

## گزارش مقدماتی شناسائی مناطق زلزله زده

دکتر مهدی زارع

استادیار زلزله شناسی مهندسی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران، صندوق پستی 3913/19395

e-mails: [mzare@iiees.ac.ir](mailto:mzare@iiees.ac.ir)

### 1- مقدمه

زمینلرزه 5 دیماه 1382 بم در ساعت 5:26:26 به وقت محلی (ساعت 1:26:26 روز 26 دسامبر 2003 به وقت بین‌المللی GMT) در شهر تاریخی بم در جنوب شرقی کشور و در جنوب شرقی کرمان رخ داد (شکل-1). این زلزله در ساعات آغازین بامداد که اکثر ساکنان بم خواب بودند اتفاق افتاد، که این مساله را می توان به عنوان یکی از عوامل تشدید تلفات جانی در نظر گرفت. آمار تلفات رسمی بیش از 25000 نفر و مجروحان حدود 50000 نفر اعلام گردید. بیش از 100000 نفر نیز بی خانمان شدند. کانون زمینلرزه - بر اساس اطلاعات کسب شده از لرزه اصلی و پس‌لرزه‌ها توسط لرزه نگارها و شتابنگارهای مستقر در بم - در محدوده شهر بم واقع بوده است. بر اساس بررسی های انجام شده بخشی از گسل بم که از کنار شهر بم عبور می کند در این زلزله فعال شده است.

شهر بم در استان کرمان - یکی از بزرگترین استانهای کشور با مساحت 186422 کیلومتر مربع - واقع است. جمعیت بم هنگام زلزله 1382 حدود 100000 نفر تخمین زده می شود. شهر بم با ارگ تاریخی بم با بیش از 2000 سال قدمت شناخته می شود. ارگ بم بزرگترین مجموعه خشتی - گلی در جهان است (شکل-2). این بنا تاریخی بر روی تپه ای از ماسه سنگی در کنار جاده ابریشم قرار گرفته است. مساحت ارگ بم 6 کیلومتر مربع است. این بنا تاریخی اطلاعات دقیقی از رمان ساخت ارگ بم در دسترس نیست ولی بر اساس متون تاریخی قدمت آن به بیش از 2000 سال قبل می رسد. علی رغم اینکه این بنا چندین بار در طی تاریخ به صورت موضعی تعمیرات جزئی شده است، و لی این اولین بار بود که در اثر یک زمینلرزه به این صورت ویران گردید. ارگ تاریخی بم تا حدود 150 سال قبل مسکونی بوده است.

### 2- وضعیت لرزه زمینساختی پهنه زلزله زده بم

#### 2-1- وضعیت عمومی

منطقه زلزله زده بم در جنوب شرقی ایران در یک پهنه فعال لرزه خیز واقع است (جدول 1- فهرست زمینلرزه‌های بم در شعاع 100 کیلومتر را نشان می دهد.) از خود شهر بم هیچ زمینلرزه تاریخی تا پیش از 5/10/1382 گزارش نشده است. به سوی شمال غرب بم 4 زمینلرزه بزرگ با بزرگای بیش از 5/6 بین سالهای 1360 تا 1377 در ناحیه گلباف و سایر رخ داده است. روند عمومی گسلهای اصلی (از جمله گسل بم با طول کلی حدود 100 کیلومتر) شمالی - جنوبی با کمی تمیل به سوی غرب، و همچنین شمال غربی - جنوب شرقی است. (شکل 3-). این دو سامانه گسله در ناحیه غربی دشت لوت با هم تلاقی می کنند. گسلهای با روند شمالغربی جنوب شرقی (گسلهای کوهبنان و زاویر) با گسلهای با راستای شمالی - جنوبی (گسلهای گلباف، نیند، چهار فرسخ، گوک، سروسستان و بم) مرز غربی ناحیه لوت را مشخص می نمایند. گسل گوک در همین ناحیه در رخدادهای زمینلرزه‌های 1360 گلباف و سایر رخ فعال گردید. این گسل زلزله‌های دیگری را در سالهای 1368 و 1377 موجب شد. سامانه گسلهای غرب دشت لوت موجب یک اختلاف ارتفاع ساختاری قائم در حدود 4000 متر ایجاد نموده اند. اکثر زمینلرزه‌های یاد شده در فوق با گسیختگی سطحی نیز همراه بوده اند. سازو کار ژرفی این زلزله‌ها به صورت راستالغز و فشاری گزارش شده است.

#### 2-2- سازوکار زمینلرزه بم

بر اساس داده‌های سازو کار ژرفی (وب سایت مرکز ملی اطلاعات زمینلرزه NEIC) سازوکار ژرفی این زلزله به صورت کاملاً امتداد لغز بوده است (شکل-3). این سازوکار با سازوکار گسل بم در راستای شمالی - جنوبی به صورت راستالغز راستگرد منطبق است.

