

راز شکل‌گیری جهان در دل گوی‌های آتشین!

شهاب‌سنگ‌ها، سنگ‌های فضایی هستند که داستان شکل‌گیری منظومه شمسی را تعریف می‌کنند و به ما در تعیین سن جهان کمک کرده‌اند.



شهاب سنگ ها، سنگ های فضایی هستند که داستان شکل گیری منظومه شمسی را تعریف می کنند و به ما در تعیین سن جهان کمک کرده اند.

به گزارش ایسنا، شهاب سنگ ها، سنگ های فضایی هستند که روی سطح زمین می افتند. شهاب سنگ ها آخرین مرحله از زندگی این نوع سنگ های فضایی به شمار می روند. آنها توده هایی از سنگ یا فلز هستند که به دور خورشید می چرخند. هنگامی که شهاب سنگ ها به جو زمین برخورد می کنند، گازهای اطراف آنها برای مدت کوتاهی مانند ستاره های در حال پرتاب شدن می درخشند. اگرچه بیشتر شهاب سنگ ها در جو زمین می سوزند و متلاشی می شوند اما بسیاری از این سنگ های فضایی نیز به سطح زمین می رسند.

ذرات گرد و غبار موسوم به «ریزشهاب سنگ ها» (۹۹ Micrometeorites) درصد از زباله های فضایی را تشکیل می دهند که هر روز روی سطح زمین می افتند. با وجود این، برخی از شهاب سنگ ها به اندازه تخته سنگ هستند. یکی از شهاب سنگ های بزرگی که تاکنون روی زمین یافت شده، شهاب سنگ «هوبا» (Hoba) است که در سال ۱۹۲۰ در نامیبیا کشف شد. شهاب سنگ هوبا تقریباً ۵۴ هزار کیلوگرم وزن داشت و آن قدر بزرگ و سنگین بود که جابه جا نشد.

شهاب سنگ هوبا

بیشتر شهاب سنگ ها بسیار شبیه به سنگ هایی هستند که روی زمین یافت می شوند؛ با این تفاوت که شهاب سنگ ها معمولاً نمای بیرونی تیره و سوخته دارند. این نمای بیرونی زمانی شکل می گیرد که اصطکاک جو باعث ذوب شدن شهاب سنگ در برخورد با زمین می شود. این فرآیند که به عنوان «فرسایش حرارتی» (Thermal Ablation) شناخته می شود، می تواند یک سطح زبر یا صاف به شهاب سنگ ها بدهد.

ریزشهاب سنگ ها، ۹۹ درصد از زباله های فضایی را تشکیل می دهند که هر روز روی سطح زمین می افتند. فرسایش حرارتی، این بافت های متفاوت را با توجه به مواد شیمیایی متفاوت موجود در شهاب سنگ ایجاد می کند. شهاب سنگ ها در جو تمام سیارات و قمرهای منظومه شمسی ما سقوط می کنند. برخی از سیارات و قمرها، جو مورد نیاز را برای درهم شکستن شهاب سنگ ها ندارند و در نتیجه، شهاب سنگ های بزرگی به وجود می آیند. شهاب سنگ های بزرگ تر، دهانه های برخوردی عمیق تر و گردتری را ایجاد می کنند که می توان آنها را در سراسر ماه، عطارد و مریخ یافت.

نخستین شهاب سنگ در یک سیاره دیگر در سال ۲۰۰۵ توسط مریخ نورد «فرصت» (Opportunity) ناسا در سیاره مریخ یافت شد. مریخ نورد «کنجکاوی» (Curiosity) در سال ۲۰۱۴، شهاب سنگی را کشف کرد که دو متر عرض داشت و به بزرگترین شهاب سنگی تبدیل شد که تا آن زمان در مریخ کشف شده بود.

شهاب سنگ ها داستان شکل گیری منظومه شمسی را تعریف می کنند

درباره شکل گیری منظومه شمسی، سرنخ هایی وجود دارند که نشان می دهند چقدر زمان برده تا سحابی سیاره ای، به شکل یک قرص منقبض شود و گاز از آن خارج شود. این سرنخ ها از بررسی کردن سحابی های پیش سیاره ای در اطراف پیش ستاره ها و با فرض اینکه سحابی پیش سیاره ای ما تقریباً به همین شکل عمل کرده است، به دست می آیند.

