

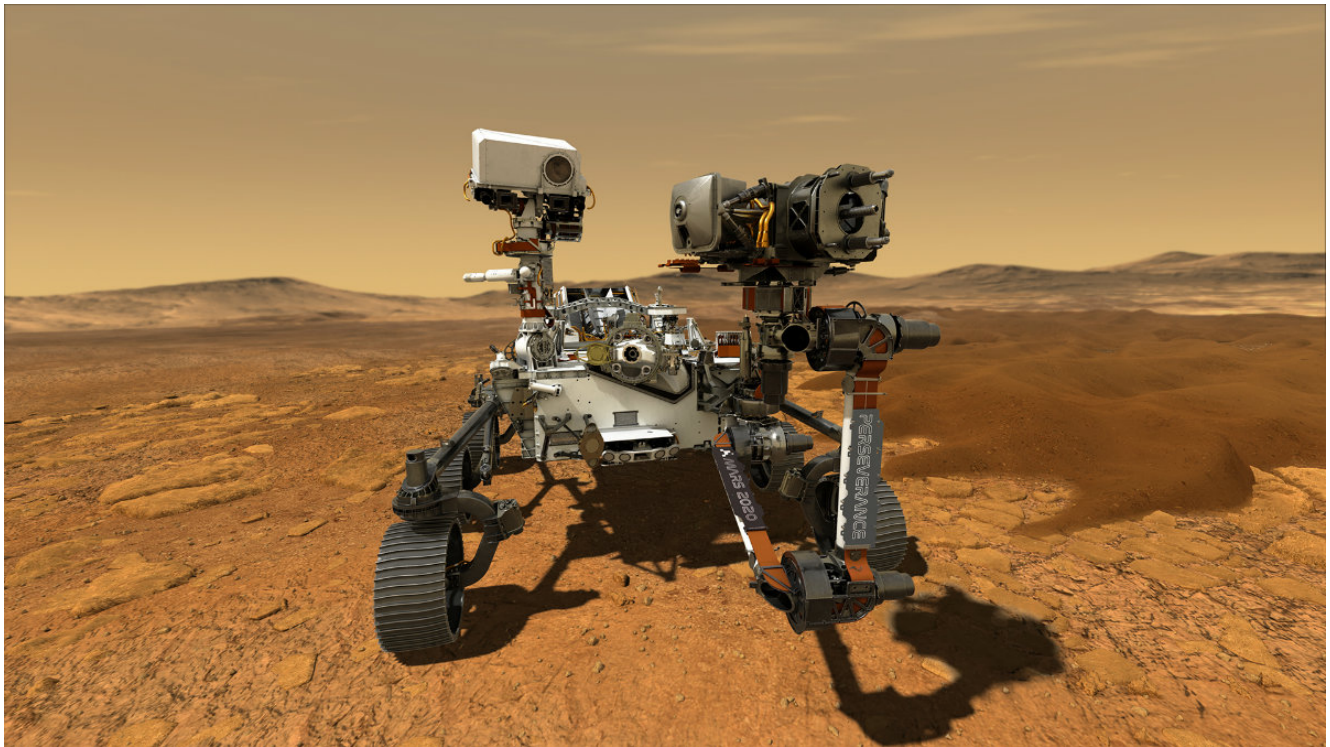
سیاره سرخ از نگاه مریخ‌نورد استقامت چه شکلی است؟ - دیجیاتو

شایان ضیایی | دوشنبه، ۱۸ اسفند ۱۳۹۹

هفت دقیقه وحشت اکنون به پایان رسیده است. چتر با موفقیت باز شد، موشک‌های Sky Crane به کار افتادند. «استقامت - Perseverance»، مریخ‌نوردی که توسط انسان‌ها طراحی شد تا در فاصله ۱۲۸ میلیون مایلی از زمین به پژوهش پردازد به سلامت روی سیاره سرخ فرود آمد. آخیش.

استقامت کوچولو اکنون چشم‌هایش را باز کرده و دارد نگاهی به اطراف می‌اندازد.

