

ربات‌های کاوشگر در سیارهٔ سرخ

سال‌هاست که ایده مسکونی شدن کرات دیگر و اعزام انسان به فضا به طور جدی پیگیری می‌شود. دانشمندان تلاش‌های زیادی را در راستای کشف آثار حیات در سایر کرات و انتخاب مکان مناسب برای زندگی انسان‌ها در فضا انجام داده‌اند. به گزارش سرویس آی تی و فناوری انتخاب، ایلان ماسک، مدیرعامل پروژه اسپیس ایکس و از چهره‌های سرشناس عرصهٔ فضاوردی، اخیراً در حال کار برای راه‌اندازی یک پایگاه در مریخ تا پیش از سال ۲۰۳۰ است. اما، چندان قطعیتی وجود ندارد که نخستین ساکنان دائمی این پایگاه را انسان‌ها تشکیل دهند و شاید ربات‌ها پیش از انسان‌ها به مریخ مهاجرت کنند. یکی از پیچیده‌ترین ربات‌های اعزام شده به مریخ، مریخ‌نورد کنجکاوی با مأموریت یافتن آثار حیات بر روی سیارهٔ سرخ بوده است. این مقاله به اهداف، ویژگی‌ها و دستاوردهای ربات‌های کاوشگر اعزام شده به مریخ از جمله کنجکاوی، پیچیده‌ترین ربات اعزام شده به سیاره سرخ، می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: ربات کاوشگر، سیارهٔ سرخ، مریخ‌نورد کنجکاوی، دوربین ناوبری، طیف‌سنج.

شیمیا طبیبیان*، استادیار، پژوهشکده فضای مجازی، دانشگاه شهید بهشتی

*نویسنده مخاطب: آدرس: تهران، کد پستی: ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳

shimatabibian@gmail.com

Probe Robots in the Red Planet

It has been a long time that the idea of housing another planets and sending human to space are being followed seriously. Scientists have done a big effort in order to discover life signs in other planets and to select a suitable place for human beings to live in space. According to the IT service and technology selection, Ilan Mask, managing director of the SPIEC project and a prominent figure in the astronaut field, has been working to setup a base on Mars until 2030. However, there is no reliability that the first permanent inhabitants of this planet would be human beings. It is possible that robots will migrate to the Mars before human beings. One of the most complex robots deployed to Mars is Curiosity with a special mission: searching for signs of life in Mars. This paper discusses the properties and achievements of the robots sent to Mars specially the most complex one, Curiosity.

Keywords: probe robot, red planet, Curiosity, navigation camera, spectrometer.

Sh. Tabibian*, Assistant Professor, Cyberspace research institute, Shahid Beheshti University

*Corresponding Author, Postal Code: 1983963113, Tehran, IRAN
shimatabibian@gmail.com

مقدمه

سال‌هاست که ایده مسکونی شدن مریخ و اعزام انسان به سیاره سرخ به طور جدی پیگیری می‌شود. اکنون به نظر می‌رسد که ما از هر زمان دیگری بیشتر به تحقق رویای سفر به مریخ نزدیک شده‌ایم. اولین کاوشگرهایی فرود آمده به مریخ نشان دادند که آن‌جا سیاره‌ای خشک و متروک است. اما اکتشافات اخیر نشان داده‌اند که در قطب‌های سیاره سرخ آب یخ وجود دارد. همچنین، فراوانی عناصری که برای وجود حیات ضروری هستند مانند نیتروژن، اکسیژن و کربن در مریخ به اثبات رسیده است. همچنین، شواهدی از دریاچه‌های باستانی و جریان آب روی سطح مریخ پیدا شده است. این شواهد نشان می‌دهند که مریخ در گذشته‌ای دور، سیاره‌ای پر آب و احتمالاً مکان زندگی موجودات میکروسکوپی بوده است [۱].

مریخ یک هدف ایدéal است. طول روزهای مریخ در حدود طول روزهای زمین است، احتمالاً آب یخ در سطح آن جریان دارد و بهترین گزینه در دسترس است. زیرا، زهره و عطارد خیلی داغ هستند و ماه جوی ندارد که ساکنان خود را از برخورد شهاب‌سنگ‌ها محافظت کند. ایلان ماسک، مدیرعامل پروژه اسپیس ایکس و از چهره‌های سرشناس عرصه فضاوردی اخیراً گفته است که انسان‌ها تا سال ۲۰۲۸ یک پایگاه دائمی را در مریخ خواهند ساخت. به جز ماسک و شرکتش، سازمان‌های فضایی دیگری مانند ناسا، آژانس فضایی روسیه و کشورهایمانند هند، چین و ژاپن نیز به دنبال سفر به مریخ هستند [۱].

طی چند دهه اخیر، ۱۳ فضاییما در مدار مریخ قرار گرفتند و ۹ کاوشگر هم توانستند روی سطح سیاره فرود بیایند. این کاوشگرها هزاران عکس از مریخ گرفته‌اند و سنگ، خاک و جو مریخ را بررسی کرده‌اند. اما از بین ده‌ها فضاییما که به مریخ فرستاده شدند، از هر سه مأموریت تنها یک مأموریت به موفقیت رسیده است [۱]. یکی از مؤثرترین این مأموریت‌ها، ارسال مریخ‌نورد کنجکاوی برای یافتن آثار حیات بر روی سیاره سرخ بوده است. فرود مریخ‌نورد کنجکاوی، یکی از دشوارترین عملیات فرود فضایی و پیروزی بزرگی برای مهندسان ناسا به شمار می‌رود. این فرود به علت جو نازک مریخ خطرات بسیاری داشت. اما، با استفاده از چتر، راکت‌های پرتابی و بازوهای فضایی سرعت این مریخ‌نورد از حدود ۲۲ هزار کیلومتر در ساعت آنقدر کاهش یافت که توانست با موفقیت بر سطح مریخ بنشیند. از ۱۴ فضاییمای بدون سرنشینی که تاکنون از این مرکز فضاوردی به مریخ فرستاده شده است، تنها ۶ فروند با موفقیت بر سطح آن نشستند. ناسا برای انجام این مأموریت حدود ۱/۹ میلیارد یورو هزینه کرده است [۲]. کنجکاوی از زمانی که در

۱۶ مرداد ۱۳۹۱ بر سطح مریخ فرود آمد تا به حال تصاویر بسیار دقیق و شفافی از سطح سیاره سرخ ثبت کرده است. در این مقاله ضمن مروری بر اقدامات موفق انجام شده در ارسال مدارگرد و مریخ‌نورد به سیاره سرخ، به بیان ویژگی‌ها، مأموریت‌ها، مخاطرات و دستاوردهای پیچیده‌ترین مریخ‌نورد ارسال شده به فضا یعنی کنجکاوی خواهیم پرداخت. در بخش دوم مروری بر مدارگردها و کاوشگرهای موفق ارسال شده به مریخ خواهیم پرداخت. ویژگی‌ها، مأموریت، مخاطرات، دستاوردهای و افتخارات نویدبخش مریخ‌نورد کنجکاوی در بخش سوم مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. در بخش چهارم آینده مأموریت‌های مریخ مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در پایان، در بخش پنجم به جمع‌بندی مقاله خواهیم پرداخت.

