

مطالعه زلزله‌ی ۲۱ آبان ۹۶ بر روی داده‌های شبکه‌های لرزه‌نگاری ایران و جهان توسط پایتون

پروژه پایان ترم زلزله‌شناسی دستگاهی

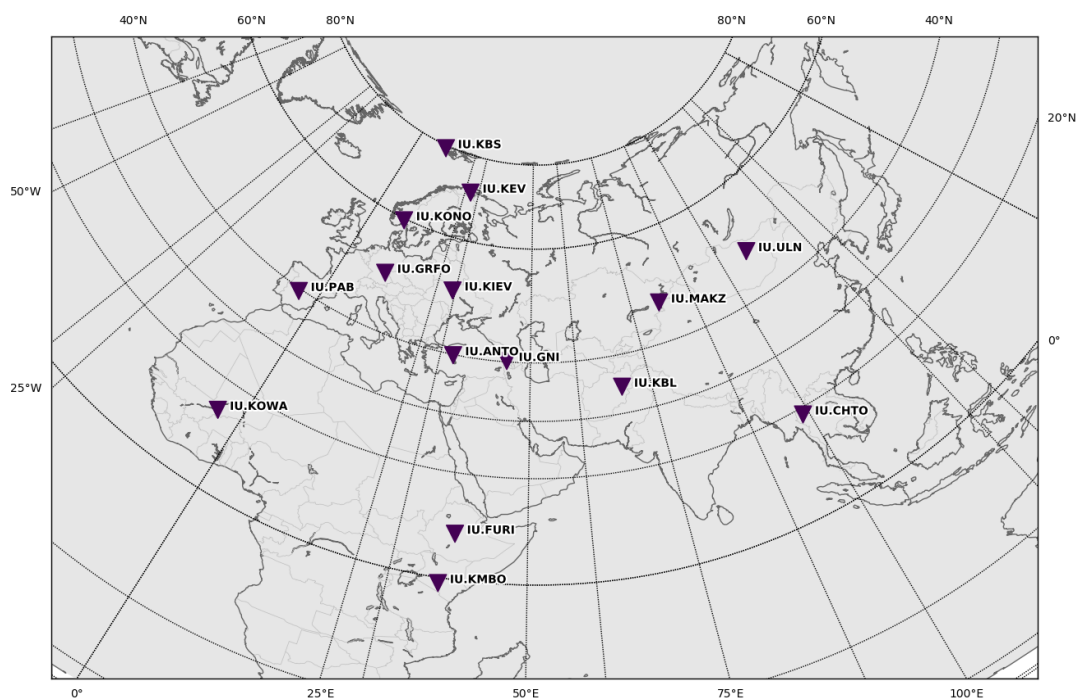
نیم‌سال اول ۹۸_۹۷

دانشجو: ایمان کهبازی

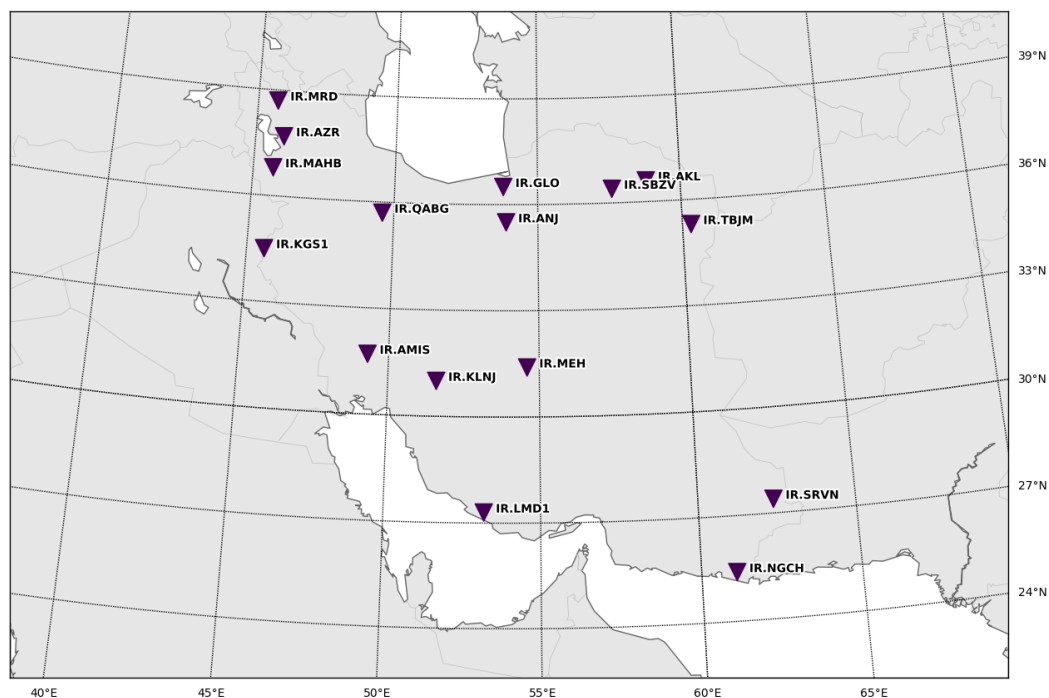
استاد: دکتر احسان کرکوتی

مقدمه

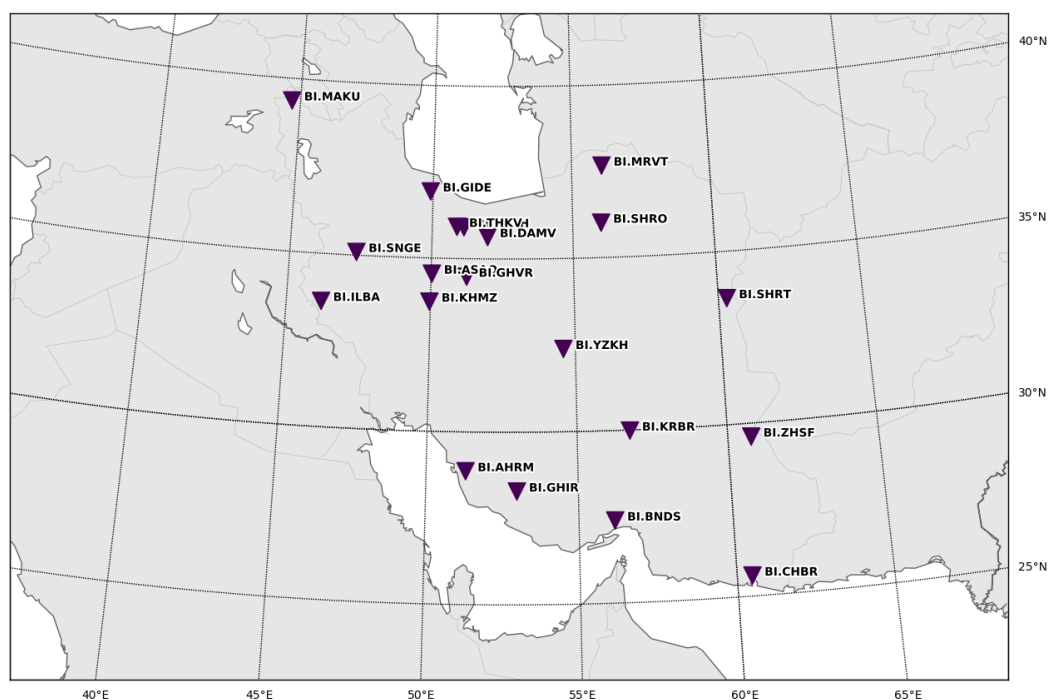
این مطالعه بر روی داده‌های زمین‌لرزه‌ی ۲۱ آبان ۱۳۹۶ منطقه‌ی سرپل‌ذهاب بر روی ایستگاه‌های داخلی و جهانی با استفاده از پایتون انجام گرفته. هدف از این مطالعه کار با داده‌های زلزله‌نگاری توسط پایتون و شناخت پاسخ‌های دستگاهی و کار با آن‌ها است. در قدم ابتدایی مختصات و زمان دقیق زمین‌لرزه موردنظر از سایت پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله گرفته شد. این زلزله در تاریخ و زمان هماهنگ بین‌المللی 2017-11-12 18:18:17.8 به مختصات ۳۴,۸۷۷ درجه عرض جغرافیایی و ۴۵,۸۴۱ درجه طول جغرافیایی اتفاق افتاد. در این مطالعه از ۱۵ ایستگاه شبکه‌ی IU متعلق به سازمان iris در شعاع ۵۰ درجه نسبت به کانون زمین‌لرزه (شکل ۱)، ۲۰ ایستگاه شبکه‌ی BI متعلق به پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله (شکل ۲) و ۱۶ ایستگاه شبکه‌ی IR متعلق به موسسه ژئوفیزیک (شکل ۳) استفاده می‌شود که موقعیت مکانی و پراکندگی آن‌ها در تصاویر قابل مشاهده است. از بین ایستگاه‌های جهانی، ۳ ایستگاه “GRFO”، “KBL” و “KOWA” در زمان مورد نظر داده نداشته‌اند و مطالعه بر روی داده‌های ۱۲ ایستگاه دیگر انجام گرفت.