مریخ‌نورد ناسا ۲۳ دوربین روی خود جای داده، ۲۵ دوربین اگر دو دوربین تعبیه شده روی پهپاد هلیکوپتر را هم در نظر بگیریم. اکثر این دوربین‌ها به استقامت کمک خواهند کرد که با امنیت در اطراف حرکت کند. چند دوربین نگاهی بسیار دقیق به سنگ‌ها و شن‌های باستانی مریخ خواهند انداخت و به دنبال شواهدی از حیات در گذشته‌های دور می‌گردند. برخی از دوربین‌ها هم قادر به تشخیص رنگ و بافت‌ها با همان کیفیت چشم افرادی هستند که آن‌ها را ساخته‌اند. اما این دوربین‌ها چیزهایی بیشتر و چیزهایی کمتر نیز می‌بینند. دوربین‌های مریخ‌نورد می‌توانند رنگ‌هایی فراتر از آنچه چشم انسان می‌بیند و مغز انسان تحلیل می‌کند، متصور شوند. و با این حال، همچنان همین مغز انسان است که باید از تصاویری که دوربین‌ها به خانه می‌فرستند سر در آورد.

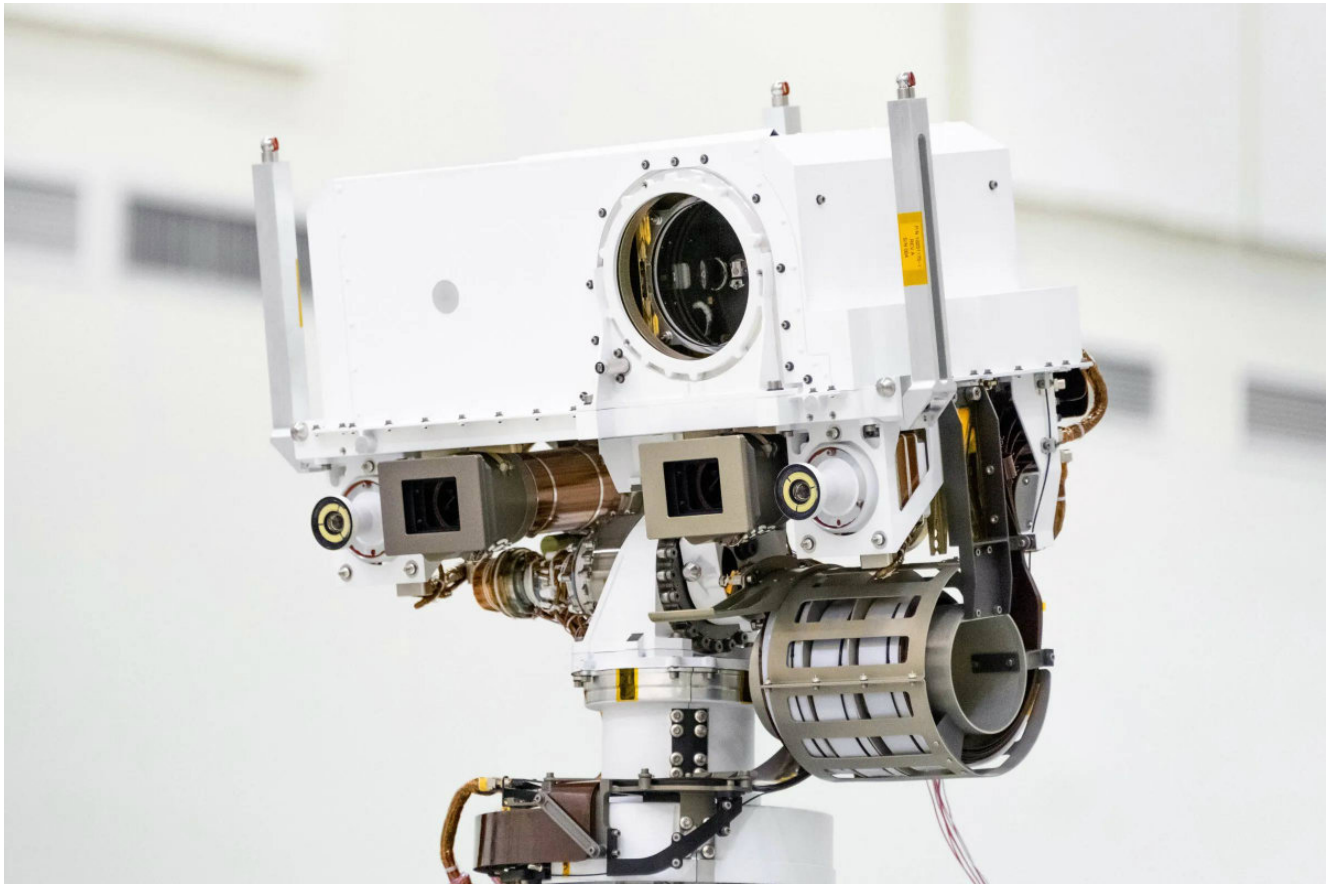


برای یافتن شواهدی از حیات، باید به جایی بروید که احتمالاً در زمانی نه‌چندان دور و نه‌چندان نزدیک قابل زندگی بوده است. در این مورد، ناسا به سراغ گودال Jezero رفته است. سه یا چهار میلیارد سال پیش، این گودال میزبان دریاچه‌ای کم‌عمق بوده که رسوب از دیواره‌هایش به پایین می‌ریخته است. امروز صخره‌های کناره گودال ۴۵ متر ارتفاع دارند، شکلی شیاره‌دار به خود گرفته‌اند و به خاطر پخش و خشک شدن رسوب‌های این دلتای باستانی، بسیار رنگارنگ شده‌اند.