مروری بر گذشته مأموریت‌های موفق مریخ

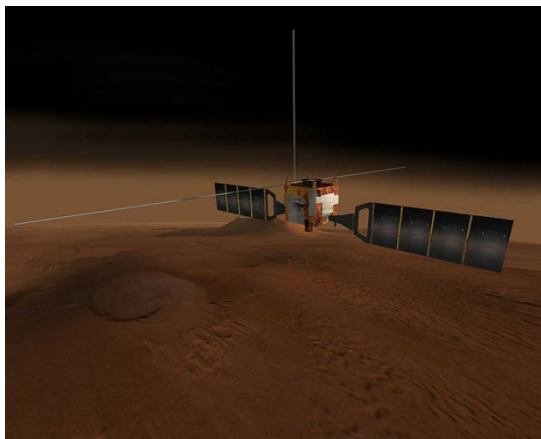
اولین مأموریت‌های مریخ، مأموریت‌های گذر نزدیک^۱ نام داشتند. در این مأموریت‌ها، مدارگردهایی به نزدیکی سیاره سرخ می‌رفتند تا بتوانند تصاویری را از این سیاره به زمین مخابره کنند. از زمان اولین گذرهای نزدیک موفق در سال ۱۹۶۵، چهار کشور و سازمان فضایی توانسته‌اند با موفقیت به مریخ برسند که عبارتند از: ناسا، اتحاد جماهیر شوروی، آژانس فضایی اروپا و سازمان تحقیقات فضایی هند. در حالی که کشورهای دیگری مانند چین و ژاپن نیز سعی کرده‌اند که مأموریت‌هایی را به سیاره سرخ ترتیب دهند اما تا به حال موفق نشده‌اند [۳، ۱].

پس از پنج عدم موفقیت در ارسال مدارگردهای گذر نزدیک در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۶۲ میلادی از اتحاد جماهیر شوروی و یک شکست از ناسا با مارینر ۳، سرانجام ماینر ۴ در روز ۱۴ ژوئیه سال ۱۹۶۵ میلادی اولین فضاییمای بود که به مریخ رسید و عکس‌هایی زیبا از مریخ به زمین مخابره کرد. همچنین در سال ۱۹۶۹ میلادی، ناسا کاوشگرهای مارینر ۶ و ۷ را به مریخ فرستاد که صدها عکس به زمین مخابره کردند. اما، به‌طور کاملاً اتفاقی تمامی این کاوشگرها از نواحی با دهانه‌های زیاد مریخ تصویربرداری کردند. به همین دلیل، این تصور غلط در بین دانشمندان ایجاد شد که مریخ مانند ماه است. تصور ما از سیاره سرخ با ورود کاوشگر مارینر ۹ در سال ۱۹۷۱ میلادی به مریخ کاملاً تغییر کرد. این کاوشگر پس از قرار گرفتن در مدار مریخ، طوفان‌های شن عظیمی را مشاهده کرد که تقریباً کل سیاره سرخ را در بر می‌گرفتند. همچنین، مارینر ۹ تصاویری از برجستگی‌های سطح مریخ را مخابره کرد که به گفته دانشمندان آتشفشان‌های خاموش مریخ بودند. علاوه‌براین، مارینر ۹ شکافت بزرگی را بر روی مریخ رصد کرد

^۱. Flyby

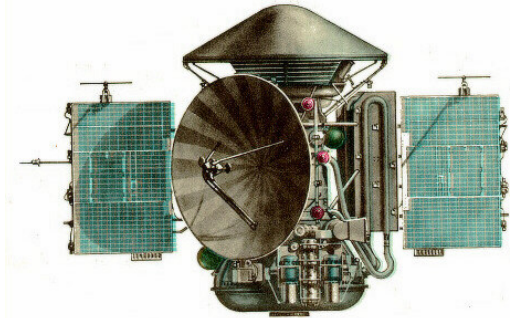
استفاده می‌کرد. در عین حال، سوچورنر اولین مریخ‌نوردی بود که مسافتی را (حدود یکصد متر) در مریخ پیمود. در ابتدا انتظار می‌رفت که پتفایندر یک ماه و سوچورنر یک هفته کار کنند، اما هر دو فراتر از زمان تعیین شده تا چند ماه به مخابره اطلاعات به زمین ادامه دادند. دو مأموریت دیگر برنامه FBC با شکست مواجه شدند. مدارگرد مارس کلایمت که ۱۱ دسامبر ۱۹۹۸ میلادی به فضا پرتاب شد، پس از ورود به مدار مریخ، ارتباط خود با زمین را از دست داد. مریخ‌نورد مارس پولار لند و فضاپیمای دیپ اسپیس ۲ نیز که در تاریخ ۳ ژانویه ۱۹۹۹ میلادی به مریخ فرستاده شدند، نیز موفق به برقراری ارتباط با زمین نشدند. ناسا پس از این شکست و شکست‌های دیگر به برنامه FBC ادامه نداد [۱].

دهه ۲۰۰۰ تا به امروز دوران پرشکوه مریخ‌نوردها و مدارگردها بوده است. کشف شواهدی از آب در مریخ، رنسانسی در اکتشافات مریخ بود. مدارگرد مارس ادیسی که ۷ مارس سال ۲۰۰۱ میلادی زمین را به مقصد مریخ ترک کرد، ۲۴ دسامبر همان سال به مریخ رسید. مارس ادیسی هنوز هم به جمع‌آوری اطلاعات از مریخ ادامه می‌دهد. این مدارگرد تا به حال بیش از ۳۵۰ هزار عکس از مریخ ثبت کرده و در سال ۲۰۱۰ میلادی، رکورد طولانی‌ترین کاوشگر در مریخ را شکست. آژانس فضایی اروپا در سال ۲۰۰۳ مأموریت مارس اکسپرس را شروع کرد که شامل یک مدارگرد به نام مارس اکسپرس و مریخ‌نوردی به نام بیگل ۲ بود. مدارگرد این مأموریت توانست در نوامبر ۲۰۰۵ مأموریت اصلی خود را تکمیل کند. مأموریت مارس اکسپرس تا مدت نامعلومی تمدید شده است. اما مریخ‌نورد بیگل ۲ که انتظار می‌رفت، ۲۵ دسامبر ۲۰۰۳ روی سطح مریخ فرود بیاید. هیچ‌گاه نتوانست پیامی را به مرکز کنترل مأموریت مخابره کند [۱، ۳]. شکل ۲ تصویری از مارس اکسپرس اولین مدارگرد موفق آژانس فضایی اروپا را نشان می‌دهد.



شکل ۶- مدارگرد مارس اکسپرس، اولین تجربه موفق آژانس فضایی اروپا [۵].

که بعدها دره‌وار ماریئر نام‌گذاری شد [۱]. اتحاد جماهیر شوروی، پس از شکست‌های متوالی، در سال ۱۹۷۱ میلادی اولین مأموریت موفق خود را در ارسال مدارگرد به سیاره سرخ با مریخ ۲ به انجام رسانید. شکل ۱ تصویری از این مدارگرد را نشان می‌دهد.



