



I. S. M. S.  
IRAN SEISMIC MONITORING SYSTEM

SAPLA  
سیلا: سامانه پایش لرزه ای ایران

سیلا  
سامانه پایش لرزه ای ایران

# گزارش زلزله ۴٫۶ لیکن استان کهگیلویه و بویر احمد

رخداد ۱۳۹۸-۰۹-۱۹



کد گزارش: ۱-۱۳۹۸۰۹۱۹

تاریخ انتشار: ۲۱-۰۹-۱۳۹۸

**تالیف:**

دکتر علی بیت اللهی

## فهرست مطالب

پیشگفتار ۲

کلیاتی از زلزله ۴٫۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد ۳

رومرکز زلزله ۳

شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۴٫۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد در زمان رخداد زلزله ۴

دسترسی به منطقه رومرکز زلزله ۴٫۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد ۵

حمل و نقل و زیرساخت ها ۶

شرایط مورفولوژیکی محدوده رومرکز زلزله ۴٫۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد ۷

گسل مسبب زلزله ۴٫۶ لیک ۸

پسلرزه های زلزله لیک ۹

لرزه خیزی گستره اطراف رومرکز زلزله ۴٫۶ لیک ۱۰

شدت و خسارت زلزله ۴٫۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد ۱۳

پوستر زلزله ۴٫۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد ۱۷

پایش لرزه ای نقطه رومرکز زلزله ۴٫۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد ۱۸

پیشنهادات ۲۲

## پیشگفتار

گزارش مخاطرات بویژه مخاطرات تاثیرگذار با این هدف توسط مولف و همکاران تهیه و منتشر می شود که مستندی قابل اتکا و ارجاع از آنها پس از گذشت زمانی چند که معمولا غبار فراموشی، ابعاد حوادث و سوانح را می پوشاند، موجود بوده تا درس ها و تجربیات آن قابل مرور و ارزیابی مجدد باشد. نقاط ضعف و قوت ها ثبت گردد تا در ادامه بتوان نکات مثبت مدیریتی، آموزشی، عملکردی و ... را تقویت و کاستی ها را برطرف نمود. همچنین پژوهشگران، کارشناسان، دانشجویان و علاقمندان بتوانند در صورت نیاز و علاقمندی به این اسناد ارزشمند رجوع کرده و استفاده های لازم را بنمایند. تجربیات ما در زمینه وقوع مخاطرات نشان می دهد که معمولا عمر توجه به حوادث بوقوع پیوسته کوتاه و حافظه عمومی ما از درس های آموخته شده از حوادث ضعیف و فراموشکار است. معمولا با وقوع مخاطرات دامنه توجهات عمومی، مدیریتی و رسانه ای به آن مخاطره قابل ملاحظه و بسیار بالاتر از سطح توجهات در کشورهای پیشرفته، ولی مدت دوام توجه و تمرکز عمومی و مدیریتی و رسانه ای بر روی همان مخاطره، بسیار زودگذر و کوتاه تر از سطح جهانی است. این خصوصیت الزام می کند که رخداد حوادث تا حد امکان مستند و بصورت گزارش های مکتوب در آید تا در ادامه قابل استفاده باشد.

از طرفی باید اذعان نمود که تدوین گزارش کار زمان بر و وقت گیری است و از آنجا که مکانیسم واضحی برای حمایت و پشتیبانی و یا امتیاز ویژه ای برای تدوین آن در نظام مدیریتی کشور لحاظ نمی شود، عمدتا این کار و نیاز ضروری بی پاسخ مانده و تنها به وقوع مخاطرات سترگ و بحران زا در سطح ملی محدود می شود. براین اساس ضرورت احساس می شد تا سازوکار تسهیل کننده ای برای تدوین گزارش مخاطرات تعیین شود.

پس از مدت ها ایده پردازی و مشورت با گروه های برنامه نویس و کارشناسان، با هدف ارائه سریع گزارش زلزله ها ( از میان چندین مخاطره اولویت دار) از یک طرف و پایش روند رخداد زلزله ها در اطراف مراکز جمعیتی عمده و یا هر نقطه دلخواه دیگر، سامانه پایش لرزه ای ایران، سپلا، راه اندازی گردید. در ابتدای امر، تصحیحات، تغییرات و تکمیل موارد انجام یافت و اکنون به سامانه ای مطلوب در امر گزارش دهی، گزارش گیری و پایش زلزله های ایران تبدیل شده است که نمونه آن در سطح جهانی نیز نادر است. راه اندازی سامانه در قالب سایت اینترنتی [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir) افتخار بزرگی برای اینجانب بوده که پس از سال ها برنامه نویسی و کار با سامانه های اطلاعات مکانی و ملاحظه سایت های معروف مرتبط در جهان، موفق به تحقق ایده های خود شده و البته که با گذشت زمان در حال تکمیل آن می باشیم. این سامانه قابلیت های متعددی دارد که علاقمندان می توانند با مراجعه به آن از امکانات و اطلاعات برخط و اتوماتیک متعدد آن نظیر هواشناسی محل وقوع زلزله، مورفولوژی، زمین شناسی، لرزه شناسی، حمل و نقل و راه های دسترسی، ساخت و ساز و مراکز جمعیتی اطراف، برآورد خسارت همراه با نقشه های معتبر و به روز استفاده نمایند.

بر اساس خروجی سامانه سپلا گزارش حاضر برای زلزله ۴،۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد تهیه شده است که امید می رود برای مدیران و کارشناسان، علاقمندان و عموم مردم مفید واقع گردد. از خوانندگان گزارش درخواست می نماید نظرات خود را از طریق آیدی @alibeitollahi ( تلگرام و اینستاگرام) و یا ایمیل [ali.beitollahi@gmail.com](mailto:ali.beitollahi@gmail.com) به اینجانب ارسال نمایند. فایل گزارش در کانال تلگرامی اینجانب [t.me/Dr\\_AliBeitollahi](https://t.me/Dr_AliBeitollahi) و نیز در سایت سپلا (آیکون دانلودها) قابل برگرفتن می باشد.

دکتر علی بیت اللهی

## ۱- کلیاتی از زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

به گزارش مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران زلزله ای با بزرگی ۴,۶ در استان کهگیلویه و بویر احمد (در مجاورت مرز استان خوزستان) رخ داد که مشخصات کلی آن رخداد در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات کلی زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

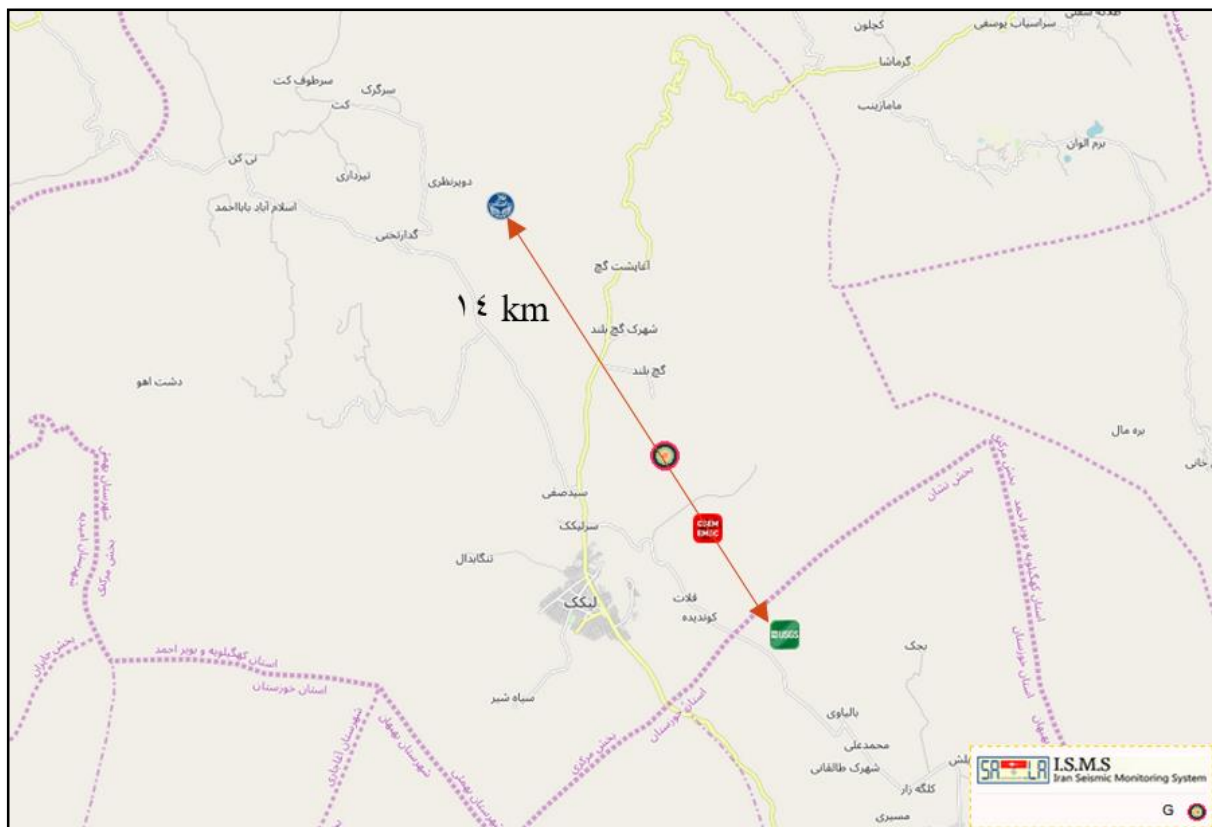
اطلاعات کلی زلزله	
بزرگا	4.6
عمق	17.0 کیلومتر
مختصات	
طول : 50.070	عرض : 30.990
زمان و تاریخ وقوع	
ساعت :	تاریخ :
11:51:42.0	1398/09/19
08:21:42.0	12/10/2019
فاصله مستقیم از شهرها	
از تهران : 537 کیلومتر	
10	لیکک ( کهگیلویه و بویر احمد )
21	نشان ( خوزستان )
24	جایزان ( خوزستان )

### ۱-۱- خسارت ها و تلفات

براساس گزارش سازمان اورژانس ( سامانه MOH-EOC سازمان اورژانس)، این زمین لرزه موجب ترس مردم و حضور آنها در معابر عمومی گردید. گزارش های این سازمان نشان می دهد که زلزله مصدوم و یا خسارتی در بر نداشته است.

### ۲- رومرکز زلزله

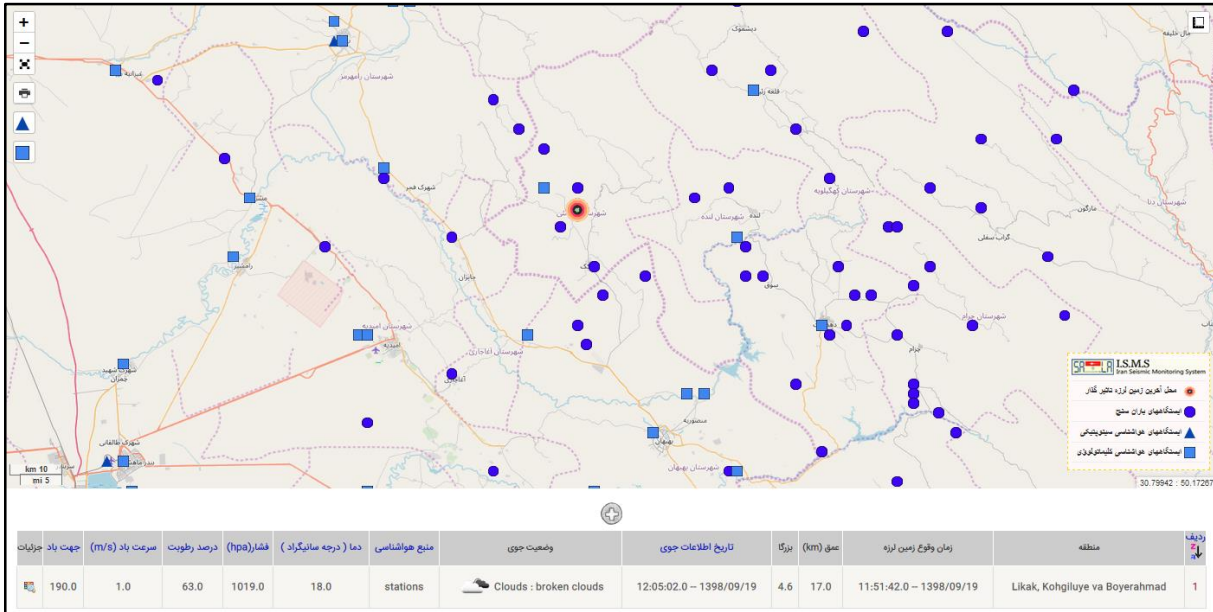
بر اساس گزارش سه مرجع معتبر گزارش زلزله ها شامل USGS، EMSC و I...، رومرکزهای جانمایی شده زلزله در شکل ۱ نشان داده است. در راستای یک خط و در امتداد شمالغرب - جنوبغرب قرار گرفتن سه رومرکز تعیین شده برای زلزله لیکک قابل توجه است. براساس نقشه تهیه ارائه شده در سامانه سپلا، فاصله رومرکز تعیین شده توسط USGS و IRSC حدود ۱۴ کیلومتر است. بنابر مقدار متوسط طول و عرض جغرافیائی سه رومرکز گزارش شده برای زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد نقطه میانگین گیری شده رومرکز با علامت دوایر متحد المرکز در شکل ۱ نشان داده شده است. در گزارش حاضر، رومرکز اعلامی توسط IRSC ( مرکز لرزه نگاری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران) مبنای کار و ارائه نقشه ها قرار دارد. مختصات نقطه رومرکز در جدول ۱ نشان داده شده است. ارتفاع این نقطه از سطح دریا حدود ۷۲۵ متر می باشد. لازم بذکر است که بزرگی اعلام شده برای زلزله لیکک توسط USGS و EMSC ۴,۸ و عمق کانونی ۱۰ کیلومتر بوده است.



