

آتش فشان‌های هاوایی

گردآوری و تنظیم: رؤیا عمرانی*

چکیده

طی ۷۰ میلیون سال گذشته، تأثیر توأم فرایندهایی مانند تشکیل ماگما، فوران‌های آتش فشانی و حرکت مستمر صفحه‌ی اقیانوس آرام از روی نقطه‌ی داغ، به تشکیل زنجیره‌ی طولی از آتش فشان‌ها در بستر اقیانوس آرام منجر شده است. طول مجموعه‌ی هاوایی، از رشته‌کوه‌های زیردریایی امپروور از جزیره بزرگ هاوایی تا گودال آلتوسین در نزدیکی آلاسکا، بیش از شش میلیون کیلومتر است. مجمع‌الجزایرهاوایی تنها بخش کوچکی از این زنجیره را تشکیل می‌دهد که از آب بیرون آمده و جوان‌ترین بخش این زنجیره‌ی طولی به شمار می‌رود. فاصله‌ی جزیره‌ی بزرگ هاوایی تا جزیره‌ی میدوی^۱ تنها حدود ۲۶۰۰ کیلومتر است. حجم گدازه‌ی خارج شده از زنجیره‌ی طولی هاوایی-امپروور بالغ بر ۷۵۰ هزار کیلومتر مکعب برآورد شده است. این مقدار گدازه می‌تواند سراسر ایالت کالیفرنیا را به ضخامت ۱/۵ کیلومتر بپوشاند.

نگاهی به حرکت این مجمع‌الجزایر نشان می‌دهد، حدود ۴۵ میلیون سال قبل حرکت آن تغییر مسیر فاحشی یافته و حرکت شمالی بخش قدیمی‌تر به طرف غرب تغییر مسیر داده است. تاکنون پاسخ روشنی به دلیل این موضوع داده نشده، اما ممکن است علت آن برخورد صفحه‌ی کوچک هند به آسیا باشد که تقریباً در همان زمان روی داده است. با حرکت صفحه‌ی اقیانوس آرام به سمت غرب-شمال غرب، محل جزیره‌ی هاوایی نیز از روی نقطه‌ی داغ گذر می‌کند و فرصت برای تشکیل یک جزیره‌ی آتش فشانی جوان به جای آن فراهم خواهد شد. در واقع این فرایند

ممکن است همین حالا در حال وقوع باشد. کوه زیردریایی «لوئی هی»^۲ که یک آتش فشان زیردریایی فعال است، در فاصله‌ی ۳۵ کیلومتری سواحل جنوبی هاوایی در حال تشکیل است. این آتش فشان جوان در حال حاضر تا فرازای سه هزار متری بستر اقیانوس قد برافراشته است و تنها یک کیلومتر مانده تا به سطح آب اقیانوس برسد. بر مبنای تئوری نقطه‌ی داغ، آتش فشان لوئی هی به رشد خود ادامه خواهد داد و جزیره‌ی بعدی زنجیره‌ی هاوایی خواهد بود. در آینده‌ای دور ممکن است، لوئی هی نیز به جزیره‌ی هاوایی متصل شود؛ همان‌گونه که در حال حاضر نیز جزیره‌ی هاوایی از به هم پیوستن پنج آتش فشان به نام‌های کیلائوآ^۳، مائونالوآ^۴، هوالائی^۵، کوه‌الاء^۶ و مائوناکه‌آ^۷ به وجود آمده است.

