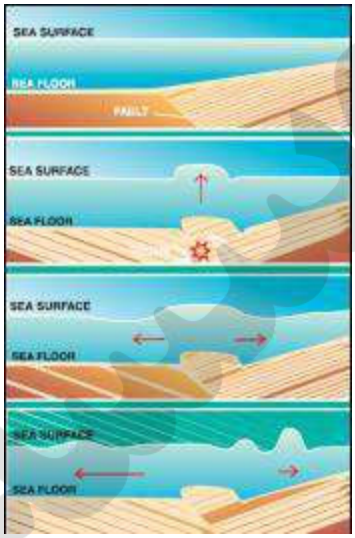
sina-pub.ir

داستان سونامی



شکل 1

سونامی مجموعه ای از موجهای بسیار بزرگ اقیانوسی است که باعث آشوبهای بزرگ و ناگهانی در ساحل دریا می شود. اگر این آشوبها محدود به خط ساحلی باشد سونامی محلی رخ داده است که می تواند اجتماعات ساحلی را در چند دقیقه ویران کند. یک آشوب بسیار بزرگ می تواند باعث ویرانی محلی و سرایت کردن سونامی به هزاران مایل آن طرف تر شود. لغت سونامی یک لغت ژاپنی است که از دو بخش تشکیل شده است: tsu به معنی « بندرگاه » و name به معنی « موج». سونامی در بین بلایای طبیعی در مرتبه بالایی قرار دارد. از این رو تنها در سال 1850 سونامی باعث از دست رفتن جان 420000 نفر و بیلیونها دلار خسارت به ساختمانها و سکونتگاههای محلی شد. بیشتر این خسارتها به علت سونامی محلی به وجود می آید که هر سال یکبار در یک جایی از جهان رخ می دهد. مثلاً در 26 دسامبر سال 2006 سونامی حدود 130000 نفر را در محدوده زمین لرزه و حدود 58000 نفر را در محدوده ساحلی دریا کشت. پیش بینی کردن زمان و مکان

ترجمه فا

sina-pub.ir

سونامی بعدی در حال حاضر غیر ممکن است. سونامی یکمرتبه به وجود می آید. اما ممکن است پیش بینی زمان فرا رسیدن و مقدار خسارت آن توسط تکنولوژی مدل سازی و اندازه گیری میسر باشد.

رخداد

سونامی بیشتر به وسیله زمین لرزه در دریا و نواحی ساحلی به وجود می آید. سونامی اصلی با زمین لرزه های شدید (بیش از 7 درجه در مقیاس ریشتر) در نقاط کم عمق (کمتر از 30 کیلومتر در عمق زمین) همراه با حرکت صفحات اقیانوسی و قاره ای ایجاد می شود. آنها بیشتر اوقات در اقیانوسها رخ می دهند، جایی که انبوه صفحات اقیانوسی به زیر صفحات قاره ای سبکتر می لغزند. وقتی این صفحات می شکنند باعث حرکت عمودی از کف دریا می شوند که انرژی شدید و سریعی را از سطح زمین به اقیانوس وارد می کند (به انیمیشن شکل 1 نگاه کنید). وقتی در اندونزی در سال 2004 یک زمین لرزه بسیار قدرتمند (به بزرگی 9/3 ریشتر) در نواحی ساحلی اتفاق افتاد، حرکت بستر دریا سونامی ای به وسعت 30 متر (100 feet) در طول خط ساحلی ایجاد کرد که جان 240000 نفر را گرفت. سپس در مدت 2 ساعت به مرزهای داخلی هم گسترش یافت و جان 580000 نفر را در تایلند، سریلانکا و هند گرفت.

