از
بی‌نهایت بزرگ
تا
بی‌نهایت کوچک

علی‌افضل صمدی

چاپ سوم

سرشناسنامه: صمدی، علی افضل، ۱۳۱۷ـ
عنوان و نام پدید آور: از بی نهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک/
علی افضل صمدی
مشخصات نشر: تهران: مؤسسهٔ فرهنگی ـ هنری جهان کتاب،۱۳۸۷
مشخصات ظاهری: ۱۹۶ ص، مصور(رنگی)
شابک:۴ ـ ۲۴ ـ ۲۵۳۳ ـ ۹۶۴ ـ ۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع : کیهان شناسی ـ زبان ساده.
موضوع : منظومهٔ شنسی.
موضوع : ستاره ها.
رده بندی کنگره: ۴۱۳۷۸ الف ۸ص/ ۹۸۱ QB
رده بندی دیویی :۵۲۳/۱
شمارهٔ کتاب شناسی ملّی : ۱۳۲۷۲۸۰

از
بی نهایت بزرگ
تا
بی نهایت کوچک

علی افضل صمدی

جهان کتاب

انتشارات مؤسسهٔ فرهنگی ـ هنری

جهان کتاب

•

چاپ اول : ۱۳۸۷

چاپ دوم : ۱۳۸۸

چاپ سوم : ۱۳۹۰

چاپ چهارم به صورت اینترنتی و رایگان : ۱۳۹۲

•

تهران: صندوق پستی ۷۷۶۵ ـ ۱۵۸۷۵

تلفن : ۲۰ ـ ۷۷۶۴۲۵۱۹

email: info@jahaneketab.ir

شابک : ۴ ـ ۲۴ ـ ۲۵۳۳ ـ ۹۶۴ ـ ۹۷۸

دانلود رایگان

http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/

فهرست

مقدمه چاپ چهارم..... ۷

پیشگفتار چاپ چهارم..... ۹

اجرام بی نهایت بزرگ..... ۱۷

مقایسهٔ ابعاد ستارگان..... ۲۶

اجرام بی نهایت کوچک..... ۵۵

تصویرها..... ۶۲

فصل اول : بی نهایت بزرگ..... ۸۴

نظریهٔ مَهبانگ و ساختار کیهان..... ۸۵

تولد ستارگان..... ۹۳

پرتوهای موجوددر ستارگان یا خورشید..... ۱۰۰

مرگ ستارگان(غولهای سرخ رنگ)..... ۱۰۱

کوتوله های سفید..... ۱۰۷

اَبَرنواختر..... ۱۱۶

اَبَرنواخترهای تاریخی..... ۱۲۰

تَب اختر یا فانوس دریایی در آسمان..... ۱۲۴

سیاهچاله..... ۱۳۰

مبدأ خورشید..... ۱۳۲

منظومه های دیگر در فضا..... ۱۳۴

اثر پرتوهای خورشیدی بر روی مولکولها..... ۱۳۷
فجر قطبی..... ۱۳۹
چرا فجر قطبی به وجود می آید؟..... ۱۴۰
فصل دوم: بی نهایت کوچک..... ۱۴۳
چگونگی پیدایش ذرات بی نهایت کوچک..... ۱۴۴
چگونگی پیدایش مولکولهای بی نهایت کوچک..... ۱۴۹
چگونگی تحول شیمی مادّه..... ۱۵۳
تاریخچهٔ شناخت موجودات بی نهایت کوچک..... ۱۵۶
الفبای زندگی..... ۱۵۸
پیدایش جنسیت..... ۱۶۵
زبان زندگی..... ۱۶۶
اولین موجود زنده..... ۱۶۹
ساختار مولکولی دنیای زندگان..... ۱۷۰
دستورهای ثبت شده در ژن ها..... ۱۷۶
ویروسها..... ۱۷۷
باکتری ها..... ۱۷۹
آمیبها..... ۱۸۰
انسانها..... ۱۸۱
مغز..... ۱۸۴
سخن آخر..... ۱۹۱

مقدمه چاپ چهارم برای انتشار رایگان به وسیله انترنت

کتاب« اصول شیمی نو » را در سال ۱۳۵۰ نوشتم، این کتاب تا سال ۱۳۶۸ کتاب درسی اغلب دانشگاه های کشور بود و انتشارات خوارزمی شش بار این کتاب را در ده ها هزار نسخه چاپ کرد. در سال ۱۳۶۹ انتشارات خوارزمی از من خواست تا در این کتاب تجدید نظر کنم. با چهار سال تلاش کتاب جدیدی به سبک کتابهای شیمی عمومی که در فرانسه و امریکا تدریس می شد در ۹۰۰صفحه و در فرم A۴ نوشتم. در سال ۱۳۷۳ نگارش این کتاب تحت عنوان « شیمی عمومی » پایان یافت و نشر نی چاپ این کتاب را پذیرفت. به علت حجم زیاد کتاب، کار چاپ آن چهار سال طول کشید و سرانجام در سال ۱۳۷۷ نشر نی آن را منتشر کرد. کتاب « ستارگان و زمین و زندگی » را در سال ۱۳۷۱ نوشتم و دفتر نشر فرهنگ اسلامی آنرا چاپ کرد و در سال ۱۳۷۳ این کتاب تجدید چاپ شد. درک مطالب این کتاب برای عموم تا حدی دشوار بود، تصمیم گرفتم کتابی که ساده تر و قابل درک برای همگان باشد بنویسم. لذا چگونگی پدیدهٔ مَهبانگ و تولد کهکشانها و ستارگان و به ویژه پدیدهٔ به وجود آمدن خورشید و منظومه شمسی و چگونگی پیدایش زندگی بر روی سیاره زمین را به زبانی ساده تر با عنوان « افسانه زندگی » نوشتم که در سال۱۳۷۷ دفتر نشر فرهنگ اسلامی آنرا چاپ کرد. در زمانی که منتظر اجازهٔ چاپ کتاب فوق بودم سه کتاب دیگر با عنوانهای «انرژی اتمی » ، « از بی نهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک» و «جهان به کجا می رود؟» را نوشتم این کتابها را مؤسسهٔ فرهنگی ـ هنری جهان کتاب چاپ کرد و تا سالهای ۱۳۸۷ـ ۱۳۹۰هرکدام سه بار چاپ شدند.

قصد من از نوشتن کتاب به هیچ وجه انتفاعی نبوده و با توجه به اینکه اکنون در ایران قیمت کتاب سرسام آور افزایش یافته و از سوی دیگر جوانها بیشتر با کامپیوتر سرو کار دارند و کمتر کتاب می خوانند، ترجیح دادم این کتابها را بعد از تجدید نظر و افزایش اطلاعات بسیار زیادی که بشر از فضا و مکان در این ده سالهٔ اخیر به دست آورده و بینش ما را نسبت به جهان و هر چه در آن است چند صد برابر کرده بر آنها افزوده و به رایگان در دسترس هم وطنان عزیز قرار دهم. لذا در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ کتابهای « ستارگان، زمین و زندگی» و

« افسانه زندگی» را تجدید نظر کرده و یافته های جدید را بر آنها افزوده ام و در وب سایتم به صورت رایگان برای مطالعه عموم قرار دادم. این کتابها بسیار مورد پسند خوانندگان قرار گرفتند و نامه های تشویق آمیز فراوان از دانش پژوهان عزیز دریافت کردم که مشوقم در به روز کردن کتابهای دیگر شد. در سال ۱۳۹۱ ابتدا کتاب« شیمی عمومی » و سپس کتاب «انرژی اتمی » را تجدید نظر کرده و عملا" حجم کتاب اخیر را دو برابر کرده و در وب سایتم قرار دادم این دو کتاب نیز مورد توجه دانشجویان دوره لیسانس و فوق لیسانس دانشگاههای وطن قرار گرفتند و ایمیلهای تشویق آمیز فراوان دریافت کردم. از آغاز سال ۱۳۹۲ مشغول به روز کردن کتابهای دیگر هستم و هم اکنون کار به روز رسانی کتاب « از بی نهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک» تمام شده و آنرا در وب سایتم قرار داده ام.

اما با کمال تعجب و تأسف دانشجویی از ایران به من خبر داد که جمهوری اسلامی در اوائل دیماه ۱۳۹۲ وب سایت من را سانسور کرده است. کتابهای من به راحتی از ارشاد اجازۀ انتشار گرفته و نیز ۲۰ سالی است که وب سایت من همواره در ایران به سادگی در دسترس دانشجویان و پژوهشگران بوده و به راحتی به آن مراجعه می کردند، دلیل این سانسور را نمی دانم؟! در وب سایت من منحصرا" کتابهای نامبرده در فوق و مقاله های علمی که مجله های علمی خارجی و رسانه های ایرانی چاپ کرده اند وجود دارد و اغلب آنها یا برای بالا بردن درک جوانان از چگونگی پیدایش کهکشانها، ستارگان و زندگی در جهان و یا در مورد دفاع از محیط زیست است. از بعد انقلاب به هیچ وجه آلوده به مسائل سیاسی نبوده و همواره هم و غمم در بالا بردن سطح معلومات عمومی دانش پژوهان ایرانی بوده است. از کار جمهوری اسلامی و آنهم در دوره ای به اصطلاح اصلاحات با ریاست جمهور آقای دکتر روحانی، این عمل تعجب برانگیز است.

پاریس بهمن ماه ۱۳۹۲

علی افضل صمدی

http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/

پیشگفتار

در سیاهی شب ستارگان از راه دور به ما چشمک می‌زنند، برخی ظاهرا" نزدیکتر و یا نورانی‌تر از بقیه هستند، ولی تعداد بیشتری از آنها یا بسیار دورند و یا بسیار کوچک، و پرتوهای ضعیفی از خود منتشر می‌کنند. حال اگر با تلسکوپ و یا دوربین به آسمان نگاه کنیم، ستارگان پخش شده در فضا را به صورت گروههای متعدد و دسته‌های هزارتاییِ پراکنده در تمام جهات و در سطح وسیعی از آسمان خواهیم دید. با چشم غیرمسلح در بهترین شرایط جوّی و در شب غیر مهتابی، در مجموع حدود ۶۰۰۰ ستاره رؤیت می‌شود. اگر نقطه دید را بر روی محل مشخصی از سطح کرۀ زمین در نظر بگیریم، این تعداد کمتر از ۲۰۰۰ خواهد بود، یعنی کمتر از نصف. زیرا از یک نقطه مشخص، نیمی از آسمان در دید ما قرار می‌گیرد، همچنین ستارگان کم نور واقع در افق دیده نمی شوند. ولی با دوربین، تعداد ستارگان قابل رؤیت در نقطه مشخصی از سطح زمین ۵۰.۰۰۰ است و با تلسکوپ کوچک به شعاع ورودی ۵ سانتی متر، این تعداد به بیش از ۳۰۰.۰۰۰ خواهد رسید.

غالب ستارگان خانواده‌های دو، سه و یا چندتایی هستند که در مدارهایی اطراف یکدیگر در حرکت‌اند. برخی در توده‌های انبوه، متشکل از صدها ستارۀ جوان، قرار دارند. نظیر ستارگان بازوی شکاری (اوریون) و یا پروین (پلئیاد)[۱] که به نظر ما به صورت گل و بوته‌های زرق و برق‌دار می‌رسند. ولی برخی دیگر و با نسبت بیشتر در نواحی پیرتر قرار گرفته‌اند، مانند ستارگان تودۀ سحابی سرطان و یا تعداد دیگری که جزو خوشه‌های کروی هستند. با وجود این ستارگان تمام سطح آسمان را نمی‌پوشانند و به صورت نقاط درخشان و با فاصلۀ زیاد از هم، در تاریکی مطلق شب قرار گرفته‌اند. اولین مسئله برای هر مشاهده گر و به ویژه

[۱]۱. Pleiade

هر اخترشناس، تاریکی آسمان در شب و دلیل وجود ستارگان با فاصله‌های ژرف و سیاه از یکدیگر است. واقعا چرا آسمان در شب تاریک است؟ در جهانی که تا بی‌نهایت گسترده شده و در حالی که می‌دانیم تعداد ستارگان موجود در عالم از تعداد دانه‌های ماسه‌های سواحل کرۀ زمین هم بیشترند، چرا باز آسمان در شب تاریک است؟ با وجود تاریکی شب در آسمان، پژوهشگران ثابت کرده اند که اگر تیری و یا وسیله ای با سرعتی نزدیک به سرعت نور به فضا پرتاب کنیم حتما" به ستاره ای برخورد خواهد کرد.

صورتهای فلکی که اخترشناسان و طالع بینان باستان تعریف کرده‌اند، حاصلِ به‌هم پیوستن ستارگان قابل رؤیت و همجوار است. این ستارگان شکلهایی مشابه اشکال اشیا و حیوانات در آسمان به وجود آورده‌اند. نظاره و تأمل در این صورتهای فلکی در دو بُعد از آسمان، در هر قبیله و یا تمدنی، اسطوره‌هایی مختلف و زیبا آفریده است. با این وجود این صورتهای فلکی ، اجتماع قراردادی ستارگان است که اگر در سه بُعد از فضا در نظر گرفته شوند، تصاویر کاملاً متفاوتی خواهند داشت. برخی از ستارگان نور بیشتری دارند و این احتمالاً ناشی از نزدیکی آنها به ماست نه به دلیل عظمت آنها. برعکس، ستارگانی که درخشش کمتری دارند احتمالاً بسیار بزرگ اند ولی به علت دوری، کم نور به نظر می‌رسند. درنتیجه باید در نظر داشت که فاصلۀ ستارگانِ صورتهای فلکی از هم بسیار زیاد است و برخلاف آنچه می‌بینیم، آنها در یک سطح واقع نشده‌اند.

فاصله تمام نقاط واقع بر روی کرۀ زمین عملاً با هر ستاره‌ای که در آسمان انتخاب کنیم یکسان است. خواه این نقطه در روسیه باشد خواه در امریکا، در کنار دریای مدیترانه یا بر روی قلۀ اورست باشد. برای همین است که صورتهای فلکی درهمه جای دنیا یکسان و در یک سطح دیده می‌شوند. در ابعاد کیهانی، نقطه‌ای درآسیای مرکزی و نقطه‌ای دیگر در امریکا به مثابه دو نقطه بر روی طرفین دانه‌ای بی‌نهایت ریز (مانند دانۀ ماسه) به حساب می‌آیند. همین مثال کوچک، بدون بحث بیشتر از دانش کیهان‌شناسی، احساسی از عظمت کیهان در خواننده برمی‌انگیزد. ستارگانِ هر صورت فلکی آنچنان از هم دور هستند که وضعیت سه بُعدی آنها را در فضا ـ تا زمانی که بر روی زمین هستیم ـ نمی‌توانیم به‌خوبی

تشخیص دهیم. فاصلهٔ بین ستارگان به طور متوسط چندین سال نوری است. هر سال نوری حدود ده هزار میلیارد کیلومتر است.

یک سال نوری برابر با۹ ۴۶۱. ۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰ کیلومتر است.

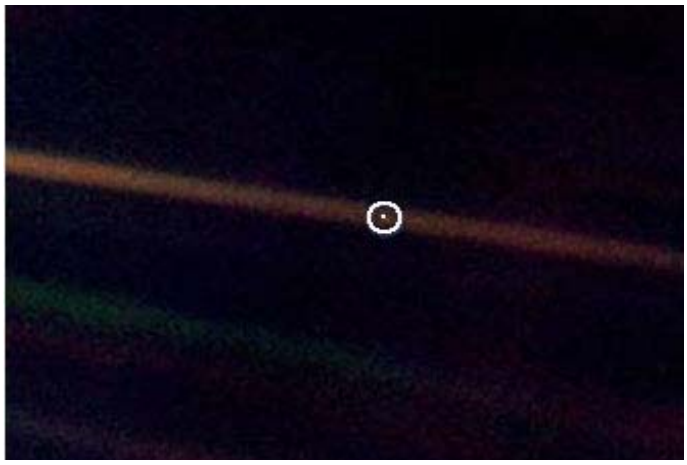
سرعت سیرنور ۳۰۰.۰۰۰ × ۳۶۵ روز × ۲۴ ساعت × ۶۰ دقیقه × ۶۰ ثانیه

برای نشان دادن بخشی از عظمت جهان ابتدا به کمک اعدا ابعاد اجرام جهانی و خود جهان را محاسبه کرده و بیان خواهم داشت و سپس به کمک تصویری های مقایسه ای از منظومه شمسی و برخی از ستارگان، عظمت جهان را خواهیم شناخت.

۱) در تصویر فوق منظومه شمسی را آورده تا محل خود را در این منظومه بشناسیم. زمین در این منظومه نقطه ای بیش نیست.

در سال۱۹۸۰ میلادی کارل ساگان(CarlSagan) اختر زیست شناس امریکایی ـ بنیان گذار طرح جستجوی هوش فرا زمینی معروف به سیتی ـ برنامه های تلویزیونی علم برای همه اجرا کرد. این برنامه شامل سریالی بود که در ۱۳ هفته پخش شد. او با بیانی بسیار ساده چگونگی پیدایش جهان، ستارگان، زمین و زندگی را تشریح کرد. این برنامه مورد توجه بیش از ۶۰۰ میلیون نفر از ساکنان جهان از جمله نگارنده قرار گرفت. این اختر شناس بیش از ده ها عنوان کتاب مشهور نوشت. دیدن برنامه تلویزیونی و مطالعه کتابهای ایشان علاقه به

نگارش کتابهای "ستارگان، زمین و زندگی" ، "افسانه زندگی" ، "جهان به کجا می رود؟" و کتاب حاضر "بی نهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک" را در نگارنده بر انگیخت.



۲) تصویری که فضا نورد وویجر در زمانی که از منظومه شمسی خارج می شد به زمین مخابره کرد. زمین در مداری به شعاع ۱۵۰ میلیون کیلومتر به دور خورشید در چرخش است.

در این پیشگفتار مایلم متنی از نوشته های کارل ساگان در کتابی با عنوان" وویجر"در باره مکان ما در این جهان را بیاورم. این ترجمه در سایت انجمن ژئوپلیتیک ایران در تاریخ دوشنبه ۲۹ آبان سال ۱۳۹۱ ارائه شده است.

" به این نقطه نگاه کنید. همین جاست. خانه اینجاست. ما اینجاییم. تمام کسانی که دوستشان دارید ، تمام کسانی که می شناسید ، تمام کسانی که تا به حال چیزی در موردشان شنیده اید ، تمام کسانی که وجود داشته اند ، زندگی شان را در اینجا سپری کرده اند. برآیند تمام خوشی ها و رنج های ما در همین نقطه جمع شده است.

هزاران مذهب ، ایدئولوژی و دکترین اقتصادی که آفرینندگانشان از صحت آنها کاملا مطمئن بوده اند ، تمامی شکارچیان و صیادان ، تمامی قهرمانان و بزدلان ، تمامی آفرینندگان و ویران کنندگان تمدن ، تمامی پادشاهان و رعایا ، تمامی زوج های جوانِ عاشق ، تمامی پدران و مادران ، کودکانِ امیدوار ، مخترعان و مکتشفان ، تمامی معلمانِ

اخلاق ، تمامی سیاستمدارانِ فاسد ، تمامی «ابرستاره ها» ، تمامی رهبرانِ کبیر ، تمامی قدیسان و گناهکاران در تاریخِ گونه ما ، آنجا زیسته اند .

در این ذره غبار که در فضای بیکران در مقابل اشعه خورشید شناور است. زمین ذره ای خرد در مقابل عظمت جهان است. به رودهای خون که توسط امپراطوران و ژنرال ها بر زمین جاری شده ، البته با عظمت و فاتحانه ، بیاندیشید. این خونریزان ، اربابان لحظاتی از قسمت کوچکی از این نقطه بوده اند. به بی رحمی های بی پایانی که ساکنان گوشه ای از این نقطه ، توسط ساکنان گوشه دیگر (که از این فاصله نمیتوان آنها را از هم بازشناخت) متحمل شده اند بیاندیشید ، چقدر اینان به کشتن یکدیگر مشتاق بوده و یا مشتاقند ، چقدر با حرارت از یکدیگر متنفرند.

تمامی شکوه و جلال ما ، تمامی حس خود مهم بینی بی پایان ما ، توهم اینکه ما دارای موقعیتی ممتاز در پهنه گیتی هستیم ، به واسطه این عکس به چالش کشیده می شود.

سیاره ما لکه ای گُم شده در تاریکی کهکشان هاست. در این تیرگی و عظمت بی پایان ، هیچ نشانه ای از اینکه کمکی از جایی میرسد تا ما را از شر خودمان در امان نگاه دارد ، دیده نمی شود.

زمین تنها جای شناخته شده است که قابلیت زیست دارد. هیچ جایی نیست ، حداقل در آینده نزدیک که گونه بشر بتواند به آنجا مهاجرت کند. مشاهدات ، بله ، استقرار ، هنوز نه.

خوشتان بیاید یا نه ، زمین تنها جایی است که می توانیم روی پای مان بایستیم. گفته شده که فضانوردی تجربه ای است شخصیت ساز که فرد را فروتن می سازد.

شاید هیچ تصویری بهتر از این ، غرور ابلهانه و نابخردانه نوع بشر را در دنیای کوچکش به نمایش نگذارد. برای من ، این تصویر تاکیدی است بر مسئولیت ما در جهت برخورد مهربانانه تر ما با یکدیگر ، و سعی در گرامی داشتن و حفظ کردن این نقطه آبی کمرنگ ، تنها خانه ای که تاکنون شناخته ایم."

همان طور که پیش از این گفتم صورتهای فلکی به هیچ وجه بیان کننده ابعاد ستارگان نمی باشد و فقط تصورات شاعرانه ای از مجموعه ستارگان قابل رؤیت در ادوار گذشته است. در تصویر زیر صورت فلکی سگ بزرگ را آورده ام تا بدانید تصورات شاعرانهٔ آنسانها در موقع نگاه به فضا چه اشکال زیبایی را در تخیل ایجاد می کند.

شکل(۱) صورت فلکی سگ بزرگ. در ناحیهٔ گردن این سگ، ستارهٔ در حال احتضار، به نام وی وای سگ بزرگ قرار دارد. همانطور که گفته شد اختر شناسان باستان از وصل کردن ستارگان درخشان قابل رؤیت در آسمان، تصویرهایی را به نظر مجسم می کردند و نامهایی به این اشکال می دادند. باید دانست هیچ کدام از این ستارگان در یک سطح از آسمان نمی باشند و شاید فاصلهٔ یکی از دیکری هزاران تا میلیونها سال نوری باشد.

در این کتاب کوشیده ام از یک سو عظمت کیهان را به تصویر کشم، این کار را با ارائهٔ ابعاد فضا و ابعاد ستارگان انجام خواهم داد. ستارگان متوسطی چون خورشید با مقایسه ستارگان غول پیکری که میلیاردها بار از خورشید ما بزرگترند و فاصلهٔ آنها از هم با مقیاس سال نوری است را در تصویرهایی خواهم آورد.

در این کتاب با لاشهٔ ستارگانی آشنا خواهیم شد که جرم آنها با اشلهای معمولی روی زمین

تفاوت بسیار دارد. در روی زمین سنگین ترین اجسام، فلزات خانواده پلاتین هستند که چگالی(دانسیته) آنها حد اکثر۲۲/۶ گرم در هر سانتی متر مکعب است. ولی لاشۀ ستارگان که آنها راکوتولۀ سفید، ستارۀ نوترونی و سیاهچاله می نامند، چگالی بینهایت زیادی دارند. چگالی این ستارگان، در کوتوله های سفید در حدود ۸۰۰ هزارگرم در هرسانتی متر مکعب و در ستارۀ نوترونی در حدود ۱۰۰ میلیون تن در هر سانتی متر مکعب است. چگالی سیاهچاله ها بی نهایت زیادتر از این ارقام است. برای مثال اگر بتوانیم تمام الکترونهای مواد روی زمین را به درون اتمهای آن وارد کنیم، زمین حالت ستارۀ نوترونی را خواهد یافت و حجم آن برابر حجم یک پرتقال خواهد شد. ولی جرم آن تغییری نخواهد کرد و($۶/۶\times۱۰^{۱۸}$) یعنی ۶/۶ میلیارد در میلیارد تن باقی خواهد ماند.

سرانجام اجرام بی نهایت ریز را مورد توجه قرار داه و تصویرهایی از اجرم بینهات ریز به صورت ذرات اتمی، اتم ، ملکولها و ملکولهای زنده را خواهیم شناخت. بعد از آشنایی با این اجرم چه بی نهایت بزرگ و چه بی نهایت کوچک، سفر فضایی خود را از دورترین مکان در کیهان شروع می کنیم و به تدریج این فاصله را به خود و کرۀ زمین هر بار ده بار نزدیکتر می کنیم. تا به برگی که از درخت جدا شده و بر روی زمین افتاده برسیم.

از سوی دیگر در موجودات و یا اشیایی که بر روی زمین قرار دارند تجسس و بزرگ نمایی را ادامه می دهیم تا به کنه وجودشان نفوذ کنیم. به مدد نظریه اتمی و کوانتمی ماده خواهیم دید که این موجودات یا اشیاء از اجتماع ذرات بنیادی درست شده اند و ابعاد آنها در اشلی میلیاردها میلیارد بار کوچکتر از اشل معمولی ما (متر) ـ که در روی زمین با آن سرو کار داریم ـ قابل تعریف است. این تصویرها را نیز ملاحظه خواهید کرد و خواهید دید اختلاف بین این دو حدّ عددی است ۱۲۰ رقمی، یعنی عدد ۱۰ و۱۱۸ صفر در مقابل آن.

برای درک بهتر این تصویرها ، باید به اختصار با برخی از داده های علمی در سطح قابل فهم برای همگان آشنا شویم، تا در کنار مشاهدۀ عظمت جهان، عظمت تلاش پژوهشگرانی که عمر خود را صرف کشف حقیقت و شناخت بهتر هستی کرده اند دریابیم.

برخی از مطالب ساده شدۀ مندرج در این کتاب، از کتابهای:

"ستارگان، زمین و زندگی" و "افسانه زندگی" گرفته شده و برای دادن اطلاعات مختصری در بارهٔ اختر شناسی آورده شده است.

توصیه می کنم، بعد از مطالعه این کتاب، برای فهم بیشتر مطالب مطرح شده ، به کتابهای مذکور که به صورت رایگان در وب سایت نگارنده آورده شده اند مراجعه نمایید.

http://ali.afzal.samadi.free.fr/blog/

ع. ا. صمدی

اجرام

بی نهایت بزرگ

جهان بی نهایت وسیع است
و بنا بر آخرین نظریه علمی« مَهبانگ»
وسعت قابل رؤیت آن با ابزارهای اپُتیکی
در نور مرئی ویا غیر مرئی
و به ویژه به کمک«تلسکپ هابل »
برابر است با :

۱۵ میلیارد سال نوری.

با توجه به این که سرعت سیر نور
۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه است،
یک سال نوری تقریبا"برابر است با:

۱۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰ متر

اگر جهان را کروی در نظر بگیریم قطر آن:
۱۵×۱۰^{۲۵} است یعنی:
عدد ۱۵ با ۲۵ صفر در مقابل آن

۱۵۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰متر

جهانی که در آن زندگی می کنیم،
از اجرامی بی نهایت بزرگ و سنگین
چون ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلیارد کهکشان
که در هریک از آنها بین ۱۰۰ تا ۵۰۰
میلیارد ستاره وجود دارد، تشکیل شده است،
یعنی مجموع ستارگان عالم
احتمالا"
بیشتر و یا برابر است با : $۱۰^{۲۳}$
یعنی:۱ و ۲۳ صفر در جلو آن.
تعداد تقریبی ستارگان عالم.
۱۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰

بر طبق قوانین نیوتون و سپس با نظریهٔ تکمیل
کنندهٔ آن،
یعنی نظریه نسبیت عام اینشتین،
تمام این اجرام در کیهان به کمک نیروی گرانشی
در مدارهای مشخص و منظمی

درحال تعادل با یکدیگرند.
به احتمال بسیار زیاد، هر ستاره سیّاراتی دارد
که تاکنون بشر تعدای از آنها را
شناخته است.
سیارات نیز به کمک نیروی گرانشی
در مدارهایی حول ستارهٔ خود(خورشید) در حرکت اند.

بشر همواره در صدد شناخت کیهان و اجرام
موجود در آن بوده است و به ویژه بسیار مایل است بداند
که آیا در گیتی تمدنهای دیگری غیر از تمدن بشری
وجود دارند یا خیر.
در ۲۷دسامبر ۲۰۰۶ ماهوارهٔ فرانسوی کوروت
به کمک موشک روسی سایوز به فضا پرتاب شد.
این ماهواره در پی کشف منظومه های
دیگری نظیر منظومهٔ شمسی است و تا کنون
این ماهواره دهها سیاره از نوع سیاره مشتری و اخیرا" سیاره ای
خاکی نظیر زمین کشف کرده است.

در پایان سال۲۰۰۸ میلادی آمریکایی ها ماهواره دیگری با امکانات بیشتربه نام کپلر(Kepler) به همین منظور به فضا فرستادند.
در تاریخ ۷ ژانویه ۲۰۱۳ ناسا اعلام کرد که تا کنون تعداد ۸۴۵ سیّاره در اطراف ستارگان دیگر، خارج از منظومه شمسی شناخته شده است.
ماهواره فرانسوی و ماهواره امریکایی خرمنی از اطلاعات در بارۀ منظومه های دیگر به زمین مخابره کرده اند که در بخش مربوطه بدان خواهم پرداخت. احتمالا" در سنوات آینده تعداد بیشتری از این گونه منظومه ها کشف خواهند شد.

با وجود تعداد بی شمار کهکشانها
و ستاره ها و سیارات آنها،
جهان تقریبا" خالی است و فضای خالی بین
کهکشانها و ستارگان آنها بی نهایت وسیع است.
حجم جهان عبارت است از:
حاصلضرب مکعب شعاع درچهار سوم عدد پی.
۳/۱۴× (۳÷۴) × شعاع× شعاع ×شعاع = حجم جهان

و چون شعاع جهان نصف قطر آن و برابر است با:

۷.۵۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰= شعاع

بر حسب متر.

و مکعب این عدد ضرب در ۳÷۴ و سپس ضرب در عدد

پیπ(۳/۱۴)

تقریبا"برابراست با

$۱۰^{۸۰}$

یعنی عدد ۱ و ۸۰ صفر در مقابل آن،

بر حسب متر مکعب .

و چون تعداد کل ستارگان عالم برابر است با:

$۱۰^{۲۳}$

(یعنی ۱ و ۲۳ صفردر مقابل آن)

خارج قسمت این دو عبارتست از$۱۰^{۵۶}$ = ($۱۰^{۲۳}$ ÷ $۱۰^{۷۹}$)

در نتیجه، در واقع درفضایی معادل با عدد$۱۰^{۵۶}$

(یعنی۱ و ۵۶ صفر مقابل آن)

بر حسب متر مکعب فقط یک ستاره وجود دارد.

واگر این فضا را برحسب کیلومتر مکعب در

نظر بگیریم معادل $۱۰^{۴۸}$

یعنی: عدد ۱ و ۴۸ صفر در مقابل آن.

یعنی در یک بیلیارد در بیلیارد دربیلیارد در بیلیارد

کیلومتر مکعب از فضا،

فقط یک ستاره وجود دارد.

۱۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰

۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰

با دانستن چگالی جهان (دانسیته) می توان سرنوشت جهان را شناخت.

بنا به نظریهٔ نسبیت عام انشتین،

اگر چگالی جهان ۱۰ برابر بیشتر از مقدار شناخته شدهٔکنونی باشد،

جهان بعد از گسترش کامل و سوخت هیدروژن و هلیم

در کوره های اتمی ستارگان،
سرد خواد شد.
و سپس متراکم ،تا به حالت اولیه که نقطه ای
بیش نبود در آید.
ولی اگر چگالی جهان کمتر از این مقدار باشد،
جهان تا ابدیت گسترش خواهد یافت.

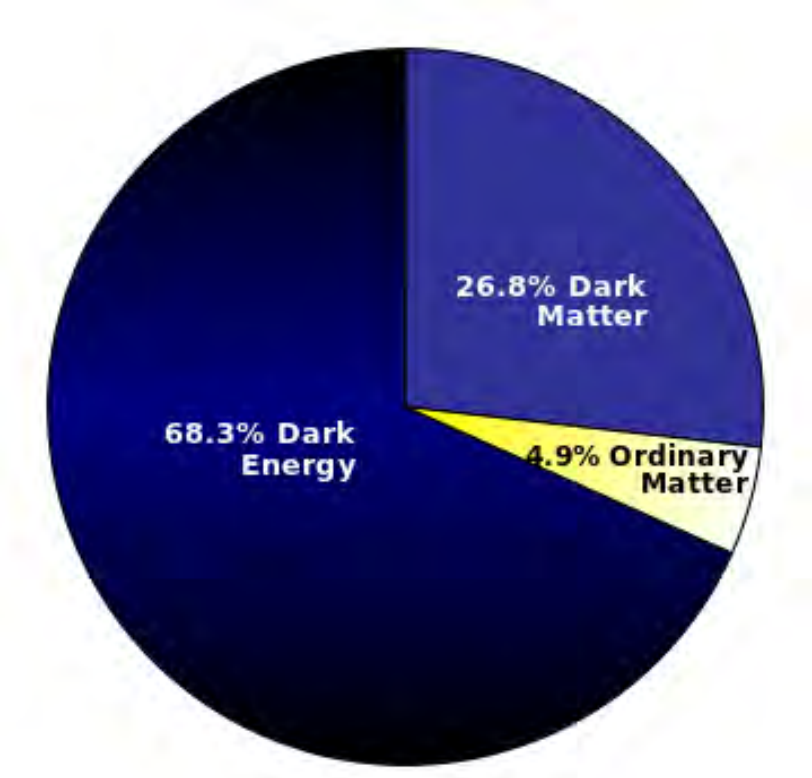
با توجه به جرم کهکشانها و جرم ستارگان
موجود در آنها، به نظر می رسد چگالی کنونی
جهان از این مقدار کمتر است.
چگالی کنونی که از محاصبه ی جرم کهکشانها و ستارگان
آنها به دست آمده،
معادل ۳ ذرّهٔ نوترون یا پروتون(هستهٔ اتم هیدروژن)
در هر متر مکعبِ فضای جهان است.
و حال آنکه در هر متر مکعب جو زمین:

$$۲/۷ \times ۱۰^{۲۶}$$

یعنی:

۲۷۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰

ملکول ازت و اکسیژن وجود دارد.
دانشمندان با تلاش فراوان در پی شناخت جرم واقعی
جهان هستند و باور دارند که
بخشی از جرم جهان در مادّۀ سیاهِ
غیر قابل رؤیت نهفته است. به تازگی اطلاعاتی
در باره ی این مادّه سیاه به دست آمده است.



شکل (۲) در تصویر فوق توزیع چگالی(دانسیته) ارائه شده است، به نظر می رسد بخشی از انرژی مجموع جهان در مادّه ای به نام مادّۀ سیاه(Dark matter) نهفته باشد.

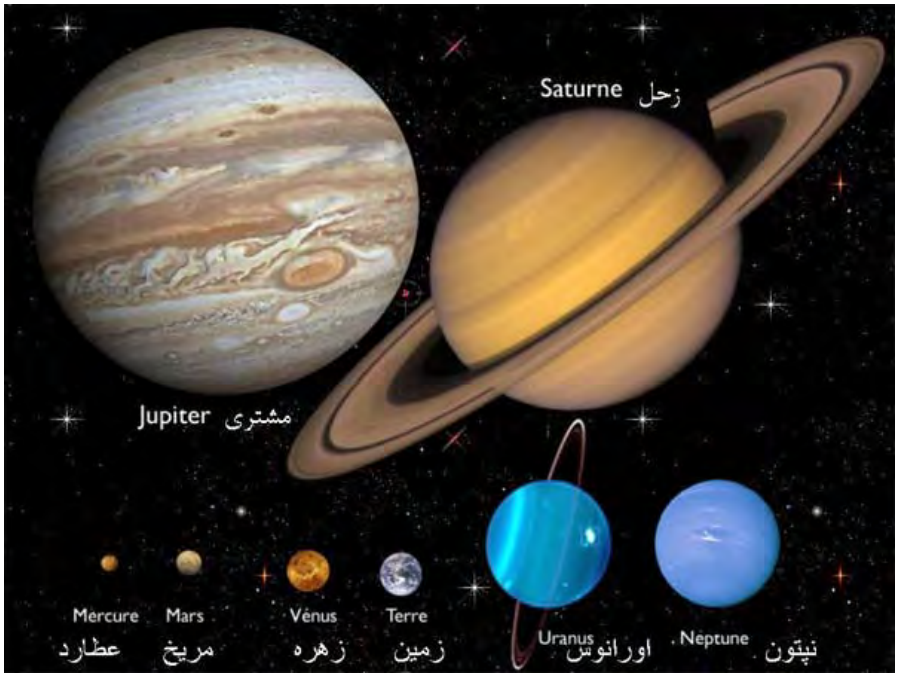
مادّۀ سیاه در اختر فیزیک ماده ای فرضی است که تا کنون کشف نشده است و برای تخمین جرم کهکشانها و گروه های کهکشانی متشکل از بیش از صدها کهکشان به کار برده می شود. بنا به شواهدی غیر مستقیم، ممکن است این مادّه سیاه به صورت گازهای ملکولی، ستاره گان مرده، کوتوله های قهوه ای و یا سیاهچاله های ریز(کوتوله) ۹۶ در صد جرم کیهان را تشکیل داده باشند. با وجود این تخمین چگالی کیهان مبتنی بر اتمها و یا بطور کلی تر موادی که به آنها مواد اتمی یا باریونیک(Barionique matter) می گویند میسر نیست. مادّۀ سیاه قاعدتا" باید غیر اتمی باشد. مادّۀ سیاه باید ۵ برابر بیشتر از مواد غیر اتمی باشد تا حد اقل ۲۴ درصد انرژی کل کیهان را تشکیل دهد.

در سپتامبر ۲۰۱۳ با مدل سازی بر روی رایانه های بسیار پیش رفته سرعت تغییر محل مواد را در کهکشانهای ریز(کوتوله) بر رسی کرده اند و امکاناتی برای شناخت مادۀ سیاه به دست رسیده است. به نظر می رسد در این کهکشانها ذرات ناشناخته شده ای که جرمی هزاران بار بیشتر از جرم پروتون دارند و جود داشته باشد.

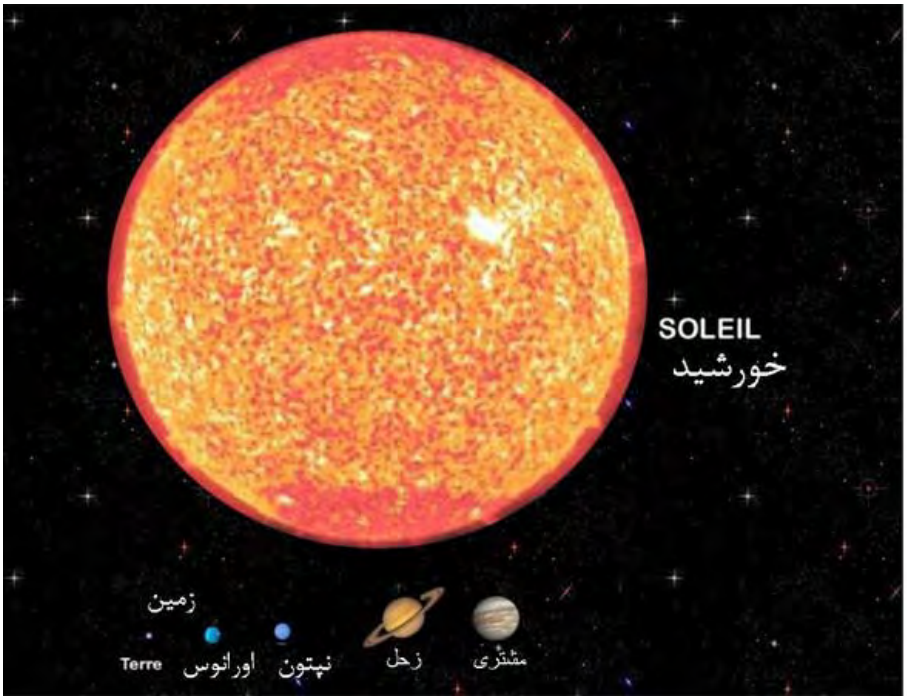
مقایسه ابعاد ستارگان:

به کمک اعداد عظمت جهان را بر رسی کردیم، اینک تصویرهایی که تلکسوپهای واقع بر روی زمین و یا ماهوارهای قرار گرفته در فضا ، به مراکز پژوهشی جهان ارسال داشته اند را می آورم. این تصویر ها یافته های دستگاهای عکاسی واقع بر روی تلسکوپهای زمینی یا فضایی هستند و هنرمندان نقاش با در نظر گرفتن این داده ها از ابعاد ستارگان، تصویری رنگ آمیزی شده از آن ها را تهیه کرده اند. این تصویرها عظمت اجرام فضایی را برای ما مشخص می کنند و از مقایسۀ آنها با منظومۀ شمسی و سپس با سیّارۀ زمین، کوچک بودن خانه خود را در در مقابل عظمت جهان خواهیم شناخت وخواهیم دید که: " سیاره ما لکه ای گُم شده در تاریکی کهکشان ها است"

تصویر (۱) در این تصویر ۴ سیّاره از منظومه شمسی را با یکدیگر برای مقایسه آورده اند. این ۴ سیّاره از جنس سیّارهٔ زمین و خاکی هستند و سیارهٔ زمین از همهٔ آنها بزرکتر است. فاصلهٔ آنها از خورشید بر حسب میلیون کیلومتر عبارتست از : عطارد۵۷/۹۱، زهره ۱۰۸/۲۱، زمین۱۴۹/۶ و مریخ ۲۲۷/۹۴.



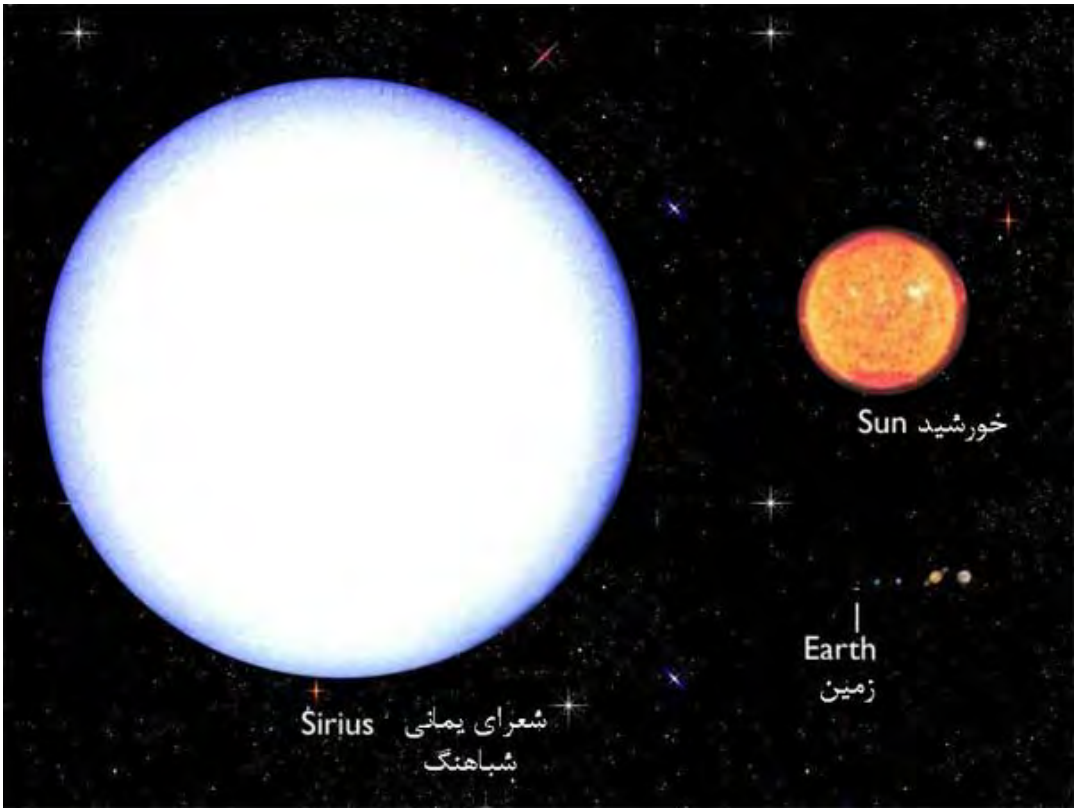
تصویر(۲) ابعاد تمام سیارات منظومه شمسی در مقایسه با هم ترسیم شده است.



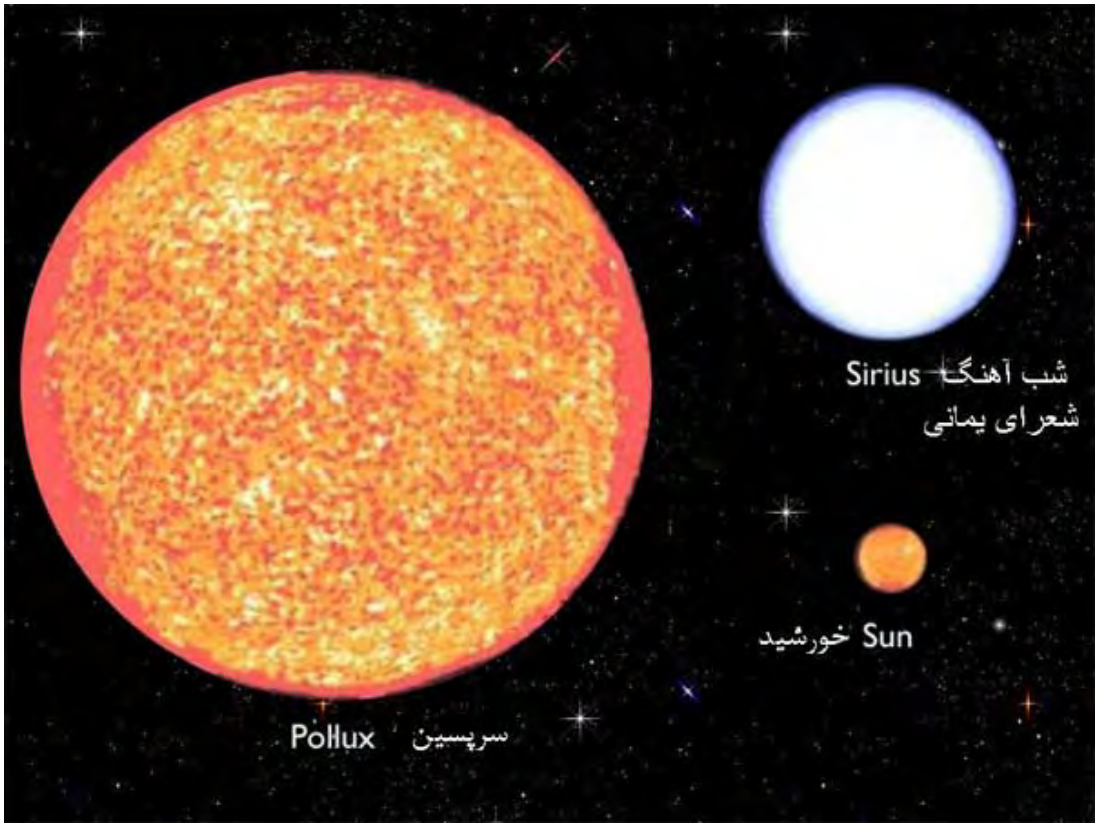
تصویر (۳) مقایسه منظومه شمسی با خورشید. و در جدول(۱)ابعاد آنها ارائه شده است.

اسم و ترکیب	شعاعKm	قطر Km	حجم ($۱۰^{۹}$ km^{۳})	جرم $۱۰^{۲۱}$kg	جرم نسبت به زمین	نیروی ثقل (m/s^{۲})
خورشید گازی	۷×۱۰^{۵}	۱/۳۹×۱۰^{۶}	۱/٤۱×۱۰^{۹}	۲×۱۰^{۹}	۳۳۲۸۳۷	۲۷٤/۰
مشتری گازی	٦۹ ۹۱۱	۰/۱٤۳×۱۰^{۶}	۱/٤۳×۱۰^{۶}	۱/۹×۱۰^{۶}	۳۱۷/۸۳	۲٤/۷۹
زحل گازی	٥۸ ۲۳۲	۱/۲×۱۰^{۵}	۸/۳×۱۰^{۵}	٥/۷×۱۰^{۵}	۹٥/۱٥۹	۱۰/٤٤٥
اورانوس گازی	۲٥ ۳٦۲	٥۱ ۱۱۸	٦۸ ۳٤۰	۸٦ ۸۳۲	۱٤/٥۳٦	۸/۸۷
نپتون گازی	۲٤ ٦۲	٤۹ ٥۲۸	٦۲ ٥٤۰	۱۰۲ ٤۳	۱۷/۱٤۷	۱۱/۱٥
زمین خاکی	٦ ۳۷۱/	۱۲ ۷٥٦	۱ ۰۸۳/۲۱	٥ ۹۷۳/٦	۱	۹/۷۸
زهره خاکی	٦ ۰٥۱/۸	۱۲ ۱۰٤	۹۲۸/٤۳	٤ ۸٦۸/٥	۰/۸۱٥	۸/۸۷۲
مریخ خاکی	۳ ۳۹۰/۰	٦ ۷۸۰	۱٦۳/۱۸	٦٤۱/۸٥	۰/۱۰۷	۳/۷
عطارد خاکی	۲ ٤۳۹/۷	٤ ۸۷۸	٦۰/۸۳	۳۳۰/۲	۰/۰٥٥۳	۳/۷
پلوتون گازی	۱ ۱٥۱	۲ ۳۱۰	۷/۱٥	۱۳/۱۰٥	۰/۰۰۲۲	۰/٦۱

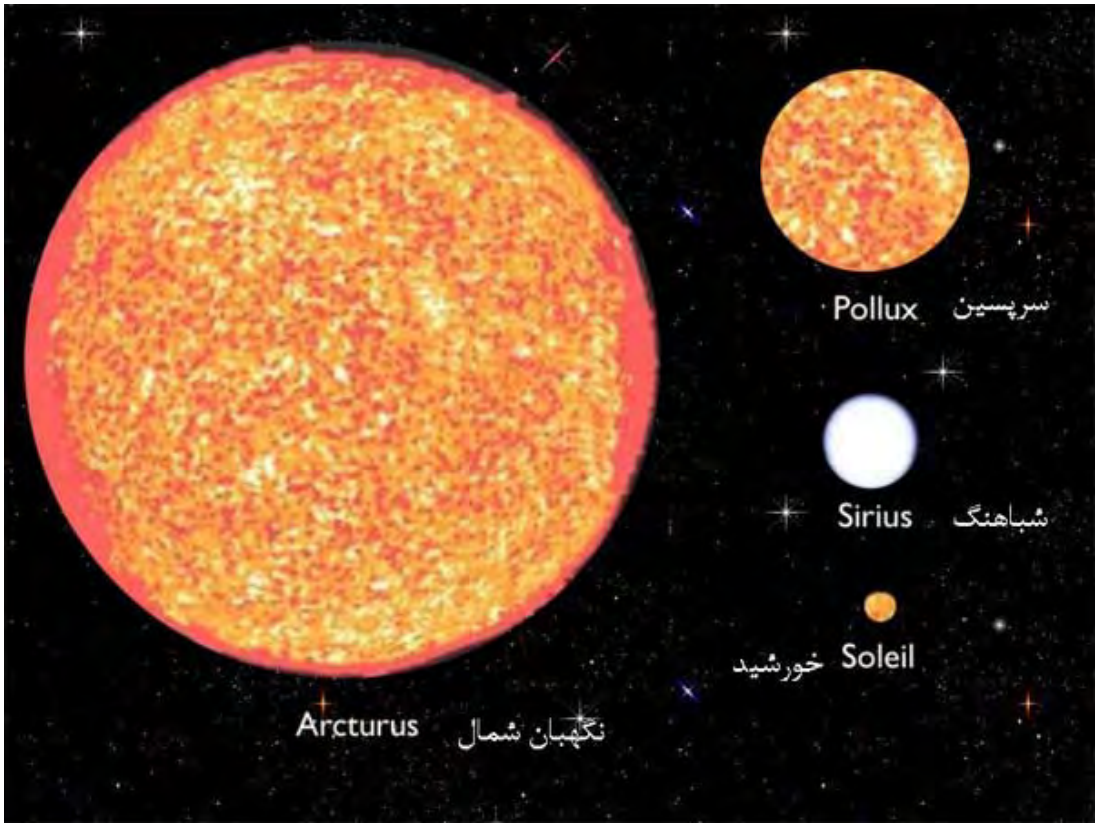
جدول(۱) در این جدول مشخصات منظومه شمسی جرم، حجم، قطر، شعاع، و ترکیبات درونی آنها و نیز مقایسه ای از جرم زمین با خورشید و دیگر سیاراتش آورده شده است. در این جدول مشاهده می شود که جرم خورشید ۳۳۲۸۳۷ برابر جرم زمین است. با توجه به اینکه زمین خاکی است و چکالی بالا تری نسبت به خورشید دارد. (خوشید منحصرا" از هیدروژن و هلیم تشکیل شده است) . مقایسه حجم ها عظمت خورشید را بهتر نمایش می دهد. با توجه به حجم داده شده در فوق می توان گفت ۱۳۰ میلیون کرۀ زمین را می توان در درون خورشید جا داد.



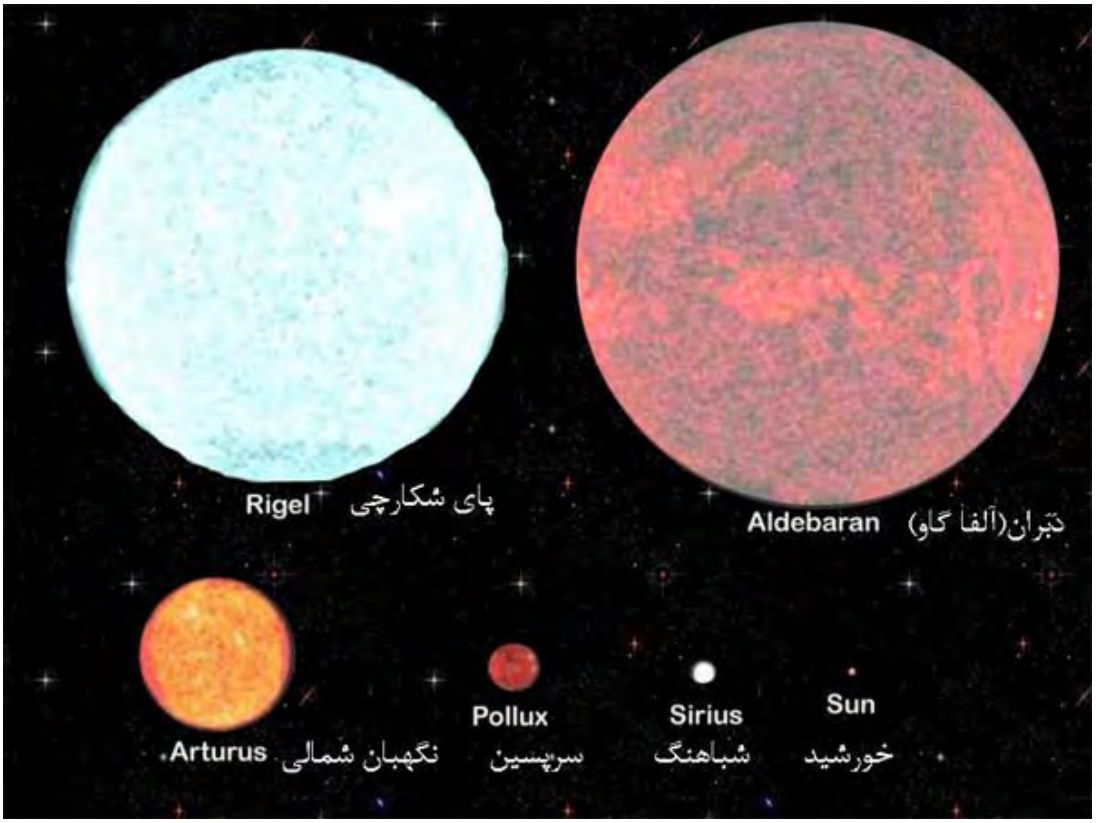
تصویر(۴) مقایسه خورشید و منظومه اش با ستارۀ سیریوس A یا شباهنگ(شعرای یمانی). شباهنگ درخشان ترین ستارۀ آسمان شب است. در نیمکرۀ شمالی و در رائس مثلث زمستانی قرار دارد ۸/۶ سال نوری از زمین فاصله دارد. جرم شباهنگ ۲/۶ برابر جرم خورشید است. شباهنگ در صورت فلکی سگ بزرگ قرار دارد. این ستاره همراهی دارد که به آن سیریوس B گویند . در فصل اول در بارۀ این زوج بیشتر توضیح خواهم داد.



تصویر (۵) در این تصویر مقایسهٔ ستارگان شباهنگ و سرپسین را با خورشید می بیند. سرپسین ß Pollux شانزدهمین ستارهٔ پر نور شب است. در صورت فلکی دوپیکر واقع شده است. ستارهٔ دیگر این زوج سرپیشین α (Castor) نام دارد. این زوج ستاره شبیه به هم نیستند. سرپیشین ستاره ای گرم و سفید است، در حالیکه سرپسین ستاره ای زرد متمایل به پرتقالی است که سرد تر می باشد. جرم سرپسین ۱/۸۶ جرم خورشید وشعاع آن ۸/۸ شعاع خورشید است. با مقایسه جرم و شعاع این ستاره می توان گفت که مرحلهٔ اصلی زندگی این ستاره سپری شده و در حال تبدیل شدن به غول سرخ است. این ستاره در رائس صورت فلکی دوپیکر قرار دارد . این ستاره ۳۳/۷ سال نوری از زمین فاصله دارد.

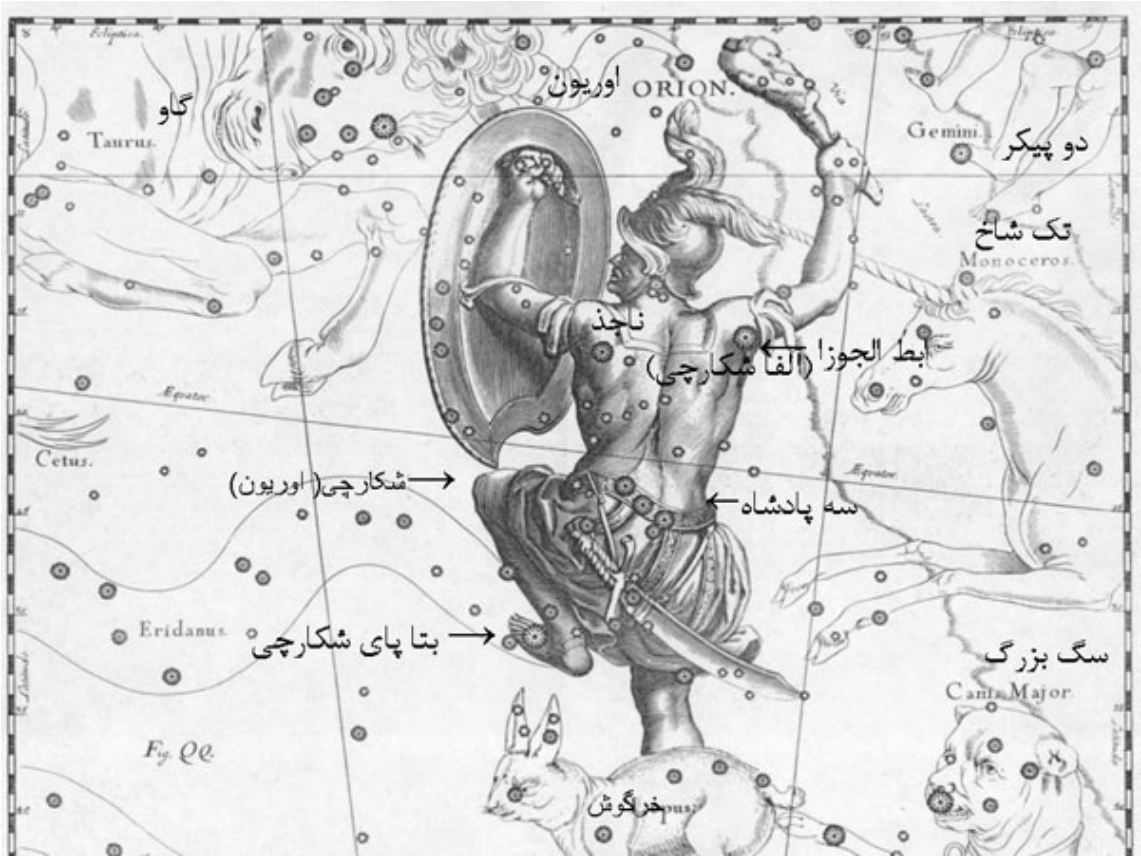


تصویر (۶) در این تصویر خورشید را با ستاره ای به مراتب بزرگتر مقایسه کرده اند. در تصویرهای قبلی ستارگان شباهنگ و سرپسین را شناختیم، در این تصویر با ستارۀ نگهبان شمالی(Arcturus) آشنا می شویم. این ستاره در فاصلۀ ۳۶/۷ سال نوری از زمین قرار دارد و در صورت فلکی گاوران دیده می شود. شعاع آن ۲۴/۵ و جرمش ۱/۵ برابر جرم خورشید است. سومین ستارۀ پرنور آسمان است. در شب اگر دنبالۀ صورت فلکی ارابه ران(خرس بزرگ) را ادامه دهیم این ستاره را خواهیم یافت. این ستاره ۱۰ میلیارد سال عمر دارد و اکنون حالت غول سرخی را پیدا کرده و تا چند میلیون سال دیگر فروپاشی آن شروع خواهد شد. نگهبان شمال در آغاز عمر در کوتوله کهکشانی با ۱۰۰ میلیون ستاره بوده و حدود ۷ میلیارد سال پیش از کهکشان خود دور شده و وارد کهکشان راه شیری شده است.