تمام این رنگ‌ها، نوعی اینفوگرافی جغرافیایی هستند. این رنگ‌ها گذر زمان را نشان می‌دهند، لایه پشت لایه، روزگار پشت روزگار. این رنگ‌ها نشان‌دهنده اتفاقات شیمیایی نیز هستند. محققین ناسا دوربین‌ها را به سمت آن‌ها می‌چرخانند و می‌توانند تشخیص دهند که در حال مشاهده چه نوع موادی هستند و شاید حتی قادر به مشاهده جانوران مریخی که یک روز این رسوب‌ها را خانه می‌نامیده‌اند نیز باشند. «جیم بل»، محقق سیارات در دانشگاه آریزونا و کسی که تجسس تصاویر یکی از دوربین‌های مریخ‌نورد را برعهده دارد می‌گوید: «اگر سنگ‌های رسوبی در مریخ باشد که شواهدی از هرگونه بیوسفر باستانی را نشان‌مان دهد، آن‌ها را در اینجا خواهیم یافت. این سنگ‌ها باید اینجا باشند.»

محققین ناسا به دنبال این می‌گردند. اما این تنها چیزی نیست که مشاهده خواهند کرد. به خاطر اینکه برخی از آن رنگ‌های جالب در اینفوگرافیک ۵۰ متری مد نظرمان، نامرئی هستند. حداقل به چشم من و به چشم شما روی کره خاکی. رنگ‌ها زمانی به وجود می‌آیند که نور از روی یک چیز می‌جهد و وارد چشم انسان می‌شود. اما شرایط نوری در مریخ اندکی با شرایط نور روی زمین تفاوت دارد. چشمان استقامت‌قادر به مشاهده نوری هستند که چشم انسان نمی‌بیند: نوری از جنس اشعه ایکس مادون قرمز یا فرابنفش که بازتاب یافته‌اند. قواعد فیزیکی همان است، ادراک فرق می‌کند.