وقتی صحبت از تشکیل شدن سیارات به میان می آید، شهاب سنگ ها نشانگر مهمی از زمان هستند. شهاب سنگ ها از منابع گوناگونی مانند ماه، مریخ و سیارک ها می آیند. این واقعیت که ما می توانیم سن شهاب سنگ ها را از قدمت عنصر رادیوایزوتوپ تعیین کنیم، به این معناست که می توانیم ویژگی های شهاب سنگ ها را مورد بررسی قرار دهیم تا بفهمیم هنگام شکل گیری آنها چه اتفاقی افتاده است. بدین ترتیب، شهاب سنگ ها به ما کمک می کنند تا با محدود کردن فرآیندهای مختلف، جدول زمانی شکل گیری سیارات را فراهم کنیم.

قدیمی ترین شهاب سنگ های منظومه شمسی

شاید بهتر باشد که صحبت را با برخی از قدیمی ترین شهاب سنگ های منظومه شمسی آغاز کنیم. این شهاب سنگ های قدیمی، «کندریت ها» (Chondrites) هستند. کندریت ها بسیار بکر هستند و از زمان شکل گیری، زیاد ذوب نشده اند یا تغییر زیادی نکرده اند. سشت ماتیس، کندریت ها از معانات اولیه در قاص، سش، سباه ای ساخته شده است.

کندریت ها به دلیل ویژگی غیرمعمولی که دارند، این طور نام گذاری شده اند. این ویژگی غیرمعمول، وجود «کندرول» (Chondrule) است. کندرول، به دانه های گردی گفته می شود که در کندریت ها وجود دارند. کندرول ها اجزای کوچک، گرد و صخره ای هستند که اندازه آنها به حدود یک میکرومتر تا یک سانتی متر می رسد. آنها پیش از اینکه در سیاره های کوچک مادر شهاب سنگ های کندرول، تشکلا، شهند، به صورت قطرات مذاب در فضا شکلا، گفتند.

کندرول ها احتمالاً نوعی رویداد گرمایش ناگهانی را تجربه کرده اند تا به این شکل مذاب درآیند و سپس، در حباب های کروی منجمد شوند. دانشمندان به طور قطعی نمی دانند که چه چیزی باعث این گرمایش ناگهانی شده است. فرضیه های پیشنهادی

شامل برخورد بین سیاره های مذاب، شوک گرمایشی یا حتی صاعقه سحابی هستند. قدیمی ترین اذخال های غنی از کلسیم و آلومینیوم که تاکنون پیدا شده اند، در کندریتی به نام «آلنده» (Allende) موجود هستند.

شهاب سنگ های کندریتی حاوی قدیمی ترین عناصر منظومه شمسی هستند. یکی دیگر از ویژگی های مهم آنها داشتن «اذخال های غنی از کلسیم و آلومینیوم» (CAIs) است. این مواد، کانی هایی هستند که جزو نخستین میعانات در قرص پیش سیاره ای بودند. برخی از آنها حتی تا سه میلیون سال پیش از کندرول ها تشکیل شده اند. قدیمی ترین اذخال های غنی از کلسیم و آلومینیوم که تاکنون پیدا شده اند، در کندریتی به نام «آلنده» (Allende) موجود هستند. زمانی که شهاب سنگ ها روی زمین یافت می شوند، نام آنها براساس مکانی انتخاب می شود که در آن پیدا شده اند و شهاب سنگ آلنده نیز در آلنده، مکزیک پیدا شده است. اذخال های غنی از کلسیم و آلومینیوم در آلنده ۴.۵۶۷ میلیارد سال قدمت دارند.

خورشید و قرص پیش سیاره ای

شهاب سنگ ها سرخ مهم دیگری را نیز در اختیار ما قرار می دهند و آن این است که خورشید و قرص پیش سیاره ای تقریباً در یک زمان تشکیل شده اند. خورشید، ترکیبی مشابه شهاب سنگ ها دارد. این بدان معناست که اگر هیدروژن و هلیوم خورشید را کنار بگذارید، بقیه ترکیبات خورشید کاملاً شبیه به ترکیب بکر ترین شهاب سنگ های منظومه شمسی هستند. بکرترین شهاب سنگ های منظومه شمسی، دسته ای از کندریت ها هستند که «کندریت های سی ۱» (C1 chondrites) نامیده می شوند.