تصویر (۷) در این تصویر ستارگان قبلی را می بینید و برای مقایسه دو اَبَر غول به تصویر اضافه شده است. در این تصویر خورشید نقطه ای بیش نیست. اَبَر غول سرخ دَبَران(الفا گاو) (α Aldébaran) که پرنور ترین ستارهٔ صورت فلکی گاو است در این تصویر دیده می شود. این ستاره در فاصلهٔ ۶۵ سال نوری از زمین قرار دارد و سیزدهمین ستارهٔ پرنور شب است. جرم این ستاره تنها ۱/۷ جرم خورشید است ولی شعاع آن۴۴/۲ برابر شعاع خورشید است. این ستاره به پایان عمر خود رسیده و بعد از فروپاشی کوتوله سفیدی از آن باقی خواهد ماند. خورشید نیز بعد از ۶ تا ۷ میلیارد سال دیگر مشابه این غول حجیم خواهد شد. دَبَران یکی از چهار ستاره شاهی مصریان قدیم بوده‌است. عرب‌ها این ستاره را به نام خورشید می‌پرستیدند. نام دَبَران نیز از اصل عربی و به معنای (دنباله‌رو) است، زیرا این ستاره به دنبال خوشهٔ پروین با سرعت از ما دور می شود. ستارهٔ دیگر بتا پای شکارچی (ß Rigel) نام دارد و درخشانترین ستارهٔ صورت فلکی اوریون یا شکار چی است. ۹۵۰ سال نوری از زمین

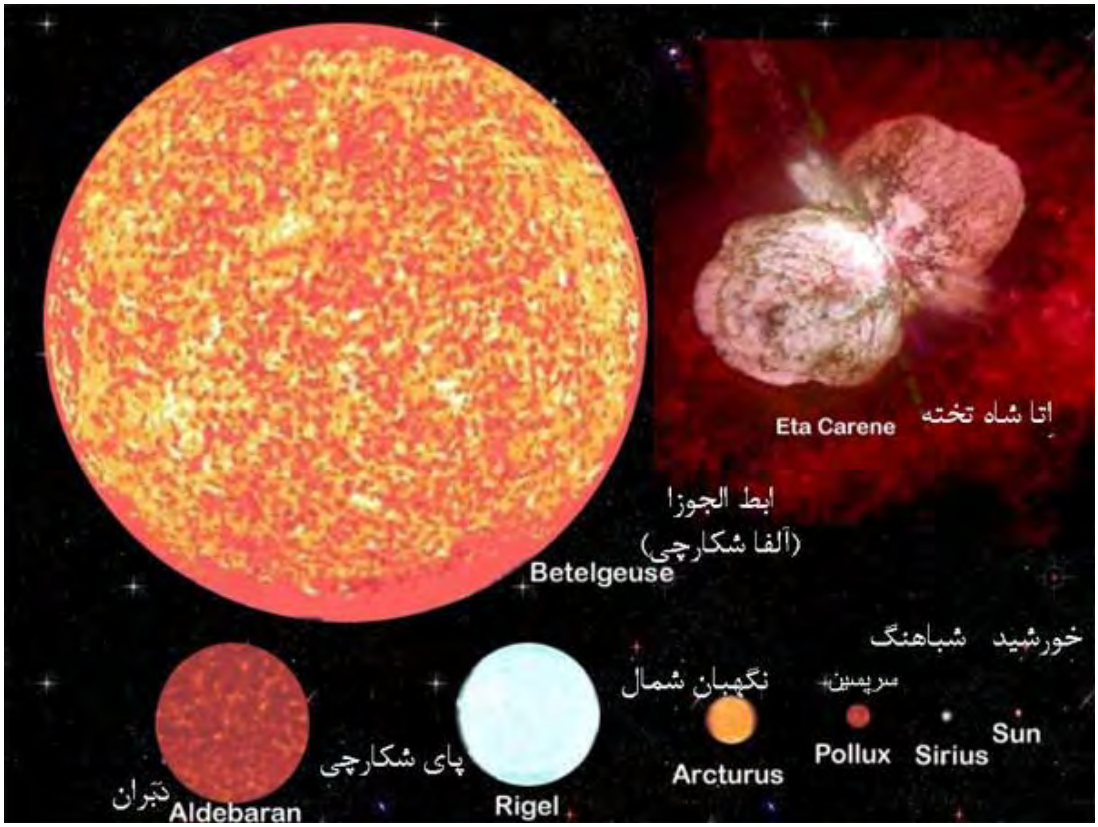
فاصله دارد. اَبَر غول آبی رنگی است که ۵۵ هزار بار درخشانتر از خورشید است. قطر آن ۸۴ و جرم آن ۲۱ برابر خورشید است. اگر این ستاره را در محل خورشید قرار دهیم مدار عطارد را می پوشاند. این ستاره در مرحلهٔ اصلی زندگی خود به سر می برد. در تصویر ۸ محل این ستاره در پای شکارچی دیده می شود.(خورشید در بازوی این شکارچی قرار دارد). در شانهٔ راست شکار چی، ستاره ای که در تصویر (۹) خواهد آمد آلفا شکارچی یا ابط الجوزا (α Betelgeuse) نام دارد دیده می شود.



تصویر(۸) صورت فلکی اوریون. در این تصویر محل ستارهٔ بتا پای شکارچی یا (ß Rigel) دیده می شود و در شانهٔ شکارچی ابط الجوزا(آلفا شکارچی) دیده می شود. در کمر بند شکارچی سه ستاره با فاصله و در خشش مساوی قرار دارند که آنها را سه پادشاه(پادشاه مَج)

گویند.[1] در تنهٔ این شکارچی مثلث زمستانی قرار دارد ستارگانی که در گوشه های آن قرار گرفته اند به ترتیب عبارتند ابط الجوزا (الفا شکارچی) (α Betelgeuse) در شانهٔ راست شکارچی و ناجذ (گاما شکارچی) (γBellatrix) در شانهٔ چپ و بتا شکارچی(ß Rigle)در پای شکارچی واقع شده اند. ناجذ غول آبی رنگی است که ۲۴۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و جرم آن ۸ تا ۹ و شعاع آن ۵/۷ برابر خورشید است. این مثلث و سه ستارهٔ واقع در کمر شکارچی در زمستان به سهولت قابل رؤیت هستند. در این تصویر صورت های فلکی دیگر مانند گاو، سگ بزرگ ، تک شاخ، دوپیکر و خرگوش هم دیده می شوند.

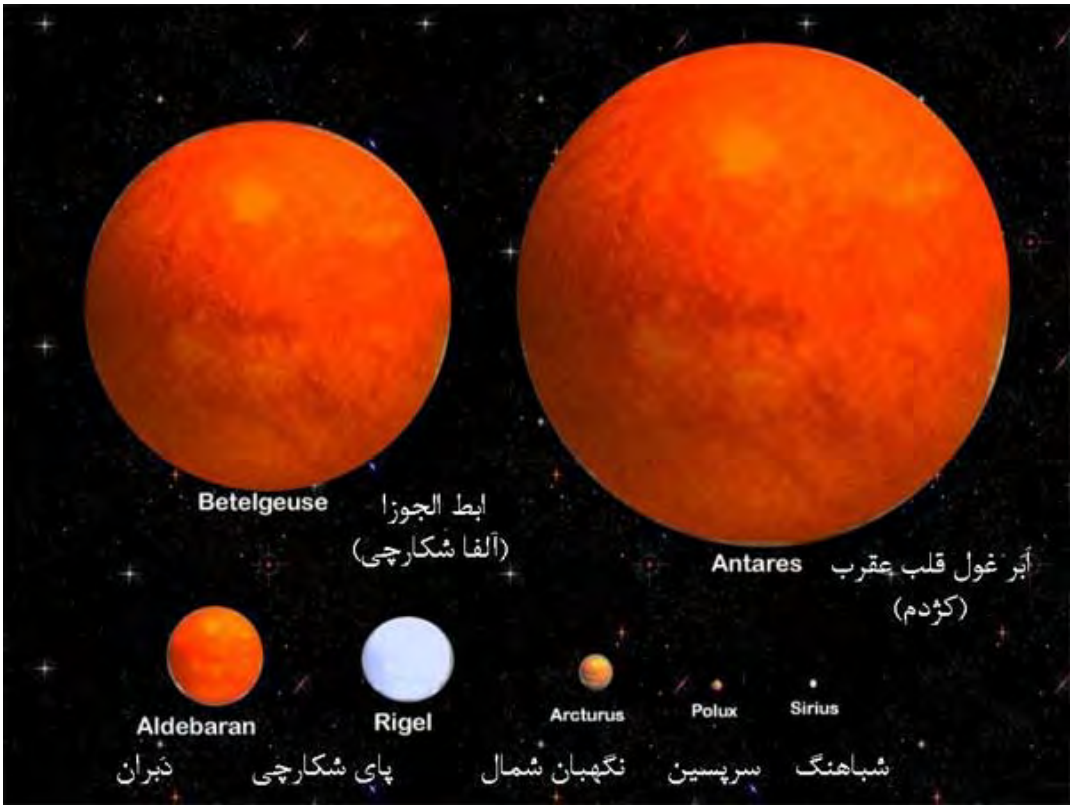
[1] سه شاه، سه مغ، سه مجوس، و سه فرزانه نام هائی اند برای سه ایرانی که برای ارج نهادن به عیسی به دیدارش شتافتند؛ و برای زاد روزش زر، مرّ و کندر به ارمغان بردند.



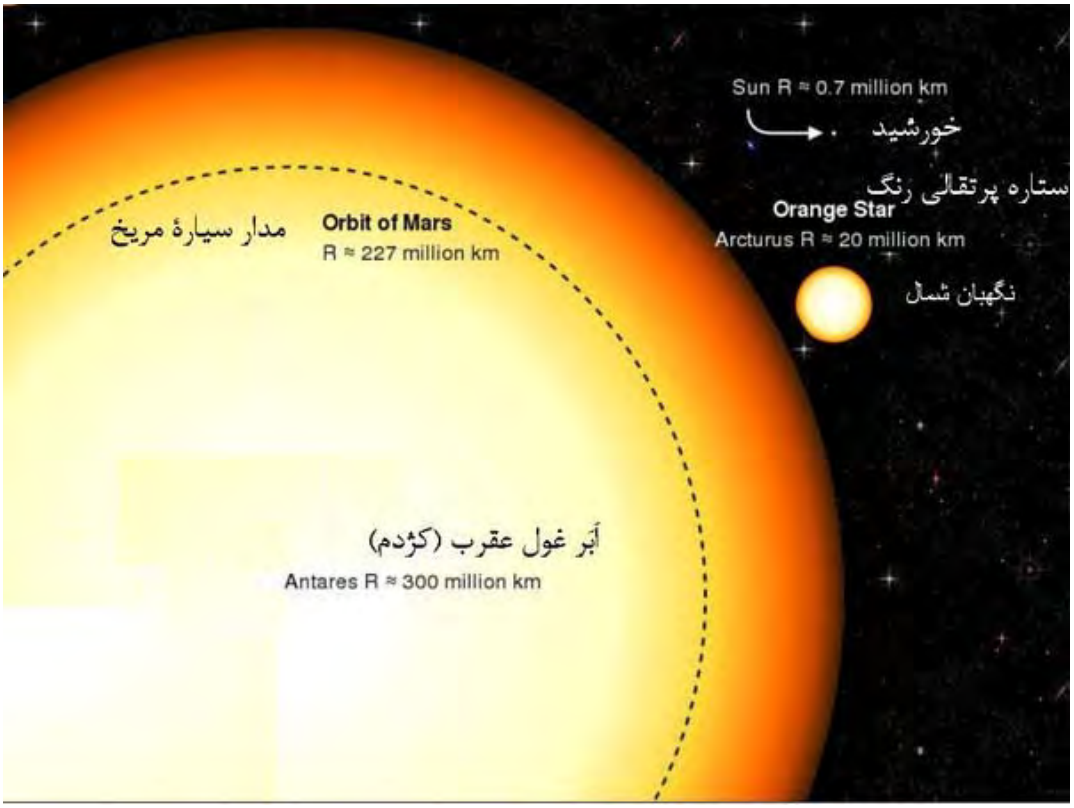
تصویر (۹) ابط الجوزا(α Betelgeuse) آلفا شکارچی اَبَرغول سرخ همراه با اَبَر غول متغیری به نام اِتا شاه تخته(η Carene) آورده شده است. ستارگان قبلی و خورشید که نقطه ای به زحمت قابل رؤیت است در این تصویردیده می شوند. ابط الجوزا (آلفا شکارچی) ـ در شانهٔ راست شکارچی در صورت فلکی(تصویر۸) دیده می شود ـ ابط الجوزا اَبَر غول سرخی است که در فاصلهٔ ۶۴۳ سال نوری از زمین قرار دارد و نهمین ستارهٔ درخشان آسمان شب است. جرم آن ۱۵ و شعاع آن ۹۵۰ تا ۱۲۰۰ برابر خورشید است. این ستاره تنها ۱۰ میلیون سال عمر داشته و اکنون به پایان عمر خود رسیده و فروپاشی آن نزدیک است. ابط الجوزا که آن را الفا شکارچی هم می نامند در یکی از گوشه های مثلث زمستانی قرار دارد و بتا پای شکارچی در گوشهٔ دیگر این مثلث است که درخشان تر از ابط الجوزا است. ابط الجوزا را اگر در منظومه شمسی قرار دهیم در بین مدار مشتری و مریخ قرار خواهد گرفت. در ۶۴۱/۸ سال دیگر در روز با چشم غیر مسلح فروپاشی و انفجار آن در روزهای متوالی دیده خواهد شد.

نوری معادل میلیاردها خورشید از انفجار آن به اطراف پراکنده خواهد شد ولی صدای انفجار آن که معادل انجار هم زمان میلیارد ها بمب هیدروژنی و بسیار وحشتناک است، در خلاء منتشر نخواهد شد.

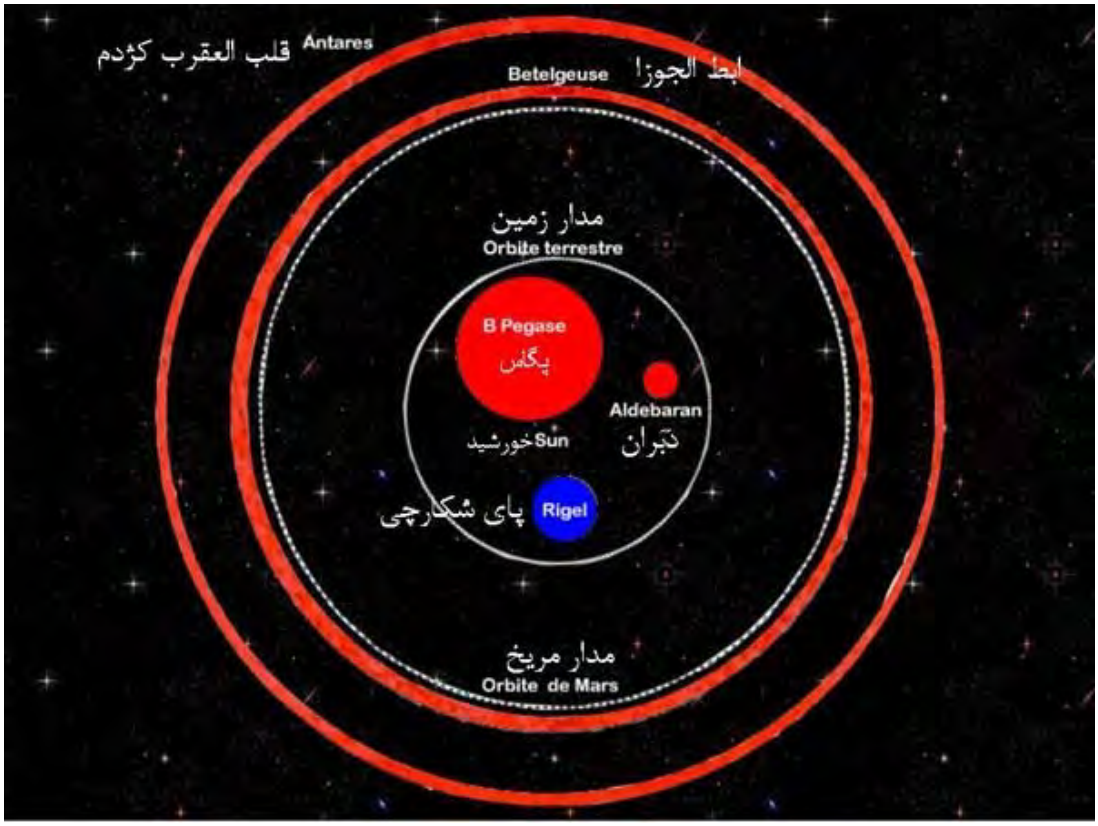
اِتا شاه تخته (η Carene) یک سامانهٔ ستاره ای در صورت فلکی شاه تخته است. این ستاره اَبَر غولِ متغیریست که در فاصلهٔ ۷۰۰۰ تا ۱۰.۰۰۰ سال نوری از زمین قراردارد. درخشندگی آن ۴ میلیون بار بیشتر از خورشید است و جرم آن بین ۱۰ تا ۱۵۰ برابر جرم خورشید تخمین زده شده است. این سامانهٔ ستاره ای حدّ اقل از دو ستاره تشکیل شده است. یکی از آن ها ستارهٔ متغیر آبی درخشانیست که جرمی در حدود ۱۵۰ برابر جرم خورشید را داشته ولی در اثر تغیر امروزه جرمش ۳۰ برابر جرم خورشید شده است. ستارهٔ دیگر این سامانه ستارهٔ ولف ـ رایت (Wolf - Rayet) نامیده می شودکه آنهم جرمش ۳۰ برابر جرم خورشید است.



تصویر(۱۰) در این تصویر دیگر خورشید دیده نمی شود، ابعاد ستارگان قبلی در مقایسه با دو اَبَرغول جدید در این تصویر آورده شده اند. اَبَر غول اَبط الجوزا را هم در تصویر پیش مشاهده کردیم. اینک برای مقایسه با اَبَر غول سرخ قلبِ عقرب (Atntares) آن را به تصویر اضافه کرده اند. اَبَر غول عقرب یا کژدم در صورت فلکی کژدم قرار دارد. این اَبَر غول ۱۸ تا ۲۵ برابر خورشید جرم دارد و قطر آن ۷۰۰ برابر قطر خورشید است. یعنی می توان گفت که ۴۰ هزار خورشید در درون آن جای می گیرد. در فاصلهٔ ۵۲۰ سال نوری از زمین قرار گرفته است. این ابرغول ذوجی دارد که آنهم غول سرخی است که نگهبان شمالی (Arcturus) نام دارد و در صورت فلکی گاوران قرار دارد. در تصویر۶ مشخصات آن آورده شد.



تصویر(۱۱) در این تصویر خورشید را با اَبَر غول عقرب(کژدم)(Antares) و ذوج او نگهبان شمال (Arcturus) مقایسه کرده اند. در درون اَبَر غول عقرب به صورت نقطه چین مدار سیارهٔ مریخ را که شعایی معادل ۲۲۷ میلیون کیلومتر دارد ترسیم نموده اند. در سمت راست تصویر، شعاع خورشید را که ۰/۷ میلیون کیلومتر است در مقایسه با این اَبَر غول که شعاع آن ۳۰۰ میلیون کیلومتر و شعاع ذوجش، نگهبان شمالی ۲۰ میلیون کیلومتر است، مقایسه کرده اند.

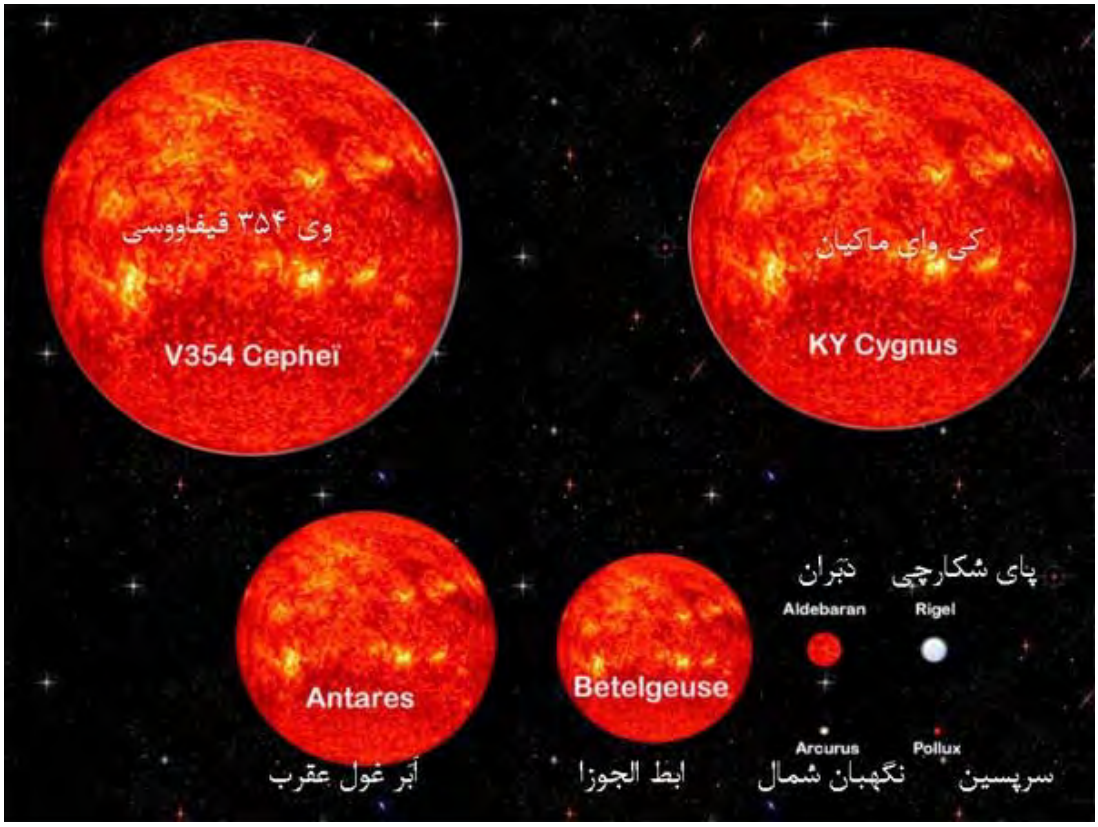


تصویر (۱۲) در این تصویر مقایسهٔ ابعاد ستارگان با خورشید را آورده اند. خورشید در مرکز دایره قرار دارد، با رسم دایره هایی که قطر ستارگان بزرگ کیهان را نشان می دهد، عظمت ستارگان دیگر در مقابل خورشید آشکار می شود. در درون دایرهٔ اول که سفید رنگ و مشخص کنندهٔ مدار زمین است، سه ستاره به نامهای دَبَران، پای شکارچی و پگاس (B Pegase) وجود دارند. خورشید به صورت نقطه ای بسیار ریز، در مرکز این دایره دیده می شود. پگاس یک صورت فلکی به نام اسب بالدار است که با ۴ ستاره مشخص می شود. ولی در واقع ۳ ستاره در صورت فلکی اسب بالدار وجود دارند که در سه گوشهٔ مربع قرار گرفته اند و ستارهٔ چهارم جزو این صورت فلکی نیست. پگاس ۴۸ سال نوری از زمین فاصله دارد جرم آن تنها ۱/۰۶ برابر خورشید است ولی چون نزدیک به فروپاشی است، منبسط شده و حجمش همانطور که در تصویر مشاهده می شود، میلیونها بار بیشتر از خورشید شده است. ستاره های

این صورت فلکی در شهریورماه در شرق آسمان به خوبی دیده می شوند. به ویژه سه ستاره به نامهای:

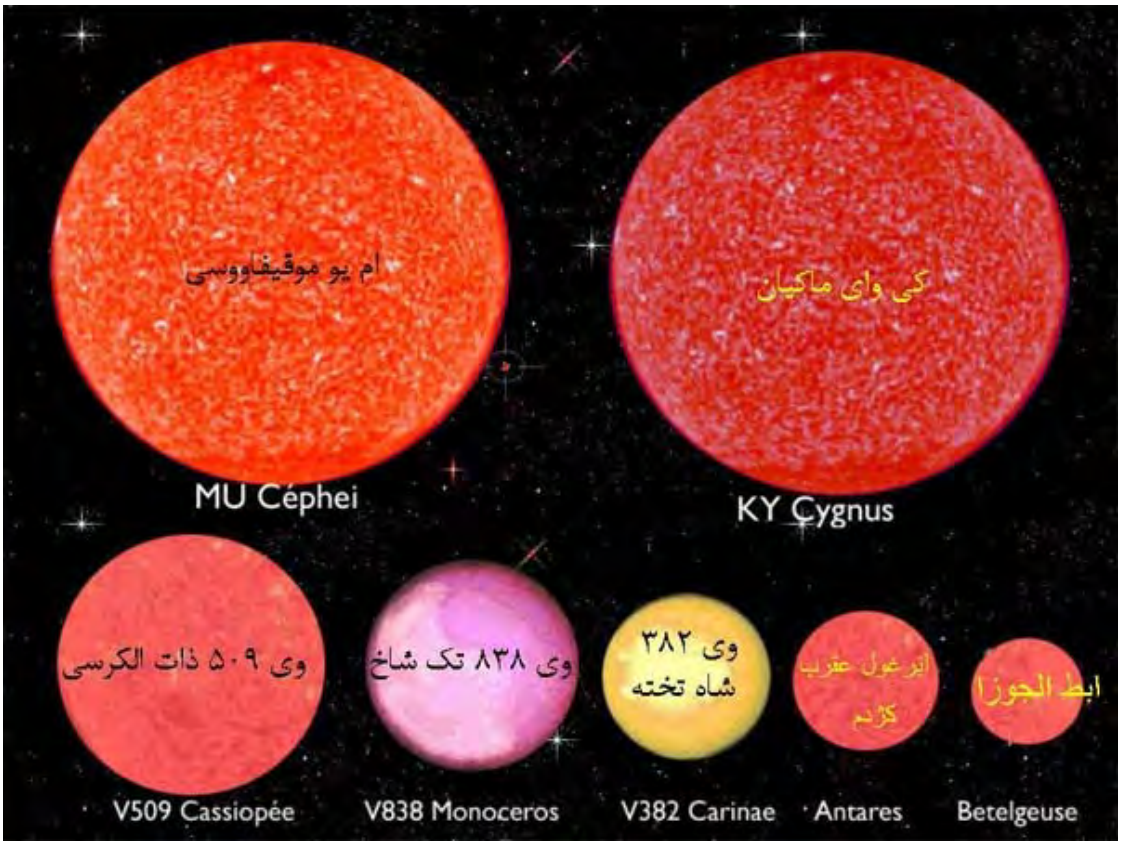
(α Peg , ß Peg ,γ Peg) که در سه گوشهٔ مربع واقع شده اند، درخشش بسیار دارند.

در دایرهٔ سفید نقطه چین دوم، مدار مریخ را می بینید که در خارج آن ستارهٔ ابط الجوزا قرار دارد و در دایرهٔ انتهایی قطر ظاهری ستارهٔ اَبَر غول عقرب را رسم کرده اند.



تصویر(۱۳) در این تصویر ستارگان جدیدی را آورده اند که به مراتب حجیم تر از ستارگان پیشین می باشند. کَی وای ماکیان (KY Cygnus) اَبَر غول سرخی است واقع در صورت فلکی دَجاجه. قطر این ستاره ۱۴۲۰ تا ۲۸۵۰ برابر قطر خورشید و نور آن ۳۰۰ بار بیشتر از نور خورشید است. ۵ هزار سال نوری از زمین فاصله دارد جرم آن ۲۵ برابر جرم خورشید است. در این تصویر ستارهٔ دیگری به نام وی ۳۵۴ قیفاووس (V۳۵۴Cephei) آورده شده

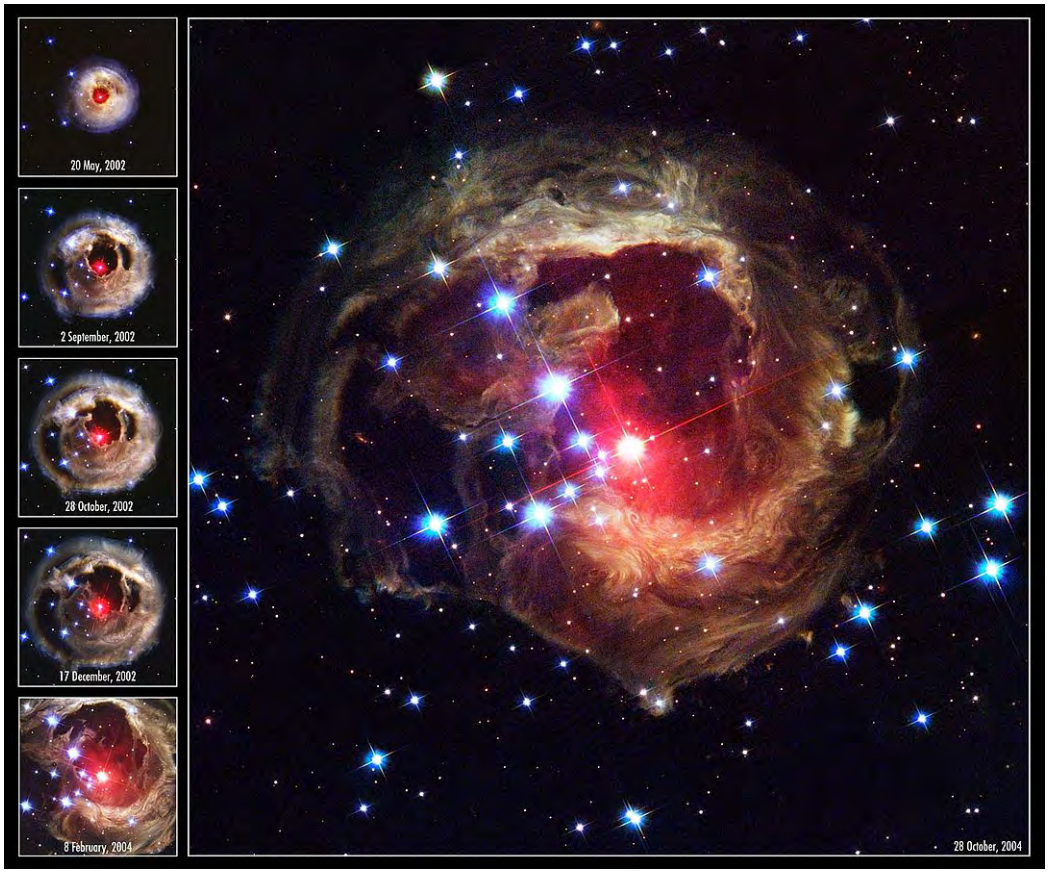
است. این ستاره در کهکشان راه شیریست و در صورت فلکی قیفاووسی قرار دارد. اَبَر غول سرخی است که در فاصلهٔ ۹ هزار سال نوری از زمین قرار گرفته و چهارمین ستارهٔ بزرگ شناخته شده در کیهان است. شعاع آن ۱۵۲۰ برابر شعاع خورشید است و اگر در محل منظومهٔ شمسی قرار داده شود تا مداری بین مشتری و زحل قرار خواهد گرفت. می توان ۵ میلیارد خورشید را در درون این ستاره جای داد.



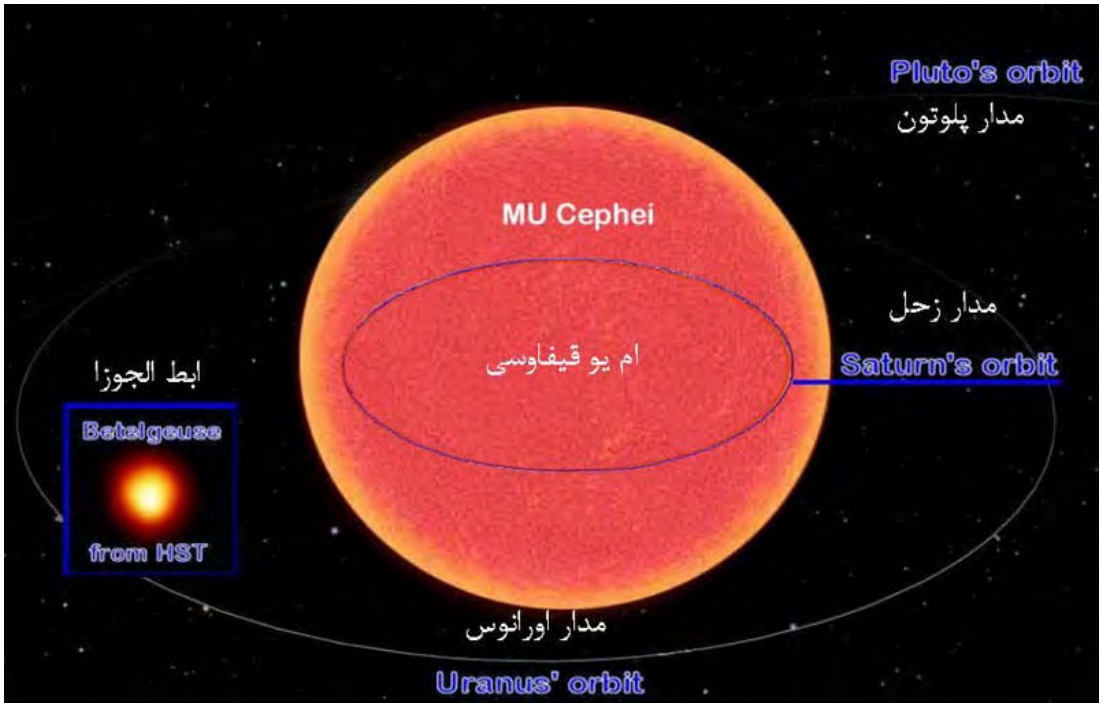
تصویر(۱۴) کوچکترین ستاره های موجود در این تصویر ستارگان بسیار حجیم قبلی هستند. همانطور که در تصویر۱۳ مشاهده شد ابط الجوز و اَبَر غول عقرب ستارگانی میلیارد ها بار بزرگتر از خورشید هستند. اما در این تصویر کوچکترین ستاره می باشند. ستارگان جدید در این تصویر به ترتیب عبارتند از: وی ۳۸۲ شاه تخته(V۳۸۲ Carinae) که اَبَر غولی زرد رنگ و واقع در صورت فلکی شاه تخته (Carene) است. این ستاره در فاصلهٔ

۵۰۹۰ سال نوری از منظومه شمسی قرار دارد. با چشم غیر مسلح در آسمان شب دیده می شود. یکی از ستارگان گروه قیفاووسی (Céphéide) است که برای محاسبه فاصلهٔ ستارگان به عنوان شاهد به کار برده می شود. شعاع آن ۷۴۷ برابر شعاع خورشید است. ستاره بعدی وی ۸۳۸ تک شاخ(V۸۳۸ Monocerotis) که در صورت فلکی اسب تک شاخ (Licorne) قرار دارد. این ستاره در ۶ ژانویه ۲۰۰۲ درخشش بسیاری پیدا کرد و تبدیل به درخشانترین ستارهٔ کهکشان راه شیری شد. دلیل این درخشش ناگهانی به خوبی شناخته نشد. در سال ۲۰۰۸ اختر شناسان احتمال می دادند، که برخورد دو ستاره با هم سبب درخشش غیر عادی آن شده است. که البته این پدیده ای نادر در تحولات ستارگان می باشد. فاصلهٔ این ستاره از خورشید ۲۰ هزار سال نوریست. تحول این ستاره که کلیشه ای بسیار زیبا است را در تصویر (۱۵) آورده ام.

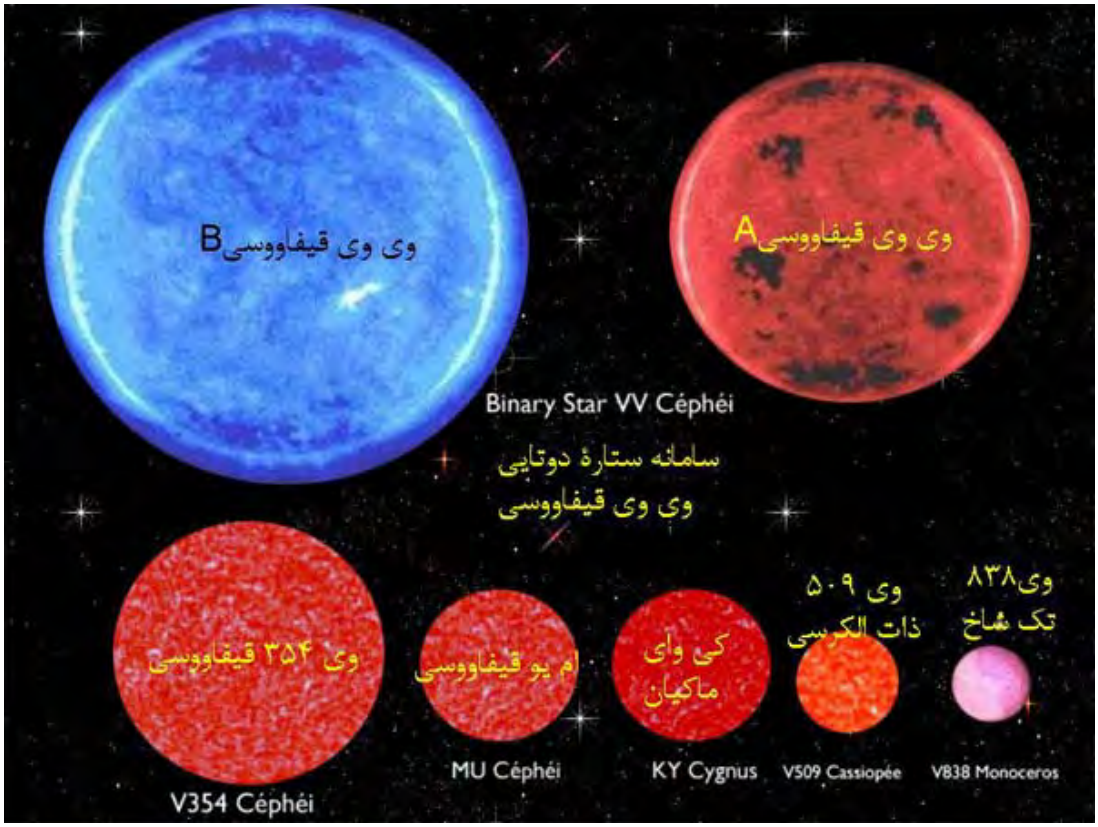
ستارهٔ دیگر ازتصویر فوق، وی۵۰۹ ذات الکرسی (V۵۰۹ Cassiopéiae) است که در صورت فلکی ذات الکرسی قرار دارد. فاصلهٔ آن از زمین۴۵۰۰ سال نوریست. شعاع آن بین ۴۰۰ تا ۹۰۰ برابر شعاع خورشید است. جرم آن ۲۵ تا ۴۰ برابر خورشید و این ستاره ممکن است به آبَر غولی آبی رنگ تبدیل شود. ستارهٔ دیگر موجود در این تصویر کَی وای ماکیان است (KY Cygnus) است که در تصویر ۱۴ مشخصات آن تشریح شد. آخرین ستارهٔ موجود در این تصویر، ام یو قیفاووسی (MU Céphei) است که در صورت فلکی قیفاووسی (Céphée) قرار دارد. این ستاره نیز یکی از درخشانترین ستارگان راه شیری است که ۵۲۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و جرم آن ۲۵ برابر جرم خورشید و شعاع آن ۱۴۲۰ برابر شعاع خورشید است. اگر این ستاره رادر منظومه شمسی به مرکز خورشید قرار دهیم، قطر آن در بین مدار مشتری و زحل قرار خواهد گرفت.



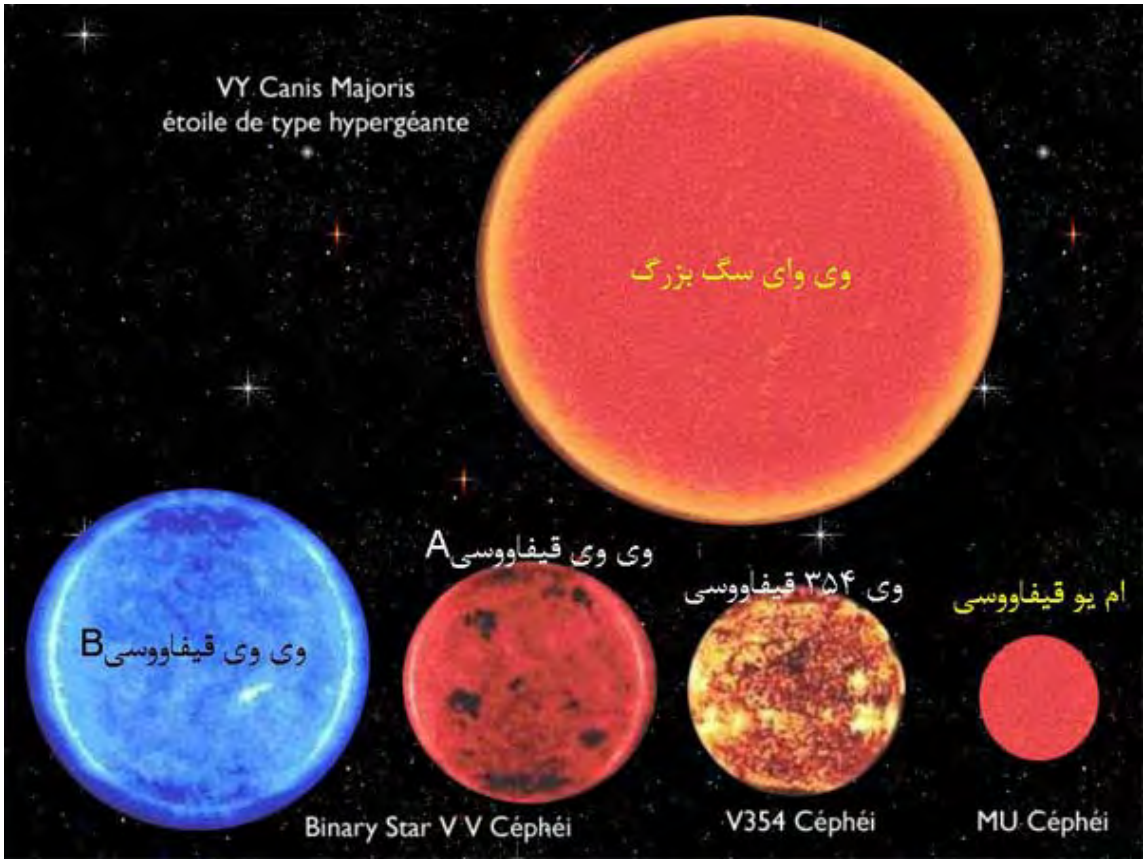
تصویر(۱۵) در این تصویر تحول ستارۀ تک شاخ (V۸۳۸ Monocerotis) را آورده اند . در این تصویر گسترش ستاره (سمت چپ تصویر) را از ماه مۀ سال ۲۰۰۲ تا اکتبر سال ۲۰۰۴ نمایش داده اند.



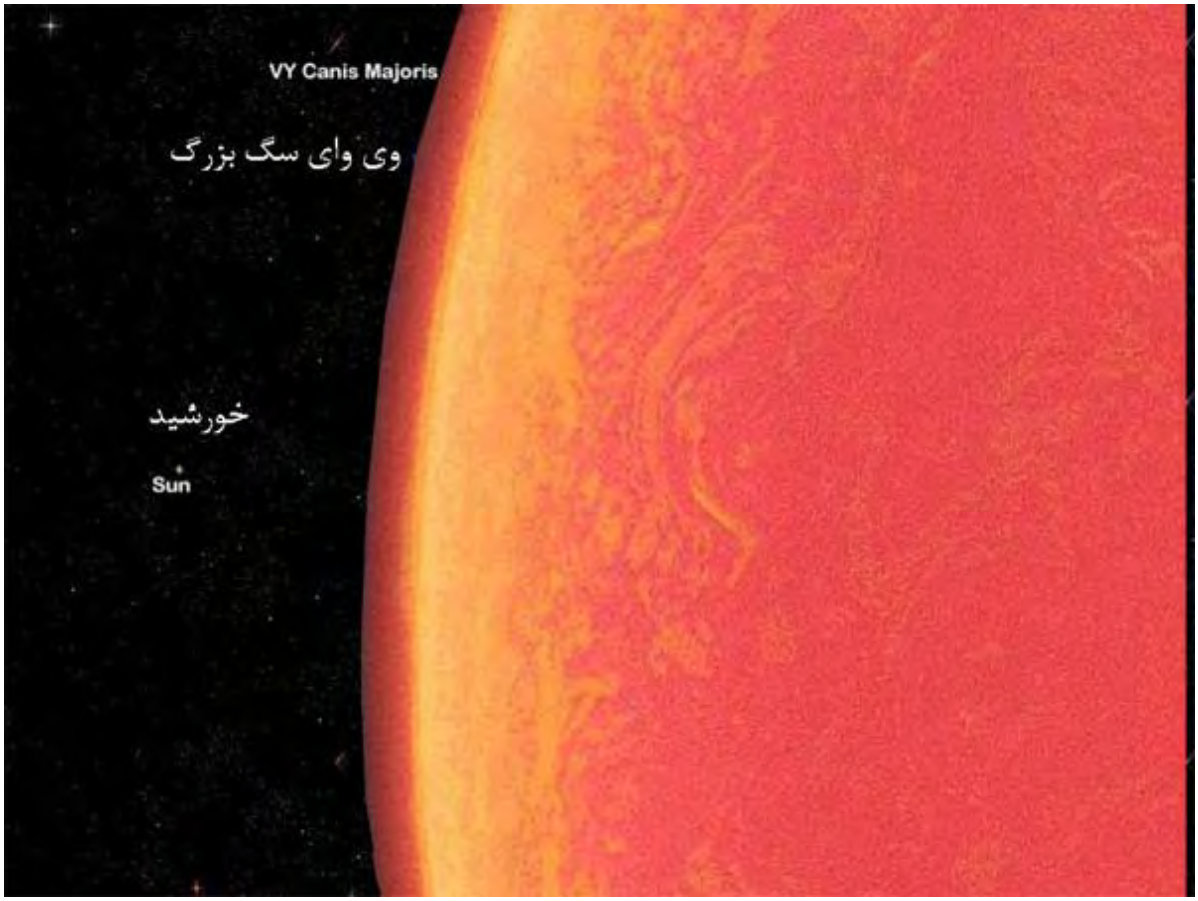
تصویر (۱۶) در این تصویر ستارۀ ام یو قیفاووسی(MU Céphei) را در مقایسه با منظومه شمسی ترسیم کرده اند. مشاهد می شود اگر این اَبَر غول در مرکز منظومه شمسی که خورشید است قرار گیرد حجم و قطر آن مدار های سیارات منظومه شمسی تا اورانوس را در بر خواهد گرفت.



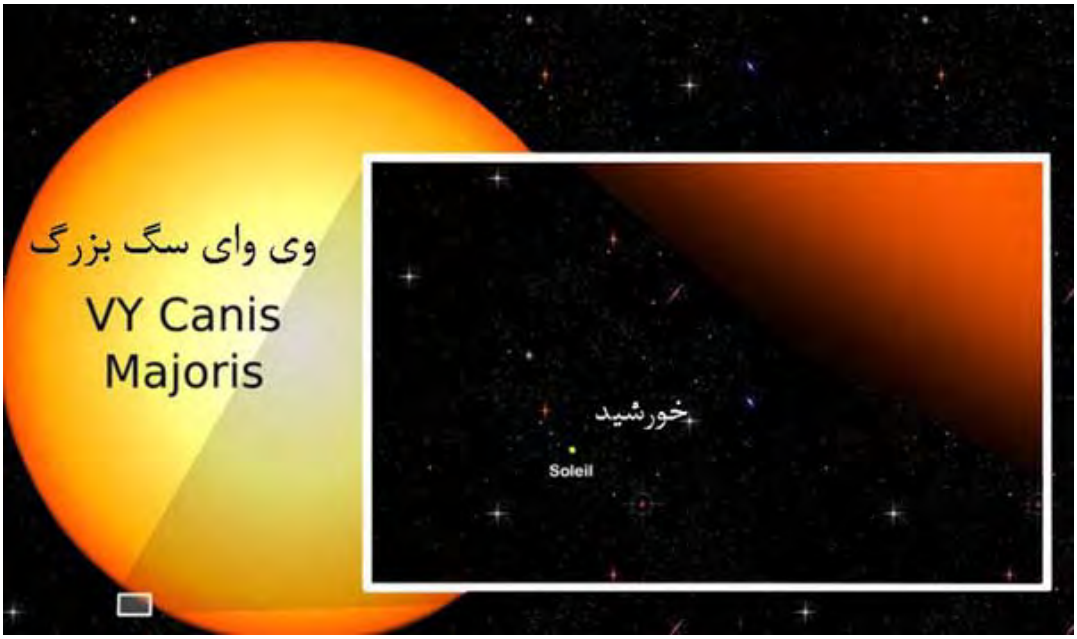
تصویر(۱۷) در این تصویر سامانه ستارهٔ دو تایی وی وی قیفاووسB(VV Céphéi) و زوج وی وی قیفاووسA را ترسیم کرده اند. فاصله وی وی قیفاووسB از زمین ۳۰۰۰ سال نوری است. ۱۶۰۰ تا ۱۹۰۰ بار بزرگتر از خورشید است و درخشش آن۲۷۵ هزار تا ۵۷۵ هزار بار بیشتر از خورشید است. این ستار به ستارهٔ مزدوجش نزدیک است و مواد درونیش به قیفاووسیB منتقل می شود. ستارهٔ قیفاووسB ابر غول جوانی است و در مرحلهٔ اصلی زندگی خود قرار دارد .



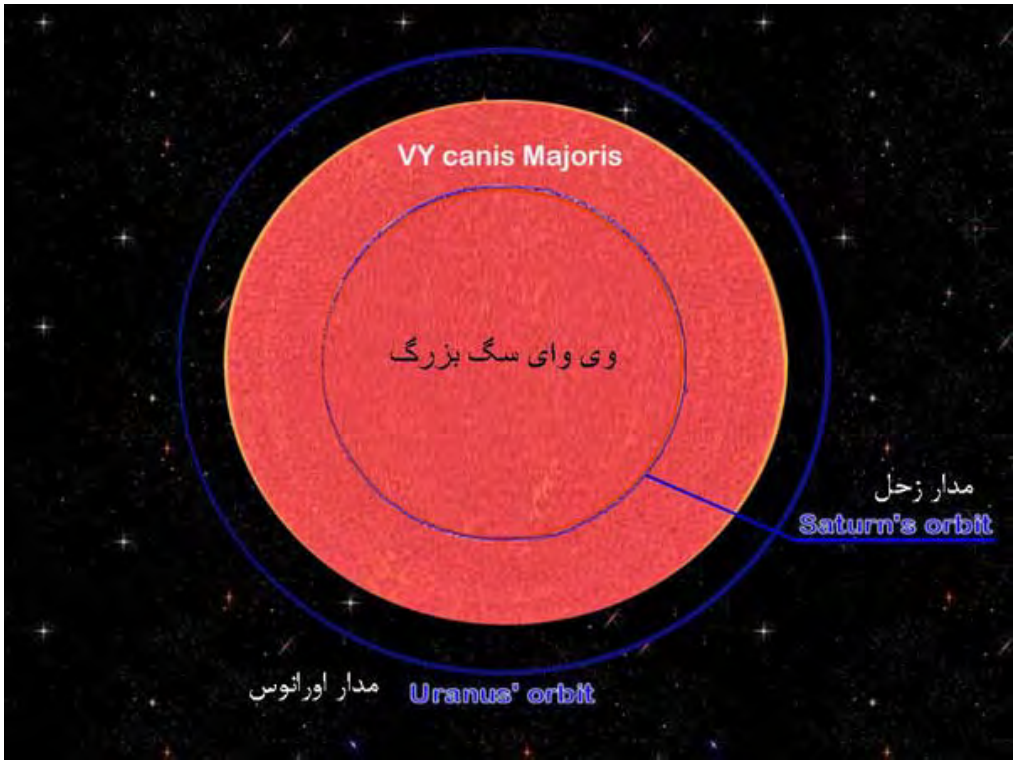
تصویر(۱۸) در این تصویر ستارگان متغییر قیفاوسی (Céphéi) را ترسیم و آنها را با بزرگترین ستارهٔ کیهان وی وای سگ بزرگ(VY Canis Majoris) مقایسه کرده اند. این ستاره غول سرخی است در حال احتضار و در صورت فلکی سک بزرگ قرار دارد. قطر آن ۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰ بار بیشتر از خورشید است. یعنی می توان تقریبا" ۱۰ میلیارد خورشید را در دل آن جا داد.



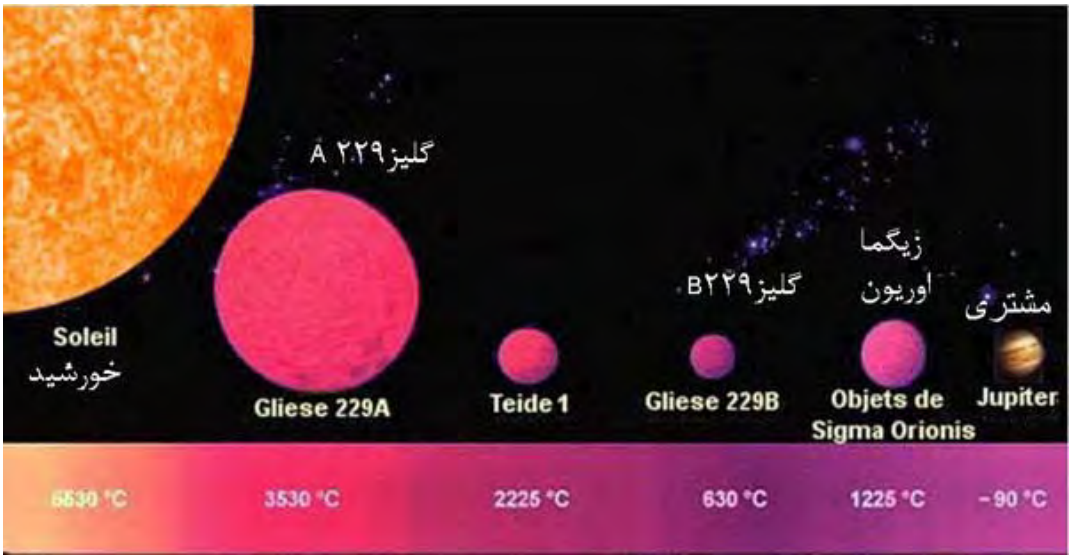
تصویر (۱۹) مقایسهٔ خورشید با وی وای سگ بزرگ.



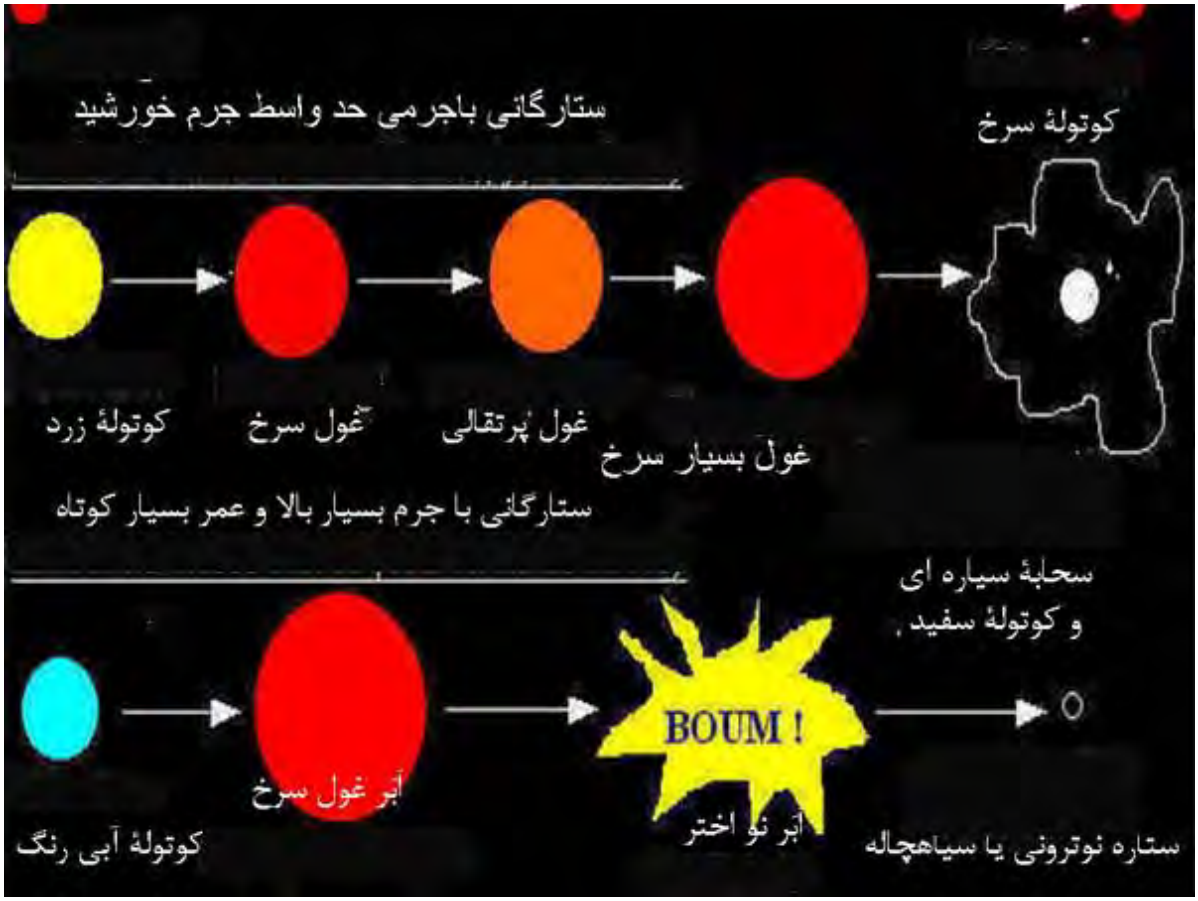
تصویر (۲۰) در این تصویر وی وای سگ بزرگ را در مقایسه با خورشید به صورت قرص کامل ترسیم کرده اند. حجمی از فضا معادل مدار زمین به دور خورشید به صورت مربع کوچکی (کوچکتر از یک حبه قند) در پایین این ابر غول نشان داده شده است. در کوشهٔ سمت راست، همین سطح از مدار زمین و خورشید را که نقطه ای به زحمت قابل رؤیت است، ۴۰۰ بار بزرگتر نمایش داده اند.



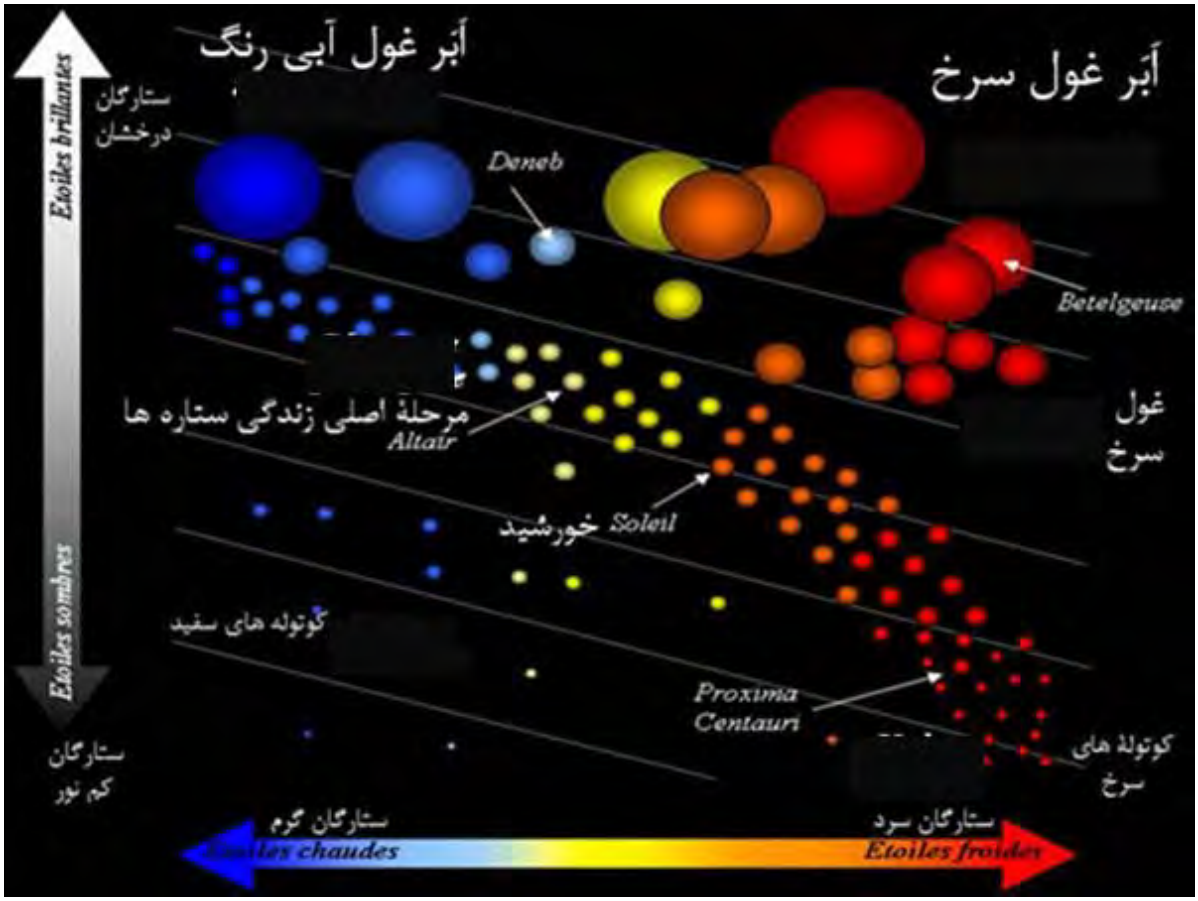
تصویر (۲۱) وی وای سگ بزرگ را به صورت قرص کامل در مرکز منظومه شمسی قرار داه اند. در درون این قرص سرخ رنگ مدار زحل را به رنگ آبی و مدار اورانوس را نیز به رنگ آبی در جدار بیرونی آن ترسیم کرده اند.



