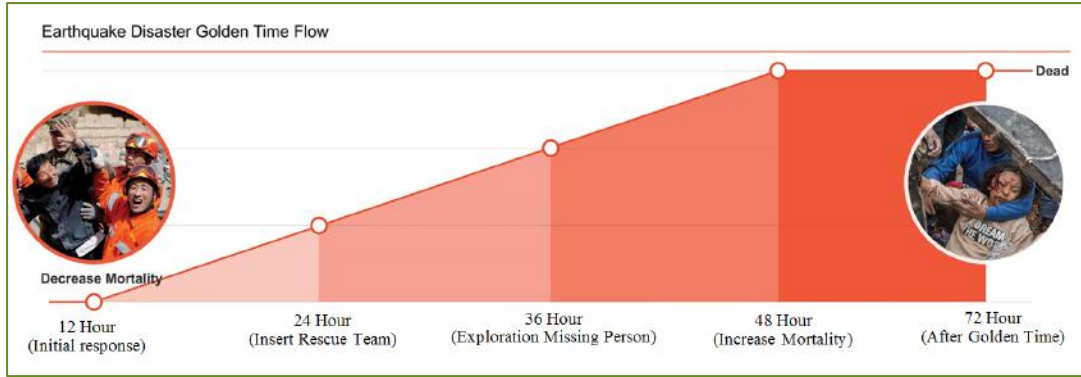


تهیه نقشه‌های شدت زمینلرزه و برآورد تلفات زلزله سرپل ذهاب

انوشیروان انصاری - عرفان فیروزی

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

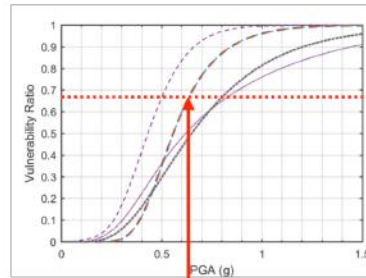
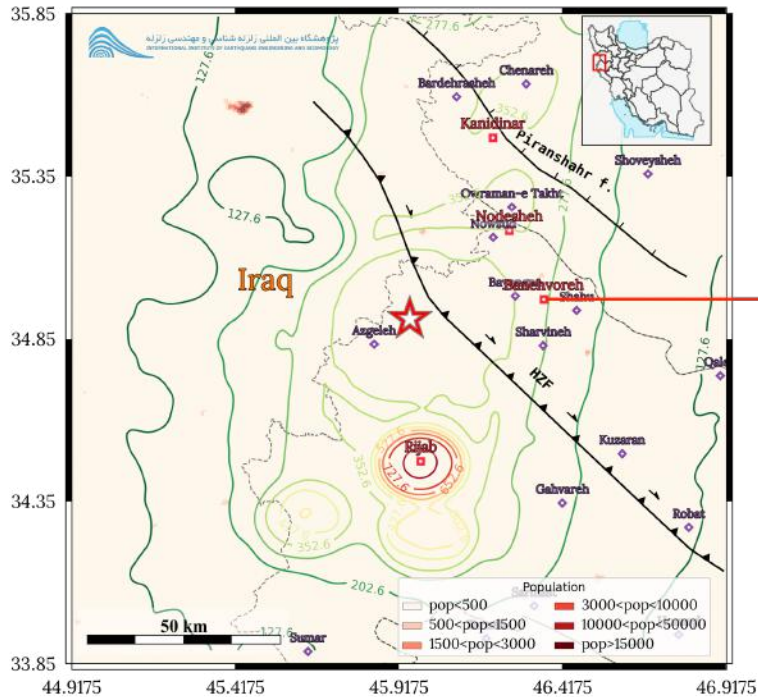
روند تخمین تلفات و خسارات پس از زمینلرزه



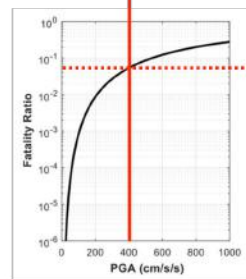
۷۲ ساعت
زمان طلایی امداد و
نجات پس از زلزله



اهمیت سامانه‌های تخمین سریع
خسارت و تلفات

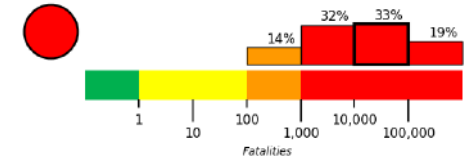


$$\times \text{Area}_{\text{buildingtype}} = \text{Damage}$$

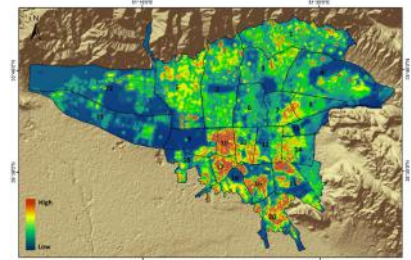
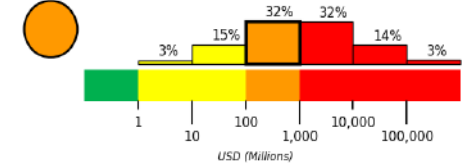


