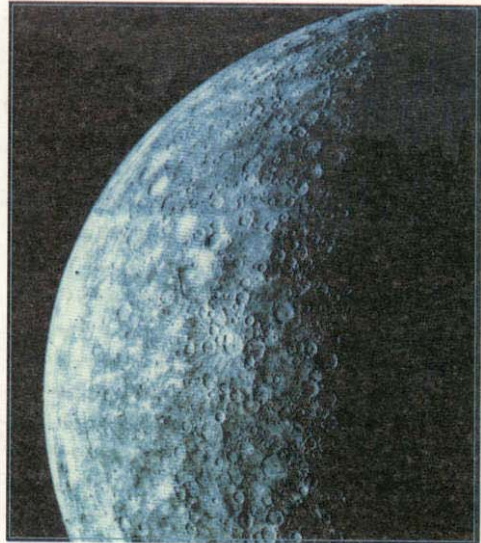


عطارد

جهانی خمیری

عطارد از نظر ساختار بیرونی همانند کره ماه و ساختار درونی آن نیز همانند زمین بنظر می‌آید. این احتمال داده می‌شود که این سیاره در دورانهایی قبل با جسمی همانند کره ماه برخورد کرده باشد.

ترجمه: زلیخا باقری



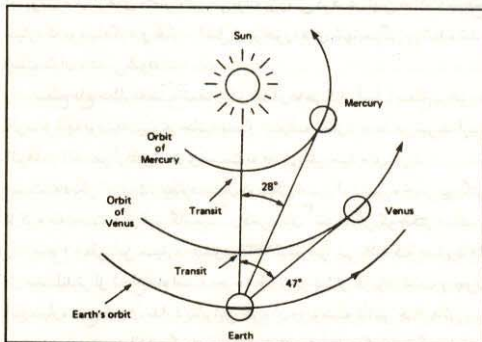
مقدمه

سیاره عطارد که در اساطیر قدیم به بال پیام‌آور خداوند معروف بوده، نسبت به دیگر سیاراتی که به دور خورشید می‌چرخند جهان بسیار کوچکی است. این سیاره دارای کوتاهترین مدت سال (۸۸ روز) و بالاترین سرعت مداری می‌باشد. عطارد همانند یک زبانه آتش با سرعتی حدود ۴۸ کیلومتر در ثانیه به دور خورشید دوران کرده و توسط جاذبه خورشیدی کشیده می‌شود.

قبل از این که فضاپیماهای مختلفی به طرف سیارات فرستاده شود اطلاعات ما درباره این سیاره بسیار کم بود. در سال ۱۹۸۵ نیز رصدخانه زمینی مطالب جالب دیگری را فاش نمود که این مشاهدات جدید صورت گرفته تمام نظریات قدیمی (قبلی) درباره عطارد را رد کرد. این کشفیات مطالب مورد بحث در این مقاله را تشکیل می‌دهد.

دنیایی کوچک در میان تشعشعات خورشیدی

عطارد از نظر اندازه بسیار کوچک بوده و به علت نزدیکی بیش از اندازه‌اش به خورشید، رصد آن از سطح زمین دشوار است. این سیاره درخشان‌تر از بسیاری از ستارگان بوده اما مدار آن هیچگاه در آسمان تاریک شب دیده نمی‌شود. از این رو با چشم غیر مسلح تنها در بین‌الطلوعین و زمانی که سیاره در پایین افق قرار دارد قابل رؤیت می‌باشد.



نگاره (۱): ماکزیمم فاصله زاویه‌ای: برعکس، سیاراتی همانند عطارد و زهره که دارای مداری ماوراء زمین می‌باشند هیچگاه در آسمان (بالا افق) در شب دیده نمی‌شوند زیرا آنها بین خورشید و مدار داخلی زمین محصور می‌باشند. این سیارات اغلب بعد از غروب یا به مدت خیلی کوتاه قبل از طلوع خورشید و به صورت اهره قمر (صور ماه) دیده می‌شوند. فاصله زاویه‌ای عطارد و زهره و یا به عبارت دیگر مسافت زاویه‌ای از خورشید به ترتیب هیچگاه از ۲۸ و ۴۷ درجه بیشتر نمی‌شود.



بیشتر بر روی کره زمین مشهود است. البته چگالی بالا در عطارد ناشی از میزان بالای آهن آن می‌باشد که چگالی‌ترین فلز کیهانی است. اتم‌های آهن در هسته سیاره متمرکز بوده و سه چهارم شعاع کل سیاره را در بر می‌گیرد.

اتم‌سفر رقیق عطارد

از راه‌های متفاوت می‌توان وجود اتمسفر را در سیارات کشف کرد:

- ۱) انعکاس صوت در لایه‌های ابر و مه شناور بر روی سطح،
- ۲) مطالعه طیف‌نمایی در جهتی که نور خورشید توسط مولکول‌های اتمسفر جذب می‌گردد،
- ۳) انکسار در نور ستارگانی که از کنار سیاره عبور می‌نمایند و
- ۴) نگاه کردن در هنگام شب به نورهای ضعیفی که توسط اتمسفر سطح می‌شود.

البته بسیاری از این تشعشعات بصورت اشعه ماوراءبنفش می‌باشد. براین اساس زمانی که مارینر - ۱۰ به طرف عطارد فرستاده شد، سیارات را براساس طیف اشعه ماوراءبنفش بررسی کرد. اما بجز مقدار کمی اتم‌های هلیوم، هیدروژن و نشانه‌هایی از اتم‌های اکسیژن چیزی نیافت. ترکیب این گازها، این مفهوم را می‌دهد که دسته کوتاهی از اتمسفر خورشیدی به طرف بیرون حمل شده و در نهایت توسط سیارات تسخیر می‌گردد. این گازها، بادهای خورشیدی نامیده می‌شود.

