



The CLEAN PAPER

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

«گورستان» نهنگ‌های اعماق دریا در واقع آرشیوی پنج میلیون ساله است

یک مقاله Nature تجمع عظیمی از *fall whale* و فسیل‌های نهنگ در منطقه Diamantina در جنوب شرقی اقیانوس هند گزارش می‌کند: پنج اجتماع مدرن *fall whale* صدها بقایای فسیلی سیتاسه و سن‌های ایزوتوپ استرانسیم تا حدود ۵٫۳ میلیون سال. نکته چشمگیر این نیست که نهنگ‌ها جایی را برای مردن انتخاب کرده‌اند یا یک فاجعه گورستان ساخته است. شواهد به آرشیوی ژرف و بلندمدت اشاره می‌کنند که از مرگ عادی نهنگ‌ها، فرورفتن لاشه‌ها، تغذیه دشوار نهنگ‌های نوک‌دار در اعماق، توپوگرافی کف دریا و حفظ‌شدگی غیرمعمول ساخته شده است. پنجره‌ای نادر به اکوسیستم *fall whale* اعماق — نه نشانه‌ای اینکه اکنون ژرفای اقیانوس نقشه‌برداری یا فهمیده شده است.

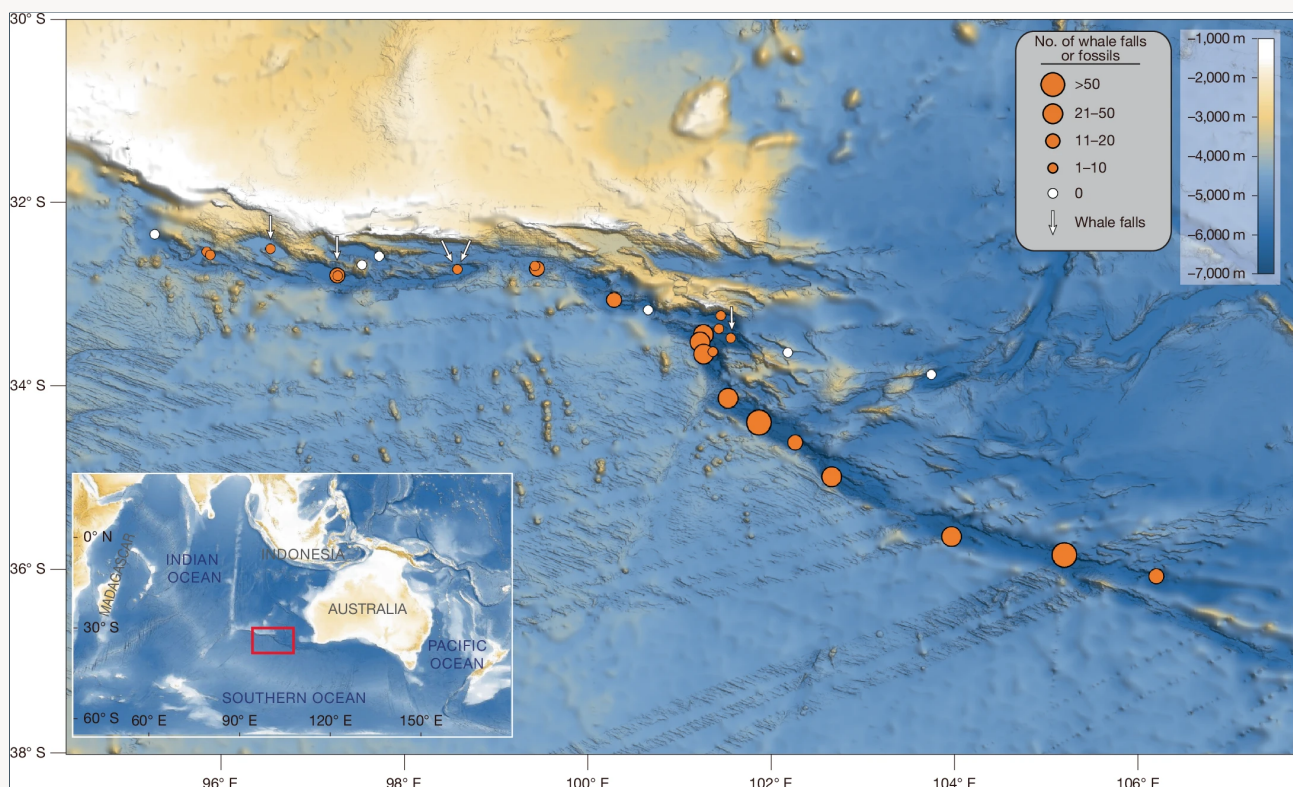
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: A million-year-old-3.5 deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, Xiaotong Peng, Peng Zhou, Xikun Song, Giovanni Bianucci, Mengran Du and colleagues, Nature ,654 983-978 (2026) · DOI: z-10546-026-s41586/1038.10