مقدمه

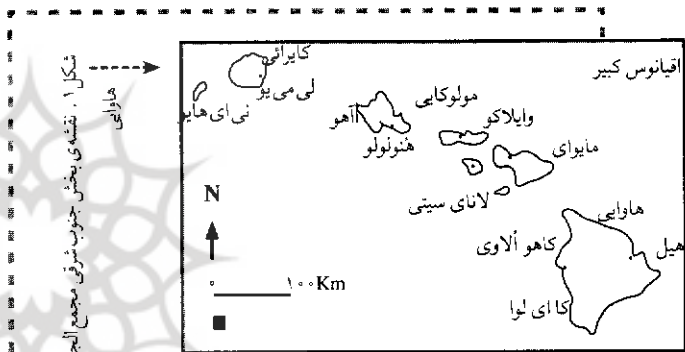
جزایر هاوایی در دورترین نقطه‌ی جنوب شرقی زنجیره‌ی آتش فشانی قرار دارند که قدمت آن به ۷۰ میلیون سال پیش برمی‌گردد. بسیاری از این آتش فشان‌ها جزایری را به وجود آوردند که بعدها در اثر فرسایش به زیرآب رفتند. در عین حال، برخی از آن‌ها هرگز به قدری بزرگ نشدند که سر از آب درآورند. هریک از جزایر هاوایی متشکل از یک یا چند آتش فشان است که در اثر فوران در بستر دریا به وجود آمده و دوائر فوران‌های متمادی و بی‌شمار، نهایتاً سر از آب برآورده‌اند.

بزرگ‌ترین و شرقی‌ترین جزیره‌ی این زنجیره، هاوایی نام دارد که متشکل از پنج آتش فشان به نام‌های کیلائوآ، مائونالوآ،

هئوالائی، کوهالا و مائوناکه آست. از میان آن‌ها، سه آتش فشان اول طی ۲۰۰ سال اخیر فعال بوده‌اند. «لوئی هی»، جوان ترین این آتش فشان‌هاست و هنوز در عمق هزار متری زیر سطح آب اقیانوس قرار دارد. آتش فشان «مائویی» که به نام «هالیکیلا» نیز معروف است، کمی دورتر از هاوایی روی جزیره ی مائویی قرار دارد و از سال ۱۷۰۰ میلادی تاکنون، فوران‌های زیادی داشته است (به شکل‌های ۱ و ۲ توجه کنید).

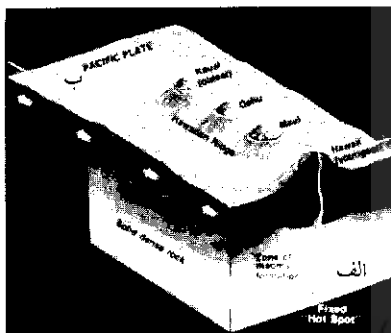
این فرایند در حال متولد شدن است.

بومیان قدیمی هاوایی نیز پی برده بودند که جزایر هاوایی به سمت جنوب شرقی جوان تر می شوند. دریانوردان هاوایی طی سفرهای خود متوجه تفاوت هایی در میزان فرسایش، تشکیل خاک و میزان پوشش گیاهی بین این جزایر شدند و دریافتند که جزایر شمال غربی، مانند نی ئی هائو^۹ و کائوآئی^{۱۱} قدیمی تر از جزایر جنوب شرقی مانند مائوئی^{۱۱} و هاوایی هستند. این موضوع در



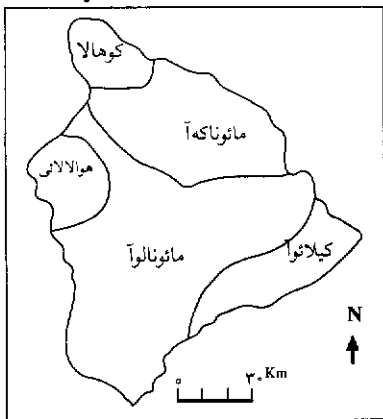
شکل ۳. نمایش سه بعدی حرکت صفحه ی اقیانوس آرام روی نقطه ی داغ هاوایی که به ایجاد زنجیره ی آتش فشانی هاوایی - کوه‌های زیردریایی امپرو منجر شده است.