همچنین وقتی زمین لرزه های زیر آب با زمین لرزه های کوچکتر همراه شوند تبدیل به سونامیهای ویرانگر می شوند. سونامی ای که احتمالاً مربوط به سواحل شمال غربی گینه نو پاپوا در 17 جولای سال 1998 بوده با زمین لرزه ای به اندازه 7 ریشتر به وجود آمده که ظاهراً از زمین لرزه بزرگی در زیر آب شروع شده است. سه موج به ارتفاع بیش از 7 متر

ترجمه فا

sina-pub.ir

حدود 10 کیلومتر از خط ساحلی را در مدت 10 دقیقه درنوردید. سه روستای ساحلی به کلی ویران شدند و با این حمله مهلک چیزی جز ماسه باقی نماند و 2200 نفر کشته شدند. از جمله اختلالات دیگری که با مقیاس بزرگ در سطح دریا رخ می دهد و باعث سونامی می شود انفجار آتشفشانها و برخورد شهاب سنگها است. فوران آتشفشان Krakatoa هند شرقی در 27 آگوست 1883 سونامی 30 متری ای را ایجاد کرد که جان بیش از 36000 نفر را گرفت. در سال 1997 دانشمندان شواهدی را به دست آوردند که در دو میلیون سال قبل یک شهاب سنگ آسمانی به قطر 4 کیلومتر در منطقه ساحلی کشور شیلی فرود آمده و باعث یک سونامی عظیم شده که بخشهایی از آمریکای جنوبی و قطب جنوب را در نوردیده است.

انتشار امواج

چون حرکات زمین با زمین لرزه های شدید که هزار کیلومتر مربع در دریا هستند ترکیب می شوند هر حرکت عمودی در بستر دریا، سطح دریا را دگرگون می کند. در نتیجه سونامی موجهای پرقدرتی را ایجاد می کند که نظیر حرکات سطح زمین هستند (تقریباً 100 کیلومتر) و موجهای بلندی را با جابه جایی عمودی صفحات ایجاد می کنند (تقریباً 1 متر). جهت موجها هم بسته به هندسه خط ساحلی است. چون هر زمین لرزه منحصر به فرد است، هر سونامی هم طول موجهای منحصر به فردی دارد، موجهای بسیار بلند و هدایت شده (شکل 2 انتشار سونامی سوماترا را در 24 دسامبر سال 2004 نشان می دهد). از لحاظ اعلام خطر سونامی، پیش بینی واقعی زمان سونامی بسیار مشکل است.

sina-pub.ir

شکل 2

سیستمهای هشدار دهنده

بعد از سال 1946 سیستم هشدار دهنده سونامی با کنترل فعالیت زمین لرزه و عبور موجهای سونامی در جزر و مد نماها خطر وقوع یک سونامی را در نواحی آرام اعلام کرد. هرچند نه زلزله سنجها و نه جزر و مد نماهای ساحلی پیش بینی درستی از مکان دقیق وقوع سونامی نمی دهد لیکن کنترل زمین لرزه ها بهتر وجود یک سونامی بالقوه را نشان می دهند. اما اندازه و محل زمین لرزه ها هیچ اطلاعات مستقیمی درباره خود سونامی نمی دهند. جزر و مد نماهای بندرگاهها به صورت مستقیم سونامی را اندازه گیری می کنند. اما این سونامی به طور معنی داری با عمق سنجی محل و شکل بندرگاهها تغییر می کند که این امر استفاده از آنها را در پیش بینی حملات سونامی در محلهای دیگر محدود می کند. چون این اطلاعات تا اندازه ای محدود می باشد، در سال 1946 از هر 20 هشدار وقوع سونامی 15 تای آنها هشدار های اشتباه بودند چون سونامی ای که وقوع می یافت خسارات ناچیزی به همراه داشت.

پیش بینی ضربات

به تازگی موج یابهای سونامی در عمق اقیانوسها اطلاعات لازم را برای پیش بینی زمان واقعی سونامی فراهم کرده اند (شکل 3). در 17 نوامبر سال 2003 در آلاسکا جامع ترین آزمونها برای روش شناسی پیش