اتم‌سفر رقیق و نازک نیز احتمالاً توسط ذرات ریزی از بادهای خورشیدی به طور مداوم جایگزین می‌گردد.

عدد چگالی در اتم‌های منتشر شده حدود ۲۵۰۰ اتم هلیوم و ۸ اتم هیدروژن در هر سانتیمتر مکعب برآورد شده است. بوسیله این ارقام و میزان جاذبه و درجه حرارت می‌تواند فشار اتمسفر را در محدوده فوقانی سطح عطارد برآورد کنند. که حدود 2×10^{-11} میلی‌بار می‌باشد. این تنها یک پنجم از یک میلیون میلیونیم فشار در سطح زمین می‌باشد و این بهترین نوع خلاهای است که در آزمایشگاه‌ها تولید می‌شود. این‌طور نتیجه‌گیری می‌شود که اتمسفر عطارد از خورشید گرفته می‌شود و در این فرآیند، عطارد گازهای اصلی خود را از دست می‌دهد.

در سال ۱۹۸۵ پنجمین روش نیز برای یافتن اتمسفر اتخاذ شد که بموجب آن اتم‌های دیگری نیز در اتمسفر کشف گردید. در این روش که یک تلسکوپ زمینی به یک طیف‌سنج مجهز شده بود، در طول روز، زمانی که عطارد در بالاترین قسمت افق قرار داشت به دور آن می‌چرخید. طیف‌های رصد شده شامل گسیلهایی از عطارد و مخلوط گسیلهایی از آسمان بودند، بطوری که تلسکوپ متناوباً محل‌های روشن از نور خورشید در عطارد و در آسمان را نقطه‌گذاری می‌کرد. بوسیله کامپیوتر، تنها یک طیف خالص از سیاره فراهم گردید. بخش‌های زرد در طیف، جذب بالای سدیم را در اتمسفر خورشید نمایان می‌کند. میزان سدیم موجود در نور خورشید به قدری زیاد است که حدود ۱۵۰۰۰۰ اتم‌های سدیم در هر متر مکعب از اتمسفر موجود می‌باشد (فشار حدود 2×10^{-11} میلی‌بار). سدیم را می‌توان در ردیف یکی از فلزات فراوان در اتمسفر عطارد قرار داد. در اینجا این سؤال

به این ترتیب ستاره‌شناسان عطارد را در میان روز زمانی که از افق دور می‌باشد رصد نموده‌اند. البته عطارد در هر زمان با تلسکوپ قابل رؤیت است و اکثر منجمان آنرا با چشم غیر مسلح ندیده‌اند. لازم به ذکر است که انجام این رصد بسیار مشکل می‌باشد.

به استثنای مسافت پلوتو، عطارد دارای شیب (۷ درجه دایره‌البروج) و مدار خروج از مرکز^۱ بیشتری نسبت به بسیاری از سیارات منظومه شمسی است. تنها ستاره‌های دنباله‌دار و در بعضی مواقع شهاب‌های آسمانی می‌توانند عطارد و زهره را در این درجه (گراد) شکست دهند و شاید این مسئله اتفاقی نباشد که این دو در منظومه سیارات بی‌اندازه نزدیک به هم می‌باشند.

تشعشعات خورشیدی به طور پراکنده سطح عطارد را در برگرفته که تأثیر آن ده برابر سطح ماه می‌باشد. در میانه روز درجه حرارت در سطح این سیاره به میزان ۷۰۰ درجه کلوین (۸۰۰ درجه فارنهایت) بالا می‌رود. این درجه حرارت به حدی بالاست که برای ذوب کردن قلع و روی کافی است. اما در شب سرمای شدیدی فضای بین سیارات را در بر می‌گیرد. در این زمان درجه دما در عطارد حدود ۱۰۰ درجه کلوین (۲۷۹- درجه فارنهایت) می‌باشد، به طوری که منحنی درجه حرارت در عطارد خیلی بیشتر از سیارات و اقمار موجود در منظومه شمسی است.

نور خورشیدی که از قسمت تاریک عطارد انعکاس می‌یابد یک خاصیت عجیب دارد که از نور منعکس شده از ماه تبعیت کرده و به میزان بسیار کمی متقارن است. این پدیده‌ها با چشم غیر مسلح نیز قابل رؤیت است اما بوسیله فیلترهای متقارن نیز می‌توان بررسی کرد. در این حالت سطح سیاره که بوسیله گرد و غبار حاصل از برخورد‌های شهابسنگی پوشیده شده است نشان داده می‌شود.

سطح داغ عطارد اغلب اتم‌ها را در فضا رها می‌کند. آنها با سطح برخورد کرده و تنها بوسیله نیروی جاذبه بسیار ضعیف عطارد حفظ می‌شوند. این اتم‌ها در اتمسفر آزادی کمتری نسبت به فضای بین سیاره‌ای دارند.

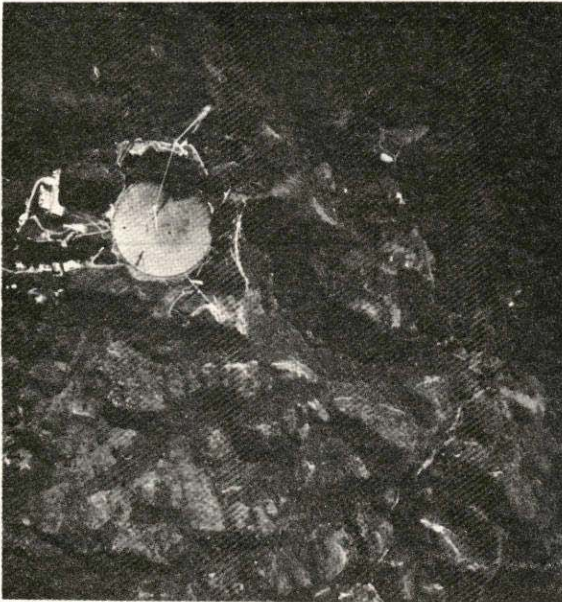
نسبت به دیگر سیارات، عطارد جهان کوچکی است. این سیاره خیلی بزرگتر از کره ماه نیست و از قمر گانیمید^۲ و قمر تیتان^۳ نیز اندکی کوچکتر است.