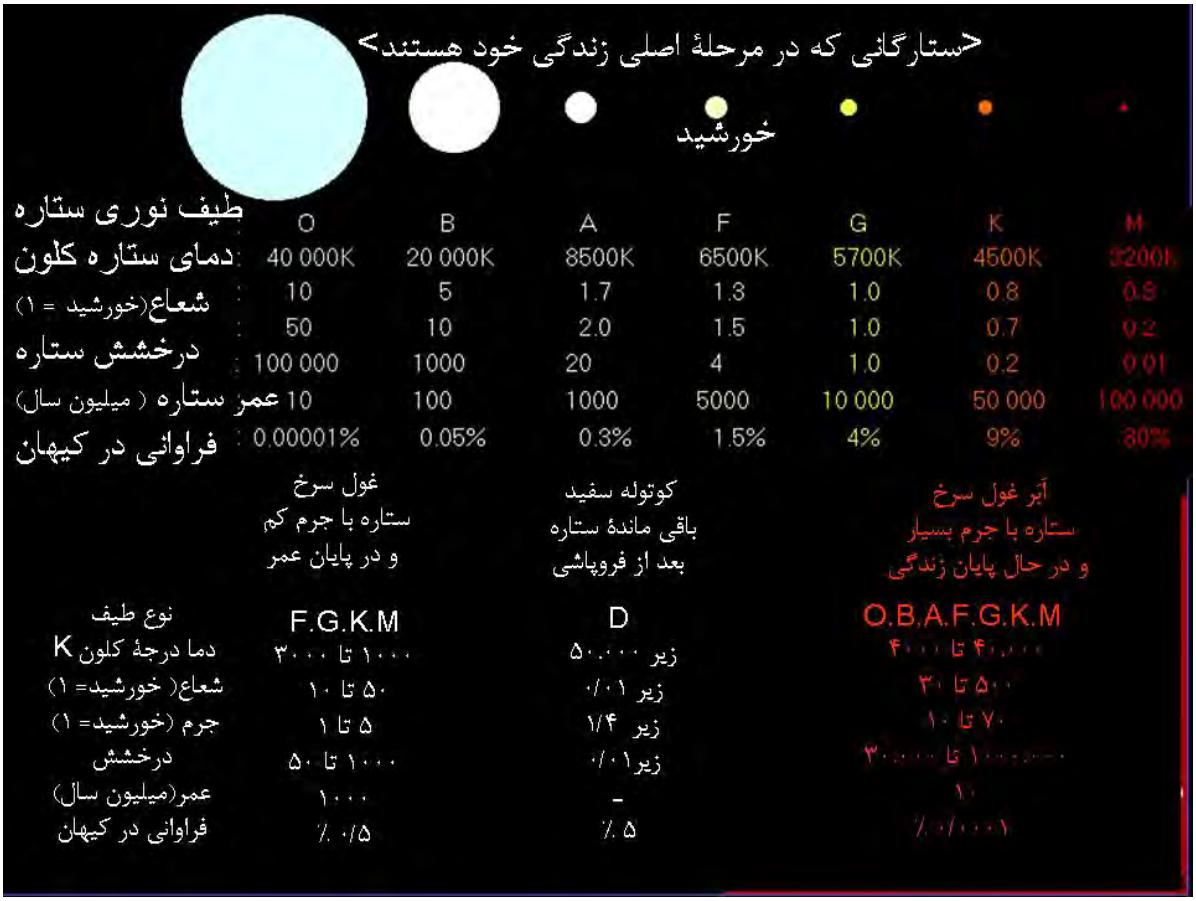
تصویر (۲۲) در این تصویر دمای کوتوله های سرخ را بر حسب درجهٔ سانتی گراد در مقایسه با دمای خورشید و مشتری آورده اند. دمای سطحی خورشید ۵۵۳۰ در جهٔ سانتی گراد است و دمای کوتوله های سرخ برحسب حجم آنها از ۳۵۳۰ به صورت نزولی تا ۱۲۲۵ در جهٔ سانتی گراد می رسد. در سمت راست تصویر سیّارهٔ مشتری دیده می شود که دمایش ۹۰ ـ درجهٔ سانتی گراد است.



تصویر (۲۳) رنگ ستارگان را بدون توجه به حجم آنها ترسیم کرده اند. ستارگانی که جرمی معادل یا کمتر از خورشید دارند در بالای تصویر آورده شده و ستارگانی که جرمی بسیار بالاتر از جرم خورشید دارند را در بخش پایین تصویر ارائه کرده اند. در فصل اول چگونگی تمام این تحولات را تشریح خواهم کرد.



تصویر (۲۴) در این تصویر نموداری از ستارگان کیهان را بر حسب دمای سطح خارجی آنها ترسیم کرده اند. ابعاد ستارگان در اشل واقعی ترسیم نشده است . ستارگان جوان که در مرحلهٔ اصلی زندگی خود به سر می برند و یا ستارگان نوترونی و کوتوله های سفید در سمت چپ نمودار قرار دارند . ستارگان در حال احتضار، غول سرخ، کوتوله ها و ستارگان نوترونی سرد شده در سمت راست نمودار قرار دارند.



تصویر(۲۵) در این تصویر مشخصات ستارگان را ارائه داده اند. طیف نوع ستارگان برحسب حروف الفبای لاتین(O,B,A,F,G,K,M). دمای ستارگان برحسب درجهٔ کلون°K. شعاع ستارگان بر حسب شعاع خورشید = ۱، جرم ستاره بر حسب جرم خورشید = ۱ و درخشش ستاره گان بر مبنای درخشش خورشید. عمر ستارگان بر حسب میلیون سال. و سرانجام درصد فراوانی ستاره در کیهان ارائه شده است. دربخش پایین تصویر، ستارگان را به سه گروه دسته بندی کرده و مشخصات گفته شده در فوق را برای آنها ارائه داده اند.

اجرام

بی نهایت کوچک

برعکس اعداد و تصویرهای آورده شده در بخش اجرام بی نهایت
بزرگ، تشکیلات درونی جهان ما، از اجرام بسیار کوچکی،
چون نوترون و پروتون و الکترون نیز درست شده است،
که آنها نیز از ذرّات ریزتری به نام کوارک ساخته شده اند.
ستارگان ، سیّارات ، اجسام ،گیاهان و موجودات،
از اتحاد این ذرّات با یکدیگر به وجود آمده اند:
موجودات زنده و گیاهان به نسبت بسیار بالا،
از کربن و ملکول آب تشکیل شده اند.
در این جا برای مثال اتم کربن را در نظر می گیریم.
۱۲ گرم کربن، متشکل از اجتماع تعداد

$$۶/۰۳\times۱۰^{۲۳}$$

و یا (عدد۶۰۳ و ۲۱ صفر مقابل آن) ازاتم های کربن است.
تعداد اتمهای کربن موجود در ۱۲ گرم کربن:
۶۰۳.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰
هر اتم کربن از ۶ پروتون و ۶ نوترون و ۶ الکترون
درست شده است.

شعاع پروتون و یا نوترون تقریبا"با هم برابرند.

یعنی: $۱/۳۲ \times ۱۰^{-۱۳}$ و یا

۰/۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۱۳۲ سانتی متر.

برای محاسبهٔ حجم پروتون و یا نوترون باید مکعب
این عدد را ضرب در چهار سوم عدد پیπ (۳ /۱۴)کرد،
تا حجم پروتون و یا نوترو ن به دست آید:

$۱۰^{-۳۹}$

(یعنی: ۳۹ صفربعداز ممیز و سپس ۱)

۰/۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۱

حجم یک پروتون و یا نوترون بر حسب سانتی مترمکعب،
و بر حسب مترمکعب یک میلیون بار کمتر از این
مقدار می شود.

یعنی حجم یک ذرّهٔ اتمی چون پروتون و یا نوترون کمتر از ۱۰ هزار میلیاردیم در میلیاردیم در میلیاردیم در میلیاردیم سانتیمتر مکعب است.

یا به عبارتی دیگر: می توان $۱۰^{۳۹}$ نوترون یا پروتون را
داخل مکعبی به ابعاد یک سانتیمر جا داد.

۶ ذرّه پروتون و ۶ ذرّه نوترون در داخل اتم
کربن به وسیلهٔ نیروی پیوند هسته ای قوی
با هم پیوست حاصل کرده و اتم کربن را به وجودآورده اند.
و طبق نظریهٔ کوانتایی در فاصله ای بینهایت دور از آنها
۶ الکترون به دور هسته درمدارهایی
شبیه ابر الکترونی به دور هسته در حرکت هستند.

تمام تشکیلات جهان

چه در مورد کهکشانها و ستارگان و سیارات آنها
و چه اجرام و ترکیبات و یا حتی
اجزای درونی موجودات زنده

از چهار نیروی عمومی پیروی می کنند.

۱

نیروی گرانشی یا جاذبه عمومی اجرام را به سوی یکدیگر می کشاند.

۲

نیروی پیوند هسته ای قوی، ذرات را در درون اتمها به یکدیگر پیوست می دهد.

۳

نیروی الکترومغناطیسی،اثر دافعه و جاذبۀ بارهای مثبت ومنفی بر روی یکدیگر است.

۴

نیروهای ضعیف که مر بوط به انتقال ترازهای درونی هستۀ اتمها است.

این چهار نیرو همواره با یکدیگر در تضاد هستند.

آنچه را که یکی می سازد، دیگری خراب می کند.
مثلا" نیروی گرانشی سعی در متراکم کردن اجرام دارد
و ستارگان با این نیرو در نبردند، ستارگان به کمک واکنش
گداخت هسته ای اتمهای سبک را به هم پیوند می دهند.
(مانند فرایندی که در بمب هیدروژنی به وقوع می پیوندد)
این ستارگان سعی در گریزاندن مواد درونی خود از دست نیروی
گرانشی دارند.
مبارزه این چهار نیرو با یکدیگر
۱۵ میلیار سال است که ادامه دارد
و ممکن است تا ۱۰۰۰ میلیارد سال
دیگر نیز ادامه داشته باشد. ولی در نهایت مادامی که
مواد سوختی ستارگان تمام شود، نیروی گرانشی
بر همه مستولی خواهد شد و جهان را به
سیاهچاله ها مبدل خواد کرد.
دانشمندان از نیمهٔ دوم قرن بیستم می کوشند
تا این چهار نیرو را در هم تلفیق کنند
تلاش آنها در دو اشل بی نهایت بزرگ.

مثل کیهان با ابعاد ($۱۰^{۸۰}$)

۱ و۸۰صفر در مقابل آن،

و در اشل بی نهایت کوچک:

مثل ذرّات اتمی با ابعاد ($۱۰^{-۴۰}$)

(یعنی ۴۰ صفر بعد از ممیز وسپس۱)

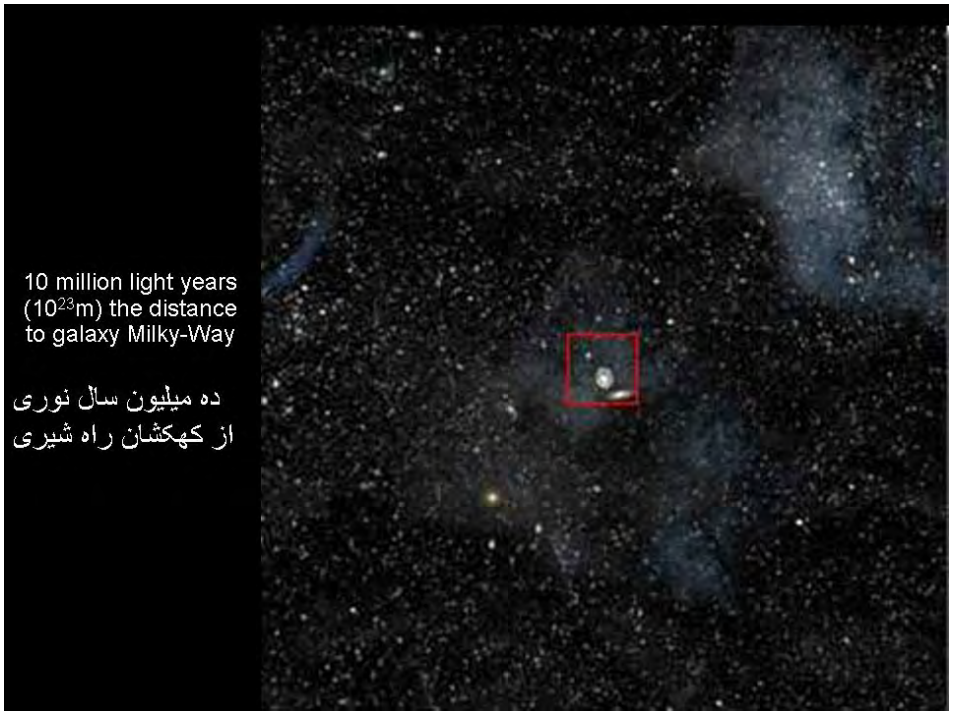
که حاصل جمع جبری اختلاف آنها عدد:

$۱۰^{۱۲۰}$ می شود ادامه دارد.

تصویرها

در تصویرهایی که در پی خواهد آمد در یک روز
آفتابی جهان را تنها از فاصله ۱۰ میلیون سال نوری
از کهکشان خودمان، راه شیری مشاهده می کنیم
و به تدریج بزررگ نمایی کرده تا به درون ذرّات
اتمی وارد شویم.

تصویرهایی که در پی می آیند از :
NASA
مرکز پژوهشهای فضایی آمریکا است.
برخی از این تصویرها در کتاب افسانه زندگی نیز آورده شده اند.
بحث در این کتاب مقایسه ابعاد جهان از بی نهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک است. به همین دلیل تمامی تصویرهای منتشر شده از بی نهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک را آورده ام.



۱ ـ در فاصله ۱۰ میلیون سال نوری از کهکشان راه شیری (کهکشان ما)

۲ ـ از فاصله یک میلیون سال نوری، کهکشان راه شیری قابل رؤیت است.

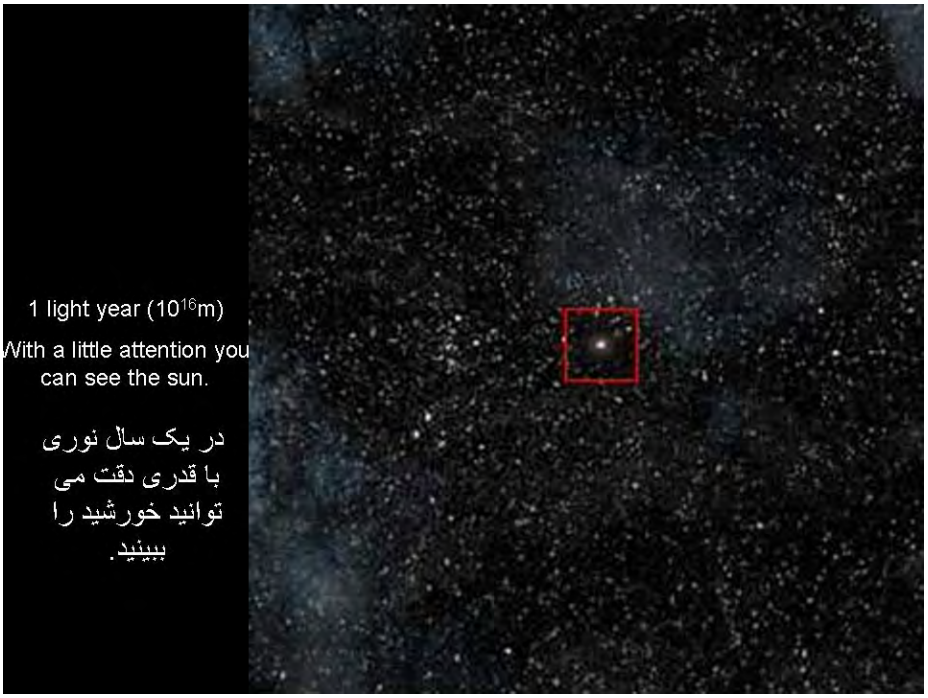
۳ ـ درون کهکشان ما از فاصله ۱۰۰.۰۰۰ سال نوری

۴ ـ درفاصلهٔ ۱۰.۰۰۰ سال نوری به تدریج ستارگان کهکشان ما (راه شیری) آشکار می شوند.

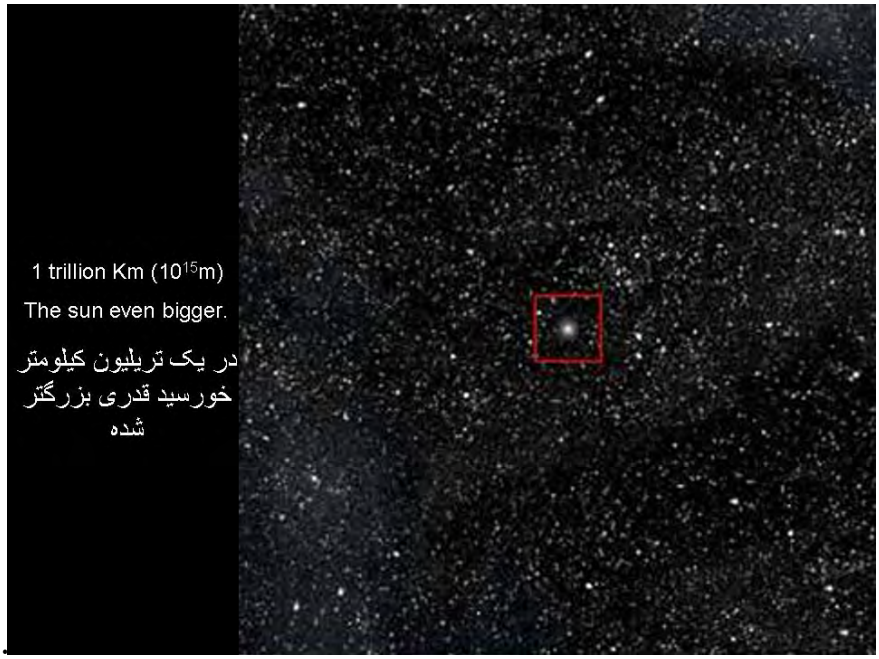
۵ ـ درفاصلهٔ ۱۰۰۰ سال نوری، ستارگان راه شیری ده بار نزدیکتر شده اند.

۶ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰ سال نوری، فضای خالی بین کهکشان راه شیری را می بینیم.

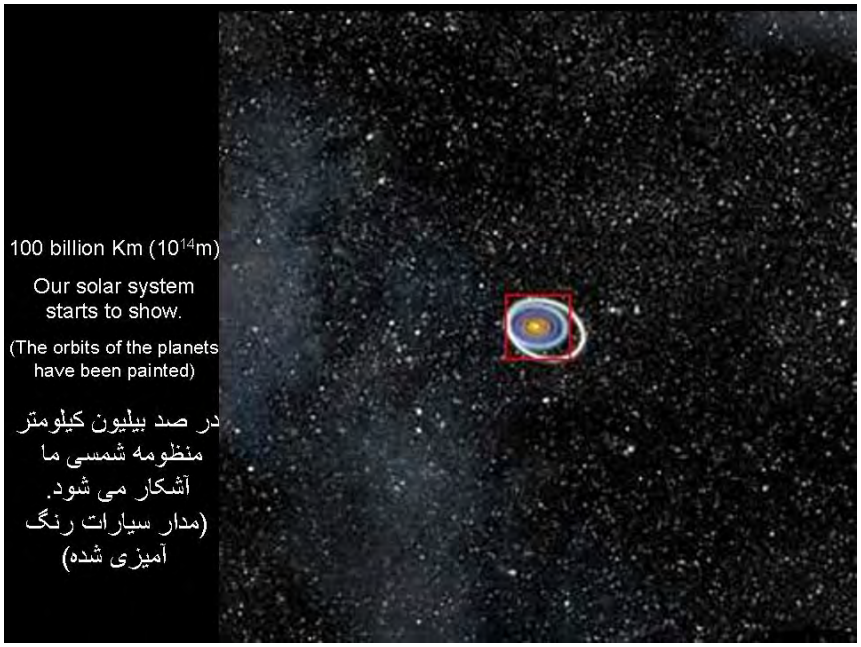
۷ ـ در فاصلهٔ ۱۰ سال نوری هم در فضای خالی بین کهکشان قرار داریم.



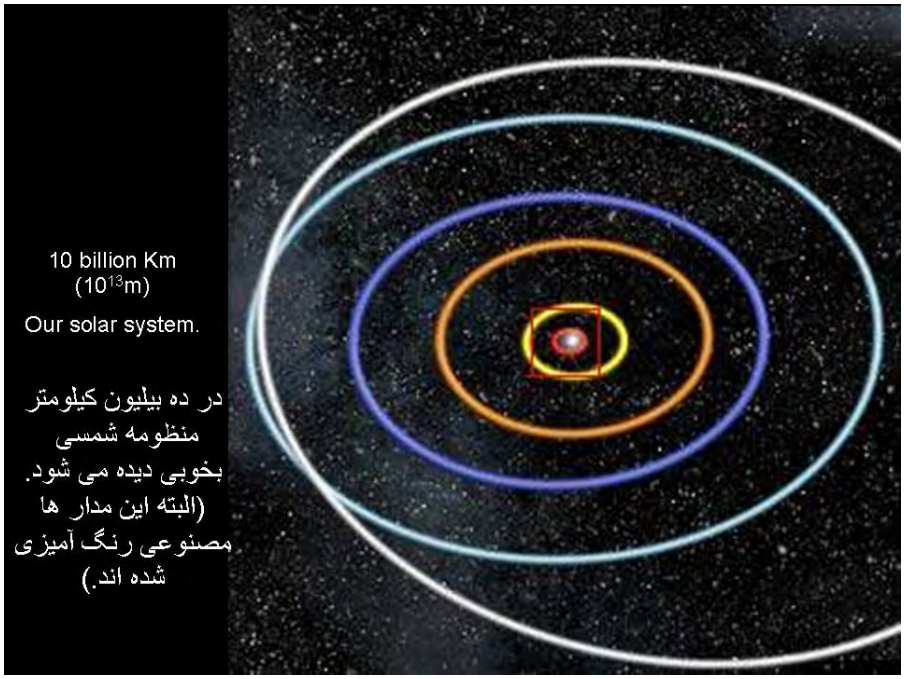
۸ ـ در فاصلهٔ یک سال نوری، باکمی دقت می توانید خورشید را احساس کنیم.



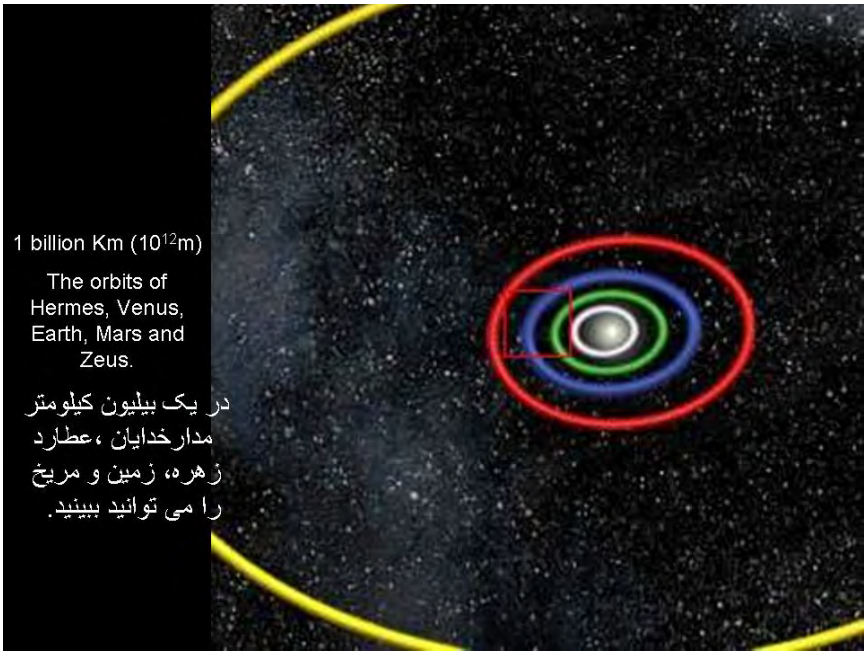
۹ ـ در فاصلهٔ یک تریلیون کیلومتر خورشید مقداری بزرگتر شده است.



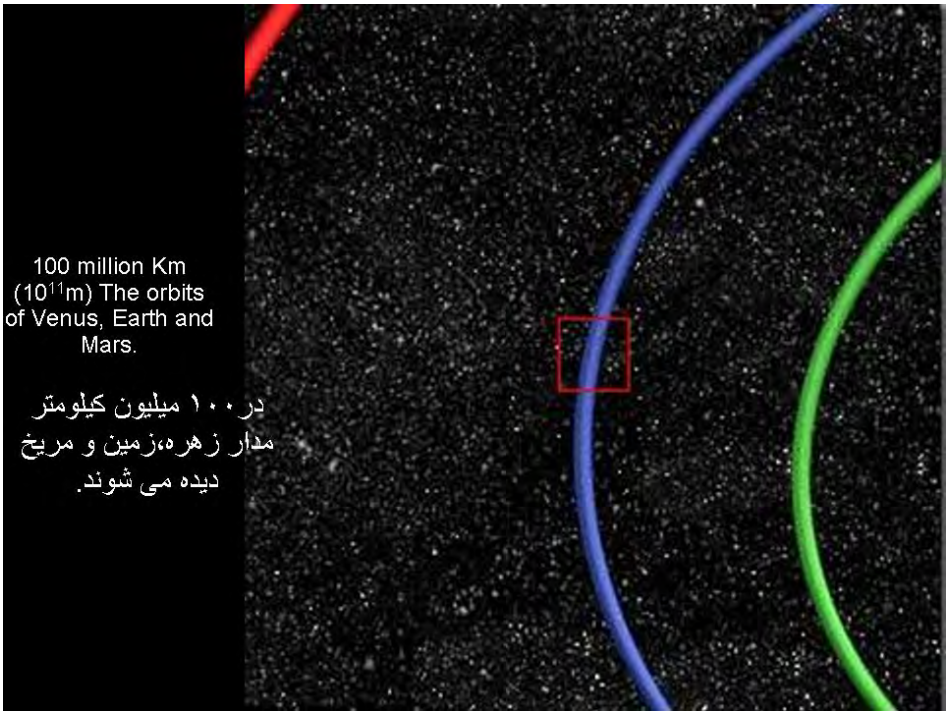
۱۰ ـ در فاصلهٔ صد بیلیون کیلومتری منظومه شمسی آشکار می شود.
برای تشخیص بهتر مدار سیارات مصنوعی رنگ آمیزی شده.



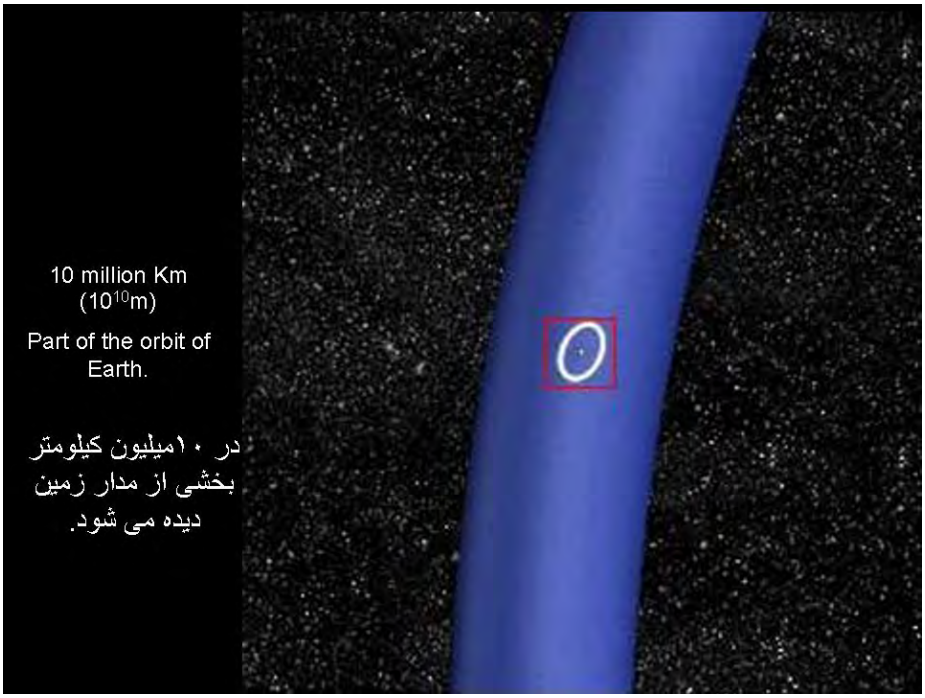
۱۱ ـ در ده بیلیون کیلومتری، منظومه شمسی به خوبی قابل تشخیص است.



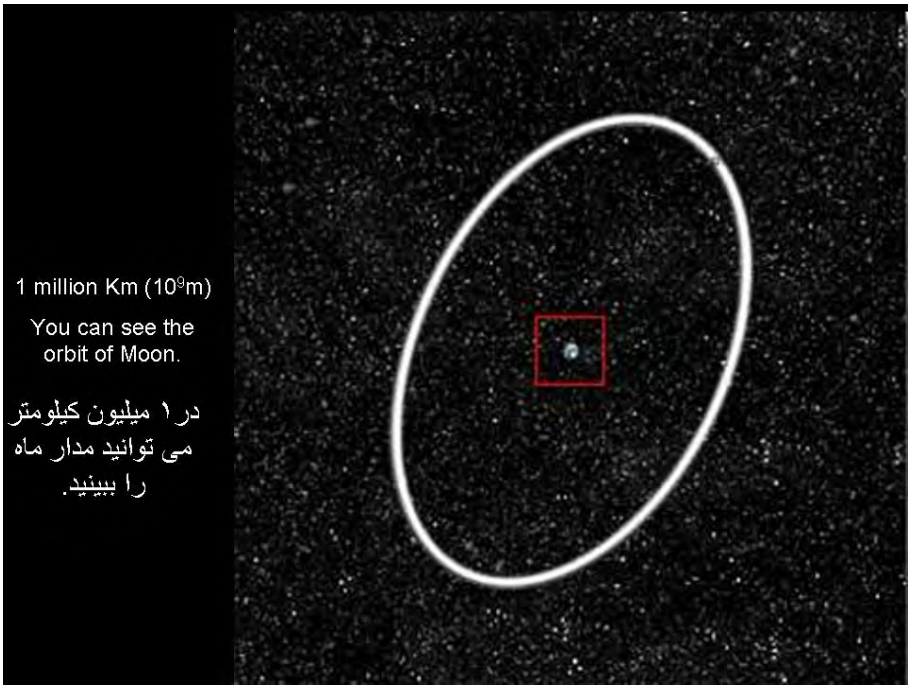
۱۲ـ در فاصلهٔ یک بیلیون کیلومتری مدار خدایان (عطارد، زهره، زمین و مریخ) را می بینیم.



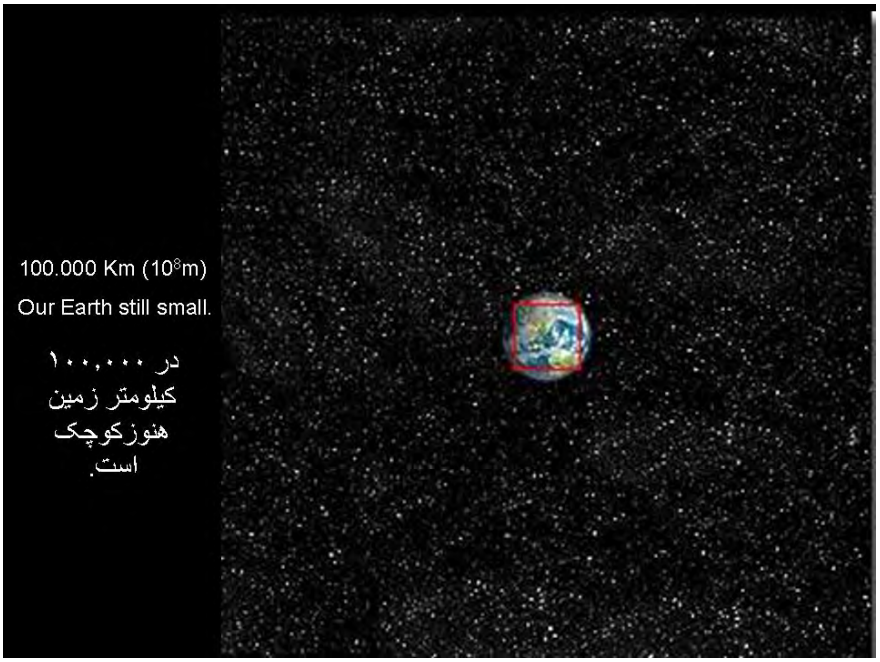
۱۳ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰ میلیون کیلومتری، مدار زهره، زمین و مریخ دیده می شوند.



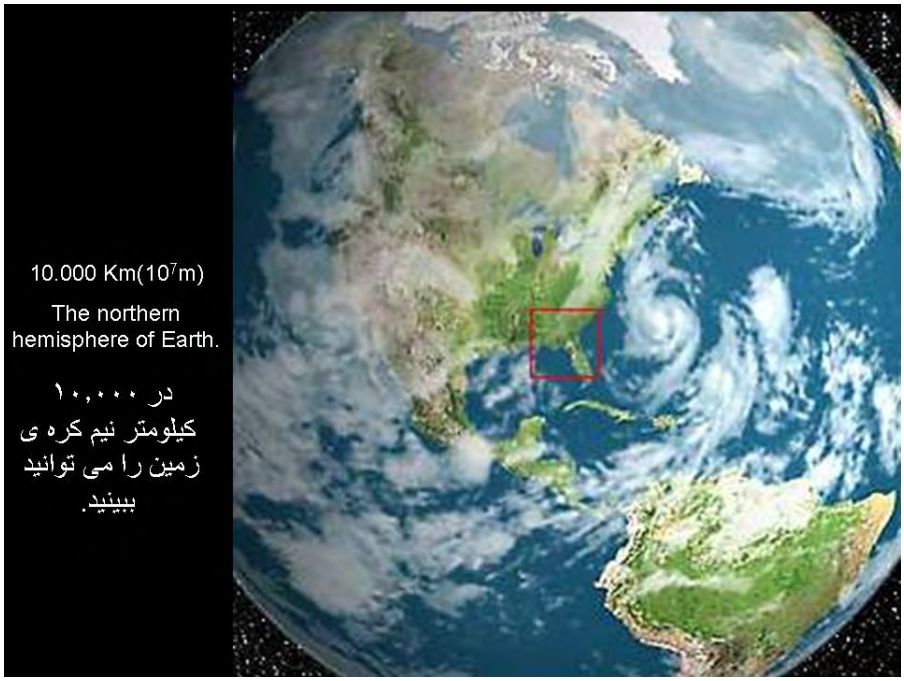
۱۴ ـ در فاصلهٔ ۱۰ میلیون کیلومتری، بخشی از مدار زمین دیده می شود.



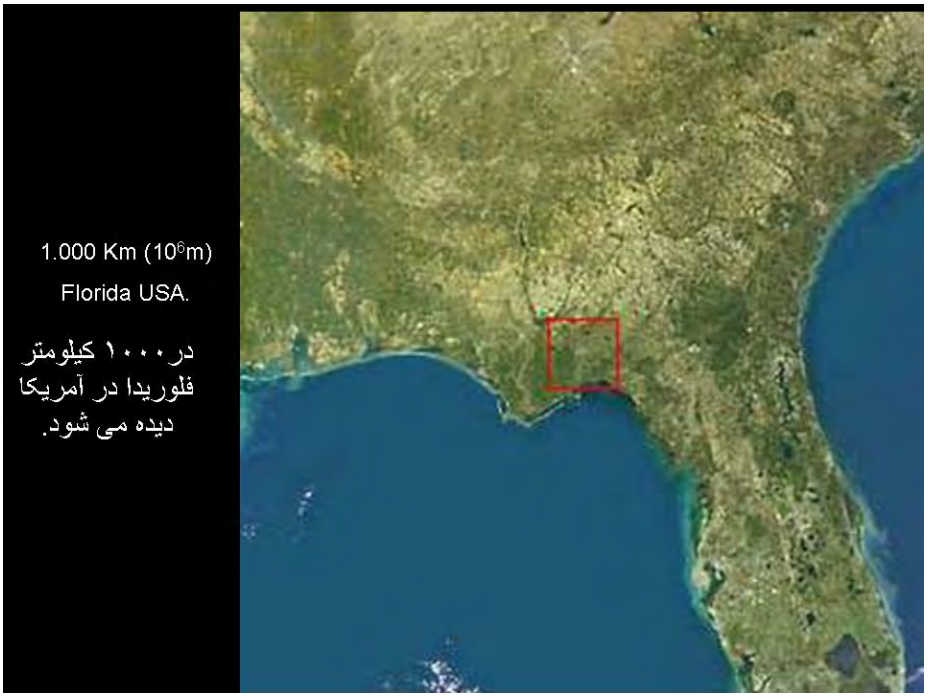
۱۵ ـ در فاصلهٔ یک میلیون کیلومتری مدار ماه دیده می شود و زمین هم در مرکز آن است.



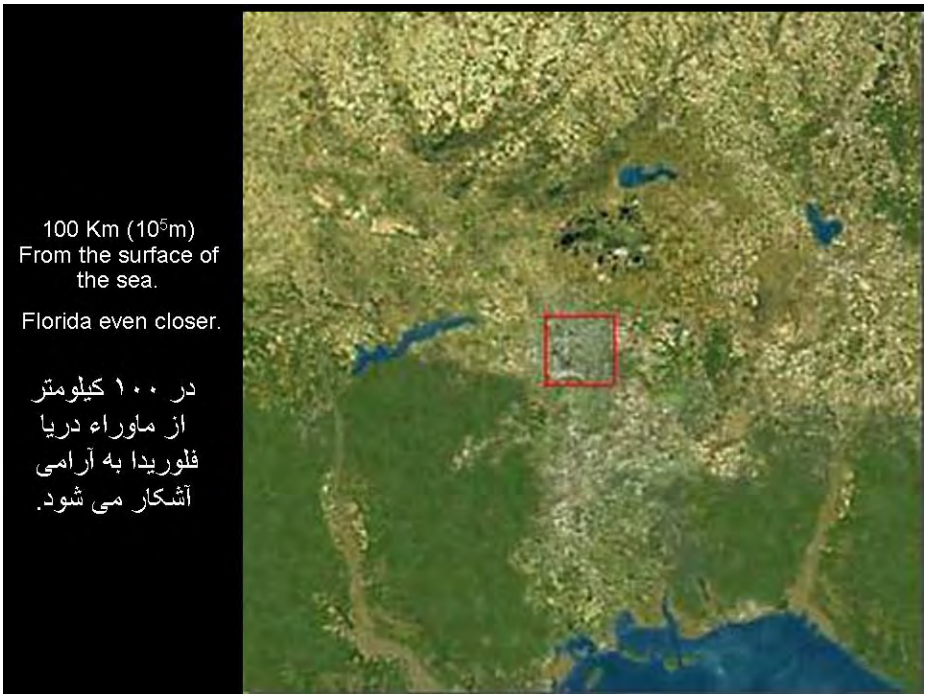
۱۶ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰.۰۰۰ کیلومتری زمین هنوز کوچک است.



۱۷ ـ در فاصلهٔ ۱۰.۰۰۰ کیلومتری نیم کرهٔ زمین قابل رؤیت است.



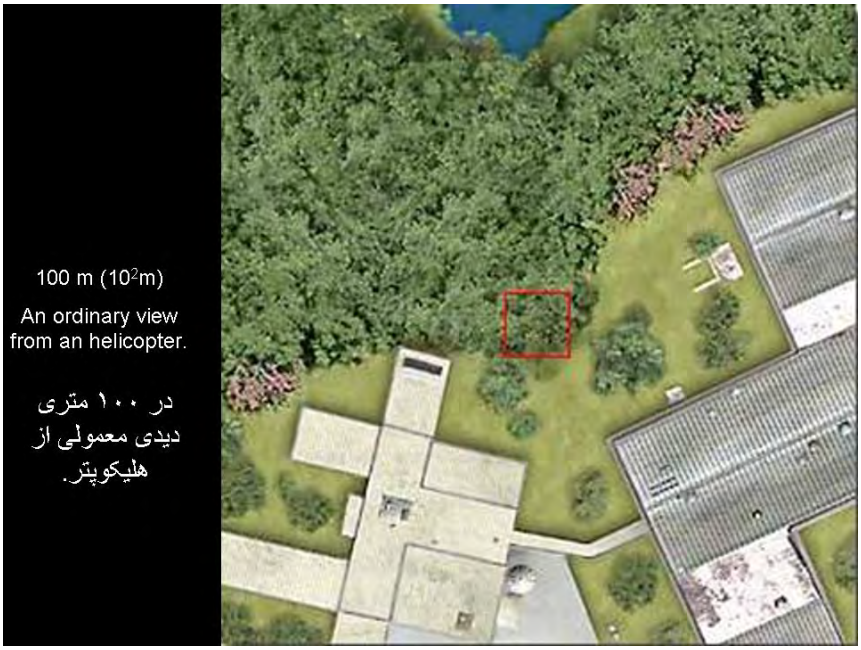
۱۸ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰۰ کیلومتری، فلوریدای آمریکا دیده می شود.



۱۹ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰ کیلومتری، از ماورای دریا، فلوریدا به آرامی آشکار می شود.

۲۰ ـ در فاصلهٔ ده کیلومتری قادر به تشخیص ساختار شهر هستیم.

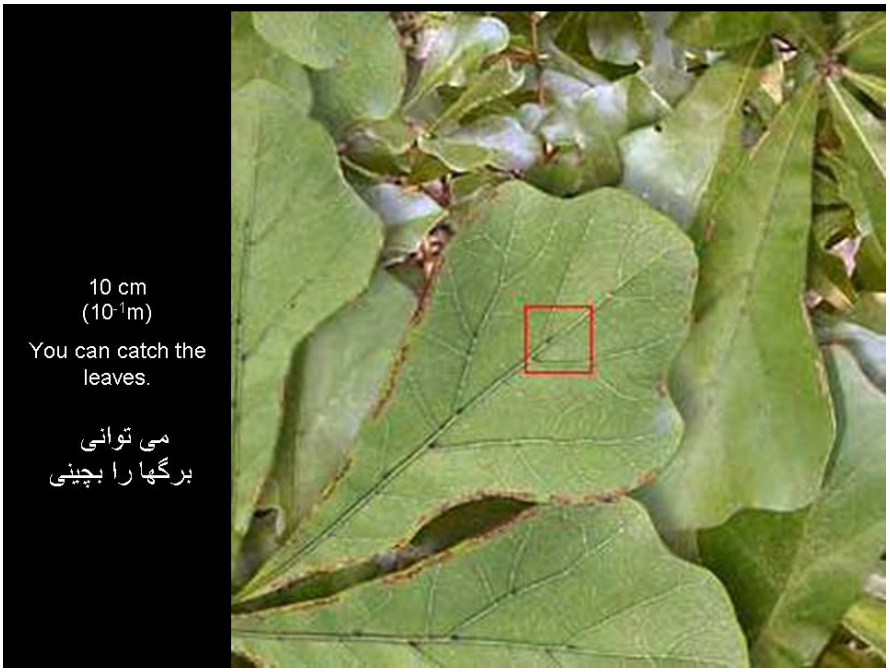
۲۱ ـ در فاصلهٔ یک کیلومتری مناظری دیده می شودکه چتر بازان به هنگام پرش با چترنجات می بینید.



۲۲ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰ متری، مانند آن است که از هلیکوپتر به زمین می نگریم.

۲۳ ـ در فاصلهٔ ۱۰ متری، شاخ و برگهای درختان را به خوبی می بینیم.

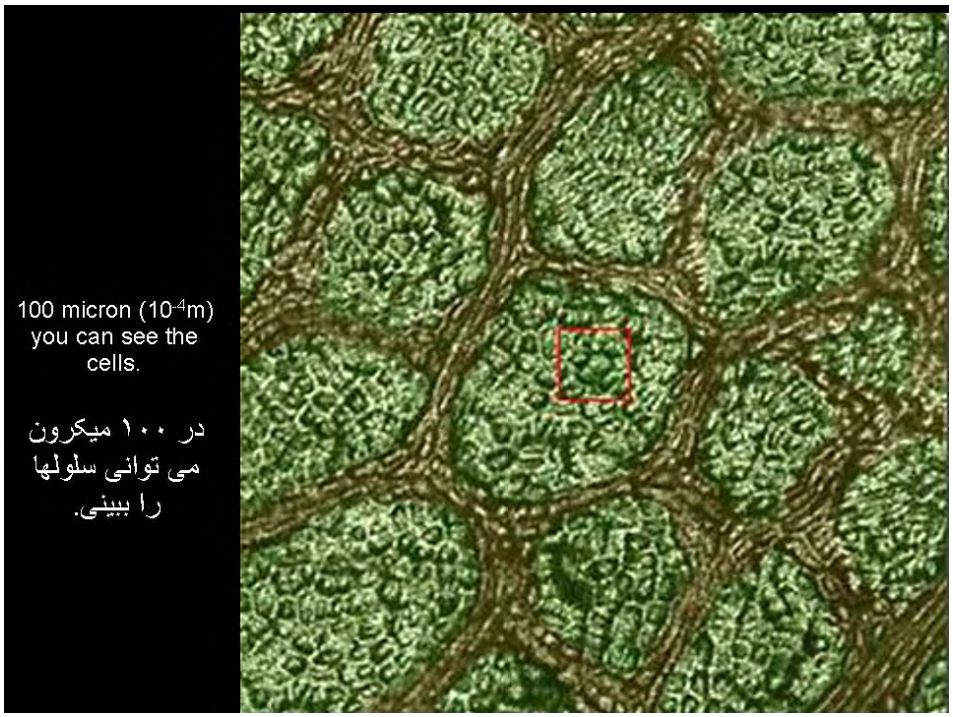
۲۴ ـ در فاصلهٔ یک متری، برگها را به وضوح مشاهده می کنیم.



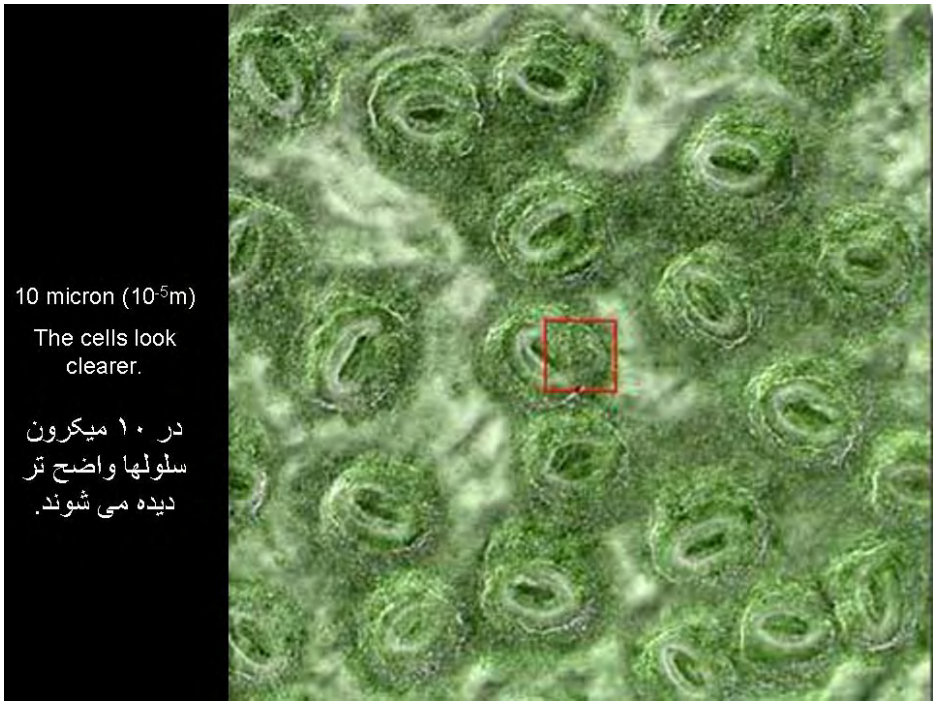
۲۵ ـ در فاصلهٔ ۱۰ سانتی متری، اندامهای درونی برگ آشکار می شوند.

۲۶ ـ در فاصلهٔ یک سانتی متری، آوند های برگ مشخص می شوند.

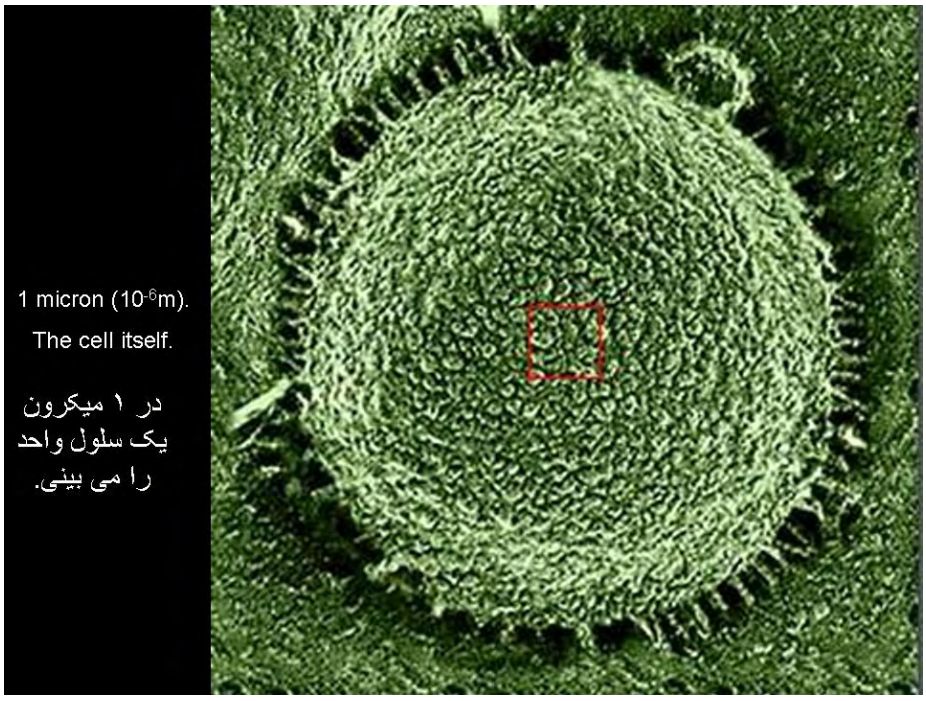
۲۷ ـ در فاصلهٔ یک میلی متری، ساختارهای نامرئی برگ آشکار می شوند.



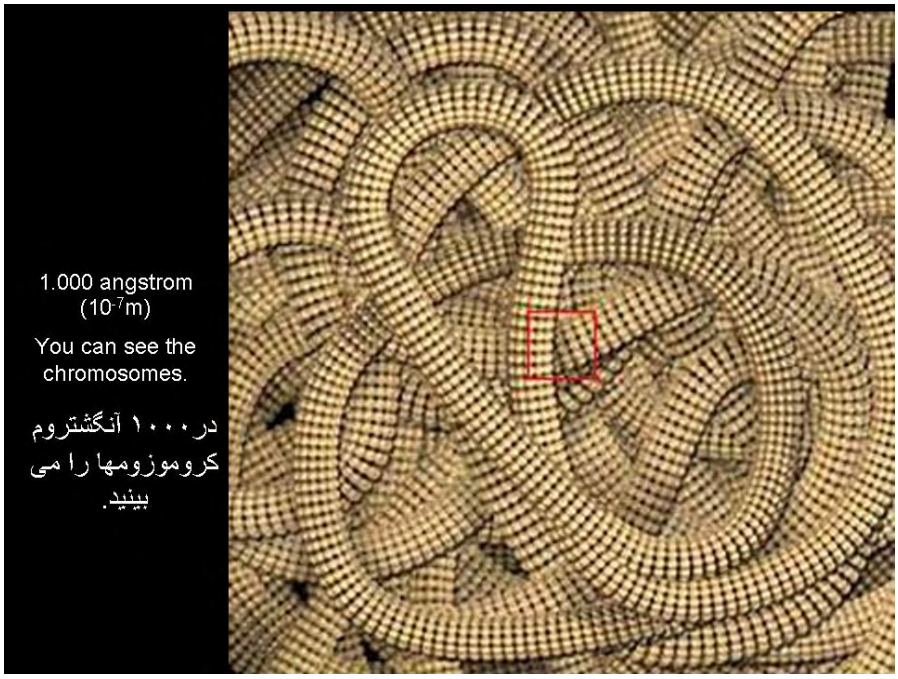
۲۸ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰ میکرون، مرز بندی سلولهای برگ را می توان دید.



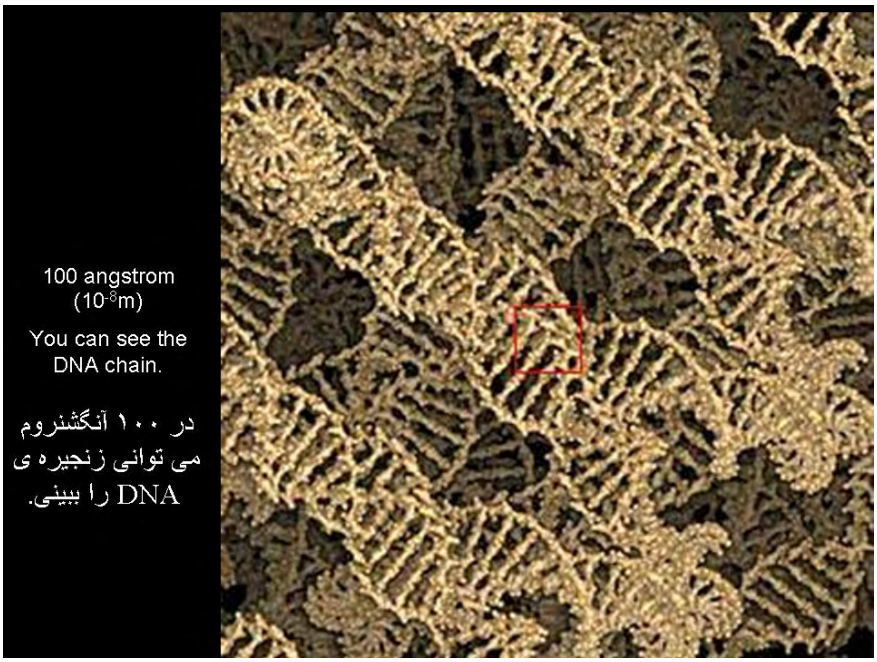
۲۹ ـ در فاصلهٔ ۱۰ میکرون بخشی از ساختار درونی سلولها آشکار می شوند.



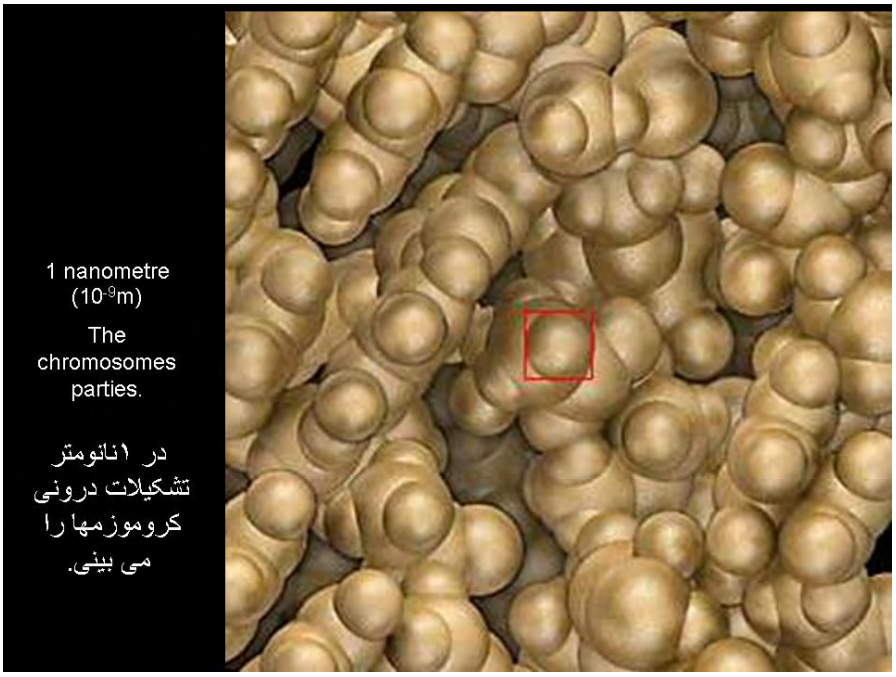
۳۰ ـ در فاصلهٔ یک میکرون، ابعاد یک سلول کامل قابل رؤیت است.



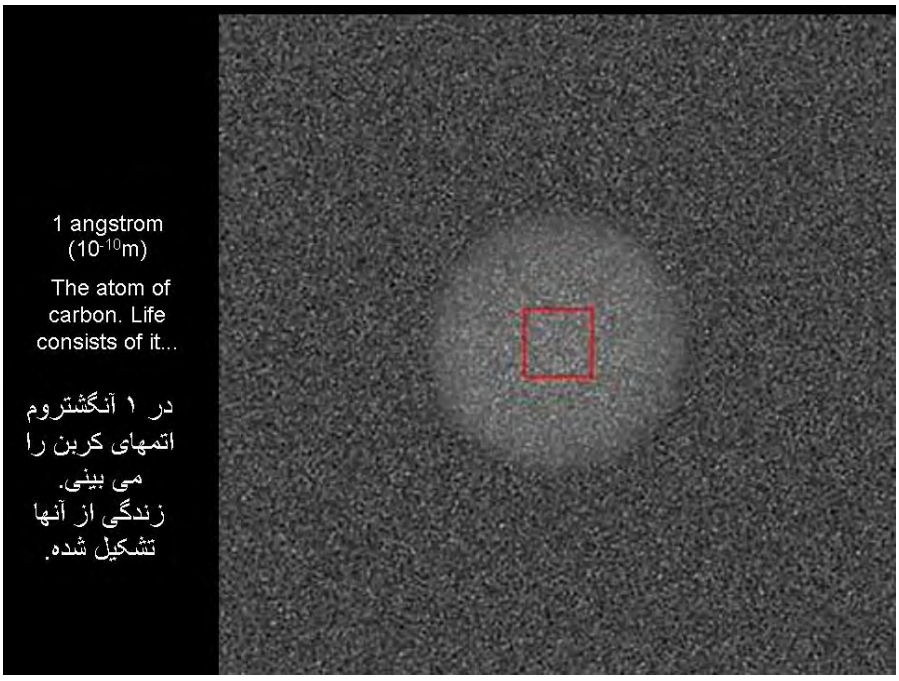
۳۱ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰۰ آنگشتروم ساختارخارجی کروموزومها دیده می شود.



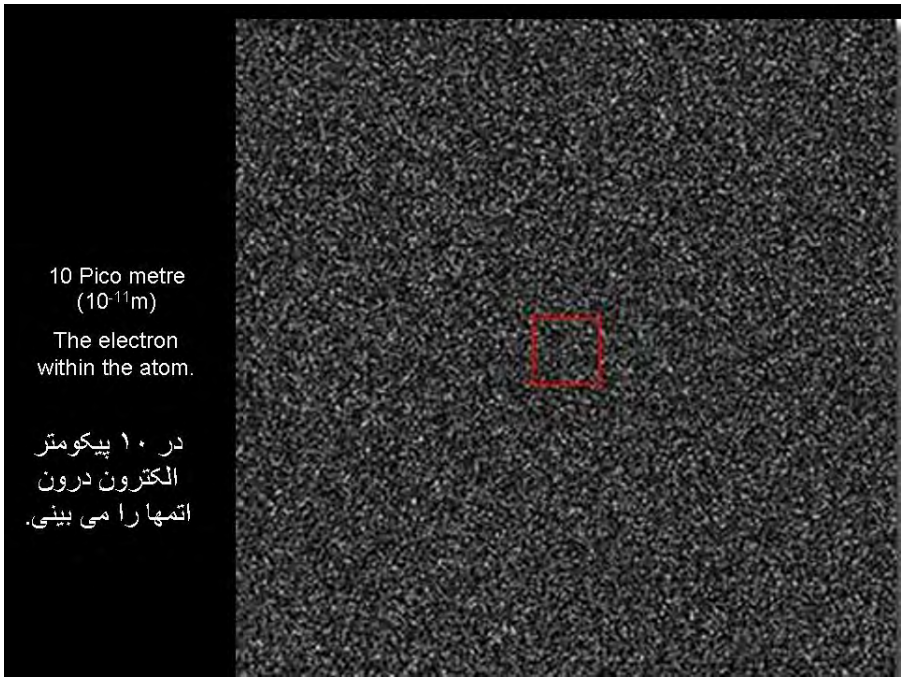
۳۲ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰ آنگشتروم، ساختار زنجیره ای درشت ملکولDNA دیده می شود.



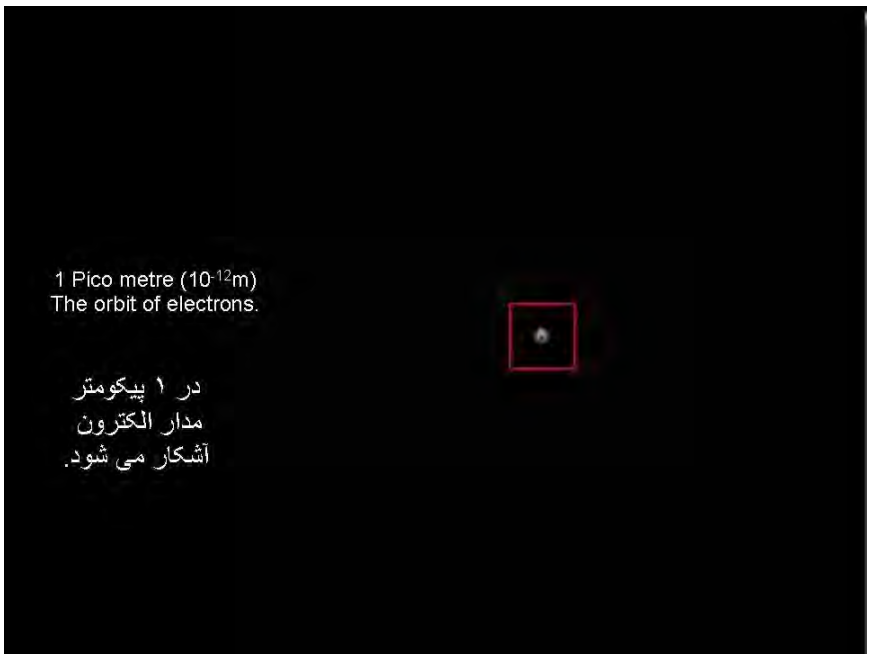
۳۳ ـ در یک نانومتر($۱۰^{-۹}$ متر)تشکیلات درونی کروموزمها قابل رؤیت است.



۳۴ ـ در فاصلهٔ یک آنگشتروم اتمهای کربن که تشکیل دهندهٔ اصلی زندگی هستند دیده می شوند.

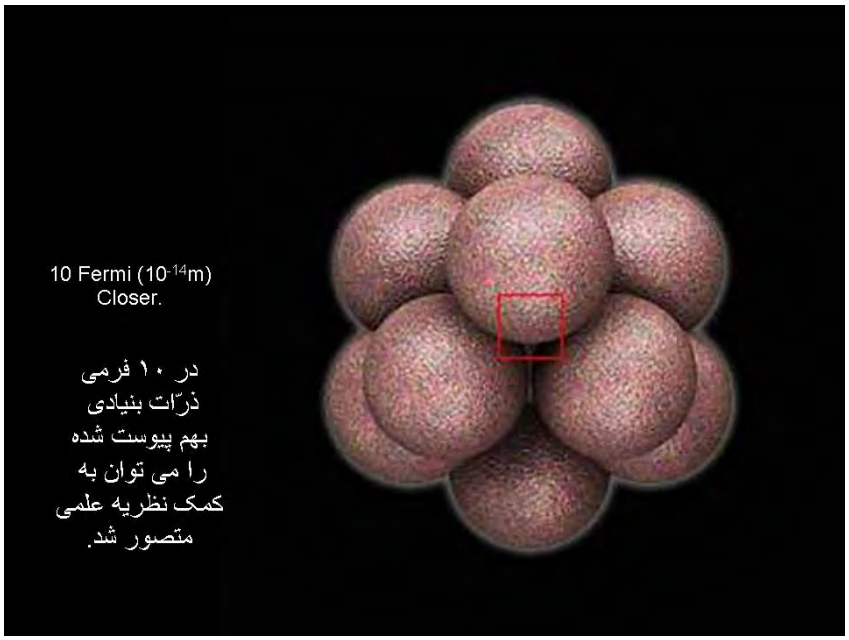


۳۵ ـ در فاصلهٔ ۱۰ پیکومتر($۱۰^{-۱۱}$متر)، الکترونهای اتم را می توان تصور نمود.



