های المپیک بر محور توانایی ورزشکار در غلبه بر نیروی گرانش استوار است،یعنی بدون گرانش همهٔ ما قهرمان وزنه برداری المپیک می شدیم.

گرانش، یک پیام:

گرانش فقط یک نیرو نیست، بلکه پیامی (فرمانی) است که همه اَعمال بدن ما را کنترل می کند: گرانش قدرت استخوان ها و ماهیچه های ما را تعیین می کند. چون استخوانَ های ما باید وزن بدنمان را تأمین کنند و ماهیچه هایمان سنگینی بار اَعمال حرکتی مان را بر دوش دارند، که هر دوشان بستگی به نیروی گرانش دارند. اگر ما بر روی ماه زندگی می کردیم، جایی که نیروی گرانشش 1/6 زمین

www.baffled.blogfa.com

است، لازم نبود اینقدر عضلانی باشیم یا استخوان های قوی داشته باشیم. اما در عوض روی مشتری، باید 300 برابر بیشتر عضلانی و قوی- استخوان می بودیم.

در نبودِ گرانش، ماهیچه ها به سرعت تحلیل می روند، چون بدن چنین تعبیر می کند که به آنها نیازی ندارد. ماهیچه های ساق پا و ستون فقرات که برای حفظ وضعیت بدن ما در برابر گرانش مقاومت می کنند، ممکن است 20 درصد جرمشان را با سرعت 5 درصد در هفته از دست بدهند. سرعت تحلیل رفتن استخوان ها ممکن است حدود یک درصد در ماه باشد، اما کلِ مقدار ممکن است بسیار زیاد و در حد 40 تا 60 درصد در عرض چند سال باشد.

خون، گرانش را از همه بیشتر حس می کند، چون باید دائم از قلب به مغز و از پایین ترین نقاط بدن به سوی قلب پمپ شود. و البته تمام این کارها را ماهیچه های قلب انجام می دهند. گرانش، خون را به سوی پاها می کشاند. وقتی ما ایستاده ایم، فشار خون در پایمان ممکن است تا 200 میلیمتر جیوه (mmHg) بالا رود، اما در همان حال فشار در مغز فقط 60 تا 80 میلیمتر جیوه است. در نبودِ گرانش، این تغییرِ تدریجی فشار خون از سر تا نوکِ پا وجود ندارد و فشار خون به طور یکسان به حدود 100 میلیمتر جیوه در کل بدن می رسد. این افزایش فشار خون در مغز موجب می شود که فرمانی مبنی بر اینکه خون زیادی در بدن وجود دارد، صادر شود ، بنابراین در عرض 2 تا 3 روز حدود 22 درصد از حجم خون کاسته می شود. این تغییرات بر کار قلب هم تأثیر می گذارد، چون دیگر احتیاج نیست خون را با آن شدت پمپاژ کند. بنابراین، قلب هم به تدریج تحلیل می رود.

زندگی یک فضانورد در فضا؛ جایی که «بالا» و «پایین» ندارد:

بر خلاف تصور عمومی که می گوید فضانورد در مدار تحت تأثیر بی وزنی است، نیروی گرانش زمین هنوز هم او را به سوی خود می کشد، اما نیروی رو به خارج گریز از مرکز فضاپیما -که هر 90 دقیقه یک بار به دور زمین می گردد- نیروی گرانش را خنثی می کند. در حقیقت این فضاپیما در هر لحظه حتی تحت تأثیر نیروی گرانش ماه و خورشید هم قرار دارد. البته کشش گرانش خورشید را هم نیروی گریز از مرکز حاصل از چرخش زمین به دور خورشید خنثی می کند. اثر کشش گرانش ماه هم آنقدر ضعیف است که بدن انسان آن را حس نمی کند، اما آب های اقیانوس ها آن را حس می کنند. این همان نیروهای کِشَندی یا جُزرومَد است.

www.baffled.blogfa.com

پرسشی که همهٔ ما از خودمان می پرسیم این است که: در کنار لذت بردن از مناظر خارق العادهٔ آن بالا در فضا، یک فضانورد در مدار که کشش گرانش در عمل غایب است، چه چیزی و چطور احساس می کند؟

دنیای یک فضانورد دنیای وارونه و درهم و بُرهمی است. او را تابشی از پرتوهای کیهانی از جا می پُرانَد که از پلک هایش نفوذ کرده و در طول اعصاب نوری اش حرکت می کند و به مغزش می رسد. او که گیج و مُنگ از خواب بیدار می شود، نخست از خود می پرسد: «کدام سو بالاست؟ و دست ها و پاهایم کجایند؟» برای غلبه بر حس نبودِ جهت ها، در ایستگاه فضایی بین المللی روی دیوارها جهت ها را نوشته اند که فضانوردان مِلاکی برای قضاوت در دسترس داشته باشند و جهت خودشان را به سوی بالا تنظیم کنند.

یک فضانورد مجبور است به هنگام رفتن به رختخواب خودش را به تخت ببندد تا در حالت خواب شناور نشود. وقتی بیدار می شود باید خودش را از تخت اختصاصی اش که به سقف فضاپیما متصل است، باز کند. وقتی از گیجی پس از خواب که گاهی با حملهٔ سرگیجه و تَوَهُّم ملایمی همراه است، رها شد به سوی حمام شناور می شود. او روی توالت می نشیند و دستگاه مُکِش توالت را روشن می کند تا مواد خروجی از بدنش را به درون مخزن بکشد. سپس نوبت به آشپزخانه می رسد که در آنجا یکی از انواع غذاهای مخصوص و آماده را انتخاب می کند، به درون میکروویو می اندازد و سپس آن را به معنای واقعی کلمه داخل دهانش پرتاب می کند و با کوشش بسیار سعی می کند که غذا از چنگ دندان هایش رها نشود و با سقف دهانش برخورد نکند. سپس یک روز خسته کننده و کسالت بار با کارهای روزمره و گاهی کمی ورزش روی چرخ پایی (thread-mill) در حالی که درون استوانه ای می جهد، آغاز می شود. این استوانه دارای خلأی است که خون را وادار می کند از بالای بدن به پایین و به سوی پاها حرکت کند.

بی حوصلگی و ملالت یک فضانورد فقط گاهی که مناظر زیبایی از زیر فضاپیما می گذرند یا زمانی که خانواده اش از روی زمین با او تماس می گیرند، برطرف می شود. اما در تمام طول این زمان، ماهیچه ها و استخوان هایش در حال تحلیل رفتن اند و او خون و وزن از دست می دهد.

پرسش این است که آیا این از دست رفتن اجزای بدن مسئله مهمی است؟

پاسخ این است که اگر او بخواهد برای همیشه در فضا بماند، خیر مسئله ای نیست. اما اگر او سرانجام به زمین برگردد و بدنش مجبور باشد خود را دوباره به کشش دائم از سوی زمین عادت

www.baffled.blogfa.com

دهد، بدن باید آنچه را از دست داده دوباره به دست آورد. بیشتر اثراتی که در بالا گفته شدند، برگشت پذیرند، اما فرایند بازسازی بدن نه آسان و نه سریع است.

هر موردی زمان خاصی برای ترمیم می طلبد. مثلاً حجم خون معمولاً در عرض چند روز سر جایش بازمی گردد. او احتمالاً پس از بازگشت به سرعت تشنه می شود، چون بدنش می داند که خون کافی ندارد و پیغامی برای مغزش می فرستد که او تشنه است. همچنین ممکن است در این چند روز مثل همیشه حس ادرار نداشته باشد.

ماهیچه ها هم توانشان را بازمی یابند. برای بیشترشان یک ماه یا بیشتر طول می کشد، اما ترمیم کامل ممکن است بیشتر هم طول بکشد. بر اساس یک قاعده تجربی، به ازای هر روز حضور فضانورد در فضا، یک روز ترمیم روی زمین لازم است.

اما، بازیابی استخوان های از دست رفته بیشتر مشکل ساز است. در ازای 3 تا 6 ماه پرواز فضایی، ممکن است 2 تا 3 سال تمرین جدی لازم باشد. اما برخی بررسی ها نشان می دهد که استخوان های از دست رفته هرگز به طور کامل ترمیم نمی شوند.

مهم است که یک فضانورد، پیش و پس از پرواز فضایی از شرایط خوب فیزیکی برخوردار باشد، اگر می خواهد که در برگشت به زمین به طور عادی کارهایش را از سر بگیرد و نمی خواهد دوران طولانی ترمیم و نقاهت را در بی کاری مطلق سپری کند.

روزی فرا می رسد که فضانوردان باید سوار بر فضاپیمایی به مقصد مریخ، حدود 6 ماه بی وزنی را تحمل کنند تا بر سطح مریخ که 38 درصد گرانش زمین را داراست پیاده شوند. آنها باید بدنشان را در شرایط بسیار ایده آل نگه دارند تا بتوانند اقلا 18 ماه زندگی و کار روی مریخ و دوباره 6 ماه سفر در بی وزنی به سوی زمین را تحمل کنند.

در فضا همچون روی زمین، ورزش روشی برای سلامت ماندن است. اما ورزش کردن در فضا بسیار نسبت به روی زمین متفاوت است. در فضا، وزنه ها هیچ وزنی ندارند، بنابراین وزنه برداری در فضا هیچ فایده ای ندارد. همچنین راه رفتن روی یک چرخ پایی معمولی بی فایده است، مگر اینکه شخص با تسمه هایی با طراحی مخصوص، خودش را بسته باشد که ماهیچه ها را طوری فریب می دهد که گویی بدن وزن دارد.

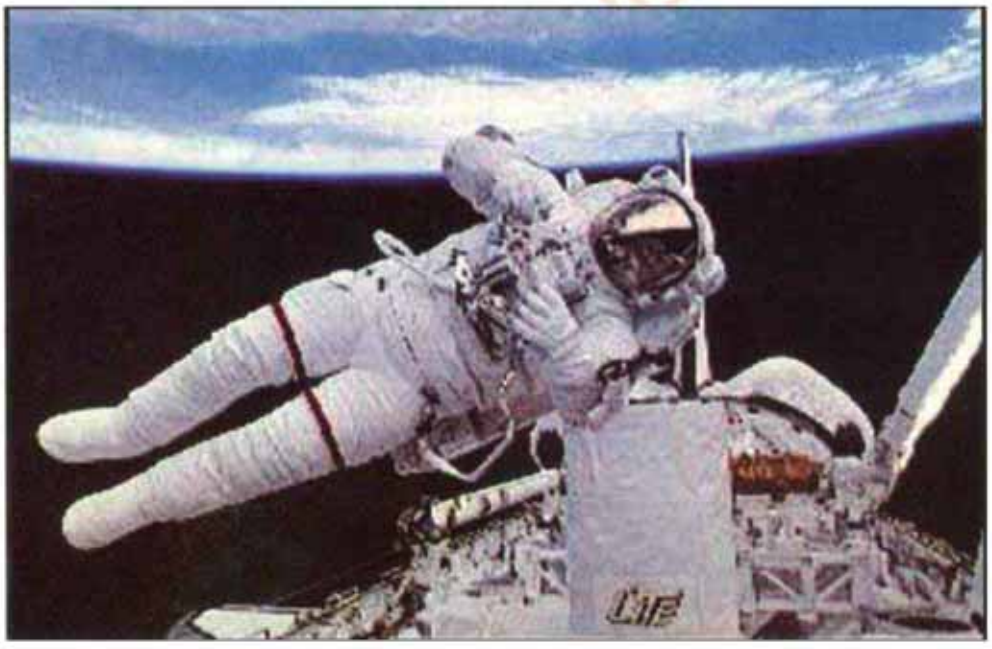
گرانش آسیب می رساند: حتماً شما اثر فرساینده آن را بر پاهایتان وقتی که باری را بلند می کنید یا کالسکهٔ بچه را در سربالایی هُل می دهید، احساس کرده اید. وقتی شما زمین می خورید و

www.baffled.blogfa.com

یکی از استخوان هایتان می شکند، آسیبی از سوی گرانش مُتِحَمِل شده اید. اما نبود گرانش هم آسیب می رساند: وقتی فضانوردان از کار طولانی مدت در فضا باز می گردند، ممکن است حتی شکلشان تغییر کرده باشد. صورتشان پُف آلود می شود چون پُر از مایعات است و پاهایشان که ممکن است هر کدام تا یک لیتر مایعات از دست داده باشند، بسیار لاغر می شوند. گاهی اوقات حتی لازم است که آنها را با برانکار حمل کنند.

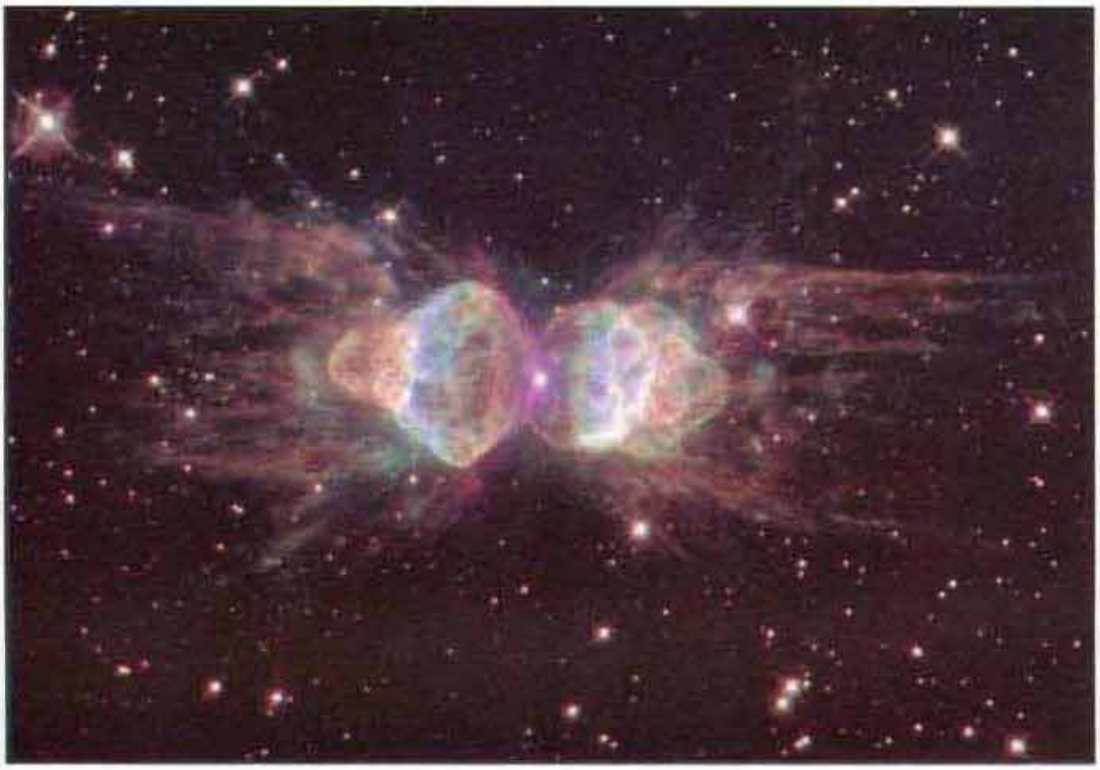
خوشبختانه، زندگی فضانوردان علی رغم همه عجایبش، بسیار هیجان انگیز است. در غیر این صورت داوطلبان زیادی مایل به پیوستن به گروه فضانوردان ناسا نبودند. در ماه مِه سال 2001، یک میلیونر آمریکایی حتی 20 میلیون دلار به روسیه پرداخت کرد تا نخستین توریستی باشد که به فضا می رود.

سؤالی که من اکنون از جوانان ایرانی دارم این است که آیا هنوز مایل هستید فضا نورد باشید؟ مطمئن هستم که جواب همه گی مثبت باشد.



حالت بی وزنی یک فضا نورد در فضا

www.baffled.blogfa.com



When a star as massive as from 6-10 times that of the Sun dies, it explodes as supernova and ejects its outer layer in all directions to form a cloud of gas and dust called "planetary nebula." This is the Hubble Space Telescope's picture of the "ant nebula," showing 10 times more detail than ground based telescopes. How a spherical star can produce such non-spherical symmetry in the gas that it ejects is subject to speculation. One cause is attributed to an invisible companion star orbiting close to it - about a distant of the Earth from the Sun - whose strong gravitational force shapes the gas flowing out from the primary star. Another possibility is that the strong magnetic field of the exploding star shapes the outflow of gas from it.

www.baffled.blogfa.com

9

شاهراه اطلاعاتی کائنات

تابش الکترومغناطیس و تلسکوپ ها

"وظیفه یک فیزیکدان این است که عمیق تر از آنچه به نظر می آید، تا پایه اصلی و ساده حقیقت نگاه کنند."

- استیون واینبرگ

-STEVEN WEINBERG

www.baffled.blogfa.com

شاهراه اطلاعاتی

تابش الکترومغناطیس و تلسکوپ ها

« . رصدگران آسمان در زمان های باستان، آسمان ها را ساکت و آرام، جاودانی، بدون تغییر و بسیار شبیه باغی با تزئینات ازلی و ابدی می دانستند. اما اخترشناسان دنیای مدرن که ستاره ها را با انواع مختلف تلسکوپ هایشان بررسی می کنند، انفجارهای بزرگ و میلیون ها جرم آسمانی را می بینند که یکی از دیگری اسرارآمیزتر و معماگونه ترند . »

****

نیاکان ما با آسمانی بدون آلودگی بسیار خوشبخت بودند، چرا که می توانستند با چشم غیر مسلح، تعداد بسیار بیشتری از ساکنان آسمان را تماشا کنند. آنها به خوبی می توانستند دست کم حدود 6000 ستاره و نوار راه شیری را که از سویی به سوی دیگر آسمان کشیده شده است، در آسمان ببینند. برخی که دید چشمانشان هم قوی تر بود، می توانستند لکه های مه آلودی از سحابی های دوردست را نیز تشخیص دهند. اخترشناس ایرانی قرن دهم، عبدالرحمن کوفی، با دید بسیار قوی چشمانش توانست برای نخستین بار، لکه مه آلودی را که ما امروزه به نام کهکشان آندرومدا می شناسیم، در آسمان ببیند و ثبت کند - این جرم مجموعه ای از حدود 3 میلیارد ستاره است که در فاصله 3 میلیون سال نوری از ما قرار دارد.

امروزه به سختی می توانید جایی را روی زمین پیدا کنید که از آلودگی ها در امان مانده باشد؛ حتی دو قطب زمین. نور شهرها و دودی که از سوختن سوخت های فسیلی در اتومبیل ها و نیروگاههایمان به هوا می فرستیم، رصد ستاره ها را از هر جایی روی زمین دشوار کرده است. در

www.baffled.blogfa.com

شهرها هر کس به سختی می تواند بیش از چهل یا پنجاه ستاره در آسمان شب ببیند. باعث تأسف است که چشم غیر مسلح دیگر مناسب رصد آسمان ها نیست، اما باید به خاطر داشت که اخترشناسی با چشم انسان -که تنها ابزارش بود- شروع شد. از طرف دیگر بشرامروز در پُربارترین دورهٔ اکتشافاتِ نجومی اش به سر می برد. به خاطر پیشرفت های بسیار در زمینهٔ نور و الکترونیک، ما امروز نسبت به گذشتگانمان درباره اسرار آسمان ها، اطلاعات بیشتری داریم ومی توانیم چیزهایی را ببینیم که اخترشناسان باستان حتی در هیجان انگیزترین خواب هایشان هم تصوری از آنها نداشته اند.

رصدگران در زمان های باستان، آسمان ها را ساکت و آرام، جاودانی، بدون تغییر و بسیار شبیه باغی با تزئینات ازلی و ابدی می دانستند. اما اخترشناسان دنیای مدرن که ستاره ها را با انواع مختلف تلسکوپ هایشان بررسی می کنند، انفجارهای بزرگ و میلیون ها جرم آسمانی را می بینند که یکی از دیگری اسرارآمیزتر و مهماگونه ترند. ی که آنها کشف می کنند بیشتر شبیه یک مهمانی رقص در تمام شب است و با کمک نسل جدید رصدخانه ها که به اخترشناسان امکانِ کَندوکاو عمیق تر در اسرار کیهان را می دهد، آنها بر این باورند که مهمانی تازه شروع شده است.

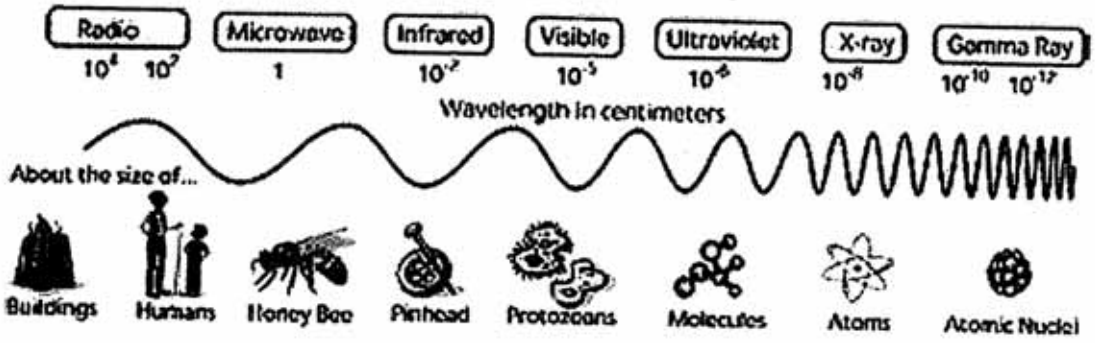
تابش الکترومغناطیس؛ حامل انرژی و اطلاعات:

گسترش دانش ما دربارهٔ کیهان، اول و بیشتر از همه به درک کامل ما از ماهیت تابش الکترومغناطیس و اختراعی به نام تلسکوپ مربوط می شود. اولی کمک می کند که بخشی از کائنات را که فراتر از درک چشمان ماست درک کنیم و تشخیص دهیم. دومی ما را قادر می سازد که حوادثی را که در گذشته های دور - زمانی که فقط 300000 سال داشته است- آشکار و ثبت کنیم. در حقیقت می شود گفت که اخترشناسان در کار تابش الکترومغناطیس مخصوصاً نورند.

تابش الکترومغناطیس، ترکیب میدان های نوسانی الکتریکی و مغناطیسی اند که با سرعت 300000 کیلومتر در ثانیه با فرکانس های مختلف در فضا حرکت کرده، و انرژی را از جایی به جای دیگر منتقل می کنند. هر چه طول موج کوتاه تر باشد، فرکانس بالا تر و انرژی بیشتر است.

کل مجموعهٔ امواج الکترومغناطیس را طیف می نامیم که بازهٔ فرکانسی (فرکانس برعکس طول موج است)، حدود 10^{-12} تا 10^{4} متر دارد. در کوتاه ترین انتهای طیف ما به امواج گاما می رسیم که به ترتیب به پرتو ایکس، فرابنفش **ultraviolet**، نور مرئی، فروسرخ **infrared**، میکروویو، رادار و امواج رادیویی یو.اِچ.اِف **UHF**، اِف.اِم **FM** و اِی.اِم **AM** می رسند، و رویدادهای کیهانی، خود را در هر سوی این طیف الکترومغناطیس نشان می دهند.

www.baffled.blogfa.com



امواج مختلف تشعشعات الکترومغناطیسی

بزرگترین انفجارها، پرتوهای گاما، و کوچکترین آشفتگی ها امواج رادیویی ساطع می کنند.

«چشم انسان فقط می تواند بخش کوچکی از نشانه هایی را که از فضا به سوی ما می آیند، تشخیص دهد. بنابراین تعیین اینکه چه چیزهایی در کائنات وجود دارند، فقط با چشمانمان مانند ارزشیابی یک کنسرت پیانو در حالی است که فقط به نوای سه کلید پیانو گوش فرا دهیم. در حقیقت، اگر بخش مرئی طیف برابر با فقط سه کلید پیانو بود، کل پیانو می بایست طولی در حدود 8 کیلومتر داشت تا همه طیف را پوشش دهد[1].»

اتفاقی که بیشتر، موضوعات را پیچیده می کند این است که جو زمین نسبتاً مات و کدر است، یعنی طول موج های کوتاه تراز نور مرئی را جذب می کند. بنابراین ما برای آشکارسازی آنها باید به فراز جو برویم. این نکته، بدشانسی برای اخترشناسی اما خوش شانسی برای اخترشناسان است، چرا که این ها تابش های پُر انرژی ای هستند که ممکن است برای زندگی انسان و حیوانات خطرناک باشند. بدون این محافظتِ جوی، زندگی روی زمین قادر به تشکیل هم نبود، چه رسد به تکامل.

ابزاری که ما را قادر به آشکارسازی و ثبت امواج الکترومغناطیس می کند، تلسکوپ است. با استفاده از آرایش های مختلف آینه ها، عدسی ها، آنتن ها و دیش ها، تلسکوپ ها قادرند تابش های الکترومغناطیس راکه به طور دائم در همهٔ فرکانس ها به سوی ما جریان دارند، بزرگنمایی کنند. آنها پهنای بزرگی از تابش را بر یک چشمی (در شرایط رصد در نور مرئی) یا بر روی یک دستگاهِ ضبط یا فیلم کانونی می کنند، تا در آنجا دیده، ثبت یا عکاسی شود.

نور صرفاً یک شکل این امواج است. که هم به شکل ذره و هم موج عمل میکند. این ذره که فوتون نام دارد، ممکن است، بسته به فرکانسش در زمانی که موج محسوب می شود، دارای سطوح

---

[1] -گزیده ای از مقاله «کائنات نا مرئی» در کتاب نخست نویسنده بنام «*شگفتی های جهان*».

www.baffled.blogfa.com

مختلف انرژی باشد. وقتی این انرژی وارد چشمان ما می شود، فوتون ها پایانه عصب ها را تحریک می کنند و عصب ها این سیگنال (پیام) را به مغز منتقل می کنند و ما نور را می بینیم. مشکل اینجاست که مغز ما فقط می تواند نوار باریکی از میان طول موج های مختلف تابش الکترومغناطیس یعنی بین $4*10^{-7}$ و $7*10^{-7}$ متر را ببیند که به آن بخشِ مرئی طیف می گوییم.

تلسکوپ های نوری:

برای رصد در بخشِ مرئی طیف دو نوع تلسکوپ وجود دارد:

1) تلسکوپ شکستیِ یا تلسکوپ عدسی
2) تلسکوپ بازتابی

تلسکوپ عدسی- شکستی همچون چشم انسان کار می کند. یک عدسی در جلو تلسکوپ نور[۲] اجرامِ دوردست را جمع و خم می کند و آن را به شکل تصویری کوچک و وارونه در انتهای لولهَ تلسکوپ کانونی می کند که می توان در آن محل تصویر را دید یا از آن عکاسی کرد. عیب ذاتی تلسکوپ های شکستی که تصویر را بسیار مغشوش می کند، اَبیراهی رنگی **chromatic abberation** نام دارد. این مشکل ریشه در این حقیقت دارد که وقتی نور درون یک شیشه یا عدسی می شکند، طول موج های کوتاه تر بیشتر از طول موج های بلندتر انحراف پیدا می کنند. پس نور آبی، نزدیک تر به کانون می شود تا نور قرمز. بنابراین اگر چشمی برای یک طول موج تنظیم شده باشد، طول موج دیگر ناواضح خواهد بود و حلقه تاری را اطراف تصویر می سازد.

تلسکوپ های شکستی در قرن نوزدهم نسبتاً پُر طرفدار بودند، اما برای ساخت تلسکوپ هایی بزرگتر، هزینه زیاد ساخت عدسی بزرگ از شیشه ای با کیفیتِ بالا امکان پذیر نبود و در نتیجه این طرح غیر اقتصادی بود. افزون بر این، تمایل عدسی به تاب برداشتن زیر فشار وزن خودش، موجب ناکارآمدی این طرح می شود. همچنین، چنین تلسکوپ هایی باید لوله های بلندی داشته باشند که نیازمند رصدخانه هایی با گنبدهای بزرگ است.

تلسکوپ بازتابی با استفاده از یک آینهٔ مقعر، نور را جمع می کند و به صورت تصویری کانونی می کند که یک آینه تخت آن را به درون سوراخی در آینه یا به کنارهٔ تلسکوپ بازتاب می دهد و تصویر در آنجا قابل دیدن یا عکاسی است. نخستین تلسکوپِ نیوتن از این مدل بوده است و همه

---

[۲] نور سفیدی که ما معمولاً می بینیم، ترکیبی از رنگ های مختلف (طول موج های مختلف) از آبی تا قرمز است که در رنگین کمان هم دیده می شود.

www.baffled.blogfa.com

تلسکوپ های مدرن و بزرگ هم که در رصدخانه هایی بر فراز قله های سراسر دنیا نصب اند، از این مدل اند. مزایای این مدل این است که در آن هیچ نوع ابیراهی وجود ندارد و لازم نیست شیشه ای که آینه از آن تراشیده می شود کیفیت خیلی خوبی داشته باشد. همچنین، می توان برای آینه محافظی در پشت تعبیه کرد که باعث می شود ترس از شکم دادن یا تاب برداشتنِ آینه های بزرگ زیر وزنش وجود نداشته باشد.

آخرین طراحی این مدل، تلسکوپ کِک بوده که از آینه ای متشکل از چندین آینهٔ شش ضلعی تشکیل شده که هر کدام را یک کامپیوتری با فرستادن پیغامی به یک مکانیزم پیچی هدایت می کند. این مکانیزم علاوه بر محافظت از آینه ها، آنها را در صورت لزوم به آرامی حرکت می دهد تا آینه بزرگ به شکل دلخواه برسد. تلسکوپ کِک، تلسکوپی پیشروست، نه تنها نخستین تلسکوپی است که از این طرح سود برده، بلکه همچنین نخستین تلسکوپی است که با پیوستن به تلسکوپِ دوقلوی خود -کِک2 - یک سیستم تداخلسنجی **interferometer** در نور مرئی پدید آورده است. چنین سیستم ایجاد می شود که دو یا چند تلسکوپ که از هم فاصله دارند، به صورت همزمان به یک هدف واحد بنگرند و سپس تصاویرشان با هم ترکیب شود تا یک تصویر واضح به دست آید. نتیجه همانند این است که با تلسکوپی با قطر آینه ای برابر با فاصله دو تلسکوپ، رصد یا عکاسی کرده باشید.

طیف سنج Spectroscope؛ فاش کننده اسرار ستاره ها:

قدرت منشور در شکستن نورِ سفیدِ عادی به اجزای سازنده اش را نیوتن در سال **1666** کشف کرد. همچنین دانشمندان می دانستند که اتم هر عنصری انرژی نور را در یک فرکانس خاص جذب می کند که مختص همان عنصر است. در سال **1802**، فیزیکدان انگلیسی به نام ویلیام ولاستون دریافت که اگر صفحه ای شکاف دار سر راه نور خروجی از منشور قرار دهد، می تواند چنان طیف واضحی به دست آورد که در آن خطوط تیره موسوم به خطوط جذبی **spectral lines** ظاهر شوند. این خطوط چیزی جز جذب نور در فرکانس هایی خاص نیست که مشخصهٔ عناصرِ موجود در جو بالایی خورشید است.

چنین ابزاری سرانجام تکمیل و تبدیل به یک ابزار نجومی استاندارد به نام طیف سنج **spectroscope** شد. طیف هر جسم ستاره ای با گذشتن نورش از میان یک طیف سنجِ متصل به تلسکوپ به دست می آید و به این ترتیب اطلاعاتی درباره ترکیبات شیمیایی و دمای آن جسم به ما

www.baffled.blogfa.com

می دهد. همچنین می توان از روی طیف تعیین کرد که آیا جسم به سوی زمین در حرکت است یا از زمین دور می شود و نیز سرعت شعاعی اش را محاسبه کرد. پس، هر آنچه ما درباره هر جرم درخشانی در آسمان، از جمله یک ستاره، یک کهکشان، یک سحاب یا یک اختروش می دانیم، از طیف آنها به دست می آید.

در سال 1859، خطوط طیفی خورشید، حضور هیدروژن، آهن، سدیم، منیزیم، نیکل و کلسیم را در آن آشکار کرد. بنابراین برای نخستین بار این پرسش که ستاره ها از چه ساخته شده اند، پرسشی که در آنزمان آخرین رمز کیهان شمرده می شد، به کمک طیف سنج پاسخ داده شد.

اثر دوپلر Doppler Effect و انتقال به سرخ red shift؛ امضای ستاره ها

آیا تا به حال در ایستگاه به انتظار آمدن قطار ایستاده اید؟ اگر چنین بوده، حتماً متوجه شده اید که صدای سوت قطار وقتی به شما نزدیک می شود زیرتر و هنگامی که از ایستگاه دور می شود بُم تر است. این به دلیل اثر دوپلر است، که فشردگی یا بسط طول موج صدای قطار متحرک نسبت به ناظر ساکن در ایستگاه است. این پدیده درباره طیف الکترومغناطیس (نور یا انرژی) هر جرم آسمانی صدق می کند که نسبت به زمین دارای سرعت شعاعی است. اگر جرم به زمین نزدیک شود، همه طول موج های طیفش به سمت انتهای آبی طیف (طول موج های کوتاه تر) می رود و در اصطلاح می گوییم که جرم دارای انتقال به آبی است. و اگر جرم از زمین دور شود، همه طول موج های طیفش به سمت انتهای قرمز طیف (طول موج های بلندتر) می رود و در اصطلاح می گوییم که جرم دارای انتقال به سرخ است. مقدار این انتقال ها آنقدر نیست که بر رنگ این جرم تأثیر بگذارد، اما برای محاسبه سرعت شعاعی جرم به کار می آید.

