

2017年11月19日

イラン・イラク地震関連情報メモ（新日鐵住金・菅野）

11月13日（月）～11月18日（土）までテヘランとアモール（テヘラン北東側のカスピ海沿岸の都市）に大学関係者との交流ならびに国際会議への出席のために滞在。地震発生翌日に入国したため、一定の地震に関する情報はあったものの、多分日本で得られている情報と大きな差はないのではないかと思います。以下には、現地での大学の先生や当社ドバイ駐在の社員、日本の商社の方などから得られた情報を列挙します。

・ 地震の情報：

- ・ 以下のサイトに掲載されているが、ペルシャ語がメイン。
（ペルシャ語）<http://www.iiees.ac.ir/fa/>
 - ・ ファイルをダウンロード可。地震情報と現地の被災状況の写真あり。
- （英語）<http://www.iiees.ac.ir/en/recentevents/>
 - ・ 直近の地震（余震）情報。

・ 主要都市での地震の揺れ：

- ・ テヘランではほとんど感じず。ただし、遠く離れたドバイでは揺れを感じた人もいたとのこと（長周期地震動の影響か）。テヘランでは、今回の地震で多くの人が亡くなり、未だ不明者も多くいるとの情報はあったものの、大きな騒ぎになっている状況ではなかった。

・ Kermanshah 州での被害状況：

- ・ Iran Daily Nov. 16, 2017:
<http://www.iran-daily.com/News/204446.html>
- ・ Tehran Times Nov.14, 2017:
<http://www.tehrantimes.com/photo/418485/Kermanshah-quake-tragedy-altruism-hope>
- ・ 被害の多くは組積造。RC構造の模様。比較的新しく建設（5～6年前？）されたRC共同住宅も深刻な被害を受けた様子。このRC共同住宅は、前政権時代に国民の生活向上のために急遽建設され、国のチェックなしに完成したもの。後述する国際会議での冒頭の大統領アドバイザー挨拶でも言及されていた。このため、新しい住宅を購入した現地の人々は、前政権に対する強い不満を持っているとのこと。

・ 国際会議での大統領最高顧問（Dr. Torkan）挨拶（11月15日）：

- ・ Dr. Torkan の経歴：
 - ・ 政府機関の Teheran Construction Engineering Organization の長を3年ほど務め、現在はローハニ大統領の最高顧問（<http://icceconf.ir/cnf/organization?lang=en>）。イランでは相当有名な方との現地大学の先生の談。
- ・ 発言内容（注：発言はペルシャ語ゆえに通訳の過程で誤りがある可能性あり）：
 - ・ イランはこの100年で8000人が地震の被害で亡くなっている。マグニチュード6.5以上の地震が18回発生している。

- ・ 60年前はマグニチュード 9.6 の地震で 4000 人が亡くなった。
 - ・ 先週の地震ではマグニチュード 7.3 で 200 人近くの被害が出ている。同じ地震がテヘランで発生すれば甚大な被害が発生するものと予想される。
 - ・ 地震は発生することを前提に、Civil Engineers が主体となって日々準備をし、被害を防がなければならない。
 - ・ ビルを建てるにあたっては、ビルディングコードに従ってコンサルが設計した図面を政府が承認し、その図面に沿って施工されねばならない。
 - ・ 施主にとっては正規のプロセスに従い、品質が保証されたビルを建設するという認識が重要。
 - ・ 今回の地震で被害を受けたビルは正規の手続きを経ないで建設されているものが大半である。その点から考えると今回の被害は、そういった状況を許した政府の責任（自分自身の責任）と思っている。
- ・ 被災地の直近状況：
 - ・ 11月16日（木）時点では、現地は未だかなり混乱しており、国の救出隊が作業している状況。イランでは非常に有名なアメリカ・ロス在住の Mark Grigorian 氏*1 も国際会議に出席しており、会議の後に被災地の視察を予定していたが、いまだ安全などの問題も多くあるとの情報があったため、急遽取りやめたとのこと。混乱が続いている状況。

* 1 : Mark Grigorian 氏：

イランの Sharif University の Civil の設立者

http://icceconf.ir/page_1019_en.html

https://www.researchgate.net/profile/Mark_Grigorian

- ・ イラン（テヘラン）での地震対策動向：
- ・ 一千万人以上の人口を抱えるテヘランでの地震被害軽減を目指して、建築の鉄骨化が進んでいる。ただし、いまだ組積造、古い R C 造や鉄骨造が残っており、その補強対策が重要な課題と想定される（私見）。
- ・ 鉄骨造は、日本と同様なボックス柱、二方向ラーメンであるが、接合部は多様なディテールが採用。設計の基本は A I S C。日本の耐震設計に強い興味を持っているが、英語化されていなためアクセスできないとのコメントあり。

- ・ 関連資料：

主に以下の先生の助力を得て入手した資料を本メモの後ろに添付。必要であれば直接コンタクトして頂きたい。

Iman Mansouri, Assistant Professor

Dept. of Civil Engineering

Birjand University of Technology

P.O. Box 97175-569, Birjand, Iran

E-mail: mansouri@birjandut.ac.ir<<mailto:imansouri@eng.uk.ac.ir>>

Alternate E-mail: im_pce@yahoo.com<mailto:im_pce@yahoo.com>

Homepage: <https://scholar.google.com/citations?user=egUvWsoAAAAJ&hl=en>

以上

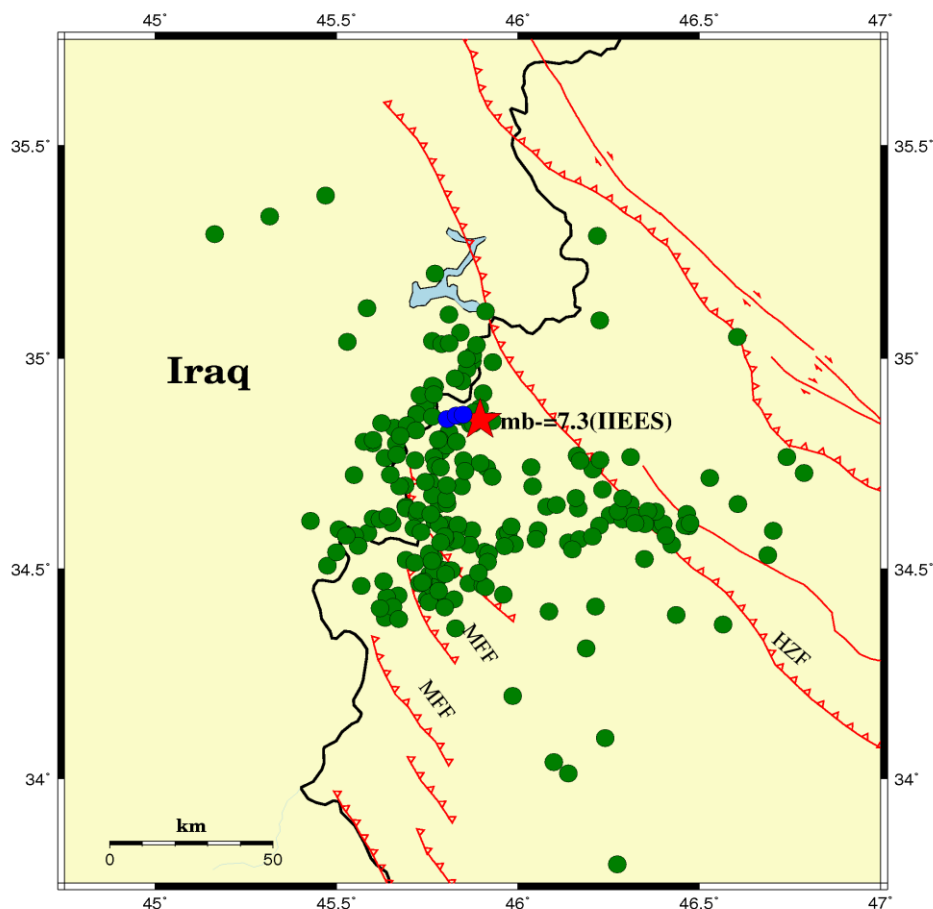


گزارش مقدماتی زمین‌لرزه ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۹۶، سرپل ذهاب استان کرمانشاه (ویرایش دوم)

