



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

سابقه فسیلی نیومکزیکو فصل آخر دایناسورها را پیچیده تر می کند

یک مطالعه Science سن Member Naashoibito در نیومکزیکو را به چند صد هزار سال پایانی پیش از برخورد سیارک محدود می کند. این مهم است چون بیشتر بهترین شواهد پایان کرتاسه از شمال می آیند. سابقه جنوبی جدید نشان می دهد غرب آمریکای شمالی نزدیک پایان هنوز فون های دایناسوری متمایز منطقه ای داشت، نه یک اجتماع یکنواخت و در حال محو شدن. این ثابت می کند همه اکوسیستم های دایناسوری جهان تا برخورد در شکوفایی بودند؛ نشان می دهد یک سابقه منطقه ای می تواند داستان جهانی را بیش از حد صاف کند.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality*, Andrew G. Flynn, Stephen L. Brusatte, Aflio Alessandro Chiarenza, Jorge Garcia-Giron, Adam J. Davis, C. Will Fenley IV, Caitlin E. Leslie, Ross Secord, Sarah Shelley, Anne Weil, Matthew T. Heizler, Thomas E. Williamson, and Daniel J. Peppe, Science ,390 404-400 (2025) · DOI: science.adw3282/1126.10

یک شاهد جنوبی نزدیک به پایان

داستان آخرین دایناسورها اغلب از دشت‌های بزرگ شمالی روایت می‌شود: Dakotas، Montana، جهان Creek، Hell آن سابقه آن‌قدر خوب است که آشنا شده، و آشنایی گاهی خودش را به جای کامل بودن جا می‌زند. فسیل‌ها یکنواخت توزیع نشده‌اند، چون تاریخ آن‌قدر مهربان نبوده که خودش را برای ما مرتب بایگانی کند.

یک مقاله جدید در Science یک شاهد جنوبی اضافه می‌کند. نویسندگان Member Naashoibito در حوضه Juan San نیومکزیکو را بررسی کردند؛ واحد سنگی فسیل‌داری که دهه‌ها درباره سنش بحث بوده است. اگر آن فسیل‌ها قدیمی‌تر بودند، درباره آخرین لحظات پیش از برخورد سیارک چیز زیادی نمی‌گفتند. اگر مربوط به اواخر بسیار نزدیک کرتاسه بودند، اهمیتشان بسیار بیشتر می‌شد.

پاسخ مقاله حالت دوم است. با استفاده از geochronology جدید و magnetostratigraphy تیم استدلال می‌کند افق‌های اصلی دایناسوردار Member Naashoibito در فاصله‌ای حدود ۳۴۰ هزار سال از مرز کرتاسه-پالئوژن قرار دارند. این دایناسورهای نیومکزیکو را آن‌قدر به پایان نزدیک می‌کند که در پرسش قدیمی سهم داشته باشند: آیا دایناسورها از قبل در افولی طولانی بودند، یا بسیاری از اکوسیستم‌ها هنگام رسیدن برخورد هنوز از نظر منطقه‌ای متنوع بودند؟

پاسخ دقیق «همه دایناسورها عالی بودند، بعد بوم» نیست. این جمله ریتم خوبی دارد و رفتار علمی بدی. پاسخ بهتر محدودتر و مفیدتر است: در غرب آمریکای شمالی، یک سابقه جنوبی با تاریخ‌گذاری خوب از تصویری پشتیبانی می‌کند که در آن فون‌های دیر هنگام دایناسوری همچنان از نظر منطقه‌ای متمایز بودند، نه یک اجتماع یکنواخت کم‌تنوع که همه‌جا هم‌زمان رو به محو شدن باشد.

همین کافی است. به کلاه بلندتری نیاز ندارد.



