عکس: آیدین رهبر، شرق

پرسش و پاسخی کوتاه درباره وقوع زلزله‌های اخیر در ایران

باید همیشه آماده بود

مهدی زارع*

در روزهای گذشته چند زلزله در مناطق مختلف ایران روی داد. با توجه به فاصله زمانی کوتاه بین این زلزله‌ها و همچنین واقع‌شدن کشور ما در منطقه‌ای زلزله‌خیز و همچنین خاطرات تلخ هموطنان از زلزله‌های بزرگ گذشته، نگرانی‌ها و پرسش‌های بسیاری برای هم‌میهنان پیش آورد. آنچه در ادامه می‌آید پاسخ به تعدادی از سوالاتی است که این روزها زیاد پرسیده‌می‌شوند.

۱- علت زلزله چیست؟

ورقه (plate) زمین‌ساختی (tectonic) ایران بین ورقه‌های زمین‌ساختی اوراسیا و عربی قرار گرفته است. حرکت ورقه زمین‌ساختی عربی از جنوب، به ورقه زمین‌ساختی ایران فشار می‌آورد و از آنجا که صفحه زمین‌ساختی ایران در شمال به ورقه پایدار توران محدود است؛ یعنی نمی‌تواند بیشتر به سوی شمال جابه‌جا شود (تا پیشرفت ورقه عربی به‌سوی شمال و شمال شرق را مستهلک کند)، به ناچار خودش به‌صورت چین‌خوردگی و گسلش، دچار تغییر شکل می‌شود. خوشبختانه ۹۰درصد از تغییر شکل، غیرلرزه‌ای است و فقط ۱۰درصد آن لرزه‌ای است. این لرزش ناگهانی و آزادشدن انرژی جمع‌شده در یک محل از طریق گسل‌ها، به زلزله منجر می‌شود.

۲- چرا در ایران بیش از عربستان زلزله می‌آید؟

مناطقی مانند عربستان و ورقه عربی، عمدتا به لحاظ زمین‌شناختی در وضعیت پایدار هستند؛ بنابراین در چنین مناطقی با وجود تغییرشکل کمی که رخ می‌دهد، زلزله‌های کمی هم می‌آید؛ ولی در ایران با توجه به پاسخ سوال اول این‌گونه نیست. ضمنا همه‌جای ایران هم به یک میزان زلزله نمی‌آید. در منطقه جنوب ایران، مثلا در شهر بندرعباس، بیش از هر جای دیگر ایران زلزله می‌آید و در شهر آبادان کمتر از هر جای دیگری و این به موقعیت این شهرها در نزدیکی یا دوری از مناطق و گسل‌های فعال در پوسته ایران بستگی دارد.

۳- چرا مراکز مختلف، زلزله‌ها را متفاوت گزارش می‌کنند؟

موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، در گزارش‌های اولیه، بزرگای زمین‌لرزه ۱۶ آوریل ۲۰۱۳ را ۷/۵ اعلام کرد و این بزرگا در بعضی رسانه‌های داخلی، به‌عنوان گزارش رسمی اعلام شد و دیگر اصلاح هم نشد (درحالی‌که تمام مراکز لرزه‌نگاری از جمله پژوهشگاه زلزله و سازمان USGS بزرگا را به ۷/۷ یا ۷/۸ اصلاح کردند)، همچنین بزرگای زمین‌لرزه ۱۸ آوریل ۲۰۱۳ «تسوج» در آذربایجان شرقی، در رسانه‌های داخلی به نقل از موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران ۵/۲ اعلام شد، این در حالی بود که مراکز دیگر زلزله‌شناسی داخلی و بین‌المللی، بزرگا را ۴/۷ یا ۴/۸ گزارش کرده بودند. این نکته مهمی است که نیازمند توجه است. یادآوری می‌شود که تمام مراکز لرزه‌نگاری بین‌المللی، اطلاعات اولیه زمین‌لرزه‌ها را منتشر می‌کنند و سپس این اطلاعات (بزرگا یا ژرفا یا هردو) را دو بار یا حتی سه بار تصحیح و مجددا اعلام می‌کنند، به‌ویژه برای زلزله‌های شدید با بزرگای ۶ به بالا. بزرگای زمین‌لرزه سراوان و به‌ویژه ژرفای آن سه‌بار اصلاح شد و بزرگا و ژرفای زمین‌لرزه تسوج دوبار تصحیح شد. بنابراین در بسیاری از مواقع، مشکل در اعلام رخداد زلزله‌ها است؛ ولی محاسبه اندازه زمین‌لرزه‌ها مانند هر اندازه‌گیری فیزیکی دیگری دارای خطاست. هرچه تعداد ایستگاه‌ها بیشتر و نرم‌افزارهای محاسبه روزآمدتر باشند، امکان اندازه‌گیری دقیق‌تر و سریع‌تر وجود دارد و هرچه تعداد کمتر باشد (یا ایستگاه‌ها از هم دورتر باشند)، خطاهای اندازه‌گیری بیشتر است.