اگر بخواهیم ترکیب خورشید را با ترکیب کندریت های سی ۱ مقایسه کنیم، عناصر فرار مانند نیتروژن، کربن، اکسیژن و هیدروژن به مرور زمان در کندریت ها از بین می روند و به آنها غلظت کمتری نسبت به خورشید می دهند. هلیوم و سایر گازهای نجیب سبک نیز در شهاب سنگ ها گم می شوند زیرا ترجیحاً هنگام گرم شدن اجزای اصلی شهاب سنگ فرار می کنند. به نظر می رسد که خورشید و قدیمی ترین شهاب سنگ ها از یک ماده و در یک زمان تشکیل شده اند و شهاب سنگ ها به ما می گویند که منظومه شمسی بیش از ۴.۵ میلیارد سال قدمت دارد.

از سوی دیگر، می دانیم که فتوسفر خورشید ترجیحاً لیتیوم را از دست داده است زیرا دمای بالای خورشید باعث می شود که از طریق برخورد با پروتون ها در دماهای بسیار بالا به هلیوم تبدیل شود. به نوعی، به نظر می رسد که این استثناها نشان می دهند خورشید از همان موادی ساخته شده است که قدیمی ترین شهاب سنگ ها را تشکیل می دهند.

بدین ترتیب، به نظر می رسد که خورشید و قدیمی ترین شهاب سنگ ها از یک ماده و در یک زمان تشکیل شده اند و شهاب سنگ ها به ما می گویند که منظومه شمسی بیش از ۴.۵ میلیارد سال قدمت دارد.

آیا مواد اصلی حیات از فضا به زمین رسیده اند؟

دانشمندان پیشتر سه مورد از پنج مولفه شیمیایی مورد نیاز برای تشکیل شدن DNA و RNA را در شهاب سنگ ها شناسایی کرده بودند. بررسی های جدید روی شهاب سنگ هایی که در آمریکا، کانادا و استرالیا فرود آمده اند، این تصور را تقویت می کند که چنین اجرامی ممکن است در اوایل تاریخ، مواد شیمیایی مورد نیاز برای ظهور حیات را به زمین رسانده باشند.

پژوهشگران «دانشگاه هوکایدو» (Hokkaido University) طی پژوهشی که در سال ۲۰۲۲ انجام شد، پس از تنظیم دقیق روش تجزیه و تحلیل شهاب سنگ ها، دو مولفه نهایی را شناسایی کردند.

«یاسوهیرو اوبا» (Yasuhiro Oba)، اخترشیمی دان دانشگاه هوکایدو و پژوهشگر ارشد این پروژه گفت: برخلاف پژوهش پیشین، روش های مورد استفاده ما این بار حساس تر بودند و از اسیدهای قوی یا مایع داغ برای استخراج این پنج مولفه که به عنوان «نوکلئوبازها» (Nucleobases) شناخته می شوند، استفاده نشد.

این پژوهش، در مجله «Nature Communications» به چاپ رسید.

تایید منشأ فرازمینی مجموعه کاملی از نوکلئوبازهای موجود در DNA و RNA، این نظریه را تایید می کند که شهاب سنگ ها می توانند منبع مهمی از ترکیبات آلی مورد نیاز برای ظهور نخستین موجودات زنده زمین بوده باشند. نوکلئوبازها، ترکیبات حاوی نیتروژن هستند که نقش بسیار مهمی را در تشکیل ساختار مارپیچ دوتایی DNA دارند. «دنی گلاوین» (Danny Glavin)، اخترزیست شناس «مرکز پروازهای فضایی گادرد» (GSFC) ناسا و از پژوهشگران این پروژه گفت: تایید منشأ فرازمینی مجموعه کاملی از نوکلئوبازهای موجود در DNA و RNA، این نظریه را تایید می کند که شهاب سنگ ها می توانند منبع مهمی از ترکیبات آلی مورد نیاز برای ظهور نخستین موجودات زنده زمین بوده باشند.

دانشمندان همواره به دنبال درک بهتر وقایعی بوده اند که روی زمین رخ داده اند و ترکیبات شیمیایی گوناگون را قادر ساخته اند تا در این محیط گردهم بیایند و میکروب زنده ای را تشکیل دهند که می تواند خود را بازتولید کند. پی بردن به نحوه تشکیل شدن DNA و RNA، نقطه عطف مهمی به شمار می رود زیرا این مولکول ها اساساً حاوی دستورالعمل هایی برای شکل گیری و عملکرد موجودات زنده هستند.

