The Clean Paper

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

New Mexico का fossil record dinosaurs के आखिरी अध्याय को अधिक जटिल बनाता है

Science में प्रकाशित एक अध्ययन New Mexico के Naashoibito Member की उम्र asteroid impact से ठीक पहले के आखिरी कुछ लाख वर्षों तक ले आता है। यह महत्वपूर्ण है क्योंकि end-Cretaceous dinosaur evidence का अधिकांश हिस्सा इससे काफी उत्तर से आता है। नया southern record सुझाता है कि पश्चिमी North America में अंत तक regionally distinct dinosaur faunas मौजूद थीं, न कि एक ही uniform और धीरे-धीरे गिरती community। इससे यह साबित नहीं होता कि दुनिया भर के हर dinosaur ecosystem impact तक thriving थे; यह दिखाता है कि regional fossil record को global story मान लेने से कहीं ज़रूरत से ज़्यादा smooth हो सकती है।

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, Alfio 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, 400-404 (2025) · DOI: 10.1126/science.adw3282

अंत के बहुत करीब से मिला एक दक्षिणी साक्ष्य

डायनासोरों के अंतिम दौर की कहानी अक्सर उत्तरी Great Plains के जीवाश्म रिकॉर्ड से सुनाई जाती है — Montana, Dakotas और Hell Creek की दुनिया से। वह रिकॉर्ड इतना अच्छा है कि परिचित होगया, और परिचित चीज़ को हम आसानी से पूरा चित्र मान बैठते हैं। लेकिन जीवाश्म हर जगह समान रूप से नहीं मिलते; इतिहास ने अपने दस्तावेज़ हमारे लिए कैसे संजोए, यह भी जानना होता है।

Science में प्रकाशित एक नए अध्ययन ने इस कहानी में दक्षिण से एक महत्वपूर्ण साक्ष्य जोड़ा है। लेखकों ने New Mexico के San Juan Basin में स्थित Naashoibito Member का अध्ययन किया, जहाँ डायनासोरों के जीवाश्म मिलते हैं और जिसकी उम्र पर दशकों से बहस चली आ रही थी। यदि ये जीवाश्म काफ़ी पुराने होते, तो वे क्षुद्रग्रह टक्कर से ठीक पहले के अंतिम दौर के बारे में बहुत कम बताते। लेकिन यदि वे बहुत अंतिम Cretaceous काल के हों, तो उनका महत्व कहीं अधिक हो जाता है।

अध्ययन का निष्कर्ष दूसरे विकल्प के पक्ष में है। नई geochronology और magnetostratigraphy के आधार पर टीम का कहना है कि Naashoibito Member की प्रमुख डायनासोर-युक्त परतें Cretaceous–Paleogene सीमा से लगभग 340,000 वर्ष के भीतर की हैं। इसका अर्थ है कि New Mexico के ये डायनासोर अंत के इतने करीब थे कि पुरानी सवाल फिर गंभीरता से पूछा जा सकता है: क्या डायनासोर पहले से लंबे पतन में थे, या क्षुद्रग्रह के आने तक कई पारिस्थितिकी तंत्र अब भी क्षेत्रीय रूप से विविध थे?

सावधान उत्तर यह नहीं है कि “सब डायनासोर अच्छे से फल-फूल रहे थे और फिर अचानक सब खत्म हो गया।” यह आकर्षक सुर्खी है, लेकिन निष्कर्ष उससे संकरा और अधिक उपयोगी है: पश्चिमी उत्तरी अमेरिका का अच्छी तरह दिनांकित दक्षिणी रिकॉर्ड बताता है कि अंतिम Cretaceous में डायनासोर समुदाय अब भी क्षेत्र-दर-क्षेत्र अलग थे; ऐसा नहीं दिखता कि पूरे महाद्वीप में एक ही कम-विविधता वाला समुदाय समान रूप से ढल रहा था।

इतना निष्कर्ष अपने आप में पर्याप्त है। इसे बढ़ा-चढ़ाकर कहने की ज़रूरत नहीं।

New Mexico काBisti/De-Na-Zin Wilderness, व्यापक San Juan Basin क्षेत्र काbadlands भू-दृश्य। यह चित्र केवल भौगोलिक संदर्भ देताहै, *Science* शोधपत्र काप्रमाण नहीं अध्ययन कातर्क दर्निक्रति जीवाश्म-युक्त शैल-परतोंपर आधारित है, दृश्य पर नहीं।

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

यहाँ“340,000 वर्ष के भीतर” काक्याअर्थ है?