آرش اسلامی، علی محمودی کوهی، مسعود تقابنی، ابوالفضل کمیزی

۱- معرفی رویداد

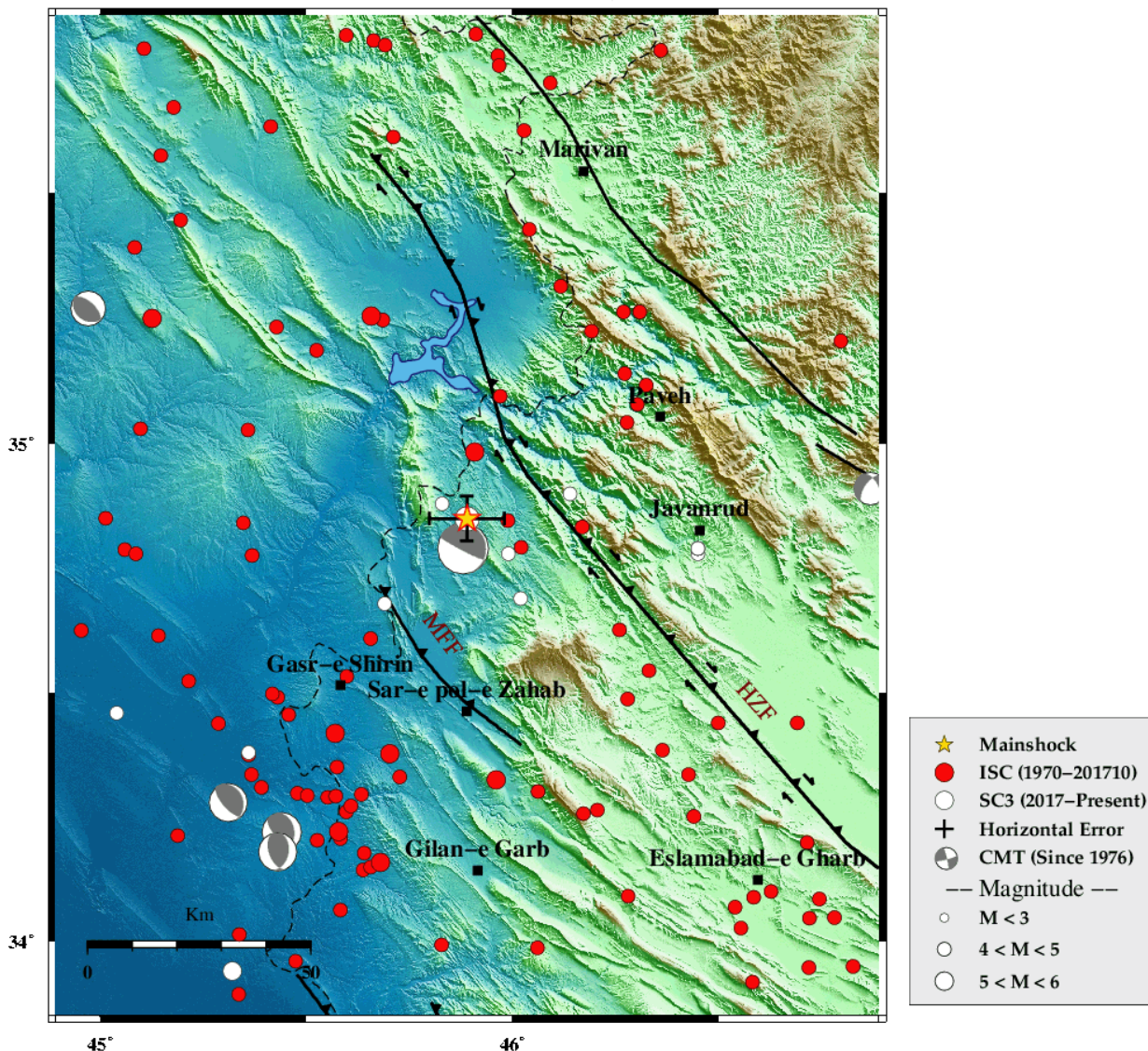
در ساعت ۲۱ و ۴۸ دقیقه (به وقت محلی) روز ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۹۶ هجری شمسی، مطابق با ساعت ۱۸ و ۱۸ دقیقه (به وقت جهانی) روز ۱۲ نوامبر ۲۰۱۷ میلادی زمین‌لرزه‌ای با بزرگای $7/3$ در مقیاس امواج پیکری (mb) در ۵ کیلومتری ازگله و ۴۳ کیلومتری شمال سرپل ذهاب استان کرمانشاه، مرز ایران و عراق به وقوع پیوست (شکل ۱). رومرکز این رویداد براساس لرزه‌نگاشت‌های ثبت شده در مرکز ملی شبکه لرزه‌نگاری باند پهن پژوهشگاه در مختصات $34/88$ درجه عرض شمالی و $45/84$ درجه طول خاوری قرار دارد. نظر به اینکه تمرکز خرابی‌های این زمین لرزه شهر سرپل ذهاب می‌باشد، اسم گزارش از ازگله به سرپل ذهاب تغییر یافته است.



شکل (۱): موقعیت مرکز سطحی زمین‌لرزه ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۹۶، سرپل ذهاب (ستاره قرمز رنگ)، مطابق با مکانیابی مرکز ملی شبکه لرزه‌نگاری باند پهن پژوهشگاه. همچنین پیش‌لرزه‌ها این زمین‌لرزه (دوایر آبی رنگ) و پس‌لرزه‌های (دوایر سبز رنگ) تا ساعت ۱۲ ظهر روز ۹۶/۰۸/۲۳ در شکل نشان داده شده است (پیش‌لرزه‌ها و پس‌لرزه‌ها بر گرفته از مرکز لرزه‌نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران).

بر اساس گزارش مرکز لرزه‌نگاری کشوری، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران این زمین‌لرزه دارای ۳ پیش‌لرزه با بزرگای بین ۱/۹-۴/۵ و دارای ۲۱۸ پس‌لرزه با بزرگای ۱/۸-۴/۷ (تا تاریخ ۹۶/۰۸/۲۳ تا ساعت ۱۲ ظهر) می‌باشد (شکل ۱). کانون این زمین‌لرزه در ۱۶ کیلومتری گسل زاگرس مرتفع و ۲۵ کیلومتری گسل جبهه کوهستان زاگرس قرار دارد (شکل ۲). مطابق با نقشه تهیه شده، کانون زمین‌لرزه ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۹۶ با بزرگای گشتاوری ۷/۳ در فاصله حدود ۴۷ کیلومتری شمال قصرشیرین و ۴۳ کیلومتری شمال سرپل ذهاب واقع می‌گردد. توزیع زمین‌لرزه‌های دستگاهی در گستره مه‌لرزه‌ای زمین‌لرزه فوق، دلالت بر سابقه فعالیت لرزه‌ای کم دارد. بجز زمین‌لرزه‌های مشاهده شده در فاصله حدود ۲۵ کیلومتری جنوب قصرشیرین که مرتبط با وقوع فوج زمین‌لرزه‌های شهرستان قصرشیرین در آذرماه ۱۳۹۲ است. عملاً فعالیت لرزه‌ای قابل توجهی در منطقه مشاهده نمی‌گردد.

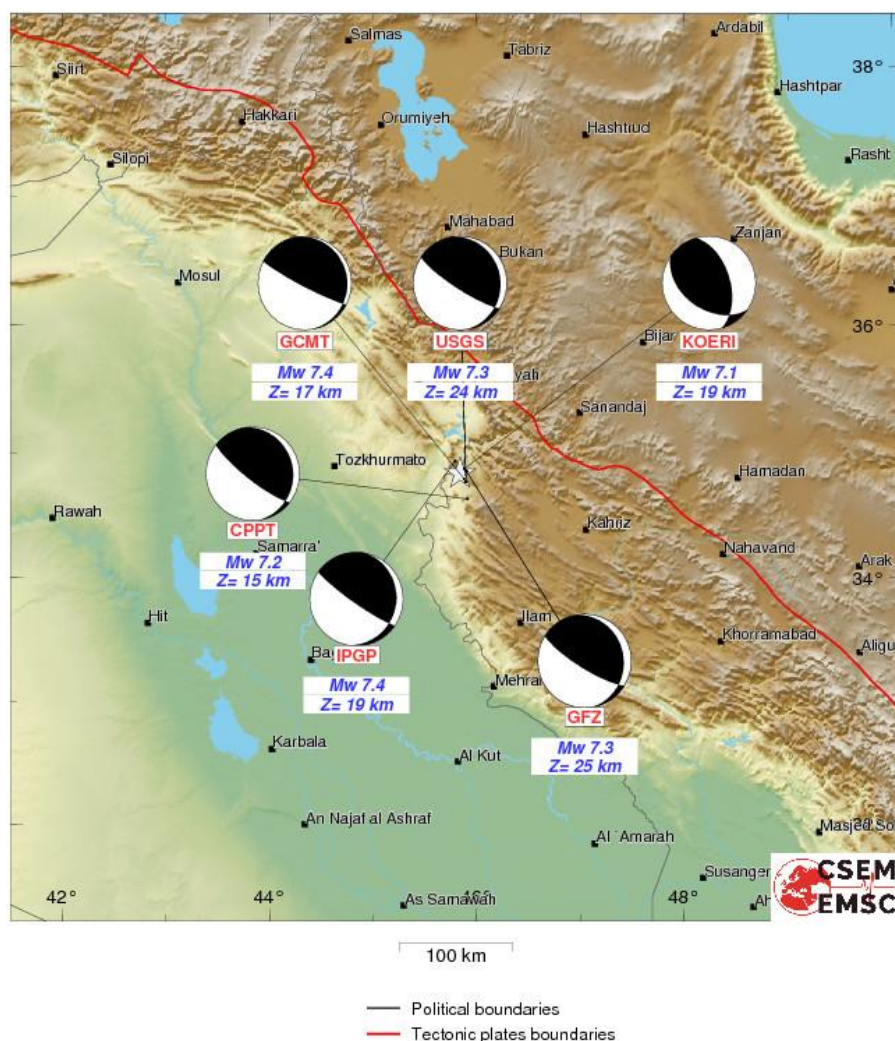
OT:2017-11-12T18:18:18, M=7.3



شکل (۲): نقشه گسل‌های منطقه که بر روی آن مرکز سطحی زمین‌لرزه اخیر مطابق با مکانیابی مرکز ملی شبکه لرزه‌نگاری باند پهن پژوهشگاه، و زمین‌لرزه‌های گذشته را نشان می‌دهد.

مطابق با نقشه گسل‌های فعال کشور (حسامی و همکاران، ۱۳۹۱)، رویداد زمین‌لرزه اخیر در مجاورت شهر ازگله می‌تواند مرتبط با جنبایی گسل پیشانی کوهستان (MFF) باشد. وقوع زمین‌لرزه با بزرگای ۷/۳ در این بخش از زاگرس، تقریباً پدیده نادری محسوب می‌گردد. احتمال وقوع زمین‌لرزه‌های با بزرگای بالای ۷ زاگرس، بجز در راستای گسل عهد حاضر زاگرس (MRF) مطابق با نظر قالب محققین علوم زمین خیلی کم در نظر گرفته می‌شد. مراکز مختلف لرزه‌نگاری سازوکار این گسل را راندگی با شیب کم و همراه با یک مولفه کوچک راست‌الغز راست‌تر تعیین کرده‌اند (شکل ۳).