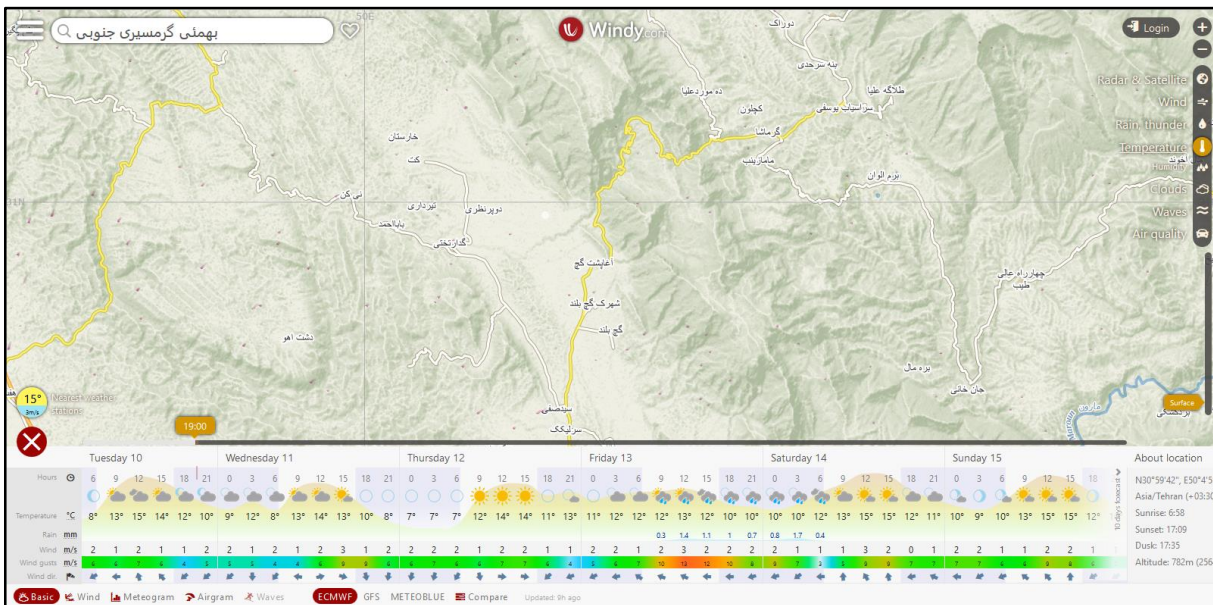
شکل ۱- رومرکزهای تعیین شده برای زلزله لیک استان کهگیلویه و بویر احمد

### ۳- شرایط آب و هوایی محدوده رومرکز زلزله ۴,۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد در زمان رخداد زلزله

در شکل ۲ پراکنش ایستگاه های هواشناسی اطراف رومرکز نشان داده شده است. براساس اطلاعات سایت windy حدود ۱۵ دقیقه بعد زلزله (ساعت ۱۲:۰۵) دمای هوا در محدوده رومرکز ۱۸ درجه بالای صفر بوده است (جدول زیر شکل ۲). از سامانه سپلا می توان به سایت ویندی متصل شد و اطلاعات هواشناسی نقطه رومرکز را برای روزهای آتی نیز بدست آورد. این اطلاعات در شکل ۳ برای رومرکز زلزله ۴,۶ لیک استان کهگیلویه و بویر احمد نشان داده شده است. تغییرات دما در ۵ روز آتی بین ۷ تا حدود ۱۵ درجه بالای صفر پیش بینی شده است.



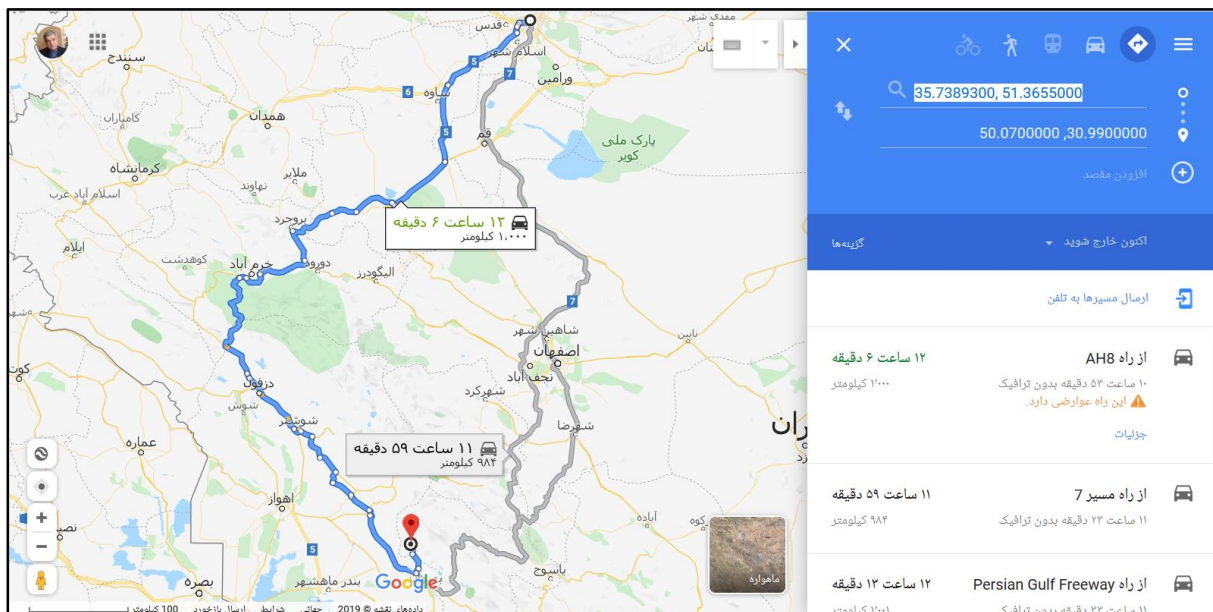
شکل ۲- پراکنش ایستگاه های هواشناسی اطراف نقطه رومرکز و جدول اطلاعات هواشناسی نقطه رومرکز



شکل ۳- تغییرات دمای هوا در نقطه رومرکز برای ۵ روز آتی بعد از زمان رخداد زلزله لیکک با بزرگی ۴,۶

### ۴- دسترسی به منطقه رومرکز زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

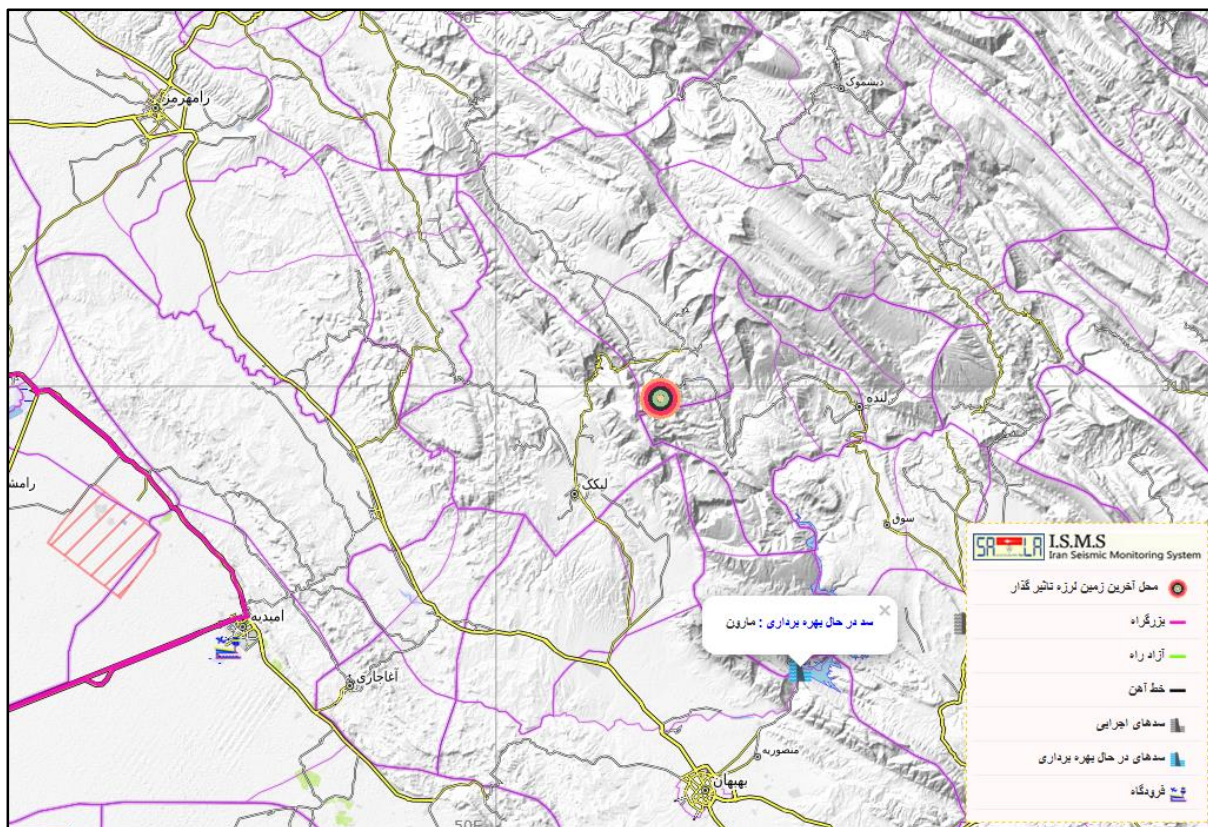
در سامانه سیپلا، [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir)، امکان لینک به گوگل مپ و یافتن مسیر دسترسی به رومرکز وجود دارد. بصورت پیش فرض مبدا شهر تهران و مقصد نقطه رومرکز زلزله است. در روی نقشه می توان از هر نقطه دلخواه بعنوان مبدا حرکت به نقطه رومرکز مسیریابی نمود. برای این کار فقط کافیست که نقطه مبدا از روی تهران به روی نقطه مورد نظر با موس جابجا شود. در شکل ۴ مسیر دسترسی از تهران به رومرکز زلزله لیکک نشان داده شده است. حدود ۱۲ ساعت با خودرو از مسیر خرم آباد و دزفول به سمت رومرکز زلزله راه جاده ای می باشد.



شکل ۴- مسیر دسترسی به نقطه رومرکز از سمت تهران و نشان دادن جزئیات مسیر

### ۵- حمل و نقل و زیرساخت ها

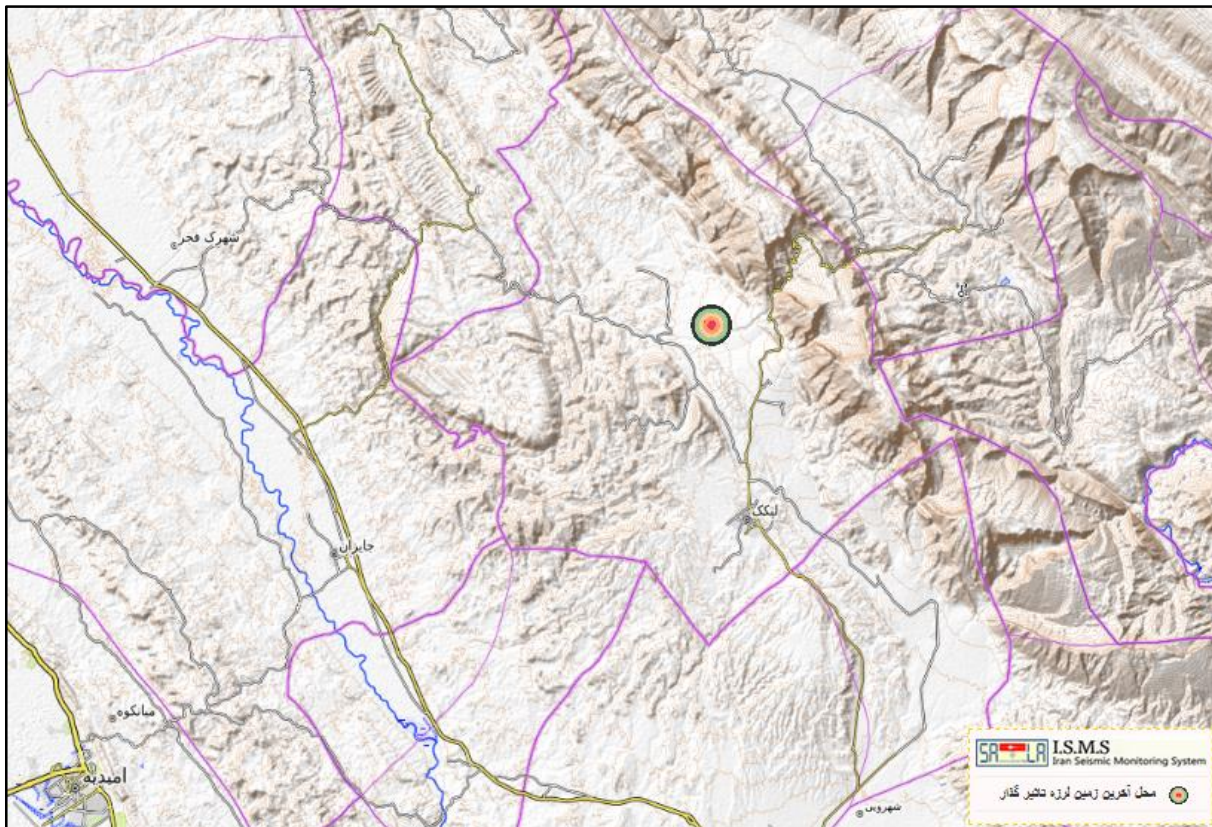
در محدوده اطراف رومرکز، بزرگراه، آزادراه و خط راه آهن وجود ندارد (شکل ۵) نزدیکترین فرودگاه در امیدیه واقع در غرب نقطه رومرکز و در فاصله حدود ۵۲ کیلومتری آن است. در جنوب رومرکز سد مارون قرار دارد که فاصله آن با نقطه رومرکز حدود ۳۵ کیلومتر می باشد. لازم بذکر است که با توجه به مورفولوژی و وجود دامنه های با شیب تند احتمال ریزش سنگ و مسدود شدن جاده های روستائی می رود.