۴- چرا زلزله ۲۷ فروردین‌ماه سیستان کم‌تلفات بود؟

در ساعت ۱۵:۱۴ سه‌شنبه ۲۷فروردین زمین‌لرزه‌ای با بزرگای ۷/۷ در نزدیکی «سراوان» و «خاش» در استان سیستان و بلوچستان روی داد. (۵۶ سال بعد از آخرین زمین‌لرزه با بزرگای بیش از ۷/۵ در ایران – البرز – و ۱۶ سال بعد از آخرین زمین‌لرزه با بزرگای ۷/۰ در شرق ایران) که در لحظات اول بیم آن می‌رفت که فاجعه‌ای در کشور پدید آمده باشد و یکی از گسل‌های جنوب‌شرقی ایران در این ناحیه نزدیک به مرز (با روند شمال غرب- جنوب شرق) مسبب رویداد باشد؛ زیرا در ابتدا، ژرفای این زلزله حدود ۱۵کیلومتر اعلام شد؛ ولی بعد از آنکه معلوم شد خوشبختانه زلزله‌ای ژرف و در منطقه‌ای تقریبا خالی از سکنه در ایران رخ داده است (لرزه اصلی ۶۳کیلومتر و پس‌لرزه‌ها همگی بین ۶۰ تا ۸۰کیلومتر) و با محاسبه سازوکار زمین‌لرزه (که کششی بود) و مشاهده روند تقریبا شرقی-غربی گسلش مسبب، مشخص شد که زمین‌لرزه مربوط به پهنه فرورانش مکران است و در ۳۷۰کیلومتری شمال ساحل مکران رخ داده است. زلزله در ایران یک کشته (خانمی که ظاهرا برای چیدن گیاهان صحرایی با خانواده به کوهستان‌های سراوان رفته بود و در اثر لغزش‌سنگ در هنگام زلزله کشته شد) و در پاکستان ۴۰کشته به‌جا گذاشت. احساس‌شدن این زلزله از دهلی‌نو و اسلام‌آباد و کابل تا کویت، دوحه، منامه، دوبی و شیراز و کیش و بوشهر، پرسش‌ها و نگرانی‌های مختلفی را برانگیخت و البته دلیل تمام این گستردگی محدوده، ژرفای زیاد کانون زمین‌لرزه بود. نکته مهم آنکه بیش از ۱۰۰میلیون انسان در جنوب غرب آسیا، این زلزله را احساس کردند. از سوی دیگر این زلزله هم دلیل دیگری شد بر اینکه کشورهای عربی حاشیه جنوبی خلیج‌فارس بر خطر لرزه‌خیزی در جنوب ایران و همچنین به‌دلیل احتمال سونامی (شبیه سونامی پس از زلزله ۱۱مارس ۲۰۱۱ ژاپن) و آسیب به نیروگاه بوشهر، ابراز نگرانی کنند که البته به دلایل مختلف، ازجمله عدم شباهت منطقه حاشیه اقیانوس آرام به حاشیه دریای عمان و خلیج‌فارس از نظر زمین‌شناختی و همچنین ریخت و ژرفای کف خلیج‌فارس این نوع تشبیه بی‌وجه به‌نظر می‌رسد؛ ولی بازنگری در مطالعات ریسک و ملاحظات ایمنی در کل ناحیه خلیج‌فارس و دریای عمان با مشارکت همه کشورهای حاشیه این دریاها الزامی است.