شعاع خطی این سیاره حدود ۲۴۳۹ کیلومتر می‌باشد که حدود ۴۰ درصد بلندتر از شعاع ماه است. جرم عطارد نیز بیشتر گریزان است و چون این سیاره هیچ قمری ندارد بنابراین جرم آن را بوسیله تأثیر جاذبه‌اش بر روی زهره و زمین اندازه‌گیری می‌کنند. البته بعد از این که کاوشگر فضایی مارینر-۱۰ حدود ۵۸۰۰ کیلومتر از سطح عطارد را طی کرد، جرم عطارد نیز تغییر نمود. بوسیله انکسار خط سیر، جرم عطارد در حدود 2×10^{22} گرم تخمین زده شده است.

عطارد از نظر اندازه به طور متعجب‌آوری عظیم می‌باشد. حجم آن تنها کمی از کره ماه بیشتر است ولی چهار برابر جرم ماه دارد و چگالی نیز حدود $5/43$ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد، در حالی که چگالی زمین حدود $5/5$ گرم بر سانتیمتر مکعب است. (هر دوی این چگالی‌ها به خاطر فشارهای زیادی که به طرف داخل سیارات وارد می‌شود افزایش یافته است. و این اثر

نگاره (۲):

رصد آرسیپو: بزرگترین تلسکوپ راداری جهان در تپه‌هایی در نزدیکی آرسیپو قرار گرفته است که قطر آن حدود ۳۰۵ متر (۱۰۰۰ فوت) می‌باشد. این اولین تلسکوپ غول پیکری بود که حرکت وضعی عطارد را در سال ۱۹۶۵ اندازه گرفت. تا آن موقع به اشتباه تصور می‌شد که یک روی عطارد همواره به طرف خورشید است و حرکت وضعی و انتقالی عطارد نیز با هم برابر است.



در آوردند. این ضربانها (امواج) همانند موجهایی که در یک دریاچه بوجود می‌آیند انتشار یافته و به سرعت از عطارد عبور کرد.

این انعکاس ضعیف نور بوسیله حرکت چرخشی عطارد توسعه یافته و ده دقیقه بعد بوسیله همان آنتن که همانند یک دستگاه گیرنده عمل می‌کرد دریافت گردید. همانطور که در نگاره (۳) شرح داده شد چرخش سیاره امواجی را ایجاد می‌کند که به آرامی در محدوده طول منتشر می‌گردد. یک جانب از این سیاره در چرخش رو به زمین دارد در حالی که جانب دیگر آن از زمین دور می‌باشد. این جنبشها تغییرات کمی را در انعکاس طول موج ایجاد کرده که بوسیله آن سرعت در سطح و همچنین دوره چرخش آن برآورد می‌گردد. از این آزمایش نتیجه جالبی بدست آمد. دوره چرخش وضعی حدود ۵۸/۶ روز زمینی بود که به عبارت دیگر دو سوم از دوره ۸۸ روزه حرکت انتقالی را شامل می‌شود. به این ترتیب سه بار چرخش عطارد به دور محورش برابر با دو بار چرخش کامل آن به دور خورشید است:

$$2 \times 58.6 = 88$$

در این رصدها چقدر احتمال اشتباه وجود دارد؟ عوامل متعددی باعث می‌شود که یک دوره واقعی پنهان شود. در قدم اول نشانه‌های روی سطح عطارد به طور مجتمع بوده و وقتی ستاره‌شناسان به آن نگاه کردند متقاعد شدند که احتمال ۸۸ روز در هر دوره صحیح می‌باشد. و دلیل این آن بود که این نشانه‌ها در جانب رو به خورشید عطارد، بعد از دو دور چرخش دوباره نمودار شدند. بنابراین ستاره‌شناسان این طور برداشت نمودند که بعد از دو

مطح می‌شود که: آنها از کجا می‌آیند؟ سطح عطارد را بیشتر صخره‌های سنگلاخی در بر گرفته است و احتمالاً اتم‌های سدیم به صورت ورقه‌ای توسط بادهای خورشید بر روی سطح بیرونی قرار گرفته‌اند. که این شامل کشفیات بعدی در مورد وجود پتاسیم در اتمسفر عطارد نیز خواهد بود.

چرخش آرام

گزارش دیگری که در باره عطارد ارائه شده بیان کننده این است که این سیاره چرخشی طعنه‌آمیز دارد. البته در این رصد نشانه‌های راداری منظره‌ای جدید از سیاره را بطور نادرست تعیین کرده بود.

منجمان این طور تصور کردند که تأثیر جریان‌ات خورشیدی در عطارد، علت چرخش سیاره در هر ۸۸ روز می‌باشد. آنها همچنین معتقد بودند همان طور که کره ماه همیشه از یک جانب به طرف زمین است، عطارد نیز اغلب یک رویش به طرف خورشید است. برای تأیید این نظریه، منجم ایتالیایی، جیوانی اسکیارلی (۱۹۱۰-۱۸۳۵) سعی کرد نشانه‌های سطح را از طریق تلسکوپ ۱۸ اینچ‌اش ببیند. و این طرز نتیجه گرفت که یک جانب عطارد همواره به طرف خورشید است. در قرن بیستم یک ستاره‌شناس نیز ادعا کرد که چرخش انتقالی با چرخش وضعی با دقتی بیش از یک هزارم برابر است. البته تمام این منجمان در اشتباه بودند.