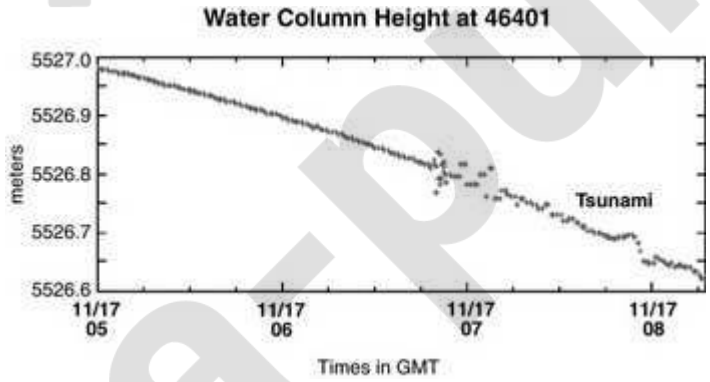
sina-pub.ir

بینی سونامی صورت گرفت. زمین لرزه ای با طول موج 7/8 در فلات قاره ای نزدیک جزایر Rat آلاسکا باعث وقوع سونامی ای شد که توسط سه سونامتر (sunameter) در امتداد گودال Aleutian تعیین محل شده بود – اولین ردیابی سونامی که به تازگی زمان واقعی وقوع سونامی را پیش بینی کرد سیستم سونامتر بود. اطلاعات زمان واقعی (real time) به اضافه مدل database (شکل 4) برای ایجاد مدل زمان واقعی پیش بینی سونامی استفاده شدند. اولین بار مدل پیش بینی سونامی در طول انتشار سونامی و قبل از اینکه موجها به خط ساحلی برسند فراهم شد. نخستین پیش بینی ساحلی که فوراً بعد از پارامترهای اولیه زمین لرزه بدست آمد (محل و اندازه یک هزارم ثانیه = 7/5) از سواحل غربی آلاسکا TWC (حدود 15 تا 20 دقیقه پس از زمین لرزه) بود. برآوردهای این مدل توالی زمانی سونامی را در ردیابهای سونامتر پیش بینی کرد. وقتی سونامتر اولین موج را ثبت کرد حدود 80 دقیقه پس از سونامی، پیش بینی های مدل با اطلاعاتی که از عمق اقیانوس به دست آمده بود و پیش بینی های جدیدتر برابر بودند ...

شکل 3

sina-pub.ir

سپس این سناریوی مدل ساحلی به عنوان داده های اولیه برای ایجاد قدرت تشخیص بالا در مدل سیلاب Hilo Bay مورد استفاده قرار گرفت. این مدل دینامیک سونامی را در چندین شبکه تودرتو با بالاترین تحلیل فاصله ای از 30 متر Hilo Bay محاسبه کرده بود (شکل 5). هیچ یک از سونامی ها در Hilo وقوع سیلاب را ثبت نکردند، اما همه آنها تقریباً سیگنال نیم متر را در درجه Hilo ثبت کردند (حداکثر به حداقل موج). پیش بینی های مدل پیش بینی برای درجه جزر و مد با اطلاعات مشاهده شده در شکل 5 قابل مقایسه است. این مقایسه نشان می دهد که دامنه ها، زمان ورود و طول مدت چندین موج اول زنجیره امواج سونامی به درستی پیش بینی شده بودند. لازم است همه آزمایشات احتمال وقوع سیلاب را هم با ضریب اطمینان بالا در هر سونامی پیش بینی کنند. وقتی اینکار صورت گرفت، پیش بینی آن سریعتر انجام می شود و زمان کافی را برای تخلیه محل فراهم می کند یا به سواحل هاوایی و سواحل شرقی ایالات متحده به موقع هشدار می دهد.



شکل 4. سونامی 17 نوامبر سال 2003 در جزیره Rat آلاسکا به وسیله سونامتر در 50 N 171 W در داخل عمق 4700 متری آب تعیین محل شده است.

sina-pub.ir

شکل 5 . پیش بینی ساحلی در Hilo ، Hl برای جزیره Rat در سال 2003 مقایسه اطلاعات پیش بینی شده (خطوط قرمز) و اطلاعات اندازه گیری شده (خطوط آبی) را نشان می دهد.