شکل ۵- حمل و نقل و زیرساخت ها

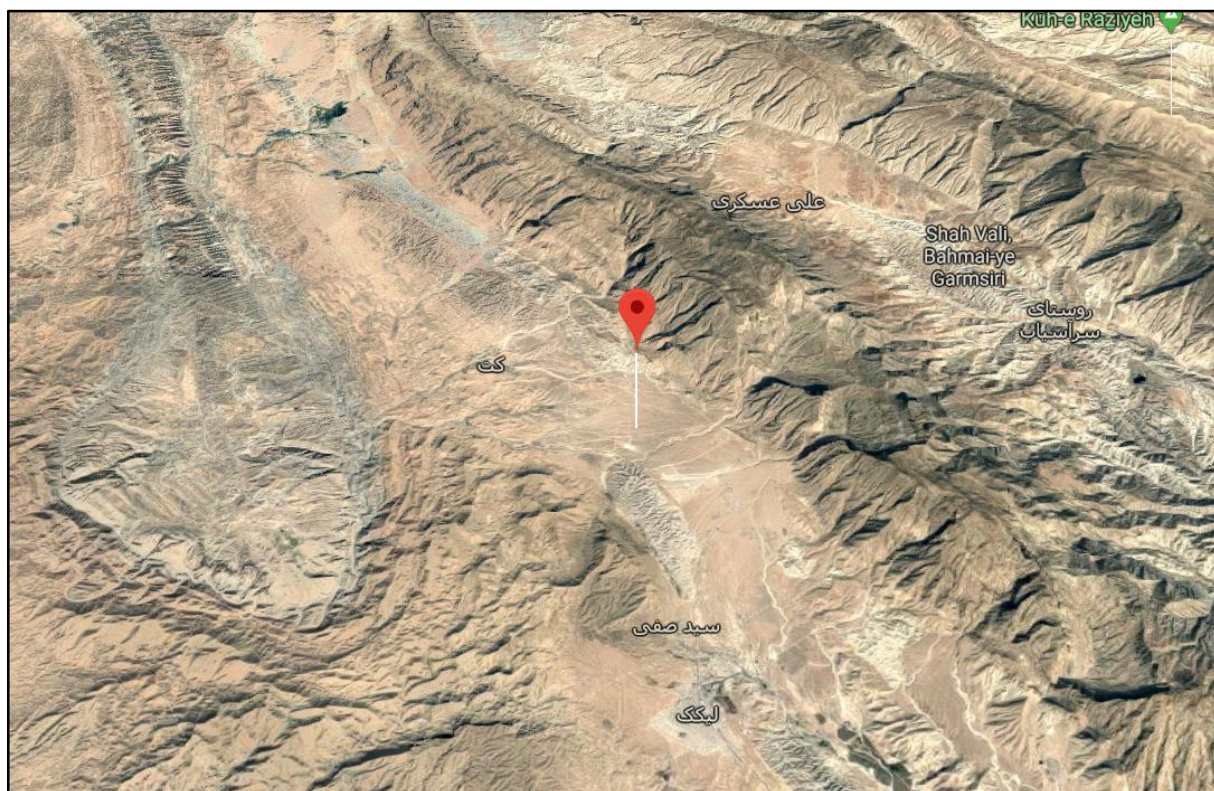
## ۶- شرایط مورفولوژیکی محدوده رومرکز زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

در شکل ۶ نقشه توپوگرافی محدوده رومرکز واقع در شمال شهر لیکک از توابع استان کهگیلویه و بویر احمد نشان داده شده است. از نظر مورفولوژیکی رومرکز در منطقه ای با ارتفاعات شمال غرب - جنوب شرقی و در راستای رشته های کوه ها و دره های زارس واقع شده است. در شکل ۶-۱ نیز موقعیت رومرکز در نقشه ماهواره ای نشان داده شده است که تجسم بهتری از درک ناهمواری و مورفولوژی ناحیه ارائه می دهد.



شکل ۶- ناهمواری محدوده رومرکز زلزله لیکک با بزرگی ۴,۶





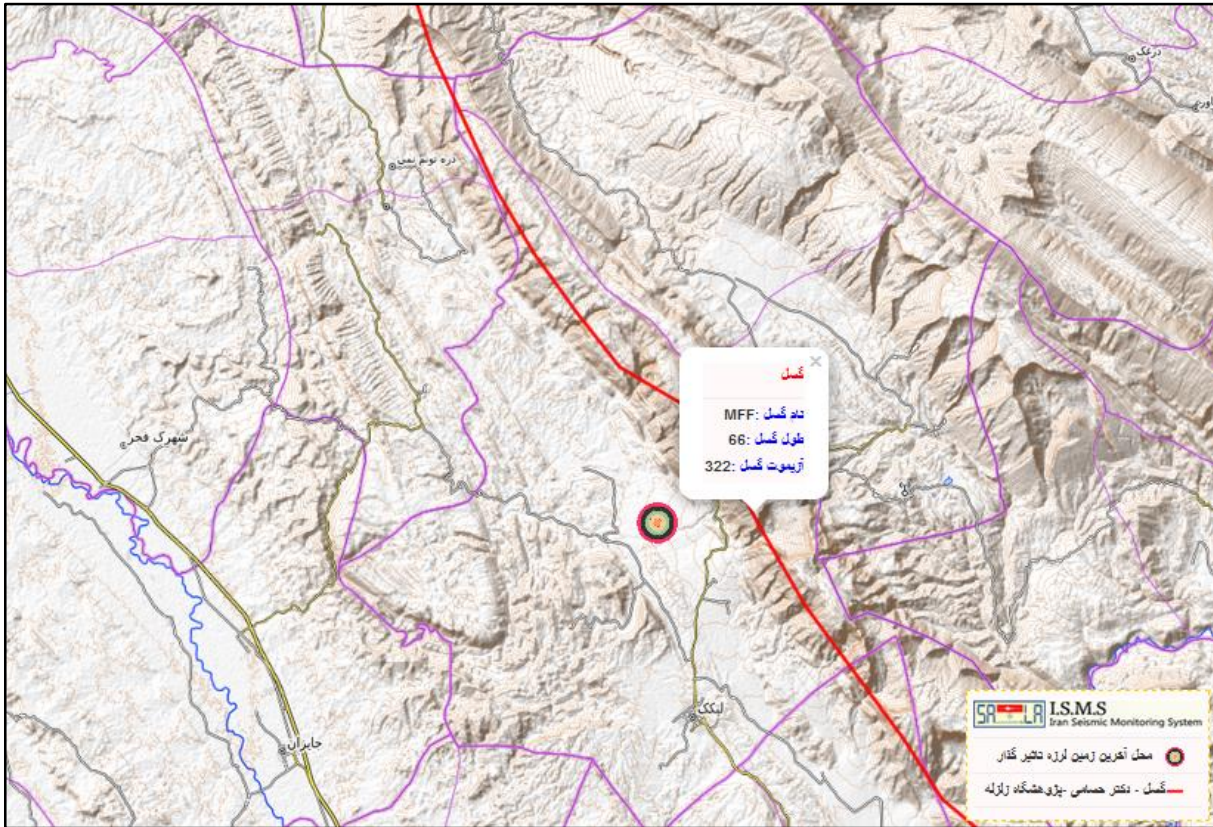
شکل ۶-۱- عکس ماهواره ای از محدوده رومرکز زلزله لیکک و ناهمواری منطقه در آن

## ۷- گسل مسبب زلزله ۴,۶ لیکک

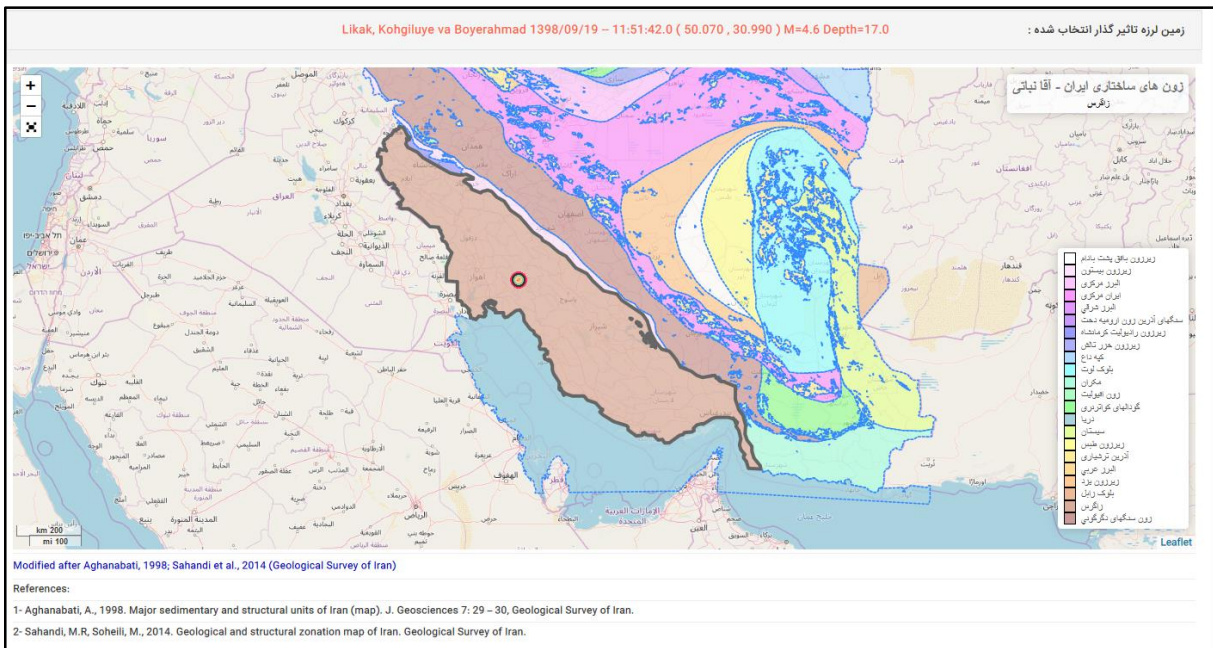
در شکل ۷ موقعیت رومرکز زلزله همراه با گسله های اصلی منطقه نشان داده شده است. سگمتی از گسله طویل و جنبای پیشانی کوهستان در حوالی منطقه لیکک از میان ارتفاعات زاگرس عبور می کند که در مجاورت رومرکز زلزله نیز واقع شده است. احتمالاً این گسل بعنوان گسل مسبب زلزله ۴,۶ لیکک می باشد.

## ۷-۱- ایالت لرزه زمین ساختی محدوده رومرکز زلزله لیکک

در شکل ۸ موقعیت رومرکز زلزله بر روی نقشه ایالت های لرزه زمین ساختی ایران (تقسیم بندی آقنباتی) نشان داده شده است. از روی نقشه مشخص است که محدوده رومرکز در زون زاگرس واقع شده است. در سامانه سپلا در قسمت زمین شناسی زلزله های تاثیرگذار می توان با کلیک بر روی آیگون های مربوطه تقسیم بندی ایالت های لرزه ساختی مختلف (در حال حاضر تقسیم بندی آقنباتی، نبوی و اشتوکلین) را همراه با رومرکز زلزله مشاهده نمود.