क्षुद्रग्रह टक्कर और Cretaceous–Paleogene सीमाकीआयु लगभग **66.052 मिलियन वर्ष पहले** मापीजातीहै। सवाल यह है कि जीवाश्म-युक्त चट्टानें उस सीमाके मुकाबले कहाँबैठतीहैं।

लेखकोंने डायनासोर कीहड्डियोंकीसीधे तारीख तय करके मामलासमाप्त नहींमाना। उन्होंने Naashoibito section कीबलुआ-पत्थर परतोंमें मिले ज्वालामुखीय खनिज कणों— विशेष रूप से sanidine — कीआयु **^{40}Ar/^{39}Ar geochronology** से मापीऔर उसे **magnetostratigraphy** के साथ जोड़ा। Magnetostratigraphy चट्टानोंमें संरक्षित पृथ्वीके चुंबकीय ध्रुव-उलटाव के रिकॉर्ड काउपयोग करतीहै।

संक्षेप में: एक नमूने कीअधिकतम निक्षेपण आयु **66.87 ± 0.04 मिलियन वर्ष** मिली, दूसरे डायनासोर-युक्त नमूने की**66.38 ± 0.08 मिलियन वर्ष**, और चुंबकीय पैटर्न section के ऊपरीहिस्से कोCretaceous के अंतिम उलटी-ध्रुवतावाले अंतराल में रखताहै। इन सब सीमाओं कोमिलाकर प्रमुख डायनासोर-युक्त परतें K–Pg सीमाके बहुत करीब आतीहैं। यह stopwatch नहीं भूवैज्ञानिक घड़ीहै — लेकिन बहस बदलने के लिए पर्याप्त सटीक है।

शोधकर्ताओं ने क्या किया

टीम ने दो प्रकार के काम को जोड़ा, जो एक-दूसरे के बिना अधूरे थे। पहले उन्होंने Naashoibito Member की आयु अधिक सटीक की। यह इकाई पुराने Campanian शैलों के ऊपर और शुरुआती Paleocene शैलों के नीचे स्थित है, लेकिन इसकी सही उम्र लंबे समय से विवादित रही है। कुछ पुराने आकलन इसे लगभग 70–69 मिलियन वर्ष पुराना मानते थे, कुछ इसे अंतिम Cretaceous में रखते थे, और कुछ दावों ने रिकॉर्ड के हिस्सों को Paleocene तक पहुँचा दिया था। लेखकों ने stratigraphic sections मापे, डायनासोर-युक्त स्थलों से नमूने लिए, detrital sanidine कणों को $^{40}Ar/^{39}Ar$ विधि से दिनांकित किया और section को ज्ञात चुंबकीय ध्रुवता अंतरालों से जोड़ा।

दूसरे चरण में उन्होंने पूछा कि उस समय के जीव समुदाय क्षेत्रीय संदर्भ में कैसे दिखते थे। उन्होंने पश्चिमी उत्तरी अमेरिका के Campanian, Maastrichtian और शुरुआती Paleocene कालों से स्थलीय और मीठे पानी के कशेरुक जीवों की occurrence data इकट्ठी की, फिर पारिस्थितिकि और biogeographic विधियों से जाँचा कि अलग क्षेत्रों में अलग fauna थे या पूरे क्षेत्र में एक जैसे। यहाँ मुख्य अवधारणा **provinciality** है — यानी क्या अलग भौगोलिक क्षेत्रों के अपने अलग जीव समुदाय थे, बजाय इसके कि हर जगह लगभग वही जानवर मिलें।

यह इसलिए महत्वपूर्ण है क्योंकि डायनासोरों के अंतिम इतिहास की एक व्याख्या कहती है कि Maastrichtian में पश्चिमी उत्तरी अमेरिका अधिक एकरूप हो गया था, क्षेत्रीय अंतर कम हुए और fauna अधिक व्यापक रूप से समान हो गया। ऐसा कम-विविधता वाला समान तंत्र क्षुद्रग्रह से पहले अधिक संवेदनशील कल्पित किया जा सकता है। यदि पारिस्थितिकि तंत्र क्षेत्रीय रूप से संरचित रहा हो, तो कहानी अलग हो जाती है।

