

# زمین لرزه سندای ژاپن

کارشناس ارشد زمین شناسی و سنجش از دور  
گوداوری و ترجمه: فرخ بزرگر

زمین لرزه‌ای که در

یازدهم مارس ۲۰۱۱ م

مطابق با ۲۱ اسفند ۱۳۸۹

در سندای ژاپن روی

داد و بزرگای آن ۸/۹

درجه در مقیاس ریشتر

بود، رویدادی ناگهانی و

فاجعه‌ای عظیم بود

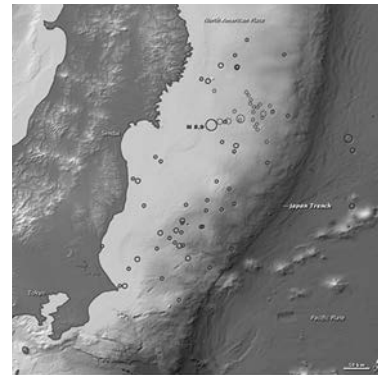


## اشاره

بی‌شک شما هم درباره زمین لرزه سندای ژاپن اخبار گوناگونی را دریافت کرده‌اید؛ از تغییر ده درجه‌ای قطب کره زمین گرفته تا رفتار بردبارانه، همیارانه و منطقی مردمان این سرزمین در برخورد با این فاجعه دهشتناک و پی‌آمدهای ناشی از آن بویژه سونامی (دریاخیزش) ویرانگر آن، تا صدور دستور کشت‌نکردن زمین‌های کشاورزی پیرامون رآکتورهای فوکوشیما که انفجار آن به آلودگی بوم زیست (دریا، هوا و خاک) منجر شد و... که نیازی به بازگویی آن‌ها نیست. بر همین مبنا، این نوشته تنها به تلاش‌های دانشمندان و پژوهشگرانی می‌پردازد که با بهره‌گیری از فناوری‌های فضایی و پیوند آن با واقعه‌های زمینی می‌کوشند به شناخت هر چه بیشتر این پدیده دست یابند.

کلیدواژه‌ها: زمین لرزه، سندای ژاپن

زمین لرزه‌ای در یازدهم مارس ۲۰۱۱ م مطابق با ۲۱ اسفند ۱۳۸۹ در سنندای ژاپن روی داد و بزرگای آن ۸/۹ درجه در مقیاس ریشتر بود، رویدادی ناگهانی و فاجعه‌ای عظیم بود که علاوه بر زیان‌های انسانی خسارتی در حدود ۳۰۰ میلیارد دلار نیز همراه داشت. این زمین لرزه که در نزدیک شهر سنندای<sup>۱</sup> در باختر ژاپن، روی داد. پنجمین زمین لرزه بزرگ جهان (بعد از سال ۱۹۰۰) و بدترین، در تاریخ کشور ژاپن بود. بنابر بررسی‌های انجام شده از سوی کارشناسان سازمان زمین‌شناسی آمریکا، این زمین لرزه در ژرفای ۲۴/۴ کیلومتری زمین و در نتیجه یک گسلش از نوع راندگی در مجاورت یا روی زون فرورانش<sup>۲</sup> موجود بین ورقه آرام<sup>۳</sup> و ورقه آمریکای شمالی<sup>۴</sup> - که بخش شمالی ژاپن بر روی آن قرار دارد - رخ داده است.

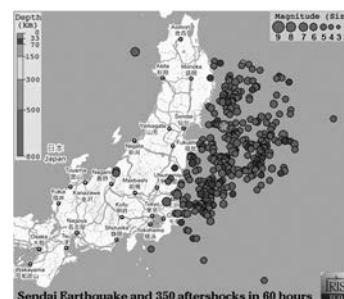


تصویر ۱. داده‌های فضایی از نوع STRM که ورقه‌های آمریکای شمالی و آرام، ابر گودال ژاپن و رومرکز تعدادی از پس لرزه‌ها و زمین لرزه اصلی بر روی آن نشان داده شده است.

یک هفته پس از زمین لرزه اصلی، ژاپن ۲۶۲ پس لرزه با بزرگای ۵ و یا بیشتر را نیز شاهد بود که از این شمار، ۴۹ پس لرزه دارای بزرگای ۶ تا ۷ و ۳ پس لرزه بزرگایی برابر ۷ و بیشتر داشتند.

از این سه پس لرزه دو مورد به ترتیب با بزرگای ۷/۹ و ۷/۷ در مقیاس ریشتر در همان روز یازدهم مارس و سومی با ۷/۱ درجه در تاریخ هفتم آوریل در ۴۰ کیلومتری خاور شبه قاره اوشیکا<sup>۵</sup> و در ژرفای ۶۶ کیلومتری در امتداد گسل راندگی یاد شده

روی داد (تصویر ۲). این پس لرزه‌ها و خود لرزه اصلی، همان گونه که یاد شد، در مرز بین ورقه آرام و صفحه

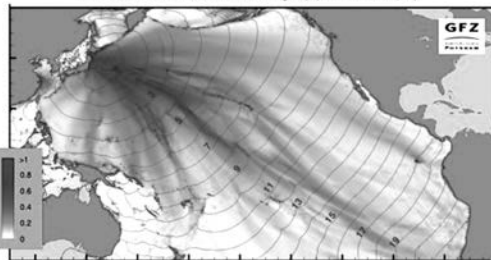


تصویر ۲. نقشه رومرکز زمین لرزه سنندای ژاپن و ۳۵۰ پس لرزه در مدت ۶۰ ساعت پس از لرزه اصلی.

