



۳۵

بوریس لوین

میدا زمین  
و شیارات

ترجمه: فرودتن





جمهیوری اسلامی ایران  
کتابخانه ملی  
جمهوری اسلامی ایران  
نمایشنامه

بوریس لوبن

Boris Levin

۳۵

# مبداء زمین و سیارات

ترجمه: فضل الله فروتن



مجموعه کتابهای علمی، تاریخی و فلسفی  
با انتخاب و نظرات پرویز شهریاری

\*\*\*

مبادر زمین و سیارات : ناشر : مؤسسه انتشارات امیر کبیر ،  
کاغذ : ۷۰ گرمی، تیراز : ۳۰۰۰ نسخه، چاپ : در چاپخانه  
تصویر، پایان چاپ : بهمن ماه ۱۳۴۴

## مطالب این کتاب

|     |   |
|-----|---|
| ۵   | مقدمهٔ مؤلف                             |
| ۹   | ساختمان منظومهٔ شمسی                    |
| ۲۲  | تکامل کوسموگونی                         |
| ۴۸  | نظریهٔ شمیدت دربارهٔ پیدایش منظومه      |
| ۶۹  | منشاء مادهٔ ابری اولیه                  |
| ۷۶  | ترکیبات سیارات                          |
| ۹۵  | آسترودیدها - احجار سماوی و ذرات الازناپ |
| ۱۱۰ | ساختمان هستهٔ مرکزی زمین                |
| ۱۳۹ | نتیجه                                   |



## مقدمه مؤلف

کوسموگونی رشته‌ای از علوم است که درباره منشاء و نیز تکامل اجرام آسمانی بحث میکند و یکی از رشته‌های مهم علوم است. از زمان قدیم بشرها یل بوده است بداند که زمین - سیاره‌ای که بر روی آن زندگی میکند - چگونه پیدا شده و چه تغییراتی کرده است. جواب این سؤال در عین حال از مسائل اساسی ژئوفیزیک، ژئوشیمی، و زمین‌شناسی است. بنا بر این دارای اهمیت زیادی است . بدون اینکه ایده صحیحی از منشاء زمین داشته باشیم نمیتوانیم درباره ساختهای طبقات داخلی آن و اتفاقاتی که در درون زمین روی میدهد اظهار نظر صحیحی بکنیم. بنا بر این کوسموگونی از این جهت که در روشن کردن سیمای واقعی جهان مادی نقش اساسی دارد نیز حائز اهمیت است .

زمین یک جرم منفرد نبوده بلکه یکی از سیارات منتظومه

شمسی است. در مطالعه در باره ساختمان منظومه، بشواهدی بر-  
میخودیم که نشان میدهد که سیارات همکی دریک دوره و از ماده  
متعدد الشکلی بوجود آمده‌اند. این شواهدما را دریافتند راه حل  
صحیح مسئله و چگونگی تکامل سیارات راهنمایی میکنند.

کسیکه بخواهد در باره منشاء سیارات تحقیق کند با حقایق  
مسلم بیشماری رو بروست که ضمن دشوار کردن کار تحقیق اورا  
دریافتند راه صحیح یاری میکنند. او باید ابتدا حقایق بیشماری  
را که هر یک بنحوی از انحصار ساختمان زمین سیارات آستر وئیدها  
(سیارات خیلی کوچکی که در فاصله مریخ و مشتری بدور خورشید  
میچرخد) ستاره‌های دنباله‌دار و احجار سماوی مربوطاند جمع  
آوری و بنحو مطلوبی دسته‌بندی نمایند. از میان آنها فهرستی  
از مهمترین حقایقی که با تجزیه و تحلیل آنها میتواند حالت  
ابتداهی ماده متشکله منظومه را تشخیص دهد تهیه و تنظم نماید.  
اینکار اوراق ادار میکند که از مقایسه حالت اولیه ماده با حالت فعلی  
آن، راه حل‌های مختلف تکامل آنرا از شکل اولیه بشکل امروزی  
دریا بد.

تحقیقات میتوانند با مقایسه مداوم وضع اولیه و حال ماده  
براساس حقایق عینی دائم التزایدی که هر روز بحسب میاید و تفکر  
در باره نحوه تکامل ماده و حذف خطهای که در میان چگونگی  
منشاء، نحوه تکامل ماده رویداده نظریه صحیحی در باره منشاء  
وتکامل زمین و سیارات بیان کند.

شخص محقق باید بادیده انتقاد همه حقایق را در درسی

قراد دهد. زیرا در چهارچوب محدود و محصوری میتوان در باره ساختمان زمین و سیارات به مشاهدات و اندازه گیری‌های علمی دست زدو بیان این نظریات بر پایه تعلیم قوانین علمی در نجوم و تفسیر اطلاعاتی که از طریق مشاهده و اندازه گیری بدست آمده استوار است. بنا بر این کوچکترین انحرافی از حقیقت باعث ارتکاب اشتباهات بزرگی میشود. مثلاً تا چند سال پیش نظریه وجود هسته آهنی در مرکز زمین بصورت یک واقعیت مسلم پذیرفته شده بود. در حالیکه این فقط فرضیه ایست که از فرض مذاب بودن زمین سرچشمه گرفته است.

البته صحیح نیست منتظر باشیم کسی که در نجوم تدقیق میکند یکباره بتواند بتمام حقایق مر بوط بساختمان و منشاء زمین و سیارات پی ببرد. چون اطلاعاتی که محقق بدست می‌آورد ممکن است مر بوط بدورة خاصی از تکامل سیارات و یا مر بوط به تکامل سیاره‌ای خاص باشد. در میان تئوری نباید بفرضیه‌های ساختگی یا قوانینی که هنوز درستی آنها ثابت نشده تکیه کرد. عدم تطبیق حقایق مسلم کشف شده با فرضیه‌ها نشان دهنده آن است که محقق از راه صحیح منحرف شده و در نتیجه بجای روشن کردن مراحل تکامل فاچار شده است که از میان فرضیه‌ها و تفسیرهای فرض شده تناقض‌هارا حل کند در حالیکه چنین مراحلی قطعاً وجود نداشته اند.

هدف دانشمندان از تحقیق کوسموگونی توضیح در باره

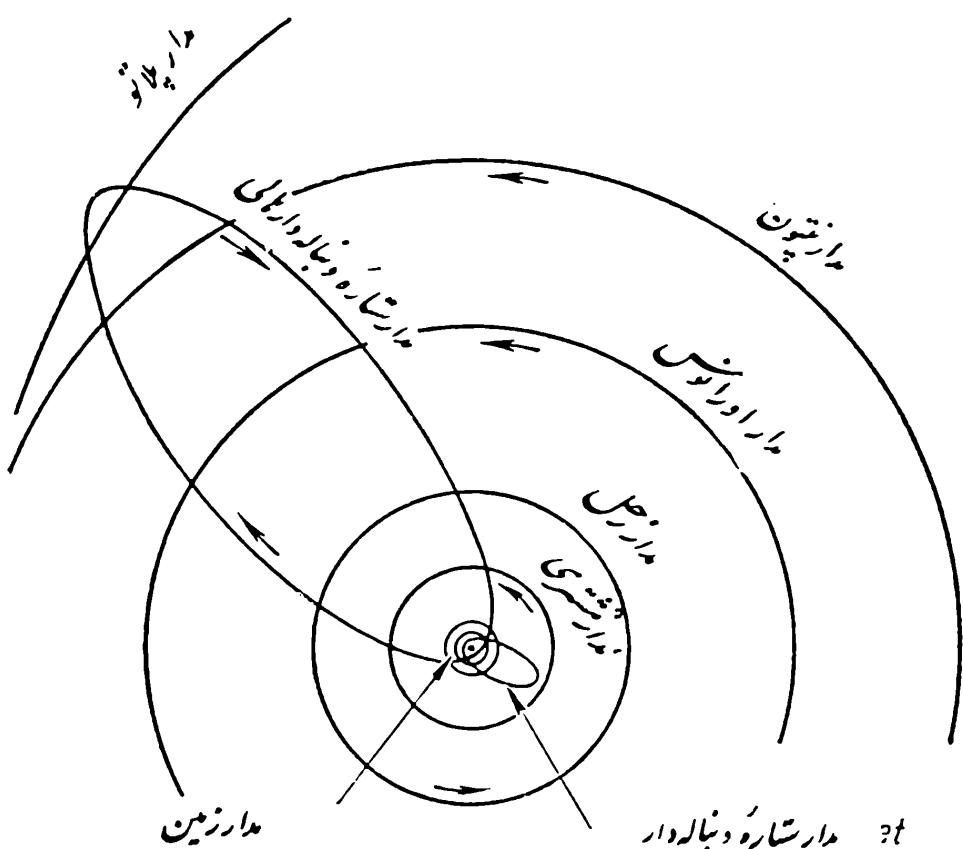
ساختمان اولیه زمین و سیارات و منظومه شمسی است. آکادومیسین اتوشمیدت که یکی از متخصصین و مکتشفین مناطق قطبی بود در این باب نظریه بسیار روشن و جالبی دارد که در این کتاب بیان شده است. در باره ساختمان داخلی زمین نیز نظریه او به تفصیل گفته خواهد شد.

## ۱ = ساخته‌مان منظومه شمسی

منظومه شمسی تشکیل شده است از خورشید که در مرکز منظومه واقع است و عده‌ای اجرام کوچکتر که در مدارهایی بدور آن می‌چرخند. بزرگترین اجرامی که بدور خورشید می‌چرخند ۹ سیاره هستند که زمین ما یکی از آنهاست. هزاران آستروئید (سیاره‌های کوچک) ستاره‌های دنباله‌دار و عده‌ بیشماری احجار سماوی کوچک بدور خورشید در گردشند. بعضی اوقات یکی از این قطعات کوچک

جذب زمین شده با سرعت زیادی وارد جو می‌شوند و نور زیادی تولید می‌کنند (ستاره‌های سوزان). بعضی از آنها که بزرگترند تماماً درجو به بخار تبدیل نشده قسمتی از آن بسطح زمین

میرسند:



نمایش هناظومه شمسی، مدار عطاردو زهره نشان داده نشده

گردش سیارات بدور خودشید تابع قوانین معینی است.

اولاً - مدار سیارات بدور خودشید نقر یباً دایره است

(بیضی نزدیک به دایره).



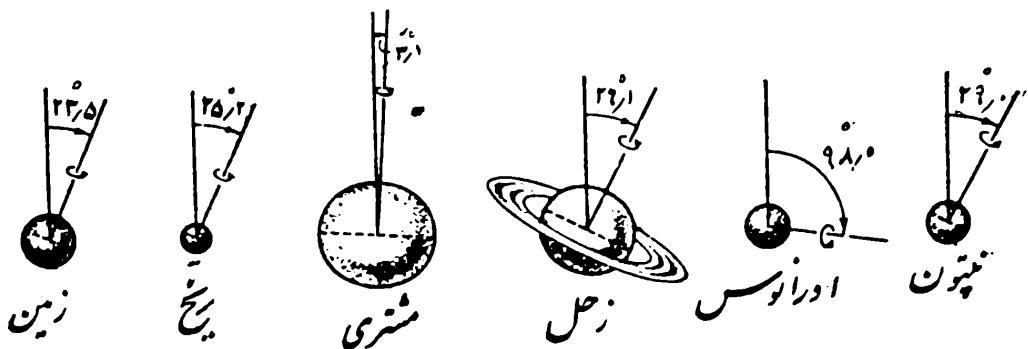
منظومه شمسی در فضا

ثانیاً— سطح مدار سیارات نسبت بیکدیگر انحراف جزئی دارند. بنا بر این تقریباً مدار همه سیارات بدور خورشید در یک سطح واقع اند (ش ۲).

ثالثاً— جهت گردش همه سیارات بدور خورشید یکی است. اگر بر قطب شمال هر سیاره‌ای بایستیم جهت گردش سیاره بدور خورشید برای ما بر خلاف جهت حرکت عقربه ساعت خواهد بود. حرکت وضعی تمام سیارات نیز در همین جهت.

است (مکر اورانوس که محور حرکت وضعی آن با محور حرکت انتقالیش زاویه  $98^{\circ}$  میسازد). حتی اقمار سیارات در همین جهت بدور سیارات در حرکت اند.

همه این شواهد نشان دهنده آنست که منظومه شمسی مجموعه‌ای از اجرام سماوی که تصادفاً گرد هم جمع شده باشند و هر یک منشاء جدا کانه‌ای داشته باشند، نیست. بلکه اعضاء یک خانواده هستند که در یک زمان و یک مکان



نمایش انحراف محور سیارات نسبت به محور سطح مدار آنها. نپتون - اورانوس - زحل - مشتری - مریخ - زمین بوجود آمده اند.

خواص فیزیکی سیارات و طرز قرار گرفتن آنها در فضای نیز مؤید این نظریه اند.

چهار سیاره‌ای که بخورشید نزدیکترند یعنی عطارد

زهره، زمین و مریخ نسبتاً کوچکترند. (زمین بزرگترین آنهاست) توده ویژه این چهار سیاره‌ااز بقیه زیادتر و در حدود پنج است. این سیاره‌ها را سیاره‌های خاکی نیز مینامند. سیاره‌های دورتر یعنی مشتری، زحل، او رانوس و نپتون از چهار سیاره اول خیلی بزرگترند. ولی توده ویژه آنها کمتر و در حدود یک است (توده ویژه زحل از یک هم کمتر است). تراکم ماده در هسته سیاره‌های سنگین بیش از هسته سیاره‌های سبک است. ولی معذالک توده ویژه آنها کمتر است. بنا بر این سیاره‌های سنگین از ماده سبک و غیر هم‌جنس با ماده مشکله سیاره‌های سبک ساخته شده‌اند.

در سال ۱۹۳۰ در موارء نپتون سیاره دیگری که پلو تو نامیده شد کشف گردید. از این سیاره بعلت دوری زیاد اطلاعات کمتری در دست است.

درجول شماره یک مهمترین اطلاعات را درباره سیارات میتوانید به بینید.

بانظر اجمالی بر جدول و بشکل ۴ دیده می‌شود که

## اطلاعات عمومی در باره سیارات و مدار آنها

### جدول شماره ۱

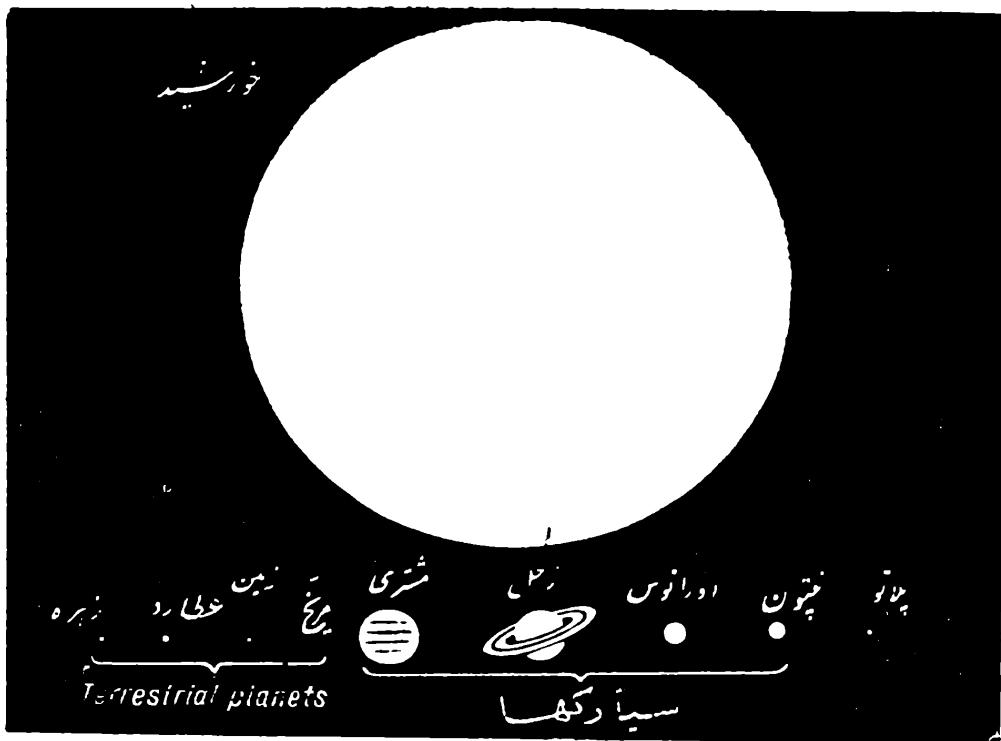
| نام<br>سیارات | فاصله متوسط<br>از خورشید<br>واحد شاع<br>زمین | میل بسطح<br>مدار از<br>سطح اصلی | خرج<br>از مرکز<br>مدار | شاع<br>سیاره | جرم سیاره<br>= جرم خورشید | وزن مخصوص<br>بگرام بر مانند<br>هر مکعب | مدت پکدور<br>گردش وضعی   | مداد<br>آفمار |
|---------------|--|---------------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|--|--------------------------|---------------|
| عطارد         | ۳۲۰  | ۰                               | ۰                      | ۵۴۵ ر.       | ۵۴۵۰                      | ۸۸ روز                                 | ۰                        | ۰             |
| زهره          | ۲۷۰  | ۰                               | ۷۰۰ ر.                 | ۶۹۶ ر.       | ۶۸۰                       | ۲۰ دوز؟                                | ۰                        | ۰             |
| زمین          | ۰  | ۰                               | ۰                      | ۱۶۰          | ۱۶۰                       | ۱۶ ره                                  | ۱                        | ۱             |
| مریخ          | ۲۵۰  | ۰                               | ۰                      | ۱۰۰ ر.       | ۱۰۰                       | ۱۵ ره                                  | ۱۴ ساعت ۶ دقیقه ۳ ثانیه  | ۲             |
| مشتری         | ۰  | ۰                               | ۰                      | ۱۰۰ ر.       | ۱۰۰                       | ۲۳ ر                                   | ۱۴ ساعت ۷ دقیقه ۲ ثانیه  | ۳             |
| زحل           | ۵۶   | ۰                               | ۰                      | ۱۰۰ ر.       | ۱۰۰                       | ۳۱ ر                                   | ۱۴ ساعت ۷ دقیقه ۳ ثانیه  | ۴             |
| اورادوس       | ۱۹۹  | ۰                               | ۰                      | ۱۰۰ ر.       | ۱۰۰                       | ۳۱ ر                                   | ۱۴ ساعت ۸ دقیقه ۱۰ ثانیه | ۵             |
| پیتون         | ۳۰۰  | ۰                               | ۰                      | ۱۰۰ ر.       | ۱۰۰                       | ۳۲ ر                                   | ۱۴ ساعت ۹ دقیقه ۱۰ ثانیه | ۶             |
| بلوتو         | ۲۵۹  | ۰                               | ۰                      | ۱۰۰ ر.       | ۱۰۰                       | ۳۲ ر                                   | ۱۴ ساعت ۹ دقیقه ۲۰ ثانیه | ۷             |

فاصله دو سیاره مجاور با ازدیاد فواصل آنها از خورشید زیاد میشود.

خروج از مرکز (اکس سانتریستیت) بیضی های مدار سیارات در حدود ۱٪ است. مگر در مورد عطارد و پلوتو یعنی اولین و آخرین سیارای که دارای خروج از مرکز زیادی هستند (نسبت فاصله هر نقطه بیضی از کانونی که بخط هادی نزدیکتر است بفاصله همین نقطه از خط هادی بیضی را ۱۱٪ سانتریستیت بیضی مینامند). در جدول همچنین زاویه هیل بین صفحه شامل مدار هر سیاره با صفحه ای که تمام سیارات را شامل باشد ثبت شده. این زاویه برای تمام سیارات کوچک است و بزرگترین مقدار را برای عطارد و پلوتو یعنی اولین و آخرین سیاره دارد. خواهیم دید که قبل از تشکیل منظومه، ماده در یک صفحه بصورت ابری شکل و با توزیع متشابه وجود داشته و سیارات از آن بوجود آمده اند.

کفتیم سیارات از نظر جرم و حجم از خورشید کوچکترند (شکل ۴ و جدول ۱). جرم کل سیارات در حدود  $\frac{1}{750}$  جرم خورشید است بنابراین ۰/۷۸۰/۹۹ درصد جرم کل منظومه در

خورشید متبر کر اسٹ . ناگفته نماند کہ دراين محاسبہ از جرم آستروئيدها و ستاره های دنباله دار بعلت ناچيزی صرف نظر شده است . زیرا جرم کل آستروئيدها و ستاره های دنباله دار از جرم زمین کمتر است ۔



### مقایسه ابعاد نسبی سیارات

غیر از اختلافاتی که فوقاً با آن اشاره شد سرعت حرکت وضعی سیارات سبک و سنگین نیز باهم اختلاف فاحش دارند . حتی اگر از عطارد و زهره که بعلت نزدیکی زیاد بخورشید سرعت حرکت وضعیشان کم است صرف نظر کنیم ،

باز هم مشاهده می‌کنیم که سرعت حرکت وضعی مشتری و زحل دو برابر سرعت حرکت وضعی زمین و مریخ است. در حالیکه سیاره‌های سبک یا قمر ندارند و یا تعداد اقمارشان یک یادو است. مشتری دوازده قمر وزحل ۹ قمردارد و علاوه بر آنها عده بیشماری اجرام کوچک هستند که بصورت حلقه‌ای بری شکلی بدور زحل می‌چرخند.

تشابه و اختلافاتی که بین سیارات مختلف وجود دارد و فوقاً با آن اشاره شد و همچنین ساخته‌مان سیارات ارتباط اساسی با منشاء و تکامل آنها دارد. برای اینکه بتوانیم ایده صحیحی از منشاء و سیر تکامل سیارات داشته باشیم، لازم است حرکت سیارات و ساخته‌مان آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم.

\*\*\*

یکی دیگر از راههای مطالعه در منشاء سیارات دقیق در توزیع اندازه حرکت زاویه‌ای در عناصر منظومه است. اندازه حرکت یک جسم عبارتست از حاصل ضرب جرم جسم دز سرعت آن. یکی از مشخصه‌های حرکت دورانی

اندازهٔ حرکت زاویه‌ای است، که عبارتست از حاصلضرب جرم در سرعت در شعاع دوران ( $m \cdot v \cdot R$ ). هر گاه مدار کاملاً دایره نباشد مؤلفهٔ مماس بر مسیر سرعت را در فرمول بجای  $v$  قرار میدهیم. هر گاه جسم حرکت وضعی بدور محور خود داشته باشد سرعت در نقاط مختلف آن یکسان نیست و متناسب باشعاع تغییر می‌کند. در اینصورت اندازهٔ حرکت زاویه‌ای را برای هر نقطهٔ مادی حساب کرده سپس همهٔ مقادیر را باهم جمع و اندازهٔ حرکت زاویه‌ای کل را بدست می‌آوریم.

برای جسمی که تحت تأثیر نیروهای خارجی نباشد و حرکت دورانی داشته باشد اندازهٔ حرکت زاویه‌ای کل مقداریست ثابت و کاهش اندازهٔ حرکت زاویه‌ای در یک جزء با افزایش آن در جزء دیگر توأم است. اصل بقاء اندازهٔ حرکت زاویه‌ای از جهتی بر اصل بقاء انرژی مکانیکی (جمع انرژی جنبشی و پتانسیل یک جسم انرژی مکانیکی آن است) برتری دارد. زیرا انرژی مکانیکی حتی در یک جسم هنفرد ممکن است بحرارت تبدیل شود و بنا بر این مقدار آن

ثابت نمایند.

اندازه حرکت زاویه‌ای کل منظومه شمسی از زمان پیدایش آن تا کنون تغییری نکرده زیرا منظومه تحت اثر نیروهای خارجی قرار نگرفته است.

ارتباط خواص فیزیکی سیارات با فاصله آنها از خورشید و حرکت آنها نشان دهنده آن است که سیارات از خورشید جدا نشده‌اند بلکه با خورشید باهم بوجود آمده و تکامل پیدا کرده‌اند.

اینک به بررسی در باره اندازه حرکت زاویدای سیارات در حرکت انتقالی آنها بدویز خورشید می‌پردازیم: هرچه سیاره‌ای از خورشید دورتر باشد سرعت حرکت انتقالی آن کمتر است و کاهش سرعت با ریشه دوم شعاع مدار نسبت عکس دارد. یعنی متناسب است با  $\frac{1}{\sqrt{R}}$  و در نتیجه اندازه حرکت زاویدای مخصوص (اندازه حرکت زاویدای واحد جرم) از طرفی متناسب با شعاع وازسوی دیگر متناسب با معکوس جذر شعاع است. بنابراین متناسب است با جذر شعاع  $\sqrt{\frac{1}{R}} = \sqrt{R}$ . اگر مدار بیضی

خروج از مرکز بیضی برابر  $e$  باشد اندازه حرکت زاویه‌ای مخصوص با  $\sqrt{a(1-e^2)}$  متناسب خواهد بود.

اندازه حرکت زاویه‌ای مخصوص و کل همه سیارات در جدول شماره ۲ ثبت شده است. در این جدول اندازه

## جدول II

### اندازه حرکت زاویه‌ای مطلق و مخصوص سیارات

| نام سیاره | اندازه حرکت<br>مطلق زاویه‌ای | اندازه حرکت<br>زاویه‌ای مخصوص |
|-----------|------------------------------|-------------------------------|
| عطارد     | ۰/۰۳                         | ۰/۶۱                          |
| زهره      | ۰/۶۹                         | ۰/۸۰                          |
| زمین      | ۱/۰                          | ۱/۰۰                          |
| مریخ      | ۰/۱۳                         | ۱/۲۳                          |
| مشتری     | ۷۲۵                          | ۲/۲۸                          |
| زحل       | ۲۹۴                          | ۳/۰۸                          |
| اورانوس   | ۶۴                           | ۴/۳۸                          |
| فپتوون    | ۹۵                           | ۵/۴۸                          |
| پلوتو     | ۱                            | ۶/۰۹                          |
| ۱۱۸۱      |                              |                               |

حرکت زاویه‌ای کل و مخصوص زمین بعنوان واحد انتخاب شده است.