۳۶ ـ در یک پیکومتر($۱۰^{-۱۲}$متر)از طریق نظری، مدار الکترونها را می توان تصور کرد.

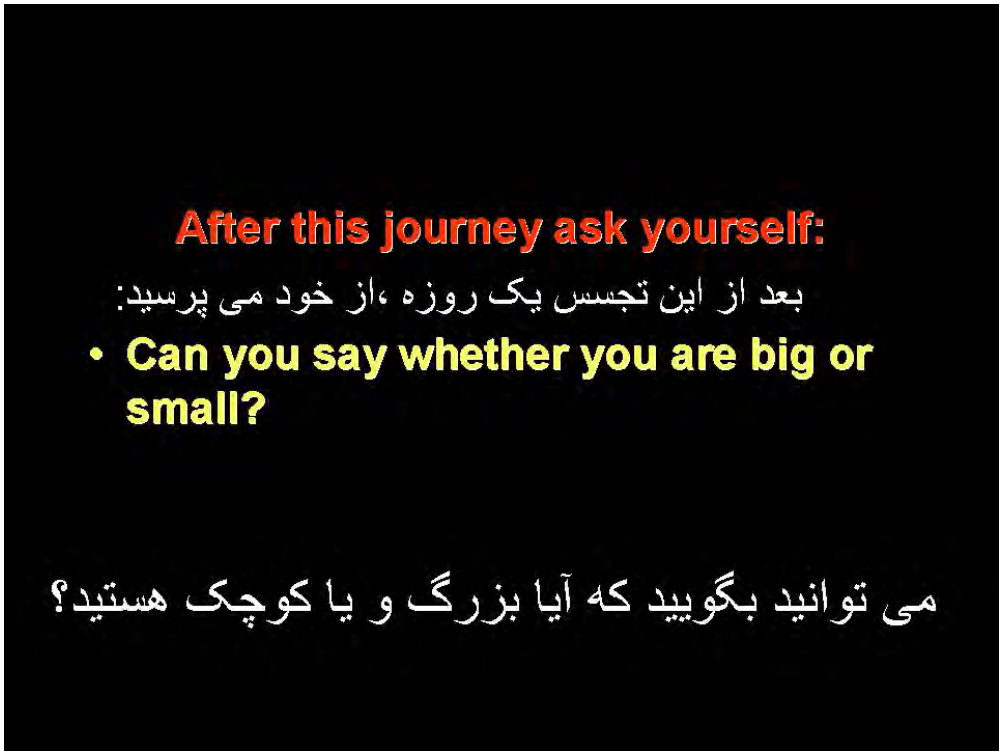
۳۷ ـ در ۱۰۰ فرمی($۱۰^{-۱۳}$متر) درونی ترین بخش اتم را می توان تصور کرد.



۳۸ ـدر فاصلهٔ ۱۰ فرمی($۱۰^{-۱۴}$متر)، ذرات بنیادی به هم پیوسته شده را می توان مجسم نمود.

۳۹ ـ در فاصلهٔ یک فرمی (10^{-15}متر) سطح پروتون و یا نوترون را می توان تصور کرد.

۴۰ ـ در فاصلهٔ ۱۰۰ اتم متر(10^{-16}متر)، می توان کوارکها را مجسم کرد و این پایان پژوهش است.



در حال حاضر پژوهشگران در بین این دو حدّ بینهایت بزرگ تا بی نهایت کوچک در حال تجسس هستند و می خواهند از الحاق نیروی گرانشی که در اشل کهکشانها و ستارگان نظم و شکل فضا و زمان را در کنترل دارد و از سوی دیگر با مکانیک کوانتایی که در اشل ذرات بسیار ریز مادّه چگونگی پیوست ساختارهای درونی مادّه را تفسیر می کند، به نتیجه ای برسند که قرنها بشر به دنبال آن فکر کرده

از کجا آمده ایم و چرا چنین است؟

فصل اول

بی نهایت بزرگ

نظریه مَهبانک و چگونگی ساختار جهان:[1]

بر خلاف تصور رایج و ساده انگارانه، مَهبانگ یا آتش نخستین را نمی‌توان مبدأ جهان فرض کرد. احتمالاً دانشمندان نتوانسته اند این نظریه را به خوبی برای مردم عادی توضیح دهند یا اینکه برخی از پژوهشگران اعتقادات مذهبی خود را بر داده های علمی منطبق کرده اند و "افسانه آفرینشی" از مَهبانگ(بیگ بانگ) ساخته اند. علم مطلقاً نمی‌تواند ادعا کند که مبدأ جهان را شناخته است. حتی نمی‌داند آیا جهان مبدأ و یا آغازی دارد یا نه. واژه "آغاز" این فرض را ایجاب می‌کند که پیش از آن چیزی وجود نداشته است، حال آنکه ما نمی‌دانیم قبل از این انفجار چیزی وجود داشته یا نه!

مِهبانگ وضعیت کیهان در ۱۵ میلیارد سال پیش است، همین و بس. یعنی دورانی که ابزارهای کنونی ما قادر به رسیدن به دورتر از آن نیستند. ما همچون کاشفان اقیانوسها در زمانهای قدیم هستیم که نمی‌دانستند آیا در ورای افق چیز دیگری یافت می‌شود یا نه. در واقع مَهبانگ حدّ و یا افق دنیا را تعیین نمی‌کند، بلکه بیانگر حدّ اطلاعات ما از جهان است. تمام آنچه ما می‌دانیم، عبارت از این است که در ۱۵ میلیارد سال پیش، جهان بسیار متفاوت با امروز، بی‌نهایت گرم (یعنی میلیاردها میلیارد در میلیارد درجه سانتیگراد گرمتر) و بسیار فشرده و نامنظم، و مسلماً بدون ملکولها، بدون اتمها، بدون ستارگان و کهکشانها و حتی بدون هستهٔ اتمها بوده است.

---

[1] برخی از مطالب موجود در این بخش چکیده ای از مطالب مندرج در کتابهای " ستارگان، زمین و زندگی" و " افسانهٔ زندگی" گرفته شده است. برای درک بیشتر این مطالب به این کتابها که به صورت رایگان در وب سایت نگارنده قرار داده شده اند مراجعه کنید.

بعد از سرد شدن جهان، الکترونها، فوتونها (یعنی دانه‌های نور)، همچنین کوارک‌ها و نوترینوها، سازندگان اتمهای بعدی به وجود آمده اند و البته بسیار در هم و بی نظمی مطلقChaos بر جهان حاکم بوده است.

چنان که می دانید تا زمان کوپرنیک تصور جهانیان بر آن بود که زمین مرکز دنیاست (نظریهٔ زمین مرکزی یا ژئو سانتریک) و هرچه در کیهان یافت می شود به خاطر زمین آفریده شده و عالم به دور زمین می گردد. ولی اکتشافات فیزیکی و کیهان‌شناسی این طرز تفکر را به کلی عوض کرد. اولین اصل بزرگ توسط گالیله بیان شد. قبل از او تصور می‌کردند که دو دنیا وجود دارد: دنیای متغیّر و فناپذیر ما و دنیایی دیگر که دورتر از ماه قرار گرفته و بی‌حرکت و ثابت و دائمی است. با وجود این، گالیله تشخیص داد که ماه از کوه و صخره تشکیل یافته و مشابه زمین است و نتیجه گرفت که زمین و ماه هر دو سیّاره و متعلق به دنیای واحدی هستند که قوانینی بر آن حاکم است. نیوتن نیز به نوبه خود چنین اظهار داشت. که قوانین فیزیکی در زمین و همه جهان کاملاً یکسان و مشابه اند.

خوشبختانه به کمک این اصول، از قرن هیجدهم به بعد، دانشمندان توانستند به کشفیات بسیاری دست یابند. برای مثال توانستند طیف اتمی ستارگان را مطالعه کنند و در زمان حاضر، مشابه نیروهای جهانی را در دستگاههای شتاب دهندهٔ بسیار بزرگ برای ذرّات به وجود آورند و آنها را مطالعه کنند. دلایل بسیاری در دست داریم که ثابتهای جهانی نظیر سرعت سیر نور و یا جرم الکترون در طیّ میلیاردها سال بی‌تغییر مانده‌اند. برخلاف تاریخ که مثلاً هیچ‌گاه یک مورخ نمی‌تواند ناظر وقایع روم قدیم باشد، اخترشناسان می‌توانند بخوبی به گذشته بنگرند. درمعیار جهانی، نوری که به نظر ما بسیار سریع می‌رسد، نمی‌تواند بسرعت طی طریق کند. تلسکوپ، میتواند ستارگان بسیار دور را تشخیص دهد، مثلاً کوازارها Quasars را می‌بیند که نور آنها ۱۲ میلیارد سال طول می‌کشد تا به ما برسد؛ یعنی ستارگانی که دیگر در زمان حاضر وجود ندارند. بنابراین آیا تصور می کنید، ستارگانی بسیار دور که در آسمان دیده می‌شوند و یا برخی از این هزاران هزار کهکشان و ستارگان فراوان موجود در آنها

که در فاصله های میلیون و یا حتی میلیارد سال نوری از ما قرار دارند واهی اند و ما جز گذشته آنها چیز دیگری را نمی‌بینیم؟

هر چه ما می‌بینیم در گذشته واقع شده است! هرگز زمان حال را نمی‌توان دید. هنگامی که من به شخصی که در مقابلم نشسته نگاه می‌کنم، حالت او را در یک صدم میکروثانیه پیش می بینم، یعنی زمان لازم برای آنکه نور ساطع شده از او به من برسد. یک صدم میکروثانیه در مقیاس اتمی بسیار طولانی است. خوشبختانه ما دراین زمان کوچک از بین نمی‌رویم و می‌توان بدون اشتباه فرض کنیم که این شخص وجود دارد! همین طور برای خورشید: به مدت ۸ دقیقه‌ای که نورخورشید به ما می‌رسد، خورشید به طور اصولی تغییری نکرده است. اولین تابشی که در طلوع خورشید می بینیم مربوط به ۸ دقیقه قبل است و آخرین نوری که در غروب از خورشید می بینیم بازهم مربوط به گذشته است و ۸ دقیقه پیش خورشید در پس افق ناپدید شده و ما نورش را هنوز می بینیم. ولی برای ستاره‌ای بسیار دور مسئله متفاوت است. زمانی که یک ستاره بسیار دور، و یا کوازار نگاه می‌کنیم، نوری مربوط به گذشته دور، یعنی نوری را که ۱۲ میلیارد سال پیش، از این ستاره ساطع شده است می‌بینیم.

بشر همواره در پی شناخت طبیعت نور بوده، به نحوی که در دوران یونان باستان دانشمندان سعی به تعریف نور داشته اند و دو نظریه در مورد نور پیشنهاد کرده اند. دانشمندانی چون اقلیدس و بطلمیوس باور داشتند چشم است که نوری به اشیاء می تاباند و به وسیلهٔ این پرتو خارج شده از چشم است که می توانیم شکل و مقیاس و چگونگی اجسام را تشخیص دهیم. نظریه دوم از طرف ارسطو و شاکردانش بیان شده بود که بر عکس نظریه فوق بود. آنها باور داشتند که شکل فیزیکی اجسام است که وارد چشم می شود و اجسام بدین ترتیب دیده می شوند.

ابن هیثم (d'Ibn al-Haytham) دانشمند ایرانی (۴۳۰ ـ ۳۵۴) که غرب او را به نام پدر اپتیک(نورسنجی) و نیز پدر فیزیک تجربی می شناسند و باور دارند که او اولین فیزیک دان نظری هم بوده است. او بر اساس مشاهدات نظری در قرن یازدهم میلادی اظهار

داشت: نور در خارج از چشم انسان است، زیرا نور می تواند چشم را خیره و یا اگر منبع نور شدید باشد حتی مجروح سازد و نیز گفت به مجرد باز کردن چشم به سوی آسمان می توانیم ستارگان را به بینیم، یعنی درست خلاف نظریهٔ اقلیدس و بطلمیوس، او اظهار داشت چگونه چشمان بسته به مجرد باز شدن نوری که منتشر می کنند می تواند فوری به ستاره های دور دست برسد؟ بر عکس نور ستاره است که به سوی چشم ما تابیده می شود. ابن هیثم به صورت تجربی نشان داد که نور به صورت خط مستقیم حرکت می کند و نیز اظهار داشت سرعت سیر نور در مواد مختلف متفاوت است. تجربه های بسیاری در مورد شکست و انعکاس نور به کمک ذرّه بین و آیینه انجام داد و نیز به مدد منشور نور را تجزیه و رنگهای مختلف نور را آشکار ساخته بود. او تجربه های بسیاری در مورد نور انجام داده که بیان همهٔ آنها در این مختصر لازم نیست اظهار نظر ها ی او در باره ذره ای بودن نور با فیزیک عصر حاضر مطابقت دارد.

در اوایل قرن بیستم فیزیک نظری با دو اِشکال مهم نظری مواجه بود. اشکال اول مربوط به دو نظریه متفاوت در بارهٔ طبیعت نور بود. بنا بر نظریهٔ ماکسول منتشره در سال ۱۸۷۳ نور به صورت امواج الکترو مغناطیسی منتشر می شود و بنابر نظریهٔ نسبیت انشتین که در سال ۱۹۰۵ منتشر شد نور طبیعت ذرّه ای دارد.

اِشکال دوم مربوط به پیمانه ای بودن انرژی و کوانتایی بودن آن توسط پلانک بود. در سال ۱۹۲۴ لویی دو بروی با کار برد نظریه پیمانه ای بودن انرژی و رابطه نسبیت عام انشتین($E=mC^2$) در مورد انرژی و بسامد نور (فتون) دو گانگی بودن طبیعت نور را بیان داشت یعنی نور هم می تواند خاصیت موجی داشته باشد و هم خاصیت ذرّه ای.

اکنون می‌دانیم نور از ذرّات بسیار کوچکی که فوتون نامیده می‌شود تشکیل شده است که می تواند به صورت امواجی در فضا پراکنده شود و در خلاء سرعت ثابت و معادل ۲۹۹.۷۹۲.۴۵۸ کیلومتر در ثانیه دارد. در گازها و یا مایعات بر حسب چگالی آنها سرعت سیر نور متفاوت می باشد. نور قابل رؤیت به وسیلهٔ چشم انسان طول موجی بین ۳۸۰ نونامتر (بنفش) تا ۷۸ نونامتر (سرخ) دارد.

در چشم ما و یا بر روی عدسی تلسکوپ ، فوتونهای بسیار قدیمی را می‌بینیم که سفر آنها ۱۲ میلیارد سال به طول انجامیده و در آزمایشگاه بخوبی می‌توان آنها را مطالعه کرد؛ برای مثال بسامد (فرکانس) و یا انرژی آنها را تجزیه و تحلیل کرد. فوتونهای جدید را نیز می‌توانیم به دست آوریم؛ فشردن یک کلید برق و یا زدن یک فلاش عکاسی فوتونهای جدیدی به ما می‌دهند و ما قادر به مقایسه آنها با فوتونهای گذشته دور هستیم و از آنجا می‌توانیم ثابتهای فیزیکی (مثلاً سرعت سیر نور) را که مسلماً یکسان هستند، به دست آوریم. بنابر این، در طی دوازده میلیارد سال، قوانین فیزیکی عوض نشده‌اند.

با وجود این، جهان تغییر کرده است و این یکی از اکتشافات جدید دوران حاضر است. جهان تحول می‌یابد و دارای تاریخی است. بنابر این نه ساکن است و نه ابدی؛ یعنی آنچه گالیله، نیوتن و انیشتین گفتند. برای اثبات این مطالب دلایل عینی هم داریم؛ مثلاً تاریکی آسمان. اگر جهان ابدی می‌بود، ستارگان باید برای همیشه از خود نورافشانی می کردند و آسمان پر از نورهای آنها می‌شد. اگر آسمان تاریک است به این دلیل است که ستارگان همیشه وجود نداشته‌اند و نیز فاصلهٔ بین آنها زیادتر و گسترده تر شده و فضای خالیِ بین آنها دائما" افزایش می‌یابد. اکنون کاملاً معتقد شده‌ایم که جهان در حال گسترش است. ادوین هوبِل در سال ۱۹۳۰ مشاهده کرد که کهکشانها متحرک هستند و بیش از پیش از هم فاصله می‌گیرند و هرقدر دورتر باشند سرعت جدایی آنها بیشتر می‌شود. حرکات مجموعه کهکشانها به وسیلهٔ تجارب بسیاری ثابت شده و از این روست که امروزه معتقدیم جهان در طول ۱۵ میلیارد سال، سرد شده و گسترش یافته است.

برای درک این فرضیه کافی است فیلم تحول کیهان را از آخر به اول نمایش دهیم. هر چه در زمان به عقب برگردیم، کهکشانها به هم نزدیکتر می‌شوند. دنیا فشرده‌تر و ستارگان و کهکشانها به هم چسبیده تر می‌شوند، یعنی جهان گرمتر و گرمتر و از همیشه روشنتر می‌شود. بدین ترتیب، ۱۵ میلیارد سال به عقب برگشته‌ایم. در این لحظه چکالی مادّه و دمای جهان بی‌نهایت است و تمام اینها اخیراً به وسیله **فسیلهای نوری** به اثبات رسیده‌اند.

فسیلهای کیهانی در واقع داده‌های تجربی هستند که اجازه می‌دهند گذشته را مشخص کنیم، چیزی شبیه فسیلهای ما قبل تاریخ. فسیلها و اسکلتها گواه وجود افراد و یا حیوانات‌اند. پرتوهای فسیلی که اخیراً در سراسر جهان و در همه جهات یافته‌ایم، به ما امکان محاسبهٔ زمان ۱۵ میلیارد سال را از لحظه مَهبانگ می‌دهند. در این زمان، کیهان دمایی معادل با ۳۰۰۰ درجه داشته است.

فراوانی نسبی هیدروژن و هلیم نشان می‌دهد که یک میلیون سال پیش از این دمای کیهان حدود ۱۰ میلیارد و سنوات قبل آن باز هم گرمتر تا میلیارد در میلیارد در میلیارد درجه در زمانی بسیار کوتاه بوده است. مدلهای ریاضی ما نشان می‌دهند که در این لحظه با وجود آنکه چگالی جهان بی‌نهایت زیاد است، ابعاد جهان نیز بسیار بزرگ است و در واقع می‌توان گفت جهان شوربای نا محدودی از ذرّات است. انفجار اولیه تصوری از یک حالت استثنایی است. انفجاری که آنرا تکینگی (singularity) گویند. البته باید قبول کنیم که این انفجار در همه و در هر نقطه فضا اتفاق افتاده است. محققی به نام هویل Hoyle این واقعه را به عنوان مزاح، بیگ‌بانگBig-Bang نامید و برای مسخره کردن این نظریه که به آن معتقد نبود، چنین اسمی به آن داد. با این وجود همین عقیده به وسیله جمله دانشمندان پذیرفته شد، ولی به هر صورت مَهبانگ برای ما مجازی است، زیرا در این لحظه اطلاعات ما از فضا و زمان مفهومی ندارد زیرا در این دمای زیاد، نظریه‌های ما قابل اجرا نبوده و تمام قوانین فیزیک از بین می‌روند. در حال حاضر دو نظریه بزرگ در فیزیک مطرح است: یکی فیزیک کوانتایی که بخوبی توجیه کنندهٔ اعمال اتمها و واکنشهای آنهاست (در اشلی بسیار کوچک $۱۰^{-۴۰}$ متر)، البته مشروط بر آنکه تحت تأثیر نیروی گرانش بسیار زیاد واقع نشوند. دیگر نظریه نسبیت است که وضعیت ماده را در نیروی گرانش قوی مشخص می‌کند(و آنهم در اشلی بی نهایت بزرگ $۱۰^{۸۰}$ متر)، مشروط بر آنکه آن را به صورت مجموعه اتمها در نظر نگیریم.(در آینده این اشلهای میکروسکپی و ماکروسکپی را مطالعه خواهیم کرد.)

هیچ کدام از این نظریه‌ها مطالعه ذراتی را که تحت نیروی گرانش قوی قرار دارند ممکن نمی‌سازد. یعنی وضعیتی که در ۱۳/۸ میلیارد سال پیش از این وجود داشته است. و این معمای مهم و اساسی کیهان‌شناسی در سالهای اخیر است: ما هنوز قادر به ربط دادن این دو نظریه با هم نیستیم. پژوهشگران بسیاری از جمله استیفن هاوکینگ در این باره کار می‌کنند.

شکلها و یا مدلهای فیزیکی پیچیده‌ای مانند **اَبر تقارن** Supersymetrieیا **اَبرَ ریسمان** Supercordes و یا **اَبرکرانش** Supergravite و یا حتی **جهانهای کوچک**Mini Univers را در نظر گرفته‌اند، ولی تاکنون موفقیت چشمگیری به دست نیامده است.

به هر صورت منظور ما از بیان این مطلب، بر رسی وسعت عالم بین دو اشل بی نهایت بزرک تا بی نهایت کوچک است که توجه غالب پژوهشگران را به خود معطوف داشته است.

این نظریه که تا حدّی نزدیک به یقین است و مورد قبول پژوهشگران واقع شده، عمر جهان را نزدیک به ۱۳/۸ میلیارد سال از لحظهٔ مَهبانگ تا لحظهٔ حال در نظر گرفته است:

در این دوره از عمر جهان، بیشتر از صد تا دویست میلیارد کهکشان تشکیل یافته و در درون هر یک بیش از دویست تا چهارصد میلیارد ستاره که هر کدام به مراتب بزرگتر و یا حداقل معادل با خورشید ماست از به هم فشردگی گازهای هیدروژن و هلیم حاصل به وجود آمده اند.

مادامی که حجم توده گاز در درون ستاره‌ای از حجم بحرانی بالاتر باشد، درجه حرارت درونی آن در اثر تراکم اتمها بر روی یکدیگر به چندین تا چند صد میلیون درجه می‌رسد و در این حال واکنش پیوست اتمها یا fusion در داخل ستاره شروع شده و جهان تاریک و سرد و افسرده مبدل به جهانی زیبا با ستارگان و کهکشانهایی قابل رؤیت با چشم می‌گردد و به ما با درخشش خود لبخند زده و نوید تنوع و تحول را می‌دهند؛ کهکشانهایی بسیار بزرگ بوجود آمده اند که زمان عبور نور از یک طرف آنها به طرف دیگر بیش از سیصد هزار سال نوری طول می‌کشد. این کهکشانها در تمام جهان و در فضای لایتناهی گسترده شده اند، در داخل هر کرام از آنها و در درون ستارگانشان پدیدهٔ سنتز عناصر انجام می گیرد. ابتدا عناصر سبک نظیر هلیم، کربن، اکسیژن، ازت و بتدریج عناصر سنگین‌تر سیلیسیم، منیزیم تا

خانواده آهن و بالاخره عناصر بسیار سنگین خانواده پلاتین و خاکهای نادر و اکتنیدها (خانواده اورانیم) ساخته شده و این فرایند در تمام کیهان ادامه دارد. موقعی که مخزن سوخت(هیدروژن و هلیم) ستاره‌ای کاهش یافت، وزن درونی ستاره در حجم کوچکی متراکم می شود و چندی بعد ستاره منفجر می‌گردد. ضربهٔ حاصل از انفجار ستاره‌ای عظیم، سبب متراکم شدن گازهای هیدروژن و هلیم باقی مانده از ستارهٔ اولیه در مرکز جدیدی می شود. خاکسترهای حاصل از انفجار ستارهٔ مادر، به دور توده گازهای متراکم شده در مرکز، منظومه‌ای مشابه منظومه شمسی ما را به وجود می‌آورند. خورشید و سیّارات هشت گانه اطراف آن، بقایای ستاره عظیمی هستند که در ۵ میلیارد سال پیش منفجر شده، توده‌ها و خاکسترهای باقی مانده از انفجار آن منظومه شمسی را تشکیل داده است. در عطارد، زهره، زمین و مریخ خاکسترهای سنگین متشکل از کلیه عناصری که بر روی زمین می‌بینیم گرد هم آمده اند. گازهای مختلف باقی‌مانده سیّارات دیگر را تشکیل داده بخصوص قسمت اعظمی از گازهای هیدروژن و هلیم سهم سیّاره مشتری و زحل گردیده است، ولی چون حجم و چگالی سیارهٔ مشتری به حدّ بحرانی برای ایجاد عمل گداخت هسته ای نرسیده است، لذا به صورت(ستاره ای ناکام) سیّاره ساده‌ای در اطراف خورشید و بر روی مدار مشخصی در چرخش به دور خود و خورشید قرار گرفته است. اگر حجم مشتری ده برابر حجم کنونی آن بود، منظومه شمسی ما مرکب از دو خورشید بود و در آسمان ما دو خورشید می‌درخشید. چه بسا منظومه‌های بسیار زیادی در کهکشانها چندین خورشید داشته باشند. در جهانی متشکل از یکصد هزار میلیارد در میلیارد ($۱۰^{۲۲}$ تا $۱۰^{۲۳}$) ستاره که هر یک از آنها منظومه‌ای مشابه منظومه شمسی ما دارند، چه کسی می‌تواند ادعا کند که ستاره ما خورشید تنها ستاره‌ای است که سیّاره‌ای مانند زمین دارد و مسکونی باشد و برای چه در این دنیای لایتناهی ما تنها چنین شانسی داشته‌ایم! به نظر می‌رسد که دنیا مملو از زندگی است و ما انسانها از آن بی‌خبریم.

تولد ستارگان

همان گونه که قطرات باران از اجتماع ملکولهای آب به صورت بخار در داخل توده ابرها تشکیل می‌گردد، یک ستاره نیز از تراکم ملکولهای گاز موجود در کهکشان به وجود می‌آید. ولی در این مقایسه می‌توان گفت که ستاره تقریباً از هیچ به وجود می‌آید! زیرا در جوّ زمین و یا هوایی که ما تنفس می‌کنیم، تعداد ملکولهای موجود در هر سانتی متر مکعب آن از ۳۰ میلیارد در میلیارد (عدد ۳ با ۱۹ صفر در جلو آن) تجاوز می‌کند، حال آنکه درتوده ابرهای کیهانی تعداد اتمها یا ملکولها از ۱۰ عدد در سانتی متر مکعب فراتر نیست. ولی بر عکس این توده‌های ابرِ موجود در کهکشانها برروی میلیاردها میلیارد در میلیارد در میلیارد کیلومتر مکعب گسترده شده‌اند[۱] (عدد ۱ با ۳۶ صفر در جلو آن)، به بیان ساده‌تر، توده ابرهایی که عبور از یک طرف آن به طرف دیگر صدها سال نوری زمان لازم دارد و جرم آنها معادل با جرم هزاران هزار خورشید است. ابرهای کیهانی از نظر اتمهای موجود در آن بسیار متفاوت از جوّ زمین است. در جوّ زمین ۲۱ درصد اکسیژن و ۷۸ درصد ازت و مقدار بسیار کمی گاز کربنیک و بخار آب وجود دارد (در حالت ابری مقدار بخار آب زیادتر است)، حال آنکه توده ابرهای کیهانی از ۷۹ درصد ملکول هیدروژن و بیش از ۲۰ درصد اتم هلیم و کمتر از یک درصد کلیه عناصر مختلفی که می‌شناسیم، به ویژه عناصر گروه آهن تشکیل یافته است.

کلمه هیدروژن در زبان یونانی باستان Hudor یعنی آب وGénnâm مفهوم تولید کننده را دارد و در واقع به معنای جسمی که آب تولید می‌نماید می‌باشد. در سال ۱۷۸۱ به وسیله کاواندیش Cavendish شناخته شد. هلیم برای اولین بار قبل از آنکه بر روی زمین پیدا شود، به وسیله طیف آن در خورشید تشخیص داده شد و به همین دلیل نامش را هلیم که نام یکی از خدایان یونان باستان است (یعنیHelios) می‌باشد، نهادند.

---

۱ ولی باید توجه داشت که در فضاهای بین کهکشانها اتم یا ملکولی وجود ندارد، به نحوی که می توان گفت به طور متوسط۳ یا حد اکثر کمتر از ۱۰ اتم در هر متر مکعب فضای جهان یافت می شود. چگالی جهان کمتر از ۱۰ اتم در متر مکعب است.) [۱]

هیدروژن و هلیم را می‌توان ذخیرهٔ سوختی جهان دانست، که به نحو بسیار فشرده و متراکم تشکیل دهندگان اصلی ستارگانی بوده اند که در آسمان می‌بینیم. هیدروژن و هلیم همچنین به صورت توده‌های عظیم ابر مانند(سحابها) که به تدریج ستارگان جدیدی در آنها متولد شده و شروع به فعالیت خواهند کرد، وجود دارند. اغلب این ستارگان خورشیدهایی به مراتب بزرگتر از خورشید ما هستند و عمل سوختن در جهان و تولد ستارگان جدید تا هزار میلیارد سال دیگر ادامه خواهد داشت.

هیدروژن اولین بار در ملکولهای آب تشخیص داده شد، ولی در حقیقت هیدروژن تشکیل دهندهٔ زندگی است، زیرا همان‌گونه که در سطور آینده خواهیم دید، نور خورشید و ستارگان و انواع عناصر لازم برای وجود زندگی همه و همه از واکنشهای گداخت هیدروژن حاصل شده‌اند. آب نیز یکی از هزاران هزار فرآوردهٔ هیدروژن است.

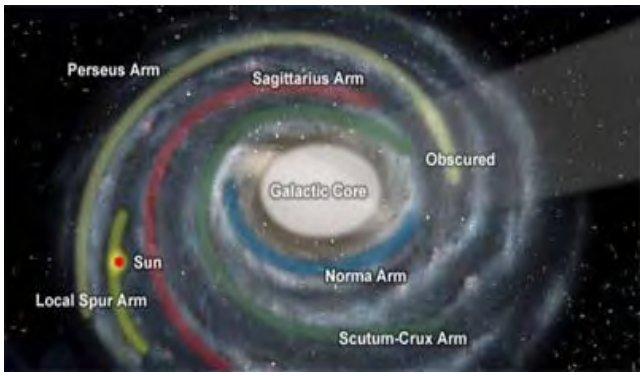
تودهٔ ابرهای کیهانی بی‌نهایت سرد هستند (حدود ۲۰۰ درجهٔ سانتی گراد زیر صفر). این چنین ابرهایی اگر اتفاقی در آنها رخ ندهد، می‌توانند تا ابد همین طور پایدار و در شرایط فوق باقی بمانند. زیرا در این درجهٔ حرارت و در غلظت بی‌نهایت پایین (۱۰اتم در متر مکعب) و سرعت بسیار ناچیز ملکولها و اتمها، نیروی گرانش نمی‌تواند اثری بر روی این تعادل دائمی بگذارد. تنها موقعی که در این توده ابرها اختلالی ایجاد می‌شود، قطرات ستارگان مانند قطرات باران تشکیل می‌یابند.

مکانیسم‌های مختلفی برای این اختلالها و تشکیل ستارگان در درون توده ابرهای کیهانی شناخته شده است. در کهکشانهایی که به آنها حلزونی Spiral می‌گویند، تودهٔ وسیع ابرها مانند گلوله‌ای در مرکز و بازوهایی بی‌نهایت عظیم در اطراف آن در حال چرخش هستند. شکل (۱)کهکشان ما، راه شیری را نمایش می دهد، خورشید در یکی از بازوهای آن قرار دارد و در طیّ دویست میلیون سال گردش کاملی حول هستهٔ مرکزی آن می کند. بازویی که خورشید در آن قرار گرفته، اوریون Orion نامیده می‌شود.

بازوها به آهستگی در اطراف گلولهٔ مرکزی در حال گردش اند و چون در این بازوها اتمها و ملکولها وجود دارند، بر اثر این گردش چگالی آنها افزوده می‌شود و اتمها و ملکولها به هم

نزدیک می‌شوند و بر اثر این نزدیکی، نیروی گرانش به تدریج در چرخشی بعد از چرخش دیگر افزایش می‌یابد و فشردگی بیش از پیش شده و در نهایت تودهٔ متراکمی از اتمها گرد یکدیگر متمرکز می‌شوند. به دلیل افزایش فشار و در نتیجه تماس اتمها و ملکولها با هم، دمای درونی توده گازها بالا می رود و به چندین میلیون درجه می‌رسد تا آنکه ناگاه واکنش پیوست اتمها شروع می‌شود و بدین ترتیب ستاره‌ای متولد می‌گردد.

شکل (۱)کهکشان حلزونی و ترسیمی
ازکهکشان راه شیری و بازوهای
مختلف آن خورشید در بازوی شکاری
و در سمت چپ تصویر قرار دارد.



روش جالب دیگر برای تشکیل یک ستاره، مرگ ستارهٔ دیگری است. موج حاصل از انفجار ستارهٔ مرده، عمل تراکم را در تودهٔ ابرهای کیهانی به وجود می آورد و بناگاه هزاران ستاره متولد می‌شوند. همان‌گونه که از برخورد توده‌های ابر در جوّ زمین ابتدا رعد و برق به وجود می آید، سپس تراکم باعث ایجاد توده ابرهای غلیظ و سیاه می‌شود، که خود مانع از نفوذ نور خورشید در درون آنها می گردد در نتیجهٔ این شَرایط، دمای ابرها پایین می‌آید و بخار آب موجود در آنها مبدل به دانه‌های باران می‌شود. در حقیقت موقعی که ستاره‌ای در درون توده ابرهای کیهانی متولد می‌شود، پرتوهای شدید منتشره از آن، اتمها و گازهای

موجود در این توده ابرها را گرم و سپس متراکم می‌سازد و این عمل به سراسر فضای کهکشان سرایت کرده و تولدهای پی در پی دیگر را پدید می آورد و کهکشان سیاه و تاریک مبدل به کانونی گرم و درخشان و زیبا می‌گردد.

مرگ ناگهانی ستاره بسیار عظیمی به نام اَبَر نواختر نیز همراه با چنین صحنه ایست. تکه‌های حاصل از شکست این هیولا با سرعتی بیشتر از میلیونها کیلومتر در ثانیه در توده ابرها گسترده شده و پرورشگاهی از ستارگان نوزاد تشکیل می‌دهد. در شکل (۲) عکسی از کهکشان NGC ۲۹۹۷ که به وسیله تلسکوپ انگلیسی و استرالیایی بوآرد Board برداشته شده، دیده می‌شود. این کهکشان در فاصله‌ای در حدود ۵۵ میلیون سال نوری از ما قرار دارد و احتمالاً تشکیل آن پس از انفجار اَبَر نواختری بوده که خود در زمان حیاتش اَبَر غولی[۱] بوده است. با توجه به نرخ گسترش جهان این کهکشان احتمالا"۱۰۰ میلیارد مرتبه وزین تر از خورشید ما می باشد و نیز ممکن است جرم کمتری نسبت به کهکشان راه شیری داشته باشد.کهکشان NGC ۲۹۹۷ به ویژه به دلیل داشتن هسته مرکزی که به وسیله زنجیره شگفت انگیزی از ابرهای هیدروژن بسیار بسیار گرم و یونیزه (پلاسما) تشکیل شده جالب توجه است. از سوی دیگر این کهکشان بسیار شبیه بـه کهکشان راه شیری است و چون ما درون کهکشان راه شیری قرار داریم، قادر به مشاهده آن نیستیم، لذا از این کهکشان به عنوان معرف کهکشان خودمان راه شیری استفاده می کنیم. قطر این کهکشان تقریبا" معادل قطر کهکشان راه شیری یعنی ۱۰۰.۰۰۰ سال نوری است و محل تقریبی خورشید و هسته مرکزی کهکشان در آن آورده شده است.

۳۰ اَبَر غولSupergiant ستاره بسیار حجیمی که ابعادش به مراتب بزرگتر از تمامی منظومه شمسی است و صد تا هزار بار بیشتر از خورشید ما است. این ابر غول خیلی سریع تشکیل شده و عمر کوتاه دارد و مبدل به اَبر نواختری می‌شود.

شکل (۲) عکسی از کهکشان حلزونی NGC ۲۹۹۷ که مشابه کهکشان راه شیری است

مادامی که توده‌های سحابی فشرده می‌شوند، شفافیّت خود را از دست می‌دهند و از آن پس دیگر پرتوهای نوری ستارگان دیگر قادر به نفوذ در آن نیستند. در نتیجه دمای این تودهٔ فشرده بینهایت پایین می‌آید و نزدیک به درجه حرارت صفر مطلق (یعنی۲۷۳/۱۵ ــ درجهٔ سانتی گراد) می‌رسد. اتمها در این حالت کوچکترین عکس‌العملی در مقابل نیروی جاذبهٔ عمومی نداشته، از خود رها شده، در قلمرو نیروی گرانش قرار می گیرند. و این نیرو آنها را به سوی هم می‌کشد. چون توده‌های ابر فشردگی یکنواخت ندارند، در برخی از نقاط مجموعه‌هایی لخته مانندگردهم جمع می شود، برعکس در نقاط دیگر فضا، حفره‌های خلأ ایجاد می‌شود. چون مادّه به وجود آورندهٔ نیروی گرانش است، در نتیجه این لخته‌ها میدانهای گرانشی مهمی اطراف خود به وجود می‌آورند و اتمها و لخته‌های بی‌انرژی و بی‌حس را که بر اثر سردی بسیار کوچکترین تحرکی ندارند، به سوی خود می‌کشند. لخته ها به تدریج که بزرگتر می‌شوند، قدرت کشش آنها افزایش می‌یابد و بعد از مدتی تبدیل به گلوله‌ای از اتمهای فشرده می‌شوند که ابعاد آن از میلیاردها کیلومتر تجاوز می‌کند. در این حالت جرم آنها چندین برابر جرم خورشید می‌شود. در این لحظه است که حالت ناپایداری در درون توده ایجاد می‌گردد. در محیطی پراکنده و با تراکم متفاوت، موجی در قسمت‌های فشرده‌تر سبب

تجمع بیشتر جرم شده و بناگاه در بخشی از توده جرم بحرانی تشکیل می‌گردد. پس از این مرحله است که حالت ناپایداری از بین می رود و مجموعه‌ای متشکل از میلیاردها در میلیارد تُن اتمهای متحد شده به وسیلهٔ نیروی گرانش به وجود می‌آید. در این مجموعه، اتمهای بسیار سرد به هم نزدیک‌تر می‌شوند و از مابقی توده‌های ابری جدا می‌گردند و سیستم فشردهٔ مجزایی تشکیل می‌دهند. براثر فشار زیاد در مرکز، گلوله متراکم‌تر می‌شود و لاجرم چگالی آن افزوده می‌گردد و در نتیجه دمای آن بالا می‌رود. گلوله که ابتدا سیاه رنگ بود، اکنون بتدریج قرمز شده و بدین ترتیب ستاره‌ای متولد می‌شود. این ستاره هنوز بالغ نشده، زیرا درجه حرارت درونی آن آنقدر نیست که واکنش اتمی گداخت هسته ای در بین اتمها اتفاق افتد. تنها موقعی که دمای مرکزی آن به ۱۰ میلیون درجه برسد، اتمهای هیدروژن شروع به گداخت نموده و با یکدیگر پیوستFusion می کنند. از این دوره به بعد (در طی یک تا چند میلیون سال) ستاره به تدریج حالت پایدار به خود می گیرد و می‌توان گفت بالغ شده است.

در این عمل، ستاره جنگی داخلی با نیروی گرانش برانگیخته و برای مقابله با آن از سلاح اتمی خود، یعنی همان واکنش اتمی گداختِ اتمهای هیدروژن استفاده می کند. قلب آن بمبی است وحشتناک با انرژی بی‌نهایت زیاد. اما، ستاره منفجر نمی‌شود، زیرا نیروی حاصل از واکنش درونی در لحظهٔ تعادل درست معادل با نیروی گرانش بوده و همدیگر را خنثی می‌کنند. در نتیجه ستاره برای مدتی بسیار طولانی به حال تعادل باقی خواهد ماند. گفتیم که خورشید ۵ میلیارد سال است که در چنین حالتی است و ۶ تا ۷ میلیارد سال دیگر نیز حالت تعادلش به هم نخواهد خورد. درجهٔ حرارت درون خورشید به ۴۰ میلیون درجه رسیده و فشار داخلی آن سه میلیارد بار بیشتر از فشار جوّ زمین است (فشار جوّ یک کیلوگرم بر سانتی متر مربع است). در چنین دمایی اتمهای گازی الکترونهای خود را از دست می‌دهند و به صورت هسته‌هایی با بار مثبت[1] در آمده و از طرفی به طرف دیگر پرت می‌شوند. جهش سریع اتمها و برخورد آنها با هم سبب پیوست آنها می‌گردد.

[1] توده هسته هایی با بار مثبت را پلاسما گویند

بخش اعظم اتمهای موجود در ستاره، اتمهای هیدروژن است. در درون ستاره درجهٔ حرارت به مراتب بالاتر از نیروی الکترومغناطیسی پیوند الکترون به پروتونِ اتم هیدروژن است. به این جهت است که الکترونها آزاد شده و پروتونهای آزاد نیز با حرکت منکسر (زیگزاگ) از این طرف به طرف دیگر پرت می‌شوند. زیرا بارهای هم نام همدیگر را دفع می‌کنند و گویی پروتونها جوشنهای الکتریکی به اطراف خود کشیده‌اند که مانع نفوذ پروتون دیگر درآنها شود. ولی در قلب ستاره با چهل میلیون درجه حرارت، پروتونها در برخورد با هم جوشنهایشان را از دست می دهند و به هم متصل می‌شوند. هنگامی که ۴ پروتون به هم متصل شوند، هستهٔ اتم هلیم به وجود می‌آید. بر اثر این اتصال مقداری از جرم پروتونها تبدیل به انرژی می‌شود. به عبارت دیگر، جرم هلیم حاصل به مقدار ۰/۰۰۷ واحد جرم کمتر از جرم مجموع ۴ پروتون است و این مقدار جرم طبق رابطه انشتین($E=mc^2$)تبدیل به انرژی می‌شود. از تبدیل یک کیلوگرم پروتون به هلیم، انرژی ای معادل با سوختن ۲۰۰ تُن زغال حاصل می‌شود که با آن می‌توان یک میلیون لامپ ۱۰۰ واتی را به مدت یک سال روشن کرد (فرض کنیم روشنایی خیابانهای تهران به کمک یک میلیون لامپ ۱۰۰ واتی تأمین می‌شود. پس می‌توان آنها را با این انرژی به مدت یک سال شبانه روز روشن نگه داشت.) ولی در قلب خورشید یک کیلو هیدروژن مصرف نمی‌شود، بلکه این رقم ۶۰۰ میلیون تُن در هر ثانیه است. مجسم کنید که تنها با یک ثانیه فعالیت خورشید می‌توان ۶ میلیارد شهر بزرگ چون تهران را به مدت صد سال، روز و شب روشن نگه داشت. از این ۶۰۰ میلیون تن هیدروژن مصرف شده، ۴ میلیون تن آن در هر ثانیه طبق رابطه انشتین تبدیل به انرژی می‌گردد و به سوی سیّارات و در فضای لایتناهی منتشر می‌گردد.

حتماً می پرسید پس چرا بناگاه تمام هیدروژنِ در درون خورشید همچون یک بمب منفجر نمی‌شود؟ همان طور که گفته شد، پروتونها جوشنهایی الکتریکی دارند و یکدیگر را دفع می کنند. با وجود این در مرکز خورشید گاه اتفاق می‌افتد که سرعت پروتونی آنقدر زیاد شود که در موقع برخورد به پروتون دیگر با آن پیوند حاصل کند و باز این دو پروتون پیوند شده آنقدر باید صبر کنند تا دو پروتون دیگر به آنها ملحق شود. این است که احتمال انجام

یک واکنش پیوست در داخل خورشید برای هر پروتون بسیار بسیار ناچیز است. یک پروتون حداقل باید ۱۴ میلیارد سال صبر کند تا نوبت انجام واکنش آن فرا برسد. این زمان نجومیِ بی‌نهایت طولانی برای ما مقدار ذخیرهٔ هیدروژن (پروتون) خورشید را که در هر ثانیه ۶۰۰ میلیون تن آن مصرف می‌شود مشخص می‌سازد.

در ۱۶ ژوئیه ۱۹۴۵ در صحرای اَلاموگوردو Alamogordo و سپس در ۶ و ۹ اوت همان سال در شهرهای هیروشیما و ناگازاکی، انسان برای اولین بار بمب اتمی را امتحان کرد. این بمبها قطعه‌ای از ستاره‌ای نبودند! آنها در واقع صرفا" یک واکنش شکست معمولی در اتمهای سنگین اورانیم بودند که باعث مرگ بیش از ۲۰۰ هزار نفر و زخمی شدن صدها هزار نفر و ابتلای آنها به انواع سرطانهای مختلف گردیدند. پس از کشف بمب اتمی، انسان با کشف بمب هیدروژنی به انجام واکنشهایی مشابه آنچه در قلب ستارگان اتفاق می‌افتد دست یافته است، ولی باز هم همین بمب هیدروژنی که قدرت تخریبش هزاران بار بیشتر از بمبهای اتمی ذکر شده است، در مقابل واکنشهایی که در ستارگان اتفاق می‌افتد، مثال کاهی در برابر کوه است. در بمب هیدروژنی نیازی نیست که پروتون ۱۴ میلیارد سال برای انجام واکنش صبر کند، زیرا در داخل این بمب عناصر حدّ واسطی که برای این واکنش لازم است قبلاً قرار داده شده‌اند. در واقع بمب هیدروژنی از ترکیب فرآورده‌های ستارگان، یعنی هیدروژنهای سنگین که به وفور در زمین و جوّ دارد ساخته می‌شود، حال آنکه در ستاره‌ها تولید هیدروژن سنگین بسیار کند است. انسان هنوز قادر به کنترل و اکنش پیوست نشده تا آن را در راههای صلح آمیز به کار بَرَد. ستارگان به طور طبیعی این واکنش را در کنترل خود دارند و میلیاردها سال با آن سوخت و ساز می‌کنند. ولی روزی فرا می‌رسد که ذخیره سوختی آنها نیز پایان خواهد یافت و مرگ دلخراشی گریبانگیر آنها و سیّاراتشان خواهد شد که بعداً مطالعه خواهیم نمود.

پرتوهای موجود در ستارگان یا خورشید.

در مرکز خورشید و یا هر ستارهٔ دیگر، ذرّات نور به صورت فوتونهای گاما(γ) با انرژی بسیار زیاد بعداز اتصال ۴ پروتون با هم ایجاد می‌گردد. در واقع این پرتوها حاصل از اختلاف جرم هستهٔ هلیم با جرم ۴ پروتون است که در مرکز خورشید تبدیل به انرژی می شود. این پرتوها با زحمت بسیار از مرکز خورشید به سوی سطح آن می گریزند. برخلاف آنچه تصور می‌کنیم، این پرتوها با وجود آنکه با سرعتی معادل سرعت سیر نور (۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) حرکت می‌کنند و قاعدتاً قادر خواهند بود ۷۰۰.۰۰۰ کیلومتر شعاع خورشید را در۲/۳ثانیه پشت سر بگذارند، ولی مسافرت آنها به طور متوسط ۱۰ میلیون سال طول می‌کشد! نوری که ما بر روی زمین می‌بینیم ۸ دقیقه پیش از سطح خورشید جدا شده، ولی در قلب خورشید زمانی به وجود آمده که هنوز اثری از انسانها و حتی شبه انسانها نیز روی زمین نبوده است (درآن زمان پستانداران اولیه، یعنی اجداد ما انسانها و میمونها بر روی زمین می‌زیسته‌اند).

توجیه علمی این پدیده بسیار ساده است. فوتونهای گاما(γ) به جای اینکه خط مستقیمی را طی کنند، دائماً در مسیر خود به الکترونها ـ که به مقدار فراوان وجود دارند ـ برخورد می کنند و مسیر آنها مرتباً تغییر می‌کند. در نتیجه انرژی آنها از برخوردی به برخورد دیگر به تدریج کاهش می‌یابد. اگر قلب خورشید یکمرتبه خاموش شود، نور آن باز به مدت ده میلیون سال دیگر به ما خواهد رسید.

خورشیدی علاوه بر پروتون ونوترون، فوتونهای بسیار پر انرژی نظیر: پرتو ایکسχ پرتو گاماϒ و نوترینوυ منتشر می کند.

مرگ ستارگان(غولهای سرخ رنگ)

ستاره‌ای که به حال تعادل رسیده، زندگی آرام و عادی روزانهٔ خود را به نحوی که بیان شد ادامه می‌دهد. تقریباً اغلب ستارگانی که با چشم غیر مسلح و یا با تلسکوپ می‌بینیم، مانند خورشید ما دوران بلوغ خود را ـ با سوختن هیدروژن در مرکز ـ ادامه می‌دهند. این مرحله از حیات را مراحلهٔ اصلی زندگی آن می نامند. خورشید ما ۵ میلیارد سال است که در این مرحله قرار دارد. اغلب ستارگان غول پیکر رنگ سرخ دارند و در حال احتضار هستند.

راهی که خورشید می‌پیماید به هر صورت پایانی خواهد داشت. سرانجام روزی مادهٔ سوختی خورشید، یعنی هیدروژن به پایان می رسد و این ستاره در خاکستر خود خاموش خواهد شد. هنگامی که هیدروژنها تبدیل به هلیم شدند، سوخت کانون مرکزی (کورهٔ اتمی) که در قلب خورشید قرار دارد تمام می شود، و مرحلهٔ اصلی زندگی خورشید پایان می یابد. در این زمان دورهٔ مرگ و نیستی خورشید فرا می‌رسد، و تعادل بین واکنش هسته‌ای و نیروی گرانش به هم می خورد. در مرکز خورشید هلیم به مقدار زیاد موجود است ولی هیدروژنهای باقی‌مانده سبکترند و در سطح خورشید قرار دارند. در این حالت نیروی گرانش پیروز شده و خورشید فشرده و متراکم در مرکز می‌شود. فشار مرکز و چگالی آن به مرور زیاد می‌شود. هیدروژنهای غشای سطحی شروع به سوختن می کنند و هر چه مرکز خورشید فشرده‌تر شود، این غشاء گسترده‌تر و پراکنده‌تر می‌شود. در بوتهٔ زرگری طبیعت، عناصر مختلفی می توانند به وجود آیند. هسته‌های سنگین بارهای مثبت بیشتری از پروتون دارند و بنابراین نیروی دافعهٔ الکتریکی آنها به مراتب بیشتر از پروتون ساده خواهد بود. برای اینکه این عناصر با هم ترکیب شوند و عناصر سنگین‌تری را به وجود آورند، دمای بسیار بالایی ـ برای ایجاد تحریک و شتاب زیاد در این اتمها ـ لازم است. هنگامی که مرکز خورشید فشرده و متراکم شد، به تدریج درجهٔ حرارت آن بالا می رود و تا ۱۰۰ میلیون درجه می‌رسد. در این حال هسته‌های هلیم که از دو پروتون و دو نوترون تشکیل یافته‌اند، با یکدیگر گداخته می شوند و اتمهای سنگین‌تر را می‌سازند. از گداخت دو هسته هلیم با هم عنصر برلیم $_{۴}Be^{۸}$ و از گداخت

سه هستهٔ هلیم با هم، کربن $_{6}C^{12}$ به وجود می آید. کربن نیز به نوبه خود یک هسته هلیم جذب کرده، تبدیل به اکسیژن $_{8}O^{16}$ می‌گردد[1]. سرعت این واکنشها به مراتب بیشتر از سرعت واکنش گداخت پرتونها و تولید هلیم است. در نتیجه این مرحله کوتاه‌تر از مرحله قبلی است. در ابتدا خورشید به مدتی کوتاه، در حدود یک میلیون سال با نیروی گرانش مبارزه می‌کند تا تعادل جدیدی به دست آورد.

تعادل اخیر حدود ۱۰۰ میلیون سال ادامه خواهد یافت. بدین ترتیب باز خورشید عمر کوتاه دوباره یافته‌ای کسب می کند و باز هم تا مدتی دیگر بر روی جهانیان لبخند خواهد زد، ولی این لبخند دیگر لبخند قبلی نیست. چهرهٔ خون‌آلود خورشید چند میلیون برابر ایام شباب شده که نموداری از واپسین مبارزه جانانهٔ او با نیروی وحشتناک گرانش است. در این مرحله، خورشید وسیعتر شده، سعی می‌کند فرآورده‌های خود را تا آنجا که ممکن است از دست نیری گرانش برهاند، از این رو منبسط می شود و تا یک میلیارد برابر حجم اولیه‌اش می‌رسد. قشرهای سطحی که به تدریج منبسط و رقیق و پراکنده شده‌اند، سرد می شوند و عمل گداخت پروتون با پروتون خاتمه می‌یابد. ولی کورهٔ مرکزی همچنان در کار است و هلیم‌ها را مصرف می‌کند. نور حاصل از این کوره به مراتب بیشتر از نور خورشید در دوران شباب است، ولی به علت گسترده شدن غشای سطحی، سرخ رنگ به نظر می‌رسد. در این حالت، خورشید را غول و یا هیولای سرخ Geantes Rouges می گویند. برخی از این غولهای سرخ رنگ را در آسمان به براحتی با چشم غیر مسلح می‌توان دید. مثلاً ستاره قلب‌العقرب Antares، ستارهٔ سماک رامح Arcturus، ستارهٔ الدبران Aldeberan و ستارهٔ ابط الجوزا Betelgeuse را در تصویرهایی در بخش نخست این کتاب شناختیم.

خورشید که در ۵ تا ۶ میلیارد سال دیگر تبدیل به غول سرخ رنگی خواهد شد، ابتدا عطارد را که در ۶۰ میلیون کیلومتری آن قرار دارد خواهد بلعید و تبدیل به بخار خواهد کرد.

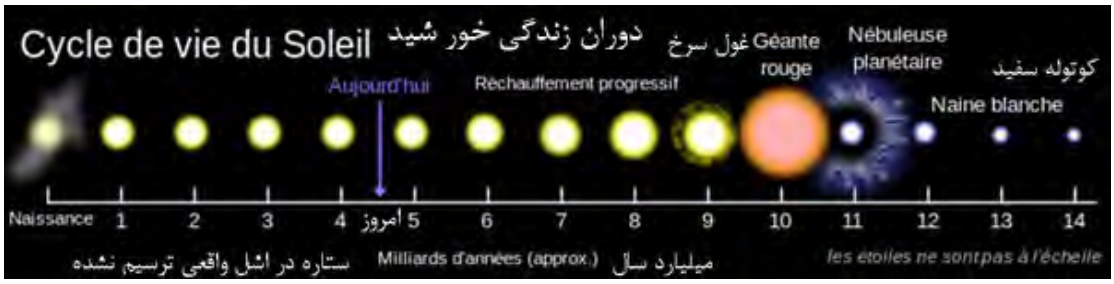
---

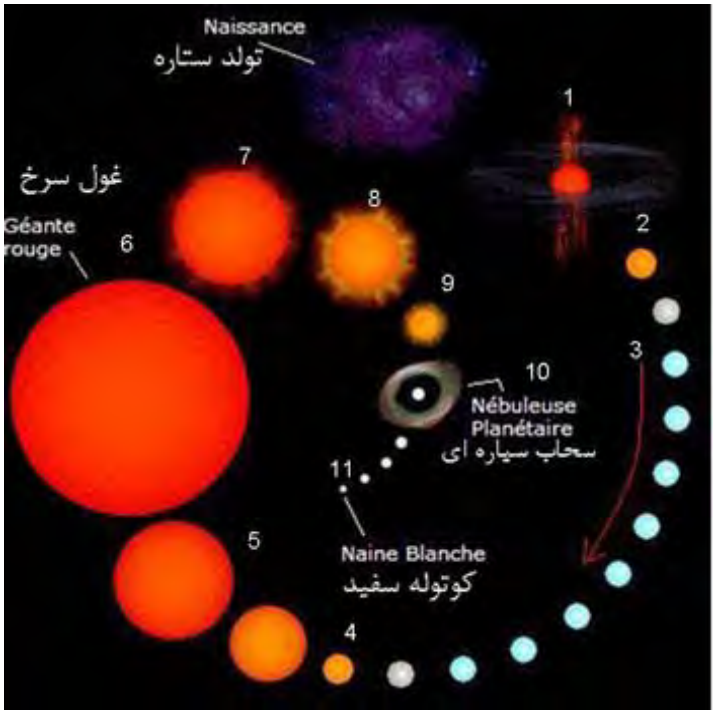
۱ اعدادی که در طرف چپ علامت اختصاری عنصر قرار دارند معرف مشخصات فیزیکی عنصرند. عدد بالا معرف جمع جبری تعداد پروتونها و نوترونهای عنصر است و عدد پایین معرف تعداد پروتون های عنصر که با تعداد الکترونهای موجود در اتم برابر است.

در ادامه، جوّ زهره کاملاً از بین می رود. در این حالت سطح قابل رؤیت خورشید بسیار دور از مرکز و در نتیجه اثر نیروی گرانش ضعیف و بناچار پوسته خارجی به صورت طوفانی در فضا منتشر خواهد شد. در ۷ میلیارد سال آینده، زمین سرنوشت عجیبی خواهد داشت. دمای بسیار زیاد خورشیدی سرخ (بظاهر سرد ولی بسیار گرم) ابتدا یخهای قطبهای شمالی و جنوبی و یخچالهای Arctrique و Antarctique را ذوب می کند و آب حاصل از آنها به صورت سیلابهای عظیمی تمام سطح کرۀ زمین را در بر خواهد گرفت. چندی بعد اقیانوسها به جوش آمده و آبهایشان تبخیر شده و به صورت ابرهای عظیمی سراسر جوّ زمین را می‌پوشانند. این ابرها برای مدت کوتاهی حجابی بین خورشید و زمین می‌شوند، ولی این مرحله بسیار زودگذر است. پس از چندی تمام ابرها و آبهای باقیمانده تبخیر و در فضای لایتناهی پراکنده می شوند. به تدریج درجۀ حرارت بالا می رود. ابتدا سنگها و کوهها ذوب می شوند و پوسته سطحی زمین تا مرکز به صورت مذاب در می آید. با بالا رفتن دمای درونی خورشید بر اثر واکنش گداخت اتمهای سنگین دیگر، مواد مذاب کرۀ زمین و سیّارات نزدیک به خورشید همه به صورت بخار در آمده و در فضا پخش خواهند شد.

اگر بشر تا آن زمان، یعنی حداکثر ۷ میلیارد سال دیگر، هنوز خود را با خودخواهیش نابود نکرده باشد، مسلماً به آن درجه از پیشرفت علمی و صنعتی رسیده است که بتواند به سهولت سیّاراتِ ستارگان دیگر را متصرف شود. نوادگان ما زندگی را در سراسر اقیانوس پهناور فضا پراکنده خواهند کرد و شاید حتی روزی قادر به جلوگیری از این فاجعه نیز بشوند.

زمانی فرا خواهد رسید که در درون خورشید جز کربن و اکسیژن و اتمهای سنگینتر چیزی باقی نخواهد ماند. تصویرهایی مقایسه ای از خورشید با غولهای سرخ در بخش نخست آورده شد. این تصویر ها ابعاد ستارگان در حالت معمولی با حالتی که تبدیل به غول سرخی شده اند را نمایش می دهند. در شکل(۳) نموداری از تحول ستاره ای نظیر خورشید از تولد تا پایان عمر ارائه شده است.





شکل (۳) در تصویر اول دوران زندگی خورشید از تولد تا فروپاشی و تبدیل به کوتولهٔ سفید، بر حسب میلیارد سال آورده شده است. در این تصویر ستاره در ابعاد واقعی خود ترسیم نشده است.

در تصویر دوم و در بالای آن توده ابرهای سحابی حاصله از فروپاشی ستاره مادر را می بینید. ستارهٔ مادر بعد از فروپاشی، تودهٔ سحابی متشکل از فراورده هایی که در نبرد با نیروی گرانشی ساخته است را به وجود می آورد. درون این توده تحولاتی بسیار شروع می گردد.

اتمهای هیدروژن در مرکز تحت تأثیر نیروی گرانش متراکم می شوند و در اطراف آن عناصر سنگین تر برحسب چگالی، اطراف تودهٔ اصلی مرکزی به دوران در می آیند. در گردشی بعد از گردش دیگر این عناصر سیارات منظومه شمسی را به وجود می آورند. مراحل زندگی خورشید عبارتنداز: ۱) توده های هیدروژنِ متراکم شده در مرکز به تدریج گرم شده و توده ای کروی شکل را به وجود می آورد که سرخ رنگ است. فرایند گداخت اتمهای هیدروژن هنوز در آن شروع نشده است. مواد باقی مانده از ستاره مادر، سیارات منظومه شمسی را به دور آن تشکیل داده اند. ۲) دمای درونی خورشید افزایش یافته و کورهٔ اتمی گداخت هسته ای در مرکز شروع می شود و خورشید به تدریج به مرحلهٔ اصلی زندگی خود نزدیک می شود. ۳) خورشید زندگی اصلی خود را شروع کرده و ۵ میلیارد سال است که در چنین حالتی پایدار مانده و تا ۶ یا ۷ میلیارد سال دیگر پایدارخواهد بود. ۴) ذخیرهٔ هیدروژن خورشید تمام خواهد شد و هلیم های تولید شده در مرکز متراکم می شوند و ناپایداری جدیدی در خورشید آغاز می گردد. ۵) در این مرحله از عمر خورشید هلیم های به وجود آمده در مرحلهٔ اصلی، گداخته می شوند و عناصر سنگین تر نظیر کربن، ازت و اکسیژن را به وجود خواهند آورد. ۶) خورشید به تدریج حالت غول سرخ رنگی را به خود خواهد گرفت و شعاع آن مدارات سیارات نزدیک تا ۱۵۰ میلیون کیلومتری که مدار زمین است را فرا خواهد گرفت. در این مرحله دمای خورشید، تمام مواد درونی این سیارات را تبدیل به بخار خواهد کرد. ۷) در مرکز گداخت هسته ای ادامه خواهد یافت و خورشید مقدار بسیار زیادی از عناصر سطحی خود را از دست خواهد داد. ۸) فروپاشی خورشید آغاز خواهد شد. ۹) فشار درونی بسیار زیاد شده و الکترونها به مناطق ممنوعهٔ اتم می روند و تغییر ماهیت خواهند داد، چگالی افزایش می یابد و در نتیجه حجم کم خواهد شد. ۱۰) اتمهایی که تغییر شکل داده اند در مرکز تودهٔ فشرده ای را تشکیل خواهند داد و اتمهای تغییرشکل نیافته در اطراف هستهٔ مرکزی تودهٔ ابر مانندی را ایجاد خواهند کرد. ۱۱) مراحل زندگی کوتولهٔ سفید آغاز خواهد شد و به تدریج در اثر افزایش نیروی گرانش درونی، حجم کم و چگالی زیاد خواهد شد. در این حال کوتولهٔ سفید به کریستالی میلیونها بار سخت تر از الماس تبدیل خواهد گردید.