آمریکای شمالی روی دادند که در پیوند با فرورفتن ورقه آرام به سوی باختر و به میزان ۸۳ میلی متر در سال در محل ابر گودال ژاپن به زیر ورقه آمریکای شمالی است.

گسترده‌گی، شدت و آثار ناشی از این زمین لرزه و لزوم بررسی هرچه زودتر و به هنگام تر پیامدهای آن، خود گویای نیاز به بهره‌گیری از داده‌هایی بود که باید با ویژگی‌های لازم (تهیه شده در زودترین زمان بعد از رویداد، پوشش مناسب و مشابه آن) شرایط انجام بررسی‌ها و پژوهش‌های گوناگون را فراهم آورد. در همین راستا داده‌های فضایی دریافت شده از ماهواره‌ها و حسگرهای آن‌ها، از گروه فعال (حسگرهای راداری) و غیرفعال (حسگرهای تصویری) ابزاری بسیار کارآمد بود که توسط پژوهشگران و کارشناسان از چهار دانشگاه در ژاپن، سه سازمان فضایی در اروپا، سه مرکز پژوهشی در اروپا، چند مرکز پژوهشی در خود ژاپن، سازمان فضایی آمریکا و کانادا، سه مرکز پژوهشی در ژاپن، انستیتوی پیشرفته‌های جت وابسته به مؤسسه فناوری کالیفرنیا<sup>۶</sup>، مرکز خدمات زمین داده‌های اتریش، سازمان زمین‌شناسی آمریکا، شرکت‌های پژوهشی غیرانتفاعی در اروپا (کنسرسيوم UNVCO و شرکت اینفوترا) و دهها استاد و دانشجویان دوره‌های عالی پژوهشی و بهره‌گیری از کارآمدترین و روزآمدترین نرم‌افزارها و سامانه‌ها به خدمت گرفته شد. این داده‌ها (که بیشتر از نوع داده‌های راداری بوده‌اند) به کمک حسگرهای نصب شده بر روی ماهواره‌های

March 11, 2011 Honshu Tsunami -- wave heights (m) and isochrones



تصویر ۳. نقشه تهیه شده در پیوند با بلندای امواج ناشی از رویداد دریاخیزش (بر حسب متر) و منحنی‌های همزمانی آن بر حسب ساعت

Envisat، متعلق به سازمان فضایی اروپا، ماهواره‌های TerraSAR-X و TanDEM-X متعلق به سازمان فضایی آلمان، ماهواره‌های ERS-1 و ERS-2 متعلق به کشور کانادا، ماهواره اسپات ۵ متعلق به کشور فرانسه و ماهواره‌های<sup>۷</sup> و چشم زمین<sup>۸</sup> متعلق به کشور آمریکا، تهیه شده است تا با آمیختن آن با داده‌های گردآوری و ثبت شده از طریق شبکه‌های داده‌نگاری زمینی (از جمله شبکه داده‌های لرزه‌نگاری و شبکه هشدار امواج دریاخیزش) بتوان به این کار سترگ و مهم پرداخت.

در همین پیوند، باید نوشت که بر مبنای گزارش سازمان هواشناسی ژاپن، بیشینه بلندای امواج ناشی از دریاخیزش، در کرانه شهر کامایاشی ۴/۱ متر، شهر سومای ۷/۳ متر و شهر اوآرای

بیشینه بلندای

امواج ناشی

از دریاخیزش

(Tsunami)

در کرانه شهر

کامایاشی ۴/۱ متر،

شهر سومای ۷/۳

متر و شهر اوآرای

۴/۲ متر (Oarai)

بود

دوره هفدهم  
شماره ۱ • پاییز ۱۳۹۰

۵ ریشه آموزش  
زمین‌شناسی



**تصویر ۵.** نقشه نشان‌دهنده حرکت کلی زمین ناشی از رویداد زمین‌لرزه سندای منحنی‌ها میزان حرکت زمین را به متر نشان می‌دهد. این نقشه توسط پژوهشگران آمریکا و ژاپنی تهیه شده است.

درس‌ها عبارت‌اند از:

**آرامش:** حتی یک مورد سوگواری شدید یا زدن به سروصورت دیده نشد. البته میزان تأثر و اندوه خودبه‌خود بالا رفته بود.

**وقار:** تشکیل صنوف منظم برای دریافت آب و غذا بدون هیچ حرف زننده و یا رفتار خشن.

**همیاری و همدلی:** مردم فقط اقلام مورد نیاز روزانه خود را تهیه کردند تا همه بتوانند مقداری آذوقه به‌دست آورند.

**خوب‌بختی داری:** حتی یک مورد غارتگری، زورگویی و یا ربودن چیزی از دست دیگری، دیده نشد. آنچه که حاکم بود تفاهم بود و بس.

**از خودگذشتگی:** پنجاه نفر - که بعدها شمارشان به یکصد و پنجاه نفر رسید - علی‌رغم آگاهی از زبان‌های جسمی که به آن‌ها وارد می‌شد، همچنان در نیروگاه‌ها ماندند تا به خنک کردن راکتورها یاری برسانند.