چون از سرعت طبقات داخلی خورشید در حرکت وضعی اطلاع صحیحی داردست نیست. نمیتوان اندازه حرکت زاویه‌ای آنرا با دقت حساب کرد. با همان واحد اختیاری در جدول ۲ این مقدار برای خورشید در حدود ۲۰ است.

مقایسه اندازه حرکت زاویه‌ای خورشید و سیارات نشان میدهد که با آنکه قسمت اعظم جرم منظومه در خورشید هتمرکز است، اندازه حرکت زاویه‌ای کل خورشید کمتر از دو درصد اندازه کل منظومه است و ۹۸ تا ۹۹ درصد اندازه حرکت در مدارها و بین سیارات توزیع شده است.

اختلاف در اندازه حرکت زاویه‌ای مخصوص بین خورشید و سیارات از این هم بیشتر است. اندازه حرکت زاویه‌ای متوسط همه سیارات در حدود  $\frac{۲}{۶۳}$  است در حالیکه اندازه حرکت زاویه‌ای مخصوص خورشید که از تقسیم اندازه حرکت زاویه‌ای کل بر جرم آن بدست می‌آید که در حدود  $\frac{۲۰}{۳۲۰۰۰} = \frac{۱}{۱۶۶۵}$  است. یعنی چهل و پنج هزار مرتبه

کوچکتر از میانگین اندازهٔ حرکت زاویه‌ای سیارات است: توزیع اندازهٔ حرکت زاویه‌ای بین خورشید و سیارات توجه دانشمندان را در سالهای ۶ قرن کذشته بود جلب کرد. همانع بزرگی در راه قبول فرض لاپلاس و فرضیه‌های متعدد دیگر که در آن روزها بیان شده بود گردید.

## ۳ - تکامل کوسموگونی Cosmogony

در قرن هیجدهم وجود آمد. پس از آنکه در اواسط قرن هیجدهم نظریهٔ ثبات، جای خود را به نظریهٔ تغییر تدریجی و تکامل داد علوم با سرعت زیادی شروع به پیشرفت نمود. میخائيل لوهونو سوف دانشمند شهری روس در این زمان نوشت: «باید بخاطر داشته باشی که آنچه را در عالم وجود می‌بینی از اول چنین نبوده و پس از یک سلسله تغییر با نصورت درآمده».

نجوم یکی از اولین رشته‌های علوم بود که سیمای بیحر کت، متهجر جهان علوم را تغییر داد. افتخار قبول نظر کامل در نجوم ابتدا نصیب لاپلاس دانشمند شهری فرانسوی

شد که در سال ۱۷۹۶ نظریه تشكیل خورشید و سیارات را از ماده رقیق و ابری شکل (Nebula) بیان نمود. چهل سال قبل از آن کانت فیلسوف شهر آلمانی کتا بچه‌ای منتشر کرده و در آن نوشته بود «بمن ماده بدھید تا بشما نشان دهم چگونه جهان از آن ساخته خواهد شد». در همین کتاب کانت مسئله تکامل جهان و قوانین ثابتی که بر علوم کرات حکم‌فرماست و نیز فرضیه‌ای در بارهٔ نحوه تشكیل منظومه شمسی از ماده رقیق و غیر تراکم بیان نموده بود.

کتاب کانت که بدون ذکر نام مصنف منتشر شده بود، در روز انتشار مورد توجه دانشمندان آن عصر قرار نگرفت و تنها در اوآخر قرن نوزدهم تو انس نظر دانشمندان را بخود کند. اهمیت نظریه کانت و نیز نظریه لاپلاس در این است که اصل تکامل و تغییر جهان را بعنوان یکی از خواص تفکیک ناپذیر جهان مورد قبول قرارداده اند.

موقیت دوشهش‌های کانت ولاپلاس در بیان فرضیه‌های خود در بارهٔ هنشاء زمین و سیارات بیش از هر چیز مديون وقت آنها در نظام حاکم بر منظومهٔ شمسی بود.

اولین کسیکه به گردش سیارات توجه نمود نیوتون بود پس از کشف قانون جاذبه عمومی و اینکه حرکت سیارات بدور خورشید تابع قوانین جاذبه است، نیوتون با این نتیجه رسید که منظومهٔ شمسی محصول اجتماع تصادفی اجرام نیست. ولی بجای تجسس از طریق علمی، منظومه را محصل خلقت دانست.

او در اثر مشهور خود «اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی» نوشت: «شش سیاره بدور خورشید در یک جهت، تقریباً در یک صفحه در گردشند (تا آنزمان اورانوس و نپتون و پلوتو) کشف نشده بود و فقط ده قمریکی از آن زمین چهار تا از آن مشتری و پنج تا متعلق به زحل شناخته شده بود) ده قمر بدور زمین و مشتری و زحل در گردشند که در همان جهت حرکت انتقالی و در همان صفحهٔ مدار گردش آنها بدور خورشید بچرخش خود ادامه میدهند. ولی نباید تصور

کرد که فقط نیرو و عمل مکانیکی باعث پیدایش منظومه‌ای چنین زیبا و دقیق شده‌اند. ستاره‌های دنباله‌دار در مدارهای با خروج از مرکز زیاد حرکت می‌کنند. وقتی نزدیک بسیارات هستند سرعت آنها زیاد است و وقتی نقطعه رجعت میرسند و از سیارات دیگر زیاد دور هستند سرعت آنها کم است و بدین ترتیب نیروی جاذبه بین سیارات و ستاره‌های دنباله دار نمیتواند نظام حرکت را دچار اختلال نماید. منظومه‌ای چنین زیبا و دقیق شما میتواند محصول عقل و طراحی عاقل قادری باشد. »

در سال ۱۷۳۵ Buffon فرانسوی نظرداد که زمین و سیارات میتوانند نتیجه جداشدن قطعاتی از خورشید در اثر برخورد ستاره دنباله داری باشند. \* (در آن زمان میپنداشتند که ستاره دنباله دار جسم بزرگ و سنگینی است. در حالیکه اکنون معتقدند که ستاره دنباله دار جرم سبکی است و قسمت درخشان و نیز دنباله روشن آن از گازهای سبک تشکیل شده است. ) اهمیت فرضیه بوفون در این است که بجای جستجوی منشاء سیارات در عمل خلقت، آنرا محصول

یک پدیده مادی و طبیعی میداندوالافرض او اساساً بی اعتبار است. اگر فرضاً قطعاتی از خورشید جدا میشد میباشد مجدداً جذب خورشید شده بطرف آن بر کردد. فرض کنیم نیروی جاذبه موجود بین خورشید و قطعه جدا شده طوری باشد که قطعه جدا شده را در مداری بدور خودشید بگردش درآورد. در اینصورت باز هم باید مدار بیضی دراز کشیده ای باشد نه بیضی نزدیک به دایره. فرض بوفون به نظم موجود در حرکت سیارات ابداً توجهی نکرده و بنابراین درست فیسست.

در سال ۱۷۹۶ لاپلاس کتابی منتشر کرد بنام «شرح سیستم جهان». در یادداشت های آخر این کتاب لاپلاس در باره منشاء سیارات فرضیه ای بیان کرده که با فرضیه کانت هشا بهت زیاد دارد. فرضیه لاپلاس بزودی شهرت یافت و تا ۱۵۰ سال مورد قبول عامه بود. زیرا بطرزی بسیار ساده و نزدیک بذهن مشخصه های حرکت و منشاء سیارات را بیان کرده بود.

بر طبق نظر لاپلاس سیاره ها از یک ماده رقیق که

اطراف خورشید او لیه را فرا کرft و حدود انتشار آن از حدود ابعاد منظومه فعلی بیشتر بوده است بوجود آمده اند . این ماده رقیق مانند جسمی صلب که بخورشید متصل باشد بدور محور آن میچرخیده و در چنین صورتی سرعت خطی قسمت خارجی آن بیش از سرعت قسمت داخلی آن بوده است .

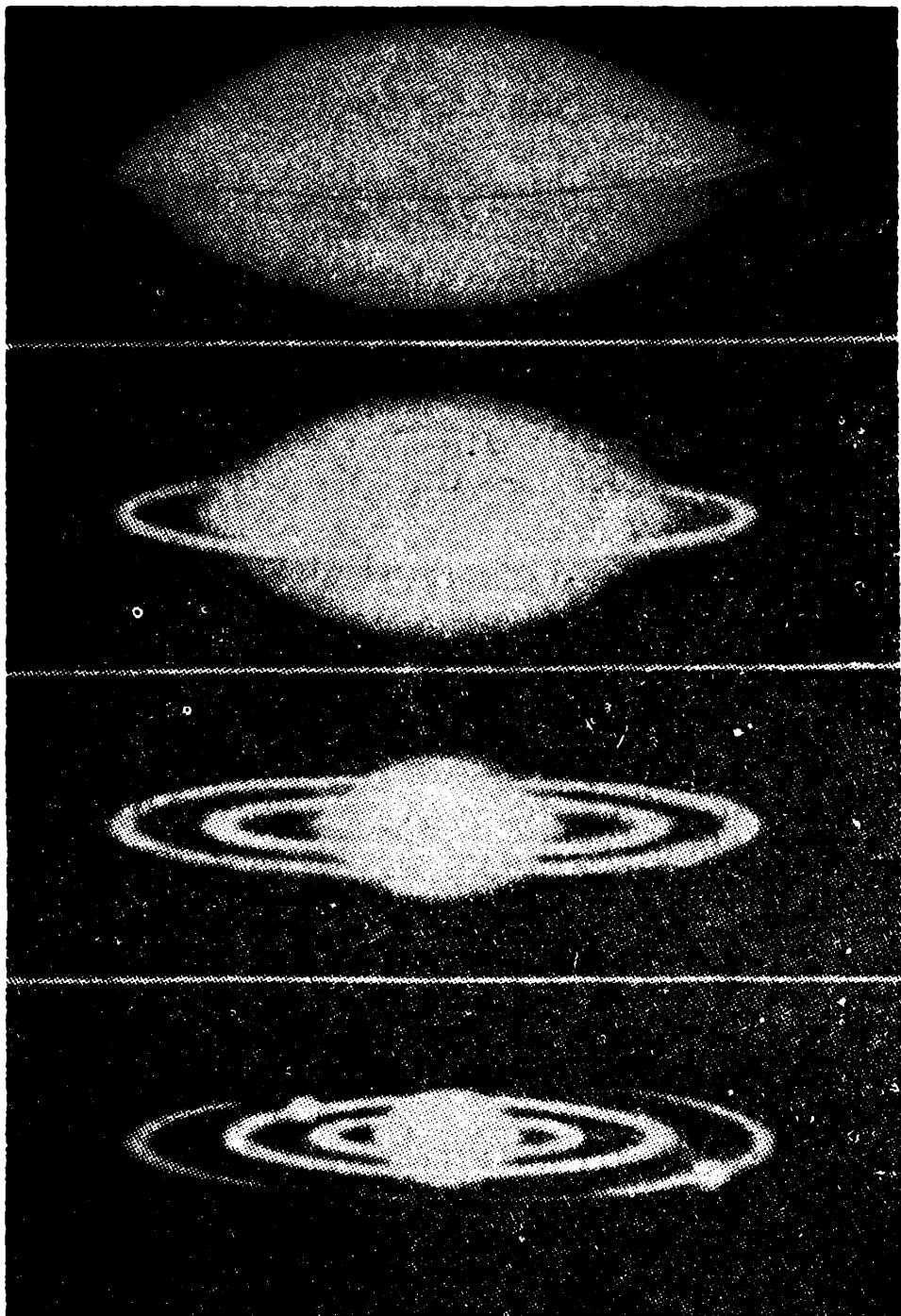
بتدربیج ماده رقیق مذکور خنک و متراکم شده . بر طبق قانون بقاء اندازه حرکت زاویه‌ای، در اثر این تمرکز سرعته حرکت انتقالی آن میباشد زیاد شود و در اثر ازدیاد سرعت نیروی گریز از مرکز زیادتری بر ماده ای که بدور خورشید در گردش بوده وارد میشده و اثر جاذبه را بیش از پیش خنثی میکرده . در نتیجه کم شدن اثر جاذبه، کمر بندی ناظیر آنچه امروز بدور زحل دیده میشود از استوای خورشید او لیه جدا شده و در این کمر بند در اثر تراکم و تمرکز بعدی، ماده، شکاف های بوجود آمده و آنرا بحلقه هایی تقسیم کردم توزیع ماده در تمام حجم حلقه یکسان نبوده و از تراکم بعدی ماده موجود در هر حلقه در یک نقطه از آن حلقه بتدربیج سیاره‌ای تشکیل شده . سیاره‌هایی که بدین ترتیب

تشکیل شده اند بر مدارهای دایره‌ای و در سطح استوای خورشید  
اولیه ب دور آن بچرخش درآمدند.

با وجود اینکه لاپلاس هم ریاضی دان و هم منجم بود  
نظر او فقط جنبهٔ تشریحی و تجسمی داشت. این طرز بیان او  
اولاً ناشی از نظام حرکت سیارات و ثانیاً نتایج حاصل از  
مشاهدات هرشل Herschel دربارهٔ تشکیل ستاره‌ها بود.  
که میگوید: موادابری شکل در نقاط مختلف تراکم‌های  
متفاوتی دارد. در مرکز آنها هسته درخشان مرکزی قرار  
دارد و ستاره‌ها از آن تشکیل می‌شوند. لاپلاس در بیان فرض  
تشکیل منظومهٔ شمسی، تحت اثر این طرز فکر هرشل بوده  
است.

روشه Roche ریاضی دان فرانسوی در اواخر قرن  
گذشته محاسبه‌ای کرد و نشانداد که در اثر حرکت وضعی  
استوای خورشید اولیهٔ فرضی لاپلاس باستی برجسته‌تر شده  
و خورشید مذکور بشکل عدسی محدب الطرفینی درآید.  
از لب این عدسی است که ماده از خورشید جدا شده کهربند  
فرضی لاپلاس را تشکیل میدهد.

اگر فرض کنیم ماده در یک کمر بند عریض منتشر شده باشد، تکائف آن بسیار کم خواهد شد و امکان تراکم و تغایط

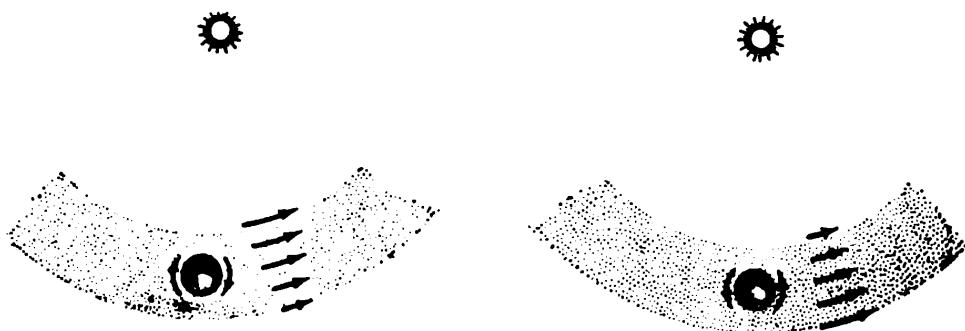


شکل ۵ - نمایش ورقی لاپلاس در باره تشكیل سیارات

آن معقول بنظر نمیرسد. برای فرار از این اشکال ، روش  
چنین فرض میکند که در اثر حوادثی که متناوباً اتفاق میافتد.  
در هر نوبت حلقه‌ای از خورشید جدا میشدو تشکیل سیاره‌ای  
میداده و بدین ترتیب فرض جدا شدن کمر بند و تقسیم آن.  
به حلقه‌های مجزا تصحیح میشود . در شکل ۵ فرض لاپلاس با  
تصحیح روشه نشانداده شده است.

لاپلاس معتقد بود که در اثر وجود اصطکاک بین ذرات  
مادی، حلقه مفروض مثل یک جسم صلب حرکت میکرده.  
و بنا بر این تمام اجزاء آن سرعت زاویه‌ای یکسان داشته‌اند.  
نتیجتاً قسمت خارجی حلقه با سرعت خطی زیادتر از قسمت.  
داخلی آن میچرخیده (ش ۶ سمت چپ) بنا بر این وقتی  
ماده در حجم کمتری متumer کز - و سیاره تشکیل میشده - جرم  
جدید الوارد دارای یک حرکت وضعی در همان جهت  
حرکت انتقالی میگردیده . در اثر خنک شدن و تراکم بیشتر  
سرعت حرکت وضعی سیاره زیاد میشده احیاناً حلقه.  
یا حلقه‌هائی مشابه آنچه در مورد خورشید ذکر شد از آن.  
جدا واقعه سیاره بدین ترتیب بوجود میآمدند ..

وقتی در ۱۷۹۶ لابلاند این فرض را بیان نمود هنجمین فقط اقماری را می‌شناختند که بدور سیاره در جهت مستقیم یعنی هم جهت با حرکت سیارات بدور خورشید، در حرکت بودند. ولی در ۱۷۹۷ معلوم شد که اورانوس دارای قمری است که تقریباً در سطح عمود بر سطح مدار اورانوس بدور



نمایش علت حرکت وضعی سیارات. سمت چپ حرکت در جهت مستقیم، سمت راست حرکت در جهت معکوس آن می‌گردد. در ۱۸۴۷ معلوم شد که نپتون دارای قمری است که درجهت معکوس بدور آن می‌چرخد. در نیمه آخر قرن گذشته نیز اقماری که درجهت عکس بدور زحل و مشتری می‌چرخند کشف شد. در ۱۸۷۷ مشاهده شد که مریخ‌دارای دو قمر است که هردو درجهت مستقیم بدور آن می‌چرخند ولی قمر نزدیکتر به مریخ که فوبوس نامدارد، با سرعتی تقریباً

سه برابر سرعت حرکت وضعی هریخ بدور آن میچرخد .  
این حقایق مسلم با فرض لاپلاس تناقض کامل دارد .

فرضیه‌هائی پیشنهاد شد تا این تناقض را حل کند . اما چون هیچیک پایه منطقی صحیحی نداشتند هیچیک کسی را قانع نکرد . بعداً خواهیم دید که علمت پیدایش اقماری که در جهت مثبت دور سیاره نمی‌چرخند این است : « قسمتی از انرژی مکانیکی آنها به حرارت تبدیل شده و از طریق تشعشع در فضای هم‌تشریشوند . ولی لاپلاس در طریق اعتقاد به « اصل بقاء انرژی مکانیکی سیارات » گمراحته بود و بنا براین نتوانست کاملاً حقیقت را درک کند .

در زمان لاپلاس هنوز تئوری جنبشی گازها بیان نشده بود . بنا بر این نحوه حرکت مولکولهای گاز نامعلوم بود . پس از بیان فرضیه مذکور معلوم شد که ماده رقیق حلقوه‌های فرض لاپلاس با درجه حرارت زیادی که بنا بر فرض لاپلاس داشته، میباشد متراکم نشده بلکه بر عکس انساط یا بد و در فضای بزرگتری هم‌تشریش شود . ولی اگر فرضیه جدید را قبول کنیم که معتقد است حرارت ماده اولیه بصورت امواج

نورانی در فضا پخش و پس از مدتی ماده مذکور سرد شده و تراکم و پیدایش تسدیریجی ذرات جامد از آن ممکن و سپس تشکیل قطعات بزر کتر و بزر کتر عملی میشود، این فرضیه خالی از اشکال بنظر میرسد.

یکی دیگر از دلائل عمدہ ایکه در در نظر لاپلاس اقامه میشود حرکت وضعی بسیار کندخورشید است. برای اینکه حلقه‌های فرضی لاپلاس در اثر سرعت زیاد بتواند از خورشید جدا شود، باید دست کم حرکت وضعی خورشید صدها بار سریعتر از حرکت فعلی آن باشد. و نیز اگر فرض کنیم که قطر خورشید اولیه در حدود قطر فعلی منظومه بوده در این صورت سرعت چرخش آن هیباً است آنقدر کم باشد که جدا شدن حلقه‌ها از آن امکان پذیر نباشد. بطور کلی فرض لاپلاس قادر نیست مسئله توزیع اندازه حرکت زاویه‌ای را بین خورشید و اجرام دیگر منظومه حل کند و جواب قانع کننده‌ای، بسؤالاتی که در این مورد مطرح میشود بدهد.

کرات Krat و فزنکوف Fesenkov منجمین شوروی نظر دادند که در روزهای اول تشکیل منظومه، ما فند امروز

ذرات مادی از سطح خورشید بخارج پرتاپ میشده و فرض کرده اند که سرعت خروج ذرات از خورشید، در آتزمان بمراتب بیش از امروز بوده بنا بر این ممکن است کاهش سرعت حرکت وضعی خورشید نتیجه پرتاپ ذرات مذکور بخارج باشد. ولی امروزها کثیر منجمین عقیده دارند که جرم خورشید از ابتدای پیدایش آن تا کنون تغییر فاحشی نکرده بنا بر این پرتاپ ذرات مادی بمقدار زیاد ممکن نبود. پس از آنکه در راه قبول فرضیه های کانت و لاپلاس موافع و اشکالات متعدد بوجود آمده و کوششهایی که برای تأیید بعمل آمد، بی نتیجه ها ند، علمای قرن بیستم بنظریات دیگری کرائیدند. و حتی بعضی از جنبه های صحیح و معقول نظر لاپلاس مثلا بوجود آمدن منظومه از ماده رقیق و متحدد الشکل اولیه مورد انکار آنها واقع شد.

در قرن نوزدهم و بیستم فرضیه های متعدد نجومی بیان شد. ولی متأسفانه هیچیک حتی حقایقی را که تا آنروز در باره ستار گان محقق و روشن شده بود، در نظر نگرفته و بقواین مسلم فیزیکی توجهی نداشتند. و اگر بعضی از آنها از جهاتی

دارای جنبه‌های مثبت هم بودند آنقدر غرق اوهام و آمیخته با خرافات بودند که در زمان کوتاهی بی اعتباری آنها برای همه روش میشد.

در اواخر قرن نوزدهم Ligondés فرضیه شهرابی تشکیل منظومه را بیان کرد. نامبرده تراکم ماده را معلول دولت دانست یکی برخوردهای غیرالاستیک ذرات و دیگری وجود نیروی چسبندگی Cohesion بین ذرات. ولی نتیجه گرفت که در اثر وجود این دو نیرو ماده در یک قرص دوار متراکم شده بعدها از آن سیارات بوجود آمدند.

Multom Chamberlin مولتن و چمبرلن دانشمندان امریکائی عقیده داشتند که ذرات کوچک مادی که آنها را «سیاره‌های کوچک» نامیدند و از خنک شدن ذرات مادی جدا شده از خورشید، بوجود آمده بوده‌اند، منشاء تشکیل سیارات بوده‌اند.

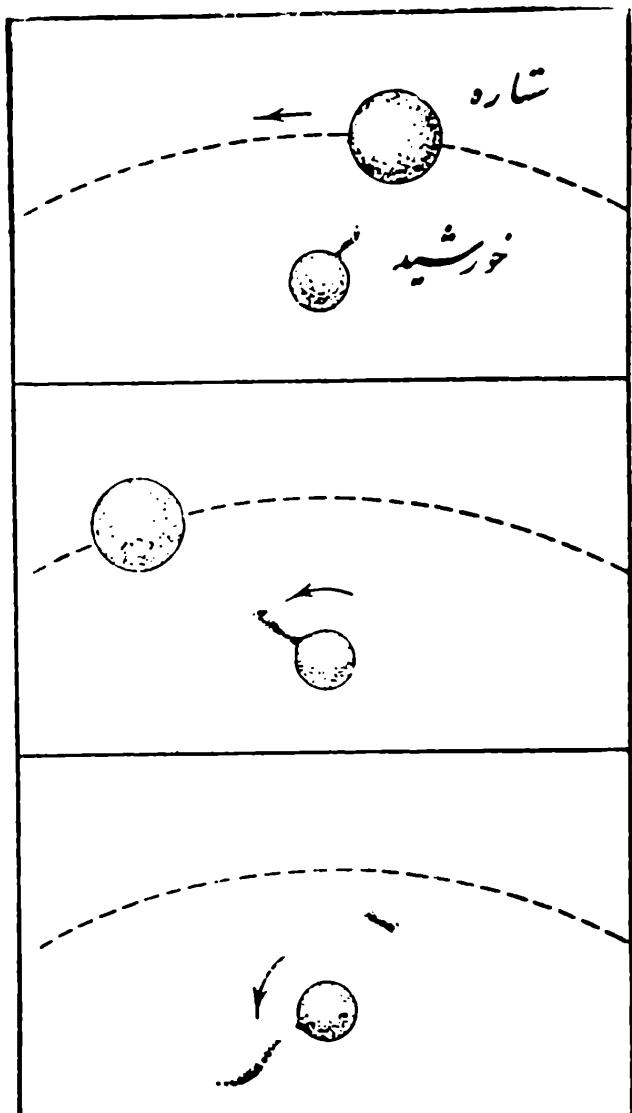
مولتن و چمبرلن وجود برخورد غیرالاستیک بین ذرات را از نظر دور داشتند. بنا بر این ازمیان علم تراکم ذرات در واحدهای بزرگتر و تشکیل سیاره‌های عاجز ماندند. ولی اشتباه اساسی آنها در این بود که منشاء ماده اولیه را خورشید

میدانستند. چه در اینصورت معلوم نبوده اندازه حرکت زاویه‌ای سیاره از کجا آمده. ولی در عین حال فرضیه سیاره‌های کوچک دورنمائی از مراحل تشکیل سیارات را نشانداده.