شکل ۱ ایستگاه‌های شبکه‌ی IU متعلق به سازمان iris



شکل ۲: ایستگاه‌های شبکه‌ی IR متعلق به موسسه ژئوفیزیک

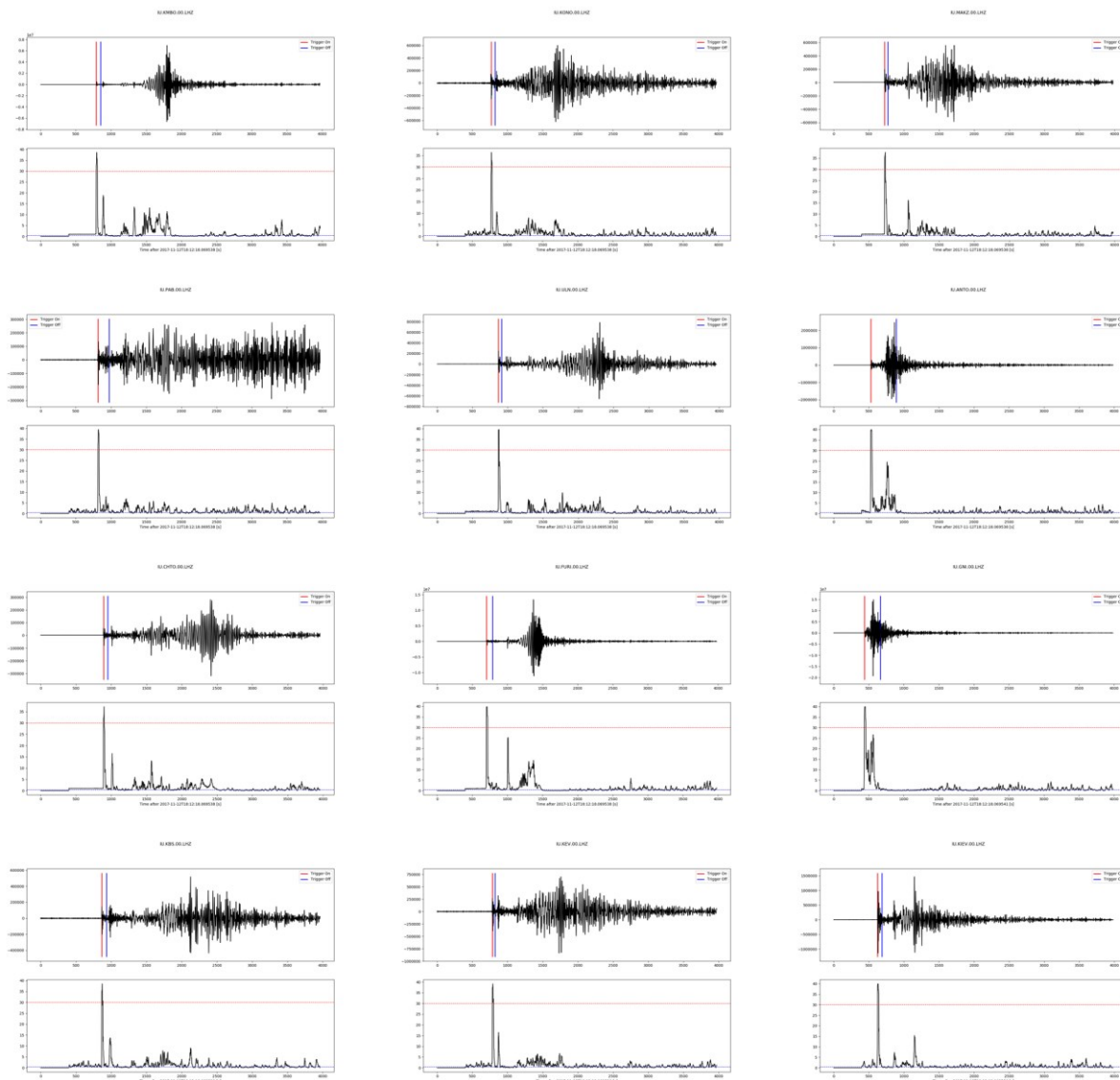


شکل ۳: ایستگاه‌های شبکه‌ی BI متعلق به پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

(۱) شناسایی خودکار

با استفاده از روش sta/lta و تابع مربوط در کتابخانه‌ی آبسپای، اقدام به شناسایی شروع فاز لرزه‌ای در هر ایستگاه شد. برای این کار می‌بایست پارامترهای مناسبی برای شناسایی درست، تعیین شود. این پارامترها شامل: آستانه‌ی شناسایی، آستانه‌ی پایان شناسایی، طول پنجره کوچک و طول پنجره بزرگ می‌باشد.

(۱_۱) داده‌های جهانی: طول پنجره‌ی بزرگ ۴۰۰ ثانیه، طول پنجره‌ی کوچک ۱۰ ثانیه، آستانه شناسایی ۳۰ و آستانه‌ی پایان شناسایی ۰.۵، انتخاب شد که نتایج مطلوبی را در تمامی ایستگاه‌ها نشان می‌دهد.

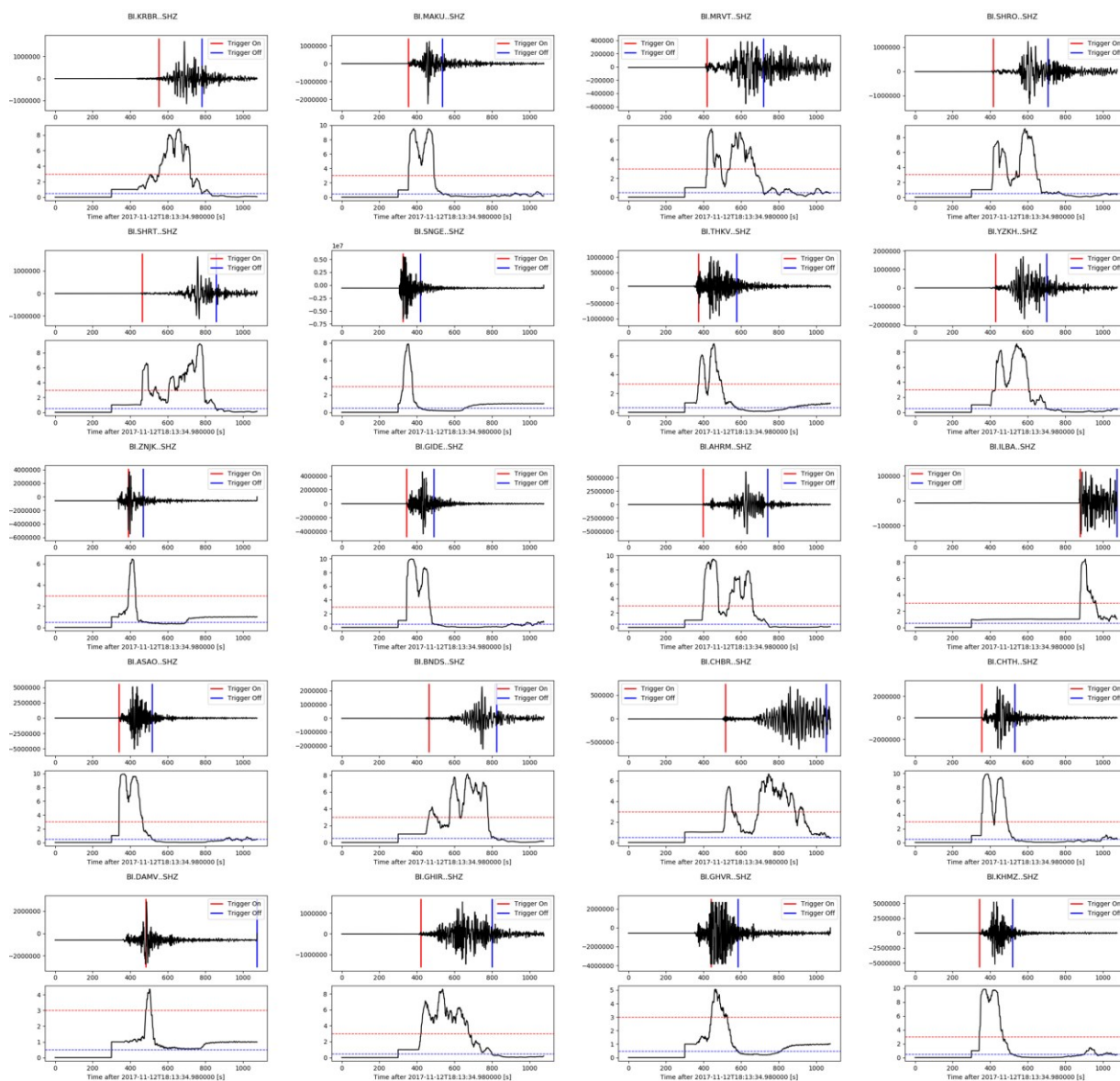


شکل ۴ شناسایی خودکار بر روی ایستگاه‌های جهانی

۲-۱) داده‌های ایستگاه‌های پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله: طول پنجره‌ی بزرگ