۵- آیا احتمال وقوع زلزله در دیگر استان‌های کشورمان به واسطه زلزله‌های اخیر، بیشتر شده است یا نه؟

در مناطقی که زلزله رخ داده است، همچنان امکان وقوع پس‌لرزه وجود دارد؛ به‌طوری‌که پس از وقوع زلزله‌ای با بزرگای هفت، تا حدود یک سال و زلزله‌های با بزرگای شش‌ریشتر، تا حدود شش‌ماه، انتظار رخ دادن پس‌لرزه وجود دارد و به‌همین‌ترتیب هرچه بزرگای زلزله کمتر باشد، پس‌لرزه‌های بعدی در دوره زمانی کوتاه‌تری رخ می‌دهد.

۶- آیا در نقاطی که نزدیک به کانون زلزله نبوده‌اند (برای مثال پایتخت) هم امکان زلزله وجود دارد؟

مناطق دیگر به گسل‌هایی که به‌تازگی در آنها انرژی آزاد شده، ربطی ندارند و بنابراین زلزله‌های اخیر امکان وقوع زلزله در آنها (گسل‌های دیگر) را تغییر خاص، قابل ذکر و قابل مشاهده‌ای نداده است؛ اما مردم سراسر ایران باید همیشه آماده باشند، چون کشورمان بیش از ۱۰۰گسل لرزه‌خیز (شناخته‌شده) دارد که هرکدام ممکن است دچار جنبش جدیدی شوند و بسیاری از شهرهای بزرگ و کوچک ما در کنار این شهرها واقع‌اند و بنابراین احتمال وقوع زلزله در هر نقطه از کشور که روی گسلی لرزه‌خیز واقع شده، وجود دارد.

۷- آیا زلزله‌های اخیر به هارپ ربطی دارد؟

در مورد «هارپ» باید گفت «هارپ» فناوری جدیدی است که در آمریکای شمالی از آن استفاده می‌کنند؛ ولی اینکه بتوان با این فناوری زلزله‌های مهمی مانند زلزله بوشهر در ۹ آرویل ۲۰۱۳ یا زلزله «سراوان» در ۱۶ آوریل ۲۰۱۳ را ایجاد کرد، غیرممکن است؛ چون مثلا زلزله «سراوان» در ژرفای ۶۳کیلومتری رخ داده است و هیچ بشری در هیچ‌جا نتوانسته پدیده‌ای طبیعی در این ژرفا را تحریک کند یا بر آن اثر بگذارد. اثر بشر از طریق «هارپ» یا فناوری‌های دیگر معمولا بر پدیده‌هایی است که در سطح زمین یا نزدیک آن رخ می‌دهند و بنابراین اغراق در این مساله به شبه‌علم و طرح مسایل غیرعلمی و باورهای غیرواقع‌بینانه می‌انجامد. ضمنا امروزه پدیده‌ای مانند زلزله‌ها، از نظر اندازه و مکانیسم توسط ده‌ها، صد و گاه هزاران ایستگاه لرزه‌نگاری در جهان ثبت و رصد می‌شوند و این‌طور نیست که کسی بتواند با نظریه‌های خیالی آنها را توضیح دهد. این زلزله‌ها قابل بررسی و مطالعه و توضیح و تشریح دقیق هستند و نباید نه در مورد زلزله‌ها و نه در هیچ پدیده دیگری در جهان واقع، به دنبال خیال و شبه‌علم برای تشریح آنها برویم. وقتی داده و اندازه‌گیری و رصد علمی امکان‌پذیر است، چرا باید به دنبال شبه‌علم و نشریه‌های خیالی باشیم؟

۸- آیا زلزله‌های اخیر با انفجارهای هسته‌ای یا هر منبع غیرطبیعی دیگر مرتبط‌اند؟

زلزله‌های اخیر همگی تکتونیکی (ناشی از جنبش در گسل‌های فعال) هستند و جنبش در آنها به انفجارهای هسته‌ای ربطی ندارد. ضمنا انفجارها (هسته‌ای و غیر از آن) چه در ایران و چه در نقاط مختلف جهان، از زلزله‌های طبیعی قابل تفکیک هستند و هرگاه انفجاری در دنیا رخ دهد، ده‌ها و گاه صدها ایستگاه آنها را ثبت می‌کنند و نگاشت آنها مشخصات و ویژگی‌های خاص انفجارات را دارند که با زلزله‌های طبیعی کاملا متفاوتند. بنابراین عملا در کل کره زمین، امکان پنهان‌کاری برای هیچ کشور وجود ندارد، حتی اگر تمام ایستگاه‌های لرزه‌ای آن کشور در هنگام انفجار خاموش شده باشند.

