

تهیه‌کنندگان: دکتر فرخ توکلی، دکتر حمیدرضا نانکلی، مهندس زهره رحیمی  
 همکاران این شماره: مهندس فاطمه خرمی، مهندس صدیقه حسینی، مهندس اکرم السادات علیجانزاده

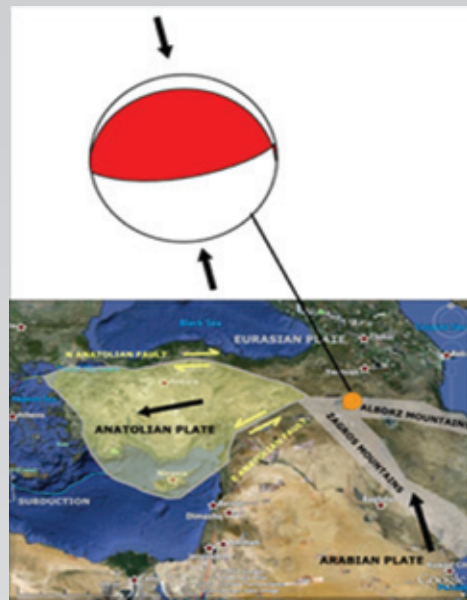
### گزارش زلزله شناسی زمین لرزه استان وان ترکیه

و مرز ایران در گستره‌ای بسیار لرزه‌خیز به لحاظ آمار رخداد زلزله‌ها، روی داد. در محل تلاقی گسل‌های ناحیه شرق ترکیه با شمال غربی ایران و جنوب غربی قفقاز پهنا‌ی است که در آن زلزله‌های مهم تاریخی رخ داده است. کانون این زلزله در نزدیکی روستای تامانلی قرار داشت عمق اولیه برای این زلزله ۸ کیلومتر برآورد شد و شهرهای دیاربکر، آگری، ارزروم و موش در ترکیه و شهرهای سیه‌چشمه و خوی و ماکو در ایران به شدت این زلزله را احساس کردند. در یک و نیم ساعت اول پس از زلزله اصلی، چهار پس‌لرزه با شدت بیش از ۴ ریشتر رخ داد که بزرگترین آنها با شدت ۵/۶ ریشتر اتفاق افتاد.

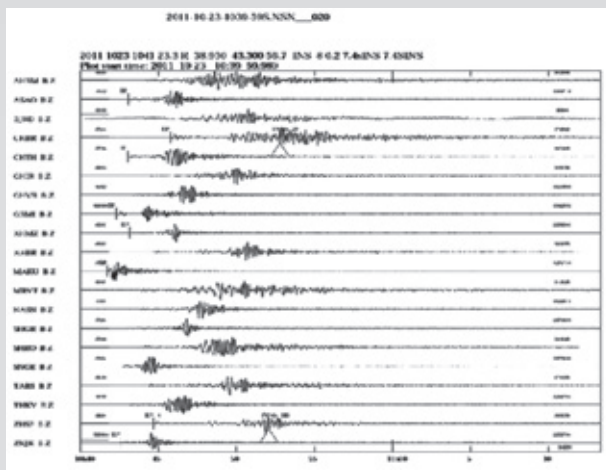
بر اساس گزارش USGS حداقل ۵۳۴ کشته، ۲۳۰۰ مجروح و ۱۴۶۱۸ ساختمان و خانه ویران شده از این زمین لرزه در مناطق ارکیس-تابانلی-وان به جا ماند. خطوط مخابراتی، تاسیسات آب و برق‌رسانی این مناطق نیز دچار خرابی و اختلال گردید. گزارش‌های بعدی نیز بیانگر افزایش تعداد کشته شده‌ها به اندازه چند هزار نفر بود.

ترکیه، کشوری فعال از نظر تکتونیکی است که تاکنون زلزله‌های مخرب زیادی را تجربه کرده است. زمین لرزه ۲۳ اکتبر ۲۰۱۱، تحت اثر حرکت صفحه عربستان در جنوب به سمت صفحه اوراسیا در شمال بود که در نزدیکی محل وقوع زلزله، نرخ این همگرایی ۲۴ میلی‌متر در سال و به سمت شمال تخمین زده شد. کوتاه‌شدگی این دو صفحه باعث ایجاد گسیختگی در بین دو بخش شرقی و غربی ترکیه در محل گسل آناتولی (جایی که اختلاف فشار وجود دارد)، گردید. بنابراین اثرات ناشی از این همگرایی به صورت حرکت‌های امتدادلغزی در طول گسل شمال آناتولی و شرق آناتولی و فرورانش حاشیه دریای مدیترانه جذب شد. تحت اثر گسلی امتدادلغز راستگرد شمال آناتولی و جنوب آناتولی ما با گسترش سیستم گسل