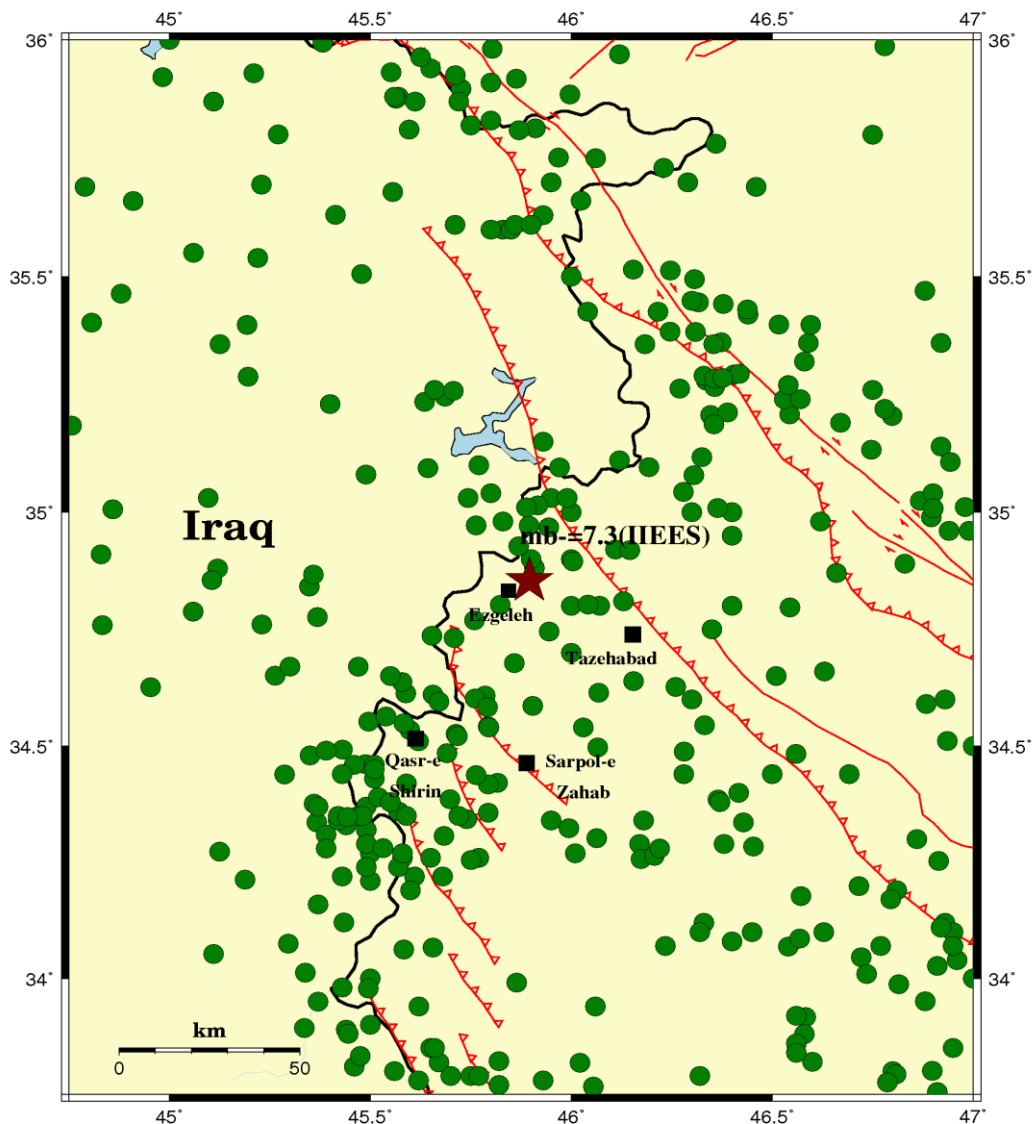
مدت این زمین‌لرزه حدود ۳۰ ثانیه طول کشید. این زمین‌لرزه در اغلب استان‌های کشور به‌خصوص مناطق غربی و مرکزی کشور تا ساختمان‌های بلند شهر تهران احساس شد. همچنین در بعضی کشورهای منطقه نیز احساس شد. شهرستان سرپل ذهاب، قصرشیرین، جواهرود، ثلاث باباجانی و گیلانغرب درگیر حادثه زمین‌لرزه شده‌اند و بیشترین خسارت را دیده‌اند. براساس اعلام خبرگزاری ایرنا در اثر این زمین‌لرزه ۴۳۰ نفر کشته و ۷۴۶۰ نفر مجروح شدند (تا تاریخ ۲۳ آبان ۱۳۹۶، ساعت ۱۲ ظهر).



شکل (۳): سازوکار کانونی زمین‌لرزه ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۹۶ سرپل ذهاب (برگرفته از سایت www.emsc-csem.org).

۲- پیشینه لرزه خیزی منطقه

در بازه ۱۱۷ سال اخیر حدود ۳۵۸ زمین‌لرزه در گستره حدود ۱ درجه در ۱ درجه اطراف کانون زمین‌لرزه ثبت شده است (شکل ۴) که ۲۱ مورد از آنها دارای بزرگای بیشتر و مساوی ۵ است. این نشان دهنده لرزه‌خیزی نسبتاً متوسط منطقه می‌باشد.



شکل (۴): لرزه‌خیزی ۱۱۷ ساله اخیر کانون زمین‌لرزه (اطلاعات زمین‌لرزه‌ها بر گرفته از وبسایت پژوهشگاه).

۳- زمین‌شناسی عمومی استان کرمانشاه

با توجه به دیدگاه‌های گوناگون، ایران را می‌توان به پهنه‌های اصلی رسوبی - ساختمانی متعددی تقسیم کرد.

کرمانشاه یکی از استان‌های باختری ایران است که با کشور عراق هم مرز است. نشانه‌های نفتی موجود در بخش جنوبی این

استان سبب گردیده تا زمین‌شناسی این استان برای اکتشاف گران نفت جاذبه داشته باشد.



از نگاه ژئومورفولوژی، دو پیکره شمال‌خاوری و جنوب‌باختری استان، مورفولوژی یکسانی ندارند. ارتفاعات شمال سیمایی خشن داشته و مورفولوژی آن بیشتر حاصل عملکرد گسل‌های راندگی است که به فراوانی در ناحیه حضور دارند. در حالی که، در سایر نواحی مدیون تکاپوی زمین‌ساختی از نوع چین‌خوردگی است، لذا مورفولوژی آن به شکل تاقدیس‌ها و ناودیس‌های موازی با روند شمال‌باختری است.

داده‌های زمین‌شناسی نشان می‌دهد که بیشترین بخش استان کرمانشاه در حوضه رسوبی - ساختاری زاگرس است لذا گوشه شمال‌خاوری آن ویژگی‌های زمین‌شناسی زون سنندج - سیرجان را دارد. بنابراین گستره استان را می‌توان به دو زیر پهنه مجزا تقسیم کرد که مرز بین آنها با گسل‌های جوان و لرزه‌زای مروارید و صحنه مشخص می‌شود (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین).

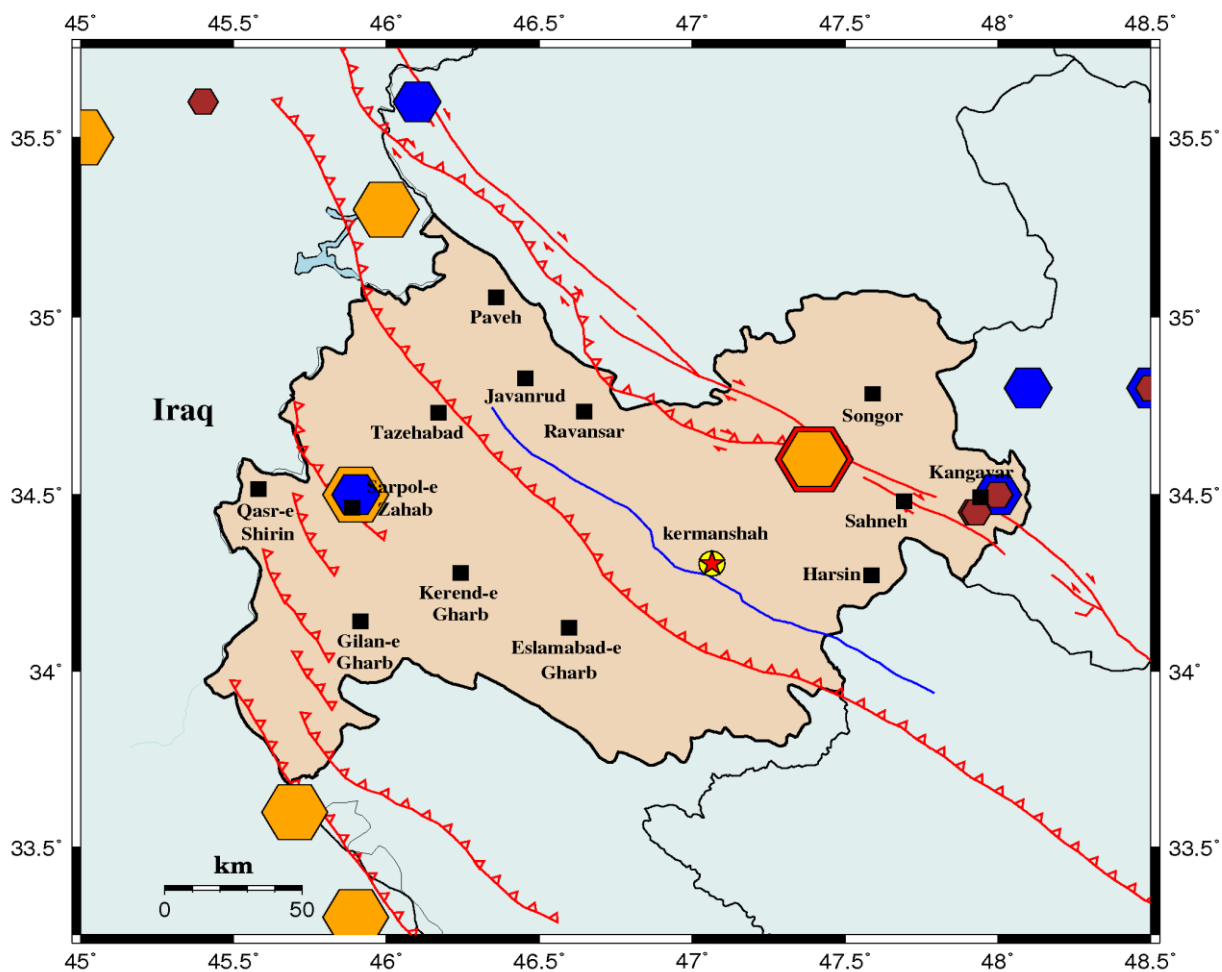
۴- زمین‌لرزه‌های تاریخی

• زمین‌لرزه ۱۲ فروردین‌ماه - ۱۰ اردیبهشت‌ماه ۳۳۷ هجری شمسی (آوریل ۹۵۸ میلادی) حلوان

در سال ۳۴۷ هجری قمری زمین‌لرزه‌ای حلوان، سرپل ذهاب کنونی را ویران کرد و بسیاری را در جبال کشت. زمین‌لرزه که در بغداد حس شد و پس‌لرزه‌های آن که به تناوب در سرتاسر ماه‌های نخست سال ادامه داشت، بر منابع آب زیرزمینی در زاگرس اثر گذاشت. بزرگای زمین‌لرزه‌ی اصلی ۶/۴ در مقیاس امواج سطحی (Ms) برآورد شده است (آمبرسیز و ملویل، ۱۹۸۲).