منطقه وحشی Bisti/De-Na-Zin در نیومکزیکو، چشم‌اندازی از badlands در منطقه گسترده‌تر حوضه Juan، San. تصویر فقط زمینه است، نه شاهی از مقاله Science: استدلال مطالعه بر لایه‌های فسیل‌دار تاریخ‌گذاری شده تکیه دارد، نه مناظر طبیعی.

«در فاصله ۳۴۰ هزار سال» اینجا یعنی چه؟

سنگ‌های که است این پرسش شده‌اند. تاریخ گذاری پیش سال میلیون ۶۶,۰۵۲ حدود کرتاسه-پالئوژن مرز و سیارک برخورد می‌گیرند. قرار کجا خط این به نسبت فسیل‌دار نویسندگان مستقیماً استخوان دایناسور را تاریخ گذاری نکردند و پرونده را بسته ندانستند. آن‌ها دانه‌های کافی آشفشانی، به‌ویژه sanidine، از ماسه‌سنگ‌های مقطع Naashoibito با $^{93}\text{Ar}/^{04}\text{Ar}$ تاریخ گذاری کردند و این تاریخ‌ها را با **magnetostratigraphy** ترکیب کردند: سابقه وارونگی‌های میدان مغناطیسی زمین که در سنگ‌ها ثبت می‌شود. خلاصه: یک نمونه حداکثر سن رسوب گذاری 87.66 ± 04.0 میلیون سال می‌دهد، نمونه دایناسوردار دیگری 38.66 ± 08.0 میلیون سال، و الگوی مغناطیسی بخش بالایی مقطع را در آخرین بازه قطبیت معکوس کرتاسه قرار می‌دهد. کنار هم، این محدودیت‌ها افق‌های اصلی دایناسوردار را بسیار نزدیک مرز می‌گذارند. ساعت زمین‌شناختی است، نه کرنومتر، اما آن قدر نزدیک است که بحث را تغییر دهد.

نویسندگان چه کردند

تیم دو نوع کار را ترکیب کرد که به هم نیاز دارند. نخست، سن Member Naashoibito را دقیق‌تر کردند. این واحد بالای سنگ‌های Campanian قدیمی‌تر و زیر سنگ‌های اوایل Paleocene قرار دارد، اما سن دقیقش محل اختلاف بوده: بعضی تفسیرهای قدیمی آن را حدود ۶۹-۷۰ میلیون سال پیش می‌گذاشتند، بعضی سن اواخر نهایی کرتاسه را پیشنهاد می‌کردند و چند ادعا حتی بخش‌هایی از سابقه Paleocene هل می‌دادند. نویسندگان مقاطع را اندازه گرفتند، از محل‌های دایناسوردار نمونه گرفتند، دانه‌های sanidine detrital را با روش $^{93}\text{Ar}/^{04}\text{Ar}$ تاریخ گذاری کردند و مقطع را به بازه‌های شناخته‌شده قطبیت مغناطیسی وصل کردند.

دوم، پرسیدند فون در بستر وسیع‌تر چگونه بود. داده‌های رخداد مهره‌داران خشکی و آب شیرین غرب آمریکای شمالی در Campanian، Maastrichtian و اوایل Paleocene را جمع کردند و با روش‌های بوم‌شناختی و زیست‌جغرافیایی آزمودند فون‌ها منطقه‌ای بودند یا یکنواخت. واژه کلیدی **provinciality** است: اینکه مناطق مختلف اجتماع‌های متمایز داشته باشند، نه همان جانوران در همه جا.

این مهم است چون یک نسخه از تاریخ دیرنگام دایناسورها می‌گوید غرب آمریکای شمالی در Maastrichtian همگن‌تر شد، با تفاوت‌های منطقه‌ای کمتر و فون جهان‌وطن‌تر. تصور یک سامانه یکنواخت‌تر و کم‌تنوع‌تر به‌عنوان سامانه‌ای آسیب‌پذیر پیش از سیارک آسان‌تر است. یک سامانه ساختارمند منطقه‌ای داستان دیگری می‌گوید.