क्या मिला

सबसे महत्वपूर्ण आधार dating है। Naashoibito के दो डायनासोर-युक्त नमूने अंतिम Maastrichtian की आयु की ओर इशारा करते हैं। H08-Sand-08 नामक बलुआ-पत्थर नमूने की अधिकतम निक्षेपण आयु **66.87 ± 0.04 मिलियन वर्ष** मिली। “34-Bone Site” से लिए गए नमूने — जहाँ lambeosaurine hadrosaur का आंशिक कंकाल मिला है — की अधिकतम निक्षेपण आयु **66.38 ± 0.08 मिलियन वर्ष** रही। चुंबकीय ध्रुवता रिकॉर्ड के साथ मिलाकर लेखक प्रमुख Naashoibito डायनासोर-युक्त परतों को K–Pg सीमा से लगभग **340,000 वर्ष** के भीतर रखते हैं।

इससे San Juan Basin का रिकॉर्ड उत्तर में प्रसिद्ध Hell Creek fauna के लगभग समकालीन हो जाता है। साथ ही Naashoibito के डायनासोर शुरुआती Paleocene के Nacimiento fauna से लगभग **700,000 वर्ष** अलग दिखते हैं। यह अंतर जरूरी है, क्योंकि गैर-पक्षी डायनासोरों को गलती से विलुप्ति-सीमा के गलत तरफ रखना केवल अव्यवस्थित नहीं, तथ्यात्मक रूप से गलत होगा।

दूसरा आधा परिणाम पारिस्थितिकी से आता है। अध्ययन में विश्लेषित अंतिम Cretaceous अंतरालों के दौरान लेखकों को पश्चिमी उत्तरी अमेरिका में **दो bioprovinces** के प्रमाण मिले। केवल डायनासोरों का विश्लेषण करने पर भी अध्ययन के सभी अंतिम Cretaceous समय-अंतरालों में दो क्षेत्रीय समूह उभरे। शोधपत्र का तर्क है कि क्षुद्रग्रह टक्कर से पहले ये क्षेत्रीय अंतर किसी एक समान fauna में विलीन नहीं हो गए थे।

यह विभाजन केवल उत्तर-दक्षिण की खींची हुई रेखा से नहीं समझाया गया। विश्लेषण **तापमान** को Cretaceous bioprovinces को आकार देने वाला मुख्य कारक बताता है, जबकि भूगोल की भूमिका द्वितीयक दिखती है। गर्म दक्षिणी क्षेत्र कुछ समूहों, जैसे sauropods, के अनुकूल रहे होंगे; ठंडे उत्तरी क्षेत्र कुछ दूसरे समूहों, जैसे hadrosaurines, के। इसका अर्थ यह नहीं कि हर क्षेत्र दूसरे से “अधिक स्वस्थ” था। मुख्य बात यह है कि अंतिम Cretaceous का पारिस्थितिकि मानचित्र अब भी स्पष्ट क्षेत्रीय संरचना रखता था।

यह क्या सिद्ध नहीं करता

- यह **नहीं** दिखाता कि क्षुद्रग्रह टक्कर तक दुनिया भर के सभी डायनासोर फल-फूल रहे थे। लेखक स्पष्ट करते हैं कि चित्र अभी मुख्यतः उत्तरी अमेरिका है।
- यह कुछ समूहों, क्षेत्रों या विश्लेषणों में गिरावट के परिमाण को **नहीं मिटाता**। अध्ययन पूरे महाद्वीप के लिए अत्यधिक सरल एक-जैसी गिरावट की कहानी को चुनौती देता है, विलुप्ति से पहले हर तरह के तनाव को नहीं।
- यह क्षुद्रग्रह के महत्व को **कम नहीं करता**। सीमा पर टक्कर अब भी मुख्य घटना है; यह अध्ययन पूछता है कि उसने किस तरह के पारिस्थितिकी तंत्रों को प्रभावित किया।
- New Mexico पूरे ग्रह का आदर्श प्रतिनिधि **नहीं बन जाता**। यह उत्तर-प्रधान जीवाश्म रिकॉर्ड में एक महत्वपूर्ण दक्षिणी डेटा बिंदु जोड़ता है।
- “टक्कर तक सब फल-फूल रहे थे” को सुरक्षित सुर्खी **नहीं बनाया जा सकता**। वह सबसे व्यापक व्याख्या है, सबसे साफ़ निष्कर्ष नहीं।

प्रमाण कितना मजबूत है?