در سال ۱۹۶۵، حرکت وضعی عطارد توسط یک رادار نشانه گذار که به دور سیاره می‌چرخید، تعیین گردید. (نگاره (۲)). این نشانه‌ها توسط مگا-وات‌هایی فرستاده می‌شد که آن را به صورت ضربانهای طول موج

دور چرخش مداری همان نشانه‌ها در سطح عطارد نمایان شده و هیچ اختلافی در ۸۸ روز دوره‌ای پیدا نخواهد شد.

در طول دوران عطارد به دور محورش، این سیاره دوسوم از مدارش به دور خورشید را نیز طی می‌کند. اما خورشید تنها در یک سوم از این حرکت دیده می‌شود. بعبارت دیگر یک سوم از این حرکت در روز عطاردی می‌گذرد. (به نگاره (۴) رجوع شود). بنابراین یک روز کامل مستلزم سه دوره چرخش نجومی یا چرخش مداری است. که زمان آن از ظهر یک روز تا روز بعد، روز خورشیدی، طول می‌کشد که برابر است با دو سال عطاردی.

اما در این جا این سؤال مطرح می‌شود که چرا یک دور چرخش عطارد (حرکت وضعی) برابر است با دو سال عطاردی؟

جواب این سؤال در نیروی کشند موجود در امتداد سطح که اغلب بصورت نیروی گریز از مرکز است می‌باشد. اگر عطارد یک مدار دایره‌ای شکل داشت چرخش حول محور با چرخش مداری (۸۸ روز) همزمان بود. همانند کره ماه که همواره از یک جانب بدور جسم مرکزی (زمین) می‌چرخد. اما نیروی کشند خورشید بیشتر بوده و زمانی که عطارد در محدوده خورشید است این نیرو در امتداد نوک آن تابیده می‌شود. این پیچش با سرعت چرخش سیاره متمایل می‌باشد. اگر سیاره به طرف چرخش سریع گرایش داشته باشد، این پیچش کشند تغییر پیدا کرده سیاره به آهستگی بطرف پایین حرکت می‌کند. اگر چرخش آن کم شود، سرعت پیچش کشند بیشتر شده و همزمانی برقرار می‌شود.

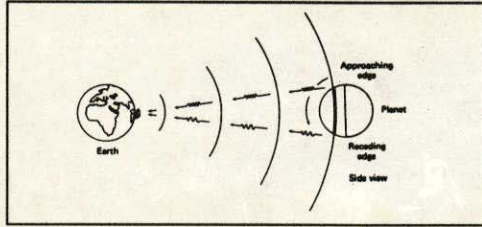
عده‌ای چرخش آرام عطارد را به علت نداشتن قمر ذکر می‌کنند. اگر چرخش سیاره آرامتر از مدار قمر باشد، اثر متقابل کشند بین سیاره و قمرش آنرا به طرف خود می‌کشد. سیاره زهره نیز بعلت نداشتن قمر، چرخشی آرام دارد. البته بعضی از منجمان معتقدند که عطارد همانند یک قمری برای زهره است که احتمال دارد بخاطر تأثیر متقابل کشند در مدار خورشیدی گریخته باشد.

سطحی شبیه به کره ماه :

در ۱۹ مارس ۱۹۷۴ فضاییمای ماریتر - ۱۰ در هنگام عبور از سیاره عطارد توانست به تشعشعات احاطه کننده این سیاره نفوذ کند، و بعد از عبور از جانب تاریک عطارد به طرف مدار خورشید حرکت نمود و همانند یک سیاره کوچک به دور خورشید می‌چرخید.

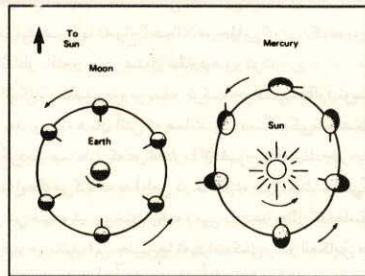
هر بار مراجعت آن به همان مکان حدود ۶ ماه طول می‌کشید در این سه بار برخورد با عطارد عکسهای گرفته شد اما بالاخره سوخت موجود در ماریتر - ۱۰ تمام شد و رادیوهای فرستنده نیز خاموش شدند.

ماریتر - ۱۰ در سه بار برخوردش عکسهای از نیمی از سطح آن تهیه نموده این تصاویر $\frac{1}{2}$ تصاویری بود که قبلاً از سطح زمین گرفته شده بود. این تصاویر منظره‌ای شبیه به ماه را نشان می‌داد که هیچگاه قبلاً دیده نشده بود. البته این فاصله شناسایی بسیار نزدیک بود و به جرأت می‌توان گفت عکسهای گرفته شده توسط ماریتر - ۱۰ بهتر است از عکسهای که توسط تلسکوپ‌های مستقر بر روی زمین، کره ماه را رصد کرده‌اند و در