چه پیدا کردند

تاریخ گذاری لولای نتیجه است. دو نمونه دایناسوردار Naashoibito محدودیت‌های Maastrichtian دیرنگام دارند. یک نمونه ماسه‌سنگ H08-Sand-08 حداکثر سن رسوب گذاری 87.66 ± 04.0 میلیون سال داد. نمونه‌ای از «34-Bone Site» که بخشی از اسکلت lambeosaurine hadrosaur دارد، حداکثر سن رسوب گذاری 38.66 ± 08.0 میلیون سال داد. در ترکیب با سابقه قطبیت مغناطیسی، نویسندگان افق‌های اصلی دایناسوردار Naashoibito را در فاصله حدود ۳۴۰ هزار سال از مرز K-Pg قرار می‌دهند.

این سابقه حوضه Juan San را تقریباً هم‌زمان با فون‌های معروف تر Creek Hell در شمال می‌کند. همچنین دایناسورهای Naashoibito را حدود ۷۰۰ هزار سال از فون نخستین Paleocene در Nacimiento جدا می‌کند، که مهم است چون هیچ کس نمی‌خواهد به اشتباه دایناسورهای غیرپرنده را آن سوی مرز انقراض قرار دهد. هم شلخته است، هم غلط.

نتیجه بوم‌شناختی نیه دیگر است. در بازه‌های اواخر کرتاسه که تحلیل کردند، نویسندگان شواهدی از دو bioprovince در غرب آمریکای شمالی یافتند. وقتی دایناسورها جداگانه تحلیل شدند، در تمام بازه‌های اواخر کرتاسه مطالعه به دو bioprovince تقسیم شدند. مقاله استدلال می‌کند این تفاوت‌های منطقه‌ای پیش از برخورد سیارک به یک فون یکنواخت واحد فروزینخته بودند.

عامل فقط خطی از شمال به جنوب نبود. تحلیل‌ها دما را عامل اصلی شکل‌دهنده این bioprovince در کرتاسه می‌دانند و جغرافیا نقش ثانویه داشت. مناطق جنوبی گرم‌تر شاید برای بعضی جانوران مانند sauropodها مناسب‌تر و مناطق شمالی خنک‌تر برای جانورانی مانند hadrosaurineها مناسب‌تر بوده باشند. نکته این نیست که هر استان سالم‌تر از دیگری بوده. نکته این است که نقشه اواخر کرتاسه هنوز ساختار داشت.

این مقاله چه چیزی را اثبات نمی‌کند

- اثبات نمی‌کند دایناسورها در همه‌جای زمین تا لحظه برخورد در حال شکوفایی بودند. نویسندگان صریحاً می‌گویند که تصویر هنوز عمدتاً آمریکای شمالی است.
- شواهد افول در بعضی گروه‌ها، مناطق یا تحلیل‌ها را پاک نمی‌کند. با داستان بیش‌ازحد صاف افول سراسر قاره مخالفت می‌کند، نه با هر نسخه ممکن از فشار پیش از انقراض.
- نشان نمی‌دهد سیارک بی‌اهمیت بوده است. برخورد همچنان رویداد اصلی مرز است؛ مقاله می‌پرسد چه نوع اکوسیستم‌هایی هدف قرار گرفتند.
- نیومکزیکو را به پنجره کامل کل سیاره تبدیل نمی‌کند. فقط یک داده جنوبی مهم را به سابقه‌ای اضافه می‌کند که محل‌های شمالی بر آن غالب بوده‌اند.
- «تا لحظه برخورد در حال شکوفایی» را تیترا امنی نمی‌کند. این گسترده‌ترین نسخه ادعاست، نه تمیزترین نتیجه.