از فرضیه‌هایی که در نیمه‌اول قرن بیستم بیان شد فرضیه جینز Jeans منجملانگیسی بوده که در سالهای ۲۰ تا ۳۰ قرن بیستم هردم را بخود مشغول کرده بود. جینز برای از پیش برداشتن مشکل توزیع اندازه حرکت چنین فرض کرد که سیارات در اثر تأثیر جاذبه ستاره‌سنگین دیگری که از حوالی خورشید عبور می‌کرده از آنجدا و در همان جهت حرکت ستاره بچرخش بدور خورشید در آمدند (ش. ۷).

این فرض مردود است. زیرا اولاً افلاطون ستاره‌ها از یکدیگر با اندازه‌ای زیاد است که وجود دونای آنها در جوار هم از بدیده‌های نادر الاتفاق است. بنا بر این باید پیدایش منظومه شمسی یک پدیده اتفاقی باشد و همانطور که پروفسور شمیدت مینویسد «... نظریه جین در یک جمله خلاصه می‌شود - احتمال بسیار ضعیف تشکیل منظومه‌ها -» این فرض برای آنها بیکه نمی‌خواهد برای عقاید علمی ارزشی قائل

شوند و زحمت فکر کردن را بخود ندهند عقیده با ارزشی است. شاید نتیجه این فرض یعنی احتمال ضعیف تشکیل منظومه چندان در- خور انتقاد نباشد. چه بالآخره پدیده‌های نادرالاتفاق در طبیعت وجودندارد. ولی عیب بزرگ آن در این است که کوسموکوئی را از جاده تفکر علمی منحرف کرده سیر خیال‌پرستی را درپیش پای آن قرار میدهد.



شكل ۷ - نمایش نظریه جینز در باره‌تشکیل سیارات پانزده بیست‌سال قبل بی اعتباری نظر جینز آشکارشد .

روسل Russel منجم آمریکائی بیان داشت که جینز نمیتواند با این سؤال که چرا ابعاد منظومه اینقدر زیاد است، جواب

دهد. برای اینکه جاذبۀ ستارۀ فرضی جین بتواند مقداری ماده از خورشید جدا کند باید فاصله آن از خورشید خیلی کم باشد و در این صورت احراام جدا شده باید روی دو اثر کوچکی با شعاع چند برابر شعاع خورشید بدور آن بچرخند. در حالیکه سیاره‌ها تا شعاع چند هزار برابر شعاع خورشید پراکنده‌اند. مثلاً فاصله مشتری از خورشید ۵۰۰ و فاصله نپتون از آن ۳۲۰۰ برابر قطر خورشید است. ن.ن. پاریسکی N. N. Pariiski نیز با محاسبات ریاضی نشانداد که حق باروسل است.

مسئله توزیع اندازه حرکت زاویه‌ای نه با فرض جینز و نه با فرض لاپلاس قابل حل نیست. فرض لاپلاس از جواب باین سؤال عاجز است که: چرا اندازه حرکت زاویه‌ای خورشید کم است و جینز نمیتواند جواب دهد که: چرا اندازه حرکت زاویه‌ای سیارات اینقدر زیاد است.

جینز کوششی نکرد تا از طریق محاسبات ریاضی امکان صحبت فرضیه خود را بیازماید. ولی پس از محاسباتی معلوم شد که ماده میباشد از طبقات داخلی خورشید با درجه حرارتی

در حدود یک میلیون درجهٔ سانتیگراد خارج شود. بنا بر این امکان جداسدن مقادیر زیاد ماده از خورشید وجود ندارد. اگر نزداتی هم از آن جداسوند نه تنها بعلت گرمی زیاد هترا کم نشده بلکه بر عکس در فضای ابساط بیشتری نیز پیدا خواهد کرد.

کوسموگونی جدید معتقد است که سیارات از ماده سرد رقیق و ابری شکلی بوجود آمده‌اند و همچنین از نظر سیر تکامل ماده اولیه و مراحل تبدیل آن بسیاره‌ای کنونی نظریات جدید و قدیم باهم فرق اساسی دارند. این تغییر نظر پس از رد نظریهٔ جینز پیدا شد. فیزیک دان آلمانی C. Von Weitzsacker و آکادمیسین انوشمیدت در یک‌زمان در ساله‌ای ۴۳ - ۴۴ فرضیه‌های خود را بیان کردند ( بعلت وقایع جنگ دوم امریکائیها دیرتر از شورویها یعنی در سال ۱۹۴۵ نظریهٔ وایتس زاکر را در روزنامه‌های خود درج کردند).

وایتس زاکر معتقد است که زمانی ماده ابری شکلی بشکل یک قرص اطراف خورشید را فراگرفته بوده و بدود

آن میچرخیده سیاره‌ها از تراکم و اجتماع این مواد بصورت جرم واحد بوجود آمدند.

وایتس زا کر فرض میکند که قرص اولیه، ضمن حرکت بدور خورشید در داخل خود دارای تعدادی کرداد بزرگ و هر کرداد بزرگ شامل تعدادی کرداد کوچک بوده که منظماً بدرر خود میچرخیده‌اند. این کرداها باعث تراکم ماده و تشکیل اجرام متوسط سپس بزرگتر و بالآخره سیارات شده‌اند.

فرض وجود کرداها بعلت جنبهٔ نصوري و غیر طبیعی آن مورد قبول واقع نشد. ولی فرض ماده ابری شکل اولیه او، در دانشمندان غرب نظری تر هار Ter Haar و کویپر Kuiper تحرکی ایجاد نمود.

نظریهٔ اکادمیسین شمیدت که در فصل بعدی با تفصیل زیاد بیان خواهد شد، از هر حیث با آخرین تحقیقات رئو-فیزیکی و آسترئو فیزیکی تطبیق میکند. بنا بر این نظریه از ماده ابری اولیه، ابتدا اجرام متوسط و سپس از بهم پیوستن اجرام متوسط سیارات بوجود آمده‌اند و مهمتر آنکه ماده

اوليه سرد بوده و بعدها در اثر ذخیره حرارت حاصله از انفجارات هسته اي گرم شده است.

در سال ۱۹۴۹ کويپر شروع به تحقیق درباره منشاء منظومه براساس نظریه وايتس زا کر نموده و اين تحقیقات تا امروز نيز ادامه دارد. او نيز ها نند وايتس زا کر معتقد است که سيارات در اثريک رشد دائمي و بهم پيوستان قطعات کوچك بوجود نياerde آنده بلکه در اول بصورت جرم بسيار بزر گتر از اندازه فعلي بوجود آمده و با ازدست دادن مقداری ماده، بصورت سيارات کنوئي درآمده اند. پيدايش جرم بزرگ اوليه را کويپر محصول بروز آشتفتگي در ماده ابری اوليه ميدارد.

کويپر معتقد است که ماده اوليه ابری شكل و خورشيد در يك زمان بوجود آمده اند و خورشيد خود نيز محصول تراكم ماده ابری شكلی است که سيارات اوليه نيز از آن بوجود آمده. او ابتدا معتقد بود که سياره های اوليه پس از شروع به تشعشع بوجود آمده اند. ولی اخيراً نظر خود را تغيير داده و معتقد شده است که سياره های اوليه موقعی

تشکیل شده‌اند که خورشید هنوز شروع به تشعشع نکرده بود. منظور کوپراز سیارات اولیه همان اجرام فرضی بسیار سنگینی است که بازدست دادن ماده بسیارهای امروزی تبدیل شده‌اند. با وجود اینکه اودرباره ترکیبات شیمیائی سیارات زیاد بحث نمیکند، معذلك معتقد است که زمین اولیه در راه تبدیل به زمین امروزی نه تنها گازهای فرار بلکه حتی قسمتی از سیلیکات‌های خود را نیز از دست داده است.

در ترکیبات شیمیائی زمین شواهدی وجود دارد که با نظر تشکیل زمین از جرم بزرگ اولیه‌ای که با از دست دادن گازهای فرار بزمین امروزی بدل شده باشد تناقض کامل دارد. (در فصل پنجم بتفصیل در این باره بحث خواهد شد). بعلاوه تجزیه و تحلیل انتقادی در باره ماده ابری اولیه نشان میدهد که تشکیل سیاره‌های اولیه از آن ممکن نبوده است. در سالهای اخیر کوپر نظر خودرا در مورد پیدایش سیارات خاکی تغییر داده برخلاف نظریه قبلی خودش معتقد به اهمیت توده‌شدن تدریجی ماده در ایجاد سیارات مذکور شده است. اونظر قبلی خودرا دائز به تشکیل آستر وئیدها اقمار و یطور کلی اجرام متوسط از تراکم گازها پس

گرفت و تشکیل آنها را از تراکم تدریجی مورد قبول قرار داد. بنا براین کوپر کم کم با نظریه شمیدت توافق فراوان پیدا می‌کند.

در سال ۱۹۵۱ کادمیسین فزنکوف که تا آنوقت معتقد به جدا شدن سیارات در اثر دوران سریع خورشید از آن بوده و عامل این جدا شدن را نیروی گریز از مرکز میدانست شروع بقبول نظریه تشکیل و پیدایش سیارات در ماده ابری اولیه نمود. او با این نظر کوپر که خورشید و ماده ابری اولیه در یک زمان بوجود آمدند و اینکه ماده ابری اولیه به عده‌ای جرم بزرگ تبدیل شده که هر یک بعداً سیاره‌ای را تشکیل دادند، موافق است.

در همین سال یورای H. C. Urey فیزیکو-شمیت آمریکائی نیز نظریه‌ای داد که برخلاف سایر نظریات است که بر اطلاعاتی از علم هجوم متکی می‌باشد. نظریه‌او بر اساس ترکیب شیمیائی احجار سماوی و سیارات استوار است. او تشکیل زمین را نتیجه اجتماع و تراکم ذرات جامد میداند و از این حیث با نظریه شمیدت توافق زیادی دارد. اما او

عقیده دارد که سطح اجرام آستروئیدی که از اجتماع آنها زمین بوجود آمده در ابتدا گرم بوده . اعتقاد او به گرم بودن سطح این اجرام از آنجهت است که او معتقد بود که هسته زمین از آن تشکیل شده است . اگر این نظر صحیح باشد باید اختلاف توده ویژه زمین، هریخ، ماه، عطارد و زهره در مقدار آهن موجود در هسته آنها باشد . در حالیکه یورای این اختلاف را باین ترتیب تفسیر میکند که سطح اجرام متوسطی که کرات مزبور را تشکیل دادند در ابتدا بیک اندازه گرم نبودند و بنا بر این مقدار سیلیکات تبخیر شده در همه آنها یکسان نبوده و بنا بر این توده ویژه آنها با هم اختلاف پیدا کرده است . اشکالی که نظر یورای با آن مواجه است ذکر علت گرم شدن سطح این اجرام و نحوه این گرم شدن است .

علمای انگلستان نیز تشکیل سیارات از ماده سرد را مورد توجه قراردادند . از آن جمله اند: اج ورث Edgeworth (۱۹۴۹) هولی Holye (۱۹۵۵) و گلد Gold (۱۹۵۶) و بنا بر این، نظریه مذکور در قرن ما رواج بسیار پیدا کرده

است. پروفسور کوتنبرگ در تفسیری از آراء جدید درباره هنشهای زمین مینویسد: «عدد روز افزونی از دانشمندان آسترنوفیزیک و زئوفیریک فکر میکنند که زمین از تراکم ماده سرد بوجود آمده و بسیاری از زمین شناسان تأیید کرده اند که زمین هرگز کاملاً مذاب نبوده است».

نظریهٔ فیزیک دان سوئدی آلف ون Alfven نیز در خوردن قطب است. او معتقد است که در موقع تشکیل سیارات، خورشید میدان مغناطیسی بسیار قوی داشته، بنا بر این اثر میدان الکترومagnetیک در این مرحله حائز اهمیت بوده است. ذرات کاز در اثر جاذبهٔ یوتونی جذب خورشید شده و در اثر برخورد با یکدیگر یونیزه شدند. همین‌که اتم‌هایداری بار الکتریکی شدند، میدان مغناطیس خورشید به آنها اثر کرده و آنها را به دوران بدور خود و اداشت و در ضم من این عمل قسمتی از اندازه حرکت زاویه‌ای خود را به این اتم‌ها منتقل نمود. در نتیجه حرکت وضعی خورشید کند شد. در چنین مرحله‌ای باید انمها بر حسب درجهٔ یونیزاسیون تقسیم شوند. آنها که مانند آهن و سیلیسیم زودتر یونیزه می‌شوند

زودتر از دیگران یعنی در فاصله دورتری از خورشید باید شروع بگردش بدور آن بگتنند و اتمهائی نظیر هیدرزن که دیرتر یونیزه میشوند. باید در فاصله کمتری از خورشید بدور آن بچرخند. در حالیکه واقعیت درست عکس این است یعنی زمین از عناصر سنگین‌تر و سیارات سنگین نظیر زحل و اورانوس هیدرزن بیشتری دارند. بنا بر این او ناچار شد بگوید که ماده‌اولیه کاملاً بر حسب قابلیت یونیزاسیون تقسیم نشده بلکه در همه جای آن مخلوطی از انواع اتمها وجود داشت. بهمین علت و عمل دیگر نظیر فرض وجود میدان بسیار قوی مغناطیس خورشید که غیر طبیعی و ساختگی بنظر هیرسد نظریه او چندان موفقیتی کسب نکرد.



چنان‌که ملاحظه شد تکامل کوسموگونی وقتی نظریات طریق غیر عملی و خیال پردازی را در پیش می‌گیرند متوقف می‌شود. عده زیادی از دانشمندانی که نام و نظر آنها ذکر شد بجای اتكاء بیشتر بر واقعیات عینی به اصرار ورزیدن روی نظریات غلط متقدمین پرداختند و در انتخاب قوانین و قواعد

علمی نیز راه صحیح را پشت سر نهادند. ولی آنعداً که تفکر صحیح علمی داشتند موفق به بیان صحیح و معقول در باب تکامل زمین و سیارات شدند. آکادمیین شمیدت بیش از همه موفق شد در طریق صحیح‌گام بردارد. در فصل بعدی نظریات او را خواهیم دید.

## نظریه شهیدت در باره پیداپیش منظومه

ماده‌ای که زمین و سیارات را تشکیل داده‌اند از روز  
اژل باین صورت نبوده و مراحل تکاملی متعددی را پشت سر  
گذارده‌اند. میتوان با تجزیه و تحلیل صحیح از وضع منظومه  
در زمان حاضر پی بوضع آن در گذشته برد.

حرکت سیارات روی مدارهای که همگی در یک  
سطح قرار دارند صورت می‌گیرد. این سطح استوای خورشید  
اولیه بوده و ماده مشکله سیارات پیش از تشکیل آنها بصورت

مادة ابری شکلی در این سطح پخش بوده . بنا بر نظر شمیدت این توده مجموعه‌ای از ذرات جامد و کوچک بوده و بدور خورشید حرکت میکرده است .

بنا بر نظر شمیدت میتوان تشکیل سیارات را به دو مرحله اساسی تقسیم نمود : هر مرحله اول تشکیل اجرام متوسط که ابعاد آنها در حدود آستروئیدها بوده و ما از این پس آنها را اجرام آستروئیدی مینامیم از مادة ابری شکل اولیه . مرحله دوم تشکیل سیارات از یکی شدن این اجرام .

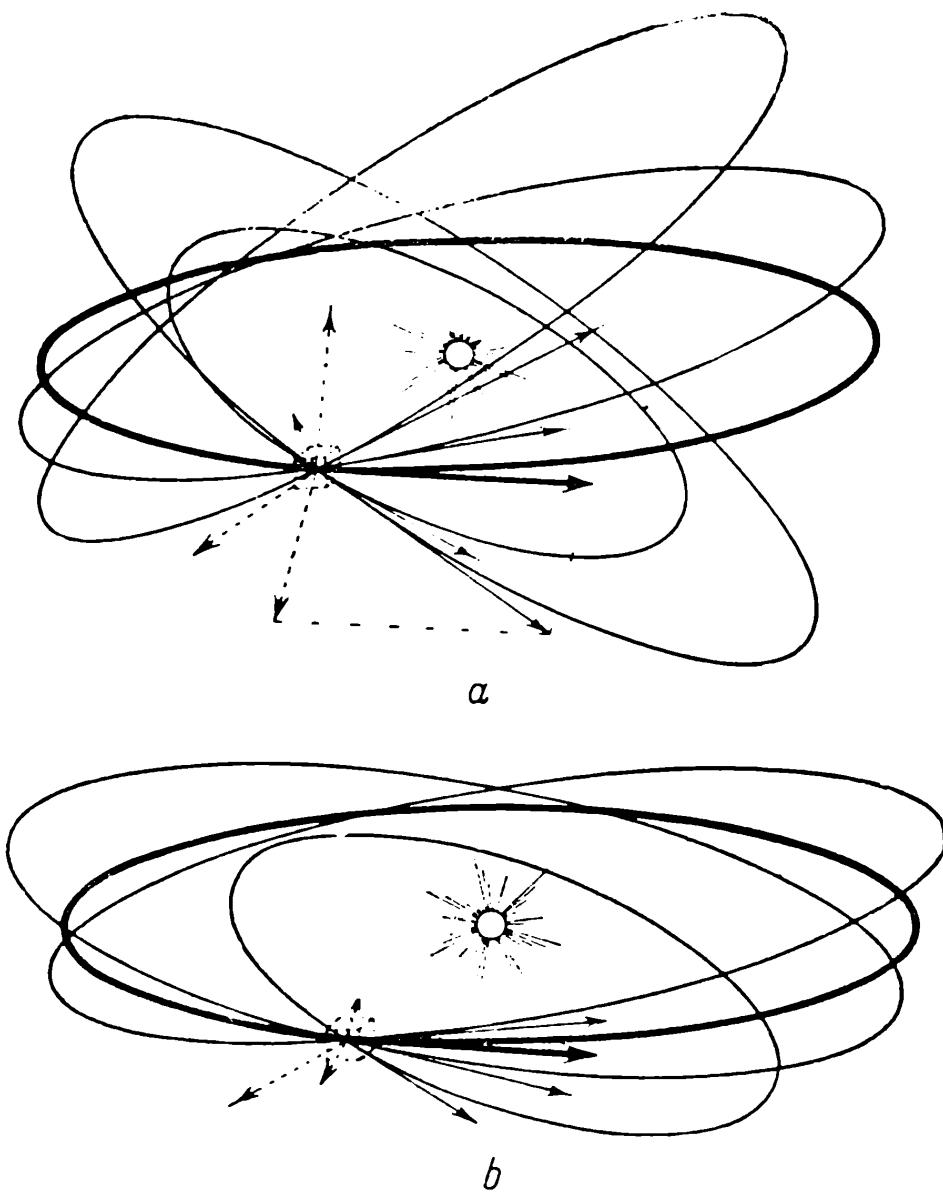
محرك این تغییر و تبدیلات در درجه‌اول نیروی جاذبه و سپس تبدیل انرژی مکانیکی اجرام به انرژی حرارتی و تشعشع آنها و نیز نیروهای فیزیکو شیمی دیگر بوده است . عامل اخیر الذکر در تبدیل اجرام آستروئیدی به سیارات نقش اساسی داشته است .

فرض کنید توده‌ای مخلوط از ذرات جامد و گاز بصورت ابر و بشکل قرصی در استوای خورشید اولیه وجود داشته . این ذرات دارای دو نوع حرکت بوده‌اند : یکی حرکت دورانی بدور خورشید و دیگری حرکت بدون نظم و ترتیب

درجهات مختلفه که ما از این پس آنرا حرکت نامنظم ذرات هینا میم . در اثر این حرکات بی نظم، ذرات بیکدیگر برخورد کرده گاهی باعث میشده که ذرهای از مداری بمدار دیگر منتقل شود . ولی در هر حال ضیحامت کلی توده ماده تابع این برخوردها نبوده وزیاد نمیشده است . شکل ۸ نموداری از حرکت ذرات در مدارهای بسته بدور خورشید است .

چون جرم ذرات جامد بیشتر از جرم ذرات گازی شکل است، بنا بر این سرعت ذرات جامد در حرکت نامنظم کمتر از سرعت ذرات گاز است . بنا بر این پس از مدتی در اثر برخوردهای ذرات بیکدیگر ذرات گاز در دو سطح انتهائی قرص و ذرات جامد در سطح وسط جای گرفتند (ش ۹) .

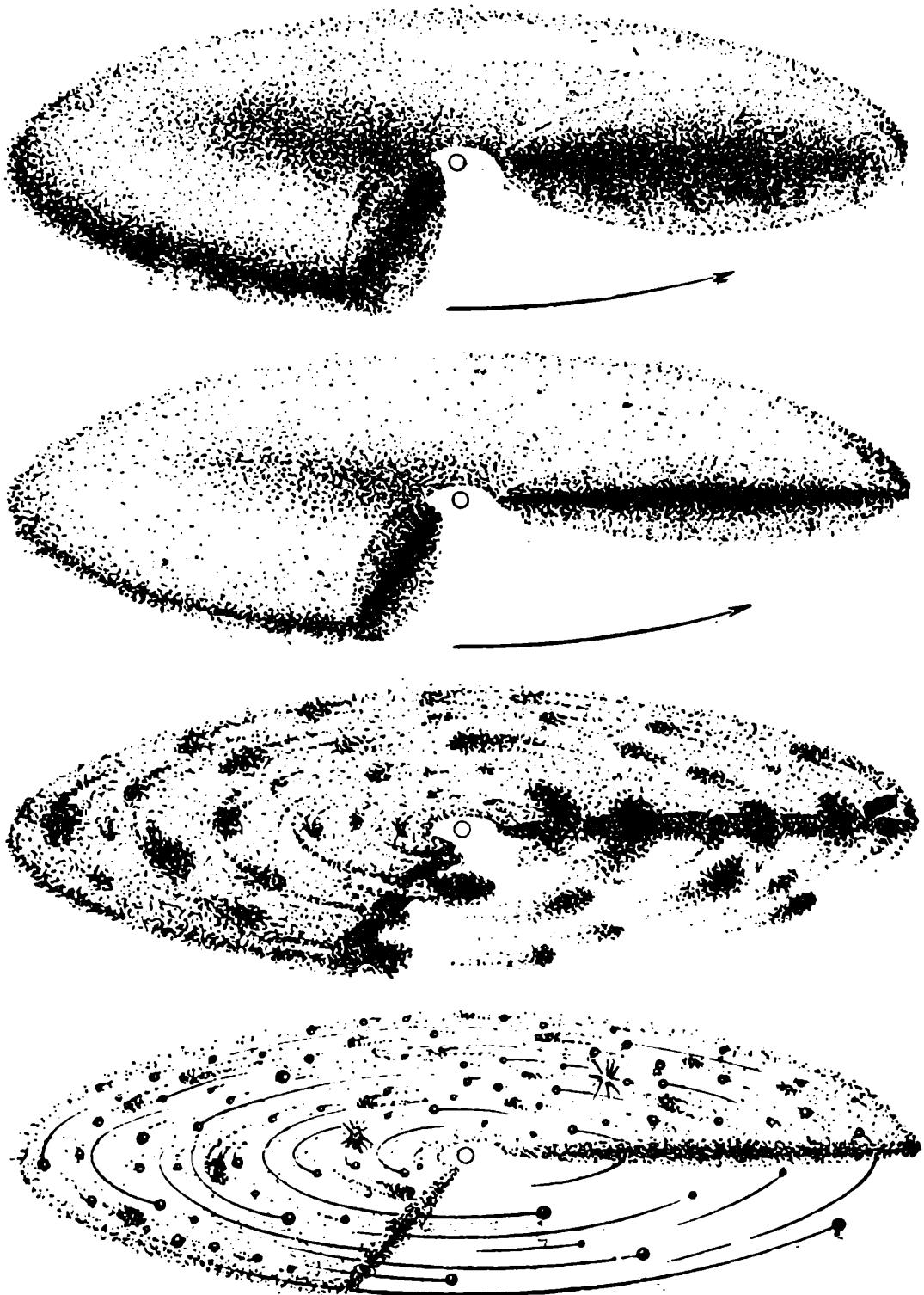
در اثر اجتماع ذرات جامد در وسط قرص، فاصله آنها کم و در نتیجه نیروی جاذبه بین آنها زیاد شده و این خود در تراکم بیشتر ماده جامد مؤثر بوده و پس از مدتی در نقاط متعددی از قرص، اجرام جامدی از توده شدن ذرات جامد بوجود آمدند . میدانیم خورشید اثری در ایجاد جزو



شکل ۸- بوجود آمدن مدارهای اجرام سماوی در فضا (a و قعی که مدارها از هم دورترند . (b) وقتی که مدارها بهم نزدیکتر شده‌اند. سهم‌های نازک سرعت هر جرم را مستقلانه نشان میدهد. سهم‌های سیاه سرعت کلی اجرام را در حرکت دورانی‌شان بدور خورشید نشان میدهد . سهم‌های نقطه چین مؤلفه‌های ... سرعت اجرام را نشان میدهد .

مد زمین دارد. چنین اثری در آغازمان نیز بر اجرام کوچک اثر میکرد. ولی چون اجرام جامد بوده‌اند در برابر این نیروی خورشید مقاومت کرده خرد نمیشده‌اند. زیرا چنانکه میدانیم در اجسام جامد نیروی کوهزیون (کشش بین ذرات هم‌جنس) زیاد است.

اجرامی که بدین ترتیب تشکیل شدند در جهت چرخش ماده ابری بدور خورشید گردش خود را ادامه دادند. ولی در اثر برخورد ذرات بیکدیگر، انرژی مکانیکی به حرارت تبدیل شده و بصورت اشعه مادون قرمز در فضای پخش شدند. بدین ترتیب تدریجاً سرعت ذرات کم شد. هر گاه اتم‌های کاز بهم برخورد کنند برخورد الاستیک و بدون اتلاف انرژی است. برخورد مولکولهای کاز نیز تقریباً الاستیک است و اگر کمی انرژی تلف کند با اکرقتن انرژی از شعاع نورانی خورشید ممکن است جبران شود. ولی برخورد بین ذرات جامد، کاملاً غیر الاستیک و همراه با اتلاف انرژی مکانیکی بصورت تبدیل به حرارت است. بنابراین در اثر برخورد ذرات جامد و تبدیل انرژی مکانیکی بحرات، سرعت آنها کم



شکل ۹ - مرحله اول تکامل. اجزای غبار مانند ابری شکل اولیه بسیار بیچاره و مسطوح شده و هدۀ بینهایت زیادی آسیف و قید بوجود می‌آیند.