گلاوین ادامه داد: هنوز چیزهای زیادی برای یادگیری در مورد مراحل شیمیایی باقی مانده است که منجر به پیدایش حیات روی زمین شده اند و نخستین سیستم خودتکثیرشونده را تشکیل داده اند. این پژوهش مطمئناً مواردی را به فهرست ترکیبات شیمیایی مورد نیاز برای تشکیل شدن حیات در زمین اضافه خواهد کرد.

پژوهشگران در این پروژه، مواد موجود در سه شهاب سنگ را مورد بررسی قرار دادند که یکی از آنها در سال ۱۹۵۰ در نزدیکی شهر موری در ایالت کنتاکی آمریکا، یکی دیگر در سال ۱۹۶۹ در نزدیکی شهر مورچیسون استرالیا و سومی در سال ۲۰۰۰ در نزدیکی «دریاچه تاگیش» (Tagish Lake) استان بریتیش کلمبیا در کانادا فرود آمد.

هر سه شهاب سنگ به عنوان کندریت های کربنی طبقه بندی می شوند که از مواد سنگی ساخته شده اند و تصور بر این است

که در اوایل تاریخ منظومه شمسی شکل گرفته اند. آنها غنی از کربن هستند و کربن، مولفه اصلی در تشکیل شدن موجودات روی زمین است. گلاوین گفت: هر سه شهاب سنگ حاوی مخلوط بسیار پیچیده ای از مولکول های آلی هستند. پژوهشگران خاطرنشان کردند: دو نوکلئوباز به نام های «سیتوزین» (Cytosine) و «تیمین» (Thymine) که طی این پژوهش در شهاب سنگ ها شناسایی شدند، احتمالا در بررسی های پیشین نادیده گرفته شده بودند زیرا ساختار ظریف تری نسبت به سایر عناصر موجود در شهاب سنگ ها دارند.

پژوهش دیگری که در سال ۲۰۲۲ در دانشگاه «ام آی تی» (MIT) و «کالج سلطنتی لندن» (Imperial College London) انجام شد، نشان داد که گوی های بزرگ آتشین باستانی، حاوی کندریت کربن دار بوده اند که پتاسیم و روی را در بر داشته اند.

پتاسیم به تولید مایعات سلول کمک می کند و روی برای ایجاد DNA حیاتی است. پژوهشگران دریافتند که این سنگ های فضایی، ۱۰ درصد از سنگ های فضایی را تشکیل می دهند که هنگام تولد سیاره ما به آن برخورد کرده اند. ۹۰ درصد دیگر را مواد غیرکربنی منظومه شمسی داخلی تشکیل می دهند.

دکتر «نیکول نی» (Nicole Nie)، پژوهشگر ارشد این پروژه گفت: مطالعات ما نتایج یکدیگر را به روش های گوناگونی تکمیل و تأیید می کنند. در بین عناصر نسبتا فرار، پتاسیم کمترین قابلیت فرار بودن را دارد اما روی، یکی از فرارترین عناصر است.

شهاب سنگ ها در گذشته ۲۰ درصد پتاسیم و نیمی از روی زمین را تامین کردند. هر دوی آنها عناصر یا ترکیباتی هستند که فرار در نظر گرفته می شوند و در دماهای نسبتا پایین، از حالت جامد یا مایع به حالت بخار درمی آیند.

پروفسور «مارک رهکامپر» (Mark Rehkümper)، از پژوهشگران این پروژه گفت: داده های ما نشان می دهند که حدود نیمی از موجودی روی زمین، توسط مواد پرتاب شده از منظومه شمسی بیرونی و فراتر از مدار مشتری به زمین رسیده اند. براساس مدل های کنونی توسعه اولیه منظومه شمسی، این نتیجه کاملا غیرمنتظره بود.

پژوهش های پیشین نشان داده بودند که زمین تقریبا از مواد منظومه شمسی درونی تشکیل شده است. بنابراین، پژوهشگران استنباط کردند که منظومه شمسی درونی، منبع اصلی مواد شیمیایی فرار زمین است اما این پژوهش جدید، نخستین شواهدی را ارائه می دهد مبنی بر اینکه زمین تا حدودی از شهاب سنگ های کربنی پرتاب شده از سیارک ها در کمربند اصلی بیرونی تشکیل شده است.

