چگونگی پیدایش منظومه شمسی

نویسنده : KENNETH R. LANG , CHARLES A. WHITNEY
برگردان: زلیخا باقری

۱) چقدر از عمر منظومه شمسی می‌گذرد؟

عمر منظومه شمسی از جهان بیشتر نبوده و انبساط آن از یک تلاءلو نوری در حدود ۱۲ تا ۱۸ بیلیون سال قبل آغاز گردیده است. ما تصمیم داریم داستانمان را از دوران طفولیت جهان آغاز کنیم. در ابتدا جهان انرژی محض بود و هیچ نوع مادهٔ جامدی در آن وجود نداشت، به سرعت این انرژی به صورت متراکم برای ساختن خرده‌های انرژیی‌ای که در چرخش به صورت الکترون‌ها و هسته‌های هیدروژن و هلیوم بودند شکل گرفتند. وقتی دنیای جوان ما منبسط و رقیق شد، آب و هوای آن نیز سرد گردید. این گازها به صورت خوشه‌ای و دسته‌ایِ دوران یافته و متمرکز شکل گرفتند و به تدریج به طور جداگانه به جریانات مجزایی تبدیل شد که شامل کهکشانهای اولیه گردید. در داخل این کهکشانها، دسته‌های متمرکز کوچکی ظاهر شده و در چرخش متلاشی گردیدند که در نتیجه تولد دسته‌هایی از ستارگان را موجب گردیدند. ستارگان اولیه که در این کهکشانها شکل گرفتند نتوانستند با سیارات سنگلاخی همانند زمین همراه شوند.

در آن زمان به‌جز هیدروژن و هلیوم هیچ عنصری وجود نداشت و به علت عدم وجود کربن، حیاتی که ما امروز می‌شناسیم نمی‌توانسته در سطح هیچ یک از سیارات وجود داشته باشد.

اساس هسته برای حیات در مراحل اولیه تولید ستارگان به‌وجود آمده است که این در دو مرحله صورت گرفته است:

۱ - انفجارات تماشایی در ستارگان جوان فوق العاده بزرگ که انفجار نواختران نامیده می‌شود.

۲ - بخش داخلی در بیشتر ستارگان آرام به تدریج هیدروژن را به هلیوم (که سنگینی آن تقریباً برابر ۴ اتم هیدروژن است) و هلیوم را به کربن تبدیل کرده و به این ترتیب رشته‌ای از گونه‌های اتمی به‌وجود آمد.

اکنون چنین می‌نماید که تمام عنصرهای هم وزن کربن یا سنگین تر، در درون سیاره یا در مدت انفجارشان شکل گرفته‌اند. این مواد بین ستاره‌ای قوی که در ابتدا به وسیله بادهای اختری یا انفجارات نواختران در فضا پخش شدند در ساختمان ستارگان بعدی بکار رفتند. عکسهایی که از رشته ستارگان اطراف ما و همچنین کهکشان‌هایی شبیه به کهکشان ما گرفته شده نشان می‌دهد که ساختمان ستاره یک دورهٔ پی درپی است و به‌طور متوالی نسل جدیدی از ستارگان در گاز و گرد و غبارهای بین ستاره‌ای در حال شکل گرفتن هستند. نگارهٔ (۱)

خورشید ما یکی از ستارگان نسل‌های قدیمی است زیرا که علاوه بر هیدروژن و هلیوم، ۲ درصد از جرم آن نیز شامل فلزهای سنگین است که تنها در ستارگان نسل‌های اولیه تولید شده است. تئوری حیات برروی ستارگان به این مطلب اشاره دارد که خورشید ما حدود ۵ بیلیون سال است که در حال درخشیدن می‌باشد(به علاوه مقدار کمی نیز نورانی ترشده‌است). بنابراین باور کردنی نیست که منظومهٔ شمسی بیش از ۵ بیلیون سال قدمت داشته باشد. ازطرفی ارائه تاریخ دقیق تولد سیارات به وسیله سنگهای آسمانی نیز امکان پذیر است. قدیمی‌ترین آنها، کندریت‌های کربن دار است که احتمالاً از مناطق به نسبت سرد در منظومه شمسی در طول مراحل اولیه ایجاد ساختمان سیاره سرچشمه گرفته است. اندازه گیری میزان رادیواکتیو آن براین مطلب اشاره دارد که کندریتهای کربن دار حدود ۴/۶ بیلیون سال قبل شکل گرفته‌اند و این احتمالاً می‌تواند سن سیارات باشد.

اگر ما این مطلب راکه منظومه شمسی حدود ۴ الی ۵ بیلیون سال قبل به وجود آمده است را بپذیریم این نتیجه گرفته می‌شود که سیارات نیز همزمان با خورشید شکل گرفته‌اند و این تهیه مدارک مهم از دوران‌های اولیه در سیارات را امکان‌پذیر می‌سازد. در این راستا مدارک دیگری نیز به وسیله نظم‌موجود در سیستم سیارات تهیه گردیده است.

۲) خصوصیاتی در منظومه شمسی

در اعصار گذشته مواردی از این اصول منظم حاکم بر سیارات ثبت شده است:

۱) سیارات درمدارهای باریکی در اطراف آسمان حرکت می‌کنند: مداری‌ازدایرةالبروج. وآن شامل مدار سیارات در تمام موقعیت‌هایش می‌باشد.

۲) همان طور که از نیم کره شمالی زمین دیده شده است مدارتمام سیارات در جهت حرکت و یا به عبارت دیگر خلاف عقربه‌های ساعت، حول خورشید می‌باشد.

۳) تقریباً تمام مدارها دایره‌ای هستند.

۴) خط استوا به سبب دوران خورشید تقریباً با صفحهٔ مدار سیاره منطبق است.

۵) مدار بیشتر ماهواره‌ها، از سیارات محصور در صفحهٔ استوایی پیروی کرده و جهت حرکت را دنبال می‌نماید.

۶) به استثنای زهره، اورانوس و احتمالاً پلوتون، خورشید و تمام سیارات، چرخش حول محورشان همان جهت حرکت می‌باشد.

۷) مدار سیارات به نسبت یک طرح منظمی پیروی می‌نماید. در قسمت داخلی منظومه شمسی، مدارهر سیاره حدود ۱/۵ برابر شعاع تا همسایهٔ داخلی فاصله دارد و این نسبت در قسمت بیرونی منظومه شمسی تا رقم ۲ افزایش می‌یابد.

۸) سرعت حرکت زاویه‌ای در منظومه شمسی، در سیارات بزرگتر متمرکز گردیده و خورشید تنها کمتر از یک درصدِ این مقدار را به‌وسیله سیارات حمل می‌نماید در حالی که جرم آن بیش از ۱۰۰ برابر جرم سیارات است.

۹) سیارات بسیار بزرگ مانند مشتری و زحل در منطقه میانی قرار دارند.