کاهش فشار

پیشرفت اخیر ردیابهای سنجش زمان واقعی سونامی در عمق اقیانوس و مدلهای سیلابی سونامی به اجتماعات ساحلی این امکان را می دهند که آنها را برای کاهش ضربات سونامی بعدی آماده کند. اگر این داده ها همراه با برنامه های آموزشی مداوم در بین اجتماعات محلی استفاده شوند حداقل 25 درصد سونامی هایی که با مرگ و میر همراهند از بین می روند. با مقایسه خسارات سونامی سال 1993 دریای ژاپن با سونامی گینه نو پاپوا در سال 1993 می توانیم نتایج استفاده از این امکانات را استنتاج کنیم. در مورد Aonae ژاپن که به واسطه سونامی ای که در فاصله 10 دقیقه پس از زمین لرزه در حال وقوع بود نزدیک به 15 درصد از جمعیت در معرض خطر مرگ با آموزشهایی که در مورد سونامی دیده بودند و طرح برنامه تخلیه و اعلام هشدار های لازم از مرگ حتمی نجات یافتند. در مورد warapa گینه نو پاپوا حدود 40 درصد از مردمی که در معرض خطر مرگ بودند به خاطر نداشتن آموزشهای لازم، طرحهای تخلیه و سیستم های هشدار دهنده به کام مرگ رفتند.

Eddie N.Bernard

ترجمه فا

sina-pub.ir

منابع :

Bernard, E.N. (1998): Program aims to reduce impact of tsunamis on Pacific states. Eos Trans. AGU, 79(22), 258, 262-263.

Bernard, E.N. (1999): Tsunami. Natural Disaster Management, Tudor Rose, Leicester, England, 58-60.

Synolakis, C., P. Liu, G. Carrier, H. Yeh, Tsunamigenic Sea-Floor Deformations, Science, 278, 598-600, 1997.

Dudley, Walter C., and Min Lee (1998): Tsunami! Second Edition, University of Hawai'i Press, Honolulu, Hawaii.

واژه سونامی و مجموعه واژگان

سونامی (Tsunami) : سونامی ها امواج اقیانوسی هستند که به واسطه زمین لرزه ها و یا زمین لغزه های زیر آب تولید می شوند. این کلمه ژاپنی است و معنی آن « موج بندرگاه » است چون این امواج تأثیرات زیانباری بر اجتماعات ساحلی ژاپنی که پایین تر از سطح دریا زندگی می کردند می گذاشتند. اما یک سونامی واقعی از امواجی تشکیل یافته است که سرعت متوسط آنها 450 مایل در ساعت (و بیش از 600 مایل در ساعت) است و نواحی باز اقیانوسی را در می نوردد.

در فضای باز اقیانوسها، کشتی ها نمی توانند سونامی را حس کنند چون طول امواج صدها مایل در دامنه های پایین امتداد دارند. این امر همچنین آنها را از وضعیت هوا هم بی اطلاع می کند. همین طور که امواج به ساحل نزدیک می شوند سرعت آنها

sina-pub.ir

کاهش و دامنه آنها افزایش می یابد. بلندترین امواج غیر عادی تا بیش از 100 feet بلندی دارند. هر چند امواجی که بین 10 تا 20 feet بلندی دارند می توانند ویرانی بسیاری به بار آورند و علت مرگ و میرها و جراحات زیادی باشند.

اولین سونامی ای که در یک نقطه ایجاد می شود، امواج آن به تمام جهات ساتع می شود. درست مثل وقتی که یک سنگ را در داخل یک تالاب پرتاب می کنیم و از آن حلقه هایی به طرف سطوح بیرونی درست می شود. همانطور که این امواج به نواحی ساحلی نزدیک می شوند زمان بین امواج منتشره از 5 تا 90 دقیقه متغیر می شود. معمولاً اولین موج نه بزرگترین و نه مهمترین موج است. به علاوه ممکن است ساکنین ساحل دریا هیچ آسیبی از این امواج نبینند اما مردم ساکن نواحی دورتر امواج مهلکی را دریافت کنند که باعث خسارات زیادی شوند. به خاطر تعدادی از عوامل برخی از نواحی پایین تر از سطح دریا سیلابهایی از آب و آوار که بیش از 1000 feet هستند را تجربه کنند.