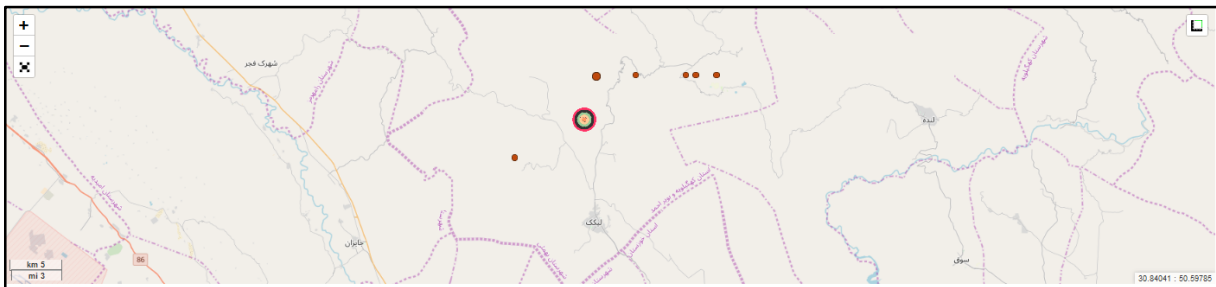
شکل ۷- رومرکز زلزله لیکک و گسله های اطراف آن



شکل ۸- رومرکز زلزله و ایالت های لرزه زمین ساختی ایران

## ۸- پس لرزه های زلزله لیکک

تا زمان تدوین گزارش حاضر، بعد از زلزله ۴٫۶ لیکک ۶ پس لرزه در اطراف رومرکز زلزله لیکک رخ داده است که محل و موقعیت آنها در شکل ۹ و مشخصات هر کدام از پس لرزه ها در جدول زیر همان شکل نشان داده شده است. بزرگترین پس لرزه با بزرگی ۴ یکساعت بعد از وقع شوک اصلی رخ داده است



ردیف	منطقه	زمان وقوع به UTC	زمان وقوع به وقت محلی	بزرگی	عمق	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نقشه
1	Likak, Kohgiluyeh va Boyerahmad	PM 3:41:43 12/10/2019	19:11:43.0 - 1398/09/19	3.3	10.0	30.950	50.010	
2	Likak, Kohgiluyeh va Boyerahmad	AM 11:45:51 12/10/2019	15:15:51.0 - 1398/09/19	2.5	9.0	31.020	50.210	
3	Likak, Kohgiluyeh va Boyerahmad	AM 8:52:27 12/10/2019	12:22:27.0 - 1398/09/19	2.5	8.0	31.020	50.180	
4	Likak, Kohgiluyeh va Boyerahmad	AM 8:40:12 12/10/2019	12:10:12.0 - 1398/09/19	2.5	10.0	31.020	50.130	
5	Likak, Kohgiluyeh va Boyerahmad	AM 8:32:54 12/10/2019	12:02:54.0 - 1398/09/19	4.0	12.0	31.020	50.090	
6	Likak, Kohgiluyeh va Boyerahmad	AM 8:27:11 12/10/2019	11:57:11.0 - 1398/09/19	2.7	10.0	31.020	50.190	

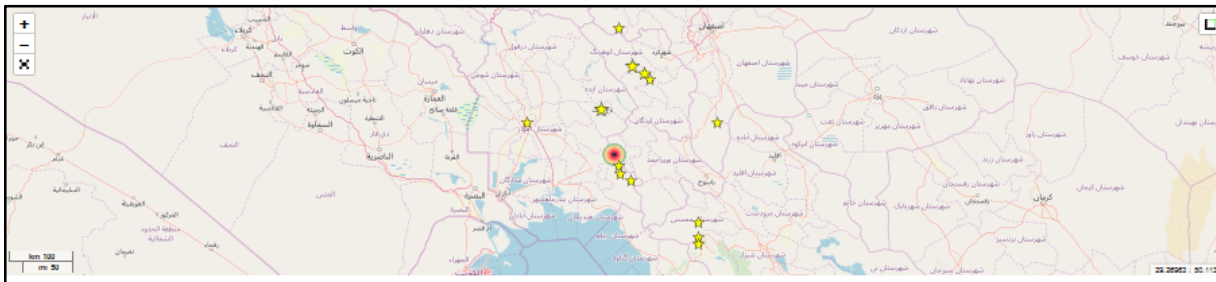
شکل ۹- موقعیت و جدول مشخصات پس لرزه های زلزله لیکک

### ۹- لرزه خیزی گستره اطراف رومرکز زلزله ۴٫۶ لیکک

در این قسمت به معرفی مختصری از چند لایه اطلاعاتی مرتبط با لرزه خیزی اطراف رومرکز زلزله پرداخته می شود.

#### ۹-۱- زلزله های تاریخی اطراف رومرکز

در شکل ۱۰ توزیع زمین لرزه های تاریخی تا شعاع ۱۵۰ کیلومتری اطراف رومرکز نشان داده شده است. تعداد ۱۴ زلزله تاریخی در اطراف رومرکز زلزله ۴٫۶ لیکک واقع شده اند.



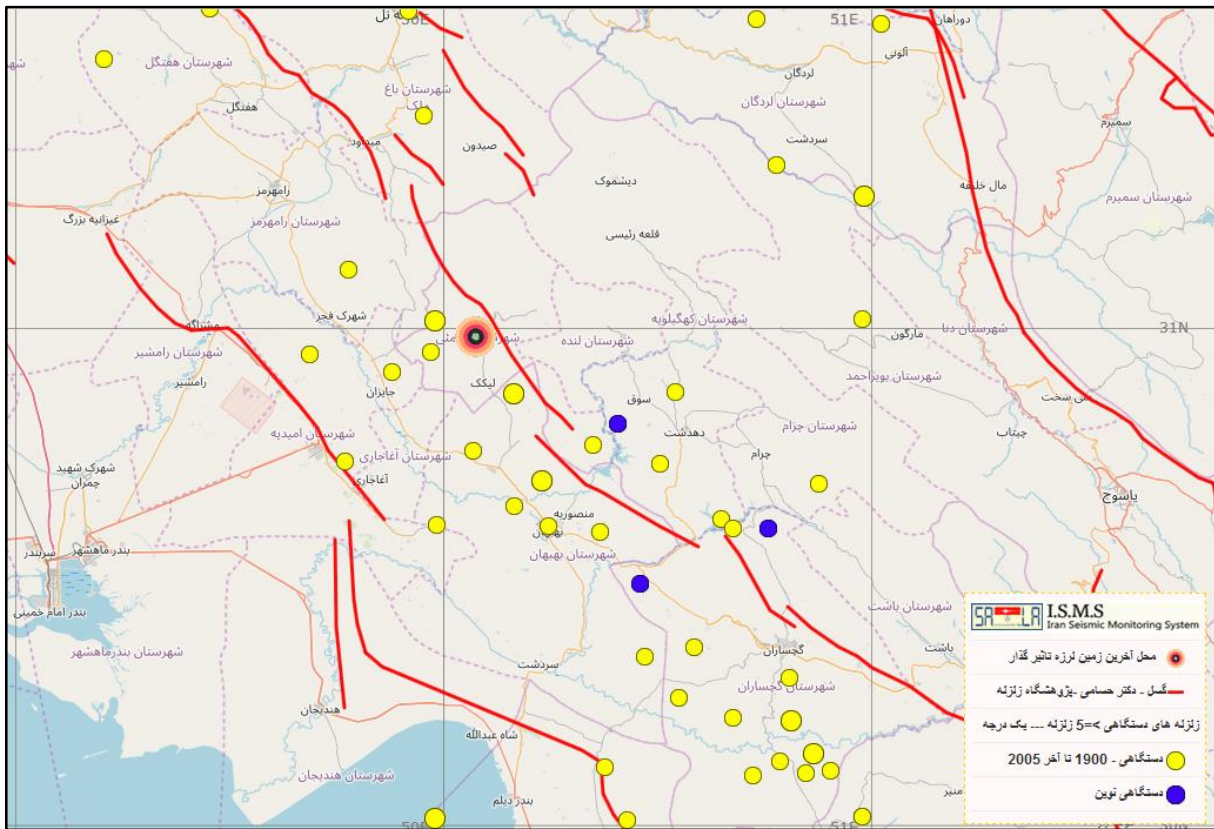
ردیف	منطقه	تاریخ میلادی	توصیفات تاریخ	زمان	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	Ms	Ref	حزبات	نقشه
1	خوزستان	1052-1-1	---	---	31.500	50.000	6.8	Amb		
2		1880-1-1	---	---	32.000	50.700	6.5	Amb		
3	زاکرس	1666-1-1	---	---	32.100	50.500	6.5	Amb		
4		1874-2-1	---	---	31.900	50.800	6.3	Amb		
5	اهواز	840-1-1	---	12	31.300	48.800	6.2	Amb		
6		1826-6-14	---	---	29.600	51.600	6.2	Amb		
7		1058-1-1	---	18	30.580	50.330	6.1	Ber		
8	کازرون شاپور	1824-6-2	---	---	29.700	51.600	6.1	Amb		
9		1806-1-1	---	---	29.000	50.800	6.1	Amb		
10		1891-12-14	---	---	29.900	51.600	6.0	Amb		
11	ارجمان	1085-5-1	---	---	30.700	50.300	5.8	Amb		
12		1875-3-21	---	---	30.500	50.500	5.7	Amb		
13		1853-6-11	---	---	32.600	50.300	5.5	Amb		
14		1853-6-5	---	---	31.300	51.900	5.5	Amb		

شکل ۱۰- موقعیت زلزله های تاریخی اطراف رومرکز و جدول اطلاعات آنها

#### ۹-۲- زلزله های با بزرگی ۵ و بالاتر اطراف رومرکز

زلزله های با بزرگی ۵ و بالاتر از آن در دوره زمانی تا آخر ۲۰۰۵ و از ۲۰۰۶ تا حال حاضر (آذرماه ۱۳۹۸) در دو رنگ

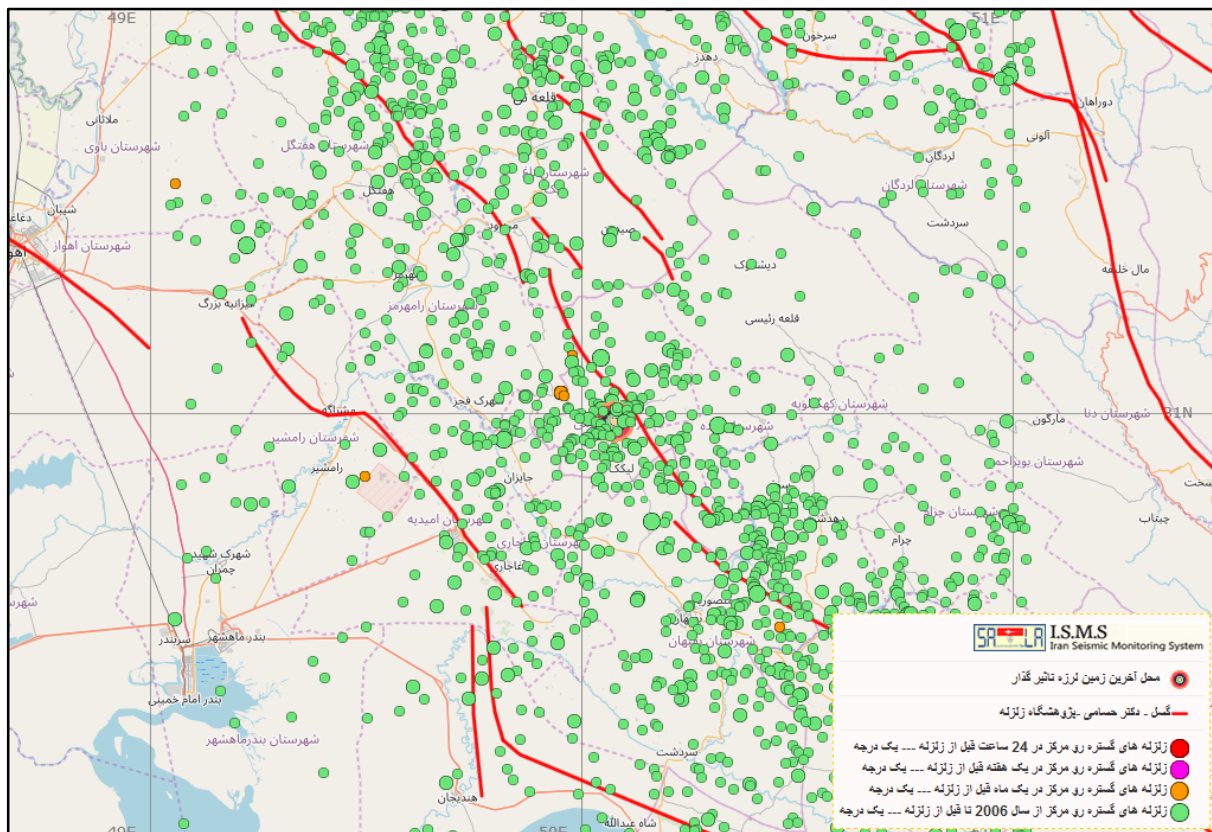
متفاوت در شکل ۱۱ نشان داده شده است. تجمع تعداد قابل توجهی از زلزله های دستگاهی نسبتا بزرگ و بزرگ در اطراف رومرکز زلزله معرف لرزه خیزی بالای منطقه است.