کف اقیانوس استخوان‌ها را نگه داشت

بیشتر لاشه‌های نهنگ در یک حساب و کتاب تاریک ناپدید می‌شوند. نهنگی می‌میرد، غرق می‌شود، برای مدتی موجی از حیات اعماق را تغذیه می‌کند، و بعد سابقه‌اش پراکنده، مدفون یا خورده می‌شود. دانشمندان می‌دانند fall whale واحه‌های بوم‌شناختی‌اند، اما آرشیو نازک است: بیشتر محل‌های شناخته‌شده منفردند، نسبت به ژرف‌ترین گودال‌ها کم‌عمق‌اند یا آن‌قدر جوان‌اند که چیز زیادی دربارهٔ زمان‌های زمین‌شناختی دور نمی‌گویند.

منطقه Diamantina مقیاس این مسئله را عوض می‌کند. در یک مقالهٔ جدید Xikun Zhou، Peng Peng، Xiaotong، Nature، Du Mengran Bianucci، Giovanni Song، هندی‌گزارش می‌کنند. محل حدود ۱۲۰۰ کیلومتر در امتداد کف دریا کشیده شده و در عمق حدود ۴۶۰۰ تا ۷۰۰۰ متر قرار دارد. در ۳۲ شیرجه با زیردریای سرنشین‌دار Fendouzhe، تیم ۴۸۵ محل فسیل نهنگ و fall whale فعال را ثبت کرد؛ در چکیده، یافته را پنج اجتماع طبیعی مدرن fall whale به‌علاوهٔ ۴۷۶ سیتاسهٔ فسیلی خلاصه می‌کنند. این‌ها دو شمارش متفاوت مقاله‌اند، نه عددی که ساده با هم جمع شوند: ۴۸۵ شمارش در سطح محل است، در حالی که ۴۷۶ تعداد سیتاسه‌های فسیل است که در چکیده استفاده شده.



شکل ۱ Nature مشاهدات منطقه Diamantina را نقشه می‌کند: دایره‌های نارنجی شیرجه‌هایی را نشان می‌دهند که در آن‌ها فسیل نهنگ یا whale fall دیده شده، اندازهٔ دایره تعداد بقایای نهنگ ثبت شده در هر شیرجه را بازتاب می‌دهد، پیکان‌های سفید whale fallهای سولفوفیلیک فعال را نشان می‌دهند و دایره‌های سفید شیرجه‌هایی را که هیچ بقایای نهنگی در آن‌ها دیده نشده است. شکل به‌طور کامل و بدون تغییر بازتولید شده: بدون overlay، crop، برچسب گذاری مجدد، تغییر رنگ یا بازطراحی.

Peng et al. / Nature, 654 983-978, (2026) DOI z-10546-026-s41586/1038.10 · CC BY-NC-ND ;0.4 base map: GMRT — Ryan et al., Geochem. Geophys. Geosyst., 10 Q03014 (2009) · CC BY 0.4 CC BY-NC-ND 0.4



نهنگ‌های نوک‌دار True خویشاوندان زنده نهنگ‌های نوک‌دار شیرجه عمیقی هستند که مقاله درباره‌شان بحث می‌کند. این عکس برای زمینه است، نه یکی از فسیل‌های Diamantina: نکته این است که نهنگ‌های نوک‌دار جانورانی گریزان و شکارگر در اعماق‌اند، پس آرشویی از استخوان‌هایشان در کف دریا می‌تواند شواهدی را حفظ کند که مشاهده از سطح معمولاً از دست می‌دهد.