ساعت سونامی (Tsunami Watch) : هشداری است که به نواحی اطراف منطقه در معرض خطر فرستاده می شود. ناحیه ای که به آن اعلام خطر می شود بستگی به بزرگی زمین لرزه دارد. برای زمین لرزه های بیش از 7 ریشتر، سطح هشدار تا یک ساعت از محل وقوع مرکز سونامی فاصله دارد. برای همه زمین لرزه های بیش از 7/5 ریشتر هم سطح هشدار تا سه ساعت از محل وقوع مرکز سونامی فاصله دارد. این هشدار دهنده ها آگاهی های بعدی را برای اعلام خطر بعدی بهبود می دهند و یا از شدت خسارات و زیانهای سونامی می کاهند.

ترجمه فا

sina-pub.ir

هشدار سونامی (Tsunami Warning) : نشان می دهد که سونامی قریب الوقوع است و مناطق محلی در معرض خطر باید برای طوفان آماده شوند. اولین هشدار فقط اطلاعاتی در مورد ارتعاشات زمین لرزه است. زمین لرزه های بالای 7 ریشتر، نواحی ساحلی تا دو ساعت فاصله از مرکز سونامی را به طور کامل زیر پوشش اعلان خطر می برند. وقتی بزرگی زمین لرزه بیش از 7/5 ریشتر باشد سطح هشدار به سه ساعت فاصله از مرکز شروع سونامی افزایش می یابد. به طوری که اطلاعات سطح آب نشان می دهد، سونامی هشدار هایی را ثبت می کند که لغو می شوند، محدود می شوند و یا به صورت پله ای در سونامی اصلی توسعه می یابند.

دوره حیات یک سونامی

پانل 1 – آشنایی :

زمین لرزه ها در حالت عادی با ارتعاشات زمین همراهند که در نتیجه امواج ارتجاعی است که از میان زمین سفت حرکت می کنند.

در نزدیک منبع زمین لرزه های دریایی، بستر دریا به طور ثابت بالا و پایین می رود و کل ستون آب را به بالا و پایین فشار می دهند و موجب انرژی بالقوه ای می شود که در نتیجه هل دادن آب به وسط سطح دریا تبدیل به انتشار امواج سونامی به صورت افقی می شود (انرژی جنبشی). برای حالتی که در بالا نشان داده شده است، شکستگی زمین لرزه در ته شیب قاره ای نسبتاً عمیق آب رخ داده است. همچنین حالتهایی که می توانند از جایی که شکستگی زمین لرزه رخ

sina-pub.ir

داده است به وجود آیند در زیر فلات قاره در قسمت کم عمق تر آب است.

نکته : در شکل امواج به صورت اغراق آمیزی برای مقایسه با عمق آب نشان داده شده اند. در اقیانوس باز، امواج با بیش از چندین متر ارتفاع، بیش از ده ها تا صدها کیلومتر بلندی دارند.

پانل 2 – شکاف :

چند دقیقه پس از وقوع زمین لرزه، اولین سونامی (پانل 1) به دو بخش تقسیم می شود که یکی از آنها به خارج از عمق اقیانوس می رود (سونامی دور) و دیگری به نزدیکی ساحل (سونامی محلی). بلندی دو سونامی ای که در جهت مخالف هم حرکت کرده اند تقریباً نصف سونامی اصلی است (پانل 1). سرعتی که با آن هر دو سونامی حرکت کنند به اندازه مجذور عمق آب تغییر می کند. از این رو سونامی ای که در عمق آب حرکت می کند سریعتر از سونامی نزدیک ساحل است.