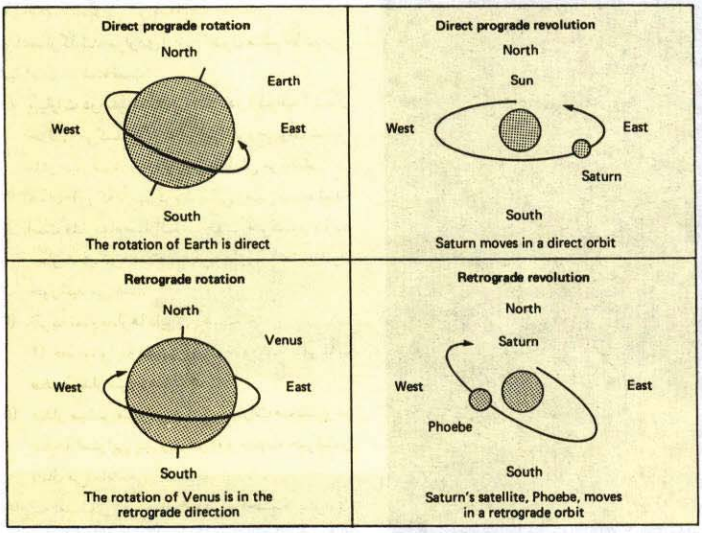
۱۰) ذرات موجود در سیارات که شامل سنگلاخ، یخ و گاز می‌باشند به‌طور یکنواخت توزیع نشده‌اند. (به‌نگاره (۱) مراجعه شود). اجسام سنگلاخی متراکم در ۴ سیارهٔ نزدیک خورشید (عطارد، زهره، زمین، مریخ) پراکندگی بیشتری داشته درحالی که اجسام یخی نورانی و گازی درسیارات غول پیکری مانند مشتری و نپتون بیشتر است. علاوه براین، سیارات غول پیکر دارای هسته‌ای ۱۰ برابر جرم زمین و از مواد صخره‌ای بوده و اختلاف آنها تنها در مواد پوشیده شده در هسته آن است.

نگارهٔ (۱): سحابی جبار

مواد بین ستاره‌ای زمانی قابل رویت است که گرم شده و ستارگان بزرگ آنها را به فلوئورسانس یونیزه کنند. این ستاره‌ها در منطقه‌مرکزیِ درخشان درسحابی جبار نشان داده می‌شوند. گمان می‌رود غده‌های گازی تاریک و قرمز منقبض گردیده و در آینده به شکل ستاره در آیند. این عکس‌ها در نور قرمز درمدت ۹۰ دقیقه به وسیله تلسکوپ ۱۲ متری اشمیت گرفته شده است. صفحهٔ عکاسی اصلی کهی شده برای مقایسه به کار رفته (همان صفحه‌ای که جهت عکاسی در تلسکوپ به کار می‌رود) و بدین ترتیب جزئیات دقیقی از منطقه مرکزی درخشان و تارهای کم نور مشخص می‌گردد. (رصدخانه، رویال، آیین بوروخ، ۱۹۸۷، تهیه شده به وسیله (David. F.

نگارهٔ (۲):

حرکت در جهت‌های مخالف وموافق:
حرکت مدار سیارات و مدار خورشید درهمان جهت موافق می‌باشد. چرخش خورشید و بیشتر سیارات نیز در جهت موافق است. همچنین مدار بیشتر ماهواره‌ها نیز در همان جهت صفحهٔ استوائی سیاره‌شان است. به طور کلی جهت حاکم که از شمال دیده می‌شود همان خلاف جهت عقربه‌های ساعت و یا به عبارت دیگر از غرب به شرق است با این وجود در نظم دینامیکی منظومه شمسی نیز استثناهائی وجود دارد. هرگاه از شمال به زهره و اورانوس نگاه شود حرکت چرخش آن در خلاف جهت است و یا به عبارت دیگر از شرق به غرب است. قمرهای زحل و برخی از قمرهای بیرونی مشتری در خلاف جهت مدار حرکت کرده که بسیار متمایل و بیرون از مرکز می‌باشد.



لاپلاس در ابتدا به وسیلهٔ تجزیهٔ ریاضی، اهمیت هریک ازاین خصوصیات را آشکار کرد. اواحتمال تصادفی بودن نظم موجود در مدار سیارات را به وسیلهٔ پیگیری این استدلال، محاسبه نمود.

این طور تصور می‌شود که شمار زیادی از منظومه‌های شمسی، شاید یک میلیون، هر کدام شامل ۹ سیاره، به طور اتفاقی با همدیگر پرتاب شده‌اند. با این حساب چند سیستم را می‌توانیم پیدا کنیم که تمام سیاراتش حول خورشید دریک سو به‌چرخند؟

مسیر چرخش سطح خورشید همان چیزی است که ما جهت حرکت می‌نامیم هرسیاره‌ای به طور طبیعی دو انتخاب دارد: جهت حرکت و خلاف جهت حرکت و ممکن است ماآنها را در یک زمان ببینیم. احتمال هرکدام از آنها $\frac{1}{2}$ است و این نسبت برای هرکدام برابر فرض شده‌است شانس این که دومی و سوی متوالی باشد $\frac{1}{2}=\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ است.

اگر درمجموع ۹ سیاره موجود باشد ما ۹ عامل خواهیم داشت و می‌توانیم بگوییم احتمال این که همه آنها در یک جهت حرکت کنند برابر است با:

$$P = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2} = ۰/۰۰۲$$

و این همانند احتمال ۹ بار بالا انداختن سکه می‌باشد و چنانچه ما تمام قمرهای شناخته شده که حدود ۵۰ تا می‌باشند را نیز به حساب آوریم این عدد به اندازه‌ای کوچک می‌شود که مشکل نمایش دادن تعداد صفر را خواهیم داشت:

$$P = ۰/۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۳۵$$

حتی اگر یک میلیون میلیون میلیون منظومه شمسی نیز به طور اتفاقی (تصادفی) ساخته شده وسیارات و قمر به طور اتفاقی در مدار قرار گرفته شده باشد تنها یکی از این منظومه‌های شمسی می‌تواند همانند منظومه شمسی ماباشد. این تنها یک قسمت از این محاسبه (برآورد) است. حال اگر ما نظم‌های دیگری همانند چرخش سیاره‌ای و مدار شهابسنگها را نیز به حساب آوریم این احتمال بی‌نهایت کوچک می‌شود!

محل عمده	نقطه‌جوش (درجه کلوین)	چگالی(g/cm3)	نمونه‌ها	اجزاء عناصر
سیارات خاکی (زمین)	۲۰۰۰	۷/۹ ۳/۳	fe=آهن si=سلیسیوم mg = منیزیوم	صخره-سنگ‌خاره
قمرهای مصنوعی ستاره‌های دنباله‌دار	۲۷۳	۱/۰	H2o =آب NH3=آمونیاک CH4 = متان	یخ
سیارات ژوپیتری (عظیم الجثه)	۱۴ ۱	<۱ <۱	H=هیدروژن He=هلیوم	گاز

رویارویی با این معمای غیرقابل حل، لاپلاس را متوجه راه‌حل دیگری به جز احتمال همترازی کرد. اوبه این مسئله پی‌برد که اگر چه قانون نیوتن می‌تواند وضع کنونی منظومه شمسی را توصیف نماید اما نظم قابل توجهی را نمی‌تواند توضیح دهد.

در این زمینه می‌بایست اطلاعات بیشتری داشته باشیم که در زبان ریاضی این اطلاعات «وضعیت اولیه» نامیده شده است. در داخل وضعیت اولیه ما می‌بایست مراحلی راکه به وسیله آن خورشید و دیگر ستارگان شکل گرفته امتحان کنیم.