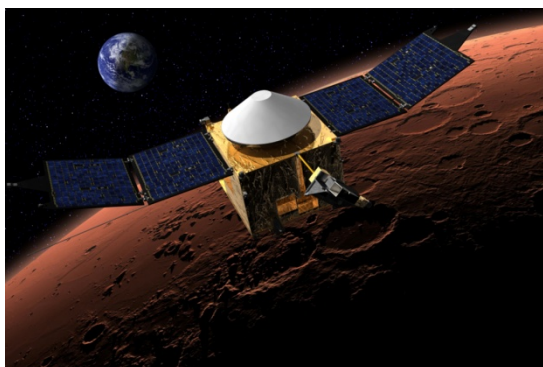
شکل ۵- مدارگرد مریخ ۲، اولین مدارگرد موفق اتحاد جماهیر شوروی [۴].

ناسا در سال ۱۹۷۵ میلادی، دو جفت مدارگرد و مریخ‌نورد را به مریخ فرستاد. مدارگردهای وایکینگ ۱ و ۲، هر دو با موفقیت در سال ۱۹۷۶ میلادی به مریخ رسیدند. هر کدام از این مدارگردها توانستند یک مریخ‌نورد را روی سطح مریخ فرود آورند و خود به خوبی در مدار مریخ قرار گیرند. سری مأموریت‌های وایکینگ، اولین مأموریت‌های اکتشافی بودند که مدت‌شان تمدید شد و تا سال‌ها به مخابره اطلاعات پرداختند.

تلاش بعدی ناسا برای رسیدن به سیاره سرخ در دهه ۱۹۹۰ میلادی آغاز شد. این آژانس فضایی در تاریخ ۲۵ سپتامبر ۱۹۹۲ میلادی، کاوشگر مارس آبرور را به مریخ فرستاد. این کاوشگر تنها ۳ روز قبل از ورود به مدار مریخ، ارتباط خود با زمین را از دست داد. از دست دادن این کاوشگر با توجه به هزینه بالای آن برای ناسا خیلی دردناک بود. بنابراین، ناسا دست به انجام مأموریت‌های بهتر، سریع‌تر و ارزان‌تری موسوم به برنامه FBC زد تا با بهره بردن از پیشرفت‌های الکترونیکی-کامپیوتری و تکنیک‌های مدیریت جدید، هزینه اکتشافات فضایی را کاهش دهد. در همین حال، نقشه‌بردار سراسر مریخ، روز ۷ نوامبر ۱۹۹۶ میلادی زمین را ترک کرد و ۱۲ سپتامبر سال بعد به مدار مریخ رسید. مدت این مأموریت تا قبل از قطع ارتباط با زمین در سال ۲۰۰۶ میلادی چندین بار تمدید شد. این کاوشگر توانست نقشه‌ای سراسری از مریخ تهیه و نشانه‌های باستانی حضور آب در سیاره سرخ را کشف کند. براساس این اکتشافات جدید ناسا تصمیم گرفت مریخ‌نوردهای دیگری را نیز به مریخ بفرستد.

اولین مأموریت برنامه FBC، یک موفقیت بزرگ بود. کاوشگر مارس پتفایندر و مریخ‌نورد سوچورنر در ژوئیه سال ۱۹۹۷ میلادی وارد مریخ شدند. مارس پتفایندر اولین کاوشگری بود که از مجموعه‌ای از کیسه‌های هوا و بالشتک‌ها برای فرود

تیم قادر به تأیید موفقیت آمیز فرود نبودند. این احتمال می‌رفت که به دلیل اختلال در عملکرد آرایه‌های خورشیدی کل مأموریت با شکست همراه شود. هدف از ارسال این مریخ‌نورد انجام بررسی‌های زمین‌شناسی، حفاری سطح سیاره، عکس‌برداری و سایر پژوهش‌های تکمیلی درباره وضعیت آب و هوایی، زمین‌شناختی، پیدا کردن آب و حتی یافت نشانه‌هایی از حیات بیگانه بر این سیاره مرموز است. محل فرود مریخ‌نورد اینسایت، در منطقه‌ای مسطح به نام الیسوم پلنیتیا^۲ بوده است. کارشناسان امیدوار هستند با استفاده از قابلیت‌های مریخ‌نورد اینسایت به اطلاعات منحصر به فردی درباره سیاره مریخ دست یابند [۷]. تمام تلاش‌های انجام شده برای ارسال کاوشگر به سیاره سرخ در جدول ۵ گردآوری شده‌اند. با توجه به مرور انجام شده در این قسمت، می‌توان گفت مریخ‌نورد کنجکاوی با بیش از شش سال سن، یکی از پیچیده‌ترین و موفق‌ترین کاوشگرهای ارسال شده به سیاره سرخ است که هنوز هم به اکتشافات خود بر روی این سیاره ادامه می‌دهد. در بخش بعد به بیان ویژگی‌ها، مخاطرات، مأموریت‌ها و دستاوردهای کنجکاوی خواهیم پرداخت.



شکل ۷- مدارگرد مانگالیان ۱، اولین مدارگرد موفق آسیایی [۶].

جدول ۵- تمام کاوشگرهای ارسال شده به سیاره سرخ در یک نگاه

سال ارسال	کشور ارسال کننده	نام کاوشگر	موفقیت یا شکست
۱۹۶۰	اتحاد جماهیر شوروی	مارسینک ۱	شکست
۱۹۶۰	اتحاد جماهیر شوروی	مارسینک ۲	شکست
۱۹۶۲	اتحاد جماهیر شوروی	اسپوتنیک ۲۲	شکست
۱۹۶۲	اتحاد جماهیر شوروی	اسپوتنیک ۲۳	شکست
۱۹۶۲	اتحاد جماهیر شوروی	اسپوتنیک ۲۴	شکست
۱۹۶۲	آمریکا (ناسا)	مارینر ۳	شکست
۱۹۶۵	آمریکا (ناسا)	مارینر ۵	موفقیت
۱۹۶۵	اتحاد جماهیر شوروی	زوند ۲	شکست
۱۹۶۹	آمریکا (ناسا)	مارینر ۶	موفقیت
۱۹۶۹	آمریکا (ناسا)	مارینر ۷	موفقیت
۱۹۶۹	اتحاد جماهیر شوروی	مریخ ۱۹۶۹ ای	شکست
۱۹۶۹	اتحاد جماهیر شوروی	مریخ ۱۹۶۹ بی	شکست
۱۹۷۱	آمریکا (ناسا)	مارینر ۸	شکست
۱۹۷۱	اتحاد جماهیر شوروی	کاسموس ۴۱۹	شکست

ناسا مریخ‌نوردهای اسپیریت و آپورچونیتی را در سال ۲۰۰۴ میلادی به مریخ فرستاد. هدف هر دو مریخ‌نورد این بود که شواهدی از وجود آب در سیاره سرخ را جمع‌آوری کنند. مأموریت اصلی اسپیریت و آپورچونیتی برای سه ماه برنامه‌ریزی شده بود، اما هر دو تا سال‌ها به کاوش مریخ ادامه دادند. مریخ‌نورد اسپیریت در سال ۲۰۱۰ میلادی در یک طوفان شن گیر کرد و از کار افتاد. آپورچونیتی هم بعد از ۱۵ سال اکتشاف مریخ، پس از چند ماه گذشته ارتباط خود با مرکز کنترل ناسا را از دست داده است و هنوز سرنوشتش مشخص نیست. آپورچونیتی قبل از اینکه از کار بیفتد، بیش از ۴۱ کیلومتر را در سطح مریخ پیموده بود.