شکل ۱۱- توزیع زمین لرزه های با بزرگی ۵ و بالاتر از آن در اطراف رومرکز زلزله ۴,۶ لیکک

## ۹-۳- زلزله های با بزرگی ۲,۵ و بزرگتر از آن در ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله لیکک

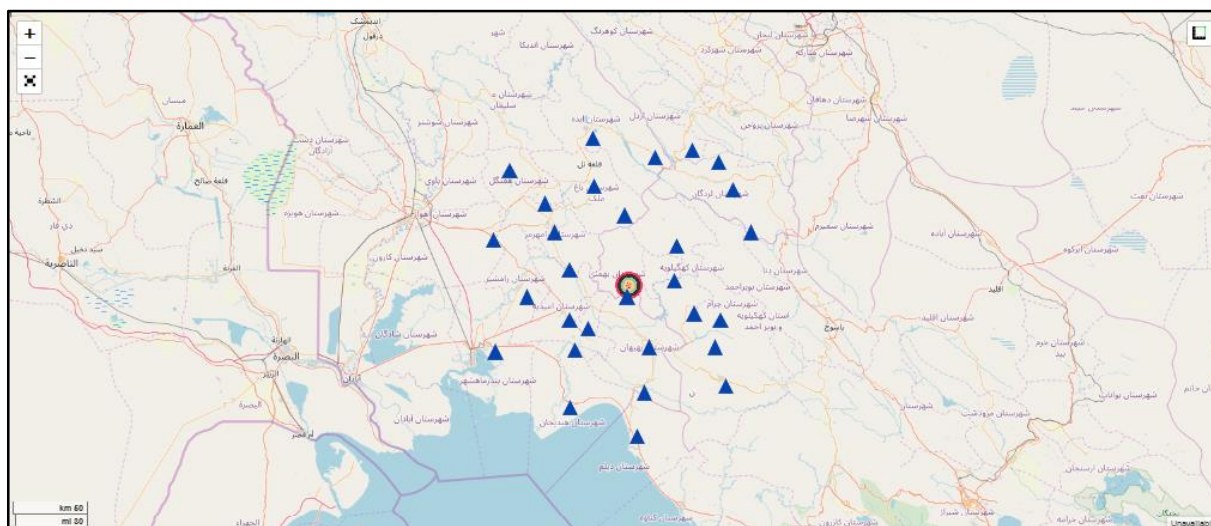
بر اساس داده های مرکز لرزه نگاری، در شعاع ۱ درجه از نقطه رومرکزی، زلزله های رخ داده از سال ۲۰۰۶ تا زمان رخداد زلزله ۴,۶ لیکک گردآوری و در شکل ۱۲ به نقشه در آورده شده اند. حدود ۱۵۳۵ زمین لرزه با بزرگی ۲,۵ و بالاتر از آن در اطراف رومرکز تا شعاع ۱ درجه از آن رخ داده است. از میان این تعداد از زمین لرزه ها، ۷۲ زمین لرزه با بزرگی ۴ و بالاتر از آن هستند که بزرگی بزرگترین آنها ۵,۲ (زلزله چرام) می باشد. از شکل ۱۲ می توان استنباط نمود که محدود اطراف رومرکز زلزله لیکک از جمله گستره فعال لرزه ای در ناحیه زاگرس می باشد.



شکل ۱۲- زلزله های با بزرگی ۲,۵ و بالاتر از آن از سال ۲۰۰۶ تا زمان رخداد زلزله لیکک در شعاع ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز

#### ۹-۴- ایستگاه های شتابنگاری و لرزه نگاری اطراف رومرکز

در شکل ۱۳ جانمایی ایستگاه های موجود لرزه نگاری (ایستگاه های موسسه ژئوفیزیک و پژوهشگاه زلزله) و ایستگاه های شتابنگاری (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی) نشان داده شده است. ایستگاه لرزه نگاری بهبهان نزدیکترین ایستگاه به رومرکز است. فاصله ایستگاه های شتابنگاری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از رومرکز زلزله نیز در شکل ۱۳ و جدول زیر آن نشان داده شده است. ایستگاه های بهمئی و لنده نزدیکترین ایستگاه های شتابنگاری به رومرکز زلزله لیکک هستند.



ردیف	استان	نام ایستگاه - لاتین	نام ایستگاه - فارسی	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	فاصله از رو مرکز زلزله	نقشه
1	کهگیلویه و بویراحمد	Bahmaei	بهمئی	30.890000	50.100000	11	
2	کهگیلویه و بویراحمد	Landeh	لنده	30.980000	50.420000	33	
3	خوزستان	Soltan Abad	سلطان آباد	31.050000	49.700000	36	
4	خوزستان	Aghajari	آقاجاری	30.700000	49.830000	40	
5	کهگیلویه و بویراحمد	Qaleh Raeisi	قلعه رئیس	31.190000	50.440000	42	

شکل ۱۳- ایستگاه های شتابنگاری اطراف رومرکز زلزله لیکک، ۵ ایستگاه نزدیکتر در جدول زیر شکل نشان داده شده است

## ۱۰- شدت و خسارت زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

شدت زلزله بر اساس دو فاکتور عمده بزرگی و فاصله تغییر می کند. بزرگی ۴,۶ بر اساس روابط بزرگی - شدت حداکثر ۵ (مقیاس مرکالی اصلاح شده) در مناطق نزدیکتر به رومرکز ایجاد خواهد کرد. علاوه بر آن شدت در مناطق با ساختگاه نرم بطور نسبی بیشتر از ساختگاه سنگی خواهد بود.

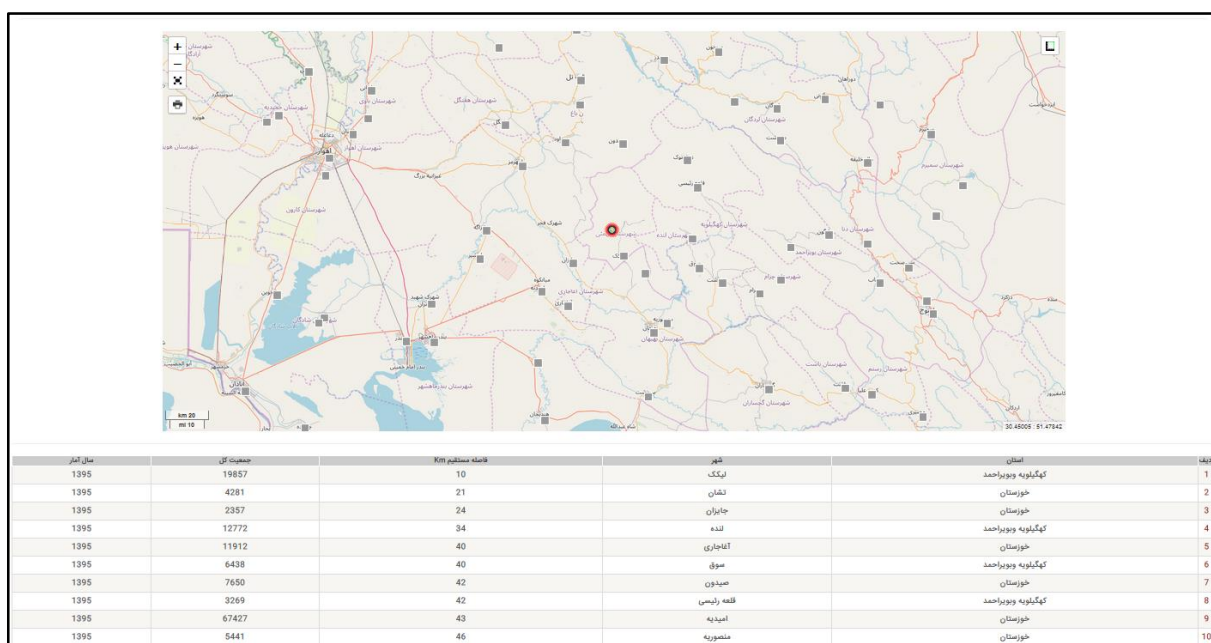
در شکل ۱۴ فاصله مراکز شهری و در شکل ۱۵ فاصله مراکز روستائی از رومرکز زلزله با هدف برآوردی از شدت نسبی زلزله نشان داده شده است.

در شعاع ۳۵ کیلومتری (شعاع تقریبی شدت های تا ۴ زلزله ۴,۶ لیکک) غیر از شهرهای لیکک، تشان (استان خوزستان)، لنده، سوق و قلعه رئیس، ۴۳۳ آبادی نیز قرار دارند. مراکز شهری دارای ۴۶۶۱۷ نفر جمعیت ( بر پایه آمار ۱۳۰۵) می باشند که جمگی در شدت حداکثر ۴ زلزله لیکک قرار می گیرند. علاوه بر مراکز شهری ۴۳۲ روستا نیز تا شعاع ۳۵ کیلومتری اطراف نقطه رومرکز زلزله واقع هستند. جمعیت کل این مراکز روستائی ۹۲۸۳۷ نفر می باش (آمار ۱۳۹۵). مراکز روستائی اطراف رومرکز زلزله لیکک دارای ۱۶۱۰۰ واحد مسکونی فاقد اسکلت و ۳۸۵۵ واحد مسکونی دارای اسکلت است و بر این اساس نسبت واحدهای اسکلت دار به بدون اسکلت عددی معادل ۰,۲۴ می باشد که معرف شاخص کیفی پائین ساختمان های مسکونی این ناحیه است. واحدهای فاقد اسکلت بطور کلی فاقد مقاومت و استحکام لازم در برابر زلزله می باشند که باید در مورد تغییر وضع موجود ساخت و ساز در این ناحیه اقدام جدی بعمل آورد.

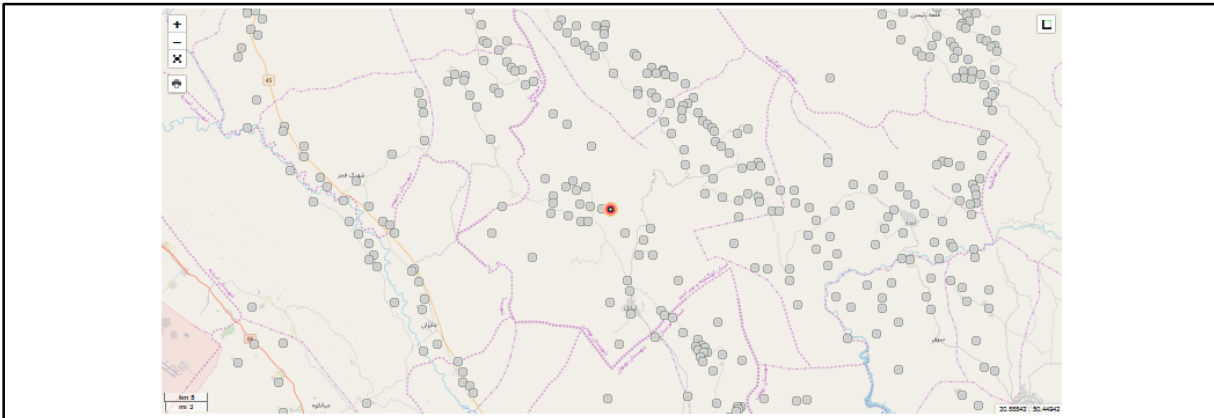
در شکل ۱۶ موقعیت شهرهای نزدیک رومرکز نسبت به دوایر هم شدت نشان داده شده است. شهرهای لیکک و لنده و سایر شهرهای استان در شدت ۴ واقع می شوند که شدت تاثیرگذاری محسوب نمی شود.

در شکل ۱۷ نیز موقعیت روستاهای منطقه اطراف رومرکز در دوایر هم شدت نشان داده شده است. از شکل ۱۷ می توان دریافت که تعدادی از آبادی ها در زون با شدت ۵ زلزله قرار دارند. تعداد ۳۱ آبادی در شدت ۵ قرار گرفته اند که جمعا

جمعیتی بیش از ۴۸۰۰ نفر را در ۱۲۰۰ واحد مسکونی جای داده اند. می توان استنباط نمود شدت های ۵ و ۴ را با توجه به زمان وقوع زلزله، درصد عمده ای از مردم حس کرده باشند. در محدوده شدت ۵ و بویژه در ساختگاه های آبرفتی و نرم، احساس شدت می تواند بمراتب بیشتر از سایر نقاط برای زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد باشد. در شکل ۱۸ محدوده های شدت همراه با زون های آبرفتی نشان داده شده است. در این شکل نیز نشان داده شده است که در زون با شدت ۵ آبادی هایی واقع بر آبرفت هستند که بعنوان مثال روستای لاروب در جنوب رومرکز، روستای مامازینیب در شمال رومرکز، روستای گچلون و ... بر روی تراس های آبرفتی قرار گرفته اند و چنین استنباط می شود که شدت زمین لرزه در این مراکز نسبتا بیشتر بوده باشد.