$$\times \text{Population} = \text{Fatality}$$

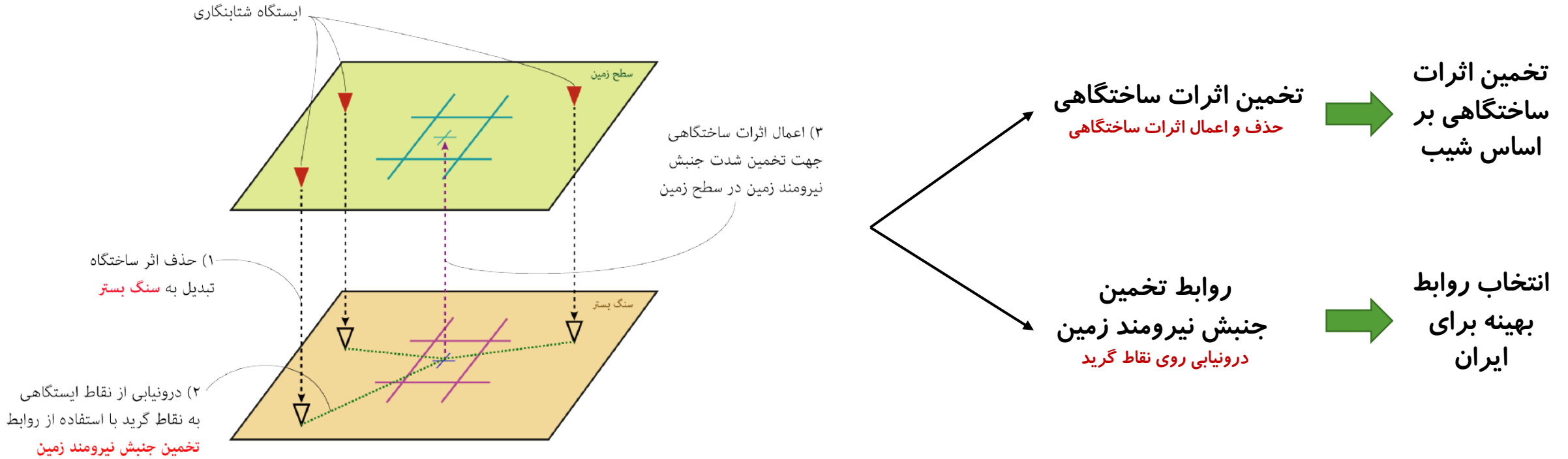
Estimated Fatalities



Estimated Economic Losses



روند محاسبات نقشه‌های شدت ShakeMap



انتخاب روابط تخمین جنبش نیرومند زمین بهینه

جدول (۳-۱) مهمترین ویژگی‌های روابط کاهندگی منتخب برای آزمون انتخاب روابط کاهندگی منتخب برای تهیه نقشه توزیع پارامترهای حرکتی

GMPE	Abbreviation	Region	Magnitude (M _w)	Distance metric (Km)	Period range	Site effect
Zafarani et al (2018)	Zetal18	Iran	4.0-7.3	0-200 (R _{jb})	0.0-4.0	Dummy variable (4)
Kotha et al (2016)	Ketal16	Middle East	4.0-7.6	0-200 (R _{jb})	0.0-4.0, PGV	V _{SS0}
Kale et al (2015)	Ketal15	Iran + Turkey	4.0-8.8	0-200 (R _{jb})	0-4.0, PGV	V _{SS0}
Bindi et al (2014)	Betal14	Europe and Middle East	4.0-7.6	0-300 (R _{jb})	0-3.0, PGV	Dummy variable (4)
Campbell and Bozorgnia (2014)	CB14	Global data with concentration on California	3.0-7.9	1-300 (R _{rup})	0-10 (PGV)	V _{SS0}
Boore et al (2014)	Betal14	Global data with concentration on California	3.0-7.9	0-400 (R _{rup})	0-10 (PGV)	V _{SS0}
Chiou and Young (2014)	CY14	Global data with concentration on California	3.5-7.9	1-300 (R _{rup})	0-10 (PGV)	V _{SS0}
Idriss (2014)	I14	Global data with concentration on California	4.5-7.9	1-200 (R _{rup})	0.01-10	V _{SS0}
Abrahamson et al (2014)	Aetal14	Global data with concentration on California	3.0-7.9	0-400 (R _{rup})	0-10, PGV	V _{SS0}
Akkar and Bommer (2010)	AB10	Europe and Middle East	5.0-7.6	0-100 (R _{jb})	0-3.0	Dummy variable (2)
Ghasemi et al (2009)	Getal09	Iran	5.0-7.4	0-500 (R _{rup})	0.05-3.0	Dummy variable (2)
Zhao et al (2006)	Zetal06	Japan + some other	4.9-7.2	0-280 (R _{rup})	0.0-5.0	Dummy variable (4)
Kanno et al (2006)	Ketal06	Japan + some other	5.0-8.0	1-400 (R _{rup})	0.0-5.0	Dummy variable (4)