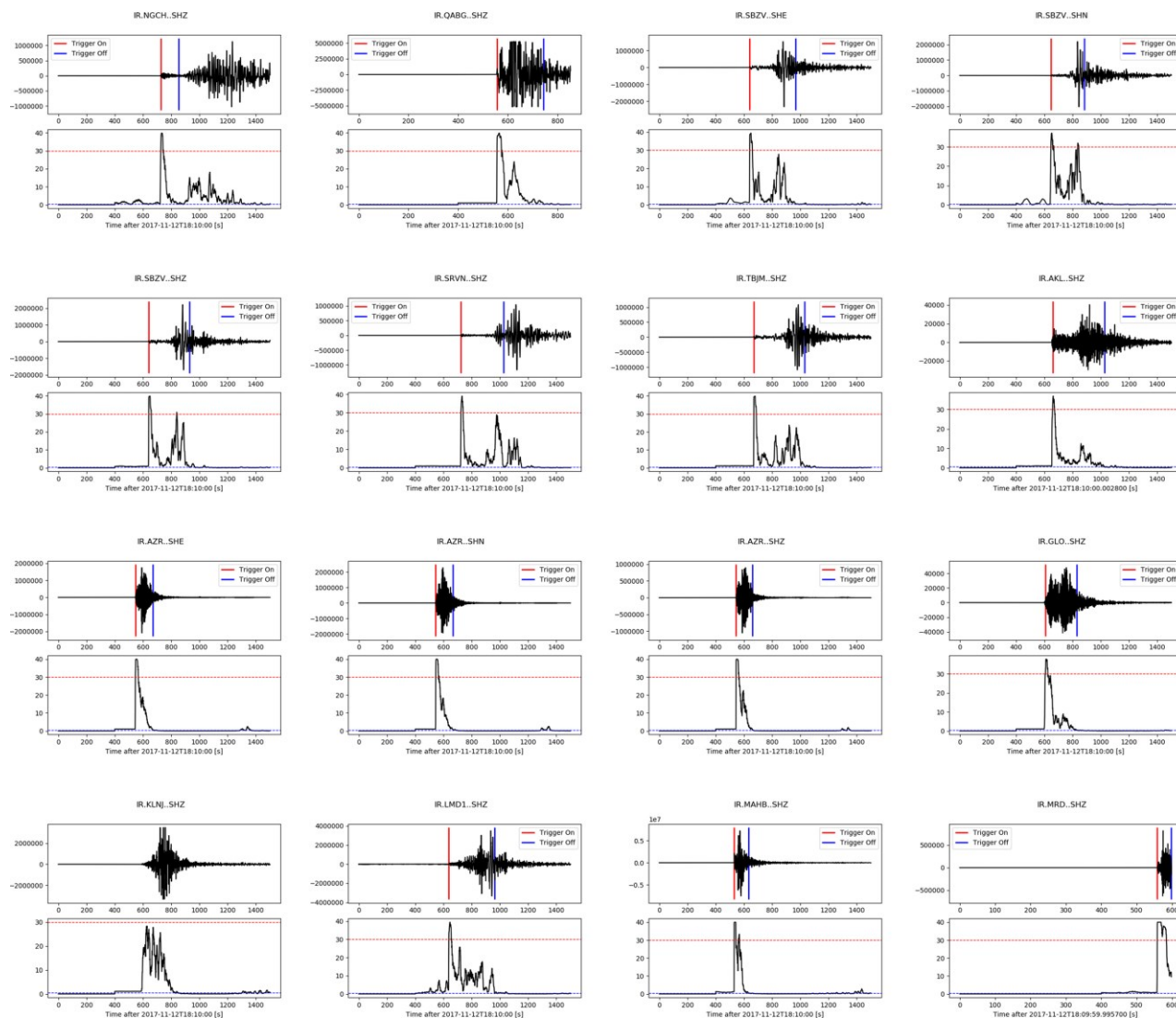
۳۰۰ ثانیه، طول پنجره‌ی کوچک ۳۰ ثانیه، آستانه شناسایی ۳ و آستانه‌ی پایان شناسایی ۰.۵ انتخاب شد.

نتیجه حاصل در بیشتر ایستگاه‌ها مطلوب می‌باشد اما در چند ایستگاه نادرست است.



شکل ۵ شناسایی خودکار بر روی ایستگاه‌های پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

۳-۱) داده‌های ایستگاه‌های موسسه ژئوفیزیک: مقادیری مشابه مقادیر جهانی در نظر گرفته شد.



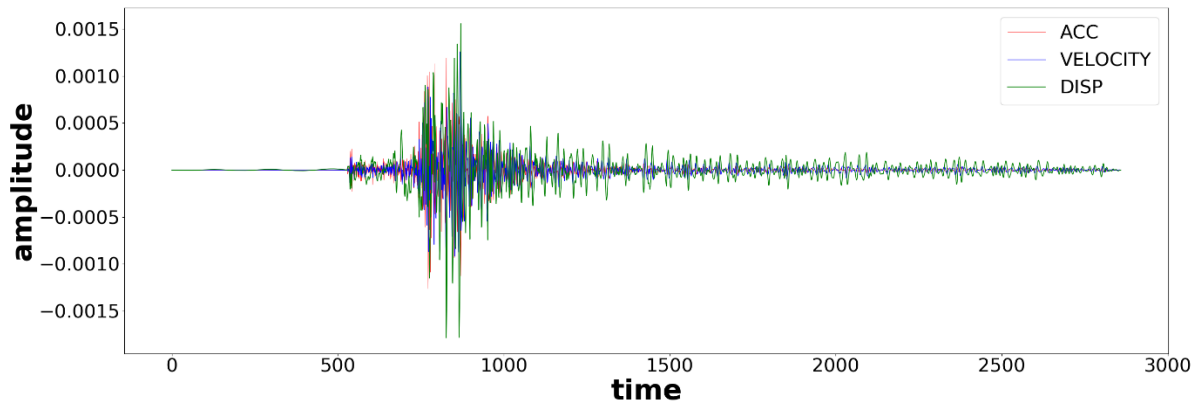
شکل ۶ شناسایی خودکار بر روی ایستگاه‌های موسسه ژئوفیزیک