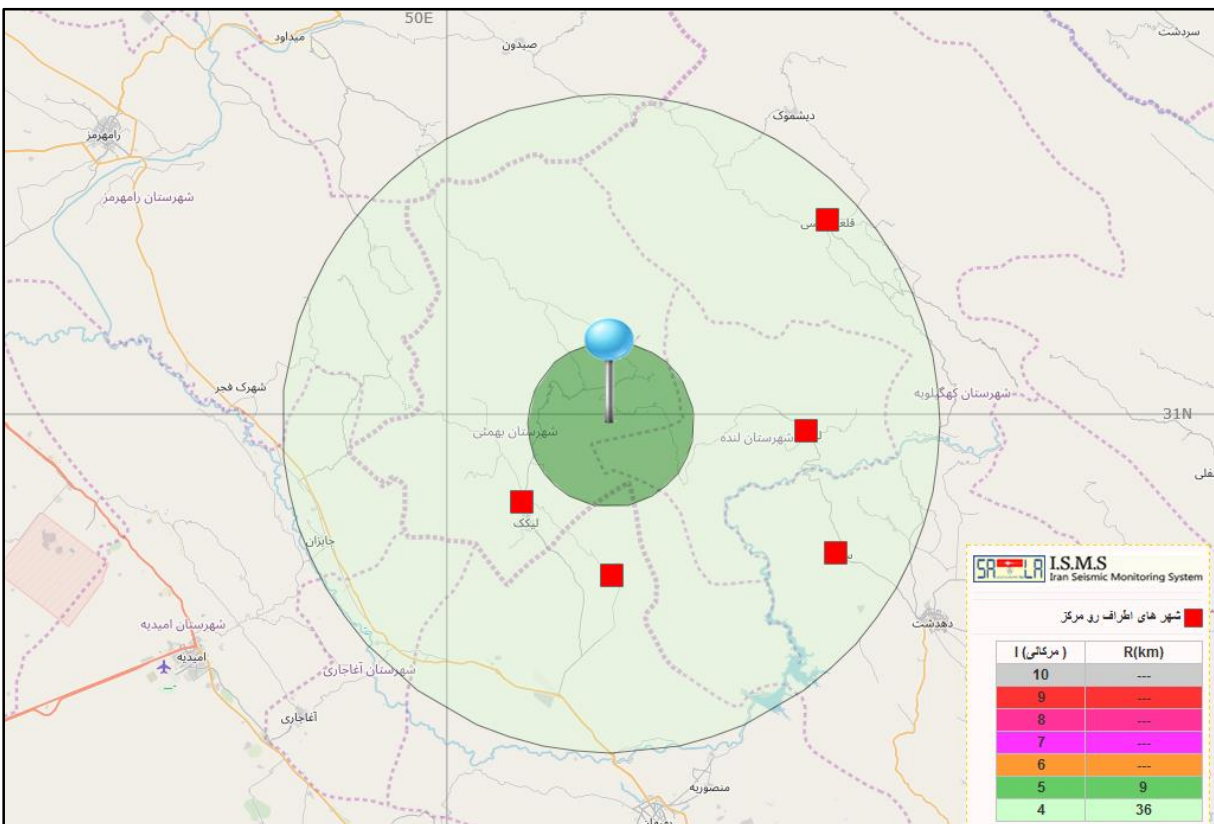


شکل ۱۴- فاصله مراکز شهری از رور مرکز زلزله لیکک، جدول زیر نقشه شهرهای نزدیکتر (مانند لیکک، تشان و جایزبان) را نشان می دهد



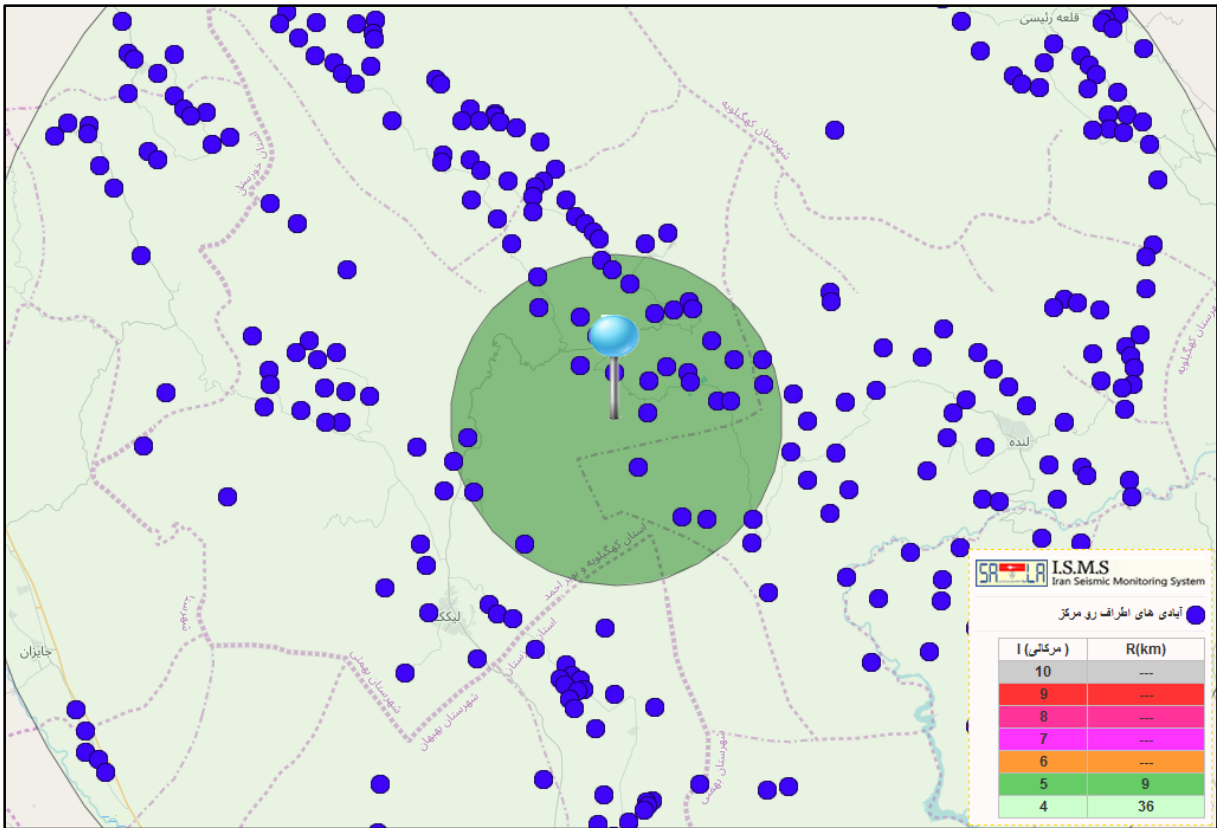
رتبه	استان	شهر	ایفین	فاصله مستقیم Km	جمعیت کل	سال آمار
1	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	دوبرنظری	2	274	1395
2	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	شهرک بخت گچ	2	201	1395
3	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	گدارتختی	3	126	1395
4	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	سرطوق	3	14	1395
5	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	شهرک سادات گچ بلند	4	747	1395
6	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	نورداری	4	151	1395
7	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	شهرک گودیند	4	85	1395
8	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	زوزارما	4	43	1395
9	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	کت	5	275	1395
10	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	پاکاحمد	5	266	1395
11	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	دوراح گچ بلند	5	85	1395
12	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	سررک	5	50	1395
13	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	گچ بلند	6	766	1395
14	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	خارستان	6	287	1395
15	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	سید صفی	7	456	1395
16	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	اسلام آباد پاکاحمد	7	288	1395
17	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	سرطوق کت	7	69	1395
18	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	لی کن	7	52	1395
19	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	برکنده	8	106	1395
20	کهگیلویه و بویراحمد	نهین	خلیان	8	65	1395

شکل ۱۵- فاصله مراکز روستائی از رور مرکز زلزله لیکک، جدول زیر نقشه شهرهای نزدیکتر(مانند دوبرنظری، شهرک پشت گچ، گدارتختی) را نشان می دهد

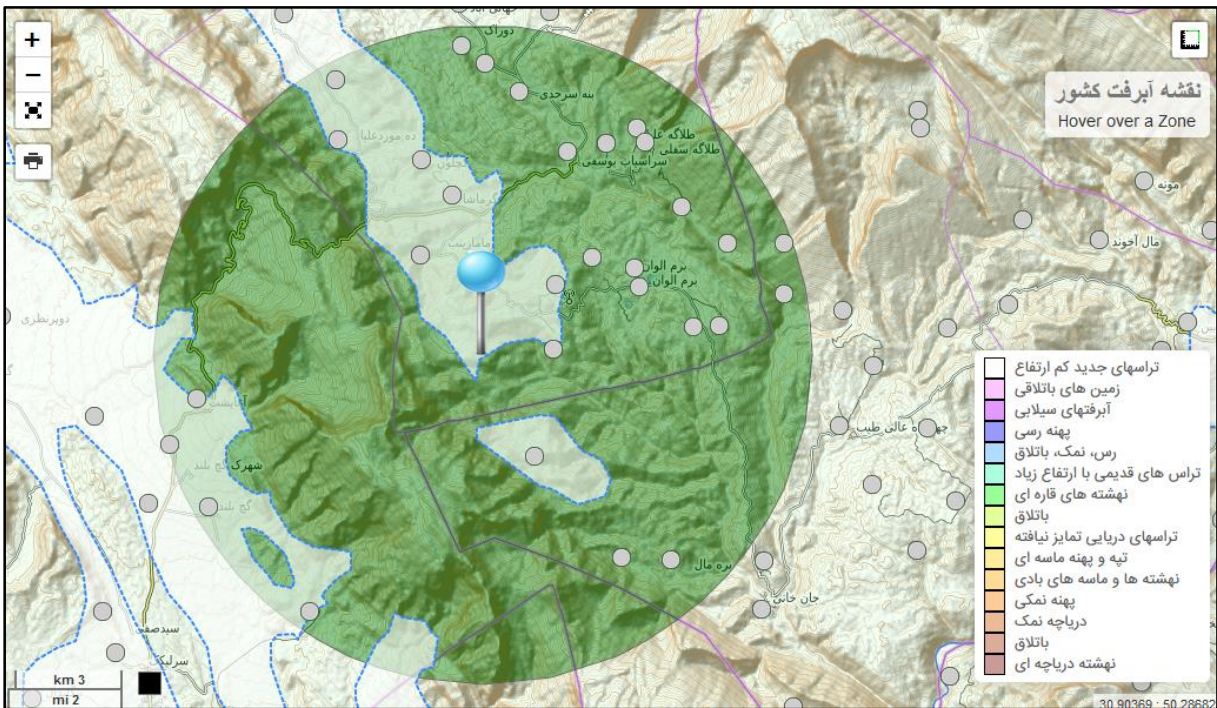


شکل ۱۶- شهرهای واقع در دوایر شدت احتمالی زلزله ۴,۶ لیکک





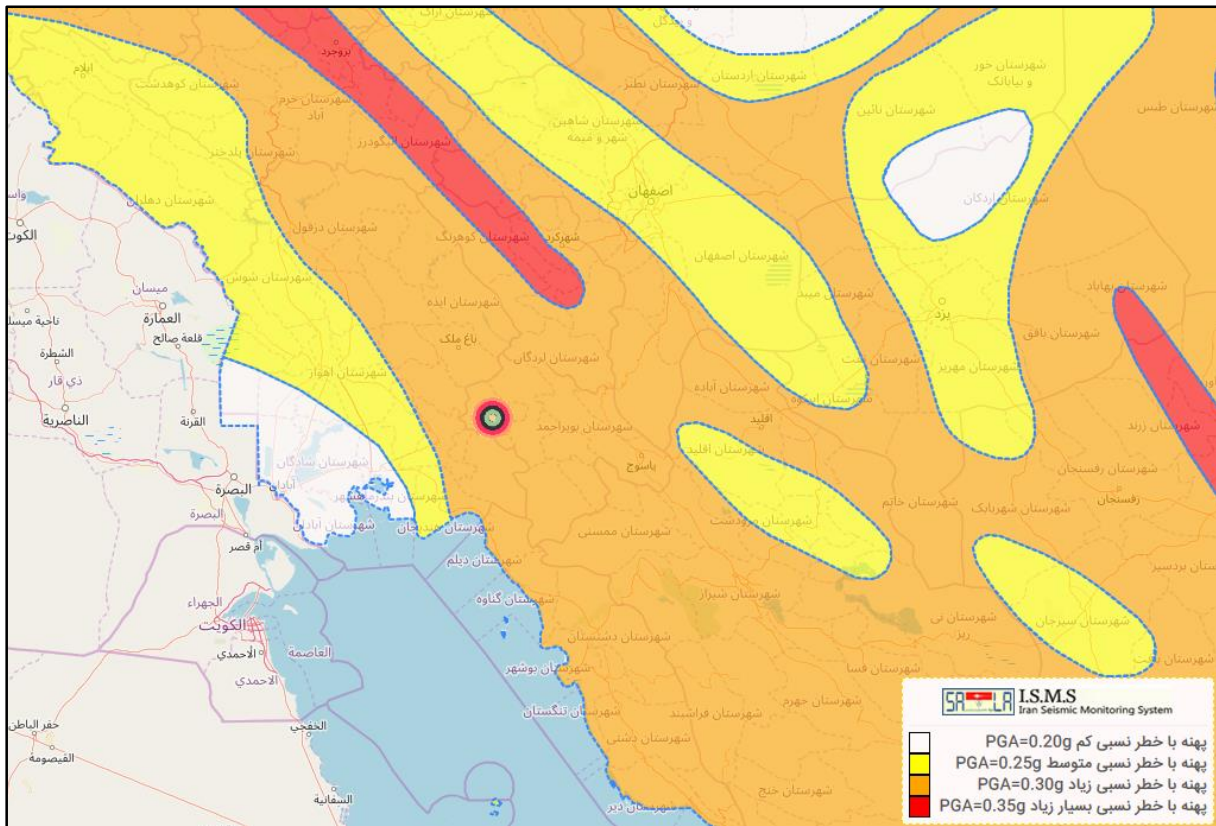
شکل ۱۷- آبادی های واقع در دواير شدت احتمالی زلزله ۴,۶ لیکک



شکل ۱۸- آبادی های واقع در دواير شدت احتمالی زلزله ۴,۶ لیکک و زون های ابرفتی در زون شدت ۵

محدوده رومرکز زلزله در نقشه پهنه بندی خطر زلزله ضمیمه آئین نامه ۲۸۰۰ در زون با خطر بالا قرار می گیرد که در