الف) برش نیم رخ
ب) پلان سطحی



منشأ مجمع الجزایر آتش فشانی هاوایی

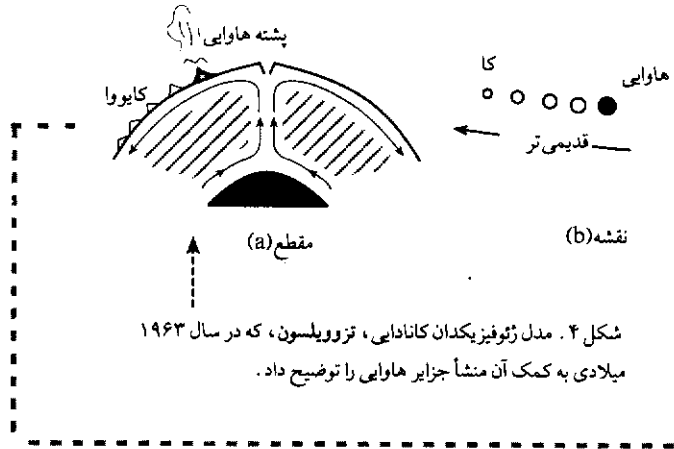
جزایر هاوایی محصول فعالیت یک نقطه ی داغ^۹ در جبهه ی زمین هستند. موقعیت این آتش فشانیها در سطح زمین طی ۷۰ میلیون سال گذشته تغییر کرده است. نقطه ی داغ در دورترین نقطه ی جنوب شرقی جزایر هاوایی قرار دارد. فوران‌های بی شمار گدازه که از این نقطه ی داغ منشأ می گیرند، آتش فشان‌هایی را ساخته‌اند که از سطح دریا فراتر رفته و جزایری را تشکیل داده‌اند. فوران این آتش فشان‌ها استمرار نداشته است، زیرا بستر دریایی که آتش فشان‌های مزبور روی آن شکل گرفته‌اند، به آرامی و با سرعت ۷ تا ۹ سانتی متر در سال از روی نقطه ی داغ به سوی شمال غربی عبور می کند. در نتیجه، هر یک از این آتش فشان‌ها مانند یک تسمه نقاله از روی نقطه ی داغ گذشته و از آن دور شده‌اند. سرانجام آتش فشان‌های فعال کنونی جزیره ی بزرگ هاوایی نیز چنین خواهد بود و آتش فشان‌های جوان دیگری به جای آن‌ها به وجود خواهد آمد (شکل ۳ و ۴). هم اکنون آتش فشان «لوئی هی» جوان ترین آتش فشانی است که در



می یابد. این زنجیره ی آتش فشانی به صورت کوه های زیردریایی به طول سه هزار کیلومتر امتداد می یابد و آن گاه به طور ناگهانی به سوی شمال تغییر مسیر می دهد و ۷۰۰ کیلومتر دیگر ادامه می یابد تا به کوه زیردریایی امپروور می رسد که در این نقشه دیده نمی شود.

کیلاثوآ فعال ترین آتش فشان جهان

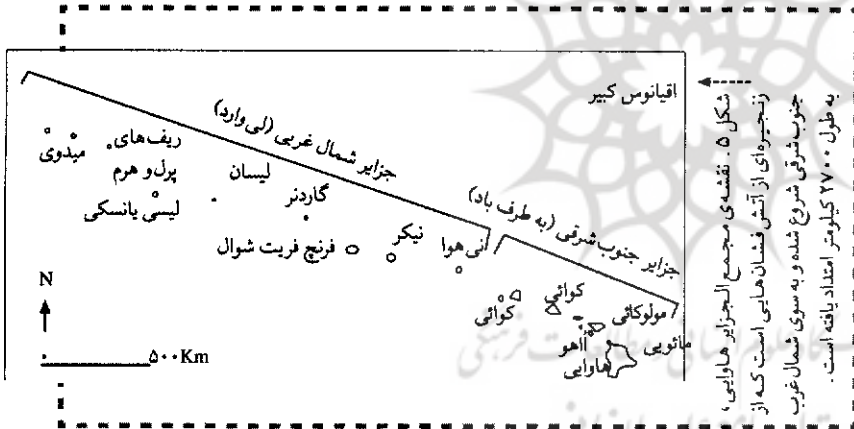
کیلاثوآ در حال حاضر جوان ترین و فعال ترین آتش فشان جزیره ی هاوایی به شمار می رود و در دورترین نقطه ی جنوب شرقی این جزیره قرار دارد (شکل ۲). براساس باورهای بومیان هاوایی، کیلاثوآ محل سکونت پله الهه ی آتش فشان است. تعداد فوران های این آتش فشان ۶۱ مورد گزارش شده است و تنها از سال



شکل ۴. مدل ژئوفیزیکی کانادایی، تزویلسون، که در سال ۱۹۶۳ میلادی به کمک آن منشأ جزایر هاوایی را توضیح داد.