• زمین‌لرزه ۱۲ فروردین‌ماه ۵۲۹ هجری شمسی (۱ آوریل ۱۱۵۰ میلادی) حلوان

زمین‌لرزه‌ی ویرانگری منطقه‌ی حلوان (سرپل ذهاب) روی داد و سبب دگرریختی‌های زمین در کوه‌ها شد. رباط بهروزی ویران شد و شمار زیادی از کوچ‌تشیانان ترکمن کشته شدند. در بغداد زمین‌لرزه به‌شدت حس شد و زمین به‌هنگام جنبش چندبار شکل امواج به‌خود گرفت و باعث ترک‌خوردن برخی دیوارها شد. بزرگای این زمین‌لرزه ۵/۹ در مقیاس امواج سطحی (Ms) برآورد شده است (آمبرسیز و ملویل، ۱۹۸۲).



Historical Earthquakes of Kermanshah Province

17 events before 1900			
Magnitude			
Unknown	$5 \leq M < 6$	$6 \leq M < 7$	$7 \leq M < 8$
N=5	N=5	N=6	N=1

شکل (۵): توزیع زمین‌لرزه‌های تاریخی استان کرمانشاه و مناطق هم‌جوار آن، نمادهای، ستاره: مرکز استان، مربع‌های مشکی رنگ: شهرستان‌ها، چند ضلعی‌ها: زمین‌لرزه‌های تاریخی را نشان می‌دهند.



۵- گسل‌های منطقه

• گسل زاگرس مرتفع (High Zagros Fault, HZF)

این گسل با درازای ۱۳۷۵ کیلومتر (بربریان، ۱۹۹۵) و راستای شمال‌باختر - جنوب‌خاور و با شیب به‌سوی شمال‌خاور، از نوع راندگی می‌باشد. این گسل در طول کمربند زاگرس امتداد دارد (شکل ۲). بر اساس موقعیت فعلی سنگ‌های پالئوزوئیک در امتداد این گسل، میزان جابه‌جایی شاقولی در طول آن بیش از ۶ کیلومتر تخمین زده می‌شود (بربریان، ۱۹۸۱). بربریان (۱۹۹۴) زمین‌لرزه‌های زیر را به گسل زاگرس مرتفع نسبت داده است:

- زمین‌لرزه ۲۷ آبان‌ماه ۶۰۵ هجری شمسی (۱۸ نوامبر ۱۲۲۶ میلادی) شهر روز با بزرگای برآورد شده ۶/۴ در مقیاس امواج سطحی (M_s) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه سال ۶۸۹ هجری شمسی (۱۳۱۰ میلادی) شهر روز با بزرگای برآورد شده ۵/۳ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه سال ۱۰۰۲ هجری شمسی (۱۶۲۳ میلادی) مروشدت با بزرگای برآورد شده بیش از ۵/۵ در مقیاس امواج سطحی (M_s) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه خردادماه ۱۲۴۴ هجری شمسی (ژوئن ۱۸۶۵ میلادی) داریان با بزرگای برآورد شده ۵/۹ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه ۷ اسفندماه ۱۳۶۲ هجری شمسی (۲۶ فوریه ۱۹۸۴ میلادی) خرامه با بزرگای ۵/۸ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه ۱۵ آبان‌ماه ۱۳۶۹ هجری شمسی (۶ نوامبر ۱۹۹۰ میلادی) فورگ هرمزگان با بزرگای ۵/۷ در مقیاس امواج سطحی (M_s).

گسل زاگرس مرتفع جداکننده کمربند راندگی زاگرس در شمال‌خاوری از کمربند چین‌خورده ساده در جنوب‌باختری می‌باشد (بربریان، ۱۹۹۵). تصور می‌شود که نبود زمین‌لرزه‌ها در زاگرس مرتفع و تمرکز کانون‌های سطحی در پهنه چین‌خورده ساده زاگرس، نشان‌دهنده آن است که دگرشکلی فعال و لرزه‌خیزی در طول زمان به‌سمت جنوب و از زاگرس مرتفع به پهنه چین‌خورده ساده منتقل شده است (واکر، ۲۰۰۶) (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲).



• گسل پیشانی (جبهه) کوهستان زاگرس (Mountain Front Fault, MFF)

گسل پیشانی کوهستان زاگرس از پاره‌های گسلی گوناگون با طول‌های متفاوت ۱۵ تا ۱۱۵ کیلومتری تشکیل شده است و در جمع درازایی در حدود ۱۳۵۰ کیلومتر (در محدوده ایران) دارد (بربریان، ۱۹۹۵). راستای کلی این گسل، شمال‌باختر-جنوب‌خاور با شیب به‌سوی شمال‌خاور است (شکل ۲). سازوکار این گسل راندگی (فشاری) می‌باشد (بربریان، ۱۹۹۵). شواهد زمین‌شناسی نشانگر آن است که جنبش قائم در طول این گسل در حدود ۶ کیلومتر بوده است (بربریان، ۱۹۹۵). به‌گونه‌ای که سنگ آهک‌های کرتاسه در فرادیواره گسل در حدود ۶ کیلومتر بالا آمده‌اند، در حالی که پی‌سنگ کمتر از ۱/۵ کیلومتر جابه‌جا شده است (اویسی و همکاران، ۲۰۰۹).

گسل پیشانی کوهستان زاگرس (MFF) در منطقه خورگو به گسل زاگرس مرتفع (HZF) می‌پیوندد. در واقع گسل HZF در این ناحیه از گسل MFF جدا شده و به موازات گسل معکوس زاگرس (MZRF) ادامه یافته است. این گسل نیز همانند گسل ZFF به‌واسطه جنبش گسل کازرون به‌گونه راست‌بر و به‌مقدار ۱۵۰-۱۴۰ کیلومتر جابه‌جا شده است. گسل MFF به‌موازات گسل‌های ZFF و HZF بوده و همراه آنها به پایین‌ترین بخش پوسته و به پهنه برشی خمیری متصل می‌شود (بربریان، ۱۹۹۵). جنبش شیب‌لغز و فرایش در راستای MFF عامل اصلی بریدگی و تغییر پیچ و خم رودخانه‌هایی نظیر کارون است که بسیاری از توالی‌های سنگ بستر و چین‌خوردگی‌ها را قطع کرده‌اند. پاره‌های گسلی MFF در عمق همراه با چین‌های نامتقارن در سطح زمین هستند و با توجه به ریخت‌شناسی در پله مانند و نبود عوارض توپوگرافی و ریخت‌شناسی در سطح، هندسه پاره پاره این تکه‌های در عمق نتیجه می‌شود (بربریان، ۱۹۹۵). پاره‌های گسلی MFF با مجموعه‌ای از چین‌های پیشروی گسل (Fault Propagation Folds) مانند تاقدیس گیسکان همراهند (اویسی و همکاران، ۲۰۰۹).

این گسل مرز جنوب‌باختری پهنه چین‌خورده ساده زاگرس و مرز شمال‌خاوری حوضه پیش ژرفای زاگرس را مشخص نموده است. به بیان دیگر مرز جدایش این دو پهنه رسوبی از یکدیگر را تشکیل می‌دهد. حوضه پیش ژرفای زاگرس در واقع در اثر جنبش گسل MFF و فرایش پهنه ساده چین‌خورده زاگرس شکل گرفته است. فروبار دزفول نیز که به‌عنوان یک پهنه مجزا در نظر گرفته می‌شود به‌واسطه گسل‌های فروبار دزفول (لهیری) از شمال، پهنه گسل‌های کازرون و برازجان از خاور و جنوب‌خاور، گسل MFF از شمال‌باختر و ZFF از سوی جنوب‌باختر مرزبندی می‌شود (بربریان، ۱۹۹۵).

به‌طور مثال رو مرکز زمین‌لرزه ۴۳۱ هجری شمسی (۱۰۵۲ میلادی) با بزرگای برآورد شده ۶/۸ در مقیاس امواج سطحی (Ms)، زمین‌لرزه ۴۶۴ هجری شمسی (۱۰۸۵/۰۵ میلادی) با بزرگای برآورد شده ۵/۸ در مقیاس امواج سطحی (Ms)، زمین‌لرزه ۲۴ مهرماه ۱۲۶۲ هجری شمسی (۱۶ اکتبر ۱۸۸۳ میلادی) با بزرگای برآورد شده ۵/۸ در مقیاس امواج سطحی (Ms)، زمین‌لرزه ۲۴ تیرماه ۱۳۰۸ هجری شمسی (۱۵ ژوئیه ۱۹۲۹ میلادی) با بزرگای ۶/۳ در مقیاس امواج پیکری (mb)، زمین‌لرزه ۲۹ دی‌ماه ۱۳۲۸ هجری شمسی (۱۹ ژانویه ۱۹۵۰ میلادی) با بزرگای ۵/۸ در مقیاس امواج پیکری (mb)، زمین‌لرزه ۲۳ آذرماه ۱۳۵۷



هجری شمسی (۱۴ دسامبر ۱۹۷۸ میلادی) با بزرگای ۶/۲ در مقیاس امواج سطحی (M_s)، زمین‌لرزه ۱۵ دی‌ماه ۱۳۵۵ هجری شمسی (۵ ژانویه ۱۹۷۷ میلادی) شمال بندرعباس با بزرگای ۵/۵ در مقیاس امواج پیکری (mb) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی (I_o)، زمین‌لرزه ۲ فروردین‌ماه ۱۳۵۶ هجری شمسی (۲۱ مارس ۱۹۷۷ میلادی) خورگو بندرعباس با بزرگای ۶/۷ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w)، زمین‌لرزه ۱۰ فروردین‌ماه ۱۳۶۷ هجری شمسی (۳۰ مارس ۱۹۸۸ میلادی) با بزرگای ۵/۹ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و زمین‌لرزه ۱۳ آبان‌ماه ۱۳۷۰ هجری شمسی (۴ نوامبر ۱۹۹۱ میلادی) با بزرگای ۵/۶ در مقیاس امواج سطحی (M_w) را می‌توان به گسل پیشانی کوهستان زاگرس نسبت داد. سازوکار ژرفی این زمین‌لرزه‌ها بیشتر یک راندگی را با صفحات گرهی موازی با ساختارهای زمین‌شناختی و گسل پیشانی کوهستان نشان می‌دهند (بربریان، ۱۹۹۵).