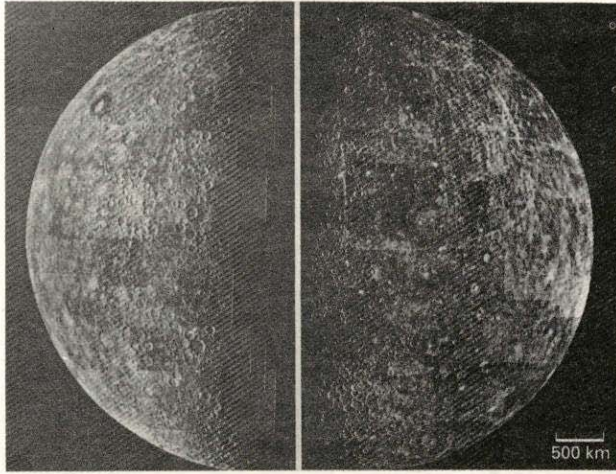


نگاره (۳): جستجوی رادار در عطارد: علامتهای راداری همانند امواج کروی به بیرون انتشار یافته و تنها یک شکستگی کوچک توسط سیاره آنرا قطع می‌کند. که همان انتقال دوبلری^۴ است که توسط حرکت چرخشی در سطح سیاره به وجود می‌آید. امواجی که به جانب دور از زمین منعکس می‌شود به صورت انتقال قرمز برای طول موج‌های طولانی و آنهایی که به جانب نزدیک زمین منعکس می‌شوند به صورت انتقالی آبی برای طول موج‌های کوتاه‌تر می‌باشد. به این ترتیب می‌توان سرعت چرخش را تعیین نمود. طبق رابطه زیر سرعت با C، محیط سیاره و با C و دوره چرخش با P نمایش داده شده است:

$$P = C / S.$$



نگاره (۴): چرخش عطارد و ماه: نیروی کشند زمین قادر است کره ماه را همزمان در حال چرخش به طرف خود جذب نماید. شکل برآمده ماه نیز از چرخش آزادانه‌اش جلوگیری می‌نماید و چون کره ماه همواره یک نیمکره‌اش به طرف زمین است بنابراین حرکت انتقالی و وضعی آن با هم برابر است اما در مورد عطارد فرق می‌کند. چرخش عطارد بخاطر نیروی کشند خورشید آهسته صورت گرفته و چون سیاره عطارد از نظر ظاهری کشیده (بیضی شکل) است بنابراین در حرکتش به دور محور خود که در هر چرخش مداری یک و نیم بار طول می‌کشد را کند به نظر می‌آید. در نتیجه عطارد با حرکت وضعی (۵۸/۶ روز) خود، دوسوم از حرکت انتقالی‌اش (۸۸ روز) را شامل می‌شود. در ضمن یک روز عطاردی به مدت دو سال در عطارد طول می‌کشد که بوسیله دنبال کردن یک چرخش کامل سیاره می‌توان آنرا دید.



نگاره (۵): گلوله‌های فضایی در عطارد: عکسهای گرفته شده از عطارد نزدیک شدن فضاپیما را از سمت چپ و حرکت آن به سمت راست را نشان می‌دهد. آتشفشانهای صخره‌ای در سطح عطارد همانند کوهستانهای کره ماه می‌باشند. همچنین در عطارد نیز همانند کره ماه دهانه‌های آتشفشانی درخشان وجود دارد. (ناسا)

می‌کند. (نگاره (۶))

در هر سه بار برخورد ماریتر - ۱۰ با سیاره، نیمی از کالورس در قسمت تاریک سیاره مخفی بود. قسمت مشخص و آشکار این حوض نیز بوسیله یک حلقه از کوههای نامنظم به قطر ۱۳۰۰ کیلومتر و ارتفاع ۲ کیلومتر احاطه شده بود. این حوض تا حدودی شبیه به حوض‌های اورینتال و امبریوم در کره ماه می‌باشد. و تنها اختلاف آن در این است که این حوض بر اثر طغیان مواد آتشفشانی بوجود آمده، فوراً شکل گرفته و از لبه‌های بیرونی و درونی تعدادی دهانه‌های آتشفشانی بوجود آورده است.

شباهت سطح ماه و عطارد، با وجود اختلاف جرم و موقعیت در منظومه شمسی، بعلاقی اشیاء اصابت شده از طریق قسمت داخلی منظومه شمسی در گذشته‌ای نه چندان دور می‌باشد.

عطارد می‌تواند در هر زمانی بیماران شده باشد اما ما دقیقاً سن این تکنانه‌های عطارد را نمی‌دانیم و تنها اطلاعات دقیق ما در باره ترکیب مواد موجود در سطح آن است.

تحقیقات نشان می‌دهد سطح عطارد بر اثر ضربه‌ای به دو قسمت دهانه‌های آتشفشانی کوهستانی و دهانه‌های آتشفشانی پست تقسیم شده است.

با وجود این به نظر می‌آید عطارد از نظر یک سری وقایع تاریخی همانند کره ماه می‌باشد (علیرغم اختلاف موقعیت). در هر دوی آنها انفجاراتی توسط فورانهای ماگمایی نمایان است اما در پیچه‌های آتشفشانی در عطارد احتمالاً بر اثر فشارهایی که در پوسته وجود آمده است فشرده شده‌اند اما در کره ماه آنها دوباره باز می‌شوند.

صخره‌های موجود در عطارد که خندقد نامیده می‌شود احتمالاً ناشی از سرمای درون سیاره می‌باشد که همانند پوست خشک شده سیب به نظر

ضمن جزئیات بیشتری دیده می‌شود، و این ماریتر - ۱۰ بود که شباهت این سیاره را با کره ماه فاش نمود.

سطح عطارد همانند سطح ماه توسط دهانه‌های آتشفشانی احاطه شده در قطر، گود شده است که رودخانه‌های ۱۰۰۰ کیلومتری از میان این دهانه‌ها عبور می‌کنند. (نگاره (۵))

دهانه‌های آتشفشانی موجود در صخره‌های عطارد که شبیه همتای آنها در کره ماه می‌باشد، نشان می‌دهد که آنها بر اثر برخورد شهابسنگ‌ها فرسایش یافته و فرم گرفته‌اند. در سطح عطارد نیز همانند سطح ماه، دهانه‌های آتشفشانی به شکل کاسه‌های کوچک وجود دارد که بعضی از این دهانه‌ها دارای پر توهای تابناک می‌باشند.