نسل های متمادی در قالب افسانه ی «پله»، الهه ی آتش فشان ها

سینه به سینه نقل شده است. طبق این افسانه، پله در آغاز در کائوآئی می زیست. اما پس از آن که خواهرش به نام «ناماکائوکاهایی» (الهه ی دریاها) با او درآمیخت، به جزیره ی آهوه^{۱۲} گریخت. خواهرش دوباره به سراغ او رفت و پله مجدداً مجبور به فرار شد و به جزیره ی مائوئی و نهایتاً به جزیره ی هاوایی پناه آورد. طبق این افسانه پله اکنون در جزیره ی هاوایی در دهانه ی آتش فشان کیلاثوآ زندگی می کند (رجوع به شکل ۱).



شکل ۵. نقشه ی مجمع الجزایر هاوایی، زنجیره ای از آتش فشان هایی است که از جزیره ی شرقی شروع شده و به سوی شمال غرب به طول ۲۷۰۰ کیلومتر امتداد یافته است.

۱۶۵۲ میلادی تاکنون، ۳۴ بار فوران کرده است. آخرین فوران آن از سوم ژانویه ی سال ۱۹۸۳ شروع شده است و همچنان ادامه دارد. انفجارات این آتش فشان در بعضی زمان ها بسیار مهیب بوده است؛ مانند آنچه که در سال ۱۹۷۰ میلادی روی داد و به کشته شدن افراد بی شماری در این جزیره منجر شد. کیلاثوآ فعال ترین آتش فشان جهان شناخته شده است. سطح گسترش این آتش فشان ۱۴۳۰ کیلومترمربع، حجم آن ۲۵۵۳۵ هزار کیلومتر مکعب و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۷۷ متر است.

آینده ی کیلاثوآ

احتمالاً آینده ی کیلاثوآ بسیار شبیه به گذشته ی آن خواهد بود. استمرار فوران ها سبب پرشدن کالدرا و رشد بیش تر قله ی اصلی

پرواز افسانه ای پله از جزیره ی مائوئی به هاوایی و ستیز او با خواهرش که کنایه ای است از ستیز بی پایان رشد جزایر آتش فشانی از یک سو و فرسایش ناشی از امواج اقیانوسی از سوی دیگر، با شواهد زمین شناسی که قرن ها بعد توسط زمین شناسان فراهم آمده است، همخوانی دارد؛ چرا که بر پایه ی این شواهد ثابت شده است، جزایر مورد بحث از شمال غربی به جنوب شرقی جوان تر می شوند.

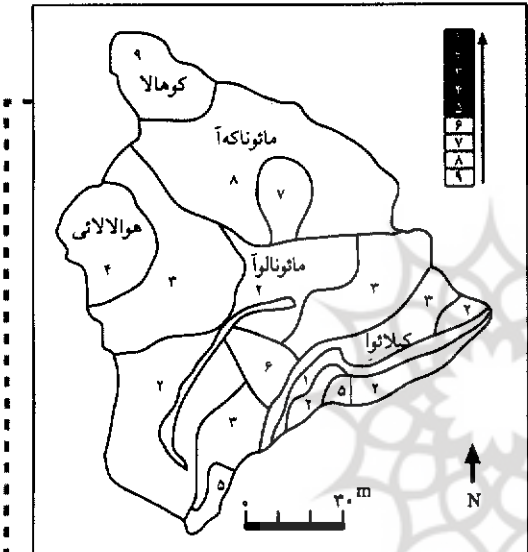
همان گونه که در شکل ۵ پیداست، زنجیره ای آتش فشانی از جزیره ی هاوایی به سمت شمال غربی به طول ۲۷۰۰ کیلومتر امتداد یافته است. سن این آتش فشان ها از جزیره ی هاوایی که هنوز یک آتش فشان فعال به شمار می رود به طرف شمال غربی که قدمت آتش فشان ها به ۳۰ میلیون سال می رسد، تدریجاً افزایش

قبیل پوشش توسط خاکستر آتش فشان، ترک خوردن زمین و نشست زمین که در برخی موارد خطر آن‌ها بیش‌تر از خطر جریان‌های گدازه است، برای پهنه بندی خطر ملاک عمل هستند که در این نقشه مشخص نشده‌اند.