مدارگرد شناسایی مریخ ناسا، ۱۲ اوت سال ۲۰۰۵ میلادی به فضا پرتاب شد و ۱۲ مارس سال بعد به مدار مریخ رسید. این مدارگرد تاکنون توانسته بیش از ۲۵ هزار عکس و ۳۵۰۰ مشاهده راداری را به زمین مخابره کند. مدارگرد شناسایی مریخ، اطلاعاتی بیش از تمامی مأموریت‌های مریخ، به زمین مخابره کرده است. ناسا در ۴ اوت سال ۲۰۰۷ میلادی، کاوشگر ثابت مارس فینیکس را به مریخ فرستاد. مارس فینیکس ۲۵ مه سال ۲۰۰۸ میلادی وارد مریخ شد و وجود آب یخ در زیر سطح مریخ را کشف کرد. اما پانل‌های خورشیدی کاوشگر در طول زمستان سخت مریخ آسیب دیدند و سرانجام ارتباط این کاوشگر ۴۷۵ میلیون دلاری در نوامبر ۲۰۰۸ میلادی به طور کامل با ناسا قطع شد.

در سال ۲۰۱۲، یک کاوشگر قوی‌تر به نام کنجکاوی در دهانه گیل فرود آمد تا به دنبال نشانه‌هایی از محیط‌های قابل سکونت در گذشته مریخ بگردد. مریخ‌نورد کنجکاوی تاکنون به یافته‌های مهمی در مریخ دست یافته است. از جمله این یافته‌ها می‌توان به کشف نواحی که احتمالاً در گذشته‌ای دور مملو از آب بودند، اشاره کرد. علاوه بر این، کاوشگر ناسا موفق به شناسایی متان و ترکیبات عالی (پیش‌نیازهای شکل‌گیری حیات) روی سطح سیاره شده است.

هند تنها کشور آسیایی است که توانسته با موفقیت به مریخ برسد. مدارگرد مریخ هند (MOM) یا مانگالیان ۱ در سال ۲۰۱۴ میلادی با موفقیت به مدار مریخ رسید. مدارگرد مریخ هند، فاصله کافی را با سیاره حفظ کرد تا بتواند تصاویری از قرص کامل مریخ بگیرد. شکل ۳ تصویری از این مدارگرد را نشان می‌دهد.

آخرین مریخ‌نورد ارسال شده به سیاره سرخ، مریخ‌نورد جدید ناسا یعنی اینسایت بوده است که در ۲۶ نوامبر سال ۲۰۱۸ پس از هفت ماه مسافرت در فضا و طی مسیر ۴۵۸ کیلومتری از زمین با موفقیت بر روی سطح این سیاره فرود آمد. مأموریت اینسایت، بودجه‌ای افزون بر ۸۵۰ میلیون دلار داشته است. فرود اینسایت برای کارشناسان تیم مأموریت اینسایت با تردیدهایی فراوانی همراه بود. زیرا تا پنج و نیم ساعت پس از فرود، اعضای

این مریخ‌نورد می‌پردازد. یکی از نام‌های جالبی که دانشمندان ناسا بر روی این ربات گذاشته‌اند، هفت دقیقه مرگبار است. علت انجام این نام‌گذاری نیز تأخیر زمانی هفت دقیقه‌ای برای ارسال اطلاعات از مریخ به زمین و بالعکس است. در طی هفت دقیقه‌ای که قرار بود این مریخ‌نورد بر روی سیاره سرخ فرود آید، دانشمندان ناسا هیچ اطلاعی از وضعیت کنجکاو نداشتند و همین موضوع باعث شد که در طی آن هفت دقیقه کل مجموعه ناسا لحظات پر تنش را تجربه کنند [۱۰]. شکل ۴ لحظاتی از خوشحالی کارمندان ناسا، پس از فرود موفقیت‌آمیز کنجکاو را نشان می‌دهد.



شکل ۸- خوشحالی کارمندان ناسا از فرود موفقیت‌آمیز کنجکاو [۱۱].

ویژگی‌های کنجکاو

کنجکاو، یک آزمایشگاه سیار است که توسط پنج هزار دانشمند و محقق از ۳۷ کشور جهان ساخته شده است. ساخت آن ۱۰ سال طول کشید و نزدیک به دو و نیم میلیارد دلار هزینه در برداشته است. کنجکاو نخستین مریخ‌نوردی است که می‌تواند با بررسی لایه‌های مختلف مریخ، دانشمندان را در بازسازی گذشته این سیاره یاری کند. این کاوشگر پیچیده‌ترین کاوشگری است که سازمان فضایی آمریکا (ناسا) به سیاره سرخ فرستاده است. این خودروی شش-چرخه با بازه چرخش ۹۰ درجه که ۲/۹ متر طول و ارتفاعی به اندازه قد یک انسان معمولی و ۹۰۰ کیلوگرم وزن دارد، می‌تواند حدود چند ده متر در روز بر روی سطح سیاره حرکت کند و از موانعی تا ارتفاع ۷۵ سانتیمتر بالا رود. کنجکاو دارای یک باتری پلوتونیوم است که به آن اجازه می‌دهد تا بیش از ده سال به حرکت ادامه دهد که این زمان برای بازدید از همه کف دهانه و حتی صعود به قله کوه شارپ در مریخ کافی است. البته طی کردن این مسیر برای کنجکاو چندان آسان هم نبوده است، چون این مسیر کوهستانی و توام با سنگ لاخ است که به تعدادی از چرخ‌های کنجکاو آسیب ناچیزی رسانده است. اما این آسیب چندان جدی نیست و اگر مشکل خاصی برای این کاوشگر پیش نیاید

جدول ۶- تمام کاوشگرهای ارسال شده به سیاره سرخ در یک نگاه (ادامه)