Roland Edler / PeerJ / Wikimedia Commons CC BY 0.4

قدیمی‌ترین ماده تاریخ‌گذاری شده به ۵٫۲۶ میلیون سال پیش می‌رسد و به همین دلیل مقاله آن را یک «تکروپولیس ۵٫۳ میلیون ساله نهنگ» می‌نامد. عبارت زنده و تصویرساز است. و دقیقاً همان عبارتی است که بیشترین احتیاط را لازم دارد.

این شواهدی نیست که نهنگ‌ها عمداً برای مردن به آنجا می‌رفتند. یک مرگ و میر جمعی واحد نیست. گورستان به معنای انسانی نیست. جایی است که لاشه‌ها و استخوان‌ها در آن انباشته شدند، در معرض ماندند، کانی‌سازی شدند و قابل خواندن باقی ماندند.

نویسندگان چه کردند

- منطقه Diamantina را با ۳۲ شیرجه زیردریایی Fendouzhe از کشتی Tansuoyihao R/V بررسی کردند.
- فسیل‌های نهنگ و اجتماع‌های فعال fall whale را در امتداد تقریباً ۱۲۰۰ کیلومتر از کف دریا ثبت کردند.
- از ویدیوی درجا و نمونه‌های جمع‌آوری شده برای شناسایی اجتماع‌های زنده روی whale های fall مدرن استفاده کردند.
- ۴۳ نمونه فسیلی بازیابی شده را تحلیل کردند و پنج گونه نهنگ نوک‌دار و یک گونه نهنگ باله‌دار را شناسایی کردند.
- ۳۳ نمونه استخوان فسیلی را با نسبت ایزوتوپ استرانسیم تاریخ‌گذاری کردند؛ روشی که امضای شیمیایی شبیه آب دریای حفظ شده در فسیل را با تاریخ شناخته شده ترکیب آب دریا مقایسه می‌کند.
- مشاهدات را به داده‌های عمومی منبع پیوند دادند: تصاویر اصلی درجا و موتاژهای ژنوم میکروبی در Bank Data Science و تصاویر گونه‌های بررسی شده fall whale در MorphoBank سپرده شده‌اند.

چه پیدا کردند

- **تجمعی بزرگ و عمیق.** نویسندگان ۴۸۵ محل فسیل نهنگ و fall whale فعال در منطقه Diamantina گزارش می‌کنند، با مشاهداتی در عمق حدود ۴۶۰۰ تا ۷۰۰۰ متر در جدول تکمیلی.
- **پنج fall whale فعال.** پنج محل فعال در مرحله سولفوفیلیک اند: استخوان‌ها با لایه‌های میکروبی و کرم‌های سوراخ‌کننده استخوان پوشیده شده‌اند، جایی که انرژی شیمیایی حاصل از تجزیه یک اجتماع تخصصی را پشتیبانی می‌کند.
- **اجتماع زنده متراکم.** جانوران همراه شامل ۳۵ تاکسون ماکروفونایی شناخته‌شده‌اند که کرم‌های حلقوی، سخت‌پوستان و نرم‌تنان غالب‌اند. کرم‌های استخوان‌خوار، شک‌پایان، دوکفه‌ای‌های vesicomys و ستاره‌های شکننده در میان جانوران بزرگ تر غالب‌اند و تراکم‌های محلی تا ۲۸۴۰ فرد در متر مربع گزارش شده است.
- **آرشیو فسیلی نهنگ‌های نوک‌دار.** ۴۳ فسیل بازبانی‌شده شامل گونه‌های زنده نهنگ نوک‌دار شناخته‌شده در منطقه، فرم‌های منقرض‌شده‌ای مانند *Pterocetus* و *Izikoziphius* و مقداری بقایای نهنگ باله‌دار است. یک نمونه به عنوان گونه‌ای جدید، *Pterocetus diamantinae* توصیف شده است.
- **بازه زمانی بلند.** از ۳۳ استخوان فسیلی آزموده‌شده با ایزوتوپ استرانسیم، ۲۵ نمونه سن‌هایی بین ۰.۱۲ و ۵.۲۶ میلیون سال دادند. قدیمی‌ترین تاریخ‌ها نشان می‌دهند رویدادهای fall whale در این منطقه دست کم از اوایل پلیوسن رخ داده‌اند.