Naashoibito की डायनासोर-युक्त परतों की आयु के लिए मुख्य शोधपत्र में दो अलग-अलग प्रमाण पर्याप्त रूप से मजबूत है। लेखक detrital sanidine कणों की radioisotopic dating को magnetostratigraphy से जोड़ते हैं, और प्रमुख तिथियाँ अंतिम Cretaceous की व्याख्या से मेल खाती हैं। शोधपत्र पुराने विवाद को भी सीधे संबोधित करता है कि ये जीवाश्म काफ़ी पुराने थे, अंतिम Cretaceous के थे या शायद Paleocene तक पहुँचते थे।

एक तकनीकी सावधानी फिर भी है। विस्तृत geochronology, चुंबकीय व्याख्या और डेटा तालिकाएँ *Science* की supplementary materials में हैं। मुख्य शोधपत्र आवश्यक दावे और संख्याएँ देता है, लेकिन हर पद्धतिगत विवरण को अंतिम मानने से पहले supplement की जाँच उचित होगी।

व्यापक पारिस्थितिकी निष्कर्ष का प्रमाण उपयोगी और संकेतपूर्ण है, लेकिन model पर अधिक निर्भर है। लेखक oc-currence datasets, clustering और resampling से bioprovinces का अनुमान लगाते हैं। सवाल के लिए यह उचित तरीका है, पर इसका अर्थ है कि निष्कर्ष fossil sampling, taxonomic assignments, समय-अंतरालों की परिभाषा और अनुपस्थिति रिकॉर्ड को संभालने के तरीके पर निर्भर करता है। जीवाश्म रिकॉर्ड हमेशा अधूरा डेटा होता है।

इसलिए सबसे सुरक्षित पढ़ाई दो हिस्सों में है: New Mexico का रिकॉर्ड अंतिम Cretaceous का वास्तविक और महत्वपूर्ण दक्षिणी रिकॉर्ड है; लेखकों का विश्लेषण पश्चिमी उत्तरी अमेरिका में अंत तक क्षेत्रीय faunal संरचना बने रहने के निष्कर्ष को अच्छी तरह समर्थन देता है; लेकिन वहाँ से सीधे पूरे विश्व के डायनासोरों की “सेहत” पर निष्कर्ष निकालना उचित नहीं होगा।

यह क्यों महत्वपूर्ण है

डायनासोरों के पतन की पुरानी बहस केवल डायनासोरों के बारे में नहीं है। यह इस बारे में भी है कि एक जीवाश्म रिकॉर्ड पर हम कितनी व्यापक कहानी का भार डाल सकते हैं।

यदि अंतिम Cretaceous का सबसे अच्छा रिकॉर्ड उत्तरी Great Plains से आता है, तो उसे पूरे महाद्वीप का प्रतिनिधि मान लेना आसान है — और फिर महाद्वीप को दुनिया का। यही वह रास्ता है जिससे क्षेत्रीय पैटर्न धीरे-धीरे वैश्विक कहानी बन

जाता है।

New Mexico का परिणाम कहानी को कम सरल बनाता है। वह कहता है: दक्षिण की ओर भी देखें। यहाँ सीमा के बहुत करीब कीएक डायनासोर-युक्त इकाई है। यहाँ ऐसे fauna हैं जो उत्तर के रिकॉर्ड की केवल नकल नहीं करते। और यहाँ प्रमाण है कि अंतिम चरण में भी तापमान और क्षेत्रीय पारिस्थितिकी मायने रखते थे।

इससे क्षुद्रग्रह टक्कर कम विनाशकारी नहीं हो जाती। उलटे, तस्वीर और तीखी हो जाती है। टक्कर किसी एक सरल, एकरूप पारिस्थितिकि तंत्र के अंत में नहीं आई; उसने ऐसे कई क्षेत्रीय संसारों को प्रभावित किया जिनकी अपनी अलग संरचनाएँ अब भी मौजूद थीं।

शोधपत्र का एक शांत लेकिन महत्वपूर्ण सबक और भी है: अच्छी dating कहानी बदल देती है। सुरक्षित उम्र के बिना जीवाश्मों का समूह केवल अनुमान को जन्म दे सकता है। उसी समूह को सही समय-रेखा पर रख दें, तो वह प्रमाण बन जाता है।