۲) برداشتن پاسخ دستگاهی

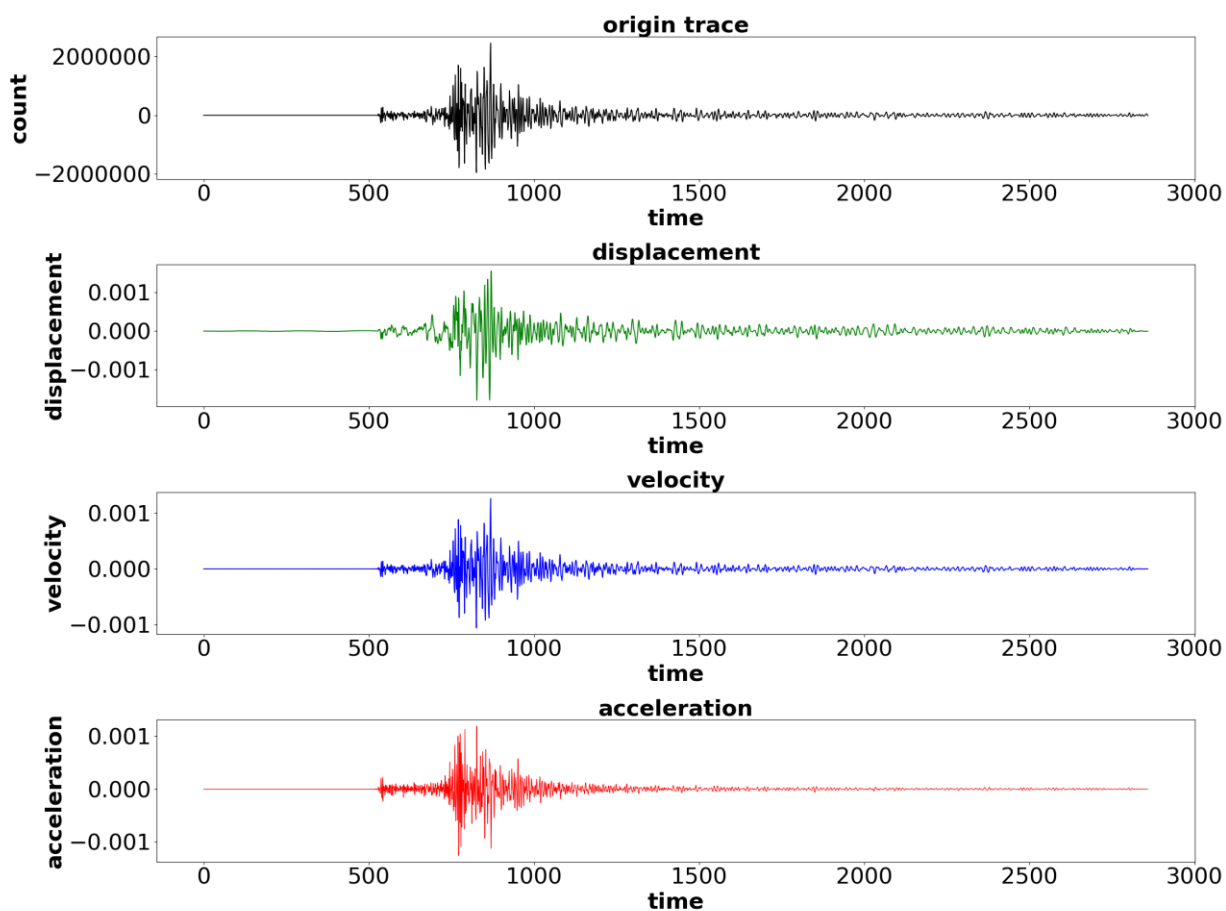
از هر شبکه به دلخواه یک ایستگاه انتخاب شده و از داده‌ی یکی از مولفه‌های آن، پاسخ جابجایی، سرعت و شتاب برداشته شد و خروجی‌ها رسم شد. از آنجا که سنسورهای لرزه‌نگاری سرعت سنج هستند انتظار می‌رود پس از برداشتن پاسخ سرعت، شکل موج تغییری نکند و تنها مقیاس آن عوض شود که به خوبی قابل مشاهده است. همچنین نداشت شتاب، فرکانس بالاتر از سرعت و نکاشت سرعت، فرکانس بالاتر از جابجایی می‌باشد.