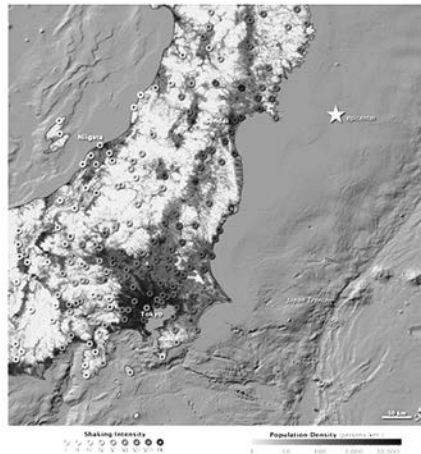
**مهربانی:** رستوران‌ها بهای خوراکی‌ها و نوشیدنی‌های خود را کاهش دادند و حتی یک دستگاه خودپرداز بدون محافظت، دست نخورده باقی ماند. دستگیری از افراد ناتوان و سالخوردگان از اولویت بسیار برخوردار بود.

**آموزش:** از خردسال تا کهن‌سال هم دقیقاً می‌دانستند که باید چه کاری انجام دهند و دقیقاً همان کار را می‌کردند.

**رسانه همگانی:** رسانه‌ها در انتشار اخبار بسیار خوددار بودند. از گزارش‌های مغرضانه خبری نبود و فقط گزارش‌های آرام‌بخش به آگاهی همگان می‌رسید.

**وجدان:** هنگامی که در یک فروشگاه برق قطع شد، مردم همه اجناس را به قفسه‌ها برگرداندند و به آرامی فروشگاه را ترک کردند.

(Oarai) ۴/۲ متر بود که بیشترین زیان‌ها را به ساختمان‌ها، پوشش گیاهی، تأسیسات زیربنایی، فرودگاه‌ها، شهرها و شهرک‌ها وارد آورد (تصویر ۳). زمین‌لرزه ساختمان‌های بسیاری را در فاصله چند صد کیلومتر نیز به لرزه درآورد و کلیه تأسیسات زیربنایی موجود از جمله ۴ رآکتور اتمی تولیدکننده برق در ساحل فوکوشیما را از کار انداخت (تصویر ۴).



**تصویر ۴.** نقشه نشان‌دهنده تراکم جمعیت و شدت تکان‌ها در بخش‌های مختلف کشور ژاپن

بررسی‌های انجام شده به کمک داده‌های ماهواره‌ای همچنین حاکی از آن است که کره زمین در راستای خاوری - باختری ۱/۴۶ متر و در راستای شمالی - جنوبی ۲ متر جابه‌جا و جابه‌جایی افقی تا ۳ متر هم در خشکی مشاهده شده است (تصویر ۵).

در پی وقوع این فاجعه عظیم و دهشتناک، برای نخستین بار همکاری‌های بین‌المللی گسترده‌ای بین کشورهای به‌وجود آمد که در نوع خود یگانه و بی‌همتا بود. برای انجام این بررسی‌ها چند سازمان فضایی به‌طور رایگان برای پژوهش‌های تکتونیکی و شناخت فرآیندهای بنیادین مؤثر این زمین‌لرزه در اختیار پژوهشگران قرار دادند. افزون بر این، زمین‌لرزه سندای، سنگ همکاری‌هایی را در میان گروه‌هایی در زمینه بهره‌برداری از فناوری‌های فضایی، پردازش آن‌ها و تلفیق با داده‌های زمینی به عنوان یک روشی مؤثر برای پیشرفت پژوهش‌ها و بهره‌گیری از این همکاری در آینده بنا نهاد که آن‌هم در نوع خود یگانه بود.

اما در این میان چگونگی واکنش مردم ژاپن - که صدها کشته، هزاران گم‌شده و ده‌ها هزار بی‌خانمان را تحمل کردند - به این رویداد، درسی است که از نظر اخلاقی و انسانی بسیار مهم و آموزنده است. این درس، و بهتر بگوییم

این پس‌لرزه‌ها و خود  
لرزه اصلی، همان‌گونه  
که یاد شد، در مرز بین  
ورقه آرام و ورقه آمریکای  
شمالی روی دادند که در  
پیوند با فرورفتن ورقه  
آرام به سوی باختر و به  
میزان ۸۳ میلی‌متر در  
سال در محل ابر گودال  
ژاپن به زیر ورقه آمریکای  
شمالی است

پی‌نوشت  
1. Sendai 2. Subduction Zore 3. Pacific Plate  
4. North American Plate 5. Oshika 6. CALTECH 7. Terra  
8. Geoeye