۹- آیا ممکن است زلزله مهمی در مناطق پایدار رخ دهد؟

معمولا نه، ولی اگر تغییرشکل (deformation) در آن ناحیه وجود داشته باشد (حتی اگر میزان آن کم باشد)، بازگشت زمین‌لرزه‌ها در آن (با تغییر شکل کم) بسیار طولانی‌مدت خواهد بود و مثلا اگر انتظار بازگشت یک زمین‌لرزه با بزرگای بیش از ۷ در ناحیه جنوب البرز هر ۳۰۰سال یک‌بار باشد، در چنان مناطقی ممکن است هر ۲۰هزار سال یک‌بار، انتظار چنین اتفاقی بتوان داشت؛ بنابراین احتمال وقوعش خیلی‌خیلی کم است. به‌هرحال اگر منطقه‌ای اساسا پایدار باشد، مانند مناطقی از آفریقای جنوبی یا شمال سیبری و...، درآن‌صورت باید گفت که به‌دلیل ناچیزبودن میزان تغییر شکل در پوسته آن منطقه، رخداد زلزله در آن نواحی منتفی است که البته در فلات ایران ما چنین منطقه‌ای نداریم.

۱۰- چرا با وجودی که در ناحیه برخورد ورقه عربی به ورقه ایران رشته‌کوه فعال و لرزه‌زای زاگرس شکل گرفته، در نواحی دیگر ایران مانند ناحیه آذربایجان، تهران و مشهد هم چین‌خوردگی و رشته‌کوه‌های بلند و هم زلزله‌های مهم داریم؟

دلیلش آن است که تغییرشکل فقط در لبه برخورد دو ورقه رخ نمی‌دهد و در محل‌های دیگر در فلات ایران هم چنین تغییرشکلی وجود دارد. توجه کنید که ورقه ایران خود از تکه‌های مختلفی تشکیل شده و چین‌خوردگی و گسلش در محل‌های دیگر این ورقه برای مستهلک‌کردن تغییرشکل تحمیل‌شده، وجود دارد. در مجموع، این شرایط نشان می‌دهد که انتظار رخداد زمین‌لرزه در جاهای دیگر این فلات فعال و لرزه‌زا وجود دارد.

* دانشیار پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

خط‌های موازی

همکاری ایران با روسیه و ایتالیا برای پیش‌بینی زلزله

زلزله‌های اخیر بی‌ارتباط‌اند

محمدرضا دستورانی

در چند روز گذشته چندین زمین‌لرزه کوچک و بزرگ در ایران روی داد که خسارت‌های جانی و مالی بسیاری به همراه داشت. پس از این زلزله‌های نزدیک به هم، این پرسش در ذهن برخی پدید آمد که آیا این زلزله‌ها به هم ربطی دارند یا خیر؟ اگر این زلزله‌ها به هم ربط دارند، آیا در آینده هم باید در انتظار زلزله‌های دیگر بود؟ آیا امکان دارد که در ادامه این زلزله‌ها، زلزله‌ای در شهرهای بزرگ نیز روی دهد و خسارت بیشتری به‌بار آورد؟ به همین مناسبت دکتر «مهدی زارع» در جلسه مروری بر زمین‌لرزه‌های سراوان و تسوج، با رد ارتباط زلزله‌های اخیر ایران با یکدیگر، گفت: «زلزله‌های منطقه زاگرس در سیستان با زلزله‌های بوشهر و تسوج، ارتباطی ندارد.» وی تنوع ساختار تکتونیکی در مناطق زلزله‌زده را از دلایل غیرمرتبط بودن این زلزله‌ها دانست و گفت: «زلزله در منطقه بوشهر در عمق کم ۱۲کیلومتر و با بزرگای ۶/۴ با سازوکار فشاری بوده، ولی زلزله سراوان در عمق نسبتا زیاد رخ داده است و با سازوکار کششی بود.» وی در ادامه گفت: «ممکن است در منطقه‌ای که زلزله روی داده است، گسل دیگری هم وجود داشته باشد که با یکدیگر متصل باشند. از این رو حرکت یکی از این گسل‌ها، موجب حرکت دیگری می‌شود.» وی با بیان اینکه این نوع گسل‌ها در ایران وجود دارد، به نمونه‌هایی از این زلزله‌های به‌هم‌پیوسته اشاره کرد و گفت: «زلزله ۹شهریور دشت بیاض موجب حرکت گسل فردوس و زلزله ۱۰شهریور فردوس شد.» دکتر «زارع» در ادامه با اشاره به تلاش‌های این پژوهشگاه برای پیش‌بینی زلزله گفت: «روش پژوهشگاه پایه مدل‌های آزمون‌شده در دنیا است و تلاش می‌کنیم تا بخشی از تلاش جهانی باشیم.» وی از همکاری پژوهشگاه زلزله با سایر مراکز علمی دنیا در این زمینه خبر داد و اضافه کرد: «در حال حاضر با دانشگاه تریست ایتالیا و آکادمی علوم روسیه در مسکو برای پیش‌بینی زلزله همکاری می‌کنیم.» وی با بیان موفقیت زیاد این کشورها در زمینه پیش‌بینی زلزله گفت: «در این روش زمانی که زلزله بزرگی مانند زلزله ۲۰۱۱ ژاپن رخ می‌دهد، محققان می‌توانند احتمالاتی درباره پیش‌بینی زلزله‌های بعدی مطرح کنند.» وی در عین‌حال تاکید کرد در این روش‌ها، زمان دقیق وقوع زلزله اعلام نمی‌شود و تنها موردی که با استفاده از این روش‌ها اعلام می‌شود این است که در دو یا پنج‌سال آینده، زلزله بزرگ بعدی احتمالا در چه محدوده‌ای روی می‌دهد.