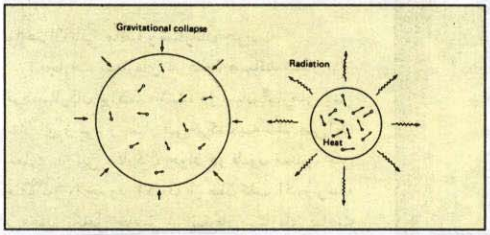
۳) آغاز تولد یک ستاره :

هرگاه با چشم غیر مسلح به فضای بین ستاره‌ها نگریسته شود ممکن است خالی به‌نظر آید. اما در واقع این طور نبوده و این فضاشامل ابرهایی از گاز(غالباً هیدروژن) و همچنین غبارهایی از فلزات سنگین که همانند دود سیگار به‌نظر می‌آید، می‌باشد. بسیاری از این ابرها درنتیجهٔ مراحل اولیه ساختمان ستاره باقی مانده‌اند. بسیاری نیز شامل مواد بیرون ریخته شده از انفجارات نواختران می‌باشند بقیه نیزاز کناره‌های بیرونی ستاره‌ها آزاد می‌شود.

این گرد و غبارها می‌توانند به صورت مواد نارسی باشند که در نتیجه، مواد اولیه ساختمان ستاره‌ها و همچنین سیارات را تشکیل می‌دهد. ترکیب گاز و گرد و غبار در این جا و آن جا به وسیلهٔ امواج توسعه یافته از انفجارات ستاره‌ای و یا به وسیلهٔ کشش‌های جاذبه‌ای و امواج ساطع شده از ستارگان حرکت می‌نماید.

این غبار در تمام طول مدت توسط گازهایی به‌نام «غبار شیطان»، که به وسیله بادها در روزهای خشک تولید شده حمل می‌شود. در بعضی اوقات توده‌های گازی با مواد دیگری برخورد کرده که در نتیجهٔ تولید درجه حرارت بالا، «تکانهای ناگهانی‌ای» را همانند موج‌های نامنظم در ساحل اقیانوس‌ها ایجاد می‌کنند. در بیشتر قسمتها این ابرها چرخش منحصر به فردی را در میان فضا داشته، همچنین میزان گرما و چگالی و تراکم را در سطح ستارگان تحریک می‌نمایند. اما اگر این توده‌ها به اندازه کافی بزرگ شوند، نیروی جاذبه متقابل بر اغلب قسمتهای آن چیره شده و فشار وارد می‌نماید و به این علت ابرشروع به پائین آمدن برروی خودش می‌نماید. همچنان که پائین می‌آید انرژی مفید گاز در مسیر بیشتر به صورت یک انرژی ضربه‌ای عمل می‌نماید. میزان زیادی از این انرژی دوباره به گرما تبدیل شده واین گرما قادراست درجه حرارت و فشارگاز را بالابرد و تمایل به از هم پاشیدگی خواهد داشت. درهرصورت این از هم پاشیدگی تنهامقداری از انرژی‌ای راکه در طول مسیر جذب یا حمل کرده است را حفظ و تودهٔ باقی‌مانده را سرد نموده و میزان فشار را پائین نگاه می‌دارد. (به نگارهٔ (۳) مراجعه شود) البته این تشعشع‌ها برای سرد نگاه‌داشتن یک تودهٔ بزرگ کافی نمی‌باشند. زیراگاز و غبار این پرتوها را قبل از این که رها شوند جذب می‌نماید. سابق براین فشار درونی تحت تأثیر جاذبه به وسیله درجه حرارت بالا در قسمت‌های داخلی، بادهای متداول را تولید کرده که می‌توانستند مقداری از این گرما را به طرف سطح توده هدایت نمایند. چنان چه این توده زمان کافی برای رهاکردن بخش مهمی از انرژی اش داشته باشد، سرد شده و همانند یک شکاف پف کرده از هم پاشیده‌می‌شود.

علیرغم تردید منجمان در بارهٔ مکانیزم واقعی از هم‌پاشیدگی ، وجود این چنین توده‌های از هم پاشیده شده ثابت شده است. آنها در دوره‌های قبل توده‌های غول‌پیکری راکشف کردند که جرم آنها حدود جرم هزاران خورشید بوده است. این تودها بر اثر فشار به صورت دسته‌های بزرگی از ستارگان شکل گرفتند. درجه حرارت داخل آنها بسیار پایین (تقریباً حدود ۱۵ درجه کلوین) بوده و آنها به وسیلهٔ مولکول‌های گاز و گرد و غبار متراکم



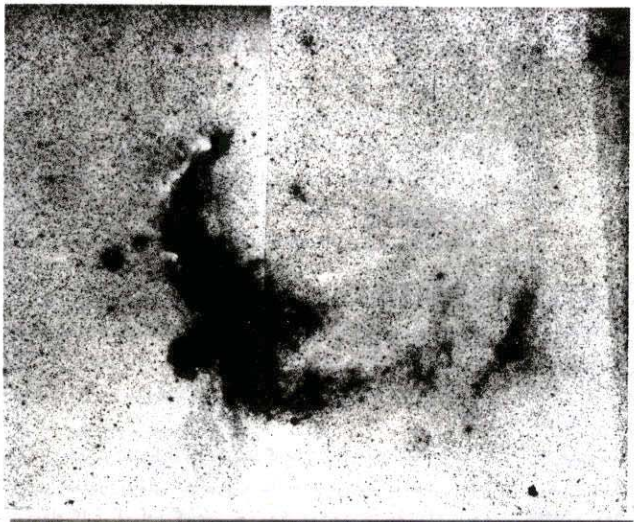
نگارهٔ (۳): از هم پاشیدگی گرانشی گرما و چرخش ایجاد می‌نماید: این نمودار، از هم پاشیدگی و ایجاد حرارت را در توده‌های مواد بین ستاره‌ای شامل گاز و غبار را نشان می‌دهد. چنان چه توده‌ها جمع شوند، انرژی جاذبه‌ای به گرمایی برگردانده شده و همانند ذرات درونی با یکدیگر برخورد می‌نمایند. این عوامل، گازها را تحریک نموده و به چرخشی منجر شده که قسمتی از این انرژی را با خود حمل می‌نماید. پیکان‌های بلند در توده‌های متلاشی شده، سرعت بالا در انتهای آنها را نشان می‌دهد.

پرمی‌شدند و غلظت آنها خیلی بیشتر از جرم خورشید بوده و احتمالاً مراحل قدیمی تری از تشکیلات ستاره را نشان می‌دهند. این تراکم زیاد قبل از این برروی خودشان متلاشی شده‌اند.

توده‌های کم جرم تر دارای مشکلات زمانی بیشتری بوده و احتمالاً برای از هم پاشیدگی در طول مسیر به تراکم بیرونی نیاز دارند. فشارهای مختلف می‌تواند این تراکم بیرونی را سبب شود. احتمالاً برای از هم پاشیدگی در طول مسیر به تراکم بیرونی نیاز دارند. فشارهای مختلف می‌تواند این تراکم بیرونی را سبب شود. احتمالاً بیشترین اشتراک ساختمان چگالی امواج در چرخش کهکشان است. این امواج به طور نامعلومی به انبوهی از بزرگراهها شبیه می‌باشد. قسمت داخلی کهکشان ما با سرعتی در حال چرخش است و خورشید هر ۲۰۰ بیلیون سال به دور خود می‌چرخد که به آن سال کیهانی گفته می‌شود.

