

شناسه انفجار آتش فشانی

هوبارت کینگ
ترجمه: فرخ بزرگر

کلیدواژه‌ها: شناسه انفجار آتش فشانی، فوران آتش فشانی، تواتر فوران‌های بزرگ، پرتابه

سنجش قدرت رویدادهای طبیعی همیشه چاشنی فراروی دانشمندان دست‌اندرکار طبیعت بوده است و از همین رو، مقیاس بزرگای ریشتر^۱ برای تخمین میزان انرژی رها شده از یک زمین لرزه و مقیاس سفیر-سیمپسون^۲ برای برآورد توانایی آبر توفان‌ها^۳ و مقیاس فوجیتا^۴ برای رتبه‌بندی شدت گردبادها^۵ تدوین و در این موارد به کار گرفته می‌شود. این مقیاس‌ها، سنجه‌هایی (معیارهایی) بسیار ارزشمند برای مقایسه رویدادهای گوناگون درک ما از میزان زیان ناشی از این رویدادهای متفاوت به حساب می‌آید.

در همین پیوند، اندازه‌گیری قدرت انفجار آتش‌فشان‌ها نیز نکته‌ای بسیار مهم‌تر از جمع‌آوری داده‌های مربوط به سرعت باد یا اندازه‌گیری حرکت زمین به کمک دستگاه‌هاست.

نخستین ویژگی فورانی مورد استفاده برای تعیین «شناسه»، حجم مواد آذرآواری فوران و خارج شده از آتش‌فشان است. این مواد شامل خاکستر آتش‌فشانی، تفرها، روانه‌های آذرآواری و دیگر انواع پرتابه‌هستند

اندازه‌گیری فوران‌های آتش‌فشانی

برای اندازه‌گیری این فوران‌ها، دو دانشمند آمریکایی به نام‌های کریس نیوهال^۶ از سازمان زمین‌شناسی آمریکا و استیفن سلف^۷ از دانشگاه هاوایی در سال ۱۹۸۲ شناسه انفجار آتش‌فشانی^۸ را پدید آوردند که یک مقیاس نسبی است و به کمک آن می‌توان فوران‌های انفجاری آتش‌فشان‌ها را با هم مقایسه کرد. این نوآوری کاری بسیار ارزشمند است، زیرا هم می‌تواند برای فوران‌های عهد حاضر، که اغلب دانشمندان مشاهده می‌کنند و هم برای فوران‌های تاریخی، که حتی هزاران سال پیش روی داده‌اند، به کار برده شود.

درجه‌بندی در مقیاس شناسه با عدد صفر شروع می‌شود و این عدد برای فورانی است که میزان حجم پرتابه آن کمتر از ۰/۰۰۱ کیلومتر مکعب باشد. بدیهی است که بیشتر این فوران‌ها از نظر اندازه بسیار کوچک‌اند و برخی از آن‌ها، بیشتر از آن که انفجاری باشند، برون‌ریز هستند

نخستین ویژگی فورانی مورد استفاده برای تعیین «شناسه»، حجم مواد آذرآواری^۹ فوران خارج شده از آتش‌فشان است. این مواد شامل خاکستر آتش‌فشانی، تفرها^{۱۰}، روانه‌های آذرآواری و دیگر انواع پرتابه^{۱۱} هستند. فرآزای (ارتفاع) ستون فورانی و مدت زمان فوران نیز از دیگر نکاتی است که برای تعیین درجه شناسه یک فوران باید در نظر گرفت (شکل ۱). در این شکل نمودار نشان دهنده در پیوند با شناسه انفجار آتش‌فشانی ارائه شده است. در شکل ۲ نیز نوع دیگری از نمودارهای متداول در

مورد شناسه آمده است که در آن حجم فوران به شکل کره ارائه می‌شود و آن را اصطلاحاً «توپ فورانی»^{۱۲} می‌خوانند. درجه‌بندی در مقیاس شناسه با عدد صفر شروع می‌شود و این عدد برای فورانی است که میزان حجم پرتابه آن کمتر از ۰/۰۰۱ کیلومتر مکعب باشد. بدیهی است که بیشتر این فوران‌ها از نظر اندازه بسیار کوچک‌اند و برخی از آن‌ها، بیشتر از آن که انفجاری^{۱۳} باشند، برون‌ریز^{۱۴} هستند. این فوران‌های برون‌ریز با جاری شدن روانه^{۱۵} از تنوره^{۱۶} آتش‌فشان، به جای پرتاب شدن پرتابه‌ها از آن، مشخص می‌شوند.