آژیر

بررسی مقایسه‌ای زمین‌لرزه‌های اخیر ایران

کاش هرگز خواب زمین آشفته نشود

فرناز کامران‌زاد*

اولین رخداد مهم در سال جدید زلزله ۲۰ فروردین شهر «شُنبه» از توابع «خورموج» استان بوشهر بود که دارای بزرگای گشتاوری ۶/۳، عمق کانونی ۱۲ کیلومتر و سازوکار فشاری بوده و ۳۷ کشته، ۹۵۰ مصدوم و ۳۱۰۰ خانه کاملا تخریب‌شده برجای گذاشت. تنها یک هفته پس از زلزله بوشهر در ۲۷ فروردین در شهرستان سراوان استان سیستان و بلوچستان و در نزدیکی مرز بین ایران و پاکستان زلزله‌ای با بزرگای گشتاوری ۷/۷ و عمق ۶۳کیلومتری رخ داد و از آنجایی که نسبت به زلزله بوشهر عمیق‌تر و بزرگ‌تر بوده، از نظر انرژی آزادشده و بزرگا، قدرتی ۵۰ برابر زلزله بوشهر را داشته است. این زلزله که پس از ۵۶ سال (زلزله ۱۱ تیر ۱۳۳۶ سنگچال مازندران) بزرگ‌ترین زلزله با بزرگای بیش از ۷/۵ در کشور بود، یک کشته و ۱۲ مجروح در ایران و ۴۰ کشته در پاکستان به همراه داشت. در حالی که وقوع چنین زلزله بزرگی، هنوز اذهان جامعه را درگیر خود کرده بود، وقوع سه زلزله دیگر در ۲۹ فروردین در «تسوج» آذربایجان شرقی با بزرگای ۴/۸، ۳۱ فروردین در اصفهان با بزرگای ۴/۱ و ۳۱ فروردین در اهل فارس با بزرگای ۵ موجب نگرانی بیش از پیش مردم شد. اما باید گفت که از نظر دانش زلزله‌شناسی فلات ایران در کمربند لرزه‌خیز آلپ-هیمالیا قرار دارد و به لحاظ تکتونیکی تحت فشارهای وارده در اثر حرکت ورقه عربستان از غرب و جنوب‌غرب، ورقه توران از شمال شرق و ورقه هند در جنوب شرق است، بنابراین وقوع چنین زلزله‌های متعدد و فراوانی در گستره فلات ایران دور از انتظار نیست.