Mastcam-Z



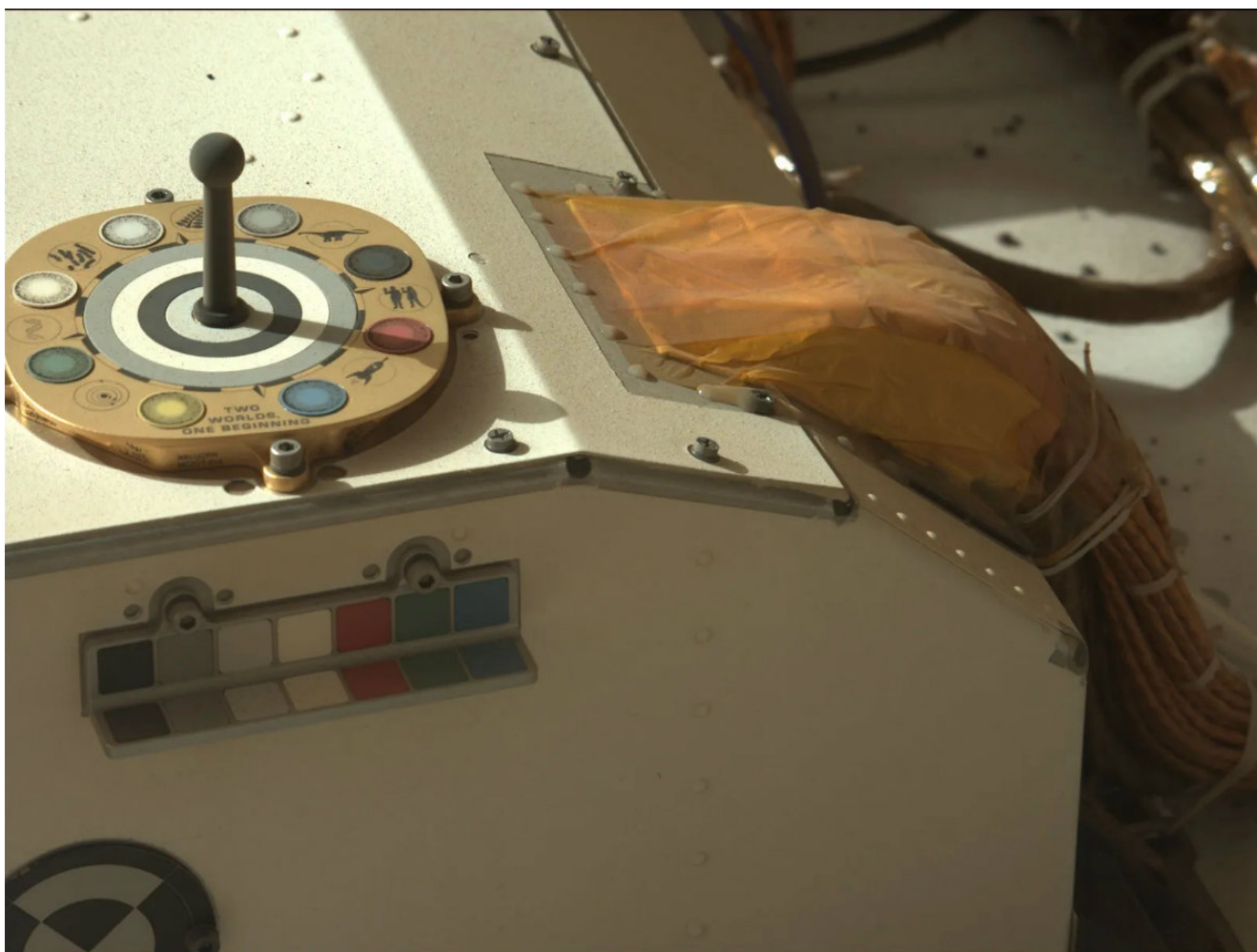
تیم بل مدیریت Mastcam-Z را برعهده دارد، یک جفت دوربین که بر بالای مریخ‌نورد استقامت سوار شده‌اند. Z مخفف Zoom است. «ملیسا رایس»، محقق سیارات در دانشگاه وسترن واشنگتن و یکی از اعضای پروژه مدیریت Mastcam-Z توضیح می‌دهد: «ما Mastcam-Z را برای مریخ‌نوردی توسعه دادیم که در آن زمان مشخص نبود به کدام نقطه از این سیاره می‌رود، بنابراین باید آن را با در نظرگیری تمام احتمالات طراحی می‌کردیم - نتیجه یک جفت چشم است که می‌توانند جغرافیای هر نقطه‌ای از مریخ را ضبط کنند.»

Mastcam-Z به صورت کلوزآپ قادر به مشاهده جزئیاتی با فواصل ۱ میلی‌متر است. از فاصله ۱۰۰ متری، این دوربین می‌تواند روی نقطه‌ای با عرض ۴ سانتی‌متر زوم کند. این یعنی توانایی‌هایی فراتر از چشم من و شما. دوربین مورد اشاره رنگ‌ها را نیز به صورت چندطیفی می‌بیند. به این ترتیب استقامت قادر به مشاهده طیف پهن‌بند مشهودی است که انسان‌ها می‌بینند و در عین حال انبوهی از طیف‌های باریک‌تر که دقیقاً رنگ نیستند را هم شناسایی می‌کند.

این دستاورد بزرگ از نظر ابربینایی، با سنسورهای تصویر استاندارد که توسط Kodak ساخته می‌شوند و شبیه به همان چیزهایی هستند که در موبایل شما وجود دارد حاصل شده است. فیلترها هستند که این دو دوربین را منحصر به فرد می‌کنند. در جلوی [دستگاه بارجفت‌شده](#) لایه‌ای از پیکسل‌ها قرار گرفته که می‌توانند رنگ‌های قرمز، سبز و آبی را ثبت کنند. یک شبکه دو در دو را

تصور کنید - مربع‌های بالایی آبی و سبز هستند، مربع‌های پایینی سبز و قرمز. حالا همین الگو را در یک موزاییک بزرگ تکرار کنید. به این می‌گویند «الگوی بایر» که ورژنی سیلیکونی از گیرنده‌های نوری سه‌رنگ موجود در چشم شما است.