#### 2-3- پارامترهای چشمه لرزه زا

بر اساس تخمین گشتاور لرزه ای، بزرگای زلزله بم  $M_w = 6.5$  برآورد گردید. همچنین ژرفای کانونی زلزله بم بر اساس مشاهده نگاشت لرزه اصلی و پس‌لرزه‌ها 8 کیلومتر برآورد می شود.

#### 2-4- گسیختگی سطحی

گسل بم با راستای عمومی شمالی - جنوبی از نزدیکی شهر بم (شکل های 1 و 4) عبور می کند. این گسل در شرق بم از کنار شهر بروات عبور می نماید. گسیختگی های سطحی ایجاد شده پس از زلزله بم در پیرامون شهر بم و بین شهرهای بم و بروات مشاهده شد (شکل 4) این گسیختگی های سطحی به صورت فروچاله نیز در شهر بروات قابل مشاهده است (شکل 5-).

## 2-5- نبود لرزه ای

لرزه خیزی تاریخی بم نشان می دهد که هیچ زمینلرزه تاریخی از بم گزارش نشده است. به نظر می رسد که زمینلرزه بم در 5/10/1382 پایان این نبود لرزه ای در راستای گسل بم باشد. این نبود لرزه ای را می توان بر اساس سالم ماندن ارگ تاریخی بم در طول بیش از 2000 سال توجیه نمود.

## 3- جنبش شدید زمین

داده‌های شتابنگاری از زمینلرزه بم در 18 ایستگاه شبکه ملی شتابنگاری ایران ثبت شده است (وب سایت مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن). نگاشت بدست آمده در ایستگاه بم بیشینه شتاب تصحیح نشده افقی با ترتیب 0.8g و 0.7g بر روی مولفه‌های افقی شرقی - غربی و شمالی - جنوبی نشان می دهد. همچنین بیشینه شتاب تصحیح نشده 0.98g روی مولفه قائم نشان می دهد. مشاهدات اولیه جنبش زمین در ایستگاه بم و همچنین بررسی خرابی ها در بم نمایانگر اثر جهت پذیری قائم به دلیل فرار گیری در حوضه نزدیک گسل است. این اثر را می توان با مشاهده نگاشت مولفه قائم و تغییر مکانهای شدید به سمت بالا و پائین در هنگام لرزه اصلی بم و از سوی دیگر با تغییر مکانهای شدید در راستای عمود بر گسل (شرقی- غربی) توجیه نمود. خرابی ساختمانها و دطور منازل در جهت های یاد شده و همچنین اظهارات اهالی از نوع جنبش و تکانهای احساس شده نمایانگر چنین اثری می باشد.

## 4- شدت رومرکزی و بررسی پهنه‌های هم لرز

شدت رومرکز مهلرزه ای زلزله مخرب 5/10/1382 بم (شکل 6- ) در بم حد I=IX در مقیاس شدت مهلرزه ای EMS98 برآورد می شود. شدت زلزله در براوات I=VIII و در محدود ارگ جدید و فرودگاه بم در حد I=VI-VII و در کرمان و ماهان حدود I=IV-V برآورد گردید. در راستای عمود بر گسل کاهندگی سریع جنبش شدید زمین و شدت زمینلرزه نمایان است به نحوی که خرابی ها عمدتاً به ناحیه شهری بم محدود می گردد.

## 5- جمع بندی از جنبه‌های زلزله شناسی زلزله بم

زلزله بم با بزرگای گشتاوری 6.5 (با محاسبه گشتاور لرزه ای) در اثر جنبائی مجدد گسل بم رخ داد و شهر بم را به دلیل اثر حوزه نزدیک گسل ویران نمود. گسیختگی های سطحی بین بم و بروات مشاهده شد. ژرفای کانونی 8 کیلومتر با در نظر گرفتن لرزه اصلی و پس لرزه‌ها برای این زلزله برآورد می شود. بیشینه شدت در پهنه رومرکز مهلرزه ای (شهر بم) در حد 9 (در آستانه تخریب کامل) تخمین زده می شود. اثر حوزه نزدیک موجب جهت پذیری قائم و مشاهده جنبش های شدید در مولفه‌های قائم و عمود بر گسل (شرقی - غربی) شده است.