فوران‌ها در صورتی دارای شناسه درجه ۱ خواهند بود که حجم پرتابه آن‌ها بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۱ کیلومتر مکعب باشد. مقادیر بیشتر از «۱» دارای مقیاس لگاریتمی است که به‌طور طبیعی به معنای ۱۰ برابر شدن مقدار (حجم) پرتابه به ازای هر درجه افزایش خواهد بود. با این یادآوری، منظور از شناسه با درجه ۲، فورانی است که بتواند بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۱ کیلومتر مکعب پرتابه تولید کند و شناسه دارای درجه ۸ حاکی از آن است که حجم پرتابه یک میلیون برابر انفجار فورانی دارای درجه شناسه ۲ است (شکل ۳). گفتنی است نظر به اینکه در هر درجه از شناسه حجم مواد پرتابه ده برابر می‌شود، لذا تفاوت بسیاری بین اندازه فوران در حد پایین و بالای یک درجه وجود خواهد داشت و بنابراین برای آن که نشان داده شود فوران نزدیک به حد بالای یک درجه است در کنار درجه شناسه علامت (+) را نیز می‌نویسند تا خواننده بدین‌سان آگاه شود که فوران در محدوده حد بالای درجه بوده است.

فوران‌های با درجه شناسه ۸ کدام‌اند؟

تاکنون پنجاه فوران به دلیل آن که سبب تولید شگفت‌آور حجم پرتابه‌ای برابر ۱۰۰۰ کیلومتر مکعب یا بیشتر شده‌اند، در درجه شناسه ۸ رده‌بندی شده‌اند و این به معنای آن است که پرتابه از ابعادی برابر ۱۰ کیلومتر درازا، ۱۰ کیلومتر پهنا و ۱۰

کیلومتر ژرفا برخوردار بوده است. فوران با درجه شناسه ۸ بیشترین حجم پرتابه در فوران موسوم به واوا اسپرینگ^{۱۷} روی داد که امروزه گستره ایالت آیداهو را تشکیل می‌دهد و حدود ۳۰ میلیون سال پیش رخ داده بوده است. برآوردهای به‌دست آمده نشان می‌دهد که در این فوران - که باید حدود یک هفته به درازا کشیده شده باشد - حجم پرتابه‌های تولید شده به ۵۵۰۰ کیلومتر مکعب رسیده است.

تواتر فوران‌های بزرگ

همانند همه رویدادهای طبیعی، فوران آتش‌فشانی کوچک هم بسیار متداول و به‌همین‌سان فوران‌های بزرگ بسیار نادر است. نتایج داده‌های گردآوری شده در سازمان زمین‌شناسی آمریکا تواتر نسبی فوران‌ها را در درجات متفاوت شناسه در جدول زیر نشان می‌دهد.

تواتر فوران‌ها در شناسه‌های انفجارهای آتش‌فشانی

درجه شناسه	تواتر
۰	متداول
۱	متداول
۲	ده‌ها در سال
۳	چند فوران در سال
۴	ده‌ها در دهه
۵	یک فوران در دهه
۶	چند فوران در هر قرن
۷	چند فوران در هر هزاره
۸	دو فوران در هر یک‌صد هزار سال

ستبرای خاکستر در فاصله ۱۶ کیلومتری

درجه شناسه	ستبرای
۰	هیچ
۱	غبارزایی
۲	چند سانتی‌متر
۳	چندین سانتی‌متر
۴	چند ده سانتی‌متر
۵	حدود نیم‌متر
۶	حدود ۳ متر
۷	حداقل چندین متر

هنگامی که یک فوران انفجاری روی می دهد، پرتابه بانبروی انفجار و به کمک باد پخش می شود. در این رویداد معمولاً و به طور تیبیک، ستبرای فوران در نزدیکی منبع تولید، بیشترین مقدار است و با افزایش فاصله کمتر (نازک تر) می شود. با استفاده از مشاهدات دوره معاصر، پژوهشگران با تهیه گزارش از ستبرای فوران در مکان ها و فواصل مختلف نقشه می توانند منحنی های هم ستبرای (هم ضخامت) خاکستر آتش فشانی را ترسیم و با استفاده از این داده ها حجم پرتابه را برآورد کنند

داشته است، ولی شواهد آن را باید در میان رویدادهای زمین شناسی دیرینه جست و جو کرد. به راستی اگر چنین فورانی و با این عظمت در آینده روی دهد، تهدید سترگی برای حیات روی کره زمین به حساب خواهد آمد.