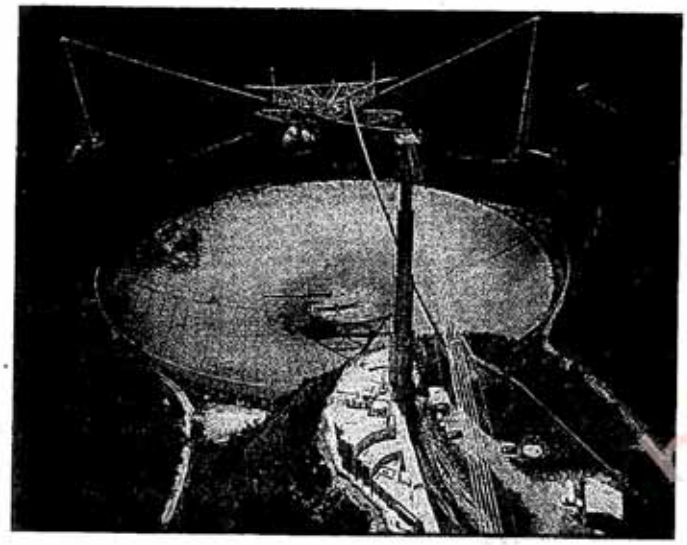
تلسکوپ های رادیویی؛ گوش سپردن به صدای آسمان ها:

تابش های کم انرژی در باند رادیویی، با طول موج یک سانتی متر تا حدود یک متر، آزادانه از میان همه موانع گذشته و به سطح زمین می رسند. همچون تلسکوپ های عادی که نور را از فضا به کمک آینه ای جمع می کنند و در چشمی یا روی صفحه عکاسی کانونی می کنند، تلسکوپ های رادیویی نیز سیگنال های رادیویی را به کمک دیش های عظیمی که شبیه بازتابنده هایی از شبکه ای سیمی اند، از فضا جمع می کنند. سپس آنتنی که در نقطه کانونی دیش قرار دارد، سیگنال را دریافت

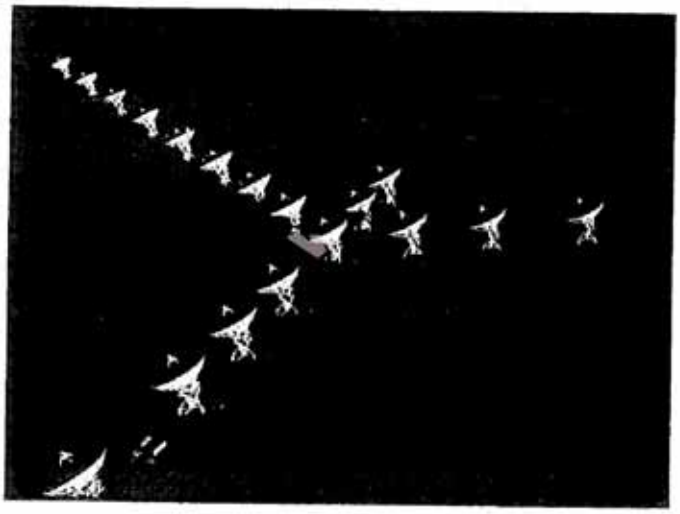
www.baffled.blogfa.com

و تقویت می کند و کامپیوتری آن را تجزیه و تحلیل و به صورت نقشه ای پیاده می کند که شدت انرژی رادیویی دریافتی را در نقاط مختلف جرم بررسی شده نشان دهد.

از آنجایی که تلسکوپ های رادیویی باید طول موج های بلند را تفکیک کنند، باید بزرگ باشند؛ یعنی قطرشان دست کم 30 متر یا بیشتر باشد تا جزییاتی کوچکتر از اندازه زاویه ای قرص ماه را در آسمان نشان دهند.



بزرگترین تلسکوپ رادیویی جهان، دیشی به قطر 300 متر است که در دره آرسیبو در پورتوریکو معلق است. آنتن این تلسکوپ به کمک کابل هایی که از سه برج اطراف دره آویزان اند، بالای دیش معلق است. چرخش زمین، جهت تلسکوپ را در نشانه گیری نقاط مختلف در آسمان تعیین می کند.



بهترین راه برای گسترش قدرت تلسکوپ های رادیویی، مرتبط کردن دو یا چند دیش به یکدیگر و ترکیب سیگنال های دریافتی آنهاست. چنین سیستمی، قدرت تفکیکی برابر با تلسکوپی به قطر فاصله بین تلسکوپ ها خواهد داشت. آرایه بسیار بزرگ تلسکوپ های رادیویی (VLA) از 27 دیش رادیویی تشکیل شده که در صحرای نیومکزیکو به شکل حرف انگلیسی Y قرار گرفته اند. قدرت تفکیک این آرایه به اندازه تلسکوپی به قطر 32 کیلومتر است. همچنین اخترشناسان چندین تلسکوپ را در نقاط مختلف جهان به هم متصل کرده اند که قدرت تفکیکشان به اندازه تلسکوپی با قطر 8000 کیلومتر است.

www.baffled.blogfa.com

مزایای تلسکوپ های رادیویی:

بسیاری از اجرام آسمانی، همچون ابرهای سرد گاز که ستاره ها از آنها متولد می شوند، اصلاً تابشی در ناحیهٔ مرئی طیف ندارند. بسیاری دیگر نیز، همچون کهکشان ها و اختروش های دوردست، که نور منتشر می کنند، آنقدر دورند که نورشان ممکن است به حدی کم شود که خارج از توان آشکارسازی تلسکوپ های زمینی باشد یا ممکن است سر راه، جذبِ مواد میان ستاره ای شوند. تلسکوپ های رادیویی قادرند که این اجرام را آشکار کنند، چرا که می توانند گازهای سرد را نیز همچون گازهای داغ، که در فرایندهای بسیاری در نزدیکی سیاهچاله ها، درون ستاره های منفجر شده و کهکشان های دوردست تولید می شوند، بدست بیاورند.

نقشه یک کهکشان رادیویی -کهکشانی که سیگنال های قوی رادیویی منتشر می کند- عموماً از دو لُبِ تابش رادیویی شکل گرفته است که تا فراتر از خود کهکشان انبساط یافته اند . رصدهای مرئی زمینی پیشین از این اجرام، ساختاری کشیده را نشان می داد که با این لُب ها هم خط اند. این شکل، کاملاً با شکل مارپیچی یا بیضوی کهکشان های کلاسیک متفاوت است. متهم مسئول این دو لُب رادیویی و شکل سیگار مانند این کهکشان و بقیه کهکشانهای رادیوئی، یک سیاهچالهٔ چرخان به جرم یک میلیارد برابر جرم خورشید است، در هسته کهکشان سیاهچاله فوران های گازی ای در راستای محور چرخشش از خود پرتاب می کند که با سرعتی تقریباً یکسان با سرعت نور حرکت می کنند. وقتی این گازها در فضا حرکت می کنند، موجب به وجود آمدن ستاره ها در راهشان می شوند و نیز سبب شکلِ کشیدهٔ کهکشان می شوند. وقتی سرانجام دو لُبِ رادیویی دور از هستهٔ کهکشان در ماده میان ستاره ای متوقف می شوند، مقادیر زیادی انرژی به شکل امواج رادیویی رها می شوند. اخترشناسان در نجوم رادیویی، مدام آسمان را به دنبال منابع قوی سیگنال های رادیویی جستجو می کنند. وقتی یکی را کشف می کنند، در نزدیکی منبع سیگنال به دنبال جرمی مرئی می گردند. بسیاری از اجرام آسمانی به همین طریق کشف شده اند که ابتدا تلسکوپ رادیویی، سیگنالی از آنها دریافت کرده و سپس با تلسکوپ های عادی در نور مرئی به دنبالشان گشته و پیدایشان کرده اند. برخی اوقات نیز هیچ جسم مرئی ای که بتوان آن را با سیگنال رادیویی دریافت شده مرتبط دانست، کشف نمی شود. این ها کهکشان ها و اَختروُش های دوردستی اند که نورشان تا حدی فراتر از توانایی تفکیک تلسکوپ های معمولی کاهش یافته است و بنابراین رصدشان در نور مرئی با امکانات فعلی ممکن نیست.

www.baffled.blogfa.com

به تازگی گروهی از اخترشناسان، تلسکوپ فضایی هابل را که می تواند نور کم فروغ اجرامِ دوردست را آشکار کند، به سوی 28 کهکشان رادیویی مختلف نشانه رفتند. تصاویر هابل نشان داده که شکل کشیدهٔ کهکشان رادیویی به زنجیره ای از نقاط درخشان شکسته شده است، که ممکن است یا نواحی تولد ستاره ها باشند یا ابرهای درخشانی از گاز. در یک مورد این خط منطبق بر محور تابش های رادیویی کهکشان بود و نقاطی از خوشه های نورانی اطراف کهکشان، همچون کهکشان های کوچک «اقماری» بودند. این به این علت است که نواحی شکل گیری ستاره ها نتیجه برخورد کهکشان هاست و نه حاصل فوران های گازی که از سیاهچاله مرکزی کهکشان به بیرون پرتاب می شوند.

عکس دست راست تصویر کهکشان سنتاروس آ Centaurus A را که در فرکانس اشعه رادیو گرفته شده نشان میدهد، در حالی که در عکس دست چپ، عکس همین کهکشان در اشعه نور مرعی بر روی آن اضافه شده است

آشکارسازهای مایکروویو؛ اندازه گیری دمای کائنات

بلافاصله پس از انفجار بزرگ، کائنات بسیار داغ، چگال و هموار بود. اما امروز، کائنات پُر از کهکشان ها و خوشه های کهکشان هاست که میلیون ها سال نوری در سرتاسر پراکنده اند.

پرسشی که کیهان شناسان را کلافه کرده، این است که چطور این توپِ به ظاهر یکنواختِ، مواد چنین تکه تکه های جداگانه ای را به شکل کهکشان های کائنات تولید کرده است که بیشتر شبیه خرده های نان در کاسه ای سوپ اند.

www.baffled.blogfa.com

از آنجا که کائنات همچنان با سرعت سرسام آوری انبساط پیدا می کند، امواج الکترومغناطیس کائنات نخستین، آنقدر کشیده شده اند که فقط در طول موج های رادیویی و مایکروویو قابل آشکارسازی اند. این تابش به تابش مایکروویو زمینهٔ کیهانی (CMB) معروف است. اگر بتوانیم تنوع شدت این تابش را از سال های آغازین کائنات -شاید حدود 300000 سال پس از انفجار بزرگ- اندازه گیری کنیم، شاید به پاسخ این پرسش دست یابیم.

کشف تابش زمینهٔ کیهانی ؛ یک چراغ دریایی با پیغام هایی از کائنات نخستین:

داستان کشف تابش زمینهٔ کیهانی از آن داستان های هیجان انگیزی است که افسانه های علمی را می سازند و بنابراین ارزش اشاره ای را در اینجا دارد.

فیزیکدانی به نام ژرژ گاموف، نخستین بار وجود تابش زمینهٔ کیهانی را در سال 1948 پیشنهاد کرد؛ و اصرار می ورزید که مراحل اولیه انفجار بزرگ بسیار داغ بوده و مقادیر زیادی تابش جسم سیاه منتشر می کرده است (تابش جسم سیاه، بیشترین تابش ممکن از یک جسم است). یک سال بعد، فیزیکدانان دیگری به نام های رالف آلفر و رابرت هِرمان به این نکته اشاره کردند که انتقال به سرخ زیاد در طیف تابش زمینهٔ کیهانی، به دلیل انبساط کائنات است که طول موجها را افزایش داده و سبب کاهش دمای کائنات فعلی می شود. در اواسط دهه 1960 محاسبات دانشمندی از دانشگاه پرینستون به نام رابرت دیک نشان داد که این تابش آنقدر قوی است که قابل اندازه گیری است. بنابراین، او و چند دانشجوی فارغ التحصیلش شروع به طراحی و ساخت آنتنی برای آشکارسازی آن کردند.

در همان زمان، شرکت تلگراف و تلفن آمریکا، که در جهان بیشتر به نام شرکت AT&T شناخته شده است، تصمیم به ساختن آنتن رادیویی که با اولین ماهواره ارتباطی تماس داشته باشد کرد. اجرای این طرح بر عهده دو دانشمند از آزمایشگاه بل (Bell) به نام های آرنو پنزیاس و رابرت ویلسون گذاشته شد. آنها آنتن شاخی (بوقی) شکلی را از جنس چوب ساختند و آن را به سوی ماهواره نشان کردند. با کمال تعجب، آنچه که آنها یافتند سیگنال های رادیویی یکنواختی بود که از همه جهت ساطع می شد. نخست آنها گمان کردند که این نویز به دلیل رسوب فضلهٔ کبوترانی است که در آنتن لانه کرده بودند. پس مشغول به تمیز کردن داخل آنتن، جمع کردن لانه ها و پراندن کبوترها از داخل آنتن شدند. اما این خانه تکانی هیچ تغییری در نتیجه ایجاد نکرد - این سیگنال رادیویی یکنواخت همچنان در همه جهت ها ثبت می شد.

www.baffled.blogfa.com

آنها سپس قدمی سرنوشت ساز برداشتند که صرفاً به دلیل نزدیکی آزمایشگاه بِل به دانشگاه پرینستون در ایالت نیوجرسی اتفاق افتاد. آنها داده هایشان را به دانشگاه پرینستون بردند و در حالی که از کارهای ژرژ گاموف و رابرت دیک در سه سال گذشته مطلع نبودند، از منشی خواستند، آنها را به «کسی که دانشی دربارهٔ سیگنال های تابشِ رادیویی دارد» معرفی کند. منشی هم آنها را به دفتر رابرت دیک فرستاد.

دیک که از اعتبار آزمایشگاه بِل و دستاوردهای مهم علمی آن با خبر بود، با محبت آنها را به حضور پذیرفت و آنها تمام داده هایشان را به او عرضه کردند. می گویند که دیک به محض دیدن این داده ها، تلفن را برداشت و به دانشجویانش که مشغول طراحی آنتنی رادیویی برای آشکارسازی تابش زمینهٔ کیهانی بودند، تلفن زد و گفت: «بچه ها جمعِش کنید! یکی از ما پیشی گرفته!»

دیک به سرعت تشخیص داد که نویزی که آنتن ویلسون و پنزیاس ثبت کرده همان تابش زمینهٔ کیهانی است و اقدام به آموزش این دو دانشمند دربارهٔ ظرایف انفجار بزرگ و نظریهٔ خلقت کرد. اعلام خبرِ کشف تابش زمینهٔ کیهانی، جامعهٔ اخترشناسی را به جُنب و جوش انداخت. کشف آنها آنقدر از نظَر علمی مهم بود که ویلسون و پنزیاس در سال 1978 جایزه نوبل را دریافت کردند. در سال های بعد، هرگاه کسی که به درستی آنها را نمی شناخت از آنها می پرسید که به چه دلیل جایزه نوبل را گرفته اند، آنها به شوخی پاسخ می دادند: «برای تمیز کردن فضله کبوترها از داخل یک آنتن شاخی شکل!»

درخشش بسیار ضعیف این تابش، با دمای فقط 2/7 درجه بالاتر از صفر مطلق هماهنگ بود که کلاً می توانیم آن را دمای کائنات بدانیم. اما به دلیل محدودیت حساسیتِ ابزارهای زمینی، تا آغاز عصر فضا نمی توانستیم تغییر در این دما را اندازه گیری کنیم؛ موضوعی که به ما علت ناهمواری کائنات امروز را نیز نشان می دهد.

ماهوارهٔ کاوشگر تابشِ زمینهٔ کیهانی "COBE" و کاوشگر آنیسوتروفی میکروویو ویلکنسون "WMAP":

نگاهی به ذهن آفریدگار:

در نوامبر سال 1989، ناسا ماهواره ای را در مدار قطبی (با حرکت از شمال به جنوب) زمین قرار داد که کاوشگر تابش زمینهٔ کیهانی (کوبی-COBE) نام دارد. ابزارهای کوبی آنقدر حساس بودند که می توانستند تغییرات بسیار کوچک را در دمای بسیار کم فعلی کائنات اندازه گیری کنند.

www.baffled.blogfa.com

چون کوبی در مدار قطبی قرار داشت، می توانست کائنات را به تمامی بالا و پایین صفحه کهکشان راه شیری ببیند. اگر این ماهواره در مداری استوایی (با حرکت از غرب به شرق) قرار داشت، فقط می توانست در راستای صفحهٔ کهکشانِ راه شیری نگاه کند و فقط نواری پهن از تابشی با دمای بالا را از کهکشان ثبت می کرد.

در طی سه سال و نیم، سه مجموعه آشکارساز حساس سوار بر کوبی میلیون ها اندازه گیری از تغییرات دما در نواحی بزرگی از آسمان انجام دادند. این تغییرات در حدود یک- ده هزارم (0/00001) درجه بودند. این داده ها را کامپیوترهای زمینی تجزیه و تحلیل کردند و آنها را به شکل تصویری درآوردند که راه شیری را همچون نوار مرکزی ضخیم و تاریکی نشان می دهد. بالا و پایین این نوار، نواحی تیره و روشنی اند که نشان از تغییرات کوچک دما دارند و نشان دهندهٔ نواحی گازی با چگالی های متفاوت در حدود 300 هزار سال پس از انفجار بزرگ هستند. الگوهای پیچیدهٔ قابل مشاهده در این تصاویر، پیش بینی ساختارهای ادراکی را که به دلیل گذر پُرسرعتِ امواج صوتی در کائنات اولیه ایجاد می شود، تأیید می کنند. این ها در واقع بقایای انفجار بزرگ اند، جایی که نواحی روشن تر بعدها خلأهای فضا شدند و نواحی تیره تر ساختارهایی را خلق کردند که حالا تبدیل به خوشه ها و ابرخوشه های عظیم کهکشان ها شده اند.

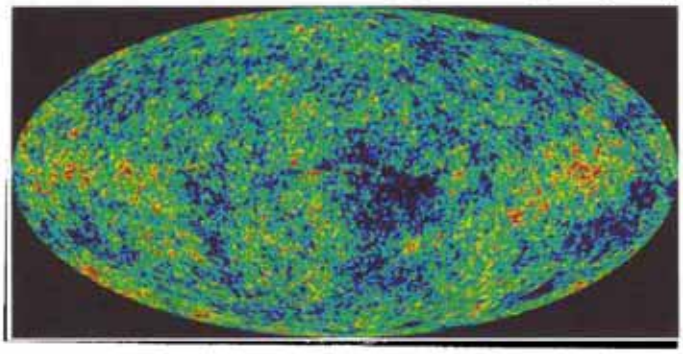
مناطقی با دمای ثابت بسیار بزرگ اند. کوچکترین این نواحی طولی حدود 500 میلیون سال نوری دارد و بزرگترین آنها حدود 10 میلیارد سال نوری گسترده است؛ یعنی فاصله ای برابر با سه- چهارم ابعادِ کائنات. تا این لحظه، بزرگترین ساختار شناخته شدهٔ کائنات، قوسی از کهکشان ها به طول 200 میلیون سال نوری به نام «دیوار بزرگ» است. این به طور قطع ثابت می کند که زمانی که کائنات فقط ابری از گازهای هلیم و هیدروژن بوده است، تغییراتی در چگالی کائنات ایجاد شده است.

داده های کوبی ما را قادر به کاوش فاصله ای حدود 2/6 میلیارد سال نوری دورتر از توان دیدِ چشمانمان کرد و ما را به زمان 300 هزار سال پس از انفجار بزرگ بُرد. نتایجِ این پروژه، یکی از جالب ترین دستاوردهای علمی قرن بیستم نامیده شدند.

روز سی اُم ژوئن سال 2001، ناسا کاوشگر آنیسوتروفی میکروویو ویلکنسون (WMAP) را در مدار قرار داد که بمدت 27 ماه در نقطه دوم لاگرانژی (L2) ماند و از آنجا به طور دائم CMB را با ابزارهایی 45 بار حساس تر و با کیفیت زاویه ای 33 باربالاتر از کوبی، اندازه گیری کرد.

www.baffled.blogfa.com

داده های کاوشگر WMAP که در اینجا به صورت تصویری نشان داده شده است، زمان نخستین نور کائنات (وقتی نخستین ستاره متولد شد) را به200 هزار سال پس از انفجار بزرگ منتقل کرد و سن کائنات را 13/7 میلیارد سال با دقت 1/5 درصد تثبیت کرد.



«بعید به نظر می رسد که بتوانیم ساختار کائنات را پیشتر از این نقطه ببینیم. البته دانشمندان با استفاده از شتاب دهنده های ذرات قادرند آزمایش هایی انجام دهند که رفتار اتم ها و ذرات زیر اتمی را آشکار کنند و ترکیبات و دمای کائنات را تا یک-میلیون تریلیون تریلیون تریلیونیوم ثانیه پس از انفجار بزرگ تعیین کنند.»

در سال های آینده، پس از اینکه شتاب دهنده های بزرگتری که هم اکنون در حال ساخت اند، تکمیل و استفاده شوند، دانشمندان قادر خواهند بود که دانش ما را درباره حتی فراتر از این بازه بسیار کوچک بلافاصله پس از انفجار بزرگ، گسترش دهند. اما، حتی برای آنها نیز غیر ممکن خواهد بود که دانش ما را به لحظهٔ خلقت برسانند. همچنین برایشان تا أبَد غیرممکن خواهد بود که به این پرسش پاسخ دهند، که آن نقطهٔ انرژی بی نهایت که کائنات از آن خلق شده، خود از کجا آمده است؟

«بنابراین، پاسخ به این پرسش ها برای همیشه در حوزهٔ کار فلاسفه و کائناتان الهیات باقی خواهد ماند. البته، بیشتر دانشمندان هم اکنون نیز، مفهوم وجود یک «آفریدگار» را که فلاسفه به آن «نیروهای طبیعت» و کائناتان الهیات «خدا» می گویند، پذیرفته اند[3].»

زمانی که ناسا، نتایج ماهوارهٔ کوبی را اعلام کرد، یک گزارشگر از دانشمند مسئول این مأموریت پرسید:

«وقتی شما نخستین بار این داده ها را دیدید، چه احساسی داشتید؟»

و او پاسخ داد: «همچون این بود که به ذهن خداوند می نگرم.»

آزمایش های بومرانگ (Boomerang)

با اینکه اندازه گیری های کوبی در سال 1992 با استفاده از ابزارهای بسیار دقیق برای آن زمان به دست آمده بود، فقط کمترین تغییرات را در تابش زمینهٔ کیهانی نشان می داد. اندازه گیری هایی که

[3] -گزیده ای از مقالهٔ «دورتر از آنچه چشم می بیند»، در کتاب نخست نویسنده «***شگفتی های جهان***».

www.baffled.blogfa.com

ده سال بعد به کمک ابزارهای حساس تر انجام شد، بر مبنای تلسکوپ های نصب شده بر فراز کوه ها یا حمل شده به کمک بالُن ها انجام شده اند.

در یک سری آزمایش موسوم به بومرانگ ، دو گروه مختلف از دانشمندان به طور مجزا با استفاده از تلسکوپی سوار بر بالوُن در ارتفاع 35 کیلومتری بر فراز قطب جنوب -که بالاتر از تقریباً 99 درصد جو است- داده هایی به دست آوردند. این مکان، با آفتابِ دائمی و جریان های ثابت هوایی برای ادامه دادن پروازهای جوی 10 تا 20 روزه بالوُن ها بسیار مناسب بود. این بالوُن ها، با حجم 800 هزار متر مکعب، تلسکوپی به وزن 2 تُن را در سفری 10 روزه، حدود 8000 کیلومتر دور قارة قطب جنوب حمل کردند و در فاصله 50 کیلومتری از محل پروازشان فرود آمدند. پیش از پرواز، مراحل تکمیل و ساخت بالوُن ها 5 سال و مراحل مونتاژ آنها 2 ماه در ایستگاه تحقیقاتی مُک موردو در قطب جنوب، به کمک یک گروه بین المللی از محققان به طول انجامید.

گروهی دیگر از دانشمندان، تلسکوپی را بر فلات بلندی در شیلی نصب کردند. با اینکه این ها، آزمایش هایی بسیار متفاوت با درجه بندی هایی متفاوت بود، نتایج به طرز شگفت آوری یکسان بودند. اندازة بخشی از آسمان که در هر دو پروژه بررسی شد، حدود یک قوس- درجه - بخشی از آسمان که داخل مخروطی جا می گیرد که در رأس، یک درجه زاویه داردیا حدود دو برابر اندازة ظاهری قرص ماه در آسمان از دید زمین بود.

تصاویری که از آزمایش های بومرانگ به دست آمد، تاریخ پیدایش نخستین ستاره کائنات را باز هم عقب تر برد. تابش های ثبت شده، پیش از رسیدن به تلسکوپ از تمام کائنات گذشته بودند و ابزارها به خوبی قادر بودند آنها را از نور و تابش متعلق به کهکشان خودمان متمایز کنند.

در این تصاویر صدها منطقه پیچیده آشکار شدند که به شکل تغییرات ریز - عموماً فقط 100- میلیونیوم یک درجه سانتی گراد- در دمای کائنات اولیه نمایان بودند. این تغییرات همچون امواجی ملایم در تابش زمینه کیهانی نشان داده شده اند. اندازه این امواج، راهنمای مستقیم هندسه کائنات بزرگ مقیاس است.

امواجی در تابش زمینه کیهانی؛ شکل کائنات:

بر اساس نظریه نسبیت عام اینشتین، که گرانش را انحنای فضا- زمان تعریف می کند، به همین ترتیب، شکل کائنات نیز به کمک مقدار ماده و انرژی داخلش تعیین می شود. در یک «کائنات بسته» از نظر هندسی، فوتون های نور که در ابتدا به صورت موازی با هم حرکت می کردند به دلیل انحنای

www.baffled.blogfa.com

فضا- زمان، سرانجام به هم می رسند، درست همچون خطوط طول جغرافیایی روی کره زمین که در قطب ها به هم می رسند. اما در کنار کائنات بسته، دو هندسهٔ دیگر هم برای کائنات ممکن است: یکی کائنات باز و دیگری کائنات تخت است. در هندسه کائنات باز، فوتون های موازی سرانجام از هم دور می شوند و در هندسه کائنات تخت، آنها همچنان موازی باقی می مانند. بر اساس نسبیت، مقدار ثابتی ماده و انرژی در کائنات وجود دارد که زیر این مقدار، کائنات تبدیل به کائنات باز می شود و بیش از این مقدار کائنات بسته می شود، و یک کائنات تخت دقیقاً شامل همین مقدار است. افزون بر این بر اساس مدل تورمی، که موجبی برای انفجار بزرگ محسوب می شود، در 10^{-35} ثانیه پس از انفجار بزرگ، انرژی میدان هایی که در نظریه های پیشرفته فیزیک پیش بینی شده اند، به شدت فضا را کشیده است. بنابراین در 10^{-30} ثانیه، کائنات از اندازهٔ سر سوزن به اندازهٔ یک گریپ فروت در آمده است (این نخستین و آخرین باری بوده که حادثه ای در کائنات سریع تر از سرعت نور رخ داده است). مهم نیست که با چه حد انحنا یا پیچش شروع شده، این «تورم» در کسر کوچکی از ثانیه آن را کشیده و کائنات تختی را خلق کرده است. موج عظیمی از انرژی که مسئول این تورم است، موجبات لازم را برای انبساط بعدی کائنات که تا امروز ادامه دارد، فراهم کرده است.

در کائنات امروز، گرانش فوراً به نواحی اطراف اجسام پُر جرمی همچون خورشید، یک ستاره نوترونی یا یک سیاهچاله، انحنا می بخشد. هرچند، مدل تورمی تصریح می کند که کائنات در کل رها از انحناست. اما با وجود انبساط و کشیدگی، تورم همچنین امواج افشاکننده ای را در کائنات باقی می گذارد. این امواج به خاطر اصول مکانیک کوانتومی پدید می آیند و نوعی عدم قطعیت را بر موقعیت و نیز سرعت همه ذرات تحمیل می کند. تصور می شود که امواج در تابش زمینهٔ میکروویو، میراثِ نخستین پدیده کوانتومی اند.

چون اندازهٔ دقیق این امواج را می توانیم در کائنات جوان محاسبه کنیم، اندازهٔ ظاهری شان در آسمان امروز، اندازه گیری این است که آیا آنها در مسیر مستقیم یا مسیر منحنی به سوی زمین می آیند؟ اگر در تصاویر تابش زمینه کیهانی، نقطه های داغ و سردِ به اندازه تقریبن یک درجه غالب باشند، کائنات تخت است. از سوی دیگر، اگر تصاویر به دلیل خمیده شدن نور در اثر انحنای فضا تغییر شکل داده باشند، هندسه فضا خمیده است. اگر کائنات بسته باشد، خطوط موازی به هم می رسند و آنگاه تصاویر به دلیل همین انحنا بزرگنمایی می شوند و ساختارها در آسمان بزرگتر از یک درجه به نظر می رسند. همچنین اگر کائنات باز باشد، خطوط موازی از هم دور می شوند و آنگاه ساختارها کوچکتر به نظر می رسند.

www.baffled.blogfa.com

داده های بومرانگ، امواجی با اندازهٔ تقریباً یک درجه را نشان می دهند. این یعنی مسیرها مستقیم اند که مدرکِ محکمی دال بر تخت بودن کائنات است. این موفقیت شگفت انگیز و خارق العادهٔ کیهان شناسی است که شکل ابتدایی تابش زمینه کیهانی را با این دقت پیش بینی کرده است.

انرژی تاریک Dark Energy و تابش زمینه کیهانی:

چون مقدار مادهٔ کشف شده در دنیا، نمی تواند یک کائنات تخت را شکل دهد، باید نتیجه بگیریم که شکلی ناشناخته از انرژی وجود دارد که در چگالی کلی کائنات سهیم است. این انرژی ناشناخته با چیزی که آن را مادهٔ تاریک - یعنی جرم گمشدهٔ کائنات که گرانشش کهکشان ها را کنار هم حفظ می کند - می نامیم، متفاوت است.

محتمل ترین نامزد برای قرار گرفتن در جایگاه این انرژی جدید، ثابت کیهان شناسی است. نخستین بار آلبرت اینشتین، وجود این انرژی را پیشنهاد کرد که نیرویی رانشی است که فضای خالی را پُر می کند. اینشتین برای اینکه معادلاتش کائناتی در حال انبساط را پیش بینی نکنند، این ثابت را به آنها افزود. اما بعد از کشف انبساط کائنات، او این ایده را رد کرد و آن را «بزرگترین اشتباه زندگی ام» خواند. امروزه دوباره همین مفهوم برای کائناتی که انبساطِ رصدشده اش به دست اخترشناسان رو به افزایش و نه کاهش است، مطرح شده است. اخترشناسان انتظار دارند که داده های دقیق تر و آزمایش های دقیق تری از نظریهٔ تورم و هندسه و اجزای کائنات مهیا کنند.

تلسکوپ های پرتوگاما؛ آشکارساز قوی ترین انفجارهای کائنات:

حدود سه بار در هر روز، جایی در بی کران فضا، قوی ترین انفجارهای کائنات پرتوهای گامایی در همه جهت ها از خود ساطع می کنند. اما این امواج علی رغم شدت خارق العاده شان به جو زمین نفوذ نمی کنند. بنابراین، تلسکوپ های پرتوگاما بر فراز جو سوار بر بالوُن های بلندپرواز یا موشک هایی برای رصد های کوتاه مدت شناورند. از زمان آغاز عصر فضا، برخی تلسکوپ ها برای رصدهای طولانی مدت در مدار قرار گرفته بودند. مشهورترین آنها، رصدخانه پرتوگامای کامپتون بود که در سال 1999 با سقوطِ برنامه ریزی شده در اقیانوس آرام به کار خود پایان داد.

ماهواره های جدید، اخترشناسان را قادر ساخته که موقعیت فوران های پرتوگاما را بطور دقیق مشخص کرده و اثرآنها را تا چندین هفته بعد از آغاز انفجار رصد کنند. این تابش ها از همه سوی در

www.baffled.blogfa.com

حدود 30 میلی ثانیه تا 1000 ثانیه طول می کشند و تنها یک مورد آنها 1/6 ساعت طول کشیده است.

فوران های پرتو گاما را نخستین بار، به صورت تصادفی یک ماهواره وزارت دفاع آمریکا، که برای آشکارسازی پرتوهای گامای انفجارهای هسته ای شوروی در فضا - احتمالاً فراتر از ماه- طراحی شده بود، کشف کرد. اما فوران هایی که آنها آشکار کردند، هیچ جایی نزدیک زمین سرچشمه نداشتند. در سال 1973، اخترشناسان سرانجام به این نتیجه رسیدند که آنچه آنها آشکار کرده اند، یک پدیده نجومی تازه است.

تا همین اواخر، منشأ فوران های پرتو گاما و همچنین مکانیزم عامل رها شدن چنین حجم عظیمی از انرژی در چنین مدت زمان کوتاهی، برای اخترشناسان به دلایل ذیل ناشناخته بودند:

1. این فوران ها را نمی توان با ابزارهای روی زمین آشکار کرد.
2. این فوران ها به شکل رُندوم (تصادفی) در هر گوشه ای از آسمان رخ می دهند و آسمان هم برای انجام یک جستجوی نظام مند (سیستماتیک) زیادی بزرگ است.
3. مدت زمان هر فوران آنقدر کوتاه است که نمی توان داده های لازم را برای تجزیه و تحلیل مناسب جمع آوری کرد.

چون فاصله منابع فوران های پرتو گاما مشخص نبود، تعیین مقدار انرژی این رویدادها هم ممکن نبود. بنابراین، دانشمندان فقط می توانستند دربارهٔ منشأ آنها به گمان پردازی مشغول شوند و منشأ فوران ها در واقع ممکن بود، یک سیاهچاله، یک انفجار ابرنواختری، یک ستاره نوترونی، برخورد دو ستاره نوترونی یا حتی یک پدیده ناشناخته باشد. بالاخره در سال 1991، یک ماهواره آمریکایی کشف کرد که فوران ها به طور تصادفی به تعداد تقریباً مساوی در هر گوشه از آسمان و نه فقط در محدودهٔ نوار باریک راه شیری، اتفاق می افتند. همین یکنواختی عملاً ثابت می کرد که منشأ فوران های پرتو گاما فاصله ای بسیار دوردست، در حدود 3 تا 10 میلیارد سال نوری است. افزون بر

www.baffled.blogfa.com

این، انرژی ای که یک فوران در چند ثانیه رها می کند باید برابر با انرژی رها شده از خورشید در طول عمر 10 میلیارد ساله اش باشد (برای مقایسه، تابش خورشید یعنی فوتون های نور مرئی، انرژی ای معادل چند الکترون ولت دارند و انرژی این منابع تابش گاما بین 100000 تا یک میلیون الکترون ولت است). در چنین فاصله ای، به دلیل انبساط کائنات، این منابع باید با سرعتی رو به افزایش از کهکشان راه شیری دور شوند و بنابراین پرتوهای گاما باید از خود «انتقال به سرخ» دوپلری و همچنین افزایش تداوم نشان دهند. اخیراً گروهی از اخترشناسان درست اینچنین انتقال به سرخ و تأخیر زمانی را در پرتوهای یک منبع ضعیف و بنابراین دوردست گزارش داده اند.

خوشبختانه، در 28 فوریه سال 1997، یک فوران پرتو گاما که 80 ثانیه دوام داشت توسط یک ماهواره ایتالیایی- دانمارکی کشف شد و ماهواره مکان فوران را با دقت چند دقیقه قوس در آسمان معین کرد. 8 ساعت بعد، اخترشناسان ایتالیایی تلسکوپ پرتو ایکس همان ماهواره را به سوی آن موقعیت نشانه رفتند و یک منبع پرتو ایکس که به سرعت محو می شد را کشف کردند. این کشف، موقعیت دقیق مکان انفجار را تا یک دقیقه قوس تائین کرد و تلسکوپ های نوری زمینی قدرتمند را قادر ساخت که فقط 21 ساعت بعد، پیش از آنکه نقطه نورانی محو شود، از آن عکسبرداری کنند. عکسی که 8 روز بعد گرفته شد محو شدن نقطه نورانی را نشان می داد.