بربریان (۱۹۹۴) رویداد زمین‌لرزه‌های تاریخی زیر را به گسل پیشانی کوهستان زاگرس نسبت می‌دهد:

- زمین‌لرزه ۱۱۰۰۰ سال پیش، سیمره که با بزرگای برآورد شده ۷ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۹ (IX) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی باعث رویداد ابر زمین‌لغزش سیمره گردید؛
- زمین‌لرزه ۲ تیرماه ۲۵۱ هجری شمسی (۲۲ ژوئن ۸۷۲ میلادی) دره شهر با بزرگای برآورد شده ۶/۷ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۸ ($VIII^+$) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه بهار ۳۳۷ هجری شمسی (۹۵۸/۰۴ میلادی) سرپل ذهاب با بزرگای برآورد شده ۶/۳ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۸ (VIII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه ۲۷ خردادماه ۳۵۷ هجری شمسی (۱۷ ژوئن ۹۷۸ میلادی) سیراف با بزرگای برآورد شده ۵/۳ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه بهار ۳۸۷ هجری شمسی (۱۰۰۸ میلادی) سیراف با بزرگای برآورد شده ۶/۴ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۸ (VIII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه ۴۳۱ هجری شمسی (۱۰۵۲ میلادی) ارجان با بزرگای برآورد شده ۶/۷ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۸ ($VIII^+$) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه ۴۶۴ هجری شمسی (۱۰۸۵/۰۵ میلادی) ارجان با بزرگای برآورد شده ۵/۷ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII^+) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه ۱۲ فروردین‌ماه ۵۲۹ هجری شمسی (۱ آوریل ۱۱۵۰ میلادی) حلوان با بزرگای برآورد شده ۵/۸ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII^+) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛

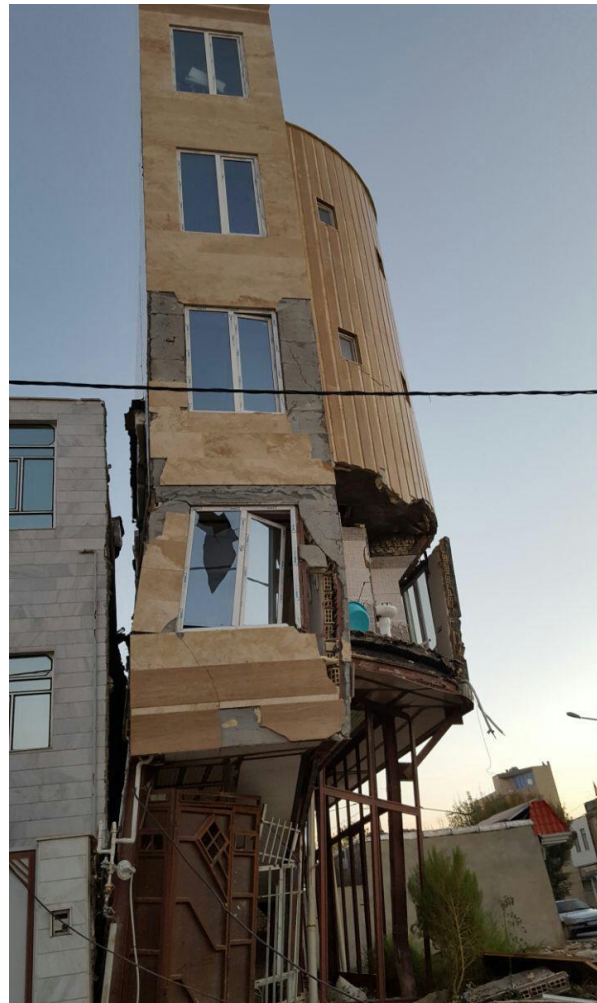


- زمین‌لرزه ۸ اردیبهشت‌ماه ۵۵۸ هجری شمسی (۲۹ آوریل ۱۱۷۹ میلادی) اربیل با بزرگای برآورد شده ۶/۵ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۸ (VIII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه حدود سال ۹۵۲ هجری شمسی (۱۵۷۳ میلادی) شهرزور با بزرگای با بزرگای برآورد شده ۶/۸ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۹ (IX) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه سال ۱۲۴۴ هجری شمسی (۱۸۶۵ میلادی) مقام با بزرگای برآورد شده ۵/۵ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی؛
- زمین‌لرزه ۲۴ مهرماه ۱۲۶۲ هجری شمسی (۱۶ اکتبر ۱۸۸۳ میلادی) کنگان با بزرگای برآورد شده ۵/۷ در مقیاس امواج گشتاوری (M_w) و شدت ۷ (VII^+) در مقیاس اصلاح شده‌ی مرکالی (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲).

۶- تصاویری از خسارات زمین‌لرزه ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۹۶، سرپل ذهاب استان کرمانشاه











- آقائباتی، ع. (۱۳۸۳). زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- آمبرسیزن، ن.، ملویل، ج. پ. (۱۹۸۲). تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران، ترجمه: ابوالحسن رده، انتشارات آگاه، ۱۳۷۰.
- بخش جستجوی زمین‌لرزه‌های ایران وبسایت پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، www.iiees.ac.ir.
- اسلامی، آ.، محمودی کوهی، ع. و جوان دلویی، غ. (۱۳۹۵). بررسی لرزه‌خیزی و لرزه‌زمین‌ساخت در پهنه استان کرمانشاه و اهمیت ایستگاه‌های لرزه‌نگاری باند پهن، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- حسامی آذر، خ.، طبسی، ه. و مبین، پ. (۱۳۹۱). نسخه جدید گسل‌های جنوب در ایران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- حسامی آذر، خ.، جمالی، ف. و طبسی، ه. (۱۳۸۲). نقشه گسل‌های فعال ایران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- شیخ‌الاسلامی، م. ر.، جوادی، ح. ج.، اسدی سرشار، م.، آقا حسینی، ا.، کوه‌پیما، م. و وحدتی دانشمند، ب. (۱۳۹۲). دانشنامه‌ی گسله‌های ایران، پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Earth Quake hit Kermanshah, Iran



<http://www.tehrantimes.com/photo/418485/Kermanshah-quake-tragedy-altruism-hope>

SARPOLZAHAB GROUND MOTION

Armin Bebamzadeh, Ph.D.
Earthquake Engineering Research Facility
Department of Civil Engineering, University of British Columbia, Canada

Abstract

This short report shows the response spectra and ground motions time histories during Sarpolzahab earthquake. All the raw records were obtained from Iran Strong Motion Network by Road, Housing and Urban Development Research Center (BHRC). A clear near fault effect is observed at Sarpolzahab station which is reflected in response spectra and time histories.

Introduction

A devastative earthquake occurred on November 12, 2007 near the Iran-Iraq border in northwest Iran with magnitude, $M_w = 7.3$ at depth of 18km with epicentral Latitude = 34.81 and Longitude = 45.91 3 according to BHRC.

Response Spectra

All 'raw' records were obtained from BHRC. The records are first baseline corrected and filtered with a 4th- order Buttersworth bandpass filter from 0.1-25Hz.

Figure 1-a to 1-c shows the pseudo-acceleration, pseudo-velocity, and displacement spectra respectively at Sarpolzahab station (record number = 7384/01) of the corrected records. Table 1 lists the detail of Sarpolzahab station according to BHRC. Table 2 shows the maximum peak ground acceleration of raw data. The corrected peak ground acceleration, velocity, displacement, and significant duration are shown in Table 3.

Figure 1-a compares Sarpolzahab station spectra with design spectrum at the region. The design spectrum was obtained from Iranian Code for Practice for Seismic Resistant Design of Buildings (Standard No. 2800, 4th Edition). According to the Iranian Code, 'High Seismicity region' with $PGA = 0.3g$ and Soil Type = II are used to obtain the design spectrum at Sarpolzahab station.

Figure 2 compares the pseudo-acceleration spectra at 6 stations with highest recorded PGA. The details of these stations are listed in Table 4.

Ground Motion Time Histories

Figure 3 to 5 illustrate corrected Sarpolzahab station records for Longitudinal, Transverse, and Vertical components. For each record, acceleration, velocity, and displacement time histories as well as Husid function are plotted. Figure 6 shows the Fourier transform of corrected records.