رهکامپر گفت: مواد منظومه شمسی بیرونی، یک نقش حیاتی را در ایجاد مواد شیمیایی فرار زمین بر عهده داشتند. به نظر می رسد که بدون کمک مواد منظومه شمسی بیرونی، زمین مقدار بسیار کمتری از مواد فرار را نسبت به آنچه امروز می دانیم، داشت که آن را خشک تر می کردند و شاید دیگر قادر به تغذیه و حفظ حیات نبود.

این گروه پژوهشی، ۱۸ شهاب سنگ را مورد بررسی قرار دادند که ۱۱ نمونه از ناحیه درونی و بقیه از نواحی بیرونی آمده بودند. آنها فراوانی نسبی پنج شکل یا ایزوتوپ های متفاوت روی را اندازه گیری کردند. سپس، ردپای هر ایزوتوپ را با نمونه های زمینی مقایسه کردند تا بفهمند که این مواد چقدر به موجودی روی زمین کمک می کنند و نشان دادند که زمین فقط ۱۰ درصد از جرم خود را از اجرام کربنی گرفته است.

پژوهشگران دریافتند که مواد دارای غلظت بالایی از روی و سایر ترکیبات فرار نیز احتمالا در آب نسبتا فراوان هستند و می توانند سرنخ هایی را در مورد منشاء آب زمین داشته باشند.

شهاب سنگ ها و راز انتقال آب از فضا به زمین

در سال ۲۰۲۲، یک گروه پژوهشی از «مؤسسه ملی فناوری و استانداردها» (NIST) برای اینکه بفهمند آیا واقعا شهاب سنگ ها آب را از ماورای سیاره ما آورده اند یا خیر، روشی را برای استفاده همزمان از اشعه ایکس و تصویربرداری نوترونی ارائه کردند تا به مشاهده اجمالی درون یک شهاب سنگ بپردازند و مشخص کنند که چه رازی ممکن است برای میلیاردها سال پنهان شده باشد. این گروه پژوهشی گزارش دادند که روش جدید آنها می تواند حضور و توزیع مواد حامل هیدروژن را در شهاب سنگ ها آشکار کند و در نتیجه، حضور و عملکرد آب در منظومه شمسی اولیه را آشکار سازد. **هیدروژن موجود در یک شهاب سنگ احتمالا به این معنی است که شهاب سنگ زمانی حاوی یخ آب بوده است.**

این روش جدید که به عنوان «NXCT» شناخته می شود، اساسا یک سی تی اسکن ارتقا یافته است. درست همان طور که سی تی اسکن های تشخیصی به پزشکان کمک می کنند تا بدون عمل جراحی ببینند که در بدن چه می گذرد، اشعه ایکس و پرتوهای نوترونی که به قطعه شهاب سنگ شلیک می شوند، به طور ایمن نشان می دهند که شهاب سنگ چه انواعی از مواد معدنی و سایر عناصر یا ترکیبات را در خود جای داده است. هیدروژن موجود در یک شهاب سنگ احتمالا به این معنی است که شهاب سنگ زمانی حاوی یخ آب بوده است.

چیزی که پژوهشگران مؤسسه ملی فناوری و استانداردها به دنبال آن بودند، یکی از دو شکل آب بود. هیدروژن و اکسیژن برای ایجاد آب معمولی با هم ترکیب می شوند اما یک نوع آب سنگین نیز وجود دارد که هر اتم هیدروژن آن دارای یک نوترون اضافی است که آنها را به «دوتریوم» (Deuterium) تبدیل می کند. مقدار هر نوع آب در یک شهاب سنگ را می توان با سطوح هر دو نوع آب روی زمین مقایسه کرد.

در روش NXCT، اگر شواهدی از آب در شهاب سنگ ها یافت شود، تصاویر سه بعدی ایجاد شده پس از مشاهدات اولیه می توانند نحوه رسیدن آب به زمین را تعریف کنند.

این پژوهش، در مجله «Meteorites & Planetary Science» به چاپ رسید.

پژوهشی که در سال ۲۰۲۲ در «دانشگاه گلاسکو» (University of Glasgow) انجام شد، نشان داد که یک شهاب سنگ ۴.۶

میلیارد ساله، حاوی آب فرازمینی است و شواهد محکمی را مبنی بر این موضوع در بر دارد که ردپای آب روی زمین را می توان در سیارک های بیرون از منظومه شمسی جستجو کرد.