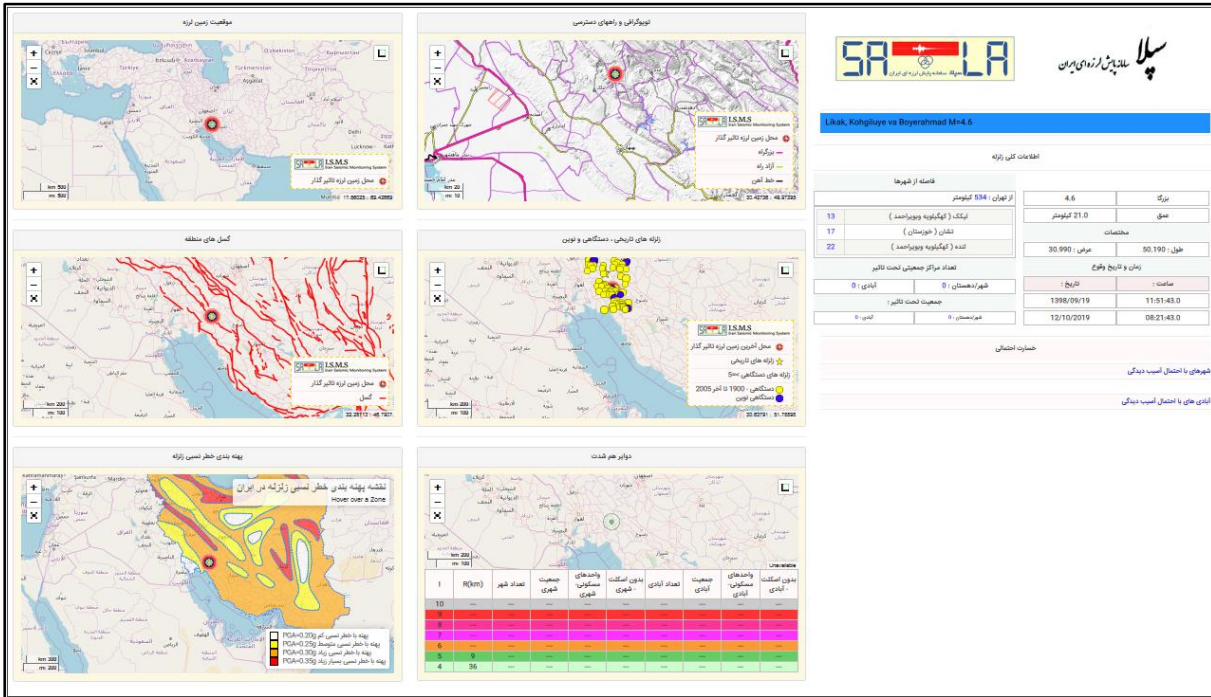
شکل ۱۹ نشان داده شده است.



شکل ۱۹- محدوده رومرکز زلزله ۴,۶ لیکک و موقعیت آن در نقشه پهنه بندی خطر ضمیمه آئین نامه ۲۸۰۰

## ۱۱- پوستر زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

اطلاعات توپوگرافی محدوده رومرکز، موقعیت زمین لرزه بر روی نقشه پایه جغرافیای جهانی، لرزه خیزی گستره رومرکز، گسل های اطراف محدوده وقوع زلزله، دواير شدت محاسباتی و میزان خسارت احتمالی و موقعیت رومرکز بر روی نقشه پهنه بندی خطر زلزله آئین نامه ۲۸۰۰، همراه با جدول اطلاعات کلی زلزله و جدول خسارت ها) در صورت برآورد خسارت برای این زلزله) مجموعه کادرهای مفیدی هستند که بصورت یکجا در پوستر زلزله توسط سامانه سپلا بطور اتوماتیک تولید می شود. در شکل ۲۰ پوستر زلزله ۴,۶ لیکک نشان داده شده است.



شکل ۲۰- پوستر زلزله ۴,۶ لیکن استان کهگیلویه و بویر احمد

## ۱۲- پایش لرزه ای نقطه رومرکز زلزله ۴,۶ لیکن استان کهگیلویه و بویر احمد

پیش از وقوع زمین لرزه های تاثیرگذار، احتمال بروز بی هنجاری در رفتار لرزه ای و رژیم لرزه خیزی گستره رومرکز و اطراف آن وجود دارد. تجمع تنش در نهایت منجر به رخداد زلزله های بزرگ می شود اما پیش از وقوع، انتظار تغییر رفتار در نرم رخداد زلزله ها در ناحیه وجود دارد(البته ممکن است در بعضی موارد هم تغییرات خاصی از نظر رونداد لرزه خیزی ناحیه مشاهده نگردد). در سامانه سپلا، [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir)، امکان پایش لرزه ای برای نقطه مورد نظر با وارد نمودن مختصات طول و عرض آن نقطه فراهم آمده است. بر این اساس با وارد نمودن مختصات رومرکز زلزله ۴,۶ لیکن (۳۰,۹۹۰ و ۵۰,۱۹۰)، نمودارهایی در دو حالت ۱- کل زلزله ها ۲- با حذف پس لرزه ها تهیه شده است که در ادامه به شرح مختصری از آنها پرداخته می شود. هدف در واقع رفتار شناسی نواحی مختلف پیش از وقوع زلزله تاثیرگذار است که امید می رود با تکمیل این فرآیند گامی علمی و مبتنی بر داده ها در تحلیل و تفسیر لرزه خیزی نقاط مختلف و بویژه محدوده های اطراف مراکز جمعیتی بزرگ برداشته شود. در سامانه سپلا، پیش فرض محاسبات پایش لرزه ای، مراکز استان ها است که اگر در نقشه مربوطه بر روی هر کدام از مراکز استان ها کلیک شود نمودارهای پایش لرزه ای آنها قابل مشاهده خواهد بود( این نمودارها در حال تکمیل بوده و سایر ضرائب لرزه خیزی مانند  $a$ ،  $b$  value،  $rate$  و سایر ضرائب با اهمیت دیگر لرزه خیزی به سامانه افزوده خواهد شد).

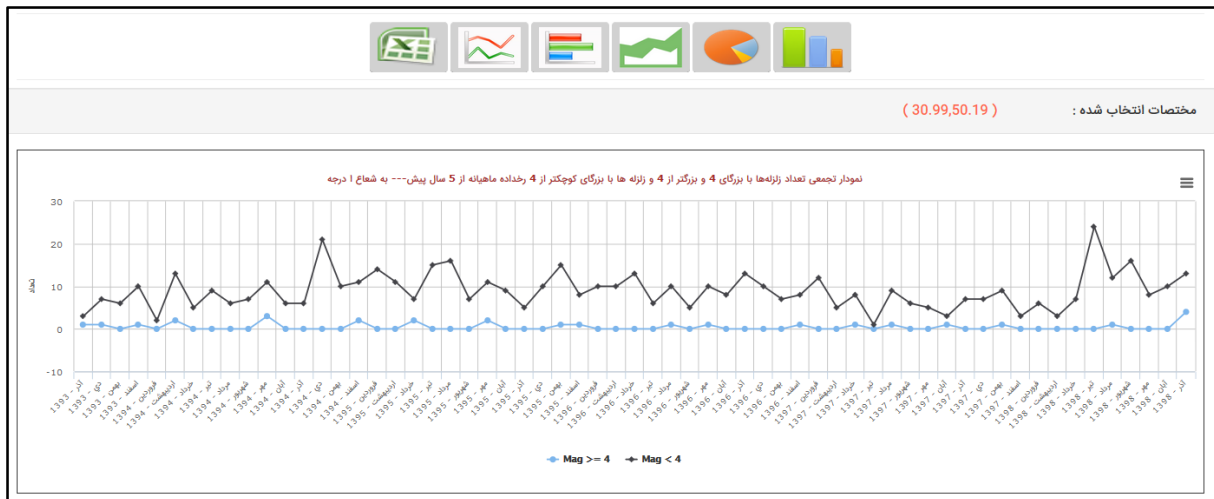
موضوع مهم دیگر، رفتار لرزه ای پیش از رخداد زلزله های بزرگ است. برای ما مهم است بدانیم که در اطراف نقطه مورد نظر و مهم( از نظر کاربر)، تغییرات لرزه خیزی نسبت به زمان چگونه است؟، آیا رخداد زلزله ها بطور قابل ملاحظه در حال افزایش است یا بر عکس کاهش چشمگیر از خود نشان می دهد؟، نسبت به خط زمینه فعالیت لرزه ای در یک گستره، مقادیر ماکزیمم تعداد رخداد و مینیمم، چگونه تفسیر میس شوند؟، آیا نوسانات خارج از نرم و مقدار زمینه در ادامه به رخداد زلزله های بزرگتر ختم شده است؟ و ... مواردی از این قبیل برای همه محققان و کارشناسی که در امر مطالعات پیش نشانگرهای لرزه ای علاقمند هستند می تواند مفید و قابل استفاده باشد.

در سامانه سپلا، امکان انتخاب مراکز استان ها، امکان انتخاب هر نقطه دلخواه با کلیک بر روی نقشه، امکان انتخاب

نقطه با دادن مختصات طول و عرض جغرافیائی آن قرار داده شده است که می توان نمودارهای مختلفی را از سامانه برگرفت و پایش و مونیتورینگ لرزه ای را برای محدوده های مورد نظر عملیاتی نمود. استنتاج و اعلام نظر بر اساس بی هنجارهای مشاهده شده نیازمند دانش، تجربه و رفتار شناسی گسترده لرزه ای نقاط مختلف ایران زمین است که باید اذعان نمود هنوز در شروع این راه طولانی هستیم.

## ۱۲-۱- نمودار تعداد کل رخداد ماهیانه زلزله های ۴ و بزرگتر و زلزله های کوچکتر از ۴ در شعاع ۱ درجه اطراف رومرکز زلزله ۴،۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

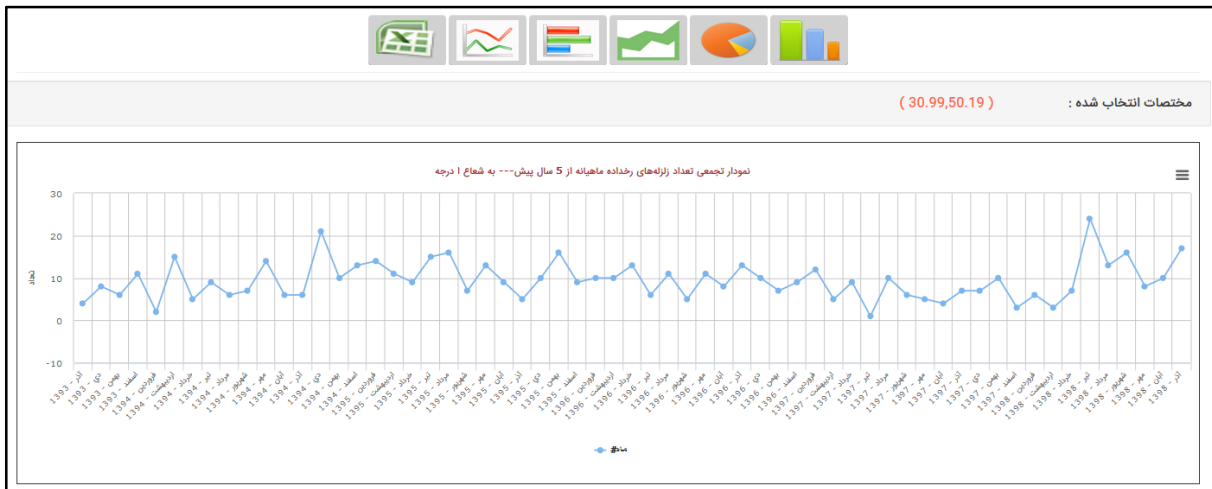
در شکل ۲۱ نمودارهای تعداد رخداد ماهیانه در دو حالت زلزله های کوچکتر از ۴ و زلزله های ۴ و بزرگتر از آن نشان داده شده است. نقطه مرکز ناحیه مورد نظر، مختصات رومرکز زلزله لیکک بوده که تا شعاع یک درجه (حدود ۱۰۰ کیلومتری) اطراف آن را در بر می گیرد. در نمودار شکل ۲۱ مشاهده می شود که تعداد زلزله های ۴ و بالاتر در آذرماه ۱۳۹۸ بالا رفته است که مربوط به رخداد زلزله های لیکک و پس لرزه آن است. نکته مهم بی هنجاری در تعداد رخداد زلزله های کوچکتر از ۴ در ماههای قبل از وقوع زلزله ۴،۶ است در شکل قابل مشاهده می باشد.