Table 1. Sarpolzehab Station

Station Code	Station Name	Latitude	Longitude	Vs30 (m/sec)	Station Type	Record No.	Max. PGA (cm/sec ²)	Epicentral Distance (km)
SPZ	Sarpolezahab	34.46	45.87	619	SSA-2	7384/01	684	39

Table 2. Uncorrected Sarpolzehab earthquake, record number = 7384/01

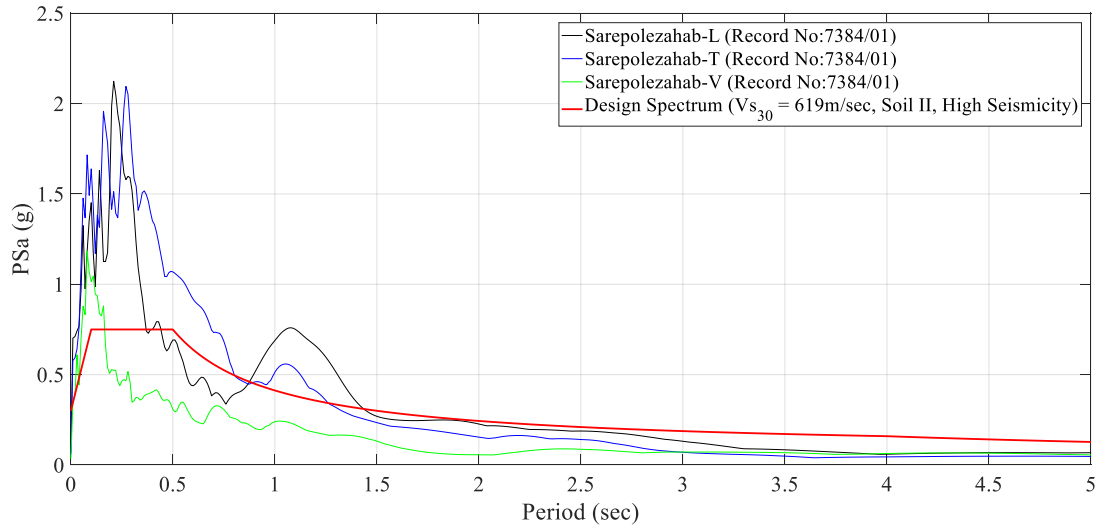
	Longitudinal	Transverse	Vertical
Peak Ground Acceleration (cm/sec ²)	684.42	553.62	385.24

Table 3. Corrected Sarpolzehab earthquake, record number = 7384/01

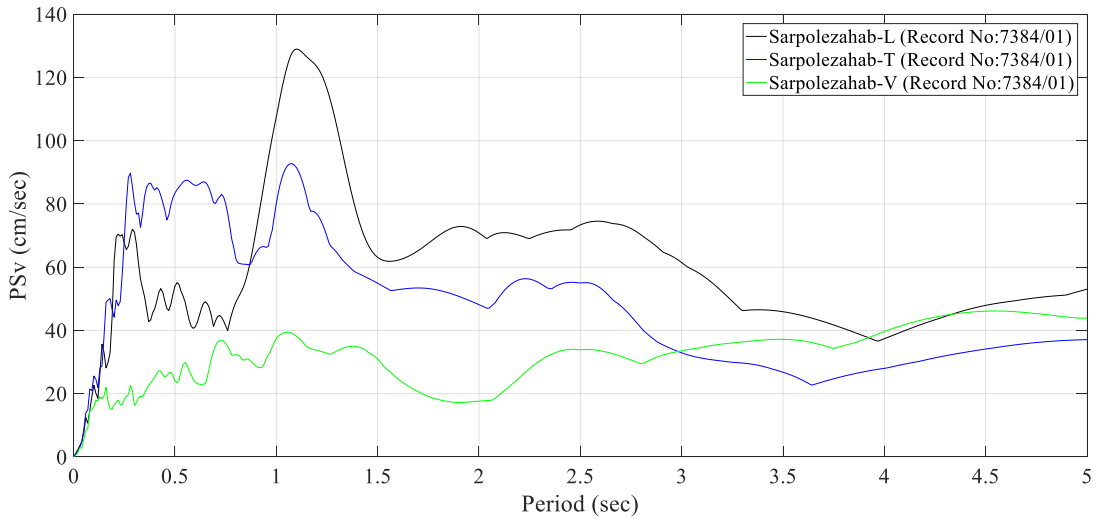
	Longitudinal	Transverse	Vertical
Peak Ground Acceleration (cm/sec ²)	686.47	563.38	324.93
Peak Ground Velocity (cm/sec)	45.56	52.79	28.31
Peak Ground Displacement (cm/sec)	31.05	17.59	19.64
Significant Duration D ₅₋₉₅ (sec)	10.85	9.85	10.54

Table 4. Sarpolzehab Station

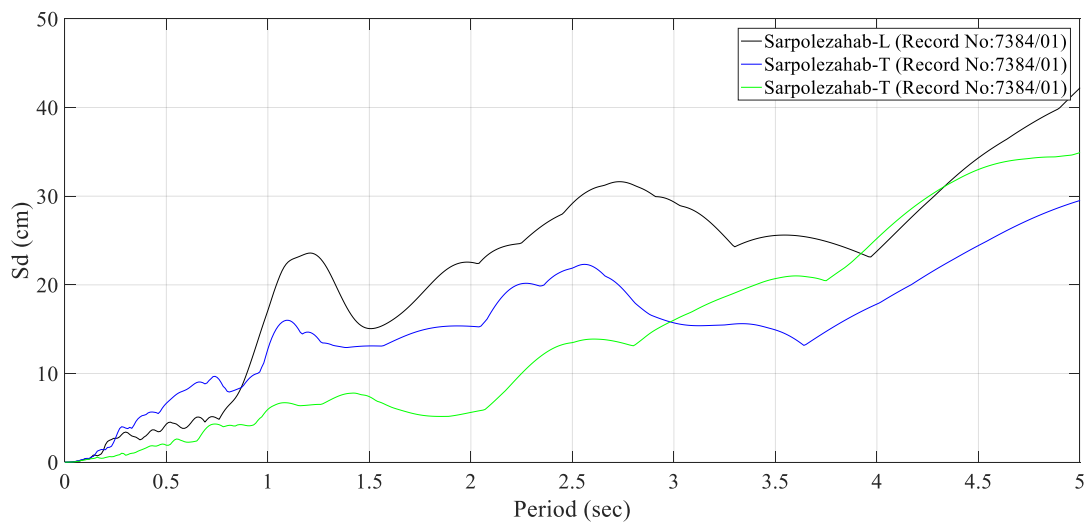
Station Code	Station Name	Latitude	Longitude	Vs30 (m/sec)	Station Type	Record No.	Max. PGA (cm/sec ²)	Epicentral Distance (km)
SPZ	Sarpolezahab	34.46	45.87	619	SSA-2	7384/01	684	39
GRS	Goorsefid	34.22	45.85	403	SSA-2	7377/01	309	66
KRD	Kerend	34.28	46.24	800	SSA-2	7302/01	261	66
JAV	Javanrood	34.81	46.49	298	SSA-2	7398	207	53
LUM	Loomar	33.57	46.82	413	SSA-2	7385	139	161
KRM2	Kermanshah2	34.36	47.12	-	SSA-2	7410	124	122