ارزیابی

آزمونهای LH-LLH-EDR

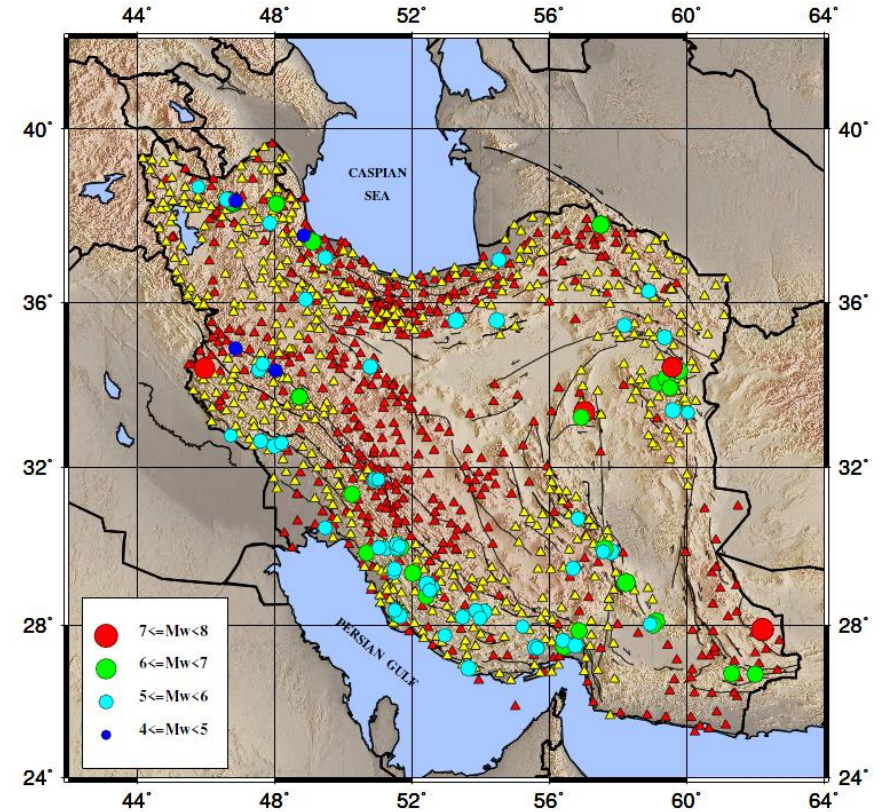


روابط برتر



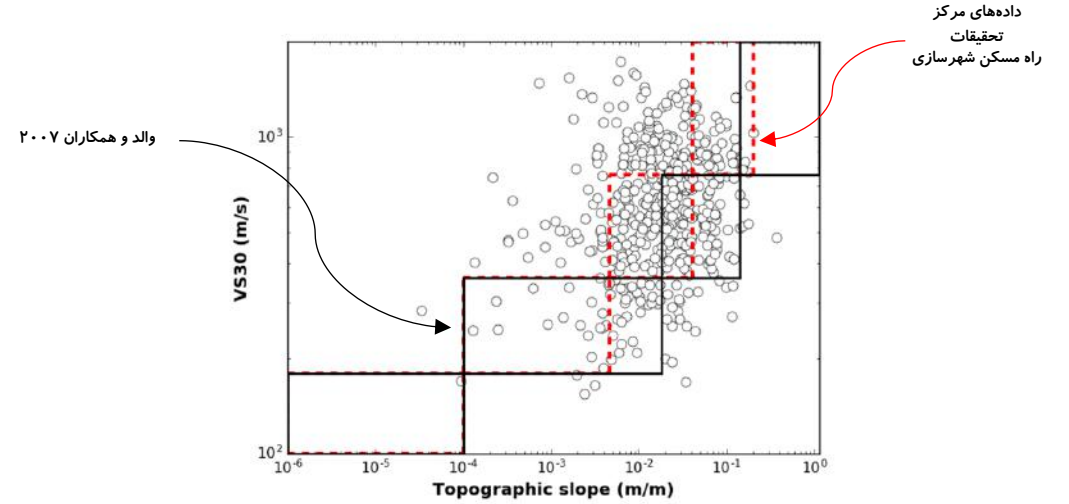
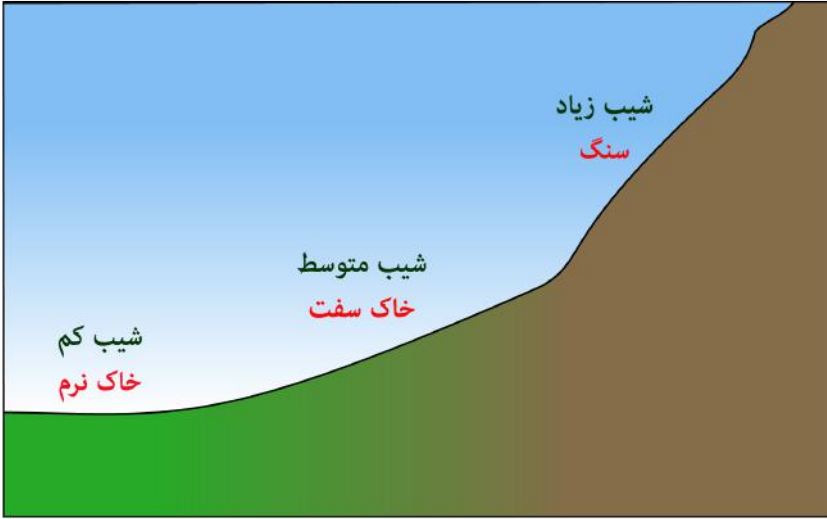
جدول (۳-۲) نتایج آزمون آماری برای تست روابط کاهندگی