دربعضی مواقع کشش جاذبه‌ای قادر است دسته‌ای از ستارگان را در این چرخش، همانند یک وسیلهٔ انسداد جاده، فعال نماید و سبب می‌شود گازها به آرامی به‌طرف پائین هدایت شده و غلظت (تراکم) را به صورت یک حرکت مارپیچی درآورد. وقتی این امواج به اندازهٔ کافی پرشدند، آنها توده‌های گازی شکل را متراکم خواهند کرد و محل تشکیل یک ستاره را سبب شود. این امواج اغلب به صورت دستهای نورانی نشانده‌شده در صورت کهکشان حلزونی می‌باشند جایی که ستارگان جوان آسمان همانند جواهرات یک گردنبند در کنارهم رشته می‌شوند انواع بیشتری از این تراکم بیرونی توسط نواختران تهیه گردیده است. نگارهٔ (۴)

وقتی یک ستارهٔ بزرگ در این انفجار نواختری از بین می‌رود، امواج متلاطم کروی شکلی را بیرون رانده و با سرعتی حدود ۱۰،۰۰۰ کیلومتر در ثانیه توسعه می‌یابند. (این چرخش که به وسیله انفجارات هسته‌ای تولید شده نسبت به امواج متلاطم در نواختران محصور می‌باشد)



نگارهٔ (۴):

نواختران باقی مانده و ستارگان جوان:

انفجارات ستاره‌ای در فضا همانند شیاری از خرده‌ستارگان پراکنده شده در میان گازهای بین ستاره‌ای و گرد و غبار بی‌حرکت به نظر می‌آید. شماری از این ستارگان جوان در طول مسیر، این حلقهٔ گاز را حدود ۳ درجهٔ از میان کلب اکبر توسعه می‌دهند. تکامل حاصل از انفجار ستاره‌ای باعث می‌شود که نوری از این ستارگان ساطع گردد. با این حال شانس دیدن همزمان باقی ماندهٔ یک نواختر و ستارگان جوانی که تولید مثل می‌کنند بسیار کم است زیرا این بقایا اغلب در طول مسیر توسعه یافته و در فضا از هم پاشیده می‌شوند. در آن زمان آنها ابرهای متلاشی شدهٔ بین ستاره‌ای را گرفته و تبدیل به یک ستاره می‌شود.

نگاره (۵): پیدایش جهان:

این رنگ‌آمیزی که توسط جان ماریو صورت گرفت است یک اثر هنرمندانه از ساختمان منظومه شمسی ما است. با نگاه کردن به این نقاشی پر از ساختار از یک زمینهٔ بدون ساختمان مشخص، احساس پیشرفت تدریجی در نواحی سیاره‌ای به دست می‌آید. (موزهٔ هنرهای پیشرفته)

تلاطم امواج همانند یک برف‌روب بزرگ، غبار و گازهای بین ستاره‌ای را که به طرف پوستهٔ به هم فشرده هل می‌دهند، منطقه‌ای وسیع را تولید می‌نماید که در دسته‌هایی از این مواد ممکن است چگالی بیشتری نسبت به ستارگان وجود داشته باشد. (به نگارهٔ (۵) رجوع شود) این چگالش در مولکولهای توده‌های غول پیکر به آرامی در بین دیگران حرکت می‌نماید و احتمالاً به آرامی می‌چرخند. چنانچه هر کدام چگالی بیشتری داشته باشند، از غبار و گازهای بین ستاره‌ایِ بی‌نظم تفکیک خواهد شد، سریعتر چرخیده و مسطح می‌شود.

۴) فرضیه سحابی اصلی

دو شرح تاریخی از فرضیه سحابی وجود دارد که مرحله بعدی در تشکیل خورشید و ستارگان را شرح می‌دهد. یکی از این فرضیه‌های توسط فیلسوف و دانشمند آلمانی، امانوئل کانت، در سال ۱۷۵۵ و دیگری توسط لاپلاس در سال ۱۷۹۶ ارائه گردیده است کانت اظهار داشت که خورشید در مرکز یک سحابی در حال چرخش شکل گرفته است حال آن که سیارات در نتیجهٔ چرخش دیسکی که اطراف آن می‌چرخید شکل گرفته‌اند. طبق نظریه لاپلاس، خورشید که در حال کوچک شدن بود از خود حلقه‌هایی از گاز برجای گذاشته و هر کدام از این حلقه‌ها به صورت سیاره‌ای منقبض گردید نگاره (۶). به این ترتیب هر سیاره در هنگام چرخش، یک سحابی چرخان کوچک بوده که در آن خانواده‌اش یعنی قمرها به وجود آمدند.

فرضیه سحابی اصلی این واقعیت را توضیح می‌دهد که سیارات و قمرهایشان در صفحه‌ای که منطق با خط استوا است حول خورشید می‌چرخند. نظم موجود در این الگوها که تصادفی نیز نمی‌تواند باشد، نتیجهٔ چرخش طبیعی در یک سحابی است که از گاز و گردوغبار تشکیل شده است.

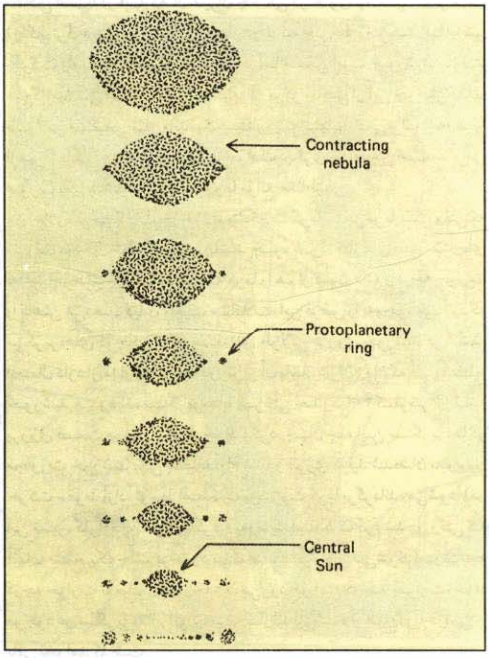
۵) سؤالات مطرح شده به وسیله فرضیه سحابی اصلی

فرضیهٔ سحابی اصلی محدودهٔ زیادی از علم نجوم را به وسیلهٔ ترکیب مراحل فیزیکی جدید در خلقت جهان به عنوان تئوری مبدأ قوت داده است. اما به نوبهٔ خود نیز مشکلاتی را به‌وجود آورده و سؤالات زیادی را بدون جواب گذارده است. برای جواب به این سؤالات، منجمان این تئوری را به طور مؤثری اصلاح نمودند.

یک تئوری موفق می‌بایست به یک سری از سؤالات پاسخگو باشد.

الف) چرا چرخش خورشید به آرامی است؟

دورهٔ چرخش خورشید خیلی بیشتر از دورهٔ چرخش در بیشتر سیارات بوده و حدود ۲۷ روز می‌باشد. (مشتری با ۹ ساعت و ۹۹ دقیقه دارای کوتاهترین دورهٔ چرخش در بین سیارات است). طبق این قانون حفظ حرکت زاویه‌ای می‌بایست چرخش اشیاء جمع شده را به عنوان یک کاهش رادیویی سرعت ببخشد همانند یک اسکلت، زمانی که دست‌هایش را به طرف جلو می‌کشد. این اشیاء وقتی که تحت شرایط مشابه شکل می‌گیرند



نگارهٔ (۶): تفسیر فرضیه سحابی لاپلاس:
این بخش میانی ارائه شده یک سحابی چرخانِ منقبض را نشان می‌دهد که به صورت یک عدسی فرضی شده و به طور متوالی یک سیستم متحدالمرکزی از حلقه‌های گازی را در طول انقباض بیرون می‌ریزد. در این جا این حرکت از ابتدا تا انتها می‌باشد. سطح مرکزی وسیع خورشید به صورت یک دیاگرام کوچک در آمده و در نتیجهٔ آن حلقه‌های بین سیاره‌ای آشکار می‌شود. لاپلاس این طور عقیده داشت که حلقه‌های زحل بهترین مثال برای توضیح این نوع سحابی‌ها هستند و تقلیدی از مراحل ساختمان سیارات بزرگ می‌باشد.