در این سیاره، دهانه‌های آتشفشانی را به اسم هنرمندان، نویسندگان، و آهنگسازان نامگذاری کرده‌اند. بزرگترین دهانه آتشفشانی به نام بتیون و به ترتیب دهانه‌های کوچکتر به نامهای: تولستوی، رافائل، گوته، هومر، موتسارت ماتیس و مارک تواین و... می‌باشند.

البته جاذبه بالای این سیاره، اختلافاتی را به وجود آورده است. نیروی جاذبه در سطح عطارد دوبرابر میزان آن در کره ماه است و این باعث می‌شود موادی که از دهانه‌های آتشفشانی خارج می‌شود به مسافتهای دور پرتاب نکند و همچنین مجموعه‌های آتشفشانی‌ای که توسط سقوط این اجسام بوجود آمده‌اند، قطر کوچکی از سطح عطارد را در برمی‌گیرد. در نتیجه مواد تشکیل دهنده حفره‌ها در عطارد فضای کمتری را اشغال می‌نمایند. سطح عطارد همچنین شامل حلقه‌های بیشمار رودخانه‌ای است، تعدادی از آنها بیش از ۲۰۰ کیلومتر قطر دارند. بزرگترین آن کالورس، در زبان لاتین به معنای گرم، نامیده می‌شود. حوض کالورس گرم‌ترین ناحیه در سطح سیاره بوده و یکی از دو مکان در عطارد را که در سمت الشمس قرار دارد را تعیین

چین‌هایی در سطح سیاره نمایان می‌شود.

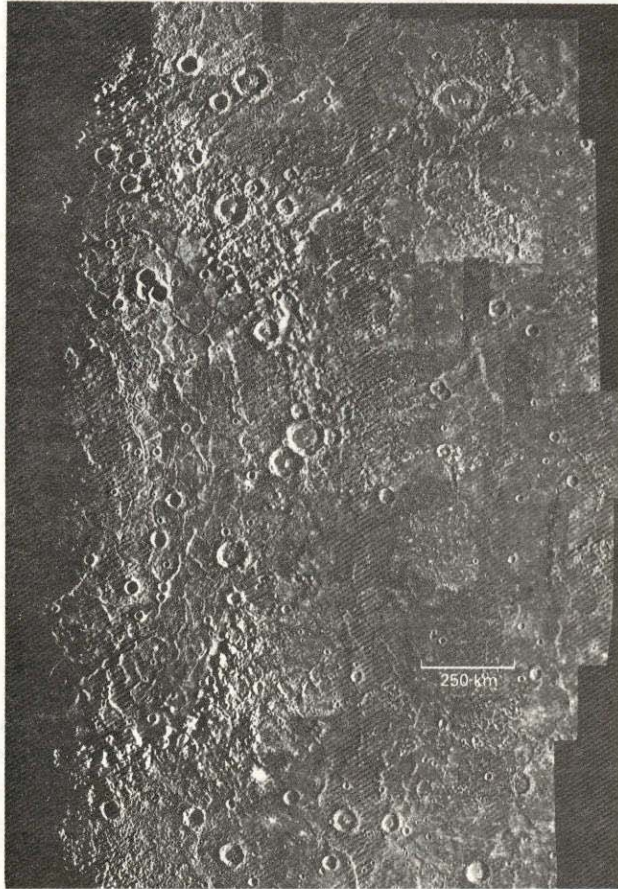
آزمایشات نشان می‌دهد که این خندق‌ها از نظر شکل همانند دهانه‌های آتشفشانی قدیمی می‌باشند که دارای انفجاراتی با شدت کمتر می‌باشند. عطارد در مقایسه با دیگر سیارات، فشارهای اضافی کمتری را در طول این مدت تجربه کرده است.

ساختار درونی شبیه به زمین

اگر چه عطارد از نظر ساختار بیرونی شبیه به ماه می‌باشد اما از نظر ساختار درونی تا حدودی شبیه به زمین ما است. چگالی آن با چگالی زمین جور بوده و حدود $1/6$ بار چگالی‌تر از کره ماه می‌باشد. این چگالی بالا را به اتمهای آهنی موجود در سیاره که حدود سه چهارم از قطر آن را در بر گرفته است نسبت می‌دهند. این هسته آهن از ماه بزرگتر می‌باشد و در واقع عطارد دارای هسته‌ای محصور در یک فلز نسبتاً سنگین می‌باشد. وزن زیاد اتمهای آهن باعث می‌شود که آنها به آرامی به درون سیاره کشیده شوند و سیلیکات موجود در آهن که تفکیک شده است به صورت پوششی شناور در سطح باقی می‌ماند. آهن گداخته که نیز به طرف هسته روان است به محض پایین آمدن انرژی جاذبه‌اش آزاد می‌گردد. در این قسمت از سیاره، حرارتی که رها می‌شود برای گداختن قسمت بزرگی از سیاره کافی است اما عطارد به آرامی سرد می‌شود. و پوسته خارجی عطارد همانند یک پوسته سنگلاخی و صخره‌ای شکل می‌گیرد و احتمال یک تکنونیک صفحه‌ای راداده است.

چرا عطارد دارای آهن بیشتر و در نتیجه نکانهای کمتری است؟ بسیاری از ستاره‌شناسان معتقدند که عطارد یک پوسته سنگلاخی داشته و بر اثر برخورد با یک جسم کوچک منفجر گردیده است.