## جدول-1 - فهرست زمینلرزه‌های گستره بم به شعاع 100 کیلومتر

Table-1 : Seismicity of the Bam region, within a 100km distance from the city of Bam:

Date			Time			Coordinates		FD	mb	Ms	Mw	Efa	Ref	Region
Y	M	D	HH	MM	SS	Lat.N	Lon.E							
1948	07	05	13	53		29.460	57.780	0	5.9	6.0	.0	Amb		Gowk
1962	09	29	06	54	00	28.290	57.480	83	5.5	.0	.0	N.US		
1964	05	11	06	07	38	28.220	57.390	73	5.3	.0	.0	N.IS		
1964	08	27	11	58	39	28.160	58.830	50	5.1	.0	.0	N.IS		
1976	11	13	10	12	36	28.250	57.340	62	5.0	.0	.0	ISC		
1981	06	11	07	24	25	29.895	57.718	30	6.6	6.0	.0	*	ISC	Golbaf
1981	07	28	17	22	23	29.987	57.770	11	5.9	7.0	.0	*	ISC	Sirch
1981	10	14	09	12	39	29.900	57.758	43	5.2	.0	.0	ISC		
1982	10	15	02	53	55	28.280	57.398	83	5.0	.0	.0	ISC		
1983	01	31	18	56	53	28.919	57.318	133	5.0	.0	.0	ISC		
1984	10	11	05	09	27	29.539	58.030	48	5.1	.0	.0	ISC		
1986	07	25	10	08	09	28.068	57.303	69	5.2	.0	.0	ISC		
1989	11	20	04	19	04	29.880	57.721	18	5.5	5.7	5.9	ISC		South Golbaf
1998	06	10	08	30	16	28.227	58.507	113	5.0	.0	.0	ISC		

Figures:



**Bam Earthquake of December 26, 2003, Mw 6.5**

. شکل-1: گستره زلزله زده بم



شکل-2: ارگ تاریخی بم در قبل و پس از زلزله 5/10/1382.



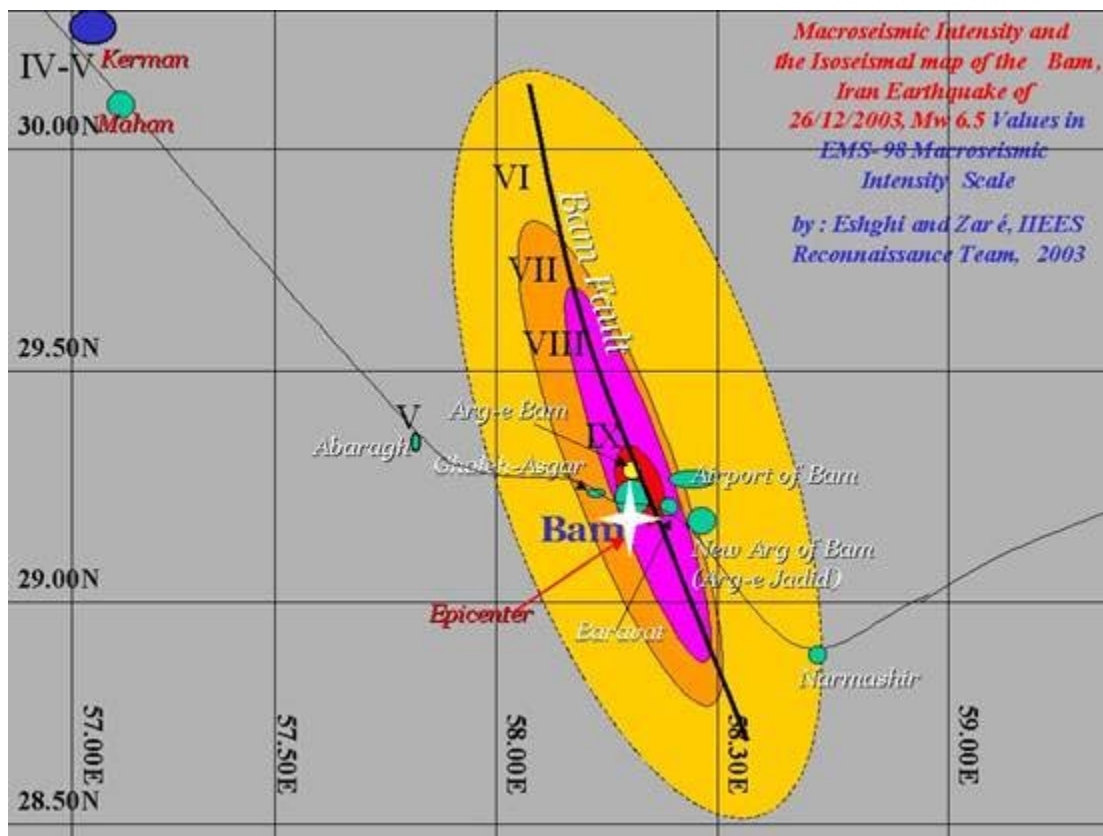
شکل - 3 : نقشه گسلهای پهنه زلزله زده بم .



شکل -4: گسیختگی های سطحی در راستای گسل بم



شکل-5: فروچاله ایجاد شده در بروات در نزدیک گسل بم



شکل -6: نقشه هم شدت زلزله بم



شکل-7: نمونه خرابی در بم



شکل-8: نمونه خرابی در بروات