روز سیزدهم مارس سال 1997، تلسکوپ قدرتمند جدیدی در شیلی، نگاه طولانی و دقیقی به این مکان انداخت و نشانه های افشاکننده ای از یک تابشِ کم فروغِ نامتقارن یافت. بعدتر، تلسکوپ فضایی هابل این تابش را به صورت نقطه ای نورانی که اطرافش را یک جسم کشیده احاطه کرده بود، آشکار کرد. برخی اخترشناسان بر این باورند که این جسم کشیده، کهکشانی دوردست در نزدیکی لبه های کائنات مرئی است. بنا بر این آنها به این نتیجه رسیدند که اگر چنین باشد، انرژی عظیمی که آزاد شده است می بایست در عرض چند ثانیه از ناحیه ای به طول چند ده کیلومتر از فضا رها شده باشد. این ممکن نیست فقط نتیجهٔ قدرتمندترین انفجار کائنات باشد، بلکه یک حادثه کیهانی است.

www.baffled.blogfa.com

چالش پیش روی اخترشناسان در حال حاضر، این است که دریابند چه پدیده ای و چه شرایطی در یک لحظه چنین گوی آتشینی از انرژی را خلق می کند که در این زمان کوتاه این حجم از انرژی را رها می کند؟ چندین سناریو پیشنهاد شده اند، از جمله فروریزش یک منظومه دوتایی از ستاره های نوترونی، یا موتورهای قدرتمند مغناطیسی، اما هیچ پاسخ قاطع و مطمئنی هنوز ارائه نشده است.

چه عواملی باعث قوی ترین انفجارهای کائنات می شود؟

چیزی که توضیح این پدیده را اینقدر مشکل می کند، تنوع بسیار زیاد در تداوم فوران ها و اثر انگشتِ پیچیدهٔ تابش ها - یعنی طیفشان - است. بخش عمده انرژی ساطع شده، تابشِ شدید است که نشان از یک منبع بسیار داغ دارد (برای مقایسه، تابش خورشید یعنی فوتون های نور مرئی، انرژی ای معادل چند الکترون ولت دارند، اما انرژی این منابع تابش گاما بین صد هزار تاا یک میلیون الکترون ولت است) . با گذشت زمان، این تابش به آرامی به منابع انرژی کمتر همچون نور مرئی و پرتو ایکس تحول می یابد.

یک نظریه درباره منبع پرتو گاما، شامل رْمبش یک سیستم دوتایی از ستاره های نوترونی است. در چنین منظومه هایی نوعی انرژی گرانشی آزاد می شود که آنها را وادار می کند در حرکت مارپیچی به سوی هم حرکت کنند. وقتی آنها سرانجام با هم برخورد کنند، ناگهان سیاهچاله ای می سازند که مقدار عظیمی انرژی را به شکل نوترینو و پادنوترینوها رها می سازد. این ذرات به طور پیوسته در فرایندی به پرتوهای گاما تبدیل می شوند، اما در فرایند ناکارامدی که فوتون های کافی برای اینکه انرژی رصد شده را تولید کرده باشد، به بار نمی دهد. البته اخترشناسان تخمین می زنند که چنین رویدادی هر ده هزار تا یک میلیون سال در کهکشان رخ می دهد. و چون در محدوده ای از کائنات که ماهواره های ما رصد کرده اند، حدود 10 میلیارد کهکشان وجود دارد، تعداد این فوران ها که باید آشکار شوند، حدود 1000 فوران در هر سال است که رصدها این عدد را تأیید می کنند.

www.baffled.blogfa.com

دیگر صورت های سناریوی پیش بحث شده ممکن است برخورد سیاهچاله ای، با یک ستاره نوترونی، یا یک ستاره ریز نقش سفید که باقی ماندهٔ مرگ ستاره ای عادی همچون خورشید است، یا حتی یک ستاره عادی باشد. اخیرا تئوری جدیدی در باره منبع تشعشعات گاما بنام " انفجار بسیار عظیم **hypernova** " که نتیجه مرگ ستارگانی که پنجاه برا بر یا بیشتر از خورشید بزرگترند پیشنهاد شده که یک هفره سیاه که دو فوران پرتو گاما از دو قطبش سا طع میشود بوجود می آورد.

اکنون دانشمندان دائما مشغول کشف و بررسی دقیق زنجیره رویدادهایی که در آنها پرتو گاما و سپس پرتو ایکس به دنبال چنین برخوردهایی خلق می شوند می باشند، این بررسیها شامل دوامِ زمان رها کردن انرژی شان می باشد.

اکتشافات رصدخانه فضایی پرتو گامای کامپتون:

اکتشافات جدید رصدخانه پرتو گامای کامپتون دید دانشمندان از کائنات را به صورتی بنیادین تغییر داده است. هر چند، هنوز هم معماهای بسیاری برایشان باقی مانده است که به نظر می رسد بدون جایگزینی تلسکوپی به جای کامپتون حل شدنی نیستند.

یکی از چهار تلسکوپهای رصدخانهٔ فضایی کامپتون، بیش از **2500** فورانِ رازآلود پرتو گاما را در اعماق فضا ثبت کرد. یکی دیگر از آنها، بیش از **400** نمونه از تابش کننده های دائمی پرتو گاما را که **10** برابر قوی تر از حد پیش بینی شده بودند، آشکار کرد. این رصدها، به استثنای چند نمونه، آنقدر دقیق نبودند که بتوان منبع را به درستی شناسایی کرد. اما مشخص شده که تعداد بسیار زیادی از آنها داخل قرص مارپیچی کهکشان راه شیری قرار دارند.

اخیراً، دانشمندان کشف گروه جدید و دورافتاده ای از منابع پرتو گامای ناشناخته را اعلام کردند که تابشی دائمی دارند و مکانشان درون کهکشان راه شیری است. از **170** منبع تازه کشف شده، حدود نصف آنها در نواری باریک در طول صفحهٔ کهکشان قرار دارند. نیمه دیگر، گروهی که به دسته ای تازه تعلق می گیرند، در فاصله ای در حدود چند صد سال نوری به زمین نزدیک ترند. آنها

www.baffled.blogfa.com

خارج از صفحه کهکشانی در ناحیه ای موسوم به کمربند گُلد (Gould) که پُر از ابرهای گازی و ستاره های پُر جرم است قرار دارند. شدت آنها و ویژگی های طیفشان با منابع داخلِ صفحه کهکشان متفاوت است و نشان می دهند که این کمربند در کهکشان، مکان مهمی در تولد تابش های پرتو گاماست. در اینجا هم همچون بیشتر موارد دیگر، اخترشناسان قادر به تعیین ماهیت پدیدهٔ تولیدکنندهٔ پرتو گاما نبودند، چون نتوانستند هیچ جرمِ چشم گیری را پیدا کنند که در نزدیکی این محل در دیگر پرتوها بدرخشد.

ممکن است که یک توضیح در منشأ کمربند گُلد نهفته باشد، که تصور می شود باقی ماندهٔ رویدادی شدید و ناگهانی در میلیون ها سال پیش باشد. وقتی این انفجار، گاز و ستاره های جوان را از مرکز به بیرون پرتاب کرد، آنها با گازهای میان ستاره ای برخورد کردند و امواج ضربه ای پدید آوردند. این امواج موجب تولد ستاره های پُر جرم و شاید سیاهچاله ها و تَپ اَختَرها یا ستاره های نوترونی بسیار سریع- چرخان شدند. با نیروی سیاهچاله ها، ممکن است جت های ذرات از خوشه های تپ اخترها یا ستاره های عظیم 10 تا 20 برابر پُر جرم تر از خورشید سرعت گرفته و پرتاب شده باشند که همان ها احتمالاً منشأ تابش های پرتو گاما بوده اند. این ستاره ها ممکن است ذرات پُر سرعتی را به سوی فضای اطرافشان بفرستند و وقتی این ذرات با اتم های گازی برخورد می کنند ممکن است پرتوهای گاما تولید کنند.

تلسکوپ های پرتو ایکس؛ نگاهی به اسکلتون های اجرام آسمانی:

پرتوهای ایکس، امواجی از طیف الکترومغناطیس اند که هزاران بار پُر انرژی تر از نور مرئی و فرابنفش اند. پرتوهای ایکس حتی اگر به داخل جو زمین نفوذ می کردند، که نمی کنند، باز هم برای چشم انسان نامرئی اند. اما در هر کشورِ مدرن و امروزی، کسی را پیدا نمی کنید که دست کم یک بار در معرض این امواج نافذ در مطب پزشکان قرار نگرفته باشد. این ابزار تشخیصی، یک قرن است که هم برای پزشکان و هم برای اخترشناسان بسیار مهم محسوب می شود.

www.baffled.blogfa.com

پرتو ایکسِ کیهانی در جریانِ شدیدترین رویدادهای کائنات تولید می شود، همچون:

1. انفجار ستاره ها یا اَبَرنواَخترَها که طی آن برخی از عناصری که روی زمین یافت می شوند ساخته میشوند.
2. تصادم های کهکشانی که در آنها یک کهکشان، کُلِ کهکشان دیگری را می بلعد.
3. موادی که با سرعتِ نزدیک به سرعت نور با یکدیگر برخورد می کنند.
4. مادهٔ چرخان به دور سیاهچالهٔ مرکزی یک کهکشان که تا میلیونها درجه داغ شده است.
5. تصادم فوران های پلاسما که از مرکز کهکشان ها و همچنین ستاره های تازه شکل گرفته ساطع می شوند، با ابرهای موجودِ گاز و غبار که برخی از آنها آنقدر بزرگ اند که طولشان چندین میلیون سال نوری اندازه گیری شده است.
6. درست لحظه ای پیش از ناپدید شدن ماده در ژرفنای افقِ رویداد یک سیاهچاله.

این کائنات پرشور تازگی پیش چشمان ما گشوده شده و با آنچه تا حالا دیده بودیم تفاوت دارد.

پرتو ایکس را هم همچون پرتو گاما یا فرابنفش، تلسکوپ های سوار بر ماهواره ها در فضا آشکار می کنند. رصدهای پیشین را هم تلسکوپ های کوچکی سوار بر فضاپیماها، موشک ها و بالون های حامل ابزارهای مختلف بر فراز جو انجام می دادند. آن فضاپیماها به نام های اوهورو، اینشتین، روسات، آسکا و کاوشگر زمان سنج پرتو ایکس رُسی بودند و اکتشافاتی نظیر تابش پرتو ایکس زمینه در فضا و تپ های پیچیده که از سیاهچاله ها و ستاره های نوترونی ساطع می شدند، انجام دادند. اما با پرتاب سه رصدخانهٔ جدیدِ پرتو ایکس در عرض 6 ماه - یکی از سوی ایالات متحده، یکی از طرف اروپا و یکی ژاپن- هم اکنون رازهای قدرتمندترین و شدیدترین پدیده های کائنات در حال افشا شدن هستند.

نماهای پرتو ایکس از کائنات همانقدر با نماهای نور مرئی آن متفاوت اند که عکس پرتو ایکس دندان شما با تصویری از صورت خندانتان متفاوت است (تصویر صفحه 192 بخش انگلیسی).

www.baffled.blogfa.com

مشکل پرتوهای ایکس این است که آنها را نمی توان به راحتی نور مرئی در تلسکوپ های عادی به کمک آینه ها بازتاب داد یا به کمک عدسی ها شکست. به این دلیل که طول موج آنها آنقدر کوتاه است که به راحتی در انحنای آینه ها جذب می شوند. در عمل اما می توان پرتو ایکس را بازتاباند، اما سطح باید فوق العاده هموار باشد، انحنای درستی داشته باشد و مهمتر اینکه پرتو ایکس باید با زاویه ای بسیار کوچک به آینه بتابد تا جذب آینه نشود و از سطحش بازتاب شود. این امر با وارد کردن پرتو ایکس به دهانه یک آینهٔ تیوپی کمی دوکی شکل، با انتهای باز و به دقت صیقل خورده حاصل می شود به شرطی که آینه قادر به بازتاب پرتو به پایین و کانونی کردن آن در نقطهٔ کانونی در اعماق لوله باشد (در صفه 189 بخش انگلیسی تلسکوپ فضائی چندرا که از این نوع طرح بخوردار است دیده میشود).

درست مانند طیف مرئی که در آن نورِ آبی انرژی بیشتری از نور قرمز دارد و سبز و زرد جایی در میانهٔ راه اند، پرتو ایکس هم رنگین کمانِ طیفی مخصوص خودش را دارد، که در آن بخش پُر انرژی تر از نواحی داغ تر و شدیدتر و بخش کم انرژی تر از نواحی آرام تر و سردتر ساطع می شوند. این ارز «رنگهای» مختلف پرتوهای ایکس است. طیف پرتو ایکس هم مانند طیف نور مرئی، اطلاعات زیادی دربارهٔ ترکیبات، سرعت، چگالی، فاصله رویداد یا اجرامِ ساطع کننده پرتو ایکس در اختیار ما قرار می دهد.

تلسکوپ فضایی چاندرا؛ ابزار تشخیصی آسمانی:

روز سه شنبه 20 ژوییه سال 1999، در سی اُمین سالگرد نخستین راهپیمایی انسان روی ماه، شاتل فضایی کلُمبیا (که اتفاقاً هم نام فضاپیمای حامل نخستین سه فضانورد به ماه بود)، از پایگاه کِیپ کِنِدی پرتاب شد و جدیدترین تلسکوپ فضایی ناسا را در مداری به دور زمین قرار دارد. این مأموریت بار دیگر پنجره جدیدی برای اخترشناسان گشود که با نگاهی دیگر به ماهیت کائنات بنگرند. این تلسکوپ که رصدخانه فضایی چاندرا نام گرفت به نام سابراهمانیان چاندراسکار

www.baffled.blogfa.com

نامگذاری شده که فیزیکدانی متولد هند بود که در ایالات متحده زندگی می کرد و در سال 1995 در سن 85 سالگی درگذشت. او که به اختصار چاندرا نامیده می شد، یکی از برندگان سرشناس جایزهٔ نوبل و کسی بود که همواره برای پیشتازی اش در اخترفیزیک از او تقدیر می شود. اکتشافات چاندرا پایه اخترفیزیک مدرن شده است.

از نظر ثبت انرژی ساطع از رویدادهای کیهانی و اجرام آسمانی، تلسکوپ چاندرا، بین محدودهٔ تلسکوپ فضایی هابل، که نور مرئی و فرکانس های فروسرخ و بخش کم انرژی طیف را پوشش می دهد، و رصدخانهٔ پرتو گامای کامپتون، که پرتوهای گاما و بخش پُر انرژی طیف را پوشش می داد، قرار می گیرد.

تلسکوپ چاندرا (صفحه 189 بخش انگلیسی) با طول 13/5 متر و وزن 5 تُن، در مدت 20 سال و با هزینه 2/5 میلیارد دلار ساخته شد. بر خلاف تلسکوپ های عادی که یک آینه سطحی تختِ سهموی دارند، چاندرا چهار آینه لوله ای درهم رونده دارد. این آینه ها که از شیشه های به دقت مات شده به کمک یک لایه ایریدیوم ساخته شده اند، 900 کیلوگرم وزن دارند. این آینه ها طوری هم خط شده اند که یک فوتونِ منفردِ پرتو ایکس در نقطه ای در فاصله 9 متر پشت آنها کانونی می شود. این سیستم می تواند عوارضی را با نصفِ اندازه محدوده آشکارسازی تلسکوپ های زمینی، آشکار کنند. شاتل، چاندرا را در مداری در فاصله 250 کیلومتری قرار داد، اما موشکی که به تلسکوپ متصل بود، آن را در مداری بیضوی در فاصله 9920 تا 137600 کیلومتری قرار داد که درست بالای کمربندِ تابشی اطراف زمین است (تصویر صفحه 214). این رصدخانه در زاویه 28/5 درجه نسبت به استوا می چرخد و یک بار گردشش به دور زمین 64 ساعت طول می کشد. بنابراین می تواند 55 ساعت بدون وقفه رصد کند. عمر پیش بینی شده برای رصدخانه چاندرا 5 سال است.

در دسامبر سال 1999، آژانس فضایی اروپا، مأموریت چندآینه ای پرتو ایکس خود بنام XMM را سوار بر موشک آریان 5 به فضا پرتاب کرد. تلسکوپ XMM قادر به جمع آوری پرتو

www.baffled.blogfa.com

ایکس از ناحیه ای بین 5 تا 20 برابر میدان دید چاندراست. همین مشخصه آن را برای جمع آوری طیف اجرام کم نور و پخش، همچون کهکشان های دوردستْ مناسب ساخته است. همچنین XMM به دلیل قابلیتِ تغییر جهت سریع، قادر است انفجارهای کیهانی به سرعتْ محو شونده را که فوران های پرتو گاما ساطع می کنند، پیش از از بین رفتن اثراتشان بررسی کند.

ماهواره پرتو ایکس ژاپنی ها که اَسترو ای (Astro E) نام دارد در فوریه سال 1999 پرتاب شد. طیف سنجِ این ماهواره تفکیک شده ترین طیفِ پرتو ایکس را از فضا در اختیار ما قرار میدهد. توانایی این ماهواره در ثبت پرتوهایی با انرژی بالا و همزمان با کیفیت، به نسبت موجب پدید آمدن تصویری دقیق و واضح از ترکیبات، چگالی و دمای گازهای داغ می شود.

وقتی نتایج اَسترو ای و XMM با هم ترکیب می شوند، تصویر کلی یک جسم یا یک رویداد را شکل می دهند. چاندرا همچنین طیف نگاری دارد که پرتوهای ایکس ساطع شده از انرژی را طبقه بندی کند. اما XMM و اَسترو ای که تصاویرشان به وضوحِ تصاویر چاندرا نیست، مخصوص جمع آوری واضح ترین و پر جزییات ترین طیفِ پرتو ایکس از فضا هستند. همچنین XMM ویژگی اضافه ای دارد و آن توانایی ردیابی تابش های پرتو ایکسی است که نوسان هایی در شدتشان در کسر کوچکی از ثانیه پدید می آید. پیش از چاندرا، که می تواند جزییات ظریف تری را نسبت به هر ابزارِ مشابهی ببیند و تفکیک کند، تصاویر پرتو ایکس حتی از تصاویر یک تلسکوپ خوبِ آماتوری زمینی در نور مرئی هم ناواضح تر بودند.

چند پرسش بنیادین که انتظار داریم سه تلسکوپهایِ پرتو ایکس دنیا، تا حدودی به آنها پاسخ دهند، به این ترتیب اند:

1. سن و اندازهٔ کائنات.
2. ماهیت و پراکندگی «ماده تاریک» اعجاب انگیز که باعث شده دانشمندان به خاطرش ناخن هایشان را تا انتها جویده باشند.

www.baffled.blogfa.com

3. ماهیت اجرام آسمانی از ستاره های عادی تا اَختَروَش ها که منابع دوردست نور و تابش اند که از 12 میلیارد سال پیش به این سو از هر طرف به سوی ما می تابند.
4. فرایندهایی که داخل و میان اجرام آسمانی رخ می دهد.

در مجموع، همه این ها برابر با بررسی تاریخ و تحول کائنات است.

تصاویر پرتو ایکس کائنات:

تصاویر پرتو ایکسی که چاندرا برای ما تهیه کرده است، هم اکنون رویدادها و پدیده هایی را آشکار کرده است که تا به حال فقط در فرضیه ها حضور داشته اند. نخستین داده های چاندرا، تصاویری بی همتا بود از بقایای اجرام گلوله

مانندی که از انفجار یک ستارهٔ غول به فضا پرتاب می شوند، و همچنین فوران های داغ و پرتو ایکسِ ساطع کننده ای از موادی که به سرعت از میان گازهای اطراف در مرکز کهکشان ها و خوشه های کهکشان ها عبور می کنند.

این تصویرجذاب ترین و در عین حال هم انگیزترین تصویر چاندرا از شکل گیری گازهای داغِ درخشان در مرکز سحابی خرچنگ است. این سحابی بقایای درخشندهٔ ستاره ای نزدیک است که انفجارش حدود 1000 سال پیش ثبت شده است. احتمالاً این ساختار، همّ خط با محورِ چرخش تَپ اَختَرِ باقی مانده از ستاره است. میدان های مغناطیسی که به علت چرخشِ تپ اختر به سرعت به دور خود می چرخند، احتمالاً منابع انرژی تابشِ سحابی خرچنگ در نور مرئی، تابش فروسرخ، تابش ایکس و تابش های رادیویی اند که همگی در صفحه 192 بخش انگلیسی دیده می شوند. این

www.baffled.blogfa.com

ساختارِ فِرفِره- مانند را که از فرکانس اشعه ایکس توسط تلسکوپ چندرا گرفته شده، ممکن است نحوهٔ کارکردِ این منابع انرژی را آشکار کنند.

در حالی که همه مأموریت های پیشین نیز، که با کشف نخستین منبعِ کیهانی پرتو ایکس در سال 1962 آغاز شدند، یافته های جالب توجهی داشتند، مهم ترین کشف از سری جدیدِ رصدهای پرتو ایکس به نظر می رسد اجرامی اند که وجودشان اصلاً گمان نمی رفت.

سیاهچاله ها اجرام پُرجِرمی اند که دورتادورشان را افقِ رویداد همچون هاله ای احاطه کرده است. افق رویداد مرزی از سیاهچاله است که هیچ چیز حتی نور مرئی، پرتو ایکس و هیچ تابشی را از آن گریزی نیست. سیاهچاله های اَبَرپُرجِرم که جِرمشان میلیون ها یا حتی میلیاردها برابر جرم خورشید است، در مرکزِ بزرگترین کهکشان ها قرار دارند و قرص های عظیمی از گاز -که قرص های بُرافزایشی accresion disk نام دارند- اطرافشان می چرخند. هستهٔ این مجموعه، که هسته های فعال کهکشانی نامیده می شوند، حدود 10 تا 1000 بار از همهٔ ستاره های کهکشانِ میزبان درخشان ترند.

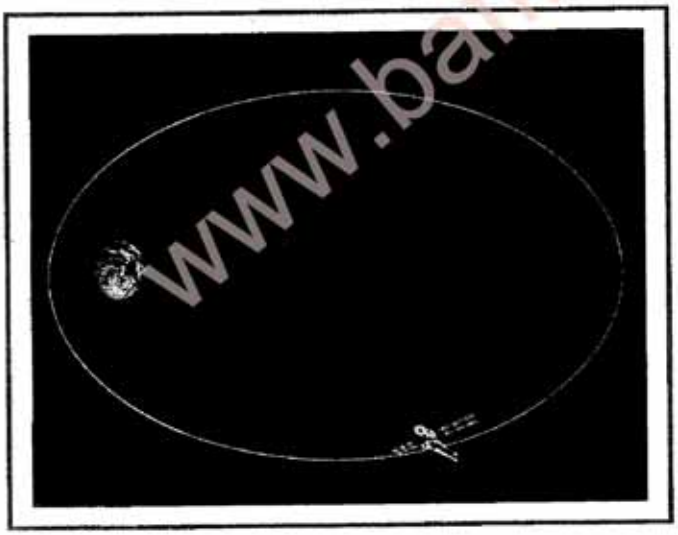
تلسکوپ چاندرا از بخش هایی از آسمان، دایره ای حدود یک-پنجم قرصِ کامل ماه، با تابشِ کم فروغی از پرتو ایکس که همه جا را فراگرفته عکس گرفته است. دانشمندان بر این باورند که این تابش از نخستین اجرام مستقل در کائنات دوردست تابش می شود. برخی از کم فروغ ترین منابع تابشی ممکن است دورترین اجرامی باشند که تا به حال رصد شده اند.

این تابش پرتو ایکسِ زمینه، همچون تابش میکروویو زمینه (CMB) کاملاً هموار نیست و آشفتگی های ملایمی در آن به چشم می خورد. بنابراین راه جدیدی برای تحقیق و تَفَحُّص در یکی از بنیادی ترین پرسش های بی پاسخِ کیهان شناسی است. چگونه ماده که زمانی پس از انفجار بزرگ ظاهراً به صورت یکنواختی هموار بوده است، به ناصافی کائنات بزرگ مقیاسِ کهکشان ها و خوشه های پراکندهٔ امروز درآمده است؟

www.baffled.blogfa.com

همچنین درونِ تابش پرتو ایکس زمینه، کلیدهای مهمی دربارهٔ شرایط عصر تاریکی کیهانی وجود دارد که درست پس از انفجار بزرگ آغاز شد و تا 300000، یعنی تا زمان پیدایش اولین ستاره ها طول کشید. گمان می شود که سیاهچاله های اَبَرپُرجِرم که گاز را با سرعت تقریباً سرعت نور به درون خود می کشند و تابش های بسیار عظیمی شکل می دهند، مسئول این پرتوهای ایکس اند. البته در بسیاری از موارد که جرمِ نور مرئی از خود تابش نمی کند، مشخص است که آنها پیش از تولدِ نخستین ستاره وجود داشته اند. درک اینکه چگونه سیاهچاله هایی پیش از تولد ستاره ها شکل گرفته اند، هدف بزرگ اخترشناسانِ هزارهٔ جدید است.

دانشمندان در تلاش اند که رصدخانه پرتو ایکسی آنچنان نیرومند بسازند که بتواند تصویری از چنین سیاهچاله ای بگیرد. این کار، نیازمندِ رسیدن به توان تفکیک و وضوحی فضایی دست کم یک میلیون بار حساس تر از چاندرا میباشد. هدف آن آشکارسازی شبح تیرهٔ افق رویداد در برابر گازهای اَبَرداغِ چرخندهٔ اطرافش است. این کارِ بزرگ احتمالاً نیازمند مجموعه ای از 32 ماهوارهٔ پرتو ایکسِ همانند است که به مرکز کهکشان ها - جایی که سیاهچاله های اَبَرپُرجِرم پنهان شده اند- خیره شوند.



مدار تلسکوپ فضایی چندرا بدور زمین

درقرن جدید، رصد اسرار آمیز یکی از پُرطرفدارترین سرگرمیهای بشریت خواهد بود.

www.baffled.blogfa.com

10

نظریه نسبیت و سرعت نور

"جرم انرژیست"

- فرضیه نسبتی خاص

"اگر با دختری زیبا روی نیمکتی در باغ بنشینیم، یک ساعت مثل یک دقیقه می گذرد، اما یک دقیقه نشستن روی یک آجاق داغ به اندازه یک ساعت به نظر می آید.

- آلبرت اینشتین

www.baffled.blogfa.com

نظریه نسبیت و سرعت نور

«. . . درس واقعی نظریه نسبیت اینشتین این است که ما نمی توانیم به حواسمان اعتماد کنیم. اینشتین به علم باور داشت و از آن برای کاوش پدیده هایی در طبیعت استفاده کرد که برای ما مشهود نیستند و فراتر از درک ما هستند . . . »

****

از نظر علم، همه اجرام ساکن کائنات، دست کم در یک ویژگی مشترک اند و آن این است که هیچکدام از آنها در نقطه ای که دیده می شوند، حضور ندارند. خواه این جِرم ماه باشد یا خورشید، سیارات، ستاره ها، کهکشان ها یا دورترین اَختَروُش ها. به هر حال، زمانی که ما نورشان را اینجا روی زمین رصد می کنیم، آنها به مکان دیگری در فضا حرکت کرده اند. مثلاً در زمان طلوع، خورشید در واقع 8 دقیقه و 19 ثانیه پیش از آنکه ما طلوعش را در افق شرقی ببینیم، طلوع کرده است و همچنین در غروب 8 دقیقه و 19 ثانیه پیش از اینکه ما غروبش را در افق غربی ببینیم غروب کرده است. این ها همه به دلیل جالب ترین و تعیین کننده ترین عامل در ساز وکار کائِنات - سرعت نور - است که نه تنها محدودیتی در حدود 299,792 کیلومتر در ثانیه دارد، بلکه از حرکت منبع نور و همچنین بیننده نیز مستقل است.

معنی اینکه می گوییم سرعت نور از حرکت منبع نور و بیننده مستقل است چیست؟

برای فهم این مفهوم، نخست باید به یاد آوریم که ما هر آنچه راکه می بینیم، معمولاً بر اساس سیستم تعریف نیوتن از نیرو، فضا(فاصله) و زمان، تجزیه و تحلیل می کنیم. در این سیستم همه چیز، از سیب های اُفتان از درخت تا سیارات سرگردان در مدار، تحت تأثیر نیروی گرانش اند وطبق قوانین حرکتی یکسانی عمل می کنند. این قوانین به صورت منطقی و یک دست در همه جای کائنات صرف نظر از شرایط، صدق می کنند.

www.baffled.blogfa.com

پایه های این دنیای منطقی فضا(فاصله) و زمان هستند. خودِ نیوتن در کتاب اصول (Principia)، زمان و فضا را چنین تعریف کرده است: «زمانِ مطلق، حقیقی و ریاضی گونه، در ماهیت خود به آرامی جریان دارد و به هیچ چیز خارجی وابسته و مرتبط نیست و نام دیگرش دیرِش است.» به همین ترتیب، «فضای مطلق، در ماهیت خود بدون ارتباط و وابستگی به هیچ چیز خارجی همیشه یکسان و بی تحرک است.»

به بیان دیگر، فضا و زمان مطلق اند. و البته چنین هم به نظرمان می رسد.

چرا؟

مطلب زیر را در نظر بگیرید:

فرض کنید که شما در پیاده رویی ایستاده اید و من نشسته در اتومبیلی با سرعت 100کیلومتر در ساعت از جلو شما می گذرم. وقتی شما به من داخل اتومبیل نگاه می کنید، سرعت مرا 100 کیلومتر در ساعت اندازه می گیرید، اما این فقط در صورتی درست است که سرعت شما نسبت به مرجع صفر باشد (این مرجع چیزی نیست جز زمین زیر پای ما). حالا فرض کنید که چشمان شما بسته است و داخل اتومبیل دیگری نشسته اید که با سرعت 100کیلومتر در ساعت درست کنار اتومبیل من در حرکت است. شما چشم بندتان را برمی دارید و در تمام لحظات مرا کنار خود می بینید. بنابراین نتیجه می گیرید که سرعت من نسبت به شما صفر است. اما، اگر اتومبیل شما در خلاف جهت حرکت اتومبیل من در حرکت باشد، فاصله بین ما در عرض یک ساعت 200کیلومتر خواهد شد. یعنی سرعت من نسبت به شما، یا سرعت شما نسبت به من، 200کیلومتر در ساعت خواهد بود.

حالا فرض کنید که من در اتومبیلی با سرعت 100کیلومتر در ساعت نشسته ام و سنگی را با سرعت 50کیلومتر در ساعت در جهت حرکت اتومبیل پرتاب می کنم. نسبت به شما که در پیاده رو ایستاده اید، سرعت سنگ به 150کیلومتر در ساعت می رسد. به این دلیل که سنگ از ابتدا و داخل اتومبیل سرعت 100کیلومتر در ساعت را داشته است و سرعت اضافی 50کیلومتر در ساعت هم با

www.baffled.blogfa.com

عمل پرتاب من به آن اضافه شده است. از سوی دیگر، اگر من سنگ را با سرعت 100 کیلومتر در ساعت در جهت خلاف جهت حرکت اتومبیل به بیرون پرتاب کنم، سرعت سنگ نسبت به شما صفر می شود. این سرعت نسبی نامیده می شود که فیزیک کلاسیک نیوتن به نحو قابل قبولی با آن برخورد کرده است.

اما، اگر من چراغ قوه ای در دست داشته باشم و آن را روشن کنم، فرقی ندارد که به چه جهتی نشانه روم. بر خلاف سنگ، سرعت نور چراغ قوه نسبت به شما تغییر نمی کند. این سرعت همواره 299800 کیلومتر در ثانیه، بدون هیچ ارتباطی به سرعت اتومبیل خواهد بود؛ حتی اگر تومبیل با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت کند. به بیان دیگر، سرعت نور چراغ قوه اصلاً مستقل از سرعت اتومبیل است.

پرسش حالا این است که در چه سرعتی این جمع ساده سرعت ها می شکند؟

واضح است که وقتی سرعت ها به سرعت نور می رسد، چیز غریبی رُخ می دهد. چون سرعت کمیت تعریف شده ای برابر با فاصله بخش بر زمان است – که هر دو هم مطلق فرض می شوند - یکی از آنها یعنی فاصله یا زمان باید بستگی به سرعت داشته باشند(یعنی نسبی باشند) تا سرعت نور مطلق و ثابت باشد.

تا دهه 1860، هیچ کس مطلق بودن فضا و زمان را زیر سئوال نبرده بود. در این زمان نظریه ماکسول، که نور را موج الکترومغناطیس می دانست مشکلاتی را در مکانیک کلاسیک نیوتن درباره سرعت نور در اجرام متحرک آشکار کرد.

شک و گمان با نتایج آزمایش های میکِلسون - مورلی به شدت به واقعیت نزدیک شد. این دو دانشمند با انجام آزمایشی در سال 1887 در تلاش بودند که سرعت زمین را نسبت به «اِتِر» - ماده ای خیالی که در اواخر قرن نوزدهم تصور بر این بود که تمام فضا را فراگرفته - به دست آورند. آنها یک پرتو نور را تقسیم کردند و هر قسمتش را به سوی هدفی فرستادند؛ یکی در جهت حرکت زمین

www.baffled.blogfa.com

به دور خورشید، و دیگری با زاویه 90 درجه نسبت به آن. تصور بر این بود که تأخیر زمانی در رسیدن دو پرتو نور، مقدار سرعت زمین را نسبت به ماده فرضی اِتِر در فضا مشخص می کند. چرا؟ چون فکر می کردند که پرتو نوری که در جهت حرکت زمین حرکت می کند، بااندازه ای برابر با سرعت مداری زمین، سریعتر از پرتو دیگرباید حرکت کند.

اما در کمال تعجب آنها، هر دو پرتو در زمان یکسانی به مقصد رسیدند. که این مغایر با قوانین مکانیک نیوتن بود (البته تازه اگر به عقل سلیم اشاره نکنیم). بنا بر این مشخص شد که سرعت حرکت زمین هیچ تأثیری در سرعت نور ندارد. افزون بر این، چون سرعت نور بدون توجه به سرعت حرکت منبع نور ثابت باقی می ماند، نتیجه این می شود که سرعت نور حدی غیر قابل عبور است. فیزیک کلاسیک با مشکلی جدی مواجه شده بود. واضح بود که اصلاً نوعی قوانین مکانیک جدید لازم بود که در آن سرعت نور غیر قابل عبور باشد و یکی از عناصر فضا یا زمان، یا شاید حتی هر دو در آن نسبی فرض می شدند.

تأخیر زمانی Time Dilation

آلبرت اینشتین بود که به پاسخ رسید. او به این نتیجه رسید که زمان برای همه بینندگانی که با سرعت های مختلف حرکت می کنند یکسان نیست. وقتی سرعتِ یک متحرک نسبت به دیگری افزایش می یابد، زمان کاهش می یابد و وقتی این سرعتِ نسبی به سرعت نور برسد، زمان متوقف می شود. این، مفهومی با نام «تأخیر زمانی» است و یکی از پیامدهایش موضوع مشهور «پارادوکس دوقلوها» است.

وقتی یکی از دوقلوها روی زمین می ماند و دیگری با سرعتی نزدیک به سرعت نور، عازم سفری به فضا می شود، بر اساس مفهوم تأخیر زمانی، وقتی مسافر فضا به زمین بازمی گردد، نسبت به برادرش که روی زمین مانده، کمتر به سنش اضافه شده است و بنابراین از برادر دوقلویش جوانتر

www.baffled.blogfa.com

مانده است. چرا؟ چون زمان برای برادر مسافر فضا در طول سفرش آهسته شده، اما برادر دیگر در «زمان عادی» پیر شده است.