Relation	MI	T=0 (Second)			LLH	EDR	weight
		NNR	STDNR	RANK			
Ketal16	0.74	0.74	B	1.147	1.50	0.078	
Ketal15	0.69	0.69	A	1.055	1.49	0.083	
AB10	-0.09	0.83	A	1.185	1.58	0.076	
Getal09	0.54	0.59	C	1.202	1.4	0.075	
I14	0.25	0.78	B	1.370	1.77	0.067	
CB14	0.53	0.8	D	1.261	1.53	0.072	
Betal14	0.52	0.78	C	1.277	1.33	0.071	
CY14	0.31	0.69	D	1.421	1.31	0.065	
Aetal14	0.43	0.69	C	1.302	1.56	0.070	
Zetal06	0.57	0.24	A	1.278	1.43	0.071	
Ketal09	0.62	0.12	B	1.231	1.85	0.074	
Zetal18	0.5	0.39	B	1.214	1.82	0.075	
H14	0.44	0.62	C	1.464	2.04	0.063	



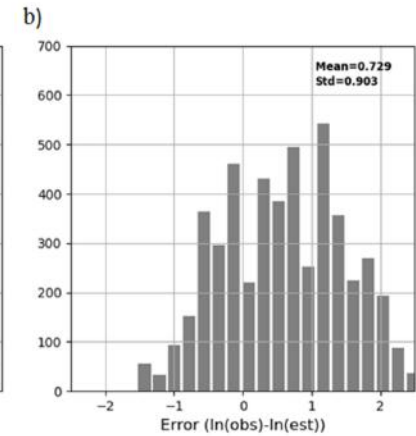
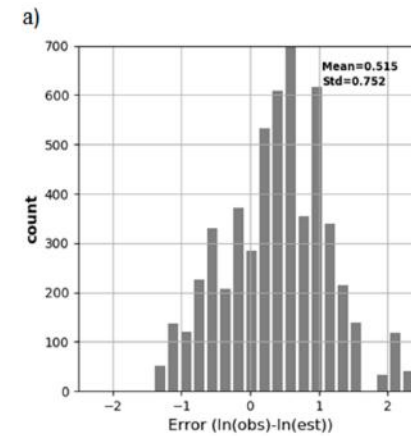
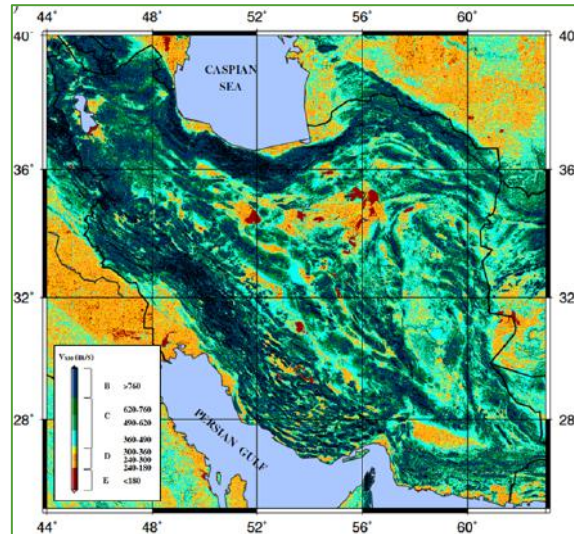
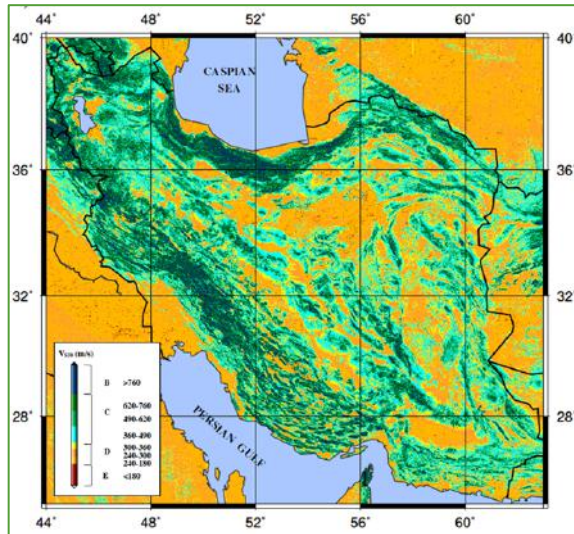
وزن نهایی روابط کاهندگی انتخاب شده برای تهیه نقشه توزیع پارامترهای حرکتی زمین ایران