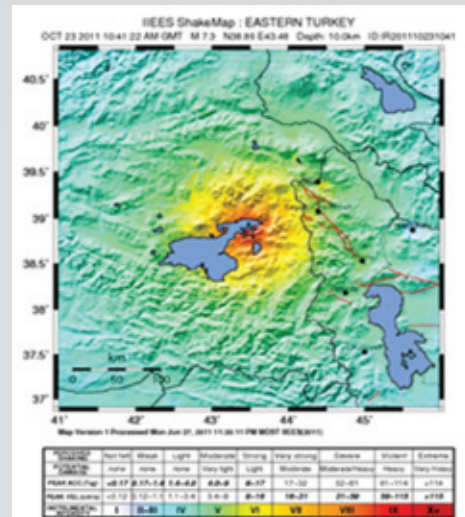
زلزله‌ای در تاریخ ۲۳ اکتبر ۲۰۱۱ (اول آبان‌ماه ۹۰) با شدت ۷/۱ در مقیاس ریشتر در ساعت ۱۳:۴۱ به وقت محلی (۱۴:۱۱ به وقت تهران) در شمال شرق شهر وان ترکیه با موقعیت جغرافیایی  $38,691^{\circ}N, 43,497^{\circ}E$ ، در پهنه شرقی دریاچه وان و در حد فاصل دریاچه وان



شکل ۱- موقعیت مکانی و مکانیسم کانونی زلزله ۲۳ اکتبر ۲۰۱۱ در وان ترکیه



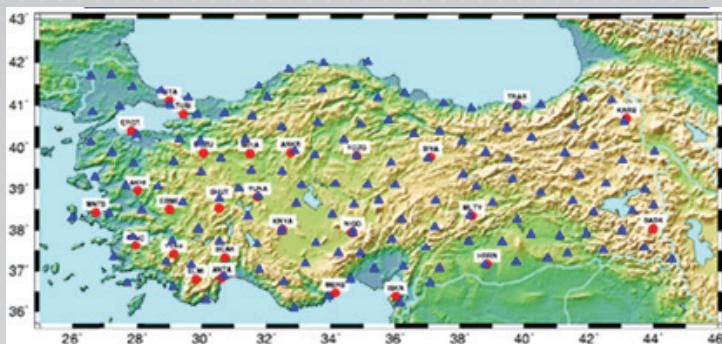
شکل ۳- مولفه قائم لرزه نگاشت‌های ثبت شده در شبکه ملی لرزه نگاری باند پهن پژوهشگاه زلزله از زمین لرزه وان ترکیه ۲۰۱۱



شکل ۲- نقشه لرزه‌های زلزله وان ترکیه ۲۰۱۱

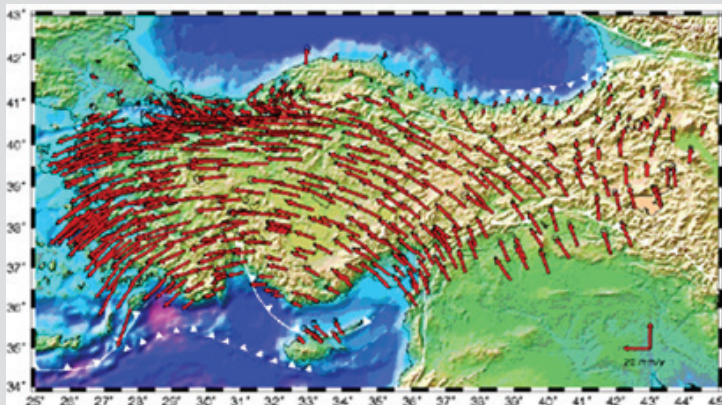
## شبکه دائمی GPS ترکیه (TPGN)

شبکه دائمی GPS ترکیه (TPGN) در سال ۱۹۹۹ راه‌اندازی شد. این شبکه شامل ۲۷ ایستگاه دائمی است (تا سال ۲۰۰۸) که در سراسر ترکیه نصب شده است. لزوم برقراری این شبکه اولین بار توسط GCM مطرح و اجرا شد. با توجه به زلزله خیز بودن کشور ترکیه، هدف از راه‌اندازی این شبکه در مرحله اول بررسی حرکات پوسته زمین و توانایی پیش‌بینی زلزله است. همچنین از این شبکه جهت نظارت بر سیستم ارتفاعی، بررسی تغییرات سطح متوسط دریا و دسترسی به داده‌های آبی و غیر آبی نیز استفاده میشود. لازم به ذکر است که تعداد ایستگاه‌های پیش‌بینی شده برای شبکه ژئودینامیک ترکیه، ۵۰ ایستگاه است که در آینده نصب و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. شکل ۴ بیانگر پراکنندگی این ایستگاه‌ها در سطح کشور می‌باشد.



