

اکتشافات فضایی در ۱۰ سال آینده دنیا

آزمایشگاه تحقیقات فضایی

www.spacerl.com

بررسی اجرام سماوی منظومه شمسی از اهداف اصلی اکتشافات فضایی در یک دهه آینده، سازمان‌های فضایی جهان است.

برنامه‌های فضایی اکتشافی، ضمن دستاوردهای قابل توجه علمی، فرصت‌های متعدد اقتصادی و تکنولوژیکی ایجاد می‌نماید. به همین دلیل، اکثر کشورهای جهان ضمن اختصاص بودجه‌های قابل توجه، پروژه‌های متعددی برای دسترسی به اجرام سماوی در محدوده منظومه شمسی تعریف کرده و در حال اجرا و پیگیری آن‌ها می‌باشند. نقطه قابل توجه در اکتشافات فضایی، انجام آن‌ها به صورت جمعی و به اشتراک‌گذاری نتایج حاصل شده می‌باشد. در گزارش حاضر، به سؤالات اصلی طرح شده و اهداف پژوهشی تعیین گردیده در این دسته از برنامه‌های فضایی در یک دهه آینده (۲۰۲۰-۲۰۳۰) خواهیم پرداخت. این اطلاعات بر اساس نتایج مصاحبه با چند نفر از دانشمندان صاحب نظر تهیه شده است. اجرام سماوی مورد بحث ما، سیاره‌های عطارد، زهره، مریخ، سیاره‌های مدارهای خارجی و اجرام کوچک و سیارک‌های منظومه شمسی خواهند بود.

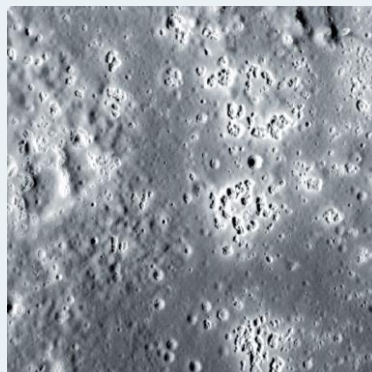
۱- سیاره عطارد

عطارد نزدیک‌ترین سیاره به خورشید است. علیرغم آنکه سطح این سیاره تا ۴۳۰ درجه سلسیوس گرم می‌گردد، رصد خانه Arecibo در پورتوریکو و مجموعه راداری منظومه شمسی با نام Goldstone وجود آب به صورت یخ در قطبین سیاره عطارد را تأیید کرده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱: عکس سیاره عطارد

سیاره عطارد، دارای میدان مغناطیسی است که به دلیل هسته مذاب آن ایجاد شده است. فضایی‌های Messenger، ناسا، سیاره عطارد را از سال ۲۰۱۱-۲۰۱۵ مورد بررسی قرار داده و مشخص نموده که هسته مذاب آن حدوداً ۸۵ درصد حجم سیاره را به خود اختصاص داده، که نشانگر فرآیند منحصراً به فرد تکامل این سیاره در منظومه شمسی می‌باشد. سطح عطارد تحت تأثیر فعالیت‌های آتش‌فشانی و حرکت لایه‌های آن شکل گرفته که هنوز هم فعال می‌باشند (شکل ۲).



شکل ۲: عکس سطح سیاره عطارد

فضا پیمای Messenger، پدیده‌های شیمیایی سطحی بر روی عطارد ثبت کرده که هنوز قابل تفسیر نمی‌باشند. اطلاعات بدست آمده تا امروز در مورد سیاره عطارد، سؤالات اساسی دیگری را در مورد این سیاره، برای دانشمندان بوجود آورده‌اند. پاسخ به این سؤالات کمک زیادی به فهم فرآیند شکل‌گیری منظومه شمسی خواهد نمود. این سؤالات مبنای تعریف و اجرای پروژه‌های فضایی در یک دهه آینده در ارتباط با سیاره عطارد خواهند بود.

۱- چگونه عطارد شکل گرفته است؟

۲- چرا عطارد دارای چنین هسته بزرگی است؟

۳- از کجا «یخ» در قطبین عطارد بوجود آمده و چگونه زیر سطح سیاره توزیع شده است؟

پروژه یک دهه آینده برای پاسخ به سؤالات فوق، فضاپیمای Bepi Colombo است، این پروژه به صورت مشترک بین اروپا و ژاپن در دست انجام می‌باشد. فضاپیمای Bepi Colombo در سال ۲۰۱۸ پرتاب شده و طبق برنامه قرار است در سال ۲۰۲۵ روی سیاره عطارد فرود آمده و برای ۲ سال به بررسی آن بپردازد. از اهداف اصلی این فضاپیما، بررسی میدان مغناطیسی عطارد و اثرات خورشید بر روی سطح این سیاره است. این اطلاعات می‌تواند به شناخت ما از چگونگی شکل‌گیری سیارات و علل بوجود آمدن میدان مغناطیسی و کشف سیارات در خارج از منظومه شمسی کمک کنند.