GMPEs	Weight (PGA, SA)
Ketal15	0.215
Ketal16	0.205
AB10	0.200
Zetal06	0.195
I14	0.185



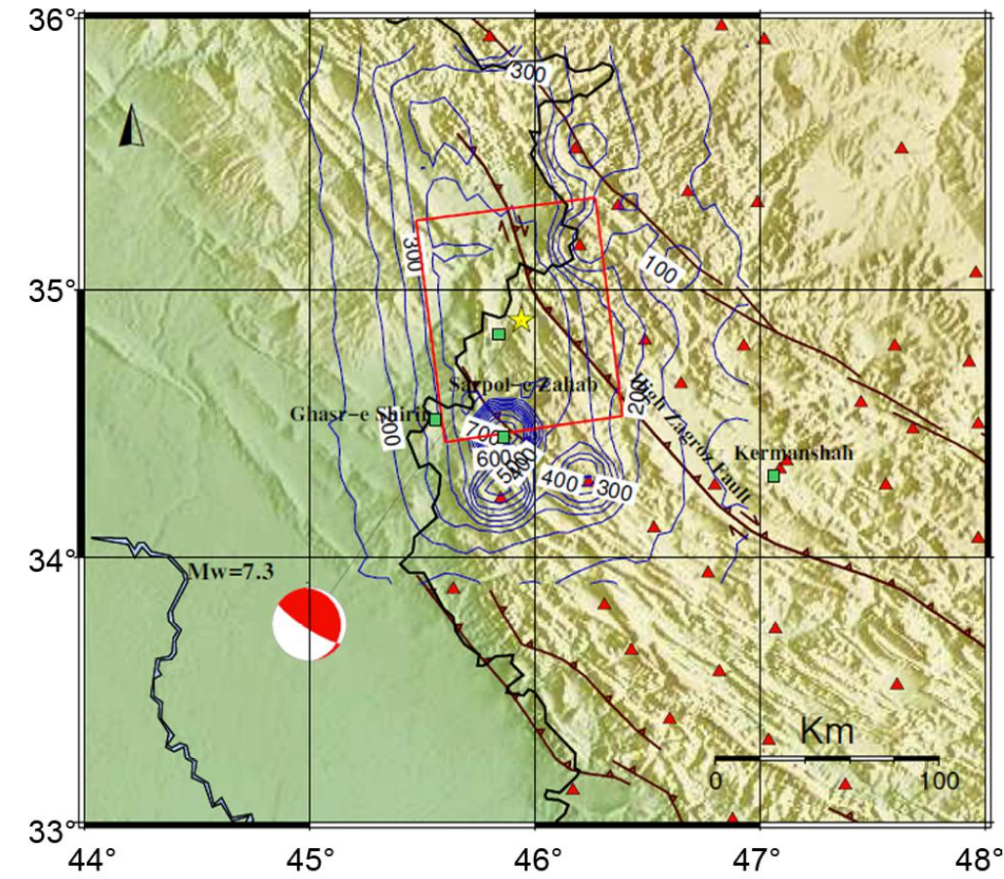
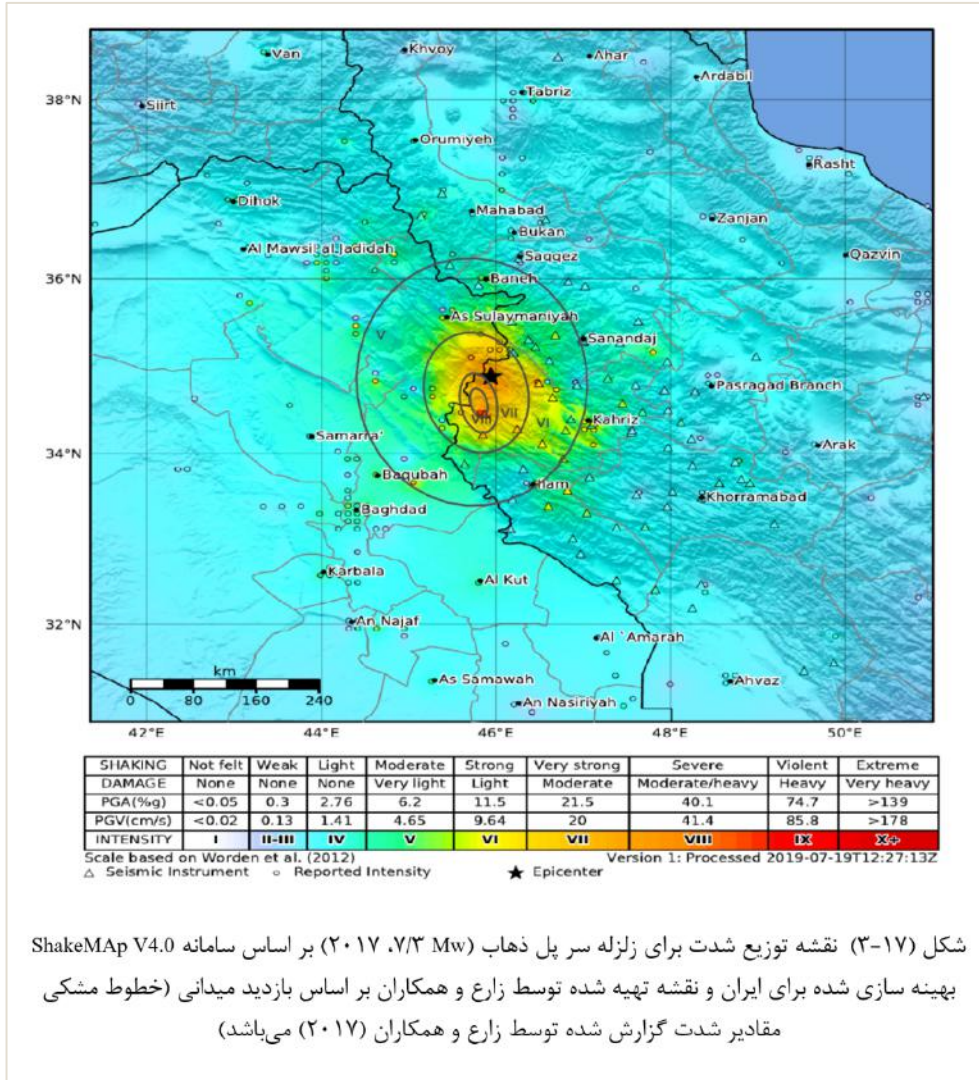
والد و همکاران ۲۰۰۷