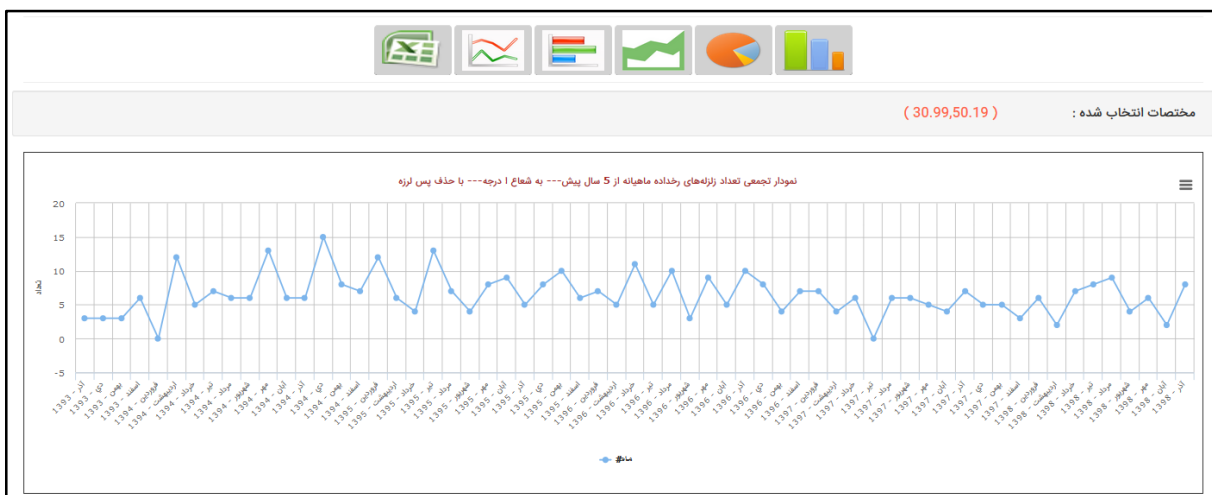
شکل ۲۱- نمودار تعداد کل رخداد ماهیانه زلزله های ۴ و بزرگتر و زلزله های کوچکتر از ۴ در شعاع ۱ درجه اطراف رومرکز زلزله ۴،۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد

## ۱۲-۲- نمودارهای رخداد ماهیانه زلزله ها از ۵ سال پیش تا زمان وقوع زلزله ۴،۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد در شعاع ۱ درجه (بدون حذف پس لرزه ها و با حذف پس لرزه ها)

نمودار تعداد رخداد ماهیانه زلزله ها در شعاع ۱۰۰ کیلومتری اطراف رومرکز زلزله لیکک بدون حذف پس لرزه ها در شکل ۲۲ و با حذف پس لرزه ها در شکل ۲۳ نشان داده شده است. مقایسه روند تغییرات رخداد زمین لرزه ها در بازه زمانی ۵ ساله در دو حالت بدون حذف پس لرزه ها و با حذف پس لرزه ها اطلاعات خوبی از رفتار لرزه ای محدوده رومرکز زلزله لیکک بدست می دهد. می توان گفت که تغییر رفتار لرزه ای و افزایش آن در چند ماه قبل از وقوع زلزله لیکک مربوط به پس لرزه ها بوده که در نمودار ۲۳ تعدد از نصف کمتر نشان داده می شود.



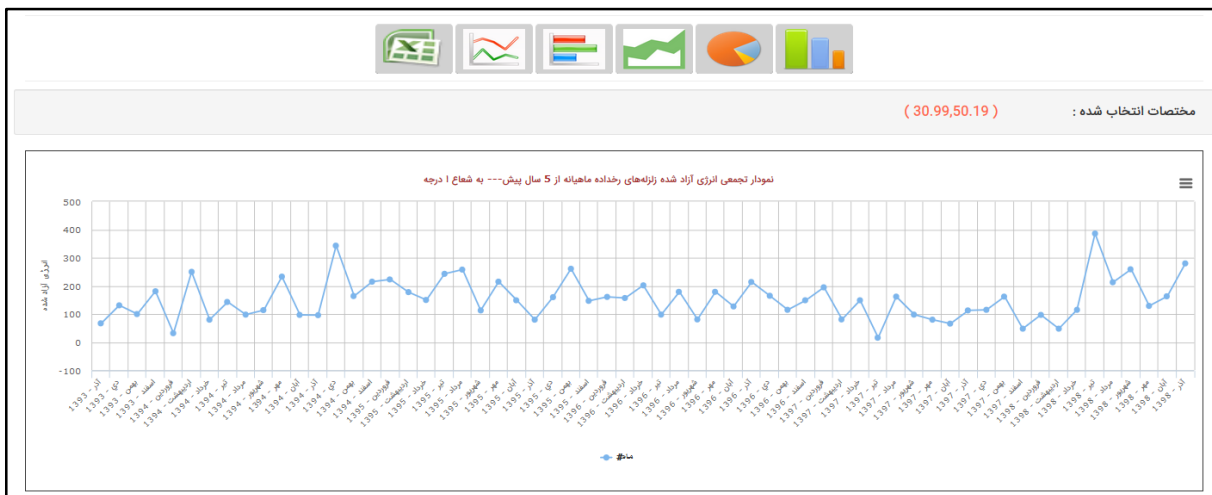
شکل ۲۲- نمودار رخداد ماهیانه زلزله ها از ۵ سال پیش تا زمان وقوع زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد در شعاع ۱ درجه) بدون حذف پس لرزه ها)



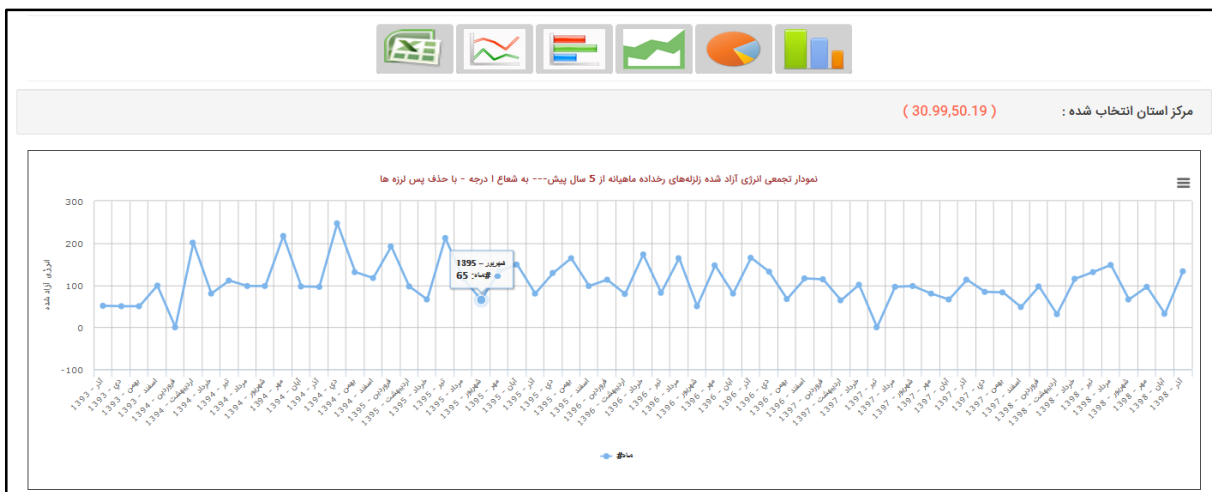
شکل ۲۳- نمودار رخداد ماهیانه زلزله ها از ۵ سال پیش تا زمان وقوع زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد در شعاع ۱ درجه) با حذف پس لرزه ها)

## ۱۲ - ۳- نمودارهای انرژی رخداد ماهیانه زلزله ها از ۵ سال پیش تا زمان وقوع زلزله ۴,۶ لیکک استان کهگیلویه و بویر احمد در شعاع ۱ درجه) بدون حذف پس لرزه ها و با حذف پس لرزه ها)

در شکل های ۲۴ و ۲۵ نمودارهای انرژی زلزله ها با هدف حذف اثر تعداد و تاثیر اثر بزرگی زلزله های رخ داده آورده شده است. روند تغییرات نظیر نمودارهای ۲۲ و ۲۳ می باشد و لذا می توان استنباط نمود که در این نقطه بین تعداد و بزرگی زلزله ها که در نمودارهای انرژی می توان آنها را تفکیک نمود، رابطه مستقیمی وجود دارد.



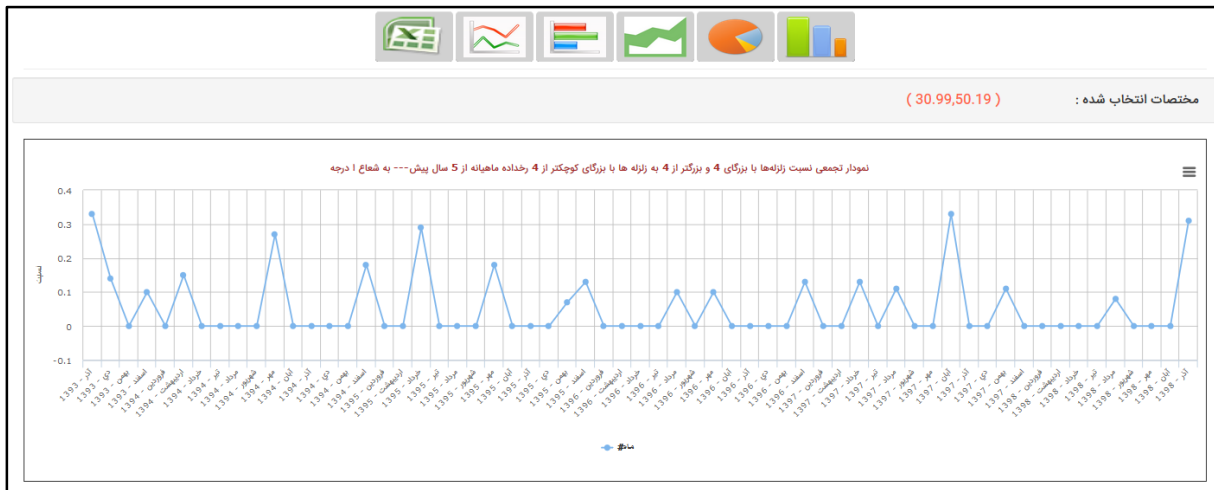
شکل ۲۴- نمودار انرژی آزاد شده زلزله‌های رخ داده ماهیانه از ۵ سال پیش تا زمان وقوع زلزله ۴,۶ لیکن استان کهگیلویه و بویر احمد در شعاع ۱ درجه (بدون حذف پس‌لرزه‌ها)



شکل ۲۵- نمودار انرژی آزاد شده زلزله‌های رخ داده ماهیانه از ۵ سال پیش تا زمان وقوع زلزله ۴,۶ لیکن استان کهگیلویه و بویر احمد در شعاع ۱ درجه (با حذف پس‌لرزه‌ها)

۱۲ - ۴- نمودارهای نسبت تعداد رخداد ماهیانه زلزله‌های ۴ و بالاتر به کوچکتر از ۴ از ۵ سال پیش تا زمان وقوع زلزله ۴,۶ لیکن استان کهگیلویه و بویر احمد در شعاع ۱ درجه (بدون حذف پس‌لرزه‌ها)

در شکل ۲۶ نمودار نسبت زلزله‌های ۴ و بالاتر به زلزله‌های کوچکتر از ۴ نشان داده شده است. این نسبت بطور عادی عددی کوچک خواهد بود ولی گاه در زمان‌های خاص که مصادف با رخداد زمین لرزه‌های تاثیرگذار است، نمودار مقادیر بیشتری را نشان می‌دهد. نحوه تغییرات زمانی این نسبت نیز می‌تواند در تحلیل رفتار لرزه‌ای مفید باشد. در ماه آبان ۱۳۹۷ و در ماه آذر ۱۳۹۸ نمودار دارای مقدار بیشینه نسبی شده است.



شکل ۲۶- نسبت تعداد رخداد ماهیانه زلزله‌های با بزرگی ۴ و بالاتر به زلزله‌های کوچکتر از ۴

### ۱۳- پیشنهادات

با توجه به لرزه خیزی بالای منطقه موارد زیر بعنوان پیشنهادات ارائه می گردد:

- در روستاهای اطراف رومرکز زلزله (۳۵ کیلومتری اطراف نقطه رومرکز) که مشتمل بر ۴۳۲ روستا می گردد، جمعیتی در حدود ۹۳ هزار نفر زندگی می کنند. واحدهای مسکونی روستائی اغلب از نوع بدون اسکلت می باشد که مقاومت لازم را در برابر زلزله ندارند و ضرورت دارد در مورد بهسازی واحدهای مسکونی منطقه تدبیر جدی اندیشیده شود. حدود ۱۶۰۰۰ واحد بودن اسکلت و حدود ۴۰۰۰ واحد مسکونی با اسکلت بیانگر شاخص کیفی واحدهای مسکونی گستره اطراف رومرکز زلزله لیکن است.

- آموزش های عمومی رفتار صحیح در برابر زلزله برای عموم مردم امر ضروری است. از عموم خوانندگان این گزارش درخواست می شود که کلاکت های آموزشی رفتار صحیح در برابر زلزله را که در سامانه سپلا، [www.sapla.ir](http://www.sapla.ir) و نیز در کانال تلگرامی [t.me/Dr\\_AliBeitollahi](https://t.me/Dr_AliBeitollahi) بازگذاری شده است را بطور مقتضی بازنشر نمایند تا سطح آموزش همگانی رفتار صحیح در برابر زلزله در کل کشور ارتقاء یابد.

- کلیه نقشه و اطلاعات این گزارش از سامانه سپلا قابل برگرفتن است. این سامانه، از جمله سامانه های منحصر بفرد و در سطح جهانی است که مشابه آن را در کمتر کشوری می توان مشاهده نمود. از همه پژوهشگران، کارشناسان، مهندسان، مدیران و کلیه علاقمندان و عموم مردم تقاضا دارد در جهت بهبود سطح کیفی سامانه پیشنهادات خود را به آیدی [@alibeitollahi](https://t.me/alibeitollahi) (در تلگرام و اینستاگرام) ارسال نمایند.