سال ارسال	کشور ارسال کننده	نام کاوشگر	موفقیت یا شکست
۱۹۷۱	اتحاد جماهیر شوروی	مریخ ۲	موفقیت
۱۹۷۱	آمریکا (ناسا)	مارینر ۹	موفقیت
۱۹۷۵	آمریکا (ناسا)	وایکینگ ۱ و ۲	موفقیت
۱۹۹۲	آمریکا (ناسا)	مارس آبزرور	شکست
۱۹۹۶	آمریکا (ناسا)	نقشه‌بردار سراسر مریخ	موفقیت
۱۹۹۶	اتحاد جماهیر شوروی	مریخ ۹۶	شکست
۱۹۹۷	آمریکا (ناسا)	کاوشگر مارس پنهاندر و مریخ‌نورد سوچورنر	موفقیت
۱۹۹۸	ژاپن	نوزومی	شکست
۱۹۹۸	آمریکا (ناسا)	مارس کلایمت	شکست
۱۹۹۹	آمریکا (ناسا)	پولارند	شکست
۱۹۹۹	آمریکا (ناسا)	دیپ اسپیس ۲	شکست
۲۰۰۱	آمریکا (ناسا)	مارس ادیسی	موفقیت
۲۰۰۳	اژانس فضایی اروپا	مارس اکسپرس	موفقیت
۲۰۰۳	اژانس فضایی اروپا	بیگل ۲	شکست
۲۰۰۴	آمریکا (ناسا)	اسپیریت	موفقیت
۲۰۰۴	آمریکا (ناسا)	آپورچونیتی	موفقیت
۲۰۰۵	آمریکا (ناسا)	مدارگرد شناسایی مریخ	موفقیت
۲۰۰۷	آمریکا (ناسا)	مارس فینیکس	موفقیت
۲۰۱۱	اتحاد جماهیر شوروی	فوبوس گرانت	شکست
۲۰۱۲	آمریکا (ناسا)	کنجکاو	موفقیت
۲۰۱۳	هند	مانگالیان ۱	موفقیت
۲۰۱۴	اژانس فضایی اروپا	مدارگرد ردیاب گاز	موفقیت
۲۰۱۴	اژانس فضایی اروپا	سطح‌نشین شیپارلی	شکست
۲۰۱۸	آمریکا (ناسا)	اینسایت	موفقیت

کنجکاو، سالمندترین ربات ساکن مریخ

مریخ‌نورد کنجکاو، با هدف یافتن آثار حیات در سیاره سرخ به‌وسیله آنالیز شیمیایی مواد موجود در خاک و سنگ‌های مریخ در تاریخ ۲۶ نوامبر ۲۰۱۱ توسط ناسا به مقصد مریخ پرتاب شد. کنجکاو حدود ۸ ماه بعد در ۷ اوت ۲۰۱۲ مصادف با ۱۶ مرداد ۱۳۹۱ بر روی سطح سیاره سرخ در گودال گیل [۸] در کانون تپه‌ای عظیم فرود آمد. دلیل انتخاب این گودال برای فرود کاوشگر، وجود رسوباتی در آن بود که بر اثر وجود آب زیاد شکل گرفته‌اند. آنچه به کنجکاو اجازه می‌داد تا شواهدی از وجود نخستین ذرات اساسی در حیات میکروبی را بیابد [۹]. کنجکاو از زمانی که در ۱۶ مرداد ۱۳۹۱ بر سطح مریخ فرود آمد، تا به حال تصاویر بسیار دقیق و شفافی از سطح سیاره سرخ ثبت کرده است. این بخش به اهداف، ویژگی‌ها و دستاوردهای

می‌تواند مأموریت خود را با موفقیت به اتمام برساند [۲]. شکل ۵ نمایی از ربات هوشمند کنجکاوی را نشان می‌دهد.



شکل ۹- نمایی از کاوشگر کنجکاوی [۱۲].

این کاوشگر به دو جفت دوربین ناوبری^۳ مجهز است که با اسکن کردن سطوح پیش رو به مهندسان ناسا در زمین کمک می‌کند تا کاوشگر را در جهت درست هدایت کنند. با کمک دوربین‌های اجتناب از خطر که در پایین خودرو نصب شده‌اند، کاوشگر می‌تواند بدون برخورد با موانع خطرناک به راه خود ادامه دهد. دوربین‌های روی دیرک^۴ دوربین‌های علمی هستند. آن‌ها می‌توانند از سطح مریخ، تصاویر رنگی سه بعدی و یا حتی تصاویر ویدیویی تهیه کنند. یکی از دوربین‌ها دارای لنز واید و دیگری دارای لنز تله‌فوتو است. دوربین شیمیایی کنجکاوی^۵ می‌تواند یک پرتو لیزر را از فاصله هفت متری بر سطحی با قطر کمتر از یک میلی‌متر روی یک سنگ بتاباند. این پرتو باعث تولید پلاسما (گازی بسیار داغ) می‌شود. دوربین شیمیایی، این شعله را با یک تلسکوپ مشاهده می‌کند و با آنالیز نور تولیدی، عناصر شیمیایی موجود در سنگ را تشخیص می‌دهد [۹]. این کاوشگر در انتهای بازویش یک دست دارد که برجک نامیده می‌شود. برجک دارای یک مته، یک برس برای کنار زدن خاک، یک دوربین برای دید از نزدیک و یک ابزار علمی برای به دست آوردن جزئیات بیشتر در مورد ترکیب شیمیایی سنگ‌ها است. دوربین آن به نام ماهلی^۶، معادل ذره‌بین زمین‌شناسان میدانی است و اطلاعات دقیقی در مورد شکل کریستال‌ها و لایه‌های معدنی سنگ‌ها به دست می‌دهد. طیف‌سنج اشعه ایکس ذرات آلفا (APXS) عناصر شیمیایی موجود در یک سنگ را نمایان می‌کند و به تصمیم‌گیری در مورد نیاز به سوراخ کردن سنگ و نمونه‌برداری برای مطالعه بیشتر، کمک می‌کند [۹]. این کاوشگر از سیستم مته خود برای جمع‌آوری نمونه‌ها

برای بررسی در آزمایشگاه‌های درون کاوشگر استفاده می‌کند. این مته می‌تواند از سنگ‌ها تا عمق پنج سانتی‌متر نمونه‌برداری کند. مته به سنگ فرو رفته و نمونه را به گردی با درشتی مناسب تبدیل می‌کند. این گرد از طریق مته به بالا فرستاده می‌شود تا به بخش پردازش نمونه‌ها منتقل شود. اگر مته در سنگ گیر کند، دستگاه می‌تواند مته را آزاد کرده و آن را با یک مته جدید جایگزین کند. این کاوشگر دو آزمایشگاه مجهز به همراه خود دارد [۹]:

- ۱- دستگاه آنالیز نمونه‌ها در مریخ (SAM) یک ابزار سه‌کاره است که عبارت است از: یک طیف‌سنج جرمی، یک کروماتوگراف گازی و یک طیف‌سنج لیزری قابل تنظیم. یکی از وظایف اصلی SAM تلاش برای شناسایی ترکیبات کربن‌دار (آلی) است که می‌تواند باعث ایجاد حیات شوند و همچنین اندازه‌گیری میزان هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن، عناصر مرتبط با زیست‌شناسی.
- ۲- دستگاه شیمی و کانی‌شناسی (CheMin)، گزارش دقیقی از کانی‌های موجود در یک سنگ را ارائه می‌کند.

مأموریت و دستاوردهای کنجکاوی

مأموریت کنجکاوی پرهزینه‌ترین، پیچیده‌ترین و پیشرفته‌ترین کاوشی است که تا به حال بر سطح مریخ انجام شده است. برنامه و مأموریت این کاوشگر در دو بخش مورد توجه قرار می‌گیرد. مأموریت نخست کنجکاوی این است که بررسی کند، آیا سیاره سرخ در گذشته و حال برای برخورداری از حیات مناسب بوده است یا خیر. لازم به ذکر است، در حالی که این مریخ‌نورد برای پیدا کردن حیات طراحی نشده است، اما تعدادی ابزار برای مخابره اطلاعات پیرامون محیط طبیعی مریخ بر روی آن سوار شده است. در سال ۲۰۱۳ میلادی مریخ‌نورد کنجکاوی شواهدی از وجود شرایط مناسب زیست‌پذیری در گذشته مریخ ارائه داد. پودر حاصل از نخستین مته‌زنی نمونه‌هایی که این کاوشگر به دست آورده بود، عناصری مانند گوگرد، نیتروژن، اکسیژن، فسفر و کربن را در برداشت. این عناصر در واقع عناصر کلیدی پشتیبان حیات به شمار می‌روند. بر اساس شواهد به دست آمده، این سیاره در زمان‌های باستان شرایط لازم برای پشتیبانی از حیات (به خصوص میکرو ارگانیسم‌ها) را داشته است [۹].