یا در یک جزیره دوردست، که دارای فاصله زیادی از سرزمین اصلی است، روی دهد، بسیار مشکل خواهد بود. در چنین شرایطی، اندازه پرتابه ناشی از فوران و مدت آن همراه با داده های مربوط به نهشتن خاکسترها برای تعیین درجه بندی شناسه، مورد استفاده قرار می گیرد.

همین مشکل در برآورد بهنگام محاسبه حجم فوران های کهن و دیرینه نیز وجود دارد، زیرا پرتابه ها به آسانی فرسایش می یابند و اغلب با مواد جوان تر پوشیده می شوند و تنها چاره در این شرایط برآورد بهینه بر مبنای دانش و تجربه است. در هنگامی که تعیین درجه شناسه مشکل باشد، معمولاً با افزودن یک علامت سؤال در کنار عدد مربوط، غیردقیق بودن عدد را نشان می دهند.

دلیل توقف شناسه در درجه ۸

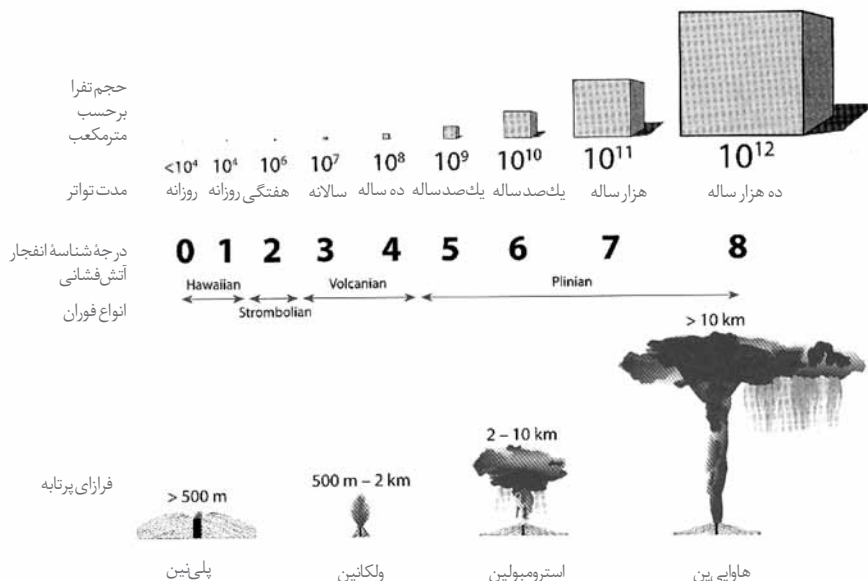
انتخاب گسترده ترین فوران انفجاری که تاکنون ثبت شده نمونه آن ها در آتش فشان توپا^{۲۱} (شکل ۳) و یلوستون^{۲۲} روی داده است. ولی اگر این نکته دانسته شود که کره زمین می تواند انفجاری آتش فشانی به قدرت ۱۰۰۰۰ کیلومتر مکعب پرتابه نیز تولید کند، در آن صورت باید درجه شناسه ۹ را نیز به این درجه بندی افزود. البته ممکن است دلایل رویداد چنین فورانی وجود هم

همان گونه که مشاهده می شود تواتر فوران در درجات متفاوت شناسه (از داده های مربوط به «برنامه آتش فشان های جهان»^{۱۸} مؤسسه اسمیت سونین^{۱۹} از فوران های روی داده بین ده هزار سال پیش تا سال ۱۹۹۴ میلادی) در این جدول به طور خلاصه ارائه شده است.

برآورد حجم پرتابه ها

هنگامی که یک فوران انفجاری روی می دهد، پرتابه بانبروی انفجار و به کمک باد پخش می شود. در این رویداد معمولاً و به طور نمونه، ستبرای فوران در نزدیکی منبع تولید، بیشترین مقدار است و با افزایش فاصله کمتر (نازک تر) می شود. با استفاده از مشاهدات دوره معاصر، پژوهشگران با تهیه گزارش از ستبرای فوران در مکان ها و فواصل مختلف نقشه می توانند منحنی های هم ستبرای (هم ضخامت) خاکستر آتش فشانی را ترسیم و با استفاده از این داده ها حجم پرتابه را برآورد کنند.