قدرت شواهد چقدر است؟

برای سن‌افق‌های دایناسوردار، Naashoibito شواهد متن اصلی به اندازه کافی قوی‌اند که مهم باشند. نویسندگان تاریخ‌گذاری رادیوایزوتوپی دانه‌های sanidine detrital را با magnetostratigraphy ترکیب می‌کنند و تاریخ‌های کلیدی با تفسیر اواخر نهایی کرتاسه هم‌راستا هستند. مقاله مستقیماً به بحث قدیمی درباره اینکه این فسیل‌ها خیلی قدیمی‌تر، اواخر کرتاسه یا حتی Paleocene بوده‌اند می‌پردازد.

یک احتیاط فنی باقی است. جزئیات، geochronology تفسیر مغناطیسی و جدول‌های داده در مواد تکمیلی Science قرار دارند. مقاله اصلی ادعاها و عددهای لازم را می‌دهد، اما یک بررسی نهایی انتشار باید supplement را پیش از بسته دانستن همه جزئیات روش‌شناختی چک کند.

برای ادعای بوم‌شناختی گسترده‌تر، شواهد مفید و متقاعدکننده‌اند اما بیشتر به مدل وابسته‌اند. نویسندگان از داده‌های رخداد، clustering و resampling برای استنباط bioprovinceها استفاده می‌کنند. این ابزار درست برای پرسش است، اما نتیجه به نمونه‌برداری فسیلی، انتساب‌های تاکسونومیک، binning زمانی و نحوه برخورد با غیاب‌ها نیز وابسته است. سابقه فسیلی داده‌ای است با دندان‌های افتاده.

پس امن‌ترین خواش دو بخش دارد: سابقه نیومکزیکو یک سابقه جنوبی واقعی و مهم از اواخر کرتاسه است؛ نتیجه اینکه غرب آمریکای شمالی نزدیک پایان هنوز ساختار فون منطقه‌ای داشت با تحلیل نویسندگان خوب پشتیبانی می‌شود؛ جهش از آن به سلامت جهانی دایناسورها باید مهار شود.

چرا مهم است

بحث قدیمی دربارهٔ افول دایناسورها فقط دربارهٔ دایناسورها نیست. دربارهٔ این است که یک سابقهٔ فسیلی چقدر وزن می‌تواند حمل کند. اگر بهترین سابقهٔ پایان کرتاسه از دشت‌های بزرگ شمالی بیاید، وسوسه‌آور است آن را نمایندهٔ قاره بگیریم و بعد قاره را نمایندهٔ جهان. کارآمد است. و همین‌طور یک الگوی منطقه‌ای بدون بلیت سوار آسانسور می‌شود و به داستان جهانی تبدیل می‌شود. نتیجهٔ نیومکزیکو داستان را ناهموارتر می‌کند. می‌گویید: به جنوب نگاه کنید. اینجا واحدی دایناسوردار نزدیک مرز است. اینجا فون‌هایی هستند که ساده کپی شمال نیستند. اینجا شواهدی است که دما و بوم‌شناسی منطقه‌ای تا آخر بازی اهمیت داشتند. این برخورد سیارک را کمتر فاجعه‌بار نمی‌کند. اگر چیزی باشد، فاجعه را تیزتر می‌کند. برخورد به پایان یک اکوسیستم ساده‌شدهٔ واحد نرسید؛ مجموعه‌ای از جهان‌های منطقه‌ای را زد که هنوز آرایش‌های خاص خودشان را داشتند. درس آرام‌تری هم هست. تاریخ‌گذاری خوب روایت را تغییر می‌دهد. مجموعهٔ فسیلی بدون سن مطمئن می‌تواند شایعه‌ای با استخوان باشد. آن را روی بخش درست ساعت بگذارید و همان فسیل‌ها به شاهد تبدیل می‌شوند.