داده‌های مرکز تحقیقات راه مسکن شهرسازی



شکل (۱۳-۳) هیستوگرام توزیع مقادیر باقیمانده (لگاریتم مقادیر مشاهده شده و مقادیر تخمینی) بر اساس (a) معیار آرایه شده توسط والد و آلن (۲۰۰۷) و (b) معیار آرایه شده در این رساله

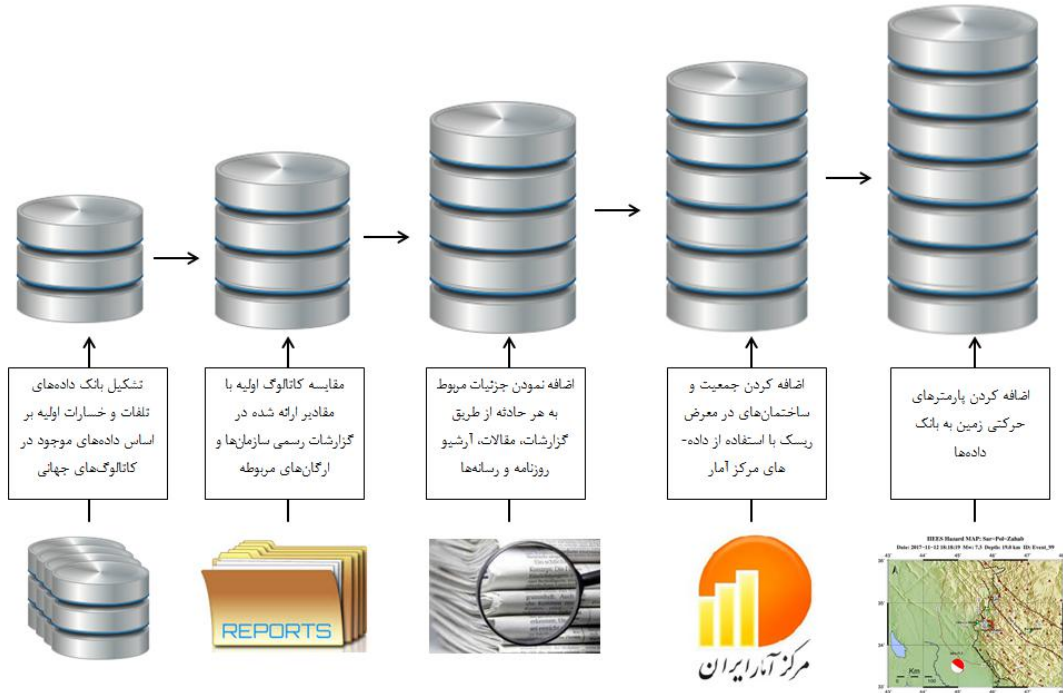
نقشه شدت زلزله سرپل ذهاب



شکل (۱۷-۳) نقشه توزیع شدت برای زلزله سرپل ذهاب (۲۰۱۷، ۷/۳ Mw) بر اساس سامانه ShakeMap V4.0
 بهینه سازی شده برای ایران و نقشه تهیه شده توسط زارع و همکاران بر اساس بازدید میدانی (خطوط مشکی
 مقادیر شدت گزارش شده توسط زارع و همکاران (۲۰۱۷) می باشد)

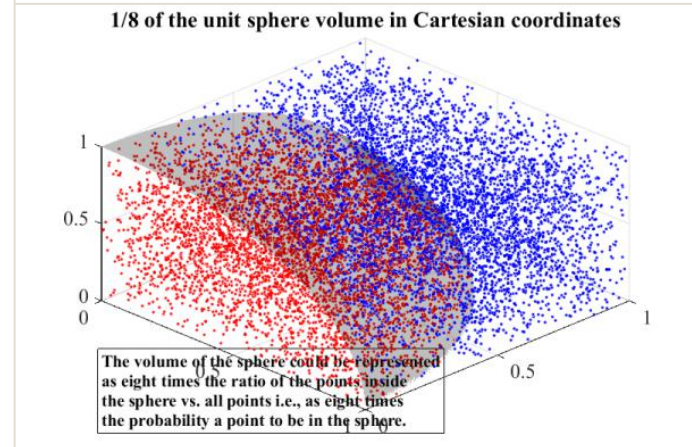
تهیه بانک اطلاعاتی تلفات زمینلرزه‌های ایران

شبیه‌سازی مونته کارلو برای در نظر گرفتن عدم قطعیت تلفات



جدول (۵-۹) تعداد تلفات در زلزله های رخ داده در ایران از سال ۱۹۶۲ میلادی که در منابع مختلف ارائه شده است (اعداد فازی معادل تلفات نیز ارائه شده است)

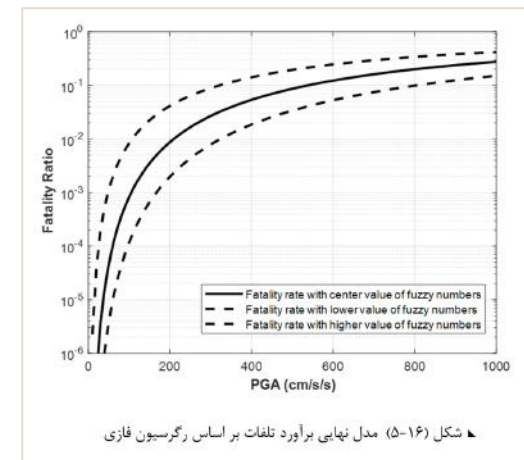
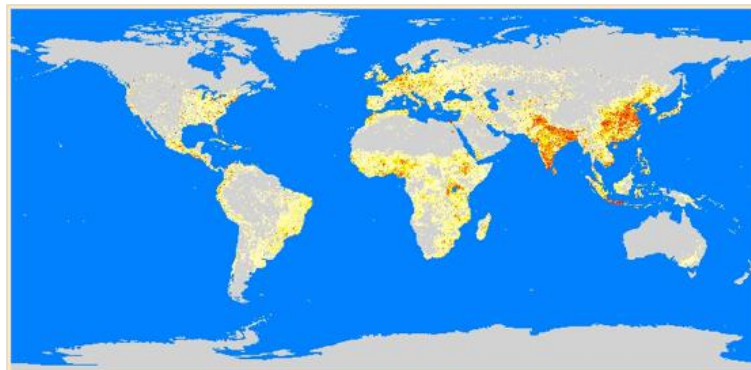
id	Year	Month	Day	Longitude	Latitude	Mw	UTSU	NGDC	FDE	News paper	a1	a2	a3