EDGARD G. RIVERA-VALENTIN

عضو پژوهشی، پژوهشگاه «ماه و اجرام

«سماوی»

THE PLANETARY REPORT
MARCH 2020, VOLUME 40, NUMBER
1, Planetary.org



۲- سیاره زهره (Venus)

سیاره زهره، شبیه‌ترین سیاره به کره زمین در منظومه شمسی است. ولی علیرغم این حقیقت در ۳۰ سال گذشته، تنها ۳ مأموریت اکتشافی به این سیاره انجام گرفته است. پژوهش‌های صورت گرفته، نشان می‌دهند، سیاره زهره در گذشته برای میلیاردها سال، (بسیار طولانی تر از مریخ) شرایط دمای مناسبی را از نظر دمایی در سطح خود داشته است. این واقعیت پژوهش، در سطح سیاره را بسیار هیجان انگیز می‌نماید. علاوه بر این، نتایج مطالعات سیاره‌هایی مثل زمین و زهره، کمک زیادی به اکتشافات سیاره‌های خارج از منظومه شمسی می‌کنند. (شکل ۳)



شکل ۳: تصویر سیاره زهره، فضایی‌های مارینر ۱۰

آخرین مأموریت ناسا به سیاره زهره، توسط فضایی‌های ماژلان (Magellan) در سال ۱۹۹۰ میلادی صورت گرفت. این فضایی‌ها، سطح سیاره را نقشه برداری کرد، تصاویر راداری بدست آمده از فضایی‌های ماژلان، نشان داد فعالیت‌های آتش‌فشانی در سطح سیاره گسترش دارند و عمر پوسته سیاره زیر یک میلیارد سال می‌باشد (شکل ۲). دومین مأموریت فضایی زهره، روی مطالعات دینامیک اتمسفر بسیار ضخیم و فشرده این سیاره تمرکز داشت. این مأموریت توسط سازمان فضایی اروپا با ارسال سفینه تحقیقاتی ونوس اکسپرس (Europe's Venus Express) در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۴ میلادی صورت گرفت. مأموریت سوم هم توسط سازمان فضایی ژاپن با ارسال سفینه فضایی Akatsuki در سال ۲۰۱۵ میلادی به انجام رسید. این سفینه علیرغم آنکه در سال ۲۰۱۰ موفق به قرار گرفتن در مدار زهره نشد ولی با موفقیت در مأموریت خود در سال ۲۰۱۵ تا به امروز به کار خود در مدار سیاره ادامه می‌دهد. این فضایی‌ها موفق به کشف امواج ثابت گرانش بزرگی در اطراف این سیاره شد و علاوه بر آن نقشه‌های سه بعدی از سرعت باد در سطح این سیاره تهیه نمود.



شکل ۴: تصویر سیاره زهره که امکان وجود آب مایع در گذشته را مطرح می‌کند، فضایی‌های ماژلان، ناسا

کمیته تحقیقاتی سیاره زهره، اخیراً اصلی‌ترین اهداف اکتشافات مرتبط با این سیاره را مشخص کرده است. سه اولویت اول اکتشافات کره زهره، در یک دهه آینده عبارتند از:

- ۱- آیا اقیانوس در سطح سیاره زهره وجود داشته است؟
 - ۲- آیا تکامل سیاره زهره می‌تواند به ما در کشف و مطالعه سیارات در خارج از منظومه شمسی کمک کند؟
 - ۳- چه فرآیندهای زمین‌شناسی در شکل دادن به سطح سیاره زهره نقش داشته‌اند؟
- ناسا سفینه فضایی که مجهز به رادارهای پیشرفته و دوربین‌های فراسرخ است را اختصاصاً برای جوابگویی به این سؤالات طراحی و در دست ساخت دارد. نمونه‌های متعددی از این دست فضاپیماها در یک دهه آینده برای سفر به سیاره زهره آماده خواهند شد.