خلاصهٔ تمیز

یک مطالعهٔ Member Naashoibito Science، در نیومکزیکو را دوباره بررسی می‌کند؛ واحدی دایناسوردار که دهه‌ها سنش محل بحث بوده است. با تاریخ‌گذاری $Ar^{93}Ar^{04}$ دانه‌های sanidine detrital و magnetostratigraphy نویسندگان افق‌های اصلی دایناسوردار را در فاصلهٔ حدود ۳۴۰ هزار سال از مرز کرتاسه-پالئوژن محدود می‌کنند؛ بنابراین در میان آخرین دایناسورهای غیرپرندهٔ شناخته‌شدهٔ آمریکای شمالی و تقریباً هم‌زمان با فون‌های Creek Hell شمالی‌اند. سپس با تحلیل بوم‌شناختی و زیست‌جغرافیایی رخدادهای مهره‌داران غرب آمریکای شمالی استدلال می‌کنند فون‌های اواخر کرتاسه ساختار منطقه‌ای خود را حفظ کرده بودند: دایناسورها به دو bioprovince جدا می‌شدند و دما ظاهراً عامل مهم این تفاوت‌ها بود. نتیجه با ایدهٔ یک فون کم‌تنوع و یکنواخت سراسر قاره که پیش از سیارک همه‌جا یکسان محو می‌شد مخالفت می‌کند. سلامت جهانی دایناسورها را ثابت نمی‌کند، هر بحث افولی را حل نمی‌کند و نمی‌گوید همه تا آخر در شکوفایی بودند. نشان می‌دهد یک سابقهٔ جنوبی با تاریخ‌گذاری بهتر، فصل آخر آمریکای شمالی را منطقه‌ای‌تر، ساختارمندتر و کمتر صاف می‌کند.

بررسی بی‌پرده

آنچه مقاله نشان می‌دهد: افق‌های دایناسوردار Member Naashoibito در نیومکزیکو مربوط به اواخر نهایی کرتاسه‌اند، احتمالاً در حدود ۳۴۰ هزار سال از مرز K-Pg، و سابقهٔ مهره‌داران غرب آمریکای شمالی از دوام bioprovince منطقه‌ای نزدیک پایان پشتیبانی می‌کند.

آنچه معقول است اما اثبات نشده: اینکه بسیاری از اکوسیستم‌های دایناسوری درست پیش از برخورد هنوز مقاوم بودند؛ اینکه دما به حفظ جهان‌های فون متفاوت شمالی و جنوبی کمک می‌کرد؛ و اینکه ایدهٔ قدیمی افول سادهٔ سراسر قاره بیش از حد صاف است.

آنچه نشان نمی‌دهد: اینکه دایناسورها همه‌جا در شکوفایی بودند؛ هیچ گروه یا منطقه‌ای رو به افول نبود؛ سیارک عامل اصلی انقراض نبود؛ یا نیومکزیکو به‌تنهایی پایان کرتاسه در کل جهان را بازنویسی می‌کند.

محدودیت‌های اصلی: سابقهٔ فسیلی منطقه‌ای؛ تحلیل provinciality وابسته به مدل؛ سوگیری‌های نمونه‌برداری فسیل؛ و نیاز به بررسی نهایی

جزئیات geochronology و روش‌های occurrence در مواد تکمیلی. Science.

یک خواننده عمومی چقدر باید مطمئن باشد؟ اطمینان بالا که نیومکزیکو اکنون یک سابقه جنوبی مهم از اواخر کرتاسه فراهم می‌کند. اطمینان خوب که غرب آمریکای شمالی نزدیک پایان ساختار فون منطقه‌ای خود را حفظ کرده بود. اطمینان پایین به خلاصه «دایناسورها همه‌جا کاملاً خوب بودند تا سیارک آمد». نتیجه واقعی بهتر است: فصل آخر یک داستان تخت و سراسری نبود.

منابع

Science provinciality, and diversity end-Cretaceous high illuminate dinosaurs Mexican New Late-surviving al., et Flynn
(2025) 404-400, 390
<https://doi.org/10.1126/science.adw3282>