می‌بایست همانند خورشید و مشتری چرخشهای تناوبی یکسان داشته باشند. بر این اساس دورهٔ چرخش خورشید نمی‌تواند از ۱۰ ساعت بیشتر باشد و این حدود یک درصد از ارزش واقعی‌اش می‌باشد. در این صورت، آن عجیب است که ستاره‌ها بتوانند در همه جا شکل بگیرند زیرا چرخش در یک تودهٔ متلاشی شده همانند یک ستارهٔ متراکم سرعت خواهد گرفت و در نتیجه نیروی گریز از مرکز خیلی زود نیروهای بعدی را منع می‌کند.

با دیدن این مشکلات ممکن است این طور فرض کنیم که مواد گازی شکل بین ستاره‌ای با چرخش دوره‌ای در ابتدا با چرخش کهکشان راه شیری حدود ۲۰۰ میلیون سال بچرخند. (تصور این چرخش آرام بسیار ◀

مشکل است) در این زمان میزان چگالی در خورشید متراکم‌تر شده (چگال‌تر گردیده)، ذرات ابری دوبار در ثانیه چرخش می‌کنند البته اگر حرکت زاویه‌ای درست حفظ شود. اما ممکن است خورشید نتواند هیچ‌گاه‌متلاشی شود زیرا نیروی گریز از مرکز حاصل از این چرخش مدت طولانی منقبض می‌ماند. یک ستاره به تنهایی نمی‌تواند به‌وسیلهٔ ازهم‌پاشیدگی جاذبه شکل بگیرد. حوادث دیگری نیز ممکن است به آرامی صورت بگیرد. شاید کمبود جرم و یا موانع مغناطیسی.

علاوه بر مشکلات چرخشی، مشکلات گرمایی نیز می‌بایست وقتی که سیارات در حال شکل‌گیری می‌باشند چیره شود. گازهای بین ستاره‌ای نه‌فقط چرخش راکم می‌کنند بلکه گرما را هم از دست داده و درجه حرارت راکاهش می‌دهند. دیدن ماهیت مشکلات، این فرض را به‌وجود می‌آورد که سنگریزه‌های کوچکی که از مسافتهای طولانی برروی خورشید می‌افتند، احتمال دارد از مدار پلوتون یا دورتر از آن باشد. در آن زمان که آنها به سطح خورشید می‌رسند، سنگریزه‌هابا سرعتی حدود ۴۰۰ کیلومتر در ثانیه برروی قسمت درونی سقوط خواهندکرد. چنان چه این سنگریزه‌ها در مجاورت خورشید باقی بمانند، آرام شده و انرژی تولید شده‌شان به وسیله حرکت سقوط آزاد، توسط اصطکاک به‌صورت گرما برگردانده می‌شود. (در این مسیر، گلوله‌های سرعت گرفته به‌وسیله اصطکاک گرم شده و وقتی که آنها به سطح یک جسم برخورد می‌نمایند، بسیار داغ می‌شوند). در نتیجه درجه حرارت تا میلیون‌ها درجه بالا می‌رود. در این درجه حرارت، مواد موجود در سنگریزه‌ها براثر تبخیربه گازتبدیل شده و هیچ‌گونه ذراتی را باقی نخواهد گذاشت.

براثر بارش دائمی این مواد میزان گرمای خورشید بالا می‌رود. وقتی این گرما بتواند جذب شده یا در طول مسیر حمل شود، گازهای باقی‌مانده برای ادامهٔ از هم پاشیدگی سرد شده و تا نزدیکی خورشید کشیده می‌شود.

ب) چرا دو نوع سیاره وجود دارد؟

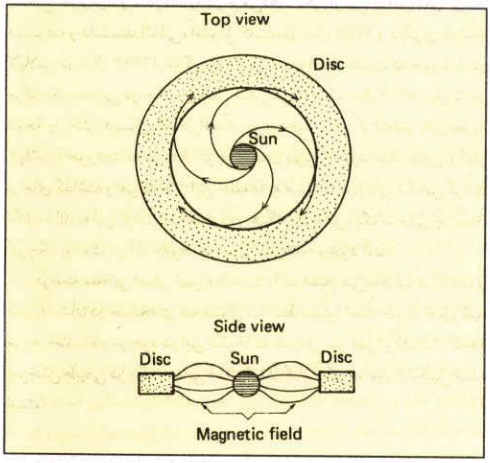
یکی از خصوصیات منظومه شمسی وجود ۴ سیارهٔ سنگلاخی در قسمت درونی (عطارد تا مریخ) و چهار سیارهٔ غول پیکر یخی (مشتری تا نپتون) می‌باشد این دوقلمرو سیاره‌ای به وسیلهٔ محدودهٔ سیارک‌ها مجزا شده‌اند. یک تئوری قابل قبول باید بتواند این دوگانگی را نیز توضیح دهد

۶) تفسیر جدیدی از فرضیه سحابی:

چنان چه‌دقت کنیم خواهیم دید که تفسیرهای جدید از فرضیه سحابی بابرداشت‌های اولیه آن کاملاً متفاوت است. منجمان هنوز به توافقی که تمام جزئیات را دربرداشته باشد، نرسیده‌اند، اما محاسبات جدید نشان می‌دهد که این تئوری، الگویی رصد شده از ساختار سیارات را توضیح می‌دهد.

الف: چرخش و محیط اطراف سحابی

وقتی یک ستاره شکل می‌گیرد چرخش گازهای اصلی به آرامی به سمت پائین است. البته در این مسیر ممکن است توسط عایق‌های مغناطیسی اتفاقی رخ دهد. میدان مغناطیسی در بین ستارگان به صورت موجی درآمده و در مواد بین ستاره‌ای پخش می‌شوند مولکولهای توده‌های غول‌پیکر احتمالاً محدودهٔ مغناطیسی داشته و اگر این گاز هادی جریان الکتریکی باشد می‌تواند میدان مغناطیسی را به صورت چرخشی حمل نماید. در طول مراحل اولیه، این گاز احتمالاً خیلی سرد شده و نمی‌تواند به اندازه کافی جریان الکتریسته برای میدان مغناطیسی تولید کند. وقتی که چگالش پیشرفت کند، مناطق درونی گرم شده و گاز به صورت یک میدان الکتریکی در می‌آید. حال میدان مغناطیسی فعال شبیه به یک شبکهٔ سیم‌های قابل ارتجاع شده و این بندها با همدیگر فضای مختلفی از سحابی را تشکیل خواهد داد. نواحی داخلی سریعتر حرکت کرده و میدان مغناطیسی به حرکت آرام نواحی خارجی سحابی سرعت می‌بخشد. در نتیجه نواحی خارجی به دور خود چرخیده و میدان مغناطیسی مقداری از این چرخش را از قسمت داخلی به بیرون هدایت می‌کند. نگاره (۷)



نگارهٔ (۷): عایق‌های مغناطیسی:

تصاویر فوق و پهلویی دیسکهای یونیزه‌شده که در مرکز خورشید به وسیلهٔ میدان مغناطیسی مربوط می‌باشد را نشان می‌دهد. این چرخش آرام حلقه‌ها را یونیزه کرده و چرخش سریع خورشید، میدان مغناطیسی خورشید را به‌صورت مارپیچی تاب می‌دهد. بدین وسیله یک عایق مغناطیسی در چرخش خورشید به‌وجود می‌آید و حرکت زاویه‌ای را از خورشید به دیسکهای بین سیاره‌ای منتقل می‌کند.