فرمول اندازه‌گیری اثر تأخیر زمانی به این شرح است:

$$T=T' (1-V2/c2)^{1/2}$$

که در آن:

T = زمان برای فرد متحرک.

T'= زمان برای فرد ساکن.

V = سرعت متحرک.

c = سرعت نور.

چون c خیلی بزرگ است(300000 کیلومتر در ثانیه)، برای مقادیری از V که در حد تجربهٔ انسان است - حتی سفر با سرعت فعلی فضاپیماها در مدار(حدود 7/8 کیلومتر در ثانیه) - عبارت V/c آنقدر ناچیز می شود که تفاوت میان T و T' تقریباً نامحسوس می شود. فقط وقتی که V شروع به رسیدن به سرعت هایی با مقدار درصدهای یک رقمی از سرعت نور (1 درصد و بیشتر) می کند، اثر تأخیر زمانی محسوس می شود.

جدول زیر مقادیر T/T' را در برابر مقادیر V از 0/5 تا 100 درصد سرعت نور نشان می دهد. همچنان که در این جدول بالا اشاره شده، اگر کسی با سرعت 50 درصد سرعت نور حرکت کند، هر ثانیه زمانش برابر با 0/8660254 ثانیه فرد ساکن است. البته، با افزایش سرعتش، این کسر به طور تصاعدی کاهش می یابد تا زمانی که سرعت او به سرعت نور می رسد که زمان به طور کامل برای او می ایستد.

www.baffled.blogfa.com

v/c	T/T'
0.005	0.9999874
0.010	0.9999499
0.10	0.9949874
0.25	0.9682458
0.50	0.8660254
0.60	0.8000000
0.70	0.7141428
0.80	0.6000000
0.90	0.4358898
0.95	0.2738612
0.99	0.1410673
0.999	0.0447213
0.9999	0.0141421
1.0000	0.0000000

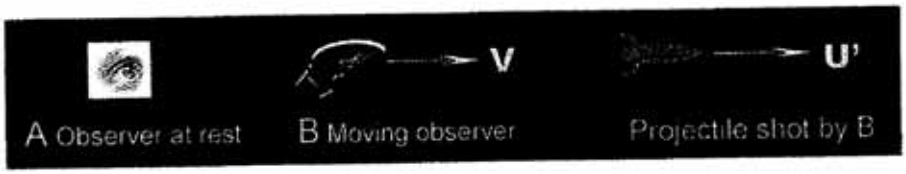
سرعت های نسبی نسبیتی:

اگر در سرعت هایی نزدیک به سرعت نور، جمع ساده سرعت های دو جسمِ متحرک می شکند، پس فرمول های حاکم بر آنها در این حالت چیست؟

در زیر معادلات مربوط به سه صورت متفاوت این مسئله را می بینید،

که اگر ما سوار بر فضاپیمایی با سرعت های نسبیتی سفر میان ستاره ای مان را آغاز کنیم، با چه چیزی مواجه خواهیم شد؟

1) فضاپیمای (B) با سرعت V نسبت به بیننده ثابت (A) حرکت می کند و موشکی را با سرعت U' نسبت به فضاپیما پرتاب می کند.



سرعت U_o موشک از دید بینندهٔ ثابت (A) از فرمول (1) محاسبه می شود.

www.baffled.blogfa.com

$$U_o = (V + U') / (1 + V * U' / c^2) \qquad (1)$$

فرمول معکوس هم به این شکل است:

$$U' = (U_o - V) / (1 - V * U_o / c^2) \qquad (2)$$

اگر $V = 0.30\ c$ و $U' = 0.5\ c$ باشد، آنگاه $U_o = +0.6956521\ c$ خواهد بود.

2) دو فضاپیمای (A) و (B) با سرعت های نسبیتی V_a و V_b به ترتیب به یکدیگر نزدیک می شوند.

معادله محاسبه سرعت U' فضاپیمای (B) از دید فضاپیمای (A) چنین است:

$$U' = (V_b - V_a) / (1 - V_b * V_a / c^2) \qquad (3)$$

اگر $V_a = 0.55\ c$ و $V_b = -0.65\ c$ باشد، آنگاه $U' = -0.8839779\ c$ خواهد بود.

3) دو فضاپیمای (A) و (B) با سرعت های نسبیتی V_a و V_b به یکدیگر نزدیک می شوند. سپس فضاپیمای (A) موشکی را با سرعت V_p به سوی فضاپیمای (B) پرتاب می کند.

برای اینکه فضاپیمای (B) بتواند مانور فرارش را آغاز کند، کامپیوترهایش نخست باید سرعت U' را محاسبه کنند؛ یعنی سرعتی که موشک با آن به فضاپیما نزدیک می شود. برای انجام این

www.baffled.blogfa.com

محاسبات، کامپیوتر فضاپیمای (B) باید نخست سرعت موشک را آنطور که یک بیننده می بیند، از فرمول (1) محاسبه کند، که اگر در آن $V = V_a = 0.30\ c$, و $U' = V_p = 0.5\ c$ باشد، چنان که پیشتر محاسبه کردیم، $U_o = 0.6956521\ c$ به دست می آید.

اگر سرعت فضاپیمای (B) $V_b = -0.6c$ باشد، آنگاه سرعت نزدیک شدن موشک به آن یعنی U' از معادله (3) محاسبه می شودکه در آن $U_o = V_a = 0.6956521\ c$، و $V_b = -0.6\ c$ میباشد، در نتیجه $U' = 0.9141104\ c$ خواهد بود شد.

جرمِ نسبیتی:

بر اساس مکانیک نیوتنی، اگر نیرویی به طور دائم بر جسمی وارد شود، اندازه حرکتش (جرم ضرب در سرعت) به مدت نامحدودی افزایش می یابد (در اینجا جرم، مقاومت جسم در برابر شتاب تعریف شده است). وقتی سرعت نسبتاً کم است، هیچ مشکلی نیست، البته وقتی سرعت به سرعت نور برسد و دیگر نتواند بیشتر شود، اندازه حرکت هم نمی تواند بیشتر شود. اما، اندازه حرکت باید افزایش یابد چراکه نیرو همواره در آن اثر دارد. این در صورتی ممکن است که جرم جسم تا جایی افزایش یابد که نیروی وارد شده نتواند به جسم شتاب بیشتری وارد کند. نکته ایراکه در اینجا باید در نظر داشت این است که این افزایش جرم به معنای افزایش اَبعاد جسم نیست، چراکه در این صورت به خلق اتم های جدیدی نیازمندیم که البته آنها خود بخود به وجود نمی آیند. در واقع در این مسئله، مقاومت در برابر شتاب افزایش می یابد و ما آن را نباید به افزایش به جرم جسم تعبیر کنیم.

فرمول این تغییر چنین است:

$$M = M' / (1 - V^2 / c^2)^{1/2}$$

که در آن:

M = جرم نسبیتی جسم در حال حرکت.

M' = جرم جسم در حال سکون.

www.baffled.blogfa.com

V = سرعت جسم متحرک.

c = سرعت نور.

می باشد

جدول ذیل ضریب ازدیاد جرم در سرعتهای مختلفی را که ما با آنها در زنده گی روز مره مان آشنائی داریم نشان می دهد. همین طور که ملاحظه میشود تا وقتی که سرعتمان به 10% سرعت نور نرسد این ضریب به یک رقم قابل ملاحظه نمیرسد.

Mass increase at various speeds

Moving object	V	V/C	Ω
Automobile	100 km/h	0.00000009	1.000000000
Concorde SST	2,000 km/h	0.000002	1.000000000
Rifle bullet	1 km/s	0.000003	1.000000000
Earth escape speed	11 km/s	0.000037	1.000000001
Orbital speed of Earth	30 km/s	0.0001	1.000000005
10% of light's speed	30,000 km/s	0.1	1.005
50% of light's speed	150,000 km/s	0.5	1.155
		0.9	2.294
		0.98	5.025
		0.988	6.474
		0.99	7.089
		0.999	22.37
		0.9992	25.00
		0.9994	28.87
		0.9999	70.71
		0.999999	707.1
		0.99999999	7071

$$M' = M \times \Omega$$

$$\Omega = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

راهی مستقیم برای توضیح بیشتر این ضریب، از تعریف جرم به صورت اینرسی **inertia** (لَختی) حاصل می شود؛ یعنی مقاومت در برابر شتاب که جسمی تحت تأثیر یک نیرو از خود نشان می دهد. افزایش اینرسی نشان می دهد که مقاومت در برابر نیروی اِعمال شده آنقدر افزایش یافته (یا اثر نیرو به تدریج آنقدر کاهش یافته است) که رسیدن به سرعت نور غیر ممکن است.

www.baffled.blogfa.com

آلبرت اینشتین و نظریه نسبیت:

اینشتین این مفهوم را در نظریهٔ نسبیت خاص خود که با حرکت یکنواخت سر و کار دارد، به فرمول درآورده است. این نظریه در سال **1905** منتشر شد؛ زمانی که اینشتین فقط **26** سال داشت و کارمند اداره ثبت اختراعات در سوییس بود.

نظریات اینشتین درباره ماهیت زمان آنقدر ناسازگار با عقل سلیم بود که بسیاری از افراد نمی توانستند آن را درک کنند. و معدودی هم که آن را می فهمیدند، جدی اش نمی گرفتند چون قبول این نظریات به معنای پایان فیزیکی بود که آنها می شناختند. مهمترین و دشوارترین تغییر این بود که دیگر هندسه سه بُعدی نمی توانست فضایی را که ما کائنات نامیده ایم توضیح دهد، یعنی بُعد جدیدی به نام زمان باید به آن اضافه می شد. بنابراین، شکل جدیدی از هندسه که زمان را هم به حساب بیاورد، لازم بود. به بیان دیگر، جهان را نمی شد دیگر با «کجا» تعریف کرد، بلکه باید می شد: «کجا- چه وقت».

کسی که نظریات اینشتین را جدی گرفت مینکووسکی بود، استاد سابق ریاضیات او در پلی تکنیک زوریخ که او را «سگ تنبل» می نامید. او به ماهیت انقلابی نظریات اینشتین پی برد، و شروع به پُر کردن برخی خلأهای موجود در نظریه کرد. این خلأها که اینشتین در نظریه اش باقی گذاشته بود، بیشتر ماهیت ریاضیاتی داشتند - دانشی که در حیطه توانایی اینشتین نبود.

در سال **1907**، مینکووسکی کتابی به نام فضا و زمان نوشت که در آن زمان را بُعد چهارم دانست. او نشان داد که ممکن نیست زمان و فضا از هم جدا باشند، بلکه آنها با یکدیگر در هم تنیده اند و فقط به صورت فضا- زمان وجود دارند. ما دیگر نمی توانیم مشخص کنیم که «کجای» کائنات هستیم بدون اینکه معین کنیم «چه وقت» در کائنات هستیم؟

خیلی زود، دانشمندانِ سراسر کائنات، از جمله خود اینشتین شروع به کار بر روی مفاهیم ریاضیاتی نسبیت کردند. نتایج، منحصر به جواب های عجیب تر و خارق العاده تر شد. مثلاً، اگر نسبیت در نظریهٔ الکترمغناطیس ماکسولِ در نظر گرفته شد، نشان میدهد که وقتی سرعت ذره ای به

www.baffled.blogfa.com

سرعت نور برسد، جِرمش- یعنی مقاومتش در برابر حرکت- افزایش می یابد. بنابراین برای حرکت دادن آن، به نیروی بسیار بیشتری نیاز داریم. افزون بر این، ابعادش کاهش می یابد تا جایی که در سرعت نور، جرم کاملاً ناپدید می شود.

جِرم، انرژی و سرعت نور:

نتیجهٔ حیاتی دیگری از فرضیه نسبیت، منجر به جنجالی ترین و گسترده ترین نتیجه گیری دربارهٔ ماهیت کوانتا **quanta** شد. این نظریه نشان داد که ریزترین اجزاء نور ذراتی ساده اند که جِرمشان را به طریقی از دست داده اند و تبدیل به شکل خالصی از انرژی شده اند که با سرعت نور حرکت می کنند. این یعنی که جِرم و انرژی قابل تبدیل به یکدیگرند و سرعت نور در ارتباط میان این دو کمیت نقش دارد. دو سال طول کشید تا اینشتین توانست این مفهوم را به صورت ریاضی وار درآورد. وقتی این کار را تمام کرد، نتیجه اش مشهورترین (یا شاید هم گمنام ترین- بستگی به دیدگاه افراد دارد!) فرمول در فیزیک شد:

$$E=m\,c^2$$

که در آن **E** = انرژی ، **m** = جِرم، و **c** = سرعت نور می باشد.

این فرمول تکان دهنده نشان می دهد که ماده صِرفاً از انرژی شکل گرفته است و با در نظر گرفتن بزرگی مقدار سرعت نور، مقدارِ کوچکی جِرم ماده شامل مقدار عظیمی انرژی می باشد. مثلاً، در یک کیلوگرم ماده، انرژی کافی برای حمل **300000** تُن سنگ از زمین به سطح ماه موجود است.

هیچ معادله یا اصلِ علمی دیگری، شامل چنین فهم بزرگی از ساز وکار کائنات نبوده، یا چنین تأثیری بر زندگی نداشته و چنین تهدیدی هم برای بشریت نبوده است! این معادله هم به ما نشان داد که ستاره ها چطور می درخشند و هم نیروی محرک لازم برای ساخت نیروی اتمی - بمب اتمی و بمب هیدروژنی- را فراهم کرد. در عین حال، کائنات بر اساس همین معادله خلق شده است - در رویدادی که ما آن را انفجار بزرگ می نامیم، در یک لحظه مقدار زیادی انرژی به ماده تبدیل شد.

www.baffled.blogfa.com

ماهیت گرانش:

به نظر می رسد که مینکووسکی، بیش از هر دانشمند مشهوری در آن دوران، از جمله ماکس پلانک نامدار، اینشتین را ترغیب و متقاعد کرد که کارش را ادامه دهد. او جرقه ای در ذهن اینشتین خلق کرد که منجر به تکمیل نظریه نسبیت عام او شد که نگاهی به ماهیت گرانش داشت که بسیار با نوع شرح و توضیح نیوتن از گرانش متفاوت بود.

اینشتین نتیجه گیری هایش را در قالب دو نظریه فرمول بندی کرد.

1. فرضیه نسبیت خاص که در سال 1905 منتشر شد و به بررسی حرکت یکنواخت می پردازد.
2. نظریه نسبیت عام که در سال 1916 منتشر شد و به بررسی حرکت شتاب دار می پردازد.

این دو نظریه حرکت را در سرعت هایی نزدیک به سرعت نور توضیح می دهند و برای سرعت های کوچکتر که در برابر سرعت نور واقعاً ناچیزند، به صورت قوانین حرکت نیوتن تبدیل می شوند.

فرمول های نیوتن نه تنها در پیش بینی حرکت در سرعت های نزدیک به سرعت نور به خطا می رود، بلکه وقتی حرکت سیارات را هم به نیروی گرانش نسبت می دهد، موفق نمی شود توضیح دهد که این نیرو چطور بی درنگ در فضای خالی منتقل می شود. درک عمل کرد فوری نیرو در طول فاصله، مفهومی دشوار بود. بنابراین ایده وجود اِتِر مطرح شد. اِتِر می بایست ماده ای بی بو، بدون جِرم، بی رنگ، رها از اصطکاک و بی تغییر می بود که حرکت آزادانه نور و گرانش را در خودش امکان پذیر می کرد.

اینشتین هیچگاه ایده اِتِر را دوست نداشت و همیشه از این حقیقت که نسبیت درباره همهٔ پدیده های فیزیکی به غیر از گرانش صدق می کند، ناراحت و پریشان بود. چنین به نظرش می رسید که چون گرانش به جِرم اجسام بستگی دارد، و مقدار عددی دقیق جِرم نسبی است (وابسته به سرعت)، پس گرانش هم باید نسبی باشد. اما چنین نیست. افزون بر این، وقتی هیچ چیز نمی تواند سریعتر از سرعت نور حرکت کند، چطور گرانش در یک لحظه در فواصل عظیم کا ئنات منتقل می شود؟

www.baffled.blogfa.com

اینشتین پس از انتشار نظریه نسبیت خاص، مُدام به این مسائل فکر می کرد. یک روز در نوامبر سال 1907، در حالی که روی صندلی اش در اداره ثبت اختراعات شهر برِن - که او کارمند رده دوم آن بود- نشسته بود، ناگهان فکری به ذهنش خطور کرد که بعدها آن را «شادترین فکر زندگی ام» نامید، و آن این بود که «اگر شخصی سقوط آزاد کند، وزن خودش را حس نمی کند.» او دریافت که علت این است که هر ملکول بدن شخص، به یک مقدار مشخص از گرانش شتاب می گیرد. این حقیقت را دانشمندان از زمان گالیله می دانستند. می توانیم حتی بگوییم که شخص، ساکن و ثابت است و محیطِ اطرافش به سوی بالا شتاب می گیرد. بنابراین، به نظرش می رسد که گرانش نسبی است. این به آن معنا بود که اصولِ نسبیت که برای حرکت یکنواخت تعریف شده بودند، قابل استفاده در حرکت شتابدار هم هستند.

او از این نکته که جرمِ لَختی در قوانین نیوتن برابر با جرمِ گرانشی است، و میدان الکترومغناطیسی حامل نیروی الکترومغناطیسی است الگو گرفت و به این نتیجه رسیدکه میدان گرانشی هم وجود دارد که حامل نیروی گرانش است، و این میدان حاصل اثرِ جرم بر فضای اطرافش است.

در چنین شرایطی، فضا و زمان دیگر مطلق نیستند - آنها به شکل زنجیره ای قابل انعطاف متحد شده اند که به حضور جرم با خمیده شدن پاسخ می دهند؛ درست مانند خمیدگی و انحنای یک صفحهٔ پلاستیکی نرم در برابر حضور یک توپِ سنگین روی آن.

زنجیرهٔ فضا- زمان

بنابراین، آنچه نیوتن به نیروی گرانش نسبت می داد چیزی نبود به جز انحنای زنجیرهٔ فضا- زمان در اطراف هر جرمی همچون خورشید. سیارات فقط ساده ترین راه را در فضا- زمانِ خمیدهٔ اطراف خورشید طی می کنند. همچنین، ماه هم فقط انحنای زنجیرهٔ فضا- زمان را که به دلیل حضورِ

www.baffled.blogfa.com

زمین ایجاد شده است، طی می کند. در همهٔ موارد، تمایل به افتادن در زنجیرهٔ فضا- زمان را به گرانش نسبت می دهیم، اما در اینجا نیروی گرانشی را نه فرض می کنیم و نه به آن اشاره ای. در حقیقت میشود گفت که سیارات و ماه مسیر منحنی ای را طی نمی کنند و سقوط هم نمی کنند. آنها فقط مستقیم ترین مسیری را که شکلِ زنجیرهٔ فضا- زمانِ اطرافشان اجازه می دهد، طی می کنند.

در آن زمان، پیچیدگی های ریاضی وارِ هندسهٔ بُعد چهارم حل شده بود، اما هنوز هم فهم آن کمی دشوار و نیازمند مقدار قابل ملاحظه ای تصورات خلاقانه بود و به همین دلیل مرموز محسوب می شد. اینشتین که در همه سال های کالج، به جای حل کردن مسائل ریاضی فقط به آنها فکر می کرد، به سراغ دوستش مارسِل گروس مُن - دوستی که یادداشت هایش سر کلاس همیشه در آخرین دقایق، او را در گذراندن امتحان یاری می داد - رفت و به کمک او سرانجام پیچیدگی های مفهوم فضا- زمان خود را حل کرد. اما این کار 13 سال وقت او را گرفت.

آینشتین نتایج خودرا در مارس سال 1916 با نام «نظریه نسبیت عام» منتشر کرد و دنیای علم دیگر هرگز چنین تجربه ای به خود ندید.

فرمول های اینشتین، بلافاصله معمای آشفتگی های رصدشده در مدار عطارد را که به هیچ وجه با مکانیک نیوتنی قابل شرح نبود حل کرد. البته برای چنین نظریه ای با این نتایج گسترده و مسلّم، چنین اثباتی کافی نبود و اثباتی بسیار چشمگیرتر به شکل رصد و اندازه گیری یکی از عجیب ترین پیش بینی های این نظریه، لازم بود. اولین چنین اثباتی سه سال بعد در جریان یک خورشیدگرفتگی حاصل شد.

اگر این نظریه درست است و نیروی گرانش خود را به هندسه فضا- زمان تسلیم می کند، پس نتیجه می گیریم که نور و دیگر اَشکال تابش (که جرمی ندارند و در نتیجه تحت تأثیر گرانش نیستند)، باید همیشه در مسیر منحنی فضا- زمانِ اطراف هر جسم پُر جرمی حرکت کنند. و اگر آن جسم به حد کافی پُر جرم باشد، آنگاه خمیدگی مسیر نور ستاره ای دوردست که از میان میدان گرانشی قدرتمند

www.baffled.blogfa.com

آن می گذرد، آنقدر بزرگ است که به راحتی قابل اندازه گیری از روی زمین می شود. اگر چنین باشد، خورشید آنقدر پُر جِرم است که می تواند نور ستاره هایی را که از نزدیکی اش می گذرند آنقدر خمیده کند که قابل اندازه گیری از روی زمین باشد. اما این کار را فقط در زمان کسوف کلی می توان انجام داد که ستاره های پشت سر خورشید نمایان می شوند.

این فرصت در 29 مِه سال 1919 دست داد، زمانی که کسوف کاملی در سواحل غربی مناطق استوایی آفریقا قابل مشاهده بود. آرتور استَنلی اِدینگتون، دانشمند سرشناس انگلیسی و پُرشورترین حامی اینشتین، سفر اکتشافی ای را به مزارع کاکائو در جزیره پرینسیپ دور از دماغه غربی آفریقا ترتیب داد که هدف اصلی اش آزمایش نظریه اینشتین بود. در روز کسوف، ابرها چنان خورشید را پوشانده بودند که موجب ناامیدی اخترشناسان شدند. اما در اوج کسوف کلی، معجزه بود یا دخالت الهی، که روزنه ای در میان ابرها پدیدار گشت و ادینگتون توانست محل ستاره های خوشه ثور را در اطرافِ خورشیدِ گرفته مشخص کند. او آن شب صفحه های عکاسی را در چادرش ظاهر کرد و بعدها در این باره نوشت، « **همانطور که آخرین خطوطِ محاسبات نشان می دادند، می دانستم که نظریه اینشتین از آزمایش سربلند بیرون می آید و باید دیدگاه جدیدی بر تفکرات علمی غالب شود.**»

وقتی ادینگتون پس از چند ماه به انگلستان رسید، صفحه های عکاسی باقی مانده را هم ظاهر کرد و صِحت نخستین محاسباتش را تأیید کرد که واقعاً نور ستاره های دوردست درست به همان مقداری که نظریه اینشتین پیش بینی کرده بود منحرف شده بودند. او در روز ششم نوامبر سال 1919 در نشستی در انجمن سلطنتی لندن، در حالی که زیر تابلویی از چهرهٔ نیوتن ایستاده بود، این موضوع را اعلام کرد. خبر از طریق تلگرافی از سوی بهترین دوست اینشتین، یعنی لورِنتس به گوش او رسید. وقتی دانشجویی از اینشتین پرسید:

«اگر نظریه تان تأیید نمی شد، چه می کردید؟»

www.baffled.blogfa.com

اینشتین تلگراف را به او نشان داد و گفت: «آنگاه به حال خدای عزیزمان تأسف می خوردم، چون این نظریه درست است.»

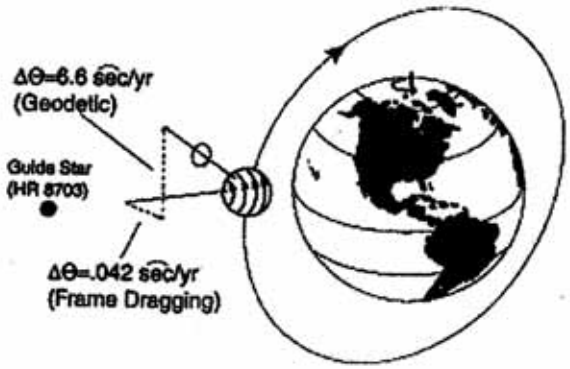
تیتر اول روزنامه های سراسر جهان حاکی از این خبر مهم بود و اینشتین تبدیل به یکی از مشاهیر زمان و یک قهرمان شد. خیلی زود، تعداد زیادی از دانشمندان و ریاضی دانانی که می توانستند پیچیدگی های نسبیت عام را درک کنند، شروع به شرح و توضیح آن کردند و حاصل بررسی دقیق آنها انبوهی از نتیجه گیری ها بود، همچون وجود سیاهچاله ها و پاسخ به برخی پرسش های حل نشده درباره ماهیت کا ئنات. دوتا از این پرسش ها درباره شکل و انبساط کا ئنات بود که در دو فصل جداگانه در باره آنها در این کتاب پرداخته ام.

کاوشگر گرانش Gravity Probe B ؛ ارزیابی گرداب فضا- زمان:

نظریه نسبیت عام اینشتین پیش بینی می کند که چرخش جسمی، همچون یک ستاره یا یک سیاره، فضا و زمان را در اطرافش پیچ و تاب کرده، و گردابی در ساختار فضا- زمان اطرافش ایجاد می شود. این پدیده به « هم کشی چارچوب ها "frame dragging" مشهور است که پیش بینی می کند که جهت محور گردش هر جرم به دور خودش که در حوضه گرانش جرم بزرگتری قرار دارد باید در طی زمان کمی جابه جا شود. کشف این اثر اثبات دیگری بر نظریه نسبیت عام است، ولی اندازه گیری مقدار این انحراف برای محور گردش زمین به دور خودش بقدری کوچک است که بسختی قابل اندازه گیری است. چهل سال پیش دو تن از فیزیک دانان استنفورد یونیورسیتی در ایالت کالیفرنیا پیشنهادی را ارائه دادند که شامل قرار دادن دو ژیروسکوپ در مدار زمین بود، به طوری که محور گردش آنها به طرف یک ستاره مشخص ثابت باشد. اگر چنانچه هیچ نیرویی اعم از گرانش، گریز از مرکز، مغناتیسی، و کشش دراطراف آنها وجود نداشته باشد، محور گردش آنها برای ابد میباید به طرف آن ستاره ثابت بماند. اما اگر فضایی کی آنها در آن عمل میکنند در اثر وجود جسمی مثل زمین اندکی انحنا داشته باشد، اثر به هم ریختگی چارچوب ها پیش بینی میکند که محور گردش

www.baffled.blogfa.com

دو ژیروسکوپ در طول مدت زمانی قابل ملاحظه باید کمی از محل ثابت خود انحراف پیدا کند. اندازه گیری این انحراف وجود اثر هم کشیی چارچوب ها را اثبات میکند که خود یکی دیگر از اثبات نظریه نسبیت عام خواهد بود.



این به ظاهر ساده می آید، اما مشکل این است که جابه جایی محور ژیروسکوپ در اطراف زمین باید فقط حدود 0/042 ثانیه قوس، یعنی 1/3600 یک درجه در یک سال، باشد. ابزار اندازه گیری چنین زاویهٔ کوچکی باید با دقتی قابل توجه، در حد 0/0005 ثانیه قوس باشد. مشکل بعدی رها ساختن ژیروسکوپ از نیروهای مؤثر بر آن در مدار است.

چهل سال زمان به اضافه 700 میلیون دلار هزینه به اضافه وقت و انرژی برخی از برجسته ترین دانشمندان و فیزیکدانان ناسا صرف حل کردن این مشکلات شد. در روز 20 آوریل سال 2004، سرانجام فضاپیمایی به نام کاوشگر گرانش B در مداری به دور زمین قرار گرفت. این فضاپیما حامل چهار ژیروسکوپ (سه تا یدکی) است که از جنس کوارتزیِ مخصوص و سیلیکون،و پوشیده با لایه ای از نیوبیوم به شکل کُره ای کامل ساخته شده است. حداکثر اختلاف سطح صاف این کُره، فقط 40 اتم است. یعنی اگر این کُره ها به اندازه کُره زمین بودند، قلّه اورست روی آنها فقط چهار متر ارتفاع داشت. هر کُره قطری حدود 3/34 سانتی متر دارد و آزادانه در محفظه ای از سُرب معلق است.

برای رها نگه داشتن ژیروسکوپ از میدان مغناطیسی زمین، ظرف سربی، داخل محفظهٔ سرمازایی حاوی 400 گالُن (1480 لیتر) هِلیوم مایع قرار دارد. هلیوم، سرب را تا 1/7 درجه بالای صفر مطلق (1/7 کلوین یا حدود 271- درجه سانتی گراد) سرد نگه می دارد. در این دما، سرب تبدیل به یک اَبَررسانا superconductor می شود و بنابراین راه میدان مغناطیسی زمین را سد می

www.baffled.blogfa.com

کند. چون بیشتر هوای موجود در این محفظه تخلیه شده است، سرمای بی نهایت، یعنی اینکه باقی ملکول های هوا به سختی حرکت می کنند و بنابراین در محفظه ژیروسکوپ خلأ بسیار پایینی ایجاد می شود. در چنین محیط خالص و پاکی، ژیروسکوپ های کُروی میتوانند با سرعت 10000 دور در دقیقه بچرخند و در طی 1000 سال، بیش از یک درصد از سرعتشان کم نشود.

برای اندازه گیری سرعت ژیروسکوپ ها، باید از خاصیت اَبَررِسانندگی محفظهٔ سُربی، پوشش فلزی لایه نیوبیوم و شکل کُروی کامل ژیروسکوپ سود جُست. چنین کُره اَبَررِسانایی، میدان مغناطیسی ضعیفی ایجاد می کند که دقیقاً هم خط محور چرخش است. با به تصویر کشیدن این میدان مغناطیسی، سرعت چرخش ژیروسکوپ بدون هیچ تماسی اندازه گیری میشود. یک ابزار آشکارسازی میدان مغناطیسی بسیار حساس به نام ابزار تداخلی کوانتوم اَبَررِسانا (SQUID) به حلقهٔ سیم اَبَررسانایی متصل است که در فاصلهٔ نزدیکی به دور ژیروسکوپ پیچیده است. بنابراین، هر تغییری در میدان مغناطیسی را می توان با دقت $5*10^{-14}$ گاوس اندازه گیری کرد، که برابر با تغییر زاویه ژیروسکوپ به اندازه 0/0001 ثانیه قوس است.

برای جلوگیری از اُفت آیرودینامیکی ماهواره و برخورد کُرهٔ ژیروسکوپ با دیواره های محفظه اش، کل ماهواره طوری ساخته شده که رها از این مسئله باشد. به طوری که ابزاری مدام به اندازه گیری فاصله بین دو کُره و محفظه سربی اش با دقت بی نظیر یک نانومتر (یک میلیونیوم میلیمتر) می پردازد. موتورهای رانش فضاپیما در مقابل این تغییرات با روشن شدن پاسخ می دهند و سرعت فضاپیما را کم یا زیاد می کنند تا موقعیت شناور ژیروسکوپ حفظ شود. همچنین تلسکوپی سوار بر فضاپیما نیز دائم به سوی ستاره دوردست IM-فَرُسِ اَعظَم به عنوان یک نقطه مرجع خارجی نشانه رفته است تا زاویهٔ انحراف ژیروسکوپ را اندازه گیری کند. حتی جابه جایی اندک ستاره در مدت دو سالِ این مأموریت نیز محاسبه شده است. اگر همه چیز خوب پیش رود، در طی دو سالِ

www.baffled.blogfa.com

مأموریت، پیش بینی دیگری از نظریه نسبیت عام اینشتین با دقتی بی نظیر در وقایع نگار آزمایش های فیزیکی و با کمک ابزاری که به حق معجزه ای در دستاوردهای علمی است، اثبات می شود.

اثر همگرایی گرانشی lensing effect یا رصد چیزهای به ظاهر نادیدنی:

همان پدیده ای که ادینگتون را قادر به اثبات نظریه نسبیت عام اینشتین کرد، از سال 1979 تا به حال اخترشناسان را قادر ساخته تا برخی اجرامی را ببینند که حتی به کمک قوی ترین تلسکوپ هایمان قابل رصد نیستند، چون:

1. آنها اجرامی بسیار دوردست اند و نورشان آنچنان پراکنده است که به دلیل کاهش شدت نور به نسبت عکس مربع فاصله، فوتون های بسیار اندکی از آنها به زمین می رسد.
2. آنها آنقدر کم نورند که فوتون های کافی از آنها به زمین نمی رسد.
3. نور آنها به دلیل حضور جرم دیگری سر راه رسیدن به زمین پوشیده شده است.

حالا اگر جرم پُر جرمی همچون یک خوشه کهکشان که اصطلاحاً عدسی نامیده می شود، اتفاقاً در خط دید ما از چنین جرم غیر قابل رصدی قرار بگیرد، جرمِ عظیم عدسی، زنجیرهٔ فضا- زمانِ اطرافش را خمیده می کند و بنابراین مسیر فوتون های نور رسیده از جسم دوردست را هم خمیده می کند و باعث می شود که نور جرم از جهت های مختلف به زمین برسد.

این پدیده دو اثر دارد که جرم دوردست را برای ما قابل مشاهده می کند: اول اینکه به نظر می رسد نور جسم از جهت های مختلفی به سوی زمین می آید. بنابراین، بسته به موقعیت نسبی زمین و مرکز جرم دوردست و جرمِ عدسی، جرم دوردست تبدیل به چند نقطه یا یک یا چند قوس-حلقهٔ نور می شود. یک قوس-حلقهٔ کامل، حلقهٔ اینشتین نامیده می شود که پدیدهٔ نادری است، چون خط

www.baffled.blogfa.com

واصلِ زمین و جرم دوردست باید حتماً از مرکز جرم عدسی بگذرد و فاصله بین زمین و این دو جرم باید نسبت مشخصی داشته باشد. دومین اثر این است که نور، که در غیر این صورت در راستای مسیر واگرایی اش پراکنده می شود، به سوی درون خمیده می شود و در زمان رسیدن به زمین در نقطه ای دوباره کانونی می شود که منبع نور درخشان تر به نظر می رسد. در هر دو صورت ما مجموعه ای از اجرام دوردست را می بینیم و به بررسی طیف نورشان می پردازیم و دربارهٔ کا ئنات نخستین بسیار فرا می گیریم. همگرایی گرانشی را همچنین برای اثبات گمان هایی درباره ماهیت ماده تاریک استفاده می کنند، که عنوان یکی از فصل های این کتاب است.

در این عکس که تلسکوپ فضایی هابل گرفته است، گروهی از اجرام دور دست کائنات که توسط اثر همگرایی گرانشی گروه کهکشانهای Abell 2218 بصورتهای مختلف انهنایی پدید می آیند، به خوبی دیده می شوند.