संक्षिप्त सार

Science के एक अध्ययन ने New Mexico के Naashoibito Member का फिर से विश्लेषण किया, जहाँ डायनासोरों के जीवाश्म मिलते हैं और जिसकी उम्र लंबे समय से विवादित रही है। Detrital sanidine की $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating और magnetostratigraphy के आधार पर लेखक प्रमुख डायनासोर-युक्त परतों को Cretaceous–Paleogene सीमा से लगभग **340,000 वर्ष** के भीतर रखते हैं। इससे ये उत्तरी अमेरिका के अंतिम ज्ञात गैर-पक्षी डायनासोरों में शामिल होते हैं और उत्तर के Hell Creek fauna के लगभग समकालीन ठहरते हैं। पश्चिमी उत्तरी अमेरिका के कशेरुक जीवों के पारिस्थितिकि और biogeographic विश्लेषण से लेखक यह भी तर्क देते हैं कि अंतिम Cretaceous में fauna क्षेत्रीय रूप से संरचित रहा। डायनासोर दो bioprovinces में अलग हुए और तापमान इन अंतर क्षेत्रों को आकार देने वाला प्रमुख कारक दिखा। परिणाम उस धारणा को कमजोर करता है कि क्षुद्रग्रह टक्कर से पहले पूरे महाद्वीप में एक ही कम-विविधता वाला डायनासोर समुदाय समान रूप से ढल रहा था। यह दुनिया भर के डायनासोरों की अच्छी स्थिति सिद्ध नहीं करता; हर decline बहस हल नहीं करता और यह नहीं दिखाता कि अंत तक हर डायनासोर समूह फल-फूल रहा था। यह दिखाता है कि बेहतर दिनांकित दक्षिणी रिकॉर्ड अंतिम उत्तर-अमेरिकी कहानी को अधिक क्षेत्रीय, अधिक संरचित और कम सरल बनाता है।

बिना बढ़ा-चढ़ाकर जाँच

शोधपत्र क्या दिखाता है: New Mexico के Naashoibito Member की प्रमुख डायनासोर-युक्त परतें अंतिम Cretaceous की हैं और संभवतः K–Pg सीमा से लगभग 340,000 वर्ष के भीतर की हैं। पश्चिमी उत्तरी अमेरिका का कशेरुक रिकॉर्ड अंत के करीब भी क्षेत्रीय bioprovinces बने रहने का समर्थन करता है।

क्या संभव है लेकिन सिद्ध नहीं: क्षुद्रग्रह टक्कर से ठीक पहले कई डायनासोर पारिस्थितिकि तंत्र अभी भी मजबूत थे; तापमान ने अलग उत्तरी और दक्षिणी faunal क्षेत्रों को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई; पूरे महाद्वीप में सरल, समान decline की पुरानी कहानी जरूरत से ज़्यादा सपाट है।

यह क्या नहीं दिखाता: दुनिया भर के डायनासोर फल-फूल रहे थे; किसी समूह या क्षेत्र में गिरावट नहीं थी; क्षुद्रग्रह मुख्य विलुप्ति-कारक नहीं था; या केवल New Mexico का रिकॉर्ड वैश्विक अंतिम Cretaceous इतिहास को फिर से लिख देता है।

मुख्य सीमाएँ: क्षेत्रीय जीवाश्म रिकॉर्ड; provinciality का model-निर्भर विश्लेषण; fossil sampling के पक्षपात; और विस्तृत geochronology तथा occurrence विधियों के लिए *Science* supplementary materials की अंतिम जाँच की जरूरत।

समान्य पाठक कितना भरोसा करे? काफ़ी अधिक। New Mexico अब अंतिम Cretaceous का एक महत्वपूर्ण दक्षिणी डायनासोर रिकॉर्ड देता है। अच्छा भरोसा कि पश्चिमी उत्तरी अमेरिका में अंत तक क्षेत्रीय faunal संरचना बनी रही। बहुत कम भरोसा उस सरलीकृत निष्कर्ष पर कि "क्षुद्रग्रह आने तक हर जगह डायनासोर बिल्कुल ठीक थे।" वास्तविक परिणाम उससे बेहतर है: अंतिम अध्याय पूरे महाद्वीप की एक सपाट, एक-जैसी कहानी नहीं था।

स्रोत

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