علاوه برمیدان مغناطیسی، جریان مخالفی از گازهای شبیه به حباب وجود دارد که گرمای زیادی را به طرف بیرون حمل می‌نماید بعضی اوقات جریانات مخالف سردی در قسمت مرکزی این دیسکها فروخواهد رفت. این تکان‌های آشفته گرما را از داخل سحابی حمل کرده و در از هم پاشیدگی آن کمک می‌نماید. آنها همچنین از اصطکاک درونی به وسیله حمل نیروی حرکت آنی از یک قسمت گاز به قسمت دیگر پیروی می‌کنند، این اصطکاک

چرخش آرام نواحی داخلی را حفظ کرده و در نواحی خارجی نیز سرعت می‌گیرد.

وقتی این مناطق خارجی تحت نیروی گریز از مرکز بیشتری قرار می‌گیرند، آنها حرکتهای بعدی را به بیرون متمایل کرده و سحابی‌ها در یک دیسک گسترده می‌شوند.

یافته‌های اخیر از مناطق شکل‌گیری ستارگان این مطلب را آشکار می‌کند که انرژی در دو جهت مخالف جاری شده و به عنوان شکلی از نیروی مغناطیسی دوقطبی دنبال نماید.

این جریان ممکن است به چرخش عایق کمک کرده و انرژی اضافی را حمل نماید. نیروی مغناطیسی مانع از این می‌شود که اصطکاک آشفته و جرم این طغیان به تدریج در مسیر چرخش از هسته حمل شود و در نتیجه یک سحابی را به وسیله چرخش آرام هسته تولید می‌کند. هسته به توسط دیسک‌هایی محاصره می‌شود که با سرعت زیاد می‌چرخند و با کشش جاذبه‌ای هسته معین می‌گردند.

ب) یک پیشنهاد :
از هم‌پاشیدگی دیسک‌های بزرگ

عده‌ای از منجمان براین عقیده‌اند که دیسک در این مرحله تنها مواد کمی که در شکل‌گیری سیارات کافی است شامل می‌شود و آن درصد کمی از جرم خورشید است. عده‌ای دیگر معتقدند که دیسک‌هایی که حجم بیشتری دارند احتمالاً جرم بیشتری از خورشید را در خودشان حفظ می‌نمایند. این دو نظریه دربارهٔ دیسک‌ها کاملاً مخالف یکدیگر هستند. بیشتر حجم این دیسک‌ها ممکن است به خاطر نیروی جاذبه بی‌ثبات آنها و شکسته شدن مواد بین سیاره‌ای که مراحل بعدی سیارات را به شکلی که ما امروزه می‌بینیم هدایت می‌کند باشد. مواد سنگلاخی ممکن است به داخل مواد بین سیاره‌ای نفوذ کرده، هستهٔ سنگلاخی شکل داده شده را به وسیلهٔ هیدروژن (به اشکال یخ و لایهٔ قطور اتمسفر) احاطه نماید. بااین تغییرات کوچک مواد بین سیاره‌ای بیرونی می‌توانند همانند سیاراتِ مشتری مانند امروزی نمو نمایند.

نگارهٔ (۸): ۳ نوامبر ۱۹۴۹:
این تصویر توسط جکسون پولوک نقاشی شده است. در این جا یک نقاشی غوطه‌ور برروی یک نقاشی افقی، همانند رشته‌های درهم پیچیده تارهای عنکبوت، از گرد و غبار گازی را نشان می‌دهد. احتمال دارد در دوره‌های قبل، در منظومه شمسی به خصوص در نواحی بیرونی در محل ستارههای دنباله‌دار این چنین سیستمی حاکم بوده باشد.
(موزهٔ Sculpfure Garden, Hirshhorn و انستیتو Smithsonian)

ج) پیشنهاد دیگر : شکل‌گیری و تجزیه در دیسک‌های غباری

طبق تئوری تناوبی، این دیسک‌ها تنهایک درصد از جرم خورشید را دارا می‌باشند. این قبیل دیسک‌ها جاذبهٔ پایداری داشته و نخواهند توانست در درون مواد بین سیاره‌ای شکسته شوند. در این صورت، این داستان به این ترتیب ادامه می‌یابد. ذرات گردو غبار به وسیله گازجابجا خواهند شد. گهگاه‌دو دانه با یکدیگر برخوردکرده و همانند توپ‌های بیلیارد به یک قسمت پرتاب می‌شوند. اما به‌این طریق جفت‌های دیگر باهم برخوردکرده و دراین زمان آنها به هم دیگر چسبیده و یک سطح وسیعی را شکل می‌دهند. در بیشتر قسمتها این ذرات توسعه یافته احتمالاً ضعیف شده، شبیه یک تودهٔ گردوغباری یا تارهای عنکبوت درهم پیچیده خواهند شد. نگارهٔ (۸).

ذرات بزرگترحجم بیشتری رادرهرواحد فضا اشغال کرده و ضربه‌های کمتری را به وسیلهٔ تکانهای شدید گازی خواهند داشت، شبیه به ماسه‌هایی که از میان آب به ته دریاچه ریخته می‌شوند، این ذرات نیز به تدریج به درون سیارات مرکزی در دیسک می‌افتند. آنها به تعداد زیادی انباشته شده و به صورت دیسکی قطور از این ذرات شکل می‌گیرند. محاسبه نشان می‌دهد که وقتی چگالی در این قبیل دیسک‌ها به اندازه‌کافی بالارود، آنها در برابر نیروی جاذبه ناپایدار خواهند شد. سپس به درون حلقه‌ها شکسته شده و حلقه‌ها نیز به آرامی خمیده و به درون دسته‌ها خرد می‌شوند.این دسته‌ها درنهایت اجرام آسمانی ای راکه در مدار دایره‌ای ناهمواری در مرکز سحابی حرکت می‌نمایند را شکل می‌دهند. اجرام آسمانی هسته را در مراحل دیگری شکل می‌دهند که همان ساختمان سخت هسته در سیارات است.

د) اجرام کوچک آسمانی و پیش سیارات :

در این زمینه منجمان عقاید مختلفی دارند. عده‌ای معتقدندکه اجرام آسمانی آزادانه در مدار جاذبه‌ای حول هسته مرکزی که خورشید می‌باشد حرکت می‌نمایند. عده‌ای دیگر براین عقیده‌اندکه گازهای باقیمانده نتیجه حرکت پیش سیاره‌ای است. دراین دونظریه، اجرام آسمانی و گازها با هم برخوردکرده، با یکدیگر درهم می‌آمیزندو به تدریج هستهٔ سیاره‌ای را رشد می‌دهند. اجرام آسمانی‌ای که با سرعت بیشتر از چند سانتیمتر در ثانیه می‌باشند بالارفته یا در قسمتهای دیگر شکسته می‌شوند. به این ترتیب تنها برخوردهای آرام می‌تواند به سمت رشد پیش سیاره‌ای هدایت شود. بیشتر پیش سیارات حجیم مایل به اقامت در مدار خودشان بوده و خرده‌های باقیمانده از اطراف راجمع آوری می‌نمایند. این فضای توسعه یافته بین سیارات بیرونی ممکن است نتیجهٔ نیاز به فضای بیشتر و بیشتر درمواد انباشته شده باشد.