شده و اجرام جامدی با ابعاد چند ده تا چند صد میل بوجود آمده است، (ابعاد آستر وئیدهای امروزی).

ممکن است فرض شود که در اثر بر خورد ذرات جامد بیکدیگر بجای اینکه دوزره مجدداً از هم جدا شوند بهم چسبیده و ذره بزر گتری بوجود آورده باشند: واضح است که در صورت صحبت چنین فرضی و ذرات جامد موجود در ماده ابری شکل اولیه، دیرتر بصورت یک قرص نازک در وسط جمع میشندند. ولی در عوض از بهم چسبیدن ذرات کوچک، اجرام بزر گتری حتی قبل از جمع شدن ذرات جامد در وسط قرص، تشکیل میشده اند.

هر یک از دو صورت فوق الذ کرپس از مدتی تعدادی اجرام با ابعاد متوسط بوجود آمدند. بر خورد این اجرام بیکدیگر یا باعث خرد شدن آنها میشد یا قسمتی کوچک از هر جرم جدا میشده و یا جرم سالم میماند. در صورت خرد شدن باز هم قطعات حاصله میتوانسته اند با جذب ذرات و اجرام دیگر رشد کنند. واضح است که رشد اجرامی که از خرد شدن مصون میماند اند بیش از قطعات حاصل

از خردشده بوده است. در هر حال پس از بوجود آمدن عده‌زیادی از این اجرام مرحله دوم، یعنی مرحله تشکیل سیارات از اجرام آستروئیدی شروع شده است.

بعضی از این اجرام آستروئیدی که جرم آنها بیشتر و وضع حرکت آنها طوری بوده است که در اثر برخورد با اجرام دیگر خرد نشده بوده اند، بعدها سیاره‌های امروزی را تشکیل داده اند. ما از این پس این دسته از اجرام را جنین سیارات مینامیم.

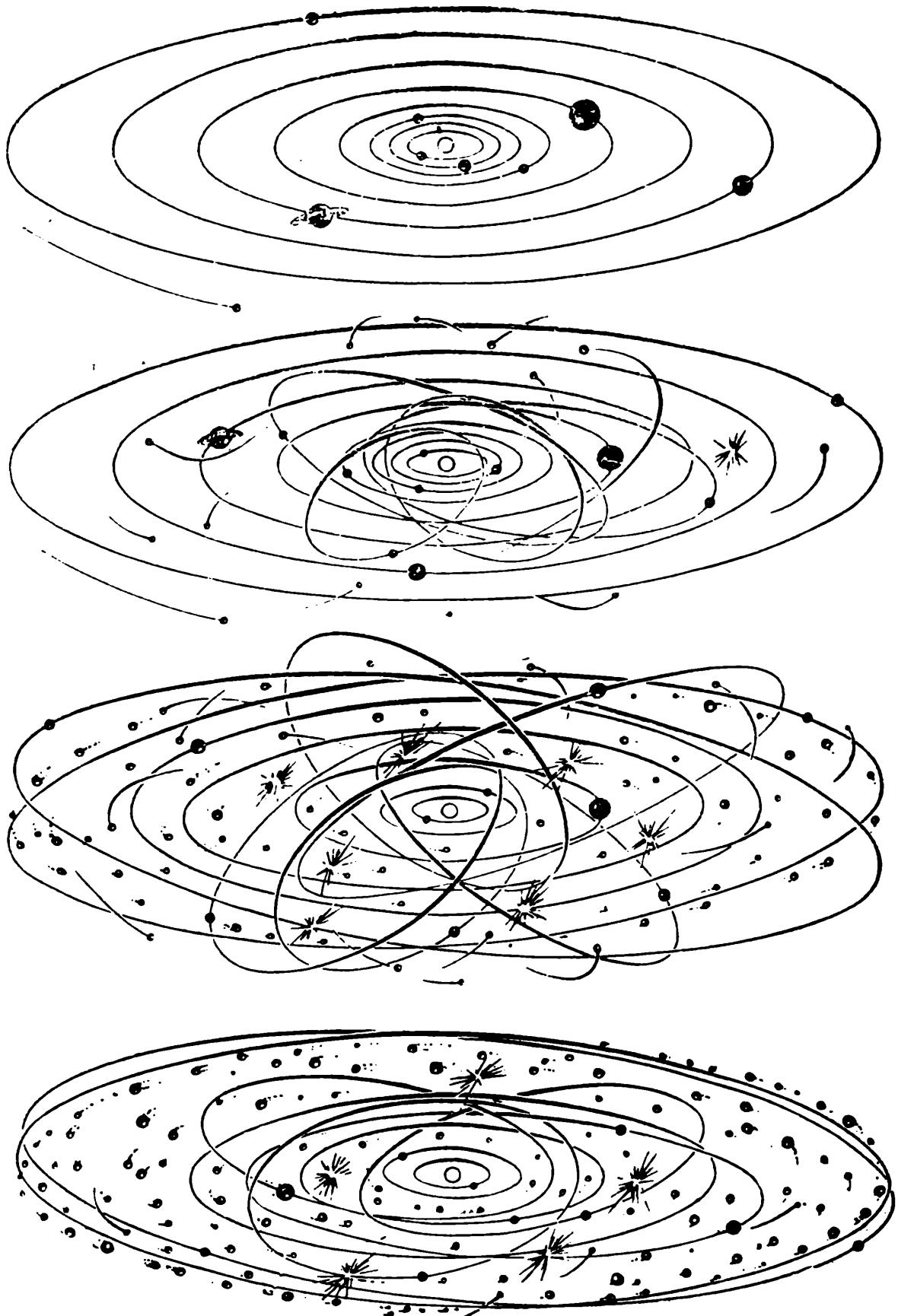
اجرام آستروئیدی در همه قسمتهای قرص چه درون (نزدیکتر بخورشید) و چه بیرون (دورتر از خورشید) تشکیل شدند و در اثر یکی شدن چند تای آنها و نیز در اثر جذب ذرات کوچک ماده جامد بتدربیج رشد کردند. در اثر رشد، نیروی جاذبه آنها زیاد شده و توده‌ای از ذرات کوچک بدor هریک از آنها جمع شد. اثر نیروی جاذبه و دافعه این اجرام بر یکدیگر و برخورد آنها بهم، رو بترايد رفت و در نتیجه حرکات نا-

منظم اجرام و برخوردها، مدارهایی که تا آنوقت نقریباً دایره بودند، عده‌ای به بیضی‌های کشیده تبدیل شدند که در ضمن انحراف آنها از سطح قرص اولیه زیاد نبود (ش. ۱۰). در این مرحله مدار اجرامی که کوچکتر بودند بیشتر تغییر کرد و بر عکس مدار اجرام بزرگتر تغییر کمتری پیدا نمود. بعضی از اجرام که بیضی مدار آنها زیاد کشیده شده بود، بخورشید نزدیک شده در اثر حرارت خورشید به بخار تبدیل شده به آتموسفر خورشید پیوستند، و باعث شدند که خورشید در جهت مستقیم شروع بچرخش کند. البته قسمت اخیر این فرض بشرطی صحیح است که تعداد زیادی از آستر و نیکدها بخورشید ملحق شده باشند.

وقتی عده زیادی از اجرام بهم ملحق شده سیاره‌ای را تشکیل داده باشند، حرکت آن منتجه تمام حرکات اجزاء مشکله خواهد بود. چون همه اجزاء در یک جهت بدور خورشید چرخش می‌کردند، بنا بر این سیاره حاصل از اجتماع آنها نیز هیبایست در همان جهت بدور خورشید بچرخد. چون امتداد قطر اطول بیضی‌های مدار چند جرم که

بهم پیوسته و سیاره را بوجود آوردند محتملاً در جهات مختلف همتد بوده، مدار سیاره تقریباً دایره شده و همچنین چون انحراف مدار اجرام آسترودئیدی نسبت بسطح اصلی ماده‌ای بری اولیه اندازه‌های مختلف داشته ترکیب آنها باعث شده که مدار سیاره در همان سطح اصلی یا سطحی تقریباً نزدیک آن باشد. (ش ۱۰)

رشد چنین‌های سیارات در قسمتهای خارجی قرص بدینصورت بوده که چنین سیاره با جذب ذرات کوچک و جامد ماده و نیز از طریق بهم پیوستن با اجرام آسترودئیدی دیگر رشد کردند. ولی وقتی که یک چنین توده‌ای از ذرات کوچک مادی نیز جمع شد در اثر برخوردهای غیر الاستیک ذرات، سرعت آنها که برای فرار ذره از حوزه نقل چنین سیاره کافی نبود کمتر شد و در این مرحله ذرات با قمار چنین سیاره تبدیل شده و شروع بچرخش دور آن کردند. بعد از جذب این ذرات یکی از راه‌های رشد سیاره شد. در مورد چنین سیارات سنگین، رشد از طریق ریزش تدریجی ذرات احتمالاً بیشتر از رشد از طریق جذب مستقیم جرم‌های بزرگتر



شکل ۱۰ - مرحله دوم تکامل . از بهم پیوستن متواالی آستر و تیدها تدریجاً سیارات بوجود میآیند.

بوده است .

در این مرحله از رشد سیاره آینده با توده‌ای از ماده منتشر احاطه شده بوده . این ماده بمراتب متراکم تر از ماده ابری شکل اولیه‌ای که خورشید را احاطه کرده بوده و سیارات از آن تشکیل شده، بوده است . از طرفی ذراتی از این توده جذب سیاره می‌شده‌واز طرف دیگر ذراتی از بقایای ماده اولیه جذب این توده می‌شده . بنابراین توده مذکور تازه‌مانی وجود داشته که در قرص اولیه بقایای ذرات مادی با اندازه‌ای بوده که با جذب آن ماده‌ای که بجنبین سیاره ملحق می‌شده جبران می‌گردیده . بتدریج تراکم ماده در خارج از توده کم و در نتیجه جذب ذرات مادی بوسیله سیاره، توده اطراف آن نیز محو و بسیاره ملحق شد . تنها راهی که برای رشد سیاره باقی ماند همان جذب قطعات بزرگتر بوده و در عصر ما این طریقه نیز در حال فابودی است .

نظریه تشکیل سیارات از ماده سرد را نظریه شهابی تشکیل سیارات نیز مینامند . صرف نظر از اینکه منظور صاحب نظریه رشد سیاره از طریق جذب شهابها یا از طریق جذب

ذرات جامد کوچک یا از هر دو طریق باشد. بنابراین نظریه آکادمیسین شمیدت را نظریه شهرابی نیز مینامند. ولی این بدان معنی نیست که ماده اولیه مشکله سیارات از نظر جنس یا ابعاد با شهرابها یکی بوده است.

شهرابهای امروزی قطعاً از آستروئیدهای هستند که بتعداد زیاد در فاصله بین مریخ و مشتری قرار دارند. از نظر مشابهت زیادی که بین ماده مشکله زمین و ماده مشکله این شهرابها وجود دارد میتوان بجرأت گفت که احتمال تشکیل زمین از شهرابها بمراتب بیش از تشکیل آن از ماده ابری اولیه است. جرم متوسطی که جنین زمین بوده با عده زیادی اجرام مشابه از ماده ابری شکل اولیه تشکیل شدند. این اجرام از تجزیه و سپس ترکیب ذرات جامد ماده ابری اولیه بوجود آمدند: بتدريج تعداد ذراتی که بشکل اولیه مانده بودند کاهش یافت و جنین زمین با عده زیادی اجرام مشابه و نیز ذرات کوچک محاط شد. رشد سیاره‌ها تا با بعد امروزی بیشتر نتیجه اجتماع و یکی شدن اجرام آستروئیدی بوده و جذب ذرات کوچک در رشد آن اثر کمتری

داشته است. اجرام آستروئیدی مذکور از جنس شهابهای روزی بوده اند.

در شروع مرحله دوم تکامل سیارات اطراف خوردشید را اجرام آستروئیدی که هر یک تحت شرائط مناسب هیتوانستند بسیارهای تبدیل شوند، فراگرفته بود.

آکادمیسین شمیدت درباره فواصل مدارهای اجرامی که بدور خوردشید میچرخیده اند و با جذب ماده رشد کرده بسیاره تبدیل شده‌اند چنین اظهار نظر میکند:

«جنین‌های سیاره شروع بجذب ذرات مادی دیگر کردند اندازه حرکت زاویه‌ای مواد اخیر یا کمتر از اندازه حرکت سیاره بوده ویا بیشتر. اگر سیاره اجرامی را جذب میکرد که اندازه حرکت زاویه‌ای مخصوصشان زیادتر از اندازه حرکت مخصوص سیاره بود اندازه حرکت سیاره نیز زیاد میشد و اگر اندازه حرکت جرم جذب شده کمتر بود اندازه حرکت سیاره پس از جذب کم میشد. این افزایش و کاهش بصورت افزایش و کاهش شعاع مدار سیاره ظاهر میشد.

هر کاه در جنین دو سیاره در دو مدار نزدیک بهم حرکت میکردند، آنکه بخورشید نزدیک تر بود اجرام با اندازه. حرکت کمتر را جذب کرده بنا بر این شاعع آن کم میشد و آن دیگری که در فاصله دورتری از خورشید قرار گرفته بود چون ذرات مادی را از خارج مدار خود جذب مینمود بنا بر این ذراتی را جذب میکرد که دارای اندازه حرکت بیشتری بودند. در نتیجه دو شاعع مدار سیاره زیادتر میشد. یعنی از دو جنین مجاور آنکه از خورشید دورتر بود باز هم دورتر میشد و بر عکس دیگری که نزدیک تر بود آن باز هم نزدیک تر میشد. هر کاه بفرض این دو جنین در محلی قرار میگرفتند که از داخل و خارج جرمها ائی با اندازه حرکت کم و زیاد بیک نسبت جذب میکردند مدار آنها تغییر نمیکرد. ولی بعلت اختلاف سرعت رشد دو جنین مجاور چنین حالتی اتفاق نمیافتد.

آکادمیسین شمیدت نشان داده که اگر توزیع جرم در ماده ابری، لایه متشابه فرض شود توزیع اندازه حرکت زاویه ای مخصوص بطور متشابه زیاد میشود. معمولاً اندازه حرکت

زاویه‌ای مخصوص هر سیاره با جذر شعاع مدار آن سیاره هتناسب است. رابطه زیر تغییرات جذر شعاع را با قریب قرار گرفتن سیاره نشان میدهد:

$$\sqrt{R_n} = a + bn$$

ولی این فرمول برای سیارات خاکی و سیارات بزرگ بدرو صورت باید مورد استفاده قرار گیرد. یعنی مقادیر ثابت آن برای هر دسته از سیارات فرق می‌کنند. در جدول ۳ مقادیر عددی  $\sqrt{R_n}$  را برای سیاره‌های سنگین و در جدول ۴ همین مقادار را برای سیاره‌های خاکی ثبت کرده‌اند.

### جدول III

|                     | مشتری | ذحل  | اورانوس | نپتون | پلوتو |
|---------------------|-------|------|---------|-------|-------|
| حساب شده $\sqrt{R}$ | ۲/۲۸  | ۳/۲۸ | ۴/۲۸    | ۵/۲۸  | ۶/۲۸  |
| واقعی $\sqrt{R}$    | ۲/۲۸  | ۳/۰۹ | ۴/۳۸    | ۵/۴۸  | ۶/۲۹  |

## جدول IV

|                   | عطارد | زهره | زمین | مریخ |
|-------------------|-------|------|------|------|
| حسابده $\sqrt{R}$ | ۰/۶۲  | ۰/۸۲ | ۱/۰۲ | ۱/۲۲ |
| واقعی $\sqrt{R}$  | ۰/۶۲  | ۰/۸۵ | ۱/۰۰ | ۱/۲۳ |

چنانچه در دو جدول بالا دیده میشود مقدار  $\sqrt{R}$  برای سیارات سنگین از سیاره ای بسیاره دیگر باید یک واحد اضافه شده و برای سیاره های سبک این افزایش در حدود ۲٪ محاسبه شده و ملاحظه میشود که اندازه های واقعی اختلاف بسیار کمی با آنچه از محاسبه بدست آمده دارند.

وجود اختلاف در نوع افزایش مقدار  $\sqrt{R}$  نشان دهنده آن است که قسمت داخلی ماده اولیه (که سیارات سبک از آن تشکیل شده اند) و قسمت خارجی آن (که تشکیل دهنده سیارات سنگین بوده اند) از نظر خواص مادی با هم مختلف بوده اند.

پکی دیگر از نکات مهم دیگری که در کوسه و گونی وجود داشت، مسئله حرکت وضعی سیارات بود (آکادمیسین - شمیدت تو انس است با محاسبات ریاضی مفصلی نشان دهد که تغییر انرژی مکانیکی بحرارتی در ایجاد حرکت وضعی نقش اساسی داشته است .

دوقانون مهم فیزیکی را نباید از نظر دورداشت: پکی بقاء اندازه حرکت زاویدای و دیگری بقاء انرژی . اندازه حرکت زاویده‌ای ماده ابری اولیه در حرکت انتقالی آن بدور خورشید تماماً به اندازه حرکت سیاره در حرکت انتقالی تبدیل شده است .

ولی برخلاف نظر متقدمین نجوم که تصور میکردند باید انرژی مکانیکی سیاره نیز ثابت بماند این انرژی در اثر تبدیل بحرارت و تشعشع تقلیل یافته است . قهل از شمیدت . کسی باین مسئله توجه نکرده بود .

استوای بعضی از سیارات بویژه اورانوس از سطح مدار آنها بدور خورشید انحراف زیاد دارد . افمار مریخ، مشتری . زحل و اورانوس یا بهتر بگوئیم اکثریت افمار نه در سطح

مدار سیارات بدور خورشید، بلکه در سطح استوای سیارات بدور آنها می‌چرخند. از اینجا معلوم می‌شود که سیارات و اقمارشان در یک مرحله و باهم تشکیل شده‌اند:

قبل اکتفیم که در مراحل تشکیل سیارات زمانی‌چنین اولیه را توده‌ای از ذرات مادی در میان گرفته بود. در اثر برخورد های غیراستیک، سرعت ذرات مذکور در جهات و امتدادهای غیراز امتداد حرکت آنها بدور جرم مرکزی کم می‌شده و بنا بر این جرم در قرص نازکی هتمرکز و همراکم می‌گردیده است. از این قرص بعد ها اقمار بوجود آمدند. این اقمار در استوای سیارات حرکت کردند و مدار آنها نقریه‌باداً پر بود. حتی فاصله اقمار از سیاره در سیاراتی که چند قمردارند تابع نظم معینی شبیه نظام موجود بین سیارات و خورشید است هیباشد.

قبل اشاره کردیم که سیارات از طرف خورشید تحت تأثیر نیروئی قرار می‌گیرند که باعث جزر و مد در سطح خارجی آنها می‌شود. چنین نیروئی از طرف سیارات بر اقمار نیز وارد می‌شود. هر گاه قمر در فاصله کمتری از سیاره قرار

کیرد اثر این نیرو بیشتر است. و اگر خیلی با آن نزدیک شود این نیرو باعث خردشدن در قمر و تبدیل آن به قرص صاف و دواری که بدور سیاره خواهد چرخید، میشود. هر چه ماده در قمر مترا کمتر باشد تا فاصله زیادتری میتواند بسیاره نزدیک شده و از خردشدن مصون بماند. حداقل فاصله ای را که یک قمر میتواند با سیاره داشته باشد و خردنشود حد روشه Roché مینامند.

هر کاه توده ماده جامد باشد حدوشه برای آن کم والازیاد است. بنا بر این اجرامی که جاذبه ملکولی ندارند و اجتماع آنها فقط در اثر جاذبه نیوتونی است از فوائل دور تحت اثر نیروی جزر و مدی قرار میکیرند و خرد میشوند. بدون شک کمر بند زحل از واردشدن یکی از اقمار در حد روشه حاصل شده یعنی یا توده‌ای از ماده رقیق و یا توده‌ای از ماده‌ای که هنوز خوب مترا کم نشده و ذرات آن خوب بهم نچسبیده بود وارد حدوشه شده و در اثر نیروی جزر و مدی خرد و بکمر بند فعلی تبدیل شده است.

چنانکه ملاحظه شد راهی را که آکادمیسین شمیدت

برای بیان نظریه خود انتخاب کرده راه لابلس و کانت یعنی راه اتکاء بر واقعیات عینی و قبول قوانین فیزیکی و مادی است. در حالیکه سطح دانش فیزیکی در زمان کانت و لابلس آنقدر بود که بتواند تبدیل انرژی مکانیکی بحرارت را در مراحل بوجود آمدن سیارات در نظر گیرند. ولی آنها این واقعیت را در نظر نگرفتند. بنابراین نتوانستند جواب صحیح و قانع کننده‌ای بهمۀ اشکالاتی که مطرح شد بدهند. ولی شمیدت با درک این واقعیت بسیاری از مشکلات کوسموکونی را حل کرد. یکی از فلاسفه سالهای ۷ قرن گذشته در اینباره

هینویسد :

«... مرحله تشکیل منظومه شمسی مدیون وجود جاذبه و دافعه بوده و بتدریج جاذبه نقش مهمتری را پیدا کرده است. زیرا دافعه فقط بصورت دفع انرژی حرارتی وجود داشته که بتدریج کاهش یافته است.»

شمیدت نیز بر اساس همین نظر توانست مسائل پیچیده

ایرا حل کند.

## ۴ - منشاء ماده ابری اولیه

حل مسئله چگونگی پیدایش ماده ابری شکل اولیه بمراتب دشوارتر از کشف چگونگی پیدایش سیارات و منظومه است . مسلم است که پیدایش ماده ابری اولیه مربوط به زمانی بسیار بعیدتر از پیدایش منظومه بوده است . تبدیل ماده ابری اولیه به سیارات آستروئیدها ستاره های دنباله دار و سنگرهای سماوی آثاری از مراحل مختلف را بر جای گذاشت - اند . بطوریکه محقق هیتواند از این آثار بی به نحوه تغییرات بپردازد . بنا بر این تحقیق درباره چگونگی این تبدیل و مراحل مختلف آن نسبتاً آسانتر است .

حل مسئله نحوه پیدایش ماده ابری اولیه با کشف نحوه پیدایش خورشید و سایر ستاره ها بستگی تام دارد . امروز در همه کشورهای معظم جهان دانشمندانی در این باره به تحقیق اشتغال دارند . ولی هنوز به نتیجه قطعی و قابل قبولی فرسیده اند .

لازم است بدانیم که در کهکشانی که خورشید مانیز یکی از ستاره‌های آن است، فضای بین ستارگان خلاء نیست و با ماده بسیار رقیقی که مخلوطی از گاز و ذرات غباری شکل است پرشده. اتمهای گاز از سطح ستاره‌ها خارج شده پس از رسیدن به مناطق بسیار سرد که دور از ستاره‌ها وجود دارد به ذرات سنگین قربنده شده و حتی بعضی از آنها متراکم شده ذرات جامد را تشکیل میدند.

از یک طرف در کهکشان، ماده از سیارات خارج و در فضامنתרه می‌شوند و از طرف دیگر از تراکم ذرات منتشر، سیارات و منظومه‌ها بوجود می‌ایند. بنابراین کوسموکوئی مواجه با حسائی پیچیده ایست که اثر متقابل ذرات و اجرام بزرگ بر یکدیگر را باید مورد بررسی قرار دهد.

امروزه دونظریه درباره هنشاء ماده ابری اولیه وجود دارد. یکی معتقد است که خورشید ذرات مادی را از محیط جذب کرده و از جذب این ذرات ماده ابری اولیه بوجود آمده دیگری معتقد است که خورشید و ماده ابری اولیه با هم بوجود آمده‌اند.



۱۱- توده های غباری شکل (سیاه) و مخلوط گاز و غبار (سفید)  
 را در زیر کوهکشان میتوان مشاهده نمود  
 شمیدت در اوائل شروع کار تحقیقاتی خود نظر داد که  
 خورشید هاده را از محیط جذب کرده است. با این نظر مسئله  
 توزیع ماده و توزیع اندازه حرکت زاویه ای حل شد. زیرا  
 بفرض جذب ماده از محیط بین اندازه حرکت زاویه ای ماده

اولیه مشکله سیارات و اندازه حرکت خورشید، رابطه‌ای وجود نداشته و سرچشم اندازه حرکت آن در حرکت بدور هسته کهکشان یعنی منبع همه اندازه حرکتها بوده است.

ستاره‌ها منجمله خورشید، در همین حرکت خود در کهکشان از میان توده‌های بزرگ مواد ابری عبور کرده و مقدار زیادی از ماده مذکور را جذب می‌کردند. برای اینکه ماده بدین ترتیب جذب خورشید شود، باید در حینی که در میان توده ابری است حرکت بطئی آن و ماده ابری در اثر جاذبه ستاره دیگری کند شود تا مدت زیادتری تواند در توده ابری بماند و ماده بیشتری جذب کند. در این حالت ممکن است قسمتی از ماده ابری شروع بگردش بدور خورشید بکند. عده دیگر از دانشمندان روسی نظیر Aghyun معتقد است که جذب توده ابری شهرابهانه بعلت وجود جاذبه نیوتونی بلکه بعلت کم شدن سرعت در اثر برخورد ذرات بیکدیگر در مجاورت خورشید بوده و عواملی نظیر فشار تشعشعی نیز در این جذب مؤثر بوده است. (در

باره فشار تشعشعی بعداً صحبت خواهیم کرد). شمیدت همچنان نظریه داده بود که جذب این ماده ابری بدین شکل صورت گرفته که خورشید در حین حرکت در کهکشان مصادفاً بیک توده‌ای ابری برخورد کرد. ولی امروز محاسبات نشان داده که احتمال چنین جذبی خیلی کم است. زیرا سرعت خورشید نسبت به ماده رقیق همین ستارگان خیلی زیاد است (این سرعت در حدود دوازده میل بر ثانیه است).