در اواخر سال ۲۰۱۳ و اوایل سال ۲۰۱۴ میلادی دانشمندان مقادیر عظیمی از متان را در مریخ شناسایی کردند. مقدار معمولی و قابل انتظار آن چیزی بین ۰/۳ تا ۰/۸ میکروگرم در کیلوگرم بود، اما در کمال شگفتی مقدار ۷ میکروگرم در کیلوگرم متان را مورد شناسایی قرار دادند. این

3. NavCams
4. MastCams
5. ChemCam
6. MAHLI

کامپیوترها به طور ناگهانی آزمایشگاه را برای مدت چند روز در حالت امن قرار داد. با وجودی که این موضوع بر سلامت طولانی مدت کاوشگر تاثیری نداشت، اما فعالیت‌های علمی معمولی را با اختلالاتی مواجه کرد [۹].

مشکل مهم‌تر درخصوص وضعیت چرخ‌های این مریخ‌نورد است. البته باتوجه به اینکه خسارت وارد شده قابل پیش‌بینی بود، ولی با این وجود کنترل‌کننده‌ها، مسیریابی ماشین را طوری با محیط تطبیق می‌دادند که با کمترین چاله‌ها و ضربه‌ها مواجه شود [۹].

کنجکاوی، نویدبخش دو افتخار برای ایرانیان

در گاه‌شمار ایران باستان که از سوی زرتشتیان تاکنون به کار گرفته می‌شود، هفته کاربرد نداشته است. این گاه‌شمار ۱۲ ماه ۳۰ روزه دارد و در پایان ۵ روز به این ۱۲ ماه سی روزه افزوده می‌شود. در این گاه‌شمار، هر روز در ماه، نامی ویژه دارد. بیستمین روز هر ماه در این گاه‌شمار، وره‌رام یا بهرام نام دارد. بهرام نامی است که ایرانیان باستان به سیاره مریخ نسبت داده‌اند. کنجکاوی در روز ۱۶ مرداد ماه برابر با روز وره‌رام در گاه‌شمار زرتشتی بر روی سیاره مریخ نشست. فیروز نادری، دانشمند ایرانی و مدیر اکتشافات منظومه شمسی این سازمان، این هم‌زمانی را به فال نیک گرفته و درباره‌اش می‌نویسد: این کاوشگر در روزی ویژه بر روی مریخ نشست. روزی که ایرانیان آن را به سیاره بهرام یا مریخ نسبت داده بودند.

افتخار دیگر پرتاب کنجکاوی برای ایرانیان، نقش موثر بابک فردوسی به عنوان مدیر ایرانی پرتاب کنجکاوی می‌باشد. بابک فردوسی، مهندس پرواز ایرانی-آمریکایی ناسا، یکی از چندین مهندسی بود که در فرود موفقیت‌آمیز مریخ‌نورد کنجکاوی بر روی سطح سیاره مریخ نقش بزرگی ایفا کرد. مهندس ایرانی و توانمند ناسا متولد هفتم نوامبر ۱۹۷۹ در کالیفرنیا، آمریکا است. فردوسی پس از نشانیدن موفقیت‌آمیز کنجکاوی بر سطح مریخ در فضای مجازی و اینترنت با استقبال بسیار زیادی مواجه شد. به طوری که در طول ۱۰ دقیقه از نشست کنجکاوی بر سطح مریخ تعداد طرفداران وی در یوتیوب از ۲۰۰ نفر به ۱۰ هزار نفر رسید [۱۴].

مأموریت‌های آینده مریخ

طی چند سال آینده، جاده مریخ شلوغ خواهد شد. احتمالاً چندین مأموریت در تابستان ۲۰۲۰ به مریخ فرستاده می‌شوند. تاکنون، انجام هفت مأموریت تا سال ۲۰۲۴ تأیید شده است و دست‌کم چندین مأموریت دیگر تا دهه ۲۰۴۰ به مریخ فرستاده می‌شوند. مأموریت‌های آینده مریخ را به دو گروه با سرنشین بدون سرنشین می‌توان دسته‌بندی کرد.

یافته قابل توجه‌ای بود، چرا که در برخی شرایط متان می‌تواند شناساگری برای حیات میکروبی باشد [۹].

هدف دوم مأموریت کنجکاوی بررسی محیط مریخ بوده است. در کنار جستجوی زیست‌پذیری، مریخ‌نورد کنجکاوی به ابزارهای دیگری که با هدف مطالعه بیشتر درباره محیط اطرافش طراحی شده بودند، مجهز بود. از جمله اهداف می‌توان به ضبط مداوم وضعیت آب و هوایی و مشاهدات تابشی برای مشخص کردن میزان مناسب بودن پایگاه برای مأموریت‌های انسانی اشاره کرد. دانشمندان به طور خاص علاقه‌مندند «اشعه‌های ثانویه» یا تشعشعاتی را که پس از برخورد با مولکول‌های گاز در اتمسفر، ذرات کم‌انرژی‌تری تولید می‌کنند، اندازه‌گیری کنند. تشعشعات گاما یا نوترون‌های تولید شده در این فرآیند می‌تواند برای انسان خطرآفرین باشد. به علاوه یک سنسور ماورابنفش در سازه کنجکاوی تعبیه شده است که به طور مستمر تشعشعات را ردیابی می‌کند. در دسامبر سال ۲۰۱۳ میلادی، سطح تشعشعات اندازه‌گیری شده توسط کنجکاوی به گونه‌ای بود که برای مأموریت‌های سرنشین‌دار آینده به سوی مریخ قابل کنترل خواهد بود. کنجکاوی همچنان که تشعشعات، دما و رطوبت را در هوای اطرافش اندازه‌گیری می‌کند، به سنجش سرعت و جهت حرکت باد می‌پردازد. بدین وسیله دانشمندان می‌توانند روندهای طولانی مدت تغییر فشار و رطوبت هوا را در اتمسفر مریخ مشاهده کنند. برخی از این تغییرات زمانی رخ داد که قطعات یخی دی اکسید کربن در قطب‌ها که در طول زمستان شکل گرفته بودند، در بهار ذوب شدند و مقدار عظیمی رطوبت را در هوا آزاد کردند. بخشی از مأموریت دوم کنجکاوی، تعیین غلظت گازهای مختلف موجود در جو سیاره سرخ است. به این منظور کاوشگر کنجکاوی هوای مریخ را به درون سامانه تعبیه شده وارد کرد و به این ترتیب تنفس کرد. نتایج بررسی‌ها حاکی از آن است که جو مریخ حاوی ۹۶٪ دی‌اکسید کربن، ۲/۱٪ آرگون، ۱/۹٪ نیتروژن و رگه‌هایی از اکسیژن آزاد، مونوکسید کربن، آب و متان می‌باشد. به دلیل وجود گرد و غبار بسیار در جو مریخ، آسمان آن از سطح مریخ به رنگ قهوه‌ای روشن و یا نارنجی مشاهده می‌شود [۹، ۱۳]. در سپتامبر سال ۲۰۱۴ میلادی، پس از آن که بررسی علمی ناسا لزوم حرکت کمتر و جستجوی بیشتر برای مقاصد زیست‌پذیر را اعلام کرد، کنجکاوی به مقصد علمی خود در قله شارپ^۷ رسید [۹].