پانل 3 – توسعه :

زمانی که یک سونامی محلی به وجود می آید چندین حالت بر روی شیب قاره ای رخ می دهد. آشکارترین آنها افزایش دامنه آن است. به علاوه طول موج کاهش می یابد. این اتفاقات در نتیجه سرازیر شدن موجهای متصل روی می

sina-pub.ir

دهد - موجهایی که به ساحل می رسند مهار می شوند (پانل بعدی). توجه داشته باشید که قسمت اول موجی که به ساحل می رسد حداقل موجی است که دریا آن را از ساحل پس می کشد. این یک علامت اخطار طبیعی برای سونامی هاست. همچنین توجه داشته باشید که عمق سونامی اقیانوسی بیشتر از سونامی محلی است چون سرعت انتشار آن بیشتر است. همین طور که سونامی اقیانوسی به ساحل نزدیک می شود توسعه و کوتاه شدگی امواج رخ می دهد، همانطور که سونامی محلی هم در بالا این امر را نشان داده است.

پانل 4 - دورخیز :

دورخیز
سونامی زمانی
اتفاق می
افتد که
امواج
فرستاده شده
از سونامی از
منطقه نزدیک به ساحل به ساحل می رسند. دورخیز اندازه طول آب روی سطح ساحل نسبت به سطح اصلی دریا است. به استثنای سونامی های بزرگ همچون سونامی اقیانوس هند در سال 2004 بیشتر سونامی ها در نتیجه شکستن موجهای غول پیکر ایجاد نمی شوند (مثل موجهای معمولی موج سواری در ساحل که همانطور که به ساحل نزدیک می شوند تبدیل به حلقه های بسیار می شوند). بیشتر آنها، احتمال دارد خیلی قوی باشند و جریان حرکتشان تند باشد (مثل موجهای قدرتمند و تغییرات سریع سطح دریا). بیشترین خطری که سونامی دارد به خاطر جریانات قوی و آوارهای شناور است. تعداد کمی از سونامی ها هم که اغلب از دیواره عمودی آبهای متلاطم به وجود می آیند « مد

sina-pub.ir

جلو » نامیده می شوند. سونامی ها اغلب نواحی درونی تر از موجهای معمولی را در می نوردند.

آیا سونامی ها یکباره در خشکی متوقف می شوند؟ نه! بعد از دورخیز قسمتی از انرژی سونامی به اقیانوس باز می گردد و با تغییر ناگهانی و تندی، نواحی ساحلی را تارومار می کند. به علاوه یک سونامی می تواند نوع خاصی از موجهای ساحلی به نام موجهای جانبی را تولید کند که از پشت و جلو نواحی موازی ساحل دریا را در می نوردد. این تأثیرات در نتیجه ورود سونامی ها به نقاط خاصی از ساحل است تا موجهای تکی که در پانل 3 به آنها اشاره شد. به خاطر عملکردهای پیچیده موجهای سونامی نزدیک ساحل اولین دورخیز سونامی، اغلب زیاد بزرگ نیست، اما برخی از آنها هم تا ساعتها پس از اولین ضربه به ساحل باز نمی گردند.

تجزیه و تحلیل اولیه سونامی جزایر سولومون در آپریل سال 2007، در جنوب شرقی اقیانوس آرام

سونامی که با زمین لرزه ای به بزرگی 8/1 ریشتر در آپریل 2007 در جزایر سولومون رخ داد معلول خسارات بسیار و از دست رفتن جان بسیاری از مردم شد. با امید به اینکه در آینده بتوانیم از چنین بلایایی دوری کنیم سعی می کنیم فشار و مکانیسم این سونامی را بفهمیم. اطلاعاتی که در اینجا ارائه شدند متمرکز بر جنبه های زمین شناختی بلایا هستند.

لینکهایی برای اطلاعات بیشتر در مورد زلزله از مرکز ملی اطلاعات زمین لرزه :

Event page for April 2007 M=8.1 Solomon Islands Earthquake

Earthquake Summary Poster

ترجمه فا

sina-pub.ir

لینکهایی برای اطلاعات بیشتر در مورد زلزله از مرکز پژوهشهای سونامی NOAA :