در میان زلزله‌های متعدد ایران، زلزله «سراوان» یک پدیده خاص و ویژه تلقی می‌شود؛ چراکه اکثر زلزله‌های ایران از نظر تکتونیکی و مکانیزم وقوع، عموما از نوع سازوکار فشاری و با عمق کم ۲۰ تا ۲۵ کیلومتری هستند و به جنبا شدن گسل‌ها در پوسته قاره‌ای مربوط می‌شوند؛ در حالی‌که بررسی‌ها نشان می‌دهد که گرچه سه گسل فعال «سراوان»، «سرباز» و «خاش» در ناحیه سراوان وجود دارند، اما این رخداد یک زلزله فرورانشی و با عمق زیاد ۶۳ کیلومتر محسوب می‌شود.

به طور خلاصه باید اشاره کرد که پوسته زمین به‌لحاظ ساختاری یک لایه سنگی یک‌دست نیست؛ بلکه به حدود ۹ ورقه اصلی و تعداد زیادی ورقه فرعی شکسته شده و این ورقه‌ها درکنار هم و در مرز بین‌شان به سه حالت نزدیک‌شونده (همگرا)، دورشونده (واگرا) و امتدادلغز نسبت به هم حرکت می‌کنند. پدیده فرورانش در مرز بین ورقه‌های همگرا صورت می‌گیرد و در جایی که ورقه سنگین و چگال اقیانوسی به زیر ورقه سبک‌تر قاره‌ای فرو می‌رود، می‌تواند زمین‌لرزه‌های بزرگی را در عمق زیاد ایجاد کند. پهنه فرورانش «مکران» (فرورانش ورقه اقیانوسی اقیانوس هند به زیر ورقه قاره‌ای مکران در جنوب شرق ایران) نیز یکی از این نواحی است که بخشی از آن در سواحل دریای عمان در جنوب ایران قرار دارد و به احتمال زیاد، فعالیت آن مسبب وقوع زلزله «سراوان» شده است.

با توجه به عمق زیاد زلزله، هرچه از کانون زلزله فاصله بگیریم، تعداد نوسان امواج لرزه‌ای بیشتر شده و احتمال دارد که موجب خرابی روستاها و تکان ساختمان‌های بلندتر از چهار طبقه در محدوده ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتری کانون زلزله زمین‌لرزه شود. به همین دلیل بوده که زلزله «سراوان» با بزرگای زیاد ۷/۷ و ژرفای نسبتا زیاد، در گستره وسیعی تقریبا در تمام نواحی جنوب ایران، غرب پاکستان، جنوب غرب افغانستان و کشورهای حاشیه خلیج‌فارس و حتی هند احساس شد و تکان‌های شدید به‌ویژه در برج‌ها و ساختماهای بلند حتی در فاصله حدود هزار کیلومتری از کانون زلزله در امارات متحده، موجب وحشت مردم شد. اما این رخداد با وجود چنین گستردگی، خسارات مالی و جانی کمی داشته است و علت آن عمق زیاد و دور بودن کانون زلزله از شهرهای پرتراکم بوده و قطعا ناشی از مقاوم و ایمن بودن ساختمان‌های این منطقه در برابر زلزله نبوده است.

و اما زلزله فرورانشی «سراوان» در مقایسه با دیگر زلزله‌های فرورانشی اخیر دنیا نیز تفاوت‌هایی داشته است. به عنوان مثال پهنه فرورانش «مکران» در مقایسه با دیگر پهنه‌های فرورانش نظیر حاشیه اقیانوس آرام، گسترش، فعالیت لرزه‌ای و تراکم جمعیت شهری کمتری دارد. از همین‌رو خسارات کمتری را هم به دنبال داشته است. به عنوان مقایسه طی زلزله ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴ سوماترای اندونزی با بزرگای ۹/۱ و سونامی متعاقب آن، دویست‌و بیست‌وهفت هزار ۸۹۸ نفر کشته و ۱/۷میلیون نفر در ۱۴ کشور در جنوب آسیا و شرق آفریقا مجبور به مهاجرت شدند. به علاوه از تبعات این زلزله می‌توان به نشست و زمین‌لغزش در سوماترا، فعال شدن یک آتشفشان گلی در نزدیکی براتانگ در جزایر آندامان هند در ۲۸ دسامبر و انتشار گاز در آراکان میانمار اشاره کرد. مثال دیگر زلزله ۱۱ مارس ۲۰۱۱ ژاپن با بزرگای ۹ است که به دنبال آن سونامی با بیش از ۱۲ متر ارتفاع ایجاد شد که چند دقیقه پس از زلزله، ۱۰ کیلومتر تا داخل خشکی پیشروی کرد.