ستاره شناسان روسی نظر داده‌اند که ستارگان نه بطور منفرد، بلکه بطور دسته جمعی (خوش‌ای) بوجود می‌ایند. این خوشه ستارگان از ماده بین ستاره‌ای کم است اگر خورشید بدین ترتیب تشکیل شده باشد احتمال جذب توده ابری در ابتدای تشکیل، برایش هزاران بار بیش از زمان حاضر بود.

در سال ۱۹۵۳ شمیدت معتقد شد که جذب ماده در اثر برخوردهای غیراستیک مهمنترین نقش را در جذب ماده ابری بخورشید بازی می‌کرده در حالیکه قبل از این معتقد بود که

جاز به نیوتونی عامل اصلی توده شدن ماده بدور خورشید میباشد.

کوپر امریکائی و فرنکوف روسی معتقدند که ماده اولیه همان با وجود آمدن خورشید، بوجود آمده است. بنابراین آکادمیسین فرنکوف معتقد است که سیارات نیاز از هاده رقیقی که از خورشید جدا شده بوجود آمده اند. این ماده رقیق در موقع تشکیل خورشید از ماده رقیق بین ستاره‌ای از آن جدا شده او مینویسد « خورشید پیش از آنکه بیک ستاره تبدیل شود یعنی قبل از تراکم مقدار زیادی ماده در سطح استوا از خود خارج کرده که بعلت سرعت زیاد نتوانسته اند در جرم واحدی هتراکم شوند. » چون اطلاعات کمی درباره طرز پیدایش خورشید در دست است بنابراین نمیتوان این نظر را پیش از آن بسط داد.

سطح استوا خورشید امروزی با سطح مدار سیارات یکی نیست و نسبت بآن  $40^{\circ}$  منحرف است. هرگاه ماده اولیه ابری شکل جذب خورشید شده باشد باید سطح وسطای این ماده ابری با گردش اولیه خورشید ارتباطی داشته باشد

و کردن فعلی خورشید نتیجه کردن اولیه آن و کردن ذراتی که بعداً جذب آن شده است. میباشد. بنا بر این سطح استوای فعلی خورشید و سطح مدارات نمیباشد اینقدر بهم تزدیک باشند و این تزدیکی نشان میدهد که نقش کردن اولیه بمراتب کمتر از نقش ذرات مادی که بعداً جذب خورشید شده‌اند بوده. هرگاه فرض کنیم خورشید و ماده ابری اولیه همزمان باهم بوجود آمده‌اند در این صورت انحراف استوای خورشید از سطح مدار سیارات محتاج به بیان تفسیر خاصی است.

صرف نظر از فرضیه‌هایی که درباره ماده ابری اولیه بیان شده، تجزیه و تحلیل تکامل بعدی آن و تشکیل سیارات و منظومه نیز در تشخیص مبدأ خورشید و ماده اولیه بی‌اثر نخواهد بود.

وجود طویل المدة منظومه بدور خورشید این فرض را که خورشید و سیارات باهم بوجود آمده‌اند متزلزل میکند. و چنان‌که مؤلف این کتاب در ۱۹۵۲ نشانداد این نظر که خورشید وقتی بصورت یک ستاره درخشان در آید پنج تا دم

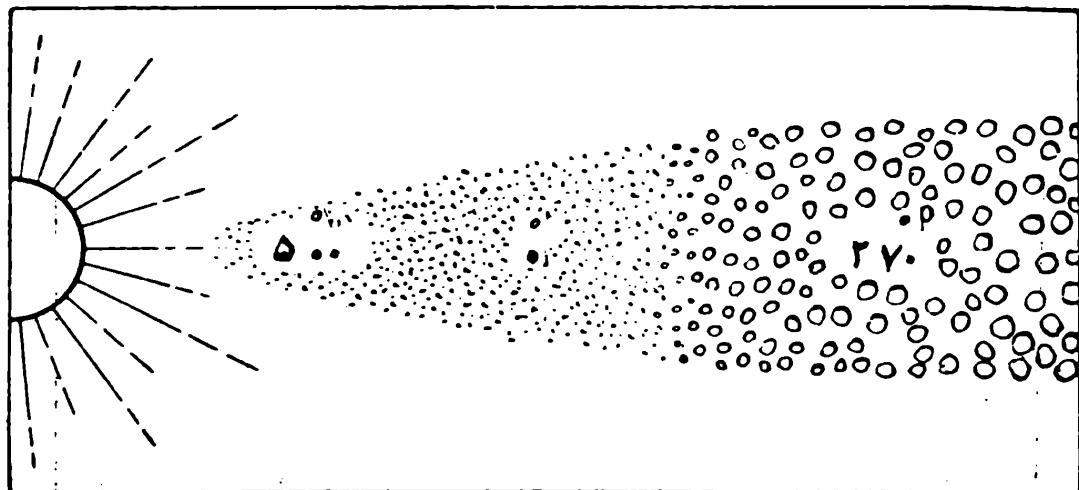
هر تبهاز زمان فعلی سنگین تربوده و در حین تشکیل آن هنوز هم تشکیل شده قابل قبول نیست.

## ۵ - ترکیبات سیارات

تشابه ترکیبات شیمیائی بین زمین و طبقات بالای خورشید، باعث شد که تا حد تی همه تصور کنند زمین از خورشید جدا شده است. اما در سالهای اخیر بر طبق اطلاعاتی که درباره اندازه ترکیبات ماده موجود در سیارات بدست آمده، معلوم شده است که ماده ابری اولیه و ماده بین ستاره‌ای و ستارگان ترکیبات شیمیائی مشابهی دارند. و نسبت اتمهای موجود در همه آنها یکیست. از اینجا نتیجه می‌شود که جهان‌مادی از نظر نوع ماده یکسان است و احتمالاً منشاء واحدی داشته است.

فراوانترین عناصر شیمیائی موجود در طبیعت هیدرژن است. (۹۰٪ عده کل اتمها) سپس هلیوم (۹٪) است که میل ترکیبی ندارد و بعد از آن اکسیژن سپس ازت و بالآخره کربن است (جمعاً ۳٪) سیلیس و فلزات نیز به مقدار کم وجود دارند وقتی شرائط مناسب باشد کم کم

مولکولهای  $H_2$  بوجود آمده بتدریج سایر تر کیبات هیدروژن نظیر آب  $H_2O$  آمونیاک  $NH_3$  و نیز اندیزید کربنیک  $CO_2$  که تر کیبا اکسیژن و کربن است، بوجود می‌آید. بدین ترتیب مواد فرار زیادی بدست می‌آید که فقط در درجات حرارت خیلی پائین مایع یا جامد می‌شوند. چون مقدار سیلیس و فلزات خیلی کم است مواد سنگی هاند اندیزید سیلیسیک اکسیدهای آهن و منیزیوم و آلومینیوم وغیره بمقدار کم تولید می‌شوند.



۱۲ - ابعاد ذرات غباری شکل بر حسب و اصله از خورشید تغییر می‌کند.

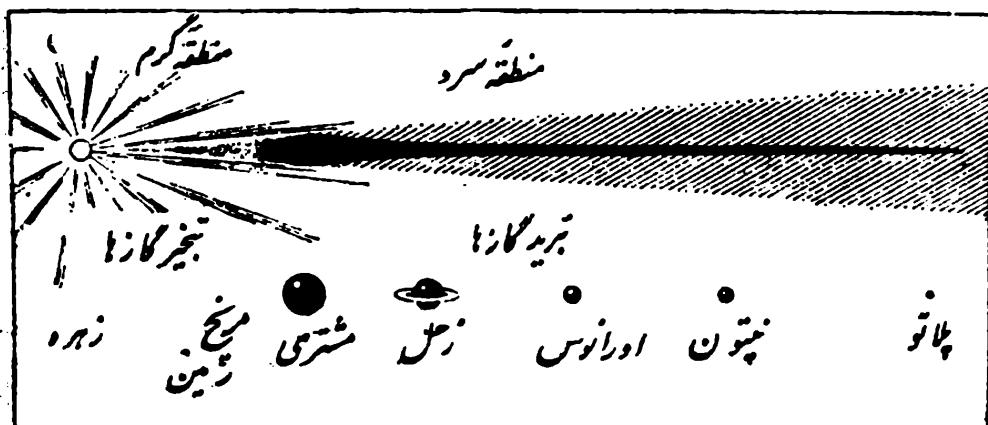
وقتی فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیائی که در حین تشکیل سیارات از ماده اولیه چریان داشته شده شده بسادگی

هیتوان علت اختلاف ترکیبات شیمیائی سیارات را کشف کرد. بطريق زیر هیتوان علت بروز اختلاف بین سیارات خاکی و سیارات سنگین را بیان نمود. موقعی که از ماده ابری اولیه قرص مادی متراکمی بوجود آمد، قرص مذکور جسمی کدر بود. بنا بر این اشعة خورشید به قسمتهاي خارجي.

قرص نمی تاید. در نتیجه درجه حرارت در این قسمت به

۲۷۰ - درجه یعنی سه درجه مطلق میرسید در حالیکه در قسمتهاي داخلی قرص که در معرض تابش خورشید قرار داشت.

درجة حرارت در حدود ۵۰۰ درجه بود.



۱۳ - اختلاف درجه حرارت در نقاط مختلف منظومه عامل اصلی تقسیم سیارات بدو گروه است.

بنهاین در فردیکی خورشید فقط مواد جامد.

میتوانستند. در حالیکه در قسمت‌های دورتر منطقهٔ بخش-بندانی تشکیل میشد و گازهای فرارناحیهٔ کرم میتوانستند به منطقهٔ یخ‌بندان مذکور رفته در آنجا به مایع و جامد تبدیل شوند. (ش ۱۲) در قسمت خارجی قرص متان آمونیاک بخار آب و اندیزید کربنیک فراوانی جمع میشدند. (طبق نظریهٔ جنبشی گازها مولکولهای گاز دائماً در حال حرکت و برخورد میکنند و انتشار آنها در همه‌جا امکان-پذیر است).

بدین ترتیب در مرحلهٔ دوم تشکیل سیارات بین اجرام متوسط از نظر ترکیبات شیمیائی تفاوت پیدا شد. پس از تشکیل اجرام آسترودئیدی بعلت تراکم مادهٔ منطقهٔ شفاف اطراف خورشید کسترش یافت و در نتیجهٔ حوزه‌ای که در آن فقط مواد سنگی میتوانستند وجود داشته باشند نیز وسعت پیدا کرد. هر کاه گاز یا ترکیب فراری در این حوزهٔ تشکیل میشد در اثر حرارت حاصله از تابش خورشید کرم شده به مناطق دورتر منتقل میشدند و فقط مواد سنگی به جای هیم‌اند. بدین علت ترکیب سیارات سبک و سنگین بکسان

نیست.

در نزدیکی خورشید سیارات کوچک ولی وزین از مواد سنگی تشکیل شده در حالیکه در فواصل دورتر سیارات سنگین از مواد سبکتری بوجود آمدند (ش ۱۳) از طریق شناختن طیف نوری که از سیارات سنگین میرسد معلوم شد که آتمسفر آنها از گازهای متان و آمونیاک تشکیل شده است.

مسئلماً علت کوچکی پلوتو بوجود آمدن آن در منطقه خارجی قرص اولیه بوده ولی از نظر ترکیبات شیمیائی پلوتو نیز شبیه سیارات سنگین است.

چنانکه ملاحظه میکنیم اختلاف موجود بین ترکیب شیمیائی و جرم سیارات مختلف بعلت اختلاف خواص شیمیائی اجسام مختلف و حالت فیزیکی تفاوت آنها در درجهات مختلف حرارتی است.

همین خواص فیزیکی و شیمیائی است که بكمك شناحتی آن هیتوان پرده از معماهی ترکیب شیمیائی زمین برداشت. زمین ده هزار هرتبه بیشتر از ازت اکسیژن دارد. (همه زمین نه فقط آتمسفر آن) در مقابله همه منظومه

سه تا پنج برابر ازت، اکسیژن دارند. زیرا اکسیژن عنصری است از نظر شیمیائی بسیار فعال، در حالیکه ازت تقریباً میل تر کیبی زیادی ندارد اکسیدها یعنی ترکیب اکسیژن با عناصر دیگر قسمت اعظم سنگها را که زمین از آنها تشکیل شده است شامل است. در حالیکه ترکیبات ازت بمقدار کم و قابل اغماض در سنگها وجود دارد. واضح است که وجود ازت بمیزان ۸۰٪ در هوا کمک چندانی به بالا بردن نسبت ازت نمیکند زیرا هوا قسمت کوچکی از جرم زمین را شامل است.

زمین دارای مقداری گاز نادر از قبیل نئون کریپتون و کرزنون است که میل تر کیبی ندارند. اخیراً ثابت شده که ارگن و هلیوم در درجه اول و بقیه گازهای نادر در درجه دوم از شکستن اتمهای رادیو آکتیو بدست میاندو بنا بر این از اول در زمین وجود نداشته‌اند.

زمین هزاران میلیون بار نئون صدها میلیون بار کریپتون و صدها هزار مرتبه کرزنون کمتر از ماده اولیه و ستاره‌ها دارد.

فرضیه‌های قدیمی کوسمو گونی که معتقد به تشکیل سیارات از جرم کرم جدا شده از خورشید بود سیارات را بدرو دسته زیر تقسیم می‌کرد : دسته ای که قسمت اعظم ماده ساختمانی آنها هیدرژن و هلیوم است. بنا بر این نظریه، عموم سیارات در ابتداء بیک نسبت از گازهای مذکور را دارا بوده‌اند. ولی آنها که جرم بیشتری دارند بهتر توانسته‌اند این گازها را حفظ کنند. زیرا جاذبه بیشتری داشته‌اند. در حالیکه دسته دیگر یعنی سیاره‌های خاکی بعلت جرم کم و در نتیجه جاذبه ضعیف نتوانسته‌اند گازهای مذکور را در اطراف خود نگهداشتن.

آنها همچنین عقیده داشتند که در اوائل تشکیل منظومه که سیارات بحال مذاب و بنا بر این خیلی کرم بودند مملکول گازهای اطراف آنها حرکت زیاد سریع داشته‌اند. اتم گازهای سبک نظیر هلیوم و هیدرژن چون تحرک بیشتری داشته‌اند توانسته‌اند از حوزه سیارات سبک خارج شوند و واتم گازهای نیم سنگین کمتر از این سیارات خارج شده‌اند. ولی اتم اجسام سنگین در آن باقی مانده‌اند. پس از سرد

شدن سیارات خاکی مواد سنگی در آنها تشکیل شده در حالیکه در سیارات سنگین پس از سردشدن هیدرژن توانست ترکیبات دیگری نظیر آمونیاک و متان بوجود آورد.

بنا براین چنانچه ملاحظه میشود آنها علت اختلاف ترکیب شیمیائی را در وجود اختلاف در جرم سیارات و نیروی جاذبه نیوتونی آنها میدانستند که بعقیده آنها مانع از فرار گاز از سیاره میشده است ولی در سالهای اخیر دو ایراد بر نظر غوق گرفته شد. اول اینکه تیتان Titan یکی از اقمار زحل دارای آتمسفر است. دیگری پایه نظری مرحله فرار گاز از سیاره میباشد.

در سال ۱۹۴۴ کوپر امریکائی آتمسفر تیتان را کشف کرد که از متان و آمونیاک تشکیل شده است. تیتان دارای جرم کوچکی در حدود چهل بیک زمین است و جاذبه آن بالدازهای کم است که قادر نیست در حرارت‌های بالا حتی هیدرژن را در اطراف خود نگاهدارد. در حالیکه درجه حرارت آن خیلی پائین است؛ حتی متان که هشت بار از هیدرژن سنگین‌تر است قادر نیست در اطراف آن بماند.

( درجه حرارت آن بعلت دوری زیاد از خورشید در حدود صد و پنجاه درجه زیر صفر است ) . اگر درجه حرارت آن بصفر برست یعنی ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه زیادتر از مقدار فعلی سرد شود فوراً متان از آن دور شده در هوا پخش می شود .

کشف متان و آمونیاک در اطراف تیتان نشان دهنده آنست که وجود چنین کازهای در آتمسفر سیاره های سنگین ارتباطی با جرم آنها ندارد و همچنین معلوم می کند که در منظومه جرم های وجود دارد که هیچگاه کرم نبوده اند ( والا آتمسفر آنها از اطرافشان فرار می کرد )

مدت مديدة روی این نظر اصرار می شد که در درجات حرارت زیاد کازهای سبک از کرمای که کلاً از کاز تشکیل شده بود با سرعت خیلی زیادی بخارج فرار می کرده وجود اختلاف در ترکیب شیمیائی بین سیارات خاکی و سیارات سنگین را نیز ناشی از همین فرار میدانستند . ولی در سال ۱۹۵۱ شکلوفسکی Shklovsky این نظر را رد کرد . او علت اشتباه قدما را در این یافت که آنها قوانین فرار کاز از یک کره جامد را برای فرار کاز از یک کره کاز بکار می بردند .

هر کاه کرمای از گازپلت وجود نیروی جاذبهٔ نیوتونی بین ذرات تشکیل شده باشد، باید صرف نظر از سبک و سنگین بودن اتمها بتدریج کلاً در فضای خششوند و کره نابود شود. فرض که اتمهای سبک از کره جدا شوند زمان لازم برای اینکه کره بوضع امروزی در آید لااقل چهار پنج بار بیش از عمر منظومهٔ شمسی است.

با درنظر گرفتن اینکه تقریباً ۹۸٪ جرم خورشید را هیدرژن و هلیوم تشکیل میدهند. برای اینکه نسبت عناصر موحد در زمین با نسبت عناصر موجود در خورشید برابر شود باید چندین برابر جرم فعلی زمین هیدرژن و هلیوم با آن اضافه شود یعنی جرم زمین در حدود جرم اورانوس و نپتون باشد. اما کرات اخیر الذکر گازهای سبک خود را از دست نداده اند. پس زمین اولیه‌اگر بفرض از گازهای فرار و سبکی درست شده بود می‌بایست مانند اورانوس و نپتون آنها را حفظ کند. پس نظریهٔ تغییر ترکیب در اثر فرار گاز از کرات خاکی صحیح بنظر نمیرسد.

با وجود همهٔ انتقاداتی که برای نظریه وارد است،

فرنکوف و کوپر هردو با این نظر موافقند . مثلاً کوپر معتقد است که هشتادی اولیه سه برابر مشتری امروزی و زمین اولیه ۱۳۰ برابر زمین امروزی جرم داشته : ولی کوپر در این اواخر نظر خود را تغییر داده و معتقد شده است که زمین از تجمع ماده سرد بوجود آمده است .

اختلاف فاحشی که در نسبت اکسیژن و ازت در زمین وجود دارد نشان میدهد که ترکیب شیمیائی زمین عامل فرار کازهای سبک نیست ، بلکه علت دیگری دارد . وزن اتمی اکسیژن و ازت تقریباً یکسان است و اگر بنا باشد این دو کاز از کره ای فرار کنند باید تقریباً یک نسبت فرار کنند .  
 کریپتون و کزنون از مولکولها آب بمرانب سنگین تر هستند . معدالکل زمین مقدار زیادی آب و مقدار کمی کریپتون و کزنون دارد . ملاحظه میشود که ترکیبات شیمیائی زمین طوری است که با فرض تشکیل آن از ماده سرد و سپس گرم شدن آن در اثر تابش خورشید بهتر تطبیق میکند .  
 در مورد سیاره های دیگر نیز چنین شواهدی وجود دارد .  
 توده ویژه سیارات خاکی بین ۳/۹ (توده ویژه مریخ)

۵/۵ (توده و پرده زمین) گرم بر سانتمتر مکعب است . توده و پرده ماه نیز  $\frac{۳}{۳$  است . هر کاه اجرام فوق را بر حسب توده و پرده آنها مرتب کنیم می بینیم که ماه، هریخ، زهره و زمین بترتیب قرار خواهند گرفت و از دیاد توده و پرده آنها نیز مناسب با جرم آنها است یعنی آنکه سنگین تراست توده و پرده بیشتری دارد . این قاعده فقط در مورد عطارد صحیح نیست زیرا با جرم کم ( در حدود نصف هریخ ) توده و پرده اش از همه زیادتر است ( ۵/۵۲ ) .

با محاسباتی که تفصیل آنرا در صفحات بعد خواهیم دید نشاند اند که ترکیبات شیمیائی زمین، ماه، هریخ و زهره تقریباً یکی است و علت اختلاف توده و پرده آنها در کم یا زیاد بودن فشار داخلی طبقات هریک از آنهاست . هرچه جرمی بزرگتر باشد میدان جاذبه آن قوی تراست و هرچه فشار طبقات خارجی برداخلي زیادتر باشد ترا کم بیشتر و توده و پرده کمتر خواهد شد . عطارد باین دلیل از دیگران مستثنی است که ترکیبات آن با دیگر ستارگان فرق میکند . چون عطارد نزدیک ترین سیارات بخورشید بوده

بنابراین بیشتر از دیگران حرارت دیده و مواد سبک از آن بیشتر خارج شده است.

در حوزه سیاره‌های سنگین نیز اجرامی وجود دارند که حتی از مواد سنگین‌تر از مواد مشکله زمین تشکیل شده‌اند ولی تراکم ماده در آنها کمتر از زمین است این اجرام دو قمر مشتری Europa ، Io هستند.

چهار قمر مشتری که کالیله آنها را کشف کرد دارای توده ویژه نامساوی هستند ( توده ویژه بقیه اقمار هشتگری هنوز کشف نشده است).

در جدول ۵ توده ویژه آنها را ثبت کرده‌اند . این اختلاف توده ویژه چنان‌که از جدول پیداست ارتباطی به اختلاف جرم این اقمار ندارد. یعنی علت زیاد شدن توده ویژه آنها فشار داخلی طبقات نیست. زیرا جرم کمی دارند و بنا براین جانبه آنها زیاد نیست . بلکه این اختلاف با دوری و نزدیکی اقمار مذکور از مشتری بستگی دارد. یعنی هر چه قمر به مشتری نزدیک‌تر باشد توده ویژه آن بیشتر است . دو قمر نزدیک‌تر به مشتری دارای توده‌های ویژه‌ای بیش

## جدول V

| نام قمر  | فاصله از مشتری<br>(واحد، شماع<br>مشتری) | جرم<br>زمین<br>$= 1$ | توده و بُرَءَة<br>بر حسب<br>$g/cm^3$ |
|----------|---|----------------------|--------------------------------------|
| Io       | ۵/۹                                     | ۰/۰۱۲۱               | ۴/۰۳                                 |
| Europa   | ۹/۴                                     | ۰/۰۰۷۹               | ۳/۷۸                                 |
| Ganymede | ۱۵                                      | ۰/۰۲۶۰               | ۲/۳۰                                 |
| Callisto | ۲۶/۴                                    | ۰/۰۱۶۲               | ۲/۰۶                                 |
| ماه      | —                                       | ۰/۰۱۲۳               | ۳/۳۳                                 |

از توده و بُرَءَة ماه هستند. اگر ماه از جنس زمین باشد نتیجه گرفته میشود که این اقمار از مواد سنگین تراز مواد زمین ساخته شده‌اند. توده و بُرَءَة دو قمر دور تر مشتری گانیمید و کالیستونشان میدهد که مواد سنگی تقریباً نیمی از ماده این دو قمر را تشکیل داده‌اند بقیه مواد آنها مواد سبک و هژلا ایندرید کربنیک جامد میباشد.

این حقایق در باره اقمار هشتگری نشان دهنده آنست که سطح مشتری در موقع تشکیل این اقمار کرم بوده همانطور که تشعشع خورشید باعث ایجاد نوع سیاره خاکی و سنگین شد، تا بش مشتری نیز دودسته اقمار سبک و سنگین بوجود آورد. اقماری که به مشتری نزدیک‌تر شده‌اند، در اثر تابش مشتری مواد سبک خود را زدست داده و سنگین‌تر شده‌اند. بر عکس آنها که دورتر بوده‌اند کمتر کرم شده‌اند. بنابراین از مواد سبک‌تری تشکیل شده‌اند. همچنین همانطور که سیارات دورتر از خورشید سنگین‌ترند، اقماری که از مشتری دو ترند نیز سنگین از اقمار نزدیک‌تر به مشتری هستند. در حال حاضر سطح قابل رویت مشتری یعنی سطح ماده ابری شکلی که مشتری را احاطه کرده سرداست. ممکن است هسته آن کرم باشد ولی جریان حرارت از قسمت مرکزی بسطح خارجی با اندازه‌ای کم است که قابل اندازه‌گیری نیست. درجه حرارت زیاد سطح مشتری در موقع تشکیل اقمار آن مربوط به جرم زیاد آن بوده است. حتی وقتی مشتری نصف جرم فعلی خود را دارا بوده جاذبه

زیادی داشته ذراتی که جذب مشتری میشده با سرعت خیلی زیادی بسطح آن برخورد میکرده و در اثر این برخورد حرارت زیادی ایجاد میشده و حرارت ایجادشده باعث گرم شدن سطح هشتگری شده در اثر این حرارت اقمار آن بدوده استه سبک و سنگین تقسیم شده‌اند.

چنانکه از جدول (I) ملاحظه میشود توده ویژه سیارات سنگین باهم تفاوت دارند. از مقایسه توده ویژه و وزن آنها بایکدیگر حتی بدون محاسبه میتوان دریافت که اختلاف توده ویژه آنها بعلت اختلاف در ترکیبات شیمیائی ماده مشکله آنهاست: مشتری وزحل بمراتب بزرگتر از اورانوس و نپتون هستند. در حالکیه توده ویژه اورانوس و نپتون زیادتر از توده ویژه زحل و مشتری است. بنابراین زحل و مشتری از ماده سبک‌تر ساخته شده‌اند.