(a) Pseudo-acceleration spectrum

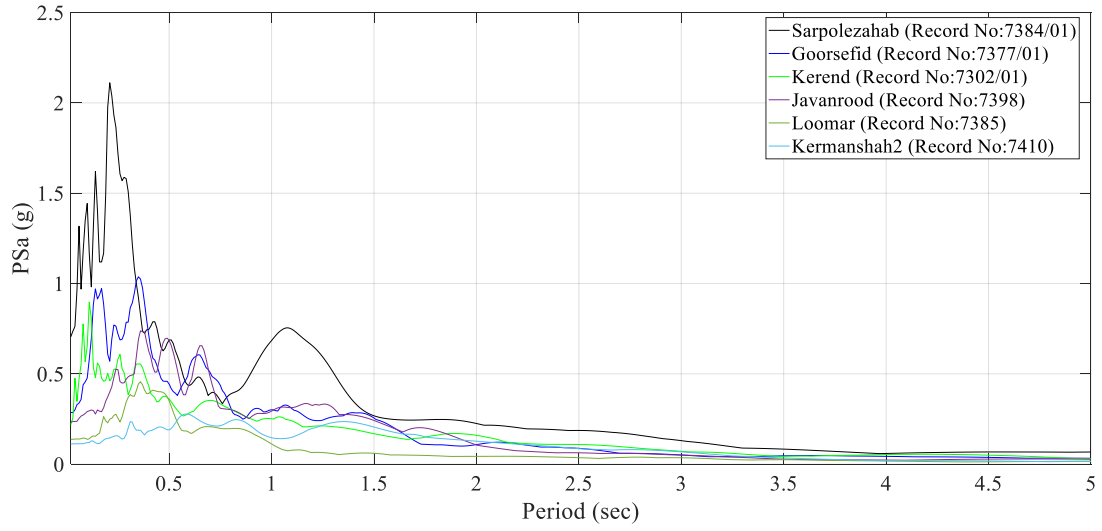


(b) Pseudo-velocity spectrum

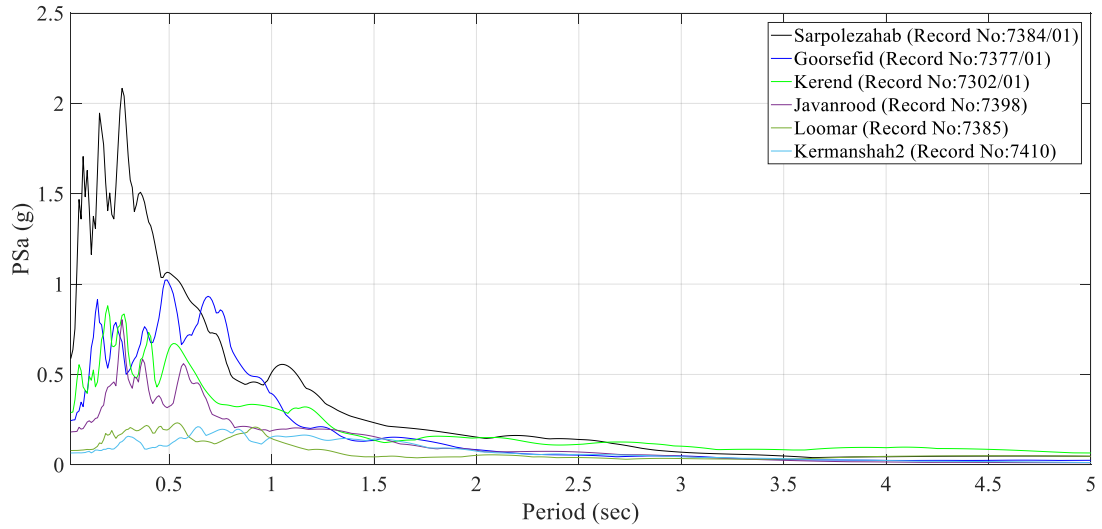


(c) Displacement spectrum

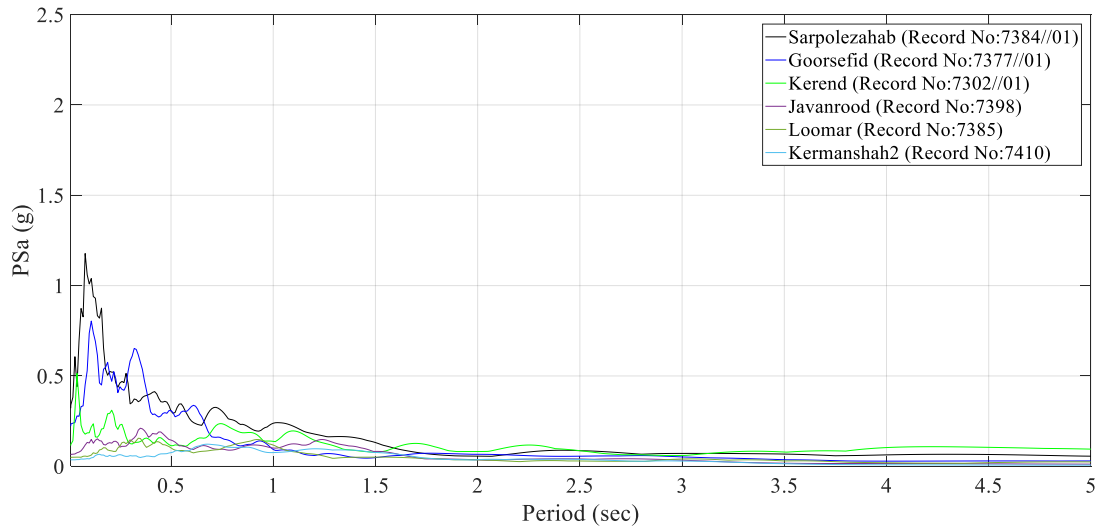
Figure 1. Corrected response Spectra, Sarpolezahab station, record number = 7384/01



(a) Longitudinal



(b) Transvers



(c) Vertical

Figure 2. Corrected pseudo-acceleration spectra at 6 stations with highets PGA

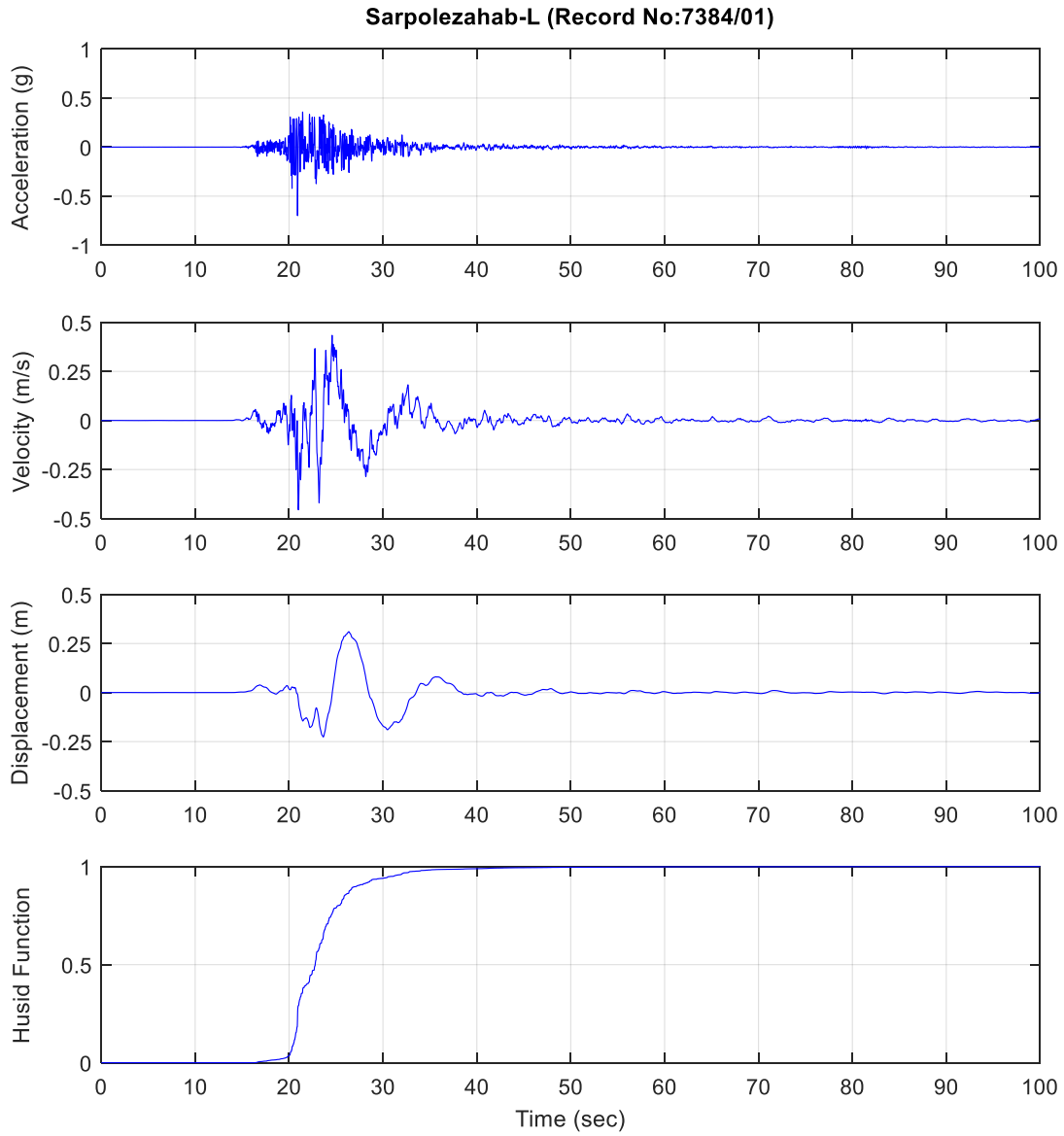


Figure 2. Corrected lateral acceleration, velocity, and displacement time histories , and Husid function, Sarpolezahab station, record number = 7384/01

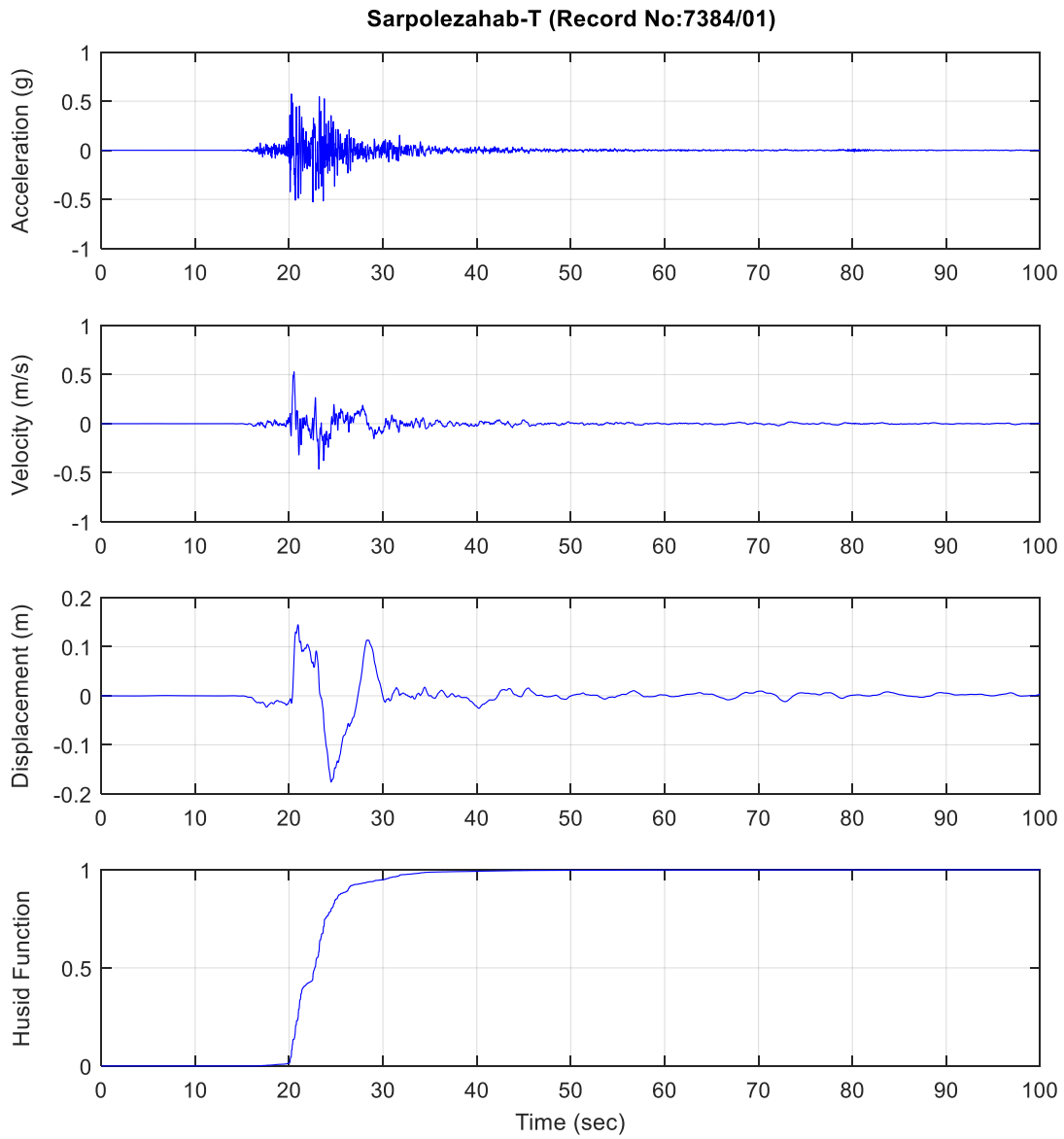


Figure 3. Corrected transverse acceleration, velocity, and displacement time histories , and Husid function, Sarpolezahab station, record number = 7384/01