چرا این همه نهنگ آنجاست؟

پاسخ مقاله یک علت ساده نیست؛ مجموعه‌ای از فیلترهای معقول است.

بعضی لاشه‌ها شاید متعلق به نهنگ‌های باله‌داری باشند که از یک کریدور مهاجرتی گسترده عبور می‌کنند. نهنگ‌های مینک و sei نزدیک سطح غذا می‌خورند، نه در عمق ۶ یا ۷ کیلومتر؛ بنابراین استخوان‌هایشان در آن ژرفاها بهتر است به عنوان لاشه‌هایی فهمیده شود که پس از مرگ فرو رفته‌اند.

نهنگ‌های نوک‌دار متفاوت‌اند. آن‌ها متخصصان شیرجه عمیق‌اند و در محیط‌های پرشیب و ژرف کف دریا از ماهی مرکب و ماهی تغذیه می‌کنند. منطقه Diamantina دقیقاً چنین چشم‌اندازی است: ژرفای شدید، توپوگرافی پیچیده شکل V و شکارهایی که هنگام شیرجه‌ها دیده شدند. نویسندگان استدلال می‌کنند مرگ‌ومیر عادی، خطرات فیزیولوژیک تغذیه در اعماق و شاید خستگی کشنده یا استرس کاهش فشار می‌تواند همگی بقایا را به کف دریا اضافه کنند.

سپس خود کف دریا آن‌ها را نگه می‌دارد. توپوگرافی منطقه می‌تواند لاشه‌های در حال فرورفتن را قیف‌مانند جمع کند. نرخ رسوب گذاری پایین اجازه می‌دهد استخوان‌ها مدت طولانی در معرض بمانند. rostrum متراکم نهنگ‌های نوک‌دار به‌طور غیرمعمول در برابر تخریب مقاوم است. اکسیدهای آهن-منگنز و رسوب کربنات می‌توانند به حفظ مواد اسکلتی کمک کنند. وقتی این عوامل کنار هم قرار می‌گیرند، «گورستان» کمتر مرموز می‌شود: نه جایی که نهنگ‌ها انتخاب می‌کنند، بلکه جایی که مرگ‌هایشان با احتمال بیشتری ثبت می‌شود.

این مقاله چه چیزی را اثبات نمی‌کند

- یک گورستان عمدی نهنگ را نشان نمی‌دهد. «نکروپولیس» استعاره‌ای برای انباشت است، نه شاهد رفتار.
- یک مرگ‌ومیر فاجعه‌بار واحد را نشان نمی‌دهد. تاریخ‌ها میلیون‌ها سال را پوشش می‌دهند و نویسندگان آرشیوی بلندمدت ساخته‌شده از رویدادهای تکراری توصیف می‌کنند.
- به این معنا نیست که اکنون اعماق دریا خوب نقشه‌برداری شده است. این محل با کار نادر و پرهزینه زیردریایی در یک کریدور زمین‌شناختی پیدا شد؛ خود مقاله مهم است چون چنین سابقه‌هایی معمولاً کمیاب‌اند.

- هر گونه موجود در اجتماع را به یک گونه تازه کشف شده تبدیل نمی‌کند. نویسندگان می‌گویند بسیاری از تاکسون‌های بازیابی شده شاید جدید باشند، اما بیشترشان فقط تا سطح جنس یا خانواده شناسایی شده‌اند؛ تنها یک دوکفه‌ای vesicomys با مقایسه barcode با اطمینان تا سطح گونه تعیین شده است.
- علت کامل مرگ هر نهنگ را ثابت نمی‌کند. نویسندگان توضیحی همگرا پیشنهاد می‌کنند: مهاجرت، تغذیه عمیق، توپوگرافی، حفظ‌شدگی و رسوب‌گذاری. این با اثبات سازوکار مرگ هر حیوان یکی نیست.

قدرت شواهد چقدر است؟

شواهد برای خود محل قوی‌اند: مشاهدات مستقیم زیردریایی، صدها رکورد نقشه‌شده، نمونه‌های فیزیکی، شناسایی ژنتیکی برخی جانوران و تاریخ‌گذاری ایزوتوپی استخوان فسیلی. قوی‌ترین ادعاها مشاهده‌ای‌اند: محل وجود دارد؛ عمیق و گسترده است؛ اجتماع‌های فعال whale fall حضور دارند؛ و بعضی مواد فسیلی میلیون‌ها سال قدمت دارند.