اگرچه در جدول زیر ستبرای خاکستر آتش فشانی^{۲۰} در ۱۶ کیلومتری محل رویداد و میزان تقریبی آن در درجات مختلف شناسه انفجار آتش فشان ها ارائه شده است، ولی باید این نکته را هم یادآور شد که انجام برآورد دقیق ستبرای هنگامی که فوران در نقطه دور از دسترس



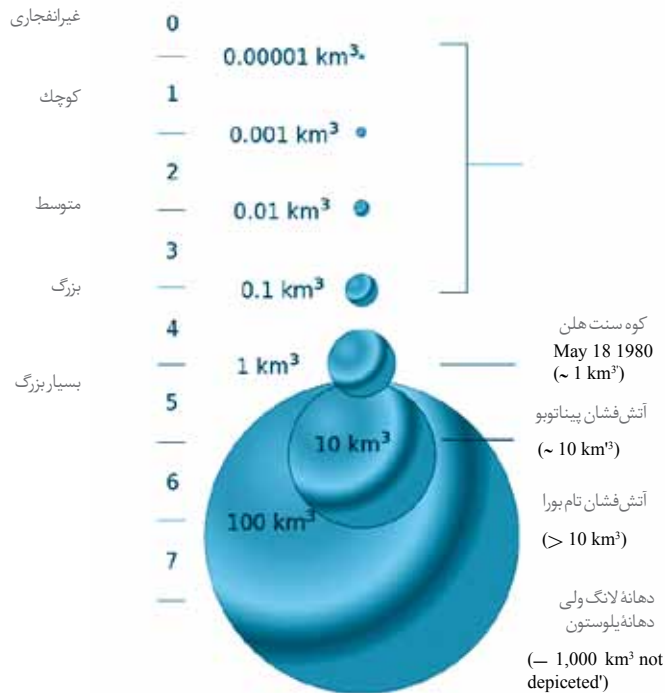
شکل ۱: نمودار نشان دهنده فراسنج های (پارامترهای) مرتبط با شناسه انفجاری آتش فشانی

پی‌نوشت‌ها

1. Richter Magnitude Scale
2. Saffir-Simpson
3. Hurricanes
4. Fujita
5. Tornados
6. Chris Newhall
7. Stephen Self
8. Volcanic Explosivity Index (VEI)
9. Pyrioclastic
10. Tephra
11. Ejecta
12. Eruption ball
13. Explosive
14. Effusive
15. Lava
16. Vent
17. Wahwah Spring
18. Global Volcanoes Program
19. Smithsonian Institute
20. Ash
21. Toba
22. Yellowstone

برای آگاهی یا بازخوانی این مقیاس، به فصلنامه شماره ۵۰، دوره ۱۳، شماره ۱، پاییز ۱۳۸۶، صفحات ۴۳ تا ۴۷ مراجعه کنید. در مورد مقیاس فوجیتا و مقیاس بوفرت (Beaufort) نوشتارهایی در شماره‌های آینده منتشر خواهد شد.

حجم تفرای فوران شده
شناسه انفجاری
آتش فشانی



شکل ۲: توپ فورانی برای نشان دادن حجم فوران و مقایسه آن‌ها

تاکنون پنجاه فوران به دلیل آن‌که سبب تولید شگفت‌آور حجم پرتابه‌ای برابر ۱۰۰۰ کیلومتر مکعب یا بیشتر شده‌اند، در درجه‌شناسه ۸ رده‌بندی شده‌اند و این به معنای آن است که پرتابه از ابعادی برابر ۱۰ کیلومتر درازا، ۱۰ کیلومتر پهنا و ۱۰ کیلومتر ژرفا برخوردار بوده است



شکل ۳: نگاره‌ای از ابر فورانی آتش‌فشان ریدایت در شبه‌قاره کنای. این فوران از ۱۴ دسامبر ۱۹۸۹ تا ژوئن ۱۹۹۰ ادامه داشت. این فوران از نظر حجم پرتابه دارای درجه‌شناسه ۳ است. حال تصور کنید که در آتش‌فشان توبا که فوران آن ۱۰۰۰۰ (ده هزار) برابر از این انفجار فورانی شدیدتر است، حجم پرتابه تا چه حد بزرگ خواهد بود!!