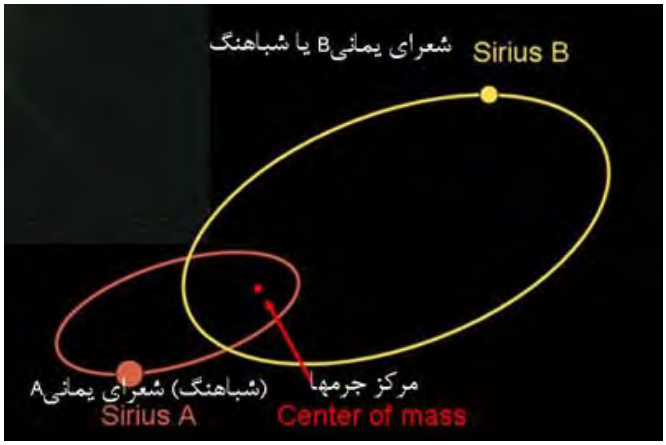
کوتوله‌های سفید

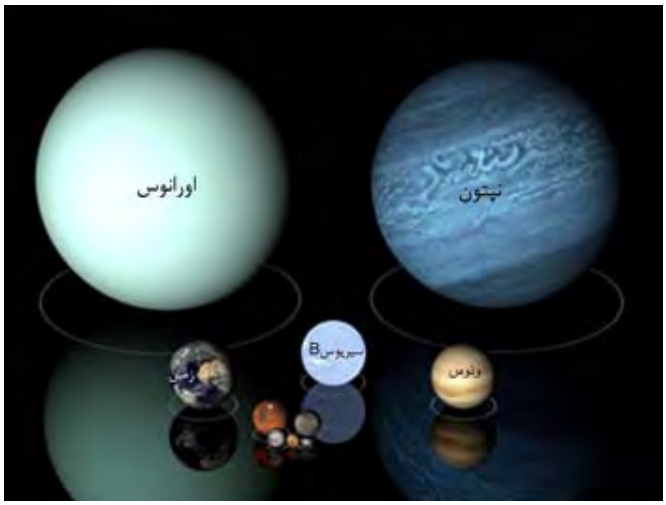
داستان خورشید و یا ستارگانِ مشابه آن به اینجا خاتمه نمی‌یابد. در این مرحله نیروی گرانش پیروز شده و حاکم مطلق بر بقایای ستاره می‌گردد. سرنوشت هر ستاره‌ای تابع جرم آن است. هر چه جرم ستاره بیشتر باشد، تحولش سریعتر خواهد بود و مواد سوختی خود را زودتر مصرف خواهد کرد. اگر زندگی خورشید در مرحله اصلی ۱۲ میلیارد سال طول می‌کشد، زندگی ستاره‌ای ده برابر خورشید هزار بار کوتاهتر است و به عبارت دیگر ۱۲ میلیون سال بیشتر نخواهد بود. ستارگان حجیم تولید کنندهٔ عناصر سنگین هستند. ابتدا داستان خورشید را ادامه می‌دهیم و بعد از آن به این‌گونه ستارگان می‌پردازیم.

بعد از آنکه تمام قشرهای سطحی خورشید پراکنده شد و تقریباً تا حدود مدار زمین (۱۵۰ میلیون کیلومتر) توسعه یافت، واکنش گداخت اتمهای سبک در پوستهٔ خورشید کاملاً متوقف می شود و برعکس در مرکز واکنش گداخت اتمهای سنگینتر همچنان ادامه می یابد. چگالی قشر خارجی خورشید بیش از پیش کم می شود و زمانی می‌رسد که حدود چند اتم در هر سانتیمتر مکعب بیشتر باقی نمی‌ماند (یعنی خلائی بمراتب کاملتر از محیط خلائی که می‌توانیم به طور مصنوعی در زمین ایجاد کنیم). ولی برعکس مرکز خورشید بیشتر فشرده می شود، چگالیش بالا می‌رود و شعاع آن کوچک و سرانجام تبدیل به ستارهٔ سفید کوچکی خواهد شد که آن را کوتولهٔ سفید Naine Blanche می نامند. ابعاد این کوتولهٔ سفید تقریباً مشابه ابعاد زمین است، یعنی قطر آن بیش از چند هزار کیلومتر نخواهد بود. ولی دمای درونیش آنقدر زیاد است که ستاره سفید رنگ می‌شود و برای همین آن را کوتولهٔ سفید می نامند. برای اولین بار در تاریخ نجوم، به سال ۱۸۳۴ فریدریش بسل به وجود کوتوله‌های سفید پی بُرد. او زمانی که به دقت حرکات ستارهٔ شباهنگ(شعرای یمانی)Sirius (پرنورترین ستارهٔ موجود در آسمان که در فاصله ۸/۵۵ سال نوری از ما قرار دارد) را مطالعه می کرد ، دید که در چرخش این ستاره به دور هستهٔ مرکزی کهکشان، اختلالات تناوبی پیش می‌آید. او نتیجه گرفت که این ستاره تنها نبوده و متعلق به یک سیستم دوتایی است و جرم ستارهٔ همراه او

باید معادل با جرم خورشید ما باشد و نیز باید مانند خود ستاره مرئی باشد. او ستارهٔ مزبور را سیریوسB (شباهنگB)نامید.

۳۰ سال بعد، آلوآن کلارک مشاهده کرد که شدت نور شعرای یمانیB ده بار کمتر از شعرای یمانیA بوده و در نور فراوان ستارهٔ اخیر غرق شده است و دلیل نامرئی بودن آن نیز این بوده است. به علت نوری چنین ضعیف، همه تصور می‌کردند که دمای سطح ستارهٔ سیریوس (شباهنگ)B باید خیلی پایین باشد. در سال ۱۹۱۷ نالتِر آدامز پس از تهیهٔ طیف این ستاره متوجه شد که درجهٔ حرارت آن بیش از ۸۰۰۰ درجهٔ مطلق است. پس چرا با چنین دمایی این ستاره نمی‌درخشد؟ باتوجه به اینکه نور یک ستاره نه تنها متناسب با دمای آن ، بلکه تابع اندازه‌اش نیز هست، بنابراین باید گفت که قطر این ستاره نباید بیشتر از دو یا سه برابر قطر زمین باشد. اخیرا" گروه اختر شناسان انگلیسی با دقت بسیار در یافته اند که جرم شباهنگB ۰/۹۸ جرم خورشید است، ولی قطری کمتر از زمین(۱۲۰۰۰ کیلومتر) دارد. میدان گرانشی آن ۳۵۰.۰۰۰ بار بیشتر از میدان گرانشی زمین است و بعد از تجسس دقیق در طیف آن متوجه شدند که دمای سطحی آن ۲۵.۰۰۰ درجهٔ سانتی گراد است. در شکل(۴)تصویر هایی از کوتوله شعرای یمانیB (شباهنگ) را همراه ستاره اصلی اش شعرای یمانی A (شباهنگ)که قطر آن ۱/۷۱۱ برابر خورشید است ارائه شده است.





شکل (۴) ستاره شباهنگA(Sirius) همراه شباهنگ B(sirius). شباهنگA درفاصله ۸/۵۵ سال نوری از ما واقع شده و ۲/۱ مرتبه سنگین تر از خورشید است و لی بسیار جوانتراست. این ستاره درآغاز مرحله اصلی زندگیش به سر می برد. ۲۵۰ میلیون سال عمر دارد ولی خورشید ۵ میلیارد سال عمر دارد. قطر شباهنگ A ۱/۷۱۱ بار بیشتر از خورشید است. ولی شباهنگ B قطری کمتر از قطر زمین دارد.

در تصویر اول مقایسه ای از خورشید (سمت راست، زرد رنگ) و شباهنگ A (سمت چپ، آبی رنگ) و در پایین آن دو ، شباهنگ B که نقطهٔ آبی رنگ در خشانی است را می بینید. در تصویر دوم مدار شباهنگ A و شباهنگB را می بینید. شباهنگ B هر ۴۹/۹ سال یک

بار به دور شباهنگ A می گردد و مداری تقریبا" بیضوی دارد. مرکز ثقل این زوج با نقطهٔ سرخ رنگی بین دو مدار نمایش داده شده است. در تصویر آخر مقایسه ابعاد کوتوله سفید (شباهنگB) را که در مرکز تصویر بین ونوس و زمین واقع شده و در بالای تصویر سیارات اورانوس(سفید مات) و پلوتن (آبی رنگ) را می بینید. این تصویر نشان می دهد با وجود آنکه کوتولهٔ سفید جرمی تقریبا معادل۰/۹۸ جرم خورشید دارد، حجمش معادل حجم زمین است از آنجا چگالی این ستاره که در حدود ۰/۸ تن در هر سانتی متر مکعب است را می توان تشخیص داد.

مقایسهٔ فوق وضعیت پیشرفت پژوهش علمی را نیز مشخص می‌کند. توجیهی سبب حل معمایی می‌گردد و به مجرد این که معمّا حل شد مسائل پیچیده‌تر دیگری مطرح می شوند و پژوهشگر برای حل آنها تهییج و کنجکاو می‌شود. در مورد ستارهٔ شباهنگB بیان این مطلب که اندازه‌اش مشابه اندازهٔ سیّاره‌ای نظیر زمین است، معمایی دیگر ایجاد کرد. چرا ستارهٔ کوچکی جرمی برابر با خورشید و حجمی معادل با چند میلیونیم آن دارد؟ جواب این معما را باید در چگالی ستاره جستجو کرد و به ناچار منطق حکم می‌کند که این ستاره باید یک میلیون بار فشرده تر از خورشید و در نتیجه چگالیش باید ۸۰۰.۰۰۰ گرم در هر سانتی متر مکعب باشد (یعنی چهل هزار بار بیشتر از فلزات سنگین روی زمین نظیر طلا و پلاتین). برای به دست آوردن چنین چگالی بر روی زمین، برای مثال باید برج ایفل را آنقدر فشرده کرد تا در جعبه‌ای به ابعاد ۳۰ سانتی متر مکعب جای بگیرد. چگالی ۸۰۰.۰۰۰ گرم در سانتی متر مکعب برای علم فیزیک در سالهای ۱۹۲۰ غیر قابل قبول و حیرت‌آور بود و دانشمندان این نظر را نامعقول و بیهوده یافتند[۱]. ولی این نظریه با مشاهدات عینی تصدیق می شد و انکار ناپذیر می‌نمود. از سال ۱۹۲۲ تا ۱۹۲۷ که مکانیک کوانتایی به تدریج تکمیل می‌شد این معما همچنان لاینحل مانده بود، زیرا فیزیک کلاسیک نمی توانست حالتی فشرده‌تر از آنچه را که بر روی زمین دیده می‌شود توجیه کند. چگالی آب یک گرم در سانتی متر مکعب، سنگها و صخره‌ها حدود ۲ تا ۳ گرم و فلزات معمولی مانند مس و آهن ۷ تا ۸

[۱] این نظریه از طرف یک پژوهشکر هندی به نام چاندراز خارChandrasekhar بیان شده بود.

گرم است. عناصر پلاتین Pt و ایردیویم Ir در حدود ۲۲/۵گرم در هر سانتی متر مکعب وزن دارند. در نتیجه وجود چگالی ای معادل با ۸۰۰.۰۰۰گرم در سانتی متر مکعب بر روی زمین مسلماً غیر ممکن است و باید به نوعی تعبیر و توجیه شود. کارهای پلانک، راترفورد، بوهر و بالاخره بروکلی منجر به پیدایش مکانیک کوانتایی و توصیف وضعیت داخلی مادّه شد: هسته در مرکز و الکترونها در حال چرخش اطراف آن برروی مدارها و لایه‌هایی از انرژیِ کاملاً مشخص و کوانتایی واقع شده‌اند.

اصل طرد پولی می‌گوید که مدارها و اربیتالها نمی‌توانند در هر وضعیت دلخواهی در اتم باشند. هر الکترون در تراز مشخص و محدودی از انرژی واقع شده است. در سال ۱۹۲۵ رالف فولِر اصل طرد پولی و مکانیک کوانتایی را در مورد ستارگان به کار برد و گفت:« نیروی گرانشی که باعث فشردگی و انهدام گرانشی یک ستاره می‌گردد و مواجه با عکس‌العملی مخالف (مثلاً واکنش هسته‌ای گداخت در مرحلهٔ اصلی خورشید) نمی‌شود، قادر است الکترونها را مجبور به اشغال مکانهای غیر ممکن و ممنوع در اتم سازد». برای درک مطلب، حالت عادی الکترونهای یک اتم (مثلاً اتم اکسیژن) را در نظر بگیرید، برای مقایسه و ساده کردن درک این مطلب، منظومه شمسی را در نظر بگیرید: خورشید در مرکز و ۸ سیاره در مدارهایی به دور آن در گردش هستند. (اتم اکسیژن هم متشکل از هسته و ۸ الکترون در مدارهایی کاملا مشخص به دور هسته در گردشند). حال فرض کنید در اثر نیروی گرانشی بسیار زیاد سیارات منظومه شمسی از مدارهای مشخص خود به درون خورشید منتقل شوند. یا در مورد اکسیژن تمام الکترونها جذب هسته شوند. سیارات خورشیدی دیگر وجود خارجی نخواهند داشت و ماهیت خود را از دست می دهند. در مورد اتم اکسیژن نیز بر همین منوال الکترونها دیگر الکترون واقعی نیستند و تغییر ماهیت داده اند و جذب هسته شده اند.این مثال بسیار عامیانه ولی تشبیه خوبی از فشردکی کوتوله سفید و دلیلی بر بالا بودن چگالی آن است.

در مورد اتم اکسیژن مسئله را علمی تر بر رسی کنیم، الکترونها در ترازهای مشخصی از انرژی قرار دارند. فاصلهٔ هر تراز از تراز دیگر و از هسته کاملاً دقیق و کوانتایی است. الکترون

فقط برروی ترازهای ویژه ای می‌تواند مستقر شود. انرژی این ترازها نزولی است، هر قدر الکترون به هسته نزدیکتر باشد انرژی کمتری دارد، یعنی پیوستگی آن به اتم بیشتر است و برای کندن آن باید انرژی بیشتری مصرف کرد. ولی برعکس هر قدر الکترون دورتر از هسته باشد راحت تر می توان آن را از اتم جدا کرد..

الکترون نمی‌تواند در بین ترازها مستقر شود. فاصله بین ترازها محلهای ممنوعه یا غیر کوانتایی است. اگر الکترونی از قشر بالا به قشر پایین تر منتقل شود اتم از خود پرتوهایی منتشر می کند. اگر الکترون به نزدیک ترین قشر بیاید پرتو تولید شده بسیار قوی و از نوع پرتوهایX است.

در حالت عادی بر روی زمین و یا سیّارات دیگر غیر ممکن است که الکترون بتواند در محلهای ممنوعه (بین دو قشر) جای بگیرد. ولی در حالتی غیر عادی، یعنی زمانی که نیروی گرانش بی‌نهایت زیاد بوده و اتمها خیلی به هم نزدیک شده‌اند، الکترونها اجباراً محلهای ممکن ولی ممنوعه را پُر می کنند. بازهم برای درک بهتر، مثال خورشید و سیاراتش را در نظر بگیرید. بعد از انتقال سیارت منظومه شمسی به درون خورشید چگالی خورشید چند هزار برابر خواهد شد. سیاراتی باجرم بالا و حجم کم مانند سیارات خاکی عطارد، زهره، زمین و مریخ و سپس سیارات گازی ولی بسیار حجیم مانند مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، بعد از ورود به درون خورشیدجرم آن را بالا برده و سبب فشردگی اش می شوند و در این حال نیروی گرانشی حاکم مطلق بر سرنوشت خورشید خواهد شد. این نیرو خورشید را آنقدر فشرده خواهد کرد تا حجمی معادل یک کوتوله سفید پیدا کند و جرمی بیش از ۱/۴ برابر خورشید اولیه را به آن اجبار خواهد کرد. در این حالت دیگر صحبت از اتم گازی و یا اتم خاکی در میان نیست. تمام الکترونهای عناصر تشکیل دهندهٔ سیارات و گازهای درون خود خورشید تغییر ماهیت می دهند و هستهٔ فشرده ای را به و جود خواهند آورد که شبیه آن بر روی زمین غیر قابل تصور خواهد بود. باز مسئله را علمی تر بر رسی کنیم.

بر اثر نیروی گرانش و نزدیکی اتمها به هم، الکترون ترازهای بالا به ترازهای پایین‌تر آمده و تغییر ماهیت می‌دهندDégénéresence در چنین حالتی الکترونها فشارِ زیادی ایجاد

می‌کنند که خود نوعی عکس‌العمل و یا مبارزه در برابر نیروی گرانش است و بدین ترتیب نیروی گرانش نمی‌تواند باقیمانده ستاره را متلاشی کند. نور و دمای بالا و چگالی زیاد کوتوله‌های سفید به همین دلیل است. در سال ۱۹۳۱ چاندرازخار Chandrasekhar [۱] کشف بسیار مهمی کرد. او ثابت کرد که در این گونه ستارگان جرم ماکزیمم و ممکن می تواند ۱/۴ برابر جرم خورشید باشد. این ادعا با مخالفتهای زیادی رو به رو شد و بسیاری از دانشمندان محاسبات او را نا درست و نا معقول دانستند، زیرا با این محاسبات سرنوشت ستارگان خیلی بزرگتر از خورشید نامعلوم می‌شد. ولی امروزه ثابت شده که حتی ستارگانی که جرم اولیه آنها ۸ برابر جرم خورشید است، در مراحل آخر زندگی خود مقادیر بی‌نهایت زیادی از گازها و خاکسترهای خود را از دست داده و در حدّ نهایی تبدیل به کوتوله‌های سفید با جرم ماکزیمم۱/۴برابر خورشید کنونی می‌گردند، البته با حجمی چندین میلیارد کوچکتر از خورشید. سرنوشت ستارگان بزرگتر را در سطور آینده بر رسی خواهیم کرد.

سرانجامِ زندگیِ ستارگانی با جرم بین ۱ تا ۸ برابر جرم خورشید، کوتوله‌های سفید است. تعداد این ستارگان در آسمان بسیار زیاد است و تقریباً می‌توان گفت ۱۰ درصد ستارگان موجود در کهکشان ما (راه شیری) از آنها تشکیل یافته است (حدود ۱۰ تا ۲۰ میلیارد). ولی تاکنون فقط چند هزارتایی از آنها شناخته شده و دلیل آن کم نوری آنهاست. اختر شناسان فقط توانسته‌اند آنهایی را که نزدیکتر به ما هستند تشخیص بدهند. هر چه جرم کوتوله سفید نزدیک به۱/۴ جرم خورشید می‌گردد، برعکس شعاعش کوچکتر می شود و در نتیجه نور کمتری خواهد داشت. در درون کوتوله های سفید آرایش اتمی کا ملاً از هم پاشیده شده و الکترونها از اتمها جدا گردیده‌اند و با سرعتی نزدیک به سرعت نور در دریایی از الکترونهای تغییر ماهیت یافته، در حرکت اند. در این حالت قانون جاذبهٔ نیوتونی دیگر صادق نبوده، بلکه از رابطه نسبیت انشتین پیروی می کنند و به آنها **الکترونهای نسبیت**

---

۵ چاندرا زخارChandrasekhar اختر فیزیک‌دان هندی، ۵۲ سال بعد، یعنی در سال۱۹۸۳برنده جایزه نوبل به ویژه به خاطر این کشف گردید.
[۱]

یافتهEléctron Relativistes می‌گویند. با وجود آنکه الکترونها از هسته جدا و آزاد هستند، ولی هنوز فاصله‌های خالی بین اتمها زیاد است. شکل ظاهری کوتوله‌های سفید تابع دریای الکترونهاست، در حالی که دمای درونی آنها مربوط به نیروی داخلی هستهٔ اتمها ست. چون الکترونها تغییر ماهیت داده و سرعتی نزدیک به سرعت سیر نور پیدا کرده اند، لذا نسبت به انتشار نور و هدایت حرارت شفاف هستند. دمای درونی کوتوله‌های سفید در آغاز تشکیل آنها، ۱۰۰ میلیون درجه است که بعد از مدتی به علت قابلیت هدایت حرارتی الکترونها، چند میلیون درجه نزول می‌کند، در پوستهٔ خارجی آنها به شعاع چند کیلومتر، عناصر طبیعی(موادی که تغییر ماهیت نداده‌اند) وجود دارد. در این پوسته، حرارت از ۱۰۰ هزار درجه تجاوز نمی‌کند (ولی دهها بار بیشتر از دمای سطحی خورشید است). نوری که از کوتوله‌های سفید می‌بینیم، مربوط به این ناحیه است و چون سطح پوستهٔ نشردهندهٔ نور، منقبض شده و در هم رفته است، لذا نوری که از آن عبور می‌کند، سفید مات و شبح مانند است و هیچ‌گونه درخششی ندارد.

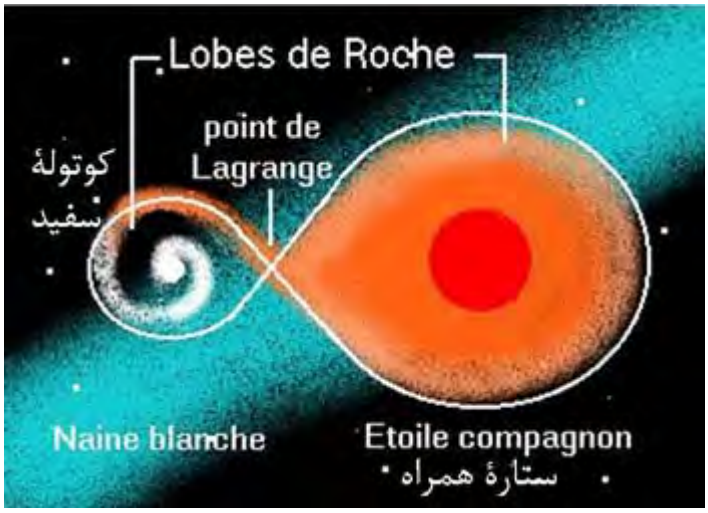
چون درون هستهٔ این ستارگان هیچ واکنش هسته‌ای انجام نمی‌گیرد، به تدریج این ستارگان سرد می‌شوند، چون شکل داخلی آنها به گونه ای است که حرارت درونی را به کندی از دست می‌دهند، در نتیجه میلیاردها سال طول می‌کشد تا کوتوله‌های سفید سرد شوند. هنگامی که دمای درونی ستاره به کمتر از نیروی الکترو استاتیکی هسته‌ها و الکترونها می‌رسد، به ناگاه ستاره تبدیل به کریستال واحدی می‌شود. الکترونها در شبکهٔ کریستالی ستاره کاملاً آزاد هستند، این کریستالها میلیونها بار سخت‌تر از الماس اند.

خورشید ما اکنون در نیمه راه زندگی خود است، در ۶ تا ۷ میلیارد سال دیگر تبدیل به کوتولهٔ سفید خواهد شد و سپس به مدت ۱۰ میلیارد سال دیگر نور سفید ماتِ شبح مانند خود را به اطراف منتشر می کند. خورشید سرانجام خاموش شده و عمر ابدی خود را در حالت یک کریستال سرد و سخت شروع خواهد کرد. در شکل(۳) تحولات خورشید را از تولد تا فروپاشی و سرانجام تبدیل آن به کوتولهٔ سفید ارائه شد(ص۱۲۰).

ستارگان مجرد نظیر خورشید در اقلیت هستند. بیش از ۵۰ درصد ستارگان موجود در کهکشان زندگی زوجی و نیز برخی از آنها رابطهٔ گرانشی بسیار نزدیک با دو ، سه و حتی چهار ستارهٔ دیگر دارند. کوتوله سفید شباهنگB علاوه‌بر رابطه گرانشی با ستارهٔ شباهنگ A ، همراه دیگری نیز دارد، ولی فاصلهٔ آنها از هم نسبتاً زیاد بوده و سرنوشت آنها چندان به یکدیگر مربوط نیست. از این رو ستارهٔ شباهنگB محکوم به سرد شدن است.

مادامی که زندگی یک زوج ستاره به هم بستگی نزدیک دارد، تحول نهایی کوتولهٔ سفید ممکن است تغییر کند، زیرا انتقال مواد از ستارهٔ بزرگ به کوتولهٔ سفید میسر است.

ـ بخصوص زمانی که ستارهٔ بزرگ در پایان زندگی خود و در مرحلهٔ غول باشد. ـ مواد گسترش یافتهٔ ستارهٔ بزرگ به وسیله کوتوله سفید جذب می شود و این مواد در اطراف او شروع به گرم شدن می‌کنند و برای دورهٔ کوتاهی، کوتولهٔ سفید فعالیت شدیدی را آغاز می‌کند. این حالت که به نام nova و یا نواختر خوانده می‌شود، امکان مشاهدهٔ کوتوله سفید را برای مدتی ایجاد می کند. احتمالاً فعالیت جدید کوتولهٔ سفید به علت واکنش گداخت هسته ای در پوستهٔ خارجی آن است. در شکل (۴) این تحول را می بینید.



شکل(۴) پیدایش یک نو اختر در آسمان. در این تصویر چگونگی انتقال مواد از ستاره ای که غول سرخ شده به همراهش که کوتوله سفیدی است ارائه شده است. در چنین حالتی کوتولهٔ سفید مواد ستارهٔ همراه را که غول سرخ شده، جذب می کند. در اثر جذب این مواد، در درون

کوتولهٔ سفید، فرایند گداخت هسته ای برای دورهٔ کوتاهی انجام می گیرد. کوتولهٔ سفید نوری مانند ۱۰۰هزار خورشید از خود منتشر خواهد کرد. در چنین حالتی کوتولهٔ سفید با چشم غیر مسلح در آسمان دیده خواهد شد و به همین دلیل است که آنرا نواختر می نامند. در این تصویر مدار گلابی مانند را (Lobe de Roche) گویند. در ناحیه ای که نیروی گرانشی دو ستاره بر یکدیگر اثر می گذارد ، مر کز ثقل اثر جرمی دو ستاره برهم است. این نقطهٔ بین دو مدار را پتانسیل گرانشی لاگرانج (Lagrange de Point) گویند .

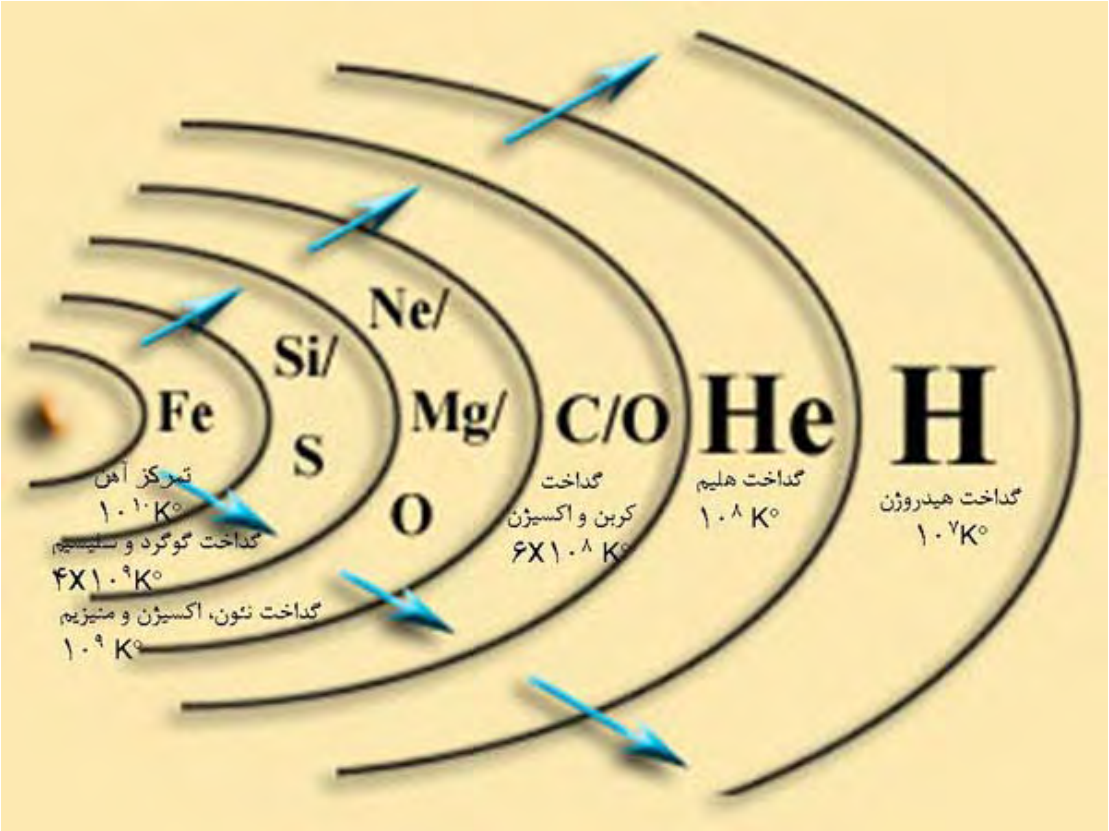
اَبَر نواختر

در طبیعت غیر از هیدروژن و هلیم، عناصر سنگین دیگری نیز وجود دارد. در بدن ما فسفر، کلسیم، آهن و در نباتات پتاسیم، سیلیسیم، منیزیم و در معادن انواع و اقسام عناصر از هیدروژن گرفته تا عنصر ۹۲ (یعنی اورانیم)وجود دارد. این عناصر در بوته زرگری کدام ستاره حاصل شده‌اند؟

در کیهان ستارگان بسیار عظیمی وجود دارند که جرم آنها از ۸ برابر جرم خورشید بیشتر بوده(البته تعداد آنها در بین ستارگان بسیار محدود است) و موقعی که مرحلهٔ اصلی زندگی آنها به پایان می‌رسد، در درون خود آنقدر مواد سنگین نظیر هلیم، کربن و اکسیژن دارند که قادر خواهند بود واکنش گداخت هسته ای را تا تولید عناصر بسیار سنگین ادامه دهند. بوتهٔ زرگری در قلب آنها به علت جرم بسیار زیاد پوسته، در هم فشرده شده و هلیم های حاصل از مرحلهٔ نخست زندگی تبدیل به کربن و اکسیژن می‌شوند و این دو نیز مواد سوختی جدید آن را تشکیل می‌دهند. دمای درونی در چنین مرحله‌ای از زندگی به ۶۰۰ میلیون درجه می رسد. در چنین درجهٔ حرارتی، مقاومت جوشن الکترواستاتیکی حاصل از بارهای متعدد هسته‌های کربن و اکسیژن و ازت در هم شکسته و در نتیجه با یکدیگر و یا با هسته‌های هلیم باقیمانده گداخته می‌شوند و عناصر سنگین تری نظیر فلئور، نئون و سدیم را به وجود می‌آورند. زنجیره‌های فراوانی از واکنشهای گداخت هسته ای عناصر با یکدیگر - که همه انرژی‌زا بوده و باعث بالا رفتن سریع دمای درونی ستاره می‌شود - پی در پی انجام

می‌گیرد. موقعی که درجهٔ حرارت به یک میلیارد می‌رسد، مثلاً نئون با هلیم گداخته شده و منیزیم تولید می‌کند، باز هم دمای درونی بالا می رود و به یک میلیاردونیم درجه می‌رسد. در این حالت اتمهای اکسیژن شروع به سوختن می‌کنند و از گداخت آنها با هم عناصر سنگین نظیر گوگرد، سیلیسیم و فسفر به وجود می‌آید. در سه میلیارد درجه، اتمهای سیلیسیم شروع به گداخت کرده و بیشتر از صد نوع واکنش گداخت (پیوست اتمها ته هم) انجام می‌گیرد و حرارت درونی این کوره شگفت‌انگیز را بالاتر و بالاتر می‌برد. هر چه عنصر تشکیل یافته سنگینتر باشد، زمان واکنش گداخت او کوتاهتر است. برای ستاره‌ای که ۲۵ برابر خورشید جرم دارد، زمان گداخت کربنها با یکدیگر ۶۰۰ سال، و زمان سوخت نئون یک سال و اکسیژن ۶ ماه و زمان سوختن سیلیسیم، فسفر و گوگرد یک روز بیشتر نیست.

مرحله نهایی گداخت عناصر با هم به عنصر آهن خاتمه می‌یابد، زیرا هستهٔ این عنصر جادویی شده ، تعداد ۵۶ پروتون و نوترون در هستهٔ آهن به نحوی به یکدیگر پیوند شده‌اند که انرژی واکنش گداخت اتمهای سنگین با دمای سه میلیارد درجه‌ای نه قادر به شکست آن و نه قادر به پیوست اتمی دیگر بر روی آن‌است. آرایش درونی چنین ستاره‌ای نظیر شکل درونی پیاز است. این ستتاره از پوسته‌های مختلف تشکیل یافته، پوسته‌های فوقانی از عناصر سبک نظیر هلیم، کربن و ازت، پوستهٔ دوم از کربن و اکسیژن، پوستهٔ سوم اکسیژن و نئون، پوستهٔ چهارم سیلیسیم، فسفر، گوگرد تشکیل شده است. سر انجام، در مرکز آهن جمع و متمرکز می‌شود. بر اثر واکنشهای پی در پی پوسته‌ها، به تدریج ذخیرهٔ آهن در قلب ستاره زیادتر می‌گردد. این ستاره‌ها را اَبَر غول Supergeantes می‌گویند و بزرگترین ستارگان عالم‌اند. اگر یکی از این ستاره‌ها را در محل کنونی خورشید قرار دهیم، تمام منظومه شمسی تا سیارهٔ پلوتون در آن قرار می‌گیرد، یعنی شعاعی معادل با ۵ میلیارد کیلومتر دارد. شکل (۵) نموداری از آرایش درونی این ستاره هیولایی عظیم است. دمای هرپوسته به پوسته دیگر صعودی بوده، به نحوی که نهایتاً درمرکز به ۱۰ میلیارد درجه می‌رسد.



« ـــــــــــــــــــــــــــ ۵ میلیارد کیلومتر ـــــــــــــــــــــــــــ »

شکل (۵) نموداری از فرایندهایی که در درون یک ستاره قبل از رسیدن به حالت ستارهٔ نوترونی اتفاق می افتد. در یک اَبَر غول سرخ در پوسته های خارجی فرایند گداخت هیدروژن تا مدتی ادامه دارد در این مرحله دمای این پوسته ۱۰ میلیون درجهٔ کلون است. در پوستهٔ بعد فرایندگداخت هلیم انجام می گیرد در این پوسته دما ده برابر بیشتر شده و به ۱۰۰ میلیون درجهٔ کلون می رسد. در پوستهٔ سوم گداخت کربن و اکسیژن انجام می گیرد دمای این پوسته ۶۰۰ میلیون درجهٔ کلون است. در پوستهٔ چهارم گداخت اتمهای نئون، منیزیم و اکسیژن انجام می گیرد و دما به یک میلیارد درجهٔ کلون می رسد. در پوستهٔ پنجم سلیسیم و گوگرد با هم گداخته می شوند و حاصل گداخت آنها اتمهای آهن است که میلی به گداخت

ندارد و دمای ۱۰ میلیارد درجهٔ کلون هم قادر به گداخت اتمهای آن نخواهد شد . از این رو اتمهای آهن در مرکز ستاره ذخیره می شوند.

قطر این ستاره ۵۰۰ بار بیشتر از قطر خورشید در مرحلهٔ اصلی زندگی خود است. ولی در مرحلهٔ نهایی مبدّل به اَبَر غول سرخ با شعاعی در حدود ۵ میلیارد کیلومتر می‌گردد. در مرحلهٔ اصلی زندگیش، به تدریج که واکنشهای گداخت هسته ای در پوسته‌های مختلف پیش می‌رود، قلب ستاره بزرگتر می‌شود و آهن که هیچ تمایلی برای واکنش گداخت ندارد (و یا به عبارت دیگر واکنش پیوست آهن انرژی زا نیست) در آنجا ذخیره می‌گردد. فشار درونی ستاره به تدریج اضافه شده و هسته‌های آهن در دریایی از الکترونهای تغییر ماهیت یافته غرق می‌شوند. اما فشار آنها قادر به مبارزه با نیروی گرانش نبوده و به ناچار الکترونها در داخل اتمهای آهن نفوذ می‌کنند. هر پروتون یک الکترون جذب می کند و تبدیل به نوترون می‌شود. براثر این عمل، پرتوهای گاماγ، ایکسχ و نوترینوυ به وجود می‌آیند که از مرکز به سوی قشرهای سطحی فرار می‌کنند. نوترونها که فاقد بار الکتریکی هستند، قادرند بدون آنکه دافعهٔ الکتریکی ایجاد کنند، به یکدیگر نزدیک شوند. این ذرّات حتی می‌توانند به صورت مماس بر هم در کنار یکدیگر قرار گیرند. در چنین حالتی دیگر فضای خالی بین اتمها وجود نخواهد داشت و چگالی مرکز ستاره به ناگاه به مقدار بی‌نهایت زیاد بالا می‌رود. در این حالت هر سانتی متر مکعب هسته بیش از ۱۰۰ میلیون تُن وزن خواهد داشت ($۱۰^{۱۴}$ گرم در سانتی متر مکعب).

پرتوهای گاما γ ، ایکسχ و نوترینو ν با سرعت از مرکز به سوی قشرهای سطحی روی آورده و خروج آنها توأم با انفجار عظیمی است که تصور آن بر روی زمین و برای ما انسانها غیر ممکن است. قشرهای سطحی ستاره به اطراف پراکنده شده و نوری بمراتب بیشتر از مجموع نورهای ستارگان موجود در کهکشان ما حاصل می‌گردد (۱۰میلیون بار بیشتر از نور خورشید). بعد از انفجار اَبَر غول، تقریباً تمام مواد آن از قبیل هیدروژن، هلیم، سیلیسیم و عناصر سنگینتر به اطراف پخش و پراکنده می‌شوند. با وجود این هستهٔ مرکزی که منحصراً متشکل از نوترون است، با چگالی بی‌نهایت زیاد و جرم اتمی ای در حدود $۱۰^{۵۶}$ (یعنی یک و

۵۶ صفر در مقابل آن) باقی می‌ماند. شعاع آن در حدود ۳۰ کیلومتر و جرم آن $۱۰^{۲۲}$ تُن(یعنی ده هزار میلیارد در میلیارد تُن) خواهد بود.

در مرکز توده‌های سحابی خرچنگ Crabe هستهٔ اتمیِ عظیمی معادل با حجم یک شهر در ابعاد متوسط، هر ثانیه سی بار به دور خود می‌گردد. فرض کنید که یک سانتی متر مکعب از این ستاره در دست ما باشد ـ غیر ممکن است، ولی این یک تصور است ـ و آن را بر روی قلهٔ هیمالیا (۸۸۰۰ متر از سطح دریا) رها کنیم. این قطعهٔ یک سانتی متر مکعبی، مانند گلوله‌ای که هوا را می‌شکافد، در قلب زمین فرو خواهد رفت و از طرف دیگر زمین بیرون خواهد آمد. یا اگر به فرض محال قطعاتی به مراتب کوچکتر از یک سانتی متر مکعب از این ستاره را مانند دانه‌های گندم بر روی زمین بپاشیم، همگی از طرف دیگر زمین بیرون آمده و زمین مانند یک آبکش سوراخ سوراخ خواهد شد. این ستاره باقیمانده بعد از انفجار اَبَر نواختر را ستاره نوترونی و یا تب‌اختر Pulsar گویند.

برای درک مطلب مثال ساده ای را در نظر بگیریم. فرض کنید سیّارهٔ زمین تحت تأثیر نیروی گرانشی بی نهایت زیاد خارجی که بر آن وارد می شود، قرار گیرد و این نیرو به حدّی باشد که الکترونها را تغییر ماهیت دهد و مجبور به دخول در اتمها کند. در چنین شرایطی تمام پروتونهای موجود در عناصرِ تشکیل دهندهٔ زمین تبدیل به نوترون خواهند شد و به طور مماس کنار هم قرار خواهند گرفت. در این صورت زمین مشابه ستارهٔ نوترونی خواهد شد و حجم آن تقریبا" برابر یک پرتقال و جرم آن ثابت باقی خواهد ماند. یعنی سیّارهٔ زمین تبدیل به پرتقالی خواهد شدکه $۵/۹۷ \times ۱۰^{۲۱}$ (یا ۶ هزار میلیارد در میلیارد تُن) وزن خواهد داشت.

اَبَر نواخترهای تاریخی

برای مشاهدهٔ حالت احتضار یک ستارهٔ غول پیکر، باید چشم به آسمان دوخت و سالهای زیادی صبر کرد تا این اتفاق جالب رخ دهد. ولی در طول تاریخ در طیّ ۳۰ یا ۴۰ قرنی که بشر به آسمان نگاه کرده و توانسته تغییرات آن را ثبت کند، ستارگان بسیاری به مرحلهٔ غول سرخ و یا هیولای عظیم سرخ رسیده و در آسمان منفجر شده اند و نور این انفجار بر روی

زمین با چشم غیر مسلح دیده شده است. خاطرات نجومی انسانها در تمدنهای مختلف جهان و در کتابهای نجومی آنها ثبت شده است، ولی متأسفانه تاکنون مطالعهٔ تاریخی دقیقی در زبانهای گوناگون از این شواهد عینی به عمل نیامده است. تنها حدود ۸ اَبَر نواختر تاریخی در یادداشتهای نجومی ملل مختلف یافته شده که فقط چندتای آنها دقیق و مشاهدات گوناگون ضبط شده در سرزمینهای متفاوت دربارهٔ آنها با هم مطابقت می‌کنند.

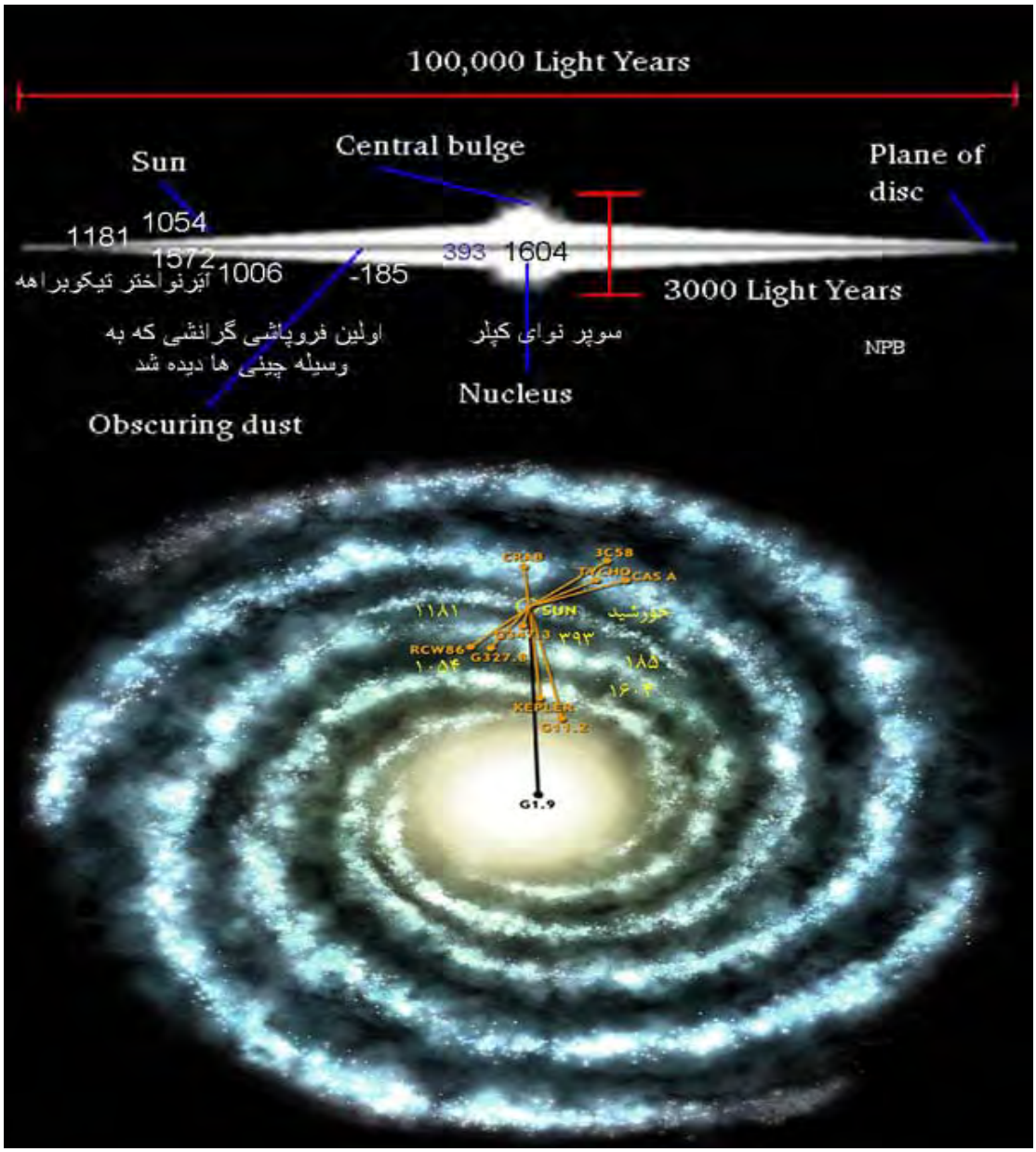
در کشورهای آسیایی و بخصوص آسیای شرقی اخترشناسان و طالع‌بینان به منظور تأمین خواسته‌های پادشاهان و حکمرانان به آسمان می نگریستند و طالع آنها و حوادث آینده را در جنبش ستارگان جست و جو و تفسیر و تعبیر می‌کردند. چینی‌ها بیشتر از همهٔ ملتهای جهان به این مسائل اعتقاد داشته و به آن اهمیت می‌دادند، ولی متأسفانه ۲۰۰ سال پیش از میلاد مسیح یکی از امپراتوران چین به نام چین شی هوانگChin-Shih-Huang دستور داد که کلیهٔ کتابهای نجوم را بسوزاننده و مبدأ تاریخ را از روز امپراتوری او، یعنی ۲۱۳ سال قبل از میلاد مسیح، محسوب کنند. در نتیجه کلیهٔ یادداشتهای نجومی آن زمان از بین رفت. خوشبختانه چین تنها کشوری نبود که به نجوم و ستاره‌شناسی علاقه نشان می‌داد. هزار سال قبل از میلاد مسیح، در ژاپن و کُره مشاهدات نجومی شروع شده بود و آنها نیز یافته های خود را یاد داشت می‌کردند. بر تاریخ دانان متخصص در علم نجوم واجب است که یاد داشتهای تاریخی سرزمینهای مختلف، بخصوص کشورهای شرق آسیا را مطالعه و ترجمه کنند و در اختیار اخترشناسان جهان قرار دهند. یادداشتهای منجمین کشورهای اسلامی، به ویژه ایران که به طور گسترده دربارهٔ شناخت کیهان است، به پیشرفت دانش بشر یاری بسیار کرده است. به جرئت می‌توان ادعا کرد که اروپایی که به مدت ۱۰ قرن در رکود علمی و خفقان قرون وسطایی به سر می‌بُرد، آغاز پیشرفت خود را مدیون دانشمندان و متفکرین ایرانی ـ که به نا درست عرب خوانده شده‌اند ـ است.

یادداشتهای باقی مانده در بارهٔ سه ستارهٔ نوا nova که توسط چینی‌ها مشاهده شده اند، بسیار مختصر است. اولین ستاره در سال ۱۸۵ پیش از میلاد مشاهده شده که به مدت ۲۰ ماه در صورت فلکی قنطروسCentaure ظاهر شد و دومین در سال ۳۹۶ میلادی به مدت ۸

ماه در صورت فلکی عقرب Scorpion و بالاخره آخرین آن در سال ۸۲۷ میلادی باز هم در صورت فلکی عقرب دیده شده است. گزارش موجود از ظهور اَبَر نواختر سال ۱۰۰۶ در صورت فلکی گرگLoup مطابقت کامل با یادداشتهای سرزمینهای مختلف دارد و در صحت آن شکی نیست. این اَبَر نواختر اولین بار در سر زمینهای اسلامی دیده شد و بنا به نوشته‌های باقی مانده در عراق، به مدت ۲۵ شبانه روز در آسمان درخشیده بود. کشیشهای قرون وسطای اروپایی و چینی‌ها و ژاپنی‌ها نیز ظهور آن را در آسمان دیده‌اند. بنابر توصیف و تفسیرهای مختلف متون سر زمینهای اسلامی، درخشش این ستاره از ربع قمر (یک چهارم درخشش ماه کامل) تجاوز می‌کرده است. (در شکل۷ محل اَبَر نو اخترهای تاریخی را بر روی کهکشان NGC۲۹۹۷ که مشابه کهکشان راه شیری است آورده اند. ابر نواختر تاریخی سال ۱۰۵۴ که در ژاپن و چین دیده شده است، از همه مشهورتر است. بقایای این اَبَر نواختر در توده سحابی خرچنگ و در صورت فلکی گاو(ثور) Taureau در فاصله ۶۰۰۰ سال نوری از ما هنوز دیده می‌شود. این اَبَر نواختر در سال ۱۰۵۴ فروپاشید و مواد آن با سرعتی نزدیک به ۱۱۰۰ کیلومتر در ثانیه به اطراف پراکنده شد و با وجود آنکه ده قرن از انفجار آن می‌گذرد، صدها هزار بار بیشتر از خورشید انرژی به اطراف پراکنده کرده و می‌کند. مرکز آن در اثر گرانش زیاد تبدیل به ستارهٔ نوترونی شده و در هر ثانیه ۳۰ بار نور بسیار شدیدی از خود منتشر می‌کند. این نور در اثر چرخش این ستارهٔ بسیار کوچک ولی خیلی فشرده به دور خود است. این چرخش را **تناوب ستاره** گویند. در سال ۱۹۶۹ تناوب آن، یا زمان لازم برای هر چرخش ۰/۰۳۳۰۹۹۳۲۴ثانیه بود. در هر قرن تناوبش به اندازه ۰/۰۰۰۱۲ ثانیه تنزل می‌نماید. این نوع ستارگان نوترونی پولسار Pulsar یا تب‌اختر نامیده می شوند. دقیق‌ترین ساعتهای عالم را تشکیل می‌دهند. در سطور آینده، دلیل چرخش آنها را بیان خواهم کرد.

تفسیری که چینی‌ها از انفجار این ستاره نموده‌اند، بسیار کامل است. در چهارم ژوئیه سال ۱۰۵۴، یانگ وی‌ته اخترشناس دربار چین مشاهده کرد که در آسمان ستارهٔ خارق‌العاده‌ای در فاصلهٔ مختصری از خورشید ظاهر شده که نورش به مراتب از زهره و یا ستارگان دیگر آسمان بیشتر است. وی نام آن را "ستاره مهمان" گذاشت و به امپراتور چین

خبر رسیدن چنین ستاره‌ای را به عنوان نشانه ای از بخت مساعد مژده داد. "ستارهٔ مهمان" به مدت ۲۳ روز در روز روشن و به مدت دو سال دیگر در شبها دیده می‌شد. این اخترشناس شاهد انفجار مشهورترین اَبَر نواختری بود که درخشش آن ۲۵۰ میلیون بار بیشتر از نور خورشید بوده است.



شکل(۶) در بالای تصویر، نموداری از برش روبه رویی و در زیر آن برش قطری کهکشان راه شیری آورده شده است. این کهکشان قطری معادل ۱۰۰.۰۰۰ سال نوری دارد و ضخامت آن در مرکز برابر ۳۰۰۰ سال نوری است. محل اَبَر نو اخترهای تاریخی در برش روبرویی با ذکر تاریخ انفجار و در برش قطری تاریخ و علامت اختصاری اختر شناسی و محل خورشید در آن آورده شده است. در این تصویر تنها ۸ سوپرنوای تاریخی آورده شده است و آن چنان که مشاهده می شود این نواخترها که به وسیلهٔ اختر شناسان سرزمینهای مختلف دیده شده اند، چندان دور از خورشید نیستند. در واقع در ناحیه ای که به زحمت ۱۰ در صد صفحهٔ کهکشان است، قرار دارند. در دوران تمدن ده هزار سالهٔ بشر، شاید هزاران نواختر در صفحهٔ کهکشان ما منفجر شده و هر یک نوری معادل هزاران میلیون خورشید از خود منتشر کرده اند. اما چرا نور آنها به چشم افراد بشر نرسیده است؟ کهکشانها مملو از گرد و غبار و توده های ابری(سحابی) کم و بیش فشرده اند و این توده های سحابی مانع از نفوذ نور انفجار به نقاط دور دست کهکشان می شوند.

اگر مایل به مطالعه بیشتر در مورد نواختران و اَبَر نو اختران، هستید به کتاب "ستارگان، زمین و زندگی" مراجعه کنید.

تب اختر یا فانوس دریایی در آسمان

اگر چه نوترون بار ندارد ولی یک ستارهٔ نوترونی به مقدار بسیار زیاد حالت مغناطیسی[۱] دارد و خطوط میدان مغناطیسی آن ذرّات باردار نظیر پروتون و الکترون را حول محور چرخش خود هدایت می‌کند. این عمل باعث تولید و انتشار یک دسته امواج رادیویی

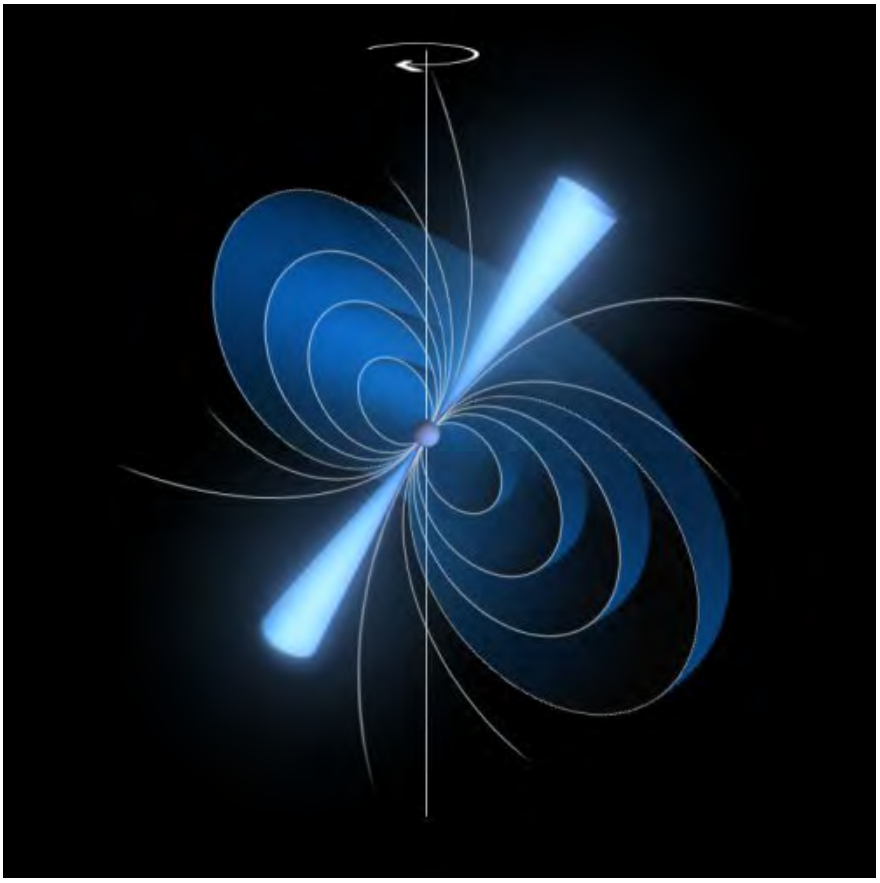
۱. نوترون با وجود آنکه از نظر بار الکتریکی خنثی است، دارای گشتاور مغناطیسی است، ولی کمتر از پروتون که بار مثبت دارد (حدود ۶۸ درصد). بنابراین ستارهٔ نوترونی که از ۱۰۰میلیارد در میلیارد در میلیارد در میلیارد در میلیارد در میلیارد ($۱۰^{۵۶}$) نوترون درست شده، مسلماً میدان مغناطیسی بسیار با اهمیتی خواهد داشت.

می‌شود که اطراف ستاره و همزمان با چرخش آن در فضا پراکنده می شود. هنگامی که مسیر یک دسته از امواج در جهت رادیو تلسکوپ زمین واقع می‌گردد، (مشابه چرخش یک فانوس دریایی به دور خود) در زمانهای مساوی(یعنی هر ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه یک بار که مصادف با دَوَران زمین به دور خود است) این امواج توسط آنتن‌های زمینی دریافت می شود. این پدیده به علت عدم تطابق محور چرخش و محور مغناطیسی ستاره نوترونی است.

این توجیه بلافاصله به وسیله همه متخصصان پذیرفته شد و آنتونی هویش استاد دانشگاه کینبریج که این پدیده را یافته بود، جایزهٔ نوبل سال ۱۹۷۴ را به خاطر تحقیقاتش در مورد رادیو تلسکوپ به دست آورد.

چرا چرخش میدان مغناطیسی نقش مهمی در پولسار دارد؟ با توجه به اینکه ستارهٔ نوترونی نتیجهٔ انهدام گرانشی مرکز ستاره‌ای بسیار بزرگ و در حال چرخش است و نیز با توجه به اینکه گشتاور زاویه‌ای مقدار اولیه خود را حفظ می‌کند (بقای گشتاور زاویه‌ای). بعد از انهدام گرانشی، ستاره تقریباً جرم اولیه خود را نگه داشته، ولی حجمش چندین میلیون بار کوچکتر از حجم اولیه می‌گردد. در نتیجه، شعاع آن کوچک شده است. از سوی دیگر گشتاور زاویه ای همیشه مقدار ثابتی است و متناسب با جرم و شعاع و سرعت زاویه ای ستاره است. وانگهی چون جرم عملاً تغییر نکرده و شعاع کوچک شده است، به ناچار می‌بایست که سرعت دَوَرانی ستاره زیاد گردد. از طرف دیگر، به علت آنکه بر اثر انهدام گرانشی خطوط میدان مغناطیسی به هم نزدیک می‌شوند، لذا این میدان نیز تشدید می‌گردد.

در حقیقت ستارهٔ نوترونی یک کوتولهٔ سفید است که حجمش بی‌نهایت کوچک شده و شعاعی در حدود ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر دارد. در شکل۷ نموداری از پولساری را که گروه اختر شناسان فرانسوی مورد پژوهش قرار داده اند آورده ایم. این اختر شناسان موفق به کشف مهمی در مورد پولسارها شده اند و نتیجه آن در مجله علم *Science* به تاریخ ۲۵ فوریهٔ ۲۰۱۳ آورده شده است.



شکل(۷) نموداری از میدانهای الکترو مغناطیسی و رادیویی همراه با انتشار پرتو ایکسχ در اطراف یک تب اختر(پولسار). اخیرا" اختر شناسان فرانسوی به کمک ماهوارۀ نیوتن(MM-Newton) و رادیو تلسکوپ لوفار(Lofar) این تب اختر را رصد کرده اند. به مدت طولانی امواج رادیویی و امواج ایکسχ منتشره از این تب اختر را ظبط کرده و مورد مطالعه قرار داده و به نتایج حیرت انگیزی دست یافته اند. این نتایج مغایر با نظریۀ تب اختران می باشد. این تب اختر دو حالت متفاوت دارد: حالت فعال و حالت آرامش. انتشار امواج رادیویی و انتشار پرتو ایکس آن درچند ثانیه تغییر می کنند. هنگامی که امواج رادیویی آن قوی و منظم است علائم پرتو ایکسχ آن ضعیف است و بر عکس هنگامی که علائم پرتو ایکسχ قوی است، امواج رادیویی آن ضعیف می باشند. عجیب تر آنکه این تغییرات در مرحلۀ فعالیت چند ثانیه

ای تب اختر رخ می دهد. سپس حالت آرامش ساعتهای متوالی ادامه می یابد. دلیل این تغییرات همان اندازه که حیرت انگیز است مهم نیز می باشد و نظریهٔ کنونی تب اختران چنین حالتی را پیش بینی نکرده است. پژوهشگران فرانسوی معتقدند دلیل این تحولات تغییرات سریع و ناگهانی در مجموعهٔ میدان مغناطیس اطراف تب اختر است.

از مجلهٔ L'Observatoire de Paris تاریخ ۲۰ مارس ۲۰۱۳.

باید توجه داشت که در این تبدیلات تقریباً جرم ثابت مانده است و از آنجا مقایسه چگالی که عبارت است از جرم واحد حجم $D=m/v$ نتیجه می‌شود. اگر چگالی کوتوله سفید حدود ۸۰۰ کیلوگرم در سانتیمتر مکعب است، چگالی ستاره نوترونی باید ۱۰۰ میلیون تُن و یا بیشتر باشد.

خورشید هر ۲۵ روز یک بار به دور خود می‌چرخد؛ ستارگان نوترونی در هر ثانیه بین ۳۰ تا ۶۶۰ بار(برحسب جرم و شدت میدان مغناطیسی آنها) به دور خود می‌گردند. اگر شدت میدان مغناطیسی خورشید و زمین با هم برابر و معادل با یک گوس[۱] Gauss باشد، شدت میدان مغناطیسی یک کوتولهٔ سفید حدود ۱۰۰ میلیون گوس است. در حالی که همین شدت برای ستارهٔ نوترونی در حدود هزار میلیارد گوس خواهد بود. همین ویژگیها ست که به ما اجازه می‌دهد تا ستارهٔ نوترونی را تشخیص دهیم. مسلماً این تشخیص در قلمرو مشاهدات عینی نخواهد بود، زیرا با وجود آنکه دمای سطحی ستارهٔ نوترونی بیش از ۱۰ میلیون درجه است، ولی به علت دور بودن و کوچک بودن، ابعاد آن دیده نمی‌شود. در واقع جسمی که ابعاد آن از ۳۰ کیلومتر تجاوز نمی‌کند، از فاصله‌ای معادل با چند سال نوری قابل رؤیت نیست. امّا پولسارهای خرچنگ و سفینه به علت آنکه تپشهای نوریشان، هماهنگی با امواج رادیویی آنها دارد، در فضا دیده شده‌اند، ولی شدت نور آنها ۲۰ میلیارد بار کمتر از ستاره شباهنگ B است. در عوض، چرخش میدان مغناطیسی، امکان تشخیص آنها را نه تنها روی امواج رادیویی، بلکه

---

[۱] بزرگترین میدان مغناطیسی که بطور مصنوعای به وسیلهٔ آهن‌ربا های الکتریکی بر روی زمین ساخته‌اند، ماکزیمم ۳۰۰ گوس بیشتر شدت نداشته‌است. برای ساختن چنین میدانی، وزن آهن ربا ها بیش از ۱۰ تُن بوده است.