شکل ۴- ایستگاه‌های دائمی شبکه سراسری ترکیه (TPGN) که به صورت دایره‌های قرمز رنگ نشان داده شده است.

داده‌های شبکه دائمی ترکیه به وسیله نرم افزار GAMIT-GLOBK پردازش شده و سری‌های زمانی به صورت روزانه توسط GCM تولید می‌شود. همچنین بر روی داده‌ها تحلیل طیفی و همچنین تحلیل‌های پیش‌لرزه، پس‌لرزه و حین لرزه نیز انجام می‌شود. علاوه بر این، مختصات دقیق و سرعت ایستگاه‌ها نیز از نتایج به دست آمده از پردازش شبکه دائمی GPS کشور ترکیه است. لازم به ذکر است که کشور ترکیه علاوه بر شبکه دائمی دارای شبکه‌های دیگر GPS از جمله TNFGN، شبکه RTK و شبکه چند منظوره می‌باشد که به ترتیب دارای ۶۰۰، ۱۴۵ و ۲۵ ایستگاه فعال می‌باشند. شکل ۵ نشان دهنده بردارهای سرعت شبکه دائمی است که با تلفیق با شبکه RTK در بازه زمانی ۲۰۰۷-۱۹۹۲ محاسبه شده است.



شکل ۵- بردارهای سرعت محاسبه شده در بازه زمانی ۱۹۹۲-۲۰۰۷

های ترانسفورم در طول اکثر قسمت‌های مرکزی و غربی ترکیه مواجهیم. در منطقه دریاچه وان و اکثر بخش شرقی آن، تکتونیک، تحت تاثیر درز بیتلیس (Bitlis Suture) در شرق ترکیه و کمربند راندگی زاگرس در ایران است. در واقع بخش شرقی ترکیه در امتداد قلمرو برخورد دو نوار کوهزایی البرز و زاگرس است.

زلزله ۲۳ اکتبر ۲۰۱۱ وان ترکیه در نزدیکی این ناحیه برخورد و در یک منطقه گسترده ای از همگرایی فراتر از محدوده شرقی تکتونیک امتدادلغز آناتولی رخ داده است. بر این اساس سازوکار کنونی این زلزله با یک سیستم گسلی راندگی مایل، مشابه نقشه گسل‌های منطقه سازگار است. در واقع سازوکار زمین‌لرزه اخیر ناشی از یک فشار راندگی است و نه یک حرکت امتدادلغز در منطقه شرق ترکیه. شکل ۱ سازوکار این زمین لرزه را نشان می‌دهد.

این زلزله یادآور زمین‌لرزه‌های بزرگ قرن گذشته در ترکیه است که کشته‌های زیادی از آن بر جای مانده است. زلزله ۱۹۹۹ از میر (M=۶.۷) که به گسیختگی بخشی از گسل شمال آناتولی به طول ۱۰۰۰ کیلومتر در غرب منطقه زلزله ۲۳ اکتبر ۲۰۱۱ انجامید و ۱۷۰۰۰ کشته ۵۰۰۰۰ زخمی و ۵۰۰۰۰۰ بی خانمان بر جای گذاشت.

همچنین در نزدیکی پهنه رو مرکزی این زمین‌لرزه، زلزله ۲۴ نوامبر ۱۹۷۶ با شدت ۷/۳ ریشتر، با پنج هزار نفر کشته سی و پنج سال قبل رخ داده است که در آن زلزله نیز، علاوه بر خسارت سنگین در ترکیه به ویژه شهر چالدران، خسارت‌هایی در ایران، به ویژه به شهرهای سیه چشمه و خوی و روستاهای اطراف وارد شد. قبل از آنها زلزله ۷/۸ ریشتری در ارزینکن ترکیه در سال ۱۹۳۹ نیز با ۳۳۰۰۰ کشته یکی دیگر از رخدادهای مهم قرن گذشته در این منطقه است. شکل ۲ نقشه لرزه‌ای و شکل ۳ مولفه قائم لرزه نگاشت‌های پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی را نمایش می‌دهد.