خواهد شد. نمی‌توان گفت که این جزیره چه قدر رشد خواهد کرد و یا فعالیتش چه موقع متوقف خواهد شد، اما بی‌گمان در آینده‌ی تاریخ بشر فعالیت آن استمرار خواهد داشت.

مائونالوا بزرگ‌ترین آتش فشان کروی زمین

مائونالوا آتش فشانی است با ارتفاع چهار هزار متر از سطح دریا و بی‌گمان بزرگ‌ترین آتش فشان سیاره‌ی خاکی ما به شمار می‌رود. در زیر سطح آب نیز دامنه‌ی آن تا ژرفای پنج کیلومتری ادامه دارد. بستر دریا تحت تأثیر وزن این توده‌ی آتش فشانی به میزان هشت کیلومتر فرونشسته است. با توجه به این موضوع باید گفت که دهانه‌ی این آتش فشان در ارتفاع ۱۷ کیلومتری قاعده‌ی آن قرار دارد! این آتش فشان به تنهایی نیمی از جزیره‌ی هاوایی و ۸۵ درصد کل مجمع‌الجزایر هاوایی را در بر می‌گیرد (شکل ۲).



شکل ۶. نقشه‌ی پهنه بندی خطر جریان گدازه‌ای در جزیره‌ی هاوایی. نواحی شماره‌ی ۱ بیش‌ترین خطر و نواحی شماره‌ی ۹ کم‌ترین خطر از لحاظ احتمال پوشیده شدن توسط گدازه را نشان می‌دهند.

جزیره‌ی هاوایی به سرعت به وجود آمده و طی فاصله‌ی کوتاهی (۶۰۰ هزار تا یک میلیون سال)، به بزرگ‌ترین جزیره‌ی آتش فشانی روی زمین تبدیل شده است. گرچه سرعت رشد آن در ۱۰۰ هزار سال اخیر کاهش یافته است، اما بررسی‌های جدید زمین شناسی نشان می‌دهند، حدود ۹۸ درصد سطح آن پوشیده از گدازه‌هایی است که سن آن‌ها از ۱۰۰ هزار سال پیش تر نیست. تعیین سن دقیق نمونه‌ها بیانگر این واقعیت است که فعالیت این آتش فشان به صورت دوره‌های متفاوت فوران از دهانه‌ی اصلی و سپس از محل‌های شکافی^{۱۳} بوده است.

مائونالوا در شمار فعال‌ترین آتش فشان‌های زمین قرار دارد و از سال ۱۸۴۳ میلادی که اولین فوران تاریخی آن به طور مستند به ثبت رسیده، تاکنون ۳۳ فوران داشته است. آخرین فوران آن در سال ۱۹۸۴ بوده است. بی‌گمان این آتش فشان در آینده نیز فوران خواهد داشت. از این رو دائماً تحت نظارت است تا آثار هرگونه فعالیت مجدد آن ثبت و بررسی شود.

پهنه بندی خطر جریان گدازه در جزایر هاوایی

اولین نقشه‌ی پهنه‌های خطر آتش فشانی جزایر هاوایی در سال ۱۹۷۴ توسط سازمان زمین شناسی آمریکا تهیه شد و در سال ۱۹۸۷ مورد بازنگری قرار گرفت. در شکل ۶، نقشه‌ی ساده شده‌ی جزیره‌ی هاوایی را مشاهده می‌کنید که از لحاظ درجه‌ی خطر، به ۹ پهنه درجه بندی شده است و مبنای آن احتمال پوشیده شدن هر منطقه توسط جریان گدازه است. مبنای دیگری نیز از

* دبیر زمین‌شناسی ناحیه ۲ آموزش و پرورش استان همدان

زیرنویس:

1. Midway
2. Loihi
3. Kilauea
4. Maunaloa
5. Hualalai
6. Kohala
7. Maunakea
8. Hot spot
9. Niihau
10. Kauai
11. Maui
12. Oahu
13. Rift Zone

منبع: سایت اینترنتی انجمن زمین شناسی ایالات متحده‌ی آمریکا (USGS).
www.usgs.com