به وسیلهٔ امواجی با طول موج بسیار کوتاه (یعنی انرژی بسیار بالا) از قبیل پرتوهای γ گاما وایکس χ میسر می‌سازد.

ستارهٔ نوترونی در واقع آهن‌ربای بی‌نهایت بزرگی است که به دور خود می‌چرخد و مشابه یک مولد برق بسیار عظیم عمل می‌کند. مولدهای برق در شهرهای ما می‌توانند جریان برقی با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت تولید کنند، حال آنکه یک ستارهٔ نوترونی که یک چرخش در ثانیه دارد می‌تواند اختلاف پتانسیلی برابر با $۱۰^{۱۶}$ (یک و شانزده صفر مقابل آن) ولت به وجود آورد. باز هم در اینجا نوعی مبارزهٔ مادّه با نیروی گرانش شروع شده است و تعادلی بین این نیرو و نیروی الکتریکی حاصل از میدان مغناطیسی ستاره برقرار می‌گردد. این میدان الکتریکی شدید قادر است ذرات باردار را از جرمِ به هم فشرده و متراکم ستارهٔ نوترونی یا پولسار جدا کند. ذرات جدا شده شتاب فراوانی کسب کرده و از خود پرتوهای گاما γ با انرژی بسیار زیاد تولید می‌کنند. این پرتوها قادر نیستند از میدان مغناطیسی شدید موجود در اطراف ستاره خارج شوند، در نتیجه به ناگزیر تحت تأثیر این میدان تغییر ماهیت داده و تبدیل به یک زوج الکترون منفی و مثبت می‌شوند. الکترونهای حاصل بعد از برخوردهای فراوان با ماده و کندن الکترونهای جدیدی از آن، انرژی جنبشی خود را از دست می دهند و زمانی که این انرژی نزدیک به صفر می‌شود، الکترون منفی و مثبت با هم ترکیب شده و تغییر ماهیت می‌دهند و تبدیل به دو پرتوگامای γ کم انرژی می‌شوند. این پدیده را **آبشار** (Cascade) می‌گویند، زیرا به ازای یک ذرهٔ کنده شده از تودهٔ متراکم ستاره، هزاران پرتو گاما γ از آن فرو می‌ریزد. این عمل نیز نوعی مبارزه با نیروی گرانش است که مشابه تلاشهای ستارگان دیگر، نهایتاً به پایان می‌رسد و همان‌گونه که سرنوشت یک ستاره در جرمش نوشته شده است، در مورد یک پولسار چرخش آن نیز تابعی از جرم آن است. تناوب پولسار در طی زمان بتدریج کاهش می‌یابد و چون میدان مغناطیسی مسبب آزاد شدن انرژی از سطح پولسار است، لذا اندازهٔ کاهش تناوب ستاره می‌تواند معیاری ازمیدان مغناطیسی ستاره نوترونی یا پولسار باشد.

تب اختران جوان معمولاً سریعتر از سالخوردگان می‌چرخند. پولسار خرچنگ که بسیار جوان و مربوط به انهدام اَبَر نواختر سال ۱۰۵۴ میلادی است، ۳۳ بار در هر ثانیه به دور خود می‌چرخد، در صورتی‌که تب اختران بسیار قدیمی، هرچند ثانیه یک بار به دور خودگردش می کنند. کاهش سرعت چرخش تب اختران معمولاً بین $۱۰^{-۱۲}$ تا $۱۰^{-۱۹}$ ثانیه در هر ثانیه است. این مقدار کاهش بسیار ضعیف، ولی قابل اندازه‌گیری است. موقعی که چرخش تب اختر خیلی کند شود، انتشار امواج رادیویی آن قطع می‌گردد. عمر متوسط تب اختران معمولاً حدود چند میلیون سال است. تب اختر بسیار سریعی که در هر ثانیه ۶۶۰ بار به دور خود می‌چرخد، در سال ۱۹۸۲ کشف شد. کُند شدن سرعت چرخش آن بی‌نهایت ضعیف است و در نتیجه این تب اختر دقیقترین ساعت جهان را تشکیل می‌دهد و به مراتب دقیق‌تر از ساعت ساخته شده از سزیم[۱] بر روی زمین است. کاهش چرخش این تب اختر $۱۰^{-۱۹}$ ثانیه در هر ثانیه است و به راحتی می‌توان حساب کرد که در طی ۱۰۰ هزار سال فقط یک میلیونیم ثانیه عقب افتاده است. (یعنی از زمانی که شبه‌انسانهای هموساپین افریقا را ترک کرده و به سوی کشورهای آسیایی و اروپایی روی آورده‌اند)

این تب اختر بسیار سریع را PSR ۱۹۳۷+۲۱ نام‌گذاری کرده‌اند. اعداد ۱۹۳۷ معرف ۱۹ ساعت و ۳۷ دقیقه مختصات فضایی تب اختر و $^{\circ}$۲۱+ درجه انحراف آن است. این تب‌اختر، معمایِ نظریِ خاص و با اهمیتی را به وجود آورده و با توجه به ضعیف بودن کاهش سرعت آن باید گفت که شدت میدان مغناطیسی اش ۱۰ هزار بار کمتر از شدت میدان مغناطیسی تب اختر خرچنگ (۱۰۵۴) و سفینه است و با در نظر گرفتن کمبود میدان مغناطیسی آن نسبت به این دو تب اختر، می‌توان گفت که بسیار قدیمی است. ولی چرا اینقدر سریع می‌چرخد؟ معمای نظری همین است.

---

۱ ساعت اتمی، بر اساس تجزیهٔ رادیو اکتیویته سزیم $Cs^{۱۳۷}$ است که نیمه عمری معادل ۳۰ سال دارد، ساخته شده است.

سیاهچاله

کوتوله‌های سفید یا سیاه و ستارگان نوترونی یا تب اختران، جسدهای ستارگان عظیمی هستند که سالهای سال در آسمان آبی می‌درخشیده اند و احتمالاً کانونهای متعدد زندگی را در شعاع خود روشن می‌کرده‌اند. اکنون نیروی گرانش بر آنها غلبه کرده و بعد از محو و نابود کردن سیّارات خود و از بین رفتن موجودات احتمالا" ساکن در آنها، به سرنوشت نهایی خود رسیده اند. اما سیاهچاله‌ها که آنها نیز جسد ستارگان غول‌پیکری هستند، یکی از مجهولات کیهانی مورد بحث دانشمندان و اخترفیزیک‌دانان اند. این پدیدهٔ مجهول هنوز بکلی حل نشده و جنبه‌های نامعلومی دارد.

میشلMichell و لاپلاسLaplace فکر می‌کردند که ستارگان بزرگ غیرقابل رؤیتی باید وجود داشته باشند؛ ولی آنها کوچکترین اطلاعی از مکانیسمی که منجر به ایجاد آنها می‌شود نداشتند. این دو اگرچه در علم جلوتر از دیگران بودند، ولی از اطلاعات کنونی که مکانیک کوانتایی و نسبیت عام انیشتین در اختیار ما نهاده بی بهره بودند.

ظهور مجدد نظریهٔ سیاهچاله‌ها و توجه به مبدأ آنها که انهدام گرانشی است، مربوط به سال ۱۹۳۹ می‌باشد. رابرت اوپنهایمر Robert Oppenheimer پدر بمب اتمی، که پیشتر نیز بر روی ستارگان نوترونی پژوهش کرده و نظریات کاملاً درستی در بارهٔ مکانیسم آنها ارائه کرد. پیش‌بینی نظری وجود سیاهچاله‌ها در آسمان متکی بر سه اصل مهم است:

۱. هیچ نیروی طبیعی قادر به تحمل جرم سردی سه برابر جرم خورشید نیست (منظور از جسم سرد، ستاره‌ای است که در آن واکنش هسته‌ایِ گداخت دیگر انجام نمی‌گیرد).

۲. بیشتر ستارگان گرم قابل رؤیت، جرمی سه برابر خورشید دارند.

۳. زمان لازم برای اینکه ستارهٔ عظیمی کلیهٔ مواد سوختی هسته‌ای خود را مصرف کند و متحمل انهدام گرانشی شود، در حدود یک و یا حداکثر چند میلیون سال است. بنابراین چنین پدیده‌ای مسلماً در کهکشان ما که عمری بیشتر از ۱۰ میلیارد سال دارد بارها اتفاق افتاده است.

اخیرا" ثابت شده که در مرکز اغلب کهکشاهای عالم یک **سیاهچالۀ بسیار وزین** Supermassif وجود دارد. مشاهدات بسیار دقیق با توجه به تحرکهای مداری (اُربیتالی) ستارگان نزدیکتر به هسته کهکشان راه شیری کاملا" مشخص کرده اند که سیاهچالۀ مرکزی کهکشان ما جرمی معادل با(۰/۲ ±۲/۶) میلیون برابر جرم خورشید را دارد. درسال ۲۰۰۲ اختر شناسان با توجه به حرکت ستاره ای در صورت فلکی ساجیتر به نام Sagittareius Á مشاهده نمودند که این ستاره در مداری به فاصله ۱۷ ساعت نوری از مرکز سیاهچاله کهکشان راه شیری، دوران دارد. ماهواره پژوهشیChandra همچنین مشخص کرد که در مرکز کهکشانNGC٦٢٤٠ دو سیاهچاله بسیار وزین که یکی در مدار دیگری دوران دارند.

یک سیاهچاله دارای جرمی مشخص است که در نقطه ای به نام تکینگی Gravity Singularity متمرکز است. این جرم امکان مشخص کردن کره ای را به دست می دهد که اُفق Horizon سیاهچاله نامیده می شود. این اُفقِ متمرکز شده بر نقطۀ تکینگی، شعاع حدّ نزدیک شدن به سیاهچاله را مشخص می کند که مانع از خروج پرتوها از سیاهچاله می شود. این کره به نوعی گسترش فضایی قدرتِ نهاییِ سیاهچاله را معلوم می دارد. برای سیاهچاله ای با جرمی برابر با جرم خورشید این اُفق فقط ۳ کیلومتر است. در فاصله های میلیون کیلومتری از اشیاء، سیاهچاله ها آثار محسوسی از خود نمایش نمی دهند. برای مثال اگر خورشید با همین جرم کنونی اش سیاهچاله ای باشد و افق آن فقط ۳ کیلومتر باشد، تغییری در مدار سیارات آن(حتی عطارد) ایجاد نخواهد شد.

سیاهچاله ها انواع متفاوت دارند،اگر سیاهچاله ای از فروپاشی گرانشی ستاره ای حاصل شده باشد آنرا سیاهچاله ستاره ایStellair می نامند. سیاهچاله های واقع در مرکز کهکشانها را که جرمی معادل یا بیشتر از چندین میلیارد جرم خورشید دارند سیاهچاله بسیار وزین Supermassif و یا سیاهچالۀ کهکشانی می نامند.

مدلهایی از انفجار یک اَبَر نواختر که به وسیلۀ رایانه های بسیار قوی محاسبه شده است، نشان می‌دهند که در دو حالت ممکن است این ستاره نهایتاً تبدیل به سیاهچالۀ ستاره ای شود:

۱. هنگامی که مرکز ستاره تغییر ماهیت داده و جرمش از حدّ پایداری ستاره نوترونی بیشتر باشد. انهدام گرانشی، ستاره را اجباراً مبدل به سیاهچالهٔ ستاره ای می‌نماید.

۲. هنگامی که جرم مرکز ستاره کمتر از جرم بحرانی است، ولی ستاره در موقع تحول جرم زیادی از دست نداده باشد. در چنین حالتی ابتدا ستارهٔ نوترونی تشکیل می شود و چون نمی‌تواند جرم غشای خارجی را تحمل کند، لذا ناپایداری در آن حاصل می‌گردد و زیربار نیروی گرانشی منهدم شده و بالاخره مبدل به سیاهچاله می‌شود.

به این فرضیه می‌توان فرضیهٔ دیگری نیز اضافه کرد و آن اینکه ستارهٔ نوترونی در درون یک اَبَرنواختر به وجود آمده و در دراز مدت مواد خارجی موجود در فضا را جذب می کند و یا اینکه ستارهٔ نوترونی همراه با ستارهٔ دیگری است که شروع به تحول کرده و قسمتی از مواد آن توسط ستارهٔ نوترونی جذب شده است. بر اثر این افزایش جرم در هر دو حالت، نیروی گرانش بسیار گشته و جرم ستارهٔ نوترونی از جرم بحرانی بیشتر شده و در نتیجه مغلوب نیروی گرانش و متحمل انهدام گرانشی و مبدل به سیاهچالهٔ ستاره ای می گردد.

به طورخلاصه، سیاهچاله از نظر تحول کیهانی عبارت است از پیروزی نیروی گرانش بر مادّه. برای یک اختر فیزیک‌دان، سیاهچاله محلی شگفت‌انگیز از جهان است، محلی با آنچنان نیروی گرانشی که قادر است هرچه در اطرافش وجود دارد به سوی خود بکشد ببلعد، خاکستر ستارگان، خود ستارگان و حتی نور را. پرتگاهی وحشتناک است که به علت بلعیدن نور، در فضا نامرئی است. هیچ کس سیاهچاله را ندیده است. هرچند که نظریه‌ها و مشاهدات تجربی ماهیت درونی آنها را هنوز به طور مسلم مشخص نکرده، ولی قطعاً وجود دارند.

مبدأ خورشید

خورشید ما ستاره‌ای از نسل دوم(و شاید از نسل سوم) است. از انفجار اولیه(مَهبانگ) تا پیدایش منظومهٔ شمسی کم و بیش ۱۰ میلیارد سال گذشته است. در طی این ۱۰ میلیارد سال چه بسا اَبَرنواختران متعددی پی‌درپی به وجود آمده اند و پس از وقوع واکنشهای زیاد

هسته‌ای در درون آنها، منفجر شده اند و بقایای آنها ستارگان عظیم دیگری را به وجود آورده‌اند. چنان که در سطور قبل گفته شد، در درون یک اَبرنواختر، انواع واکنش‌های گداخت تا رسیدن به عنصر آهن و نیز در اثر واکنشهای جانبی تا تولید عناصر به مراتب سنگین‌تر نظیر جیوه، پلاتین سرب... و اورانیم ـ البته به نسبتی بمراتب کمتر از آهن ـ به وجود آمده است.[1] با توجه به نسبت درصد عناصر طبیعی موجود در پوسته و اعماق زمین و تجزیهٔ سنگهای آسمانی و یا سنگهای آورده شده از کرهٔ ماه و یا مریخ متوجه می‌شویم که وجود این عناصر در سیارات و یا به طور کلی در منظومه شمسی نمودار تحولات پی‌درپی در ستارگان بسیار عظیمی است که عمر زیاد طولانی نداشته و برعکس در عمر کوتاه خود توانسته‌اند عناصری سنگین‌تر به وجود آورند. پس از انفجار این ستارگان، تودهٔ ابرها وخاکسترهای آنها به اطراف پراکنده شده و هر قسمت در گوشه‌ای از کهکشان توده ابرهای جدید و متعددی که محتوی هیدروژن، هلیم و عناصر طبیعی تا اورانیم هستند تشکیل داده‌اند. برخی از این توده‌ها حالت تعادل به خود گرفته و همان‌گونه باقی مانده‌اند و برخی دیگر بر اثر عدم تعادل و یا واقع شدن در حوزهٔ امواج حاصل از انفجار اَبرنواختری دیگر، مجتمع گردیده و از آنها ستاره‌ای با سیارات جدیدی حاصل شده است.

تمام موادی که اطراف خود و برروی زمین می‌بینیم، نتیجهٔ تحولات پی‌درپی این ستارگان غول پیکر است. در بوتهٔ زرگری این ستارگان بیش از ۹۲ عنصر مختلف به کمک واکنش گداخت و یا واکنشهای جانبی تشکیل یافته اند. از اتحاد و پیوند منحصرا" چندتایی از این عناصر، موجودات زندهٔ روی زمین به وجود آمده اند. زندگی و هرچه بر روی زمین یافت می‌شود، حاصل از مرگ ستارهٔ مادر و دختر و دخترهای دیگر و نیز تولد خورشید است. بدن من و شما از خاکستر ستارگان حاصل گشته و فراوانیِ نسبیِ عناصر مختلف موجود در کرهٔ

۱تشکیل عناصر سنگینتر از آهن از نوع واکنش گداخت Fusion نبوده، بلکه از واکنش جذب ذرات توسط اتمهای سنگین حاصل گردیده‌اند. یعنی عملاً مشابه واکنشهای سنتز عناصر سنگین‌تر از اورانیم در اکسلراتورها و راکتورهای اتمی. برای آشنایی بیشتر با این واکنشها به کتاب " انرژی اتمی" نوشته نگارنده که در وب سایتم به صورت رایگان آورده شده است مراجعه کنید.

زمین مطابق با فراوانیِ نسبیِ این عناصر در کیهان بوده و طیف ستارگان گواه این حقیقت است. در شکل (۳) صفحهٔ ۱۰۳ تولد و دوران اصلی زندگی خورشید و سرانجام فروپاشی آنرا مشاهده کردیم.

منظومه‌های دیگر در فضا

به علت نور فراوان ستارگان، تشخیص سیارات آنها از روی زمین بسیار مشکل است. با وجود این، مکانیسم تولد منظومه‌هایی نظیر منظومهٔ شمسی از فرضیه های بسیار مسجل اختر فیزیکدانان است و حتی از پدیدهٔ مَهبانگ که چگونگی تولد جهان را تفسیر می‌کند، مطمئن‌تر است. تلسکوپهای زمینی و یا مستقر در مدارات زمین و به‌خصوص تلسکوپ هابل، در چند سال اخیر در غالب نقاط آسمان صفحات گرد و غباری به وضوح تشخیص می‌دهند که در درون آنها ستارگان متولد شده و یا خواهند شد. پژوهشگران ده تایی از این صفحات را در ناحیه بازوی شکاری (اوریون)، در صورت فلکی ثور و درصورت فلکی افعی مشاهده کرده‌اند، برخی از آنها بسیار کهنسال هستند و شاید تاکنون سیاراتی را تشکیل داده باشند، مانند صفحات گرد و غبار گرفته‌ای که در اطراف ستارهٔ بتا پیکتوری و در صورت فلکی کارگاه نقاشی و در اپسیلون نهرالاردن و در سفینه دیده می‌شوند.

تاریخچه جستجوی منظومه های دیگر در فضا

در سال ۱۹۹۵ با کشف اولین اکزوسیاره به وسیلهٔ پژوهشگران سویسی(میشل مایر و دیدیه کئولوز) فکر برنامه ریزی و پژوهش بر روی ماهواره ای که بتواند اکزو سیاره ها را شناسایی و یا با اصطلاح شکار کند در بین پژوهشگران مرگز ملی مطالعات فضایی فرانسه جوانه زد. آنی باگلن پژوهشگر رصد خانهٔ پاریس با همت و پشتکار فراوان ایدهٔ ساخت ماهواره ای را که بتواند ستارگان را در زمان طولانی و ثابت رصد کند پیشنهاد کرد. این ماهواره باید از تغییرات مختصری که در لرزشهای گرانشی به وجود می آید و نیز تغییرات بی نهایت کوچک در نور آنها که ناشی از عبور سیارات این ستارگان از مقابل ستارهٔ مادر پدید می آید عکس برداری

می کرد. اجرای این طرح با دشواریهای مالی بسیاربه مدت ۱۱ سال طول کشید.

در ۲۷ دسامبر این سال این ماهواره که کوروت نامیده شد[۱] از پایگاه بایکونور قزاقستان به کمک موشک سایوز روسی، به فضا پرتاپ شد و بعد از ساعتی در مدار ویژه ای واقع بر روی حفرۀ گرانشی قطبی زمین و در ارتفاع ۸۹۶ کیلومتری از زمین جای گرفت. برای رسیدن به حال تعادل دیافراگم تلسکوپ آن را در ۱۷ ژانویه ۲۰۰۷ باز کردند. انتخاب مدار قطبی برای ثابت ماندن ماهواره بر روی ستارگان، به مدت طولانی بدون تغییر صورت گرفته است. البته این انتخاب مسائلی را هم پیش می آورد از جمله اینکه هر شش ماه یک بار ماهواره باید پشت و رو شود تا نور خورشید و نور های مزاحم زمینی مانع از روئیت مطلق در تاریکی آن نشوند.

آنی بگلن مسئول واقعی پروژه کورو می گفت[۲]تعداد ستارکانی که سیاره دارند بسیار زیاد است و کورو خرمنی از اطلاعات در باره آنها به دست ما داده است. در ۳۰۰ روزی که از پرتاپ این ماهواره می گذشت کورو امکان ترسیم ۱۲۰۰۰ منحنی پرتوهای نوری را به زمین مخابره کرده است و ۴۰ ستارۀ قابل بازرسی را در حافظه خود قرار داده است. ونیز اضافه می کند که این نتایج قابل توجه به دلیل آن بوده است که کورو تنها ماهوارۀ فضایی است که می تواند بدون حرکت و به مدت طولانی و در تاریکی مطلق ستاره ای را تحت دیدرس خود قراردهد. آنی بگلن می گوید تعداد ستارگانی که سیاره دارند آنقدر زیاد است که به ناچار باید به زودی برای آنها دسته بندی که مشخص کنندۀ ساختار درونی شان بشد ابداع کنیم. کورو در اواسط سال ۲۰۱۳ به پایان عمر بهره دهی خورد رسید و خاموش شد. تعداد اکزوسیاره های یافته شده به وسیلۀ کورو بیش از ۲۷۰ بوده است.

تلسکوپ کورو فقط ۲۷ سانتیمتر قطر دشت، با توجه به مؤثر بودن کورو آمریکایها در

---

[۱] کلمه کورو CoRoT مخف کلمات همین طرح است.

(Convection, Rotation et Transits planétaires) یعنی مطالعه آستروسیسمو لوژی(Astérosismologie) ستارگان و مطالعه عبور اکزوسیاره از مقابل ستاره مادر است.

[۲] بنابر (flashespace.com(CoRoT,un télescope zen

سال۲۰۰۸ ماهواره ای بزرکتر به نام کپلر(Kepler) و با تلسکوپی وسیعتر و با قطر یک متر و بسیار پیش رفته تر بر اساس ساختار و مدار استثنایی تر از مدار کورو ، به فضا فرستادند. برنامه کاری تلسکوپ کورو در سپتامبر ۲۰۱۳ به پایان رسید و این ماهواره برای همیشه خاموش شد.

داوید هوگز، اخترشناس معروف انگلیسی، با محاسبات احتمالی خود بر روی رایانه های بسیار پیشرفته، معتقد است که ۴ درصد ستارگانی که متولد می‌شوند، سیاراتی در مدارات آنها به‌وجود می‌آید. در صفحه کهکشان ما باید چند صد میلیارد ستاره وجود داشته باشد. ۴۰ میلیارد از این ستارگان منظومه ای کم و بیش شبیه منظومهٔ شمسی با تعداد متغیری سیارات در مدارات آنها تشکیل یافته است. یا در آینده به وجود خواهند آمد . و باور دارد که نزدیکترین این منظومه‌ها در ۲۰ سال نوری از ما قرار گرفته است که محتملاً در آن کانونی برای نمو زندگی وجود دارد.

در کتاب "*ستارگان، زمین و زندگی*" خلاصه محاسبات احتمالی وجود موجودات زنده در کیهان را که در سالهای دههٔ ۱۹۸۰ به‌وسیله دانشمندان امریکایی از جمله فرانک دراک انجام گرفته، آورده ام. براساس این محاسبات، احتمال وجود موجودات زنده در کیهان تنها در کهکشان ما بایستی بیش از ده میلیون تمدن پیشرفته‌تر از تمدن ما، باشد.

مهد واقعی زندگی، سیاره‌ای است که در آن آب وجود دارد و جوّ احیاکننده ای در آن وجود داشته است. (**در آغاز پیدایش زندگی، جوّ زمین احیا کننده بوده ولی اکنون به دلیل نشر اکسیژن توسط موجودات زنده این جوّ اکسید کننده شده است.**) لازمهٔ چنین گهواره‌ای برای نمو زندگی دمایی بین صفر تا ۱۰۰درجهٔ سانتی گراد است. این دما در حالی تأمین می‌شود که سیاره در فاصلهٔ بسیار مشخصی از خورشید خود باشد. اگر زمین حتی به مقدار ۵ درصد، از محل کنونی به خورشید نزدیکتر بود، زندگی در آن غیرممکن می‌بود. همچنین اگر برعکس، زمین به همین مقدار دورتر از محل کنونی خود بود، سیّارهٔ بسیار سردی می‌شد و احتمالاً نوع تحول آن در هر دو حالت به‌کلی عوض می‌شد. بنا به مدل ناسا (مرکز پژوهشهای فضایی امریکا) مریخ و زهره که همزمان با سیارهٔ زمین، به‌وجود آمده‌اند، در فاصله یا نواری

مناسب قرار گرفته‌اند و باید زندگی در آنها به‌وجود می‌آمد. مختصر اختلافی در چگونگی تشکیل و یا نیروی گرانشی آنها، سیارهٔ مریخ را یخزده و سیارهٔ زهره را تبدیل به کورهٔ بسیار گرمی کرده است. مریخ بعد از تشکیل ناگهانی، سرد شده و به مجموعه یخزده‌ای بدون جوّ گازی تبدیل شده است. حال آنکه زهره، برعکس، فدای جوّی خفه‌کننده از تودهٔ بسیار عظیم گاز کربنیک شده است. این تودهٔ گازها «حالت گلخانه‌ایِ» بسیار شدیدی در آن ایجاد کرده است. با اطلاعات کنونی ما، دما، جوّ و آب، شرایط الزامی نموّ زندگی بوده ولی محدودکنندهٔ آن نیستند. در سال ۱۹۹۳ پژوهشگران، در عمق ۳۰۰۰ متری آبهای اقیانوس آرام، کرمهای بزرگی را یافته‌اند که در دمای بیش از ۱۰۰ درجهٔ سانتی گراد در چشمهٔ جوشانی که در این عمق و در فشار ۲۵۰ جوّ وجود دارد، زندگی می‌کنند. این خود نمونه‌ای شگفت‌انگیز از چگونگی توسعهٔ زندگی در شرایط بسیار دشوار نظیر شرایط اولیهٔ جوّ و دمای زمین است.

پژوهشگران تصور می‌کنند حتی در سیّارات و یا ماهواره های سیّارات منظومهٔ شمسی، حیات به شکل ابتدایی تشکیل شده است که یا هنوز وجود دارد و یا از بین رفته است. احتمالا فسیل آن باقی مانده است. این است که با صرف مخارج بسیار، سفینه‌های متعددی به فضا و به اطراف این سیّارات ارسال می‌دارند.

اثر پرتوهای خورشیدی بر روی مولکولها:

همان طور که قبلا گفتیم، خورشید یک بمب هیدروژنی است که در آن هر ثانیه ۶۰۰ میلیون تُن هیدروژن مصرف می شود. برای تبدیل هستهٔ اتم هیدروژن (که همان پروتون است) به هلیم باید دو پروتون تبدیل به نوترون گردد و لازمهٔ این کار انتشار الکترونهای مثبت از پروتونهاست و چون الکترون مثبت ناپایدار است با الکترونهای منفی ترکیب می شود و پرتو گاما λ به و جود می آید. از سوی دیگر پروتونهای فرار کرده از درون خورشید به خارج از آن، یعنی به فضا پرتاب می شوند. بنابراین در طوفانهای منتشر شده از خورشید انواع پرتوها و ذرات در فضای لایتناهی منتشر می گردد. بخش بسیار مختصری از آن، فاصلهٔ ۱۵۰

میلیون کیلومتری بین خورشید و زمین را طی می کند و به سوی ما می آید. پرواز این پرتوها بر روی جوّ زمین آثار بسیاری دارد. تمام تحولاتی که از بدو پیدایش زمین تاکنون بر روی ملکولها و سلولهای اولیه و یا موجودات چند سلولی و گیاهان به وجود آمده و بخش مهمی از تحول داروینی بر روی کرۀ زمین را تشکیل داده است، ناشی از این پرتو هاست. در طول تاریخِ تحولِ سیارۀی زمین، پرتوهای اوزون به وجود آمده و در جوّ زمین بخشی از این پرتوهای خورشیدی را به خود جذب می کند.

چنان که گفتیم خورشید یا ستارگان کورۀ ی زرگری جهان هستند و از گداخت هسته ای در درون آنها، انواع و اقسام عناصر (۹۲ عنصر که تاکنون شناخته ایم) به وجود می آید. این عناصر بعد از پایان عمر ستارگان و فروپاشی(رمبش) آنها در فضاهای بین ستارگان و کهکشانها پراکنده می شوند. برخی از این عناصر به صورت گازی و برخی دیگر به صورت خاکی، سیاراتی مانند منظومۀ شمسی را ایجاد می کنند. سیارات در اثر نیروی گریز از مرکز و نیروی گرانشیِ جذب به مرگز، در مداری در اطراف ستارۀ مادر می مانند و از پرتوهای آن بهره مند می شوند. سیاره ای مانند زمین که در فاصلۀ استثنایی از ستارۀ مادر قرار دارد توانسته نوعی از زندگی را در خود تولید کند. امکان دارد سیاراتی با فواصل استثنایی دیگر نیز وجود داشته باشند که در آنها نوع دیگری از زندگی در جریان باشد، ولی به علت فاصلۀ زیاد ، تاکنون اطلاعی از آنها به دست نیاورده ایم.

تابش پرتوهای حاصل از ستارۀ مادر بر روی مواد شیمیاییِ موجود در جوّ سیارات، ملکولهایی به وجود می آورد. در فصل دوم خواهم گفت که آجرهای زندگی زمینی ما که آمینو اسید ها است از اتحاد سه تا چار اتم نظیر هیدروژن، ازت، اکسیژن و به مقدار بسیار ناچیز اتمهایی نظیر گوگرد، فسفر و یا پتاسیم درست شده اند. پژوهشگران به کمک طیف نگاری و جود ۸۰ نوع آمینو اسید را در فضای بین ستارگان کشف کرده اند. بنابراین معتقدند که احتمال وجود زندگی در سیّاره ای دیگر غیر از زندگی زمینی بی نهایت زیاد است. آثار پرتوهای خورشیدی بحث بسیار جالبی است که خود موضوع کتابی مفصل می باشد. در اینجا فقط به گوشه ای از اثر این پرتوها در قطبهای زمین اشاره می کنم، که پدیدۀ بسیار جالبی

به نام "فجر یا فلق قطبی" پدید می آورد.

فجر قطبی:

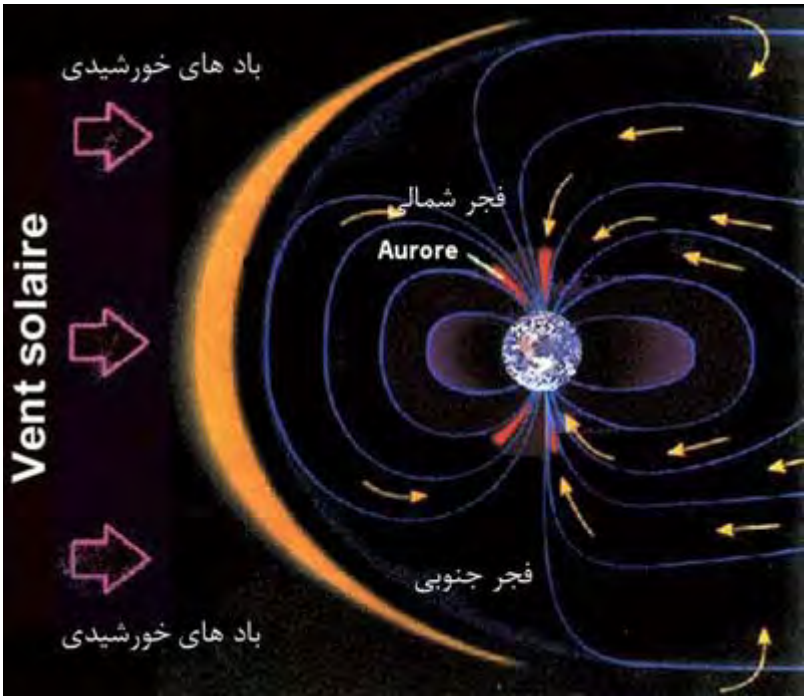
پرتو های خورشیدی پدیده های شگفت انگیزی در سیارۀ زمین به وجود آورده اندکه سبب تعجب همگان اند. این پدیده ها ارتباطی به فعالیت بشرندارند و تنها تابع فعالیت خورشید و میدان مغناطیسی زمین اند. از زمانی که منظومۀ شمسی به وجود آمده تا کنون فجر شمالی Aurores Borealesو یا فجر جنوبیAurores Austral و جود داشته است. تا ۷۰ سال پیش بشر فکر می کرد که فجر قطبی مربوط به انعکاس نور خورشیدی بر روی یخهای قطبهای زمین است. ولی امروزه مشخص شده که در واقع منبع این فجر قطبی اثر طوفانهای خورشید بر روی زمین است. سطح بسیار آشفته و طوفانی خورشید ذرّات اتمی را در فضا پراکنده می کند (پروتون و الکترون). هنگامی که طوفانهای خورشیدی آغاز می شوند مقادیر بی نهایت زیادی ازاین ذرّات درفضا و درهمۀ جهان پراکنده می گردند. بخش اندکی از آنها به سوی جوّ زمین روی می آورند. پروتونها والکترونها مولکولهای ازت واکسیژن موجود در جوّ را تحریک می کنند، این مولکولها برای دفع تحریک، انرژیِ دریافت شده را به صورت نور از خود بیرون می دهند. بنابراین مولکولهای جوّ، نور از خود ساطع می کنند. (این همان اتفاقی است که در داخل یک لامپ نئون انجام می گیرد) نورهای منتشره از مولکولهای تحریک شدۀ ازت و اکسیژن برحسب دامنۀ تحریکی آنها رنگهای متفاتی از خود منتشر می سازند و زیبایی فجر قطبی مربوط به انتشار این رنگهای گوناگون است. در شکل(۸) چند نمونه از این نور پاشی در قطب شمال دیده می شود.

شکل(۸) تصویر هایی از فجر قطبی در قطب شمال

چرا فجر قطبی به وجود می آید؟

هنگامی که ذرات الکترون با بار منفی و پروتون با بار مثبت به جوّ زمین وارد می شوند تحت تأثیر میدان مغناطیسی زمین قرار می گیرند و مجبور بـــه گرایش به سوی قطبهای زمین می شوند. در قطب شمال فجر شمـالی و در قطب جنـــوب فجر جنـوبی پدید می آیند همانطـور که در شکل(۹) مشاهده می شود. فجـــرقطبی شبیه نوار بیضـــی شکلی است که در فاصله ۷۰۰ متری از قطب جغرافیایی زمین انتشار می یابـد. شدت و یا ضعف فجر قطبی ارتباط مستقیم با طوفانهای خورشیدی دارد. هر چه طوفان شدید تر باشد این فجرهای قطبی گسترده تر و نورانی ترند و هرچه شدت طوفان کمتر باشد رنگ و شدت آنها کمتر است .

در واقع خورشید یک بمب هیدروژنی است که هزاران میلیون بار بزرگتر از قوی ترین بمب هیدروژنی است که بشر ساخته. دمای سطحی خورشید در حدود ۶۰۰۰ درجه سانتیگراد و حال آنکه دمای درونی آن از میلیونها درجه تجاوز می کند. در اثر دمای بینهایت زیاد درونی الکترونها از اتمهای هیدروژن جدا شده اند. این حالت از مادّه را پلاسمـــا گویند.در این حالت هسته های اتم هیدروژن که همان پروتونها می باشند به شدت به یکدیگر اصابت کرده گاه گاهی دو پروتون در هم فرومی روند. یکی از پروتونها بار مثبت خود را به صـورت الکترون مثبت از دست مـی دهـد و تبدیل بـه نوترون می گردد. هسته حاصل را ایزوتوپ سنگین هیدروژن گویند و دوتریم نامیده می شود. در اثـر اصابت یک یا دو پـروتون دیـگر به دوتـریم هسته اتم هلیم به وجود می آید. اتم هلیم از ۲ پروتون و ۲ نوترن تشکیل شده است. این پدیـــده را همانطور که در آغاز تشریح کردیم گـــداخت هسته ای گویند و همان واکنشی است که درون بمب هیـدروژنی اتفاق می افتـد. در اثـر این گداخت دما بالا میـرود و انفجارات وحشت نـاکی در درون خورشیـد صورت مـــی گیرد. خوشبختانه صدای انفجار در خلاء انتشار نمی یابد و گرنـــه از صدای انفجارات خورشید زندگی بر روی زمین غیر ممکن می شد. طوفانـهای خورشیـدی مربوط به همین انفجارهاست. در اثر این انفجار، پلاسما (پروتـون و الکترون با دمـای بسیار بالا) با سرعتی نزدیک به سرعت سیر نـــور به شدت به فضای بین سیارات و حتی تا ستارگان دور دست پرتاب می شوند. بخشی که به سوی زمین می تابـــد همانطور که گفتیم در اثر میدان مغناطیسی زمین به سوی قطبهای زمین رانده می شوند و فجر قطبی را به وجود می آورند.در شکل (۹) اثر پرتوهای خورشیدی و نیز اثر میدان مغناطیسی زمین را بروی آنها آورده ام.



شکل (۹) اثر میدان مغناطیسی زمین بر روی پرتوهای خورشیدی.

فصل دوم

اجرام

بی نهایت کوچک

چگونگی پیدایش ذرات بی نهایت کوچک[۱۶]

در بخش نخست و در تصویرهای ۳۶ تا ۴۰ با کوچکترین ذرّات موجود در جهان یعنی کوارکها، الکترونها، نوترونها و پروتونهای موجود در اتم کربن آشنا شدیم. اینک چگونگی به وجود آمدن این ذرات بسیار ریزِ مادّه را بر رسی می کنیم.

همان طور که گفته شد، همه چیز در لحظه مَهبانگ با انفجاری بی‌نهایت بزرگ شروع شد و بعد از $t=10^{-43}$ ثانیه،که آنرا می توان به صورت زیر نوشت:

ثانیه ۰/ ۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰ .۰۰۰.۰۰۰.۱

تبدیلات انرژی به ماده و برعکس تبدیل ماده به انرژی آغاز شد. در این لحظه جهان دیگر نقطه فیزیکی نبوده، بلکه ابعاد آن کوچکتر از کوچکترین ذرّه ای که می شناسیم بود. یعنی در این لحظه، شعاعی معادل با $(R=10^{-30})$یعنی عدد ۱۰ به توان منهای۳۰ متر داشت. در این لحظه دمای جهان بی‌نهایت بالا و درجهٔ حرارت آن برابر 10^{32} درجهٔ مطلق(کِلون) بوده است. یعنی می‌توان گفت صد هزار میلیارد در میلیارد در میلیارد درجهٔ مطلق(کلون)، یعنی حرارتی غیر قابل تصور! این جهان گرم کم کم سرد می‌شود. انرژی موجود، طبق رابطه انیشتین $(E=MC^2)$ تبدیل به مادّه می‌گردد. ذرّات مادّه حاصل شده هنوز آن ذراتی نیستند که ما با آنها آشنا هستیم. این ذرات کوارک و پادکوارک یا ضد کوارک نام دارند. هر پیمانه از انرژی یک میلیارد و یک (۱۰۰۰.۰۰۰.۰۰۱) کوارک و یک میلیارد ضد کوارک تولید می‌کند.

عمل تولید کوارک و ضد کوارک با سرد شدن جهان ادامه دارد. در ۱۰۰۰ میلیاردیم ثانیه (10^{-12})بعد از مَهبانگ، درجهٔ حرارت جهان$(10^{16}K^\circ=)$ ده میلیون میلیارد درجه مطلق و حجم آن کره‌ای است به قطر ۳۰۰ میلیون کیلومتر. یعنی سه هزار میلیارد بار بزرگتر از پرتقال است. در این لحظه، جهان شوربایی است از کوارک‌ها و ضدکوارک‌ها و نیز ذرّاتی دیگر نظیر الکترون، میون، نوترینو و پاددرّهٔ (ضد ذرّه) آنها. همان طور که در تصویرهای بخش نخست این کتاب دیدیم کوارک ها و ذرّهٔ همراه آنها یعنی گلئونها سازندگان اصلی مادّه در جهان هستند.

---

[۱۶] برخی از مطالب این بخش از کتابهای "ستارگان،زمین و زندگی" و "افسانهٔ زندگی" گرفته شده است، اگر مایل به مطالعه بیشتر در مورد اجرام بی نهایت کوچک، هستید به این کتابها مراجعه کنید.

اجتماع سه‌گانه کوارک‌ها، پروتن و یا نوترون را به وجود می‌آورند و نیز اجتماع سه‌گانه ضد کوارک‌ها، ضد پروتن و ضد نوترون را تولید می‌کنند. کوارک‌ها و یا ضد کوارک‌ها با کمک گلئونها و نیروی قوی (پیوند هسته‌ای) به همدیگر متصل می‌گردند و چون درجه حرارت کمتر از($K^{\circ}=10^{12}$) است، دیگر قادر به جدا شدن از هم نخواهند بود. این مرحله یا فاز را هادرون (Hadrons) یا مرحله قوی می‌نامند. در آغاز این مرحله، همان اندازه فتون و ذرّه و ضد ذرّه وجود دارد؛ یعنی دو واکنش زیر در حال تعادل هستند.

یک فتون ➔ (ضد ذرّه + ذرّه)=(تخریب) Destruction

(ضد ذرّه + ذرّه) ➔یک فتون =(تبدیل به مادّه شدن)Matérialisation

یعنی در مرحله اول تمام (ضد ذرّه + ذرّه)ها تبدیل به فوتون می‌شوند و در مرحله یا واکنش بعدی عکس آن اتفاق می افتد:یعنی فتونهای نوری تبدیل به (ضد ذرّه + ذرّه) می شوند..

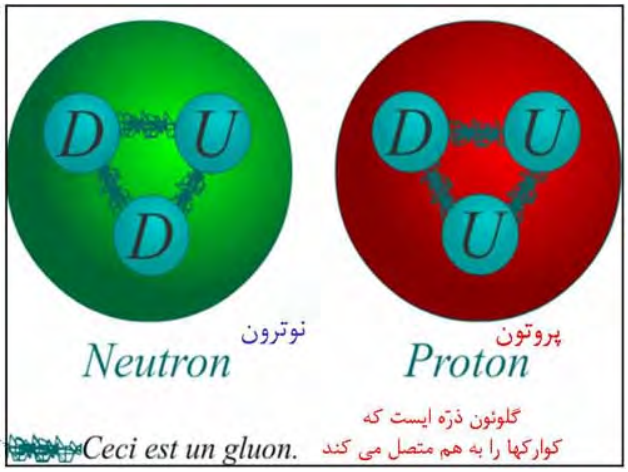
با این وجود همان طور که در فوق گفته شد، تعداد کوارک‌ها همیشه یک کوارک در هر میلیارد بیشتر از ضد کوارک‌ها بوده و بنابراین به ازای هر میلیارد (ضد ذرّه + ذرّه) که از بین می‌روند، یک کوارک باقی می‌ماند. لحظه‌ای فرا می‌رسد که دیگر ضد ذرّه‌ای وجود نداشته و تعداد زیادی کوارک با رنگهای متفاوت باقی مانده است. از اتحاد آنها با هم پروتون و نوترون تولید خواهد شد. در $t=0/0001$ ثانیه تا $t=1$ ثانیه، دمای جهان به $t=10^{10}$ درجه مطلق رسیده است. دیگر هادرون (پروتون و نوترون) به وجود نخواهد آمد، ولی برعکس انرژی آنقدر هست که فتونها تبدیل به الکترون، نوترینو، میون و ضد ذرّه مربوطهٔ هر یک از آنها شوند. این مرحله را لپتونLeptons گویند. در$t=1$ثانیه لِپتونها سرنوشت هادرونها را پیدا کرده و تبدیل به فوتون می‌شوند،مثلاً:

۲ فتون➔ضد الکترون (پوزیترون) + یک الکترون

مقداری از الکترونها باقی می‌ماند که به پروتون و نوترونهای مرحله قبل افزوده می‌شوند. جهان دیگر کامل شده و قسمت اعظم انرژی‌ها تبدیل به مادّه گردیده و بنابر این جرم مشخصی دارد.

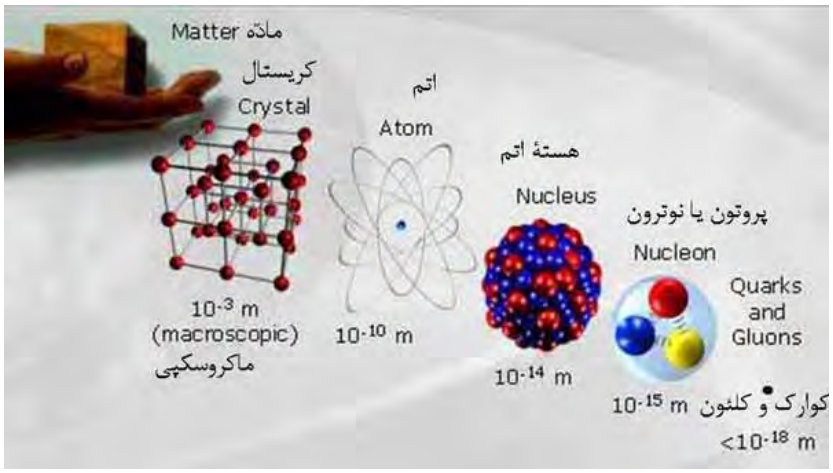
کوارکهایی که پروتون و نوترون را می سازند، متفاوت ازهم می باشند یک پروتون از دو کوارک بالاUp و یک کوارک پایینDown درست شده و حال آنکه نوترون از دوکوارک پایینDown و یک کوارک بالاUp تشکیل یافته است.کوارک بالا رنگ سرخ دارد و بار

آن دوسوم(⅔ +) واحد بار الکتریکی و مثبت است ولی کوارک پایین آبی رنگ و بار آن منهای یک سوم (⅓ -) واحد بار الکتریکی است. جمع جبری دو کوارک بالا و یک کوارک پایین از نظر الکتریکی معادل یک واحد بار مثبت می شود، در حالی که جمع جبری بار دو کوارک پایین و یک کوارک بالا معادل صفر می گردد. نتیجه اینکه پروتون یک بار مثبت دارد و نوترون فاقد بار است. پیوند کوارکها در درون نوترون و پروتون به وسیلهٔ ذره ای به نام گلوئن انجام می گیرد. در شکل (۱)نموداری از اتصال کوارکها درون پروتون و نوترون مشاهده می شود.



شکل(۱)نموداری از اتصال کوارکها به هم برای ایجاد پروتون و نوترون. دراین نمودار گلوئون (Gluon)، ذرهایست که کوارکها را به هم پیوند می دهد. به این ترتیب گلئونها به طور غیرمستقیم مسئولیت پیوند بین پروتونها و نوترونها در هسته را به عهده دارند.

برای تشخیص ابعاد ذرّاتِ سازندهٔ اتمها و یا به طور کلی مادّه، نمودار داده شده در شکل(۲) به مدد ارقام فاصلهٔ بین اشل اتمی و اشل ماکروسکپی را مشخص می کند.



شکل(۲)مقایسه ای از ابعاد اتم در اشل میکروسکپی با ماده در اشل ماکروسکپی. در این تصویر مشاهده می شود که شعاع یک کوارک و گلئونش $^{-۱۸}$ ۱۰ متر است و شاع یک تکه بلور یک میلی

متری برابر $۱۰^{-۳}$ متر است.

در این تصویر ابعاد ذرّات و هسته و مادّه آورده شده است.کوارک و گلئونش که نوترون یا پروتون را می سازد هر یک شعاعی معادل $۱۰^{-۱۸}$متر دارند. یک نوترون و یا یک پروتون را نوکلئون کویند که شعاع آن $۱۰^{-۱۵}$ متر است، مجموع تعدای از پروتونها و نوترونها که هسته اتم (نوکلئوس) را می سازند $۱۰^{-۱۴}$ متر است. اما اتم همین هسته شعاعی ۱۰.۰۰۰ بار بزرکتر دارد و برابر $۱۰^{-۱۰}$ متر و نیز یک کریستال میکروسکپی از همین اتم شعاعی برابربا یک میلیمتر ($۱۰^{-۳}$) دارد.

اگر فرض کنیم که شعاع اتمی(مثلا"کربن) یک متر باشد، هسته آن به اندازه یک ذرّهٔ گردو غبار خواهد بود. می توان گفت، حجمی از هستهٔ اتمهای چسبیده به یکدیگر ـ معادل ۰/۰۰۱ میلیمترمکعب ـ وزنی معادل ۱۰۰.۰۰۰تُن خواهد داشت.

	یک پروتون	◄	هسته ی یک اتم هیدروژن ^{۱}H
سنتز هیدروژن	یک پروتون + یک نوترون	◄	هسته هیدروژن سنگین ^{۲}D
	یک پروتون + دو نوترون	◄	هسته ی هیدروژن سنگینتر ^{۳}T
سنتز هلیم	دو پروتون + یک نوترون	◄	هسته ی هلیم سبک ^{۳}He
	دو پروتون + دو نونرون	◄	هسته ی هلیم معمولی ^{۴}He

بعد از مَهبانگ باز جهان گسترده شده، لحظه یا مرحله انتشار پرتوها آغاز می‌گردد و دمای جهان مرتب کاهش می‌یابد. در فاصله‌ای بین $t=۳۰$ ثانیه تا$t=۱۰۰.۰۰۰$ سال دمای جهان از $t=۱۰^{۱۰}$ به $t=۳۰۰۰$ درجه مطلق تنزل می‌یابد، با این وجود هنوز دمای جهان برای اینکه کلیه پوزیترون‌ها (ضد الکترون β^{+}) با واکنش:

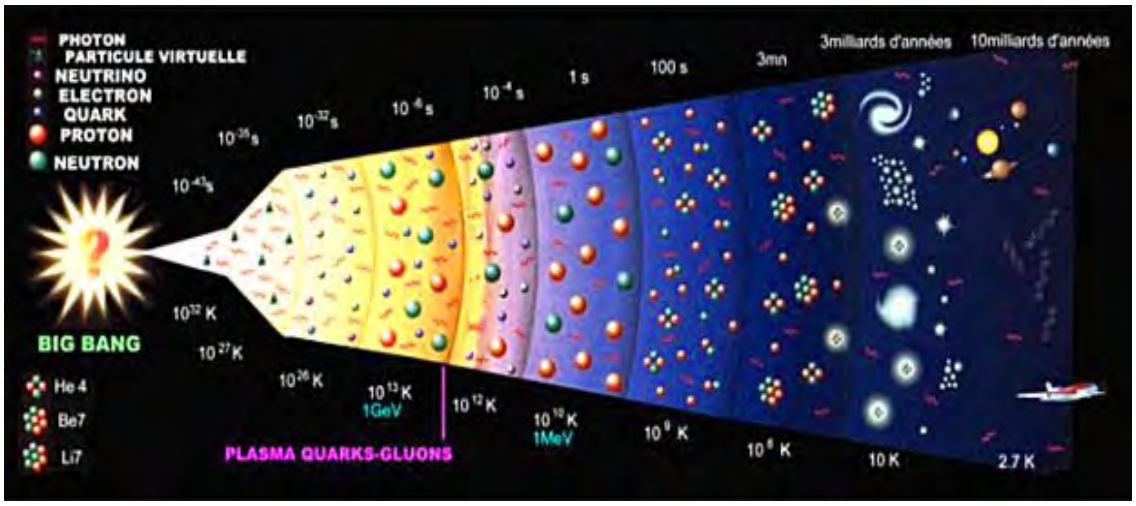
$$e^{-} + e^{+} \rightarrow ۲\gamma$$

از بین بروند بالاست. پروتون و الکترونهای باقیمانده آزاد بوده و پرتوهای گاما γ و پرتوهای χ و فتونهای نوری (پرتوهای کم انرژی و در قلمرو طیف نور مرئی) قادر به عبور از ماده نبوده، جذب آن می‌شوند و در این مرحله جهان شفافیت خود را از دست داده و تار می‌گردد.

صد هزار سال و یا حتی یک میلیون سال بعد، دمای جهان کمتر از سه هزار درجهٔ مطلق می‌شود. فوتونها دیگر انرژی زیادی ندارند. و قادر به جلوگیری از اتحاد پروتون و الکترون نبوده و لذا اتمهای خنثی از ترکیب هسته با الکترونها حاصل می‌شوند.

اتم هیدروژن	$^{1}_{1}H$	$\rightarrow e^{-} +$	$^{1}_{1}P^{+}$	پروتون
اتم هلیم معمولی	$^{4}_{2}He$	$\rightarrow 2e^{-} +$	$^{4}_{2}He^{++}$	هسته هلیم سنگین
اتم هلیم سبک	$^{3}_{2}He$	$\rightarrow 2e^{-} +$	$^{3}_{2}He^{++}$	هسته هلیم سبک

نتیجه حاصل از این سنتز اتمی، این است که دیگر اتمهای خنثی قادر به جذب فوتونها نبوده و لذا دوباره جهان شفاف می‌گردد و پرتوها از نو می‌توانند از مادّه عبور کرده و به همه جا گسترده شوند(مشابه عبور نور از شیشه شفاف). در تصویر زیر مراحل مختلف تشکیل جهان از لحظه ی مَهبانگ تا به وجود آمدن انسان متمدن که سفینه به فضا می فرستد ترسیم شده است.



شکل(۳) نموداری از چگونگی پیدایش جهان از مهبانگ تا انسانی که سفینهٔ فضایی می سازد و مایل به شناخت چگونگی پیدایش جهان میشود. نور حاصل از مَهبانک در طی زمان به صورت یک مخروط منتشر می شود. ابتدا ذرّات اولیه سپس اتمها و درپی آن کهکشانها و سر انجام ستارگان به وجود می آیند. در اطراف ستارگان سیّاراتی تشکیل می شود. سیّارهٔ زمین که یکی از صدها هزارمیلیارد در میلیارد سیّارهٔ موجود در جهان است، شرایط برای به وجود آمدن زندگی در آن به وجود می آید. پس از تحول موجودات تحول و تکامل به انسان می رسد که می خواهد بداند آغاز و انتهای جهان چه بوده و چه خواهد شد. در بالای تصویر عمر جهان از $۱۰^{-۴۳}$ ثانیه شروع و به ۱۵ میلیارد سال ختم می شود. و در پایین تصویر دمای جهان را ارائه کرده اند که از $۱۰^{۲۳}$ K° (در جهٔ مطلق) شروع و به ۲۷ K° درجهٔ می رسد.

پیش از این گفتم طی ۱۳/۸میلیارد سال که از عمر جهان می گذرد ، بیشتر از دویست میلیارد کهکشان تشکیل یافته و در درون هر یک بیش از دویست تا چهارصد میلیارد ستاره که هر کدام به مراتب بزرگتر و یا حداقل معادل با خورشید ماست به وجود آمده است.

چگونگی پیدایش مولکولهای بی نهایت کوچک

چگونگی پیدایش کهکشانها و ستارگان و مرگ آنها را شناختیم، اینک چگونگی پیدایش مولکولها بسیار ریز را مورد مطالعه قرار می دهیم که منجر به پیدایش مولکولهای درشت تری شده اند. این مولکولها را مولکول آلی(یا مشتقات اتم کربن) نام داده اند.

از گداخت اتمهای هیدروژن در درون کورهٔ پر حرارت ستارگان، علاوه بر هلیم عناصر دیگری به وجود آمد. ستارگانی که مراحل اصلی خود را به پایان رساندند متلاشی شده و فراورده های خود را که متشکل از ۹۲ عنصر بود در فضای بین کهکشانها رها کردند و از آنجا سیارات متعددی در اطراف ستارگان به وجود آمد. اینک تحول این عناصر را در تنها سیّاره ای که به خوبی می شناسیم پی می گیریم و سرنوشت نهایی ذرّات اولیه(مادّه) را در دنیای زمینی جستجو خواهیم کرد.

همان طور که پیشتر گفته شد، به نظر می رسد که مواد موجود در جهان میل به سوی پیچیدگی دارد. زیرا در درون کورهٔ پر حرارت ستارگان بسیار بزرگ و یا حتی ستارگان متوسطی چون خورشید ما، از اتحاد اتمهای هلیم (که منشاء هیچ تنوعی نیستند) با هم، اتمهای کربن، ازت و اکسیژن پدید می آید و از ترکیب شیمیایی این عناصر با هم در فضای بین ستارگان، انواع ترکیبات به ویژه ترکیبات آلی (مشتقات اتم کربن) ایجاد می شود. آن گونه که پژوهشگران دریافته اند، در سنگهای آسمانی فرو افتاده به زمین و یا درفضای بین ستارگان و تودهٔ گازهای کهکشانها، بیش از ۸۰ نوع آمینو اسید وجود دارد. آمینو اسیدها آجرهای اولیهٔ موجودات زنده اند. بر روی زمین ساختار تمام موجودات زنده و گیاهان از ۲۲ آمینو اسید تشکیل یافته است. بنابراین میل به تنوع است که از قِبَل ۳ اتم بی حس و بدون تمایل شیمیایی چون هلیم در درون کورهٔ داغ ستارگان، عنصر کربن تولید شده و این عنصر با میل شیمیاییِ زیاد خود بیش از ۶ میلیون ترکیب آلی که تا کنون شناخته ایم به وجود آورده است.

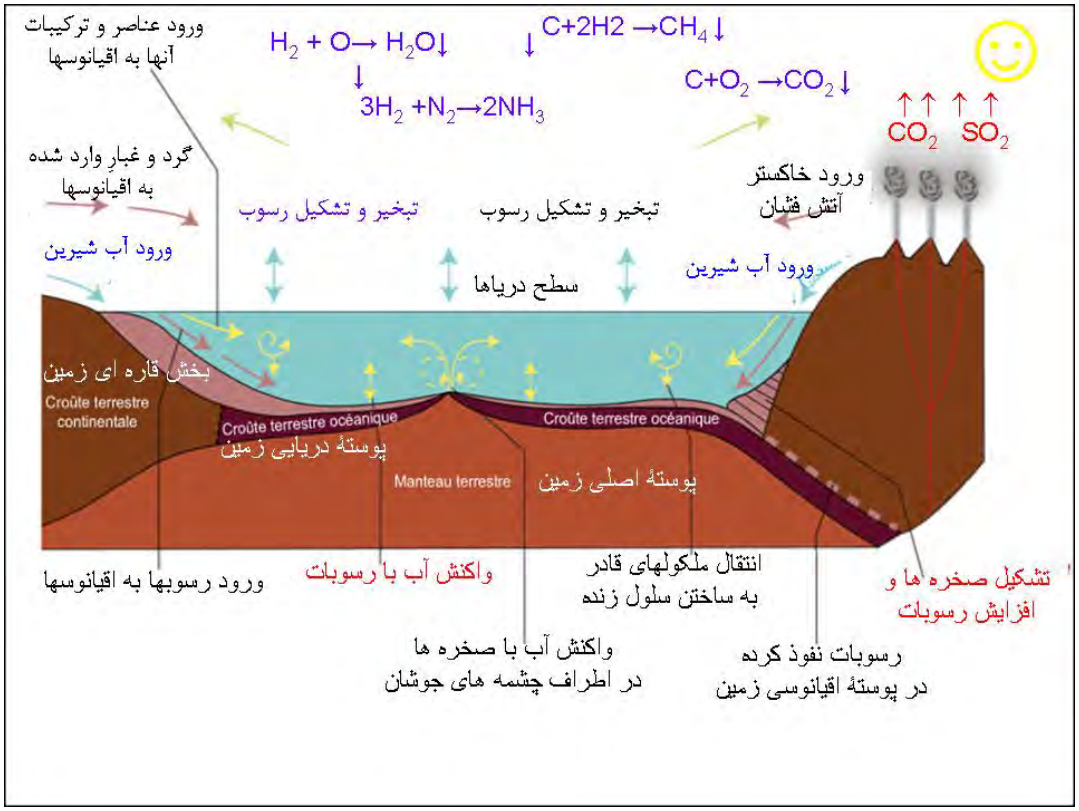
۸ میلیارد سال از عمر کیهان به‌سرعت سپری شده و ستارگان بسیاری در این دوره پدید آمده‌اند، خورشیدهای بسیاری نظیر خورشید ما و سیّارات بسیاری نظیر کرهٔ زمین تشکیل شده اند و در طی این زمان هم از بین رفته‌اند. ستارگانِ فروپاشی شده در آخرین دقایق عمرشان کوشیده اند تا فراورده‌های خود را از دست نیروی گرانشی نجات دهند. گازها و خاکسترهای باقی مانده از ستارگان با گذشت زمان، منظومه هایی مانند

منظومهٔ شمسی را تشکیل دادند. وهمان طور که پیشتر گفتیم، خورشید ما شاید نسل دوم و یا سوم از ستارگان کیهان باشد.