این شهاب سنگ نادر کربنی که «وینچکامب» (Winchcombe) نام دارد، در فوریه سال ۲۰۲۱ به یک مسیر ورودی پارکینگ در گلوسترشایر واقع در جنوب غربی انگلیس برخورد کرد و یک سال بعد، به موضوع پژوهش دانشگاه گلاسکو تبدیل شد. دکتر «اشلی کینگ» (Asley King)، از پژوهشگران این پروژه گفت: بررسی سریع وینچکامب نشان داد که این یکی از بکرترین شهاب سنگ های موجود برای تجزیه و تحلیل است و اطلاعات وسوسه انگیزی را در مورد ترکیب اصلی منظومه شمسی در ۴.۶ میلیارد سال پیش، به مرور زمان به دانشمندان ارائه می دهد.

این گروه پژوهشی، تصویربرداری دقیق و تجزیه و تحلیل شیمیایی را روی وینچکامب انجام دادند و دریافتند که تقریباً ۱۱ درصد از این شهاب سنگ حاوی آب فرازمینی است. بیشتر مواد تشکیل دهنده آن، مواد معدنی هستند که در طول واکنش های شیمیایی بین سیالات و سنگ ها در سیارک مادر در مراحل اولیه منظومه شمسی تشکیل شده اند. پژوهشگران وقتی نسبت ایزوتوپ های هیدروژن را در آب وینچکامب اندازه گیری کردند، متوجه شدند که این نسبت به ترکیب آب روی زمین شباهت زیادی دارد. ضمن این که قطعات این شهاب سنگ حاوی آمینواسیدهای فرازمینی ضروری برای شکل گیری حیات بودند.

نتایج بررسی این شهاب سنگ نشان دادند که سیارک های کربنی، یک نقش کلیدی در ارائه مواد لازم برای آغاز اقیانوس ها و حیات در زمین اولیه داشته اند. همچنین، این گروه پژوهشی دریافتند که وینچکامب از سطح یک سیارک در نزدیکی مشتری جدا شده و سپس طی یک میلیون سال گذشته، به تدریج به سوی زمین سفر کرده است. این پژوهش، در مجله «Science Advances» به چاپ رسید.

شهاب سنگ ها چگونه هنگام سقوط ذوب نمی شوند؟ گروهی از پژوهشگران آمریکایی در سال ۲۰۲۲، به بررسی این موضوع پرداختند که چرا شهاب سنگ ها با نزدیک شدن به جو زمین ذوب نمی شوند.

هنگامی که یک سیارک کوچک از فضا وارد جو زمین می شود، سطح آن به شدت گرم می شود و به ذوب شدن و تکه تکه شدن آن می انجامد. بنابراین، این که چرا سنگ های نزدیک به سطح زمین نجات می یابند و به عنوان شهاب سنگ باقی می مانند، تا حدودی یک معما بود. پژوهشگران آمریکایی در پژوهشی که در مورد سیارک «TC₂ ۲۰۰۸» انجام دادند، تلاش کردند تا این معما را حل کنند.

«پیتر جنیسکنز» (Peter Jenniskens)، ستاره شناس «موسسه ستی» (SETI Institute) و «مرکز تحقیقات ایمز» (NASA Ames) ناسا گفت: بیشتر شهاب سنگ ها، از سنگ هایی به اندازه گریپ فروت گرفته تا خودروهای کوچک تشکیل می شوند. سنگ های بزرگ آن قدر سریع نمی چرخند که گرما را پراکنده کنند. اکنون شواهدی داریم که نشان می دهند قسمت پشتی شهاب سنگ ها تا رسیدن به زمین باقی می ماند. اکنون شواهدی داریم که نشان می دهند قسمت پشتی شهاب سنگ ها تا رسیدن به زمین باقی می ماند.