امواج گرانشی؛ امواجی در انحنای فضا-زمان:

سیاهچاله ها، که نظریه نسبیت وجودشان را پیش بینی کرده بود، اجرامی آنقدر چگال اند که هیچ چیز حتی نور نمی تواند از جاذبه گرانشی شان فرار کند. به زبان نسبیتی می گوییم که فضا- زمانِ اطراف آنها آنقدر خمیده شده که ساختارش پاره شده و تبدیل به چاهی بی انتها گشته است. وقتی دو سیاهچاله به حد کافی به هم نزدیک باشند که به دور هم بگردند (یک منظومه دوتایی سیاهچاله ها)، نواحی انحنای فضا- زمانِ اطرافشان امواج انحنایی بصورت مارپیچی در ساختار فضا- زمان در اطراف منظومه تولید می کنند. این ساختار بسیار شبیه مارپیچی است که آبِ خروجی از دستگاه آب پاش روی چمن تولید می کند. اگر به یکی از آنها از نزدیک نگاه کنید، متوجه می شوید که هر قطرهٔ آب

www.baffled.blogfa.com

تقریباً به صورت شعاعی به طرف خارج به پرواز درمی آید و اگر گرانشی نبود که آنها را به سوی پایین بکشد، قطره های آب برای همیشه به صورت افقی به حرکت ادامه می دادند. همچنین است که، الگوی مارپیچی انحنای فضا- زمان نیز با سرعت نور در فضا به طرف خارج منتشر می شود

چون ما انحنای فضا- زمان را گرانش می نامیم، این امواج در حقیقت امواج جاذبه گرانشی یا امواج گرانشی هستند که حاوی سمفونی های رمزآلودی از برخوردهای سیاهچاله ای اند. فیزیکدانان در حال اختراع ابزارهایی هستند که این امواج را ثبت و رمزگشایی کنند.

معادلات نظریه نسبیت عام به وضوح پیش بینی می کند که چرخش هر دو جرم قوی از نظر گرانشی همچون سیاهچاله ها، ستاره های نوترونی، تپ اخترها یا حتی ستاره های عظیم به دور یکدیگر، باید امواج گرانشی تولید کند. چنین اجرام دوگانه ای لزوماً نباید در ماهیت مشابه هم باشند. مثلاً، یک ستاره نوترونی و یک سیاهچاله در مداری به گرد هم نیز امواج گرانشی تولید می کنند (تصویر صفه 209 بخش انگلیسی). وقتی این امواج از منظومه خارج میشوند، هر دو جرم را به عقب حرکت می دهندر(درست مانند توپِ شلیک شده که دستگاهِ توپ انداز را به عقب حرکت می دهد)، رو آنها را با سرعتی فزاینده به شکل مارپیچی به یکدیگر نزدیک می کنند.

نیمی از انرژی گرانشی ای که به این طریق رها می شود صرف افزایش سرعت و نیمه دیگر آن صرف خلق امواج گرانشی می شود. سرانجام، وقتی که سرعت دوجرم گردنده در مدار به سرعت نور نزدیک شد، افق های رویدادشان با هم برخورد می کند و کل منظومه به شکل دُمبِل درمی آید، اما این شکل به تدریج تبدیل به دایره کاملی می شود. این زمانی است که دو جرم در هم اِدغام و یکی شده اند. در این مرحله، هیچ راهی وجود ندارد که تشخیص دهیم آیا یک سیاهچاله نتیجهٔ ادغام دو سیاهچاله بوده یا فقط حاصل رُمبِش یک ستاره عظیم بوده است. اما، با آشکارسازی و بررسی امواج گرانش می توانیم به ماهیت گذشته سیاهچاله های کائنات دوردست پی ببریم.

www.baffled.blogfa.com

امواج گرانش در طی انتشار در کا ئنات نه آشفته می شوند و نه تاب برمی دارند، در حالی که از زمان خلق تا رسیدن به ما باید از مجموعه های ستاره ای و گاز و غبارِ سر راهشان عبور کنند. اگر می توانستیم این امواج را ثبت کنیم، می شد آنها را به امواج صوتی تشبیه کرد و ما احتمالاً می توانستیم به سمفونی ای گوش بسپاریم که ستاره ها به آرامی و سادگی تولید می کردند، سپس این اصوات به تدریج در اوج گیری صداهای بلند- ارتفاعِ حاصل از حرکت مارپیچی دو جرم در مدار به سوی هم، بلند می شوند و پایان سمفونی، اصواتی با ارتفاع یکنواخت است که حاصل ادغام دو جسم است.

تنها راه آشکار کردن امواج گرانشی، اندازه گیری کِش آمدگی یا انقباض های بی نهایت ناچیز در فضای اطرافمان است که به دلیل عبور این امواج پدید می آیند. وقتی این امواج به ما می رسند، آنقدر ضعیف اند که باید اندازه گیری های بسیار دقیقی برای آشکارسازی چنین آشفتگی های کوچکی انجام شود. گروه هایی از دانشمندان کَلتِک(مؤسسه فناوری کالیفرنیا) و دانشگاه MIT، نخستین قدم برای انجام چنین اندازه گیری هایی را با طراحی یک ابزار 350 میلیون دلاری به نام رصدخانه تداخلسنج لیزری امواج گرانشی یا لیگو(LIGO)، برداشته اند. این ها دو پایگاه، یکی در ایالت لوییزیانا و دیگری در ایالت واشنگتن هستند که می توانند انقباض دو پرتو را وقتی امواج گرانشی با آنها برخورد می کنند و طولشان را تغییر می دهند، اندازه گیری کنند.

تا این اواخر، اخترفیزیکدانان فرض کرده بودند که منظومه های جُفت سیاهچاله ای بسیار نادرند، بنابراین گمان کردند که نخستین امواج گرانشِ به دام افتاده مربوط به وقایعی کم قدرت تر در کا ئنات، همچون برخورد ستاره های نوترونی اند. اما محاسباتِ جدید نشان می دهد که سیاهچاله های ادغام شده ممکن است هزار بار پُرشمارتر از ستاره های نوترونی ادغام شده باشند، بنابراین بخت موفقیتِ آنها بیشتر از پیش است. وقتی این کشف به اتمام برسد، اثبات دیگری بر اعتبار نظریهٔ نسبیت عام اینشتین ا ضافه خواهد شد.

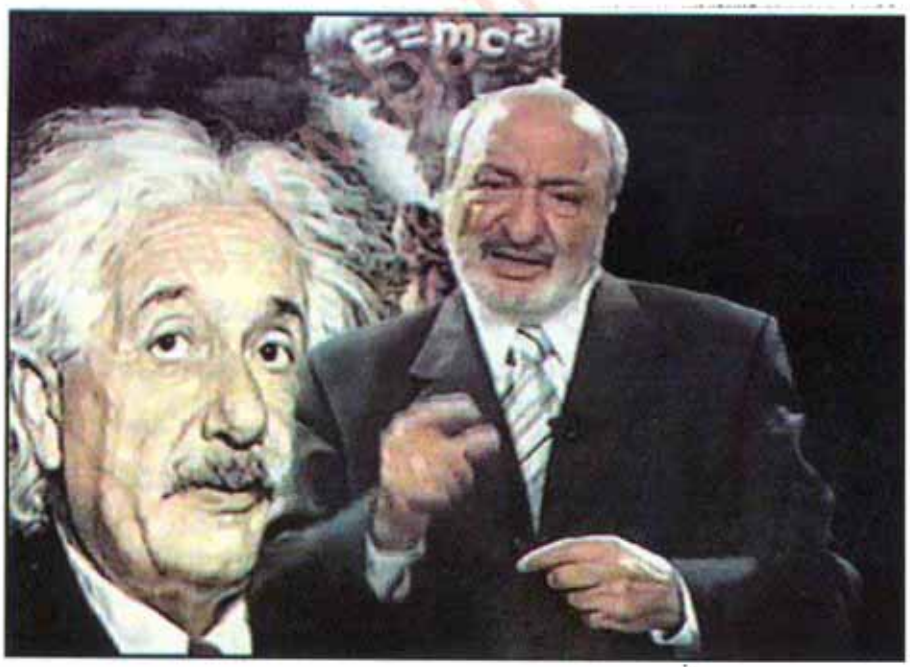
www.baffled.blogfa.com

درس واقعی نظریهٔ نسبیت اینشتین این است که ما نمی توانیم به حواسمان اعتماد کنیم. اینشتین به این نکته باور داشت و از علم همچون وسیله کاوش پدیده هایی در طبیعت استفاده کرد که برای ما مشهود نیستند و فراتر از ادراک ما هستند.

اینشتین ما را وادار کرد که چشمانمان را باور، و به غرایزمان اعتماد نکنیم.

برای اینکه بدانید، نسبیت برای دانشمندان اوایل قرن بیستم چقدر انقلابی و نگران کننده بود، خوب است آنچه را سی. جی. اَبوت، رئیس آکادمی ملی علوم برای جُرج اِلری هِیل، بنیانگذار و رئیس رصدخانه مونت ویلسون کالیفرنیا در جواب پیشنهاد او برای برگزاری مباحثی دربارهٔ کهکشانها (جهان های جزیره ای) و نسبیت، نوشت بخوانید:

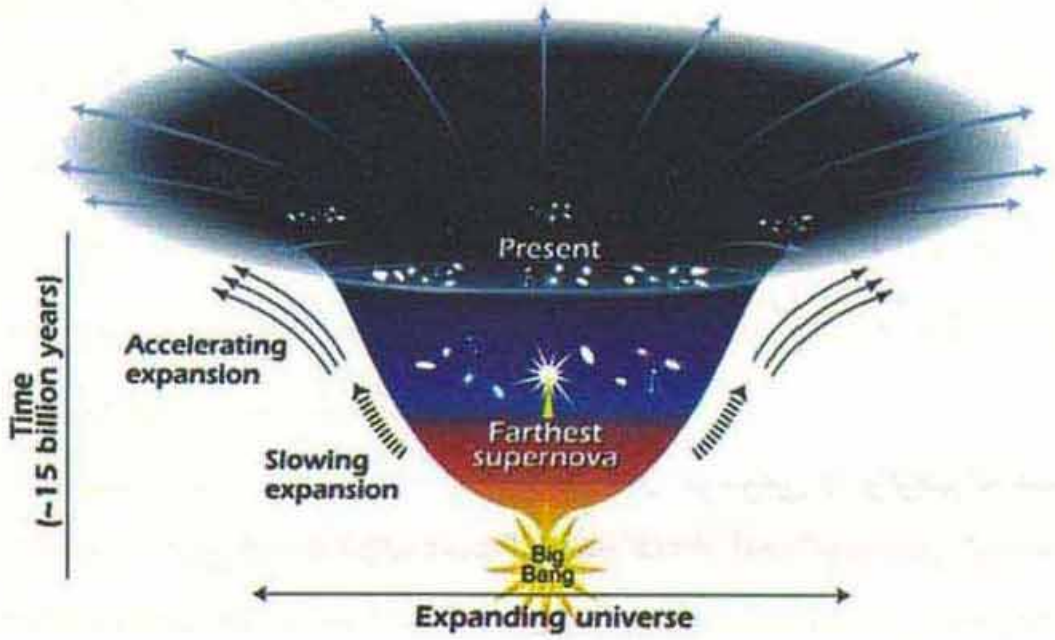
«درباره نسبیت باید اعتراف کنم که ترجیح می دهم موضوعی را برگزینم که دست کم نیم دوجین از اعضای آکادمی قادر به درک دست کم چند کلمه از آنچه گوینده می گوید، باشند. من به درگاه خداوند دعا می کنم که پیشرفت علم، نسبیت را به جایی از فضا فراتر از بُعد چهارم بفرستد، که از آنجا دیگر هیچگاه نتواند مزاحمتی برای ما ایجاد کنند.»



تشریح تئوری نسبیت آینشتین هشت برنامه یکساعتی تلویزیونی "شگفتیهای جهان" را اشغال کرد

www.baffled.blogfa.com

عصر حاضر



زمان آفرینش کائنات

نمودار گلدانی شکل این صفحه و روی جلد کتاب، گسترش کائنات را از لحظه آفرینش (بیگ بنگ) در پایه گلدان، تا عصر حاضر در لبه گلدان نشان میدهد. کلیه اجرام کائنات در طول بدنه گلدان قرار گرفته اند، بنا بر این هنگامیکه به آسمان می نگریم، داریم در طول محور عمودی – زمان – یعنی گذشته نگاه می کنیم. پس به این ترتیب، اجرام به شکلی که در عصر حاضر هستند دیده نمیشوند، بلکه در طول محور زمان گذشته (آسمان شب) در مکانی قرار دارند و به شکلی نمودار می شوند که در گذشته نور از آنها ساطع شده است.

www.baffled.blogfa.com

11

گسترش کائنات و انرژی تاریک

نا بهنجاری دور از انتظار

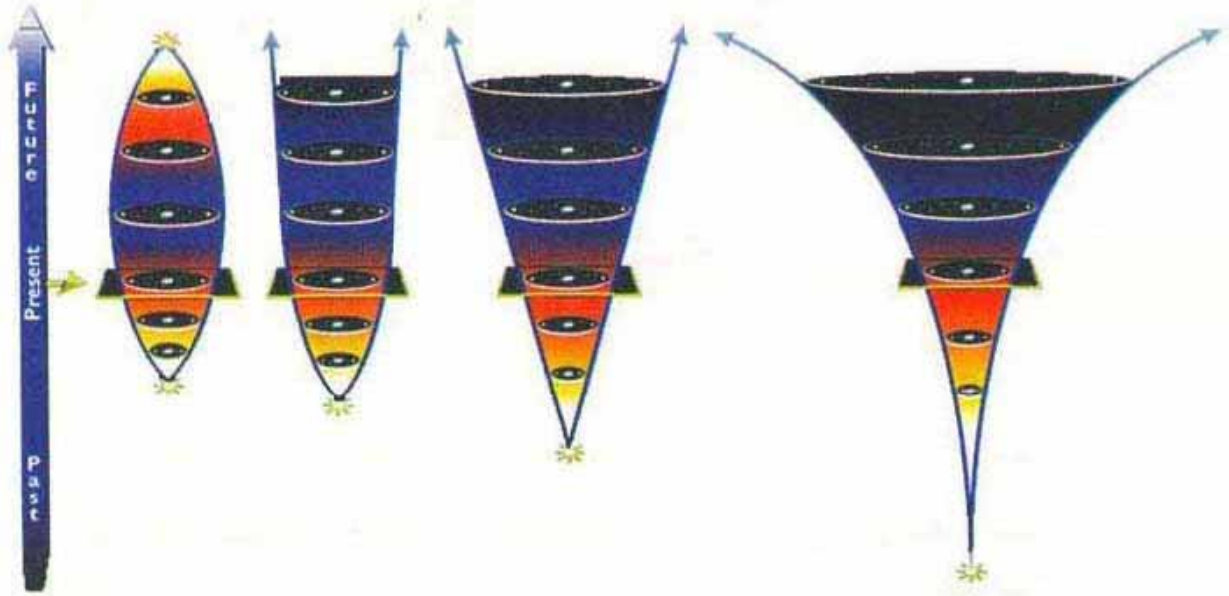
اگر چه طبیعت هیچ اجباری ندارد که قابل درک باشد، اما دانشجویانی که در پی درجه دکترا هستند این مسئولیت را دارند.

- رابرت کرشنر
-ROBERT P. KIRSHNER

www.baffled.blogfa.com

مدل های ممکن برای کائنات در حال انبساط

کائنات با شتاب مثبت کائنات بی شتاب کائنات با شتاب منفی



در کائنات با شتاب مثبت، سرعت انبساط به دلیل نیروی رانشی «انرژی تاریک» افزایش می یابد.

کائنات بی شتاب زمانی بیشتر لازم داردتا به اندازهٔ فعلی اش برسد و برای همیشه منبسط میشود.

کائنات با شتاب منفی منقبض می شود و سرانجام با یک له شُدگی بزرگ بر خود فرومی ریزد.

www.baffled.blogfa.com

گسترش کائنات و انرژی تاریک

نابهنجاری دور از انتظار

«. . به نظر می رسد که سرعت انبساط کائنات در حال افزایش است، یعنی انبساط به جای کاهش سرعت که پیشتر انتظار داشتیم، در حال افزایش سرعت است. در حقیقت، به نظر می رسد که این سرعت امروزه 15 درصد بیشتر از سرعت در 6 میلیارد سال پیش است . . .»

****

یکی از نتایج جالب توجه نظریه نسبیت اینشتین وقتی نخستین بار مطرح شد این بود که کائنات باید در حال انبساط باشد. این، نه تنها نتیجه ای تعجب آور بود بلکه با در نظر گرفتن دانش آن زمان از کیهان، این ایده حتی به نظر خودِ اینشتین هم بی معنی و نامعقول می رسید. پس اینشتین که لحظه ای حس اعتمادش را به نظریه اش از دست داده بود، کاری را کرد که هر نظریه پرداز عاقلی همیشه انجام می دهد تا معادلات شورشی را هم خط آنچه که به نظر می رسد حقیقت دارد کند. او یک عامل من درآوردی به نام "ضریب کیهان شناختی" را به معادلاتش اضافه کرد تا از رسیدن به این نتیجه جلوگیری کند.

در همان سال، یک اخترشناس آمریکایی به نام وستو سیلفِر که در رصدخانه لوول آریزونا[1] کار می کرد، متوجه انتقال عظیمی بطرف سرخ در طیف نورستاره های بازوهای مارپیچی کهکشان ها شد. این به معنای دور شدن آنها از زمین با سرعت های بسیار بالا بود. اما هنوز نمی دانست که آنها چقدر دور اند یا اینکه آیا متعلق به دیگر کهکشان ها هستند یا خیر. این اثبات را اِدوین هابل به دست آورد که نوع خاصی از ستاره ها را، به نام متغیرهای قیفاووسی **Cepheid Variables**، در میان آنها یافت که درخشش آنها و بنابراین فاصله شان بستگی به دوره تپیدنشان دارد - خصوصیتی که به

---

[1] رسد خانه ای که پرسیوال لوول، میلیونر عجیب و غریب اهل بوستون برای به نقشه درآوردن کانال های مریخ تأسیس کرده بود.

www.baffled.blogfa.com

راحتی قابل آشکارسازی میباشد. این کشف، هابل را قادر ساخت که فاصله ستاره ها را محاسبه کند. وقتی مشخص شد که آن ستاره ها دورتر از اَبعاد مُتِصَوِر برای راه شیری اند، هابل نتیجه گرفت که آنها به مجموعه ستارگان دیگر یعنی کهکشان های دیگر تَعلق دارند.

سپس هابل سرعت عقب رفتن 25 کهکشان را از روی انتقال به سرخ طیفشان محاسبه کرد و آنها را در نموداری در برابر فاصله شان -که به کمک ستاره های متغیر قیفاووسی به دست می آورد- قرار داد. مشخص شد که این دو عامل با هم رابطه مستقیم خطی دارند.(تصویر صفحه 245 را ببینید). این، اثبات انبساط کائنات بود و اینکه هر چه کهکشانی دورتر باشد، با سرعت بیشتری هم از ما دور می شود[2]. شیب این خط خیلی زود به نام" ثابت هابل" معروف شد و از آن به بعد برای محاسبه فاصله کهکشان ها استفاده شد.

البته اخترشناسان بر این باور بودند که انبساط کائنات باید کُند شود، یعنی شتابش در همه جا باید منفی باشد. درست مانند اثر جاذبهٔ گرانشی زمین که به تدریج، سرعتِ مُشتی سنگریزه که به هوا پرتاب شده اند را کاهش می دهد. این به دلیل کشش جاذبی همهٔ کهکشان ها و دیگر اجرامی است که فضای کیهان را اِشغال کرده اند.

هابل از «ضریب کیهان شناختی» در معادلات اینشتین بی اطلاع بود، اما اینشتین به محض اینکه از کارهای هابل مطلع شد، سوار بر کشتی شد و به کالیفرنیا آمد تا او را ملاقات کند. اینشتین پس از مرور داده های هابل، «ضریب کیهان شناختی» را «بدترین اشتباه زندگی ام» خواند. اما نمیدانست که 85 سال دیگر، همین "اشتباه" تنها توضیح برای نمایش نیروی پادگرانشی (ضدگرانشی) که در طول فواصل زیاد عمل می کند میبا شد که اخترشناسان در سال 1998 رصد کردند. این رصدها نشان داد که سرعت انبساط کائنات در عوض کُند شدن تحت تأثیر نیروی گرانش اجرام کائنات، در طی شش میلیارد سال گذشته در حال تندشدن بوده است. تنها توضیح برای این پدیده، ضریب کیهان شناختی اینشتین اسست. اگر برای این فرضیه اینشتین نبود، آنها نه چشمشان و نه به محاسباتشان برای نتیجه چنین رسدی اعتماد می کردند.

انرژی تاریک؛ نیروی تازه کشف شده کیهان

---

[2] - آخرین مقدار سرعت انبساط کائنات، 70 کیلومتر در ثانیه در مِگاپارسِک است و هر مگاپارسک 3/26 میلیون سال نوری است

www.baffled.blogfa.com

11

THE EXPANSION OF THE UNIVERSE AND THE DARK ENERGY;

The Unexpected Anomaly

"Although the Universe is Under no Obligation to Make Sense, Students in pursuit of a PhD. are."

-ROBERT P. KIRSHNER

www.baffled.blogfa.com

www.baffled.blogfa.com

THE EXPANSION OF THE UNIVERSE;

THE UNEXPECTED ANOMALY

"...It appears that the rate of expansion of the Universe is indeed increasing, i.e. the expansion is accelerating instead of decelerating as previously expected. In fact, the rate seems to be 15% greater now than it was 6 billion years ago..."

*****

One of the astounding results of Einstein's theory of relativity when it was first put forth was that the Universe must be expanding. This was not only a surprising conclusion but, given the state of our knowledge of the cosmos at the time, the idea seemed totally absurd even to Einstein himself. So, caught in a momentary lack of confidence in his theory, he did what every red-blooded theorist always does to bring renegade equations in line with what is perceived to be as fact. He introduced a "fudge factor" in it, calling it the **"cosmological term,"** in order to prevent his formula from reaching such a conclusion.

That same year, an American astronomer named Vesto Slipher, working at Lowell Observatory in Arizona (established by the rich eccentric Boston millionaire Percival Lowell to chart the canals of Mars), noticed a large shift towards the red end of the spectral lines of stars in the spiral arms of galaxies. This meant that they were moving away from the Earth at very high speeds. But, he didn't yet know how far away they were, or even if they belonged to other galaxies. That proof was supplied by **Edwin Hubble,** who in 1929 detected a special type of star among them, known as **"Cepheid variable"** whose luminosity, therefore distance, depends on the period of its pulsation - an easily detectable characteristic. The discovery enabled Hubble to calculate the star's distance. Since they turned out to be farther away than the dimensions of the Milky Way, he concluded that they belonged to other galaxies.

Hubble then calculated the recession velocity of twenty-five galaxies from the magnitude of the red shift of their spectrums, and plotted them against their distance obtained from the Cepheid variable stars in them. This relationship turned out to be a straight line (see the diagram on page 215).

This was proof that the Universe was expanding, and that the farther

www.baffled.blogfa.com

away a galaxy is, the faster it is moving away[1]. The slope of this line was soon dubbed the "**Hubble Constant**," and was thereafter used to calculate the distances to galaxies.

Astronomers, however, agreed that the cosmic expansion should be slowing down, i.e. its rate of change with time at any point should be negative similar to the way the gravitational attraction of the Earth gradually slows the ascent of a handful of stones tossed up in the air. This is due to the inward pull of the collective gravity of all the galaxies and other objects that occupy the space within the Universe.

Hubble had not known of Einstein's "cosmological term," but as soon as Einstein heard about Hubble's work, he boarded a ship and came to California to meet him. After reviewing Hubble's data, Einstein called his "cosmological term," "the worst mistake of my life."

Einstein's "worst mistake" represented nothing more than an anti-gravity force acting over long distances. Eighty five years later, it would become the only explanation for a phenomenon which astronomers would observe, and but for Einstein's work, they would have neither believed their eyes nor their calculations.

In 1998, observations determined that the expansion of the Universe has been accelerating for the last 6 billion years instead of continuing to decelerate under the force of the gravitational attraction of its occupants. The only explanation was Einstein's cosmological term.

DARK ENERGY;
THE NEWLY DISCOVERED FORCE IN THE UNIVERSE:

Cepheid Variable stars can be detected only as far as about 20 million light-years out into space. Therefore, there was no way to directly determine the distance of objects beyond this point. In fact, astronomers multiplied the value of the Hubble constant with the recession velocity of objects beyond this point to calculate their distances.

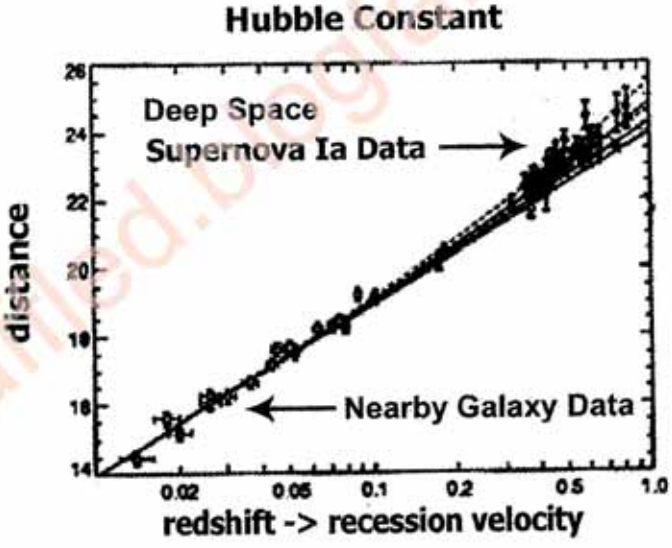
Late in 1998, however, two groups of astronomers tried independently to use the Hubble Space Telescope, to refine the value of Hubble's constant by detecting a special type of supernova, called **type-1a supernova**. This type of supernova takes place only when a white-dwarf star is so near a red-giant star (most likely a double star system) that the white-dwarf is able to continually draw material from the red-giant. When the white-dwarf reaches its saturation

[1] The latest value of the expansion is about 70 kilometers per sec. per mega parsec, each mega parsec being equal to 3.26 million light years.

www.baffled.blogfa.com

point, it suddenly explodes in a supernova. Since the saturation point is the same for all white-dwarfs, the intensity of the explosion and the type of materials they spew out into space are the same. In this way type-1a supernova are like Cepheid variable stars, except that type-1a supernova can be detected in the much deeper parts of space, where Cepheid variables are not detectable.

Both groups studied a number of type 1a supernova going back to as far as 5 billion light years, which is the limit of their observation. Much to their surprise, both groups observed that the light of the supernovas were dimmer than expected, meaning they were farther away than the distance calculated from the magnitude of their red shift and the Hubble constant. Thus, the distant obtained from the type 1 supernova data was placed slightly above the straight line of Hubble's original data showing the relationship between distance and the recession velocity, or the red shift of the light of the nearby galaxies (See the graph below).



This means that the rate of expansion of the Universe is increasing. That is, as if some force is pushing galaxies apart, while the expectation had always been that their gravitational attraction should be pulling them together so that the rate of expansion should be decreasing.

Naturally, the first instinct of astronomers was to question the data, speculating that perhaps intergalactic dust dims the light of the supernova, thus introducing errors in the data.

One way to settle the issue was to detect type 1a supernovas farther than 5 billion light years away. The debate was settled through the combination of some incredible luck, the Hubble Space Telescope and a Japanese astronomer:

BACK TO 10 BILLION LIGHT YEARS AWAY:

From December 18 to 28, 1995, the Hubble Space Telescope had taken 342 images in blue, red, and infrared light of a very narrow volume of space the size of a grain of salt held at arm's length. The bowl of the Big Dipper was chosen because it is almost perpendicular to the plane of the Milky Way galaxy and far away from the light and the dust of its disk. The picture contained some

www.baffled.blogfa.com

1,500 galaxies from 5 million light years away all the way to the edge of the Universe. The combined images yielded a most spectacular color photograph of the Universe ever taken and it won many international photography awards.

It so happened that three years later another image was taken in all three colors in the same volume of space some 10 billion light years away. Meanwhile a Japanese astronomer had written a computer program that could compare two images of the same area of space, eliminate everything from both images, and keep only whatever light that appeared in one images but was missing from the other. When the two images of the area of space 10 billion light years away were subjected to analysis by this computer program, the result was a single bright dot of light at the center of one galaxy in that far away area of space. Spectral analysis of the images showed it to be the light of a type-la supernova, which was receding at a rate higher than expected.

The light was much brighter than expected. It was proof that the intergalactic dust was not responsible for the anomaly in the observed speed of the receding type-la supernova discovered at a distance of 5 billion light-years away. This was exactly what astronomers were looking for to settle the matter of the rate of the expansion of the Universe.

It appears that the rate of expansion of the Universe is indeed increasing, i.e. the expansion is accelerating instead of decelerating as previously expected. In fact, the rate seems to be 15% greater now than it was 6 billion years ago.

Since any type of acceleration is caused by exertion of a force, the source of the as yet undiscovered force causing the acceleration of the expansion has been called the "**dark energy**[2],"or "**negative energy,**" and even "**funny energy.**" The existence of this energy may in turn be mathematically deduced from the original "**cosmological term**" of Einstein's equations. If it should have a smaller value than the one Einstein assigned to it, the expansion should be accelerating.

An accelerating rate of expansion of the Universe raises the question - what is the nature of the force that is causing the acceleration? Is it a repulsive force that permeates the void of space, like the attractive gravitational force that permeates the part of space which surrounds an occupying mass? And if so, what is the relationship of this force to Einstein's cosmological term? And if there is any, what is its impact on the value of the "**critical density,**" which determines the ultimate fate of the Universe?

---

[2] Not to be confused with the "dark matter," which is the matter that can not be seen, and comprises more than 70% of all the matter in the Universe.

www.baffled.blogfa.com

The nature of this force could be a sort of "**relic energy,**" or "**vacuum energy**," or "**negative energy,**" and its origins could be traced to the time of the Big Bang. For the force associated with it to grow larger as the Universe expands, the amount of this energy, in any given volume of space, would have to remain constant, so that its total amount increases as the Universe expands.

Physicists, however, resist the notion of a cosmological constant since it is nothing more than a fudge factor, and thus has no scientific basis, and can not be explained phenomenally.

The gravitational force is attractive in nature and decreases with increasing distance, while the force of the dark energy is repulsive in nature and increases with increasing volume. It seems, therefore, that earlier in the life of the Universe when its volume and the distance between galaxies were both much smaller than they are now, gravitational force was dominant. Therefore, the rate of expansion of the Universe was decreasing. However, some 6 billion years ago, both the distances between galaxies, and the volume of the Universe had increased to the point that the forces of the dark energy became dominant, accelerating the expansion.

Physicists, of course, will not rest until somehow they tie this energy with particle physics (String theorists take note). They have already started in this direction from the premise that this energy must be time dependant since it seems to "be here today," but "was not here yesterday." The physics of this phenomenon involves light particles, called pions, which actually exist.

Just about the only thing that all scientists agree on is that all the mass that is tied up in all the black-holes, quasars, stars, planets, people, etc. is no more than 7 to 9 per-cent of the total mass of the Universe. Throw in the undetectable particles known as the dark matter you increase this percentage to about 20 to 30 percent. So, they are faced with determining the location of the other 70 to 80 percent of this "stuff" or "cosmic energy".

The biggest ramification of this amazing discovery involves the very nature of the Universe, and this in turn impacts on its ultimate fate.

EXPANSION AND THE ULTIMATE FATE OF THE UNIVERSE:

Prior to all this, it was believed that the ultimate fate of the Universe depended on its present mass density, and that it could end in one of the following three scenarios:

* The first scenario was that if this density is less than one atom of hydrogen per square meter of space, there is not enough gravity to stop the expansion, and the Universe would then keep on expanding forever. This was

www.baffled.blogfa.com

called an **"open universe."**

* The second scenario was that if this density is more than one atom of hydrogen per square meter of space, gravity will eventually stop and then reverse the expansion, collapsing the Universe on itself in a moment of the **"Big Crunch,"** followed by another Big Bang, and on and on. This was called a **"closed Universe."**

* The third scenario was an in-between possibility where the Universe would expand indefinitely, always slowing down but never quite coming to a stop. This was called an **"open Universe,"** and the density needed for this scenario was called the **"critical density."**

It is now quite apparent that the current density of the Universe will not be the determining factor in the ultimate fate of the Universe. And, that regardless of its value, the dark energy will be increasing for ever and ever due to the increasing volume of the Universe, pushing galaxies forever farther and farther apart.

Locally, of course, we are fairly certain that in about 2 billion years from now the warming Sun will create a runaway greenhouse effect here on the Earth, and our planet will become uninhabitable. In another three billion years, the Sun will swell up to beyond the orbit of Jupiter, in the process burning the Earth and all the inner planets to a crisp. At about the same time the Milky Way galaxy will merge with the Andromeda galaxy, its twin galaxy, which is now some two million light-years away and closing in fast. After the merger, billions of new stars and planets would be created and spewed out throughout the resulting elliptical galaxy.

If we manage to survive these events by hop-scotching from solar system to solar system, we will still have stars in our sky and we will have our own galaxy to research and study. However, we shall become increasingly ignorant of the Universe at large because its expansion pushes the rest of the galaxies away from us dimming their lights more and more, thus decreasing our ability to see them as time goes by. In about 150 billion years from now almost all the other galaxies in the Universe will have receded far enough to be invisible from our new galaxy. The only exceptions would be the 19 galaxies that are bound to us within the Local Group of galaxies. Scientists, of course will be sadly disturbed at the prospect of a galaxy-less sky, but lovers will be delighted since there will be many more stars to gaze upon at night.

This state of affairs of our universe too shall pass in another 100 trillion years from now, when all the interstellar gas and dust that give birth to new stars are used up, and there will be no new stars to replace the dying ones.

www.baffled.blogfa.com

From then on the sky will get darker and darker until in about 10^{30} years from now, all galaxies have been swallowed by gargantuan black-holes. Even these black-holes will not survive forever. In time they too radiate away leaving a sky lit up only by the minuscule energy of their dim radiation. The finale of our universe will start sometime in about 10^{128} years from now when the last of the massive black-holes has expired leaving nothing but a vast region filled with total darkness.

It seems that we are doomed in a universe where billions of years from now, the Milky Way galaxy will be all that we shall see in our sky, the others being much too far away. In the end, all the stars in all the galaxies will simply burn out, and the Universe will end not with a Big Crunch, but with a whimper.

So it is that after eighty-five years, relativity is still capable of confounding us by revealing more of the mysteries of the Universe. And, fifty years after his death, Einstein is sending physicists to their yellow pads (computer screens these days) and their particle accelerators to try and figure out how and where this new force we are calling dark energy has come from.

There is no known principal in physics to forbid the existence of a repulsive force, and it is ironic that, if it exists, Einstein "the Great Discoverer" discovered it through wrong reasoning.

EXPANSION AND THE AGE OF THE UNIVERSE:

The rate of expansion of the Universe is also an indication of its age. It is clear that if the Universe had much less mass, the deceleration of its expansion would have been less and, therefore, the galaxies would have taken less time to reach their present positions. So it is a younger Universe. And if it has a lot of mass, it implies an older Universe.