مریخ و زمین غرق در نور خورشیدی یکسان هستند، آمیزه‌ای یکسان از نور در هر طول موج. اما در مریخ نور کمتری وجود دارد، زیرا فاصله این سیاره از خورشید دورتر است. و درحالی که زمین اتمسفری قطور و پر از بخار آب دارد که نور خورشید را بازتاب می‌دهد و می‌شکند، مریخ اتمسفر چندانی ندارد و پر شده از خاکی قرمز رنگ.



این یعنی در مریخ انبوهی از رنگ‌های قرمز و قهوه‌ای را مشاهده خواهید کرد. اما مشاهده مریخ نیازمند یک فیلتر ادراکی اضافه است. رایس می‌گوید: «ما داریم درباره تصاویری با رنگ‌های حقیقی صحبت می‌کنیم، شبیه به تصاویر رنگی که ما با کمترین میزان پردازش ثبت می‌کنیم. این یک ورژن از مریخ به چشم انسان است. اما چشم انسان به‌گونه‌ای تکامل یافته که به مناظر با شرایط نوری زمین نگاه می‌کند. اگر بخواهیم بفهمیم مریخ حقیقتاً به چشم انسان چه شکلی است، باید شرایط نوری زمین را در مناظر مریخی شبیه‌سازی کنیم.»

پس در طرف دیگر ماجرا، تیم پردازش تصویری که روی استقامت کار می‌کند، باید خروجی خالص مریخ‌نورد را برداشته و رنگ‌های مریخ را نسبت به رنگ‌های زمین تنظیم کند. یا اینکه تیم می‌تواند

به شبیه‌سازی برخورد طیف نورهای مریخ به اشیای مریخی پردازد. روش دوم ظاهری اندک متفاوت خواهد داشت، اما احتمالاً به آنچه انسان در مریخ می‌بیند شبیه‌تر باشد. (مشخص نیست یک موجود مریخی چه چیزی می‌بیند، اگر چنین موجودی چشم داشته باشد، آن چشمان به گونه‌ای تکامل می‌یابند که رنگ‌ها را زیر همان آسمان تشخیص دهند و مغزشان هم، خب، بیگانه خواهد بود).

اما رایس یک‌جورهایی هیچ اهمیتی به هیچ‌کدام از این مسائل نمی‌دهد. «برای من خروجی اصلاً بصری نیست. خروجی که من به آن علاقه دارم کمی است.» رایس می‌خواهد ببیند که با یک طول موج مشخص، چه میزان از نور توسط مواد موجود در سنگ‌ها جذب یا بازتاب داده می‌شود. این «مقدار بازتابندگی» می‌تواند به محققین بگوید که دارند دقیقاً به چه چیزی نگاه می‌کنند. فیلتر بایر در مقابل نوری که طول موج بالاتر از ۸۴۰ نانومتر داشته باشد، شفاف عمل می‌کند که می‌شود همان مادون قرمز. در مقابل این لایه، گردونه‌ای با مجموعه‌ای از فیلترهای دیگر وجود دارد: کفایت رنگ‌های قابل مشاهده برای چشم انسان را بلاک کنید و یک دوربین مادون قرمز گیرتان می‌آید. به سراغ طول موج‌های باریک‌تر بروید و بسته به اینکه طول موج‌های مختلف نور مادون قرمز چقدر بازتاب می‌یابند، قادر به تمیز دادن انواع مختلف سنگ‌ها از یکدیگر خواهید بود.

در ازای قابلیت‌های گسترده Mastcam-Z، محدودیت‌هایی هم وجود دارد. رزولوشن این دوربین برای مشاهده بافت‌ها معرکه است - در ادامه بیشتر راجع به آن صحبت می‌کنیم - اما میدان دید حدوداً معادل تنها ۱۵ درجه است و پهنای باند آپلود استقامت هم باعث می‌شود روتر خانگی‌تان خنده‌اش بگیرد. فارغ از تمام تصاویر خارق‌العاده‌ای که استقامت به خانه خواهد فرستاد، این مریخ‌نورد در واقع قادر به مشاهده چیزهای زیادی نیست، حداقل نه به صورت یک‌جا. تمام این دستاوردها در گلوگاه تکنولوژی و مسافت قرار می‌گیرد.

