The CLEAN PAPER

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

سجل أحفوري من نيو مكسيكو يعقّد الفصل الأخير للديناصورات

تعيد دراسة في *Science* تأريخ عضو *Naashoibito* في نيو مكسيكو إلى آخر بضع مئات آلاف السنين قبل اصطدام الكويكب. وهذا مهم لأن معظم أفضل أدلة نهاية الطباشيري على الديناصورات تأتي من مناطق أبعد شمالًا. يوحي السجل الجنوبي الجديد بأن غرب أمريكا الشمالية ظل يضم حيوانات ديناصورية متميزة إقليمياً قرب النهاية، بدل مجتمع واحد موحد ومتراجع. لا يثبت ذلك أن كل الأنظمة البيئية للديناصورات عالمياً كانت مزدهرة حتى الاصطدام؛ بل يوضح كيف يمكن لسجل أحفوري إقليمي أن يجعل قصة عالمية أكثر نعومة مما ينبغي.

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

شاهد جنوبي قرب النهاية

غالبًا ما تُروى قصة آخر الديناصورات من خلال السهول العظمى الشمالية: Montana وDakotas وعالم Hell Creek. هذا السجل جيد بما يكفي ليصبح مألوفًا، والمألوف يميل إلى التظاهر بأنه كامل. الأحافير ليست موزعة بالتساوي لأن التاريخ لم يكن لطيفًا بما يكفي ليرتب ملفاته لنا.

تضيف دراسة جديدة في Science شاهدًا جنوبيًا. درس الباحثون عضو Naashoibito في حوض Juan San بنيو مكسيكو، وهي وحدة صخرية حاملة للأحافير ظل عمرها موضع جدل لعقود. لو كانت تلك الأحافير أقدم، لما قالت الكثير عن اللحظات الأخيرة قبل اصطدام الكويكب. أما إذا كانت من أواخر العصر الطباشيري جدًا، فستصبح مهمة للغاية.

إجابة الدراسة هي الاحتمال الثاني. باستخدام تأريخ زمني جيولوجي جديد وطباقية مغناطيسية، يرى الفريق أن الطبقات الرئيسية الحاملة للديناصورات في عضو Naashoibito تقع ضمن نحو **340,000** سنة من حد الطباشيري-الباليوجيني. وهذا يضع ديناصورات نيو مكسيكو قريبًا بما يكفي من النهاية للمشاركة في السؤال القديم: هل كانت الديناصورات قد دخلت بالفعل في تراجع طويل، أم أن كثيرًا من الأنظمة البيئية ظلت متنوعة إقليميًا عندما وقع الاصطدام؟

الإجابة الحذرة ليست «كانت الديناصورات كلها بخير، ثم بوم». الجملة ذات إيقاع جيد وأخلاق علمية سيئة. الإجابة الأفضل أضيق وأكثر فائدة: في غرب أمريكا الشمالية، يدعم سجل جنوبي مؤرخ جيدًا صورةً لحيوانات ديناصورية متأخرة ظلت متميزة إقليميًا، لا مجتمعًا واحدًا منخفض التنوع يخبو في كل مكان في الوقت نفسه.

وهذا يكفي. لا يحتاج إلى قبعة أكثر صخبًا.

منطقة Bisti/De-Na-Zin البرية في نيو مكسيكو، وهي تضاريس badlands ضمن المنطقة الأوسع لحوض San Juan. الصورة للسياق لا دليل من

دراسة :Science حجة الدراسة قائمة على طبقات حاملة للأحافير مؤرخة، لا على المنظر الطبيعي.

Bob Wick / BLM Calfiornia CC BY 0.2

ماذا تعني «ضمن 340,000 سنة» هنا؟

الحاملة الصخور تقع أين هو والسؤال .**مضت سنة مليون 052.66** نحو إلى الطباشيري-الباليوجيني وحد الكويكب اصطدام يؤرخ الخط. هذا إلى بالنسبة للأحافير

لم يؤرخ الباحثون عظام الديناصورات مباشرة ثم يعتبروا المسألة منتهية. بل أرّخوا حبيبات معادن بركانية، وخاصة ،sanidine من أحجار رملية في مقطع Naashoibito باستخدام **التأريخ $^{04}Ar/^{93}Ar$**، ودمجوا تلك التواريخ مع **الطباقية المغناطيسية**: سجل انقلابات المجال المغناطيسي للأرض المحفوظ في الصخور.