Telescopic observations of the luminous mass of the Universe show only 1/100 the mass it needs to reach critical density. But, the rotation of spiral galaxies and the behavior of clusters of galaxies show that they must contain additional invisible matter, dubbed "dark matter," otherwise they would have flown apart. It is estimated that this dark matter adds an additional 10 to 20 percent to the mass of the Universe, so 70 to 80 percent is still unaccounted for.

THE SHAPE OF THE UNIVERSE:

The question that held the greatest mystery for all the observers of the sky was "where does it end?"

So long as space and time had been regarded as unchanging, there was

www.baffled.blogfa.com

no escaping the conclusion that the Universe is either finite, or infinite, both of which seemed equally illogical and absurd.

A universe that is finite and is of the three dimensions that humans can perceive should end somewhere. This is an unimaginable answer because as Lucretius lamented - ***"If Heaven has a boundary, what things could lie outside of it?"*** Presumably one could sit by the bank of a river and contemplate an infinite universe until the cows come home, and he would still be where he started.

On the other hand, the idea of an infinite universe is equally paradoxical because the very concept of an infinite anything runs counter to our intuition. Besides, an infinite universe implies infinite number of stars and galaxies, otherwise, beyond a fixed number of stars and galaxies there would have to be space without anything to occupy it. Since space is defined by that which is occupied by something, this is the same as saying that there is no space at all beyond the finite number of stars and galaxies, which brings us right back to a finite universe. Moreover, an infinite universe could not operate under Newtonian gravitation (the definitive concept under which astronomers operated until Einstein's relativity came along), because gravitational force of an infinite number of stars and galaxies would overwhelm local gravity at every point in the Universe and tear all the stars and planets apart. But, we are all here in one piece.

Thus, a finite bound universe or an infinite universe is equally troublesome to the mind.

It was Einstein's new and revolutionary way of looking at gravity as the curvature of space-time created by mass that put the final touches on the concept of a finite but unbounded model of the Universe that solved this dilemma.

Relativity demonstrated that in the vast distances between galaxies, space and time could be distorted until the entire universe could be said to be rolled in on itself. An astronaut could conceivably circumnavigate the Universe, visiting every galaxy, and finally end up right here in the Milky Way. Just like an ant traveling the surface of the Earth from the North to the South Pole, and from the east to the west, could pass through every square millimeter of the surface of the Earth and end up where he started.

Since the Universe has no edge, it is difficult for us humans to imagine its shape much less to conceive how it expands. One way to do so is to compare it to the surface of a white balloon with the galaxies being represented by many red dots printed on it. As the balloon is inflated, its surface expands, and all the dots move away from each other.

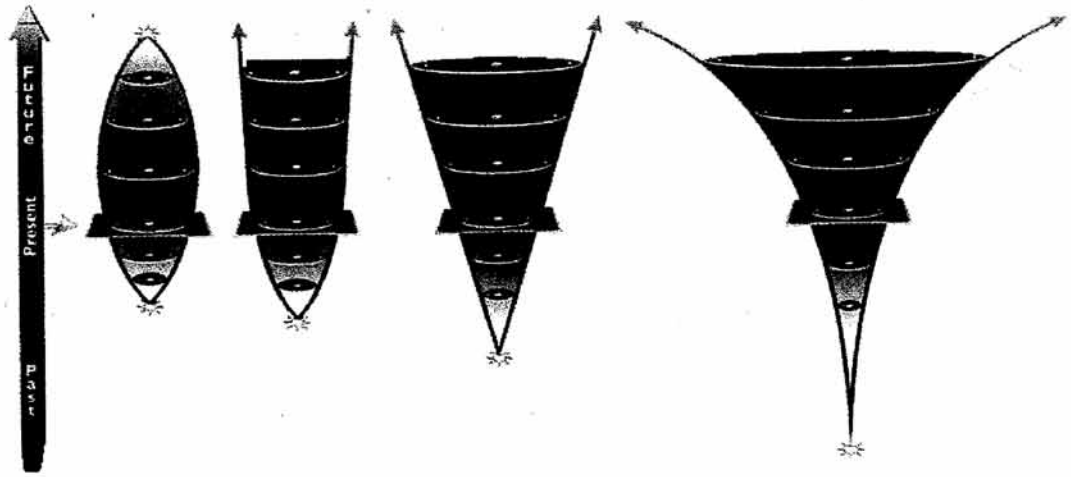
www.baffled.blogfa.com

Another way is to imagine yourself residing on a raisin inside a gigantic loaf of raisin-bread dough whose edges you cannot see. As the dough rises during baking, you will find that the raisins nearer to you move apart more slowly than the raisins farther away from you. Furthermore, you find that the velocity of recession of the other raisins is proportional to their distances from you.

The idea of a finite but unbounded space, according to Max Born, *"is one of the greatest ideas about the nature of the world which has ever been conceived."*

Possible Modes of the Expanding Universe

-Decelerating Universe -Coasting Universe - Accelerating Universe



A decelerating universe contracts and eventually collapses into a "Big Crunch." A coasting universe takes more time to reach its present size, and expands forever .In an accelerating universe the rate of expansion increases due to the repulsive force of the "dark energy."

www.baffled.blogfa.com

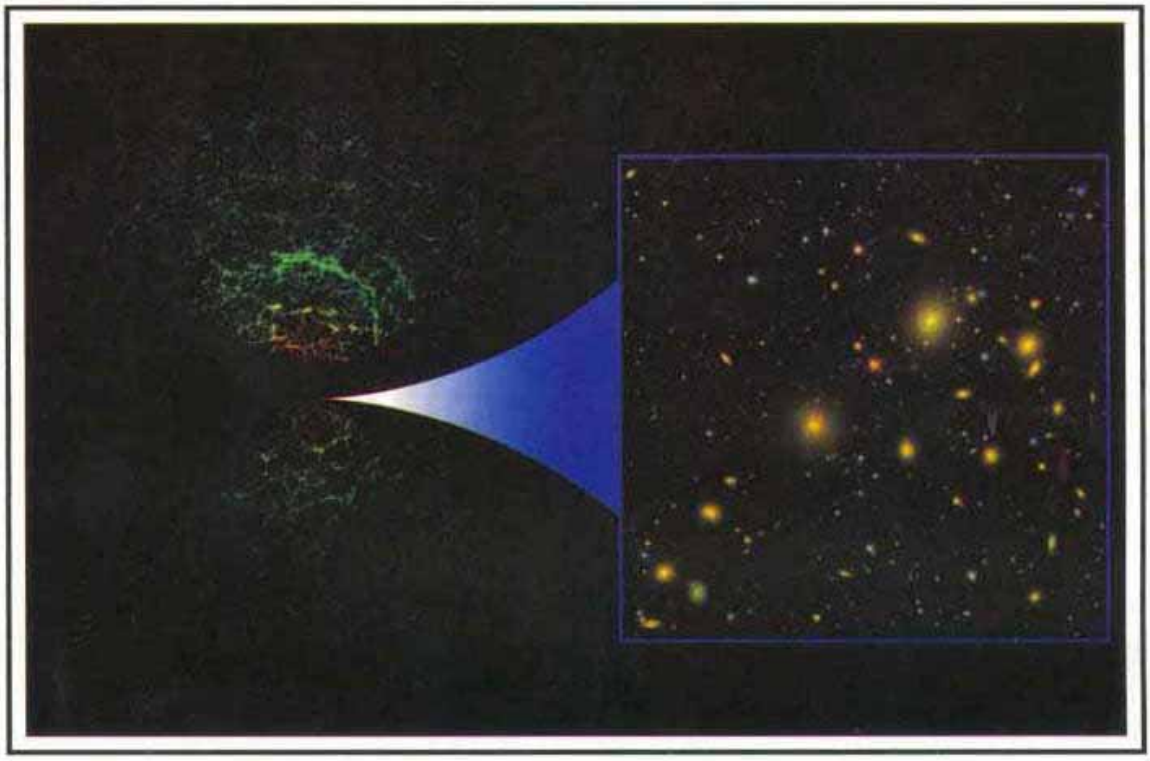
12

ماده تاریک
یا
جرم نامرئی

"طبیعت اسرارش را پنهان می کند چونکه والا و بلند پایه است، نه به خاطر این که شعبده باز می باشد."

- البرت اینشتین

www.baffled.blogfa.com



این آخرین نقشه کائنات باز هم تأکید دارد که ماده تاریک و انرژی تاریک تمام کائنات را فراگرفته است. در طرح نقشه برداری دیجیتال آسمان (اسلون)، نخست کهکشان ها را در چندین میدان دید دو بعدی 2 درجه ای -که یکی از آنها در بالا راست نشان داده شده است- شناسایی می کنند. سپس فاصله شان را از زمین محاسبه کرده و نقشه 3 بعدی آنها را (یکی از این ها در سمت چپ عکس 3 بعدی پایین به سختی دیده می شود) به ترتیب در بر یکدیگرقرار میدهند تا یک نقشه 3 بُعدی کامل چندین درجه ای- بالا و پایین در سمت چپ - را درست کنند. پس از تلاش فراوان برای جور کردن نامزدهای مختلف شکل کائنات با نقشه، کائناتی که بهتر از هر مدل دیگری با نقشه جور باشد،که به نام عالم "سیندرلا" مشهور شده، 5 درصد اتم، 25 درصد ماده تاریک و 70 درصد انرژی تاریک است.

www.baffled.blogfa.com

ماده تاریک

یا

جِرم نامرعی

«. . . ما می توانیم به حضور اجرام آسمانی پی ببریم، در صورتی که آنها را مستقیماً رصد کنیم، یا از روی اثرشان بر اجرامی که آنها را می بینیم به وجودشان اشاره کنیم. ماده تاریک یا جِرم گمشده، مانند سیاهچاله ها از این نوع اجسام هستند . . .»

****

وقتی در یک شب صاف و تاریک به آسمان نگاه می کنیم، حداکثر 6000 ستاره می بینیم، اما در حقیقت حدود 8×10^{22} (هشت هزار میلیارد میلیارد) ستاره در سرتاسر کائنات وجود دارند. بیشتر این ها بسیار بزرگتر از خورشید ما هستند، که ستاره ای متوسط با جرمی حدود 2×10^{30} کیلوگرم است. محاسبه ای ساده نشان می دهد که جرم کل ستاره ها در کائنات حدود 6×10^{53} کیلوگرم است. اگر به این مقدار، جرمِ مجموع همهٔ سیاهچاله ها و ابرهای عظیم غبار و گاز را که فضای میان ستاره ای را فراگرفته اند و نا مرعی می باشند، اضافه کنیم، به عددی بسیار بزرگ و دور از ذهن میرسیم.

چه باور کنید یا نه، این فقط 10 درصد جِرم کائنات است. بقیهٔ آن به شکلی است که ما نمی توانیم ببینیم، اما می دانیم که وجود دارد چرا که بر حرکت اجرامی که ما می بینیم اثر می گذارد.

تقریباً همهٔ اجرام کائنات در ساختارهایی که ما آنها را کهکشان می نامیم، گِرد هم می آیند. کهکشان ها هم به نوبت خود در گروه ها، گروه ها در خوشه ها و خوشه ها در اَبَرخوشه ها گرد هم می آیند. هر کدام از این ساختارها به گرد نقطه ای می گردد که مرکز جِرمش است. این چرخش،

www.baffled.blogfa.com

حرکتی تصادفی نیست، بلکه همچون رقصی است که با یک موسیقی بنام ، «موسیقی کُره ها»، که به دقتِ سمفونی های موتزارت هماهنگ شده است. آهنگساز این قطعهٔ موسیقی آفریدگار ورهبر ارکسترش دانشمندانی که این موضوع را بررسی می کنند می باشد. این چرخش از قوانین مسلّم فیزیک و فرمول هایی پیروی می کند که به دقت جرم و سرعت چرخش آنها را نیز محاسبه می کند.

چرا ماده تاریک اصلاً باید وجود داشته باشد؟

ما می توانیم جرم هر کدام از این ساختارها را به روش های متفاوتی محاسبه کنیم. یک راه به کمک مقدار نوری است که هر کدام از خود ساطع می کنند که کمک می کند تعداد ستاره های هر ساختار را تخمین بزنیم و به این ترتیب به کمک روش های آماری جرم کُل را محاسبه کنیم.

یک روش دیگر به کمک سرعت چرخش یک ساختار، مخصوصاً یک کهکشان، به دور مرکزش است. ما با نگاه کردن به یک "کهکشان از لبه" -کهکشانی که طوری قرار گرفته که ما از روی زمین آن را به پهلو و از لبه می بینیم- به وجود این چرخش پی می بریم. وقتی ما نور یک لبهٔ چنین کهکشانی را از دستگاهی به نام طیف سنج عبور دهیم، می بینیم که طیف نور یک لبهٔ کهکشان به سوی سرخ انتقال یافته است (این، اثر دوپلر نام دارد)، که یعنی منبع نور از ما دور می شود، و نور لبهٔ دیگر کهکشان به سوی آبی انتقال یافته که یعنی این بخش به ما نزدیک می شود. پس ما درمی یابیم که کل کهکشان در حال چرخش به دور مرکزش است. دانشمندان می توانند از روی اینکه طیف نور چقدر انتقال پیدا کرده است، سرعت این چرخش را تعیین کنند. وقتی بدانند که کهکشان چقدر تُند می چرخد، می توانند جرم کهکشان را محاسبه کنند.

در سال 1933، اَخترشناسی به نام فریتز زوییکی، در حال بررسی حرکت کهکشان های دوردست به کمک هر دو روش بود. اما وقتی این دو را با هم مقایسه کرد، دریافت که با ضریب 400 با هم اختلاف دارند. او این اختلاف را به اثر ماده ای نادیدنی که نمی توانیم آن را ببینیم، نسبت داد. او آن را "جرم گمشده" نامید.

همچنین، می دانیم که ستاره ها در یک کهکشان، باید همچون سیارات در منظومه شمسی ما عمل کنند - یعنی هر چه از مرکز دورترند، باید کندتر حرکت کنند. اما سرعت آنها که از روی مقدار انتقال دوپلری شان به دست آمده، نشان می دهد که ستاره ها در حومه بسیاری از کهکشان ها سریع تر از چیزی حرکت می کنند که قانون دوم کپلر پیش بینی می کند (تصویر صفحه 261). بنابراین، نیروی گریز از مرکز باید آنها را به بیرون از کهکشان پرتاب کند و آن را از هم بپاشد.

www.baffled.blogfa.com

نیرویی باید در مقابل این نیروی اضافی مقابله کند که مانع این از هم پاشیده گی شود، و آن فقط می تواند جاذبه گرانشی ماده تاریک نادیدنی ای باشد که درون خود کهکشان نهفته است.

آیا این همان جرم گمشده ای است که زوییکی از آن صحبت می کرد؟

یافتهٔ زوییکی تا دهه 1970 مسکوت ماند، تا این که دانشمندان دریافتند که فقط مقدار زیادی جرم پنهان می تواند بسیاری رصدهای دیگر را توضیح دهد و پشتیبان نظریه هایی درباره ساختار کائنات باشد. امروز، دانشمندان به دنبال ماهیت این ماده تاریک مرموزند.

ماهیت ماده تاریک؛ ماچوها MACHOS و ویمپ ها WINPS

وجود «ماده تاریک» یا «جرم گمشده» نه تنها سرعت به ظاهر اضافی ستاره ها در حومه کهکشان ها را توضیح می دهد، بلکه نظریه های جاری درباره منشأ و سرنوشت کائنات را نیز تصدیق می کند. این بررسی ها نشان می دهند که ماده تاریک 90 تا 96 درصد جرم کائنات را تشکیل می دهد.

ما نمی توانیم ماده تاریک را ببینیم. فقط اثرش بر موادی که در کائنات می بینیم، به وجودش اشاره دارد. پس این ماده از چه چیزی ساخته شده است؟ احتمالات دو گونه اند:

1. یکی از احتمالات ماچوها (اجرام اَخترفیزیکی پُرجرم و فشرده هاله کهکشان) هستند که اجرامی بزرگ از ستاره های کوچک تا سیاهچاله های اَبَرپُرجرم اند. آنها از «مواد عادی» که ماده باریونی نام دارد، تشکیل شده اند.
2. احتمال بعدی ویمپ ها (ذرات پُرجرم با بُرهُم کُنِش ضعیف) هستند. آنها از مواد غیرباریونی اند، که ذرات زیراتمی غیر از ماده معمولی اند. آنها بُرهُم کُنِشی با ماده معمولی کائنات ندارند و 100 هزار بار کمتر از یک الکترون جرم دارند. یکی از مثال های خوب این مواد، نوترینوست. چون تعدادشان آنقدر در کائنات زیاد است که در هر ثانیه تریلیون ها نوترینو از میان بدن ما می گذرد بدون این که با چیزی برخورد کند.

اخترشناسان در جستجوی ماچوها و فیزیکدانان ذرات در جستجوی ویمپ ها هستند.

اجرام اَخترفیزیکی پُرجرم و فشرده هاله (ماچوها) یا ماده عادی کائنات

ماچوها در وُهله اول ستاره های ریز نقش قهوه ای و سیاهچاله ها اند، که وجود هر دوشان بسیار پیش از گمان وجود ماده تاریک، از طریق نظریه ها پیش بینی شده بود. وجود ریز نقش های قهوه ای در نظریه هایی که شکل گیری ستاره ها را توضیح می دهند، پیش بینی شد. آنها هم همچون ستاره ها از هیدروژن تشکیل شده اند، اما از آنها بسیار کوچک ترند. ستاره هایی همچون خورشید

www.baffled.blogfa.com

ما آنقدر هیدروژن دارند که تحت جرم و گرانش خودشان فروریزند و فشار شدیدِ ایجاد شده، یک واکنش هسته ای در هسته شان به راه بیاندازد که نور و انرژی منتشر کنند. جرم یک ریز نقش قهوه ای آنقدر گرانش ایجاد نمی کند که در حدی فشار تولید کند که واکنش هسته ای را در هستهٔ ستاره به راه بیاندازد، بنابراین این ستاره فقط مقدار کمی حرارت و نور ساطع می کند.

نظریه نسبیت عام اینشتین، وجود سیاهچاله ها را پیش بینی کرد. بر خلاف ریز نقش های قهوه ای، سیاهچاله ها آنقدر پُرجرم اند که ماده در هستهٔ ستاره های عظیم، که در پایان چرخهٔ عمرشان در یک انفجار اَبَرنواَختری منفجر می شوند، تحت گرانش بسیار زیادشان «می رْمبُند» و تبدیل به جسمی بسیار کوچک می شوند. اما این جسم بسیار کوچک، آنقدر چگال است که هیچ چیز حتی نور نمی تواند از کشش میدان گرانشی آن رها شود.

هر ستاره یا ابر گازی که به نزدیکی سیاهچاله ای بیاید، همچون گردابی به دور آن می گردد تا این که سرانجام سیاهچاله آن را می بلعد. وقتی گازها به درون سیاهچاله سقوط می کنند، در طی چرخش سرعتشان به سرعت نور می رسد. وقتی چنین می شود، انرژی شان را در پرتو ایکس و دیگر تابش های الکترومغناطیس ساطع می کنند که از روی زمین آشکار می شود.

سیاهچاله های اَبَرپُرجرم به جرم میلیون ها و برخی حتی میلیاردها برابر خورشید ما در مرکز بسیاری از کهکشان ها کشف شده اند در حالی که نسبتاً کوچک ترها - به جرم چند برابر خورشید- در هاله کهکشان ها و در مرکز خوشه های کروی ستاره ها- مجموعه ای از چند هزار ستاره نزدیک به هم- کشف شده اند. تلسکوپ های فضایی هابل و چاندرا آنها را با آشکارسازی پرتوهای ایکس و دیگر تابش های ساطع شده از مواد ساقط درون آنها، کشف کرده اند.

حتی برخی سیاهچاله های سرگردان هم وجود دارند، همچون یکی که هم جرم خورشید است و اخیراً با مقایسه تصاویری از آسمان همین حوالی در سال 1961 و سال 2002 کشف شده و فقط 6000 سال نوری از خورشید فاصله دارد. بررسی مسیرش، منشأ آن را به نواحی مرکزی راه شیری می رساند که حدود 7 میلیارد سال پیش از آنجا پرتاب شده است.

آشکارسازی اجرامی همچون ماچوها که از فواصل نجومی دیده نمی شوند، بی اِغراق کاری پُرزحمت است. اما با پرتاب تلسکوپ فضایی هابل و تلسکوپ پرتو ایکس چاندرا چشم اندازهای جدیدی گشوده شده که شکار ستاره های ریز نقش قهوه ای، که بیشتر در هاله کهکشان ها ساکن اند، و همچنین سیاهچاله ها را، که درون کهکشان ها قرار دارند، ممکن می سازد.

www.baffled.blogfa.com

تصاویر تلسکوپ هابل، تعداد زیادی ریز نقش های قهوه ای را که اخترشناسان انتظار داشتند آشکار نکرد. آنها انتظار داشتند که این تصاویر پُر از ستاره های سرخ رنگ کم نور باشند، اما تعداد آنها کم، و فاصله بینشان زیاد بود. حال چنین تخمین می زنند که ریز نقش های قهوه ای فقط شش درصد ماده هاله کهکشانی را تشکیل می دهند.

اثر عدسی گرانشی (فصل نظریه نسبیت) یکی از روش های ظهور ماچوهاست. نخستین بار اینشتین این اثر را یک اصل مسلّم فرض کرد که ریشه در خمیده شدن نور در گذر از میدان گرانشی (فضا- زمان خمیده) داشت. این اثر زمانی رخ می دهد که یک ماچو از میان یک ستاره یا یک کهکشان و رصدگری روی زمین بگذرد.

وقتی پرتوهای نور ستاره از میدان گرانشی ماچو عبور می کند، از هر سو به طرف داخل خمیده می شوند و زمانی که به زمین می رسند در نقطه ای دوباره کانونی می شوند(تصویرچپ) و این اثر در طول مدتی که ماچو از این میان عبور می کند موجب درخشان تر شدن ستاره می شود. اخترشناسان، با پشتکار در میان تصاویر آسمان شب به دنبال درخشان شدگی های متناوبِ ستاره ها می گردند که نشانه ای از وجود یک ماچوست. این روش، نه تنها وجود یک ماچو را آشکار می کند، بلکه همچنین اخترشناسان را قادر می سازد که جِرم و فاصلهٔ ماچو را با تعیین مدت اثر عدسی گرانشی و فاصله منبع نور که از انتقال به سرخش به دست می آید، محاسبه کنند. فقط دو سال است که اخترشناسان از روش عدسی گرانشی برای جستجوی ماچوها استفاده می کنند. داده هایی که تا به حال به دست آمده نشان می دهد که آنها جِرمی بین مشتری و خورشید دارند که آنها را مخلوطی از ریزنقش های قهوه ای و سیاهچاله های کم جِرم می سازد.

ذرات پُرجِرم با بُرهُم کُنِش ضعیف (ویمپ ها)، یا ماده نامتعارف کائنات:

دانشمندان فیزیک ذرات مدعی اند که ماچوها هرگز 90 درصد جِرم کائنات را تشکیل نمی دهند، پس به سختی تلاش می کنند تا ویمپ ها را کشف کنند. حدس می زنند که آنها کوچکتر از

www.baffled.blogfa.com

اتم ها هستند، اما جرم دارند. آنها به ندرت با ماده باریونی بُرهُم کُنِش دارند و درست از میان آنها می گذرند. چون هر ذرهٔ ویمپ جرم کمی دارد - بسیار کمتر از یک الکترون- باید تعداد بسیار زیادی از آنها وجود داشته باشد تا این مقدار کلان ماده تاریک را شکل دهد.

یکی از نامزدهای اصلی برای ویمپ ها، نوترینو است که در هر ثانیه تریلیون ها عدد از آنها از میان بدن ما می گذرد بدون این که با چیزی برخورد کنند. در حقیقت آنها می توانند حتی از میان یک دیوار سُربی به ضخامت فاصله بین خورشید تا مشتری عبور کنند. آزمایش های اخیر که به کمک آشکارسازهای پیچیده نوترینویی که در اعماق معادن در ایالات متحده و ژاپن قرار دارند، انجام شده است، نشان می دهد که نوترینوها واقعاً جرم دارند.

یکی دیگر از روش های شکار ویمپ ها، خَنک کردن یک بلور **crystal** بزرگ تا دمای صفر مطلق است تا حرکت اتم ها تقریباً متوقف شود. وقتی یک ذره ویمپ با یک اتم بلور برهم کنش کند، حرارتی تولید می کند که آشکار می شود. در آزمایش مشابهی به جای بلور خنک شده از یخ هایی که درقطب جنوب زمین وجوددارند استفاده شده است.

وجود ماده تاریک نه تنها اختلافات موجود در محاسبات جرم کهکشان ها را توضیح می دهد، بلکه یکی از پُردردسُرترین مسائل مربوط به نظریه انفجار بزرگ را هم شرح می دهد، که می گوید کائنات و همه ماده آن از یک نقطه ریز انرژی شکل گرفته است. سرعت انبساط آنقدر بوده که بر گرانش غلبه کند و اجازه دهد که مواد کنار هم جمع شوند و ستاره ها و کهکشان هایی را که امروز می بینیم بسازند.

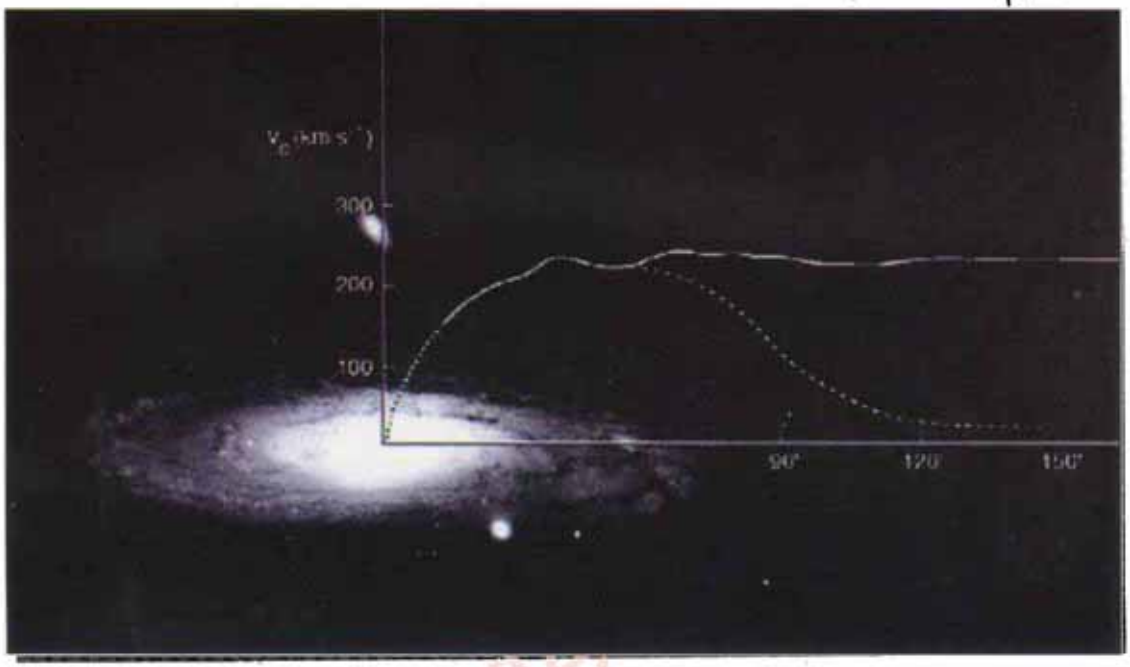
انبساط کائنات که اِدوین هابل در سال 1929 آن را کشف کرد، بخش نخست نظریه را تأیید می کند. البته، پرسش بزرگ و دردسرساز این است که، ستاره ها و کهکشان ها چگونه از ماده ای شکل گرفتند که باید سرانجام در همه جهت ها پخش می شد؟ چون در چنین کائناتی هر ذره ای بر ذره دیگر اثر گرانشی یکسانی دارد. به بیان دیگر، چه عاملی، جمع شدن مواد کنار هم را شروع کرد؟ چیزی باید گرانش اولیه را برای آغاز گردهم آیی مواد و شکل گیری نخستین ستاره ها، به وجود آورده باشد. فیزیکدانان، ویمپ ها را مقصّر می دانند. چون ویمپ ها بر مادهٔ باریونی فقط اثر گرانشی دارند، ممکن است موجب شکل گیری کهکشان ها شده باشند، پس به این ترتیب ما مقدار زیادی از آنها نیاز داریم.

اگر معلوم شود که ماده تاریک بیشتر از ویمپ ها شکل گرفته است، مجازات عادلانه ای است که ما انسان ها در مرکز کائنات نیستیم و حتی از مادهٔ سازنده کائنات، ساخته نشده ایم.

www.baffled.blogfa.com

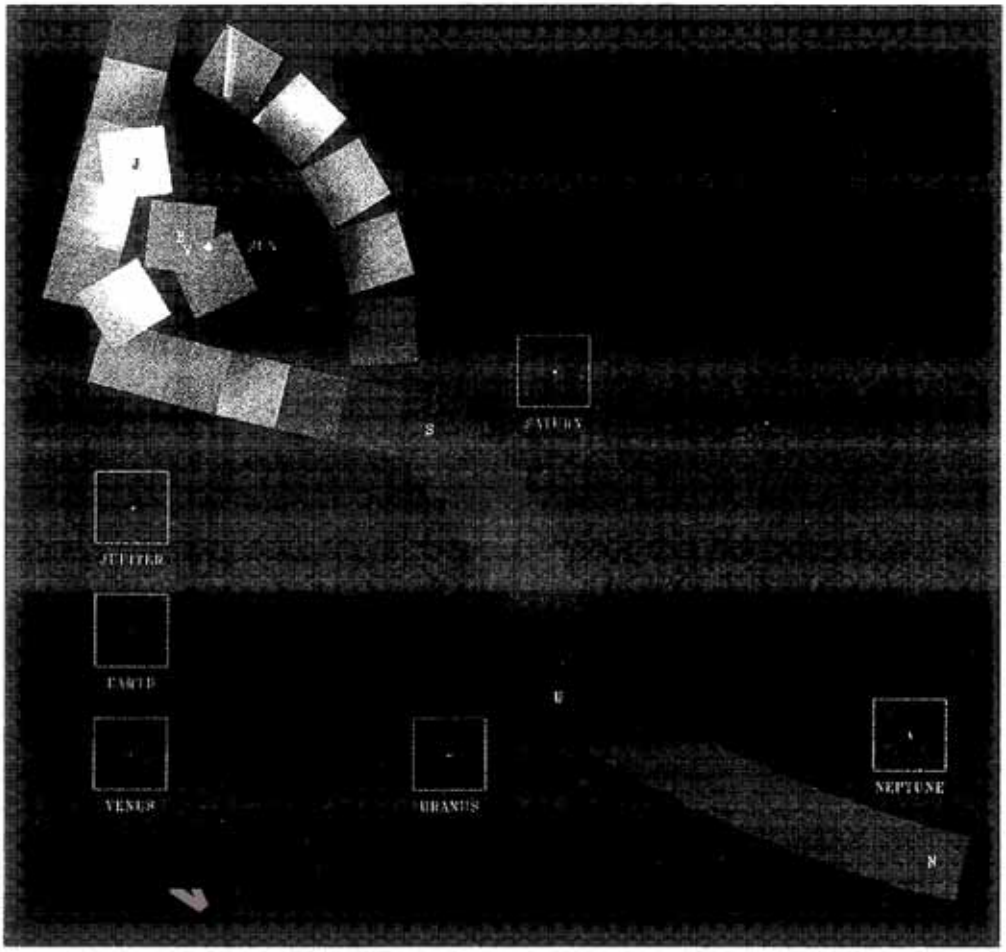
چقدر مسخره است؟!

در همین حال، بسیار هم ناامید کننده است که اعتراف کنیم، نمی توانیم **90** درصد جرم کائنات را کشف کنیم.



حضور ماده تاریک از سرعت ستاره ها در نواحی خارجی کهکشان های مارپیچی مشخص می شود. این ستاره ها از آنچه بر اساس قانون دوم کپلر نتیجه می شود، سریع تر حرکت می کنند. بنابراین، نیروی گریز از مرکزشان باید آنها را از کهکشان به بیرون پرتاب کند و کهکشان را از هم بپاشد. نیرویی باید در برابر این نیروی اضافی مقابله کند و آن فقط ممکن است جاذبه گرانشی ماده نامرعی به نام "ماده تاریک" باشد که در درون کهکشان وجود دارد. در نمودار بالا، *سرعت چرخشی* ستاره های مرئی و ابرهای گازی فراتر از آنها به دور مرکز کهکشان، در محور عمودی، و *فاصله از مرکز کهکشان*، در محور افقی نشان داده شده است. منحنی توپُر سرعت واقعی است و خط نقطه چین شکل منحنی را در صورت غیبت ماده تاریک نشان می دهد.

www.baffled.blogfa.com



نیروی جاذبه، یا به قول آینشتین انحناء فضا و زمان سیارات منظو مه شمسی را به دور خورشید نگه میدارد. پس از آنکه سفینه وویجر یک به ماموریتش خاتمه داد و به نزدیکیهای شمالی مرز منظومه شمسی رسید، کارشناسان ناسا دوربین آنرا به طرف خورشید نشان کردند و این عکس مشهور به "عکس فامیلی" را از خورشید و سیارات آن گرفتند.

www.baffled.blogfa.com

13

اسراری از اینجا و آنجا

1- اسرار «هیچ چیز»
2- اسرار شش عدد ثابتی که کائنات را در اختیار دارند
3- اسرار هنر سنجش طول و زمان، و تقویم ها
4- اسرار وزن: "بوزون هیگز"

"بزرگترین رازی که وجود دارد کوانتم است.
هیچوقت در طول عمرم اینقدر بی تاب نبوده ام."

- جان آرچیبالد ویلر
-JOHN ARCHIBALD WHEELER

www.baffled.blogfa.com

غبار و بازوهای مارپیچی کهکشان های مارپیچی معمولی، همچون راه شیری خودمان، وقتی که از لبه دیده می شوند تَخت به نظر می رسند. این، تصویر کهکشانی در فاصلهٔ 150 میلیون سال نوری از ماست که برعکس، قرص آن، ساختار پیچ و تاب خوردهٔ عجیبی دارد، چون اخیراً با کهکشانی در همسایگی اش برخوردَ کرده و اکنون مشغول بلعیدن آن است. وقتی ستاره ها، و گازوغبار دو کهکشان در فرایندی چند میلیون ساله با هم ادغام می شوند، نیروهای گرانشی شان ساختار آنها را به کل به هم می ریزند. سرانجام آشوب ها خاتمه می یابند و حاصلْ کهکشانی منفرد با ظاهری معمولی است.

"The dust and spiral arms of normal spiral galaxies, like our own Milky Way, appear flat when viewed edge-on. This is the picture of a galaxy 150 million light years away that, by contrast, has an unusual twisted disk structure because it has recently undergone a collision with a nearby galaxy and is in the process of swallowing it. Gravitational forces distort the structures of the galaxies as their stars, gas and dust merge together in a process that takes millions of years." Eventually the disturbances will die out, and it will become a normal-appearing single galaxy."

www.baffled.blogfa.com

اسرار «هیچ چیز»

«. . خیلی چیزها هست که درباره "هیچ چیز" نمی دانیم. . .»