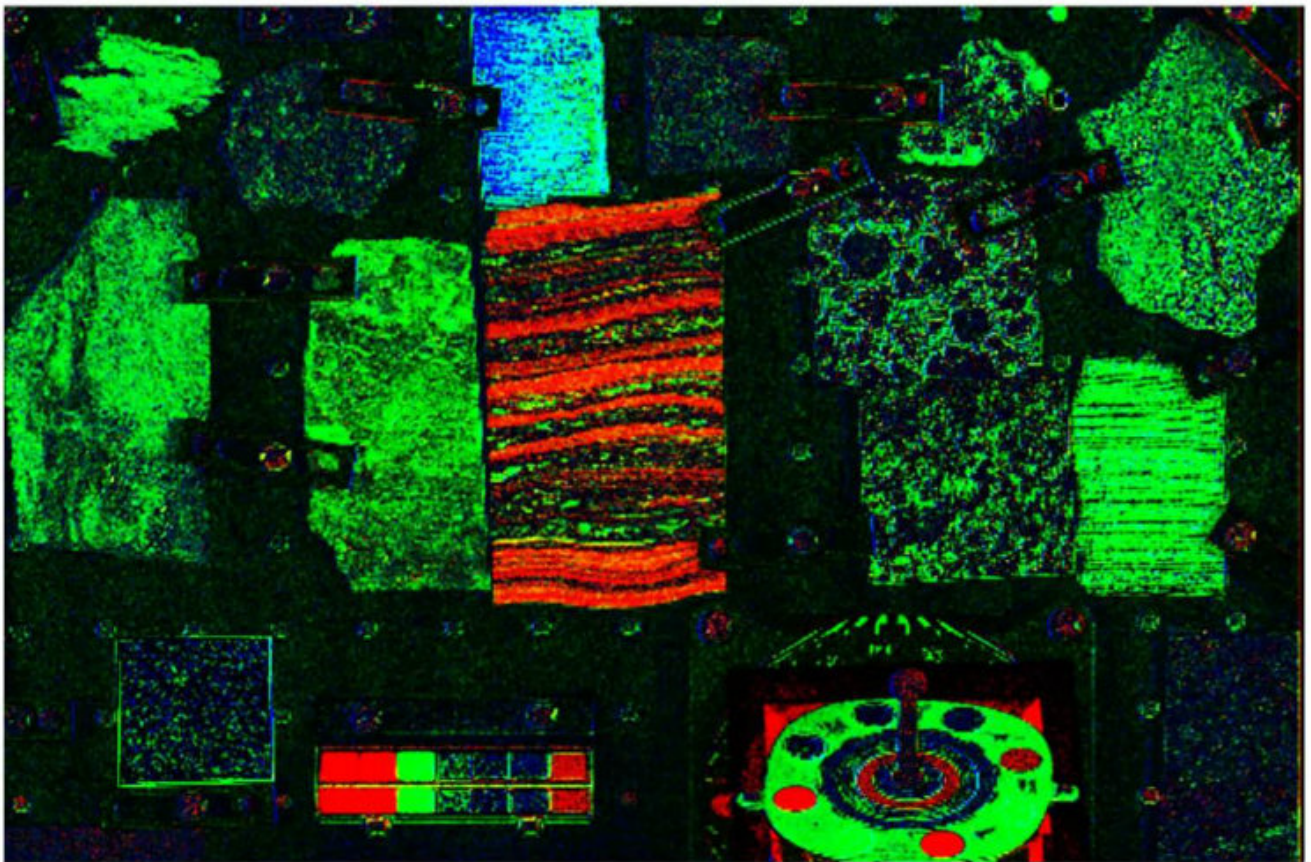
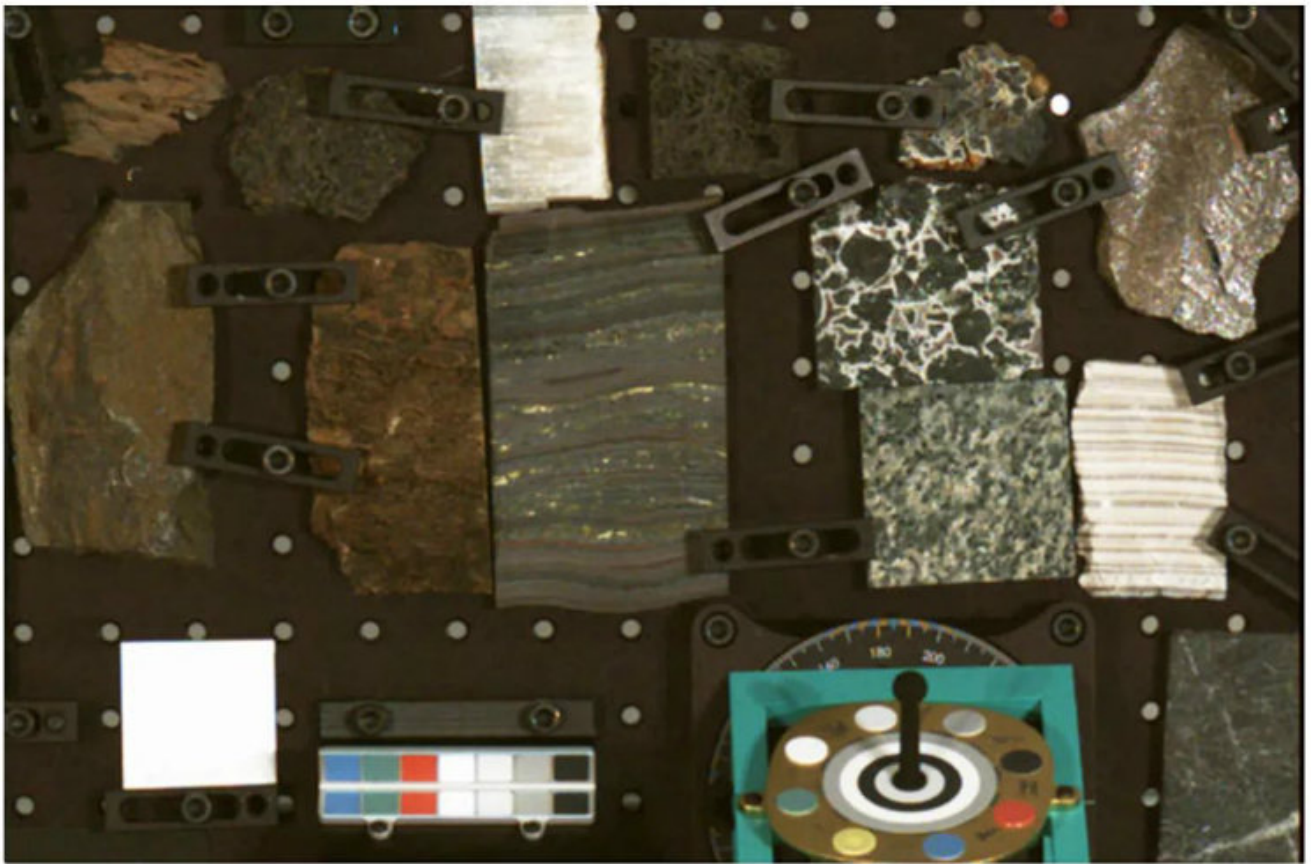