مخاطرات پیش‌آمده برای کنجکاوی

مریخ‌نورد کنجکاوی نخستین مشکل بزرگ خود را در فوریه ۲۰۱۳ تجربه کرد. این اتفاق هنگامی رخ داد که یکی از

7. Mount Sharp

مأموریت‌های بدون سرنشین آتی مریخ

کاوشگر امید در سال ۲۰۲۰: این کاوشگر که توسط آژانس فضایی امارات متحده عربی در حال توسعه است، احتمالاً تا ژوئیه سال ۲۰۲۱ میلادی اولین آزمایش‌های خود را پشت سر خواهد گذاشت [۱]. امارات متحده عربی با کاوشگر امید به نهمین کشوری تبدیل می‌شود که موفق به فرستادن کاوشگر به مریخ می‌شود. زمان‌بندی مأموریت امید با پنج‌همین سالگرد تأسیس این کشور همزمان خواهد بود. همچنین با انجام این مأموریت، امارات متحده عربی به اولین کشور اسلامی تبدیل خواهد شد که موفق به ارسال کاوشگری به مریخ می‌شود. آژانس فضایی امارات متحده عربی، هدف کاوشگر امید را بررسی جو مریخ و دلیل از بین رفتن آن اعلام کرده است.

کاوشگر مریخ ۲۰۲۰: این کاوشگر ناسا با هدف بررسی اختر زیست‌شناسانه، شرایط محیطی مریخ را خواهد سنجید. کاوشگر مریخ ۲۰۲۰، نمونه‌های سنگی، مواد معدنی و مواد دیگر مریخ را جمع‌آوری می‌کند و به وسیله مأموریت‌های آینده به زمین برمی‌گرداند. برنامه‌ریزی شده که این مریخ‌نورد در ژوئیه سال ۲۰۲۰ میلادی به مریخ فرستاده شود [۱].

مریخ‌نورد اگزومارس ۲۰۲۰: بخشی از مأموریت اگزومارس است که با همکاری آژانس فضایی اروپا و سازمان فضایی فدرال روسیه (روس کاسموس) انجام می‌شود. هدف مریخ‌نورد اگزومارس، جستجوی شواهدی از حیات در گذشته و همچنین زمان حال مریخ در طی یک مأموریت ۶ ماهه است. این مأموریت قرار بود که در سال ۲۰۱۸ میلادی راه‌اندازی شود، اما به دلیل تأخیر در ساخت مریخ‌نورد، تا ژوئیه ۲۰۲۰ میلادی به تعویق افتاده است [۱].

مأموریت مرکز ملی علوم فضایی چین: این مأموریت بین سیاره‌ای چین در تابستان سال ۲۰۲۰ میلادی به فضا فرستاده می‌شود. این مأموریت شامل یک مدارگرد، یک فرودگر و یک مریخ‌نورد است. همچنین، این مأموریت می‌خواهد تکنولوژی‌های لازم برای بازگشت نمونه‌های مریخ را آزمایش کند [۱].

میکرو ماهواره ترارترز مریخ ۲۰۲۰: این مأموریت مشترک با همکاری مؤسسه ملی تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات ژاپن (NICT) و آزمایشگاه سیستم‌های فضایی هوشمند در دانشگاه توکیو انجام می‌شود. سنسورهای میکرو ماهواره ترارترز به سطح مریخ فرستاده می‌شوند تا نسبت ایزوتوپ‌های اکسیژن را اندازه‌گیری کنند و به درک بهتر واکنش‌های شیمیایی در جو مریخ کمک می‌کنند [۱].

مأموریت مانگالیان ۲: مأموریتی است که توسط سازمان تحقیقات فضایی هند انجام می‌گیرد و قرار است که شامل یک مدارگرد، فرودگر و یک مریخ‌نورد باشد. مانگالیان ۲ بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲ میلادی آغاز می‌شود [۱].

مأموریت اکتشافات اقمار مریخ: ژاپن قصد دارد در سال ۲۰۲۴ میلادی، یک فضاپیما را به بزرگ‌ترین قمر مریخ، فوبوس بفرستد. این کاوشگر رباتیک قرار است که برای اولین بار نمونه‌هایی از فوبوس را به زمین برگرداند. همچنین، مأموریت اکتشاف اقمار مریخ به بررسی ماهیت قمر کوچک‌تر مریخ، دیموس خواهد پرداخت و با انجام گذرهای نزدیک آب و هوای مریخ را نیز بررسی می‌کند. فضاییمای اکتشافات اقمار مریخ قرار است که تا سال ۲۰۲۹ میلادی، نمونه‌هایی را که جمع‌آوری کرده به زمین برگرداند [۱].

برادر دوقلوی کنجکاوی: ناسا قصد دارد تا سال ۲۰۲۰ مریخ‌نورد دیگری را با الگوبرداری از مریخ‌نورد کنجکاوی طراحی و راهی سیاره سرخ کند. کنجکاوی ۲ دارای تجهیزات به‌روزی خواهد بود که از آن میان می‌توان به سپرکام^۱ اشاره کرد. این ابردوربین مجهز به پرتو لیزری سبز رنگی خواهد بود که ترکیب یک صخره را از جمله این که حاوی مواد آلی است یا خیر، تعیین می‌کند. این دوربین دارای تفکیک‌پذیری بالا، امکان مشاهده یک تار موی انسان را از فاصله نسبتاً دور فراهم می‌کند. همچنین، برادر کنجکاوی دارای ابزاری به نام PIXL است که از پرتو اشعه ایکس برای اسکن کردن دقیق مواد شیمیایی سازنده یک صخره استفاده می‌کند و به دنبال علائم زیستی بالقوه خواهد گشت. افزون بر این، کنجکاوی ۲ مجهز به سیستم راداری نفوذکننده به زمین خواهد بود که RIMFAX نام دارد و زیر سطح مریخ را برای جستجوی آب زیرزمینی یا دیگر سازه‌های جغرافیایی جالب کاوش خواهد کرد. همچنین، دریل کنجکاوی ۲ اعماق زیر سطح مریخ را حفاری می‌کند، جایی که برخی از دانشمندان معتقدند میکروب‌ها احتمالاً امروزه در آنجا زندگی می‌کنند. ابزاری به نام MOXIE نیز از الکتروسیسته برای جداسازی دی‌اکسیدکربن به اکسیژن تازه و قابل‌تنفس و همچنین منواکسیدکربن استفاده می‌کند. در طول مأموریت، هدف این ابزار تولید ۲۰ گرم اکسیژن در ساعت به مدت ۵۰ ساعت است. با پرتاب این کاوشگر در سال ۲۰۲۰ به فضا، ناسا گام‌هایی را برای هموار کردن مأموریت سرنشین‌دار نهایی به مریخ بر خواهد داشت. کنجکاوی جدید نصف وزن کنجکاوی کنونی را خواهد داشت و می‌تواند بیش از ۳۰ نمونه‌موردی را در خود ذخیره کند.