Event page for April 2007 Solomon Islands Tsunami

زمینه های زمین ساختی

زمین لرزه 8/1 ریشتری که در جزایر سولومون در اول آپریل سال 2007 (UTC) رخ داد، در امتداد نوار شکستگی جزایر سولومون بود، در قسمت آرام Ring of Fire. یک نوار شکستگی، نوعی کمربند زمین ساختی است که در زیر صفحات دیگر شکسته شده است. بیشتر قسمتهای نوارهای شکسته شده در نیمه غربی Ring of Fire درست شده اند. صفحه آرام در زیر صفحه های محلی شکسته می شوند. در این مورد، صفحه آرام، یا صفحه برجسته است یا صفحه رویی. سه صفحه شکسته در امتداد نوار شکستگی جزایر سولومون وجود دارد: صفحه دریایی سولومون، صفحه جنگلی سولومون و صفحه استرالیایی. یک مرکز انتشار ارتعاش، صفحات جنگلی و استرالیایی را از هم جدا می کند. بیشتر اطلاعات جزئی در مورد ساختمان شناسی صفحات این منطقه را Tregoning و دیگران (1998) و Birth به دست آورده اند.

در سال 1982 و 1984، USGS به عنوان بخشی از توافقنامه سه جانبه CCOP/SOPAC کشورهای استرالیا – نیوزیلند و ایلات متحده پژوهشهایی از زمین شناسی دریایی منطقه جزایر سولومون انجام دادند. نتیجه ای که از این پژوهشها در چند کانال ارائه شد داده های انعکاس ارتعاشات زمین لرزه در R/V S.P.Lee در سراسر نوارهای شکسته شده جزایر سولومون بوده است.

زمینه لرزه شناسی

بخشهای شکسته جزایر سولومون برای ایجاد یک الگوی غیر عادی از زمین لرزه ها که به نام «دوتایی»

ترجمه فا

sina-pub.ir

خوانده می شوند مورد توجه قرار گرفته اند. اینها دو زمین لرزه مشابه بزرگند که در نزدیک یکدیگر در یک مکان و یک زمان رخ می دهند. بیشتر دوتایی های مشهور در جزایر سولومون زمین لرزه های شمالی در نزدیکی جزیره Bougainville و در امتداد نوارهای شکسته شده بریتانیای جدید در سال 2007 رخ داده است. بزرگترین این دوتایی ها، یک جفت زمین لرزه به برزگی 8 ریشتر و 8/1 ریشتر بوده است که با 12 روز فاصله در سال 1971 رخ داده اند (استوارتز و دیگران، 1989). بخش گسلی که در اولین زمین لرزه دوتایی سال 1971 دوباره شکسته شد قبلاً به حالتهای مختلف در زمین لرزه 7/7 ریشتری در سال 1995 شکسته شده بود (استوارتز ، 1999). دوتایی های دیگری که در سال های 1919، 1920، 1945 و 1975 (هر دو در همان سال رخ دادند) رخ دادند همگی در دامنه 8-7 ریشتر بودند. در قسمت جنوب شرقی نوارهای شکسته شده جزایر سولومون دوتایی هایی در سالهای 1931، 1939 و سه تایی سال 1977 رخ داده است (Kanamori,Lay,1980). آنچه هنوز آشکار نیست مکانیسمی است که معلول زمین لرزه های دوتایی است. رهاسازی فشار از اولین زمین لرزه دوتایی یکی از مهمترین عوامل است. زمان بندی بین زمین لرزه هایی که باعث زمین لرزه های دوتایی می شوند در کل توسط کاگان و جکسون تشریح شده است (1999).

از واژگونی موجی زمین لرزه آپریل 2007 در ایستگاههای زلزله نگاری سراسر جهان، شروع یک شکستگی در یک نقطه بر روی صفحه داخلی گسل تراست ثبت شده بود که به عنوان Hypocenter شناخته می شود و شکستگی آن تقریباً 250 کیلومتر از گسل به سمت شمال غربی بوده است. برآمدگیهای عمق نماها که وارد نوارهای شکستگی شده بودند بر توزیع لغزش در

sina-pub.ir

مدت زمین لرزه تأثیر می گذارند. جالب است بدانیم گسلی که به کلی شکسته می شود مرکز انتشار آن، نوار شکستگی را به وجود می آورد. در مقابل نوار شکستگی برآمدگی جنگلی شمال غربی ممکن است عامل متوقف ساختن شکستگی شود.