بدین‌ترتیب همهٔ عناصر لازم برای شروع پیچیدگی گرد هم آمدند. ۹۲ عنصر به حالت گاز، جامد و مایع در سیّاره‌ای نه بسیار بزرگ و نه بسیار دور از ستاره، کنار هم قرار گرفتند. خورشید سخاوتمندانه پرتوهای خود را بر روی جوّ زمین رها می کند. خروج گازها از دهانهٔ آتشفشانها، تغییرات دما در اثر چرخش زمین به دور خود و به دور خورشید، طوفانهای وحشتناکی را در جوّ گازی زمین به وجود می آورد. برخورد توده‌های عظیم گازها با هم، طوفانهای شدید و رعد و برقهایی عظیم و غیرقابل تصور ایجاد کردند. اختلاف پتانسیل ایجاد شده پس از هر برخورد، متجاوز از صدها هزار تا چندین میلیون ولت بوده است (اختلاف پتانسیل برقی که به خانه های ما وارد می‌شود ۲۲۰ ولت است). در هر رعد و برقی که در جوّ اولیه زمین اتفاق افتاده، میلیاردها میلیارد اتم و یا مولکولهای موجود در آن جوّ با هم ترکیب شده و مولکولهای بیش از پیش پیچیده‌تر و متنوع تری به وجود آورده اند. از اتصال کربن به هیدروژن گاز متان، از پیوند ازت با هیدروژن گاز آمونیاک، از پیوند اکسیژن با هیدروژن مولکول آب به حالت گاز و از پیوند کربن و ازت با اکسیژن، انواع اکسیدهای این عناصر تولید می شود. بدین‌ترتیب تمام اکسیژن موجود در جوّ اولیه زمین از بین رفته وگردش زمین به دور خورشید و شب و روز را با اختلاف دما ایجاد کرده است. در شبهای سرد، مولکولهای گازیِ آب مبدل به باران شده و به صورت سیلابهای عظیم در سطح داغ و سوزان اولیهٔ زمین جاری می شوند. این آبها در اثر دمای بالا مجددا" به بخار تبدیل شده و به جوّ باز می گردند. در این تبدیلات، گازکربنیک، گاز آمونیاک و اکسیدهای ازتِ موجود در جوّ، با یکدیگر ترکیب و آمینو اسیدها را به وجود می آورند . آنها سپس در بخار آب موجود در ابرها حل و به صورت باران بر سطح زمین جاری شدند. بدین‌ترتیب سیلابهایی که بر روی زمین جاری شده به سوی گودیهای زمین روان شدند و به تدریج ابتدا دریاچه‌ها و سپس اقیانوسهای کم‌عمقِ اولیهٔ زمین را تشکیل دادند. مولکولهایِ آب با خاصیت حیرت‌انگیز خود بر روی زمین اعجاز می کنند. در هر تبدیلی از حالت مایع به بخار بر روی زمین و برعکس بخار به مایع در جوّ زمین، غلظت مواد محلول در اقیانوسها را افزایش می دهد. این مواد، خواه در حالت گازی و خواه به حالت محلول، تحت‌تأثیر پرتوهای فرابنفش خورشید و یا پرتو های حاصل از برقهایی که در جوّ زمین از برخورد ابرها پدید می‌آمد، شکسته شده و دوباره با یکدیگر پیوندهای متنوع دیگری به وجود

می‌آورند. همهٔ این شرایط، همچون قرع و انبیقی برای انجام واکنشهای شیمیایی بوده و از ترکیب مواد اولیه با هم، پس از گذشت میلیونها سال، مولکولهای بیش از پیش پیچیده ای تشکیل شده اند تا آنکه سرانجام تخمهٔ اولیهٔ حیات در درون اقیانوسهای اولیهٔ زمین شکل می گیرد. در شکل(۴) در تصویری خیالی وضعیت سیّارهٔ زمین را در سالهای نخست پیدایش آورده و سپس در شکل(۵) به طور خلاصه واکنشهای شیمیایی اولیهٔ ملکولها در جوّ زمین، ورود خاکسترهای آتش فشانها و تبخیر در سطح اقیانوسهای اولیهٔ زمین را نشان داده ایم.

شکل(۴) تصویری خیالی از شرایط اولیهٔ سیّارهٔ زمین. برخورد سنگهای آسمانی به جوِّ و سطحِ زمین، فوران آتشفشانهای متعدد بر روی زمین، شرایط را برای واکنش اولیهٔ گازها بر روی زمین ایجاد کرده است. بیشترین گاز موجود در جو زمین هیدروژن بوده است و اولین گازی که در این مرحله از عمر زمین از بین می رود مولکولهای اکسیژن است که با مولکولهای هیدروژن ترکیب شده و مولکولهای آب را به حالت بخار ایجاد کرده است. بخارهای فراوان، توده ابر های غلیظ اولیهٔ زمین را تشکیل می داده اند. در شبهای سرد بخار آب به آب تبدیل شده و سپس به صورت باران بر سطح زمین فرود آمده اند.



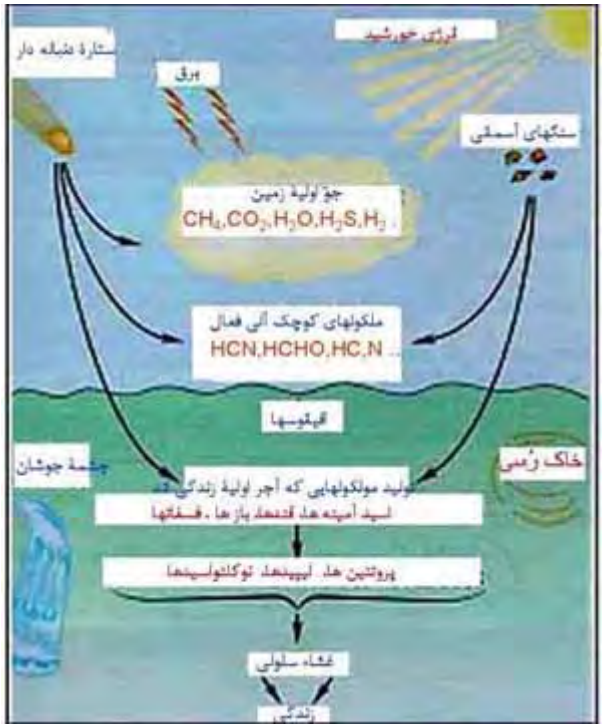
شکل(۵)تشکیل ترکیبات شیمیایی و ورود این مواد به درون آب اقیانوسهای زمین و فراهم شدن شرایط برای به وجود آمدن اولین مولکولهای زنده در درون آنها.

از ترکیب ۱ اتم اکسیژن با ۲ اتم هیدروژن مولکول آب، از ترکیب ۱ اتم کربن با ۴ اتم هیدروژن مولکول متان، از ترکیب ۳ اتم هیدروژن با ۱ اتم ازت گاز آمونیاک و از ترکیب ۱ اتم کربن با ۲ اتم اکسیژن گازکربنیک حاصل می گردد. اغلب این مولکولها در شرایط عادی به سادگی تولید نمی شوند. برای انجام این واکنش ها شرایط ویژه ای باید فراهم باشد. برای انجام واکنشهای فوق باید اتمها به صورت اتم آزاد باشند. مولکول هیدروژن که متشکل از ۲ اتم هیدروژن است به سادگی از هم جدا نمی شوند تا مثلا با اتم کربن مولکول متان و یا با ازت مولکول آمونیاک را تولید کند. برای جدا شدن اتمهای هیدروژن از هم و یا برای جدا شدن اتمهای ازت از هم، باید جرقه بسیار قوی برق، ابتدا آنها را تک اتمی کرده و سپس اتمهای تک که بسیار فعالند با هم ترکیب می شوند. بنابراین تمام این واکنشها در هنگام ایجاد رعد و برق درتودهٔ ابرهای بسیار غلیظ انجام می گیرد. باید یاد آور شد تشکیل مولکول آب بسیار ساده تر از مولکولهای دیگر انجام می گیرد[۱۷].

اثر پرتوه های خورشیدی و جریانهای میلیون واتی برق حاصل از برخورد ابرها با هم، این مولکولها را به وجود آورده و سپس در درون آب دریا ها شرایط برای به وجود آمدن

[۱۷] برای تولید ملکول آب،کافی است در یک لوله آزمایش مخلوط مناسبی از۲ حجم هیدروژن و ۱ حجم اکسیژن فراهم کرد و در آن یک جرقه برق۲۲۰ ولتی ایجاد کرد، در جدار لولهٔ آزمایش ملکولهای آب تشکیل خواهند شد. به همین دلیل در آغاز پیدایش زمین عملا" تمام اکسیژن موجود در جو زمین تبدیل به آب و بخار آب شده است. پژوهشگران معتقدند جوّ اولیه زمین به دلیل فوق، فاقد اکسیژن بوده و حالت احیا کننده گی داشته است.

ماکرومولکولها (پلی مولکولها) و در پی آن بعد از گذشت بیش از یک میلیارد سال مولکولهای زنده به وجود آمده اند. این تبدیلات به صورت نموداری در شکل(۶) آورده شده است.



شکل(۶)نموداری از تبدیل عناصر به ترکیبات شیمیایی. احتمالا" جوّ اولیهٔ زمین شبیه به جوّ موجود در سیاراتی چون مشتری، زحل و یا اورانوس، مملو از گازهای مختلف بوده است. همچنان که اشاره شد اتم های هیدروژن و اکسیژن به سادگی تبدیل به مولکول آب شده و بدین ترتیب تمام اکسیژن از بین رفته است. در طی زمانی بسیار طولانی از ترکیب کربن با هیدروژن، ازت و گوگرد، مولکولهای آمونیاک، متان، سیانور و هیدروژن سولفوره حاصل شده است. مولکولهای اخیر در محیطی احیاء کننده توانسته اند مولکولهای فعال برای تولید پروتئین ها، آمینواسیدها، لیپیدها و نوکلئوتید اسید ها را تولید کنند و در پی آن مولکول "دِ اِن اَی" DNA[۱۸] یا آجر اولیهٔ زندگی به وجود آمده است و باید در نظر داشت که این تحولات در زمانی بیش از ۱/۵ میلیارد سال به وقوع پیوسته است.

چگونگی تحول شیمی مادّه

در سال ۱۹۲۴ زیست ـ شیمی‌دان مشهور روسی، الکساندر اوپارین(۱۹۸۰ ـ ۱۸۹۴) Alexander Oparin کتابی دربارهٔ مبدأ حیات منتشر کرد. نظریهٔ او دربارهٔ مبدأ زندگی بسیار ساده و مبتنی بر تحول شیمیایی مادّه است. برطبق نظر او، زندگی نتیجهٔ تشکیل زنجیره‌ای از تحولات شیمیایی است که سرانجام منجر به زنجیرهٔ تحولات زیستی

[۱۸] Deoxyribonucleic acid (DNA)

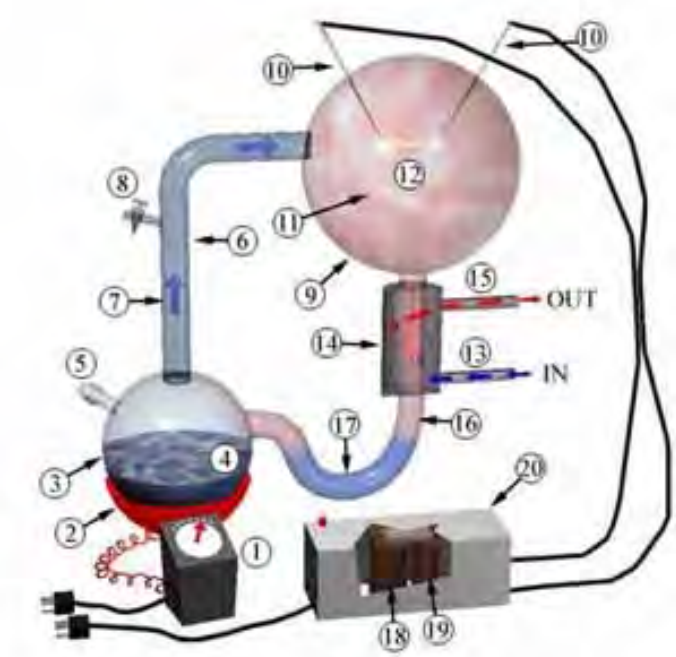
گردیده است.

او در کتاب خود به ویژه محیط زیستی اولیهٔ زمین را به‌کلی متفاوت از آنچه تاکنون هست دانست و گفت که جوّ زمین فاقد اکسیژن و به عکس مملو از گازهای متان، آمونیاک و مولکولهای سادهٔ آلی بوده است.(یعنی جوی احیا کننده داشته است). تحول این گازها در جوّ زمین و یا به حالت محلول در اقیانوسهای کم عمق اولیه، مولکولهای درشت آلی (ماکرومولکول)را ایجاد کرده است.

برطبق نظریهٔ اوپارین، اولین سلولهای زنده، خود به خود و در طی سلسله ای از پدیده‌های تحول شیمیایی و شیمی ـ فیزیکی حاصل شده‌اند.

در سالهای دههٔ ۱۹۴۰، شیمی آلی هنوز توسعهٔ چندانی نیافته بود و تهیه و تشخیص مولکولهای آلی به سادگی میسر نبود. تنها در دههٔ ۵۰ روشهای تهیه و به ویژه تشخیص این مواد متداول شد. در همین هنگام، دانشجوی جوانی به نام استانلی میلر که مشغول پژوهش برای تدوین پایان نامهٔ دکترای خود در دانشگاه شیکاگو بود، شرایطی نظیر شرایط اولیهٔ جوّ زمین به وجود آورد و به‌طور تجربی مراحل اولیهٔ نظریهٔ اوپارین را ثابت کرد. او گازهای متان، آمونیاک، هیدروژن و بخار آب را (نظیر گازهایی که احتمالاً در آغاز تولد سیارهٔ زمین در جوّ وجود داشته‌اند) در بالنی تحت فشار یک جوّ قرار داد و سپس در بالن جرقه‌های بسیار شدید الکتریکی ـ مشابه رعد و برقهایی که در جوّ اولیهٔ زمین اتفاق می‌افتاده ـ ایجاد کرد و نیز سیستمی برای متراکم ساختن بخار آب و تبدیل آن به مایع ـ مشابه بارانهای دورانهای اولیهٔ زمین ـ در نظر گرفت. بعد از یک هفته، مایعی به رنگ قرمز مایل به نارنجی به دست آورد که درآن آمینو اسیدها، یعنی ترکیبات اصلی موجودات زنده، راپیداکرد. شکل(۷) نموداری ازدستگاه استانلی میلر برای اثبات نظریه اوپارین را نشان می دهد.

این آزمایش چگونگی تولید ماکرو مولکولهای آلی را اثبات می کند، ولی تاکنون چگونگی تبدیل این مولکولها به مولکول زنده کشف نشده است.



شکل(۷)نموداری از آزمایش استانلی میلر. در این نمودار اعداد، ابزارهای این آزمایش و موادِ به کار برده شده و محصول آزمایش را مشخص می کنند. ۱ و ۲ دستگاه گرم کنندهٔ انبیق(دیک)، ۳و۴ انبیق با مایع جوشان درون آن و عدد ۵ دریچهٔ اطمینان آنرا مشخص می کنند. ۶ و ۷ جریان گازهای برگشت به درون بالن احتراق و ۸ شیر مخصوص برداشت نمونه از گاز را می نمایاند. ۹و ۱۱ بالن و گازهای موجود در آن را مشخص می کنند. ۱۰ الکترودهایی که با ولتاژ بسیار بالا جرقه به داخل گازها ایجاد می کند. ۱۳، ۱۴ و ۱۵ ورود و خروج گازها و دستگاه تبدیل را نمایش می دهند. اعداد ۱۸، ۱۹ و ۲۰ تراسفورماتوری را نمایش می دهند که برق ۲۲۰ ولت را به جریانی برابر با هزاران ولت تبدیل می کند. جرقه ای که در بالن تولید می شود، تا حدی شبیه برقی است که در اثر برخورد ابرهای بسیار فشرده و سیاه ایجاد می گردد. گازهای خروجی از لولهٔ ۱۵ محتوی انواع آمینو اسیدها است که آجرهای اولیهٔ زندگی می باشند. بدن ما به طور کلی از ۲۲ نوع آمینو اسید تشکیل شده است. این آزمایش به خوبی مشخص کرد که در شرایط اولیهٔ جوِّ زمین، چگونه اتم ها و مولکولهای ساده تبدیل به مولکولهای پیچیده تر شده اند و شرایط برای به وجود آمدن اولین سلولهای زنده فراهم شده است.

اکسیژن برای سلولها و باکتریهای اولیهٔ پیدایش حیات، گاز خطرناکی بوده است و اگر در جوّ اولیه زمین وجود می‌داشت، امکان آن نبود که مولکولهای زنده به وجود آیند. چنان که گفته شد تمامی اکسیژن موجود در جوّ اولیهٔ زمین در ضمن ترکیب با هیدروژن، مصرف شد. گاز هیدروژن سبک و قابل انفجار است، ولی اجتماع این دو گاز با هم، مولکولهای آب را با هزاران نوید از پیچیدگی و تنوع، پدید می‌آورند. تمام سلولهای بدن در محیطی از آب شناورند و ۹۰ درصد بافتهای بدن ما از آب تشکیل یافته است، ترکیبات معدنی موجود در مایعات بین‌سلولی بدن ما با تقریبی کمتر از یک

درصد عینا" شبیه مواد محلول در آب دریا ها است.

تاریخچهٔ شناخت موجودات بی نهایت کوچک

بیش از بیست قرن، فلاسفه و دانشمندان تصورمی‌کردند که زندگی به طور خود به خود نه تنها از موجودات زنده بلکه حتی از مواد جامد به وجود می‌آید. از عهد باستان تا قرون وسطی این نظر مطرح بود که زندگی از اختصاصات درونی مادّه بوده و به محض اینکه شرایط لازم فراهم شود، به طور خود به خود و به گونه‌های مختلف جلوه‌گر خواهد شد. این نظریه را «تولد خود به خود»[۱۹] می‌گفتند. مثلاً فکر می‌کردند که کرم خود به خود از گل و لای و مگس از گوشت فاسد شده حاصل می‌شود. در قرن هجدهم حتی یک پزشک مشهور بلژیکی دستورالعملی را برای تولید موش ظرف ۲۴ روز، از کنار هم قرار دادن دانه‌های گندم و پارچه‌های کثیف ارائه کرده بود.

مدافعان تولد خود به خود تا اواسط قرن نوزدهم به شدت از این نظریه طرفداری می‌کردند. در این زمان در بین شیمی‌دانان بحثی بر سر اختلاف بین موادی که از موجودات زنده به دست می‌آید با موادی که آنها را معدنی می‌نامیدند در گرفت. بدین ترتیب مواد مشتق از موجودات زنده را که در درون خود نیروی مرموزی نهفته دارند (نیروی زندگی)، مواد آلی نامگذاری کردند. و عبارت «شیمی آلی» حاصل این نظر است. در مقابل، مواد به دست آمده از معادن را معدنی و شیمی مربوط به آنها را «شیمی معدنی» نامیدند. به نظر آنها، تولید مواد آلی در آزمایشگاه غیرممکن بود.

شیمی‌دان آلمانی، فردریش وهلر(۱۸۸۲ ـ ۱۸۰۰) اولین کسی بود که توانست به کمک مواد معدنی، مادهٔ آلی تولید کند. او توانست اوره را که یک ترکیب آلی و مستخرج از موجودات زنده و موجود در ادرار آنهاست، در آزمایشگاه از ترکیب مواد معدنی با هم تولید کند. بدین ترتیب شد که « نیروی زندگی» که به مواد تشکیل‌دهندهٔ موجودات زنده نسبت داده شده بی‌معنی است. از این تاریخ به بعد شیمی‌دانان توانستند ۶ میلیون ترکیب آلی را در آزمایشگاهها سنتز کنند، و هر روز تعداد این ترکیبات افزوده می‌شود. امروزه شیمی‌آلی را شیمی مشتقات کربن می نامند.

سی‌سال بعد، چارلز داروین کتاب منشاء انواع را منتشر کرد که انقلابی در درک

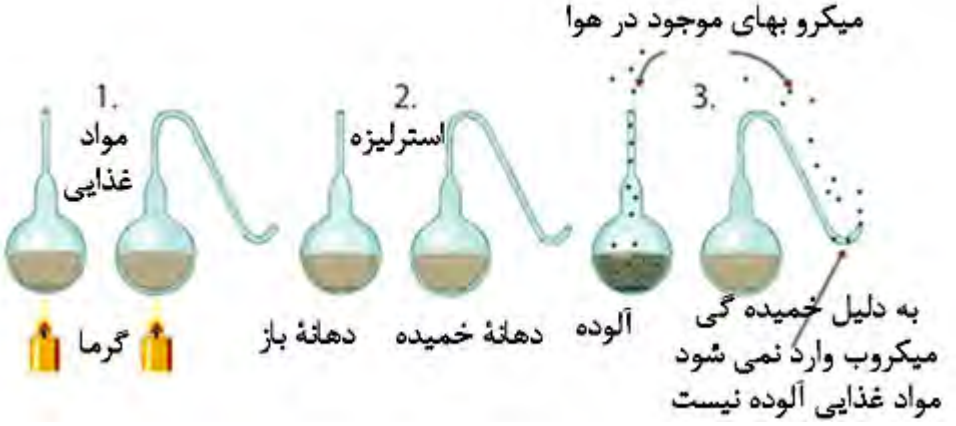
---

[۱۹]. Génération Spontanée

زیست‌شناسی به‌وجود آورد. مسئلهٔ انتخاب طبیعی و مبارزه برای زیستن در طبیعت با توجه به زمان، چکیدهٔ گفته‌های داروین است. نظریات او به سلولهای زنده و سایر موجودات اولیه و سرانجام به انسان متفکر مربوط می‌شود. داروین در نظریات خود حتی به مولکولهای اولیه نیز اشاره داشته و با توجه به نقش زمان، دلیل وجودی و تنوع فراوان موجودات زنده بر روی زمین آشکار می‌گردد.

از سال ۱۸۵۹ که کتاب داروین در دسترس پژوهشگران قرار گرفت، دلیل وجودی موجودات میکروسکپی برای آنها آشکار شد و تجسس دربارهٔ شناخت این موجودات مورد توجه پژوهشگران قرار گرفت، به نحوی که آکادمی علوم پاریس جایزه‌ای برای کسی که بتواند به‌طور تجربی وجود این موجودات را ثابت کند، تعیین کرد. سه سال بعد لویی پاستور Louis Pasteur (۱۸۹۵-۱۸۲۲)، برندهٔ این جایزه شد. آزمایش مشهور او که در واقع بسیار ساده بود، به‌خوبی وجود موجودات ذره بینی را ثابت می‌کرد.

پاستور مایعی شبیه آب گوشت از جوشاندن مواد غذایی تهیه کرد و در دو ظرف شیشه‌ای قرار داد، سپس ظرفها را در دمای بالاتر از ۱۰۰ درجهٔ سانتیگراد حرارت داد. بدین ترتیب تمام موجودات ذره‌بینی موجود در دو ظرف کشته شدند. دهانهٔ یکی از ظرفها به صورت قائم و باز و دهانهٔ ظرف دوم خمیده بود . پس از چند روز مشاهده کرد که مواد غذایی موجود در ظرف دوم فاسد نشده، زیرا میکروبها نتوانسته اند از خمیدگی لولهٔ ظرف عبور کنند. در حالی که مواد غذایی موجود در ظرف اول فاسد و آلوده به میکروب است. زیرا میکروب به سهولت وارد ظرف شده است. شکل(۸) آزمایش مشهور پاستور را مشخص می‌کند.



شکل(۸)نموداری از آزمایش مشهور پاستور

بدین‌ترتیب، پاستورثابت کرد که ظهور ناگهانی موجودات زنده در مواد غذایی پاستوریزه به علت آلودگی این مواد به وسیلهٔ موجوداتی است که در هوا وجود دارند و با چشم قابل رؤیت نیستند. اصطلاح پاستوریزه نیز بر گرفته از همین آزمایش مشهور

پاستور است. او بدین ترتیب اولین کسی بود که قلم بطلان بر افسانه‌های قدیمی « تولد خود به خود » کشید و به تجربه ثابت کرد که این تولیدهای خود به خود مربوط به موجودات میکروسکپی است که در حوالی محیط زیست ما وجود دارند و با استفاده از مواد غذایی موجود، تکثیر شده و باعث فساد این مواد می‌شوند. از این زمان به بعد نتیجه گرفتند که زندگی منحصرا" از زندگی به وجود می‌آید.

پرسش در مورد پیدایش اولین موجود زنده هنوز باقی است. پاسخها در این مورد بسیار است: از جمله خاستگاه مولکولی پیدایش حیات و یا پیدایشی فرا زمینی آن (مانند انتقال حیات از طریق سنگهای آسمانی و یا موجوداتی فضایی از سیّارات دیگر) و یا بنا بر گفتهٔ مشهور ژاک مونو Jacques Monod (۱۹۷٦ - ۱۹۱۰) -برندهٔ جایزهٔ نوبل پزشکی۱۹۶۵ـ تصادف و الزام، زندگی را به وجود آورده است. توصیفی که به هر حال مسئله را حل نمی‌کند و تنها پرسش را یک مرحله دورتر می‌برد.

الفبای زندگی

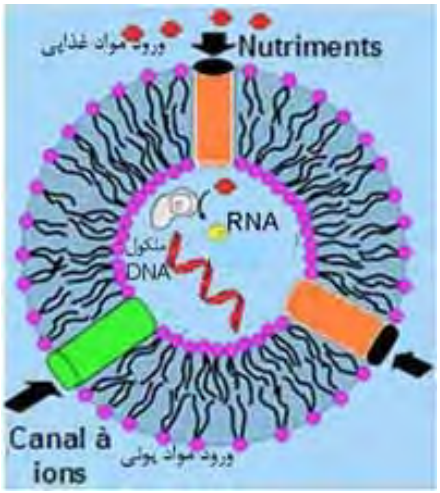
در زمان ما علم شیمی و زیست‌شناسی (به ویژه زیست‌شناسی مولکولی) توسعهٔ بسیاری یافته و می‌تواند تا حدی جوابگوی سؤال فوق باشد. در حدود سه یا چهار میلیارد سال پیش، در دریاها و باتلاقهای زمین که در روز بسیار گرم و در شب بسیار سرد بوده، آن هم در جوّی فاقد اکسیژن و مملو از گازهای مختلف، اولین مولکول پیچیده، از ترکیب انواع و اقسام مولکولهای موجود در محیط به وجود آمده است. بر اثر رعد و برقهای عظیم و پرتوهای فرا بنفش خورشید که به سهولت از جوّ اولیهٔ کم ضخامت زمین عبور می‌کردند، و به تدریج طی میلیونها سال، پیچیدگی این مولکولها افزایش یافته است. به ناگاه یک دسته از آنها به اولین و ساده‌ترین شکل از موجودات زنده و به ویژه قابل تکثیر مبدل شده‌اند. این مولکولهای زنده از نظر زیست شیمی، زیست مولکولی و به‌خصوص وراثت خیلی پیچیده اند، با وجود این در مقابل موجودات تک سلولی کنونی، واقعا بسیار حقیر و ناچیزند.

در سال ۱۹۸۰ دو پژوهشگر آمریکایی به نامهای توماس سش ۱۹۴۷ Thomas R.Cech و سیدنی آلتمن کانادایی ۱۹۳۹ Sidney Altman ، یک دسته از ماکرومولکولها (مولکولهای درشت) را کشف کرده‌اندکه در سحرگاه زندگی، مبدأ مولکولهای زنده و قابل تکثیر کنونی بوده‌اند. یعنی در واقع این مولکولها هم مرغ و هم تخم‌مرغ بوده‌اند.کشف این دو

دانشمند تحول بزرگی در زندگی انسان ایجاد کرده تا آنجا که می توان این کشف را معادل یافته های پاستور و اینشتین در پیش رفت دانش بشر دانست. در اکتبر سال ۱۹۸۹ جایزۀ نوبل شیمی را به‌خاطر این کشف مهم، به این دو شیمیدان اعطا کردند. مولکولهایی که آنها کشف کرده‌اند RNA نامیده می‌شوند که بسیار ساده‌تر از مولکولهایی هستند که بنیاد وراثتی مولکولهای موجودات تک سلولی و یا چند سلولی کنونی یعنی DNA، را تشکیل می‌دهند.

موجود زنده ای که مولکول RNA را در درون خود داشته، اجداد فرضی مشترک جهانی موجودات زنده می دانند و آنرا لوکا نام نهاده اند. لوکا علامت اختصاری کلمۀ اجداد مشترک جهانی است.(LUCA= *Last universal common ancestor*)

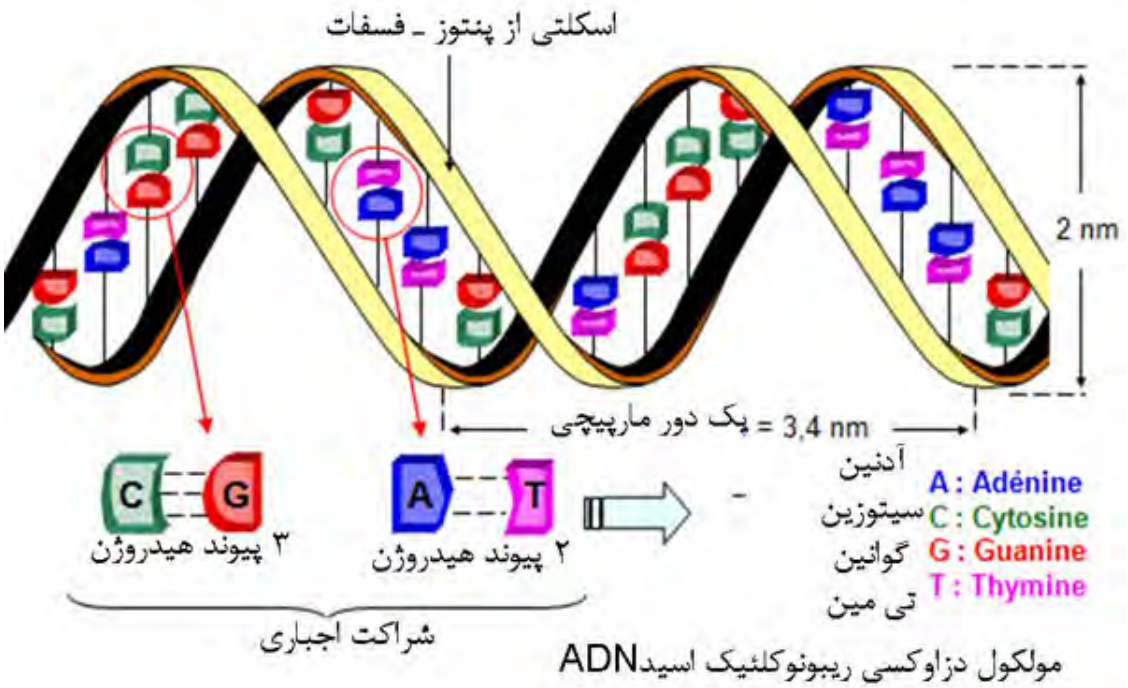
این موجود زنده احتمالا" در ۴/۱ تا ۳/۶ میلیارد سال پیش می زیسته و احتمالا" غشائی داشته که در اطراف آن حفره هایی برای جذب مواد غذایی و یونهای موجود در آب دریا ها را داشته است. نموداری از شکل فرضی آن در شکل(۹) ارائه شده است.



شکل(۹) نموداری از شکل فرضی لوکا اولین اجداد مشترک جهانی موجودات زنده

مولکول DNA (یا دزاوکسی ریبونوکلئیک اسید) مولکول اساسی زندگی بر روی زمین است. این مولکول شبیه نردبانی در هم پیچیده است که پله‌های آن چهار مولکول متفاوت از هم دارد. هر مولکول با یکی از چهار حرف کدهای وراثت مشخص شده و موظف به اعمال وراثت، در تولید عضو ویژه ایست. این چهار مولکول به اختصار با حروف A.C.G.T مشخص می‌شوند. نام شیمیایی آنها به ترتیب عبارت است از: آدنین، سیتوزین، گوانین و تی‌مین. به این مولکولها نوکلئوتید نیز می گویند. تمام موجودات زندۀ روی زمین دارای مولکول DNA هستند و پله های نردبانی شکلِ آن متشکل از A.C.G.T فهرستی از اعمالِ تغذیه، تولید مثل و دفاع از خود را فراخور موجود مورد

نظر در بردارند. وظایف ضبط شده در هر موجودی با وظایف موجود دیگر متفاوت است، در واقع محل قرار گرفتن این چهار حرف بر روی پله‌های نردبان DNA یکسان نیست و در اثر همین اختلاف جزئی، انواع موجودات روی زمین به وجود آمده‌اند. تمام وظایف یک موجود زنده با همین زبان متشکل از چهار حرف A.C.G.T ، نوشته شده است. و حتی در اندامهای یک موجود زنده ، دستورهایی که به کمک این چهار حرف برای یک عضو نوشته شده، با دستورهای نوشته شدهٔ عضو دیگر متفاوت است. تغییر شکل یا دگرگونی در نژادهای مختلف، حاصل از تغییر محل یکی از این چهار حرف بر روی پله‌های نردبان است. این تغییر به صورت وراثت در نسلهای بعد ظاهر می‌شود و آنها نیز به‌نوبهٔ خود آن را به نسلهای بعدی منتقل می‌کنند. شکل (۱۰) نموداری از یک نردبان DNA را نمایش می‌دهد.



شکل(۱۰)نمایشی از مولکول DNA دزاوکسی ریبونوکلئیک اسید. در این مولکول نربانی شکل، ترکیبات آدنین و تی مین با دو پیوند هیدروژن به هم پیوسته اند و ترکیبات سیتوزین و گوانین با سه پیوند هیدروژن به هم پیوسته اند و پله کانهای نردبان را تشکیل داده اند. یک دور مارپیچی نردبان ۳/۴ نانومتر قطر دارد و طول هر پله نردبان ۲ نانومتر(نانومتر = $۱۰^{-۹}$متر) است.

هر یک از اعضای یک موجود زنده به این دلیل متمایز از دیگر اعضاست، که DNA(نوکلئیک اسید)های آنها وظایف ثبت شدهٔ متفاوت از هم دارند. دگرگونی یا جهش، فراوردهٔ تصادف است. اغلب دگرگونیها مخرب و یا مضرند، زیرا کُد تحول یافته

منجر به تولید آنزیمی بی‌فایده می‌شود و باید مدتهای زیادی صبر کرد تا جهش منجر به بهتر شدن عضو شود. این تحول یا تغییر محلِ مختصر در یک نوکلئوتیدی که طولش به یک میلیونیم میلیمتر هم نمی‌رسد، تکامل و یا حتی تغییر نوع در موجود زنده به‌وجود می‌آورد.

ملکول (DNA) هر فرد منحصر به خود اوست و به کمک آن می توان او را شناخت و به همین خاطر به ویژه در پزشکی قانونی از آن برای تشخیص مجرمین استفاده می شود.کافی است بزاق دهان مجرمی بر روی ته سیگاری باقی مانده باشد. به کمک مولکول DNA به سهولت می توان فهمید که سیگار از آن چه کسی بوده است. از مولکول DNA برای تشخیص وراثت نیز استفاده می شود و به خوبی می توان با آن نسبت فامیلی افراد را با هم تشخیص داد.

از چه زمانی واقعا" زندگی به وجود آمده است؟ برای پاسخ به این پرسش باید «زندگی» را توصیف کرد. صفات متعددی را می‌توان به یک موجود زنده نسبت داد، مانند: خودکفایی، دفاع از خود و تولید مثل. یک بلور جامد در محلول غلیظ در سه بُعد مشابه سازی می‌کند، خودکفایی آن تا حدی است که در محیط مولکولهایی مشابه آن وجود دارد. ولی این بلور قادر به دفاع از خود نیست، پس نمی‌توان آن را یک موجود زنده دانست. برخی از ویروسها را می‌توان مبدل به کریستال کرد. مثلاً ویروس بیماری تنباکو را می‌توان مانند شکر و یا نمک متبلور کرد و در ظرف شیشهٔ دربسته‌ای به مدت طولانی (سالها) نگه داشت، بدون آنکه تولید مثل کند و یا تغییر حالت دهد. در این حالت استفاده از کلمهٔ زندگی در مورد ویروسها مفهومی ندارد. اگر روزی مقداری آب در شیشه ریخته و قدری از محلول حاصل را بر روی برگ تنباکو قرار دهیم، علائم بیماری و فساد بر روی برگ ظاهر می‌شود. بسیاری از ویروسهای دیگر نیز چنین مشخصاتی را دارند. مثلاً ویروس ایدز، به‌تنهایی قادر به تولید مثل نیست، و برای تولید مثل احتیاج به مواد درونی گلبول سفیدخون انسان دارد تا بتواند مشابه سازی کند. بنابراین می‌توان گفت ویروسها عبارت‌اند از آرایشی از یک سری مولکولهای تحول‌یافته که مواد لازم برای تولید مثل را ندارند و احتمالاً این مواد را در حین تحول و برحسب تصادف از دست داده‌اند. زیست‌شناسان تا مدت زیادی فکر می‌کردند که ویروسها شکل اولیهٔ موجودات زنده هستند، ولی امروزه خلاف آن ثابت شده است. ویروسها برای تولید مثل نیازمند اندامهای زندهٔ دیگری هستند، بنابراین نمی‌توان آنها را موجود زنده نامید، زیرا سه مشخصهٔ موجود زنده ـ یعنی تغذیه، تولید مثل و دفاع از خود ـ را ندارند. این دستور

زندگی نزد تمام موجودات زنده وجود دارد، شاید مطالعات بعدی بشر نوعی دیگر از زندگی را در آینده تشخیص دهد.

تقریبا چهارمیلیارد سال پیش، زمین مملو از مولکول بوده است. چند مولکول شروع به کُپیه کردن و یا مشابه سازی می‌کنند، آجرهای اولیهٔ موجود زنده اطراف آنها فراهم بوده و مشابه سازی ادامه پیدا می‌کند. تحول باعث از بین رفتن بخشهای غیرلازم می‌شود. عامل زمان در این تحولات نقش اساسی دارد (صدها میلیون سال) این تحولات سرانجام منجر به پیدایش اولین سلول زنده می‌گردد.

سلولهای گیاهان عصر حاضر مقادیر بسیار زیادی از مولکولهایی دارند که به آنها کلروپلاست می‌گویند. این مولکولها عمل فتوسنتز، یعنی تبدیل نور خورشید و آب و کربن اکسید را به کربنِ هیدرات و اکسیژن انجام می‌دهند. سلولهای خون مقادیر بسیار زیادی از نوعی مولکول دیگر به نام میتوکندری دارند که قادرند اکسیژن را با مواد غذایی ترکیب کرده و از آن انرژی بسازند. این نوع مولکولها که در گیاهان و حیوانات عصر حاضر دیده می‌شوند، احتمالاً در آغاز پیدایش زندگی بر روی کرهٔ زمین به صورت انفرادی هر یک اعمال گفته شده در فوق را انجام می‌داده‌اند.

سه میلیارد سال پیش تعدادی از گیاهان تک‌سلولی به تدریج گردهم می آیند و بدین ترتیب اولین عضو چند سلولی ظاهر می شود. تمام سلولهای بدن ما مشابه همان مولکولهای اولیه‌ای است که در ابتدا به صورت انفرادی و جدا از هم زندگی می‌کرده‌اند، ولی اکنون مجموعهٔ پیچیده‌ای را تشکیل داده اند و به طور مشترک هر یک از مجموعه‌ها وظیفهٔ مشخصی را به عهده گرفته‌اند. بدن ما متشکل از صدهزار میلیارد سلول است. قاعدتا" اولین باکتریهای زنده در سه میلیارد سال پیش عمل فتوسنتز انجام می‌داده‌اند، زیرا جوّ اولیهٔ زمین فاقد اکسیژن بوده و فعالیت دسته جمعی این باکتریها به‌تدریج و در طی تقریبا" دو میلیارد سال اکسیژن موجود در جو را به وجود آورده‌اند. بخشی از ملکولهای اکسیژن (O_2) تحت تأثیر پرتوهای کیهانی و فرا بنفش شکسته شده و اتمهای مجرد اکسیژن (O) را پدید آورده‌اند، این اتمهای اکسیژن جذب مولکولهای (O_2) شده و مولکول اوزُون (O_3) را به وجود آورده‌اند. اوُزون در قشر استراتوسفریک و در ارتفاع ۱۵ تا ۷۰ کیلومتری از سطح زمین تشکیل یافته و خود وسیلهٔ بسیار مناسبی برای محافظت از زندگی می‌شود. تا پیش از تشکیل قشر اوُزون، پرتوهای کیهانی به سهولت وارد جوّ زمین می‌شدند و مولکولهای زنده را تخریب می‌کردند، از این زمان به بعد قسمت اعظم این پرتوها جذب مولکول اوُزون می‌شوند و تحول زندگی در روی

زمین با سرعت به پیش می‌رود. تک اتمهای اکسیژن به سهولت بر روی ملکول هیدروژن اثر گذاشته، آب را به وجود می آورد. اتمهای گازی شکل و فعال کربن با هیدروژن گاز متان را تولید می کنند. تک اتمهای ازت با فعالیت بسیار بر روی اتمهای هیدروژن گاز آمونیاک را تولید می کنند .از اتحاد این سه ملکول با هم سیانیدریک اسید و فرم آلدئید تولید می کنند و از پیوند این ملکولها با هم انواع قندها و آدنین که یکی از آمینو اسید های موجود در آجرهای زندگی است به وجود می آیند.

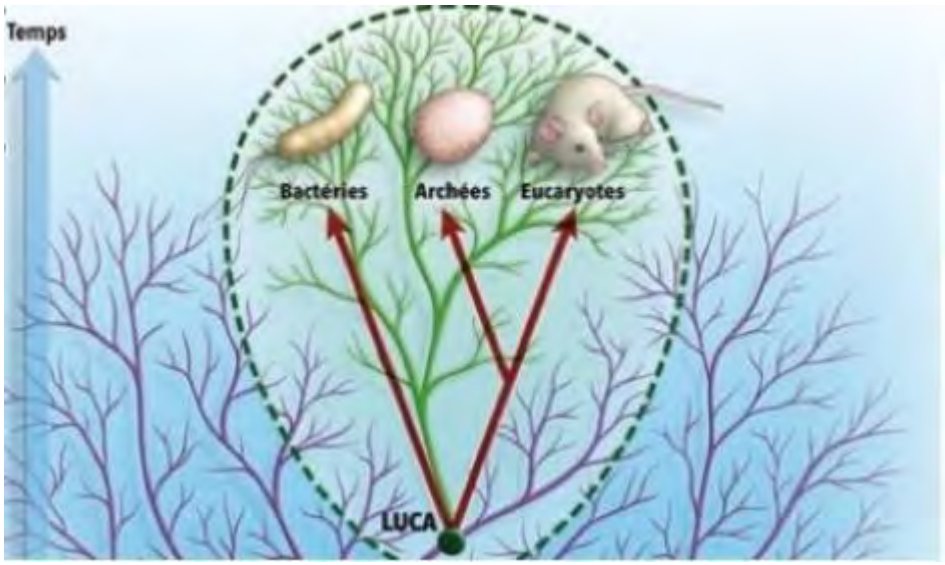
در درون آب دریاها باکتریها به دو دسته می‌شوند:

۱. دسته‌ای که فتوسنتز می‌کنند، نور و گاز کربنیک را جذب کرده و به کمک آب مواد قندی می‌سازند. آنها مواد زاید خود را که اکسیژن بوده است به محیط خارج دفع کرده و زندگی شان را با مشابه سازی ادامه می‌دهند. این نوع زندگی به زودی سراسر کرهٔ زمین را با سرعتی مشابه ازدیاد ویروسها در می گیرد. برای مثال، یک مولکول زنده و یا یک باکتری، ۲ مولکول یا ۲ باکتری مشابه خود تولید می‌کند و سپس ۲ به ۴ تبدیل می‌شود و بعد از آن از ۴ مولکول ۸ مولکول به وجود می‌آید، آنگاه از ۸، ۱۶ و از ۱۶، ۳۲ و به همین ترتیب ۶۴ و ۱۲۸ و ۲۵۶... به وجود می آید. بعد از مدت کوتاهی تعداد مولکولها باکتری ها به حدی کثرت پیدا می‌کنند که برای شمارش آنها باید از ارقام نجومی استفاده کرد. چون در آن زمان عاملی برای تخریب آنها وجود نداشته است، این تکثیر به سرعت ادامه یافته و کرهٔ زمین را تسخیر کرده است. در زمان ما هرگونه تلاش برای ایجاد نوعی دیگر از زندگی، بلافاصله به وسیلهٔ انسانها از بین می‌رود. شیوع انواع باکتریها یا میکروبها در قرون گذشته بسیار سریع بوده و سبب مرگ میلیونها نفر می‌شده است. ولی اکنون ما وسیلهٔ تخریب آنها را داریم. ما به مدد آنتی بیوتیک ها می توانیم اکثر باکتری ها را از بین ببرییم. حتی می توانیم برخی از ویروسهای خطرناک را نیز به کمک واکسن از بین ببریم. دانش ما، مانع از پیشرفت این گونه باکتریهای زیان‌آور شده است.

۲. دسته دیگر از باکتریها عمل تنفسی انجام داده، یعنی اکسیژن و مواد غذایی موجود در جسد باکتریهای دستهٔ اول را جذب کرده و زندگی خود را بدین ترتیب ادامه می‌دهند و سپس مانند دستهٔ قبل تکثیر می‌یابند. منتهی دستهٔ اخیر که سرانجام حیوانات را به وجود آورده‌اند زندگی انگلی داشته و از مواد زاید دستهٔ اول برای ادامهٔ زندگی استفاده می‌کردند.

چندی بعد، اولین نمونه از سلولهای زنده به نام اوکاریوت به وجود می آیند که کاملاً

به محیط اکسیژن دار عادت کرده و عمل تقسیم سلولی در آنها انجام می‌گرفته است. از همین زمان به تدریج در درون این سلولها تحولاتی پی در پی اتفاق افتاده. باکتریهایی که عمل فتوسنتز می‌کرده اند در درون خود کلروپلاست تولید کرده و مبدل به گیاه یا میکروخزه شده‌اند. دستهٔ دیگر که می‌توانستند اکسیژن محلول در آب را جذب کنند، درون خود میتوکندری تولید کردند، حیوانات میکروسکپی را آنها به وجود آورده‌اند. از این پس عمل تولید مثل با ظهور جنسیت شکل و روش تازه‌ای به خود گرفت و به ناگهان تحولات سریعتر شد و از آنجا انواع گیاهان مختلف و حیوانات بسیار متفاوت پدید آمده است. در شکل(۱۱) نموداری از تحول اولین موجود زندهٔ جهانی مشترک که لوکا نامیده شده است، به باکتریهای اوکاریوت و پروکاریوت ارائه شده است.



شکل(۱۱) انشعاب از جد مشترک موجودات زنده اولیه« لوکا » به سه دسته از باکتریهای اوکاریوت، آرکیا(پروکاریوت) و باکتریهای ساده. بعد از این انشعاب دسته های مختلف گیاهان و جانوران و باکتریهای موجود بر روی سیّارهٔ زمین به وجود آمد.

بعد از پیدایش منظومه شمسی و آرامش نسبی در خورشید و سیاراتش، شرایط برای ظهور موجودات زنده در اعماق اقیانوسهای اولیهٔ سیّارهٔ زمین فراهم شده و تحول در پی تحول تا به زندگی کنونی رسیده است. اولین مرحلهٔ مهم در پیداش تنوع موجودات زنده و گیاهان مربوط به ۵۰۰ میلیون سال پیش می شود. این دوره را انفجار کامبرین نامیده اند. منظور از انفجار، پیدایش ناگهانی تحولات در درون موجودات زنده و افزایش گونه های متفاوت از موجودات است. پس از این زمان فسیل های گوناگون از موجودات تک سلولی گرفته تا نرم تنان و سپس صدفهای متنوع در لابلای رسوبات دوران اولیهٔ زمین شناسی پیدا شده اند. دورانهای مختلف زمین شناسی و تحول موجودات زنده در نموداری حلزونی شکل از ۴/۵ میلیارد سال پیش تاکنون در شکل(۱۲) ارائه شده است.

شکل(۱۲)نموداری از تحول زندگی در سیّارهٔ زمین، از لحظهٔ تشکیل سیّارهٔ تا زمان کنونی. در این تصویر تحول زندگی زمینی را به صورت حلزونی نمایش داده اند که در حلقه های اولیهٔ آن از ۴/۵ میلیارد سال پیش تا انفجار کامبرین موجودات میکروسکپی وجود داشته که فسیلی از خود برجای نگذاشته اند. ولی بعد از ابداع جنسیت، به ناگهان تحولان حیرت انگیزی به وقوع پیوسته و انواع و اقسام گیاهان و جانوران به وجود آمده است. نام دورانهای زمین شناسی در این تصویر آورده شده است.

پیدایش جنسیت

ابداع جنسیت توسط سلولهای زنده، مربوط به ۱/۵ میلیارد سال پیش بوده است. تا آن تاریخ، ظهور گونه های مختلف، نتیجهٔ اجتماع جهشهای حاصل از تصادف بوده است. یعنی انتخاب یا تغییر یک حرف با حرف دیگر در حافظهٔ وراثتی مولکولها، گونهٔ جدیدی را به وجود می‌آورده و تحول با روشی بسیار آهسته پیش می‌رفته است.

ناگاه با ابداع جنسیت (نر و ماده) از آنجا امتزاج دو عضو با یکدیگر، به جای عوض شدن حروف، جملات کتاب طبیعت و سپس صفحات آن و قدری بعد کلیهٔ محتویات کتاب (متشکل از کُدهای DNA) عوض شد. فرآورده‌های جدید و انواع مختلف از غربال انتخاب طبیعی عبور کردند. از این زمان به بعد موجوداتی که توانایی انجام وظایف جفت شدن را داشتند برگزیده شدند و دیگران به تدریج از عرصهٔ طبیعت محو شدند. این عمل منحصر به باکتریها و یا موجودات چند سلولی که دو میلیارد سال پیش وجود

داشته‌اند نبوده است، بلکه ما انسانهای زمان حاضر، در تعویض DNAهای خود با فردی که پیوند بسته‌ایم، شوقی از خود نشان می‌دهیم.

یک میلیارد سال بعد از تشکیل اولین سلول، گیاهان با فعالیت دسته جمعی خود محیط و جوّ زمین را به‌کلی عوض کردند. گیاهان سبز مولّد اکسیژن، به تدریج سطح آبهای روی زمین را پر کرده و اکسیژن تولید کردند. جوّ زمین که تا آن زمان مملو از گاز هیدروژن، متان و آمونیاک بود، به تدریج پر از اکسیژن شد. وجود اکسیژن در جوّ اعمال غیربیولژیکی مولکولها را متوقف کرد و حتی مولکولهایی که قدرت دفاعی و یا غشای مدافع نداشتند از بین رفتند. با وجود علاقهٔ زیادی که ما موجودات زنده به اکسیژن داریم، اکسیژن نوعی سمّ برای مولکولهای بی‌دفاع است. جوّ زمین که در بدو امر احیا کننده و یا بی‌اثر بود، اکنون به علت وجود اکسیژن در آن، اکسیدکننده شده و بحرانی بسیار مهم در زندگی زمینی به وجود آورده است. تمام مولکولها و یا سلولهایی که قدرت مقابله با اکسیژن را ندارند، به طور دسته جمعی از بین می روند. ازت موجود در جوّ زمین از نظر شیمیایی بسیار خنثی و در نتیجه بی‌خطرتر از اکسیژن بوده و آن نیز در اثر واکنشهای زیستی بر روی زمین حاصل شده است. عملاً می‌توان گفت ۹۹درصد گازهای موجود در جوّ زمین از واکنشهای شیمیایی و زیستی موجودات زنده حاصل گردیده است و به طور قطع و یقین می‌توان ادّعا کرد که آسمان آبی رنگ ما محصول زندگی است.

زبان زندگی

در زبانی که با آن صحبت می‌کنیم، کلمهٔ تولید مثل به غلط متداول است، برای مثال می‌گوییم تولید مثل حیوانات و یا حتی تولید مثل انسان. موقعی‌که به عمق این کلمه دقت کنیم، چنین استنباط می کنیم که فردی مشابه خود ساخته‌ایم. برای مثال، یک ماشین فتوکپی تصویر سندی را بارها و بارها برای ما تکرار می‌کند، ولی آیا این ماشین قادر است ماشینی مشابه خود تولید کند؟ در دنیایی که ما را احاطه کرده است، حیوانات و گیاهان و حتی ما انسانها، ظاهرا" گیاه و حیوان و یا افرادی نظیر خود تولید می‌کنیم. ولی هرگز هیچ یک از فرآورده‌های ما چه در گذشته و چه در آینده، مشابه هم نبوده و نخواهد بود. فرزندان ما حتی اگر دوقلوی یکسان هم باشند. هرگز نه مشابه ما و نه مشابه یکدیگر خواهند بود. در دنیایی که ما زندگی می‌کنیم منحصرا" و قطعا"

مولکول DNA قادر به مشابه‌سازی از خود است ولاغیر.

ما در فعالیتهای ادراکی خود، هرگاه رابطه‌ای بین دو مجموع اشیا یا ادراکات با طبیعتِ متفاوت را مطرح می‌کنیم، کلمهٔ رمز یا کُد را برقرار می‌سازیم، مثلاً وقتی کلمهٔ پاریس را می شنویم گوش ما آن را با دو هجای (پا و ریس) می‌شنود، حال آنکه چشم ما دنباله‌ای از پنج حرف (پ، ا، ر، ی، س،) را می‌بیند. شنیدن و یا دیدن این کلمه در ذهن ما مجموعه‌ای از ساختمانها، خیابان شانزه‌لیزه، موزهٔ لوور، برج ایفل، و سرانجام پایتخت کشور فرانسه را شکل می دهد. کلمهٔ مادر در ذهن ما رابطه‌ای مبهم ایجاد می‌کند. برای یک کودک، شخص خاصی، یعنی مادر او را تداعی می‌کند. ولی برای دیگران رابطهٔ فامیلی را به طور کلی خاطر نشان می‌سازد. سایر فعالیتهای ادراکی ما براساس همین کُدها پایه‌گذاری شده‌اند. مثلاً برای یک ریاضی دان عبارت ($Y = ۲x$) و برای یک شیمیدان عبارت $H_۲ + O = H_۲O$ و یا برای یک شاعر عبارت «فعلاتن فعلاتن فعلاتن فعلن» و یا برای یک موسیقیدان اصطلاحات (دُ، ر، می، فا، سو، لا، سی) تعیین‌کنندهٔ مفاهیمی هستند که ارتباط بین اشیا و یا ادراکات را برقرار می‌سازند.

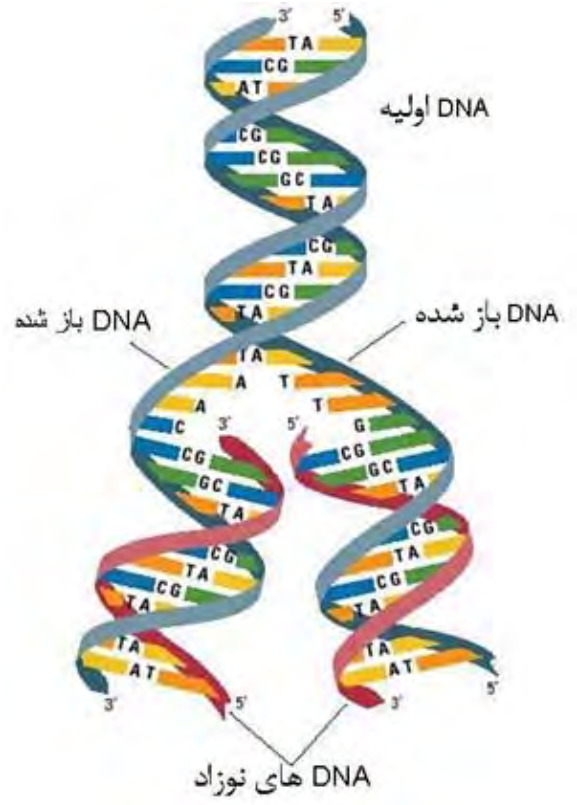
«کُد وراثت» قلمرو مولکول DNA را به وسیلهٔ دنباله‌های T.C.G..A.Tبه قلمرو پروتئینها ارتباط می‌دهد و نگهبان مؤثر این کُدها مولکولهای RNA است که از میلیاردها سال پیش تاکنون سرسختانه مراقب است که کوچکترین اشتباهی در کپی دستورها و انتقال آنها رخ ندهد. ، آیا کُدهای وراثت مشابه یکدیگر هستند؟ اگر جواب مثبت باشد، آیا می‌توان گفت که مبدأ همگی یکی بوده و یا اینکه پدیدهٔ پیچیده شوندگی و انتخاب طبیعی در تمام جهان یکسان بوده است؟

اگر جواب منفی باشد آیا اختلاف کُدهای وراثت در جهش به سوی پیچیدگی و تکامل تأثیری خواهند داشت؟ در حال حاضر جوابی برای سؤالات فوق نداریم ولی می‌توان پرسید: آیا کاربرد کلمهٔ «مادر» به زبانهای مختلف مثلاً اُمّ، Mother، Maman و یا Muter جریان تاریخ تمدن بشری را تغییر داده است؟

تاکنون بشر بیشتر از میلیونها مولکول آلی شناخته و یا سنتز کرده است، ولی فقط در حدود ۵۰ مولکول از آنها در کارهای اصلی زندگی به‌کار می‌رود. آنها با آرایشی مشابه و پی‌درپی به نحوی بسیار ماهرانه تکرار می‌شوند و اعمال مختلف زندگی را به عهده دارند. در جریان زندگی، در داخل پروتئینها، کنترل شیمیایی سلولها و در داخل نوکلئیک اسیدها، دستورالعملهای وراثتی ضبط شده و این مولکولها اساسا" در گیاهان و حیوانات مشابه هم هستند. با نگاهی عمیق به گذشته‌های بسیار دور می‌توانیم اجداد مشابهی

برای آنها پیدا کنیم. گلبولهای سفید که امروز در خون ما وجود دارند در زمانهای گذشته در داخل گیاهان وجود داشته‌اند. در حفره‌های درونی آنها ساختمانی مناسب برای تشکیل آرایش درونی، تغییر مولکولها، ذخیره کردن انرژی و تولید مثل وجود دارد. اگر ما قادر به دیدن درون این سلولها باشیم، لکه‌های سفید مولکول پروتئین را خواهیم دید، بعضی از آنها در کمین شکار، برخی در حال فعالیت بسیار و برخی دیگر در حال انتظار هستند.

اگر بخواهیم اطلاعاتی را که در یک DNA انسان ضبط شده است به زبان فارسی بر روی کاغذ بنویسیم، هزاران جلد کتاب قطور خواهد شد. شاخه‌ای از گل سرخ و یا شمعدانی و یا تعداد بسیاری از انواع گیاهان را بریده و در فصل پاییز در خاکی مرطوب نگه دارید، بعد از مدتی مشاهده می‌کنید که جوانه‌های سبزی از این شاخه‌ها سربرآورده‌اند. بدین طریق پایهٔ جدیدی از گیاه به دست خواهید آورد. خون انسانها را برحسب گروه خونی آنها در ظرفهای استریل نگه می دارند و در موقع احتیاج به انسانهای دیگر تزریق می‌کنند. این زندگی است که در شاخهٔ گیاه و یا در داخل خون، از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود. کبد، کلیه و قلب انسانها را به افراد بیمار پیوند می‌زنند و آن فرد سالیان دراز به خوبی زندگی می‌کند. این زندگی و یا در حقیقت مولکول DNA و RNA است که موجب ادامهٔ حیات می‌شود، زیرا در فرهنگنامهٔ وراثت (ژنتیک) آنها، دستورالعملهای زندگی از چهار میلیارد سال پیش تاکنون ضبط شده و هر روز محفوظات آن بیشتر از پیش می‌شود. همان‌طور که پیشتر دیدیم، مولکول DNA شبیه به نردبان مارپیچی است. نوکلئوتیدها در طرفین بالا روندهٔ این نردبان با نظم کاملی قرار گرفته و کُدهای زبان زندگی را تشکیل داده‌اند. برای اینکه مولکول تولید مثل کند، دو شاخهٔ نردبان از هم فاصله گرفته، سپس به کمک پروتئین مخصوصی پیچهای آنها از هم باز شده و هر کدام از این شاخه‌ها یک کپیه کاملاً مشابه شاخهٔ مقابل خود می‌سازند و در مایع غلیظ هستهٔ سلول شناور می‌شوند. آنزیم جالبی به نام پلی مراز RNA عمل مشابه‌سازی را کنترل می‌کند. در شکل(۱۳) مشابه سازی مولکولDNA نمایش داده شده است. در این نمودار شاخه اصلی مولکول از هم جدا می شود و از این شاخه دو مولکول DNA کاملا" مشابه به وجود می آید. پایه های A.C.G.T کپیه شده، مشابه مادر هستند.



شکل(۱۳) مشابه ساز مولکولDNA

اولین موجود زنده

به‌نظر می‌رسد اولین نیاکان مشترک موجودات زنده یعنی لوکا Luca که بتوان آن را موجود زنده فرض کرد، ۴/۱ یا ۳/۶ میلیارد سال پیش به وجود آمده باشد. این موجود همان طور که در شکل(۹) نشان داده شد، چون حباب کوچکی بوده که در شوربای تشکیل‌دهندهٔ دریاچه‌ها و اقیانوسهای اولیهٔ زمین شکل گرفته است. این موجود به علت غشای محافظی که داشته، غیر قابل حل بوده و تقریبا" شبیه قطرات چربی که بر روی آبگوشت مشاهده می‌کنیم، از مابقی مواد موجود در محیط مجزا بوده است. در بین عناصر تشکیل‌دهنده‌اش شاخه‌ای از DNA وجود داشته که اطلاعات لازم برای تولید پروتئین را به صورت ضبط شده در لابلای پله‌های نردبانی خود داشته است. عمل مشابه سازی آن به کمک مولکولهای RNA انجام می گرفته است. این باکتریها ابعاد میکروسکپی، یعنی در حدود میکرون (هر میکرون یک هزارم میلی متر است) داشته اند، هم اکنون موجوداتی از این قبیل یافت می‌شوند که ابعاد آنها از یک دهم میکرون هم کمتر است. اگر چند میلیارد از آنها را کنار یکدیگر قرار دهیم، وزن آنها یک میلیونیم گرم هم نمی‌شود. در بین باکتریهای زمان حاضر، اشریشیاکلی از سایر باکتریها بهتر بررسی شده است. DNA ی این باکتری متشکل از هزاران پایه

از بازهای A.C.G.T است که امکان سنتز هزاران نوع پروتئین را به آنها می‌دهد. آیا باکتریهای اولیه‌ای که در ۳/۵ میلیارد سال پیش در آبهای زمین زندگی می‌کرده اند مشابه آنها بوده اند؟ به‌نظر می رسد که پاسخ مثبت باشد.

به ویژه از سالهای ۱۹۵۰ به بعد که بازمانده میکرو اُرگانهایی را به نام استروماتولیتها stromatolites یافته اند؛ اینها به صورت قشرهای پی‌درپی از لاشه این باکتریها تپه‌های عظیمی را در استرالیا تشکیل داده‌اند. در شکل(۱۴) قشرهای نامنظم انباشته شده بر روی همِ استروماتولیتها نمایش داده شده است. این قشرها لاشه سیانو باکتریهایی*Cyanophyceae* است که در ۳/۵ میلیارد سال پیش عمل فتوسنتز را مانند گیاهان میکروسکوپی امروزی انجام می‌داده‌اند. اندازه این قشرها از چند میلیمتر تا چندین متر تغییر می‌کند.

شکل(۱۴)نموداری از فسیل باکتریهایی به نام استرماتولیت stromatolitesکه در ۳/۵ میلیارد سال پیش می زیسته‌اند.

در شکل فوق نموداری از ساختار درونی سلولهایی که در سحرگاه زندگی در روی زمین تشکیل یافته و با فعالیت دسته‌جمعی خود جو زمین را به‌کلی عوض کرده‌اند.

این سلولها دو دسته متمایز از یکدیگر را تشکیل می‌داده‌اند. دسته اول را سلولهای پروکاریت Procaryote گویند و دسته دیگر را که تکامل یافته‌تر از دسته اول‌اند و شباهت بسیاری با باکتریهای امروزه دارند، اوکاریت Eucaryot می‌نامند.