(۲_۱) ایستگاه ANTO از ایستگاه‌های جهانی متعلق به سازمان iris

IU.ANTO.00.LHZ



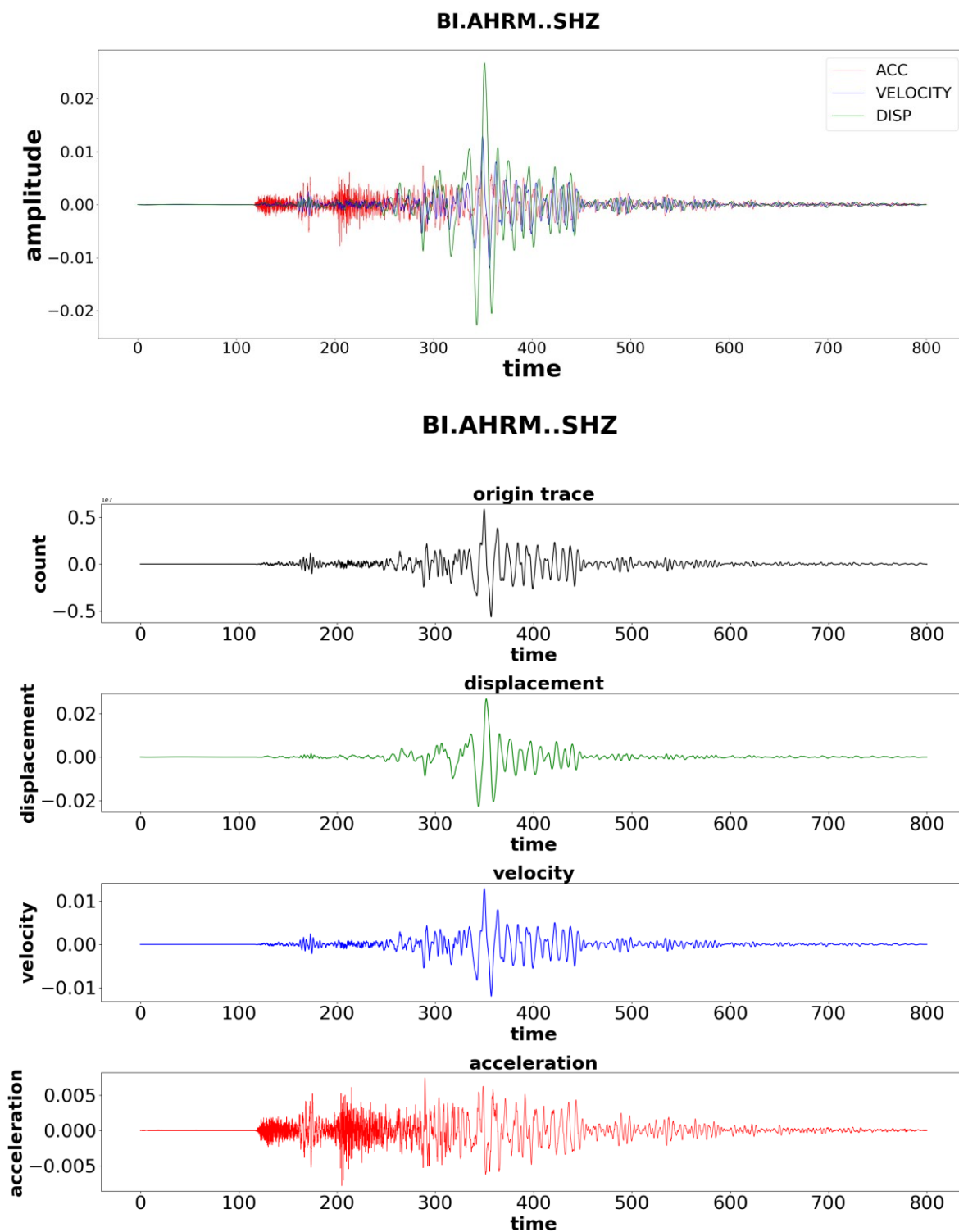
IU.ANTO.00.LHZ



شکل ۷ تصاویر مولفه‌ی z ایستگاه جهانی ANTO قبل و بعد از برداشتن پاسخ

مطالعه زلزله‌ی ۲۱ آبان ۹۶ بر روی داده‌های شبکه‌های لرزه‌نگاری ایران و جهان توسط پایتون

۲_۲) ایستگاه AHRM از پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

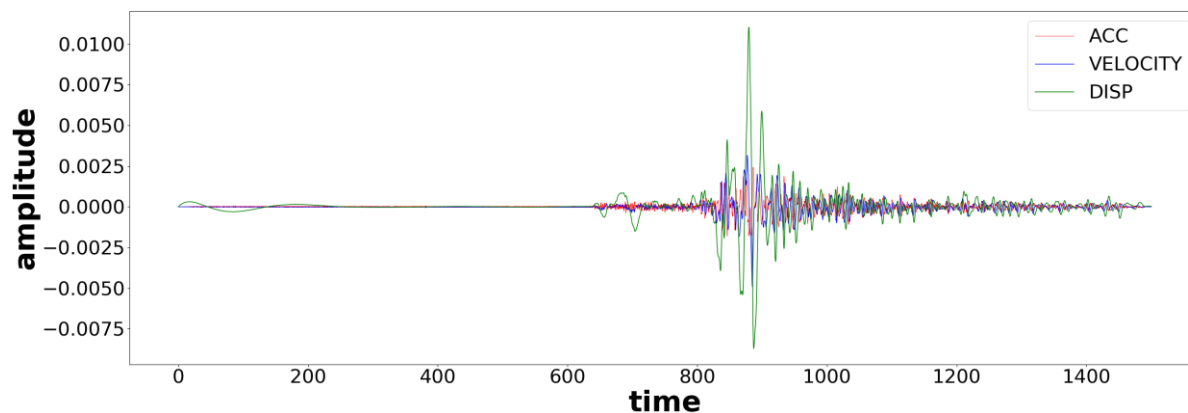


شکل ۸ تصاویر مولفه‌ی z ایستگاه AHRM پژوهشگاه
قبل و بعد از برداشتن پاسخ

مطالعه زلزله‌ی ۲۱ آبان ۹۶ بر روی داده‌های شبکه‌های لرزه‌نگاری ایران و جهان توسط پایتون