اورانوس و نپتون تقریباً جرم مساوی دارندولی توده ویژه نپتون بیشتر است. پس نتیجه میگیریم که نپتون از ماده سنگین‌تر تشکیل شده. در مورد مشتری وزحل نمیتوان بدون محاسبه نتیجه گیری کرد. زیرا توده ویژه زحل کمتر است.

این ممکن است در اثر کمتر بودن جرم زحل و بنا بر این کمتر بودن فشاد داخلی طبقات آن و یا در اثر اختلاف در نوع مواد ترکیب کننده آندو باشد.

بادانستن قابلیب تراکم هر ماده تحت فشارهای زیاد میتوان ابعاد کره‌ای، هم‌جرم با مشتری را که از این ماده تشکیل شده باشد حساب کرد. کره از هر ماده دیگری غیر از هیدرژن تشکیل شده باشد از که مشتری کوچکتر است. فقط هیدرژن یعنی سبکترین ماده موجود در طبیعت میتواند کره‌ای با ابعاد کمی بزرگتر از مشتری فعلی را تشکیل دهد. بنا بر این قسمت اعظم ماده مشکله مشتری را هیدرژن تشکیل می‌دهد و کمی از مواد سنگین‌تر از هیدرژن در آن وجود دارد.

در آزمایشگاه حداکثرفشاری که میتوان تولید کرد ده هزار تا بیست هزار آتمسفر است. بنا بر این مواد مختلف را میتوان تحت فشارهایی در این حدود مورد مطالعه قرار داد. ولی در مرکز مشتری فشار در حدود چندین میلیون آتمسفر است. بنا بر این ہر ای در کمک چگونگی مواد درون

مشتری فقط میتوان به تخمین‌های نظری متوصل شد. تحت فشاردها میلیون آتمسفر مدارهای الکترونی اتم در هم شکسته خواهد شد. قابلیت تراکم مواد تحت چنین فشاری با دقت مناسب قابل تخمین زدن است. اما تحت فشار چند میلیون آتمسفر مدارهای الکترونی اتم فقط تغییر شکل میدهد ولی شکسته نمیشوند. بنا بر این تخمین زدن در باره وضع اتم‌ها کاملاً مشکل وغیر قابل اعتماد میشود.

محاسبات نشان میدهد که هیدرژن موجود در مشتری اقل از ۵۰٪ وحداً کثیر ۸۵٪ جرم آنرا تشکیل میدهد. زحل هیدرژن کمتری دارد. یعنی در حدود ۷۵٪ جرم آن از هیدرژن و بقیه از مواد سنگین تر تشکیل شده است. با وجود این چون جرم زحل کمتر است فشار داخلی طبقات آن کم و در نتیجه توده و یزه آن کمتر از مشتری است. اندازه هیدرژن اورانوس و نپتون کمتر از مشتری و مواد سنگین آنها بیشتر است.

هر کاه اختلاف جنس مواد مشکله اورانوس و نپتون را نادیده بگیریم باید اندازه هیدرژن هر کره تابع جرم آن باشد. ولی اگر این اختلاف جنس را بحساب آوریم ملاحظه

هیکنیم که دوری از خورشید بیش از جرم در اندازه ذخیره هیدرژن سیارات مؤثر است.

هرچه فاصله سیاره‌ای از خورشید بیشتر باشد هجیط تاج دایره‌ای که ماده ابری اولیه تشکیل دهنده این سیاره روی آن منتشر بوده بیشتر است و عرض این تاج دایره نیز بیشتر خواهد بود. (میدانیم فاصله دو سیاره مجاور از یکدیگر با دوری آندو از خورشید نسبت مستقیم دارد: یعنی فاصله دو سیاره متواالی نزدیک به خورشید بیش از فاصله دو سیاره متواالی دور از خورشید است). از منطقهٔ تشکیل مشتری تا منطقهٔ تشکیل نپتون تا وده ویژه ماده ابری اولیه کاهش می‌افتد تا جائی که دیگر ماده وجود نداشته.

هیدرژن تنها در درجه حرارت ۲۷۰ زیر صفر می‌تواند بجسم جامد تبدیل شود. یعنی موقعی میتواند جامد شود که منطقهٔ داخلی قرص از تابش نور خورشید به منطقهٔ خارجی آن کاملاً جلوگیری کرده باشد. هرچه اجرام آستروئیدی در منطقهٔ سیاره‌های خاکی بیشتر تشکیل شود از این منطقه نور بیشتری عبور کرده و به مناطق دورتر از خورشید میرسد.

وقتی شعاع خورشید در قسمت‌های دورتر از آن نفوذ کرد هیدرژن موجود در ذرات جامد و نیز از سطح چنین‌های سیاره‌ای نسبتاً بزرگ، شروع به تبخیر نمود. در چنین شرائطی سیاره‌های دورتر که دیرتر از سیاره‌های نزدیک‌تر تشکیل شدند مقدار بیشتری هیدرژن از دست دادند و بهمین دلیل هیدرژن مشتری بیشتر از هیدرژن، نپتون و اورانوس است.

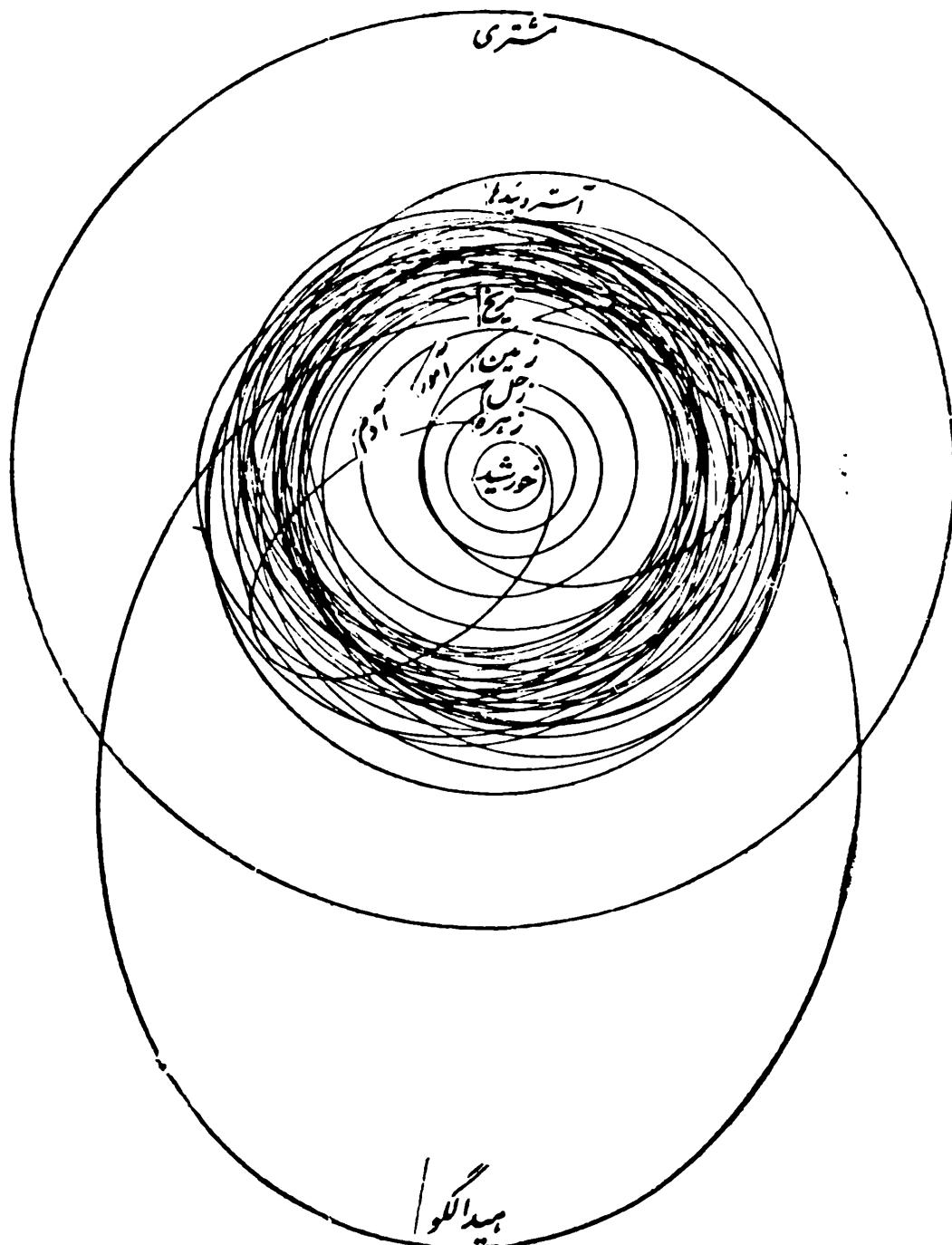
## ۶ - آستر وئیدها . احجار سماوی و ذوات الازناپ

قبل اکتفیم که در دو منطقهٔ داخلی و خارجی قرص اولیه بعلت تابش خورشید اجرامی با ترکیبات شیمیائی مختلف تشکیل شدند. اکنون نیز دو دسته از اجرام کوچک در این دو منطقه دیده می‌شود. در فصل «نظریه آکادمیسین شمیدت دربارهٔ تشکیل منظومه» کتفیم که اجرام کوچک و متوسطی در زمان انتقال از مرحلهٔ اول به مرحلهٔ دوم تشکیل سیارات، بوجود آمدند. آستر وئیدها احجار سماوی و ستاره‌های دنباله‌دار باقیمانده‌های این اجرام هستند. آستر وئیدها و احجار سماوی در منطقهٔ خارجی و ستاره‌های دنباله‌دار در

منطقهٔ خارجی قرص اولیه بوجود آمده‌اند و بهمین دلیل احجار سماوی و آستروئیدها از مواد جامد تشکیل شده‌اند و بنظر میرسد که هستهٔ مرکزی ستاره‌های دنباله‌دار از گاز‌های یخزده بوجود آمده‌اند.

بین هریخ و مشتری در خط هرزی بین سیارات بزرگ و سیارات خاکی کمر بندی از آستروئیدها و احجار سماوی وجود دارد. مدار بعضی از آنها با اندازه‌ای کشیده است که آستروئیدها وارد منطقهٔ سیارات خاکی می‌شوند. از آنجمله آمور Amor و آدونیت Adonit و برخی نظیر هیدالگو Hidalgo وارد منطقهٔ سیارات سنگین می‌شوند ولی بقیه از حدود خود تجاوز نمی‌کنند. ش ۱۴

قطر آستروئیدها از صدها میل تا کمتر از یک میل است. ابعاد کوچکترین آنها بتدریج با بعد سنگهای آسمانی نزدیک می‌شود. احجار سماوی چون خیلی کوچکند از زمین دیده نمی‌شوند. ما فقط وقتی آنها را می‌توانیم به بینیم که وارد جوزهین می‌شوند. در اثر حرارت حاصل از مالش هوا نورانی شده و ذرات هر کب کنندهٔ آن در فضا پخش



شکل ۱۴ - مدار آستردیندها

میشوند (ستازه‌های سوزان). هسته بعضی از آنها که قطرهایی.

در حدود چندین سانتیمتر و یا چند متر دارد از بین نر فته بزمین بر- خورده می‌کنند. بشرطی که سرعت آنها کم و در حدود ۹-۱۲ میل بر ثانیه باشد. بنا بر این ما هیتوانیم از ترکیبات شیمیائی آنها اطلاعاتی بدست آوریم. ساختمان آنها نشان دهنده آنست که آنها مراحل متعدد پیش شدن و جمع شدن مجدد را گذرانیده‌اند. (ش ۱۵)

نظریه‌ای وجود دارد که آستروئیدها و شهابها با قیمانده سیاره بزر کی هستند که در اثر انفجار به قطعات کوچک تقسیم شده ولی هیچ‌گونه علت فیزیکی و دلیل معقولی وجود ندارد که این انفجار فرضی را توجیه کند و از این گذشته این نظریه در باره چگونگی مدار آستروئیدها و ساختمان احجار سماوی هیچ‌گونگی توضیح قافع گننده‌ای ندارد: بر طبق نظریه شمیدت هیچ‌گاه احجار سماوی و آستروئیدها در یک واحد متراکم نبوده‌اند. از قرص‌ابری اولیه اجرام آستروئیدی زیادی تشکیل شده. در زمان انتقال از مرحله اول تشکیل منظومه به مرحله دوم قطعاتی که از برخورد اجرام آستروئیدی حاصل شدند با جذب ذرات مادی

اجرام جدیدی بوجود آوردند: بنا بر این قطعات مختلف این اجرام از یک جنس نیستند. اما بعدها که عده زیادی از اجرام کوچک بهم پیوسته عده کمتری اجرام متوسط آستروئیدی بوجود آمد بوجود آمدن اجرام کوچک موقوف شد. ولی خردشدن آنها در اثر برخورد داده یافت. در اثر جذب این اجرام به جنین های سیاره‌ای اجرام کوچک و متوسط کم شد. بتدریج پس از مدتی در منطقه سیارات خاکی اثری از اجرام آستروئیدی باقی نماند. ولی در منطقه بین مشتری و مریخ هزاران جرم بر جای ماند: فقط قطر  $\circ$  عناهقتاد تای آنها بیش از شصت میل است. برخورد آستروئیدها هر روز باعث میشود که از تعداد آستروئیدهای بزرگ کاسته شده از شکستن آنها اجرام کوچکتر بوجود آیند.

احجار سماوی قطعاتی از آستروئیدها هستند که کاملاً خرد و شکسته نشده‌اند. تجزیه شیمیائی این سنگها اطلاعات هفیدی بما میدهند: هنلا اکادمیسین وینو گرادوف باین نتیجه رسیده است که احجار سماوی هرگز جزئی از یک سیاره بزرگ نبوده‌اند.

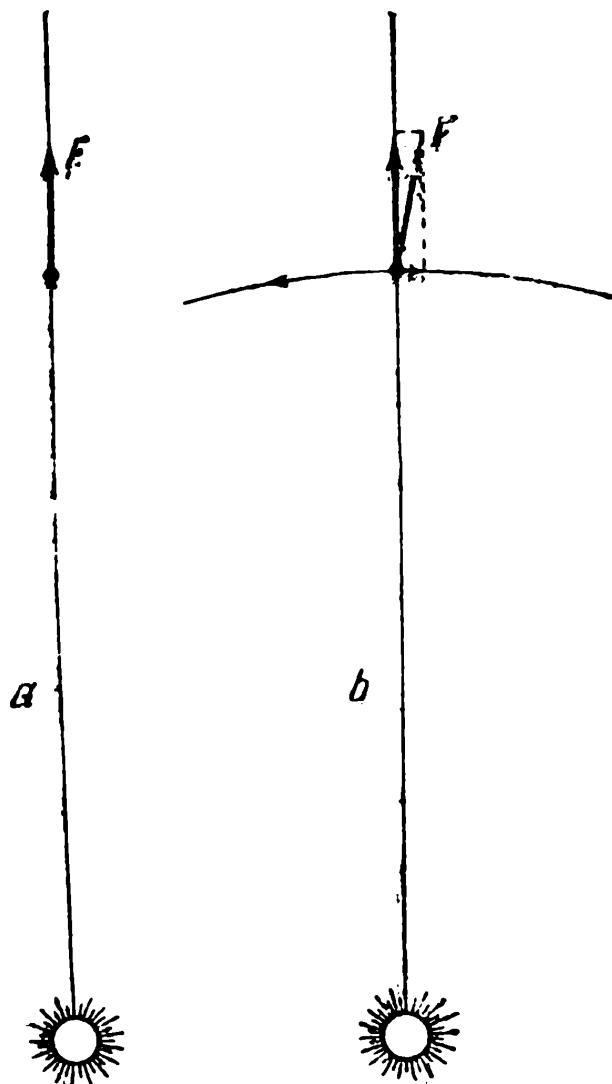


شکل ۱۵ - یکی از شهابهای ساقط شده که از جسام مختلفی ترکیب شده

ذراتی که از خردشدن آستروئیدها حاصل میشوند در فضای سیارات نمانده در اثر فشار تشعشعی جذب خورشید هیشوند .

فرض کنیم ذرهای مادی در فاصله‌ای دور از خورشید بیحرکت ایستاده و در اثر برخورد با فوتونهای نوبان نیروئی وارد میشود که در امتداد تابش نور یعنی در امتداد خط واصل بین خورشید و ذره مذکور همتد است ( ش - ۱۶۸ ).

این نیرو اثر جاذبه خورشید را خنثی می‌کند و برای ذراتی کوچکتر از  $5/000$  میلی متر چنان اثر جاذبه نیز بیشتر است.



شکل ۱۶ - فشار تشعیشی وارد از نور خورشید (a) یک ذره کابت (b) یک ذره متوجه، در حالت اخیر این فشار هارا یک مؤلفه مماسی است.

ولی این مسئله در هورد ذرمای که روی مدار دایره‌ای بدور خورشید در حرکت است، پیچیده‌تر است. بدین معنی که در اثر حرکت ذره مذکور نور بقسمت جلو آن بیشتر می‌باشد (این پدیده را آپراسیون ذرمه‌ینامند) بنابراین فشره از تشعیشی در

خلاف جهت حرکت دارای مؤلفه‌ای خواهد شد که با حرکت ذره مخالفت می‌کند. بدین ترتیب حرکت ذره بتدريج کند شده و در اثر جاذبه خورشید ذره مذکور مسیر هار پيچي شکلی طی کرده جذب خورشيد ميشود. اگر عده‌ای ذرات دور سیاره‌ای باشند، خورشيد با فشار تشعشعی آنها را بطرف سیاره ميراند و پس از مدتی ذرات مذکور جذب ميشوند. واضح است که ذرات در موقع جذب شدن بخورشيد در اثر حرارت به بخار تبدیل ميشوند.

و. و. رادزيفسکی V.V.Radzievsky در ۱۹۵۰ نشانداد که در اثر همین اثر خورشيد بر ذراتی که بدورة سیارات می‌چرخند، سیاراتی که بخورشيد نزدیکتر بوده‌اند دارای قمر نیستند. زیرا ذراتی که بدورة آنها می‌چرخیده‌اند قبل از آنکه بتوانند قمری تشکیل دهند در اثر فشار تشعشعی جذب سیاره شده‌اند. این پدیده را اثر را برتسون می‌گویند:

(Robertson effect Pointing)

قبلاتصور ميشد که علت حرکت وضعی خورشيد جذب

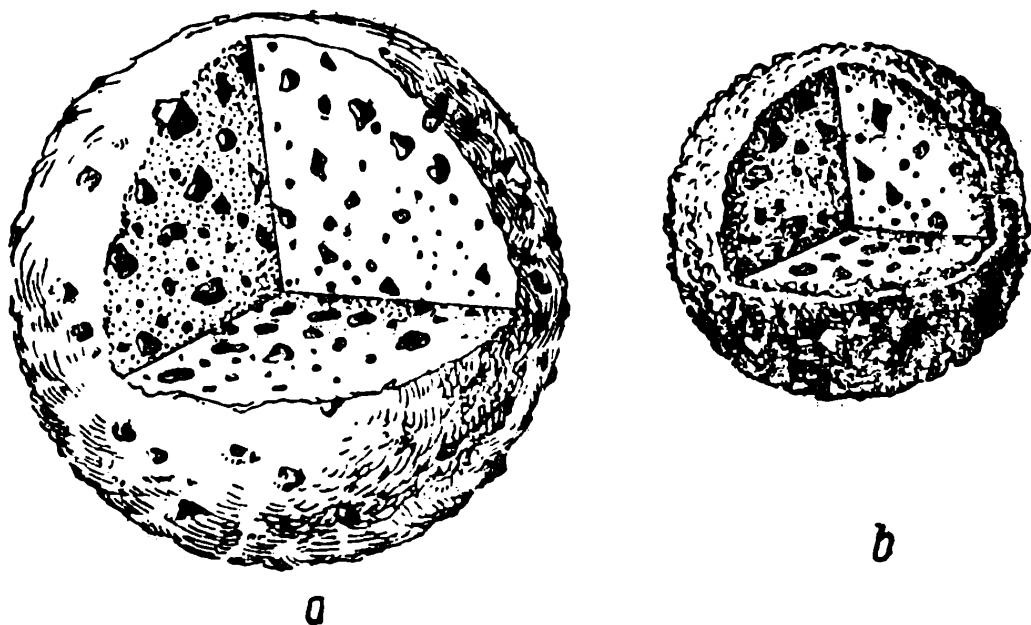
ذرات مادی از ماده ابری اولیه بوده . ولی و . س . سفر -  
ونوف V.S.Safronof در سال ۱۹۵۵ نشان داد که مقدار  
مادهای که باین طریق جذب خورشید شده ناچیز بوده و بنا -  
براین اثر آن قابل اهمیت نیست .

در عصر ما فشار تشعشعی مانع از تجمع مجدد ذراتی  
است که از خردشدن آستروئیدها بدست هیآیند . زیرا این  
فشار باعث میشود که آنها بطرف خورشید جذب شوند . هر چه  
ذره کوچکتر باشد جذب آن سریعتر است . صد میلیون سال  
وقت لازم است تا جرمی بقطر یک سانتیمتر جذب خورشید  
شود و ده میلیون سال میگذرد تا جرمی بقطر یک میلی متر  
جذب خورشید شود . مادهای که بدین طریق جذب خورشید  
میشود انعکاس پیدا کرده نور خورشید را بطرز خاصی پخش  
و هتفرق میکنند . بنا براین منبع نور منطقه البروجی هستند  
. (Zodiacal light)

حتی جدیدترین تلسکوپ‌ها قادر نیستند اجرامی  
با بعاد آستروئیدها را دورتر از فاصله مشتری از زمین به -

بینند. بنا بر این چنانچه اجرامی با هدایت مذکور در منطقه سیارات سنگین باشند ما نمیتوانیم آنها را به بینیم و از وجود آنها اطلاعی پیدا کنیم. تنها اجرامی که مدار شان بیضی‌های کشیده هستند و بفوایل کمتر از دو واحد نجومی (هر قدر مدار زمین بدور خورشید یک واحد نجومی است) از زمین میرسند قابل رویت هستند. این اجرام را ستاره‌های دنباله‌دار یا ذرات الازناب مینامند.

تا این اوآخر منجمین عقیده داشتند که هسته اصلی ستاره‌های دنباله‌دار از مواد سنگین جامد تشکیل شده بعدها معلوم شد که چنین فرضی صحیح نیست. چه در چنین صورتی وقتی یک ستاره دنباله‌دار بخورشید نزدیک میشود، اثر جزو مد خورشید باید آنرا خرد کند. سپس آنها معتقد شدند که ماده موجود در هسته ستاره‌های دنباله‌دار جامد ولی غیر-متراکم و بصورت ذرات مجرما منتشر است. در چنین صورتی نیز باید برخورد ذرات یکدیگر باعث تبدیل انرژی مکانیکی بحرارت شود. پس از هدستی ماده متراکم شده به جسم جامدی



شکل ۱۷ - ساختمان یک ستاره دنباله‌دار که قطعات یخ در ساختمان آن وجود دارد. (a) ستاره دنباله‌دار بخورشید نزدیک فشده (b) ستاره پس از چندبار عبور از نزدیکی خورشید.

تبديل می‌شود. اکنون نظر براین است که هسته ستاره‌های دنباله‌دار از ذرات جامدی که درون گاز منجمد شده‌ای قرار دارند تشکیل شده (ش ۱۷). قطر آنها محدود بچند صدمتر قاچند کیلومتر است. بنا براین، این اجرام توده‌های بزرگی از یخ هستند (له تنها آب منجمد، بلکه مواد منجمد دیگر) که بینا بین آنها قطعات سنگی نیز وجود دارد.

بنا بر نظر منجم هلندی اارت Oort بدور خورشید، عدهٔ زیادی از ذرات الازناب در گردشند. تعداد این ستاره‌های دنباله‌دار صد ها میلیون است و با وسائل موجود قابل رؤیت نیستند مگر وقتیکه وارد مناطق بین سیارات شوند. همیشه آنها طوری است که حتی نزدیک‌ترین نقاط آنها بخورشید نیز از آن خیلی دور است. بنا بر این دراثر حرارت آن گرم نمی‌شوند و ازینرو گازهای منجمد را در درون هستهٔ خود برای هزاران میلیون سال، یعنی عمر منظومهٔ شمسی نگهداشتند (زیرا ذرات الازناب نیز با منظومهٔ بوجود آمده‌اند) و چنان‌که بعداً خواهیم دید، حداقل پنج هزار میلیون سال قبل تشکیل شده‌اند).

فرضیهٔ نجومی شمیدت نیز مؤید نظریهٔ اثرات است. زیرا این اجرام در جوار سیارات سنگین بوجود آمده‌اند. دراثر وجود درجهٔ حرارت پائین در قسمتهای خارجی قرص اولیه، قسمت اعظم جرم اجرام متوسطی که در این منقطه بوجود آمده‌انداز گازهای منجمد شده تشکیل شده و امروز

نظیر این ترکیبات در هسته ستاره‌های دنباله‌دار دیده می‌شود. جاذبه با محدود فاصله نسبت عکس دارد. بنا بر این در منطقه سیارات سنگین جاذبه خورشید خیلی ضعیف است. بنا بر – این حتی پیش از آنکه مشتری، زحل، اورانوس و نپتون با اندازه‌های فعلی بر سند جاذبه‌های قوی و مؤثری در تزدیکی‌های خود داشته‌اند و می‌توانسته‌اند مدار نزوات‌الازنا برا تغییر دهند. در اوخر دوران تشکیل سیاره‌های سنگین، جرم آنها تاحد امروزی زیاد شده بود. اما در همین زمان هنوز عدد بیشماری از اجرام متوسط و قطعات حاصل از شکستن آنها بدور این سیارات در چرخش بودند. کشش وارد از سیاره‌های «ناقص» مشتری، زحل، اورانوس و نپتون اکثراً باعث می‌شد که اجرام متوسط از مدار خود خارج شوند. بعضی از این اجرام از حوزه جاذبه خورشید نیز خارج می‌شدند. ولی اکثر آنها ستاره‌های دنباله‌دار فعلی را تشکیل داده‌اند.