در سال ۲۰۰۸، یک سیارک به اندازه شش متر در فضا شناسایی شد که TC₂ ۲۰۰۸ نام گرفت و بیش از ۲۰ ساعت پیش از برخورد با جو زمین ردیابی شد و شهاب سنگی درخشان را ایجاد کرد که بر فراز صحرای نویبه سودان متلاشی شد. این فروپاشی، بارانی از شهاب سنگ ها را پدید آورد. جنیسکنز با «معاویه شداد» (Muawia Shaddad)، استاد «دانشگاه خارطوم» (University of Khartoum) سودان و دانشجویان او همکاری کرد تا به بررسی این شهاب سنگ ها بپردازد. شداد گفت: دانشجویان ما در مجموعه ای از کمپین های جستجوی اختصاصی، بیش از ۶۰۰ شهاب سنگ را پیدا کردند که برخی از آنها به بزرگی یک مشت بودند اما اندازه بیشتر آنها بزرگ تر از یک ناخن نبود. ما مکان یافته شدن هر شهاب سنگ را ثبت کردیم.

پژوهشگران هنگام جستجوهای خود، با شگفتی متوجه شدند که شهاب سنگ های بزرگ تر، بیشتر از شهاب سنگ های کوچک تر پخش شده اند. آنها با همکاری پژوهشگران «پروژه ارزیابی تهدید سیارک ها» (ATAP) در مرکز تحقیقات ایمز ناسا، تصمیم به تحقیق گرفتند.

«دارل رابرتسون» (Darrel Robertson)، ستاره شناس نظری پروژه ارزیابی تهدید سیارک ها گفت: سیارک TC₂ ۲۰۰۸ از این نظر منحصر به فرد است که ما شکل و جهت سیارک را هنگام ورود به جو زمین می دانیم.

رابرتسون، یک مدل هیدرودینامیکی از ورود TC₂ ۲۰۰۸ به جو زمین ابداع کرد که نشان می داد سیارک چگونه ذوب و تجزیه می شود. از روشنایی شهاب سنگ و ابرهای غبار برای تنظیم ارتفاع پدیده های شناسایی شده در مدل استفاده شد. وی افزود: ما متوجه شدیم که این سیارک به دلیل سرعت بالای ورود، به یک موج نزدیک به خلاء در جو برخورد کرده است. نخستین تکه ها از کناره های سیارک آمدند و با سرعت نسبتاً کمی به زمین افتادند.

هنگام سقوط روی زمین، کوچکترین شهاب سنگ ها به زودی در اثر اصطکاک با جو متوقف شدند و در نزدیکی نواحی فروپاشی سقوط کردند. این در حالی بود که توقف شهاب سنگ های بزرگ تر، سخت تر بود و آنها در نواحی پایین تری سقوط کردند. در نتیجه، بیشتر شهاب سنگ ها، در امتداد یک نوار باریک به عرض یک کیلومتر در مسیر سیارک یافت شدند. رابرتسون گفت: این سیارک بیشتر و بیشتر ذوب شد تا اینکه قسمت باقیمانده به نقطه ای رسید که ناگهان سقوط کرد و به قطعات زیادی تقسیم شد. قطعات نهایی با سرعت نسبتاً بالاتری پرواز کردند. انواع مختلف شهاب سنگ به طور تصادفی روی زمین پخش شده اند.

بنابراین، پراکندگی آنها در سیارک اصلی نیز به طور تصادفی صورت گرفته است.

جنیسکنز گفت: بزرگترین شهاب سنگ های جدا شده از TC۳ ۲۰۰۸، بیشتر از شهاب سنگ های کوچک پخش شده اند. این بدان معناست که آنها از این فروپاشی نهایی سرچشمه گرفته اند. ما با توجه به جایی که آنها پیدا شدند، به این نتیجه رسیدیم که این قطعات، نسبتاً بزرگ باقی مانده اند.

پژوهشگران دریافتند که انواع مختلف شهاب سنگ به طور تصادفی روی زمین پخش شده اند. بنابراین، پراکندگی آنها در سیارک اصلی نیز به طور تصادفی صورت گرفته است. گودریچ گفت: این موضوع نشان می دهد که شهاب سنگ های دیگر از این نوع نیز اگرچه در مقیاس بسیار کوچک تری قرار دارند اما حاوی ترکیبات تصادفی هستند.

این پژوهش، در مجله «Meteoritics and Planetary Science» به چاپ رسید.

برخورد شهاب سنگ های بزرگ، رویدادهای فاجعه باری هستند که می توانند حیات را محو کنند. آنها شاید ترسناک باشند اما این تأثیرات می توانند نقش مهمی را در توسعه پوسته قاره ای که ما در آن زندگی می کنیم، ایفا کنند.