1	1962	4	1	58.87	33.21	5.7	2	5	-	2	1	2	5
2	1962	9	1	49.8	35.7	7	12225	12225	-	13900	12000	12225	13900
3	1962	10	5	51.716	38.205	5.7	6	6	-	4	3	4	6
4	1963	3	31	57.97	37	5.4	4	4	-	4	3	4	5
5	1963	7	29	35.6	27.8	5	5	5	-	5	4	5	6
6	1965	2	10	47.09	37.66	5.1	20	20	-	7	7	20	25
7	1968	4	29	44.193	39.228	5.7	61	38	-	48	45	48	61
8	1968	8	31	58.97	34.11	7.1	15000	10488	-	-	10000	10488	15000
9	1968	9	1	44.134	39.091	5.1	990	700	-	-	650	700	900
10	1969	1	3	57.81	37.11	5.5	50	50	-	50	45	50	55
11	1970	3	14	44.71	38.59	5.2	5	5	-	5	4	5	6
12	1970	7	30	55.92	37.85	6.3	250	220	-	-	210	220	250
13	1971	2	14	55.72	36.64	5.7	1	1	-	-	0	1	2
14	1971	4	12	56.61	28.26	5.9	1	1	-	-	1	0	1
15	1971	8	9	52.757	36.204	5.6	1	1	-	-	1	0	1
16	1972	4	10	52.47	28.39	6.7	3010	30000	5054	1445	-	-	5044
17	1975	11	11	53.99	31.54	5.5	1	1	-	-	0	1	2
18	1975	3	7	56.23	27.48	6.1	7	7	-	7	6	7	8
19	1975	9	21	51.017	31.572	5.3	2	2	-	-	1	2	3
20	1976	11	7	59.21	33.85	6	17	17	17	16	15	16	17