فرق بین سیارات پرصخرهٔ درونی و سیارات غول‌پیکر یخی ممکن است به عنوان نتیجهٔ دو فرآیند، بیان شود.

عده‌ای از منجمان معتقدند هستهٔ سیارات غول پیکر در منطقه به نسبت دارای چگالی بالاتری بوده و آنهاگازهای متلاشی شدهٔ جاذبه را در مجاورت شان که شامل سطح وسیعی از هیدروژن وهلیوم است را تولید کرده و آن را به سوی تولید پوشش وسیع اطراف هسته سنگلاخی هدایت می‌نماید. در این میان مشتری وزحل که گازهای زیادی را به طرف خود کشیده‌اند، وسیعتر شده‌اند.اورانوس ونپتون در منطقه دارای چگالی پایین‌تری بوده بنابراین بسیار به آرامی توسعه یافته و از گازهای کمی انباشته شده‌اند. به این ترتیب ممکن است که هیدروژن و هلیوم در مجاورت شان در طول مسیر جمع آوری گردیده قبل از این که اورانوس و نپتون بزرگتر از مشتری یا زحل شوند. این طور برآورد شده است که آنها دارای یخ کمتری نسبت به مشتری و زحل می‌باشد.

مطابق این تصویر، سیارات درونی که به خورشید محدود می‌شوند، خودشان را در پوشش‌های عظیمی نمی‌پوشانند، اما به تنهایی قادر به توسعهٔ لایهٔ اساسی اتمسفر از هیدروژن و هلیوم می‌باشند.

حال چه چیز در بارهٔ سیارکها می‌دانید؟ آیا می‌توان احتمال داد که سیارکها در محدودهٔ بین سیارات زمینی و غول‌پیکر شکل گرفته‌اند؟

این سیارکهاکه حتی مواد لازم برای شکل دادن یک ماه بزرگ را ندارند، به تنهایی قادرند یک سیاره را هدایت کنند. این طور به‌نظر می‌آید که جاذبهٔ بیش از اندازهٔ مشتری سیارک‌ها را آشفته کرده و از ادامهٔ شکل‌گیری آن در مسیر کلاهک سیاره جلوگیری می‌کند.

ه) محدودهٔ خارجی گازی:

در پایان این نمایش، خورشید واکنش‌های هسته‌ای را آتش زده و یک ستاره می‌شود. طغیان لایه‌های بیرونی نیز گازهای اتمسفرش را شکل می‌دهد. کشفیات جدید در بارهٔ بادهای خورشیدی پرقدرت از ستارگان جوان به‌این مطلب اشاره دارد که احتمالاً خورشید چرخشش را به‌وسیله انداختن لایه‌های خارجی در فضا ادامه می‌دهد.

اتمسفرهای اولیه در سیارات بیرونی (البته اگر چنین اتمسفری وجود داشته باشد) ممکن است در طول مسیر توسط بادهای شدید در ستارگان جوان جمع‌آوری شده باشد. این سیارات ممکن است اتمسفرهای ثانویه را توسط گازهایی که از گرمای داخلی‌شان اغلب بادهای خورشیدی را به طرف پایین فرو می‌نشانند توسعه دهد.

این باد در مسافتهای زیاد از خورشید بسیار ضعیف خواهد بود و ممکن است اتمسفر را در سیارات بیرونی ترک کند. البته این طرح تنها یک فرضیه است. نگاه (۹)

بنابراین تنها یک سیستم سیاره‌ای مناسب مشاهده کرده‌ایم و آن هم سیستم ما است و تمام اینها یک حالت پیشنهادی است. هنوز کسی نتوانسته است ادعاکند که سیاره‌ای همانند زمین را در خارج از منظومه شمسی مشاهده کرده است. اکتشافهایی که از سیاره‌های غول پیکر در نزدیکی دیگر ستارگان گزارش شده است بحث برانگیز است. اگر این تئوری‌ها کاملاً درست باشند باید ابتدا رصدهایی از دیگر منظومه‌های سیاره‌ای در مراحل گوناگون تکامل با هم مقایسه شود.

۷) جستجو در دیگر سیستم‌های سیاره‌ای

ماهوارهٔ نجومی مادون قرمز مواد جامدی را در مدار ستارگان به دست آورده است. ستارهٔ نسر واقع (روشن ترین ستاره در صورت فلکی شلیاق) حدود ۵ برابر روشن تر از حد انتظار عادی قرمز بوده است. بخش مادون قرمز در این طیف بسیار شبیه به مواد جامد این ذرات و سیارات است زیرا این موادی که به نسبت سرد بوده بیشتر پرتوهایشان را به عنوان انرژی پایین مادون قرمز فوتونها ساطع خواهند کرد. بیشتر ستارگان روشن، در قسمتهای دیگر، انرژی بالای فوتونهای اولیه را نمایان ساخته و قسمتهای فرابنفش در طیف را می‌تابانند. بدین‌سان سیارات و توده‌های ابرآلود، وقتی که در مادون قرمز رصد می‌شوند به نسبت روشن‌تر از ستارگان خواهند بود.

بنابراین جای شک است که اشعه مادون قرمزِ روشن تر از نسرواقع انگیزه‌ای توسط یک دیسک گرد و غباری باشد. منجمان به وسیله درجه حرارت و روشنایی آنها، این طور برآورد نموده‌اند که این دیسک نسبت به منظومهٔ سیاره‌ای ما ضخامت خشن‌تری دارد (آن بسیار روشن تر از تنها یک سیاره است).

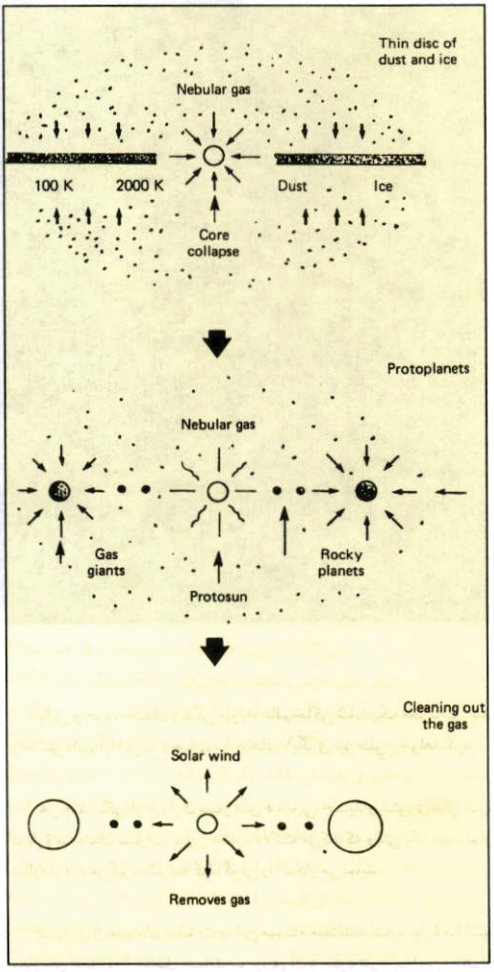
از وقتی که رصد آغازگردید بیش از ۲ جین از ستارگان دیگری پیدا شدند که حدود ده‌برابر بیشتر اشعهٔ مادون قرمز نسبت به‌آن چه که ما انتظار داشتیم ساطع می‌کردند. که این خود بر غیرعادی بودن این پدیده اشاره دارد. این دیسک در اطراف خودش ستارهٔ نقاش بتا (Beta Pictoris) را ترسیم می‌نماید.