قرار گرفت. در ادامه، آینده سفرهای با سرنشین و بدون سرنشین مریخ مطالعه شد. به نظر می‌رسد که با توجه به مخاطرات و چالش‌های زیاد سفرهای سرنشین‌دار فضایی، ربات‌ها اولین ساکنان دائمی سیاره سرخ است و هوش مصنوعی پیش از انسان‌ها به این سیاره مهاجرت کند. هدف نهایی ناسا ارسال مأموریت سرنشین‌دار در دهه ۲۰۳۰ اعلام شده است که احتمالاً با همکاری دیگری سازمان‌های فضایی دنیا انجام خواهد گرفت.

مراجع

- [۱] کریمی، فرید، «نگاهی به تاریخچه اکتشافات در مریخ، مقصد مطلوب بشر»، مهر ماه ۱۳۹۷.
- Available, [on line]: <https://www.zoomit.ir/2018/10/1/287471/history-of-mars-missions/>
- [2] Available, [on line]: [https://www.asriran.com/fa/news/358260/October 2014](https://www.asriran.com/fa/news/358260/October%202014).
- [3] Lele, A., *Mars missions: Past, present and future*, Mission Mars. Springer, New Delhi, 2014, pp. 85-92.
- [4] Available, [on line]: https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_2.
- [5] Available, [on line]: <http://www.rtve.es/noticias/20131226/mars-express-cumple-diez-anosmarte/832620.shtml>.
- [6] Available, [on line]: <https://news.nationalgeographic.com/news/2014/09/140919-mars-maven-nasa-space-missions-science-ngspace/>.
- [7] Available, [on line]: <https://www.yjc.ir/fa/news/6743322/>. November 2018.
- [8] Wray, James J., "Gale crater: the Mars Science Laboratory / Curiosity rover landing site," *International Journal of Astrobiology*, vol. 12, No. 1, 2013, pp. 25-38.
- [۹] خسروی، ت.، «مریخ‌نورد کنجکاوی؛ گشت و گذاری در مریخ به دنبال نشانه‌های حیات!»، دی‌ماه ۱۳۹۶.
- Available, [on line]: <https://techrato.com/2018/02/09/curiosity-mars-rover>.
- [۱۰] شیرخورشیدی، آ.، «۱۰ نکته شگفت‌انگیز از مریخ‌نورد کنجکاوی به روایت تصویر به مناسبت اولین سالگرد فرود موفقیت‌آمیز بر روی سیاره سرخ»، مرداد ماه ۱۳۹۲.
- Available, [on line]: <https://www.zoomit.ir/2013/8/14/6447/curiosity-10-greatest-hits/>
- [11] Available, [on line]: <https://archives.sfoxaminer.com/sanfrancisco/nasa-rover-curiosity-makes-historic-mars-landing-beams-back-photos/Content?oid=2202255>.
- [12] Tzafestas, S.G., "The World of Robots", In: *Roboethics. Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering*, Springer, Cham, Vol. 79, 2016, pp. 35-64.

با این حال، هنوز طرح‌های ثابتی درباره چگونگی بازگرداندن این نمونه‌موردی‌ها به زمین وجود ندارند. اما، برادر کنجکاوی شاید شروع خوبی برای انجام چنین مرحله مهمی از تاریخ علم باشد [۱۵].

مأموریت‌های سرنشین‌دار آتی مریخ

ارسال ربات‌ها به مریخ با مشکلات و مخاطرات فراوانی روبرو است. واضح است که ارسال انسان به مریخ پیچیدگی‌ها و مخاطرات بیشتری به همراه خواهد داشت. دورترین مکانی که تا به حال فضا‌نورد به آنجا رفته است، ماه می‌باشد که تنها ۳۸۶ هزار کیلومتر با زمین فاصله دارد. اما مریخ ۵۴ میلیون کیلومتر از زمین فاصله دارد و سفر به آنجا در بهترین حالت، یعنی زمانی که زمین و مریخ در مدارهای بیضوی خود به دور خورشید با هم تراز شوند، بین ۶ تا ۸ ماه طول می‌کشد. چالش دیگر این است که هنوز موشک‌های آنچنان قدرتمندی در اختیار نیست که بتوانند تمامی آذوقه و تجهیزات لازم برای فضا‌نوردان را در سفری چندساله به فضا برایشان ارسال کنند. موضوع دیگر این‌که هنوز تکنولوژی آنچنان قدرتمندی در دسترس نیست که بتواند چنین فضاپیماهای سنگینی را سالم روی مریخ فرود بیاورد [۱].

حل همه چالش‌های مذکور برای مهندسان امکان‌پذیر است، اما هزینه آن بسیار زیاد است. تخمین زده می‌شود که احتمالاً برای توسعه چنین فضاپیمایی، نیاز به ۵۰۰ میلیارد دلار است. ناسا در حال توسعه موشکی است که روی کاغذ توان بردن انسان به مریخ را دارد، اما بودجه کافی به این پروژه تعلق نگرفته است. علاوه بر این، مسائل دیگری هم در میان است که با پول حل نمی‌شوند که از جمله می‌توان به چالش‌های روانی سفر به مریخ، طولانی بودن سفر به مریخ و عوارض ناشی از آن اشاره کرد [۱]. با همه این‌ها ناسا همچنین هدف نهایی خود را ارسال مأموریت سرنشین‌دار در دهه ۲۰۳۰ اعلام کرده است که احتمالاً با همکاری دیگری سازمان‌های فضایی دنیا انجام خواهد شد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله به تلاش‌های دانشمندان در راستای مسکونی نمودن کرات دیگر و به طور خاص سیاره سرخ پرداختیم. ضمن مرور تمام مدارگردها و مریخ‌نوردهای ارسال شده از سال ۱۹۶۰ میلادی تاکنون، به موفق‌ترین و مؤثرترین تکنولوژی ارسال شده به مریخ یعنی ربات کنجکاوی پرداختیم. مأموریت، ویژگی‌ها، مخاطرات و دستاوردهایش به طور دقیق مورد بررسی

17834/iranian-nasa-engineer-clipper-project /
[۱۵] «برادر دوقلوی کنجکاوی به مریخ می‌رود»، مرداد ماه ۱۳۹۳.
Available, [on line]: <https://www.isna.ir/news/93051104026>.

[13] Grotzinger, J. P., "Analysis of surface materials by the Curiosity Mars rover", Science, Vol. 341, 2013, pp. 1475-1475.

[۱۴] احدی، س.، «بابک فردوسی و پروژه «کلیپر» ناسا برای سفر به قمر مشتری»، بهمن ماه ۱۳۹۳.

Available, [on line]: <https://www.zoomit.ir/2015/2/18/>