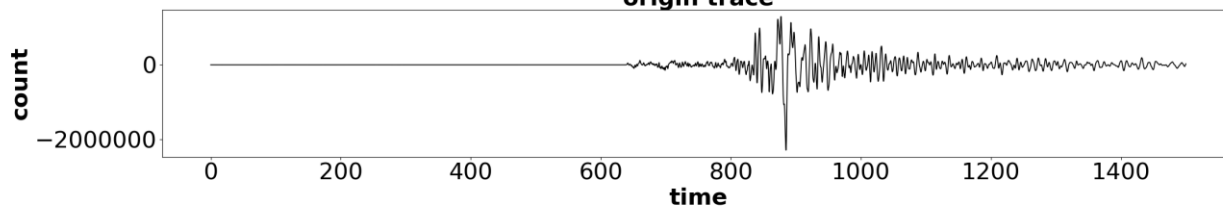
۲_۳ ایستگاه SBZV از موسسه ژئوفیزیک

IR.SBZV..SHE

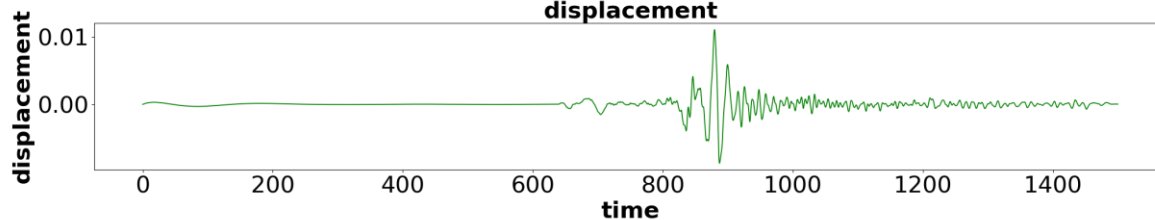


IR.SBZV..SHE

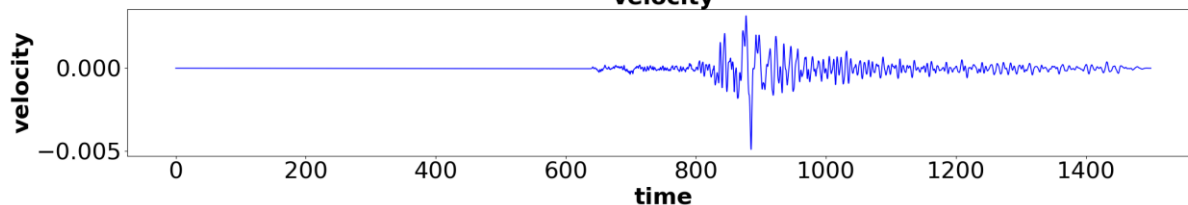
origin trace



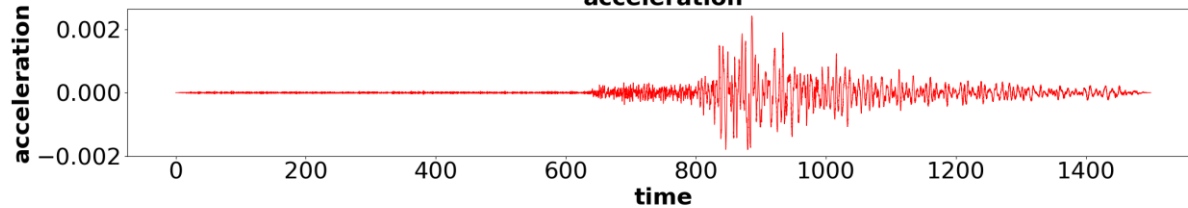
displacement



velocity



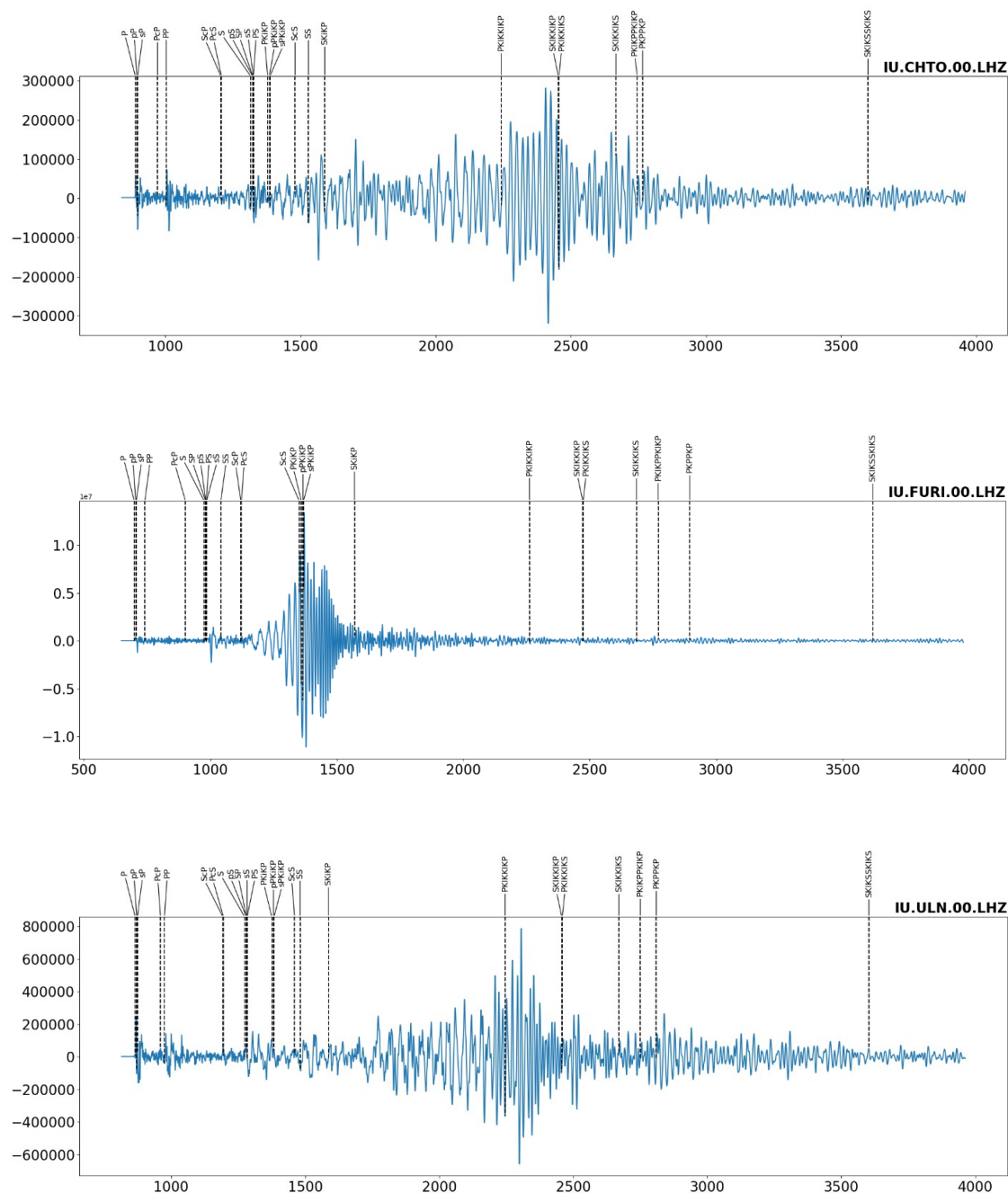
acceleration



شکل ۸ تصاویر مولفه‌ی E ایستگاه SBZV موسسه
قبل و بعد از برداشتن پاسخ

۳) زمان رسید فازهای تئوری به کمک ابزار تاوپی در ایستگاه‌های جهانی

با استفاده از ابزار `taup` در کتابخانه‌ی `آبسپای` و انتخاب مدل پوسته‌ی `iasp91`، زمان رسید فازهای لرزه‌ای با توجه به فاصله‌ی کانونی زمین‌لرزه از هر ایستگاه به صورت تئوری محاسبه شد. نتیجه رسم فازها بر روی نگاشت سازگاری خوبی بین زمان رسیدهای تئوری و داده نشان می‌دهند. سه نمونه زیر (شکل ۹) قابل مشاهده است.