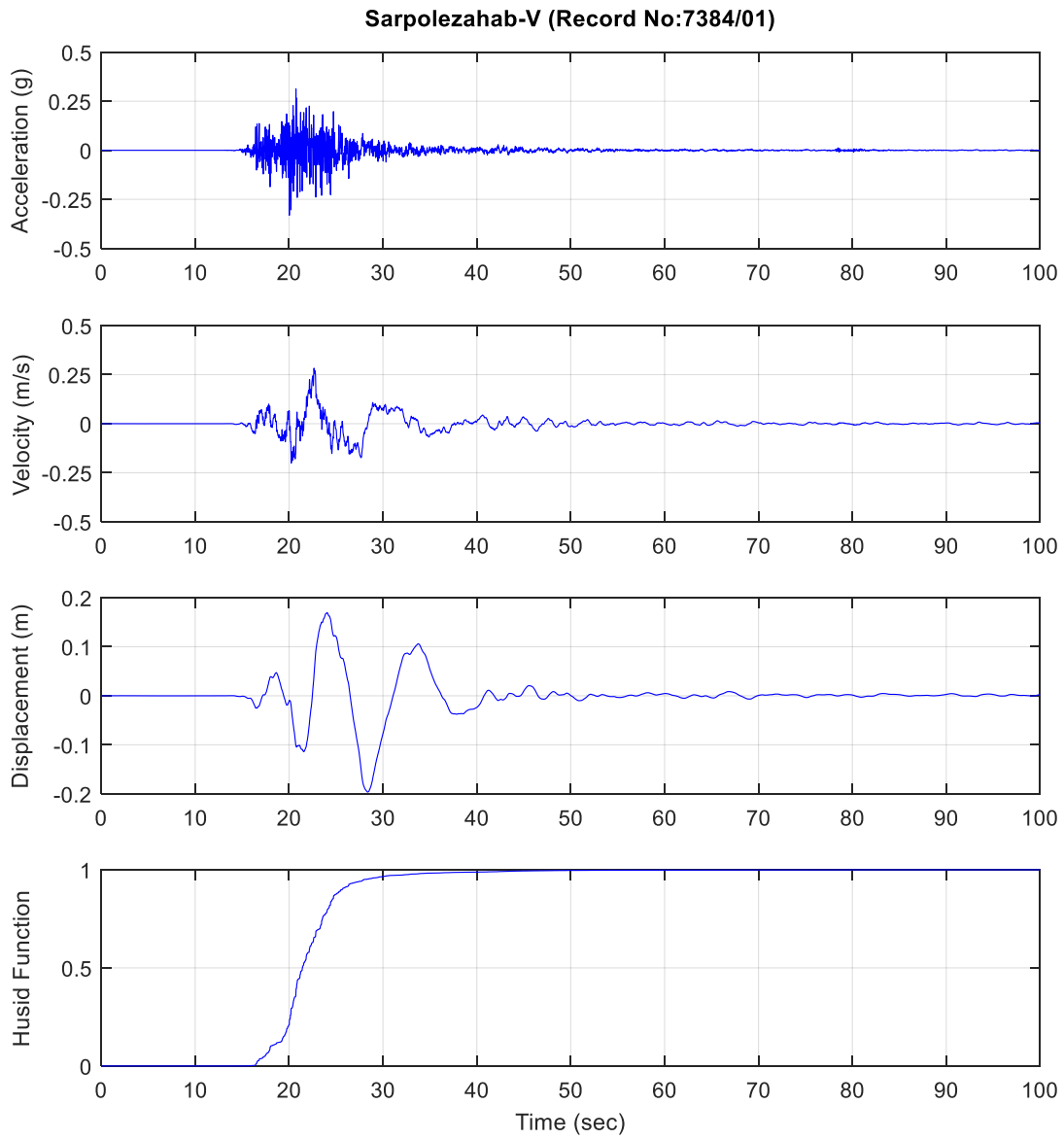
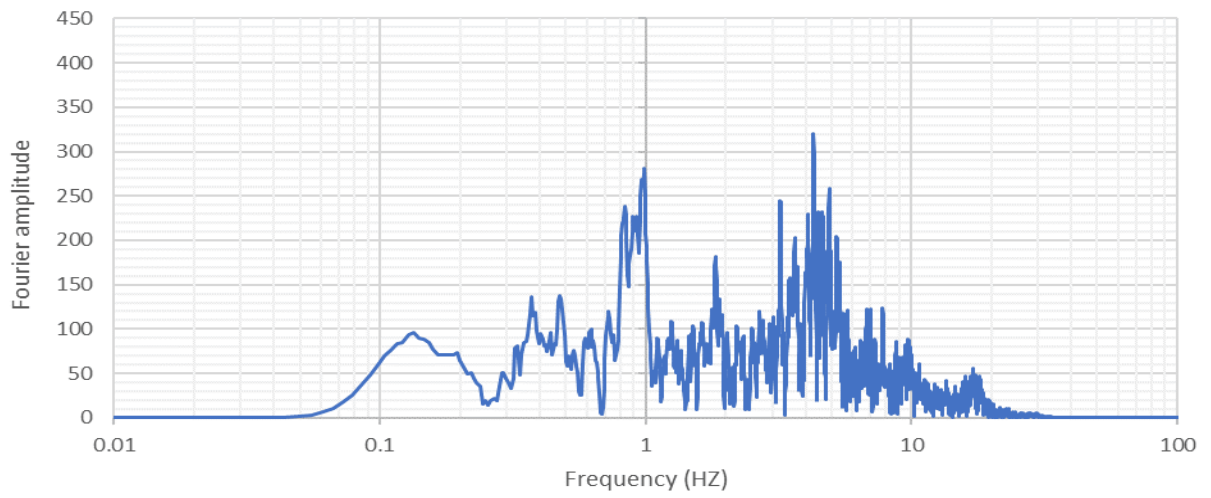
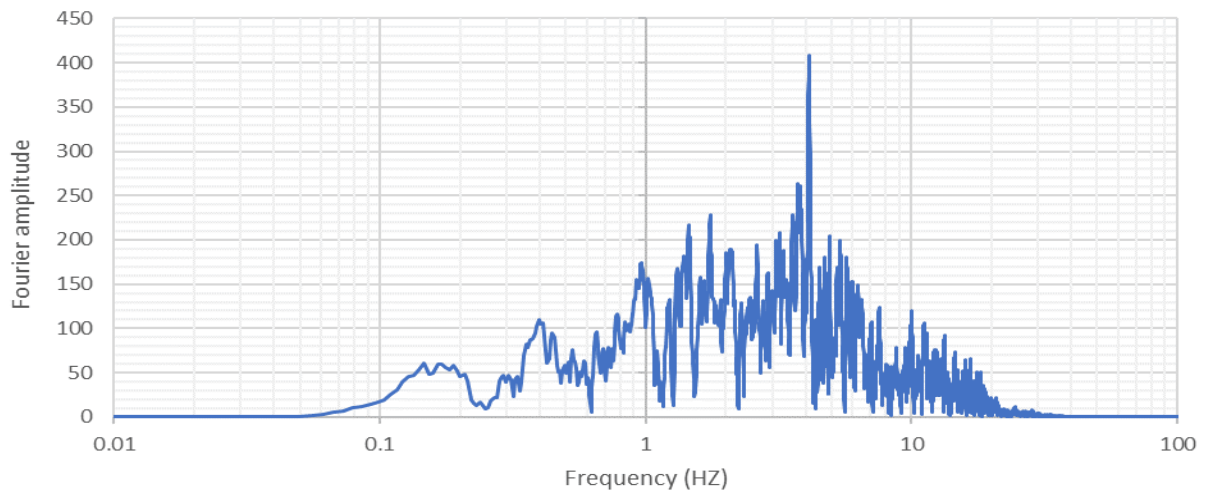


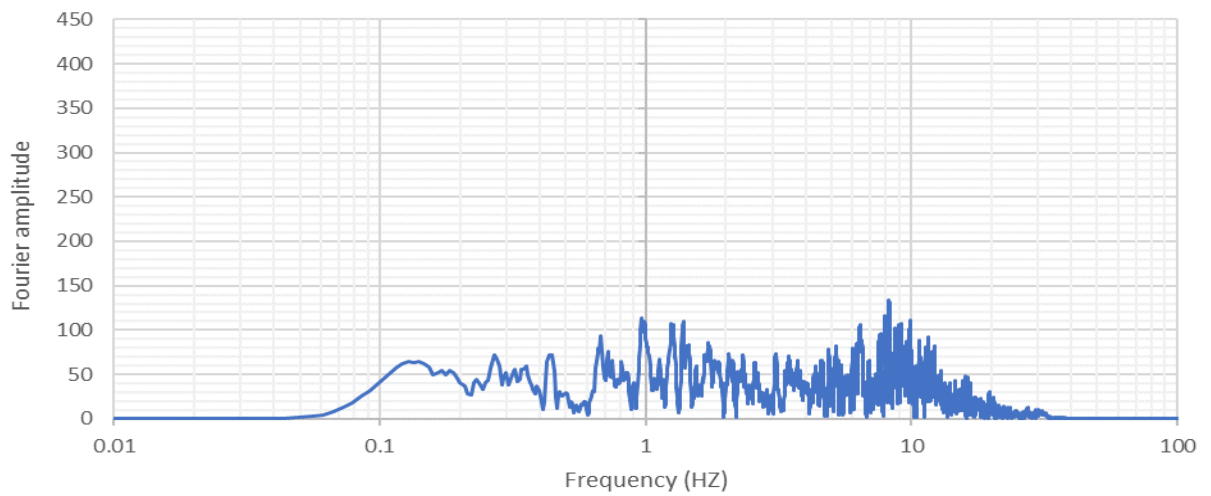
Figure 4. Corrected vertical acceleration, velocity, and displacement time histories , and Husid function, Sarpolezahab station, record number = 7384/01



(d) Longitudinal



(e) Transvers



(f) Vertical

Figure 5. Corrected Fourier transform, Sarpolezahab station, record number = 7384/01