باریک بودن میدان دید مریخ‌نورد به این معناست که محققان قادر به مشاهده هرآنچه که امیدوار به دیدنش هستند نخواهند بود. بل و تیم او هنگام شبیه‌سازی عملکرد دوربین و ربات در صحرای کالیفرنیا، جنوبی، بخشی از این محدودیت‌ها را چشیدند. بل می‌گوید: «به عنوان یک شوخی اما در عین حال یک درس، همکاران من در جریان آزمایش‌های میدانی یک بار یک استخوان دایناسور را درست در مسیر مریخ‌نورد قرار دادند و ما خیلی راحت از کنار آن شدید [بدون اینکه متوجه وجودش شویم].»

برای شناسایی عناصر واقعی - و مهم‌تر از این، شناسایی اینکه کدام عناصر یک روز زیستگاه بوده‌اند - نیاز به رنگ‌هایی حتی بیشتر از این دارید. برخی از این رنگ‌ها حتی بیشتر از قبل از چشم پنهان باقی می‌مانند. اینجاست که طیف‌نمایی اشعه ایکس وارد میدان می‌شود.

به صورت خاص، تیمی که یکی از این سنسورها را روی بازوی استقامت تعبیه کرده - سنسور Planetary Instrument for X-Ray Lithochemistry یا به اختصار PIXL - می‌خواهد از نحوه شکل‌گیری موادی که بافتی ظریف دارند سر در بیاورد. به این صورت است که می‌توانید استروماتولیت‌ها، لایه‌های رسوبی که گنبد‌ها و فرورفتگی‌های خاص به خاطر وجود میکروب‌های زنده دارند را ببینید. استروماتولیت‌ها روی زمین حاوی شواهدی از نخستین جانوران روی کره خاکی بوده‌اند. حالا محققین استقامت امیدوارند که بتوان به همین شواهد روی مریخ نیز دست پیدا کرد.