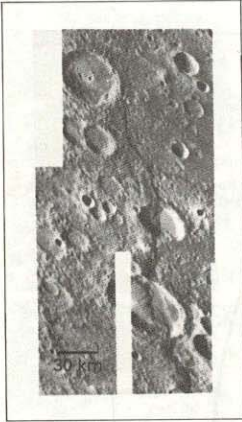
مواد در اجرام سماوی کوچک در سطح محصور می‌شوند بطوری می‌توانند سریعتر از مواد در اجرام سماوی بزرگ، سرد شوند. بهین دلیل ستاره‌شناسان این طور برداشت کرده‌اند که تمام سطح درونی عطارد به شکل



نگاره (۶): حوض کالوریس: حوض کالوریس دارای ۱۳۰۰ کیلومتر قطر می‌باشد که در بین کوههایی به ارتفاع ۲ کیلومتر بالاتر از سطح چین‌دار حوض می‌باشند. حوض کالوریس در اندازه و ظاهر شبیه به حوض اوریتال در کره بوده و هر دوی آنها نیز از ضربه اجسام کیهانی سرچشمه گرفته‌اند. (ناسا)

می‌آیند. آنها در طول مسیرشان از میان دهانه‌های آتشفشانی و دشتها به صورت مارپیچ عبور کرده و دارای طولی بیش از ۵۰۰ کیلومتر و ارتفاع ۳ کیلومتر می‌باشند. (بلندتر از کوه پیرنه) این خندق‌ها همانند لولایی در بین توده‌های بزرگ آتشفشانی به نظر می‌آیند که از یک سو بطرف پایین تغییر مکان داده و رخنه‌هایی را ایجاد می‌نمایند.

یکی از آنها کشف رویز نامیده می‌شود. (به نگاره (۷) رجوع شود) این خندق‌ها که حدود ۳ تا ۴ کیلومتر در شعاع سیاره می‌باشند حالت سرد شده‌ای از هسته آهنین سیاره می‌باشند که به صورت



نگاره (۷): کشف روپز:
 عطارد را بوسیله **صخره‌های بزرگ و خندق‌هایی که از میان سطح می‌گذرد تشخیص می‌دهند.** این خندق‌ها تقریباً از میان ۵۰۰ کیلومتر از دهانه‌های آتشفشانی عبور کرده و هر قسمت بین دو دهانه آتشفشانی ۳۰ تا ۴۳ کیلومتر در قطر (ضخامت) دارند. بعدها این کشف را بنام سفینه کاپیتان روبرت اف - اسکات در اولین سفر فضایی‌اش به آنتارستیا به کشف روپز نامگذاری کردند. این صخره‌ها در بعضی از قسمتها که احتمالاً زمانی که سیاره سرد و منقبض گردیده به ارتفاع ۴ کیلومتر نیز می‌رسد.

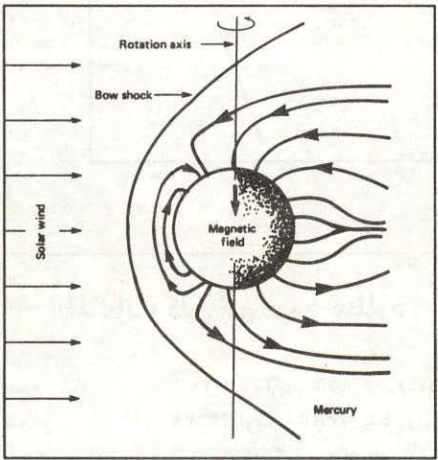
جسم جامد می‌باشد در حالی که زمین را یک هسته مایع حفظ می‌کند. از طرف دیگر اگر عطارد بطور کامل به شکل جامد درآید حدود ۴۰ کیلومتر کوچکتر خواهد بود. بنابراین احتمال را می‌دهند که در عطارد هسته‌ای روان و مایع حکمفرما نبوده و دارای یک میدان مغناطیسی می‌باشد.

میدان مغناطیسی اسرارآمیز در عطارد

زمانی که ماریتر - ۱۰ بطرف فضا پرتاب شد، یک دستگاه حساس مغناطیس سنخ برای پیدا کردن میدان مغناطیسی در درون آن تعبیه گردید. این فضاییما به طرف عطارد حرکت کرد و مغناطیس سنخ نیز میدان بی‌ثبات در بادهای خورشیدی را رسم می‌نمود. اما وقتی به سیاره نزدیکتر شد، ناگهان وارد یک محیط جدید گردید. یک محیط مغناطیسی که از سیاره سرچشمه می‌گرفت. هر چقدر که فضاییما به سیاره نزدیکتر می‌شد این نیرو نیز افزایش می‌یافت بطوری که میدان مغناطیسی سطح چیزی حدود ۰/۱ برابر میدان مغناطیسی سطح زمین گردید. این میدان بحدی قوی است که برای جدا شدن از بادهای خورشیدی و قرار گرفتن در حفره‌های مغناطیسی کافی به نظر می‌آید. (نگاره ۸)

تقریباً از میان ۵۰۰ کیلومتر از دهانه‌های آتشفشانی عبور کرده و هر قسمت بین دو دهانه آتشفشانی ۳۰ تا ۴۳ کیلومتر در قطر (ضخامت) دارند. بعدها این کشف را بنام سفینه کاپیتان روبرت اف - اسکات در اولین سفر فضایی‌اش به آنتارستیا به کشف روپز نامگذاری کردند. این صخره‌ها در بعضی از قسمتها که احتمالاً زمانی که سیاره سرد و منقبض گردیده به ارتفاع ۴ کیلومتر نیز می‌رسد.