منجمان به وسیله ماسک گرفتن انوار درخشان در ستارهٔ میل به حرکت نور را در هر طرف پیدا کردند. نگاره (۱۰)

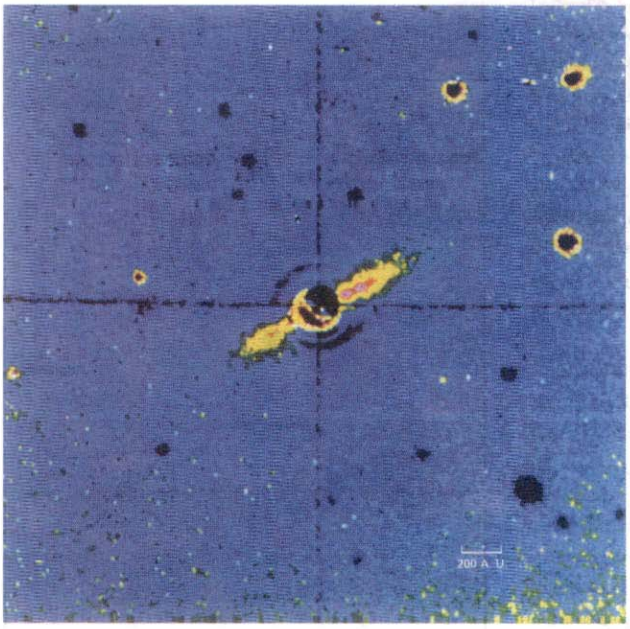
این دیسک بیش از ۲۰ مرتبه بزرگتر از مدار پلوتو می‌باشد. این واقعیت که نقاش بتا (Beta Pictoris) بسیار حجیم تر و جوان تر از خورشید است به این مطلب دلالت دارد که این دیسک در اطراف نقاش بتا ممکن است یک سیستم پیش سیاره‌ای در مراحل تشکیل سیارات باشد. این تغییر رنگ با طول موج نشان می‌دهد که این ذرات بسیار بزرگتر در نمونه ذرات گرد و غبار بین ستاره‌ای است.

آنهادست کم به اندازهٔ ماسه‌های غول پیکر و شاید حتی بزرگتر می‌باشند. ما ممکن است این انعقاد اولیه را در سیارات بزرگتر ببینیم و احتمال دارد هنوز سیاراتی در اطراف Beta Pictoris باشد. متأسفانه این چنین سیاراتی در تشعشعات و گرد و غبارگم شده و از سطح زمین نامرئی می‌باشند.

منجمان‌مدارک دیگری برای دیسک‌های دور ستاره‌ای سرد پیدا کرده‌اند که ممکن است مکان‌های روشنی بر روی سیارات باشند. در اطراف ستارهٔ



نگارهٔ (۹): اثر سیاره‌ای درسیستم سحابی:
دراین نمایش ذرات کیهانی و یخ ابتدا به طرف پایین برروی صفحهٔ استوایی قطور باریده است. تنها ذرات گرد و غبار توانسته‌اند در مجاورت منطقه داغ مرکزی متراکم باشند. امایخ‌وگردو غبار در مناطق سرد بیرونی، هستهٔ بسیار سنگین تری خواهند داشت. که به آنها اجازه می‌دهد ترکیبات سیستم سحابی را سیر کنند. سیارات سنگلاخی درونی نمی‌توانند گاز را روی خود نگاه دارند زیرا جرم آنهاپایین است. بتازگی خورشید از بادهای تولید شده که باقیماندهٔ گازها را جمع‌آوری می‌کند، شکل گرفته است.



نگارهٔ (۱۰): دیسکهای دوراختری

انبساط نور از ستارهٔ Beta Pictoris را می‌توان از مراحل اولیه ساختمان سیارات بیان کرد. منجمان قادرند به وسیله موانع روشن نوری در مرکز ستاره با یک هالهٔ نمایشی، منظرهٔ پراکندگی نور را از یک دیسک دوراختری به دست آورند. دیده شده است که دایره‌های حاشیه مرکزی ستاره حدود (AU) ۵۰۰ واحد نجومی تا سمت دیگر امتداد دارد. (میانگین فاصلهٔ پلوتون تنها حدود ۴۰ واحد نجومی (AU) است در حالی که تودهٔ ستارهٔ دنباله‌دار ما می‌تواند صدها واحد نجومی ادامه یابد). ذرات جامد دوراختری که در مدار Beta Pictoris دست کم به اندازهٔ ذرات شنی هستند، که احتمالاً مراحل اولیهٔ اتحاد در یک سحابی ستاره‌ای را نشان می‌دهد.

T Tauri، که حدس زده می‌شود حدود نیم بیلیون سال عمر داشته باشد، امواج رادیویی منتشر شده‌ای از مونواکسیدکربن در فاصله‌ای معادل ۱۵۰۰ برابر فاصله زمین تا خورشید پیدا شده است.

مطابق با قانون کپلر (سومین قانون از حرکت سیارات) این گاز نزدیک ستاره، خیلی سریعتر از گازهای بیرونی به دور آن می‌چرخد. به این ترتیب به‌ستاره محدود شده و ممکن است به انقباض سیارات منجر شود.

بسیاری از جوان‌ترین ستاره‌های T Tauri، (که در مراحل اولیه ساختمان هستند) همچنین تابش بالا در نور اشعه ماوراء قرمز مبتنی براین است که آنها توسط دیسکهای گرد و غباری محاصره شده‌اند. هرچند این دیسکها در اطراف ستارگان قدیمی T Tauri پیدا نشده‌اند و شاید به‌وسیلهٔ سیاراتی که به تازگی شکل گرفته‌اند.

این رصد براین مطلب اشاره می‌کند که این چنین ساختمان سیستم سیاره‌ای در یک واقعهٔ عادی در کهکشان ما می‌باشد و ممکن است در آستانهٔ کشف سیاراتی بیرون از منظومه شمسی باشیم و با احتساب به این مطلب که یک صدمیلیون ستاره در کهکشان راه شیری وجود دارد، ما می‌بایست انتظار سیارات بی‌شماری را داشته باشیم.

بااین وجود، احتمال زندگی ماوراء عالم خاکی شاید یک فکر ناب باشد و ما نمی‌دانیم آیا این نوع حیات در جاهای دیگری نیز طلوع خواهد کرد.

هر چند، یکی از هزاران سفرهای فضایی جدید و تئوری‌های تازه دربارهٔ ساختمان سیارات براین مطلب دلالت می‌کند که وقتی یک سیستم از سیارات فرم می‌گیرد، شرایط گوناگونی را آشکار می‌نماید.

بسیاری از منجمان به‌شدت به این مسئله معتقدند که سیارهٔ ما تنها سیاره‌ای است که احتمال حیات بر روی آن وجود دارد. با این حال از دیدگاههای علمی، احتمال این که ما در این فضای لایتناهی تنها باشیم بیشتر است.