مدیر تیم PIXL، یک زیست‌شناس نجومی و جغرافی‌دان میدانی به نام «ابگیل آلوود» است که قبلاً هم کاری مشابه انجام داده است. او از همین تکنولوژی روی تصاویر بسیار رزولوشن بالایی از لایه‌های رسوبی استفاده کرد تا شواهد نخستین گونه حیات روی زمین را در استرالیا بیابد. او سپس همین رویه را با لایه‌هایی رسوبی در گرینلند تکرار کرد که البته شواهدی از وجود حیات باستانی در آن‌ها نبود. انجام چنین کاری در جهان سرد و یخبندان گرینلند آسان نبود و در مریخ سخت‌تر هم خواهد بود.



اشعه‌های ایکس بخشی از همان طیف الکترومغناطیسی نورهایی هستند که چشم انسان می‌بیند، اما طول موج بسیار پایین‌تری دارند - حتی بیشتر از ماورای بنفش. تشعشعات یونیزه تنها زمانی که رنگی دیده خواهند شد که شما اهل کریپتون باشید. اشعه‌های ایکس باعث می‌شوند که نوع

متفاوتی از اتم‌ها فلورسان شوند و به طرق خاص از خود نور ساطع کنند. آلود می‌گوید: «ما اشعه‌های ایکس را می‌سازیم تا سنگ‌ها را در آن‌ها غرق کنیم و سپس از سیگنال به دست آمده برای پژوهش روی شیمی عناصر بهره می‌بریم.» و PIXL و بازوی استقامت هم یک نور سفید بسیار روشن دارند. آلود بار دیگر می‌گوید: «ایده روشن کردن جلوی دوربین، راهی بود برای اینکه سنگ‌ها آسان‌تر دیده شوند و علم شیمی را براساس بافت‌های واضح پیش ببریم. این کاریست که هیچوقت قبلاً در مریخ انجام نشده است.»

خروجی رنگی در ابتدا اندکی در دسرساز به نظر می‌رسد: حرارت و سرما روی لامپ‌ها تاثیر می‌گذاشتند. «در ابتدا سعی کردیم از ال‌ای‌دی‌های سفید استفاده کنیم، اما با تغییرات دما، همان سایه از رنگ سفید به صورت پایدار تولید نمی‌شد. بنابراین همان افرادی که دوربین را برای ما تامین کردند، ال‌ای‌دی‌های رنگی را نیز در اختیارمان گذاشتند.» این ال‌ای‌دی قرمز، سبز، و آبی بودند - همینطور ماورا بنفش. ترکیب این رنگ‌ها با یکدیگر باعث می‌شد یک نور سفید بهتر و پایدارتر حاصل شود.

«مکعب داده فراطیفی»

آلود امیدوار است اسکن‌های ریز PIXL نتایجی بزرگ به همراه آورند: یک نقشه مادون قرمز از ۶۰۰۰ نقطه با میدان دید بسیار محدود مریخ‌نورد و از هر نقطه نیز نتایج طیفی گوناگونی حاصل شود. او نام چنین نقشه‌ای را «مکعب داده فراطیفی» می‌نامد.

البته که مریخ‌نورد استقامت دوربین‌ها و تجهیزات دیگری هم دارد و اسکن‌هایی که به دنبال شواهدی از معنا در میان سنگ و کلوخ می‌گردند. درست در مجاورت PIXL، دستگاهی قرار گرفته که به شکلی کاملاً متفاوت به سنگ‌ها نگاه می‌کند. این دستگاه با شلیک لیزر به سمت سنگ‌ها، مولکول‌های آن‌ها را به جنبش و حرکت می‌دهد و به این کار طیف‌سنجی رامان می‌گویند. داده‌ای که استقامت جمع‌آوری خواهد کرد، فراطیفی خواهد بود و در عین حال چندوجهی هم هست. این اتفاقی است که با فرستادن یک ربات به سیاره‌ای دیگر رقم می‌خورد. تمام این تکنولوژی‌ها به شکلی همسو با یکدیگر کار می‌کنند.

[دیجیاتو](#)