النسخة المختصرة: تعطي عينة واحدة أقصى عمر ترسيب يبلغ **87.66 ± 04.0 مليون سنة**، وتعطي عينة أخرى حاملة للديناصورات **38.66 ± 08.0 مليون سنة**، ويضع النمط المغناطيسي الجزء العلوي من المقطع داخل آخر فترة قطبية معكوسة من الطباشيري. معًا، تضع هذه القيود الطبقات الرئيسية الحاملة للديناصورات قريبًا جدًا من الحد. إنها ساعة جيولوجية، لا ساعة إيقاف، لكنها دقيقة بما يكفي لتغيير الحجة.

ما الذي فعله الباحثون؟

جمع الفريق نوعين من العمل يحتاج أحدهما إلى الآخر. أولًا، ضيقوا نطاق عمر عضو .Naashoibito تقع الوحدة فوق صخور Campanian أقدم وتحت صخور Paleocene مبكرة، لكن عمرها الدقيق ظل موضع خلاف: وضعت بعض التفسيرات السابقة عمرها قرب 70–69 مليون سنة، ودافعت أخرى عن عمر من أواخر الطباشيري، بل دفعت بعض الادعاءات أجزاءً من السجل إلى .Paleocene قاس الباحثون المقاطع، وأخذوا عينات من مواقع حاملة للديناصورات، وأرخوا حبيبات sanidine فتاتية بطرق $^{04}Ar/^{93}Ar$، وربطوا المقطع بفترات قطبية مغناطيسية معروفة.

ثانيًا، سألوا كيف تبدو الحيوانات في سياقها. جمعوا بيانات وجود فقاريات برية ومياه عذبة من غرب أمريكا الشمالية عبر Campanian وMaastrichtian وبدايات ،Paleocene ثم استخدموا طرقًا بيئية وجغرافية حيوية لاختبار ما إذا كانت الحيوانات إقليمية أم متجانسة. الكلمة المفتاحية هي **الإقليمية الحيوية**: هل تمتلك المناطق المختلفة مجتمعات متميزة بدل الحيوانات نفسها في كل مكان؟

هذا مهم لأن إحدى روايات تاريخ الديناصورات المتأخر تقول إن غرب أمريكا الشمالية أصبح أكثر تجانسًا في ،Maastrichtian مع فروق إقليمية أقل وحيوانات أكثر انتشارًا عبر القارة. يمكن بسهولة تخيل نظام أكثر تجانسًا وأقل تنوعًا بوصفه أكثر هشاشة قبل الكويكب. أما نظام منظم إقليميًا فيروي قصة مختلفة.

ماذا وجدوا؟

التأريخ هو المفصل. تحمل عينتان من Naashoibito الحاويتان للديناصورات قيودًا تعود إلى Maastrichtian المتأخر. أعطت عينة الحجر الرملي H08-Sand-08 أقصى عمر ترسيب **87.66 ± 04.0 مليون سنة**. وأعطت عينة من «34-Bone ،«Site الذي يحتوي هيكلًا جزئيًا لهادروصور ،lambeosaurine أقصى عمر ترسيب **38.66 ± 08.0 مليون سنة**. وبدمجها مع سجل القطبية المغناطيسية، يضع الباحثون الطبقات الرئيسية الحاملة للديناصورات في Naashoibito ضمن نحو **340,000 سنة** من حد .K-Pg

يجعل هذا سجل حوض Juan San متزامنًا على نحو عام مع حيوانات Creek Hell الأشهر شمالًا. كما يفصل ديناصورات Naashoibito عن حيوانات Nacimiento من أوائل Paleocene بنحو **700,000 سنة**، وهو أمر مهم لأن لا أحد يريد أن يضع الديناصورات غير الطيرية بالخطأ على الجانب الخطأ من حد الانقراض. سيكون ذلك غير مرتب — وخاطئًا أيضًا.

النتيجة البيئية هي النصف الآخر. عبر فترات أواخر الطباشيري التي حللوها، وجد الباحثون أدلة على **إقليمين حيويين** في غرب أمريكا الشمالية. وعندما حُللت الديناصورات وحدها، انقسمت إلى إقليمين حيويين في جميع الفترات الزمنية من أواخر الطباشيري التي شملتها الدراسة. وتجادل الورقة بأن هذه الفروق الإقليمية لم تنهَر ببساطة إلى حيوانات موحدة واحدة قبل اصطدام الكويكب.