هسته ستاره دنباله‌دار از متان، آمونیاک، آب، اتاندرید – کربنیک و سایر ترکیبات سازنده سیاره‌های سنگین هستند

زیرا باهم دارهای اولیه یکسان ساخته شده‌اند.

ستاره‌های دنباله‌ذاری که در منطقه سیارات سنگین قرار دارند تحت اثر جاذبه مشتری وزحل مسیر خود را تغییر میدهند و بعضی اوقات تحت اثر این جاذبه‌ها و در نتیجه تغییر مسیر، از حوزه خورشید خارج می‌شوند. بنا بر این مرتبه تعداد آنها کم می‌شود. هر گاه تغییر مسیر باعث نزدیک شدن ستاره دنباله‌دار به خورشید شود، هسته آن در اثر حرارت شروع به بخارشدن می‌کند و در چنین حالتی دیده می‌شود که ستاره روی مداری تقریباً شلجمی بحر کت خود ادامه می‌دهد.

وقتی یکی از ستاره‌های دنباله‌ذار به سیاره‌ای نزدیک می‌شود، تحت اثر جاذبه سیاره، مسیر آن باز هم تغییر می‌کند و به خورشید نزدیک‌تر می‌شود. در اثر حرارت خورشید، ستاره دنباله‌دار، مقداری از گاز خود را از دست می‌خواهد و در اثر جاذبه اجزاء منظومه هسته ای مسیرش تغییر می‌کند:

تغییر مسیر به خصوص منوقتی زیاد است که ستاره

دنباله‌دار از فردی کمی عظیم‌ترین سیارات یعنی مشتری عبور کند. ستاره‌های دنباله‌داری که دوره گردش آنها کوتاه‌است و آنها را دسته ستاره‌های دنباله‌دار مشتری مینامند، هدایت امروزی خود را بعلت عبورهای متوالی از فردی کمی مشتری بدست آورده‌اند.

معمولًاً ستاره‌های دنباله داری که دوره گردش آنها کوتاه‌است زوداز بین می‌روند. زیدرا تبدیل در هسته آنها سریعتر صورت می‌گیرد. ولی مواد جامد موجود در هسته ضمن اینکه با بخار از قسمت‌های داخلی هسته بسطح خارجی آن می‌آیند، در سطح خارجی پوسته محافظتی برای بقیه کازهای هنجاریده که در



شکل ۱۸ - عکسی از ستاره دنباله‌داری که در ۱۹۰۸ در آلمان دیده شده و بنام ذوق‌ذنب مورهادس نامیده نمی‌شود.

وسط هسته مانده‌اند تشکیل میدهند و از تبخیر سریع آن جلوگیری میکنند (ش b ۱۷) . مانند بعضی از ستاره‌های دنباله‌دار کوتاه دوره، مثلث انکه Encke که چندین بار از جوار خورشید گذشته‌اند.

ذراتی که از هسته ستاره دنباله‌دار عبور میکنند تقریباً موازی مسیر آن، با آن حرکت میکنند و این همان قسمتی است که ما آنرا دم ستاره دنباله‌دار نامیده‌ایم و هر وقت یکی از آنها از نزدیکی زمین عبور میکند دم آنرا با وضوح تمام می‌بینیم.

### ساختمان هسته هرگزی زمین

اولین تصورات درباره ساختمان هسته زمین را بشر در بیست قرن پیش، یعنی موقعیکه سطح دانش پائین‌تر از آن بود که بگمک آن بتواند ایده صحیحی بدست آورد، شروع نمود. در دوران باستان، یونان یکی از هرگز مهم دنیا بود. در کوههای یونان غارهای وجود داشته که مسیر جریان آب.

بوده‌اند و نیز رودخانه‌های متعددی در آنجا در جریان بوده‌اند. این جهت یو نانیان اعتقاد داشته‌اند که در شکم زمین مجراهای خالی وجود دارد و جریان آب و هوا و آتش از آنها عبور می‌کنند. این عقیده ابتداً ائمی که فقط بر اساس وضع طبیعی یک کشور کوچک بوجود آمده بود با کمی تغییر، بیش از دو هزار سال اعتبار داشت.

برای اولین بار دویست سال پیش، دانشمند فرانسوی Bouguer جاذبه کوهها را اندازه گرفته باین نتیجه رسید که هسته زمین باید بمراتب وزین تراز کوهها باشد. در اثر اندازه گیری‌های بعدی معلوم شد که زمین از موادی تشکیل شده که بطور متوسط پنج بار از آب سنگین‌تر است. بنابراین ثابت شد که زمین نه تو خالی است و نه پراز آب است.

مقایسه‌ای از توده ویژه پوسه زمین و توده ویژه متوسط آن نشان میدهد که هر چه بمرکز زمین نزدیکتر شویم توده ویژه آن زیادتر می‌شود. کشف این حقایق مسلم در پایه گزاری و تکامل نظریات صحیح درباره ساختمان داخلی

زمین اثر فراوان داشت.

علم سنگ شناسی که معتقد است بسیاری از سنگها از انجام مواد مذاب حاصل شده‌اند و مطالعه درباره مواد آتش فشانی باعث شد که زمین‌شناسان اهمیت زیادی به فرض وجود هستهٔ مذاب زمین بدهند. بنا براین نظریه لاپلاس که معتقد بود زمین اول مذاب بوده و بتدریج سرد شده طرفدار فراوان پیدا کرد. در اوایل قرن نوزدهم اکثر دانشمندان معتقد بودند که پوستهٔ جامد زمین ۳۰ تا ۶۰ میل ضخامت دارد و در زیر این پوستهٔ جامد، هستهٔ مذاب قرار دارد.

مثلًا سوکولوف زمین شناس روس در ۱۸۳۹ نوشت «... باید بدانیم که زمین ما کروی است و از پوسته‌ای جامد با هسته‌های عیی که در وسط قرار دارد تشکیل شده. در این هسته مواد معدنی بترتیب سنگینی قرار گرفته‌اند. یعنی در وسط فلزات و در اطراف آن سنگها قرار دارند و آهن همترین و فراوانترین هاده موجود در کره است ...» چنین است تصوراتی که در قرن بیستم از ساختمان داخلی زمین

داشته‌اند.



نظریه غلط وجود هسته مذاب در داخل زمین حتی

V.I.Vernadsky آکادمیسین و رنادسکی

نیز بوده است. او مینویسد « ... سرچشمۀ حرارت موجود در

زمین گرمی اولیه نبوده، بلکه حرارت حاصله از انفجار

مواد رادیواکتیو است. قبل از سرچشمۀ این حرارت راه حرارت

موجود در کره که خود یکوقت مذاب بوده ( و متاسفانه هنوز

در مدارس بهمین شکل تدریس می‌شود ) میدانستند. »

بنا بر نظر آکادمیسین شمیدت، زمین که از اجتماع

و تراکم ذرات سودو جامد بوجود آمده هیچگاه بحال مذاب

نبوده و درجه حرارت درون زمین باین دلیل زیاد است که

حرارت حاصله از انفجار مواد رادیواکتیو در آن ذخیره

شده است.

جرم زمین در اثر سقوط آستر وئیدها و احجار سماوی

بزمین مرتباً رو با فزايش رفت. اثری جنبشی این اجرام پس

از برخورد بزمین بحرارت تبدیل شد، ولی این حرارت چون در سطح خارجی زمین تولید میشد در فضای پیش، و فقط قسمت کمی از آن در لایه‌های بالائی زمین ذخیره میکردید. در اول هرچه جرم زمین زیاد میشد حرارت سطح خارجی آن نیز در اثر برخورد اجرام بالا میرفت و در ضمن در اثر جاذبه تراکم ماده در لایه‌های مختلف کره نیز زیاد میشد، ولی هرچه مقدار ماده ایکه جذب کره میشد کاهش مییافت کرم شدن سطح خارجی نیز رو بضعف میرفت. بطبق محاسباتی که و.س. سافرونوف انجام داد لایه‌های از زمین که در عمق ۱۵۰۰ میل بودند، حداقل ترتا صد درجه سانتیگراد گرم میشدند. بنا بر این گرم شدن هسته زمین فقط در اثر انفجارات هسته‌ای میتواند باشد.

هسته زمین شامل مقدار کمی مواد رادیوآکتیون‌نظیر اورانیوم، توریوم رادیوم و پتاسیم رادیوآکتیو (که وزن اتمی آن چهل است) میباشد. هسته این عنصر مرتباً شکسته میشوند و بعنابر دیگر تبدیل میگردند. در این تبدیل اتمهای

اور آنیوم و توریوم، سریعاً به عنان اصر دیگر تبدیل می‌شوند.  
 (دو اتم را ایزو توپ‌هم کویند اگر با خواص شیمیائی  
 کاملاً یکسان دارای وزن‌های انمی مختلف باشند). در حین  
 تبدیل، عده‌ای اتم هلیوم نیز حاصل می‌شود. از شکستن اتم  
 پتاسیم رادیوآکتیو، ارکن و کلیسم بدست می‌آید.

در حین شکستن اتم انرژی زیادی بصورت حرارت آزاد شده  
 در فضای منتشر می‌شود. ولی اگر این شکستن، درون هسته زمین  
 انجام شود چون از هر طرف با ماده مخصوص است حرارت درون  
 زمین ذخیره شده درجه حرارت داخلی زمین را بالا می‌برد و  
 بچند هزار درجه هیرسد: بر طبق محاسبه ای که لیوبیمووا  
 A. Y. Lyubimova انجام داده آن لایه‌هایی از زمین که  
 حرارت را با آسانی منتقل می‌کنند خنث می‌شوند. ولی آن لایه-  
 هایی که در اعماق بیشتری قرار دارند حرارت را ذخیره کرده و  
 هر تبادله درجه حرارت آنها بالا می‌برد. این حرارت به چوجه در سطح  
 زمین اثری ندارد زیرا حرارت سطحی تابع نحوه تابش خورشید  
 است و با حرارت درونی ارتباطی ندارد. لایه‌های مختلف زمین

هادی خوبی برای حرارت نیستند و بهمین جهت حرارتی که از هسته بسطح میرسد ۵۰۰۰ مرتبه کمتر از حرارتی است که سطح زمین از خورشید می‌گیرد.

خورشید نیز دارای مواد رادیو آکتیواست: ولی حرارت حاصله از انفجار اتمهای رادیو آکتیو مذکور بهیچوجه قابل مقایسه با حرارتی که خورشید در فضای منتشر می‌کند نیست، در اعماق کره خورشید فشار و درجه حرارت پاندازه‌ای زیاد است که اتمهای هیدرژن باهم ترکیب شده چسبتی هلیوم را بوجود می‌آورند و در ضمن مقادیر عظیمی انرژی بصورت امواج نورانی و حرارتی آزاد می‌شود. خورشید می‌تواند هزاران میلیون سال بهمین طریق گشعشع کند.

منشاء آتمسفر و هیدروسفرزمین (مجموعه آب دریاها ابرها، برف کوهها و مناطق قطبی، رودخانه‌ها و غیره راهی‌در و سفر مینامند) نیز؛ اتوالید حرارت در درون زمین بستگی نام دارد. آب و گازها هم‌مان با بوجود آمدن مواد جامد پیدا شدند. با وجود اینکه درجه حرارت در منطقه سیارات

خاکی آنقدر بالا بود که گازها در این منطقه منجمد نشدند  
معدالک مقداری گاز اطراف سطح جامد خارجی هر سیاره  
جمع شد و حتی در ترکیبات کرات سنگین و بعدها در  
ترکیبات زمین نیز وارد فعل و انفعال شدند : بطوریکه  
آکادمیسین شمیدت نشان داده مایعات منجمد شده در منطقه  
سیارات خاکی نفوذ کرده ( پدیدهای مشابه آن امروز نیز در  
جريان است و آن جذب ذوات الازناب بخورشید است که  
چنانکه قبل از آنکه شددارای هسته هائی از یخ هستند) آنها پیش  
از آنکه فرست بخار شدن پیدا کرده باشند بزمین سقوط  
کرده جزوی از گازها و آب اطراف زمین را تشکیل  
داده اند .

گرم کردن بهترین راه جدا کردن گازها از جامدات  
است . در حین گرم شدن سطح زمین مواد گازی و آب  
زمین تبخیر شده از مواد جامد آن جدا شدند . بخار آب و  
گازهای داخلی پس از رسیدن بسطح از یکدیگر جدا شده آب  
اقیانوسها و آتمسفری را تشکیل دادند که ترکیب شیمیائی

اولیه آنها با ترکیب امروزی شان تفاوت داشته است. زیرا ترکیب آتمسفر امروزی زمین بر اثر حیوانات و نباتات روی زمین تغییر پیدا کرده است.

خارج شدن آب و گاز ازلایه های داخلی زمین و رسیدن آنها بسطح تا امروز نیز ادامه دارد. از هر آتش فشان مقدار زیادی بخار آب و اندیرد کربنیک خارج و وارد جو می شود و گاز های قابل احتراق دیگر نیز از نقاط مختلف خارج و وارد جو می شوند.



در مورد پیدایش حیات روی زمین و نحوه اثرا منشاء زمین بر منشاء حیات، نظریه آکادمیسین اپارین Oparin جالب است. بنا بر نظر اپارین حیات موقعی شروع شد که ترکیبات غامض آلی تدریجاً از تغییر مواد ساده آلی (نظریه متان و آلدئید فرمیک) پیدا شدند. زمانیکه اپارین نظر خود را بیان کرد هنوز نظریهٔ تشکیل زمین از تراکم گاز های داغ و انجام آن پس از عبور از مرحلهٔ میان

رواج کامل داشت. چون متان نمیتواند از تراکم گازهای داغ پیدا شده باشد اپارین معتقد بود که متان از اثر بخار آب بر کربورهای فلزی بدست آمده است. او معتقد بود که متان پس از بوجود آمدن در اعماق زمین، پوسته زمین را شکسته بسطح آمد و در آب حل شد. بنا بر این نظریه تنها متان در درجه حرارت‌های زیاد بوجود آمد و بقیه مواد آلی از محلول متان در آب بوجود آمدند و بنا بر این در درجه حرارت کمتر از صدرجه سانتیگراد بوجود آمد.

بنا بر نظریه آکادمیسین شمیدت گاز و ذرات بخار آب، بمقادیر کم از همان اولین روزهای تشکیل زمین در درون آن در نقاط مختلف پخش بوده اند، واژه‌مان اول هیدرو-کربونها در آب بصورت محلول وجود داشته‌اند. بنا بر این نظریه جدید کوسموکونی نیز معتقد است که شرایط بوجود آمدن حیات از همان اول در روی زمین وجود داشته است.



تحقیق در نحوه انتشار امواج حاصل از زلزله در

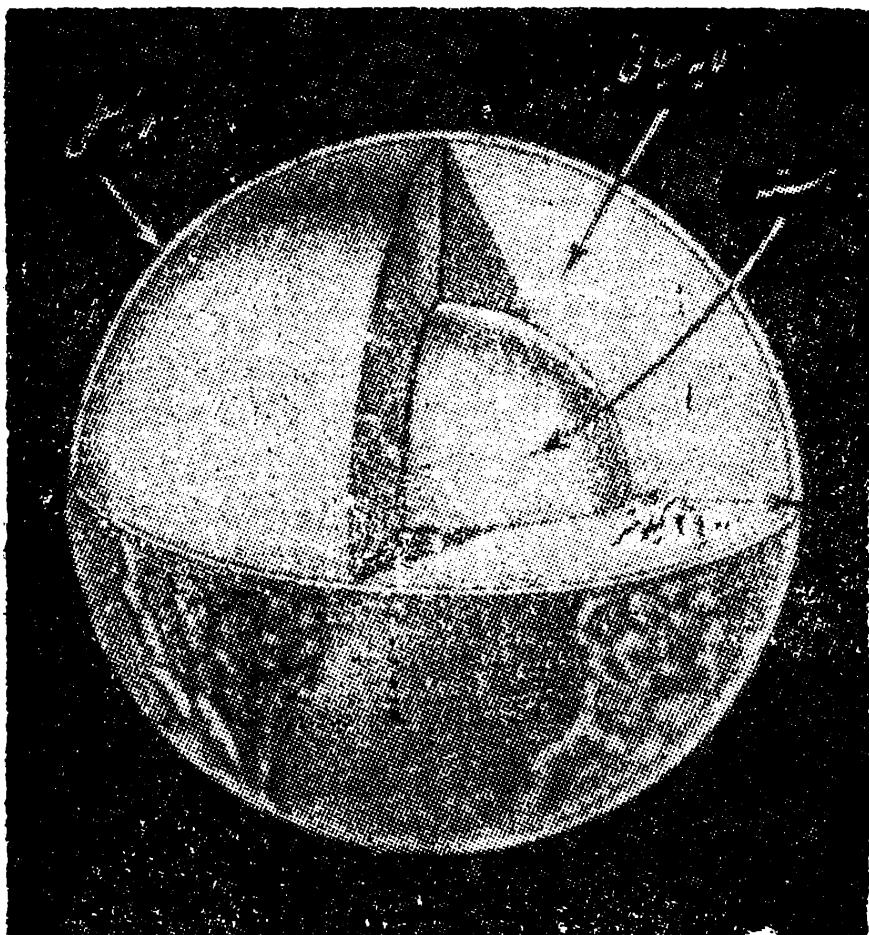
قشرهای مختلف زمین که در اوآخر قرن نوزدهم معمول شد نشان داده است که هرچه بمرکز زمین نزدیکتر شویم توده ویژه ماده تدریجیاً زیادتر میشود و در اعمماًق نسبتاً زیاد بطورناکه اگر این توده ویژه افزایش زیادی پیدا میکند. قبل اعتقد بودند که محل افزایش ناکه اگر این توده ویژه، مرزواد سنگی و آهن موجود در هسته زمین است.

اکنون مسلم شده که هسته زمین از عمق ۴۹۰۰ کیلو- متري شروع و به مرکز ختم میشود (ش ۱۹) یعنی قطر هسته در حدود نصف قطر زمین است.

چند سال پیش علمای رئو شیمی و زمین شناسی قبول کردند که هسته زمین از آهن و نیکل یعنی ماده ای که احجار سماوی از آن تشکیل شده اند میباشد. قبل اعقیده داشتند که وقتی زمین مذاب بوده آهن بعلت سنگینی، بمرکز زمین فرو رفته است اما در ۱۹۳۹ لودو چنیکوف V.N.Lodochnikov زمین شناس نظر داد که برای این نظریه نمیتوان ارزش قائل شد. چه اطلاعات ما از چگونگی و وضع اجسامی که تحت فشار زیاد قرار میگیرند، بسیار ناقص است و اجمالی

که در مرکز زمین قرار دارند تحت فشار زیادی که از طبقات بالا بر آنها وارد میشود، هستند. لودوچنیکف خاطرنشان کرد که بموازات تغییر تدریجی توده ویژه و سایر خواص ماده در اثر ازدیاد فشار، تغییرات ناگهانی دیگر نیز ممکن است در ماده پیدا شود.

آکاجیسین شمیدت نظر میدهد که هسته آهنی زمین



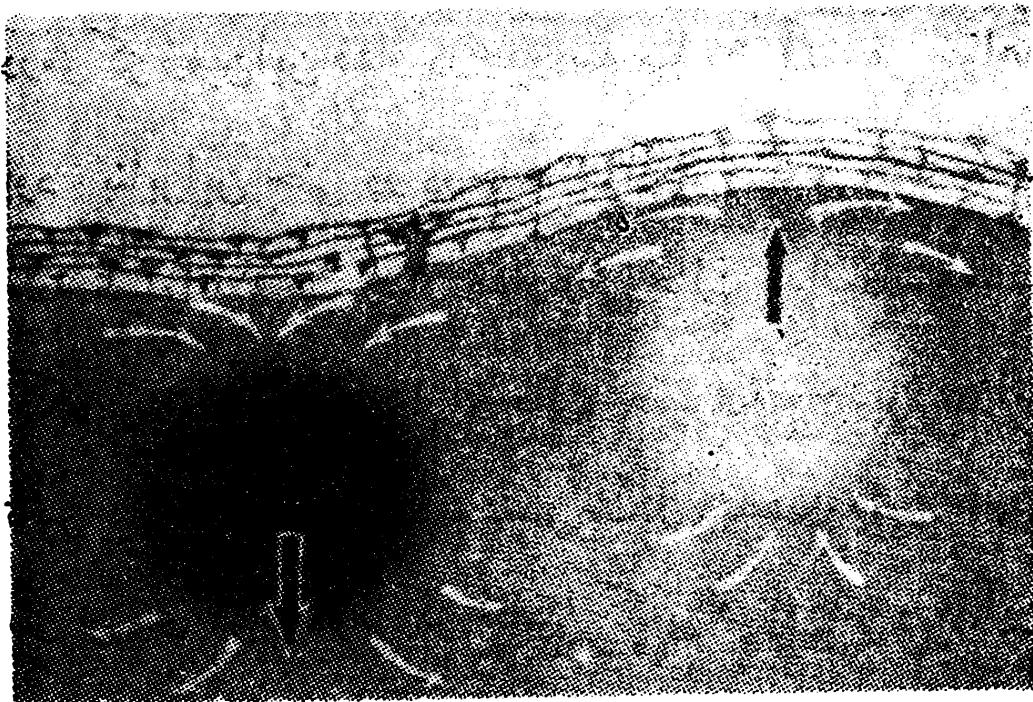
شکل ۱۹ - ساختمان داخلی کره زمین

در اثر اختلاف در جاذبه مؤثر بر ماده مشکله زمین است و پس از کرم شدن درون زمین بوجود آمده است. او معتقد است که تشکیل این هسته تدریجی بوده است. بزودی پس از آنکه کارهای علمی رامسی Ramsay و بولن Bullen و لودوچنیکف به نتیجه رسید، ازوم دادن توضیحی درباره نحوه تشکیل هسته آهنی زمین از میان رفت. با تخمین‌های نظری، تغییرات ناگهانی ماده تحت فشارهای خیلی زیاد تأیین شد و این نظر قوت کرفت که هسته زمین نه از آهن بلکه از مواد سنگی تشکیل شده که تحت اثر فشارهای در حدود یک میلیون و چهارصد هزار آتمسفر (حدود فشار در سطح خارجی هسته زمین) تراکم بیشتری پیدا کرده‌اند. این فرضیه با کلیه حقایقی که درباره زمین و سایر کرات خاکی کشف شده است وفق میدهد (نتایجی که قبل از درفصل ۵ ذکر شده براساس این نظریه است).

تخمین‌ها و محاسبات نشان میدهد که در عمق ۱۶۰ میل، فشار داخلی طبقات در حدود صد هزار آتمسفر است و

در مر کز زمین این فشار در حدود سه میلیون آتمسفر خواهد بود. بنابراین حتی در درجات حرارت چندین هزار درجه ماده نمیتواند تحت چنان فشارهایی حالت مذاب داشته باشد. بلکه بیشتر شبیه قیرو دارای حالت خمیری خواهد بود. در اثر تأثیر نیروها، بتدریج ماده تغییر شکل میدهد. مثلاً تحت اثر نیروی گریز از مر کز قطبین کمی فرورفته و در این حالت ماده مشکله هسته خواص مایع را دارد. در حالیکه در برابر نیروهایی که اثر آنها موقتی است. ماده مزبور حتی خاصیت ارتجاعی بیشتر از پولاد از خودنشان میدهد. خاصیت اخیر در امواج حاصل از لزله در ماده زمین مشاهده شده است.

در اثر وجود حالت نیمه مایع و نیمه جامد در طبقات داخلی زمین اجسام بر حسب اندازه توده و وزن خود، حرکت هایی بداخل یا خارج زمین انجام میدهند. آنها که سبک ترند بطرف خارج و آنها که سنگین ترند رو بداخل حرکت میکنند (ش ۲۰). این پدیده آنچنان بکندی صورت



شکل ۲۰ - طبقات سنگین پائین میروند و طبقات سبک بالایمی‌اند.  
میگیرد که حتی پس از چندین هزار میلیون سال تمرکز  
مواد سنگین در مرکز زمین چندان زیاد نیست . میتوان گفت  
تشکیل و تقسیم طبقات بر حسب نوع ترکیبات شیمیائی نیز  
شروع شده و الان در اعماق زمین ادامه دارد .

بالا و پائین رفتن ماده در داخل زمین را میتوان از  
تغییراتی که در پوسته آن ایجاد میشود نیز فهمید . زیرا دیده  
میشود که در پاره‌ای نقاط، قسمت زیادی از سطح زمین بزرگ  
آب میرود و در جای دیگر سطح معتمنا بهی از زیرآب بیرون

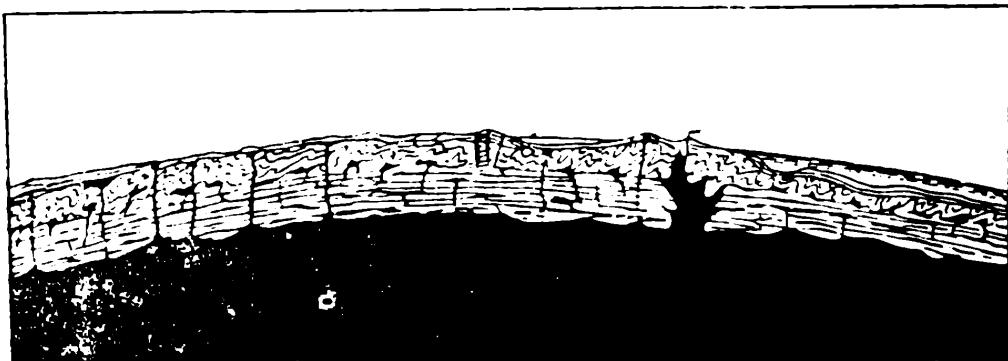
می‌آید. همچنین زلزله یکی از پدیده‌هایی است که ناشی از بالا آمدن مواد سبک است. هر وقت که زیر قسمتی از پوسته زمین مواد سبک بالا می‌آیند، در اثر برخورد آنها با پوسته زلزله ایجاد می‌شود.

قبل اعقیده براین بود که در اثر سرد شدن سریع زمین پس از تشکیل آن از بخارها و ماده داغ و پس از گذشتن از حالت مذاب، زمین با پوسته جامدی پوشیده شد. در اثر سرد شدن قسمتهای داخلی، حجم آن قسمت‌ها کم می‌شود و پوسته بطرف مرکز سقوط می‌کند. در اثر این سقوط در سطح زمین زلزله حادث می‌شود. این نظریه به نظریه تراکم مشهور است و در سالهای ۳۰ قرن گذشته بیان شد و بنابراین فرضیه، تشکیل کوه‌ها نیز بهمین علت بود. ولی زمین شناسان متوجه شده‌اند که یکنوع پائین رفتن و بالا آمدن در مناطق کوهستانی وجود دارد که خیلی غامض و پیچیده بنظر میرسد و علت آن را نمی‌توان بیان کرد. با وجود این بعضی از زمین شناسان هنوز در عقیده قدم ثابت نمده‌اند.

نظریهٔ جدید تشکیل زمین که معتقد است زمین پس از تشکیل سرد نشده بلکه بر عکس گرم شده است، در هورد تشکیل پوستهٔ زمین، نظر دیگری دارد. پوستهٔ امروزی زمین بدین ترتیب تشکیل شده است که پس از گرم شدن، مواد سبک بالا آمده و مواد سنگین ته نشین شده‌اند (ش ۲۱) دوام این دوره خیلی زیاد بوده و احتمالاً در نقاط مختلف زمین در یک‌هزار صورت نگرفته است.

عالی ژئوشیمی کلد شمیت Goldsmidt و سایر دانشمندان مدتها قبل خاطر نشان ساختند که اگر ماده مشکلهٔ شها بهارا ذوب کنند از آن ماده مشکلهٔ پوستهٔ زمین بدست می‌آید. آکادمیسین وینوگرادوف Vinogradov اخیراً قسمتی از یک شهاب را پودر کرده و روی آن تجربه کرده و بهمین نتیجه رسیده است. چند سال قبل عالم‌ژئوفیزیک کانادائی ویلسون Wilson نظر داد که پوستهٔ زمین بتدریج تشکیل شده است. این نظر با اندازه‌گیری سن پوستهٔ زمین در نقاط مختلف نیز تأیید می‌شود. سن پوسته در مرکز قاره‌ها

بیش از سن پوسته قسمتهای خارجی آنها است.



شکل ۲۱ - مقطع زمین در قسمت پوسته آن

میتوان انتظار داشت که نظر جدید منشاء زمین که دورنمای جدیدی از تکامل زمین در برابر ما قرار داده خواهد توانست زمین شناسان را در یافتن نظریه صحیح در بازه پیدایش کوهها و طبقات مختلفه زمین یاری کند، که نه تنها از مبهم گذشته را آشکار کند بلکه علت حرکت مواد درونی زمین را درکنماید.

پدیده آتش فشانی که انرژی خود را از داخل زمین کسب میکند و ابسته به نحوه تشکیل کوههاست. زمین-شناسان صرفنظر از اینکه به شمیدت معتقد باشند یا نباشند، از حرارت داخلی زمین صحبت میکنند ولی هیچیک از آنها از

حرارت اولیه درون زمین بحثی نمی‌کنند. زیرا آنها بتدریج فهمیده اند که حرارت درونی زمین از انفجار موادرادیوا کتیو حاصل شده و از اول در آن وجود نداشته. در سالهای هفتاد قرن گذشته بر دیخین Bredikhin در یافت که سرچشمۀ حرارت درونی زمین باید یک منبع دائمی باشد نه یک حرارت ذخیره شده اولیه.

در قرن بیستم این منبع انرژی کشف شد. این منبع، حرارت حاصله از شکستن اتمهای رادیوا کتیو بود. نظریۀ جدید منشاء زمین، منبع دیگری فیز برای تولید حرارت هیشناست و آن حرارت حاصله از جابجا شدن مواد درونی زمین و تقسیم طبقاتی داخل زمین است. چون عمل جابجا شدن مواد درونی بگندی انجام می‌گیرد، تولید حرارت از این طریق بسیار کند انجام می‌گیرد. این حرارت بصورت آتش فشانی‌ها بسطح زمین منتقل می‌شود.

#### ۸- سن زمین

اولین کسی که برای تحقیق علمی در راه محاسبه سن

زمین کوشش کرد بوفون Buffon فرانسوی بود . او معتقد بود که زمین بصورت قطره مذابی از خورشید جدا و سپس سردشده است و برای محاسبه عمر زمین کره‌ای از آهن را حرارت داده سرخ کرد و زمان سرد شدن آنرا اندازه گرفت . از این طریق او عمر زمین را هفتاد هزار سال برآورد کرد .

در قرن نوزدهم زمین شناسان ، راه جدیدی برای محاسبه سن زمین پیدا کردند . آنها سرعت رسوب مواد در ته دریاها را اندازه گرفتند و از ضخامت طبقات رسوبی زمین درباره سن آن تخمین زدند . همچنین سرعت انتقال نمک از سطح زمین بدریا و اقیانوس‌ها که بوسیله آبرودخانه‌ها انجام گرفته و مقدار نمک موجود در آب اقیانوس‌ها وسیله دیگری برای تخمین سن زمین بود . سن زمین بدین ترتیب چند ده میلیون و چند صد میلیون سال برآورد شد . ولی پیدا بود که سن زمین باید از این اندازه‌ها زیادتر باشد .

ولی سرعت رسوب تابع عواملی است که نحوه اثر آن عوامل ، در گذشته را نمیتوان روشن کرد . بنا بر این روش‌های

بالا رقام غیرقابل اعتمادی بدمست هایند هند.

در قرن بیستم پس از آنکه عناصر رادیوا کتیو شناخته شدند و نحوه انفجار هسته آنها معلوم شد، محاسبات مربوط به سن زمین بر پایه محکمی استوار شد. در سالهای اخیر از یکطرف پیشرفت‌های علم فیزیک و از طرف دیگر موقتیت‌هائی که در زمینه کوسمو کونی نصیب بشر شده، پیشرفت‌زیادتری را در محاسبه سن زمین نصیب بشر کرده است. شکسته شدن اتمهای رادیوا کتیو (اورانیوم، توریم پتاسیم وغیره) راممکن است دستگاهی پنداشت که عمر زمین را ثبت کرده‌اند. زیرا سرعت نسبی شکسته شدن اتمهای مذکور ثابت است. نه تنها فشار و درجات حرارتی که بشر قادر است در آزمایشگاهها ایجاد کند، بلکه حتی فشار در درجات حرارت‌های خیلی زیادتر نظیر فشار در درجه حرارت درون زمین نیز اثر غیر قابل ملاحظه‌ای در سرعت شکسته شدن اتمهای رادیوا کتیو دارند.

در شرایط طبیعی هر جا ماده رادیوا کتیو روی زمین

مشاهده شود، نسبت عده اتمهای شکسته شده به عده اتمهای زمان معین، مقداریست ثابت. سرعت شکستن اتمهای توریوم، اورانیوم و پتاسیم بسیار کم است. مثلاً عده کل اتمها پس از هزاران میلیون سال به نصف میرسد، واژه‌میں جهت است که این عناصر هنوز در روی زمین وجوددارند. در حالیکه روزاول نیز قسمت بسیار کوچکی از جرم زمین را تشکیل میداده اند.

هر کاه بتوانیم عده اتمهای رادیواکتیو موجود دریک سنگ معدنی و عده اتمهای عناصر از شکسته شدن اتمهای رادیواکتیو را بدانیم، میتوان با اندازه‌گیری سرعت شکسته شدن اتمها، عمر زمین را حساب کرد.

هر چند راه مذکور بسیار ساده بنظر میرسد، ولی اشکالات متعددی در راه عمل وجود دارد. مثلاً با یافته مطمئن باشیم که سنگ معدنی‌ای را مورد آزمایش قرارداده‌ایم، از بدو پیدایش خود نه اتمهای رادیواکتیو آن تحت اثر عوامل طبیعی مختلف قرار گرفته و نه بعد آنها اضافه شده است.

و همین اطمینان در مورد اتمهای که از شکستن اتمهای رادیو-  
اکتیو حاصل میشوند نیز باید وجود داشته باشد. همچنین  
باید مطمئن باشیم که در روز اول پیدایش سنگ معدن  
اتمهای از نوع اتمهای حاصله از شکستن رادیواکتیوها در  
سنگ وجود نداشته و یا اگر وجود داشته اندازه آنرا باید  
بتوان بدست آورد.

اشکالات فراوانی وجود دارد ولی هر کاه این  
اشکالات بر طرف شوند روشن اندازه کیری بکمل عناصر  
رادیواکتیو، سن دقیق زمین را معین میکند. تا چند سال  
پیش سن سنگهای معدنی شامل عناصر رادیواکتیو ۲۰۰۰  
تا ۲۵۰۰ میلیون سال محاسبه شده بود. ولی اخیراً سنگهای  
که سن آنها تا ۳۰۰۰ میلیون سال برآورده شده، نیز پیدا  
شده‌اند.

اگر سنگ مورد آزمایش تحت تأثیر عوامل محیط  
تغییر کرده باشد، مسئله محاسبه سن سنگ، صورت دیگری  
پیدا میکند و باید عواملی را که در این تغییر مؤثر بوده‌اند بحساب

آورد. در اینجا نیز نسبت این جرم عنصر را دیواکنیو و عنصری که از شکسته شدن جسم را دیواکنیو حاصل شده اساس اندازه‌گیری سن سنگ را تشکیل میدهد. ولی درجه دقت نتیجه محاسبه تابع درجه دقیق است که در بحساب آوردن عوامل تغییر دهنده غرق الذکر دعايت شده است.

با اندازه‌گیری دقیق نسبت ایزو توبه‌ای سرب در در نمونه‌های مختلف سنگ‌های طبیعی موجود در زمین و با در نظر گرفتن اینکه سرب از شکستن اتمهای توریم واوزانیوم بدست آمده هولمز Holmes دانشمند انگلیسی با این نتیجه رسید (سال ۱۹۴۰) که عمر زمین در حدود ۳۵۰۰ میلیون سال است.

عددی را که هولمز بدست آورد است قابل اعتماد است. ولی خود او معتقد بود که این فقط عمر سنگ معدنی است که سرب در آن وجود دارد. ولی زمین قبل از پیدایش این سنگ معدن نیز وجود داشته و بنابراین او ابتدا از خورشید جدا و سپس سرد شده است. او معتقد بوده است که مدت لازم

برای سردشدن زمین در حدود پانزده هزار سال بوده است. بنابراین، عدد مذکور تقریباً عمر زمین است. زیرا پانزده هزار سال در برابر سه هزار و پانصد هیلیون سال ناچیز است.

در سالهای ۵۲-۱۹۵۱ کادمیسن و ینوگ-رادف نتابج حاصله از تحقیقات دیگران را مورد بررسی قرار داده باین نتیجه رسید که نمیتوان گفت عمر عنصر رادیواکتیو عمر حقیقی زمین است. ولی در هر حال میتوان گفت که عمر زمین بیش از پنج هزار میلیون سال نیست.

وسلمماً زمین از سنگهای موجود در پوسنه آن هسن تر است. ولی محا به عمر مواد رادیوا آکتیو تنها میتواند عمر ماده مشکله پوسته را معین کند. یعنی فاصله زمان فعلی را تا آن عهدی که پیدایش مواد رادیوا آکتیو در پوسته زمین پایان یافته بوده است، بدست آورد. برای فهم هطلب مثال زیر را میآورید :

میدانیم اورانیوم دارای دو ایزو توپ است، یکی با وزن اتمی ۲۳۵ و دیگری ۲۳۸، و باز میدانیم که اورانیوم ۲۳۸

صدوسي ونه بار بيشتر از اورانيوم ۲۳۵ وجود دارد . زيرا سرعت شکستن اتمهاي اورانيوم ۲۳۵ بيشتر است . براساس نظريات فيزيكى باين نتيجه رسيده اند که در بدواتشكيل هر دو نوع آيزو توپ اورانيوم با اندازه يكديگر وجود داشته اند . هر گاه سرعت شکستن اتمهاي هر دو نوع اورانيوم را داشته باشيم ، ميتوانيم عمر آن را حساب کنيم . نتيجه اين حساب اين است که سه اورانيوم يا بزرگتر عمر ماده موجود در زمين بين ۵۰۰۰ تا ۷۰۰۰ ميليون سال بوده است .

در سال ۱۹۴۶ آكادميسيں شميدت عمر زمین را بطيريق تخمین از روی سرعت افزایش جرم آن حساب کرد . نتيجه اين تخمین در حدود چندين هزار ميليون سال بود که با طبقه محاسبه از عمر عناصر راديواكتيو ، تقریباً يکسان بود .

در ابتدای تشکیل زمین وقتی که در ماده ابری اوليه غلظت ماده زياد بود ، سرعت رشد زمین نيز زيادتر بوده است . ولی هر چه ماده رقيق تر شده سرعت رشد زمین نيز کاهش

یافته و امروزه تقریباً به صفر رسیده است. گرچه هنوز شهرها بزمیں میافتد و یا قسمتی از جرم عده‌ای از آزان که از جوزمین عبور میکنند در جو به بخار تبدیل شده بجرم زمین ملحق میشوند و مقدار این افزایش به چند صد تن در شبانه روز میرسد، ولی این مقدار در را بر جرم زمین ناچیز است. میلیونها و میلیونها سال وقت لازم است تا با همین سرعت شهرها برازند تا یک میلی متر بر شعاع آن اضافه شود.

قسمت عمده جرم زمین از تجمع ذراتی که در ماده ابری اولیه در منطقه زمین وجود داشته‌اند تشکیل شده و جرم‌های موجود در این منطقه نیز تحت تأثیر فشار تشعشعی جذب خورشید شده‌اند. شهرها بھائیکه‌اکنون بر زمین میرازند از منطقه آستر وئیده‌ها و از منطقه ستاره‌های دنباله‌دار یعنی ماوراء سیاردهای سنگین می‌ایند.

نتایجی که از محاسبه عمر مواد معدنی پوسته زمین و تجمع ماده در زمین بدست آمده باهم موافق و هم آهنگی قافع کننده‌ای دارند. با درنظر گرفتن این اطلاعات و نتایج و

براساس نظریه شمیدت تکامل زمین را میتوان بطریق زیر  
خلاصه نمود :

در حدود ۴۰۰۰ میلیون سال قبل ماده‌ای که امروز  
سیارات و زمین مارا تشکیل داده در وضعی قرار داشت که  
مواد رادیواکتیو توانستند در آن بوجود آیند. بعدها طی  
صدها میلیون سال، این ماده پس از عبور از مرحل متعدد  
ناشناخته‌ای، ماده ابری اوایله را که دور خورشید را فرا  
گرفته بود بوجود آوردند که با سرعت نسبتاً زیادی در اجرام  
کوچکی همراه کردند و سپس از اجتماع این اجرام سیارات  
و منجمله زمین ما تشکیل شد.

شکستن اتمهای رادیواکتیو با تولید حرارت همراه  
بود. پیش از اجتماع ذرات و تشکیل سیارات این حرارت  
در فضا هنتری شد. ولی پس از اجتماع آنها در سیارات  
- مثلاً زمین - حرارت در داخل سیاره ذخیره شد و قسمتی از  
ماده درونی چهار هزار میلیون سال قبل شروع به ذوب شدن  
نمود.

مواد سبکتر بتدربیج بطرف سطح بیرونی زمین را نده شدند، و با مرور زمان پوسته زمین را تشکیل دادند. این پوسته از سنگها و مواد معدنی تشکیل شده است. این پوسته هر تبا در حال تغییر است. قسمت خارجی آن با جریانهای آب شسته شده و از طرف دیگر رسوب‌ها روی آن ته نشین شده‌اند. رسوبات شکسته شده، چین خوردگی‌های سطح زمین را بوجود آورده‌اند. با وجود این زمین شناسان مواد معدنی بدست آورده‌اند که از سه هزار میلیون سال قبل بجا مانده‌اند و تغییرات قابل ملاحظه‌ای در آنها بوجود نیامده است. زمین فعلی را باید از نظر مراحل رشد، بالغ و رسیده دانست. چند هزار میلیون سال دیگر هسته آن بتدربیج سرد شده و حرکات در درون و در روی آن تدریجی متوقف خواهد شد.

هنوز بادقت کافی نمیتوان سنجید که حد اکثر عمر زمین چقدر خواهد بود و پس از آنکه بسیارهای خاموش تبدیل شد، چه منظمهای خواهد داشت. در حال حاضر همتدانشمندان

مصروف بکشف حقایقی درباره گذشتاد است. زیرا کشف وضع آینده تا حدود زیادی باین حقایق بستگی دارد.

### نتیجه

وظایف زیادی درباره کشف صریح منشاء منظومه بر جای مانده است.

بعضی از مسائل اصلاح مورد تجربه واقع نشده اند و از بعضی ها سخن بایجاد گفته شده و محتاج تفسیر و توضیح بیشتری هستند. مثلاً چرا جرم ماه که قمر زمین است فقط ۸۲ بار از زمین کمتر است، درحالیکه اقمار دیگر سیارات، هزاران و بلکه میلیونها بار از سیاره خود کوچکترند؟ سطح خارجی ماه چگونه باین شکل درآمده؟ چرا مریخ فاقد کوههای مرتفع است؟

به بسیاری از این سوالات یا جواب داده نشده و یا جواب آنها بسیار مختصر بصورت کای و نظریبی بیان شده است.

تحقیق درباره منشاء اجرام کوچک منظومه شمسی

نظیر ستاره‌های دنباله‌دار، آسترودیدها و شهابه‌ها و کسب اطلاع بیشتر دربارهٔ نحوهٔ تشکیل اقمار و نیز تحقیق دربارهٔ منشاء خورشید و منشاء مادهٔ اولیه درپیش است و مسلم‌آ در آینده، نظریهٔ شمیدت در قسمتهایی که دارای ابهام است روشن و کامل خواهد شد و شاید قسمتهایی از آن را بز تفسیر کند. ولی آنچه مهم است این است که اکنون سیمای روشنی از مراحل مختلف تشکیل سیارات دربرابر ما وجود دارد و راه تحقیق آینده نیز روشن است.

دانشمندان فقط به شناختن منشاء منظوهٔ اکتفا نخواهند کرد بلکه دربارهٔ ستاره‌های ثابت که کشاها و مواد ابری شکل نیز تحقیق ادامه دارد.

مسائل مریوط به نحوهٔ نکامل مادهٔ منتشر و تشکیل اجرام سمایی از آن هنوز پیچیده است. با وجود همهٔ این مسائل حلنهایی از زنجیر «حرکت دائمی ماده در جهان» را تشکیل میدهند. بعضی از این حلقه‌ها شناخته شده‌اند ولی قسمت اعظم آنها هنوز مجھوّل‌اند. منشاء پیدایش

اتم و بخصوص منشاء پیدایش اتم عناصر را دیو اکتیو که مرتباً از بین میروند و بوجود نمیآیند هنوز شناخته نشده در حالیکه دانشمندان سرگرم شناختن گذشتۀ منظومه‌اند، این سؤال را از خود میکنند که هزاران میلیون سال بعد وضع خورشید و سیارات چگونه خواهد بود؟ مواد مشکله آنها چه تغییراتی خواهد کرد؟ و بهجه صورت در حرکت کلی جهان مادی شرکت خواهند کرد؟

در حالیکه هیچیک از این مسائل از نظر دانشمندان دور نیست همگی متفق القولند که همه مسائل را ناگهان نمیتوان حل کردو مسلماً در آینده تحقیقات بیشتری درباره منشاء زمین و سیارات خواهد شد و نتایج کاملتر و بهتری بدست خواهد آمد.

پایان

## کتابهای سیمرغ :

- |                              |                                      |         |
|------------------------------|--------------------------------------|---------|
| ۱ - تاریخ خبابی              | ترجمه، پروین شهریاری                 | ۳۰ ریال |
| ۲ - تقدیم خبر انسیه          | ترجمه، روح الله عباسی                | ۲۵ ،    |
| ۳ - انرژی اتمی               | ترجمه، حسن صفاری                     | ۳۵ ،    |
| ۴ - سرگرمیهای فیزیک          | ترجمه، مهندس احمد تمدن               | ۵۰ ،    |
| ۵ - نیمه هادیها              | ترجمه، صمد خیرخواه                   | ۲۵ ،    |
| ۶ - زندگی در دریا            | ترجمه، مهدی تجلی پور                 | ۳۵ ،    |
| ۷ - تقارن                    | ترجمه، پروین شهریاری                 | ۳۰ ،    |
| ۸ - فن شنا                   | ترجمه، اسماعیل فیاضی مشرف الملک      | ۳۵ ،    |
| ۹ - ماجراهای جاودان در فلسفه | ترجمه، انوشه سارا                    | ۷۰ ،    |
| ۱۰ - سرطان                   | ترجمه، دکتر ایرج رفعانی              | ۳۵ ،    |
| ۱۱ - نسبیت                   | ترجمه احمد آرام                      | ،       |
| ۱۲ - نازیسم                  | ترجمه، محمد مر بوط - محمد باقر مؤمنی | ۲۵ ،    |
| ۱۳ - هندسه در گذشته و حال    | ترجمه، پروین شهریاری                 | ۲۵ ،    |
| ۱۴ - جستجوی طلا              | ترجمه، علیقلی کاتبی                  | ۲۰ ،    |
| ۱۵ - انرژی اتمی              | ترجمه، ابراهیم بهداد                 | ۴۵ ،    |
| ۱۶ - تفریحات ریاضی           | ترجمه، هرمن شهریاری                  | ۳۰ ،    |
| ۱۷ - علم فضا                 | ترجمه، عارف قلی نیا                  | ۶۰ ،    |
| ۱۸ - تمدن‌های آفریقا         | ترجمه، مسعود آشریان و حجت‌الله ستوده | ۴۰ ،    |
| ۱۹ - اعداد اول               | ترجمه، پروین شهریاری                 | ۴۰ ،    |
| ۲۰ - سرودهای دینی یارسان     | ترجمه، ماشاء‌الله سوری               | ۴۰ ،    |

|    |                          |                           |         |
|----|--------------------------|---------------------------|---------|
| ۲۱ | روان تنی                 | ترجمه؛ دکتر مسعود میربهاء | ۶۰ ریال |
| ۲۲ | ایران در جنگ جهانی اول   | ترجمه؛ ع. دخانیاتی        | ۲۵      |
| ۲۳ | زندگی در سیارات دیگر     | ترجمه؛ عباسقلی جلی        | ۳۵      |
| ۲۴ | ابعاد فیزیکی             | تألیف؛ عارف قلی نیا       | ۳۰      |
| ۲۵ | ملثات                    | ترجمه؛ پروین شهریاری      | ۴۰      |
| ۲۶ | هنمایهای پزشکی           | ترجمه؛ صادق سرابی         | ۶۰      |
| ۲۷ | ابرتاون مبشر نهضت تعاونی | ترجمه؛ حسین سالکی         | ۷۰      |
| ۲۸ | الکتر ر                  | ترجمه؛ محسن جاویدان       | ۴۰      |
| ۲۹ | تلاش برای زندگی          | ترجمه؛ مهدی تجلی پور      | ۵۵      |
| ۳۰ | اسرار دریا               | ترجمه؛ هوشنگ قربان نژاد   | ۶۰      |
| ۳۱ | سرگرمیهای ریاضی          | ترجمه؛ پروین شهریاری      | ۵۵      |
| ۳۲ | حاطرات کلنهل کاساکوفسکی  | ترجمه؛ عباسقلی جلی        | ۴۰      |
| ۳۳ | ابومسلم خراسانی          | ترجمه؛ شفیعی کدکنی        | ۳۰      |
| ۳۴ | نظریه نسبیت چیست         | ترجمه؛ حسن نیروئی         | ۲۵      |

## در این کتاب :

کوسمو گونی رشته‌ای از علوم است که در بارهٔ منشاء و نیز تکامل اجرام آسمانی بحث می‌کند و یکی از رشته‌های مهم علوم است. از زمان قدیم بشر ما بیل بوده است بداند که زمین-سیاره‌ای که بر روی آن زندگی می‌کند-چگونه پیدا شده و چه تغییراتی کرده است. جواب این سوال در عین حال از مسائل اساسی زئوفیزیک، زئوشیمی، و زمین شناسی است. بنا بر این دارای اهمیت زیادی است. بدون اینکه ایدهٔ صحیحی از منشاء زمین داشته باشیم نمی‌توانیم در بارهٔ ساختمان طبقات داخلی آن و اتفاقاتی که در درون زمین روی می‌دهد اظهار نظر صحیحی بکنیم. بنا بر این کوسمو گونی از این جهت که در روشن کردن سیمای واقعی جهان مادی نقش اساسی دارد نیز حائز اهمیت است.

زمین یک جرم منفرد نبوده بلکه یکی از سیارات منظومه شمسی هیباشد و هدف دانشمندان از تحقیق کوسمو گونی توضیح در بارهٔ ساختمان اولیه زمین و سیارات و منظومه شمسی است. آکادو میسین اتوشمیدت که یکی از متخصصین و مکتشفین هناظق قطبی بود در این باب نظریهٔ بسیار روشن و جالبی دارد که در این کتاب بیان شده است. در بارهٔ ساختمان داخلی زمین نیز نظریه‌او به تفضیل گفته شده است.