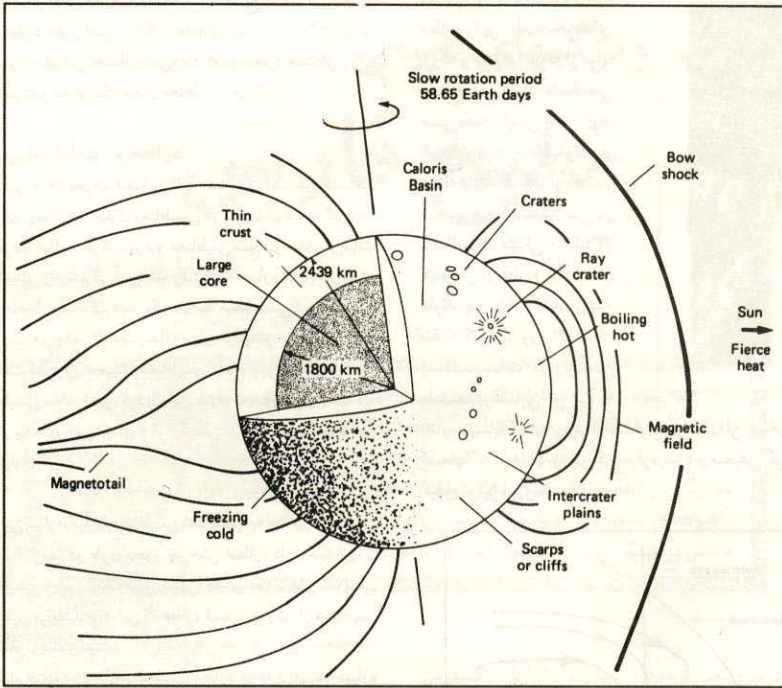
در نزدیکی این سیاره، میدان مغناطیسی شکل شبیه به میدان اطراف این منطقه با قطب شمال زمین در طول محور چرخش عطارد دارد. میدانها و گودال‌های مغناطیسی عطارد (مغناطیس سپهر) دارای یک کاهش تدریجی نسبت به میدان زمین می‌باشد بجز این که عطارد قسمت بزرگی از مغناطیس سپهر را بخود مشغول داشته است. خردده‌های بدام افتاده در میدان مغناطیسی عطارد نیز به آرامی با سیاره برخورد کرده و در قسمتی از سطح فرو می‌روند. کشف میدان مغناطیسی در عطارد کاملاً غیرمتظره بود و منشاء آن نیز بصورت یک راز در آمده است. البته عطارد نمی‌تواند پرتوهای بدام انداخته را همانند کمر بند وان آلن در زمین محاصره کند.



چرخش سریع در هسته آهن گداخته فعال‌تر از یک دینامو است که این شرط لازم برای ایجاد یک میدان مغناطیسی سیاره‌ای می‌باشد. اما هسته عطارد سرد و پس از مدتی سخت می‌شود زیرا عطارد به نسبت کوچک می‌باشد، با وجود این اگر هسته هنوز هم گداخته باشد، چرخش بوسیله حرکت دینامیکی که در زمین فعال است احتمالاً میدان مغناطیسی کمی را تولید می‌کند.

نگاره (۸): میدان مغناطیسی عطارد: میدان مغناطیسی عطارد تا حدودی شبیه به میدان مغناطیسی زمین می‌باشد که با تکانهای قوسی، مغناطیس سپهر و بخش‌های مغناطیسی کامل می‌گردد. محور مغناطیسی عطارد محدود به محور چرخش آن بود و تقارن آن نیز همانند زمین بصورت مغناطیس شمالی مشابه شمال جغرافیایی می‌باشد. میدان الکتریکی موجود در بادهای خورشیدی بر میدان مغناطیسی و تکانهای قوسی در جانب رو به خورشید فشار وارد کرد و یک قسمت را روی قسمت مخالف می‌کشد.

بطور مثال: سیاره زهره ممکن است دارای یک هسته مایع باشد اما چرخش بسیار آرام ۲۴۳ روزه آن احتمال هیچگونه میدان مغناطیسی را نمی‌دهد. البته این احتمال نیز داده می‌شود که هسته آهنی عطارد بصورت مایع باقی مانده و شاید بر اثر گرمای تولید شده از انحطاط مواد رادیو اکتیو باشد و میدان مغناطیسی کمی در نوک محور چرخش سیاره ایجاد شود.



وقتی نگاه می‌کنیم در می‌یابیم که هر سیاره‌ای با دیگری متفاوت است اما با اطمینان می‌توان گفت که عطارد استثناء است. □

پاورقی:

- ۱- خروج از مرکز یک سیاره بیانگر میزان کشیدگی مدار بیضوی آن است.
- ۲- گانیمید: یکی از چهار قمر گالیله‌ای مشتری که با فاصله متوسط ۱۰۰۷۰۰۰۰ کیلومتر در سطح سیاره و قطری در حدود ۵۲۷۰ کیلومتر، بزرگترین قمر سراسر منظومه خورشیدی محسوب می‌شود.
- ۳- تیتان: بزرگترین قمر از قمرهای هفتگانه زحل و تنها قمری که پیرامون آن جو مشاهده می‌شود.
- ۴- انتقال دوپلری: تغییر طول موج امواج صوتی و یا نوری به واسطه حرکت نسبی منبع و ناظر.

اطلاعات کلی در مورد عطارد

جرم:	3.3×10^{22} گرم = ۰/۰۵۵ جرم زمین
شعاع:	۲۴۳۹ کیلومتر = ۰/۳۸۲ شعاع زمین
میانگین چگالی:	۵/۴۳ گرم بر سانتیمتر مکعب
دوره تناوب حرکت وضعی:	۵۸/۶۴۶۲ روز زمینی
دوره تناوب حرکت انتقالی:	۸۷/۹۶۹ روز زمینی
میانگین فاصله از خورشید:	۰/۳۸۷
عطارد قمر ندارد	
نیروی میدان مغناطیسی سطح:	۰/۰۰۳۵