ادعاهای توضیحی ناگزیر نرم‌ترند. مقاله می‌تواند نشان دهد بقایا بجايند، بعضی از آن‌ها چه هستند، بعضی چه سنی دارند و چه چیزهایی روی whale های fall فعال زندگی می‌کنند. نمی‌تواند لحظه مرگ را بازپخش کند. منشأ پیشنهادی بازسازی‌ای از بوم‌شناسی، فیزیولوژی، شکل کف دریا و شرایط حفظ است. این ماهیت معمول دیرینه‌بوم‌شناسی است: قدرتمند، اما ساخته‌شده از ردهای همگرا نه مشاهده مستقیم رویدادهای اصلی.

چرا مهم است

whale fallها ضیافت‌هایی کوتاه‌عمرند که می‌توانند به زیستگاه‌های بلندعمر تبدیل شوند. یک جانور سطح‌زی را به کف عمیق دریا متصل می‌کنند و کربن، استخوان و انرژی شیمیایی را به محیطی می‌برند که غذا در آن کمیاب است. همچنین مانند جزیره برای جانوران تخصصی عمل می‌کنند: کرم‌هایی که استخوان را سوراخ می‌کنند، دوکفه‌ای‌هایی با همزیست‌های اکسیدکننده گوگرد، ستاره‌های شکننده و شکم‌پایانی که می‌توانند پیرامون بقایا متراکم شوند.

منطقه Diamantina زمان را هم به این تصویر اضافه می‌کند. نشان می‌دهد بعضی کف‌های عمیق دریا می‌توانند اکوسیستم‌های whale fall را نه فقط به صورت رویدادهای پراکنده، بلکه به عنوان آرشیبی از بوم‌شناسی و تکامل نهنگ‌ها حفظ کنند. مطالعه نهنگ‌های نوک‌دار بسیار دشوار است چون دور از دید زندگی و تغذیه می‌کنند؛ انباشت استخوان‌هایشان در کف دریا می‌تواند گونه‌ها، پراکنش‌ها و تاریخ تکاملی‌ای را آشکار کند که مشاهده از سطح از دست می‌دهد.

داستان تمیز این نیست که «دانشمندان گورستان نهنگ‌های اقیانوس را پیدا کردند». عجیب‌تر و مفیدتر است: یک کریدور ژرف زمین‌شناختی آن‌قدر از مرگ نهنگ‌ها را حفظ کرده که یک اکوسیستم معمولاً گذرا را به سابقه‌ای زمین‌شناختی تبدیل کرده است.

خلاصه تمیز

پژوهشگرانی که منطقه Diamantina در جنوب شرقی اقیانوس هند را بررسی کردند، تجمع عظیمی از whale fallها و فسیل‌های نهنگ در اعماق گزارش می‌کنند: ۴۸۵ محل ثبت شده و whale fall فعال در حدود ۱۲۰۰ کیلومتر، در عمق‌هایی تا حدود ۷۰۰۰ متر، با تاریخ‌های فسیلی تا ۵٫۲۶ میلیون سال پیش. محل اجتماع‌های تخصصی whale fall را می‌زبانی می‌کند و دودمان‌های زنده و منقرض‌شده نهنگ، به‌ویژه نهنگ‌های نوک‌دار، را حفظ کرده است. نتیجه یک آرشیبی نادر اعماق دریاست، نه گورستانی واقعی، نه یک رویداد مرگ‌ومیر

جمعی، و نه شاهی که اکنون اقیانوس ژرف را فهمیده‌ایم. ادعای مهم محدودتر و قوی‌تر است: در شرایط مناسب کف دریا، مرگ نهنگ‌ها می‌تواند سابقه‌ای بسازد که میلیون‌ها سال دوام دارد.

منابع

(2026) 983-978 ,654 Nature Zone, Diamantina the in necropolis whale deep-sea million-year-old-3.5 A al., et Peng
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10546-z>

MAGs microbial and images situ in original the for dataset Bank Data Science
<https://doi.org/10.57760/sciencedb.28830>

species whale-fall investigated of images original — P6064 project MorphoBank
<https://morphobank.org/permalink/?P6064>