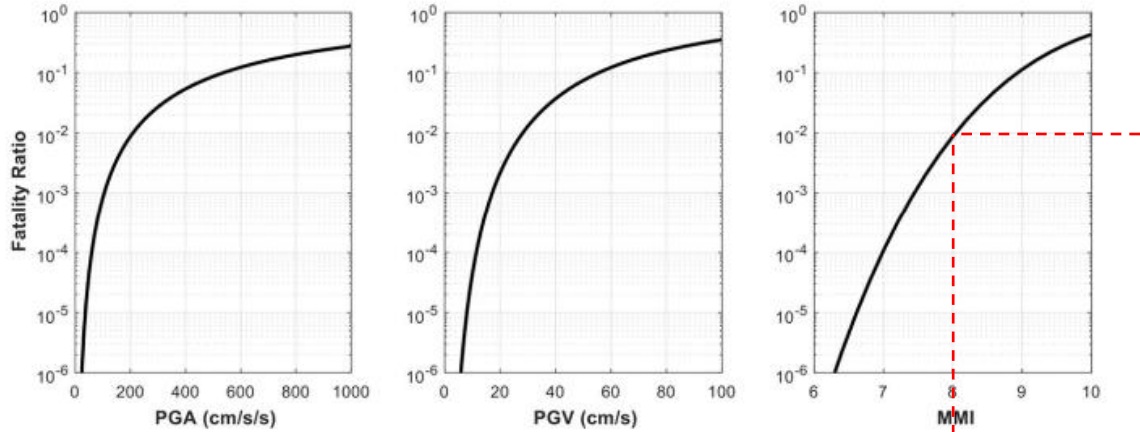
داده های مرکز آمار



LandScan



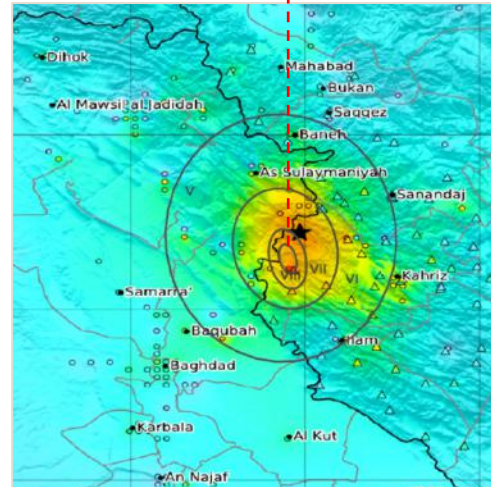
تخمین تلفات زلزله سرپل ذهاب



نرخ ۰.۰۰۹



جمعیت سرپل ذهاب در سال ۹۵: ۸۵۰۰۰ نفر
 برآورد تلفات در زلزله سرپل ذهاب: ۷۵۰ نفر
 تلفات گزارش شده: حدود ۴۰۰ نفر



No.	Event name	mm/dd/yyyy	Death records	Estimated fatality by log-linear model	Estimated fatality by exponential model	Estimated fatality by cumulative normal distribution model
1	Gir-Karzin	04/10/1972	5044	6972	7057	3824
2	Khorgoo	03/21/1977	165	68	69	117
3	Qaen	11/14/1979	242	74	76	138
4	Sirch	07/28/1981	1202	2742	2291	1246
5	Qaen-Ardakul	05/10/1997	1568	2418	2069	1570
6	Bam	12/26/2003	26000	19596	18127	24668
7	Dahooye-Zarand	02/22/2005	490	262	298	651
8	Ahar-Varzaghan	08/11/2012	253	451	481	917
9	Sarpol-zahab	12/11/2017	604	913	921	1321

با تشکر



پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله