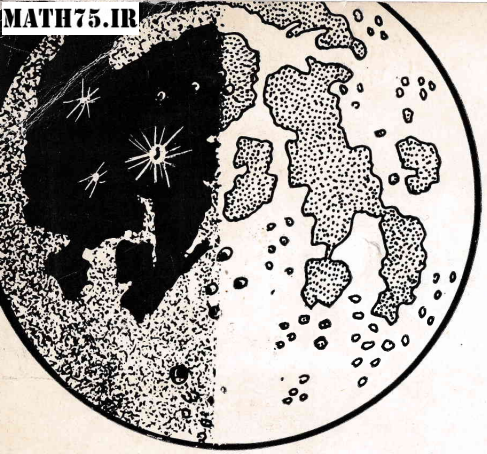
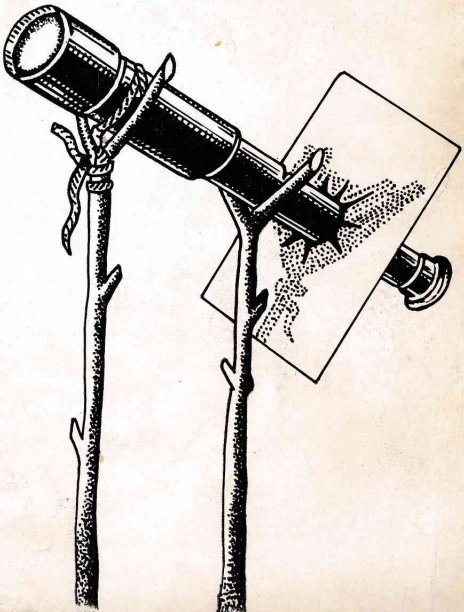
MATH75.IR



آکادمیسین آمبارتسومیان

شناخت منظومهٔ شمسی



ترجمه
دکتر نورالدین فرهیخته

MATH75.IR

شناخت منظومهٔ شمسی

MATH75.IR

MATH75.IR

انتشارات

شناخت منظومهٔ شمسی

آکادمیسین آمبارتسومیان
میرزئیان
ساهاکیان
وسخسویاتسکی
کازوتینسکی

ترجمهٔ
دکتر نورالدین فرهیخته

MATH75.IR

Problèmes de Cosmogonie Contemporaine
Chapitre IV
Cosmogonie du Système Solaire

انتشارات پویش

□ شناخت منظومهٔ شمسی
□ آکادمیسین آمبارتسومیان
□ ترجمهٔ دکتر نورالدین فرهیخته
□ ناشر: انتشارات پویش تلفن ۶۶۴۱۵۸
□ چاپ اول ۱۳۵۴
□ چاپ دوم ۲۵۳۷
□ چاپ رشدیه
□ حق چاپ محفوظ

MATH75.IR

دراین کتاب

صفحهٔ

شناخت منظومهٔ شمسی ۹

منظومهٔ شمسی ۱۳
سیارات ۱۷
اقمار سیارات ۲۱
ستارگان دنباله‌دار ۲۵
شبه سیارات یا سیارکها ۳۱
مادهٔ شهابی ۳۱

مسألهٔ منشأ سیستم سیاره‌ای ۳۹

ماه‌اندیشه‌های کلاسیك را در مورد منظومهٔ شمسی باطل می‌کند ۵۰

عالم‌شناسی اجرام کوچك عضو منظومهٔ شمسی ۵۵

منبع و تغییرات ستارگان دنباله‌دار ۵۶
ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت و تئوری اسارت ۵۹
فرضیهٔ منشأ آتشفشانی ستارگان دنباله‌دار ۶۴
هماهنگی وسازگاری ترکیب شیمیایی وساختمان ستارگان دنباله‌دار
با جو سیارات بزرگ و اقمار آنها ۶۶
ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت متعلق به‌خانوادهٔ مشتری‌که
قبل از اکتشاف نیم تا یك‌ونیم دفعه روی مدارخودگردیده‌اند ۶۸
محصولات فورانی سیستم زحل ۶۸
ساختمان وترکیب شیمیایی سنگهای آسمانی ۶۹
سیل جریانهای شهابهای راجعهٔ کوتاه مدت ۷۰
رویدادهای آتشفشانی روی اجرام سیاره‌ای ۷۱
ستارگان دنباله‌داری‌که روی مدار سهمی (پارابولیك) درحرکت ند ۷۳
تودهٔ ابر ذوذنب‌زای شیاپارلی ـ اورت ۷۸

مسائل مربوط به‌گذشتهٔ سیستم منظومهٔ شمسی وکرهٔ زمین از نقطه نظر فرضیهٔ آتشفشانی ۸۷

نتایجی چند ۹۰
زهره سیاره‌ای است درحال فعالیت آتشفشانی ۹۹
شناخت اجرام کوچك در فضای بین ستارگان ۱۰۲

MATH75.IR

MATH75.IR

پیشگفتار

جزوهٔ حاضر برگردان پارسی چهارمین فصل کتاب مسائل کنونی عالم‌شناسی است. کتاب مـزبور به بررسی عالم از دیدگاه فیزیك نجـومی نوین می‌پردازد، در بخش چهارم کتاب که به شناخت منظومهٔ شمسی اختصاص دارد. پیدایش و تغییرات این منظومه از دیدگاهی مطرح می‌شود کـه هرگز در تئوریهای کلاسیك مورد توجه نبوده است. همین طرزنگرش به‌رویدادها است که از یك‌سو شناخت منظومـهٔ شمسی را به‌شناخت عالم پیوند می‌دهد و از سوی دیگر به آن دینامیسمی می‌بخشد که هرگزدرفرضیات پیشین منشأ منظومهٔشمسی ملاحظه نمی‌شود.

درهمین بخش ازکتاب، فرضیه‌های کلاسیك منشأ منظومهٔ شمسی مورد تجزیه وتحلیل علمی قرار می‌گیرند، نقاط ضعف وهسته‌های واقعیت موجود در هریك برملا می‌شود وسرانجام دکترینی تازه دراین زمینه ارائه می‌گردد.

گرچه کتاب پیرامون مسائلی تخصصی تألیف گردیده ولی شیوهٔ بیان مطلب چنان است که هرخواننده ازآن استفاده خواهدکرد ودر برگردان پارسی فصل چهارم آن نیزبرای این سئوال خـود که منظومهٔ سیاره‌ای، از کجا آمده و تحت چه نظاماتی تغییر می‌کند پاسخی علمی خواهد یافت.

کتاب مسائل کنونی عالم‌شناسی توسط گروهـی از دانشمندان اتحاد شوروی زیر نظر و با هدایت آمبارتسومیان یکی‌ازسرشناس‌ترین آستروفیزیسینهای جهان وعضوفرهنگستان علوم چندکشور اروپا وامریکا تألیف گردیده است.

دکتر نورالدین فرهیخته

MATH75.IR

تقدیم به استاد ارجمندم،
دکتر سید محمد بهشتی
به پاس خصلتهای انسانیش

دکتر نورالدین فرهیخته

MATH75.IR

شناخت منظومهٔ شمسی

تلاش برای یافتن منشأ منظومهٔ شمسی و تفسیر چگونگی تکوین خورشید و سیارات سابقه‌ای بس کهن دارد اما از قرن هفدهم ـ هجدهم به‌بعد قضیه به‌صورت علمی مطرح شد. بنابراعتقاد دکارت [۱۶۴۴] وکانت [۱۷۵۵] ولاپلاس [۱۷۹۶] همهٔ اجزای منظومهٔ شمسی همزمان از تودهٔ گرد وگازی پدید آمده‌اند و این زایش و پیدایش منحصراً کیفیتی مکانیکی‌داشته است. درسال ۱۸۴۵ بوفون بانی این اندیشه شدکه منظومهٔ شمسی محصول سانحه‌ای شگرف وفاجعه‌ای عظیم است.

درهمهٔ این‌فرضیات مختصات اصلی وکلاسیك سیستم خورشیدی طرف توجه قرار می‌گرفت و هریك از این تئوریها به‌شکلی بیان کنندهٔ صفات عمومی و آشنای این اجرام سماوی چون ابعاد مشخصات مداری رابطهٔ جرم‌سیاره وستارهٔ مرکزی وغیره هستند. درقرن نوزده وبیست برای اجرام منظومهٔ خورشیدی، صفات ومختصاتی کشف شد که کانت ولاپلاس ازآنها بی‌خبر بودند به‌این ترتیب فرضیات عالم شناسی یاد شده دربرابر روشهای مدرن ستاره شناسی جز مدلهای نظری نمی‌توانستندی‌بود زیرا بادانش‌فیزیك آن روزگار می‌بایدکلیهٔ مسائل عالم شناسی ازجمله شناخت منظومهٔ شمسی فقط با مکانیك کلاسیك تبین وتقویم شوند.

فرضیات عالم شناسی متکی برمکانیك نیوتونی‌نقش عظیمی درپیشبرد علوم طبیعی ایفاکرده است. حتی در اواخرقرن هجدهم واوایل قرن نوزدهم نیز عالم شناسی نمی‌توانست از جلد مکانیك کلاسیك خارج گردد لذا هرآنچه‌که به‌منظومهٔ خورشیدی نیز مربوط می‌شد دراین قالب می‌گنجید. پس بی‌جهت نیست که نظریات کانت و لاپلاس در سراسر قرن نوزدهم بلامعارض ویکه تاز میدان بودند.

چند نسل پی درپی ازدانشمندان که عالم شناسی‌را با روش کلاسیك مطالعه می‌کردند کوشیدند براین پیکرکهن لباسی نوبپوشانند یاباابیانی تازه همان محتوای دیرین را بازگوکنند.

MATH75.IR

اس اساس و جوهر کلام بسیاری از تئوریهای کلاسیك در مورد منظومهٔ شمسی «سحابی اولیه» است که بدون مفهومی دقیق و روشن و تجزیه‌تحلیل منطقی، به‌عنوان اصل برگزیده شده. بنابراین نظریات منظومهٔ سیاره‌ای، از سه‌چهارملیارد سال به‌این طرف کم وبیش دارای همین‌مختصات امروزی بوده است.

دریکصدوپنجاه سالی‌که ازروزگارلاپلاس می‌گذرد عالم شناسی‌عمیقاً تغییر چهره داده است؛ خورشید وسایر عناصر منظومهٔ شمسی مکان حقیقی خویش را درمیان سایر ستارگان کهکشان باز یافته‌اند، مسیرتغییر وتحول خورشیدهابازشناخته شده، مقادیرواوزان‌حقیقی‌عناصرمنظومهٔشمسی به‌دست آمده‌اند،نقش حیرت انگیزذرات‌واجزای اتم‌کشف‌گردیده، مختصات فیزیکی خورشید روشن شده وبالاخره روند پدیده‌هایی که درمنظومهٔ شمسی اتفاق می‌افتند هرروز بیش از روز پیش پرده ازچهره برمی‌دارد ... اما علیرغم ستاره شناسی نوین سیاره شناسی امروزی‌هنوزاساساً برمکانیك‌کلاسیك متکی است ودرقالب روابط نیوتونی سیارگان‌را ملاحظه می‌کند. اما باید اذعان کردکه دانشهای نوین، در مورد سیستم خورشیدی بانحوهٔ مطالعاتی که از طریق مکانیك کلاسیك پیرامون این مسأله صورت می‌گیرد باتضاد وتناقض روبرو می‌شود و روزی نیست که تئوری جدیدی بـه فرضیات پیشین علاوه نگردد. درسالهای اخیرمشتی فرضیه پیرامون نقش‌نیروهای الکترو-مغناطیسی درتشکیل منظومهٔ خورشیدی ارائه‌گردیده ونیزکوششهایی‌جهت تحلیل فیزیکو ـ شیمیك سیارات و اجرام کوچك سیستم خورشیدی به‌عمل آمده است ازجملهٔ اینها باید به‌نتایج اجتماع بیست وسوم وبیست وچهارم ژانویهٔ ۱۹۶۲ درانستیتوتحقیقات‌فضای بین‌سیارات [*Nasa* مرکز پروازهای کیهانی[1]] درایالات متحده اشاره‌کرد، اما چنانکه بعد ملاحظه خواهیم کرد این فرضیات نیز مبین علت تکوین و تغییر سیستم خورشیدی نیستند.

تحرکی [دینامیسم] که درتمام فنومنهای‌کیهانی‌دیده می‌شود بازتاب جوهر دیالکتیکی روند تکاملی است که ازنیروهای درونی هرچیزموردنظر ناشی می‌شود.

از نقطه‌نظر دیالکتیکی تمام عوامل عالمی‌که ما را در احاطه دارند تاریخچهٔ تبدلات پیشین خود را منعکس می‌سازد.

برای نیل به‌درك «حالت نخستین» سیستم خورشیدی می‌بایست قبل

1. Goddard

MATH75.IR

از هرچیز روندهایی را شناخته و مشخص گردانیم که این منظومه درتمام مدت موجودیت خـود برطبق آنها تغییر کرده است. سرخط اصلی روند تکامل‌سیستم سیاره‌ای چنانکه بعداً خواهیم دید تکوین فورانی‌عناصر کوچك منظومهٔ شمسی‌است. مطالعهٔ اجرام کوچك‌موجود درمنظومهٔ‌شمسی به‌مقیاس بزرگی کلید شناخت‌گذشته وتاریخ آن به‌شمار می‌رود. با وجود این‌طبع و نفس مادهٔ موجود درسیارات به‌کمك شناخت ماهیت وکیفیت تشکیل‌ستارگان روشن خواهد شد.

MATH75.IR

MATH75.IR

منظومهٔ شمسی

منظومهٔ شمسی بخشی از فضا را به‌قطر یکصد و پنجاه تا دویست هزار $U.A$ اشغال کرده است [یك UA برابرشعاع مدار زمین به‌دور خورشید یعنی‌یکصدوپنجاه میلیون کیلومتر است واز UA برای سنجش فواصل‌اجرام آسمانی استفاده می‌شود] و حجم آن درحدود ۱۰۴۰ متر مکعب است این پهنهٔ وسیع‌جولانگاه سنگهای آسمانی وستارگان دنباله‌دارنیز هست. قریب یك میلیاردیم کل مادهٔموجود درمنظومهٔ شمسی در نزدیك خورشید تقریباًدر سطحی‌واحد سیارات‌رابه‌وجود می‌آوردکه به‌گردهستهٔ مرکزی درگردش‌اند. ما نیزدرموقع خود به‌این نکته توجه خواهیم‌کرد چه درکیهان شناسی سنتی معمولاً به‌همین بخش از منظومهٔ شمسی توجه می‌شود که توسط سیارات اشغال شده و بخش اعظم آن‌را که در ورای سیستم سیاره‌ای است از یاد می‌برنددرحالی‌که حدحقیقی منظومهٔ شمسی «کرهٔ عمل»است یعنی‌کره‌ای‌که جاذبهٔ خورشید می‌تواند نفوذ کند و احیاناً در آن خورشید های همسایهٔ منظومهٔ ما نیز قرار می‌گیرند.

شعاع خورشید ۶۹۵۰۰۰ کیلومتر (۱۰۹ برابر شعاع زمین) است، جرم‌آن برابر ۲×۱۰^{۲۳} گرم است که هفتصدوپنجاه بار بیش ازمجموع‌جرم سیارات و ۳۲۸۰۰۰ بار بیش از جرم زمین است.

خورشیدما درمیان میلیاردها خورشید موجود درکهکشان راه شیری ستارهٔ متوسطی است. نورانیت مطلق آن $M = +۴/۸$ [۱] است وحال آنکه

۱. نورانیت یا مانی‌تیود [Magnitude] مفسر درخشش ستاره‌ها است، نورانیت انواع بسیار دارد: نورانیت مطلق عددی است نشان دهندهٔ درخشش ستاره‌ای از فاصله‌ای استاندارد که معمولاً ده پارسك را در نظر می‌گیرند [هر پارسك Parsec برابر ۲۶ / ۳ سال نوری است].

نورانیت ظاهری عددی است که درخشندگی ستاره‌را در وضع عادی بدون حذف اثر گیرندهٔ‌نور توسط مادهٔ موجود درکیهان نشان می‌دهد.

نورانیت بولومتریك [Bolometrique] عددی‌است نشان دهندهٔ نورانیت‌مطلق یا نورانیت ظاهری روی‌کاغذ عکاسی معمولی (کاغذ اورتوکروماتیك).

←

MATH75.IR

خورشیدهای غول آسایی نیز می‌شناسیم که نورانیت مطلق آنها $M = -۷$ است و کوتوله‌های سفیدی هم داریم که نورانیت مطلق آنها $M = +۱۹$ است. حرارت سطح مرئی خورشید که اصطلاحاً فوتوسفر هم خوانده می‌شود اندکی کمتر از شش‌هزار درجه است. بنابراین درطبقه‌بندی اسپکترال به گروه $G_۲$

←

نورانیت چشمی نوری، عددی است که نشان دهندهٔ نورانیت مطلق یا نورانیت ظاهری روی کاغذ عکاسی است که فقط به یك رنگ حساس است (ایزوکروماتیك) ومیزان حساسیت این کاغذ برابر حساسیت چشم به‌آن رنگ است.

نورانیت رادیومتریك عددی‌است نشان دهندهٔ نورانیت مطلق یا ظاهری برروی کاغذ عکاسی‌فوق‌العاده حساس که حتی ازاشعهٔ حرارتی مادون قرمز نیزمتأثرمی‌گردد. البته به‌شرطی‌که اثر تصحیحی روی این طیف به عمل نیامده باشد یعنی مقداری از نور ستاره که توسط جو زمین جذب می‌شود توسط آئینهٔ منعکس کننده جبران نشده باشد.

نورانیت دیدی، عددی است نشان دهندهٔ درخشش ظاهری یا مطلق که توسط چشم مسلح به فتومتر به دست می‌آید.

امروزه از انواع نورانیتهای هرستاره به جای مفهوم نارسا وناقص قدیمی کوچکی یا بزرگی ستاره استفاده می‌شود یعنی برای بیان کیفیت ستاره انواع نورانیتهای یاد شده مورداستفاده قرار می‌گیرند و به این ترتیب مقام حقیقی آن به دست می‌آید. البته برای مقایسهٔ نورانیتهای ستارگان با یکدیگر بایستی مبنایی داشت ودرجه‌ولی از صفر به‌پایین درجات متفاوتی قائل شد.

از روزگار هیپارك [Hipparque] معمول است که ستارگان آسمان‌را برحسب درخشش به‌شش گروه تقسیم کنند وپرنورترین آنهارا گروه یك وکم نورترین ستاره‌ای را که با چشم قابل تشخیص است گروه شش بنامند. اما Fechner با بکار بستن تمهیدات ریاضی بین نورانیت ودرخشش ستارگان روابطی یافت که امروزه درستاره شناسی به صورت قانون درآمده‌اند. اگر e و é درخشش دوستاره با نورانیت m و m′ باشند بین آنها این رابطه وجود دارد، که معادلهٔ Pogson نام دارد.

$$\frac{e}{e'} = K\,(m' - m)$$

دراین معادله $K = ۲/۵۱۲$ است. فرمول مزبور درنجوم نقش مهمی ایفا می‌کند. با دخالت دادن لگاریتم فرمول فوق‌را به اینصورت می‌توان نوشت:

$$m' - m = \frac{۱}{\log k}\,(\log e - \log é) = ۲/۵(\log é - \log e)$$

یکی از کاربردهای مهم این معادله یافتن نورانیت مطلق [M] هرستاره‌ای است که نورانیت ظاهری آن m باشد:

$$M - m = ۲/۵ \log \frac{D_۰^۲}{D^۲} = ۵\,(\log D_۰ - \log D)$$

$D_۰$ در این معادله عبارت است از فاصلهٔ استاندارد مربوط به نورانیت مطلق M و D عبارت است از فاصلهٔ حقیقی مربوط به‌نورانیت ظاهری m. اگر $D = 10$ باشد $M = m + ۵ - ۵ \log D$. براساس‌این‌رابطه است که کلیهٔ فرضیات مدرن دربارهٔ نجوم تخمین و تقویم می‌شوند. m همیشه قابل اندازه‌گیری است. ازطریق مقایسه اسپکترال باستارگان دیگری که ازپیش فاصله یعنی D معادلهٔ آنها و M و m آنهارا می‌دانیم به‌آسانی‌می‌توان M و m هرستارهٔ دیگری‌را یافت. برای تعیین صفر جدول مقایسه روال سنتی براین است که نورانیت متوسط تعداد بسیاری ازستارگان‌کم نورجدول Argelander (حاوی مشخصات

←

MATH75.IR

تعلق دارد که درسری طبقه‌بندی *O. B. A. E. G. K. M* (نوعی طبقه‌بندی‌ستارگان برحسب حرارت‌سطحی وشکل طیف) ستارهٔ متوسطی به‌شمار می‌رود.

ترکیب‌شیمیایی‌خورشید همانندستارگان‌دیگراست واساساً ازهیدروژن و هلیوم ساخته شده. ۹۵٪ اتمها و هسته‌های اتمی موجود در خورشید هیدروژن است درحالی‌که ۵۵٪ تا ۷۰٪ وزن آن‌را هیدروژن می‌سازد ۲۹٪ تا ۴۴٪ وزن خورشید متعلق به‌هلیوم وفقط ۱٪ از وزن آن به‌سایر عناصر موجود درعالم اختصاص دارد درطیف جذبی خورشید وجود ۶۷ تا ۹۲ عنصر ازعناصرجدول مندلیف به‌اثبات رسیده است. وجود سایرعناصرمحقق نشده و علت آن یا در نحوهٔ تشعشعی آنها یا درقلت فوق‌العادهٔ آنها نهفته است.

خورشید ستاره‌ای است متغیر چه لکه‌های سطح آن که توفانهای الکترومغناطیسی هستند یا زبانه‌های خورشیدی و سایر پدیده‌های آن چند صباح هستند سپس ناپدید می‌گردند و پس ازمدتی دوباره متجلی می‌شوند.

دورهٔ یازده‌سالهٔ فعالیت خورشیدی برزمین وسایر سیارات ونیزفضای بین سیارات اثرمی‌گذارد. فلوی ذره‌ای به‌شکل پلاسما مرکب ازالکترونها وپروتونها ازسطح خورشید فوران می‌کند، هنگام‌کسوف خورشید می‌توان فلوی مزبوررا که تاج خورشیدرا احاطه کرده است به‌چشم دید. این سیل خروشان پلاسما به‌صورت زبانه‌هایی‌که چندین صد میلیون کیلومتر طول دارند درفضای بین سیارات شرایط خاصی پدید می‌آورند، عمر این فورانها گاهی برابرباچند بارگردش خورشید به‌دور خویشتن است وخورشید هنگام

←

۳۲۴۰۰۰ ستاره چاپ ۱۸۵۹ تا ۱۸۶۲) را به‌دست بیاورند نورانیت متوسط مزبور برابر ۷ است البته دراین جدول ستارگان بسیار پرنوری نیزهست که نورانیت آنها حتی کوچکتر از واحد است مثلاً ستارهٔ وگا ۰/۱۲+ و شعرای یمانی ۱/۵۸−

ستاره شناسان برای‌کار روزمره لیستی ازستارگان‌را جهت مقایسه دراختیار دارند، دراین لیست‌نورانیت ظاهری یا m ستاره‌ای برابر صفر فرض می‌شود که درشب بسیارآرام وهوای ساکت وقتی‌این‌ستاره‌درنزدیك سمت‌الرأس قرار می‌گیرد بادرخشش $۲/۱\times۱۰^{-۶}$ لوکس دیده شود [لوکس واحد نورانیت و برابر روشنایی سطحی به‌وسعت یك متر مربع است‌که‌کاملاً صاف ویکنواخت باشد وبافلوی نورانی برابر یك لومن روشن شود]. استفاده از انواع نورانیت هرستاره نه‌تنها مانع ومشکلی برسر راه ستاره شناس به وجود نمی‌آورد بلکه از تلفیق روشهای مختلف بررسی نورانیت نتایج درخشانی درعلم نجوم حاصل می‌گردد - مترجم.

MATH75.IR

گردش به‌دور خود سیل پلاسمارا نیز می‌گرداند به‌این ترتیب به‌رای العین شاهد انتقال انرژی حرکتی خورشید به‌تشعشع ذره‌ای آن هستیم. تشعشع فوتونی و ذره‌ای خورشید حاصل روندهایی است که در اعماق این ستاره صورت می‌گیرند قدرت تشعشعی مزبور ۴×۱۰^{۲۳} کیلووات/ ثانیه یا ۴×۱۰^{۳۳} ارگ/ ثانیه است.

بسیاری از ستاره‌شناسان پذیرفته‌اند که منبع مولد انرژی خورشید فعل وانفعالات هسته‌ای درون آن است یعنی واکنش پروتون به‌پروتون[۱] [هستهٔ هیدروژن ازیك پروتون تشکیل می‌شود- مترجم.]

هستهٔ هیدروژن + هستهٔ هیدروژن ← هستهٔ دوتریوم + پوزیترون + انرژی

$$_۱H^۱ + {}_۱H^۱ \rightarrow {}_۱D^۲ + e^+ + \nu$$

هستهٔ دوتریوم + هستهٔ هیدروژن ← هستهٔ هلیوم ایزوتوپ + اشعهٔ گاما

$$_۱D^۲ + {}_۱H^۱ \rightarrow {}_۲He^۳ + \gamma$$

هستهٔ هلیوم ایزوتوپ + هستهٔ هلیوم ایزوتوپ ← هستهٔ هلیوم ایزوتوپ نوع دیگر + هستهٔ هیدروژن

$$_۲He^۳ + {}_۲He^۳ \rightarrow {}_۲He^۴ + {}_۲H^۱$$

بنابراین ازآمیزش چهارپروتون یاهستهٔ هیدروژن هستهٔ هلیوم ومقداری انرژی به‌دست می‌آید. مقدارانرژی مزبور ۴×۱۰^{-۵} ارگ است [یك گرم هیدروژن ۵×۱۰^{۱۸} ارگ انرژی می‌دهد].

بنابراین خورشید فعلی آنقدرها به خورشید نخستین شبیه نیست چه احتمالاً انرژی چرخشی بیشتر وحجم بزرگتری می‌داشته. در وضع موجود فقط فقدان جرم خورشید از طریق تشعشع نورانی درهرثانیه ۴×۱۰^{۶} تن است، فقدان جرم‌ازطریق تشعشع‌ذره‌ای درهنگام اوج فعالیتهای خورشیدی نیز کم وبیش همین مقدار است.

خورشید را کرموسفروتاجی ضخیم احاطه‌کرده [تاج خورشید عبارت

۱. اگر یك پروتون که هستهٔ هیدروژن است بایك پروتون دیگر ادغام شود یك هستهٔ ایزوتوپ هیدروژن به‌دست می‌آیدکه دوتریوم نامیده می‌شود و مقداری انرژی‌آزاد می‌گردد ویك پوزیترون خلق می‌شود. این درخط اول واکنشها اتفاق می‌افتدآنگاه یك دوتریوم با یك پروتون ادغام می‌شود ایزوتوپ‌هلیوم یعنی $He^۳$ زاده‌می‌شود، بامقدارزیادی‌انرژی، دراین ایزوتوپ‌ئیدروژن دوپروتون‌ویك نوترون‌هست.درمرحلهٔ‌سوم‌دوهسته‌یعنی $He^۳$ ترکیب‌می‌شودیعنی یك‌ایزوتوپ هلیوم‌که دوپروتون‌ویك نوترون‌دارد بایك‌هسته ایزوتوپ‌مانندخود می‌آمیزد در نتیجه‌یك ایزوتوپ هلیوم‌جدید یعنی $He^۴$ که درهسته دوپروتون ودونوترون دارد پدید می‌آید ودوپروتون یا هستهٔ هیدروژن آزاد می‌گردد. سومین مرحله مهمترین مرحلهٔ این فعل وانفعالات است یعنی از آمیزش چهارپروتون یك هستهٔ هلیوم ساخته شده ومقداری انرژی‌رها شده است - مترجم.

MATH75.IR

است ازسیستمی‌ازفلوی ذرات]درکرموسفرتحتانی تراکم‌مادی۸-۱۰ گرم/cm^3 وحرارت ۴۵۰۰ درجه سانتیگراد است حد فوقانی کرموسفر یعنی‌در ارتفاع چهارده‌هزار کیلومتری تراکم ماده به ۱۵-۱۰ گرم / cm^3 نزول می‌کند ولی حرارت تاصدهاهزار درجه افزوده می‌گردد. تدریجاً کرموسفر به‌تاج خورشیدی بدل می‌شود که درآنجا هیدروژن وسایرعناصر به‌صورت یونیزه است و درآنجا تشعشعات فتوسفریك خورشیدی روی الکترونهای آزاد پخش‌می‌شود. درقسمت‌مرئی‌تاج تراکم‌ماده‌بین ۱۶-۱۰ تا ۱۹-۱۰ گرم/ سانتیمترمکعب‌است وحرارت بین یك میلیون تاسه میلیون درجهٔ سانتیگراد است. درمنطقهٔ کرموسفر وتاج خورشیدی اغلب بثورات متعددی ظاهر می‌شودکه در زمانی‌کوتاه انرژی‌ای برابر ۱۰۲۹ ارگ رها می‌سازد.

خورشید به‌دور خود درگردش است ولی این گردش به‌سان گردش جسم جامدی نیست‌بلکه سرعت زاویه‌ای درمناطق‌مختلف‌آن متفاوت است، مثلاً چرخش‌به‌دور خود درناحیهٔ استوا در ۲۵/۴ روز ودرناحیهٔ قطبین طی سی‌روز اتفاق می‌افتد. سطح استوای خورشید نسبت به‌سطح متوسط مدار سیارات هفت درجه و پانزده ثانیه [۷°و۱۵′] انحراف دارد این زاویه میل یا انحراف یااختلاف هرچه نامیده شود ازنقطه نظر فرضیات مربوط به‌منشأ منظومهٔ شمسی حائز اهمیت بسیار است ولی متأسفانه دراکثر نظریات وتئوریهای موجود طرف توجه قرار نگرفته است.

سیارات که در مدارهایی کمربندی دروسط منظومهٔ شمسی به‌دور خورشید می‌گردند به‌دودستهٔ‌مهم تقسیم می‌شوند،سیارات صخره‌ای‌وسیارات غول پیکر.

سیارات

سیارات نزدیك به‌خورشید یعنی عطارد وزهره و زمین ومریخ ابعادی نسبتاً کوچك دارند شعاع آنها سه تا شش‌هزار کیلومتر است (قطر متوسط ۶ تا ۱۲ هزارکیلومتر) تمام آنها پوششی جامد ازمواد معدنی دارند ووزن مخصوصشان بین ۴ تا ۶ گرم است.

شعاع متوسط زمین ۶۳۷۱ کیلومتر است.

مختصات مداری و مشخصات فیزیکی سیارات صخره‌ای

نام سیاره	فاصله از خورشید		مدت گردش به‌دور خورشید برحسب سال	سرعت متوسط مداری برحسب کیلومتر بر ثانیه	میزان خروج از مرکز	زاویه میل‌مدار	شعاع استوایی سیاره اگر شعاع زمین واحد فرض شود	وزن مخصوص متوسط برحسب گرم برسانتیمتر مکعب
	برحسب UA	برحسب شعاع خورشید						
عطارد	۰/۳۹	۸۳	۰/۲۴	۴۷/۹	۰/۲۰۶	۷°/۰	۰/۳۸	۵/۶ تا ۶/۱
زهره	۰/۷۲	۱۵۶	۰/۶۲	۳۵/۰	۰/۰۰۷	۳°/۴	۰/۹۵	۵/۳
زمین	۱/۰۰	۲۱۴	۱/۰۰	۲۹/۸	۰/۰۱۷	—	۱/۰۰	۵/۵۲
مریخ	۱/۵۲	۳۲۷	۱/۸۸	۲۴/۱	۰/۰۹۳	۱°/۹	۰/۵۳	۳/۹

نام سیاره	جرم برحسب گرم	سرعت دوم کیهانی یا سرعتی که هرجسم برای رها شدن از میدان جاذبه به آن نیاز دارد	دورهٔ گردش سیاره به‌دور محورخود برحسب روز	ترکیب شیمیایی جو سیاره	زاویهٔ میل سطح استوار با سطح مدار	تعداد اقمار
عطارد	$۳/۳\times۱۰^{۲۶}$	۴/۳	۵۸/۷	Co_2?	0°?	—
زهره	$۴/۹\times۲۰^{۲۷}$	۱۰/۴	۲۴۳ رو به‌عقب	H_2O , Co_2 , O_2	۲۷°?	—
زمین	$۶/۱\times۱۰^{۲۷}$	۱۱/۲	۱/۰۰	H_2O , N_2 , O_2 , Ar, Co_2	۲۳°/۵	یك قمر بعلاوه حلقه‌ای ابری شکل ازگرد و غبار
مریخ	$۶/۵\times۱۰^{۲۶}$	۵/۰	۱/۰۳	H_2O , Co_2 , Ar	۲۵°/۲	دو قمر

MATH75.IR

MATH75.IR

باید تأکید خاص کرد که زاویهٔ میل مدار سیارات نسبت به‌سطح استوای خورشیدومیزان خروج‌ازمرکزمدار سیارات هیچیك بافرضیهٔ پیدایش سیارات از توده‌ای مادی‌که فرضاًدرپیرامون خورشید بوده‌است قابل تفسیر نیست. به‌دنبال تحولات و تغییرات مکانیکی مفروض وبروز پدیده‌هایی مثل فنومن «اختلاط» بایستی به‌مشخصات حرکتی و مشخصات فیزیکی متوسطی نایل شد.

دومورد بسیار مهم‌را باید همیشه درمد نظر داشت یکی اینکه سطح مدار سیارات تا میزان قابل توجهی ازسطح استوای خورشید به‌دور است مگر مدار عطارد که تقریباً منطبق براستوای خورشید است دیگر اینکه سرعت و نحوهٔ گردش سیارات به‌دور محور خود چنان نیستندکه با اعمال نیروی مد خورشید تفسیر شوند.

ازخصائل بسیار قابل توجه سیارات صخره‌ای یکی چگونگی جوآنها باتوجه‌به همجواری ودیگری وزن مخصوص متوسط‌آنهاست، چنانکه‌تراکم جو عطارد بسیار اندك است ولی جو زهره بسیارمتراکم بوده ازگازکربنیك به‌وجود آمده، اتمسفر زمین ازاکسیژن و ازت تشکیل شده وجو مریخ نیز بسیار رقیق است. این‌پدیده نشان دهندهٔ این واقعیت است‌که تغییرات سطح این‌کرات حاصل نیروهای طبیعی درونی آنهاست نه‌عوامل خارجی.

ازطریق تحقیق پیرامون مواد رادیو اکتیوشواهدی دقیق برای تعیین عمر زمین دردست داریم.

مواد رادیواکتیوکه درجریان تجزیهٔ خود به‌خود به‌عناصردیگرتبدیل می‌شوند نشان دهندهٔ فاصلهٔ زمانی‌ای هستندکه ازروزگارگرم وسخت بودن مواد زمین سپری شده ودرطی این مدت:

اورانیوم دویست وسی‌هشت به‌سرب دویست وشش	$U_{۲۳۸} \rightarrow Pb_{۲۰۶}$
اورانیوم دویست‌وسی‌پنج به‌سرب دویست‌وهفت	$U_{۲۳۵} \rightarrow Pb_{۲۰۷}$
توریوم دویست وسی‌ودو به‌سرب دویست‌وهشت	$Th_{۲۳۲} \rightarrow Pb_{۲۰۸}$
روبیدیم هشتادوهفت به‌استرنسیوم هشتادوهفت	$Rb_{۸۷} \rightarrow Sr_{۸۷}$
پتاسیم چهل به‌آراگون چهل	$K_{۴۰} \rightarrow Ar_{۴۰}$

مبدل گردیده‌اند. نسبت عناصر ثانویه و اولیه شاخص زمانی است‌که ماده از مرحلهٔ مایع تا مرحلهٔ جامد پشت سرگذارده. برحسب محاسبهٔ مقدار موادی‌که منشأیی غیر از رادیواکتیویته دارند از عصر سخت شدن پوستهٔ این‌سیاره ۴/۶ میلیارد سال می‌گذرد. نتایج‌حاصله ازمحاسبات ریاضی

MATH75.IR

فرضیه‌ای که برحسب آن کرهٔ ماه دراثر نیروی مد از زمین جدا شده وتدریجاً ازکرهٔ مادردورگردیده نیزهمین رقم۴/۶میلیارد سال‌است ونکتهٔ جالب دیگر ازمحاسبهٔ مقدار نمك محلول درآب اقیانوسها به‌دست می‌آید ومی‌دانیم که در اثر حرکت گردآبی آب اقیانوسها میزان نمك محلول روبه‌افزایش است ومحاسبات نشان می‌دهندکه ۴/۶ میلیاردسال وقت‌لازم بوده تاشوری آبهای زمین به‌حد کنونی برسد. نکتهٔ مهم دیگر درارزیابی و تقـویم سن سنگهای آسمانی نهفته است که از تجزیهٔ بعضی سیارات حاصل شده‌اند. عمر آنها نیز کم وبیش معادل عمر زمین است.

ما بین منطقهٔ سیارات صخره‌ای وسیارات غول‌پیکر منطقهٔ وسیعی به شعاع $r = ۲/۸\ UA$ وجوددارد‌که برحسب قانون تیتوس‌ـباد[1] می‌بایست درآن سیارهٔ دیگری به‌دور خورشید بگردد. درقانون تیتوس ـ باد r از این رابطه بـه دست می‌آید $r = ۰/۴ + ۰/۳ \times ۲^n$ مقدار n بـرای سیارات صخره‌ای چنین است؛ برای عطارد $n = -\infty$، برای زهره $n = o$، برای زمین $n = ۱$ ، برای مریخ $n = ۲$ فواصل مربوطه برای سیارات صخره‌ای به‌ترتیب ازنزدیکترین‌آنها به‌خورشید چنین‌است؛ ۰/۴ ، ۰/۷ ، ۱ ، ۱/۶ (فاصله برحسب UA است) که تقریباً منطبق با محل سیارات مزبور هستند اگر $n = ۳$ باشد $r = ۲/۸\ UA$ خواهد شد و این درست وسط منطقهٔ کمربندی شبه سیارات است که البته در آن منطقه هیچ سیارهٔ حقیقی وجود ندارد بلکه مشتی‌سنگهای آسمانی‌کوچك و بزرگ روی مدار معینی به‌دور خورشید درگردش‌اند. مشاهدهٔ وضع‌موجود دراوایل‌قرن نوزدهم اولبرس[2] را به‌طرح این نظریه برانگیخت که روزگاری در مدار یاد شده سیاره‌ای حقیقی به‌دور خورشید درگردش بوده که به‌علتی درهم شکسته وخرد شده است وازآن هزاران وملیونها شبه سیاره [سنگهای کوچك وبزرگ آسمانی] پدید آمده‌اند، هم‌اکنون نیز این فرضیه طرفداران عالیقدری چون اورلف[3] پوتیلین[4] و فسنکف[5] و اورت[6] و دیگران دارد. به‌علاوه به‌اعتقاد بسیاری ازستاره‌شناسان انفجاری چنان شگرف که‌آن‌راسانحهٔ‌فائتون[7] نامیده‌اند نه‌تنها مـوجد هـزاران شبه سیاره است بلکه می‌تواند مولد ستارگان دنباله دار

1. Titus - Bode 2. Olbers 3. S. Orlov 4. I. Poutiline
5. V. Fessenkov 6. J. Oort

۷. Phaéton: درافسانهٔ خدایان یونان فائتون پسر هلیوس ربالنوع خورشید است که روزی به‌عرابهٔ چهار اسبهٔ پـدر سوار می‌شود چـون قادر به‌کنترل اسبها نیست عـرابه در نزدیك «زمین» واژگون می‌گردد به‌خاطراین‌حادثه زئوس‌خدای خدایان اورا تنبیه می‌کندـمترجم.

MATH75.IR

بسیاری گردد.

طبق قانون تیتوس ـ باد وقتی $n=۴$ است $r=۵/۲$ خواهد شد واین عددی است که درست بامحل متوسط استقرار مشتری منطبق است (معدل دورترین ونزدیکترین فاصلهٔ این سیاره ازخورشید) نتایجی که ازبررسی مدار زحل واورانوس بهدست می‌آید نیز باقانون تیتوس ـ باد همسازی دارد اما مقادیری که از این فرمول برای فواصل نپتون وپلوتون بهدست می‌آید با واقعیت تفاوت بسیار دارد. خصائل فیزیکی و مشخصات مداری سیارات خارجی که چهارتا از آنهارا سیارات غول پیکرمی‌نامیم درتابلو شمارهٔ دو منعکس است.

خصایص مهم سیارات غول‌پیکر چنین است: جرم این سیارات دهها بلکه هزاران باربیشترازجرم‌سیارات صخره‌ای است. وزن مخصوص متوسط آنها اندك است (۲/۵ تا۸ بارکمتراز وزن مخصوص متوسط زمین). سرعت گردش آنها بهدور محور خود بسیار زیاد است (برای سیارات صخره‌ای به‌ترتیب $Cm^۲g/s$ ۱/۵ × ۱۰۴۹ ، ۶ × ۱۰۴۰ ، ۵ × ۱۰۳۹ ، ۶ × ۱۰۳۶ برای زحل $Cm^۲g/s$ ۶/۸ × ۱۰۴۵ وبرای مشتری $Cm^۲g/s$ ۳/۲ × ۱۰۴۵ است).

ترکیب شیمیایی‌خود سیارات غول پیکر وجوآنها باسیارت صخره‌ای فرق بسیار دارد وهمین مسأله درسیارات غول پیکر یکی با دیگری تفاوت می‌کند. وزن مخصوص زحل تاحد حیرت‌آوری پایین‌است حتی دو تاسه بار کمتراز وزن مخصوص متوسط همهٔ آنهاست. محورگردش وضعی اورانوس تقریباً منطبق با سطح مدارش است این وضع غیر عادی شایستهٔ امعان نظر خاصی است. پلوتون با دیگر سیارات خارجی تفاوت بسیار دارد. میزان خروج از مرکزش خیلی زیاد و زاویهٔ میل آن بسیار است. جرم آن اندك و وزن مخصوص آن بدون تردید بسیار بالا است. این وضع بسیاری از منجمین را به‌طرح این فرض برانگیخته‌که پلوتون ابتدا قمر نپتون می‌بوده و دراثر نیرویی از سیستم مزبور جدا گردیده به‌صورت سیاره‌ای مستقل درآمده است.

اقمار سیارات

نکاتی که از مطالعهٔ اقمار منظومهٔ شمسی به دست می‌آید اهمیت بسیاری‌درشناخت تاریخچهٔ این‌منظومه‌دارد. تااین‌ساعت درسیستم خورشیدی سی‌ودو قمرشناخته شده‌است. شانس اینکه ازاین به‌بعدبرای سیارات‌همسایهٔ زمین یعنی عطارد وزهره و مریخ قمر جدیدی کشف شود که بیش از نیم

مختصات مداری و خصایص فیزیکی سیارات غول‌پیکر

نام سیاره	فاصله از خورشید		زمان گردش به‌دورخورشید برحسب سال	سرعت مداری متوسط برحسب کیلومتر برثانیه	میزان خروج از مرکز	زاویهٔ میل مدار	شعاع استوای سیاره اگرشعاع زمین واحد فرض شود	وزن مخصوص متوسط برحسب گرم-سانتیمتر مکعب
	برحسب واحد نجومی UA	برحسب شعاع خورشید						
مشتری	۵/۲	۱۱۱۵	۱۱/۹	۱۳/۱	۰/۰۴۸	۱°/۳	۱۱/۲	۱/۳
زحل	۹/۵۵	۲۰۵۰	۲۹/۶	۹/۷	۰/۰۵۶	۲°/۵	۹/۵·	۰/۷
اورانوس	۱۹/۱۸	۴۱۲۰	۸۴	۶/۸	۰/۰۴۶	۰°/۸	۳/۸	۱/۷
نپتون	۳۰/۰	۶۴۵۰	۱۶۳/۹	۵/۴	۰/۰۱۲	۱°/۸	۳/۵	۱/۸
پلوتون	۳۹/۵	۸۴۷۰	۲۴۷/۳	۴/۷	۰/۲۴۶	۱۷°/۱	۰/۵ ?	۵/۵ ?

نام سیاره	جرم برحسب گرم	سرعت دوم کیهانی برحسب کیلومتر برثانیه	دورهٔ گردش سیاره به‌دور محور خود برحسب ساعت	ترکیب شیمیایی جو	زاویهٔ میل سطح استوا با سطح مدار سیاره	تعداد قمر
مشتری	$۱/۹\times۱۰^{۳۰}$	۵۷/۵	۹/۸	$CH_۴+NH_۳$	۳°/۱	۱۲+حلقه احتمالی
زحل	$۵/۷\times۱۰^{۲۹}$	۳۳/۱	۱۰/۲	$CH_۴+NH_۳$	۲۶°/۷	۱۰+حلقه
اورانوس	$۰/۹\times۱۰^{۲۹}$	۲۱/۶	۱۰/۸	$CH_۴+H_۲$	۹۷°/۹	۵
نپتون	۱×۱۰^{۲۹}	۲۴/۶	۱۵/۸	$CH_۴+H_۲$	۲۸°/۸	۲
پلوتون	۶×۱۰^{۲۶}	۵یا۶ ?	۶/۳	–	–	–

MATH75.IR

MATH75.IR

کیلومتر قطر داشته باشد وجود ندارد در عوض احتمال بسیار می‌رود که مشتری اقمار متعدد نامکشوفی داشته باشد که قطر هرکدام از ده کیلومتر تجاوزنکند ونیزاقمارناشناخته‌ای برای زحل و اورانوس ونپتون که اقطاری بیش از دویست تا چهارصدکیلومتر داشته باشند محتمل‌الوجوداند.

اهمیت نکاتی‌که ازبررسی اقمار به‌دست می‌آیند ازنظر کیهان‌شناسی کمتر از اهمیت معلوماتی نیست که از سیارات بزرگ به‌دست می‌آوریم. دربین این سی‌ودو قمر بعضی کیفیتی سیاره‌ای دارند فی‌المثل جرم آنها برابر عطارد یا حتی از آنهم بیشتر است. در تابلو زیر مشخصات مهمترین اقمار را برمی‌شماریم.

تابلو شمارهٔ ۳

نام	جرم برحسب گرم	فاصله ازسیاره برحسب میلیون کیلومتر	قطر باکیلومتر	وزن‌مخصوص g/cm۳
ماه (قمر زمین)	$۷/۳\times۱۰^{۲۵}$		۳۴۷۶	۳/۳
یو (Io قمر مشتری)	$۸/۹\times۱۰^{۲۵}$	۰/۴۲	۳۲۵۰	۴/۰
اروپ (Europe قمر مشتری)	$۵/۱\times۱۰^{۲۵}$	۰/۶۷	۲۸۸۰	۳/۸
گانیمد (Ganymède قمرمشتر)	$۱۵/۳\times۱۰^{۲۵}$	۱/۰۷	۵۰۲۰	۲/۳
کالیستو (Callisto قمرمشتری)	$۸/۹\times۱۰^{۲۵}$	۱/۸۸	۴۴۶۰	۲/۱
تیتان (Titan قمر زحل)	$۱۳/۷\times۱۰^{۲۵}$	۱/۲۲	۴۸۱۰	۲/۷
تریتون (Triton قمر نپتون)	$۱۳/۲\times۱۰^{۲۵}$	۰/۳۵	۳۲۰۰ – ۴۰۰۰?	۲/۲ – ۴/۹?
سرس (Cérès شبه سیاره)	$۱/۱\times۱۰^{۲۵}$		۱۵۴۰	۵/۶

کوی پر[1] درسال ۱۹۴۸ پیرامون تیتان جوی مشابه جو خود سیاره یافت. گمان می‌رود تریتون نیز جوی همانند سیارهٔ خود داشته باشد. این امر حائز اهمیت درجهٔ اول است. وجود جو گازی شکل درزحل ونپتون‌با فاصله‌ای‌که از خورشید دارند غیرممکن‌است مگر بپذیریم‌که جریان حرارتی شدیدی در خود سیارات یاد شده وجود دارد. تیتان و تریتون نیز برای

1. Kuiper

MATH75.IR

آنکه اتمسفری گازی‌داشته باشند بایستی سطحشان گرم بوده باشد. آلبه‌دو[۱] اقمار چهارگانهٔ مشتری (اقماری از مشتری کـه گالیله آنهـا را کشف کرد) ونیز قمرکوچك زحل واورانوس مؤید این است که سطحشان پوشیده از برف ویخی است که درجو آنها منجمد شده وبرسطح اقمار باریده است.

حلقه‌های زحل ومشتری[حلقهٔ دورمشتری اثبات شده نیست بلکه گمان می‌رود وجود داشته‌باشد ـ مترجم.] ازنظرکیهان‌شناسی ارزش‌وافری‌دارند. حلقه‌های زحل ازسنگهای‌آسمانی ریز ودرشت ویخ وگازیعنی عناصرمتشکلهٔ ستارگان دنباله‌دار ساخته شده‌اند. جرم کلی حلقهٔ زحل برابر ۲×۱۰^{۲۵} گرم است درطول قرن‌گذشته بارها شاهد تغییراتی درحلقه‌های زحل بوده‌ایم این پدیده جز با ریزش‌مدام‌آن برروی سیاره وبه‌عکس افزایش‌این تودهٔ مادی به‌دنبال فعل و انفعالات شدید برخودسیاره محال ممتنع است. روندی به‌آن گونه، البته در مقیاسی بسیارخفیف‌تردر سیستم مشتری [خود سیاره، اقمار آن و حلقه مفروض دورش] جاریست.

مطالعهٔ حلقهٔ دور سیارات نیز مثل مختصات حـرکتی وکیفیتی گروه اجرام ریز موجود در منظومهٔ شمسی موجب می‌شودکه گمان‌کنیم‌که مادهٔ موجود در سیارات تدریجاً در فضا پخش مـی‌شوند و به‌این ترتیب از جرم

۱. Albèdo [آلبه‌دو]: مقدار انرژی تشعشعی منعکسه یا منتشره از هر سانتیمترمربع جسم؛ آلبه‌دو جسم سیاه رنگ که هیچ انعکاس نورانی ندارد برابر صفر است در عوض آلبه‌دو برف تازه برابر ۹۰ است.

دانستن آلبه‌دو درعـلم هواشناسی ودانش کـیهان شناسی اهمیت بسیار دارد چـه فنومنهای انعکاسی اساس این مطالعات است. از طرفی آلبه‌دو سیاره و جو آن و ازطرف دیگر دانستن مقـادیر آلبه‌دو سطح سیاره [سنگها، جنگلهـا، برفها، پهنهٔ مـایعات] نشان دهندهٔ تغییرات اقلیمی بشمار می‌روند. اگر هوا خشك باشد آلبه‌دوآن برابر۷ تا ۸است آلبه‌دو بخار آب ۵ تا ۱۰ آلبه‌دو غبار ۱ تا ۲ است بنابراین آلبه‌دو اتمسفر زمین بین ۸ تا ۱۳ تغییر می‌کند. ابرها بهترین سیستم منعکس کنندهٔ نور ولذا تغییر دهندهٔ آلبه‌دو هستند. آلبه‌دو ابر باران‌زای ضخیم ۵۰ تا ۷۵ است. آلبه‌دو زمین و اتمسفرش کلاً درحدود ۳۹ است که البته هرلحظه درتغییر خواهد بود. برای مقایسه‌آلبه‌دو چند چیز مختلف در زیرنشان داده می‌شود:

آلبه‌دو صحاری	بین ۲۴ تا ۲۸
آلبه‌دو مزارع زیرکشت	بین ۳ تا ۲۵
آلبه‌دو جنگل	بین ۳ تا ۱۰
آلبه‌دو زمین بایر	بین ۷ تا ۲۰
آلبه‌دو برف ویخ	بین ۴۶ تا ۸۶
آلبه‌دو آبهای راکد	بین ۲ تا ۶ البته زاویهٔ تابش‌نور در اینجا بسیار اهمیت دارد وبازاویهٔ تابش تغییر می‌کند.

آلبه‌دو آبهای متلاطم بین ۱۳ تا ۱۰۰ البته زاویهٔ تابش نور در اینجا بسیار اهمیت دارد وبازاویهٔ تابش تغییر می‌کند ـمترجم.

MATH75.IR

سیارات کاسته می‌گردد. هنگام بررسی ستارگان دنباله‌دار ومادهٔ شهاب‌زا این استنتاج تسجیل خواهد شد.

ستارگان دنباله‌دار

ستارگان دنباله‌دار هم از نظر شکل ظاهری وهم ازنظر نحوهٔ حرکت چیزهای مخصوصی در منظومهٔ شمسی به‌حساب می‌آیند. در مقام قیاس باسیارکها یا شبه سیاره‌ها، ستارگان دنباله‌دار همان سیارکها هستند کـه غلافی ابری شکل آنها را احاطه‌کرده و دم یا دمهایی دراز دارند که قاعدتاً در فضا در جهتی خلاف خورشید گسترده شده‌اند. گـاهی نیز دمی غیر طبیعی دیده می‌شودکه به‌عکس‌به‌سوی خورشید امتداد دارد. مواردی هم اتفاق افتاده که‌ستاره‌شناسان‌ستارهٔ دنباله‌دار ضعیفی رابدون غلاف‌گازی مشاهده‌کنند ونیز تاریخ رصدها مواردی رانشان می‌دهدکه پیرامون شبه سیاره‌ای غلافی‌گازی دیده شده‌است. این مسأله وقتی‌درمقابل این‌موضوع قرارداده شودکه مسیر گردش پاره‌ای از سیارکها به‌دور خورشید همانند مدار ستارگان دنباله‌دار است خواهی نخواهی خویشاوندی این دو گروه از جرم آسمانی را مطرح می‌کند.

در ستارگان دنباله‌دارگازهای $C_2 - CH_2 - CH - CN - C_2$ $N_2 - NH - CO_2 - OH$ و یونهای $Co_2^+ - N_2^+ - CO^+$ و سایر مشتقاتی دیده می‌شودکه بدون تردید حاصل تجزیهٔ موارد پیچیده‌تری است که‌گازها و یونهای مزبور ازآن حاصل شده‌اند.

استقامت ستارگـان دنباله‌دار در برابرنیروی مد خورشید هنگامی‌که ازکنار این‌ستاره می‌گذرند نشان می‌دهدکه بایستی هسته‌ای دیرگداز داشته باشندکه شبیه ترکیب یخ متانو-آمونیاکال است، هستهٔ مزبور هنگام عبور ازکنار خورشید در معرض شلاق تشعشعات فوتونی و جسیمه‌ای قرارگرفته و اندك اندك بخارمی‌شود وبه‌این ترتیب به‌گازهای غلاف و دم موجودیت می‌بخشد.

تئوری مکانیك ستارگان دنباله‌دار در قـرن اخیر اثبات‌کرده است‌که خورشید پیوسته نیرویی رانند به‌گرد وگاز حاصله ازستارهٔ دنباله‌دار وارد می‌کند، نیروی دورکنندهٔ مزبورتنها در اثرفشار نورانی شدید نیست بلکه تشعشعات جسیمه‌ای خورشیدکه به‌صورت پلاسما پخش می‌شود در این میان نقش طراز اول دارد، حتی طوفانهای پلاسمایی را نیز نبایستی فراموش‌کرد.

ازقدیم‌ترین‌ازمنه تاکنون یعنی‌ازروزگاری که‌رصدآسمان‌معمول گردیده

MATH75.IR

بیش از دوهزار مورد ظهورستارهٔدنباله‌دار یادداشت‌شده‌است. از۹۲۴ ظهور ستارهٔ دنباله‌دار که تاکنون ثبت گردیده (ستارهٔ دنباله‌دار ۱۹۷۰ نیز منظور شده است) مدار ۶۱۰ مورد محاسبه‌شده، اینها ستارگان دنباله‌دار مستقلی هستند چه طبق مشاهدات ومحاسبات بسیاری‌ازآنها دهها‌باربه‌سوی خورشید بازگشته‌اند تابلو شمارهٔ ۳ پراکندگی ستارگان دنباله‌دار را برحسب دورهٔ گردش [P] نشان می‌دهد.

تا کنون برای سیارکها ۱۷۴۶ مدارکشف شده است یعنی این اجرام آسمانی فقط بر روی ۱۷۴۶ مدار مختلف به‌گرد خورشید می‌گردند. زاویهٔ میل‌متوسط آنها نیز ۹/۵ درجه است.

بنابر مشاهدات وتجربیات ومحاسبات اکثر ستارگان دنباله‌دار به‌دور خورشید مداری تقریباً سهمی[۱] دارند مع‌ذلك هفتاد ستارهٔ دنباله‌دار نیز

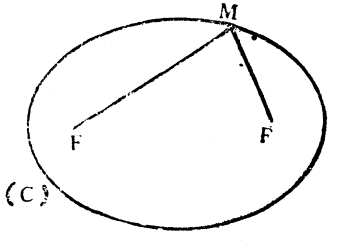
۱. برای تجدیدآشنایی خوانندگان محترم به‌مفاهیم‌منحنی سهمی وهذلولی‌مترجم ضروری دانست این مختصررا به‌عنوان پاورقی ذکرکند وبه‌علت نزدیکی این‌منحنیها با بیضی ابتدا درمورد بیضی وسپس دربارهٔ سهمی و هذلولی بحث خواهد شد و درخاتمه وجوه مشترك این منحنیها بیان می‌شود

بیضی

تعریف: بیضی مکان هندسی نقاطی است واقع دریك صفحه‌که مجموع فاصله‌های آنها از دونقطهٔ ثابت درآن صفحه، مساوی مقدارثابتی باشد.

دونقطهٔ ثابت راکانون بیضی نامیده با F و F′ نشان می‌دهند مقدار ثابت با ۲a نشان داده می‌شود. فاصلهٔ بین دوکانون را فاصلهٔ کانونی بیضی گویند و با ۲c نشان می‌دهند.

خارج‌قسمت $\frac{۲c}{۲a}$ یا $\frac{c}{a}$ را خروج‌ازمرکز بیضی‌می‌نامنداین‌نسبت‌دربیضی همیشه‌از۱ کوچکتر



است وقتی $\frac{c}{a}=۱$ یا $a=c$ شود این رابطه صادق است $b=\sqrt{a^۲-c^۲}=۰$ یعنی بیضی مبدل به‌یك خط راست می‌شود و هنگامی‌که $\frac{c}{a}=۰$ می‌شود یعنی $c=۰$ شده $b=a$ خواهد شد یعنی بیضی مبدل به‌دایره می‌گردد باتوجه به‌شکل بالا این دوفرمول قابل فهم‌است $MF+MF'=a$ و $FF'=۲c$

هذلولی

تعریف: هذلولی مکان‌هندسی‌نقاطی است واقع دریك صفحه‌که تفاضل فواصلشان از دونقطهٔ ثابت

←

MATH75.IR

تابلو شمارهٔ ۴

پراکندگی ستارگان دنباله‌دار برحسب دورهٔ گردش به‌دور خورشید						
P	خانوادهٔ مشتری ۲/۳ تا ۱۲ سال یکبار به‌دور خورشید می‌گردد	خانوادهٔ زحل از ۱۲ سال تا ۲۰ سال یکبار به‌دور خورشید می‌گردد	خانوادهٔ اورانوس از ۲۷ سال تا ۵۰ سال یکبار به‌دور خورشید می‌گردند	خانوادهٔ نپتون از ۵۰ سال تا ۱۰۰ سال یکبار به‌دور خورشید می‌گردند	گروهی که بین ۱۰۰ سال تا ۵۵۰ سال یکبار به‌دور خورشید می‌گردند	گروهی که بین ۵۵۰ سال تا ۲۰،۰۰۰ سال یکبار به‌دور خورشید می‌گردند	گروهی که بیش از ۲۰،۰۰۰ سال یکبار با مداری هذلولی و سهمی به‌دور خورشید می‌گردند
تعداد ستارهٔ دنباله‌دار [n]	۷۳	۹	۳	۱۰	۲۵	۷۵	۴۰۵
زاویه میل متوسط [I]	۱۴°	۳۰°	۶۴°	۷۳°	۶۹°	۸۵°	۹۴°
نورانیت مطلق [$H_{۱۰}$]	۹/۹	۸/۹	۸/۷	۷	۷/۲	۶/۱	۶/۷

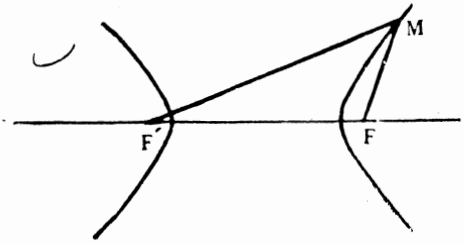
MATH75.IR

می‌شناسیم که مداری هذلولی دارند. بعلاوه ستارگان دنباله‌داری که دورهٔ گردش آنها به‌گرد خورشید کوتاه است (۲/۳ تا ۱۲ سال یکبار به‌سوی زمین باز می‌گردند) بدون گفتگو به‌خانوادهٔ مشتری تعلق دارند یعنی با این سیاره سیستم واحدی تشکیل می‌دهند. این گروه از ستارگان دنباله‌دار زاویهٔ میلی اندك وازحرکتی مستقیم‌الخط یکنواخت‌دارند. برعکس اینها در

→

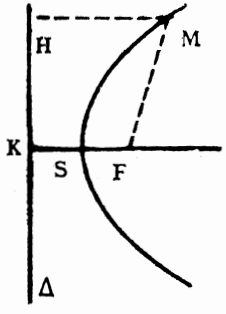
درآن صفحهٔ مساوی مقدار ثابت ۲a باشد.

دو نقطهٔ ثابت را دوکانون و ۲a را عدد ثابت هذلولی می‌گویند فاصلهٔ بین دوکانون رافاصلهٔ کانونی هذلولی می‌نامند و با ۲c نمایش می‌دهند اگر M نقطه‌ای روی هذلولی باشد $MF'-MF=2a$ است لذا $2c>2a$ می‌باشد. در هذلولی هم مثل بیضی نسبت $\frac{c}{a}$ خروج‌ازمرکز است. این نسبت در هذلولی همیشه بزرگتر از یك است. اگر مساوی‌یك شود یعنی $a=c$ شود هذلولی مبدل به‌دو نیم‌خط می‌شودکه دردوطرف مرکز امتداد دارند وبرکانونهامی‌گذرند. هذلولی صفحه را دو به‌قسمت تقسیم می‌کند یکی‌که شامل‌کانونهای‌هذلولی است آن راداخل هذلولی گویند ، بخش دوم‌قسمتی ازصفحه‌که خارج ازآن است به‌اسم خارج هذلولی‌می‌باشد.



سهمی

تعریف : سهمی مکان هندسی نقاطی است از صفحه‌که ازیك نقطهٔ ثابت و یك خط ثابت متعلق به همان صفحه به‌یك فاصله باشند به‌عبارت دیگرسهمی مکان هندسی نقاطی است‌که نسبت فاصله‌های آنها از یك نقطهٔ ثابت ویك خط مساوی‌باشد. نقطهٔ ثابت راکانون خط ثابت را خط هادی فاصلهٔ‌کانون از خط هادی راممیزیاپارامترگویند وبا P نشان‌می‌دهند. خط هادی معمولاً با △ نشان داده می‌شودبنابر تعریف $MF=MH$ می‌باشد



تعریف دیگرسهمی : سهمی مکان هندسی مراکز دوایری است‌که بریك نقطهٔ ثابت بگذرند و برخطی ثابت مماس باشند. نقطهٔ ثابت مفروض کانون وخط ثابت خط هادی آن سهمی است.

سهمی صفحه را به‌دوبخش تقسیم می‌کند یك بخش شامل F یعنی‌کانون منحنی است‌که‌آن را بخش داخل‌سهمی‌می‌نامند، بخش دیگر شامل خط هادی یا △ است که آن را بخش خارجی سهمی گویند.

خواص مشترك بیضی، هذلولی و سهمی

باتوجه به‌مختصات هندسی این سه منحنی می‌توان‌گفت سه منحنی بیضی، هذلولی وسهمی مکان هندسی مراکز دوایری هستندکه بریك دایرهٔ ثابت مماس باشند و بریك نطقهٔ ثابت

←

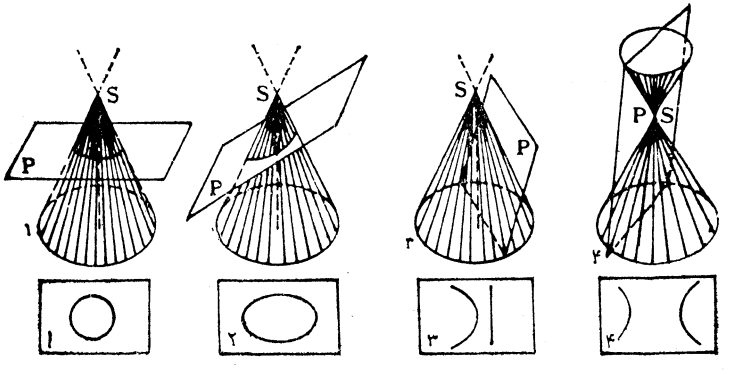
MATH75.IR

ستارگان دنباله‌داری که مسیر سهمی کشیده دارند و به‌خانوادهٔ سیارات متعلق نیستند انواع و اقسام زاویهٔ میل ملاحظه می‌شود. به‌عبارت دیگر زاویهٔ میل نزد آنها توزیع آماری یکنواختی دارد. ستارگان دنباله‌دار خانوادهٔ سیارات یعنی ستارگان دنباله‌داری‌که به‌سیستمهای سیارات‌مختلف تعلق می‌گیرند تا اورانوس و نپتون نیز گسترده‌اند.

بطور متوسط سالانه ۲/۵ ستارهٔ دنباله‌دار با مسیر سهمی ظاهر می‌شود. این ستارگان دنباله‌دار به‌اتفاق سنگهای سماوی و مادهٔ شهاب زا در مجموع تودهٔ کروی‌شکلی‌درست می‌کندکه درسطح میانی این‌کره سیارات به‌گرد خورشید می‌گردند.

عمر متوسط ستارهٔ دنباله‌دار ازچند ده تا چند صد سال است. ستارگان دنباله‌دار در اثر تبخیر هیدروکربورهای یخ‌زدهٔ[۱] موجود درخود خیلی زود

بگذرند (به‌شرط آنکه خط هادی‌سهمی را دایره‌ای به‌شعاع بی‌اندازه بزرگ فرض‌کنیم).
تعریف: سه منحنی به‌صورت مقطع مخروط دوار: هرگاه صفحه‌ای همهٔ مولدهای سطح مخروطی‌دواری رادریک‌طرف‌راس‌قطع‌کند مقطع‌آن با سطح‌مخروطی‌بیضی‌است. هرگاه‌صفحه‌ای سطح مخروطی دواری را قطع‌کند و با یکی ازمولدهای آن موازی باشد، مقطعش در آن مخروط سهمی است. هرگاه صفحه‌ای عده‌ای از مولدهای سطح مخروطی دواری را در یک طرف راس وعده‌ای دیگر را درطرف دیگر راس قطع‌کند. مقطع‌آن درسطح مخروطی هذلولی است.



۱. وجود گازهای یخ‌زده در ستارهٔ دنباله‌دار وکشف این حقیقت‌که دم این اجرام آسمانی جز با تبخیر مواد موجود در آن قابل تفسیر نیست اولین‌بار توسط وسخسویاتسکی [Veskhsviatski] در مقاله‌ای به‌نام منشأ ستارگان دنباله‌دار عنوان شد در سال ۱۹۴۸ در صفحهٔ ۲۶۵ مجلهٔ Revue d'astronomie 25/ شمارهٔ ۴ بچاپ رسید. چند ماه بعد ستاره‌شناس عالیقدر بلژیکی به‌نام سوینگ P. Swings نیز مستقل از وسخسویاتسکی به‌همان نتیجه دست یافت.

MATH75.IR

مضمحل می‌گردند؛ پس ازاین تبخیر آنچه ازآنها باقی می‌ماند تودهٔ جامدی است که به‌شکل سیارك یا جرم شهاب‌زا به‌دور خورشید می‌گردد. محاسبهٔ سرعت تجزیهٔ ستارگان دنباله‌دار تحت تأثیر تشعشعات فوتونی وجسیمه‌ای خورشید نشان می‌دهد عمر این اجرام سماوی متناسب با دورهٔ گردش آنها به‌دور خورشید یعنی P و به‌عبارت صحیح‌تر P^k است مقدار K بین $\frac{۱}{۲}$ تا $۱\frac{۱}{۲}$ تغییر می‌کند.

باید به‌خاطر داشت عمر ستارگان دنباله‌داری که مسیر سهمی طویل دارند نیز بی‌نهایت نیست چه تجمع اثرات کوچك و مداوم سیارات (با احتمالی برابر $\frac{۱}{۲}$ صورت می‌بندد) کم‌کم مسیر آنها را به‌هذلولی بدل خواهدکرد که به‌این ترتیب برای همیشه منظومهٔ شمسی را ترك می‌کنند یا مدارشان به‌بیضی کشیده‌ای مبدل خواهد شدکه هرچند صد یاچند هزارسال یکبار به‌سوی خورشید بازمی‌گردند به‌هرتقدیر پس از چند بازگشت یا چند ده‌بازگشت دستخوش‌تجزیه می‌گردند. به‌این‌ترتیب‌عمرستارگان دنباله‌داری که‌مسیری سهمی‌دارند هرگزاز $۱۰^۷$ تا $۱۰^۸$ سال درنمی‌گذرد.

محاسبه‌ای تخصصی نشان می‌دهدکه منظومهٔ شمسی بایستی $۱۰^{۱۱}$ تا $۱۰^{۱۲}$ ستارهٔ دنباله دار در حرکت داشته باشد. چون منظومهٔ شمسی بین ۵×۱۰^۹ تا ۵×۱۰^{۱۰} سال عمر دارد با توجه عمر $۱۰^۷$ تا $۱۰^۸$ سال ستارگان دنباله دار می‌بایست این اجرام اقلاً $۱۰^۳$ بار تجدید شده باشند. با محاسبات نجومی و تخصصی می‌توان دریافت از ابتدا تاکنون کلاً می‌بایست $۱۰^{۱۴}$ تا $۱۰^{۱۵}$ ستارهٔ دنباله‌داربوده باشدکه جرم کلی آنها نیز $۱۰^{۱۴}$ الی $۱۰^{۱۵}$ گرم بوده است. بااحتساب جرم ستارگان دنباله‌دار موجود جرم‌کلی مادهٔ مصروفه درستارگان دنباله‌دار $۱۰^{۲۸}$ الی $۱۰^{۳۰}$ گرم خواهد بود که هم‌اندازه جرم جمیع سیارات است.

همین حساب سرانگشتی ثابت می‌کندکه دربررسی منظومهٔ شمسی نبایستی ستارگان دنباله داررا درمرحلهٔ کم اهمیت قرار داد.

مطالعهٔ دقیق «مسألهٔ لاپلاس» یعنی این مسأله تئوریك که اگر ستارگان دنباله‌دار ازفضای بین ستارگان به‌منظومهٔ شمسی وارد می‌شوند مدارشان چگونه بایستی باشد ونیزمطالعهٔ توزیع مداری فعلی آنهابخصوص مدارات اولیه این اجرام آسمانی ثابت می‌کندکه بدون هیچ‌تردید ستارگان دنباله‌دار متعلق به‌سیستم خورشیدی هستند و دربطن همین منظومه زاده می‌شوند. درواقع تولداین اجرام پیوسته دربرابرچشمان ماصورت‌می‌گیرد.

MATH75.IR

درطی دوقرن گذشته دراثر اختلالی که سیارات دوردست خورشید برمسیرستارگان دنباله‌دارسهمی واردکرده‌اند ۳۰ تا ۴۰ تاازآنها مدارشان به‌هذلولی مبدل گردیده وبرای همیشه منظومهٔ شمسی‌را ترك کرده‌اند.

شبه سیارات یا سیارکها

این اجرام سیاره‌های کوچکی هستند که بین مدار مشتری و مریخ به‌دور خورشید درگردش‌اند. اولین سیارك که سرس[1] نامیده شد در نخستین روز قرن نوزدهم کشف گردید. امروزه تعداد سیارکهایی که می‌شناسیم ومدارشان محاسبه و ثبت گردیده ۱۷۴۶ تا می‌باشد تا این ساعت با روش رصد بسیار مخصوص معلوم شده است که تعداد سیارکهای کوچکی که نورانیت دیدی نوزده دارند بین هشتاد هزار تا یکصدهزار است.

مطالعه در درخشش سیارکها نشان می‌دهد که اجسام جامد نامنظم شرحه شرحه‌ای می‌باشند. ابعاد آنهابین یك کیلومتر تاهفتصدو پنجاه کیلومتر (سرس) است. باوجود این گرچه تمام سیارکهای بزرگ موجود بین مریخ ومشتری رصد شده‌اند بخش اعظم سیارکهای کوچکی که از یك تاده کیلومتر قطر دارند به علت نورانیت اندك نامکشوف‌مانده‌اند. عدد صحیح این قبیل سیارکها می‌بایست از میلیون متجاوز باشد. پاره‌ای از منجمین را اعتقاد براین است که جرم کلی سیارکها یك هزارم جرم زمین است. بااینهمه پوشیده نیست که مقدار معتنابهی ازاین تکه پاره‌ها درمیان سیارات خارجی بین مشتری و پلوتون وجود دارد. شعاع متوسط مدارسیارکها ۲٫۹ UA ($a = ۲٫۹ UA$)، میزان خروج از مرکز در این مدار ۰٫۱۵ ($e = ۰٫۱۵$) و زاویه میل متوسط مدارمزبور ۹٫۴ درجه ($I = ۹°٫۴$) است بسیاری از شبه سیارات در مدارهایی شبیه مدارستارگان دنباله‌دارکوتاه مدت (ستارگان دنباله‌داری که زود به‌زود به‌سوی خورشید رجعت می‌کنند) به‌دورخورشید می‌گردند. همین مدارها وسایرمختصات فیزیکی این سیارات کوچك مؤید خویشاوندی آنها با ستارگان دنباله دار است. بسیاری از منجمین معتقد شده‌اند که پیوسته مشتی از شبه سیارات درکار مبدل شدن به اجرام شهابی هستند و همچون سنگهای آسمانی برزمین می‌ریزند.

مادهٔ شهابی

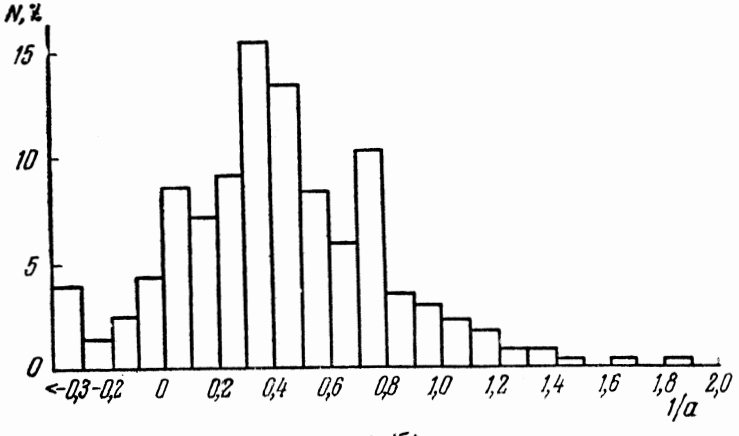
پدیده‌های شهابی از قرن گذشته طرف توجه و مداقه بوده‌اند و در بیست

1- Cérès

MATH75.IR

سال اخیر روی آنها به‌دقت مطالعه شده است و نیز امتحانات مستقیم که توسط موشکهای کیهانی و اقمارمصنوعی به‌عمل آمده همگی مؤیداین است که در حوزهٔ سیارات مقداری مادهٔ متراکم به‌صورت قطعات ریزو درشت و غبار وجود دارد که مادهٔ شهاب‌زا نامیده می‌شود. این مادهٔ شهاب‌زا نقطه به‌نقطه از این منطقه چون توده‌های مجزایی دیده می‌شود.

مطالعات فتوگرافیك ورادارى نشان داده‌اندکه بخش اعظم این‌غبار کیهانی‌درمدارى شبیه مدار ستارگان دنباله‌دارحرکت می‌کند (مشتی ازاین غبار حرکتی مستقیم دارد) زاویهٔ میل مدارش اندك وشعاع مدارش یك تا دوواحدکیهانی ($a = ۱ - ۲\,U.A$) است. برای توده‌های مختلف این غبار مدارهایی متفاوت‌کشف شده بعضی برمدارى همچـون ستارگان دنباله‌دار کوتاه مدت می‌گردند وبرخی نیز مسیرى دراز و طولانی دارند. سیلهای متعدد مادهٔ شهابی‌را می‌شناسیم‌که درست برهمان مدارستارگان دنباله‌داری که بررسی‌شده ومدارشان ترسیم گردیده می‌روند. درشکلهای ۱ تا ۴ توزیع آماری شهابهارابرحسب فاصله ازخورشید، برحسب شعاع مدار، برحسب خروج ازمرکز ، وبالاخره برحسب زاویهٔ میل مدار آنها ازروی مشاهدات

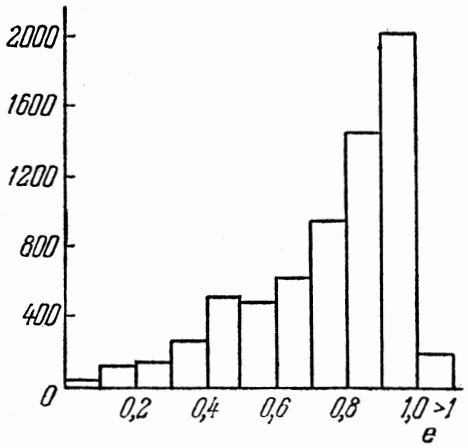


شکل ۱

توزیع آماری تعداد شهابها برحسب قدر مطلق «معکوس شعاع درازتر مـدار». منحنی ازکاش شیف [Kashchéiev] و لبه دینتز [Lébèdinetz].
(a- همان شعاع مدار است)

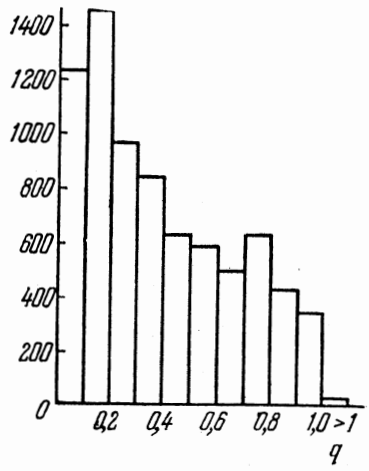
MATH75.IR

فتوگرافیك ورادارى نشان داده‌ایم۱.



شکل ۲

توزیع‌آماری شهابها برحسب میزان خروج ازمرکز درمدار آنها. تحقیق بارادار انجام شده (e همان میزان خروج از مرکز درمدار است)

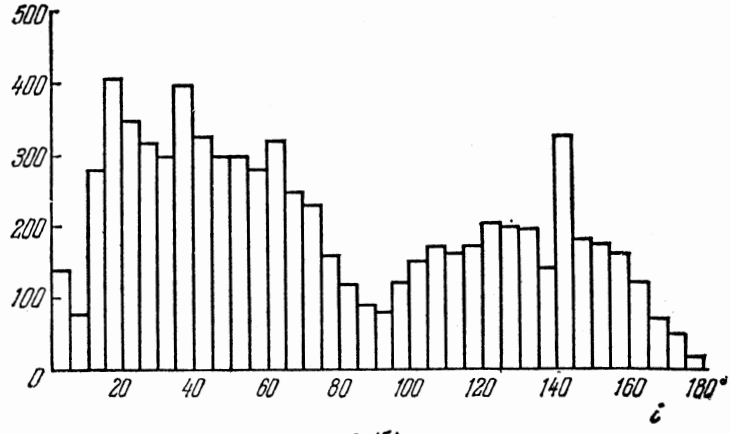


شکل ۳

توزیع‌آماری مدار شهابها برحسب‌دوری ونزدیکی‌به‌خورشید. تحقیق بارادارانجام شده.

درتوزیع آماری مواردی از تودهٔ شهابهایی‌که مستقیماً دیده شده‌اند ضریب تصحیح کننده‌ای‌که احتمال مشاهدهٔ‌گروه شهابها را درمدارات مختلف نشان می‌دهد منظورکرده‌ایم.

MATH75.IR



شکل ۴

توزیع آماری زاویهٔ میل مدار شهابها. تحقیق با رادار انجام شده (i- همان زاویه میل مدار است)

ابعاد ذرات شهابی از چند میکرون تا چندین میلیمتر و حتی چندین سانتیمتر متغیر است. تجزیهٔ اسپکترسکپیك شهابها نشان می‌دهد که این اجرام یا از جنس سنگ وخاك‌اند یا از جنس فلز.

درسالهای اخیر اجرام شهابی بسیارترد وشکننده‌ای نیز کشف شده‌اند. باز به‌تازگی این‌اندیشهٔ بردیخین [1] که شهابها ازستارگان دنباله‌دار به‌وجود می‌آیند به‌اسلحهٔ مشهودات عینی مجهز شده است.

شناخت عناصر موجود درشهابهایی که برزمین هبوط می‌کنند ازدیرباز مورد توجه آدمی بوده است. مطالعات شیمیایی که در این زمینه صورت گرفته‌نشان می‌دهد که اغلب این اجرام از جنس سنگ، گاهی ازآهن خالص وزمانی نیزمخلوط آهن وسنگ‌اند. بررسی دقیق جنس شهابها اثبات می‌کند که این اجرام از جنس قشر سیارات صخره‌ای هستند.

توجه به‌عناصر همراه سنگهای آسمانی (گاهی هنگام سقوط سنگی آسمانی‌ملاحظه می‌شود که‌صدها وهزاران شهاب ثاقب آن‌را همراهی می‌کنند) معلوم می‌دارد که‌پیرامون سیارهٔما زمین اقمار ریزودرشتی درگردش‌اند که تدریجاً برآن فرو می‌ریزند.

بنابرتخمین‌روزانه‌زمین بین‌ده تاهزارتن‌اضافه وزن‌می‌یابد وتقریباً تمام

1. Brédikhine

MATH75.IR

این اضافه وزن ناشی ازریزش مدام شهابهای بسیار ریز به‌روی آن است. اکثر محققین افزایش وزن روزانهٔ زمین‌را به‌طور متوسط دو تا بیست تن برآورد می‌کنند. مقدار شهابهای سنگی ۹ بار بیشتر ازشهابهای فلزی و مخلوط می‌باشد.

مطالعه روی شهابها در آزمایشگاههایی که امکان مقایسهٔ خصائل مادهٔ نازلهٔ ازکیهان ومواد روی زمین درآن هست ازنظر مسائل مهمی‌چون فیزیك کیهانی و عالم شناسی حائز کمال اهمیت است. شیمی ساختمانی وشیمی‌تجزیهٔ سنگهای آسمانی (رشته‌هایی‌ازشیمی‌که مواد ترکیبی‌وعنصرهای مجرد شهابهارا تعیین می‌کنند) که توسط زاواریتیسکی[1] وکواشا[2] بررسی شده اثبات می‌کنند که بدون هیچ‌تردید این اجرام قطعاتی از جنس سیارات هستند. بسیاری‌ازسنگهای‌سماوی ساختمانی‌همسان‌سنگهای‌خروجی‌آتشفشانی زمین دارند.

درسالهای اخیرمسألهٔ سنگهای آسمانی دقیقاًوعمیقاً توسط واکنشهای فیزیکو- شیمیك بسیار حساس مورد بررسی قرار گرفته واندازه‌گیری دقیق عناصر رادیواکتیو ومواد حاصل ازتحلیل خود به‌خود این عناصر درسنگهای آسمانی به‌ما امکان داده تاریخ بسیاری از رویدادهایی را که براین اجرام گذشته دریابیم. بابکاربستن این روش می‌توان به‌تاریخ سنتز موادی‌که در ترکیب شهابهاوارد شده‌اند پی‌برد. تاریخ گداختگی (گداختن ومذاب‌شدن) جسم اولیه‌ای‌راکه (سیاره)سنگهای آسمانی‌ازآن‌جدا شده‌اند بازیافت. تاریخ انجماد قشر«سیارهٔ مادر» را به دست آورد. تاریخ شکسته وخردشدن سیارهٔ مادر یاجرم اولیه‌ای‌راکه موجد شهابها شده‌اند باز شناخت وبالاخره تاریخ سقوط سنگ‌را برزمین دانست.

البته برای هریك ازاین‌رویدادها به‌عناصررادیواکتیو مخصوص توجه می‌شود. مثلاً می‌توان پایان سنتز موادی‌راکه درساختمان‌سنگهای آسمانی وارد می‌شوند باتوقف تحلیل خودبه‌خود رادیواکتیو (I ۱۲۹) یافت وزمان گداخته‌شدن وانجماد قشرسیارهٔ مفروض‌مادررااز‌مواد رادیواکتیو اورانیوم دویست وسی‌وهشت ($U_{۲۳۸}$) وپتاسیم چهل ($K_{۴۰}$) به‌دست آورد وبالاخره زمان متلاشی شدن سیارهٔ مادر وتاریخ هبوط آنهارابرزمین بامطالعهٔ مقدار تریتیوم ($H_۳$- یکی از ایزوتوپهای هیدروژن) وکلر سی و شش ($Cl_{۳۶}$) وآراگون سی‌ونه ($Ar_{۳۸}$) کشف نمود. عمرمشتی شهابهای آهنی‌که برزمین

1. Zavaritski 2. Kvacha

MATH75.IR

یافت شده‌اند بین چند صد وچندهزارسال است (حد اکثر ۲۰/۰۰۰ سال) عمر کیهانی آنها یعنی مدت زمانی‌که برشهابهاپس از تفکیك وتجزیهٔ سیارهٔ مادر سپری گردیده درمطالعه‌ای‌که روی ۴۷ شهاب آهنی یاسنگی- آهنی انجام گرفته چند ده میلیون سال به‌دست آمده اماعمر کیهانی سنگ آسمانی برونو[1] هشت میلیون سال است، این حقیقت غیر قابل انکار که عمر کیهانی سنگهای آسمانی بایکدیگر تفاوت فاحش دارد نشان دهندهٔ این واقعیت غیر قابل انکار است که مولد و خاستگاه جملهٔ آنها یکی نیست. به‌طور کلی عمر متوسط شهابهای آهنی ده‌بار فزونتر از شهابهای سنگی می‌باشد و این خود مغایر فرضیهٔ پاره‌ای ازمنجمین است‌که براساس‌آن شهابهامنشأ واحدی دارند به‌این ترتیب که سیاره‌ای منفجر گردیده وازآن سیارکها زاده شده‌اند ودراثر تصادم سیارکها شهابها تولید می‌شوند.

سن انجماد شهابها (تحجرقشرسیارهٔ مادر) را می‌توان باروش تحقیق تبدیل روبیدیم به‌استرنیوم ($Rb_{87} \rightarrow Sr_{87}$)، رنیوم به‌اسمیوم ($Re_{187} \rightarrow Os_{187}$) واورانیوم به‌سرب ($U_{235} \rightarrow Pb_{207}$)، ($U_{238} \rightarrow Pb_{206}$) وتوریم به‌سرب ($Th_{232} \rightarrow Pb_{208}$)تخمین‌زد. درروشهای مختلف تحقیق‌جزتفاوتی‌اندك دیده نمی‌شود مثلاً جوابهای به‌دست آمده ۴ میلیارد سال، ۴/۴ میلیارد سال ۴/۶ میلیاردسال است واین ارقام تقریباً برابر سن زمین وخورشید وحتی نفس عناصر مجرد (قریب ۵ میلیارد سال) است که بامتدهای پژوهشی متفاوت به دست آمده است. بکار بستن روش تحقیق پتاسیم- آراگون یا اورانیوم - هلیوم نیزبرای اکثر شهابها عمری نزدیك حداکثر به‌دست آمده از سایر روشها تعیین می‌کند مع‌ذلك با این دومتد عمرگروهی از شهابها که انتشار کیهانی خاص دارند حداکثر ۳۷۰ میلیون سال‌به‌دست آمده چنین گمان‌می‌رود که‌گازهای‌رادیوژن (مواد رادیو اکتیوی که دراثر حرارت به‌صورت بخار درآمده‌اند) ازجسم مولد شهاب یا ازخود شهاب پس از تفکیك از مادرگریخته باشند.

باوجود این تفاوت سن مطلق شهابها می‌تواند واقعی بوده باشد یعنی درمنظومهٔ شمسی ممکن است در طبقات سطحی سیارات مختلف ماده سرعت تحول و تغییر متفاوتی داشته باشد و از آنجا تفاوت سنی شهابها ناشی گردد.

چند سال پیش ستاره‌شناس لهستانی کازیمیرکوردیلوسکی[2] به‌وجود

1. Braunau 2. Kasimir Kordylewski

MATH75.IR

ابری از غبار در پیرامون زمین پی‌برد (نزدیك نقطهٔ *Liberation de Lagrange*). این اکتشاف توسط منجمین دیگر نیز مورد تأیید قرار گرفت.

دردسامبر ۱۹۶۶ کوردیلوسکی گزارش پژوهشهای هیئت ستاره‌شناسان لهستانی راکه به‌افریقا اعزام شده بودند منتشر کرد. دراین گزارش نشان داده شده‌که بخش اعظم نورانیت منطقهٔ البروج درهمان سطح مدارماه به‌دور زمین قرار دارد و زمین را توده‌ای مادهٔ شهابزا همچون حلقهٔ زحل احاطه کرده است.

آزمایشهایی که توسط موشکهای کیهانی واقمار مصنوعی نیز صورت گرفته اثبات می‌کنند که درپیرامون زمین منطقه‌ای وجود داردکه در آن ذرات غبارمتراکمی یافت می‌شود، این ذرات پیوسته به‌جو زمین داخل‌شده پراکنده می‌گردند و تجزیه می‌شوند. برحسب جدیدترین تخمین و برآورد روزانه دوتابیست‌هزارتن ذرات غباری شکل برزمین می‌بارد.

درقرن نوزدهم گمان می‌رفت‌که روشنی منطقهٔ البروج حاصل‌اجتماع ذرات ریز غباراست، بین سالهای ۱۹۳۰ تا۱۹۵۰ اعتقاد دانشمندان براین بودکه‌این نورناشی‌ازپلاسمایی ازالکترون وپروتون (تاج بیرونی‌خورشید) است، در سالهای اخیر مجدداً نظرها به‌سوی فرضیهٔ قدیمی ذرات غباری معطوف شده است.

دراین هیچ گفتگو نیست‌که مادهٔ شهابی به‌مقدار معتنابه درفضای بین سیارات موجود بوده ودرمنظومهٔ شمسی نقشی مهم ایفا می‌کند.

برسرخصایل وخصایص اجرام‌کوچك موجود درمنظومهٔ شمسی‌توقف بسیارکردیم‌چه تجزیه وتحلیل‌مختصات ظاهری وحرکتی‌ستارگان دنباله‌دار، سنگهای آسمانی و مادهٔ شهابی حائز اهمیت بسیاری در شناسایی گذشتهٔ سیستم خورشیدی است. در محور سیارات فقط کلیاتی گفته شد و ازکنار شرایط موجود برسطح هرسیاره بی‌اعتنا گذشتیم ولی درصفحات بعد باتوجه به‌نتایج حاصل ازتجزیه وتحلیل ومطالعهٔ عالم‌شناسی اجرام‌کوچك منظومهٔ شمسی دوباره به‌سطح سیارات بازخواهیم گشت.

MATH75.IR

MATH75.IR

مسألهٔ منشأ سیستم سیاره‌ای

فرضیات ویزشگر[1]، کوی‌پر[2]، گاموف[3]

مهمترین فرضیه پیرامون منشأ سیارات از فرضیات متبنی بر «تودهٔ سحابی اولیه» تئوری‌ویزشکر است که طی سالهای ۱۹۴۳ تا۱۹۴۷ تدوین گردید. این فرضیه بعدهاتوسط استروفیزیسینهای‌عالیقدری‌چون کوی‌پر وهار[4]تغییراتی یافت وکاملترشد.

طبق این نظریه درابتدا خورشیدرا ابری از گردوگاز به‌شکل صفحه دراحاطه داشته است، دراین‌تودهٔ گردوگاز نقطه به‌نقطه به‌علت ناپایداری جاذبه‌ای حرکات گردابی شکل پدید آمده است، در این مناطق متحرك گردابی توده‌ای گرد وگاز به‌دور خود می‌چرخیده و در عین حال به‌دور خورشید نیز می‌گردیده، همین گردیدن به‌دور خورشید آنها را به‌صورت حلقه‌های مستقل ازیکدیگرتفکیك‌کرده است. گاهی بینابین توده‌های گردابی بزرگ نقاط متفرق و کوچك دیگری نیز با همان کیفیت به‌گردش درآمده بوده‌اند. وقتی تراکم ماده درگردابهای بینابینی تاحد معینی بالا رفته مواد پیرامون را به‌خود جذب کرده مبدل به‌سیارات شده اند. به نظر بانی این تئوری فواصل موجود بین سیارات را می‌توان به‌این ترتیب تفسیرکرد.

ویزشکر اعتقاد دارد که‌گشت‌آور سیارات با انتقال گشت‌آور اولیهٔ خورشید به‌ابر غباری شکل ابتدایی ایجاد شده است.

هرچندکه ویزشکر برای اثبات فرضیهٔ خود استدلالی ریاضی به‌کار می‌برد، این‌تئوری قادربه‌جوابگویی‌مسائلی‌نیست‌که بالطبع طرح می‌شوند. دراین‌نظریه دلیلی‌برای چگونگی‌پیدایش‌حرکات‌گردابی‌وتعداد این گردابهای گردوگاز نمی‌توان یافت لذا فقط چشم بسته وتعبدی باید تعداد گردابهای مادی نخستین و تعداد سیارات‌را پذیرفت. توزیع اجرام درسیستم سیاره‌ای طبق فرضیهٔ ویزشکر تفسیر منطقی ندارد.

1. Weizsaker 2. Kuiper 3. Gamow 4. Haar

MATH75.IR

درسال ۱۹۴۹ کوی‌پر یکی از کیهان شناسان عالیقدر آمریکایی فرضیه‌ای پیرامون منظومهٔ شمسی عنوان کرد که شدیداً از عقاید ویـزشکر متأثر بود. به‌نظر کوی‌پر از تراکم گردوگاز موجود درسحابی‌ای ابتدا خورشید پدیدآمده وباهمین روند ابر «پیش سیاره» ای ساخته شده است.

کوی‌پر معتقد است که بعید به‌نظر می‌رسد گردابهای کوچك ویزشکر منجر به‌تراکم ماده و پیدایش سیارات شده باشند بلکه این احتمال برای توده‌های گردابی بزرگ وجود دارد اما اگر چنین می‌بود می‌بایست سیارات درجهت عقربه‌های ساعت به‌دور خود بگردند (اگر ازقطب شمال‌خورشید به‌آنها نگریسته شود) درحالی که عکس آن است. کوی‌پر می‌کوشد این مشکل را بافـرضیات دیگری رفع کند. قانون فواصل سیارات می‌باید مبین تراکم ماده درنقاط مختلف ابر اولیه باشد ولی علیرغم آنچه ویزشکر می‌خواهد ثابت کند هرگز فاصلهٔ سیارات از یکدیگر مفسر مقدار ماده گردوگاز درنقاط مختلف ابر اولیه نیست. روند تراکم ماده در ابر اولیه می‌بایست به «پیش سیاره» های نسبتاً سنگین بیانجامد. برطبق اعتقاد کوی‌پر سیارات کنونی ۹۰ %تا ۹۹% از جرم خودرا دراثر تشعشعات جسیمه‌ای فوق‌العاده نیرومند خورشید از دست داده‌اند (سیارات کنونی ۱% تا ۱۰% جرم پیش سیاره‌ها را دارند). در تمام کهکشان تعداد منظومه‌های سیاره‌ای به ۱۰۹ می‌رسد.

کوی‌پر اعتقاد دارد جرم سیارات صخره‌ای و فواصل آنها ازخورشید عملاً درادوار زمین‌شناسی تغییری نکـرده است. گرمای این سیارات نیز حاصل تجزیهٔ خود به‌خود مواد رادیواکتیو موجود درآنهاست. ولی‌سیارات غول پیکردستخوش تغییرات بسیاری شده‌اند ولی‌عامل مولد حرارت درونی آنها همان است که بوده، حلقهٔ دور زحل نیز بازماندهٔ گردوگازی است که هنگام تکوین این سیاره به‌دورش باقی مانده است. کوی‌پر درمورد زمین می‌گوید که این‌سیاره هرگزمرحلهٔ مذابی درپشت سرندارد البته ممکن است قشر بیرونی آن‌کمی نرم یا الاستیك می‌بوده وآنروزها زمین تندتر ازاکنون به‌گرد خویش‌می‌گشته است. ماه از۱۰۹ سال پیش به‌همین‌شکل بوده واقشار درونی‌آن زیرنقطه ذوب سرد شده‌اند. نحوهٔ پیدایش اقمارنیز همان چگونگی پیدایش سیارات است. از دست دادن جـرم در پیش سیاره‌ها به‌حدی شدید می‌بوده‌که امکان دارد پاره‌ای از پیش سیارات منظومه‌های اقماری چندی‌را همراه مادهٔ خود درفضای کیهان رها کرده باشند.

به دنبال کاهش‌جرم‌خورشید ابعاد مدارات سیاره‌ای نیز افزایش یافته، امافقدان‌مادهٔ خورشید درفرضیهٔ کوی‌پر بسیار کند توصیف می‌شود وآن راکم

MATH75.IR

وبیش‌همسان فقدان جرم فعلی‌خورشید می‌انگارد. به‌دنبال‌لاپلاس و لاگرانژ کوی‌پر می‌کوشد باتکیه‌برمحاسبات مکانیك‌کیهانی‌تغییرات مختصات سیارات را ازبدو موجودیت‌شان برآوردکند، اما این محاسبات که سابقه‌ای یکصدو پنجاه ساله دارد خالی ازخطر خطا نیست، به‌نظر می‌رسد درسیستم سیاره‌ای نه‌گشت‌آور زاویه‌ای نه‌انرژی حرکتی کلی هرگز مقادیر ثابت وپایداری نیستند لذا محاسباتی‌که براین پایه انجام‌گیرد جای اما دارد ونتایج به‌دست آمده بسیار مشکوك است.

به‌نظر کوی‌پر سیارکهاازپنج‌تاده منشأ مختلف پدیدآمده‌اند وسیارکهای بزرگ از سیارکهای کوچك ساخته می‌شوند. با وجود این درسال ۱۹۵۳ فرضیهٔ دیگری دراین مورد ارائه شدکه برحسب‌آن سیارکها در حوزهٔ ثقل پایدارسحابی‌خورشید (خورشیدوکلیهٔ ضمائم‌آن) ساخته می‌شوند همچنانکه ستارگان دنباله‌دار درهمین ناحیه به‌وجود می‌آیند. سیارکها ده‌بار باید به خورشید نزدیکتر از ستارگان دنباله‌دار باشند درحالی که کوی‌پرآنهارا در فاصله $۵۰\ UA$ از خورشید قرار می‌دهد.

فرضیهٔ مدرن کوی‌پر بهترین نمونه‌ای است که نقص متدولوژیك مطالعهٔ مسائل کیهانی‌را از طریق تئوریك اثبات می‌کند. تاریخچهٔ منظومهٔ خورشیدی همانطورکه‌انتظار داریم ازروی‌پدیده‌ها وتجزیه وتحلیل‌روندهای جاری دراین‌سیستم استخراج‌نشده‌است، بلکه‌طرحی است‌براساس مشهودات وبانی این فرضیات مجبور است بسیاری از مسائل همچون اجرام‌کوچك این منظومه، تیروی مغناطیسی خورشید وحوزهٔ الکترو مغناطیسی کلی منظومه ونیز تغییرات مرئی درسیستم زحل وغیره‌را نادیده انگارد.

دراین اواخر کوی‌پرکه یکی از برنامه ریزان مطالعات عالم شناسی است پس ازمطالعه و تحلیل اندازه گیریهای انجام شده توسط ایستگاههای خودکار مستقر درماه متقاعد شده است‌که فنومن آتشفشانی درتکوین و تغییر اجرام سماوی به‌طور اعم و در ماه به‌طور اخص حائز اهمیت درجه اول است خیلی قبل از اینهم می‌شد بامطالعهٔ اجرام کوچك آسمانی و سطح سیارات به‌این نتیجه دست یافت.

کیهان شناس والامقام دیگر امریکایی ژرژگاموف باترمیم فرضیهٔ ویزشکر معتقد است که سحابی‌اولیه یاگردوگازابتدایی ازهیدروژن وهلیوم وذرات جامدساخته شده بوده، به‌علت‌لزجیت‌گازی[1] توده چون جسمی‌جامد

1. Viscosité

MATH75.IR

به‌گردش درآمده، بخش‌گازی این تودهٔ گردان به‌سرعت مجموعه‌را ترك کرده است، ذرات غباری باقی‌مانده درمسیری منطبق بامدارات کپلری گردیده‌اند ودراین گردش بایکدیگر تصادم می‌نموده و بخار می‌شده‌اند، در عین حال هسته‌های متراکمی‌نیز پدیدآمده‌اند. به‌موازات پراکنده شدن گازها هسته‌های متراکم‌زاده شده‌اند. تراکم ماده دربادی امر درهسته‌های متراکم۹-۱۰ گرم درسانتیمتر مکعب می‌بوده، این هسته‌ها درطی‌چندسال به‌یك سانتیمتر ودر ۱۰۸ سال به‌قطر مشتری رسیده است.

چگونگی‌وجرم سیارات نشانهٔ گسترش ماده درتودهٔ اولیه بوده است. به‌عقیدهٔ گاموف همین‌نکته مبین تفاوت ترکیب سیارات صخره‌ای وسیارات غول پیکر است.

ممکن است سیاره‌ای مفروض که بینابین مدار مریخ ومشتری به‌دور خورشید می‌گشته در اثر نیروی مد مشتری درهم شکسته باشد. واز آن حلقه‌ای از سیارکها پدید آمده باشندکه درهمان مسیر به‌گردش خود ادامه می‌دهند. سیارکهایی که از مدار سیارهٔ مفقود منحرف شده‌اند امکان دارد به‌جرم زمین داخل گردند وچون سنگهای آسمانی برسطح زمین سقوط نمایند. درمورد ستارگان دنباله‌داراعتقاد داردکه این‌اجرام‌ممکن است ازموادسبك‌وزن‌بخش بسیار دورسحابی‌اولیه‌که ازبخارآب وآمونیاك وهیدروکربورهای مختلف به‌وجود آمده تشکیل شده باشند. گاموف هم مثل اورت[1] عقیده دارد که بعضی از ستارگان دنباله‌دار دراثر نیروی جاذبهٔ خورشیدهای همسایهٔ منظومهٔ‌شمسی‌ازفضای‌بین‌ستارگان به‌سوی خورشید رانده می‌شوند.

دراین فرضیه اقمار نیز به‌همان نحو ساخته شده‌اند که خود سیارات پدیدآمده‌اند. گاموف فقط بابیان‌فرضیهٔ سحابی اولیه به‌بیان چگونگی پیدایش سیارات می‌پردازد و کاری به‌این ندارد که مختصات و مشخصات مختلف منظومهٔ شمسی‌بااین فرضیهٔ قابل بیان است یاخیر. به‌نظراین دانشمند نحوهٔ پیدایش سیارکها و ستارگان دنباله‌دار باهم تفاوت دارد، درحالی که صفات مشترك بسیار این‌دوگروه اجرام سماوی خویشاوندی غیرقابل انکار آنهارا نشان می‌دهد.

ستاره‌شناس‌ودانشمندکیهانی بزرگ‌دیگری به‌اسم اوپیك[2] که هم‌اکنون دربریتانیا کارمی‌کند تصویر زیررا ازعالم به‌دست می‌دهد؛ زمین وخورشید وسایر سیارات دریك وهله از سحابی نخستین ساخته شده‌اند و هیچکدام را

1. Oort 2. Opik

MATH75.IR

بردیگری تقدم وتأخری نیست، دراین فرضیه به‌این نکته اشاره نمی‌شودکه آن سحابی ازکجا آمده وغبار این سحابی از چه قماش بوده است. برحسب این‌نظریه درمنطقهٔ متراکم‌سحابی (فرض می‌شود که‌این سطح بیضوی بوده) تمام تشعشع خورشید جذب می‌شده وحرارت در این منطقه ابتدا نزدیك صفر مطلق یا°۲۶۰- درجه می‌بوده‌است. فرض می‌شودکه گازموجود دراین سحابی به‌صورت ذرات‌یخ‌زده ودانه‌های برف ذرات غبارسحابی‌را درمحاصره داشته‌اندرست‌مثل‌شرایط زمین‌چنانکه تراکم مزبوراز۱۵- ۱۰ الی ۱۷- ۱۰ تفاوت می‌کرده وسرعتها یقیناً اندك نمی‌بوده. زمین از همین هستکهای سیاره مانند زاده شده است. هرچه هستکهای سیاره‌ای رشد می‌کرده نیروی جاذبه‌اش افزایش می‌یافته وذرات غباری شکل چون سیلی باسرعت فزاینده برآن فرومی‌ریخته وریزش همین‌ذرات موجب افزایش حرارت سیاره گردیده، به‌عقیدهٔ اوپیك باافزایش‌تدریجی‌حرارت درسطح زمین موادی‌که نقطهٔ ذوب پایین دارند ابتدا مذاب بعد بخار شده ودرفضا پراکنده گردیده‌اند وفقط قشر سنگی سیارهٔ ما زمین باقی مانده است. اوپیك به‌همین دلیل مواد جامد موجود درزمین را بیش از مواد گازی شکل آن می‌داند. بنابر این تئوری کرهٔ ارض قبل از مرحلهٔ مذاب بودن می‌بایستی مدتی دراثر فشار ذرات غباری گرم شده باشد واین مرحله احتمالاً یك‌میلیون سال طول‌کشیده‌است. درهمین موقع مواد سبکتر مثل نفت وآب ولجن ازمواد سنگین‌تر جدا شده وبه‌این ترتیب بخشهای مانتووتاج پوستهٔ‌جامد زمین ساخته شده‌اند. وقتی غبار پیرامون زمین تمام شده ودیگرریزش سیل آسای آن برسطح سیاره قطع گردیده علیرغم نفوذ نور وحرارت خورشید وتابش آن برزمین سیارهٔ ما به سرعت روبه‌سردی رفته است وجمود قشر تاحدود دو هزارو نهصدکیلومتر پیشرفت کرده ازآن به‌بعد هستهٔ سنگین مذاب کرهٔ ارض قرار دارد.

به‌نظر اوپیك سنگهای آسمانی بقایای سیاراتی هستندکه دراثر تصادم شکسته وخرد شده‌اند. به‌عقیدهٔ وی کرهٔ ماه هرگز چنانکه ژ. داروین[1] می‌گوید دراثر نیروی مد خورشید از زمین جدا نشده بلکه همچون جرم آسمانی مستقلی هستی یافته است. این دانشمند مخالف منشأ و کیفیات آتشفشانی کرهٔ ماه است. ولی نخستین سفرانسان به‌ماه که‌باآپولو یازده در روز۲۱ ژوئیهٔ ۱۹۶۹ صورت گرفت و تجزیهٔ سنگهای جمع آوری شده ازروی ماه بطلان‌اعتقادات اوپیك رانشان داد. مشاهدات مستقیم‌کوزیرف[2]

1. G. Darwin 2. Kozyrev

MATH75.IR

درسالهای ۱۹۵۸ و ۱۹۵۹ وجود پاره‌ای اشکال فعالیتهای آتشفشانی‌را در ماه اثبات می‌کنند. قبلاً هم‌مطالعهٔ مختصات ژئولوژیك سطح ماه و بررسی آماری مختصات این‌کره نشان داده بود که جرم‌آسمانی مزبور منصهٔ ظهور آتشفشانهای سترگ بوده است.

فرضیهٔ اشمیت[1]: درسال ۱۹۴۳ یکی دیگر از انواع فرضیات مبتنی برسحابی اولیه توسط اشمیت عضو فرهنگستان علوم اتحاد شوروی عنوان شد این فرضیه درابتدا تئوری «سنگهای شهابی» نامیده می‌شد. این تئوری توسط همکاران اشمیت به‌اسامی لبدینسکی[2] و گورویچ[3] مورد مداقه قرار گرفته است.

اشمیت فرض می‌کند که سیارات از ابری مرکب از مادهٔ پراکنده مخصوصاً ذرات وقطعات سنگهای آسمانی به‌وجود آمده‌اند وخود این ابر انبوه سنگ وخاك توسط خورشید هنگام‌گردش به‌دورهستهٔ کهکشان جذب وربوده شده است. به‌اعتقاد وی این تئوری برای بیان فزونی شتاب حرکتی سیارات نسبت به‌خورشید کافی است. دراین تئوری فرض می‌شود که وضع خورشید از زمان ربایش ابر مادی تا کنون تغییری نکرده است. اما امروز می‌دانیم که‌گشت آور دورانی یا گشت آور زاویه‌ای خورشید روبه کاهش است ودرگذشته نیز تدریجاً کاهش می‌یافته.

محاسبات دقیق لبدنیسکی و گورویچ نشان می‌دهندکه از «سحابی‌پیش سیاره‌ای» مفروض ممکن بوده سیاراتی بامختصات سیاراتی که امروزداریم پدید آید. به‌نظر اشمیت شروع کار با کاهش تدریجی انرژی ذرات موجود درسحابی دراثربرخورد بایکدیگربوده است. حرکات‌پرهرج ومرج وکابوس بی‌نظمی‌اولیه‌کم‌کم به‌صورت منظم‌درآمده وبه‌دورخورشید درمدارات تقریباً دایره‌وار که سطح این مدارات نسبت به‌سطح استوای خورشید زاویهٔ میل اندکی داشتند به‌گردش درآمده‌اند. مواد غباری سحابی یاد شده تدریجاً به‌صورت صفحه‌ای متراکم درآمده است.

محاسبه اثبات می‌کند که افزایش تراکم وفزونی احتمال تصادمات در بین ذرات‌سحابی می‌تواندمنجر به‌ظهورهستکهای همانند سیارکها شود. درهم آمیختن این هستکها می‌توانند به‌اجسام بزرگتروبزرگتر تاحد سیارات منجر گردند.

اشمیت فرض می‌کند که ذرات سحابی نزدیك به‌خورشید یا از آن

1. Schmidt 2. Lebedinski 3. Gourevitch

MATH75.IR

رانده می‌شوند یا به‌روی‌آن ریزش‌کرده مبدل به‌بخارخواهند شد. درنواحی دور ازخورشید حوزهٔ انجماد گازها است. ازاینجاست‌که درنزدیك خورشید سیارات صخره‌ای کوچك ودر نـواحی دور از آن سیارات گازی غول‌پیکر پدید آمده‌اند. به‌نظر اشمیت نه زمین ونه‌هیچ‌سیارهٔ دیگرهرگز جسم مذابی نبوده‌اند. زمین پس از تکوین در اثر تحلیل خود به‌خود مواد رادیواکتیو گرم شده است؛ پس از آنکه بخش درونی زمین به‌حـد کافی گـرم و مذاب گردیده مواد سنگین تر به‌سمت مرکز هجـوم برده و مواد سبکتر روی آن قرار گرفته است.

به‌نظر اشمیت تاکنون این روند درزمین خاتمه نیافته، هنوز که هنوز است‌باقدرت ونیرومندی جاری‌است وهمین‌عامل‌موجب تغییرات ژئولوژیك کرهٔ ارض است.

اقمار نیز درتئوری اشمیت با خود سیارات و با همان فنومن زاده شده‌اند.

دراولین‌کنفرانسی‌که درسال ۱۹۵۱ پیرامون مسائل‌کیهانی دراتحاد شوروی برگزارشد فرضیهٔ اشمیت‌موردحملهٔ بسیاری قرارگرفت. سوبولف[1] عضـو وابستهٔ فرهنگستان علوم اتحـاد جماهیر شوروی سوسیالیستی اعلام داشت که درطرح این‌فرضیه همهٔ نکات ودانسته‌های مکتسبه ازنجوم وفیزیك نجومی طرف توجه‌قرار نگرفته است. وی اظهار داشت‌که اشمیت درتدوین تئوری خویش فقط سیارات را طرف توجه قرارداده و تغییرات خورشید را منظور نکـرده است؛ محـال است که بتوانیم شناخت منظومـهٔ شمسی را مستقل از منشأ خـورشید وستارگان و حتی سیستم ستارگان مـورد مطالعه قرار دهیم.

آکاد میسین‌فسنکف[2] اظهارداشت‌که پایه‌های‌فرضیهٔ اشمیت برچیزهای اثبات شده نیست وحتی احتمال وجود چنان روندی نیزوجود ندارد.

هستهٔ اصلی‌وپایهٔ اساسی‌تئوری‌اشمیت‌را ربایش سحابی مفروضی‌توسط خورشید تشکیل‌می‌دهد. یك چنین‌ربایشی درصورتی امکان داردکه سه‌عامل یعنی خورشید ما، سحابی مورد نظر وستاره‌ای دیگر درجوار یکدیگر قرار گیرند، اما کلیهٔ ستاره‌شناسان هماوازند که خورشید به‌تنهایی قادر به‌ربایش سحابی‌ای نیست که مادهٔ کافی جهت تکوین سیارات منظومهٔ شمسی دربر داشته باشد ازطرفی احتمال مشارکت خورشید دیگری به‌عنوان عامل سوم

1. Sobolev 2. Fessenkov

MATH75.IR

نیز فوق‌العاده ناچیز است.

ـ گشت‌آور حرکتی سیارات بااین فرضیه قابل تفسیر نیست، بنابراین تئوری اشمیت نیز مثل سایرفرضیه‌هایی‌که براساس پیدایش سیارات ازسحابی اولیه استوارند بادشواریهایی روبروست.

ـ فرضیهٔ اشمیت ازبیان وتفسیر علت فواصل سیاره‌ها از خورشید نیز ناتوانست چه سیارات غول پیکر درفواصل دورتری قرار دارند وحال آنکه قدرت جاذبه درنزدیك خورشید بیشتر است واین مغایر بافرض ربایش گردو گاز توسط خورشید است.

ـ در این فرضیه جوابی برای این سئوال نمی‌یابیم که چرا مدار ماه وبعضی از اقمارمشتری وزحل ونپتون نسبت به‌سطح استوای خود سیارات زاویهٔ میل شدیدی دارند.

ـ دراین تئوری علت تکوین ماه مسکوت‌گذارده می‌شود.

ـ دراین فرضیه به‌این مطلب التفاتی نمی‌شودکه در حالی‌که اقطار اقمار سیارات دیگر دهها وصدهابار کوچکتر از سیارات مربوطه واجرام‌آنها هزاران بار کمتر ازسیارات ذی‌ربط است چرا قطر ماه فقط چهاربار کوچکتر ازقطر زمین وجرمش هشتادویکبار کمتر از این است.

ـ دراین مورد نیز فرضیهٔ اشمیت خاموش می‌ماند که چرا بعضی از اقمار سیارات گازی همچون مشتری جامد و متراکم‌اند. بنابراین علت اختلاف تراکم بعضی‌سیارات واقمارشان خاصه مشتری به‌نحومورد پسندی بیان نمی‌شود.

ـ کوشش‌طرفداران تئوری اشمیت برای اثبات‌اینکه سنگهای‌آسمانی تتمهٔ سحابی اولیه است نیز باشکست روبروشده.

ـ فرضیهٔ پیدایش کرهٔ زمین ازذرات غباری شکل (ذرات سرد) به حد کافی مورد تردید است. پاره‌ای ازدانشمندان برآنندکه زمین وسایرسیارات اجباراً مرحله‌ای‌را گذرانیده‌اند که درطی آن تمام مواد موجود درهرسیاره گرم بوده. این‌امر برای‌کرهٔ ارض طبق شواهدی دربدو تکوین بوده است ودراین تغییرات نه‌تنها پدیده‌های جاذبه‌ای بلکه روندهای فیزیك و شیمی پیچیده نقش مهمی داشته‌اند. ازطرف دیگردلایلی‌که از طرف جمعی اززمین شناسان برای اثبات اینکه زمین دربدو تکوین‌جامد می‌بوده کمکی به‌اثبات فرضیهٔ اشمیت نمی‌کند.

ـ اشمیت از مقایسهٔ مشهودات عینی‌که از مشاهده وتجربه به‌دست آمده‌اند بااستنتاجات فرضی‌خود به‌این نکته اشاره می‌کندکه منظومهٔ شمسی

MATH75.IR

ازچندین‌میلیارد سال‌به‌این طرف هیچ تغییرعمده‌ای نکرده است. درصورتی‌که مطالعات انجام شده نه تنها برسیارات بلکه براجرام کوچك منظومهٔ شمسی مغلوط بودن چنین اندیشه‌ای‌را می‌رساند.

ـ همهٔ اینها به‌یك سو تئوری اشمیت به‌هیچ‌خصیصه‌ای‌که از منظومهٔ شمسی تاکنون کشف نشده اشاره نمی‌کند وپیش‌بینی‌ای دراین زمینه ندارد، لذا نااستوار بودن پایه‌هایی‌که برآن متکی است برملا می‌شود.

برسر فرضیات کوی‌پر و اشمیت تامل بسیار کردیم تاهم مشابهتهای متدلوژیك وهم اختلاف آنهارا بیان کرده باشیم چه درمیان فرضیات عالم شناسی مختلف این دوتئوری از همه دقیق‌تر تدوین شده‌اند ودرست همین دو بیش ازدیگران خطاهای متدلوژیك چنین‌مطالعاتی‌را درسطح علوم جدید بیان می‌کنند.

فرضیات آلف‌ون[1] و هویل[2]: نخستین کسی که نیروهای الکتریکی و مغناطیسی خورشیدرا در شناخت منظومهٔ شمسی منظورکرد بریکه‌لاند[3] بودکه درسال ۱۹۱۲ به‌این موضوع‌اشاره‌کرد. باقبول اینکه خورشید گشت آوری مغناطیسی‌دارد وازطرف دیگر تشعشعات جسیمه‌ای بیکران آن سالها وقرنهاست که ادامه دارد می‌توان به‌این نتیجه دست یافت که امکان دارد حلقات عدیده‌ای مرکب ازیونهای مختلف پدیدآمده ومنجربه‌پیدایش‌سیارات شده باشد، اما بااین فرضیه نمی‌توان چگونگی‌مواد موجود درسیارات ونیز ترکیب همانند سنگهای آسمانی‌را تفسیر کرد. درحدود سال ۱۹۳۰ برلاژ[4] سعی کرد باتوجه به‌نیروی الکتریکی‌خورشید ساختمان سیارات‌را تفسیرکند وکوشیداثبات نماید ازخورشید ذرات جامدومتراکمی‌جدا وپراکنده می‌شود. باتوجه‌به‌نظریه‌برلاژ می‌توان به‌قانون تیتوس‌ـ باد نیزرسید. درسال ۱۹۴۰ برلاژ باتجزیه وتحلیل فرضیه‌ها ونظریه‌های مختلف عالم شناسی به‌این نقطه نظر رسید: «منظومهٔ شمسی درطی تکوین و مدت تکمیل خود می‌تواند از مراحل گردبادهای دکارت[5] وصفحهٔ مادی‌کانت[6] وحلقه‌های مجزای لاپلاس[7] وحتی‌مرحلهٔ هستکهای سیاره‌ای شامبرلن ـ مولتون[8] گذشته باشد امابرای مسألـهٔ ستارهٔ خـارجی جانس[9] (دخالت ستارهٔ دیگـری در امـر تکوین سیارات که از نزدیك خورشید گذشته استـ مترجم.) هنوز محل مطالعه

1. Alfven
2. Hoyle
3. Brikeland
4. Berlage
5. Descartes
6. Kant
7. Laplace
8. Chamberlin-Moulton
9. Jeans

MATH75.IR

باقی است.» در چنین بیانی به‌طور تلویحی اعترافی نهفته است که ناتوانی گوینده را ازیافتن فرضیه‌ای دقیق پیرامون پیدایش‌منظومهٔ شمسی‌می‌رساند.

بین سالهای ۱۹۴۲ تا ۱۹۴۶ فرضیهٔ آستروفیزیسین سوئدی آلف‌ون منتشر شد، برحسب‌آن نیروی الکترومغناطیسی بانی سیستم سیاره‌ای است. به‌نظراین دانشمند خورشید در زمان‌پیدایش‌سیارات ازحوزهٔ الکترومغناطیسی بسیار نیرومندی برخوردار بوده است، اتمهای خنثای موجود درگرد و گاز اولیه‌که تحت تأثیر حوزه قرار نمی‌گرفته‌اند برخورشید می‌باریده‌اند یا با یکدیگر تصادم می‌کرده‌اند درهردوحال‌حاصل برخورد تولید اتمهای یونیزه می‌بوده، ذرات یونیزه‌که اسیرچنگال‌نیرومند حوزه‌بوده‌اند به‌ناچار در امتداد خطوط نیروی حوزه قرارگرفته و باگردش خورشید به‌دور خود به‌دور ستارهٔ مرکزی نیز می‌گردیده‌اند. بدیهی است درچنین احوال‌که خورشید ناچار به کشیدن بارسنگین تودهٔ مادی پیرامون خود بوده‌تدریجاً مقداری از گشت‌آور دورانی خود را از دست داده است.

می‌توان برای انواع اتمها فاصله‌ای را که در آنجا یونیزه می‌شوند و توسط خورشید متوقف می‌گردند برآوردکرد و تخمین زد. به‌این ترتیب بایستی‌نزدیکترین سیارات به‌خورشید ازسبکترین انواع اتمها یعنی هیدروژن و هلیوم ساخته شده باشند و بلعکس ناحیهٔ سیارات غول‌پیکر می‌باید محل اجتماع یونهای وزین همچون آهن و نیکل بوده باشد در حالی‌که واقعیت درست معکوس این است. برای رفع اشکال مزبور می‌باید به‌طرح فرضیات فرعی پرداخت‌که خود آنها احتمال حدوث‌کمتری دارند.

بعدها هویل[1] با درنظرگرفتن اثر نیروی الکترو مغناطیسی به‌تکمیل این‌نظریه و رفع نقایص و نقاط ضعف آن پرداخت. به‌زعم نامبرده‌نیروهای یادشده درتحول وتغییر توده غبار پیش سیاره‌ای نقشی ایفا می‌کرده است.

هویل معتقد است‌که «ابرپیش سیاره‌ای» از مادهٔ موجود درخورشید ابتدایی پدید آمده. این ابر در اثر گردش سریع خورشید به‌دور خود تدریجاً در حدود سطح استوایی به‌صورت صفحه‌ای در آمده است. سیارات امروزی بخش اندکی از مادهٔ موجود در صفحهٔ مـزبور را نگهداشته‌اند. هویل می‌گوید تودهٔ هیدروژنی یکصد برابرحجم اورانوس ونپتون یاسه هزاربرابر زمین تدریجاً در فضا پخش شده و از منظومهٔ شمسی گریخته است. هـویل برای تفسیر ساختمان سیارات صخره‌ای می‌گوید انتقال‌گشت‌آور دورانی

1. Hoyle

MATH75.IR

خورشیدکه آلف‌ون آن را طرح می‌کند فقط درمورد ذرات‌گاز صادق است و تنها ذرات‌گاز تحت تأثیر نیروی‌گشت‌آور خورشید قرارگرفته و ذرات جامد ابر اولیه مستقل از آن نیرو باقی‌مانده تجمع یافته‌اند و گاز موجود در ابر تدریجاً ازخورشید مرکزی دور شده است. هویل این نکته را نادیده می‌گیردکه وزن مخصوص متوسط سیارات بیرونی و درونی بـا هم تفاوت بسیار دارد همچنین وزن مخصوص متوسط زمین و ماه نیز متفاوت است اگر این اجرام با تفکیک‌گاز از ذرات جامد موجود در صفحهٔ اولیه پدید آمده باشندکه خود وزن مخصوص متوسطی می‌داشته هرگزوزن مخصوص زمین و ماه تفاوتی نمی‌داشت.

هویل به‌دنبال نظریهٔ خویش می‌افزایدکه‌تودهٔ متراکم صفحه‌ای شکل اولیه مقداری نیز دانه‌های برف در حال ذوب‌شدن داشته‌است، منظور وی از عنوان‌کردن این نکته نتیجه‌گیری برای تفسیر امکان پیدایش هیدراتها و پلی‌مریزه شدن آنها و تبدیلشان به‌هیدروکربورهای نفتی است. بـه‌اعتقاد هویل نخستین مراحل تکوین مشتری و زحل از قطرات آب یا آمـونیاك مایع بوده بعدکه روند تکوین سرعتی‌کافی به‌دست‌آورده این‌دو سیاره مقدار معتنابهی‌گاز سبك مخصوصاً هیدروژن به‌دور خود جمع کرده‌اند.

هویل برای بیان علت اینکه وزن مخصوص اورانـوس و نپتون بیش از مشتری و زحل است دست به‌فرضیهٔ دیگری می‌زند و اظهار می‌دارد در چنان فاصله‌ای از خورشید دیگر آب یا آمونیاك به‌صورت مایع نخواهد بود بلکه چون ذرات جامدی وجود خواهد داشت. هیدروکربورهای دیگر نیز که وزن مخصوص بیشتری دارند به‌صورت متراکم درخواهند آمد به‌عقیدهٔ هویل درچنین احوال‌که مقارن پیدایش اورانوس ونپتون می‌بوده خورشیدی درخشان ازکنارمنظومهٔ شمسی گذشته وهیدروژن موجود درمنطقهٔ اورانوس و نپتون را جاروب‌کرده همراه برده است، فقدان هیدروژن‌گازی از یکطرف امکان تراکم هیدروکربورهای سنگین را افزایش داده از طـرف دیگر وزن مخصوص سیارات جدیدالولاده را بالا برده است.

برای‌بیان علت زاویهٔ میل محورسیارات بازبه‌فرضیه‌ای مکمل متوسل می‌شود مثلاً برای اورانوس‌که وضعی غیرعادی دارد (محور ایـن سیاره منطبق بر سطح مدار آن به‌گرد خورشید است در صورتی‌که سایر سیارات محوری‌کم و بیش عمود براین سطح دارند لذا در اورانوس بهاری جاودان حکومت می‌کند- مترجم.) می‌گوید این سیاره از اتصال دوپیش‌سیارهٔ همقدر ساخته شده است.

MATH75.IR

درفرضیهٔ هویل هرگز پاسخی برای این پرسش نمی‌توان یافت که چرا زمین فقط یك قمر دارد یا چرا زهره و عطارد اصلاً قمری ندارند. به‌نظر این دانشمند کاهش تدریجی وزن مخصوص اقمار سیارات به‌تناسب دوری ازخورشید دلیل بسیار خوبی برای بیان علت وجودی منطقهٔ سنگی ـ آهنی (منطقهٔ سنگهای آسمانی) بین مریخ و مشتری است. این همان مرز ناحیهٔ حکومت آب و آمونیاك مایع در نظر هویل است. وی با بیان این مقدمه می‌گوید گانیمد[1] و کالیستو[2] اقمار مشتری می‌بایستی مقدار معتنابهی آب داشته باشند و اقمار زحل‌می‌باید تماماً از مایعات به‌وجود آمده باشند (آب و آمونیاك).

ماه اندیشه‌های کلاسیك را در مورد منظومهٔشمسی باطل می‌کند.

مروری‌درکیهان‌شناسی با روش‌کلاسیك ثابت می‌کندکه این متد مارا در بن‌بستی دشوار می‌گذارد. اکتشافات‌نوین دربارهٔ ماه تناقض شدیدی با فرضیات قبلی دارند. درسالهای اخیر بسیاری ازمحققین‌کوشیده‌اند برای ماه منشائی از سنگهای آسمانی و شهابهای ثاقب قائل شوند، این دانشمندان ماه را کره‌ای مرده می‌پندارند و به‌پدیده‌هایی‌که با این تزتفسیرپذیر نیست توجهی مبذول نمی‌دارند.مدتها پیشترمحقق مشهورتروای‌تسکی[3] وهمکارانش‌که در مؤسسهٔ رادیوفیزیك‌گورکی به‌پژوهش اشتغال دارند اعلام‌کرده بودندکه بر سطح ماه پوشش ناچیزی از ریزش شهابها موجود است قسمت اعظم قشر جامد این جرم آسمانی از سنگهای آتشفشانی تشکیل‌گردیده که روزگاری برآن آتشفشانهای عظیم حادث می‌گردیده و هم‌اکنون نیز در مرکز این کره حرارتی وافروجود داردکه خودنشانه‌ای‌از استمرارفعالیتهای‌آتشفشانی است. این اعتقاد و استنتاج‌که براساس تجزیه و مطالعهٔ سنگهای آسمانی و شبیه ماه به‌دست آمده بود جدیداًبا بررسی سنگهایی که دستگاه خودکار به زمین آورد و نیز آنهایی‌که مهنوردان درقالب برنامه‌های آپولو بازآوردند به‌اثبات رسید.

این نمونه یکبار دیگرصحت این اعتقادآمبارتسومیان را نشان می‌دهد که در شرایط فعلی دانش بشری مطالعهٔ عمیق آستروفیزیك‌کیهان از طرح هرفرضیهٔ کاملی لازمتر و مفیدتر است.

به‌عنوان‌شاهد می‌توان از دانشمندجلیل‌القدر امریکایی اوری[4] نامبرد

1. Ganymede 2. Callisto 3. Troïtski 4. Urey

MATH75.IR

که به‌مطالعهٔ ترکیب شیمیایی سنگهای آسمانی پرداخت، هنگامی که نتیجهٔ مطالعات خود را با فرضیات کیهان‌شناسی خالص برابر نهاد به‌تناقضات شدیدی برخورد کرد، به‌اعتقاد وی تنها راه صحیح شناخت گذشتهٔ منظومهٔ شمسی عبارت است از بررسی ترکیب شیمیایی وساختمان سنگهای آسمانی، مختصات حرکتی آنها، فیزیك سیستم ستارگان دنباله‌دار، مشخصات مادهٔ شهاب‌زا و نیز روند تغییر زمین و سایر سیارات.

در سال ۱۹۴۸ ویپل[1] فرضیه‌ای عنوان کرد که براساس آن منظومهٔ شمسی از متراکم شدن یك گلولهٔ غبار (نه ابر گرد یا گرد و گاز) که خاستگاه حرکت گردبادی می‌بوده پدید آمده است، نخست خورشید در وسط این گلولهٔ غبار پا به‌دایرهٔ هستی گذارده و آنگاه سیارات با فوران ماده که گشت آور حرکتی بسیاری می‌داشته و مانع از سقوط آنها برروی هستهٔ متراکم مرکزی بوده زاده شده‌اند. اقمار نیز در مرحله‌ای که سیارات دوران پیش سیاره‌ای را می‌گذرانیده‌اند از همان گلولهٔ غباری به‌وجود آمده‌اند. اما اقماری که جهت گردش آنها به‌دور سیارات به‌عکس جهت معمول است اجرامی هستند که مدتها پس از کونیت سیارهٔ مربوطه توسط آن ربوده شده و در مدارش قرار گرفته‌اند. هرچند این فرضیه با مدارك ریاضی مسلح نیست مع‌ذلك نه‌بهتر و نه بدتر ازسایر فرضیات نظری در زمینهٔ پیدایش منظومهٔ خورشیدی است.

چون تئوریهای مبتنی بر «سحابی اولیه» در زمینهٔ کیهان‌شناسی منظومهٔ شمسی همیشه با اشکالات عدیده روبروست از اوایل قرن بیستم دستهٔ دیگری از فرضیات عنوان شدند که آنها را تئوریهای مبتنی بر «سانحه و فاجعه»[2] می‌نامند. این نظریات ابتدا توسط شامبرلن[3] و مولتون[4] در امریکا وسپس توسط جفریز[5] و جنس[6] در انگلیس عنوان شد. بنابراعتقاد جنس سیارات ازتوده‌ای مادی پدید آمده‌اند که در اثر چنبرهٔ جزر و مد هنگام عبور خورشید نیرومندی ازکنار خورشید، از این یك جدا شده است. نحوهٔ عمل چنین بوده است که ابتدا ستون عظیمی ازگاز همچون سیگار برگ ازخورشید برخاسته و سپس قطعه قطعه جدا شده و از هرقطعه تودهٔ متراکمی پدید آمده که منشأ سیارات گردیده‌اند.

دراین تئوری پیدایش سیستم سیاره‌ای منوط به‌حادثه و وابسته به‌اتفاق

1. Wipple 2. Catastrophique 3. Chamberlin
4. Moulton 5. Jeffreys 6. Jeans

MATH75.IR

عبور دوخورشید ازکناریکدیگر است. درجهٔ احتمال‌نزدیك‌شدن دوخورشید را درمجموعهٔ ستاره‌ای عالم به‌حدی که نیروی جاذبهٔ یکی توده‌ای ازجرم دیگری را بمکد می‌توان محاسبه‌کرد. این احتمال فوق‌العاده ناچیز بوده به عبارت دیگر حدوث چنان واقعه‌ای تعلیق به‌محال است. اگرفرض جنس را بپذیریم بایستی قبول‌کنیم‌که منظومهٔ سیاره‌ای، درکهکشان منحصر به‌فرد است. چنین‌تصوراتی مبانیت‌کامل با ماتریالیسم دیالکتیك داردکه برحسب آن پیدایش همه چیز در عالم و قبل از همه پیدایش اجرام سماوی متکی به‌ذات و از خود است. ازطرف دیگر این تصورات با مشاهدات عینی نیز متناقض‌است‌که‌ثابت می‌کنند منظومه‌های سیاره‌ای درکهکشان، بسیارفراوان است.

در سالهای ۱۹۳۸ و ۱۹۳۹ راسل[1] و مستقل از اوپاری‌ایسکی[2] و فسنکف[3] ثابت‌کردندکه فرضیهٔ جنس نمی‌تواند مفسر ابعاد منظومهٔ شمسی و مبین‌گشت‌آور حرکتی آن باشد، هرچندکه نامبردگان پایهٔ محاسبهٔ خود را بر این نهاده بودندکه‌گشت‌آور دورانی خورشید قابل انتقال بـه‌سیارات نیست درحالی‌که امروزمی‌دانیم چنین انتقالی دراصل پذیرفتنی‌است، انتقال انرژی‌حرکتی وکاهش سرعت‌گردش‌خورشید به‌دورخود ازدو راه امکان‌دارد یکی اینکه تشعشات جسیمه‌ای دائمی‌که از خورشید برمی‌خیزد و باگردش خورشید به‌دورآن می‌گردد، دیگری مکانیسمی‌که آلفون پیشنهاد می‌کند.

هرچند تئوری مبتنی بـر «سانحه و فـاجعهٔ» جنس در روزگـار خود طرفداران بسیاری یافت چنانکه همه با آن همداستان شدند ولی در حقیقت و واقع این فرضیه هرگز نمی‌تواند مختصات و مشخصات منظومهٔ شمسی را بیان‌کند وگذشتهٔ آن را از بدو تکوین تاکنون بازنماید.

در سال ۱۹۲۹ جفریز پا ازجنس هم فراترنهاد یعنی نه‌تنها به‌نزدیك شدن دوستاره بلکه به‌برخورد دو ستاره برای پیدایش منظومهٔ شمسی معتقد شد، این تئوری او شبیه نظریهٔ بوفون بودکه در قرن هجدهم ابرازگردید. اما نظریهٔ جفریز با مشکلاتی بیش از فرضیهٔ جنس مواجه شد. اعتقاد لیتلتون[4] مبنی براینکه در ابتدا خورشیدی دوقلو وجود داشته که خورشید کنونی یکی از آنهاست وآنگاه خورشید سومی با همزاد خورشید ما تصادم کرده و منجر به‌پیدایش سیارات شده نیزچنان وضع درهمی به‌وجود می‌آورد که قابل طرح نیست.

1. H. Russell 2. Pariiski 3. Fessenkov 4. Lyttleton

MATH75.IR

اما تصور اینکه عالم‌شناسی نظری خالی از هرحقیقتی است خطاست چه در فرضیات متنوع و متعددگوشه‌هایی از واقعیات عینی را می‌توان یافت. هم‌اکنون خواهیم دید که فرضیات مبتنی بر «سانحه و فاجعه» تا حدودی درتکوین منظومهٔ شمسی می‌توانند نقشی داشته‌باشند. همچنین این جنبه از تئوریهای کوی‌پر وهویل که می‌گوید بخش بزرگی ازمادهٔ موجود در اطراف پیش سیاره‌ها منظومهٔ شمسی را ترک‌کرده و درفضای بیکرانه گریخته است بازگوکنندهٔحقیقتی در تاریخ تکوین سیارات است.

لازم به‌یادآوری نیست‌که عالم ارسطویی و بطلمیوسی‌که زمین را مرکز عالم انگاشته و آن را با افلاك محاصره می‌کند و دنیا را محدود به حدی می‌نمایدگرچه از بنیان مغلوط است ولی ازهمین انگاره‌ها محاسباتی به‌دست می‌آیدکه خسوفها وکسوفها رابه‌دقت‌محاسبه می‌نمایند واز زمانهای دیرین نیز محاسبه می‌کردند. این پدیده‌که در خطاها هم می‌توان عناصر صواب یافت جوهر دیالکتیکی روند معرفت‌آدمی وپیچیدگی مسیری را که به‌سوی حقیقت علمی می‌رود نشان می‌دهد.

اگر به‌راستی حقیقت حرکت زمین وکیفیت سیاره‌ای‌آن به‌جای آنکه درزمان کپرنیك وگالیله وکپلر مورد قبول قرار گیرد دوهزار سال قبل از آن با الهام از اریستارك[1] پذیرفته شده بود مسیر تاریخ علم چه تغییراتی می‌کرد؟ به‌این نکته اعتراضی نیست که معرفت آدمی باسرعتی بیشترجلو می‌رفت و مسائلی که امروز برایمان مطرح است خیلی پیش از این طرف توجه قرار می‌گرفت.

این ملاحظات ناشی از القائات موقعیت فعلی عالم شناسی سیاره‌ای است که خود کلی از مسائل علمی و اصلی روزگاران نوین است. در عالم شناسی کلاسیك قرون پانزده وشانزده وجوه اشتراك بانجوم بطلیموسی‌مشاهده می‌گردد ورد پای چنان اندیشه‌هایی درروش‌کلاسیك مطالعهٔ اجرام سماوی

۱. اریستارك منجم یونان باستان، متولد ۳۱۰ قبل از میلاد، متوفی به‌سال ۲۳۰ قبل از میلاد او نخستین‌کسی است که معتقد شد خورشید مرکز منظومه‌ای است که سیارات ازجمله زمین به‌گردش می‌کردند. کتاب او به‌نام دربارهٔ عظمت فواصل خورشید وماه تا به‌امروز باقی مانده؛ هم او برای نخستین بار از قضیهٔ فیثاغورث برای سنجش فاصلهٔ زمین وخورشید استفاده کرد. این ادعای بزرگی بود جنجال و هنگامهٔ غریبی برپا شد، اریستارك‌را کافر وملحد خواندند به‌هرتقدیر نظریهٔ او قبول عام نیافت چه مدار دایره‌واری که برای زمین پیشنهاد کرده بود باحرکت غیر متشابه خورشید روی منطقه‌البروج و طول نامساوی فصول سازگار نبود. اریستارك نمی‌دانست مدار زمین به‌دور خورشید بیضی است نه دایره ـ مترجم.

MATH75.IR

که امروزه نیز جاریست به‌چشم می‌خورد. دراین روش با اجتناب ازتجزیه و تحلیل واقعیات عینی وبالغزش درپیش داوری از کنار پدیده‌ها می‌گذرند. چنین روشی‌نیروی پژوهندگان‌را درمسیری پوچ به‌کارمی‌اندازد وتاحدودی نقش باز دارنده در یافتن تاریخچهٔ زمین و منظومـهٔ شمسی بازی می‌کند. این موضوع تنهاحائزاهمیت تئوریك نیست بلکه واجد اهمیت‌عملی به‌سزایی است.

MATH75.IR

عالم‌شناسی اجرام کوچك عضو منظومهٔ شمسی

چنانکه ملاحظه کرده‌ایم دراکثرفرضیات منشا منظومهٔ شمسی به‌مسئلهٔ منبع شبه سیارات، ستارگان دنباله دار، شهابهای ثاقب و مادهٔ غباری شهاب زا توجهی مبذول نمی‌شود وبرای این اجرام اهمیتی قائل نیستند. غالباً چنین تصور می‌شود این اجرام خرده ریزه‌های باقی مانده ازمخزن ماده‌ای‌است‌که درتکوین خورشید وسیارات بکار رفته است.

مع‌ذلك مطالعهٔ سنگهای آسمانی تردیدی باقی نمی‌گذارد که اجرام شهابی و لذا مادهٔ شهاب‌زا دربطن سیارات تبلور یافته‌اند به‌عبارت دیگر از همان قماشی هستند که قشر سیارات از آن است. به‌همین دلیل است که بعضی از ستاره شناسان معتقدند که شهابها، سنگهای آسمانی، سیارکها و وستارگان دنباله‌دارقطعات سیارهٔ مفروضی هستندکه منفجر گردیده. این‌فرض اولبرس[1] راکه‌بعدآبه‌تفصیل‌شرح‌خواهیم‌داد، منجمین‌عالیقدری‌چون‌اورلوف[2] فسنکف، پوتیلین[3] اورت[4] وبسیاری دیگر پذیرفته‌اند.

پاره‌ای را اعتقاد براین است که غبار شهاب‌زا از روی شبه سیارات ونیزازروی اقماری‌چون ماه به‌دنبال ریزش‌سنگهای‌آسمانی برآنهابرمی‌خزد. این اعتقاد ناشی‌از تئوری استانیوکوویچ[5] و فدینسکی[6] است‌که نشان داده‌اند که هنگام برخورد اجرام سماوی مثل وقتی‌که سنگی آسمانی به‌سطحی‌سخت برخورد می‌کند اگراین سنگ جرم‌کافی داشته وازسرعتی بسیار برخوردار باشد حاصل انفجاربه‌مراتب بیش ازجرم سنگ آسمانی مزبور خواهد بود.

در حدود سال ۱۹۵۰ فرضیهٔ اورت پاره‌ای امتیازات به‌دست آورد. این دانشمند هنگام مطالعهٔ پراکندگی عده‌ای از ستارگان دنباله‌دار که مسیری سهمی دارند معتقد شد این اجرام از منطقه‌ای خارج از منظومهٔ شمسی که دهها هزار واحد فاصلهٔ نجومی ازخورشید به‌دور است وحرارت

1. Olbers 2. Orlov 3. Poutiline 4. Oort
5. Staniokovitch 6. Fedynski

MATH75.IR

درآنجا نزدیك صفرمطلق است واین‌حرارت پایین‌باعث می‌گردد ذرات‌منجمد و یخ زده طی اعصار کیهانی محفوظ بماند به‌سوی زمین‌وخورشید می‌آیند. از همین ابر ستارهٔ دنباله دار زاست که (یکصد سال پیش شیاپارلی[1] وجود آن را پیش‌بینی کرده بود) ستارگان دنباله دار بـه‌سوی منظومـهٔ شمسی می‌آیند و دراین مسیر طولانی مدار آنها تحت تأثیر جاذبهٔ ستارگان همسایهٔ خورشید دستخوش تغییرات بسیار مـی‌شود. ما باز به‌این موضوع مراجعه خواهیم کرد ولی اکنون مـی‌بایست نتایج نوین حاصل از مطالعات بسیار جدید در مورد ستارگان دنباله‌دار و شهابهای ثاقب وسنگهای آسمانی را طرف توجه قرار دهیم که نه‌تنها منشأ اجرام کوچك را بازگو می‌کند بلکه نقشی راکه درتحول وتغییر تمام منظومهٔ شمسی دارند باز می‌نمایدومسائل متعدد مربوط به‌منشأ سیارات‌راحل می‌کند.

منبع وتغییر ستارگان دنباله دار

یکصدوپنجاه سال قبل لاپلاس برای نخستین باردرمورد ستارگان دنباله‌دار چنین گفت: ستارگان دنباله‌دار علی‌الدوام ازفضای گسترده دربین ستارگان سر می‌رسند، پاره‌ای از آنها تحت تأثیر نیروی جاذبهٔ سیارات صید می‌شوند و به‌صورت ستارگان دنباله دار راجعه در مداری بسته به‌گرد خـورشید می‌گردند.

لاپلاس به‌تخمین احتمال پیداشدن انواع مداربرای‌ستارگان دنباله دار پرداخت‌وبه‌این‌ترتیب‌مقدمات‌مطالعهٔ‌تئوریك‌دانش ستارگان‌دنباله‌دارراافراهم کرد. بررسی‌دقیق «مسألهٔ لاپلاس» توسط گوس[2]، شیاپارلی، فابری[3] شارلیه[4] و موئی سیف[5] اثبات کرد که ستارگان دنباله‌داری که مداری سهمی دارند از فضای بین ستارگان نمی‌آیند. بررسی دقیق و عمیق «خروج از مرکز» اولیهٔ (به‌پاورقی صفحهٔ ۲۰ مراجعه شود) مدار ستارگان دنباله دار وآمار جهات گردش به‌دور خورشید نیز به‌همین نتایج می‌رسد.

در سال ۱۹۴۸ لیتلتون ادعا کرد که ستارگان دنباله دار از تراکم ذرات غباری‌که فضای بین‌ستارگان سرمی‌رسد به‌وجود می‌آیند واین تجمع‌و تراکم درمنطقه‌ای به‌نام«منطقهٔ‌تجمع درحوزهٔ ثقل‌خورشیدی» اتفاق می‌افتد. این نظریه فاقد هرگونه اساس‌علمی است، چنانکه اطلاعات ما نشان می‌دهد

1. Schiaparelli 2. Gauss 3. Fabry 4. Charlier
5. Moïsséiev

MATH75.IR

و مطالعهٔ مکانیك این مسئله اثبات می‌کند حقیقت ذراتی‌که به‌حوزهٔ خورشید می‌رسند نه تنهامجتمع ومتراکم نخواهند شد بلکه به‌سرعت پراکنده خواهند گردید.

وجود تعدادزیادی اجرام سماوی‌که به‌گرد خورشید مداری هذلولی دارند دلیلی براین است‌که مدار بسیاری از آنها توسط منظومهٔ شمسی خم می‌شود، دراین زمره ستارگان دنباله دار واجرام شهابی قرارمی‌گیرند اما هیچ مورد معکوسی گزارش نشده است.

کارهای عظیم تران[1] واستروم‌گرن[2] برای محاسبهٔ «خروج ازمرکز» اولیهٔ ستارگان دنباله دار صاحب مدار هذلولی نشان می‌دهد که ستارگان دنباله دار روی مداری بیضی به‌منظومهٔ شمسی داخل می‌شوند، یعنی همهٔ آنهامتعلق به‌منظومهٔ شمسی هستند. همین استنتاج توسط گالیبینا[3] و سکانینا[4] نیز به‌عمل آمده است. این نکته قابل یادآوری است که ستاره شناسانی‌که می‌گویند اگر مقدار خروج از مرکز مدار جرمی آسمانی یك‌دهم تا چند دهم بیش‌ازیك باشدآن‌جرم‌ازفضای بین ستارگان به‌منظومهٔ شمسی‌وارد شده است اشتباه می‌کنند. هیچ جرم موجود در منظومهٔ شمسی‌را نمی‌توان از منبع فضای بین ستاره‌ای دانست مگر مقدار خروج از مرکزش نزدیك دو، حتی قدری بیش از دو باشد. این ادعا استدلال ساده‌ای دارد.

سرعت حرکت هرستارهٔ دنباله‌دار به‌نسبت دوری‌ازخورشید (r) ازاین رابطه به‌دست می‌آید:

$$v = ۳۰\sqrt{\frac{۲}{r} - \frac{۱}{a}}\,Km/s$$

البته به‌شرطی‌کـه r و a را برحسب واحد نجـومی درنظر بگیریم. درحد نهایی منظومهٔ شمسی یعنی تقریباً در حدود یکصد هزار UA ستارهٔ دنباله‌داری که‌درمداری سهمی‌حرکت می‌کند سرعتی برابر $v = ۰/۱۳Km/s$ خـواهد داشت. می‌دانیم سرعت اجـرامی که در فضای بین ستارگان در حرکت‌اند درحدود $v = ۳۰\,Km/s$ است لذافرمول بالا به‌این شکل درمی‌آید $v = \sqrt{\frac{۲}{۱۰۰/۰۰۰} - \frac{۱}{a}} \approx ۱$. چون هیچ ستارهٔ دنبالـه‌داری قابل تشخیص نیست مگر فاصله‌اش از خورشیدکمتر یابرابر دو واحدکیهانی یعنی $q \leqslant ۲\,UA$ باشد برای تخمین مقدار خروج از مرکز هرجسم موجود در

1. Thraen 2. Strömgren 3. Galibina 4. Sekanina

MATH75.IR

فضای بین ستارگان چه سنگ‌آسمانی باشد چه ستارهٔ دنباله‌دار رابطهٔ مقابل صادق است: $q = ۲ = a(۱ - e)$

اگر $a = -۱$ باشد معادلهٔ فوق چین می‌شود $q = ۲ = -۱ + e$

بنابراین $e = ۳$ خواهد شد

اگر $q = ۱$ باشد طبق همان معادله $e = ۲$ می‌گردد. درنتیجه هرآنچه از فضای بین ستارگان در شرایط عادی ($q \sim ۱$) به منظومهٔ شمسی داخل می‌گردد بایستی خروج ازمرکزی به‌وضوح هذلولی داشته باشد، این‌چیزی است که هرگز تا کنون مشاهده نشده است.

ازچهل سال پیش تا کنون و سخسویاتسکی[1] وهمکارانش مشاهدات وتخمینهای خودرا درمورد تمام ستارگان دنباله داری که مدار شناخته شده‌ای دارند یادداشت ونگهداری کرده‌اند. این تیم ازدانشمندان قوانین تغییرات درخشندگی ستارگان دنباله دارها را مطالعه کرده و سیستمی برای نورانیت مطلق آنها یافته‌اند که براساس محاسبات بسیار دقیق هولتس‌شک[2] قراردارد. نورانیت مطلق ستارهٔ دنباله دار درهرظهور بافرمول زیر تعیین می‌شود. $H_{۱۰} = m_{-۱۰} \log r - ۵ \log \Delta$

دراین‌فرمول‌ضریب‌ثابت ده‌است(تغییردرخشش تناسب‌معکوس‌باتوان چهارم شعاع حامل دارد) لگار تیم r عبارت است از شعاع متوسط انحنای مدار ستارهٔ دنباله دار.

از سال ۱۹۳۰ تاکنون مقایسهٔ نورانیت مطلق ستارگان دنباله دار راجعه به‌خصوص آنهایی‌که دوران رجعتشان کوتاه است دردفعات مکرری که در آسمان ما ظاهر شده‌اند ثابت می‌کند که ستارگان دنباله‌دار به سوی تحلیل و اضمحلال می‌روند. کاتالوگ کاملی‌که به‌زودی از نورانیت مطلق ستارگان دنباله‌دار انتشار خواهد یافت صحت این استنباط و بطلان نظر معترضین به‌تحلیل تدریجی ستارگان دنباله‌دار را نشان خواهد داد. نورانیت مطلق‌ستارگان دنباله‌دار فای[3]، ولف شمارهٔ یک[4] و بروکس شمارهٔ‌دو[5] درهر رجعت نیم تایک‌درجه از نورانیت خود را از دست داده و هم‌اکنون درمرز حداقل قابلیت رویت قراردارند. ستارهٔ دنباله دار انکه[6] طی یکصد وهفتاد سال یکصدبارضعیف ترشده است.

عمر فتومریک ستارگان راجعه که دورهٔ رجعت کوتاهی دارند چند

1. Vsekhsviatski 2. Holetschek 3. Faye 4. Wolf 1
5. Brooks 2 6. Encke

MATH75.IR

ده تـا چند صد سال برآورد شده است. این استنتاج با تخمین سنجش گـاز وغباری‌که ستارگان دنباله‌دارهنگام قرارگرفتن‌درحیطهٔ اثرخورشید ازدست می‌دهند تأیید می‌شود. مثلاً ستارهٔ دنباله‌دارهالی[1] فقط دریکصدوبیست بار رجعت به‌صورت ستارهٔ دنباله دار به‌موجودیت خود ادامه خواهد داد. در طی دویست تا دویست‌وپنجاه سال اخیر ازهفتادوسه ستارهٔ دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت بیست‌وهفت تا دیگرقابل رویت نیستند درصورتی‌که دراین‌مدت وسایل پژوهش نجومی پیشرفت شگرفی کرده ومراقبت از اکناف آسمان با کمال دقت انجام می‌گیرد.

ستارگان راجعهٔ‌کوتاه مدت و تئوری اسارت

برای نخستین بار پروکتور[2] در سال ۱۸۷۸ و پس از وی کرومولن[3] درسالهای ۱۹۰۹-۱۹۱۰ به‌اشکالات فرضیهٔ صید ستارگان دنباله‌دارتوجه کردند. این تئوری توسط لاپلاس پایه‌گذاری شد دو عالم شناس برجستهٔ دیگر یعنی تیسران[4] و شول‌هوف[5] به‌جانبداری از آن برخاستند. باز شدن حقیقت‌کوتاهی طول عمر ستارگان دنباله‌دار راجعه‌ای‌که دورهٔ رجعتی کوتاه دارند ناسازگازی این‌گروه ازستارگان دنباله را با فرضیهٔ صید اجرام‌از عالم بیکران‌علنی‌کرد.

درمطالعات بسیاری از جمله درآثار وسخسوپاتسکی می‌توان براهین متقن بر رد فرضیهٔ صید ستارگان دنباله‌دار توسط منظومهٔ شمسی باز یافت. هم‌اکنون خلاصه‌ای از استدلال این دانشمند را بازگو می‌کنیم:

۱. تعداد ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت متعلق به‌خانـوادهٔ مشتری که تا کنون شناخته شده است ۱۰۵ برابر تعدادی است که فرضیهٔ لاپلاس پیش‌بینی می‌کند.

۲. تفسیر این مطلب با تئوری صید دشوار است‌که چرا تقریباً تعداد ستارگان دنباله‌دارکه هرصدسال یا هزار سال یکبار به سوی ما باز می‌گردند نزدیك صفر است درحالی‌که احتمال تشکیل مداری با شعاع کوچکتر از a طبق معادلهٔ روسل‌که در زیر شرح داده می‌شود بسیار است:

$$W_{a,q} = \frac{۴}{۳} \times \frac{a^۲ m^۲}{D^۲} \times q$$

1. Halley 2. Proctor 3. Crommelin 4. Tisserand
5. Schulhof

MATH75.IR

در این فرمول W میزان احتمال m جرم سیاره‌ای است که بر مسیر ستارهٔ دنباله‌دار اثر می‌گذارد و D فاصلهٔ آن سیاره از خورشید است.

امروزه تعداد ستارگان دنباله‌دار ادواری:

۹ ساله	سی‌ساله	یکصد ساله	هزار ساله
۵۱	۶۴	۷۶	۱۱۵

است در حالی که طبق فرضیهٔ صید ستارگان دنباله‌دار توسط منظومهٔ شمسی می‌بایست تعداد آنها چنین باشد:

۵۱	۲۴۲	۱۱۸۶	۱۸۵۰۰

تئوری یاد شده قادر به‌توضیح علت فقدان نزدیک به‌دویست ستارهٔ دنباله‌دار پیش‌بینی‌شده در گروه ادواری سی‌ساله و بیش‌ازیکهزارتا در گروه ادواری صد ساله نیست در صورتی که برحسب برآورد تئوری صید تعداد چنین‌ستارگان دنباله‌دار به‌حدی است که احتمال مشاهده و رصدآنها کمتر از گروههای اول نیست. همین یك فقره بر بطلان فرضیهٔ مزبور بسنده است.

۳. فقدان حرکت رو به‌عقب در گروه ستارگان دنباله‌دار ادواری دستهٔ مشتری با تئوری صید ستارگان دنباله‌دار قابل تفسیر نیست. بنابر اکتشاف اچ. نیوتون[2] [اچ. نیوتون ستاره‌شناس است. با اسحق نیوتون معروف اشتباه نشود] تقریباً در ۳۰٪ از ستارگان دنباله‌دار متعلق به گروه مشتری‌یعنی حدود ۲۰ تا از آنها می‌باید $i > 90°$ (زاویه میل) باشد. به‌نظر شچیگولف[3] تعداد ستارگان دنباله‌داری که حرکت‌رو به‌عقب دارند بیش‌از ۳۰ فقره است. درسال ۱۹۵۸ محاسبات تکمیلی برسرچگونگی مسیر ستارگان دنباله‌دار هنگام نزدیك شدن آنها به سیارهٔ مشتری صورت گرفت و به‌اثبات رسید که حداقل می‌باید ده ستارهٔ دنباله‌دار حرکتی رو به‌عقب داشته باشند.[4]

۴. خروج از مرکز مشهود برای ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت معمولاً خیلی کمتر از آنی است که محاسبات تئوریك مبتنی بر فرضیهٔ صید نشان می‌دهد. در سالهای اخیر ستارگان دنباله‌داری شناخته شده‌اند که

1. Retrograde 2. H. Newton 3. Chtchigolev

۴. مقاله استنس [K.Steins] در نشریهٔ معروف نجومی روو داسترونومی [Revue d'astronomie] که در سالهای ۱۹۶۱ و ۱۹۶۲ منتشر شد فاقد عمق لازم است لذا در وضع مذکور درفوق تغییری نمی‌دهد.

MATH75.IR

مداری دایره وار دارند (درجه خروج از مرکز در دایره برابر صفراست) که به هیچ‌وجه من‌الوجوه با فرضیهٔ صید ستارگان قابل تفسیر نیست. ذیلاً مقدار خروج از مرکز و مقدار متوسط فاصله از خورشید را در ستارگان دنباله‌دار متعلق به‌گروه مشتری برحسب سال اکتشاف ملاحظه خواهید کرد.

سال اکتشاف	تعداد ستارگان دنباله‌دار	شعاع متوسط q	میزان خروج از مرکز e
از ۱۷۴۰ تا ۱۸۳۰	۹	۰/۸۸۶	۰/۷۱۷
« ۱۸۳۰ « ۱۸۶۰	۴	۱/۱۸۰	۰/۶۶۸
« ۱۸۶۰ « ۱۸۹۰	۱۰	۱/۳۴۲	۰/۶۰۹
« ۱۸۹۰ « ۱۹۲۰	۱۷	۱/۴۳۰	۰/۵۹۵
« ۱۹۲۰ « ۱۹۵۰	۲۱	۱/۷۸۵	۰/۵۰۴
« ۱۹۵۰ « ۱۹۶۵	۱۰	(۱/۷۸)	(۰/۵۵)

در جدول فوق مشاهده می‌شودکه تدریجاً شعاع متوسط افزایش می‌یابد و در عوض از میزان خروج از مرکزکاسته می‌گردد، این امر نشان می‌دهد که فرضیهٔ صید ستارگان دنباله‌دار غیرواقعی است بنابراین ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت نمی‌توانند ازستارگان‌دنباله‌دارراجعهٔ دراز مدت درنتیجهٔ فشار جاذبه شدید یك سیاره یا اثرات کوچك ومکررآن پدید آمده باشند.

با آنکه طی سالهای ۱۹۳۰-۱۹۳۱ و پس از آن نیز مکرر به اثبات رسیده است‌که گروههای ستارگان دنباله‌دار حاضر نمی‌توانند از طریق صید به‌منظومهٔ شمسی ملحق شده باشند هنوز پاره‌ای از دانشمندان و کیهان شناسان مصرانه به‌آن عقیده پای‌بندند. بنابر اعتقاد جمعی از منجمین علت فراوانی ستارگان دنباله‌دار متعلق به‌گروه مشتری و زحل این است که در نقطه‌ای که‌انبوه‌گرد و گازوجود داردمتراکم‌شده‌وهستی‌یافته‌آنگاه‌به‌سلك‌زحل یامشتری پیوسته‌اند. این دانشمندان توجه ندارندکه اصل فرضیهٔ صیدستارهٔ دنباله‌دار توسط منظومهٔ شمسی مورد تردید است و از این گذشته مشاهده عینی مدارات ستارگان دنباله‌دار غیراز چیزی است که تئوری مزبور پیش‌بینی‌می‌کند. ازهمهٔ اینها گذشته‌اقلاً تافاصله یازده واحدکیهانی (UA ۱۱) تشعشع فوتونی و جسیمه‌ای خورشید قادر است مواد جامد وگازهای یخ زدهٔ ستارگان دنباله‌دار را تبخیرکرده پراکنده کند.

تجزیه وتحلیل‌آماری مسألهٔ صید ستارگان دنباله‌دار نشان می‌دهدکه

MATH75.IR

الزاماً این اندیشه با رصدهای عینی‌ومشاهدات سازگار نیست، به‌همین‌جهت بر سرتحقیقات کازیمیرچاك- پولونسکایا[1] و بلاایف[2] درمورد تغییرات مدارهای ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت بیشتر توقف خواهیم کرد. در این پژوهشها موضوع تغییر مدارستارگان دنباله‌دار از سال ۱۶۶۰ تا امروز دنبال شده و چگونگی این تغییرات تا سال ۲۰۶۰ پیش‌بینی گردیده است.

مطالعات مذکورکه در مورد هجده ستارهٔ دنباله‌دار به‌عمل آمده با تکیه برمحاسباتی‌که توسط ماشینهای حساب الکترونیکی صورت گرفته به تعبیری بسیار خاص مؤید امکان صید ستارگان دنباله‌دار توسط منظومهٔ شمسی است.

اما این محاسبات قبل از هر چیز نکتهٔ مهم دیگری را روشن می‌کند وآن این است‌که مدار حرکتی ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت ناپایدار بوده دائماً دستخوش تغییرات شدید و عمیق است. استنتاج یاد شده با این عقیده که ستارگان دنباله‌دار اعضای جوان منظومهٔ شمسی هستند سازگار است به عبارت دیگر معنای این سخن آن است که ستارگان دنباله‌دار تازه به‌وجودآمده‌اند ومدارآنها ثابت‌نیست. جای بسی‌تأسف است‌که کازیمیرچاك- پولونسکایا روی این نکته توجهی ندارد و نیز این بانوی دانشمند توجهی به‌این نمی‌کندکه خطاهای موجود درشروع محاسبات ومطالعات اثری‌گران برصحت نتایج مکتسبهٔ استقرائی دارد.

بدون در نظر گرفتن سایر نیروهایی‌که غیر از جاذبه بر مسیر ستارهٔ دنباله‌داراثرمی‌گذارند؛ مثل‌اثر واکنشی‌تبخیرموادسطحی‌برهستهٔ‌جامدستاره، اثرپدیدهٔ پوین‌تینگ - رابرتسون[3]اثرفلوی جسیمه‌ای وحوزه‌های مغناطیسی فضای‌بین‌ستارگان‌وغیره هرمحاسبه‌برای‌ستارگان‌دنباله‌دارراجعهٔ ۲۵۰ تا ۴۰۰ ساله که‌مورد مطالعهٔ‌مذکوردرفوق‌قرارگرفته‌اند درست‌ازآب درنخواهدآمد.

برای اطمینان از روش استخراج قوانین‌کلی و عمومی از نتایج چند آزمایش می‌باید اثرتقریبی و احتمالی خطاهای ناشی از پدیده‌های یاد شده را در نظر گرفت. مشاهدات و محاسبات وریه[4] در مورد ستارهٔ دنباله‌دار لکسل[5] دراین مورد شاهد بسیار خوبی است. به‌همین دلیل است‌که‌کاربرد اندیشه‌های قرون‌هفده و هجده ونوزده درمحاسبهٔ مدارستارگان دنباله‌دارکه توسط کازیمیرچاك - پولونسکایا صورت‌گرفته ارزشی مشروط دارد.

پیرامون مطالعات این دانشمند پاره‌ای چون وچراها مطرح می‌شود

1. Kasimirtchak-Polonskaia 2. Belaïev 3. Poynting-Robertson
4. Verrier 5. Lexell

MATH75.IR

۱. چرا درمیان ۷۳ ستارهٔ دنباله‌داری‌که درگروه مشتری می‌شناسیم هیچکدام حرکت مداری رو به عقب[4] ندارند در حالی که مطالعهٔ طرز و شرایط نزدیك‌شدن‌آنها ثابت می‌کندکه تشکیل مدار با زاویهٔ میل درحدود ۱۸۰° درجه به‌حد کافی محتمل است.

۲. آیا این نکته که‌هرستارهٔ دنباله‌داری‌که توسط‌نیروی‌جاذبه مشتری صید می‌شود قبل از نخستین تجلی در آسمان ما می‌باید نیم تا دو دورونیم سیارهٔ مزبور را دور بزند با فرضیهٔ صید سازگار است؟

۳. اگرمدارحرکتی‌سیارهٔ دنباله‌دارکیرنس-کوی[2]رامنحنی سهمی کامل بدانیم‌وهرآینه‌چنانکه کازیمیرچاك - پولونسکایامحاسبه کرده‌است احتمال‌عبور ستارهٔ دنباله‌داری ازاین قبیل از کنار مشتری ۸-۱۰ الی ۷-۱۰ است چرا تا کنون حتی یك‌مورد ستارهٔ دنباله‌داری که مدار سهمی دقیق و کامل داشته باشد در این گروه مشاهده نشده است.

۴. اگر سیارات عاملین اصلی تغییر مدار ستارگان دنباله‌دارانند یعنی امری‌که از زمان لاپلاس مطرح بوده و از میلیاردها سال پیش اعمال می‌شده است و هنوز اعمال می‌شود چرا بین دو گروه کاملاً مشخص از ستارگان دنباله‌دار یعنی آنهائی که از سیارهٔ مشتری برخاسته‌اند و آنهایی که دورهٔ رجعت طولانی دارند شکاف هست، اگر فرض مزبورصحیح می‌بود می‌بایست بین دوگروه مزبورستارگان دنباله‌دار حدواسطی نیزموجودباشد. پس ستارگان دنباله‌دار حد واسط دوگروه یاد شده‌کجا هستند؟

ارزیابی مقدماتی‌مطالعات فوق‌الذکردر مؤسسهٔ ستاره شناسی‌تئوریك لنینگراد ثابت‌کرده است‌که صید ستارگان دنباله‌دار توسط منظومهٔ شمسی‌از از احتمال به دور است چه این فرضیه قادر به تفسیر این «خصلت خاص» ستارگان‌دنباله‌دار جدیدالاکتشاف‌نیست‌که قبل‌ازتجلی درآسمان مافوق‌العاده به‌سیارات مربوطه نزدیك می‌شوند و این خصلت وجه افتراق مهم آنها با ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ دراز مدت است.

تحقیقات ماکوور[3] درمورد ستارهٔ دنباله‌دار دانیل[4] به‌سادگی بطلان نظریهٔ صید ستارگان دنباله‌دار را ثابت می‌کند.

خلاصه تا امروز هیچ دلیلی جزاعتقادات سنتی‌وتاریخی به‌نفع فرضیهٔ صید ستارگان دنباله‌دار پیدا نشده است، اگر خود لاپلاس نیز از موقعیت اندیشه‌های نوین در مورد حرکت ستارگان دنباله‌دار متعلق به خانوادهٔ

1. Retrograde 2. Kearns-Kwee 3. S. Makover 4. Daniel

MATH75.IR

سیارات وابسته مطلع می‌بود هرگز آنها را به‌اختلال مسیر حرکتی توسط نیروی جاذبه به‌سیارات نسبت نمی‌داد. کیفیت سیاره‌ای حرکت ستارگان دنباله‌دار برخاسته از مشتری بازگو کنندهٔ ارتباط زایشی آنها با سیستم سیارات‌است. اگرفرضیهٔ صید را کناربگذاریم اجباراً به‌این نتیجه‌می‌رسیم که مادهٔ ستارگان دنباله‌دار از سیستم سیارات جدا می‌شود، این فرضیه یکصد وپنجاه سال پیش برای نخستین بار توسط لاگرانژ[1] عنوان شد.

فرضیهٔ منشأ آتشفشانی ستارگان دنباله‌دار

وجود ستارگان دنباله‌دار وابسته به‌مشتری، زحل، اورانوس ونپتون نشانهٔ روندهای فعال و پرشور در سیارات بزرگ است. بنابر اعتقاد لاگرانژ، پروکتور، وکرومولن سیارات بزرگ منشأ ستارگان دنباله دارند.

وسخسویاتسکی نیز طی سالهای ۱۹۳۰-۱۹۳۱ به‌دنبال کشف اینکه ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت باسرعت رو به‌اضمحلال می‌روندمعتقد شدکه می‌بایست سیارهٔ مشتری خاستگاه آنها باشد.

اما سرعت لازم برای رهایی ازجاذبهٔ مشتری یعنی سرعت دوم کیهانی برای این‌سیاره برابر ۴۸ تا ۶۰ Km/s است‌وهمین امرموجب تردیدهایی پیرامون اعتقادفوق بود. محاسباتی‌که برای‌یافتن مدار موادی‌که ازسیارات پرتاب می‌شوند به‌عمل آمده هماهنگی جالبی را بین این مدارات ومدارات ستارگان دنباله‌دار نشان می‌دهد. به‌اثبات رسیده است که پیدایش ستارگان دنباله‌دار با حرکت رو به‌عقب از خاستگاه سطح سیارات مقدور است. برای پیدایش یك چنین ستارهٔ دنباله‌داری سرعتی اولیه برابر۶۰/۲ کیلومتر برثانیه لازم‌است (به‌جای ۶۰/۱ Km/s).

اگر قبول کنیم که تمام ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت فعلی که متعلق به‌خانوادهٔ مشتری هستند از اقمار این سیاره برمی‌خیزند نه‌خود آن، حرکت مستقیم آنها قابل تفسیر است. هرچندکه قمری (قمر زمین مستثنی است) فعال و پرتلاطم بوده باشد میزان بالای انرژی تشعشعی منعکسه یا منتشره ازآن (آلبه دو- به‌پاورقی صفحهٔ ۱۶ مراجعه شود) نشان دهندهٔ پوشش برف ویخ آن است، در مورد اقمار بزرگ مشتری نیز چنین است‌یعنی‌آلبه‌دوی‌آنها بسیار بالاست. اکتشاف اتمسفری‌پیرامون‌تیتان‌وتریتون توسط‌کوی‌پر نشانهٔ فعالیت شدید آتشفشانی در سطح این اقمار است لذا بر

1. Lagrange

MATH75.IR

آنها نقاط گرمی هم یافت می‌شود که قادر است جوگازی شکل آنها را نگهداری کند (تأمین حرارت لازم برای جلوگیری از برودت شدید جو و انجماد مواد گازی شکل).

سرعت اولیه‌ای که لازم است جسمی به‌دست آورد تا از سطح قمری برخیزد و به‌دور سیارهٔ همان قمر درمسیری بیضی شکل دوران‌کند بین یك تا سه کیلومتر برثانیه است. برای اینکه ستارهٔ دنباله‌داری خود را از مدار بیضی دور مشتری رها کند و در مداری به‌گرد خورشید به‌گردش درآید نیازمند به‌سرعت ۵ تا ۷ کیلومتر برثانیه است.

محاسبهٔ مدارچنین‌جرمی برپایه‌های اندیشه‌های‌لاپلاس صورت خواهد گرفت‌به‌طوری‌که متناوباً جرم مزبور درحوزهٔ جاذبه سیاره یا حوزهٔ جاذبهٔ قمرآن قرار خواهدگرفت. باهمین روش است‌که اهمیت ونتایج فرضیهٔ منشأ آتشفشانی ستارگان دنباله‌دار و چگونگی مسیر حرکتی آنها و نیزایرادات مهمی که توسط کورلن[1] ، بوبروواینکف[2]، واتسون[3] وفون وارکوم[4] به‌این نظریه وارد شده است‌مورد بررسی قرارگرفته. علاوه بردلایل متقن‌ومقنعی که ازطریق برهان خلف[5] ناشی‌ازعدم استحکام فرضیهٔ صید ستارگان دنباله‌دار توسط منظومهٔ شمسی درمورد ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت شناخته شدهٔ امروزی به‌نفع منشأ آتشفشانی این اجرام به‌دست می‌آید شواهد و براهین مستقلی نیز درتأیید فرضیهٔ آتشفشانی در دست داریم.

پدیده‌های بسیاری به‌ما امکان می‌دهند ملاحظه نماییم که چگونه ستارگان دنباله‌دار امروزه پدید می‌آیند و درگذشته پدید آمده هزاران و میلیونها سال به‌گرد خورشید گردیده‌اند. باقبول اینکه ستارگان دنباله‌دار از اقمار مشتری‌در جهاتی اتفاقی پرتاب می‌شوند می‌توان قدرمطلق حداکثر سرعت ابتدایی لازم را برای اینکه جرمی ازسطح قمری برخیزد و ازحوزهٔ جاذبه‌اش خارج گردد و به‌دور خورشید به‌گردش درآید قابل محاسبه است. برای چنین جرمی اگر زاویه میل (زاویهٔ بین سطح مدار ستاره دنباله‌دار با سطح استوایی خورشید) بین ۴۰ تا ۵۰ درجه باشد سرعت اولیه ضروری جهت اقمار گالیله‌ای مشتری (چهار قمر بزرگ مشتری که توسط گالیله کشف شدند) حداکثر شش‌کیلومتر در ثانیه است ولی در شرایط مساعد پنج کیلومتر درثانیه نیز بسنده است.

1. Corlin 2. Bobrovinkoff 3. Watson 4. Van Woerkom
5. a contrario

MATH75.IR

باتوجه به‌تناسب موجود بین‌سرعتهای اولیه وجهت حرکت ستارگان دنباله‌دار می‌توان مدار آنها را محاسبه کـرد و از همین طـریق به‌توزیع فراوانی (اصطلاح آماری) انواع مدارها رسید شکـل شمارهٔ ۵ مقایسه‌ای است بین‌آنچه تئوری پیش‌بینی می‌کند وآنچه حقیقتاً وجود دارد و در رصدها به‌دست آمـده. هماهنگی حیرت‌انگیز مشهودات عینی و محاسبات تئوریك اثبات کنندهٔ نیرومندی برای منشأ آتشفشانی ستارگان دنباله‌دار متعلق به خانوادهٔ مشتری است، هرچندکه محاسبات یادشده تقریبی است ولی به‌طور انکارناپذیری اثبات می‌کندکه ستارگان دنباله‌دار فعلی‌متعلق به‌گروه مشتری از روی اقمار این سیاره برخاسته‌اند.

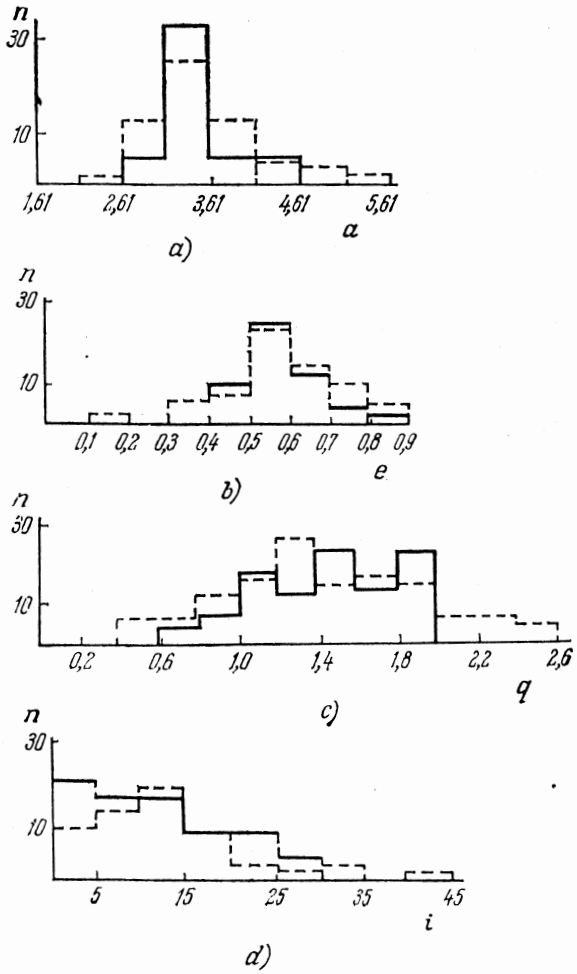
هماهنگی و سازگاری ترکیب شیمیایی و ساختمان ستارگان دنباله‌دار با جوسیارات بزرگ و اقمارآنها

فوران موادی چون C_2 ، CN ، CH_2، CH ، Co_2 ، NH ، N_2و وجود یونهای Co^+ ، N_2^+ ، Co_2^+ و غیره از سر و دم ستارگان دنباله‌دار با ساختمان متانی وآمونیاکی‌جوسیارات بزرگ و اقمار آنهاسازگار است، هیچ صاحب علم واطلاعی منکراین نیست‌که مواد موجود درستارگان دنباله‌دار به‌مواد ساده‌تری تجزیه می‌شوند.

کشف یخ در ستارگان دنباله‌دار بیش از پیش خویشاوندی این اجرام را باسیارات می‌رساند. به‌خوبی می‌دانیم برروی زمین و نیز مریخ چگونه یخ ایجاد می‌شود، بدون تـردید یك چنین مکانیسمی در پاره‌ای دیگـر از سیارات و اقمار آنها در جریان است. به‌هیچ روی مکانیسم دیگـری جهت تولید یخ نمی‌شناسیم. مدل ویپل بـرای ایجاد ملغمهٔ یخ و نمك با پوشش برف ویخ درسطح سیارات بسیار سازگازاست (روی اقمار مشتری و زحل‌که فعالیت آتشفشانی شدید است، خاکسترهایی که هنگام آتشفشانی از سطح این اقمار برمی‌خیزند همان ملغمه را از خاکستر ویخ متان و آمونیاك می‌سازند که برروی اجرام فرو می‌ریزد[۱])

۱. دانسته‌های ما درمورد ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت ونیزمعرفت ما در مورد تجزیه شدن و تحلیل رفتن سریع این اجرام تاییدی به‌این فرضیه است که مولکولهای‌گازی شکل در فضای بین ستارگان روی ذرات جامد ستارگان دنباله‌دار متراسب شده منجمد می‌گردند.

MATH75.IR



شکل ۵. خصایص مشاهده شدهٔ ستارگان دنباله‌دار با خطوط نقطه چین نشان داده شده است خصایص محاسبه شده ازطریق تئوری منشأ آتشفشانی با خطوط سیاه نشان داده‌شده است البته این منحنیها متعلق به‌خصایص ستارگان دنباله‌دار وابسته به‌گروه مشتری‌هستند

a) توزیع فراوانی برحسب شعاع مدار ستارهٔ دنباله‌دار (a ـ علامت اختصاری آن‌است)

b) توزیع فراوانی‌برحسب میزان ومقدار «خروج ازمرکز» (e ـ علامت اختصاری‌آن‌است)

c) توزیع فراوانی برحسب فاصله از خورشید (q ـ علامت اختصاری آن است)

d) توزیع فراوانی برحسب زاویهٔ میل مدارستارهٔ دنباله‌دار (i ـ علامت اختصاری‌آن‌است)

MATH75.IR

ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه‌مدت متعلق به خانوادهٔ مشتری که قبل از اکتشاف نیم تا یك و نیم دفعه روی مدار خود گردیده‌اند

بسیاری از ستارگـان دنباله‌دار متعلق به‌خانـوادهٔ مشتری، درست قبل از اکتشاف به‌مشتری بسیار نزدیك می‌شوند (مثلاً ذوذنب لکسل۱ ذوذنب بروزسان۲ذوذنب ولف‌یك۳ذوذنب بروکس‌دو۴ذوذنب ژیاکوبی‌نی-زینر۵ ذوذنب اوترما۶ وغیره). این پدیده اخیراً درمورد تمام ستارگان دنباله‌دار جدیدالاکتشاف خانوادهٔ مشتری نیز به‌اثبات رسیده است. متخصصین فن و دانشمندان پژوهشگر این رشته نشان داده‌اند کـه پدیدهٔ مزبور نمی‌تـواند دلیلی به‌نفع نظریهٔ صید ستارگان دنباله‌داری که از فضای کیهانی می‌رسند باشد چه برای اینکه نـزدیك شدن اتفاقی ذوذنبها به‌مشتری باچنان وسعت وکثرتی صورت گیرد می‌بایست تعداد فوق‌العاده زیاد ستارهٔ دنباله‌دار راجعه درازمدت یا ذوذنب گردنده درجهت عکس روی مدار۷ وجود داشته باشد، پس این پدیده به‌نفع نظریه‌ای واردمیدان می‌شود که خاستگاه این دسته از ستارگان دنباله‌دار را (تاحدود سی ذوذنب!) خود سیارهٔ مشتری می‌داند، به‌این ترتیب ستارگان دنباله‌دار مزبور زیر چشم ناظر توسط مشتری بـه فضا پرتاب می‌شوند، ونیز اقلاً در سه موردمحاسبهٔ ریاضی نشان داده است که خاستگاه آنها اقمار مشتری است نه‌خود سیاره (ذوذنب لکسل، ذوذنب بروزسان، ذوذنب بروکس دو).

محصولات فورانی سیستم زحل

از سال ۱۹۵۴ کـم‌کـم بین دانشمندان ایـن اندیشه قوت گرفت کـه حلقهٔ زحل ازفوران نیرومند قطعات پوستهٔ جامد سیاره و تکه‌های مواد یخ زدهٔ اقمار آن (سرعت ابتدایی بین دو تـا چهارکیلومتر برثانیه) ایجاد شده است. وجود فعالیت شدیدآتشفشانی درسیستم زحل تنها باپیدایش ستارگان دنباله‌دار متعلق به‌این خانواده اثبات نمی‌شود، ظهور گاه‌به‌گاه لکـه های سفید روی حلقهٔ زحل نیز که از فاصله UA ۹ قابل رویت است سند دیگری برجنب و جوش آتشفشانی برروی آن است. مهمترین ستارگان دنباله‌دار خانوادهٔ زحل عبارتند از: ذوذنب توتل۸ ، ذوذنب نوژمن یك۹ ، ذوذنب گال۱۰ ، ذوذنب پرین۱۱، ذوذنب ویلد۱۲، ذوذنب دوتوا۱۳، ذوذنب فون

1. Lexell 2. Brorsen 3. Wolf 1 4. Brook 2
5. Giacobini - Zinner 6. Oterma 7. Retrograde
8. Tuttel 9. Neugmin 1 10. Gale 11. Perrine
12. Wild 13. Du Toit

MATH75.IR

بیه‌اسبروئك[1]. این هر دو پدیده نشانی است از رویدادی کیهانی عظیم. و نیز جو تیتان قمر زحل اگرازدرون فلوی‌حرارتی دریافت نمی‌کرد مثل جو اقمار مشتری جامد می‌بود درحالی‌که اتمسفری است‌گازی شکل، احتمالاً برسطح تیتان دریای عظیمی از مواد مذاب داغ وجود دارد.

سیارهٔ مشتری هم علی‌الاقاعده می‌بایست مثل زحل حلقه‌ای مرکب از ستارگان دنباله‌دار و آثار متلاشی شدهٔ آنها به‌دور خود داشته باشد، کوچکی زاویهٔ میل موجود درمیان دو سطح مدار سیاره واستوای آن مانع رویت این حلقه درمشتری است. مع‌ذلك درسال ۱۹۶۲ دلایل مکفی ارائه شد که اثبات می‌کردند که خطوط تیره‌ای‌که در منطقهٔ استوایی مشتری در نیمهٔ اول قرن حاضر مشاهده گردیده چیزی جز سایهٔ این حلقه نیست. دیده شدن حلقه‌ای به‌دور سیاره‌ای مفروض همیشه دال براین است که به تازگی برسطح سیاره فعالیتهای آتشفشانی‌درجریان بوده است، چه عمرحلقهٔ دور سیاره به‌علت تصادم ذرات موجود درآن و نیروهای جاذبه‌ای که از طرف سایر سیارات واردمی‌آید بسیارکوتاه است، به‌همین دلایل موادمشکلهٔ هرحلقه خیلی‌زود (درمقیاس کیهانی) به‌روی سیاره باریدن می‌گیرد وحلقه نابود می‌شود.

ساختمان و ترکیب شیمیایی سنگهای آسمانی

هم‌اکنون اعتقاد به‌خویشاوندی تمام اجرام کوچك آسمانی یعنی‌شبه سیارات، ستارگان دنباله‌دار، سنگهای سماوی وبالاخره مادهٔ شهاب‌زا، جنبهٔ عمومی گرفته است و هرروز بیش از روز پیش درمیان دانشمندان اشاعه می‌یابد. اختلاف‌بین‌آنها منوط به‌ابعاد،روشهای متفاوت اکتشاف واسلوبهای گوناگون مشاهدهٔ آنهاست و نیز می‌باید اضافه کرد که مقداری‌گازهای منجمد شده در ستارگان دنباله‌دار تنها فرق بارز آن اجرام است. درست به‌همین دلیل نتایج به‌دست آمده از بررسی سنگهای‌آسمانی وشهابهای ثاقب بایستی به‌مقیاس وسیع در مباحثات برسرمسئلهٔ عالم شناسی مورد استفاده قرارگیرد.

مطالعات عمیق زاواریتسکی[2] و همکارانش روی ساختمان و ترکیب شیمیایی‌شهابهایی که‌دراتحادشوروی‌فروریخته به‌روشنی نشان‌داده است که‌این قطعات بازماندهٔ قشرجامد سیاره‌ای‌است. نتیجه این پژوهشها به‌زاواریتسکی

1. Van Biesbroeck 2. Zavaritski

MATH75.IR

و فسنکف اجازه داده است گمان کنند که پیدایش شهابها با انفجار سیاره‌ای کهن یا با فعالیتهای آتشفشانی شدید سطح سیارات حاضر ارتباط دارد، این اندیشه با نتیجه‌ای که از مطالعهٔ ستارگان دنبال‌دار کرده‌ایم نیز به‌خوبی سازگار است. نامنظمی شکل شبه سیارات که بـه کمك نبضان و نوسان درخشش آنها اثبات گردیده نیز به‌نفع این‌اعتقاد دیرینه واردمیدان می‌گردد که‌شبه سیارات جز ازلحاظ ابعاد با سنگهای‌آسمانی و شهابها تفاوتی‌ندارند.

سیل جریان شهابهای راجعهٔ‌کوتاه‌مدت

درصور فلکـی توامان، ثـور، حمل ونهنگ خیل شهابهـای ثاقب دیـده می‌شود،وجود چنین جریانهای سیل‌آسا را به‌یاری رادارد‌رساعات روشن‌روز کشف می‌کنند (هنگام‌مشاهدهٔ آسمان چنین به‌نظر می‌رسد که‌ازنقطه‌ای‌دریکی ازاین صورفلکی یکبار دهها وصدها و هزارها شهاب ثاقب می‌جهد ، بدیهی است این مشاهده درهنگام شب ممکن است‌فقط به‌علت خطای باصره‌باشدکه نقطهٔ واحدی را زادگاه شهابهای ثاقب می‌پنداریم، اینها از یك نقطه زاده نمی‌شوندبلکه درمدارهایی‌موازی درحرکت‌اند ونیزمحتاج به‌یادآوری‌نیست که با صورفلکی یاد شده هیچ ارتباطی ندارد فقط ازآنجایی‌که صورفلکی در فصول سال درساعات معینی دیده می‌شود و سیل ذرات شهابزا برمداری به گرد خورشید درگردش‌اند همیشه در همان روز و همان ساعت و در آغوش همان‌صورت‌فلکی ناظرفوران‌صدها وهزاران شهاب‌ثاقب هستیم ـ مترجم.) خروج از مرکز در مدار سیل ذرات یاد شده قابل تـوجه است و از سویی جریانهای‌ذرات شهابزای مزبور بافاصله‌ای اندك‌به‌دور خورشید می‌گردند، این دو نکته‌اثبات می‌کندکه سیل‌جریانهای مادهٔ شهابزای‌راجعهٔ‌کوتاه مدت جدیدالولاده است. طی چندین هزار یا چندین ده‌هزار سال این مجتمع ذرات که‌پدیدهٔ پوین‌تینگ ـ رابرتسون[1] نام دارد متلاشی و پراکنده خواهد شد. گمان این است‌که اثربمباران براین سیل‌مادهٔ شهابزا توسط ذرات پرانرژی ساطعه از طوفانهای خورشیدی خیلی بیش‌ازآن است‌که تاکنون مورد توجه قرارگرفته و نیز اثر مختل‌کنندهٔ جاذبهٔ سیارات و نیروی عمل حوزه‌هـای الکتریکی ومغناطیسی که‌درفضای بین سیارات حکومت مطلقه دارند دست‌کم گرفته شده.

تمام آنچه‌گفته شد دال بر این است‌که پیدایش سیل مادهٔ شهابزا به

1. Poynting ـ Robertson

MATH75.IR

گرد خورشید امری‌است تازه ونمی‌تواند طبق پدیدهٔ پوین‌تینگ- رابرتسون به‌قسمت مرکزی منظومهٔ شمسی نفوذکرده باشد.

محاسباتی‌که درکیف انجام‌گرفته نشان می‌دهند کـه زمین در آغوش مدار سیل ذرات شهابزای مادی قرار می‌گیرد که از زهره برخاسته است. تجزیه وتحلیل مشاهدات رصدخانهٔ جردل‌بنك درگردهم‌آیی دانشمندان در روز هجده اوت ۱۹۵۸ درمسکو پیرامون سیر تحولی ذرات ریز موجود در منظومهٔ شمسی و نیز سازگاری مشاهدات محققین جردل‌بنك با پژوهشهای کاش شئیف[1] درانستیتو پلی‌تکنیك‌خارکف درمورد سیل مواد شهابزا، اثبات کردندکه‌سیارات مرکزی‌یا صخره‌ای منظومهٔ شمسی مخصوصاً زهره ومریخ خاستگاه ومنبع فیضان جریانهای مادهٔ شهابزای راجعهٔ‌کوتاه مدت محسوب می‌گردند. امکان دارد ستارهٔ دنباله‌دار اینکه[2] نیز از زهره برخاسته باشد. اکنون بدیهی شده است‌کـه فیضانات آتشفشانی نیرومند کرهٔ ارض‌چنانکه درسال ۱۹۳۹ لودچینکوف[3] اعلام‌کرده بود می‌توانسته سیل ذرات شهابزا پدید آورد.

رویدادهای آتشفشان روی اجرام سیاره‌ای

بسیاری اوقـات آتشفشانهایی‌کـه برکـرهٔ ارض روی داده مقیاس کیهـانی داشته است. انرژی‌آزادشده درآتشفشان‌کراکاتو[4] در سال ۱۸۸۳ از 10^{26} ارگ بیشتر بـوده و نیز آتشفشان تامبورا[5] در سال ۱۸۱۵ بیش از 10^{27} ارگ انرژی رها ساخته. انرژی بسیاری از آتشفشانهای زمینی طی دوران سوم و چهارم زمین شناسی باتوجه به‌ارتفاع خاکستری‌که از دهانه بیرون ریخته بین 10^{29} و 10^{30} ارگ برآورد شده است. برای اینکه آتشفشانی برقمری‌موجب پرتاب‌ستارهٔ دنباله‌داری شودکه 10^{13} الی 10^{15} گرم وزن داشته باشدبایستی انرژیی برابر 10^{25} الی 10^{27} ارگ‌آزادکند،درپاره‌ای از ادوار عمر زمین آتشفشانهایی بسیار نیرومندتر از امروز وقوع یافته‌اند، حتی‌آتشفشانهای جدیدکرهٔ خاکی ما نیز باچنان مهابتی اتفاق افتاده‌که‌می‌توانسته‌اند پاره‌ای از اجرام‌را در مداری سهمی (پارابولیك) به‌گرد زمین به‌گردش درآورند.

مشاهدهٔ گاه به‌گاه رعدی درخشان بر مریخ دلیل قـاطعی بروجود

1. Kashchéiev 2. Encke 3. Lodtchinkov 4. Krakatau
5. Tambora

MATH75.IR

آتشفشانهای فعال ونیرومند براین سیاره است، ابرهای زرد رنگی که گاه‌گاه به‌گرد این سیاره ظاهرمی‌شوند (چنانکه در سال ۱۹۵۶ ظاهر گردیدند) و تصویرش را کدر می‌کنند می‌بایست توده‌های‌عظیم خاکستر بوده باشندکه‌از دهانه‌های آتشفشان به‌فضا می‌ریزد، فرضیهٔ طوفانهای عظیم در مریخ که گردی ضخیم بر می‌انگیزد پایهٔ علمی ندارد چه جو مریخ خیلی رقیق‌تر از اتمسفرزمین است، به‌همین دلیل‌اثرخورشید براین جوهرگزموجب‌انقلابات جوی عظیم نخواهد شد تا غباری ستر گ برپاکند.

وجود مقدار معتنابهی گازکربنیك و ذرات غبـار در جو سیارهٔ زهره نشانه‌ای برفعالیت شدید آتشفشانی بر روی آن است. حرارت بالای سطح زهره‌که با طرق مختلف مثل رادیوتلسکوپ اندازه‌گیری شده و با اطلاعات ارسالی از مارینر شماره دو در سال ۱۹۶۲ تایید گردیده و نیز با سیاره نوردهای مکانیکی سری‌ونوس موردتصدیق قرارگرفته است (ازسال ۱۹۶۷ به‌بعد) نیزنکته‌ای‌را که‌سیل مادهٔ شهابزای‌بین سیارات و ستارگان دنباله‌دار می‌رساند ، یعنی تأکید فعالیت آتشفشانهای نیرومند بر زهره را مسجل می‌سازند.

فعالیت عظیم‌آتشفشانی مشتری ازدیرباز،چه توسط‌مشاهدات مستقیم چه به‌یاری عکس برداری از آن سیاره اثبات‌گردیده است. به‌کرات فیضان آتشفشانی‌دراین سیاره‌که‌نخستین بارتوسط ریس[1] کشف‌شدبه‌چشم‌ستاره‌شناسان دیده شده است. اثر مستقیم آتشفشانهای بسیار نیرومند برسطح این سیاره که اوج فعالیت آن بین سالهای ۱۹۶۱ تا ۱۹۶۵ بود با ظهور پوششی از خاکستر درمنطقهٔ استوایی مشتری به‌رای العین دیده شد، همین پدیده یکبار نیز بین سالهای ۱۸۷۲ تا ۱۸۸۴روی داده بود، اوج فعالیتهای آتشفشانی همیشه همراه فیضان امواج نیرومند رادیو الکتریك از آن‌ست. شاید صحیح باشد چنانکه درقرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم اعتقاد داشتند لکهٔ نارنجی روی مشتری را اقیانوس داغی از مواد مذاب بدانیم.

لکه‌های سفید بر روی زحل‌که در سال ۱۸۷۶ توسط هال[2] در سال ۱۸۹۱ توسط ویلیامز[3] در سال ۱۸۹۵ توسط برنر[4] در سال ۱۹۳۳ توسط کثیری از اختر شناسان، در سال ۱۹۴۶ توسط دانژون ـ لیوت[5] مشاهده شدند، بدون هیچ‌تردید مربوط به‌فعالیتهای آتشفشانی است‌که دراین سیاره

1. Reese 2. Hall 3. Williams 4. Brenner
5.Danjon - Lyot

MATH75.IR

با مقیاس کیهانی اتفاق می‌افتد. آثار فعالیتهای شدید آتشفشانی حتی در روی اورانوس نیز مشهود است.

برسطح کرهٔ ماه نیز آثار وبقایایی ازفعالیت آتشفشانی عظیم به‌صورت دهانه‌های آتشفشان برجای مانده است که یادگار ایامی است که این جرم آسمانی دستخوش فعالیتهای درونی شدید بوده، این‌دهانه‌ها هرگز نمی‌توانند بر اثر سقوط سنگهای آسمانی پدید آمده باشند. مطالعهٔ بسیار دقیق شکل بعضی از بلندیهای ماه توسط اسپور[1] و خاباکوف[2] و همچنین بررسی بسیار موشکافانهٔ آماری توسط بونف[3] و بالاخره مشاهدات مستقیم کوزیرف[4] که طی سالهای ۱۹۵۸ و ۱۹۵۹ صورت گرفته، هیچ شکی باقی نمی‌گذارد که روندهای کوهزایی وآتشفشانی عظیم ویرانگر مرتفعات در روی زمین و ماه درست همانند است، ونیز طبق پژوهش بسیار نوین کوزیرف بدون تردید از دهانهٔ آریستارك درماه هم اکنون نیز گازهایی خارج می‌گردد.

ستاره شناسان عالیقدری چون بارنارد[5] دانجون[6] و لیوت[7] و دیگران در قرن بیستم درسطوح اقمار عظیم مشتری و زحل شاهد پاره‌ای تغییرات بوده‌اندکه نشان آتشفشانهای مهیب برروی این اجرام است، اخیراً اختر شناسان رصد خانهٔ پولکوو[8] شاهد غلانهای گازی گذرا در پیرامون اقمار گالیله‌ای مشتری بوده‌اند (اقماری از مشتری که توسط گالیله کشف شد) مهمتریق دلیل برفعالیت آتشفشانی در روی اجرام قمری بدون تردید همان وجود اتمسفر گازی در پیرامون تیتان و تریتون است.

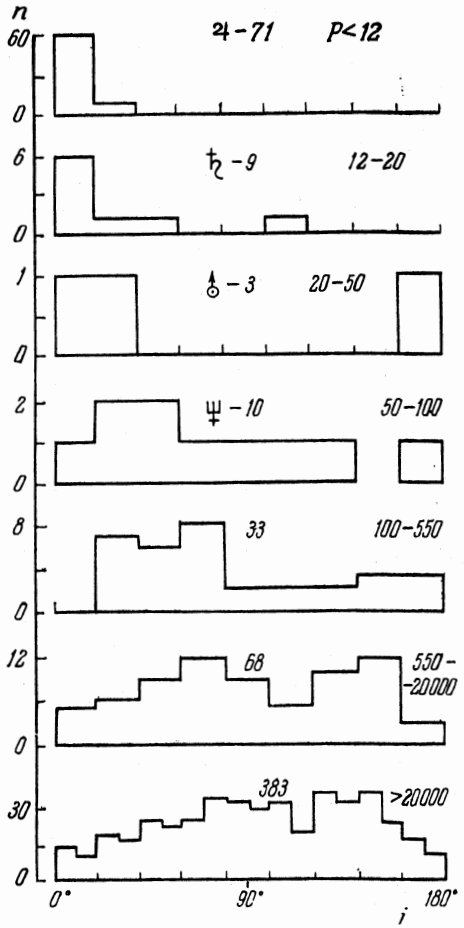
ستارگان دنباله‌داری که روی مداری سهمی (پارابولیك) در حرکت‌اند

تمام پدیده‌هایی که در بالا مطالعه کردیم حکایت از این دارند که توده‌ای اجرام کوچك سماوی و نیز ستارگان دنباله‌دار ادواری در منظومهٔ شمسی خاستگاه آتشفشانی دارند. از آنجاکه ترکیب و ساختمان ستارگان دنباله‌دار ادواری با راجعهٔ کوتاه مدت با ستارگان دنباله‌دار صاحب مدار سهمی یکی است اندیشهٔ وحدت منشأ آنها به‌ذهن متواتر می‌شود، با اینهمه پاره‌ای از اخترشناسان بیگانه (غیرروسی) معتقدند که «توزیع برابر» زاویهٔ میل مدارات مغایر با فرضیهٔ منشأ واحد ستارگان دنباله‌دار است، به‌نظر این دانشمندان خصیصهٔ مدار حرکتی ذوذنبهای صاحب مدار سهمی با تئوری

1. Spurr 2. Khabakov 3. Boneff 4. Cozyrev
5. Barnard 6. Danjon 7. Lyot 8. Poulkovo

MATH75.IR

منشأ آتشفشانی آنها سازگار نیست. بنابر اعتقاد اینان در میان ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت‌وستارگان دنباله‌دارصاحب‌مدار سهمی اختلافی اساسی وجود دارد، چنین اندیشه‌ای در پاره‌ای کتب و مجلات علمی نیز منعکس گردیده ولی‌هرگز جنبهٔ اعتقاد عمومی نیافته است،علت عدم‌استقبال همهٔ دانشمندان از این نظریه این‌ست که قایل شدن چنان تفاوتی بر بنیادی محکم استوار نیست.



شکل ۶. منحنی «توزیع فراوانی» زوایای میل گروههای مختلف ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت، ادواری و تقریبا سهمی.

MATH75.IR

در شکل شمارهٔ ۶ «توزیع فراوانی» ستارگان دنباله‌دار برحسب زاویهٔ میل مدار آنها برای گروههای مختلف ستارگان دنباله‌دار از ادواری کوتاه مدت گرفته تا «سهمی» نشان داده شده در این منحنی به‌سلسله‌ای پیوسته از انواع گوناگون مدارات برمی‌خوریم و مشاهده می‌کنیم که تمام اشکال مداری حد واسط از ادواری کوتاه مدت تا سهمی کامل به‌دنبال هم قرار گرفته‌اند، این خود دلیلی به‌نفع فرضیهٔ منشأ آتشفشانی آنهاست. نسبت سرعت متوسط پرتاب فورانی ازسیاره به‌سرعت حرکت‌مداری سیاره به‌تناسب دوری ازخورشید افزایش می‌یابد (سرعت متوسط پرتاب‌برای سیاراتی با سن و وزن برابر، مقداری‌است مساوی). با به‌کاربستن‌مفهوم «شبه هذلولی (هیپربولوئید) قابلیت رؤیت» و دخالت دادن روابط ریاضی مخصوص جهت مشخص گردانیدن ستارگان دنباله‌دار قابل دیدن از طریق تئوری، به یك منحنی «توزیع فراوانی» مدارهای ستارگان دنباله‌دار می‌رسیم که درست منطبق با مشاهدات عینی است.

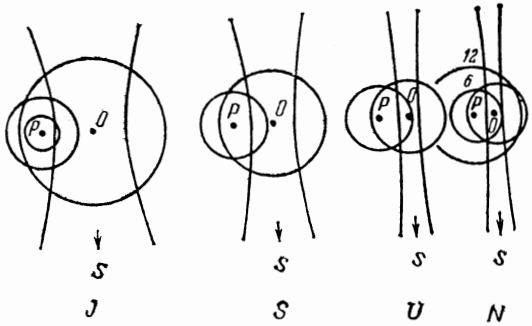
به‌این ترتیب دانشمندان معتقدندکه ستارگان دنباله‌داری که امروزه روی مدارهای سهمی در حرکت‌اند اصولاً درگذشتهٔ نسبتاً دور پدید آمده‌اند یعنی روزگاری‌که سرعت ابتدایی برسطح اقمار سیارات مذکور از حدکنونی بیشتر بوده است. چنان فورانهای نیرومند آتشفشانی در سیستم سیارات غول‌پیکر (مشتری، زحل، اورانوس و نپتون) در زمانهای گذشته امکان وجودی داشته چه همان سرعتهای ابتدایی‌که امروزه به‌ستارگان دنباله‌دار خانوادهٔ مشتری موجودیت می‌بخشد، درسیستم‌نپتون به‌پیدایش‌تقریباً برابر ستارگان دنباله‌داری‌که روی مدارهایی با زوایای میل متفاوت درحرکت‌اند منجر می‌شود، این پدیده را به‌خوبی از روی شکل شماره ۷ می‌توان دریافت. یادآوری این نکته هم اهمیت بسیار دارد که پدیدهٔ «انتخاب در موارد مشاهده شده» انتشارآماری حقیقی را درهم می‌ریزد، «انتخاب موارد مشاهده شده» همان نظریهٔ مشهورقابلیت رویت هولتسجك[1] است، براساس این نظریهٔ ستارگان دنباله‌داری‌که دیده می‌شوند نشان دهندهٔ مختصات‌تمام ستارگان دنباله‌دار نیستند.

برطبق محاسبات دقیق مدارات اولیه و آتی ستارگان دنباله‌دار فاقد خروج‌ازمرکزهذلولی محسوس، برای ستارگان دنباله‌داری است‌که صاحب مدار سهمی و هذلولی هستند، این استنتاج تاییدی برای منشأ آتشفشانی

1. Holetschek

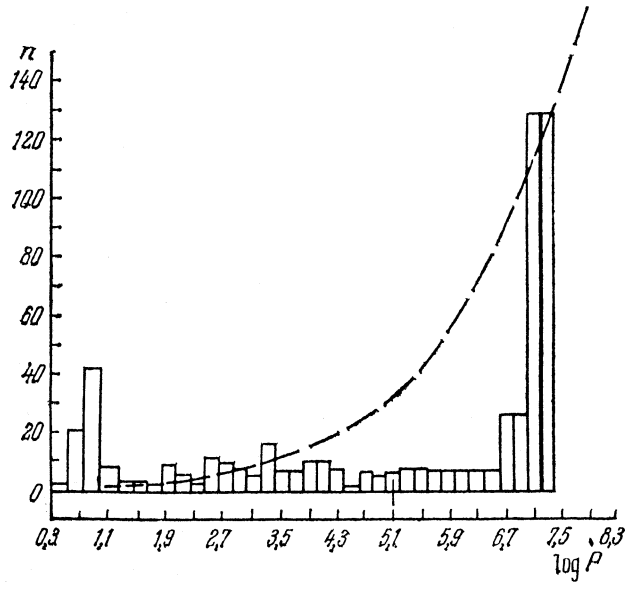
MATH75.IR

این اجرام است. ستارگان دنباله‌دار صاحب مدار سهمی اجرامی هستند که از منتهی‌علیه حد و مرزمنظومهٔ‌شمسی به‌سوی خورشید بازمی‌گردند. منشأ آنهافورانهای‌نیرومندآتشفشانی است‌که درروزگار بسیارکهن برسطح‌سیارات اتفاق افتاده. سن این ستارگان دنباله‌دار را، توسط پدیدهٔ فون وارکوم[۱] تخمین زده‌ایم، پدیدهٔ مزبور متکی به‌تجمع اثرات‌کوچك وپیوستهٔ اختلالاتی است‌که دائماً برستارگان دنباله‌دار وارد می‌شود. در شکل شمارهٔ ۸ «توزیع فراوانی» ستارگان دنباله‌دار رابرحسب لگاریتم دورهٔ گردش‌به‌دورخورشید



شکل ۷. سیستمهای ستارگان دنباله‌دار متعلق به‌خانوادهٔ مشتری، زحل، اورانوس و نپتون از دیدگاه فرضیهٔ منشأ آتشفشانی ستارگان دنباله‌دار.
نقطهٔ P عبارت است از مرکز انتشار سرعتها نسبت به‌شعاع عمل قمر مفروض.
نقطهٔ O عبارت است ازمرکز انتشار سرعتهای‌گردش به‌دور خورشید.
دایره‌ها مدارات هذلولی و بیضی ستارگان دنباله‌دار را محدود می‌کنند.
منحنیهای شبه هذلولی محدودکنندهٔ ستارگان دنباله‌داری هستندکه از فاصلهٔ ۲UA از خورشید قابل دیدن است. برای طرح مربوط به‌سیستم مشتری (سیاره+ اقمار+ستارگان دنباله‌دار+شبه‌سیارات+تودهٔ مادهٔ شهابزای متعلق به‌مشتری‌که رویهم رفته خانواده یا سیسیم مشتری نامیده می‌شود) از دانسته‌های ما در مورد دو قمر این سیاره به‌نام اروپ Europe وکالیستو Callisto استفاده شده. برای طرح مربوط به سیستم زحل از اطلاعات موجود پیرامون قمر تیتان، برای طرح مربوط به‌سیستم اورانوس از اطلاعات موجود پیرامون قمر تیتانیا، برای طرح مربوط به‌سیستم نپتون از اطلاعات موجود پیرامون قمر تریتون استفاده شده است. سرعتهای اولیه در سطح اقمار شش کیلومتر برثانیه فرض شده. چنانکه در این طرح مشاهده می‌شود در سیستم مشتری فقط مدارهایی برای ستارگان دنباله‌دار پدید می‌آیدکه زاویهٔ میل آنها اندك است و فقط حرکت مستقیم‌الخط روی این مدارها ممکن است. در سیستم زحل زاویهٔ میل مدارها تا نود درجه می‌رسد و بالاخره در سیستم نپتون تعدادی ستارهٔ دنباله‌دار پیدا می‌شودکه حرکت رو به‌عقب [Retrograde] دارند. این درست‌با مشاهدات عینی قابل تطبیق است.

MATH75.IR



شکل ۸. منحنی مقایسهٔ آماری انتشار ستارگان دنباله‌دار برحسب دورهٔ گردش. در این منحنی مقایسه‌ای ستارگان دنباله‌دار مشاهده شده که قابل انطباق با فرضیهٔ منشأ آتشفشانی آنهاست به‌صورت ستونهای عمودی نشان داده شده. ستارگان دنباله‌دار مفروض اگر منشأ آنها صید و جذب توسط منظومهٔ شمسی باشد با منحنی نقطه‌چین نشان داده شده است. (مبنای محاسبه ۰/۲ است از log p).

(P) منظم کرده‌ایم و نکتهٔ جالب این است که می‌بینیم بدون اینکه ما قصدی در این مورد داشته باشیم، ستارگان دنباله‌دار موجود در این منحنی به ترتیب سن و عمر نیز منظم و ردیف شده‌اند. هرانفجار آتشفشان نیرومند برسطح خود سیارات، فقط ذوذنبهایی ایجاد خواهدکردکه روی مدار سهمی یا هذلولی حرکت کنند، به‌عبارت دیگر این ستارگان دنباله‌دار در حرکت برمدارهذلولی شکلی ازمنظومهٔشمسی خارج می‌گردند یا روی مدار سهمی روانه گشته دیرگاه به‌سوی خورشید باز می‌گردند. به‌هرحال سن ستارگان دنباله‌دار صاحب مدار قریب به‌سهمی هرگز از $۱۰^{۷} \times ۳$ تا $۱۰^{۸}$ سال فراتر نمی‌رود، چه در اثر اختلالاتی که ستارگان دور در پهنهٔ فضا هنگام گردش این ذوذنبها برآنها وارد می‌سازند موجب تجزیه وتلاشی آنها خواهد

1. Van Woerkom

MATH75.IR

شد. چنانکه از شکل شمارهٔ ۸ برمی‌آید ستارگان دنباله‌دار ادواری کوتاه مدت (P در آنها اندك است) اجرام آسمانی جدیدالولاده‌ای هستند (در مقیاس کیهانی) به‌همین‌دلیل تعدادچنین ستارگان دنباله‌دار علیرغم عمرکوتاه آنها در نمودار شماره ۸ بسیار است.

تودهٔ ابر ذوذنب‌زای شیاپارلی ـ اورت[1]

اندیشهٔ موجود بودن یك توده ابر ذوذنب زای عظیم که به گرد خورشید می‌گردد، نخستین‌بارتوسط دواخترشناس عالیقدر، اورت وشیاپارلی پی‌ریزی شد وبرای بیان علت وجودی مدارات تقریباً سهمی در پاره‌ای از ستارگان دنباله‌دار به‌تفسیر و استدلال ریاضی زیبایی نیز آراسته شد. با اینهمه پاره‌ای مشاهدات عینی‌باچنان فرضیه‌ای مغایرت پیداکرد. این تئوری قادر به‌تفسیر علت فقدان هذلولیهای اولیه نیست، چه هرآینه مدارات سهمی حاضر از تأثیر ستارگان دوردست براین توده غبار ذوذنب‌زا (دزائر تغییرحرارت وسیالیت‌ماده) حاصل شده باشند، اجباراً می‌بایست مدارهای هذلولی اولیه نیززیر اثرهمان عوامل پدیدآیند، درحالی‌که درفرضیهٔ مزبور محلی برای چنان ستارگان دنباله داری منظور نشده است، از سوی دیگر بااین فرضیه ممکن‌نیست موجودیت ستارگان دنباله‌دار متعلق به‌سیستمهای مختلف‌را تفسیر کرد (ستارگان دنباله‌دارمتعلق به‌خانوادهٔ مشتری، زحل و وغیره...) به‌این ترتیب موجودیت نفس توده غبار ذوذنب‌زای شیاپارلی‌ـ اورت محل تردید قرار می‌گیرد.

طبق‌محاسبه‌ای جدیدکه توسط صاحب نظران ومتخصصین فن به‌عمل آمده است می‌بایست از زمان پیدایش کرهٔ زمین تاکنون‌بیش‌از پنجهزار بار خورشیدهای ناشناخته ازکنارمنظومهٔ شمسی گذشته باشد که حداقل فاصلهٔ آنها از خورشید ما پنجاه هزار واحد نجومی ($۵۰۰۰۰ / UA$) بوده، این فاصله درست در وسط منطقه‌ای است که طبق فرضیهٔ شیاپارلی‌ـ اورت در آنجا تودهٔ غبار ذوذنب‌زا جاری است. بدیهی است دربرابر نیروی عظیم جاذبهٔ همسایگان عبوری، چنان‌تودهٔ مادی ذوذنب زایی‌نه‌موجودیت داشته نه‌می‌توانسته به‌موجودیت خود ادامه دهد. از طرف دیگر اطلاعات نوینی که طبق پژوهشهای اورت از «توزیع فراوانی» ارزشهای $\frac{۱}{a}$ برای‌ستارگان

1. Schiapparelli ـ Oort

MATH75.IR

دنباله‌دار صاحب مداری نزدیك به‌سهمی به‌دست آمده ثابت می‌کند که این اجرام حاصل طبیعی آتشفشانهایی هستند که طی دهها میلیون سال اتفاق افتاده و نیز می‌دانیم اثر سیارات بزرگ براین اجرام موجب تجزیه وتلاشی آنها می‌شود وتعداد ستارگان دنباله دار درمنطقهٔ مرکزی منظومهٔ شمسی کاهش می‌یابد.

چون مادرسلسلهٔ ستارگان دنباله‌دار صاحب مدار سهمی جز نخستین بازگشت هریك‌را به‌منطقه‌ای که درآن زاده شده نمی‌بینیم لذا از روزگار زایش‌آنها ۱۰۷ الی ۱۰۸ سال بیشتر نمی‌گذرد، بنابراین درآن زمان برروی سیارات وگاهی اقمارآنها فورانهای‌آتشفشایی بسیارنیرومند اتفاق می‌افتاده ونیروی آنها بسیار بیشتر از رویدادهای آتشفشانی امروزی برسیارات بوده است. استنتاج مزبور باروندهای زمین شناسی نیز سازگار است. کورلن[1] بوبروینوف[2] واتسون[3] وبالاخره فون وارکوم[4] دیدگاههایی برضد تئوری منشأ آتشفشانی ستارگان دنباله دار دارند، این اعتقاد از طرف پاره‌ای از اخترشناسان نیز مورد تأیید قرار گرفته است، این دانشمندان معتقدند که باتوجه به‌اوضاع فیزیکی مخصوصاً جرم وجاذبهٔ سیارات غول پیکر بسیار مستبعد می‌نماید کـه توده‌های گازی که از دهانه‌های آتشفشان خـارج می‌گردند سرعتی در حدود دهها کیلومتر برثانیه کسب کنند که از میدان جاذبهٔ سیارات بگریزند. اما امروز افزایش دانش ما درمورد دینامیك گازها وپیشرفت تکنیکی درساختن موتورهای واکنشی این تردید را برطرف کرده است، هم اکنون شاهد پیدایش سرعتی برابر چندین کیلومتر برثانیه برای وسایل پرتابی هستیم‌که ازسرعتهای چند ده کیلومتر برثانیه برای گازهایی حاصل می‌گردند که وسایل پرتابی‌را به‌پیش می‌رانند.

کورلن و واتسون روی مقاومت اتمسفر سیارات تکیه می‌کنند، اما اگر درسیارات غول پیکر آتشفشان مخلوطی ازمواد جامد وگازرا بانیرویی کافی پرتاب کند در جو سیارهٔ مفـروض کانالی باز می‌شود که معبر مواد خروجی است و از همین گذرگاه قطعات کوچك و بزرگ مواد جامد همراه توده‌ای گاز به‌فضای بین سیارات می‌ریزد.

بوبروینوف درمورد کوتاهی عمر ستارگان دنباله دار تردید می‌کند ولی رصدهای بسیاردقیق ومشاهدات موشکافانهٔ نوین براین تردید خط بطلان کشیده وصحت اعتقاد مارا درمورد کوتاهی عمر ستارگان دنباله دار ثابت

1. Corliu 2. Bobrovinoff 3. Watson 4. Van woerkom

MATH75.IR

نموده است.

واتسون ونون وارکوم درمورد منشأ واحد ستارگان دنباله‌دار ادواری کوتاه مدت وصاحب مدار سهمی ابراز تردید کرده‌اند ولی از سال ۱۹۵۳ به‌بعد دیگر جای هیچ شبهه‌ای درمورد وحدت منشأ این دودسته ازستارگان دنباله‌دار باقی نمانده است.

کامنسکی[1] نزدیك شدن ستارهٔ دنباله دار ولف I را به‌سیارهٔ مشتری دلیلی برمنشأ آتشفشانی آن می‌داند (قبلاً گفته شد که ستارگان دنباله‌دار به‌محض ولادت و شروع به‌گردش روی مدار مربوطه فوق‌العاده به‌سیارهٔ زادگاه خویش‌نزدیك‌می‌شوند) این دانشمند طی رساله‌ای اثبات‌کرده است‌که منظورنکردن واکنش‌گازها درمحاسبات یعنی نکته‌ای‌که دربدوزایش‌ذوذنبها اهمیت بسیار دارد، و نیز عدم توجه به‌تفکیك و تفریق قطعات پرتاب شده هنگام ولادت ذوذنب موجب‌خطاهایی درتخمین و تقویم حقایق می‌گردد، وی معتقد است که عدم توجه به‌پدیده‌های غیر جاذبه‌ای دیگرکه پیوسته جریان دارند سبب انحرافی درحدود ۰/۱ تا ۰/۲ واحدنجومی $[UA]$ در اندازه‌گیری‌فاصله‌خواهد شدوهمین نکات‌مثلاً درمورد ذوذنب ولف I موجب می‌گردند که $\frac{۱}{۲}$ تا $۱\frac{۱}{۲}$ دور گردش در جهت عکس درمسیر حرکتی آن از نظر دور بماند ولذا ۹ سال خطای محاسبه ایجاد گردد. این نکته‌را به خوبی می‌توان از مقایسهٔ پیش‌بینیهای نجومی با واقعیتهای عینی درمورد ستارگان دنباله دار راجعهٔ کوتاه مدت دریافت.

پژوهشهای‌اخیرسکانیان[2] ومارسدان[3] صحت‌اعتقاد مارادرمورددخالت پدیده‌های دیگری جز جاذبه در حرکت ستارگان دنباله دار اثبات می‌کند. به‌این سؤال دانشمندان که‌کیفیت فیزیکی آتشفشانهایی که منجر به‌پیدایش ستارگان دنباله دار شده است چگونه بوده، با بررسی آتشفشانهای عظیم زمین می‌توان پاسخ گفت.