****

آیا تا به حال به صورت جدی درباره اینکه «هیچ چیز» دقیقاً چیست فکر کرده اید؟ وقتی درباره «هیچ چیز» فکر می کنید، در ذهن و تصورتان چه می بینید؟ اگر «هر چیزی» به ذهن شما برسد، دیگر «هیچ چیز» نیست، چون باید «چیزی» باشد که ذهن شما را اِشغال کند و مغزتان آن را به تصویر بکشد. به بیان دیگر، فقط حرف زدن و فکر کردن درباره «هیچ چیز» سبب خلق شدن «چیزی» می شود که با «هیچ چیز» مغایر است.

ماهیت «هیچ چیز» آثار عمیق و ژرفی بر علوم فیزیک و اخترشناسی دارد و بسیار با ماهیت زنجیره فضا-زمان و ساختار کائنات نزدیکی دارد.

اگر بگوییم که «هیچ چیز»، خلأ بدون ویژگی است که آن را «فضای خالی» می نامیم، پس چطور «فضای خالی» یا «هیچ چیز» ناگهان به «فضا» که «چیزی» همچون یک ستاره در آن وجود دارد، تبدیل می شود؟ تنها راه حل این معما نیازمند این است که فاصله و زمان زنجیره هایی قابل تقسیم متوالی باشند، یعنی بتوانیم هر واحدی از فاصله و زمان مثلاً یک سانتی متر و یک ثانیه را بگیریم و به طور متوالی آنها را نصف کنیم تا به «هیچ چیز» برسیم.

اگر کمی عمیق تر در این الزامات کندوکاو کنید، درمی یابید که چقدر غیرطبیعی و نابهنجار است. ممکن است در نگاه اول به نظر برسد که فرایند تقسیم کردن تا بی نهایت برای یک چیز، پس از تعداد نامحدودی تقسیمات، به «هیچ چیز» ختم می شود؛ که به خودی خود تصویری مبهوت کننده است.

اما، با بررسی دقیق تر درمی یابیم که فرایند تقسیم کردن، چه بی کران و چه کران دار، هرگز به نقطه «هیچ» نمی رسد. چون ما کار را با «چیزی» شروع کردیم و نصف هر «چیزی» همیشه «چیزی» است و هرگز «هیچ چیز» نیست؛ حتی پس از بی نهایت بار تقسیم کردن.

نتیجه واضح این است که فضا و زمان تا بی نهایت قابل تقسیم نیستند، یعنی آنها کوانتیزه شده اند. این یعنی که باید مقداری حداقل برای زمان و برای فاصله وجود داشته باشد و همه زمان ها و فاصله ها در کائنات ضرایبی از این دو مقدارند.

حالا پرسش اصلی این است، «این دو مقدار چقدر هستند؟»

www.baffled.blogfa.com

کوتاه ترین فاصله و زمان ممکن:

برای شروع، چیزی را فرض کنید که به راحتی برایتان قابل تصور باشد -مثلاً یک سانتی متر به عنوان واحد فاصله. از نظر ریاضی این واحد را به شکل 10^{-2} متر یا $1/100$ متر نشان می دهیم. اگر آن را بر 10 تقسیم کنید، به یک میلیمتر می رسید. هنوز می توان این فاصله را دید. آن را به 1000 قسمت تقسیم کنید تا به یک میکرون برسید که دیگر با چشم غیرمسلح دیده نمی شود. در ذهنتان به تقسیم این فاصله به هزار قسمت های دیگر ادامه دهید تا به نانومتر و هزارتای بعدی به پیکومتر و فِمتومتر و آتومتر و زپتومتر و سرانجام به یوکتومتر برسید. این آخری 10^{-24} متر است که حدود یک میلیاردم شعاع یک پروتون است.

با اینکه فهرست حروف یونانی که علم آنها را به این فواصل ریز اختصاص داده، به انتها رسید، اما شما تقسیم بر 1000 را همچنان ادامه دهید (برای هر تقسیم یک عدد 3 به عدد منفی بالای سر 10 اضافه کنید) تا به 10^{-35} متر (یا 10^{-33} سانتی متر) برسید؛ یعنی یک کسر اعشار با 35 صفر (یا 33 صفر در فاصله سانتی متر) جلو آن و سپس عدد یک. این اندازه، مسافت پلانک نام دارد که کوچکترین حد تقسیم مسافت است.

کوتاه ترین لحظه، زمانی است که نور، این مسافت را با سرعت 300000 کیلومتر در ثانیه می پیماید. این زمان فقط یک سوم 10^{-43} ثانیه است و زمان پلانک نام دارد. مفهوم ترکیب این دو ایده این است که زنجیره فضا - زمان که ساختار کائنات است، کوانتیزه شده است. به بیان ساده یعنی فضا که ما آن را خلأ بدون ویژگی می شناسیم، ساختاری دارد؛ دانه دانه است و از کوانتا، یعنی مقادیر ریز تشکیل شده است.

دانشمندان مدت ها بر این عقیده بودند که فضا - زمان کوانتیزه شده است. آنها در تلاش برای متحد کردن نظریه نسبیت عام اینشتین -که درباره ماهیت گرانش بحث می کند- با مکانیک کوانتومی -که درباره ماهیت سه نیروی دیگر، یعنی هسته ای قوی و ضعیف و نیروی الکترومغناطیس که همراه با گرانش کائنات را کنترل می کنند، بحث می کند- به این نتیجه رسیدند.

این نظریه که گاهی گرانش کوانتومی، گاهی نظریه وحدت میدان ها و بیشتر از همه نظریه همه چیز نامیده می شود، سازوکار همه نیروها و ذرات کنترل کننده کائنات را شرح می دهد. این نظریه «جام مقدس» فیزیک است و دانشمندان بسیاری در تلاش اند تا آن را تکمیل کنند. وقتی این کار به انجام برسد، درمی یابیم که خالق در زمان آغاز انفجار بزرگ در 13.7 میلیارد سال پیش چه در ذهن داشته است.

www.baffled.blogfa.com

اسرار شش عدد ثابتی که کائنات را در اختیار دارند

«... اگر مقدار هر کدام از این شش عددِ کاملاً اختیاری و غیر قابل توضیح، فقط 0/1 درصد تفاوت می کرد، کائنات هرگز شکل امروزش را نداشت. . . »

******

ریاضیات زبان علم است. اعداد بر «مقدار» پدیده ها (که متغیر شناخته می شوند) دلالت دارند که گاهی با حروف الفبا (همچون X ،Y ، آلفا و غیره) نشان داده می شوند که حروف این زبان اند. قوانین ریاضیاتی جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، انتگرال گیری و غیره، دستور زبانی اند که حروف براساس آنها مرتب می شوند تا جمله ها (فرمول ها) را شکل دهند که در نهایت شرح آن چیزی را که می گوییم، یا مقدار عددی متغیری را که جستجو می کنیم، یا شرح پدیده ای را که بررسی می کنیم، هستند. همه نظریه های علمی را فرمول ها شرح می دهند؛ فرمول هایی که به رابطه بین دو یا چند متغیر دلالت دارند. چنان که گاهی اتفاق می افتد، بعضی اوقات رابطه بین دو یا چند متغیر فقط شامل یک عدد ساده است که نه تنها از نظر ارزش عددی، بلکه از نظر واحدش هم منحصر به فرد است. این واحد است که دو سوی معادله ای را متعادل می سازد، که اگر نکند، فرمول غلط و بی اعتبار می شود. مثلاً نمی توانید فرمولی داشته باشید که فاصله ای را که گلولهٔ شلیک شده از توپ طی می کند به دست دهد، در حالی که واحد دو طرف معادله همخوان با واحد فاصله یعنی متر یا غیره نباشد.

بهترین مثال این مسئله فرمول نیوتن است که نیروی گرانش متقابل را بین دو جسم با جرم های M و m کیلوگرم و فاصله r متر را به دست می دهد:

$$F=-G*M*m/r^2$$

این فرمول بدون عدد ثابت G بی استفاده است، اول و مهمتر از هر چیز، چون واحد عبارت $M*m/r^2$ هم ارز نیوتن که واحد نیروست، نیست. خوب اگر یک ثابت G لازم است تا این کار را انجام دهد، پرسش این است که مقدار این عدد چیست؟

www.baffled.blogfa.com

این جایی است که معمای واقعی نهفته است. مقدار این عدد ثابت بنیادی، که شکل فیزیکی کائنات و منظومه شمسی و مکان نسبی آنها را در کائنات تعیین می کند - تازه اگر وزنمان و بی شمار پدیده های دیگر را که به حسابشان می آوریم نادیده بگیریم- از هیچ کدام از قوانین شناخته شدهٔ فیزیک نشأت نمی گیرد و هیچ کدام هم نمی توانند توضیحش دهند. اتفاقی است که مقدار این عدد، $6/67300*10^{-11}$ مترمکعب بر کیلوگرم در مجذور ثانیه است، و هیچ کس البته به جز خالق کائنات نمی داند که چرا این عدد این مقدار خاص را دارد. واضح است که اگر این مقدار فقط 0/1 درصد تفاوت داشت، کائنات هرگز شکل امروزش را پیدا نمی کرد.

این معما وقتی پیچیده تر می شود که دریابیم شش عدد ثابت در کائنات وجود دارند. هر کدام از آنها مقدار خاصی دارند و تا جایی که سطح دانش امروزمان مشخص می کند، هیچ ربطی به یکدیگر ندارند. البته، همه آنها کنترلی عمیق و یکسان بر شکل و سازوکار کائنات دارند. آنها عبارتند از:

1- ثابت گرانش $G = 6/67300*10^{-11}\ m^3kg^{-1}sec^{-2}$
2- سرعت نور $c = 298053\ km/sec$
3- بار الکترون (کولُن) $q = 1/602*10^{-19}$
4- جرم الکترون $9/11*10^{-31}$ کیلوگرم
5- جرم پروتون $1/672*10^{-27}$ کیلوگرم
6- ثابت پلانک (ژول ثانیه) $h = 6/626*10^{-34}$

طبیعتاً، همه این اعداد در صورتی که ما سیستم واحد دیگری را انتخاب کنیم، فرق خواهند کرد. مثلاً اگر ما به جای کیلومتر از واحد مایل برای مسافت استفاده کنیم، سرعت نور به 186283 مایل در ثانیه تغییر خواهد کرد، اما این مسئله هیچ اثری بر مهمترین ویژگی سرعت نور - ثابت بودن و مستقل بودن از حرکت منبع و بیننده- ندارد. حقیقت این است که اعشار این اعداد به 2 تا 3 رقم بیش از آنچه اینجا ذکر شده می رسد. این گواهِ اختیاری بودن روشی است که ما برای اندازه گیری های پایه در محاسبات علمی و مشغله های هرروزه مان استفاده می کنیم، که به خودی خود در عین اسرارآمیزی هنر هم هست، گرچه طبیعت و سرچشمه آنها بیشتر تاریخی است تا علمی.

www.baffled.blogfa.com

حالا پرسشی که پیش میآید این است: آیا سیستم اندازه گیری ای وجود دارد که همه این شش عدد در آن اعداد صحیح (integer) باشند و بنابراین همه محاسباتی که شامل آنهاست، دقیق تر شوند و ما مجبور نباشیم برخی از ارقام زیادی اعشار آنها را حذف کنیم؟ پاسخ برای یک یا دو تا از آنها بله است اما نه برای هر شش عدد. مثلاً مسلّم است که می توانیم واحد مرجع جرم را جرم الکترون بگیریم، اما به این ترتیب باز هم جرم پروتون و مقدار ثابت گرانش اعشاری می مانند. یا می توانیم واحد قراردادی مسافت را از متر به 298053/3 یا 0/99351 متر تبدیل کنیم، پس سرعت نور دقیقاً 300 هزار کیلومتر در ثانیه می شود. اما تغییر طول یک ثانیه جایز نیست، چون به شدت به چرخش زمین حول محورش وابسته است و تغییر آن واقعاً زندگی روزمره ما را دچار اختلال می کند. تقویم های دنیا همگی مقداری آشفتگی دارند، پس لازم نیست ما چیزی به این آشفتگی ها اضافه کنیم.

www.baffled.blogfa.com

اسرار هنر سنجش طول و زمان و تقویم ها

«. . . وقتی می توانید چیزی را که درباره اش صحبت می کنید، اندازه بگیرید و آن را به اعداد بیان کنید، چیزی درباره اش می دانید. اما وقتی نمی توانید آن را اندازه بگیرید و به اعداد بیانش کنید، دانشتان درباره آن نادقیق و مبهم است. . .»

- لُرد کِلوین؛ فیزیکدان انگلیسی قرن نوزدهم

****

ما در هر لحظه از زندگی روزمره‌مان با سنجش کمیت‌های مختلف سروکار داریم. پیش‌از آنکه به‌ساعت بالای سرمان نگاهی بیندازیم از خواب برنمی‌خیزیم. این نگاه، زمان را برایمان بیان می‌کند، سیری که یکی از چهار سنجش مهمی است که ما در زندگی هرروزه با آنها سروکار داریم؛ سه عامل دیگر، طول ، وزن و مقدار پولی که به دست می آوریم است. سنجش، شاه‌کلید اکتشافات علمی است. بدون آن، راهی برای درك‌کردن، پیش‌بینی و آشکارسازی تغییرات، که همگی لازمه کشفیات علمی‌اند، وجود ندارد.

سیستم‌ها و روش‌های سنجش، پیشینه‌ای قدیمی‌تر از تاریخ ثبت‌شده دارند. در زمان‌های باستان، هر جامعه‌ای برای اندازه‌گیری طول و وزن، روش‌ها و مقیاس‌های خود را داشت. نخستین واحدهای طول در غرب شامل «فوتِ» انگلیسی و«Pied de roi» فرانسوی بود، که در هر دو مورد تصوربر این بود که پای همه شاهان تقریباً یك اندازه است.

در سال 1670، واحدهای طول و وزن به‌هم مرتبط و دارای استاندارد خاصی شدند. در آن زمان، گابریل موتون، کشیش فرانسوی واحد متر را -که اندازه‌ای برابر با ده میلیونیم فاصله یکی از قطب‌های زمین تا استوا بود- واحد طول معرفی کرد. این فاصله، اندازه‌ای دقیقاً مشخص نیست، به‌همین دلیل واحد متر هنوز هم واحدی دِیمی است. خیلی بهتر بود، اگر استاندارد واحد طول، کسرِ معینی از یك اندازه دقیقاً مشخص انتخاب می‌شد، اما در آن زمان هیچ فاصله‌ای به‌طور دقیق مشخص نبود. بر این اساس، لیتر، واحد حجمی شد که طول هر ضلعِ مکعبِ محصورکننده آن حجم $1/10$ متر بود، و کیلوگرم واحد جِرم یك لیتر آب تعریف شد. این دو واحد به‌همراه «ثانیه» - سنجشی از زمان

www.baffled.blogfa.com

که از مدت یك‌بار چرخش زمین به‌دور خود مشتق شده بود- واحدهای اصلی سیستم سنجشِ متری را تشکیل دادند.

داستان این که بشر چرا و چگونه شروع به سنجش زمان کرد، به‌دوره پیش از تاریخ بازمی‌گردد؛ زمانی که خورشید در عالی‌ترین مقام بر زندگی بشر حاکم بود. از آنجا که خورشید تعیین‌کننده روز و شب و فعالیت‌های روزانه بشر و نیازها و عکس‌العمل‌های طبیعی بدن انسان همچون نیاز به‌خواب بود، نقش مهمی در زندگی او داشت. همین روز و شب، در کنار هم نخستین رصدهای نجومی و ابتدایی‌ترین سنجش‌ها را به‌وجود آورد و برقرار کننده نخستین رابطه میان آنچه آن بالا رخ‌می‌دهد و آنچه این پایین اتفاق می‌افتد، بود.[1] بنابراین، طبیعی بود که نخستین سنجش زمان براساس حرکت خورشید در آسمان انجام می‌شد و به‌کمك چرخش سایه یك میله عمودی (شاخص) که در وسط صفحه‌ای دایره‌ای که محیطش مدرج بود، نصب شده بود مشخص می‌شد . این وسیله که ساعت آفتابی نام داشت، ابزار سنجش زمان در طول روز بود، اما مسلماً تا قرن‌ها ابزاری برای سنجش زمان در شب وجود نداشت. بزرگ‌ترین ساعت آفتابی را مُهاراجه‌ای در سال 1724 در هند ساخت که تا 20 ثانیه دقت داشت.

این واحد انتخابی، زمان را به‌گردش زمین به‌دور محورش مربوط کرد. واحدهایی که سرانجام انتخاب شدند، یك ساعت بود که به‌طور دلخواه $1/24$ مدت زمان گردش زمین به‌دور خودش تعیین شد، سپس یك دقیقه که $1/60$ یك ساعت بود و یك ثانیه که $1/60$ یك دقیقه بود. این سنجش زمان براساس کسرهایی از روز، فعالیت‌های روزانه بشر را به کائنات ربط می‌کند. این سنت تا به امروز ادامه یافته است؛ با این که امروزه یکی از دقیق‌ترین ابزارهای سنجش زمان، تَپ‌های پیوسته نور یك تَپ- اختر است - ستاره‌ای مرده و بسیار چگال و کوچك که باسرعت زیادی به دور خود می‌چرخد.

مشکل زمانی به وجود آمد که اندازه‌گیری دقیق زمان در مدت زمانی طولانی‌تر مطرح شد. در این سیستم که گاهشماری یا تقویم نام گرفت، واحد ابتدایی همان یك روز باقی ماند، اما سپس واحدی طولانی‌تر به‌نام هفته، متشکل از هفت روز به‌وجود آمد. رقم هفت در این تعریف باز هم متأثر از رصد آسمان بود که در آن حرکت هفت جرم آسمانی - ماه، خورشید و پنج سیاره عُطارد، زهره، مریخ، مشتری و زحل -که همگی با چشم غیرمسلح در زمینه‌ای پُر از ستاره‌های به‌ظاهر ثابت دیده می‌شوند. با استناد به این که هر کدام از این اَجرام متحرك را گذر یك روز کنترل می‌کند (یا

1- همین امر به‌طور طبیعی منجر به‌پرستِش خورشید، همچون خدا شده بود.

www.baffled.blogfa.com

برعکس)، واحد جدیدی برای سنجش زمان از هفت روز تشکیل شد که هر روز آن متعلق به‌یك جرم بود و بر همین اساس هم نامگذاری شد (در ایران باستان، هفته سنجیده نمی‌شد و هرکدام از روزهای ماه نام خاصی برای خود داشت):

در زبان انگلیسی، روز شنبه (Saturday) به‌نام زحل (Saturn) ؛ روز یك‌شنبه (Sunday) به‌نام خورشید (Sun) ؛ و روز دوشنبه (Monday) به‌نام ماه (Moon) ، نامگذاری شده‌اند. از سه‌شنبه تا جمعه از ساکسون‌ها گرفته شده است و به نام چهار خدای اِسکاندیناوی نامگذاری شده است. سه‌شنبه (Tuesday) روز خدای TIW ؛ چهارشنبه (Wednesday) روز خدای WEDIN ؛ پنج‌شنبه (Thursday) روز خدای THOR ؛ و جمعه (Friday) روز خدای FRIGG است. اما در زبان فرانسه، اسپانیایی و ایتالیایی، چهار روز آخر به‌نام سیارات نامگذاری شده‌اند؛ یعنی مریخ (Mars) روز سه‌شنبه (Mardi) ؛ عطارد (Mercury) روز چهارشنبه (Mercredi) ؛ مشتری (Jupiter) روز پنج‌شنبه (Judi) ؛ و زهره (Venus) روز جمعه(Vondi).

در هر سه دین اصلی (یهودیت، مسیحیت و اسلام) ترجیح داده شد که دوره طولانی‌تر سنجش زمان مبنی بر حرکت ماه باشد. از آنجا که آنها می دانستند که دوره تناوب چرخش مداری ماه بین 29 تا 30 روز است (29/5305882)، طبیعی بود که یک ماه را 4 هفته تعریف کردند، که نزدیك ترین عدد صحیح به دوره تناوب مداری حقیقی ماه یعنی 29/53 روز بود.

اما، این روش گاهشماری، ایراد بزرگی در ضروری‌ترین نیازهای بشر ایجاد می‌کرد - ازجمله در چرخه‌های مهاجرت انسان‌ها و مهم‌تر از آن تولید غذا که فصل‌ها نقش بسیار مهمی در آن بازی می‌کردند. فصل‌ها تعیین‌کننده شرایط آب و هوایی‌اند، که خود مشخص‌کننده زمان کاشت و برداشت محصول و همچنین چرخه‌های مهاجرت برای قبایل کوچ‌نشین است. از آنجاکه گذر یك روز بستگی به‌چرخش زمین به‌دور محورش دارد، و فصل‌ها نتیجه حرکت زمین به‌دور خورشیدند، و این دو حرکت کاملاً به هم بی ارتباطند[2]، زمان آغاز هر فصل خاص (یا سال) ضریب صحیحی از یک روز نبودند. بنابراین، در طی دهه‌ها زمان آغاز هیچ‌یك از چهار فصل در روز خاصی از تقویم باقی نمی‌ماند. مثلاً در دوره‌ای 200 ساله، آغاز بهار از پانزدهمین روز یك تقویم به‌صد و بیست و پنجمین روز همان تقویم در 200 سال بعد تغییر می‌کند. به‌همین دلیل است که طی سال‌ها، عیدِ ایستِر

[2]- این که آنها ضرایب صحیحی از یکدیگر باشند، احتیاج به‌میانجیگری الهی دارد. واضح است که او این کار را نکرده است، چون آنگاه زندگی برای ما بسیار ساده تر می شد و ما گناهان بیشتری مرتکب می شدیم.

www.baffled.blogfa.com

مسیحیت و ماه رمضان اسلام، از تابستان به‌زمستان تغییر می‌کنند. به این ترتیب. در طی چند دهه، دیگر نمی‌توان طبق چنین تقویمی فصل‌ها را تشخیص داد و این مشکل مهمی بود.

در طی سال‌ها، تغییرات بسیاری در تعداد روزهای هر ماه (و حتی تعداد ماه‌های هر سال، همچون در گاهشماری عِبری) ایجاد شد که این چرخش تقویم را جبران کند و به‌این ترتیب گاهشماری‌های متفاوتی ابداع شدند که آغاز هر فصل جدیدِ هر سال، در روز مشخصی از تقویم رخ‌دهد. مثلاً در گاهشماری ایرانی، آغاز فصل بهار که همچنین آغاز سال نو هم هست، هر سال بر 21 مارس تقویم میلادی منطبق است، اما در ثانیه، دقیقه یا حتی ساعت کسانی رخ نمی دهد. که البته رسیدن به‌چنین دقتی محال است.

امروز در جهان، تقریباً از 40 تقویم متفاوت استفاده می‌شود که هرکدام نمادی از وضعیت اجتماعی و هویت فرهنگی یک ملتی می باشند و اهمیت والایی برای آن ملت دارند.

در این میان، جامعه علمی به نقطه‌ای رسیده که با کمك ابزارهای متفاوتی برای سنجش زمان، طول و وزن به‌دقت بی‌مانندی دست یافته است. مثلاً، سرانجام، خورشید که ابزاری برای سنجش زمان بود، با پاندولی که حرکت نوسانی یکنواختی دارد و حرکتش وابسته به طولش است و همچنین در شب نیز کار می‌کند، جایگزین شد. بنابراین واحدهای ساعت، دقیقه و ثانیه به‌کمك ساعت‌های پاندولی، بی‌کم و کاست شد. اما این نوع ساعت‌ها روی کشتی‌ها خوب کار نمی‌کنند، به‌همین دلیل بود که ساعتی جدید، نه برای سنجش زمان بلکه برای سنجش فاصله، طراحی شد[3].

در قرن بیستم، علم به‌چنان پیشرفتی رسید که زمان تا واحد نانوثانیه - یك میلیونیوم ثانیه، اندازه‌گیری شد. این دقت منجر به‌اختراع ساعت‌هایی شد که زمان را تا یک میلیاردم ثانیه هم می‌سنجید.

در سال 1949، مؤسسه ملی استاندارد و فناوری - (NIST) سازمانی آمریکایی که به‌طور مشخص برای حلّ مسائل سنجش بنیان گذاشته شده است- نخستین «ساعت اتمی» را ساخت. این ابزار ارتعاشات بی‌نهایت منظم اتم‌ها را ثبت می‌کند. از سال 1967، به‌طور رسمی، یك ثانیه چنین تعریف شد: زمان لازم برای اتم سزیم، با 9192631370 بار ارتعاش. این ساعت آن‌قدر دقیق است که در طول 20 میلیون سال، بیش از یك ثانیه خطا ندارد. این ساعت امروزه برای تنظیم دستگاه

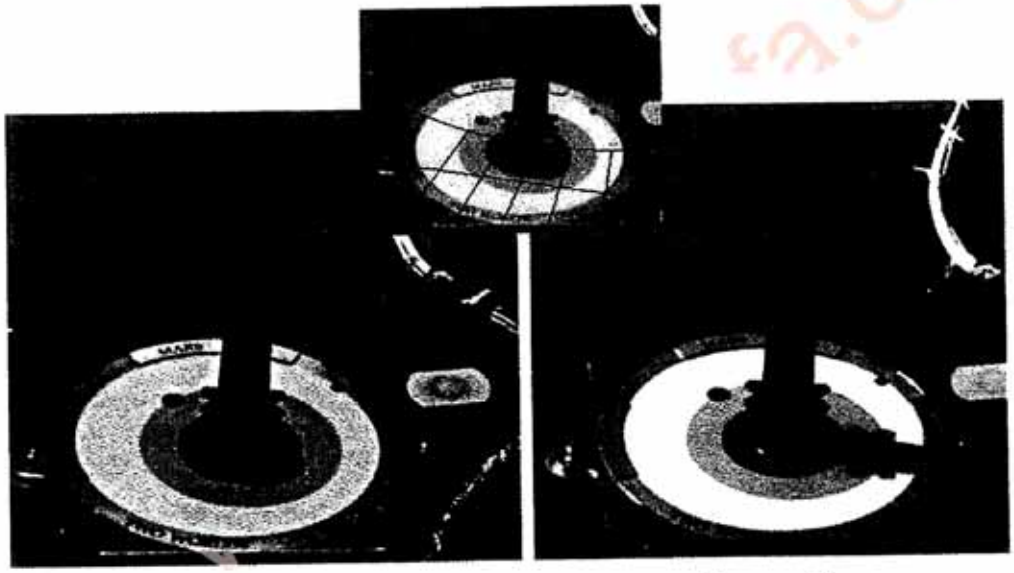
[3] - فصل «از استون هنج تا هابل» را ببینید.

www.baffled.blogfa.com

موقعیت‌سنجی جهانی ماهواره‌ای(GPS) استفاده می‌شود که درحال حاضر دقیق‌ترین ابزار جهت‌یابی است.

ساعت اتمی منجر به‌خلق تعریف جدیدی از متر شد که به‌هیچ یك از ابعاد فیزیکی نادقیق زمینی مربوط نیست. امروزه متر چنین تعریف می‌شود: یك متر فاصله‌ای است که یك پرتو لیزر با فرکانسی مشخص، به‌مدت 1/299792458 ثانیه در خلأ طی می‌کند. البته سُنجه مستقلی برای وزن، شاید براساس جرم یك اتم هنوز به ذهن مُتولّیان سنجش خطور نکرده است.

چنین پیشرفت‌هایی درتعاریف و سنجش‌های دقیق در واحدها، منجر به‌پیشرفت‌های بزرگی‌در علم شده است.



High Sun Low Sun

سنجش زمان بر سطح مریخ

ناسا برای سنجش زمان بر سطح مریخ از ایده باستانی ساعت های آفتابی استفاده کرده است، که بر صفحه ای در انتهای مریخ پیمای اسپیریت نصب شده است. تصویر چپ، حوالی ظهر محلی است و تصویر راست اواخر بعدازظهر است که ارتفاع خورشید در آسمان مریخ کمتر است.

www.baffled.blogfa.com

اسرار وزن

"بوزون هیگز"

«آن‌قدر در جستجوی این موجود عجیب و غریب وقت صرف کرده‌ام که اگر روزی کشف شود، از خود بی‌خود خواهم شد و ممکن است زیاده از حد بنوشم!»

-دکتر ایرنایو کَمپِرستی، فیزیکدانی در آزمایشگاه فیزیك ذرات CERN

****

بدن هر موجود زنده‌ای بیش از 99/99999999 درصد فضای خالی بین الکترون‌ها و هسته اتم‌هایی است که خود سازنده ملکول‌هایی هستند که بدن موجودات زنده و غیر زنده را تشکیل می‌دهند. این موضوع که شامل یك توپ بولینگ با یك هندوانه هم شامل می‌باشد، ما را در شگفت می‌اندازد که چرا توپ بولینگ این‌قدر سنگین است نسبت به یک هندوانه؟ دلیل آن وجود اتم‌های به‌شدت فشرده شده در رزین توپ یا پروتون‌ها و نوترون‌های سنگین داخل اتم‌هاست. البته برای یك فیزیکدان این پاسخِ قانع‌کَننده‌ای نیست زیرا مشخص نمی‌کند که اصولاً چرا ذراتِ اتمی جرم دارند.

راز این موضوع در ذره‌ای بنیادی به‌نام "بوزون هیگز" نهفته است؛ ذره‌ای عجیب که نخستین‌بار فیزیکدان انگلیسی - پیتر هیگز - آن را منبع جرم تمام ذرات معمولی دانست که فضا را فراگرفته‌اند؛ از کوارك‌ها که سازنده پروتون‌ها و نوترون‌ها هستند گرفته تا سیارات، شما، من و همه توپ‌های بولینگ و هندوانه ها. سپس او فرض کرد که بوزون هیگز باید خودش را به شکل ذره و منبع انرژی خالصی نشان دهد که فضا را فراگرفته است و آن را "میدان هیگز" نامید، که به‌خود بخود قابل آشکارسازی نیست، مگر به‌همان شکلِ منبع جرم. درواقع این مَدلی است برای توضیح سرچشمه جرم ذرات که به نام "مدل‌هیگز" نامیده می‌شود. برای این که این مدل را بهتر بفهمید به‌مثال زیر توجه کنید. گلوله‌ای را تصور کنید که در هوا حرکت می‌کند. حالا تصور کنید این گلوله وارد محیط غلیظی مثل عسل شود. در این حالت گلوله کُندتر و به‌دشواری حرکت خواهد کرد. درست مانند آنکه گلوله «سنگین‌تر» شده است. در مدل هیگز این میدان هیگز است که موجب جرم‌دار شدن ذرات می‌شود،

www.baffled.blogfa.com

یعنی این که اگر ذرات در فضایی حرکت کنند که میدان هیگز وجود ندارد، در این صورت جرمی هم نخواهند داشت. میدان هیگز فضا را برای ذرات، همچون شربتِ غلیظ و عسل‌مانندی می‌کند. مقاومتی که در برابر ذرات شناور درونش بروز می‌دهد، معادل اینرسی **inertia** و در واقع نشانه‌ای از همان جرم موردنظر است. در صورت پذیرفتن این مدل به‌نظر می‌رسد که این میدان در زمان سرد شدن کائنات -بی‌درنگ پس از انفجار بزرگ- شکل گرفته باشد. بعدها شلدون گلاشو و استیون واینبرگ و عبدالسلام، فیزیکدان سرشناس پاکستانی، ریاضیات پیچیده این نظریه را بررسی کردند و نشان دادند که چطور ممکن است میدان هیگز، جرم تولید کند. این سه فیزیکدان در سال 1979/1358 برای این کشف بزرگ جایزه نوبل را دریافت کردند.

براساس این نظریه، که «مدل استاندارد فیزیك ذرات» نام گرفت، برخوردهای شدیدی که ذراتِ پُرجرمِ معمولی در یك شتاب‌دهنده پُرقدرتِ ذرات، تولید می‌کنند، باید میدان هیگز را آن‌قدر فشرده کنند که بوزون‌های هیگز شُل شوند (ازهم فاصله بگیرند یا پراکنده شوند) و در کسری از ثانیه واپاشیده شوند و محصولات حاصل از واپاشی را تولید کنند. در صورت آشکار شدن این محصولات، مشخص می‌شود که این میدان، فضا را فراگرفته بوده است.

افرون بر بوزون هیگز، مدل استاندارد وجودِ ذره مبهم دیگری به‌نام نوترینوی تاو را پیش‌بینی می‌کرد. وقتی در 21 ژوییه سال 2000 (30 تیر 1379)، دانشمندان آزمایشگاه شتاب‌دهنده فِرمی در شیکاگو، اعلام کردند که نوترینوی تاو را آشکار کردند، بوزون هیگز آخرین قطعه رمزآلود این پازل باقی ماند. مدل استاندارد بدون اثبات وجود بوزون هیگز، بسیار آسیب‌پذیر و شك‌برانگیز است.

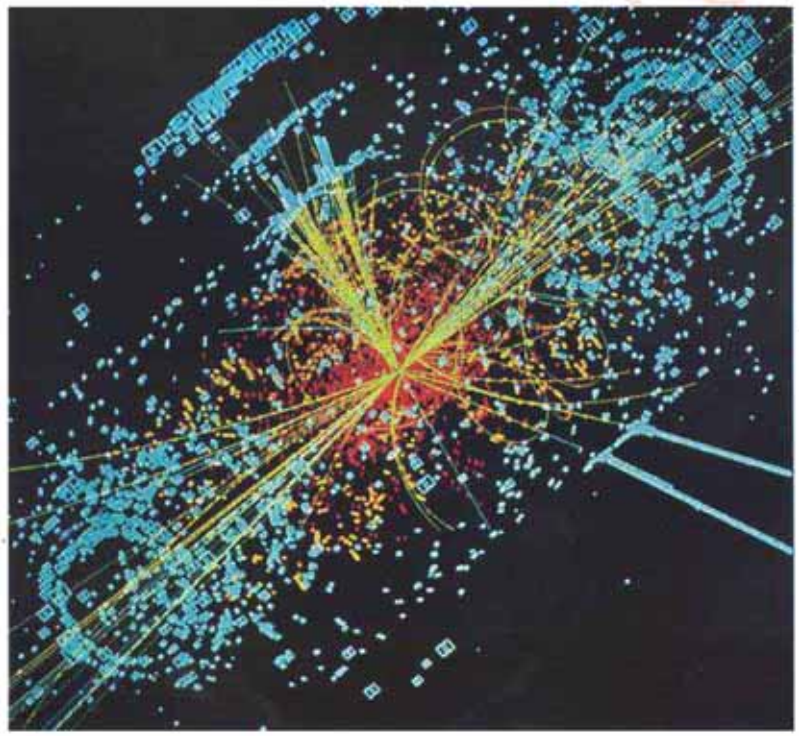
مشکل اینجاست که کشف بوزون هیگز فراتر از توانایی هر نوع شتاب‌دهنده ذرات است که ما امروز در اختیار داریم. اما چون آشکارسازی بوزون هیگز برای جلب توجه و علاقه مردم به فیزیكِ ذرات و اکتشافات علمی بسیار مهم است، بیش از یك دهه پیش کنگره ایالات متحده، ساخت چنین شتاب‌دهنده‌ای را که حدود 10 میلیارد دلار هزینه داشت، تصویب کرد. مرحله اول، کَندن تونلِ زیرزمینی عظیمی در ایالت تگزاس بود تا آهن‌رُباهای عظیمی را که برای رساندن ذرات به‌سرعت و انرژی لازم برای آشکارسازی بوزون هیگز نیاز است، در آن جای دهند. اما در سال 1993/1372 پس از انجام این مرحله و صرف 2 میلیارد دلار هزینه، کنگره به‌دلیل هزینه‌های بیش‌از حد و سوء مدیریت (دست‌اندرکاران این طرح مبلغ مشابهی را برای برگزاری جشن کریسمس خودشان هزینه کرده بودند)، طرح را متوقف کرد. به‌این ترتیب این تونل همچون بزرگ‌ترین سُرداب شراب در

www.baffled.blogfa.com

تاریخ بشر باقی مانده است؛ تازه به درد و رنجی که دانشمندان از نامیدن این واقعه به نام «خطای هیگز»، کشیدند، اشاره ای نمی کنم.