البته نکته مثبت، اعلام سیستم هشدار سونامی و درخواست تخلیه در تمامی مناطق ساحلی ژاپن در کنار اقیانوس آرام بود که موجب شد از میزان تلفات جانی تا حد زیادی کاسته شود (پانزده‌هزارو۷۰۰ کشته)؛ اما با وجود دیوارهای محافظتی در برابر سونامی به ارتفاع ۱۲ متر، سونامی به‌راحتی از بعضی از آنها عبور کرد و خسارات بسیاری به بار آورد که تا ۱۰میلیارد دلار برآورد می‌شود.

همان‌طور که قبلا گفته شد، فلات ایران یک ناحیه زلزله‌خیز است و وقوع زلزله در نقاط مختلف آن قابل انتظار و اجتناب‌ناپذیر است. از طرفی دیگر امروزه خسارات ناشی از زلزله‌های فاجعه‌بار تا حدی قابل پیشگیری هستند و این امر نیازمند مطالعات علمی خطر و ریسک زمین‌لرزه، آگاهی‌بخشی و آموزش همگانی و توجه به مقاوم‌سازی ساختمان‌هاست. امید است با توجه و پیگیری‌های لازم، نگرانی‌ها را کاهش داده و هرگز شاهد تبدیل یک پدیده طبیعی به یک فاجعه نباشیم.

* کارشناس‌ارشد مهندسی معدن دانشگاه تهران

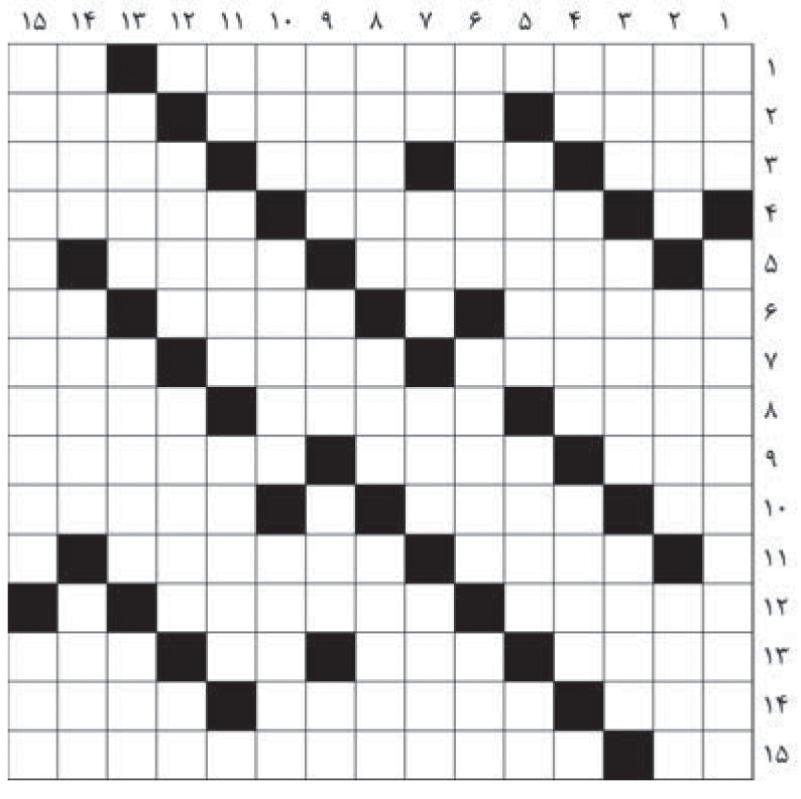
جدول۱۶۸۸

افقی:

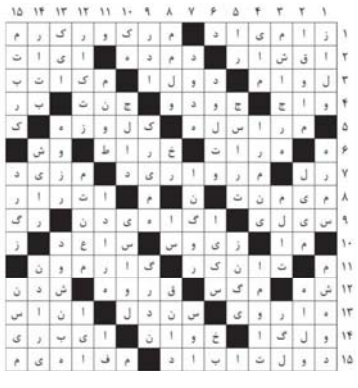
۱- خالق رومئو و ژولیت - ورم و آماس ۲- پاسخ - برهنگی - ستاره‌ای خرد ۳- وسیله باغبانی - برابر ومساوی - الفت - حلال رنگ ۴- پیگیری - دقت بیمار گونه ۵- دعاکردن به درگاه الهی - رنج و دشواری ۶- تکیه دادن - نام یک مصدر - سوپ وطنی ۷- شمشیر بازی - مردد - وسیله نخ ریسی ۸- شش عرب - ازدحام - شکاف باریک ۹- بالای بدن - حیوان بدبو - اتیکت ۱۰- قورباغه - یورش وحمله - مدرسه‌ها ۱۱- جانشین - همسایه ۱۲- یک جفت کفش - مرداب ۱۳- فلز مایع دماسنج - واحد طول روسی - پسوند فاعلی - اولین مخترع تلگراف ۱۴- برکس مگویید - قاطی پاطی - درختی که میوه بدهد ۱۵- طلا - رییس باشگاه‌لیون

عمودی:

۱- اندازه دست - از تیم‌های معتبر اسکاتلندی در جام‌های اروپایی ۲- نوعی اسباب بازی - مسلک‌ها - میزان سنجش طلا ۳- زباندار بی‌زبان - خرابات حافظ - نوعی پیراهن ۴- تیر پیکاندار - لباس کهنه - پیشکش ۵- برد معروف - زیر هفتم زمین - بدنیا آوردن ۶- نردبان پیامبری - در بر گرفته - اشاره به نزدیک ۷- فتنه - خس خس بورونشها - پایتخت توگو - گرامی ۸- تیزهوشی - بعید - کاشف گردش خون ۹- اندازه‌گیری - گردنبند اسارت - بی‌خطر - باران اندک ۱۰- گیره جراحی - ادب کردن - جدولها ۱۱- دهن کجی - گماشته - صاف ۱۲- آرام یافتن - تر و تازه - مظهر باریک ۱۳- جمع سیف - پول عراق - مانند ۱۴- عرض - دستورات - خرگوش ۱۵- از کتاب‌های محمد علی جمالزاده - نسخه اصلی



جدول۱۶۸۷



قانون‌های حل جدول سودوکو:

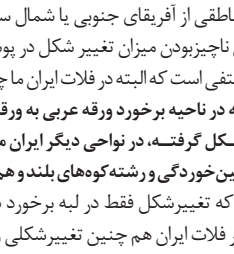
۱- در هر سطر و ستون باید اعداد یک تا ۹ نوشته شود. بدیهی است که هیچ عددی نباید تکرار شود.

۲- در هر مربع ۳×۳ اعداد یک تا ۹ باید نوشته شود و در نتیجه هیچ عددی نباید تکرار شود.

سودوکو سخت ۳۴۰

۱	۹						۸	
			۵	۶	۸			
				۲		۳	۷	
			۶		۷		۹	
۷	۱				۲		۴	
		۶	۴		۹			۸
	۲				۳	۸		
		۱			۵	۴		
۵		۷		۴			۳	

حل سودوکو سخت



سودوکو

سودوکو Sudoku یک واژه ترکیبی ژاپنی به معنای عددهای بی‌تکرار است و امروزه به جدولی از اعداد گفته می‌شود که به عنوان یک سرگرمی رایج در نشریات کشورهای مختلف به چاپ می‌رسد.

سودوکو ۶۹۱

			۶	۵	۱	۴	۲	۷
	۶						۸	۵
				۳	۸	۹	۱	
۹			۸			۵	۳	۴
		۲	۹		۳	۶	۷	
۱	۴	۳	۵	۷				
			۱		۵		۴	۹
	۱				۹	۷	۶	
۸	۲			۶	۷			

حل سودوکو ۶۹۰

۵	۲	۹	۱	۷	۴	۶	۸	۳
۱	۶	۴	۹	۳	۸	۵	۲	۷
۳	۷	۸	۶	۲	۵	۴	۱	۹
۲	۸	۶	۴	۹	۳	۷	۵	۱
۹	۳	۷	۵	۱	۶	۲	۴	۸
۴	۱	۵	۲	۸	۷	۹	۳	۶
۶	۵	۳	۸	۴	۹	۱	۷	۲
۸	۹	۱	۷	۵	۲	۳	۶	۴
۷	۴	۲	۳	۶	۱	۸	۹	۵