تخمین تعدادستارگان دنباله‌دار منظومهٔ شمسی‌خاصه‌آنهایی‌که روی مدارهایی طولانی به‌گرد خورشید در گردش‌اند عددی بین $۱۰^{۱۱}$ و $۱۰^{۱۲}$ به‌دست می‌دهد، این تخمین وبرآورد باتخمین و برآورد اورت نیز منطبق است. البته ارقام یاد شده منحصر به‌ستارگان دنباله‌داری است‌که دورترین نقطهٔ مدار آنها درحدو مرز منظومهٔ شمسی یعنی ۵۰/۰۰۰ تا ۱۰۰/۰۰۰

1. Kamenski 2. SeKanian 3. Marsden

MATH75.IR

UA بوده و برای نخستین بار به‌سوی خورشید باز می‌گردند. براساس محاسبات تئوریك می‌توان تعداد ستارگان دنباله‌داری‌را نیز برآورد کردکه درمسیری هذلولی به‌حرکت در می‌آیند وبرای همیشه منظومهٔ شمسی‌را ترك می‌کنند وستارگان دنباله داری‌را تخمین زد که مداری بیضی اختیار می‌نمایند واز این رو درمیدان اثر جاذبهٔ نیرومند خورشید و سیارات قرار می‌گیرند، از این‌رو عمری کوتاه دارند. به‌این ترتیب تعداد کلی اجسامی که از سیارات واقمار آنها دراثر آتشفشان پرتاب شده است عددی است‌بین ۱۰۱۵ تا ۱۰۱۷، اگر جرم متوسط هرستارهٔ دنباله دار ۱۰۱۳ تا ۱۰۱۵ گرم بوده باشد، جرم کلی آنها ۱۰۲۸ تا ۱۰۳۱ گرم خواهد بود که نه‌فقط از جمع اجرام سیارات صخره‌ای بلکه از جرم تمام سیارات برروی هم بیشتر است. به‌این ترتیب ملاحظه می‌کنیم که انفجارات آتشفشانی عظیم برروی سیارات رویهمرفته مقیاسی کیهانی‌کسب می‌کند. تأکید این نکته حایزکمال اهمیت است که دانسته‌های ما درمورد ستارگان دنباله دار وانطباق آن با جرم کلی‌شبه سیارات وشهابها درمنظومهٔ شمسی‌که ۱۰۲۷ گرم است وسعت دامنهٔ آتشفشانها وعظمت سایر روندهایی‌را که منجر به‌جدا شدن بخشی از جرم‌سیارات می‌شوند می‌رساند (اورلف) تخمین جرم‌کلی ستارگان دنباله‌دار وبرآورد جرم کلی شبه سیارات وشهابها درمنظومهٔ شمسی نشان می‌دهدکه سیارات بخش عظیمی از جرم خود را دراثر روندهای آتشفشانی از دست داده‌اند. دانستن این نکته نه‌تنها پیش بینی آیندهٔ اجرام کوچك آسمانی را مقدور می‌کند بلکه سرنوشت وآتیهٔ سیارات‌را نیزدربرابر دیدگان ماتصویر می‌کند. دانش ما درمورد ستارگان دنباله‌دار واطلاعاتی کـه درمورد این اجرام داریم به‌ما امکان می‌دهند که گذشتهٔ منظومهٔ سیاره‌ای خودمان را در ۱۰۸ سال گذشته کشف ودرك کنیم. رویدادهای آتشفشانی می‌بایست در این مدت خاصه‌های دینامیك منظومهٔ شمسی‌را عوض کرده باشند.

استنتاج فوق برای دانش زمین شناسی وتفسیرتاریخ حقیقی سیارهٔ ما زمین بی‌نهایت اهمیت دارد. خروج پرجهش مقدار معتنابهی گاز و مواد مذاب از زیر قشر جامد زمین می‌باید تغییراتی در گشت آور دورانی زمین داده باشد، می‌باید محور گردش این کره‌را به‌دور خود جابجا کرده باشد، می‌باید درشکل آن نیز تحولاتی به‌وجود آورده باشد. تحول و تغییر اخیر نشان دهندهٔ ادوار آتشفشانی زمین است ودر طـی همین ادوار است کـه دورانهای یخبندان روی داده وچین‌خوردگیهایی برچهرهٔ زمین پدیدارگشته، حاصل چین خوردگیها پیدایش سلسله کوههای نوین است. برطبق پاره‌ای

MATH75.IR

محاسبات که درسال ۱۹۶۰ انجام گرفته آتشفشانهایی که دردوران سوم وچهارم زمین شناسی رخ داده منشأ ستارگان دنباله دار صاحب مدار سهمی قابل رویت کنونی بوده‌اند، قدرت و شدت آتشفشانهای آن‌زمان یکصد تا یکهزار برابر آتشفشانهای امروزی بوده است.

ازمطالعه ومشاهدهٔ دقیق پیرامون اقمارمشتری وحلقه‌ای ازستارگان دنباله دار که به‌گردش درچرخش است و نیز ازمشاهدهٔ اقمار و حلقهٔ زحل و زهره و مریخ اطلاعات بسیاری به‌دست می‌آید که همه تأییدی است بر روندهای فعال آتشفشانی برروی‌این اجرام.

پرفسورفسنکف با استنتاجات فوق هماواز نیست، به‌نظروی ستارگان دنباله‌دار ادواری‌کوتاه مدت از تغییر تدریجی ستارگان دنباله‌دار درازمدت پدید آمده‌اند، این دانشمند در طرح فرضیهٔ خود به‌هیچکدام از شواهدی‌که برضد فرضیهٔ صید و جذب ستارگان دنباله‌دار توسط منظومهٔ شمسی دلالت دارند التفاتی نمی‌کند، به‌همین علت تئوری این محقق بربنیادی استوار متکی نیست، استناد وی بیشتر به‌دونکتهٔ عینی است‌که علی‌الظاهر با فرضیهٔ منشأ آتشفشانی ستارگان دنباله‌دار سازگار نیست. نکتهٔ نخست این است که بعضی از دانشمندان «توزیع فراوانی» ستارگان دنباله‌دار را براساس توجه به $\frac{1}{a}$ ارزیابی‌کرده و ملاحظه نموده‌اندکه عددی از این محاسبهٔ تئوریك به‌دست می‌آیدکه با مشاهدات عینی آماری سازگار نیست. نکتهٔ دیگر این است که با تخمین مادهٔ گازی‌شکل در ستارگان دنباله‌دار می‌بایست این اجرام درحرارتهای بسیار پایین به‌وجود آمده باشند و این محل عملاً بی‌نهایت دور از خورشید، یعنی خارج از منظومهٔ شمسی در آغوش فضای بین ستارگان است.

برهان نخست برپایهٔ محاسبهٔ خطای توزیع فراوانی $\frac{1}{a}$ بنا شده که اضمحلال وزوال تدریجی ستارگان دنباله‌دار را در حساب دخالت نداده‌اند، و حال آنکه این حقیقت بارها و بارها به‌اثبات رسیده است، از طرف دیگر درمحاسبهٔ یادشده التفاتی به‌واقعیت اثبات‌شدهٔ «موجودیت چندین‌مرکزخلق ستارهٔ دنباله‌داردرگذشته وامروز» نشده است.محاسبه‌ای‌که وسخسویاتسکی در سال ۱۹۵۲ بعمل آورد نشان می‌دهد که «توزیع فراوانی» توده‌های ستارگان دنباله‌دارکنونی (آنهایی که هنوز زنده و فعال‌اند) روی مداری می‌گردندکه به‌خوبی قابل تطبیق با فرضیهٔ منشأ آتشفشانی این اجرام است.

MATH75.IR

تخمین جرم مادهٔ گازی شکل ستارگان دنباله‌دار و نتایجی که فسنکف از «پایداری مکانیکی» ستارگان دنباله‌دار به‌دست می‌آورد با اطلاعات پیشین ما در مورد مکانیك گازها سازگار است نه دانش امروز ما در این زمینه، با وجوداین به‌محاسبهٔ فسنکف این ایرادهم وارد است که وی هستهٔ ستارگان دنباله‌دار مختلف را طرف توجه قرار نداده. در سالنامه‌های اخترشناسی مختص به‌ستارگان‌دنباله‌دار همیشه باگزارشهایی درمورد ستارگان دنباله‌دار صاحب هستهٔ بی‌شکل (آمورف[1]) و ستارگان دنباله‌دارصاحب چند هسته که زیر چشم ناظرین به‌چند پاره تقسیم می‌شوند یا ذخایر گاز یخ زدهٔ آنها به پایان می‌رسد روبرو می‌شویم. مثل‌ستارهٔ دنباله‌دارشماره *I* هولمس[2] درسال ۱۸۷۴ یا ستارهٔ دنباله‌دار شمارهٔ *II* سال ۱۹۵۴ وستاره دنباله‌دارشمارهٔ *IV* سال۱۹۵۹ وغیره... ونیزچه بسیارند ستارگان دنباله‌دار مقاوم و پر دوام که بی‌گفتگو هسته‌ای از سنگ یکپارچه دارند و بدون متلاشی شدن بیش از پنجاه بار به‌گرد خورشیدگشته‌اند، از این دسته نمونه‌هایی چون ستارهٔ دنباله‌دار شمارهٔ *II* سال ۱۸۸۲ و شمارهٔ *I* سال ۱۹۱۰ و ستارهٔ دنباله‌دار ۱۹۶۲ و بالاخره ستارهٔ دنباله‌دار اینکه[3] را می‌توان نام برد.

ملاحظهٔ چنین‌تنوع حیرت‌انگیزدرخصایص‌فیزیکی ستارگان دنباله‌دار حاکی از خطا بودن این اندیشه است که منبع و خاستگاه آنها فضای کیهانی خارج از منظومهٔ شمسی یا حوزهٔ فضایی بین ستارگان است. به‌این گفته باید افزودکه در چنان نقاطی از فضا اصلاً گاز به‌صورت یخ‌زده درنخواهد آمد.

درسال۱۹۲۳ با هدایت فسنکف گروهی از اخترشناسان توزیع‌فراوانی مدارات ستارگان دنباله‌دار را براساس فرضیهٔ صید وجذب این اجرام توسط منظومهٔ شمسی مطالعه‌کردند، حاصل مطالعات مزبور این بودکه نتیجهٔ محاسبات‌تئوریك با واقعیت‌عینی یعنی با «توزیع‌فراوانی» مدارهای ستارگان دنباله‌داری‌که ملاحظه می‌کنیم نمی‌خواند. فسنکف در یك پژوهش بسیار جالب دیگردرسال ۱۹۵۲ به‌ارزیابی فرضیه‌ای پرداخت‌که قبل ازاو اورلف هم ارزیابی‌کرده بود، یعنی فرضیه‌ای‌که خاستگاه ستارگان دنباله‌دار و شبه سیارات و سنگهای آسمانی و مادهٔ شهابزا را انفجار سیاره‌ای می‌داند که بین مریخ و مشتری درگردش بوده، فسنکف دلایل بسیاری به‌نفع این‌فرضیه به‌دست آورد وتئوری اولبرس[4] را غنی‌تر ساخت، ما در ابتدای این گفتار

1. Amorphe 2. Holmes 3. Encke 4. Olbers

MATH75.IR

به‌آن اشاره کرده‌ایم، اما آنچه که دراینجا به‌آن می‌افزاییم این است که فرضیهٔ متلاشی شدن سیاره‌ای فرضی که منجر به‌پیدایش اجرام کوچک آسمانی گردیده نه تنها مغایر با تئوری منبع آتشفشانی این اجرام نیست بلکه هرآینه چنان سانحه‌ای کیهانی روی داده باشد دلیلی است به‌نفع فرضیهٔ ما، چه اثبات می‌کندکه ستارگان دنباله‌دار، شهابها، سنگهای آسمانی و سیارکها به‌نحوی از مادهٔ جامد قشر سیاره‌ای برخاسته‌اند، و این تنها نحو ممکن نیست، انفجار سیارهٔ فرضی خود طریقی است برای پرتاب مواد آتشفشانی یا مواد خروجی. (برای کسب اطلاعات بیشتر به‌گزارش شمارهٔ ۱۲۶ که به‌نخستین کنفرانس آکادمی علوم اتحاد شوروی دربارهٔ مسائل عالم‌شناسی که در سال ۱۹۵۱ توسط وسخویاتسکی داده شده مراجعه شود).

اندیشهٔ تشکیل همزمان تمام گروههای مختلف اجرام کوچک آسمانی از متلاشی شدن سیاره‌ای مفروض را نمی‌توان حفظ کرد، این را می‌دانیم که برحسب دلایل قانع‌کنندهٔ بسیار، خویشاوندی ستارگان دنباله‌دار وسیارات به‌اثبات رسیده است و نیز ملاحظهٔ مختصات حرکت شبه سیارات، شهابها و ستارگان دنباله‌دار ومقایسهٔ این مختصات با خصایص حلقهٔ زحل که خصلت شهابی ـ ستارهٔ دنباله‌داری دارد و نیز خصایص حلقهٔ مفروض دور مشتری شواهد و دلایلی به‌دست می‌دهدکه ثابت می‌کنندکه قایل‌شدن تفاوت بنیادی درمیان اجرام کوچک آسمانی صحیح نیست وهرفرضیه‌ای که تشکیل ستارگان دنباله‌دار را به‌فضای بین ستارگان نسبت می‌دهد خطا است.

توجه خواننده به‌آنچه در زیر آورده می‌شود بسیار ضروری است؛ مسیری که ستارگان دنباله‌دار امروزی می‌پیمایند خیلی از مدار زمین دور نیست وحتی پاره‌ای اوقات مدار زمین را قطع می‌کنند، به‌این‌جهت ستارگان دنباله‌دار قدیمی همانند آنها که امروز می‌بینیم ذخیرهٔ موادگازی‌شان تمام شده و می‌باید تاکنون به‌روی زمین هبوط کرده باشند، به‌عبارت دیگر از شهابهای کنونی گروهی زاییدهٔ ستارگان دنباله‌دار قدیمی هستند. اما مطالعهٔ ساختمان و ترکیب شیمیایی شهابها نشان می‌دهد که ساختمان و ترکیبی یکسان دارند و از جنس قشر سیارات هستند. از سوی دیگر تفاوتهای بین ستارگان دنباله‌دار از نظر ساختمان، چنانکه برخی ملغمه‌ای ازغبار و برف کم تراکم بوده و بعضی دیگر هسته‌ای سنگی یکپارچه و توده‌ای یخ دارند و پاره‌ای اجرامی هستندکه به‌نسبتهای متفاوت گاز (گاز یخ زده) و جرم شهابی دارند (بقایای قشر جامد سیاره) با فرضیهٔ تشکیل آنها در فضای بین ستارگان قابل فهم و تفسیر نیست، تفاوت ساختمانی ستارگان دنباله‌دار

MATH75.IR

حاکی از این است که آنها از چند نقطه و خاستگاه معین پدید آمده‌اند. تعدد و کثرت شکل سازمانی و ساختمانی ستارگان دنباله‌دار جز با فرضیهٔ منشأ آتشفشانی آنها قابل تفسیر و بیان نیست، تنوع محتوای آتشفشانهای جاری در روی زمین براین نکته دلالت داردکه ساختمان ستارگان دنباله‌دار نیز می‌بایست متعدد باشد.

برای به‌پایان بردن این مقال پاره‌ای ازنتایج فرضیهٔ منشأ آتشفشانی اجرام کوچك آسمانی‌راکه برای درك تاریخچهٔ زمین اهمیت بسیار دارند ودر حل مسائل و معضلات زمین‌شناسی مفید واقع می‌شوند به‌طور ایجاز برمی‌شماریم.

MATH75.IR

MATH75.IR

مسائل مربوط به گذشتهٔ سیستم منظومهٔ شمسی و کرهٔ زمین از نقطه نظر فرضیهٔ آتشفشانی

تعداد کلی آتشفشانهای فعال تیپ کوه‌وزو[1] امروزه در سراسر کرهٔ زمین بیش ازچهارصدتا است، در دوسه قرن اخیر بارها برزمین رویدادهای آتشفشانی در مقیاس کیهانی واقع شده، فاجعه‌بارترین آنها توسط کوه‌وزو در سالهای ۱۸۰۶ و ۱۹۳۱ بوده و نیز آتشفشانهای مهم دیگری ازاین قماش می‌توان برشمرد مثل آتشفشان سانگای[2] درسال ۱۷۲۸ دراکوادور (به اعتقاد هامبولدت[3] آتشفشان سانگای سابقه‌ای نداشته و برای نخستین‌بارآن نقطه از زمین با چنان انفجار مهیبی روبروگردیده است)، آتشفشان پاپانداجان[4] درسال ۱۸۷۲ درجاوه، آتشفشان آزاما[5] درسال ۱۷۸۳ در ژاپن، آتشفشان بسیار مهم تامبورا[6] در سال ۱۸۱۵ در جزیرهٔ سومباوا[7]، آتشفشان کوزه‌گواینا[8] در سال ۱۸۳۵ در نیکاراگوئه‌و بالاخره فاجعهٔ مصیبت‌بار آتشفشان کراکاتو[9] درسال ۱۸۸۳ در جزایر سوند[10]. حجم کلی تودهٔ خاکستر ومواد مذابی که از آتشفشان تامبورا بیرون ریخت سیصدکیلومتر مکعب بود، صداهای انفجاری که اصطلاحاً غرش آتشفشان نامیده می‌شود تا فاصلهٔ دو هزارکیلومتری شنیده شد، همه چیز در مساحتی برابر هشتصدکیلومترمربع سیاه و به‌مواد خروجی آغشته گردید. ضخامت خاکستر در فاصلهٔ یکصد و شصت کیلومتری مرکز انفجار شصت سانتیمتر بود و به‌تدریج ازکلفتی این مواد کاسته می‌شد چنانکه در فاصلهٔ چهارصدکیلومتری ارتفاع این مواد به به‌بیست سانتیمتر می‌رسید.

آتشفشان مهیب بیست وهفتم اوت ۱۸۸۳ بخش‌اعظم جزیرهٔ کراکاتو را نابودکرد، آتشفشان حداقل سیزده‌کیلومترمکعب سنگ وخاك به‌آغوش اتمسفر ریخت، امواج کوه پیکری که‌ازاین تکان برخاست چهل هزار نفر را

1. Uesuve 2. Sangay 3. Humboldt 4. Papandajan
5. Asama 6. Tambora 7. Sumbawa 8. Cosegüina
9. KraKatau 10. Sonde

MATH75.IR

به‌کام هلاك‌کشید. موج شوك حاصل از این آتشفشان چندین بارکرهٔ زمین را دور زد و توسط تمام ایستگاههای ژئوفیزیك ثبت‌گردید، سرعت اولیه‌ای‌که پاره‌ای تکه‌های پرتاب شده به‌دست آوردند حداقل دوکیلومتردر ثانیه بود، برحسب محاسبات ریاضی سرعت اولیهٔ بعضی از سنگهایی‌که از این آتشفشان پرتاب‌گردیده از هشت‌کیلومتر در ثانیه فزونتر بوده است، این سرعت برای اینکه هرجرم پرتابی را به‌فضای بین سیارات برساندکافی است، آنچه در مورد قدرت انفجاری این‌آتشفشانها گفته شد در برابرنیروی آتشفشانیهای دوران سوم و اوایل دوران چهارم زمین‌شناسی بازیچه‌ای بیش نیست (مراکز آتشفشانی آلپ، کارپات، قفقاز) در دوران ژوراسیك و ادوار پیش از آن در زمین آتشفشانهایی رخ داده‌که عظمت آنها بیش از رویدادهای آتشفشانی دوران سوم بوده است (مثل مراکز آتشفشان قفقاز وکریمه)، با اندازه‌گیری ضخامت موادخروجی درهرحوزه می‌توان معیاری از مهابت آن رویدادها به‌دست آورد، به‌همین طریق است‌که دراوکراین در نزدیکی زاپوروژیه[1] توده‌ای در هم آمیخته از مواد خروجی به‌ضخامت یکصد وشصت سانتیمتر کشف‌گردیده و درجنوب ملداوی توده‌ای به‌ضخامت هشتادسانتیمترملاحظه می‌شود، این مواد ازمراکزآتشفشانی قفقازوماورای قفقازکه هفتصد تا یکهزار دویست‌کیلومتر با کریمه و ملداوی فاصله دارند بیرون ریخته‌اند. برحسب محاسبه مواد سنگی ـ کالسیتی حاصل از یکی از چنان آتشفشانهایی $۱۰^{۱۹}$ الی $۱۰^{۲۰}$ گرم خاکستر تولیدکرده است. گرچه دانسته‌های ما در این مورد هنوزکامل نیست ولی بدون تردید هریك از آتشفشانهای دوران سوم و چهارم زمین‌شناسی برتمام سطح‌کرهٔ ارض اثر می‌گذارده، این رویدادها می‌بایست باکاهش حرارت سطحی زمین و تشکیل یخچالهای طبیعی در ارتباط بوده باشد. بسیار محتمل است که دورانهای یخبندان‌که به‌ترتیب ۶۰۰/۰۰۰ الی ۵۷۰/۰۰۰ سال، ۴۷۰/۰۰۰ الی ۴۳۰/۰۰۰ سال، ۲۳۰/۰۰۰ الی ۱۸۰/۰۰۰۰ سال، ۱۰۰/۰۰۰ الی ۶۰/۰۰۰ سال پیش ازعصرماتفاق افتاده‌اند با افزایش فعالیتهای‌آتشفشانی زمین همراه بوده‌اند. دراین زمان‌کرهٔ زمین به‌طوریقین به‌ستارگان‌دنباله‌دار بسیاری هستی بخشیده ومقدارمعتنابهی مادهٔ شهابزا و عدهٔ‌کثیری شهابهای ثاقب به‌آغوش منظومهٔ شمسی ریخته است. شواهد و دلایل بسیار دیگری نیز در دست است‌که می‌توان به‌یاری آنها دربارهٔ سوانح آتشفشانی‌که بر

1. Zaporojie

MATH75.IR

زمین گذشته قضاوت کرد.[۱]

هنوز منشأ و مکانیسم روندهای آتشفشانی به‌درستی روشن نشده، اما کشف منابع عظیم گازهای طبیعی (متان و بوتان) و هیدروکربورهای مایع (ترکیبات نفتی) در مجاورت مراکز دیرین وجدید آتشفشانی، نوعی دخالت این مواد را در حدوث این رویدادها برملا می‌سازد. شباهت حیرت‌انگیز ترکیبات شیمیایی موجود در گازهای یخ‌زدهٔ ستارگان دنباله‌دار و گازها و مواد مایع مناطق آتشفشانی زمین، ثابت می‌کند که مطالعهٔ روندهای آتشفشانی وبررسی‌ستارگان دنباله‌دار می‌بایستی تواماً توسط زمین شناسان واخترشناسان به‌اتفاق صورت گیرد.

درهمین زمینه می‌توان روندهای کوهزایی قشر جامد زمین‌راکه تا کنون علت حقیقی آن کشف نشده مطالعه‌کرد. این حقیقت غیرقابل انکاررا نمی‌توان نادیده گرفت که جدیدترین مناطق چین خوردهٔ قشر جامد زمین یا تازه‌ترین سلسله کوهها در جاهایی قرار گرفته‌اند که مراکز آتشفشانی بسیاری در آغوش دارند. اطلاعات به‌دست آمده از مطالعهٔ ستارگان دنباله دار وشهابها درمورد حدت و شدت رویدادهای آتشفشانی برکرهٔ ارض این اندیشه‌را تقویت می‌کند که منشأ کوهزایی خروج تودهٔ عظیمی از مواد گازی شکل ومایع وجامد از زیر قشر جامد زمین است. باتخلیهٔ ناگهانی تودهٔ مادی عظیم درزیر یا درخلال پوستهٔ جامد زمین حفرات بزرگی پدید می‌آیدکه قطر آنها ازهرسو تاصدها کیلومتر می‌رسد، قشر روی این حفرات که نازك می‌شوند چین‌خوردگی یافته سلسله جبالهای بزرگی پدید می‌آید. بنابراین رشته کوههای زمین نه تنها نشانه بلکه مدارکی از وسعت دامنهٔ رویدادهای آتشفشانی درتاریخچهٔ سیارهٔ ما زمین اند.

از روی برآورد حجم کلی سلسله جبال قفقاز (۵۸۰/۰۰۰ کیلومتر مکعب) می‌توان به‌یاری معادلهٔ $V=\frac{1}{2}.C^{-1}.G.R$ حجم‌کلی خاکستر و گازی (V) راکه از زیرقشر جامدی به‌ضخامت G بیرون‌ریخته حساب‌کرد، حاصل این بیرون ریختن حفرهٔ عظیمی است در ضخامت پوستهٔ جامد زمین که موجب چین‌خوردگی گردیده وسلسله‌جبالی به‌حجم G ایجادکرده است. در این معادله R شعاع زمین است. با در دست داشتن حجم‌کوههای قفقاز

۱. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه رجوع شود به‌اثر ولیکوسکی [I. velikovski] که در فهرست منابع‌کتاب با شمارهٔ ۵۱ مشخص‌گردیده.

MATH75.IR

(G) و شعاع کرهٔ ارض (R) و حدود تقریبی حفره‌ای‌که موجب پیدایش چنان سلسله جبالی گشته (C) می‌توان مقدار خاکستر و مادهٔ مذاب و گازی که در سرتاسر دوران فعالیت آتشفشانی این‌مرکز از دل زمین بیرون‌ریخته حساب کرد، برطبق‌محاسبات‌انجام‌شده حجم‌کلی مواد خروجی $۲/۵ \times ۱۰^{۷}$ کیلومتر مکعب بوده اگر وزن مخصوص متوسط مواد خروجی برای هر سانتیمتر مکعب یك گرم باشد جرم تمام موادی که طی دوران آتشفشانی مرکزقفقازازدل سیارهٔما زمین خارج گردیده $۱۰^{۲۲}$ الی $۱۰^{۲۳}$ گرم‌بوده است.

بنابر فرضیهٔ آتشفشانی، هرسیاره در مدت موجودیت خود می‌بایستی به‌طور ادواری مقدار معتنابهی انرژی‌نهفته در دل خویش را طی روندهای آتشفشانی‌که ازلحاظ توان مقیاسی‌کیهانی داشته‌اند، از دست داده باشد.

نتایجی چند

به‌دلایلی چند حق داریم چنین انگاریم‌که «پیش سیارگان» یا سیارات اولیه ترکیب و ساختمانی ازجنس خورشیدها داشته‌اند:

الف/ ترکیب شیمیایی خورشید و ستارگان با سیارات مشابه و در پاره‌ای‌اوقات‌همانند است، البته‌بایستی‌این‌را به‌خاطرداشت‌که سیارات‌کوچکتر خیلی زود هیدروژن و هلیوم خودرا از دست داده‌اند.[۱]

ب/ ستارگان بسیارکوچکی می‌شناسیم‌که حجم آنها خیلی بیشتر از سیارات غول پیکر نیست، این خود نشانهٔ آن است‌که در حقیقت خط‌فاصلی بین سیارات عظیم‌الجثه و ستارگان وجود ندارد.

ج/ تراکم متوسط ماده در سیارات و اقمار مختلف تفاوتهایی معقول ومنطقی دارند وچنانکه در صفحات بعد ملاحظه خواهیم‌کرد اختلافات یاد شده ناشی از تحولات آتشفشانی‌آنهاست. بنابراین «پیش سیارگان» در بدو تکوین‌تراکم مادی‌معادل‌خورشید داشته‌اند (۱/۳ تا ۱/۴ گرم درسانتیمتر مکعب) چه از انفجار یکی از دوقلوها پدید آمده‌اند و دو قلوی دیگر که خورشید ما است به‌شکل‌کنونی به‌موجودیت خود ادامه داده است.

سیاراتی‌که بدین‌نحو پدیدآمدند چون «جرم حد نصاب» را برای‌برپای داشتن فعل‌وانفعالات هسته‌ای نداشته‌اند رو به‌سردی نهاده‌اند، همان‌موقع

۱. در دومین سمپوزیوم بین‌المللی که از ۱۵ تا ۲۲ اکتبر ۱۹۶۸ در شهرکیف پیرامون ماه و سیارات برگذار شد، اوون [Owen] گزارشی ازنتایج مطالعات اسپکتروفتومتریك خودراروی سیارات غول پیکر به سمپوزیوم تقدیم کردکه همه موید استنتاجات ما بودند.

MATH75.IR

قسمت اعظم موادگازی شکل آنها فرارکرده است. دوای‌یه[1] محق بود که می‌گفت؛ سیارات در این دوره از هستی خود که قاعدتاً بسیار کوتاه بوده (درمقیاس کیهانی) بخشی ازموجودی گازهای‌سبك خویش‌را ازدست‌داده‌اند، چنانکه سیارهٔ ما زمین هنوز هم به‌طور مستمر با فقدان تدریجی این گازها دست به گریبان‌است. هنگامی‌که فلوی حرارت‌وانرژی درونی به‌حدی‌کاهش یافته‌که نخستین مواد مرکب وترکیبات قشر جامد برروی «پیش سیارگان» پدیدارگردیده این اجرام از مرحلهٔ «پیش سیارگی» به مرحلهٔ سیارات قدم نهاده‌اند. تغییرات پس از پیدایش قشر جامد تابع این بوده که آنقدر مواد گازی پرفشار زیر پوستهٔ سطحی جمع شود که قادر باشد این پوسته را در نقطـه‌ای متلاشی سازد و با فورانی نیرومند به بیرون بریزد ، در ابتدا فورانهای یاد شده فران بوده‌اند ولی شدت وحدت بسیار نداشته‌اند زیراکه قشر جامد سطحی بسیار نازك بوده، بعدها به ضخامت پوستهٔ زمین افزوده گردیده فاصلهٔ رویدادهای آتشفشانی افزایش یافته در عوض برمهابت آنها افزوده‌گردیده است، دراینجاست‌که باقدرت تخریبی عظیم آتشفشانها روبرو می‌شویم. دراین دوران روندهای فیزیکوـ شیمیك مختلف‌وبغرنج به‌پیدایش آب وهیدروکربورهای پیچیده انجامیده وبعضی ازمواد قابل‌انجماد موجود در جو زمین درمناطق مخصوص زمین‌که حرارت‌بسیار نازل بوده به‌صورت یخ فرو ریخته است.

این‌سلسله رویدادهاراکه طی ۳/۵ تا ۴/۵میلیارد سال برزمین‌گذشته است می‌توان هم اکنون مرحله به‌مرحله در منظومهٔ شمسی ملاحظه‌کرد. درمنظومهٔ شمسی سیاراتی چون مشتری و زحل داریم‌که آنقدرها کوچکتر از خورشیدها نیستند و ازسوی دیگر درجات متفاوت شکل گرفتن تحجری چون اورانوس، نپتون، تیتان، تریتون، ماه و بالاخره سیارات صخره‌ای وجود دارد. انفجارات آتشفشانی فاجعه‌گون ازسطح سیارات مواد جامدی چون هیدروکربورها، سنگها وتوده‌های‌خاك وخاکستر رابلندکرده درفضای بین سیارات ریخته‌اند. برای درك عظمت رویدادهای آتشفشانیی‌که منجربه تولید ستارگان‌دنباله‌دارگردیده ضروری‌ست یکبار دیگر تعدادکلی این‌اجرام راکه از دل‌سیارات واقمار به‌فضا پرتاب شده‌اند محاسبه‌کنیم، البته محاسبه تقریبی خواهد بود ، معذلك پاسخ به دست آمده بیکرانی رویداد را نشان خواهد داد.

1. Dauvillier

MATH75.IR

به‌طور متوسط درسال ۲ تا ۳ ستارهٔ دنباله‌داری‌که روی مدار سهمی حرکت می‌کندکشف می‌شود، اینها ستارگان دنباله‌داری هستندکه به «حوزهٔ دید لاپلاس» یعنی درکره‌ای واردمی‌شوندکه شعاع این‌کره ازخورشیدبرابر $۲UA$ (دو واحد نجومی) است.

اگر نورانیت مطلق یا مانی‌تود ($H_{۱۰}$) ستارگان دنباله‌دار را طرف توجه‌قرار دهیم این‌حقیقت‌را درمی‌یابیم‌که ستارگان دنباله‌داری‌که‌نورانیت مطلق‌شان بین ۰تا۸ است ازاحتمال‌اکتشاف‌بسیاری برخورداراند ومعمولاً هم دیده می‌شوند درحالی‌که‌ستارگان دنباله‌دار با نورانیت مطلق‌کمتر (بین ۸الی۱۴) تعدادشان صدها بار بیشتر است ولی مرئی نیستند. دفعات عبور ازنزدیك خورشید طی یکسال درستارگان دنباله‌داری‌که حدود مدارشان در حوزهٔ اقتداری منظومهٔ شمسی محدود است یعنی مدارشان کلاً در داخل منظومهٔ شمسی است ($q<۴۰UA$) می‌باید $\frac{۴۰}{۲}$یا $(\frac{۴۰}{۲})^{۲}$ باربیش‌ازستارگان دنباله‌داری باشدکه به‌علت‌نورانیت مطلق‌قابل‌توجه، به‌چشم دیده‌می‌شوند، به‌بیان ساده‌تر تعدادشان ۱۰۲ الی ۱۰۳ بار بیشتر است.

در تمام مدت هستی منظومهٔ شمسی (۱۰۹ سال) تعداد کلی ستارگان دنباله‌داری که تقریباً مداری سهمی دارنـد و نورانیت مطلق‌شان تا ۱۴ می‌رسد وشعاع مدارآنها چنان‌است‌که ازمنظومهٔ شمسی خارج نمی‌شوند از معادله زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{تعدادکلی ذودنبهای بامدار سهمی} = ۲\times۱۰^{۹}(۱۰^{۳})\times۱۰^{۲}\approx۲\times۱۰^{۱۴}$$

البته این رقم مربوط به ستارگان دنباله‌داری است که مدار تقریباً سهمی دارند و در روی مداری که حرکت می‌نمایند دورترین فاصله‌شان از خورشید ۲۰/۰۰۰ الـی ۱۵۰/۰۰۰ واحـد نجومـی ($U4$) است. البته به اعتقاد صحیح فون وارکوم بسیاری ازستارگان دنباله‌داری‌که مدار تقریباً سهمی‌دارند درمدت ۱۰۷ الی ۱۰۸ سال مدارشان تغییرشکل می‌دهد یا مبدل به هذلولی می‌گرددیابه‌صورت بیضی درمی‌آید، ازاین‌گذشته‌هنگام رویدادهای‌عظیم‌آتشفشانی برسیارات‌یا اقمارممکن است ستارگان‌دنباله‌داری پدید آیندکه از بدو پیدایش مداری بیضی شکل داشته باشند و دورتـرین نقطهٔ مدارآنها ازخورشید UA ۲۰/۰۰۰ باشد. تعدادچنین اجرامی را می‌توان از فرمولهای صفحهٔ مقابل به‌دست آورد:

MATH75.IR

$$\frac{H}{P}=\frac{4\pi\int_{0}^{v_{max}} v^2 f(v)dv}{4\pi v_0^2 f(v_0)\Delta v}\sqrt{\frac{2}{D}} \quad \text{و} \quad \frac{E}{P}=\frac{4\pi\int_{0}^{\sqrt{\frac{2}{D}}} v^2 f(v)dv}{4\pi v_0^2 f(v_0)\Delta v}$$

انتگرالهای صورت دوکسر نشان دهندهٔ فواصل سرعتهای متفاوت حرکت ستارگان دنباله‌دار روی مدار هذلولی و بیضی است. مخرج نشان‌دهندهٔ مدار سهمی ستارهٔ دنباله‌داری است که در اولین گردش به‌دور خورشید در دورترین نقطهٔ مدارسرعت اولیه‌ای برابر Δv دارد، چون Δv عدد ثابتی نخواهد بود مدارهای سهمی حاصله نیز برهم منطبق نخواهند بود. در دو رابطهٔ فوق‌الذکر D عبارت است از فاصلهٔ ستارهٔ دنباله‌دار مفروض از سیاره‌ای که ازآن برخاسته. ضریب $f(v)$ نشان‌دهندهٔ توزیع فراوانی‌سرعتهای اولیه است، این ضریب را می‌توان ازفرمول توزیع فراوانی‌ماکسولی یا از رابطهٔ اورت به‌دست آورد، رابطهٔ اورت عبارت است از $f(v)=3\times\frac{v^3}{L^3}$

(در رابطهٔ اورت $L<\sqrt{\frac{3}{D}}$ سرعت اولیهٔ دورخورشیدی برای مدارهای سهمی در حدود منظومهٔ شمسی) نسبت $\frac{E}{P}$ و $\frac{H}{P}$ مقادیری است بین ۱۰۴ تا ۱۰۵.

با در نظر گرفتن کلیهٔ ستارگان دنباله‌دار صاحب مدار سهمی فعلی، درمدت هستی سیارات تعدادکلی ستارگان دنباله‌داری که نورانیت مطلق‌شان به‌طور متوسط ۱۲ و ۱۳ بوده و درآغوش منظومهٔ شمسی زاده شده‌اند از فرمول زیر به‌دست می‌آید (برخی منظومهٔ شمسی را ترک‌کرده و بعضی به شبه سیارات و شهابها مبدل شده‌اند)

= تعدادکلی ستارگان دنباله‌دار (مانی‌تود ۱۲ و ۱۳)

$\approx(10^5\div10^4)\times10^{14}\times2$ الی 10^{18} الی 10^{19}

از 10^{28} الی 10^{31} گرم ماده‌ای که کلاً در اثر انفجارات آتشفشانی به‌شکل ستارهٔ دنباله‌دار ازسیارات جدا شده 10^{10} الی 10^{12} گرم مخصوص ستارگان دنباله‌داری است که نورانیت مطلق‌شان ۱۲ و ۱۳ بوده است.