خوشبختانه، دانشمندان به‌تازگی تخمین زده‌اند که جرم بوزون هیگز بسیار کمتر از چیزی است که از ابتدا محاسبه کرده بودند. بنابراین برای تولید آنها شتاب‌دهنده‌هایی به مراتب ضعیف تر هم مناسب است. یکی از این شتاب‌دهنده‌ها، درآزمایشگاه فِرمی است که تواترون نام دارد. این شتاب‌دهنده در اصل طی سال‌های دهه 1980/1360 ساخته شد اما به‌تازگی با هزینه 260 میلیون دلار مدرن شد. شتاب‌دهنده دیگر، برخورددهنده بزرگ هُدرون است که در سِرن، سوییس، درحال ساخت است و احتمالاً تا اوایل سال 2006 (زمستان 1384) آماده بهره‌برداری می‌شود.

درحال حاضر میان فیزیکدانان آزمایشگاه فِرمی و سِرن، که به‌ظاهر باهم همکاری می‌کنند، رقابت شدیدی است و هر یك می‌خواهد نخستین بوزون هیگز را تولید و آشکار کند و کاشف آن باشد. گروهی که کاشف این ذره باشد بدون‌شك برنده جایزه نوبل است. چیزی که همه فیزیکدانان درباره آن هم‌عقیده‌اند این است که در چند سال آینده یکی از بزرگ‌ترین رازهای فیزیك ذرات و کائنات آشکار خواهد شد.



ذره هیگز در برخوردهای شدید ذراتِ پُرجرمِ معمولی در یك شتاب‌دهندهٔ پُرقدرتِ ذرات، تولید می‌شود.

www.baffled.blogfa.com

سخن آخر

پس از تألیف مقاله های این کتاب، با مشکل انتخاب عنوانی برای کتاب مواجه شدم. نخست فکر کردم، کتاب را «شگفتی های بیشتری از جهان» بنامم که ادامه منطقی کتاب اولم به نام «***شگفتی های جهان***» باشد. اما بعد تصور کردم با این همه شگفتی هایی که در جهان وجود دارد، میزان شگفت زدگی افراد دقیقاً بستگی به میزان دانش آنها درباره کائنات دارد. هرچه باشد، آن چه برای یک هیزم شکن شگفت انگیز است، ممکن است برای یک فیزیکدان مسلّم باشد. سپس به این فکر کردم که عنوان کتاب را «***فرزند شگفتی های جهان***» بنامم و ایده این نام را از نام فیلم های هالیوودی اقتباس کرده بودم، اما آن را هم به دلیل اینکه زیادی «نمایشی» به نظر می رسید، کنار گذاشتم. سرانجام عنوان «***اسرار کائنات***» را انتخاب کردم که به نظرم عنوانی «به یادماندنی» می آید.

وقتی کتاب را تمام کردم، متوجه شدم که هیچ اسراری درباره هیچ کدام از موضوعات این کتاب به استثناء «*شش عدد ثابت در کائنات*» که در بخش 2 فصل 13 به شرحشان پرداختم وجود ندارد، چراکه بقیه از استدلال های معتبر و محکم علمی برخوردارند. پس فقط برای اینکه کتاب با عنوانش همخوانی داشته باشد، شروع به گشتن به دنبال پدیده های اسرارآمیز کردم، و هر چه بیشتر فکر می کردم بیشتر درمی یافتم که اسرارآمیزترین پدیده ها در کائنات دقیقاً همان ها هستند که ما هر روز با آنها سروکار داریم و آنها را مسلّم می پنداریم. زمان، مثال خوبی از این موضوع است. سعی کنید به این پرسش پاسخ دهید که: «زمان چیست؟» و آنگاه با خواندن بی شمار کتاب و مقاله درباره زمان، بیش از زمان شروع تحقیقاتتان گیج می شوید و همان جا متوقف می شوید.

سرانجام تصمیم گرفتم برخی از این پدیده های مسلّمِ انگاشته شده را، که طی سال ها درباره شان نوشته بودم، جمع کنم و همه را در فصل آخر با عنوان «اسراری از اینجا و آنجا» بیاورم. قضاوت را به خواننده می سپارم که تعیین کند هر کدام چقدر اسرارآمیزند؟

نکته ای دیگر؛ این کتاب در اصل شامل 24 مقاله بود که وقتی نوشتن آنها را به پایان رساندم، ویرایش و فُرم بندی شان کردم، تصاویرشان را برگزیدم و آنها را تایپ کردم، کتاب چیزی حدود 500 صفحه متن شد. با توجه به این نکته که کتاب باید شامل ترجمه فارسی در کنار متن اصلی می بود، کتاب به بیش از 1000 صفحه می رسید و به این ترتیب بسیار قطور می شد، البته پیش از این تصمیم گرفته بودم که کتاب شامل تصاویر رنگی هم نباشد تا قیمتش برای دانشجویان -که خوانندگان اصلی کتاب «شگفتی های جهان» بودند- مناسب تر شود. بنابراین، مجبور شدم که این کتاب را در دو

www.baffled.blogfa.com

سخن آخر

بخش منتشر کنم: این کتاب که ***"اسرار کائنات - بخش اول"*** است، و کتاب دومی که عنوانش خواهد بود: ***«اسرار کائنات- بخش دوم»***.

فهرست مختصری از عناوین کتاب بعدی ام که به زودی منتشر می شود، چنین است:

1- حیات در کائنات
2- خورشید و ستاره ها
3- کهکشان ها
4- هفره های سیاه و اختروش ها
5- درباره غبار ستاره ای
6- حلقه های سیارات
7- زهره بی نقاب
8- مأموریت های گذشته و آینده به مریخ؛
9- فصل ها در سیارات
10- یک داستان ترسناک؛ درباره برخورد سیارکی با زمین
11- درباره پادماده
12- در باره نیوترینو ها
13- اسرار زمان
14- تئوری ریسمانی: کائنات یازده بعدی
15- در باره آفریدگار، علم و مذهب

و همچنین چندین اسرار دیگر از اینجا و آنجا مثل:

a. نِمِسیس؛ همدم اسرارآمیز خورشید
b. ما همه میراث ستاره‌هاییم
c. ما دور و دور می گردیم وهیچ کس متوجه نمی شود
d. انفجار های بسیار بزرگ: سرچشمه اشعه های گاما
e. سیاره چیست؟

امیدوارم همان اندازه که من مشتاقِ نوشتنِ بخش دوم این کتاب هستم، شما هم مشتاقِ دریافت و خواندن مقالات آن باشید.

www.baffled.blogfa.com

فرهنگ لغات

Andromeda galaxy - **کهکشان آندرومدا** ـ نزدیک‌ترین کهکشان مارپیچی به کهکشان راه‌شیری در فاصله ۲/۲ میلیون سال نوری.

angle of inclination - **زاویه انحراف** ـ زاویه مداری یک جرم در مدار خورشید با میدان خسوفی و کسوفی.

apogee - نقطه اوج مدار.

asteroid - **خُرده سیّاره** ـ اجرام سنگی کوچک که اکثر آنها در مدار خورشید در فضای بین مشتری و مریخ چرخش می‌کنند.

asteroid belt - **کمربند خرده سیّاره‌ای** ـ فضای بین مشتری و مریخ، جایی که اکثر خُرده سیّارات در مدار خورشید حرکت می‌نمایند.

astronomical unit (AU) - فاصله بین زمین و خورشید یعنی ۹۰ میلیون مایل.

Bing Bang theory - **تئوری بیگ‌بنگ** ـ تئوری حاکی از این که کائنات از یک نقطه متمرکز از انرژی فشرده شده و یک انفجار بزرگ (بیگ‌بنگ) به وجود آمده است.

Big Crunch theory - **تئوری بیگ‌کرانچ** ـ تئوری که کائنات بر روی خود فرو می‌ریزد تا یک بیگ‌بنگ دیگری را ایجاد کند.

black dwarf star - **ستاره ریزنقش سیاه** ـ وضعیت نهایی ستاره ریزنقش سفید که در حال مرگ رو به سردی گراییده است.

black hole - **حفره سیاه** ـ بقایای یک ستاره بسیار حجیم و عظیم که طیّ "انفجار عظیم اختری" supernova نابود گردیده و تبدیل به جرمی آن‌چنان فشرده شده که حتّی نور و سایر تشعشعات از نیروی جاذبه آن خارج نمی‌شوند.

blue shift - **جابجایی رنگ آبی** ـ کوتاه شدن طول موج نور و جابجا شدن فرکانس آن به طرف فرکانس رنگ آبی.

brown dwarf star - **ستاره ریزنقش قهوه‌ای** ـ ستاره‌ای سرد با درخشندگی خفیف و جرمی که برای شروع واکنش امتزاج هسته‌ای کفایت نمی‌کند.

www.baffled.blogfa.com

center of mass - **مرکز جرمی** - نقطه‌ای در هر منظومه که تمامی منظومه در اطراف آن گردش و چرخش می‌کنند.

Cepeied variable star - **ستاره متنوع سی‌فوید** - ستاره‌ای که درخشندگی و تابندگی آن به صورت دوره‌ای بین یک تا شصت روز متغیر است.

cluster of galaxies - **مجموعه کهکشان‌ها** - گروهی از کهکشان‌های همسایه و مجاور که یک چنبر مشخص و واضحی را تشکیل می‌دهند.

comet - **ستاره دنباله‌دار** - جرمی کوچک از یخ، کربن و گرد وغبار که در مدار خورشید گردش می‌کند و وقتی به خورشید نزدیک می‌شود از آن بخار و غبار به صورت دو دنباله متصاعد می‌گردد.

cosmology - **کیهان شناسی** - مطالعه مبدأ و منشأ ماهیت و تکامل جهان هستی.

crater - **حفره برخوردی** - حفره‌ای که در نتیجه تصادم یک شهاب یا خُرده سیّاره یا یک ستاره‌ای دنباله‌دار با سطح یک سیّاره یا یک قمر بوجود می‌آید.

critical density - **تراکم مطلق** - وزن مخصوص جهان هستی مطابق یک اتم از هیدروژن در هر متر مکعب که جهان هستی در پایین این جرم تا ابد گسترش خواهد یافت و بالای آن به گسترش فعلی خود خاتمه داده و شروع به انبساط می‌کند.

Doppler effect - **اثر داپلر** - تغییر در طول موج نور و تشعشع به علت حرکت نسبی منبع و ناظر آن.

corona - اتمسفر خارجی خورشید.

cosmic background radation - **تشعشع پیشینه‌ای سماوی** - تشعشعی که از زمان انفجار بزرگ (بیگ‌بنگ) باقی‌مانده است.

dust tail - **دم خاکی** - دنباله خاکی یک ستاره دنباله‌دار که توسط باد خورشیدی به بیرون دمیده می‌شود.

elliptical galaxy - **کهکشان بیضوی** - کهکشانی که از نظر فرم و شکل مدّور یا بیضی است. در این نوع کهکشان گاز و غبار خفیف و چند ستاره درخشنده و گرم وجود دارد و فاقد چرخ با بازوهای مارپیچی است. اکثر اوقات مبدأ و منشأ آن تصادم یا امتزاج دو کهکشان مارپیچی است.

event horizon - **افق رویداد** - مرز منطقه‌ای از فضا در دور یک حفره سیاه که

www.baffled.blogfa.com

واقعیات در مادون آن برای هیچ ناظری در کائنات قابل رؤیت نمی‌باشد.

field (gravitational, electric, or magnetic) - **میدان (جاذبه‌ای، الکتریکی یا مغناطیسی)** - طریق توصیف عمل و واقعه‌ای در فاصله دور.

fission - **انشقاق** - واکنش هسته‌ای که طیّ آن یک اتم از عنصری به دو قسمت تقسیم می‌گردد.

fusion - **امتزاج** - واکنش هسته‌ای که طیّ آن دو اتم از عنصری با یکدیگر ترکیب و ممزوج می‌شوند.

Galilean moons - **قمرهای گالیله‌ای** - چهار عدد از بزرگ‌ترین قمرهای مشتری که توسط گالیله کشف گردید.

globular cluster - **مجموعهٔ ستاره‌ای** - قسمتی از فضا با قطر حدود ۷۵ سال نوری حاوی ستارگانی با عمر و قدمتی بین ۵۰هزار تا یک میلیون سال.

grand unified field theory - **تئوری میدان متحده عظیم** - تئوری حاکی از این که تمامی نیروهای چهارگانه جهان هستی از یک نیرو موسوم به نیروی متحده بزرگ ناشی شده‌اند.

gravitational lens effect - **اثر ذرّه‌بین جذابی** - انکسار نور یک جسم نورانی فاصله‌دار، مثل یک کهکشان یا یک کواسار، توسط یک جرم سنگین و حجیم مداخله‌گر مثل یک کهکشان دیگر که باعث می‌شود جرم نورانی فاصله‌دار تصاویر گوناگونی پیدانماید.

greenhouse effect - **تأثیر گل‌خانه‌ای** - فرایندی که طیّ آن دیوکسید کربن در جوّ یک سیّاره یا داخل یک گل‌خانه، چون سیّاره زهره، حرارت را در خود حبس کرده، باعث صعود درجه حرارت در آن می‌شود.

heliopause - مرز و لبه منظومه شمسی که به صورت مرز در فضا و جایی که بادهای خورشید ما توسط بادهای خورشیدی ستارگان دیگر متوقف می‌گردد، توصیف شده است.

Hubble Constant - اندازه‌ای از مقدار توسعه و گسترش جهان هستی و کائنات که به صورت میانگین ارزش سرعت شعاعی بازگشت یا عود کهکشان تقسیم بر فاصله آن توصیف می‌گردد.

ian - **آیون** - اتمی که در اثر حرارت زیاد یک الکترون خود را از دست داده است.

ion tail - **دنباله آیونی** - یکی از دو دنباله ستاره‌ای دنباله‌دار که از آیون تشکیل شده

www.baffled.blogfa.com

است.

infrared radiation - **اشعه مادون قرمز** ـ تشعشع الکترومغناطیسی (که به صورت حرارت حس می‌گردد) با طول‌های بین نور مرئی و امواج رادیویی.

interstellar space - **فضای مابین ستاره‌ای** ـ فضای بین ستارگان در یک کهکشان.

intergalactic space - **فضای مابین کهکشان** ـ فضای بین کهکشان‌ها.

irregular galaxy - **کهکشان بی‌قاعده** ـ کهکشانی که شکل بخصوصی ندارد.

isotopes - **ایزوتوپ** ـ اتم‌های یک عنصر که دارای همان تعداد پروتون ولی شمار مختلفی از نوترون می‌باشد.

Jovian planets - **سیّاره‌های مشتری مانند** ـ سیّاره‌هایی شبیه مشتری که دارای قطرهای عظیم و وزن مخصوص خفیف و اندک می‌باشند.

Kirkwood's Gap(region) - **فاصله کرک‌وود** ـ منطقه‌ای از فضا درکمربند خرده سیّاره‌ای که به خاطر محل و موقعیت آن نسبت به مشتری و خورشید، خرده سیّاره در آنجا وجود ندارد.

Kuiper Belt - **کمربند کویپر** ـ منطقه‌ای از فضا دورتر از سیّاره پلوتو که در آن اجرامی یخی در مداری با انحرافی خفیف و دوره‌ای کمتر از ستارگان دنباله‌دار دیگر در دور خورشید در چرخش می‌باشند.

light-year - **سال نوری** ـ فاصله‌ای که نور با سرعت ۱۸۶هزار مایل در ثانیه، در مدت یک سال طیّ می‌نماید، یعنی ۶ میلیون میلیون مایل.

luminosity - **روشن نمایی** ـ کل یا تمامی مقدار انرژی که از یک ستاره در هر ثانیه ساطع می‌گردد.

Magellanic Cloud(Small & Large) - دو کهکشان کوچک،با نزدیک‌ترین فاصله با کهکشان راه‌شیری یعنی در فاصله ۱۶۸هزار سال نوری.

meteor - **شهاب** ـ جسمی از سنگ، یخ یا فلز که توسط حرارت اصطکاک آن هنگام عبور از جوّ زمین به صورت بخار سیمابی رنگ دیده می‌شود.

meteorite - **سنگ آسمانی** ـ آن قسمت از شهابی سنگی یا فلزی که از مرحله اصطکاک با جوّ زمین جان سالم بدر برده و در سطح زمین فرود می‌آید.

missing mass - **اجرام مفقوده "ماده تاریک"** ـ اجرام و توده‌های نامرئی در

www.baffled.blogfa.com

کائنات.

nebula - **سحاب** ـ ابری از گاز و غبار در فضا.

neutron - **نیوترون** ـ ذرّه‌ای اتمی بدون بار الکتریکی امّا با جرمی مشابه و برابر با پروتون.

neutron star - **ستاره نیوترونی** ـ ستاره‌ای بسیار کوچک (باقطر فقط چند مایل) و جسمی سنگین (یک قاشق چای‌خوری از مادّه این ستاره میلیاردها تن وزن دارد) چرخنده و دوّار سریع (چندین بار در یک ثانیه) که قسمت اعظم آن از نوترون‌های درهم پیچیده تشکیل شده است. این ستاره بقایای یک ستاره عظیم و حجیم است که طیّ "انفجار عظیم اختری" معدوم گردیده و تنها ستاره‌ای می‌باشد که قادر است با سرعت زیاد به دور خود بچرخد بدون این که از هم گسسته شود.

nova - **انفجار اختری** ـ درخشش و تابندگی ناگهانی ستاره معمولی در حال مرگ که منتهی به انتقال آن به صورت ستاره ریزنقش سفید می‌گردد.

nucleus of an atom - **هسته اتمی** ـ هسته مرکزی یک اتم حاوی پروتون‌ها و نوترون‌ها.

Oort Cloud - **ابر اُورت** ـ منطقه‌ای کروی از فضا در فاصله ۵۰هزار (AU) از خورشید که به عقیده دانشمندان مبدأ و منشأ ستارگان دنباله‌دار با مداری که هم دورهٔ بزرگی دارد و هم دارای انحراف زیاد می‌باشد.

ozone - **اوزون** ـ حالت یا جزعی از اکسیژن.

ozone layer - **لایه اوزون** ـ لایه‌ای کروی از گاز اوزون که اتمسفر بالایی زمین را احاطه نموده از رسیدن اشعه مرگبار ماوراء بنفش خورشید به سطح زمین جلوگیری می‌کند.

parsec (pc) - اندازه یا مقدار فاصله تا یک ستاره فرضی که اختلاف منظر آن یک ثانیه قوس است. سال نوری 1PC = 206,265AU = 3.26

particle accelerator - **دستگاه اتم‌شتاب** ـ ماشین‌های زیرزمینی عظیم که اتم‌ها در آن طیّ سرعت زیاد با یکدیگر تلاقی می‌کنند تا ساختارهای خود را آشکار سازند.

perigee - تحتانی‌ترین قسمت یک مدار.

prehilion - نقطه مداری نزدیک‌ترین پیشروی یا مقابله با خورشید.

plane of the ecliptic - **منطقه خسوفی** ـ صفحه‌ای خیالی در فضا که از میان

www.baffled.blogfa.com

خورشید و سیّارات عبور می‌کند.

planetary nebula - **ابر سیّاره‌ای** ـ ابری از گازها، غبار و عناصر مختلف که از ستاره در حال مرگ بیرون زده و بعدها باعث تولّد منظومه شمسی تازه‌ای می‌گردد.

planetesimals - **سیّارک** ـ اجسام کوچکی از سنگ و مواد معدنی که در غبار سیّاره‌ای بوجود آمده به صورت جمع و گروهی سیّاره جدیدی راتشکیل می‌دهند.

proton - **پروتون** ـ ذرّه اتمی با بار الکتریکی مثبت که در هسته یک اتم جای دارد. هم‌چنین هسته یک اتم هیدروژن.

protoplanets - **سیّاره نوزاد** ـ اجرام سنگین و حجیم که از ترکیب و تلفیق سیّارک‌ها بوجود می‌آیند. این اجرام به نوبه خود با یکدیگر ترکیب و تلفیق شده یک سیّاره را بوجود می‌آورند.

pulsar - **پالسار** ـ ستاره نوترونی گردنده و دوّار که محور میدان مغناطیسی آن با محور گردشی آن هم‌طراز نمی‌باشد. از این ستاره امواج الکترومغناطیسی کوتاه با زمان‌بندی دقیق بخصوص امواج رادیویی و نور مرئی ساطع می‌گردد. این امواج به طور مداوم از دو قطب مغناطیسی ستاره متساطع می‌شود و امواج در مسیری دایره‌ای و مدّور فضا را جاروب می‌کنند. اگر زمین در معرض این مسیر قرار گیرد، امواج هم‌چون نورافکن‌های عظیم راهنمایی دریایی از سطح زمین عبور نموده و ناظر در روی زمین ستاره را می‌بیند که مرتب و به طور دقیق چشمک می‌زند که در واقع همان تپش مرتب ستاره می‌باشد.

quantum mechanics - **مکانیک کوانتوم** ـ تئوری که طیّ آن رفتار اتم‌ها و ذرّات اتمی توصیف و تشریح می‌شود.

quasar - **کواسار** ـ منابع کوچک ولی بی‌نهایت زیاد انرژی که به عقیده دانشمنان نیروی خود را از حفره‌های سیاه عظیم دریافت می‌نمایند و متشکّل از هسته فعّال کهکشان‌های بسیار دور می‌باشد.

radio galaxy - **کهکشان رادیویی** ـ کهکشانی که از آن علایم رادیویی بسیار قوی ساطع می‌گردد.

radio interferometer - دو یا چند تلسکوپ رادیویی متصل به یکدیگر که به منظور تقویت علایم رادیویی که از اجرام سماوی به دست می‌آید در فواصل معین نصب می‌شوند.

red dwarf star - **ستاره ریزنقش قرمز** ـ ستاره‌ای سرد با جرم سبک و خفیف.

www.baffled.blogfa.com

red giant star - **ستاره عظیم قرمز** - ستاره‌ای خورشید مانند که در حال مرگ انبساط می‌کند و به تدریج به یک ستاره ریزنقش سفید تبدیل می‌شود.

red shift - **جابجایی قرمز** - طولانی شدن موج نور و جابجا شدن فرکانس آن به طرف فرکانس رنگ قرمز.

ring arc - **هلال حلقوی** - نیمه حلقه‌هایی از مواد که پیرامون سیّاره‌ای می‌چرخند.

ring galaxy - **کهکشان حلقه‌ای** - کهکشانی با شکل و فرم حلقوی در اطراف یک هسته مرکزی درخشان. عقیده دانشمندان بر آن است که این نوع کهکشان‌ها از برخورد دو کهکشان بوجود آمده‌اند.

solar eclips - **کسوف** - ناپدید شدن خورشید از چشم آدمیان در زمانی که ماه بین زمین و خورشید می‌گردد.

solar wind - **باد خورشیدی** - اتم‌ها و ایون‌های سریع‌السیر که از یک ستاره مثل خورشید بیرون زده و به طرف فضا وزیده می‌گردد.

spectograph - **طیف‌سنج** - اسبابی برای جداکردن تشعشعات (نور) یک جرم در آسمان از عناصر متشکّله خود و تولید یک طیف که بازگو کننده سرعت، جهت حرکت، ترکیب و ساخت و فاصله تا زمین می‌باشد.

spectrum - **طیف** - رنگ‌های مختلف نور.

spiral arm - **بازوی مارپیچی** - طرح‌های انحنایی نوری که از هسته مرکزی کهکشان مارپیچی حاوی ستارگان و ابرهای گازی ساطع می‌گردد.

spiral galaxy - **کهکشان مارپیچی** - کهکشانی که دارای یک هسته مرکزی و بازوی مارپیچی است.

stellar occulation - **استتار ستاره‌ای** - وقتی یک جرم آسمانی مثل یک سیّاره از مقابل یک ستاره عبور می‌نماید.

supercluster - **مجموعه عظیم** - گروهی عظیم از خوشه‌های کهکشانی.

supernova - **انفجار عظیم اختری** - انفجاری مهیب از یک ستاره بسیار حجیم ناشی از فرونشستگی ناگهانی آن و آغاز انهدام و نابودی آن.

terrestial - **زمین مانند** - سیّاره‌ای زمین مانند در قد و اندازه کوچک، سنگی و متراکم و سنگین مثل مریخ و زهره.

www.baffled.blogfa.com

terminal shock - **ضربه پایانی** - محدوده‌ای در فضا جایی که بادهای خورشیدی به طور ناگهانی از سرعت برابر صوت خود کاسته، به سرعت زیر سرعت صوت می‌رسند.

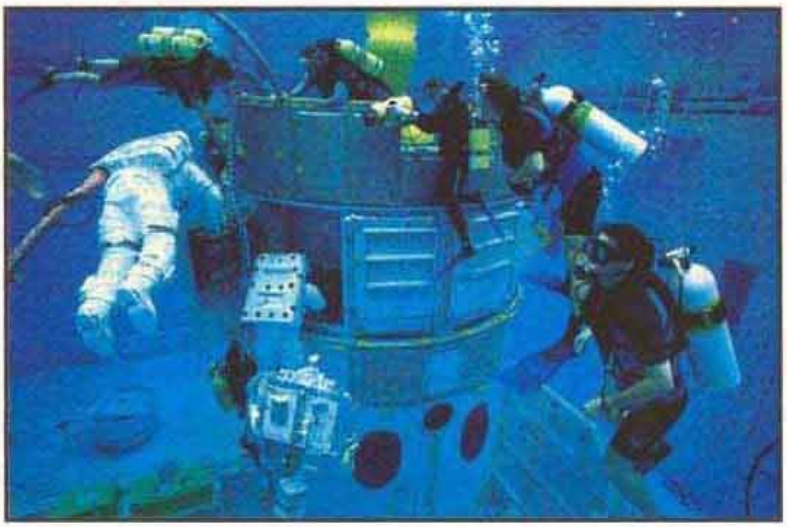
ultraviolet radiation - **تشعشع ماوراء بنفش** - تشعشع الکترومغناطیسی با طول موج‌های کوتاه‌تر از نور مرئی ولی بزرگ‌تر از اشعات ایکس.

uncertainty principal - **قانون مشکوکی** - اصلی که در آن اشاره می‌شود که فقط یکی از دو حالت موقعیت یا گشتاور ذرّه اتمی با قاطعیت و اطمینان تعیین می‌شود، نه هر دو.

white dwarf star - **ستاره ریزنقش سفید** - حالت نزع ستاره‌ای خورشید مانند که فرونشسته و به تدریج سرد و خنک می‌گردد.

worm hole - **سوراخ کرمی** - بخش تئوریکی از فضا که مادّه به طور آنی درآن بوجود می‌آید.

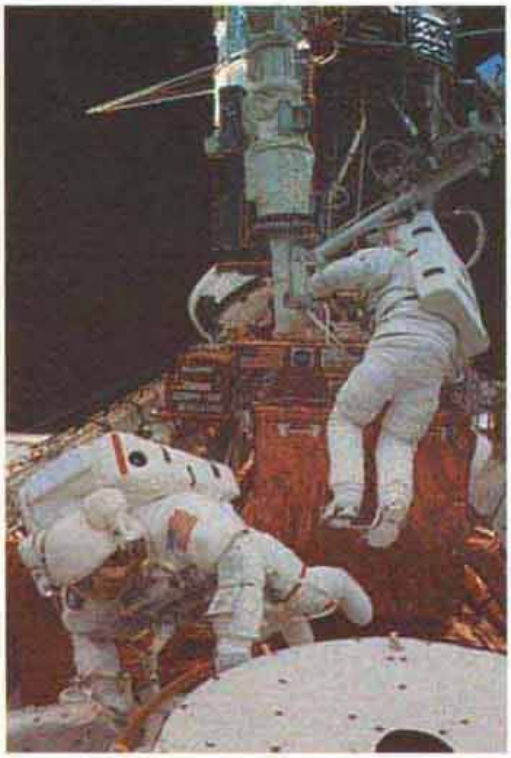
www.baffled.blogfa.com

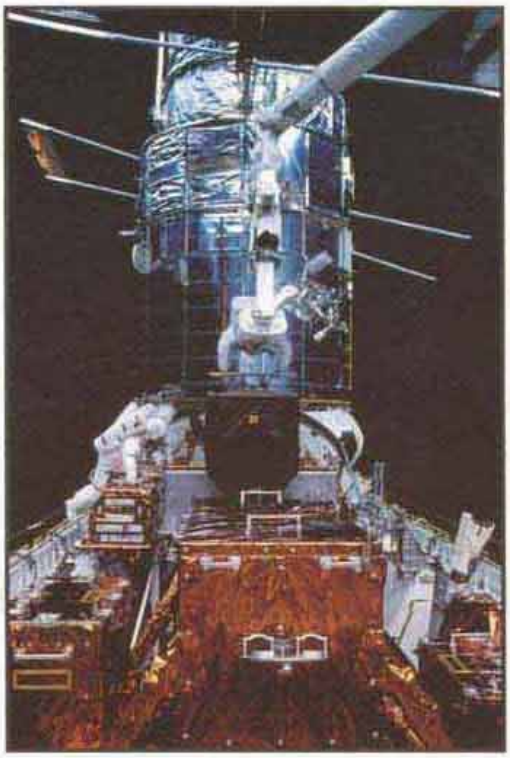


Astronauts Practice Procedures for the Space Repair of the Hubble Space Telescope in NASA's Training Pool

فضانوردان مراحل تعمیر تلسکوپ فضائی هابل در فضا را

در زیر آب استخر بزرگی در ناسا تمرین میکنند





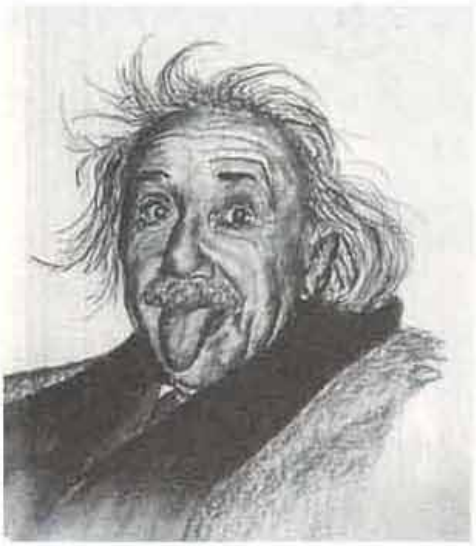
Astronauts Repair the Hubble Space Telescope in Space

فضا نوردان در حال تعمیر تلسکوپ فضائی هابل در فضا

www.baffled.blogfa.com

THE GREATS OF MODERN ASTRONOMY

ستاره شناسان و کیهان شناسان عصر حاضر



ALBERT EINSTEIN
1879 - 1955
البرت اینشتین

ARTHUR EDDINGTON
1882 - 1944
آرتور ادینگتون

EDWIN HUBBLE
1889 - 1 953
ادوین هابل

STEPHEN HAWKINS
1942 -
استفن هاکینز

www.baffled.blogfa.com

THE GREATS OF THE RENAISSANCE OF ASTRONOMY

ستاره شناسان بزرگ دوره رنسانس

COPERNICUS
1473 – 1543
کوپرنیکوس

GALILEO
1564 – 1642
گالیلیو

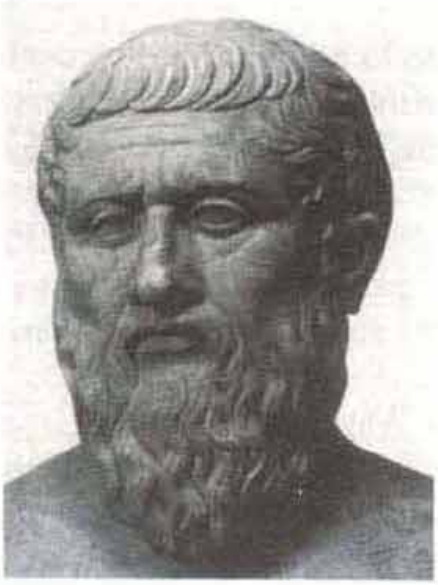
KEPLER
1571 – 1630
کپلر

NEWTON
1642 – 1727
ایزک نیوتون

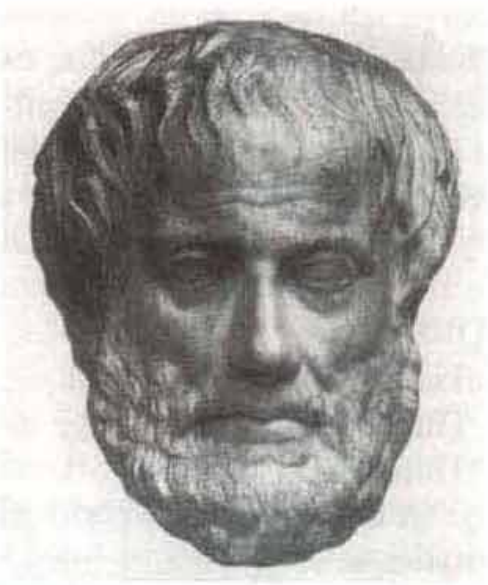
www.baffled.blogfa.com

THE GREATS OF ANCIENT ASTRONOMY

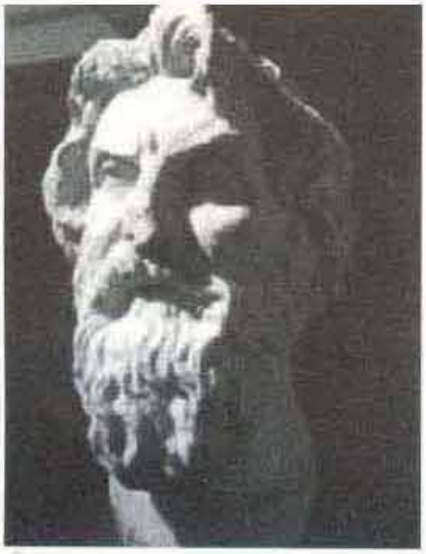
ستاره شنا سان بزرگ عهد باستان



PLATO
428 – 347 BC
پلاتو



ARISTOTLE
384 – 322 BC
ارسطو



ARISTARCUS
310 – 230 BC
اریستارکوس

PTOLEMY
85 – 165 AD
تالمی

www.baffled.blogfa.com