برآمدگی شکستگی به بالا بردن صفحه رویی کمک می کند و جزایری همچون Simbo، Gizo و Ranunga را که به گودال سولومون بسیار نزدیکند ایجاد می کند (نگاه کنید به Geist و دیگران، 1993، مدلهای شکستگی شیاردار). همانطور که شیارها شکسته می شوند، شکافهای صفحه رویی که به نام « ورودی دوباره » خوانده می شوند در سمت چپ قرار دارند که اغلب می توانند در عمق سنجی و نمایه های بازتاب ارتعاش شناسایی شوند. بسیاری از این فرایندها می توانند بر ایجاد سونامی تأثیر داشته باشند و در آینده مورد بررسی قرار گیرند.

شبیه سازی اولیه سونامی

برای شبیه سازی اولیه سونامی آپریل 2007 ، با ساختمان گسل شروع می کنیم که توسط Global CMT Project تعیین شده است. طول گسلی که شکسته شده می تواند از توزیع ضربه های بعدی یا از توزیع واژگونی ارتعاشات تعیین شود. در این مورد هر چند، از نقشه ارتعاش استفاده می کنیم اما بعد از حادثه طول گسل را برآورد می کنیم. منبع و مدل انتشار بر اساس یک مطالعه در گذشته که در مورد سونامی ها از نوامبر سال 2000 برای رشته جدید زمین لرزه های ایرلند بررسی شده، ترسیم شده است (یکی از سونامی های ایرلند در جزیره Gizo اتفاق افتاده است).

جزایر نزدیک گودال در منطقه ای قرار گرفته اند که در طول زمین لرزه بالا است. از این رو شروع سونامی بسیار سریع خواهد بود و ممکن است موج اول

sina-pub.ir

اقیانوسی پس کشیده نشود. برای جزایری همچون Choiseul و Bougainville (گینه نو پاپوا) که به نوعی از گودال فاصله دارند، اولین نقطه اوج سونامی توسط اقیانوس پس کشیده می شود.

منابع

Bird, P., 2003, An updated digital model of plate boundaries: *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 4, doi:10.1029/2001GC000252, 52 p.

Bruns, T.R., Vedder, J.G., and Cooper, A.K., 1989, Geology of the Shortland Basin region, central Solomons Trough, Solomon Islands--review and new findings, in Vedder, J.G., and Bruns, T.R., eds., Geology and offshore resources of Pacific island arcs--Solomon Islands and Bougainville, Papua New Guinea Regions: Houston, Texas, Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, v. 12, p. 125-144. [Download PDF (2592 K)]

Geist, E.L., and Parsons, T., 2005, Triggering of tsunamigenic aftershocks from large strike-slip earthquakes: Analysis of the November 2000 New Ireland earthquake sequence: *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 6, doi:10.1029/2005GC000935, 18 p. [Download PDF (6.5 MB)]

Geist, E.L., Fisher, M.A., and Scholl, D.W., 1993, Large-scale deformation associated with ridge subduction: *Geophysical Journal International*, v. 115, p. 344-366. [Download PDF (2095 K)]

Kagan, Y.Y., and Jackson, D.D., 1999, Worldwide doublets of large shallow earthquakes: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 89, p. 1147-1155.

Lay, T., and Kanamori, H., 1980, Earthquake doublets in the Solomon Islands: *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, v. 21, p. 283-304.

Schwartz, S.Y., 1999, Noncharacteristic behavior and complex recurrence of large subduction zone earthquakes: *Journal of Geophysical Research*, v. 104, p. 23,111-123,125.

Schwartz, S.Y., Lay, T., and Ruff, L.J., 1989, Source process of the great 1971 Solomon Islands doublet: *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, v. 56, p. 294-310.

Tregoning, P., Lambeck, K., Stolz, A., Morgan, P., McClusky, S.C., van der Beek, P., McQueen, H., Jackson, R.J., Little, R.P., Laing, A., and Murphy, B., 1998, Estimation of current plate motions in Papua New Guinea from Global Positioning System observations: Journal of Geophysical Research, v. 103, p. 12,181-112,203.

ترجمه فا