MATH75.IR

هرچند که دروضع فعلی دانش ما نمی‌توان برسر صحت اکید مقادیر عرضه شده دربالا اصرار کرد ولی در این گفتگو نیست که سیارات از بدو پیدایش تاکنون بخش اعظم جرم خودرا به‌آغوش فضا ریخته‌اند، اگر انبوه ماده‌ای‌را که یك آتشفشان هولناك زمین از پیکر سیاره جدا می‌سازد درنظر آوریم به‌اهمیت خارق‌العادهٔ روند آتشفشانی درسیرو تحول سیارات واقف خواهیم شد، نکته‌ای که هنوز برای آن پاسخی نداریم این است که آیا به راستی فعالیتهای آتشفشانی روی تمام سیارات چنانکه درزمین اتفاق افتاده ادواری است یا پیوسته، روی سیارهٔ مـا زمین می‌توان از آغاز تکوین تا کنون بیست دوره فعالیت آتشفشانی برشمردکه همیشه با روند کوهـزایی همراه بوده‌اند.

نسبت بین مقدار فعلی خاکستر آتشفشانی یا غبار پراکنده در فضای بین سیارات به‌جرم کلی ماده‌ای‌که به‌صورت ذرات غباری شکل از سیارات جداگردیده ودرفضا سرگردان شده است می‌باید برابر نسبت جرم ستارگان دنباله‌دار راجعهٔ کوتاه مدت به‌جرم ستارگان دنباله‌دار صاحب مدار سهمی وادواری درازمدت باشد. این رقم مساوی است با $۱۰^{۹-} = ۱۰^{۱۱} \div ۱۰^{۲}$

نسبت بین غبار فعلی موجود درفضای منظومهٔ شمسی‌را به‌تمام مادهٔ غباری شکل دفع شده از سیارات، می‌توان از روی جرم کلی شبه سیارات وذرات شهابزا نیز به‌دست آورد. برطبق محاسبات اورلف این مقدار، رقمی است برابر $۱۰^{۲۷}$ گرم. اورلف در محاسبات خویش شهابها و شبه سیارات موجود در ورای مدار مشتری‌را منظور نکرده است. باتوجه به‌محاسبات و استدلال بسیار مقنع فسنکف اگرصحیح باشدکه شبه سیارات واجرام شهابی از انفجار سیاره‌ای مفروض بین مریخ و مشتری پدید آمده‌اند، جـرم کلی آنهادرهنگام پیدایش می‌بایست $۱۰^{۳}$ تا $۱۰^{۴}$ بار بیشتر ازامروز بوده باشد.

مشاهدات عینی اوضاع کنونی سیارات واجرام کوچك آسمانی دلایل بسیار به‌نفع اثرعظیم رویدادهای آتشفشانی‌ازگذشته تاکنون به‌دست می‌دهد وبااین فرضیه پدیده‌هایی‌را می‌توان تفسیر کرد که هرگز با تئوریهای دیگر قابل تفسیر نیستند.

تفاوتی‌راکه درمیان وزن مخصوص سیارات مختلف مشاهده می‌کنیم نمی‌توان بافرضیهٔ «منشأ سحابی گرد وگاز اولیه برای سیارات» یا فرضیهٔ « منشأ سیارات از سیارکهای ابتدایی» بیان کرد، برطبق فرضیهٔ آتشفشانی وزن مخصوص هرسیاره پس از تکـوین آن و سپری شدن زمانی کم وبیش طولانی وتحمل تغییراتی به‌وضع کنونی درآمده است، مرحـلهٔ آتشفشانـی

MATH75.IR

سیارات عبارت است از تاریخچهٔ تغییرات هرسیاره پس‌از تشکیل قشرجامد. روند پیدایش پوستهٔ جامد برسطح سیارات باجرم نخستین‌سیاره ارتباط عمیق دارد، پس از پیدایش قشر جامد هرسیاره بافورانهای شدید مقداری از مواد سبك وزن خودرا ازدست داده است، به‌این ترتیب تدریجاً وزن مخصوص رو به فزونی نهاده‌است.

درسیاراتی که نزدیك خورشیداند روندهای آتشفشانی در اثر نیروی مد پرقدرت خورشید زودتر صورت گرفته و تخلیهٔ مواد سبك از بطن این کرات با سرعت پیش‌رفت کرده است به‌همین دلیل وزن مخصوص سیارات صخره‌ای (عطارد، زهره، زمین ومریخ) بالاست[۱] همچنین باتکیه به‌این فرضیه است‌که می‌توان وزن مخصوص نسبتاً کم ماه‌را که اززمین جدا شده است تفسیر کرد وجوابی درست برای این سؤالات یافت‌که چرا وزن خود سیارات عظیم چنین‌وچنان است. با فرضیهٔ آتشفشانی اوزان مخصوص اقمار گالیله‌ای مشتری که به‌هیچوجه با تئوری «منشأ سحابی سیارات» قابل توجیه نیست به‌سادگی تفسیر می‌شود. وزن مخصوص چهار قمر مزبور چنین است:

- وزن مخصوص قمر کالیستو ۲/۱
- وزن مخصوص قمر گانیمد ۲/۳
- وزن مخصوص قمر اروپ ۳/۸
- وزن مخصوص قمر I_0 ۴/۰

از آنچه گفته شد چنین مستفاد می‌شود که دربادی امر تمام سیارات وزن مخصوص متوسط واحدی می‌داشته‌اند که همان وزن مخصوص خورشیدی بوده که سیارات از تجزیهٔ آن حاصل شده‌اند سرعت تغییرات بعدی وازدست دادن ماده درهرسیاره باجرم‌آن نسبت معکوس داشته است. فرار مواد سبك از سیاره بستگی به‌انرژی متراکم درهسته وسرعت وشدت تخلیهٔ این انرژی انبوه شده دارد.

مقدار ماده‌ای‌را که هرسیاره از دست داده می‌توان تخمین زد. فرض کردیم که وزن مخصوص همهٔ سیارات در بدو پیدایش یکی بوده، برای

۱. لازم به‌یادآوری است‌که هرگاه از رویداد آتشفشانی سخن‌می‌گوییم و تحلیل رفتن تدریجی جرم سیارات‌را به‌این پدیده نسبت می‌دهیم قصد ماحوادث آتشفشانی عظیمی است که نمونه آن را درزمین دیده‌ایم و هم‌اکنون چنان آتشفشانهای عظیم که مقیاس کیهانی دارد در مشتری وزحل درجریان است.

MATH75.IR

یافتن وزن مخصوص سیارات از معادلهٔ روش[1] استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \rho_0 \left[۱ - \xi \left(\frac{r}{r_1}\right)^{\lambda} \right]$$

در این معادله ξ و λ پارامتر مخصوصی است و r شعاع اولیهٔ «پیش سیاره» است[2] فسنکف با روش ریاضی اثبات کرده که برای مشتری $\xi = ۰/۹۶$ است. پارامترهای این معادله برای سیارهٔ مازمین عبارت است از $\lambda \sim ۲$ و $\xi = ۰/۷۶$ عددی که برای مشتری ذکرشده‌به‌خوبی سازگار با مختصات فیزیکی این سیاره است (جرم، شعاع، تخت شدن از قطبین).

به‌فرض اینکه شرایط کنونی زمین بازگو کنندهٔ حالت پیش سیاره‌ای آن است ووزن مخصوص ماده درمرکز زمین به‌حالت نخستین باقی است می‌توان نشان داد که وضع مرکز زمین بامختصات تراکمی ماده درسیارات غول پیکر منطبق است یاخیر (شکل ۹)

اگر لگاریتم r ولگاریتم $\mathfrak{M}$ را به‌دستگاه مختصات منتقل‌کنیم با توجه به‌معادلهٔ زیر:

$$\mathfrak{M} = 4\pi\rho_0 \int_0^{r_1} \left[1 - \xi \left(\frac{r}{r_1}\right)^{\lambda} \right] r^2 dr = 4\pi\rho_0 r_1^3 \left[\frac{1}{3} - \xi \frac{1}{\lambda + 3} \right]$$

ومنظورکردن $\xi = ۰/۹۶$ برای سیارات خارجی(سیارات غول‌پیکر) و $\xi = ۰/۸۰$ برای سیارات داخلی(سیارات صخره‌ای) وبادرنظرگرفتن‌صفر تا۵ برای λبرحسب مورد، ρ_0 که‌برای زمین به‌دست‌می‌آید۱۲/۲ خواهدبود.

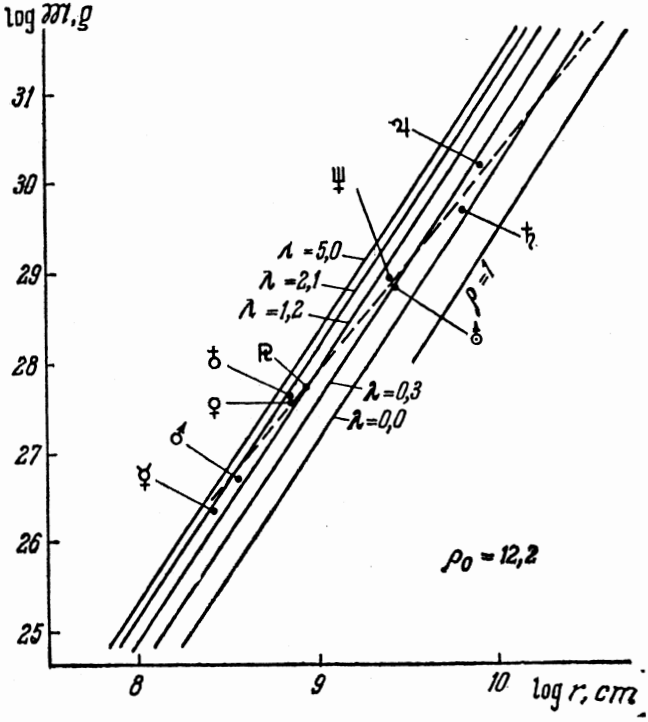
چنانکه درمنحنی ملاحظه می‌شود، عطارد، زهره، زمین و مریخ به خوبی منطبق با ناحیه‌ای است‌که در آن $\xi = ۰/۸۰$ و $\lambda \sim ۲$ است، این خود مؤید این اعتقاد است که دربدو پیدایش چهار سیارهٔ یاد شده توده‌های مادهٔ حجیمی‌بوداند ولی‌به‌عظمت زحل‌ومشتری نمی‌رسیده‌اند، وزن مخصوص

1. Roche

۲. تذکر این نکته ضروری است که اصطلاح «پیش سیاره» درفرضیهٔ ما غیر از «پیش سیارهٔ» کوی‌پر [Kuiper] وسایر تئوریهایی است که منشأ منظومهٔ شمسی‌را به‌تودهٔ سحابی‌گردوگاز اولیه نسبت می‌دهند و نیز غیر از مفهوم پیش سیاره‌ای است که در تئوریهای دیگر منشأ سیارات اولیه را به‌سیارکهای جامد ابتدایی می‌رسانند که تدریجاً به‌جذب مادهٔ پراکنده در فضا پرداخته‌اند. به‌نظر ما در مرحلهٔ پیش سیاره‌ای تغییرات شیمیایی به‌علت کاهش حرارت سطحی سیاره آغاز شده ولی هنوز سیاره جرمی از دست نداده است، اگر ازمتلاشی شدن یکی از خورشیدهای دو قلو پیش سیاراتی پدید می‌آمدندکه جرمی برابر می‌داشتند، وزن مخصوص متوسط همهٔ آنها برابر بود.

MATH75.IR

متوسط درهمهٔ آنها برابر ونزدیك واحد بوده است



شکل ۹. منحنی نمایش نسبت بین ابعاد وجرم سیارات برحسب تئوری آتشفشانی

درمنحنی نمایش مزبور محل استقرار سیارات خارجی منظومهٔ شمسی اندکی بالاتر از محل سیارات داخلی بوده و به $\xi = ۰/۹۶$ و $\lambda = ۰/۳$ جواب می‌دهد. من حیث المجموع سیارات بزرگ نیز با سیارات داخلی از نظر وزن مخصوص (در مرکز سیارات صخره‌ای) یعنی $\rho(o)$ در یك دسته قرار می‌گیرند. دراین سلسلهٔ پیوسته تنها وزن مخصوص زحل تا حد قابل توجهی با دیگر سیارات تفاوت دارد. به‌نظر می‌رسد این وضع ناشی از جو عظیمی است که دراثر فوران دائمی مـادهٔ پرانرژی از بطن آن پدید آمده، زحل به‌خاطر جرم بزرگ خود قابلیت نگهداری تمام اتمسفر خودرا دارد، پس محل‌استقرار زحل نیزروی منحنی‌نمایش‌منطبق باواقعیت وجودی وجریان روندهای فورانی درآن است. ازروی همین منحنی نمایش می‌توان

MATH75.IR

ضخامت جو سیارات‌را نیز برآورد کرد:

- مشتری ۲۶۰۰۰ کیلومتر
- زحل ۲۶۰۰۰ کیلومتر
- اورانوس ۷۰۰۰ کیلومتر
- نپتون ۴۵۰۰ کیلومتر

ارقام ذکر شده کاملاً منطبق بامدل وایلد[1] است که برای تخمین و نشان دادن ضخامت جو سیارات تعبیه گردیده

به‌طورتجربی ساختن مدل‌سیارات وروشن گردانیدن تغییراتی که‌دراثر فقدان‌جرم و بروزکنش وواکنشهای‌شیمیایی‌برآنهاظاهرمی‌شود بسیارمناسب و شایسته است، مجموعهٔ دانسته‌های ماپیرامون سیارات نه‌تنها مغایر بااین اندیشه نیست‌که وزن مخصوص آنها دربدوتکوین یکی بوده بلکه مؤیدآن است واین خود می‌رساند که سیارگان ابتدایی از متلاشی شدن جرم عظیم واحدی به‌وجود آمده‌اند. چنانکه از نمودار برمی‌آید امتداد $\rho \approx 1$ خط نقطه چینی راکه روی آن تمام سیارات صاحب 10^{32} گرم جرم قرار دارند قطع‌می‌کند. با پذیرفتن این حقیقت‌که مشتری وزحل از بدو پیدایش تاکنون جز بخش اندکی ازجرم خودرا از دست نداده‌اند وقبول‌این نکته‌که سیارات دیگر منظومهٔ شمسی درآغازجرمی بسیار بیشتر ازامروز داشته‌اند می‌توان با محاسبه این نتیجه را به‌دست آورد که اورانوس و نپتون تاکنون $10^{29} \times 19 \div 5$ گرم ازجرم اولیه‌را ازدست‌داده‌اند وفقدان ماده‌درسیارات صخره‌ای $10^{28} \times 6$ الی $10^{28} \times 20$ گرم است.

جرم کلی ماده‌ای‌که از بدو تکوین سیارات تاکنون ازپیکر آنها جدا شده 10^{30} الی 10^{31} گرم است. و این رقم منطبق با جرم کلی ستارگان دنباله‌دار وسایر اجرام ریز آسمانی است.

نکتهٔ بسیار جالب توجه این است‌که درعالم شناسی کوی‌پر (تکوین منظومهٔ شمسی از سحابی گرد وگاز اولیه) نیز تصریح می‌شود که بخش بزرگی از مادهٔ تشکیل دهندهٔ سیارات ازپیکرآنها جدا شده ودرفضای خارج از منظومهٔ شمسی ناپدید گردیده است، این اندیشهٔ صحیح درعالم شناسی کلاسیك بامسئلهٔ فعالیتهای آتشفشانی و غلیانهای درونی سیارات مرتبط نیست درحالی‌که باهمین پدیده می‌توان تابلوحقیقی‌تغییرات گذشتهٔ سیارات را ترسیم کرد.

1. Wildt

MATH75.IR

سخن ما این‌است که ازتمام امکاناتی که تاکنون برای مطالعهٔ منظومهٔ شمسی استفاده نشده استفاده شود، بخصوص مسیر تغییر جرم سیارات و وفنومنهایی طرف توجه قرار گیرد که درتغییر جرم سیارات از روز پیدایش آنهاتاکنون مؤثر بوده وهستند. مثالهایی که دربالا ارائه شد نشان می‌دهند که امکانات مطالعهٔ تاریخچهٔ زمین و سایر اجرام فلکی بی‌انتها است، اگر این امکانات را با روش «دیالکتیکی» طرف توجه قرار دهیم کوششی ثمربار به‌کار بسته‌ایم.

زهره سیاره‌ای است درحال فعالیت آتشفشانی

۱. اندازه‌گیریهای انجام شده توسط سفینهٔ زهره نورد شمارهٔ چهار (ونوس IV) ومارینرشمارهٔ پنج به‌یاری وسایل علمی خودکار نشان داده‌اند که زهره سیاره‌ای است به‌شعاع $R = ۶۰۵۶$ کیلومتر، حرارت سطح آن ۷۳۷ درجهٔ سانتیگراد وفشار جو آن ۶۸۰۰۰ میلی بار است، بسیاری از دانشمندان علاقمنداند که مختصات اتمسفر زهره‌را بامدل گلخانه[۱] تفسیر

۱. حرارت فضای گلخانه بدون اینکه در آنجا آتشی افروخته باشیم همیشه از بیرون بیشتر است، چرا؟ سقف شیشه‌ای گلخانه بخش اعظم نور خورشید را عبور می‌دهد، گیاهان گلخانه نور و انرژی خورشیدرا جذب می‌کنند، نه‌تنها گیاهان بلکه تمام اجسام دیگر موجود در محیط گلخانه نور وانرژی خورشیدرا دریافت می‌نمایند با وصف این گیاهان هرگز داغ و سوزان نمی‌شوند، سبب این امر چیست؟ علت این است که دیر یا زود گیاهان بخش اعظم انرژی نورانی و حرارتی را که دریافت کرده‌اند به‌صورت اشعهٔ مادون قرمز پس می‌دهند.

اجسام به این دلیل قابل رویت‌اند که نور خورشید را منعکس می‌سازند، در هنگام روز هرشیئی دراثر تابش آفتاب قابل دیدن و گرم می‌شود زیرا همانطور که گفته شد نور وحرارت خورشیدرا دریافت و منعکس می‌سازد اما تمام نوری که به‌جسم می‌تابد به‌همان شکل باز تابیده نمی‌شود بلکه بخشی از آن به‌اشعهٔ مادون قرمز بدل گردیده ساطع می‌شود که حرارت جسم را کاهش می‌دهد پس این دو حرکت درجهت مخالف دائماً جاری است. برای گیاهان نیز درگلخانه همین امر روی می‌دهد.

از سقف گلخانه نور به‌راحتی به‌محوطه داخل می‌شود ولی نور مادون قرمزی که به‌فراوانی از گیاهان می‌تراود به‌آسانی قادر به‌عبور از دیواره‌های شیشه‌ای گلخانه نیست لذا حرارت درون محوطه بالا می‌رود. جو زمین همچون سقف شیشه‌ای گلخانه عمل می‌کند یعنی به‌راحتی بخش اعظم اشعهٔ خورشیدرا از خود عبور می‌دهد ولی دربرابر اشعهٔ مادون قرمز ساطعه از سطح زمین چون رادعی عمل می‌کند، پس حرارت جو بطور محسوسی افزایش می‌یابد، اگر جو زمین گرمارا حبس نمی‌کرد زمین درسرمای ابدی فرو می‌رفت، اما این حمام‌گرم دریچهٔ اطمینانی هم داردکه اجازه نمی‌دهد گرمای اتمسفر ازحد متعارف درگذرد، این دریچهٔ اطمینان کدام است؟ می‌دانیم که کاهش حرارت جو یعنی فرار اشعهٔ مادون قرمزی که ساطع می‌گردد یا منعکس می‌شود با مقداربخار آب موجود درجو رابطهٔ معکوس دارد، میزان بخارآب نیز ازیکسو بستگی به‌میزان بارندگی وازسوی دیگر ارتباط ←

MATH75.IR

کنند، اما مقادیر یاد شده خیلی بامدل گلخانه تفسیر پذیر نیستند، علیرغم تلاشهای بسیارومحاسبات عدیده مشخصات فیزیکی‌جوزهره باپدیدهٔ گلخانه قابل بیان نیست درکتاب فیزیك سیارات [چاپ مسکو ۱۹۷۲] در مورد شرایط حاکم برپیرامون زهره بطلان نظریهٔ گلخانه‌ای به‌خوبی نشان داده شده محاسبات سوبولف[1] ساگان[2] وپوتلاك[3] نیز ناسازگاری وضع موجود زهره‌را بافرضیهٔ مدل گلخانه‌ای ثابت‌کرده است. جو سیارهٔ زهره فوق‌العاده ضخیم ومتراکم است، از یك چنین اتمسفرآنقدرها انرژی نورانی وحرارتی خورشید قدرت عبور ندارد، لذا غلیان وجنب‌وجوش و جابجایی طبقات جو زهره که در مقیاسهای عظیم جاری است امری نیست که با فنومن «انتقال حرارتی»[4] ناشی از تابش آفتاب برسطح سیاره قابل توجیه باشد چه نور و گرمایی که از لابلای جوبسیار متراکم آن می‌گذرد وبرسطح سیاره می‌رسد آنقدر ناچیز است که هرگز نمی‌تواند لایه‌های زیرین اتمسفررا چنان گرم کند که انتقال حرارتی توده‌های عظیم جورا برانگیزد.

مقایسه‌ای ساده از آنچه‌که دربارهٔ زهره و زمین می‌دانیم، یعنی دو سیارهٔ همسایه‌ای‌که جرم و وزن مخصوص بسیار نزدیك به‌هم دارند ولی ضخامت وتراکم اتمسفر وحرارت سطحی آنها ازیکدیگر بسیار به‌دور است، نشان می‌دهدکه هریك از این دو جرم آسمانی مرحلهٔ دیگری از تغییرات خود را می‌گذرانند واین مراحل چنان است‌که یکی پس ازدیگری می‌رسد. بنابراین جو متراکم و ضخیم زهره می‌بایست اتمسفری جوان باشد، وجود یك چنین جو غیرعادی در پیرامون سیاره‌ای‌که قاعدتاً انتظارآن را نداشتیم اسباب کشف حالت متلاطم و غیر آرام سطح سیاره است. بنابر اعتقاد پژوهشگران وسیاره‌شناسان بسیار مخصوصاً و سخسویاتسکی در سطح زهره فعالیتهای شدید آتشفشانی درجریان است و دریایی ازمواد مذاب خروجی داغ سطح آن را پوشانیده است [به دو اثر این محقق، طبیعت و منشأ ستارگان دنباله‌دار و مادهٔ شهابزا و مقالهٔ چاپ شده در نشریهٔ نجوم شمارهٔ

→

با میزان تبخیر آب در سطح زمین دارد، این دورود پیوسته در جهت عکس هم اتفاق می‌افتند. در ارتفاع ۹۶کیلومتری جو که مقدار بخار آب‌بسیار است چون مولکولهای بخار از هم فاصلهٔ بسیار دارند درآنجا به‌آسانی ریزش باران شروع نخواهد شد مگرآنکه سیل ذرات شهابی بسیار ریز به این منطقه وارد شود، در این‌صورت هرذره کوچك مولکولهای پراکندهٔ بخارآب‌را به‌گردخود جمع‌می‌کند، بادرشت‌شدن قطرات ریزش‌باران آغاز می‌گردد، مقدار بخار آب در آنجا کاسته می‌گردد واشعهٔ مادون قرمز فرصت فرار می‌یابد، لذا از اثرگلخانه‌ای اتمسفرکاسته می‌شود. (ازکتاب مرزهای نجوم اثرهویل ترجمهٔ رضا اقصی)

1. Sobolev 2. Sagan 3. Potlack 4. Convection

MATH75.IR

هفت 1950، 25، 27 رجوع شود].

۲. اندازه‌گیریهای دقیق تشعشع سیارهٔ زهره و سنجشهای مقایسه‌ای دیگرکه انجام گرفته نشان می‌دهند قاعدتاً حرارت مواد مذاب آتشفشانی‌که همچون دریاهای وسیع برسطح زهره گسترده شده‌اند مـی‌بایست در حدود یکهزار و پانصد درجه بوده باشد و نیر مـی‌باید یك لایه جو گرم که در پایین‌ترین بخش اتمسفر زهـره است آن را از سایر لایه‌های جو جدا سازد. هرگاه وسعت این دریاهای مواد مذاب آتشفشانی کلاً ده‌هزارکیلومترمربع باشد هزاران سال حرارت زهره برهمین منوال باقی خواهد ماند. در سطح زمین نیزآثار وبقایای چنان تشکیلاتی را می‌یابیم، مثلاً سلسله جبال‌بلورین در اوکراین از همین قبیل است ونیز دریای بحرانها و دریای بارانها درکرهٔ ماه یادگار چنان سازمانهایی شمرده می‌شود، وسعت و عظمت آنچه که در روی زمین یاماه به‌یادگار مانده خیلی بیشتر ازآن است‌که هم‌اکنون برسطح زهره باید باشد. داستانهایی‌که ازسینه به‌سینه نقل‌شده خودگواهی برشروع درخشش خیره‌کنندهٔ زهره در هزاران سال پیش است.

۳. بـا مطالعهٔ اجرام ریز و کوچك آسمانی و با مشاهدات مستقیم مـی‌توان اثبات کرد که رویدادهای آتشفشانی در سطح سیارات در ایجاد تغییرات فیزیکی این اجرام نقش بزرگی به‌عهده دارند. مقایسهٔ اطلاعات، پیرامون وزن مخصوص متوسط هرسیاره و وزن مخصوص متوسط اقمارآن ثابت می‌کندکه تنها رویدادهای آتشفشانی است‌که برای هرجرم فلکی وزن مخصوص معین ایجاد می‌کند. اگردربدوتکوین زمین وزن مخصوص‌متوسط این جرم فلکی تقریباً معادل خورشید بوده (چون سیارات از تجزیهٔ یکی از خورشیدهای دوقلو پدید آمده‌اند) می‌توان شعاع «پیش‌سیارهٔ زمین» (r) را باتوجه به‌پارامترهای ξ و λ ونیز $\rho(o)$ از معادلات زیر به‌دست آورد:

تغییرات وزن مخصوص مرکز هرسیاره تابع این معادله است

$$\bar{\rho} = \rho(0)\left(1 - \frac{3\xi}{\lambda + 3} r^{\lambda}\right)$$

جرم اولیه پیش سیارات از معادلهٔ زیر به‌دست می‌آید:

جرم کنونی $\mathfrak{M}$. یا جرم اولیه $\mathfrak{M} = \left(1 - \frac{3\xi}{\lambda+3}\right) . r^{-3}\left(1 - \frac{3\xi}{\lambda+3} r^{\lambda}\right)^{-1}$

چون وضع فیزیکی‌زمین درهنگام تکوین شبیه خورشید بوده‌می‌بایست

MATH75.IR

$\xi = ۰/۹۵$ و $\lambda = ۰/۵$ و $\rho(0) = ۱۲$ گرم برسانتیمترمکعب بوده باشد. باقراردادن این‌ارقام در دومعادلهٔ فوق معلوم می‌شودکه شعاع «پیش سیارهٔ زمین» هنگام تشکیل، چهارده هزارکیلومتر و جرم آن مضربی از جرم فعلی بوده است.

زهره نیز می‌باید تقریباً همانقدرکه زمین گاز و مواد جامد اولیه را از دست داده از جرم خود گم‌کرده باشد، اما تفاوت حالات فیزیکی کنونی این دوهمسایه نشان می‌دهدکه بحرانهای آتشفشانی در هردو همزمان نبوده است، بی‌گفتگو در زمانهای گذشته ودور مسکن ما زمین نیز چنان ادواری راکه اکنون در زهره می‌بینیم‌طی‌کرده است. سرعت و زمان آغاز فعالیتهای آتشفشانی در هرسیاره بستگی به‌جرم ابتدایی، ظهور نخستین مواد ترکیبی روی آن جهت حبس و متراکم‌کردن انرژی زیر قشر جامد و نیز ارتباط به دوری و نزدیکی سیاره به‌منبع نیرومند برانگیزندهٔ جزر و مد دارد. به‌این ترتیب می‌توان چنین انگاشت‌که فائتون (سیارهٔ فرضی بین مریخ و مشتری) وپلوتون به‌علت جرم ابتدایی‌مستعد ومحل استقرار درمنظومهٔ شمسی خیلی زود صاحب‌یك‌چنان‌قشرضخیم‌مستحکمی شده‌اند وبه‌طوراستمرارفشارگاززیر این‌سرپوش مستحکم‌بالا رفته چه‌رخنه‌ای برای‌خروج نداشته‌است، سرانجام فشار درونی به‌انفجار ومتلاشی‌شدن‌کلی سیاره انجامیده چنانکه امروز فقط بقایای سیارهٔ مضمحل شده‌ای را در آن نقطه می‌بینیم.

با توجه بـه روند آتشفشان مختصات عدیده و ساختمان قشر جامد زمین، قابل بیان و تفسیر است و نیز همین روند روشنگر تاریخچهٔ اجـرام دیگر آسمانی است. به‌این طریق است‌که می‌توان‌به‌حل مسألهٔ اساسی‌شناخت منظومهٔ شمسی نایل شد.

شناخت اجرام کوچك در فضای بین ستارگان

به استنادکاتالوگ نجومی سکانیان[1] بین سالهای ۱۸۴۴ تا ۱۹۶۰ ازهفتاد ستارهٔ دنباله‌داری‌که مدارشان مطالعه ومحاسبه شده سی ذوذنب در مداری به‌گرد خورشید می‌چرخندکه درآینده مبدل به‌هذلولی خواهد شد. درهمین مدت ۲۴۰ ستارهٔ دنباله‌دار دیگر نیز کشف شده کـه مداری تقریباً سهمی دارند، ازآنجاکه زمان‌قابل رویت بودن‌آنها بسیار کوتاه بوده تعیین شکل حقیقی وقطعی مدارشان میسر نگشته است. با اطمینان خاطر می‌توان ادعا

1. Sekanian

MATH75.IR

کردکه مداربسیاری ازآنها هذلولی بوده یامداری بوده‌که درآینده بدل به‌هذلولی خواهدشد. ازستارگان‌دنباله‌دارقابل‌رویت به‌طورمتوسط‌درسال‌یکی برای همیشه منظومهٔ شمسی را ترك می‌کند، درمیان آنهاکه منظومهٔ ما را ترك می‌کنندپاره‌ای ستارگان دنباله‌دار نسبتاً درخشان‌اند وجرم‌آنها به۱۰۱۵ گرم می‌رسد.

اگر به‌وسعت فضای بین‌سیارات وتنگی دامنهٔ قابلیت رویت ستارگان دنباله‌دار توجه کنیم درخواهیم یافت‌که این تنها یکی نیست شاید در سال بیش از صد ذوذنب برای همیشه به‌آغوش فضای نامتناهی فرو می‌رود.

هنگامی‌که ستارهٔ دنباله‌داری ازکنار خورشید می‌گذرد بخشی ازمواد منجمد آن تبخیر می‌شود و قسمتی از مواد شیمیایی تجزیه پذیرش به‌مواد ساده‌تر یا عناصر خالص بدل می‌شود، جرم کلی مواد تبخیر یا تجزیه شدهٔ ستارگان‌دنباله‌دار را می‌توان برآوردکرد. می‌دانیم‌که‌درسال حداقل‌دویست ذوذنب ازحوزهٔ‌اثراشعهٔ فوتونی‌یا تشعشات جسیمه‌ای‌خورشید می‌گذرندکه دوام قابل توجهی دارند یعنی می‌توانند ده بار بدون اینکه مضمحل شوند ازاین میدان عبور نمایند. جرم‌کلی ماده‌ای‌که ازاین دویست ذوذنب تبخیر می‌شود معادل جرم ده ستارهٔ دنباله‌دار است، تمام ذرات مادی یاد شده و هر ذرهٔ دیگر مادی‌که درحوزهٔ اثر یا میدان اثر خورشید قرار می‌گیرد به روی خورشید می‌بارد ولی هنوز به‌سطح خورشید نرسیده تحت تأثیرتشعشات جسیمه‌ای این جرم عظیم به‌سوی بالا می‌جهد ودر مسیری هذلولی به‌فضای خارج از منظومهٔ شمسی رانده می‌شود.

ذرات مادی‌ریزی‌که دائماً برزمین می‌بارد ۱۰۱۰ گرم در روزو ۱۰۱۲ الی ۱۰۱۳ گرم درسال است، مقدارماده‌ای‌که به‌این ترتیب توسط خورشید به‌فضای بیکران ریخته می‌شود در سال ۱۰۱۶ الی ۱۰۱۷ گرم است وبنابر تخمین بسیاری از دانشمندان فقدان ماده‌از این طریق از مقدار بالانیزبیشتر است.

می‌باید جرم‌کلی ماده‌ای‌که به‌صورت ستارهٔ دنباله‌دار ومواد ناشی از تجزیهٔ آن و مواد شهابی‌ریز از منظومهٔ شمسی خارج مـی‌شود معادل رقم زیر باشد:

گرم$۱۰^{۱۸} \approx (۱۰^{۱۷} \div ۱۰^{۱۶}) + ۲۰ \times ۱۰^{۱۵} + (۱۰^{۳} \div ۱۰^{۲}) \times ۱۰^{۱۵}$

در تمام دورهٔ هستی منظومهٔ سیاره‌ای این رقم برای ذرات غباری و مولکولی به $۱۰^{۲۸}$ گرم بالغ‌می‌شود وازآنجاکه‌دریك میلیارد سال‌اولیه شدت و مدت این فنومن بیشتر بوده مقدارفوق‌الذکر ده تا صدبار افزایش می‌یابد.

MATH75.IR

ما مستقلاً از روش دیگری به‌همین نتیجه رسیده‌ایم. فعالیت شدید آتشفشانی در سیارات وغلیان و جنبش در تمام منظومه می‌باید فضای بین ستارگان را از ذرات گرد وگاز انباشته باشد، آیا به‌راستی گرد وگازی که در فضای بین ستارگان می‌بینیم و مادهٔ مولکولی را که در آنجا مشاهده می‌کنیم حاصل فعالیت درمنظومه‌های ستاره‌ای درمرحلهٔ پیدایش و فازتغییر سیارات نیست؟

اگر قدرت تشعشع جسیمه‌ای سطح ستارگان را طرف توجه قراردهیم (قدرت تشعشع جسیمه‌ای خورشید، در سال ۱۰۱۹ الی ۱۰۲۰ گرم است) به‌خوبی سازگاربا میزان مادهٔ منتشره درفضای بین ستارگان است. محاسبهٔ میزان خروج از مرکـز در ستارگان دنباله‌دار صاحب مدار هذلولی نشان می‌دهدکه این اجرام درمنتهاعلیه‌کرهٔ عمل خورشید یعنی در دورترین نقطهٔ حوزهٔ اثر آن با سرعتی بسیار اندك‌که از چند ده‌متر در ثانیه بیشتر نیست حرکت می‌کنند. مادهٔ غباری شکلی‌که بـا چنین سرعتی پرتاب شده باشد حتی در بدو تکوین سیارات نمی‌تـوانسته بیش از چند پارسك[1] از خورشید دورتر شود. هرآینه به‌قضیه ازسوی دیگری بنگریم وسرعت حرکت متوسط نسبی ستارگان و سحابی‌های گرد وگاز راکه بیست‌کیلومتر در ثانیه است مورد توجه قرار دهیم، به‌این نتیجه می‌رسیم که سرعت دور خـورشیدی متوسط موادی‌که از روی سیارات توسط آتشفشان پرتاب شده درفاصلهٔ یك واحد نجومی (UA) از خورشید برابر $V=۳۰\sqrt{۳}=۵۲Km/s$ بوده، این خود دلیلی برمهابت وعظمت رویـدادهای آتشفشانی در سیارات منظومهٔ شمسی در روزگاران پیشین است.

موادی‌که با این‌سرعت ازسیارات پرتاب‌شده‌اند درطول هستی‌منظومهٔ شمسی از آغاز تاکنون می‌باید بیش از صد پارسك از خورشید دور شده باشند. بررسی و تحقیق وضع و نحوهٔ «مادهٔ غباری پراکنده» در تمام کهکشان، خاصه مطالعهٔ چگونگی توزیع این مادهٔ غباری شکل درمنظومهٔ ستاره‌ای، اطلاعات جالبی دردسترس‌مان می‌گذاردکه همه مؤید روش «عالم شناسی مبتنی برشناخت ستارگان دنباله‌دار»اند.

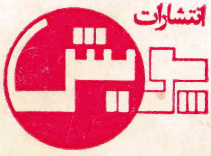
پایان

1. Parsec

MATH75.IR

۱۰۰ ریال

طرح روی جلد از منوچهر رضائی پناه



دفتر مرکزی: شاهرضا، خیابان فخر رازی، کوچه انوری پلاک ۱۱ تلفن ۶۶۴۱۵۸