ساختار مولکولی دنیای زندگان

شناخت ساختار مولکول DNA در سال ۱۹۵۲ انقلابی در تشخیص واکنشهایی که در درون اندامهای زنده اتفاق می‌افتد به وجود آورد و درک دقیقی از چگونگی نظام گیری

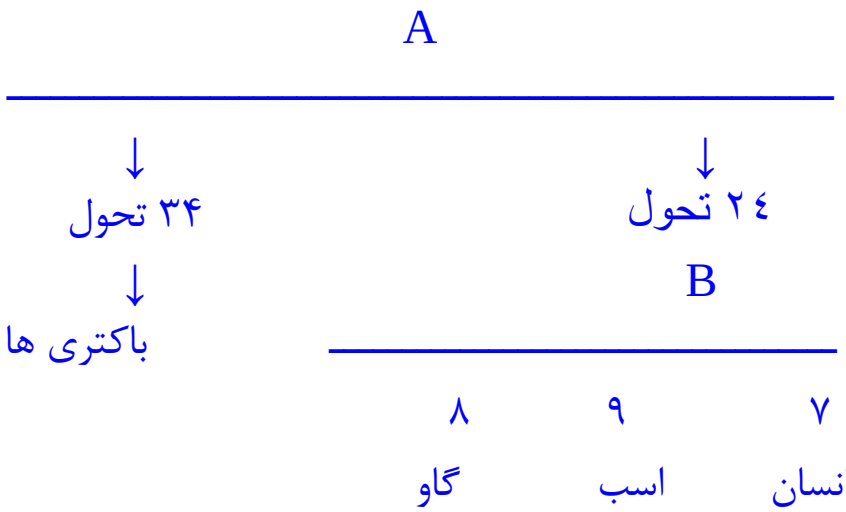
مولکولها در ترازهای بسیار ظریف آنها، به دست داد. همان‌طور که قبلاً دیدیم اَهمّ این مولکولها، پروتئینها (DNA) هستند که به‌صورت زنجیره‌های بسیار طویلی که دانه‌های آن از آمینو اسیدها تشکیل یافته، وجود دارند. تشریح یک مولکول پروتئین در واقع نامگذاری منظم و یکی بعد از دیگری آمینو اسیدهای آن بر روی زنجیرهٔ طولانی آن پروتئین است. تا قبل از سال ۱۹۷۰ مطالعهٔ تاریخچهٔ تحول موجودات و نسبیت نژادی هر موجود با موجود دیگر به کمک فسیلها و اسکلتهایی انجام می‌گرفت که از لابلای رسوبات به دست می‌آمد. ولی از این تاریخ به بعد با شناخت دانه‌های زنجیر مولکولهای DNA دیدگاهی جدید بر روی دنیای موجودات زنده گشوده شد. در این نوع دید، دیگر مقایسهٔ اندامها و یا استخوان بندی انواع موجودات با یکدیگر مطرح نیست، بلکه مقایسهٔ دانه‌های زنجیر پروتئینهای یک موجود با موجود دیگر اطلاعات بسیار وسیعی را در اختیار ما قرار می‌دهد. برای مثال هموگلوبین که گلبولهای قرمز خون را تشکیل می‌دهد، در تمام انواع مهره‌داران وجود دارد و عملاً از چهار زنجیره تشکیل یافته است که دوتای آن زنجیرهٔ آلفا و دوتای دیگر زنجیرهٔ بتا نامیده می‌شوند. در نزد ما انسانها زنجیرهٔ آلفا از ۱۴۱ و زنجیرهٔ بتا از ۱۴۶ آمینواسید تشکیل یافته‌اند. مقایسهٔ انسان با اسب، دیگر شامل مقایسهٔ اندامها و یا وزن و استخوان بندی آنها نیست، بلکه عبارت از مقایسهٔ زنجیره های آلفا و بتای آنهاست. مثلاً در مقایسهٔ زنجیرهٔ آلفا مشاهده می‌شود که ۱۲۳ محل (دانه‌های زنجیر) به وسیلهٔ آمینو اسید مشابه در اسب و انسان اشغال شده‌اند. اختلاف فقط در بین ۱۸ آمینو اسیدِ هموگلوبین خون انسان و اسب وجود دارد. این بهترین دلیل بر وجود مبدأ مشترک این دو موجود است. یعنی این دو موجود در برهه‌ای از زمان اجداد مشترکی داشته‌اند که امروزه دیگر وجود ندارند. در واقع می‌توان گفت در حافظهٔ ژنتیکی اجداد این دو موجود (و یا در اطلاعات ذخیره شده در کروموزمها) دستور تهیهٔ این پروتئین تا آمینو اسیدهای ۱۲۳ به طور مشابه ضبط گردیده است و از آن پس در اثر جهشها، دستورهایی متفاوت در نسلهای بعدی به وجود آمده است. دگرگونی یا جهش، عبارت از اشتباهی است که در موقع کپی یک پایه از ملکول DNA پیش می‌آید. و می‌بینیم در طی ۷۰ میلیون سال ۹ (یا به‌طور مجموع در هر دو نوع ۱۸) جهش یا دگرگونی در زنجیره آلفا اتفاق افتاده است. برخی از جهشها در حین تحولی که این جد مشترک را منتهی به اسب می‌کرده رخ داده‌اند و برخی دیگر در حین تحولی بوده که همان جد مشترک را مبدل به انسان می‌کرده است. با فرض‌اینکه آهنگ جهشها در طول این دو زنجیره مشابه بوده‌اند، مشاهده می‌شود که ۹ جهش

مربوط به هر یک از این انواع خواهد شد. یعنی عملاً یک جهش یا یک دگرگونی در هر ۸ میلیون سال اتفاق افتاده است تا یکی را مبدل به اسب و دیگری را مبدل به انسان سازد.

با توجه به مطالب گفته شده، در فوق می‌توان تمام انواع موجودات را دو به دو، مثلاً در زنجیرهٔ آلفا و یا بتای هموگلوبین خون با هم مقایسه کرد. جدول زیر تعداد آمینو اسیدهای متفاوت از یکدیگر را در انسان، اسب، گاو و نوعی از ماهی آب شیرین نشان می‌دهد.

ماهی	گاو	اسب	ـــ
۶۸	۱۶	۱۸	انسان
۶۶	۱۸	ـــ	اسب
۶۵	ـــ	۱۸	گاو

منطقی است قبول کنیم که انواع موجودات در جریان تحول از یکدیگر متمایزشده‌اند و هر قدر اختلاف در آمینو اسیدهای آنها زیادتر باشد به همان اندازه زمان جدا شدن دو نوع از جد مشترک دورتر بوده است. با استفاده از اعداد موجود در جدول، می‌توان شجرهٔ خانوادگی چهار موجود فوق را به‌صورت زیر ترسیم نمود.

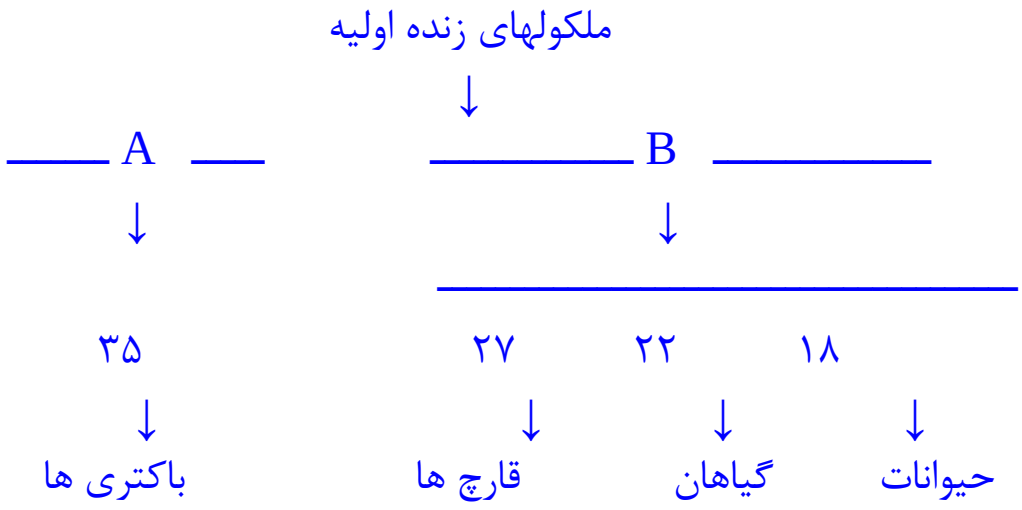


بدین ترتیب می‌توان تعداد جهشهای ایجاد شده در روی شاخه‌های شجرهٔ نیاکان را مشخص ساخت. همین پژوهش را می‌توان با پروتئینهای دیگر (غیر از هموگلوبین) موجودات زندهٔ مختلف انجام داد. نتایج به دست آمده زمانی بهتر خواهد بود که پروتئین مورد مطالعه در انواع متفاوت موجودات، با فاصله نسبی بسیار دور از یکدیگر وجود داشته باشد. یکی از بهترین و پراطلاعات‌ترین پروتئینها، سیتوکروم C است که عمل

مهمی در سیستم تنفسی موجودات دارد. بیش از سی نوع از این پروتئین تاکنون کشف شده است. فراوانترین نوع آن، که از همه بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است، سیتوکرومی است که در درون DNAهای موجودات زنده (جانوران، گیاهان، قارچها و یا باکتریها) وجود دارد. این پروتئین در درون DNA موجودات فوق از نوعی به نوع دیگر، در برخی از نواحی، ساختاری کاملاً مشابه به هم دارند و در نواحی دیگر آرایشی کاملاً متفاوت از هم دارد. این پروتئین به‌طور مجموع شامل ۱۱۸ آمینو اسید است. این آمینو اسیدها در ۱۴ وضعیت در کلیه موجودات فوق مشابه هم هستند و حال آنکه از باکتری تا جانوران این پروتئین در۹۸ وضعیت به‌طور متفاوت بر روی پلکان DNA قرار گرفته‌اند. ولی اگر جانوران را با گیاهان و گیاهان را با قارچها و دسته اخیر را با باکتریها مقایسه کنیم، وضعیتهای متفاوت آمینو اسیدها بر روی زنجیر مولکول DNA به‌صورتی که در جدول زیر آورده شده است، خواهد بود.

با توجه به اعداد زیر می‌توان شجره خانوادگی این موجودات را به‌صورت زیر ترسیم کرد.

	حیوانات	گیاهان	قارچها
گیاهان	۴۰	-	۴۹
قارچها	۴۵	۴۹	-
باکتریها	۶۶	۶۹	۷۴

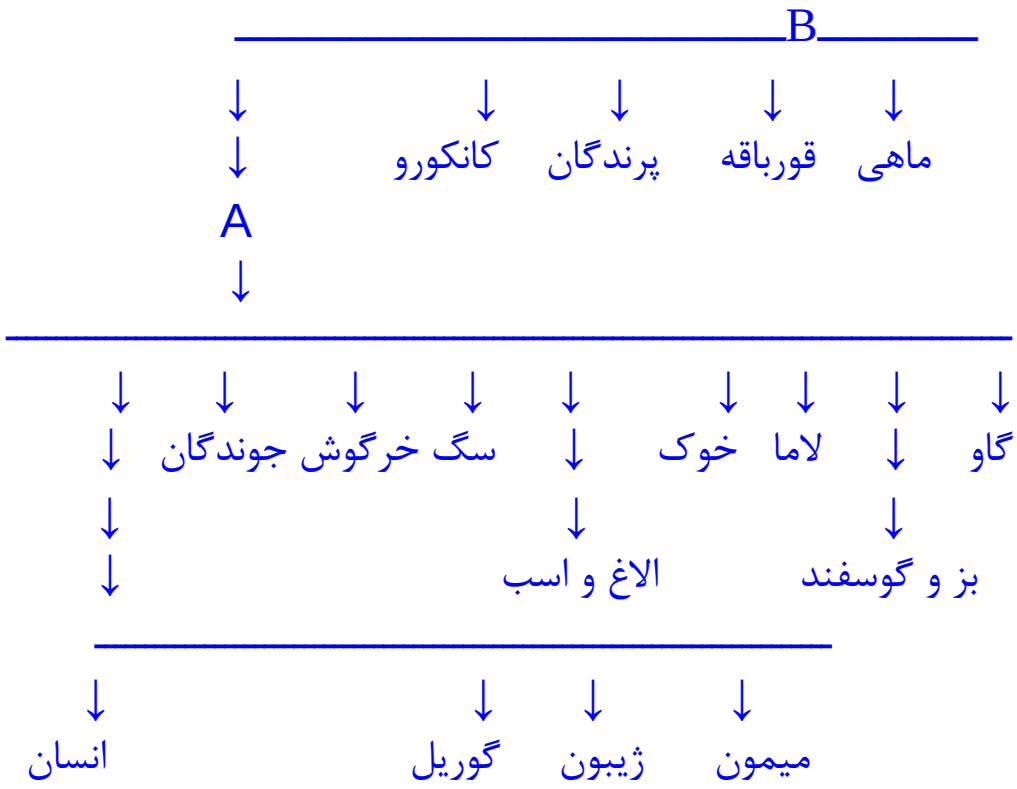


حقیقت زندگی در این پژوهش ها نهفته است. منظور من از بیان این مطالب، بالا بردن درک خواننده نسبت به دنیایی است که در آن زندگی می کنیم. القای درکی بالاتر و کمک به فهم مطالب علمی، بهترین ارمغانی است که می‌توان به هموطنان عزیز داد. سایر همکاران مقیم در ایران در حاشیه کارهای دانشگاهی خود می‌توانند مطالب علمی را به زبانی ساده برای عموم بیان کنند. در غرب اساتید دانشگاهها علاوه بر نشر مطالب علمی، غالبا" کتابهایی نیز برای عموم می‌نویسند.

اگر فرض کنیم که آهنگ جهش (دگرگونی) از نوعی به نوع دیگر در طول تاریخ تحول موجودات زنده همواره ثابت بوده است، متوجه می‌شویم که درخت شجرهٔ نیاکانِ موجودات زنده بر روی کرهٔ زمین در برهه‌ای از زمان به دو شاخهٔ کاملاً متمایز از هم تقسیم شده، یک شاخهٔ آن مستقلاً باکتریها را به وجود آورده و شاخه دیگر اجداد سایر موجودات زمینی را تشکیل داده است. شاخهٔ اخیر در طی یک تا یک و نیم میلیارد سال متحمل جهش و یا دگرگونی چندانی نشده و فقط ۲۰۰ میلیون سال قبل از انفجار کامبرین شروع به تحول کرده است.

دورهٔ زمین شناسی کامبرین مربوط به ۵۰۰ تا حد اکثر ۵۵۰ میلیون سال پیش است. در این دوره به سبب ظهور جنسیت، تکامل و تحول گونه ها به ناگهانی به صورت تصاعدی افزایش یافت، به همین دلیل آن را انفجار کامبرین می نامند.

در آمارگیریهای مربوط به دگرگونگی ها، از انواع متعدد پروتئینهایی که اطلاعات بیشتری به دست می‌دهند استفاده شده و نتایج حاصل را برحسب انواع موجوداتی که مورد نظر است دسته بندی کرده‌اند و بدین‌ترتیب فاصله نَسَبیِ هر موجودی با موجود دیگر به دست آمده است. در گذشته برای دسته بندی موجودات از مشخصات ظاهری آنها استفاده می‌شد و برحسب این مشخصات دسته بندیهای گوناگونی پدید می‌آمد که بسیار سردرگم و پیچیده بودند، ولی اکنون بیش از یک دسته بندی نمی‌توان در مورد موجودات شناخت و آن‌هم شجرهٔ نیاکان آنهاست. شجرهٔ خانوادگی مهره‌داران که در پی می آید شامل ۱۸ گروه از جانوران است، که پس از مطالعهٔ مشخصات زنجیرهٔ آلفا و بتای پروتئین هموگلوبین، سیتوکروم C (پروتئینی که نقش مهمی در دستگاه تنفسی موجودات) و پروتئینی به نام فیبرینوپتید A (مادهٔ اصلی لازم برای انعقاد خون جانوران است) به دست آورده‌اند. هر چه اختلاف بین دو نوع از موجودات بیشتر باشد به همان اندازه نقطهٔ انشعاب از اجداد مشترک دورتر (فاصله زمانی بیشتر) بوده است.



اگر آهنگ جهش از شاخه‌ای به شاخهٔ دیگر در انواع موجودات و در تمام شاخه‌های این درخت یکسان باشد، فاصله‌های شاخه‌ها از یکدیگر، زمان طی شده برای هر انشعاب را نشان می‌دهد. برای اینکه این فواصل نزدیک به واقعیت باشند، باید تعداد پروتئینهای زیادتری را مطالعه کرد. در این حال شجرهٔ خانوادگی نه تنها دسته‌بندی موجودات را مشخص می‌کند بلکه داستان تحولهایی را که در طی زمان و در تاریخهای مشخص اتفاق افتاده، بیان خواهد کرد.

واحد مطلقی برای طول زمان طی شده بین شاخه‌ها نمی‌توان تعیین کرد، ولی می‌توان مقیاسی براساس واحدی نسبی در نظر گرفت. مثلاً اگر فاصلهٔ نسبی انشعابِ (گوسفند ـ خوک ـ اسب) را با فاصله نَسَبیِ انسان ـ میمون در نظر بگیرید، از آنجا فاصلهٔ ارثی آنها

را می توانید حدس بزنید (در نمودار فوق فاصله ها با دقت در نظر گرفته نشده است).

دستور های ثبت شده در ژن ها

حجم اطلاعاتی که ما به آن دسترسی داریم، معیاری برای میزان درک ماست. کلمه بیت Bit ، مخفف کلمه انگلیسی Binary digit ، معیار واحد اطلاعات است. کلمه بلی و یا خیر در پاسخی صریح به یک پرسش است. برای تشخیص اینکه بدانیم یک لامپ روشن و یا خاموش است، یک بیت اطلاع لازم است. برای مشخص کردن یکی از حروف الفبای فارسی پنج بیت اطلاعات کافی است: (۳۲ = ۲ × ۲ × ۲ × ۲ × ۲).

اطلاعات و اخباری که در یک ساعت از برنامهٔ تلویزیونی پخش می‌شود، شاید در حدود ۱۰ میلیارد تا ۱۰۰۰ میلیارد بیت باشد. اطلاعات و اخبار مندرج در تمام کتابهای موجود در کتابخانه‌های کرهٔ زمین شاید در حدود ۱۰ هزار بلیون تا ۱۰۰ هزار بلیون بیت (عدد یک و ۱۷ صفر مقابل آن)است. ولی باید توجه داشت که ارزش کلیهٔ بیتها با هم برابر نیست و از آن گذشته تکرارها و دوباره‌گوییها باید در نظر گرفته شود. اعداد فوق نموداری از دانستنیهای بشر است. در سیّاراتی قدیمی تر از زمین که شاید میلیاردها سال زودتر از کرهٔ زمین به وجود آمده‌اند و ممکن است تمدنی پیشرفته تر از تمدن ما داشته باشند، احتمالاً نوع و شکل اطلاعات آنها کاملاً متفاوت با ما خواهد بود.

در بین این میلیونها تمدن که احتمالاً در کیهان لایتناهی پراکنده شده است، سیّاره‌ای نادر و تنها در منظومه شمسی، جوّی گازی و اقیانوسهایی وسیع و مملو از آب، همراه با مواد آلی و معدنی محلول در خود دارد. در این محیط سیّال و غنی، انواع موجودات کم و بیش ذی‌شعور وجود دارند، که هر یک به ترتیبی با هم ارتباط بر قرار می کنند. چه مقدار بیت یا اطلاعات وراثتی در انواع مختلف موجودات روی زمین ـ از ویروسها گرفته تا ما انسانهای متفکر ـ ثبت شده است؟ چه مقدار پاسخهای بله یا خیر به سؤالات مختلف زیستی در زبان زندگی نوشته شده است؟

مواد وراثتی حیوانات مختلف (ویروسها، باکتریها، خزندگان، پستانداران زمینی و دریایی، بالنها و ما انسانها) همان‌طور که گفته شد، بر روی پلکان پیچ در پیچ مولکولهای DNA ، یعنی بر مبنای آجرهای شیمیایی متشکل از نوکلئیک اسید استوار است. اطلاعات ثبت شده در مارپیچ DNA ی یک انسان و یا هر موجود دیگری بر روی زمین، (حیوان یا گیاه) در زبان شیمی و به کمک چهار مولکول A.C.G.T نوشته شده است.

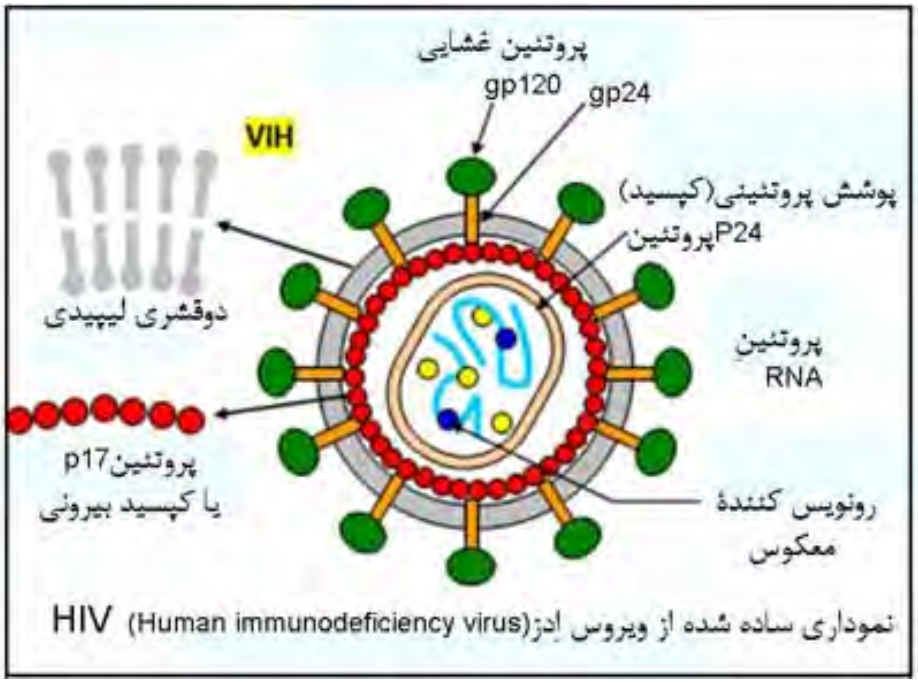
ویروسها

در ژنهای یک ویروس۱۰هزار بیت پیام وجود دارد. این مقدار اطلاعات برابر با مطالب نوشته شده در یک صفحه کتاب است. فرهنگنامهٔ وراثتیِ یک ویروس بسیار ساده است، ولی در خواندن آن باید توجه بسیار کرد. ویروس این اطلاعات را برای عفونی کردن یک عضو بخصوص، مثلاً سلولهای کبدی و یا برای عفونی کردن یک باکتری و یا سلولهای مستقلی چون گلبولهای سفید خون به‌کار می‌برد و این عمل در واقع وسیله‌ای برای تولید مثل اوست که منجر به از بین رفتن باکتری و یا گلبول می‌شود.

ویروسها حالت ویژه ای از زندگی هستند. درواقع در حدّ بین جامد و زنده قرار دارند. برحسب تعریف، قاعدتا" یک موجود زنده عبارت از ساختاری است که قادر به دفاع از خود و خودکفایی و مشابه‌سازی باشد. ویروسها نمی‌توانند تولید مثل کنند و برای این کار احتیاج به اطلاعاتی دارند که در ساختار آنها یافت نمی‌شود و برای دست یافتن بدین اطلاعات، انگل موجودات دیگر شده و از اطلاعاتی که در قلمرو وراثتیِ میزبان وجود دارد استفاده می‌کنند. همان‌طور که قبلاً گفته شد ویروس بیماری تنباکو را می‌توان مانند شکر یا نمک متبلور کرد و در ظرف شیشه‌ایِ مسدود، سالهای زیاد نگه داشت بدون اینکه تولید مثل کند و یا تغییر حالت دهد. در این حالت ویروس جامد است و به خواب رفته و کلمهٔ زندگی در مورد آن مفهومی ندارد. قاعدتا" بمبهای میکروبی از ویروسهای به‌خواب رفته تشکیل شده‌اند.

ویروس بیماری اِیدز(نقص ایمنی در انسان) یا HIV(Human immunodeficiency) نامیده می شود. دوگروه پژوهشی مستقل از یکدیگر به رهبری لوک منتانیه Luc Montagnier و رابرت گالوRobert Gallo در سال ۱۹۸۳ این ویروس را شناسایی کردند. این ویروس برای تولید مثل خود، به گلبول سفید خون انسان احتیاج دارد. این ویروس از طریق انتقال خون و یا آمیزش جنسی از فردی به فرد دیگر منتقل می‌شود. در افریقا و اروپا ویروس اِیدز افراد بسیاری را آلوده کرده است. این ویروس ابتدا در همجنس‌گرایان و سپس در افراد معتاد به مواد مخدر (در اثر کاربرد سرنگهای آلودهٔ یکدیگر) مشاهده شد. ویروس اِدز که آنرا با HIV مشخص می کنند، به صورت مطلق از دو گروه تشکیل شده است: HIV^{1}وHIV^{2} . نوعHIV^{1}در تمام جهان دیده شده ولی

نوع HIV[۲] به ویژه در آفریقای غربی دیده شده است. همان طور که پیش از این گفتیم این ویروس برای تولید مثل به کمک RNA ی خود از اطلاعات ثبت شده در مولکول DNAی کلوبولهای سفید خون انسان استفاده می کند. در موقع تولید مثل مولکول RNA که مسئول برنام نویسی است، مرتکب خطاهایی می کردد که سبب متنوع شدن نوع این ویروس شده است. به دلیل فراوان بودن این خطا ها و به وجود آمدن زیر گروه های بسیار، تهیهٔ داروی مؤثر دشوار و یا ساخت واکسن مناسب تا کنون غیر ممکن بوده است. در شکل(۱۵) نمونه ای بزرگ شده (با میکروسکپ الکترونی) از برش ویروس اِیدز را بعد از رنگ آمیزی می بینید.



شکل(۱۵) نمونه ای از برش ویروس اِدز که با میکروسکپ الکترونی بزرگ شده و سپس آنرا رنگ آمیزی کرده اند.

گلبولهای سفید، سربازانِ مدافع بدن در مقابل باکتریها و پارازیتها و سلولهای سرطانی هستند. ویروس ایدز داخل یک گلبول سفید شده و به‌حالت خواب در لابلای مولکول DNAی آن قرار می‌گیرد و تا زمانی که عفونت دیگری در بدن شخص مبتلا پدید نیاید، ویروس همان‌طور به حالت خواب باقی خواهد ماند (همانند ویروس تنباکو در شیشه به حالت خشک و در بسته). ولی اگر بدن فرد مبتلا، دچار عفونت شود، گلبولهای سفید برای مبارزه با این عفونت شروع به تولید مثل می‌کنند، تا کمبود تعداد خود را برای ازبین بردن ویروس یا باکتری عفونت دهنده، جبران کنند. گلبول سفیدی که آلوده به

ویروس ایدز شده به مجرد اینکه شروع به مشابه‌سازی DNA ی خود می‌کند، ویروس اِیدزِ به خواب رفته در درون آن، بیدار می شود و همزمان با استفاده از اطلاعات موجود درDNA ی گلبول سفید، شروع به تولیدمثل می‌کند و در این حالت به جای هر ویروس هزاران ویروس اِیدز به وجود می‌آید که به صورت جوشهایی از سطح گلبول خارج می شود و در نتیجه گلبول سفید را متلاشی می‌کند. ویروسهای تولید شده در گلبولهای سفیدِ دیگر نفوذ می‌کنند، و در نتیجه نظام دفاعی شخص مبتلا به اِیدزکاملاً از بین می‌رود. گریپ، هپاتیت (یرقان)، واریول (آبله)، هرپس (نوعی تبخال) و پلیوملیت (فلج اطفال) از انواع بیماریهای ویروسی هستند.

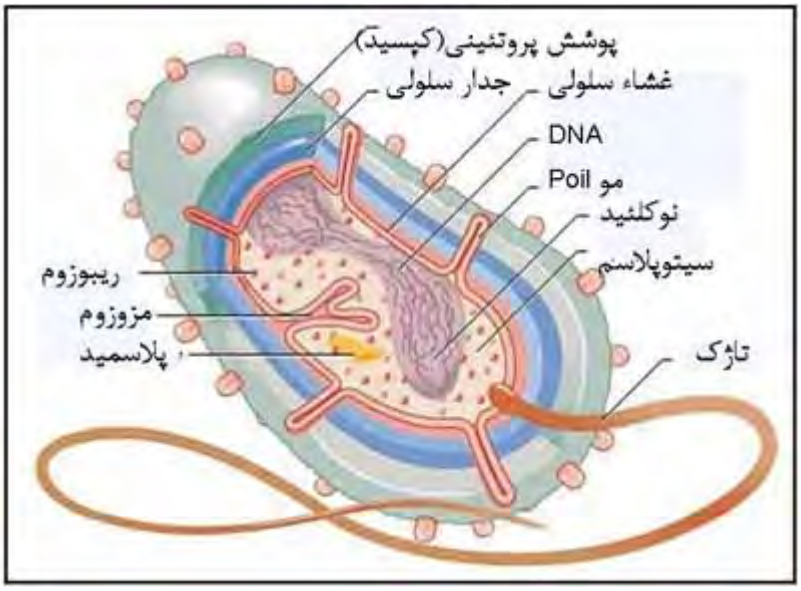
باکتریـــها

یک باکتری به مراتب پیچیده‌تر از ویروس است، تقریبا یک میلیون بیت اطلاعات در لابلای نردبان DNA ی خود دارند، یعنی نزدیک به صد تا هزار صفحه کتاب. باکتریها ساده‌ترین موجوداتی هستند که شکل بنیادی آنها سلول است و در واقع حدّ قراردادی موجودات زنده را تشکیل می‌دهند. انواع بسیار زیادی باکتری با شکلهای متفاوت از هم وجود دارند. باکتریها در هوایی که استنشاق می‌کنیم، در آب، در زمین در اغلب غذاهای سرد و بخصوص در درون بدن و داخل روده (به نام فلور معدی) وجود دارند. غالبا" باکتریها برای انسان و طبیعت بسیار مفیدند. وجود آنها برای ادامهٔ زندگی بر روی زمین الزامی است. بعد از مصرف آنتی‌بیوتیکها، باکتریهای معده و روده از بین می روند، در نتیجه حتما" باید آنها را مجددا" تأمین کرد، از این رو غالبا" همراه آنتی‌بیوتیک نوعی مخمرکه تولیدکنندهٔ باکتری است و یا در صورت نبودن مخمر، ماست تجویز می‌کنند. باکتریهای موجود در مخمر و یا در ماست به سرعت تولیدمثل کرده و دوباره فلور معدی را به وجود می‌آورند.

در بین هزاران عمل دیگر باکتریها می‌توان عمل تصفیهٔ آب، تبدیل قند به شراب و شراب به سرکه و یا تبدیل باقی‌ماندهٔ مواد غذایی و گیاهی به کودهای طبیعی و سرانجام تجزیهٔ جسد حیوانات را نام برد. امروزه بشر به کمک صنعت بیوژنی، باکتریها را تبدیل به کارخانه‌ای برنامه‌ریزی شده برای مصارف پزشکی و صنعتی و غذایی کرده است.

اما باکتریهای مضری نظیر باکتری دیفتری، وبا و کزاز نیز وجود دارند؛ این باکتریها با وجود ابعاد بسیار ریز، قدرتی خارق‌العاده و سریع در تولید مثل دارند و می‌توانند خطرهای جدّی برای اجتماعات بشری ایجاد کنند.

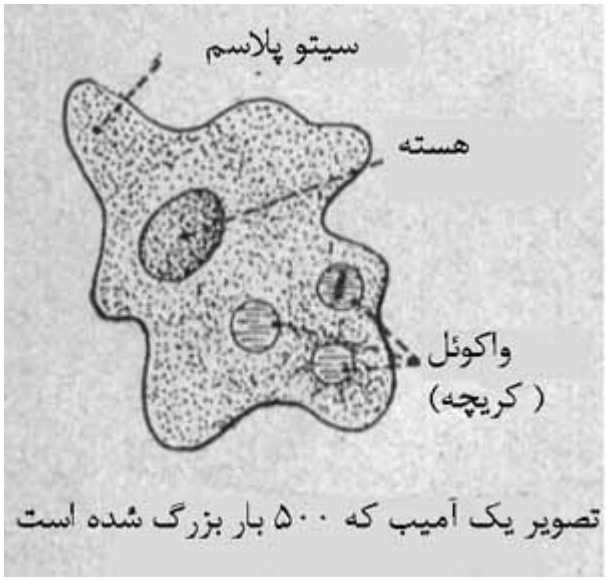
کارهایی که یک باکتری باید انجام دهد، به مراتب بیشتر از کارهای یک ویروس است. برخلاف ویروسها، باکتریها انگل نیستند و باید زندگی خود را تأمین کنند. باکتریها معمولاً با تقسیم شدن تولید مثل می‌کنند. در قرنهای گذشته شیوع انواع باکتریها بسیار سریع بود و سبب مرگ میلیونها نفر می‌شد، ولی‌اکنون ما وسیلهٔ تخریب آنها را یافته ایم و مانع از پیشرفت این‌گونه بیماریها می‌شویم، در مورد بیماری ایدز مبارزه با آن قدری دشوارتر است ولی حتما" بشر راهی برای مبارزه با آن خواهد یافت. البته اگر چند ملیتی های سازنده دارو اجازه دهند. در شکل(۱۶) برش یک یاکتری رنگ آمیزی شده را به طور شماتیک نشان می دهد.



شکل(۱۶)برشی شماتیک از یک باکتری.

آمیب ها

یک آمیب تک سلولی که به طور آزاد در آب شناور است، موجودی به مراتب پیچیده‌تر از باکتری است. DNAی آمیب مجهز به ۴۰۰میلیون بیت اطلاعات است. برای ساختن آمیبی مشابه، حداقل ۸۰ جلد کتاب ۵۰۰ صفحه‌ای اطلاعات لازم است. در مرکز سلول آمیبها هسته‌ای تقریبا" شبیهٔ هستهٔ سلولهای موجودات چند سلولی (پلی‌سلولی)وجود دارد که باکتریها فاقد آن هستند. در شکل(۱۷) تصویر یک آمیب که ۵۰۰ بار بزرگ نمایی شده است آورده شده است.



شکل(۱۷)برشی شماتیک از یک آمیب، ملکولهای(DNA)در درون هسته سلولی قرار دارند.

انســـان ها

برای ساختن یک سلول بدن هر انسان، هزار جلد کتاب پانصد صفحه‌ای اطلاعات لازم است. زیرا در فرهنگنامۀ وراثتی، درون هستۀ هر یک از سلولهای بدن ما ۵ میلیارد بیت دستور ثبت شده وجود دارد. و با توجه به اینکه بدن ما متشکل از ۱۰۰هزار میلیارد سلول است، خیال ساختن یک انسان را به خود راه ندهید (اطلاعاتی معادل ۱۰۰ میلیارد میلیارد کتاب لازم دارد). بدین ترتیب عملا" باید بی نهایت سلول را کنار هم قرار داد تا انسانی که به طور متوسط ۷۰ کیلوگرم وزن دارد را ساخت. هر یک از این سلولهای بی نهایت کوچک، بی نهایت اطلاعات در درون DNAی خود ثبت شده دارند.

هر یک از سلولهای بدن ما از ۴۶ کروموزم تشکیل یافته است، در حالی که سلولهای جنسی هر یک ۲۳ کروموزوم بیشتر ندارند. هنگام تولید مثل، مجموعۀ ۲۳ کروموزم مادر با ۲۳ کروموزم پدر اولین سلول ۴۶ کروموزمی را به وجود می‌آورند. در واقع هنگامی که اسپرماتوزئیدها به سوی تخمک حرکت می کنند، به مجرد آنکه اولین اسپرماتوزوئید وارد تخمک شد در کمتر از چند میلیونیم ثانیه تخمک از خود آنزیمی ترشح می کند که مانع از نفوذ بقیۀ اسرپرماتوزوئیدها می شود. پس از ورود اسپرماتوزوئید به داخل تخمک(اوول) هسته‌اش با هستۀ تخمک مخلوط شده و ۲۳ کروموزم آن با ۲۳ کروموزم هستۀ تخمک، هسته‌ای با ۴۶ کروموزم را تشکیل می‌دهند. با توجه به میلیاردها اطلاعات که در لابلای نردبان DNA وجود دارد و مخلوط شدن

آنها در درون نطفه برای تشکیل سلول ۴۶ کروموزمی، تعداد ترکیبهای ممکن (احتمالات مختلفCombinaison) را مجسم کنید. در واقع عمل لقاح نوعی بخت آزمایی وراثتی است که میلیاردها میلیارد افراد متفاوت از هم را به وجود آورده یا در آینده به وجود خواهد آورد. شکل(۱۸) چگونگی تشکیل جنین آورده شده است.

شکل(۱۸)چگونگی تشکیل جنین و اختلاط کروموزومهای پدر با کروموزمهای مادر و تشکیل جنین در سه روز اول پس از انجام عمل لقاح.

هر یک از سلولهای بدن ما نتیجهٔ تقسیمهای پی‌درپی تنها سلولی است که از تخمهٔ بارور شدهٔ والدین ما حاصل شده است. تخمهٔ بارور شده تمام خاطرات وراثتی را از سحرگاه زندگی تاکنون درون خود نهفته دارد و مطابق آن پیش می‌رود. ابتدا با تقسیم سلولی ساده شبیه باکتریها (۲ به ۴ ، ۴ به ۸ ، ۸ به ۱۶ ، ۱۶ به ۳۲ ، ۳۲ به ۶۴ و...) تقسیم شده و عمل ادامه پیدا می‌کند. موقعی که ذخیرهٔ غذایی داخل تخمک تمام شد، به دیوارهٔ رحم وصل می شود و از بدن مادر مواد غذایی دریافت می کند. دراین حال هر دسته از سلولها مسئولیت ساخت عضوی از بدن نطفه را به عهده می گیرند. جنین در محیط مایعی شبیه آب اقیانوسهای اولیهٔ زمین تشکیل می شود. جنین از تمام مراحل زندگی که موجودات دریایی اولیه تا رسیدن به پستانداران زمینی و نهایتا" انسان طی کرده‌اند، عبور خواهد کرد تا مبدل به موجودی شود که می‌تواند بخندد، گریه کند، و گرسنگی را حس کند. تمام دستورهای قدیمی در زبان شیمی که از ۳/۵ میلیارد سال

پیش تاکنون در لابلای مولکول DNA به‌تدریج ثبت شده و تکامل یافته است، باید اجرا شود.

خوردن یک میوه پدیدهٔ شیمیایی بسیار پیچیده‌ای است، با وجود این یک باکتری، یک حیوان و یا انسان با همین پدیده میوه را هضم می‌کند. وقتی یک سیب درختی فاسد می‌شود، نتیجهٔ کار باکتری است که از آن انرژی لازم برای ادامهٔ زندگی خود را به دست آورده است. حیوانات و ما انسانها با باکتریها و میکروبها صفحات مشترکی در فرهنگنامهٔ وراثتی خود داریم و این خود یک یادآوری از گذشتهٔ مشترک ماست. درست است که از نظر علم و صنعت خیلی پیشرفت کرده‌ایم و می‌توانیم نوزادان آزمایشگاهی درست کنیم و یا حتی برخی از حیوانات را شبیه سازی کنیم، ولی هنوز قادر نیستیم جزئی بی‌نهایت کوچک از اعمال تغذیهٔ یک سلول را انجام دهیم. کارهایی که در آزمایشگاه انجام می‌دهیم با وجود آنکه حیرت‌انگیز و خارق‌العاده هستند، ولی درواقع بیش از جابه‌جا کردن آجرهای یک ساختمان نیستند. در شکل(۱۹) نموداری از ارتباط سلولهای بدن ارائه شده است.

شکل(۱۹)نموداری از ارتباط بین سلولهای مختلف بدن یک انسان.

مغـــز

موجودات تک سلولی شبیه ویروسها و یا باکتریهای در مقابل تغییرات ناگهانی محیط زیست ناتوان هستند، چون در فرهنگنامهٔ ژنتیکی آنها دستورهایی برای مقابله با هر شرایطی نوشته نشده است. در مورد حیوانات چند سلولی فرهنگنامهٔ زندگی به وسیلهٔ عضوی از بدن آنها تکمیل شده است. این عضو، مغز است که به فراخور تحول و تکامل موجود زنده می‌تواند کم و بیش با پیش‌آمدها مقابله کند. اگر تغییرات محیط زیست فاحش نباشد، بسیاری از این موجودات می‌توانند با آن مقابله کرده و به کمک مغز خود چاره‌ای بیندیشند. در سانحه‌ای که ۶۵ میلیون سال پیش اتفاق افتاد، موجوداتی بسیار عظیم و سنگین با چند صد تُن وزن، چون دایناسورها که مغزهای کوچک داشتند، نتوانستند چاره‌ای بیندیشند و از بین رفتند. بر عکس، موجوداتی چون پریماتها که وزن آنها حداکثر از چندین کیلوگرم تجاوز نمی‌کرد، ولی مغز توسعه یافته‌تری داشتند زنده ماندند و به تحول خود ادامه دادند تا به انسان کنونی منتهی شدند.

شکل(۲۰) مقایسه حجم مغز برخی از پستانداران.

مغز مانند سایر اعضای بدن ما به‌تدریج از موجودی به موجود دیگر تحول یافته و تکمیل شده است. پیچیدگی و ظرافت ضبط اطلاعات آن در طول میلیونها سال افزایش یافته و شکل آن نموداری از مراحل طی شده است. مغز از مرکز به سوی خارج تحول یافته و در اعماق آن شاخهٔ اصلی مغزی وجود دارد که اعمال بیولوژیکی اساسی بدن ما

چون تپش قلب و تنفس را اداره می‌کند. بخشهای فوقانی مغز که به صورت پوششی بر روی شاخهٔ اصلی قرار گرفته‌اند، در سه مرحله تحول یافته اند. مجموعه‌ای که در مرکز قرار دارد، محل خشونت، دفاع از قلمرو خود، درک مقام اجتماعی و آیین و مذهب و اطاعت کورکورانه از دستورهای مافوق (دستورهایی که مغز نتوانسته آنها را از حقیقت تمیز دهد) است. تحول این ناحیـــه از مغز طی دویست میلیون سال از اجداد ما (خزندگان و سپس پریماتها) تاکنون ادامه داشته و دارد. با جست و جوی دقیق در اعماق مغز خود، بازمانده‌ای از ماهیها، تمساح، دوزیستان و پستانداران اولیه و انسانهای نخستینِ وحشتزده از حیوانات وحشی را خواهیم یافت. همین ترس باقی مانده از اجداد دور ماست که سبب شده برخی از افراد بشر هر شرایطی را در زندگی خود پذیرفته و تن به هر کاری بدهند.... ترس در ناحیهٔ عمیق مغز قرار دارد و از یادگارهای بسیار قدیمی موجودات است. در ابتدای تحول، ترس از کمبود مواد غذایی و حیوانات وحشی وجود داشت و اکنون در زمان ما، ترس از همنوعانی وجود دارد که به‌خاطر رسیدن به خواسته‌های مادی خود حاضرند دست به هر کاری بزنند و حتی کرهٔ زمین را هم فدا کنند. امروزه نزد افراد عاقبت اندیش، ترس از سلاحهای اتمی، ترس از نیروگاههای اتمی و مواد زاید آنها، ترس از آلودگی محیط زیست، ترس از بمبهای میکروبی و شیمیایی و ترس از دستکاری در ژنهای انسانها (یعنی از بین بردن میراث ژنتیکی بشر که نتیجهٔ ۳/۵ میلیارد سال تلاش طبیعت بوده) وجود دارد. ترس از مرگ حقیقتی است، همهٔ ما از مرگ می‌ترسیم، این ترس دیرزمانی است که درون سلولهای مغزی(نرونها) ما جای گرفته است. تمدن و زندگی اجتماعی بیش از پیش این ناحیه را تقویت کرده است. انسانهای اولیه ترس کمتری از مرگ داشتند، برای آنها مردن امری طبیعی بود، چون هر آن برای ادامهٔ زندگی می‌بایست با طبیعت مبارزه کنند و با مرگ دست به گربیان باشند. اسکیموها نیز از مرگ هراسی ندارند، چون باور دارند که روح آنها بعد از مرگ در جسم تازه‌ای حلول خواهد کرد، برای همین اسکیموهای پیر به راحتی خودکشی می‌کنند.

بخشی که مجموعه مرکزی مغز را احاطه کرده، نظام پیشرفته‌تری نزد پستانداران دارد و می‌توان آن را پوستهٔ مغز درونی نامید و ۱۰ میلیون سال است که این پوسته نزد اجداد پستانداران به وجود آمده و تاکنون تحول و تکامل یافته است. این پوستهٔ مغز درونی، مرکز خُلق و خو و احساسات و توجه و عطوفت نسبت به فرزندان و نزدیکان خود است. خارجی ترین قسمت مغز پوسته‌ای است که بر روی پوستهٔ قبلی قرار دارد و چند

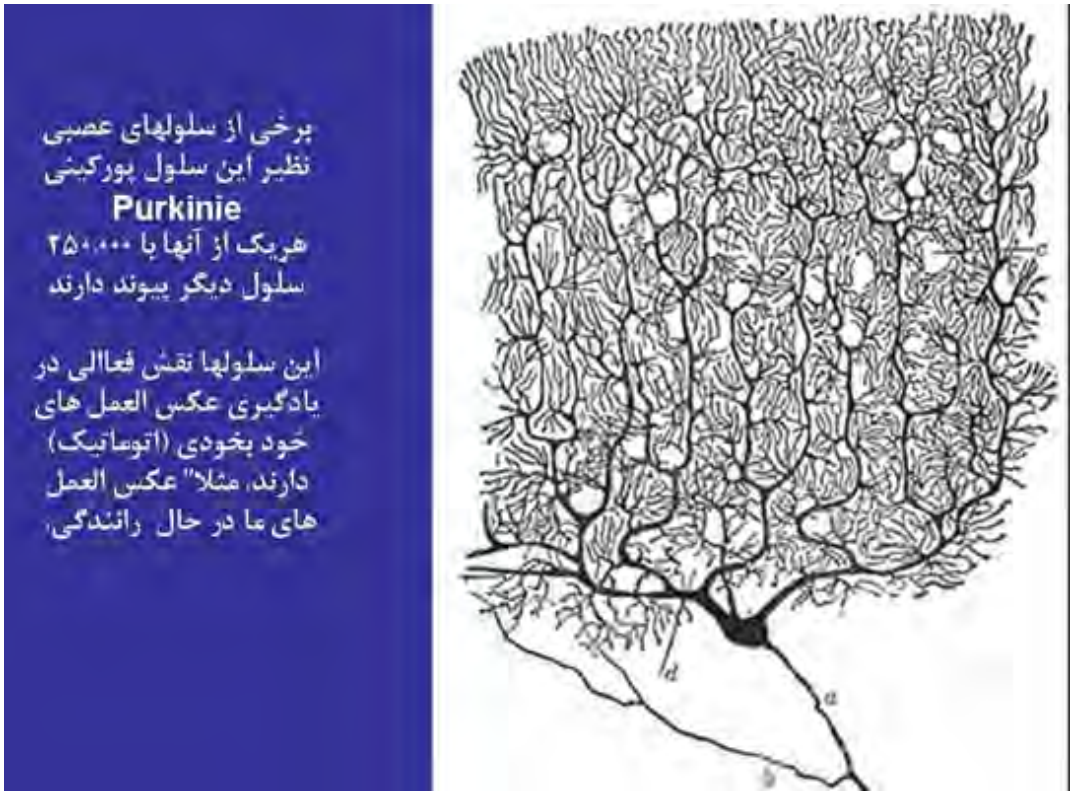
میلیون سال است در اجداد ما پریماتها ظاهر شده و روز به روز توسعه می‌یابد. این بخش که بیش از دو سوم جرم کلی مغز را تشکیل می‌دهد، تعادلی مشکل با قسمتهای عمیقتر دارد، زیرا در این ناحیه مادّه تبدیل به فهم و ادراک می‌شود و نقطهٔ جدایی ما از دنیای حیوانات و گرایش به سوی انسانیت است. این بخش منطقهٔ ضمیر باطن و استدلال، خلاقیت و تجزیه و تحلیل و انتقاد است. به کمک این ناحیه است که می‌توانیم بخوانیم و بنویسیم، مسائل ریاضی را حل کنیم و یا شعر و موسیقی و نقاشی و سایر هنرها را خلق کنیم. در واقع این ناحیه قلمرو انسانیت را تشکیل می‌دهد. شکل(۲۱) نموداری از نواحی مختلف مغز انسان را نشان می دهد.

شکل(۲۱) نموداری از نواحی مختلف مغز انسان.

زبان مغز، متفاوت از زبان DNA و ژنهاست. تمام آن چیزهایی که ما می‌دانیم، ضبط شده در سلولهایی به نام نرون است. نرونها نظام عصبی را تشکیل می‌دهند و به نحو الکتروشیمیایی به یکدیگر متصل‌اند. هر یک از نرونهای ما شاید بیش از هزاران اتصال با نرونهای مجاور خود دارد و هر یک از ما شاید بیش از ۱۰۰ میلیارد نرون داشته باشیم. کلیهٔ اعمال ارادی و غیرارادی ما به وسیلهٔ این اتصالها به مغز منتقل می‌شوند. حتی در خواب، نرونهای ما فعّال است و مغز مانند قلب در شب و در حال خواب می‌تپد.(خوابها، افکار، رویاها و هوسهای ما یک حقیقت فیزیکی و شیمیایی است). یک فکر حاصل از

هزاران جرقهٔ الکتروشیمیایی است. استشمام عطر یاس مثلاً ما را به یاد همین عطر که در زمان طفولیت، یا ده سال و یا بیست سال قبل در محلی و یا جایی به‌خصوص استنشاق کرده‌ایم می‌اندازد. این یادآوری به کمک صدها هزار جرقهٔ الکتروشیمیایی در بین نرونها به پوستهٔ خارجی مغز منتقل می‌شود. خارق‌العاده‌ترین دستگاههای برقی ساخته شده به وسیله بشر، انترنت است که شبکهٔ آن در مقابل شبکه الکتروشیمیایی مغز کاهی در مقابل کوه است. مغز ما نتیجهٔ صدها میلیون سال تحول جهانی است و حال آنکه صدسالی بیش نیست که ما با الکتریسیته و قوانین آن آشنا شده‌ایم.

اطلاعات ثبت شده در مغز انسان اگر بر حسب بیت بیان شود، قاعدتا" باید برابر با حاصلضرب تعداد کل نرونها ضرب در تعداد اتصالهای هر نرون با سایر نرونها باشد، یعنی عددی در حدود ۱۰۰هزار میلیارد (عدد یک و چهارده صفر مقابل آن). اگر این اطلاعات به زبان فارسی نوشته شود، احتمالاً معادل بیست میلیون جلد کتاب پانصد صفحه‌ای خواهد شد. یعنی در مغز هر یک از ما بیش از محتوی ۲۰ میلیون کتاب، اطلاعات می تواند ثبت شود ولی متأسفانه ما فقط از بخش کوچکی از آن استفاده می کنم که میلیاردیم ظرفیت واقعی آن نیست. شکل(۲۲) اتصالهای ممکن یک سلول مغزی(نرون) را نمایش می دهد.



شکل(۲۲) نموداری از اتصالهای یک سلول عصبی(نرون).

بسیار دیده شده افرادی قادرند کتابهای قطوری را به خاطر به سپارند(مانند حفظ

کردن قرآن) بدون فهم آن که کاری بسیار دشوار است، و یا سابق براین نقالان تمامی شاهنامهٔ فردوسی را از بر داشتند با همهٔ اینها، حتی میلیاردها جای پرنشده در مغز باز باقی می ماند. اغلب این کتابها در پوستهٔ خارجی مغز ضبط می شوند.

در اعماق این پوسته کتابهای مشترک بین اجداد خزنده، پستانداران دیگر و خود ما وجود دارد. خشونت، ترس، شهوت، توجه به اطفال، اعمال غیرارادی و ناخودآگاه و اطاعت کورکورانه از دستورهای مافوق در این کتابهای عمومی ثبت شده است. به نظر می‌رسد که گفتگو و محاوره، خواندن و نوشتن در خارجی ترین قسمت پوستهٔ مغزی قرار دارند. حافظه تقریبا در تمام قسمتهای مغز کم و بیش منتشر شده است.

تحول علمی ـ صنعتی صدساله اخیر بشر، دگرگونی وسیعی در نحوهٔ انتقال اطلاعات به وجود آورده است، رادیو و تلویزیون و اخیرا" اینترنت ما را در دور افتـاده ترین نقطهٔ جهان با سرعتی معادل سرعت سیر نور به یکدیگر مربوط کـــرده و رابطه‌ای بین محتویات مغزهای فرستنده با مغز ما برقرار می‌سازد. محـــتویات کتابخانه‌های بزرگ جهان بر روی شبکهٔ اینترنت ثبت شده و یا خواهد شد، در هر لحظه و هر نقطه از جهان مـــی‌توانید با آن ارتباط برقرار سازید. نتیجهٔ آخرین پژوهشها و تجارب دانشمندان جهان بـــر روی ایـن شبکه و در دسترس سایر پژوهشگران قرار می‌گیرد و با مراجـــعه به آن از هـزاران کیـلومتر فاصلـه می‌توانید پژوهش را دنبال کنید و چیزهایی بر آن بیفزایید. بدین‌ترتیب در سنوات آینده، سرعت پیشرفت دانش بشر چند صد برابر خواهد شد. فرهنگهای بیست تا سی جلدی و دایرت‌المعارفهای (آنسیکلوپدی) ۲۴ جلدی را بر روی صفحه‌های لیزری که قطـــر آنها از ۱۵ سانتیمتر تجاوز نمی‌کند ضبط کرده و به کمک رایانه به‌راحتی می‌توانید از آن استفاده کنید. در ده بیست سال اخیر به کمک اینترنت می‌توانید بسیاری کارهای اداری یا بانکی را بدون خروج از منزل، انجام دهید. اینتر نت مغز مشترک تمام افراد بشر شده است. برای آشنایی بیشتر با مغز انسان مطالب مندرج در دو تصویری که در پی ارائه شده است را مطالعه کنید.

۷ موضوع مهم
در بارهٔ مغز انسان
را باید شناخت
Brain
مغز انسان از سه بخش تشکیل شده است 1
(الف) وظیفهٔ نظارت بر فکر کردن، اعمال تحرکی،
احساس و گرسنگی در بدن را دارد.
Forebrain
(ب) وظیفهٔ نظارت بر شنوایی،
بینایی وضمیر باطن را دارد
Midbrain
(پ) وظیفهٔ نظارت بر هم نظمی و تجزیه و تحلیل را دارد
Hindbrain
مغز از دو نیم کره تشکیل شده است 2
نیم کرهٔ چپ فکر توأم با تجزیه و تحلیل
نیم کرهٔ راست برای افکار خلاقه
باور هایی که منشاء اسطوره ای دارد، ۱۰
در صد از گنجایش مغز را اشغال می کند. 3
myth.

4
4مغز انسان۱۶۹ هزار کیلومترموی رگ دارد
به نحوی که می تواند ۴ بار دور زمین بگردد
5
5
۱۰۰ میلیارد نرون (مادّهٔ خاکستری) مرکز
رایانه ای مغز انسان را تشکیل می دهد.
۱۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰
6
6 آموختن زبان دوم قبل
از ۵ سالگی، مادهٔ خاکستری
بیشتری تولید می کند که اثر
مهمی درتوسعهٔ مغز در سن بلوغ دارد
私
7
7
اگر مغز شما سخت افزارباشد
قادر به حفظ۴ هزار گیگا TB
بایت اطلاعات است
به اندازه ۴درصد کتابخانه کنگرهٔ امریکا
یعنی ۸۵۰ DVD+R
80 Blu-Ray Discs
850 DVD-R Discs

سخن آخر

بدین ترتیب گردش کوتاه خود را در جهان به پایان می رسانیم. ما متوجه پیچیدگی جهان و تشکیلات آن شدیم، از کهکشانهای بی نهایت بزرگ تا موجودات ذرّه بینی بی نهایت کوچک. گفتیم که جهان از ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلیارد کهکشان درست شده است، که در هر یک از آنها بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلیارد ستاره وجود دارد. یعنی مجموع ستاره گان عالم بین $۱۰^{۲۲}$ تا $۱۰^{۲۳}$ است و نیز به مدد تصاویر ابعاد ستارگان غول پیکر را شناختم. گفتیم که در برخی از آنها می توان میلیاردها خورشید را جا داد. همچنین متوجه شدیم خورشید ما ستاره ای بسیار متوسط از ستارگان عالم است که بعد از ۶ تا ۷ میلیارد سال دیگر ذخیرۀ سوختی اش تمام و تبدیل به کوتولۀ سفیدی خواهد شد. همچنین ستارگان غول پیکری را شناختیم که بعد از فروپاشی تبدیل به ستاره نوترونی و یا سیاهچاله خواهند شد. لاشۀ این ستارگان جرم بی نهایت زیادی دارد و می توان گفت که چگالی(دانسیته) آنها صدها میلیارد بار بیشتر از عناصر سنگین موجود در سیّارۀ زمین است. از سوی دیگر ذرّات بی نهایت کوچکی را شناختیم که تشکیل دهندگان اصلی مادّه بر روی زمین اند. مشاهده کردیم که در درون ستارگان کورۀ زرگری تولید ۹۲ عنصر شناخته شده بر روی زمین وجود دارد. ابتدا ذرّات بنیادی تبدیل به هستۀ اتمها می شوند و پس از فروپاشی ستاره، اتمها با هم ترکیب شده و مولکولهای اصلی نظیر متان، آمونیاک و مولکول معجز آسای آب را به وجود آورده اند. و نیز متوجه شدیم که در عمق اقیانوسهای اولیۀ زمین از به هم پیوستن این مولکولها آجرهای اولیۀ زندگی پدید آمدند. دیدیم که از به هم پیوستن مولکولهای بسیار ریز ابتدا آمینو اسیدها و سپس مولکولهایی درشت تر به وجود آمدند. از به هم پیوستن مولکولهای اخیر ماکرومولکولهای RNA و DNA پدید آمد. سپس این ماکرومولکولها دستور زندگی را درلابلای مارپیچ نردبانی خود به صورت الفبای زندگی بر روی پله های این نردبان ثبت کردند. در پی این تحولات باکتریها، خزه ها، قارچها، گیاهان، جانوران و دست آخر انسان پدید آمد. این تبدیلات و دگرگونیها منجر به پیدایش انواع موجودات شکفت انگیز و گیاهان متنوع شد. در آخرین فصل این کتاب با ویروسها و باکتریها و موجودات زنده آشنا شدیم و در نزد پیش رفته ترین آنها با مغز انسان و سلولهای درونی آن به نام نرون آشنا شدیم. نرونها مرکز ادراک سایر موجودات به ویژه انسان است. مغزی که قادر به ثبت میلیاردها در میلیارده بیت یا کلمه است و حتی در آخرین تصویری که در این

کتاب آوردیم مشاهده شد که برخی از میلیاردها سلول مغزی ما قادر به داشتن بیش از ۲۵۰ هزار پیوند با نرون های دیگر است. مجموعهٔ کنجایش نرونهای انسان بیش از ۸۵۰ دی وی دی(DVD+R) ۴/۵ گیگا(G.B) بایتی است. انسان به مدد مغز تحول یافته اش مجهولات جهان را تا حدی شناخته است و تا اندازه ای پی برده که از کجا آمده است ولی نمی داند و یا نمی خواهد بداند به کجا خواهد رفت. در واقع ما انسانها که اکنون ۷ میلیارد نفر هستیم و تا اواسط این قرن ۱۰ میلیارد نفر خواهیم شد، با علم و صنعت خود کنترل سیّاره را به دست گرفته ایم و با برنامه های غلط خود که مبتنی بر تولید و مصرف و افراط و تفریط است، در حال بر هم زدن تعادل معجز آسای زندگی زمینی هستیم. حافظ می گوید:

بیا تا گل بر افشانیم و می در ساغر اندازیم

فلک را سقف بشکافیم و طرحی نو در آندازیم

اما من می گویم نظم و ترتیب جهان بسیار خوب و شگفت انگیز است، ولی ما انسانها در حال مختل کردن تعادل سیّارهٔ زمین هستیم و باید خود را اصلاح کنیم. بیاییم و دست به دست هم داده، سیّاره را نجات دهیم و نگذاریم گازهای خروجی از خود روها و صنایع سنگین ما تعادل سیّاره را به هم زند و دمای زمین را تا حدّ تحمل نا پذیر بالا ببرد و محیط زیست را دگر گون سازد. سخن آخر را با بیانی شگفت انگیز از نابغه ترین فرد قرن بیستم آلبرت اینشتین به پایان می رسانم.

" زمانی فرا می رسد که حس می کنی از حد خاص خود و عدم تکامل بشریت رها شده ای.

در چنین لحظه ایست که مشاهده خواهی کرد ، در کوشه ای دور افتاده از جهان هستی و بر روی سیّاره ای بسیار کوچک قرار گرفته و نگاهت معطوف به شگفتی های جهان و زیبایی های عمیق درونی اشیاء شده و ابدیتی دست نیافتنی را درک خواهی کرد.

زندگی و مرگ در هم آمیخته تحول و مقصدی در پیش رونیست.

فقط بودن مطرح است."

Albert Einstein

دانش و فن برای همه
۲

دکتر علی‌افضل صمدی

متولد ۱۳۱۷ در کرمانشاه،
دارای دکترای سیکل سوم در شیمی هسته‌ای از دانشکدهٔ علوم پاریس
و دکترای دولتی فرانسه در شیمی فیزیک هسته‌ای.
دکتر صمدی علاوه بر تدریس در دانشکدهٔ علوم دانشگاه مشهد (۵۱-۱۳۴۷ و ۵۹-۱۳۵۶)
سال‌هایی را نیز به تحقیق در بخش پژوهش‌های مرکز اتمی فرانسه اشتغال داشته است.
از او آثار متعددی به صورت کتاب و مقاله منتشر شده است.
کتاب *اصول شیمی* (چاپ ششم، ۱۳۶۸) وی سال‌ها متن درسی شیمی عمومی
اغلب دانشگاه‌های کشور بود.
از دیگر کتاب‌های اوست: *ستارگان، زمین و زندگی* (۱۳۶۹)، *افسانهٔ زندگی* (۱۳۷۳)،
شیمی عمومی (۱۳۷۷)، *انرژی اتمی* (۱۳۸۷)،
از بی‌نهایت بزرگ تا بی‌نهایت کوچک (۱۳۸۷) و *جهان به کجا می‌رود؟* (۱۳۸۸)

جام کتاب
ISBN:978-964-2533-24-4
9 789642 533244