Joseph G.O'ROURKE

استادیار مدسه عالی «اکتشافات زمین و فضا»
دانشگاه ایالتی آریزونا، عضو کمیته راهبری
« اکتشافات سیاره زهره » ناسا



۳- سیاره مریخ (Mars)

آیا زندگی در مریخ وجود داشته و یا در حال حاضر وجود دارد؟ جواب به این سؤال، انگیزه اصلی اکتشافات این سیاره رمز آلود از ابتدا تاکنون بوده است.

در یک دهه گذشته، مریخ نورد "Curiosity" ناسا موفق به کشف، ساختارهای ارگانیک (اجزای لازم برای تشکیل حیات، به آن صورتی که ما بر روی زمین می‌شناسیم) شده است. این مریخ نورد همچنین موفق به تشخیص گاز متان به صورت فصلی در اتمسفر سیاره شده است، که ممکن است به نحوی به حیات در زیر سطح مریخ مربوط باشد. (شکل ۵)



شکل ۵: تصویر تهیه شده از سطح مریخ توسط مریخ نورد Curiosity در سال ۲۰۱۹

مدارگرد آژانس فضایی اروپا "Mars Express" موفق به کشف شواهدی مبنی بر وجود، دریاچه‌های زیرسطحی، در قطب جنوب سیاره مریخ گردید. کشفیات دو پروژه فضایی ذکر شده، تأییدی بر نتایج تحقیقات آزمایشگاهی بودند، نتایج آزمایش‌های صورت گرفته نشان می‌دادند که کلونی‌های «میکرو بیولوژیکی» قابلیت تشکیل و رشد بر سطح کره مریخ را دارند. وجود رودخانه‌ها و دریاچه‌ها در گذشته مریخ، حقیقتی انکارناپذیر است و نشان می‌دهد که این سیاره، دارای آب و هوای گرم بوده است.

بررسی‌های صورت گرفته بر روی اطلاعات جمع‌آوری شده توسط سفینه "MAVEN" ناسا، حاکی از آن است که مریخ در طول چهار میلیارد سال گذشته ۰/۵ بار (معادل نصف فشار اتمسفر زمین در سطح دریاها) را از دست داده است. به هر صورت هنوز نمی‌دانیم، کره مریخ در گذشته دور خود، به چه شکلی بوده است؟ خوشبختانه طرح‌های اکتشافی در یک دهه آینده به ما کمک خواهند کرد تا جواب سؤالات خود را بیابیم. اگر وجود حیات در دو سیاره منظومه شمسی تأیید گردد، آن وقت احتمال وجود حیات در سایر نقاط کهکشان راه شیری و کهکشان‌های دیگر هستی، دور از انتظار نخواهد بود.

سؤالات کلیدی اکتشافات سیاره مریخ در یک دهه آینده عبارتند از:

۱- ترکیب عناصر در اتمسفر مریخ گرم، چه بوده است؟

۲- آیا سیاره مریخ در ابتدا گرم و مرطوب بوده و یا سرد و یخبندان با دوره‌های کوتاه گرمایش که در اثر فعالیت‌های آتش‌فشانی و برخورد سیارک‌ها بوجود می‌آمده‌اند.

۳- آیا حیات در مریخ وجود دارد یا هرگز وجود داشته! پروژه‌های “Mars 2020 rover” ناسا “Rosalind Franlin rover” سازمان فضایی اروپا و مدارگرد سازمان فضایی اروپا و مدارگرد امارات متحده عربی، از جمله فعالیت‌های بشر در یک دهه آینده برای جواب به این سؤالات می‌باشند.

Ramses Ramirez

کیهان شناس و بیولوژیست فضایی از پژوهشگاه
علوم حیاتی زمین، توکیو، کشور ژاپن

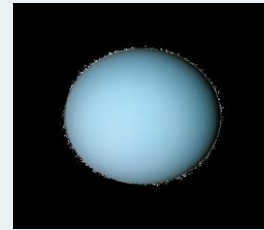


۴- سیارات کمربندی‌های خارجی منظومه شمسی (The Outer Planets)

چهار سیاره مشتری^۱، زحل^۲، اورانوس^۳ و نپتون^۴ را به عنوان سیارات خارجی منظومه شمسی یا مجموعه گول‌های گازی می‌شناسیم. مطالعه و بررسی این سیارات در ماه‌های متعدد آن‌ها، اطلاعات بسیار ارزشمندی را در اختیار دانشمندان می‌گذارد. این اطلاعات ضمن روشن‌تر ساختن چگونگی پیدایش و تکامل منظومه شمسی، می‌تواند در جستجوی سیارات فرامنظومه‌ای نیز بسیار مفید باشند. تنها سفینه فضایی که موفق به ملاقات اورانوس و نپتون شده است، فضایی‌های "Voyager 2" بوده است.