ولم يكن المحرك مجرد خط مرسوم من الشمال إلى الجنوب. تشير تحليلاتهم إلى **درجة الحرارة** بوصفها العامل الرئيسي الذي شكّل تلك الأقاليم الحيوية في الطباشيري، مع دور ثانوي للجغرافيا. ربما فضلت المناطق الجنوبية الأدفأ بعض الحيوانات مثل sauropods، بينما فضلت المناطق الشمالية الأبرد أنواعًا أخرى مثل hadrosaurines. النقطة ليست أن كل إقليم كان «أصح» من الآخر، بل أن خريطة أواخر الطباشيري ظلت ذات بنية.

ما الذي لا تثبته الدراسة؟

- لا تثبت أن الديناصورات في كل مكان على الأرض كانت مزدهرة حتى لحظة اصطدام الكويكب. والباحثون واضحون أن الصورة لا تزال إلى حد كبير من أمريكا الشمالية.
- لا تمحو أدلة التراجع في بعض المجموعات أو المناطق أو التحليلات. إنها تعارض قصة شديدة التبسيط على مستوى القارة، لا كل نسخة ممكنة من وجود ضغط قبل الانقراض.
- لا تُظهر أن الكويكب كان غير مهم. يبقى الاصطدام الحدث الرئيسي عند الحد، وهذه الدراسة تسأل أي نوع من الأنظمة البيئية أصابه.
- لا تحول نيو مكسيكو إلى نافذة كاملة على الكوكب كله. إنها تضيف نقطة بيانات جنوبية كانت غائبة عن سجل تهيمن عليه المواقع الشمالية.
- لا تجعل عنوان «كانت الديناصورات مزدهرة حتى الاصطدام» آمنًا. هذا هو الادعاء في أوسع صيغه، لا النتيجة في أنظف صياغة.

ما مدى قوة الأدلة؟

بالنسبة إلى عمر الطبقات الحاملة للديناصورات في Naashoibito، أدلة النص الرئيسي قوية بما يكفي لتهم. يجمع الباحثون تواريخ نظائرية مشعة من حبيبات sanidine فتاتية مع الطباقية المغناطيسية، وتتفق التواريخ الرئيسية مع تفسير من أواخر الطباشيري. كما تعالج الدراسة مباشرةً الجدل الأقدم حول ما إذا كانت هذه الأحافير أقدم بكثير، أو من أواخر الطباشيري، أو حتى من Paleocene.

لكن هناك تحفظًا تقنيًا. التفاصيل الكاملة للتأريخ الجيولوجي والتفسير المغناطيسي وجداول البيانات موجودة في المواد التكميلية لـScience. يعطي النص الرئيسي الادعاءات والأرقام اللازمة، لكن ينبغي في مراجعة نهائية قبل النشر فحص الملحق قبل التعامل مع كل تفصيل منهجي كأنه مغلق تمامًا.

أما الادعاء البيئي الأوسع، فأدلته موحية ومفيدة لكنه أكثر اعتمادًا على النماذج. يستخدم الباحثون مجموعات بيانات للوجود الأحفوري، والتجميع clustering، وإعادة أخذ العينات لاستنتاج الأقاليم الحيوية. وهي أدوات مناسبة للسؤال، لكنها تعني أيضًا أن النتيجة تعتمد على أخذ العينات الأحفورية، والتعيينات التصنيفية، وتقسيم الزمن، وكيفية التعامل مع حالات الغياب. سجلات الأحافير بيانات تنقصها أسنان.

لذلك فالقراءة الأكثر أمانًا منقسمة: سجل نيو مكسيكو سجل جنوبي حقيقي ومهم من أواخر الطباشيري، والاستنتاج أن غرب أمريكا الشمالية

احتفظ ببنية حيوانية إقليمية قرب النهاية مدعوم جيدًا بتحليلات الباحثين؛ لكن ينبغي مقاومة القفزة من ذلك إلى «صحة» الديناصورات عالميًا.

لماذا يهم هذا؟

الجدل القديم حول تراجع الديناصورات ليس عن الديناصورات وحدها. بل عن مقدار الوزن الذي يمكن لسجل أحفوري واحد أن يحمله.

إذا جاء أفضل سجل لنهاية الطباشيري من السهول العظمى الشمالية، فمن المغري أن نجعله يمثل القارة، ثم نجعل القارة تمثل العالم. هذا فعّال. وهو أيضًا الطريقة التي تتحول بها ظاهرة إقليمية إلى قصة عالمية بعد أن تصعد المصعد من دون تذكرة.

تجعل نتيجة نيو مكسيكو القصة أقل نعومة. تقول: انظر جنوبًا. هنا وحدة حاملة للديناصورات قريبة من الحد. وهنا حيوانات لا تكرر ببساطة نظيراتها الشمالية. وهنا دليل على أن درجة الحرارة والبيئة الإقليمية ظلتا مهمتين حتى وقت متأخر.