### منابع :

1. <http://www.USGS.org>
2. <http://all-geo.org>
3. دکتر مهدی زارع، ۱۳۹۰، گزارش فنی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، آبان ماه ۱۳۹۰

## اخبار مرتبط

### همایش بین المللی مهندسی زلزله و لرزه شناسی

ششمین همایش بین المللی مهندسی زلزله و لرزه شناسی در اردیبهشت ماه سال ۹۰ در پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی برگزار گردید و مقاله ای تحت عنوان «آشکارسازی تغییر شکل پوسته زمین با استفاده از تکنیک GPS (مطالعه موردی: شبکه IPGN)» توسط خانم مهندس مهناز علیجانزاده، دکتر محمد رضا قیطان چی، دکتر حمیدرضا نانکلی و دکتر فرخ توکلی ارائه گردید.

### چاپ مقاله ISI

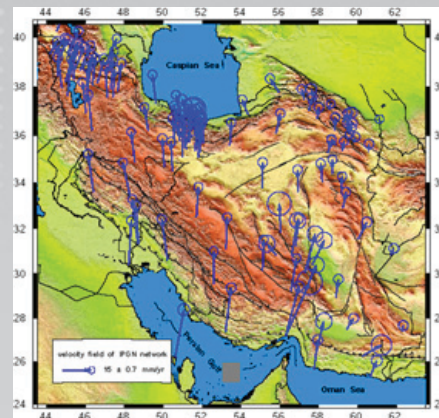
- 1) NW Iran-eastern Turkey present-day kinematics: Results from the Iranian permanent GPS network  
Yahya Djamour, Philippe Vernant, Hamid Reza Nankali, Farokh Tavakoli (EPSL 2011)
- 2) GPS and gravity constraints on continental deformation in the Alborz mountain range, Iran  
Yahya Djamour, Philippe Vernant, Roger Bayer, Hamid Reza Nankali, Jean-Francois Ritz, Jacques Hinderer, Yaghoub Hatam, Bernard Luck, Nicolas Le Moigne, Morteza Sedighi and Fateme Khorrami (GJI 2010)

### طرح پژوهشی

دو طرح پژوهشی در اداره ژئودزی و ژئودینامیک به اتمام رسید. اولین طرح تحت عنوان «تعیین نرخ لغزش گسل دهشیر با استفاده از مدلسازی مکانیکی» توسط آقای دکتر نانکلی اجرا گردید. مقاله ای نیز تحت همین عنوان در نشریه سازمان نقشه برداری شماره ۱۱۲ چاپ گردیده است.

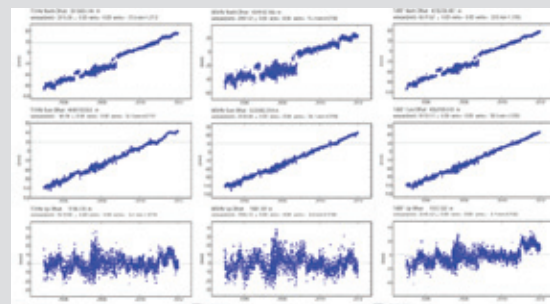
دومین طرح تحت عنوان «مدلسازی یونسفر در منطقه ایران با استفاده از شبکه IPGN» توسط آقایان مهندس ناصر عبدی و دکتر حمید رضا نانکلی به اتمام رسید.

## نتایج حاصل از پردازش شبکه ژئودینامیک سراسری ایران



شکل ۶- شبکه اصلی ژئودینامیک سراسری ایران و میدان سرعت آن در سیستم اوراسیا

پردازش داده های خام شبکه ژئودینامیک سراسری ایران به کمک نرم افزار GAMIT-GLOBK که یکی از نرم افزارهای دقیق و علمی می باشد، به منظور مطالعه حرکات پوسته زمین و تجزیه و تحلیل مشاهدات ژئودتیک انجام شده است. در این مرحله برای ایجاد ارتباط بین شبکه ژئودینامیک سراسری و شبکه جهانی IGS از مشاهدات ۲۲ ایستگاه IGS نیز استفاده شده است. جهت بهبود دقت محاسباتی برای سرعت شبکه ژئودینامیک کشور، ۴ شبکه igs1, igs2, igs3, eura با شبکه آذربایجان، خراسان، خوزستان و تهران ترکیب شده است (شکل ۶). سریهای زمانی ایستگاههای tabz و tehn - mshn در شکل ۷ نشان داده می شود.



شکل ۷- سری زمانی ایستگاه های tabz - mshn - tehn تا ابتدای سال ۲۰۱۲ میلادی