شکل ۹ زمان فازهای تئوری در سه ایستگاه جهانی

(۴) محاسبه بزرگا

(۴_۱) Mw: محاسبه‌ی بزرگای گشتاوری روی ۱۲ ایستگاه جهانی صورت گرفت. به این منظور ابتدا پاسخ جابجایی از روی داده‌ها برداشته شد. سپس بیشینه دامنه در رابطه‌ی بزرگا ارائه شده در آبسپای قرار داده شد. مشاهده می‌شود (جدول ۱) که این رابطه برآورد خوبی از بزرگا می‌دهد.

لازم به ذکر است این تابع بزرگای گشتاوری نیست و با استفاده از طیف فرکانسی بدست نیامده، اما تخمین مطلوبی به کمک بیشینه دامنه به ما می‌دهد.

ایستگاه	بزرگای گشتاوری	ایستگاه	بزرگای گشتاوری
ANTO	۷,۲۵	KEIV	۷,۲
CHTO	۷,۳۴	KMBO	۷,۷۹
FURI	۷,۹	KONO	۷,۰۶
GNI	۷,۴	MAKZ	۷,۲۵
KBS	۷,۱۴	PAB	۷,۰۷
KEV	۷,۱۷	ULN	۷,۲۵
	متوسط بزرگای گشتاوری	۷,۳۲	

جدول ۱ بزرگای گشتاوری بر روی ایستگاه‌های جهانی

۲_۴) MI و MS: برای محاسبه‌ی بزرگای محلی و بزرگای سطحی به طور مستقل روابط در پایتون

نوشته شد. این بزرگاها تنها روی چند ایستگاه داخلی پژوهشگاه و موسسه صورت گرفت که نام و

موقعیت ایستگاه‌ها در تصویر آمده است.



شکل ۱۰ ایستگاه‌های داخلی استفاده شده برای محاسبه‌ی بزرگا

بزرگای سطحی MS	بزرگای محلی ML	ایستگاه	موسسه ژئوفیزیک (IR)
۶,۸۸	۷,۲	MAHB	
۶,۸۹	۶,۷۳	QABG	
۷,۵۵		KLNJ	
۷,۱	۷,۱۳		متوسط بزرگا

جدول ۲ بزرگای محلی و سطحی بر روی سه ایستگاه موسسه ژئوفیزیک

مطالعه زلزله‌ی ۲۱ آبان ۹۶ بر روی داده‌های شبکه‌های لرزه‌نگاری ایران و جهان توسط پایتون

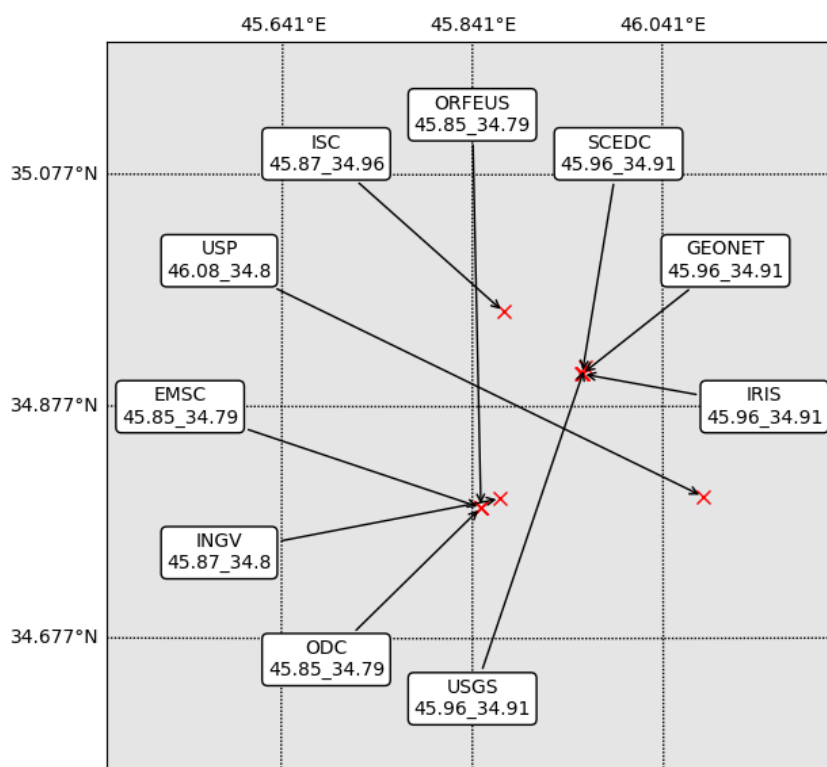
بزرگای سطحی MS	بزرگای محلی ML	ایستگاه	پژوهشگاه (BI)
۷,۱۵	۷,۰۵	ZNJK	
۶,۸۶	۶,۳۷	SNGE	
۷,۲۶	۷,۲۹	ASAO	
۷,۱۹	۷,۲۷	KHMZ	
۷,۱۱	۶,۹۹		متوسط بزرگا

جدول ۳ بزرگای محلی و سطحی بر روی چهار ایستگاه پژوهشگاه

۷,۰۶	بزرگای محلی ML
۷,۱	بزرگای سطحی MS

جدول ۴ بزرگای محلی و سطحی اشتراک شبکه‌های پژوهشگاه و موسسه

(۵) نقشه موقعیت مکانی زمین لرزه اعلام شده توسط سازمانهای مختلف



شکل ۱۱ نقشه موقعیت مکانی زمین لرزه اعلام شده توسط سازمانهای مختلف