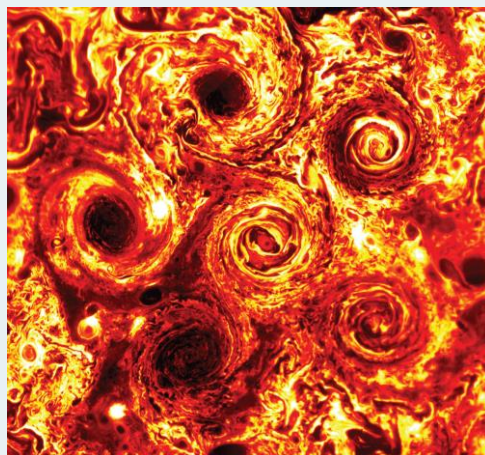
شکل ۷: سیاره نپتون



شکل ۶: سیاره اورانوس

مأموریت‌های فضایی به انجام رسیده در یک دهه گذشته برای تحقیق در مورد گول‌های گازی، محدود بوده‌اند ولی همین مأموریت‌ها اطلاعات زیادی را در اختیار بشر قرار داده‌اند. سفینه فضایی "Cassini" ناسا که مأموریتش در سال ۲۰۱۷ به پایان رسید، با چرخش دور سیاره زحل به روی یک مدار قطبی، اندازه‌گیری دقیقی از میدان گرانش این سیاره گول پیکر به انجام رساند. سفینه فضایی "Juno" که از سال ۲۰۱۶ مأموریت خود را شروع کرده، هدف مشابهی را در مورد سیاره مشتری دنبال می‌کرد. (شکل ۸)

هر دو سفینه "Cassini" و "Juno" اطلاعات بسیاری را در مورد اتمسفر و ترکیبات هر دو سیاره بدست آوردند که به دانشمندان کمک می‌کند، محل شکل‌گیری این سیارات را نسبت به خورشید، تعیین کنند. بررسی اطلاعات ثبت شده بیانگر این حقیقت است که این سیارات در محلی غیر از مدار فعلی خودشان، تشکیل شده‌اند.



شکل ۸: ۶ گردباد اتمسفر «مشتری» سفینه "Juno"، سال ۲۰۱۷

ناسا در دهه پیش رو دو مأموریت فضایی دیگر برای شناخت دقیق‌تر این سیارات با نام‌های "Europa Clipper" و "Dragonfly" دارد. "Europa Clipper" برای گردش دور یکی از ماه‌های سیاره مشتری با نام "Europa" اعزام

¹ Jupiter
² Saturn
³ Uranus
⁴ Neptune

می‌گردد. سفینه “Dragonfly” برای فرود و بعد از آن گردش به دور یکی دیگر از ماه‌های مشتری به نام “Titan” طراحی و ساخته شده است.

به موازات، سازمان فضایی اروپا مأموریت JUICE (کاشف ماه‌های یخی سیاره مشتری) را به انجام خواهد رساند. هدف JUICE بررسی سه ماه پوشیده از یخ سیاره مشتری به نام‌های “Ganymede” و “Callisto” و “Europa” است. هر سه مأموریت فضایی با هدف بررسی امکان وجود حیات در خارج از کره زمین به انجام خواهند رسید. سؤال‌های محوری مأموریت‌های فضایی با مقصد سیاره‌های خارجی منظومه شمسی در یک دهه آینده، عبارت‌اند از:

۱- گستردگی و تاریخ حیات در منظومه شمسی چیست؟

۲- چگونه، مجموعه سیارات این منظومه شکل گرفته و تکامل یافته‌اند؟

۳- فرآیندهای در حال انجام کنونی، به چه شکل بر روی منظومه شمسی تأثیر می‌گذارند؟ چرا ما جهانی اینگونه متنوع داریم؟!