هذا لا يجعل الكويكب أقل كارثية. بل ربما يجعل الكارثة أكثر حدة. لم يصل الاصطدام إلى نهاية نظام بيئي واحد مبسط؛ بل ضرب مجموعة من العوالم الإقليمية التي كانت لا تزال تحتفظ بترتيباتها الخاصة.

وهناك أيضًا درس أهدأ في الدراسة. التأريخ الجيد يغير السرد. تجمع أحفوري بلا عمر موثوق قد يصبح إشاعة لها عظام. ضعه في المكان الصحيح على الساعة، فتصبح الأحافير نفسها دليلًا.

الخلاصة الواضحة

تعيد دراسة في Science فحص عضو Naashoibito في نيو مكسيكو، وهي وحدة حاملة للديناصورات ظل عمرها محل جدل طويل. باستخدام تأريخ sanidine الفتاتي بـ $^{40}Ar/^{39}Ar$ والطباقية المغناطيسية، يقيد الباحثون الطبقات الرئيسية الحاملة للديناصورات إلى نحو 340,000 سنة من حد الطباشيري-الباليوجيني، ما يجعلها من بين آخر الديناصورات غير الطيرية المعروفة في أمريكا الشمالية ومتزامنة إجمالًا مع حيوانات Creek Hell شمالًا. ثم يستخدمون تحليلات بيئية وجغرافية حيوية لوجود الفقاريات في غرب أمريكا الشمالية للقول إن حيوانات أواخر الطباشيري احتفظت ببنية إقليمية: انقسمت الديناصورات إلى إقليمين حيويين، ويبدو أن درجة الحرارة كانت محركًا رئيسيًا للفروق. تدفع النتيجة ضد فكرة حيوانات ديناصورية واحدة منخفضة التنوع على مستوى القارة كانت تخبو بالتساوي قبل الاصطدام. لكنها لا تثبت أن الديناصورات عالميًا كانت بخير، ولا تحل كل جدل عن التراجع، ولا تُظهر أن كل الديناصورات كانت مزدهرة حتى النهاية. بل تُظهر أن سجلًا جنوبيًا أفضل تأريخًا يجعل الفصل الأخير في أمريكا الشمالية أكثر إقليمية وبنية وأقل تبسيطًا.

مراجعة بلا تهويل

ما الذي تُظهره الدراسة: الطبقات الحاملة للديناصورات في عضو Naashoibito بنيو مكسيكو تعود إلى أواخر الطباشيري، وعلى الأرجح تقع ضمن نحو 340,000 سنة من حد K-Pg، كما يدعم سجل الفقاريات في غرب أمريكا الشمالية استمرار أقاليم حيوية إقليمية قرب النهاية.

ما هو معقول لكنه غير مثبت: أن كثيرًا من أنظمة الديناصورات البيئية ظلت متينة قبل الاصطدام مباشرةً، وأن درجة الحرارة ساعدت في الحفاظ على عوالم حيوانية شمالية وجنوبية متميزة، وأن فكرة التراجع البسيط الموحد على مستوى القارة شديدة التنعيم.

ما الذي لا تُظهره: أن الديناصورات في كل مكان كانت مزدهرة؛ أو أن أي مجموعة أو منطقة لم تكن تتراجع؛ أو أن الكويكب لم يكن محفز الانقراض الرئيسي؛ أو أن نيو مكسيكو وحدها تعيد كتابة نهاية الطباشيري عالميًا.

القيود الرئيسية: سجل أحفوري إقليمي؛ تحليل للأقاليم الحيوية يعتمد على النماذج؛ تحيزات أخذ العينات الأحفورية؛ وتفاصيل التأريخ الجيولوجي وطرق بيانات الوجود ما زالت تحتاج إلى مراجعة نهائية مقابل مواد Science التكميلية.

ما مقدار الثقة المناسب للقارئ العام؟ ثقة عالية بأن نيو مكسيكو توفر الآن سجلًا جنوبيًا مهمًا للديناصورات من أواخر الطباشيري. وثقة جيدة بأن غرب أمريكا الشمالية احتفظ ببنية حيوانية إقليمية قرب النهاية. وثقة منخفضة في ضغط ذلك إلى «كانت الديناصورات بخير في كل مكان حتى الكويكب». النتيجة الحقيقية أفضل: الفصل الأخير لم يكن قصة قارية واحدة مسطحة.

المصادر

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