شکل ۹: ماه سیاره زحل “Enceladus” فوران جت‌های آب از زیر سطح

KUNIO M.SAYANAGI

دانشیار دانشکده، علوم اتمسفری سیارات،
دانشگاه “Hampton”



۵- اجرام کوچک (Small Bodies)

در دهه گذشته، چند مأموریت اکتشافات فضایی به منظور شناسایی اجرام کوچک در منظومه شمسی به انجام رسیده‌اند. سامانه فضایی، آژانس فضایی اروپا (Rosetta) ضمن گذشتن از کنار دو سیارک به دنباله‌دار (Chutyumov-Gerasimenko) رسید. سامانه سازمان فضایی چین (Chang'e-2) در سال ۲۰۱۲ سیارک (Toutatis) را ملاقات کرد. سامانه فضایی ناسا با نام (Stardust) که در سال ۲۰۰۴، دنباله‌دار (Wild2) را ملاقات کرده بود، در سال ۲۰۱۱ از کنار دنباله‌دار (Tempel 1) گذشت.

علاوه بر مأموریت‌های فوق، در یک دهه گذشته سه مأموریت به منظور بازگرداندن نمونه‌های خاک سیارک‌ها به اجرا درآمده‌اند. از این سه مأموریت، دو مأموریت هنوز در حال اجرا هستند. سامانه فضایی سازمان فضایی ژاپن، با نام (Hayabusa) قرار است نمونه خاک سیارک (Itokawa) را در سال ۲۰۱۰ به زمین بازگرداند. (Hayabusa 2) در راه بازگشت به زمین است. این سامانه فضایی نمونه خاک سیارک (Ryugu) را با خود حمل می‌کند. در همین حال سامانه فضایی (OSIRIS-REx) ناسا در حال بررسی سیارک (Bennu) به منظور جمع‌آوری نمونه سطح آن در سال ۲۰۲۰ می‌باشد. (شکل ۱۰)

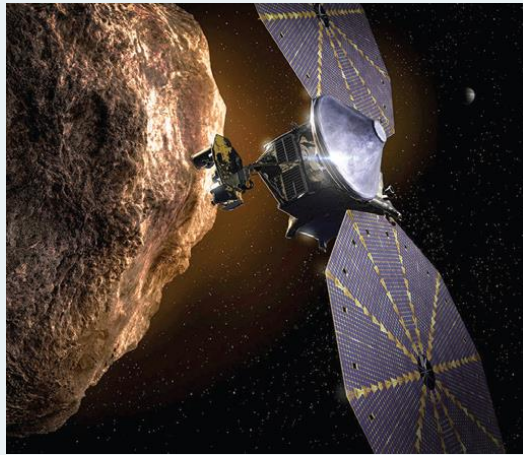


شکل ۱۰: تصویر تهیه شده از سیارک Bennu توسط OSIRIS-REx

اکتشافات اجرام کوچک منظومه شمسی، اطلاعات بسیار ارزشمندی را در اختیار دانشمندان قرار داده است، ما متوجه شده‌ایم که سیارک‌های Bennu و Ryugu از توده‌های سنگی تشکیل شده‌اند که تحت تأثیر نیروی جاذبه در کنار هم نگه‌داشته شده‌اند. فرآیند YORP در اثر گرمایش خورشید و تشعشع حرارتی بوجود می‌آید و باعث تغییر سرعت چرخش و یا حتی تقسیم سیارک‌های بزرگ به اجرام کوچک‌تر می‌گردد. این حقیقت نشان می‌دهد که جهان ما دائم در حال تغییر و تحول است و اگرچه این تحولات در مقیاس زمانی ما بلند مدت هستند ولی بسیار تأثیر گذارند.

سامانه فضایی (New Horizons) ناسا موفق به تشخیص دو جسم جدید (Pluto) و (Arrokoth) در کمربند سیارکی (Kuiper) گردید. لبه‌های منحنی شکل ایده‌آل، سیارک Arrokoth حاکی از تشکیل این سیارک در اثر برخورد دو سیارک کوچکتر و کاهش سرعت چرخش آن‌ها، می‌باشد. این پدیده نشانگر تعدد این گونه برخوردها در اوایل تشکیل منظومه شمسی است.

علاوه بر موارد بالا، در یک دهه گذشته موفق به کشف یک ماه جدید در مدار مشتری شدیم. این ماه در جهت عکس چرخش سیاره مشتری به دور آن در حال چرخش است که نشان می‌دهد در اثر جاذبه مشتری به دام افتاده و نه در اثر شکل‌گیری خود سیاره، یافته‌هایی از این دست در یک دهه گذشته، مشوق مأموریت‌های فضایی، اجرام کوچک در دهه‌های آینده است. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱: سفینه "lucy" ناسا در بین سالهای ۲۰۲۷ تا ۲۰۳۳، هفت سیارک را ملاقات خواهد کرد

سؤالهای اصلی بشر در مأموریت‌های آینده اجرام کوچک، منظومه شمسی عبارتند از:

- ۱- آیا سیارک‌ها و دنباله‌دارها، اجرامی بسیار قدیمی هستند که به عنوان مصالح اولیه ساخت سیاره‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند؟
- ۲- آیا تفاوت‌های معنی داری بین انواع اجرام کوچک موجود در منظومه ما وجود دارند؟
- ۳- دینامیک مداری، دنباله‌دارها تحت چه فرآیندی شکل گرفته‌اند؟

MAITRAYEE BOSE

کیهان شناس و استادیار دانشگاه ایالتی آریزونا،
عضو کمیته «اجرام کیهانی کوچک» در ناسا



در ارتباط با کره ماه، دهه گذشته میلادی، دهه اکتشافات ارزشمندی بوده است. به دنبال اطلاعات بدست آمده از کره ماه، در طول مأموریت "APOLLO" مأموریت‌های فضایی متعددی برای شناخت دقیق‌تر کره ماه و ترکیبات سطح آن به انجام رسیده‌اند. از سال ۲۰۰۹ ناسا، چهار سفینه فضایی را به کره ماه اعزام کرده است. مدارگرد Reconnaissance و سفینه LCross برای تحقیق در مورد تاریخچه و اثرات برخوردهای اجرام با سطح ماه، سفینه تحقیقاتی GRAIL با هدف شناسایی میدان جاذبه و سفینه LADEE برای جمع‌آوری گردوغبار کره ماه و کشور چین هم سفینه Chang'e-3 و ۴ ماه نشین و ماه‌نورد دیگر را روی سطح کره ماه پیاده کرده است. هند مدارگرد خود به نام Chandrayaan-2 را در مدار کره ماه قرار داده است.

با اطلاعاتی که از این مأموریت‌های فضایی بدست آمده توانسته‌ایم وجود آب به صورت یخ را در قطبین کره ماه تأیید کنیم. (شکل

۱۲)



شکل ۱۲: Shackleton در قطب کره ماه که تصور می‌رود حاوی آب به صورت یخ باشد.

درکوه‌های ماه که به نام "Apollo" نام‌گذاری شده منابع آب کشف کرده‌ایم. متوجه شده‌ایم که تا همین ۱۰۰ میلیون سال پیش کره ماه پوشیده از آتش‌فشان‌های فعال بوده است و ده‌ها کشف با ارزش دیگر، این کشفیات سؤال‌های جدیدی را برای مأموریت‌های بعدی ما به این همراه همیشگی کره زمین، مطرح کرده است. اصلی‌ترین این سوال‌ها عبارتند از:

۱- در دوره ای که کمر بند داخلی منظومه ما تحت تاثیر برخوردهای پی در پی، سیارک‌ها و شهاب سنگ‌ها بوده است، تاریخ ماه

چه اطلاعاتی در مورد، روندهای اولیه شکل‌گیری منظومه شمسی و کره زمین در اختیار ما قرار می‌دهد؟

۲- ترکیب داخلی، مواد تشکیل دهنده کره ماه چیست؟

۳- منشأ آب موجود در قطبین کره ماه کجاست؟

۴- تاریخچه تکامل میدان مغناطیسی کره ماه در طول ۴ میلیارد سال تکامل آن چگونه بوده است.

برنامه‌های اکتشافی کره ماه به صورت ده ساله تعریف شده و در دست اجرا می‌باشند. دو برنامه ده ساله ۲۰۱۲-۲۰۰۳ و ۲۰۲۲-

۲۰۱۳ به منظور برگرداندن نمونه‌های خاک و سنگ مناطق مشخص از سطح ماه، ثبت و گزارش لرزش‌های (ماه لرزه‌ها) شناسایی

بزرگترین حفره سطح ماه و شناسایی سطح سرد ماه، برنامه ریزی، طراحی و در حال اجرا می‌باشند. (شکل ۱۳)



شکل ۱۳: حفره ارسطو "ARISTARCHUS" سطح ماه

اطلاعاتی که از این مأموریت‌ها بدست آمده و خواهند آمد کمک زیادی به شناختن منشاء حیات روی زمین، کشف سیارات فرامنظومه‌ای و چگونگی شکل‌گیری منظومه شمسی خواهند نمود.

BRETT DENEVI

زمین شناس در آزمایشگاه فیزیک کاربردی
دانشگاه "Johns Hopkins"

سیارک ۹۰۲۶ به افتخار ایشان به نام "Denevi"
نام‌گذاری شده است.

