مقایسه میزان سرعت موج برشی(VS) و میزان تخریب در ساختگاه شهر بم در زمینلرزه ۵ دی ماه ۱۳۸۲

نوشین نراقی عراقی[۱]،دکتر سعید هاشمی طبا طبایی[۲] و دکتر علی بیت اللهی[۳]

چکیده

هر چه لایه های سطحی نرم تر باشند بزرگنمایی امواج زلزله در آن بیشتر بوده و این تخریب حاصله را بیشتر می نماید، از طرفی دیگر برای برآورد میزان نرمی یا سختی لایه ها از دید گاه ژئوفیزیکی معیار مناسبی به نـام سـرعت مـوج برشـی وجـود دارد.در این پژوهش سرعت موج برشی در لایه اول توسط ۸۰ پروفیل لرزه ای شکست مرزی در منطقه بم محاسبه مـی شـود سپس این منطقه بر اساس سرعت موج برشی پهنه بندی می گردد. نقشه خرابی زلزله ۵ دی ماه ۱۳۸۲ شـهر بـم کـه بلافاصـله پس از زلزله تهیه شده است ودارای سه محدوده از نظر خرابی می باشد با سرعت موج برشی در لایه ها مقایسـه اسـت. طبـق انتظار در نقاط کم سرعت میزان تخریب بیشتر باید باشدو بالعکس درحالیکه در بعضی نقاط ایـن اتفـاق نمـی افتدکـه ممکـن است به دلیل نوع ساخت وساز، فاصله از گسل،عمق سنگ کف وعوامل دیگر باشد.

کلید واژه ها: موج برشی،لایه سطحی،لرزه شکست مرزی،تخریب،بم.

Comparison between Shear Wave Velocity in Bam Area and Destroyed Area in 26 th Dec 2003 Earthquake

Nooshin Naraghi- Araghi,Dr .Saeed Hashemi Tabatabi and Dr. Ali Beitollahi

Abstract

In soft soil surface layer the intensity of seismic waves are more and it causes more destruction. On the other hand in geophysical aspect, for estimation of softness or hardness of layers there is a suitable scale that named shear wave velocity.

In this research, shear wave velocity in the first layer is calculated by 80 refraction seismic profiles in Bam. This area is zoned by shear wave velocity. Destroyed map of the 26th of Dec 2003 earthquake that has been immediately prepared .is compared with the shear wave velocity in the first layer and significant results achieved .as we know in low velocity zones destruction must be more and vice versa, but somewhere that is not happen, as we guess it is for kind of construction, distance to fault, depth of bed rock and etc.

Keywords: Shear wave, Surface layer, Refraction, Destruction, Bam.

[۱]- دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال Nooshin_na@yahoo.com

[۲]- عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات مسکن Htabatabaei@bhrc.ac.ir

[۳]- عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات مسکن ali.beitollahi@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه:

لرزه سنجی برای اولین بار در سال ۱۹۲۰بکـار گرفتـه شد.در ابتدا با توسعه روشهای متداول زلزلـه شناسـی ایـن کار صـورت گرفـت.در ژئوفیزیـک کـاربردی روش هـای بازتابی عموماجهت اکتشافات عمیـق از جملـه اکتشـافات منابع هیدروکربوری مورد استفاده قـرار مـی گیردولـی در مطالعات مهندسی روش انکساری بیشترین کـاربرد را دارد .روش انکساری عبارت است از ایجـاد امـواج لـرزه ای و اندازه گیری زمان لازم برای رسیدن امواج از چشمه ها بـه یک سری ژئوفون که معمولا در امتداد یک خـط مسـتقیم به سوی چشمه ها چیده می شوند. با معلـوم بـودن زمـان سیر موج تا ژئو فون های مختلف و سرعت امواج، مسـیر امواج لرزه ای را می تـوان شناسـایی کـرد.وقتـی سـرعت لحظه ای با عمق افزایش می یابد ،انرژی از طریق شکست مرزی سطح زمین بر می گردد و اندازه گیری هـای زمـان سیر بر حسب فاصله را به نموداری از سـرعت نسـبت بـه عمق تبدیل کرد(چاوبی ،۲۰۰۲).

زمین شناسی منطقه

موقعیت جغرافیای بخش مرکزی شهرستان بم در ′۴۲ °۵۷ تا′ ۰۵ °۵۹ طول شرقی و ′۳۲ °۲۸ تا ۳۸ °۲۹ عرض شمالی قرار دارد. ارتفاع شهر از سطح دریا ۱۷۶۰ متر است. این شهرستان در جنوب شرقی ایران و در شرق استان کرمان واقع شده است.

چهار گوش بم در برگیرنده مجموعه‌ای از سنگهای تریاس پسین تا زمان کنونی است که با پیچیدگی چینه‌شناسی و ساختاری همراه است. ادامه جنوب گسل نایبند با داشتن روند عمومی شمالی- جنوبی از بخش خاوری ناحیه می‌گذرد. مقایسه سنگهای هم زمان در پیرامون گسل نایبند نشانگر آن است که این گسل حداقل از زمان تریاس تا زمان نئوژن در تحولات زمین شناسی ناحیه نقش داشته و تغییرات چینه شناسی و زمین ساختی عمده‌ای را سبب شده است. کهن‌ترین سنگهای ناحیه از نوع رسوبات آواری به سن تریاس پسین دوران ژوراسیک است که با سازندهای نایبند- شمشک، بادامو و هجدک هم ارز بوده‌اند. بیشتر نهشته‌های کرتاسه از نوع سنگهای کربناتی است که گستره پهناوری را زیر پوشش دارد. هم ارزی سنگهای کرتاسه موجود در هر دو سوی گسل نایبندگویای شرایط رسوبی متفاوت در زمان کرتاسه است. در جنوب غربی، مجموعه‌ای از سنگهای اولترا بازیک و بازیک وجود داردکه با آمیزه‌ای رنگین در خور سنجش بوده و کربنات‌های همراه آنها به سن کرتاسه پایانی است. در کوه سه کنج بخش کمی از رسوبها از نوع انباشته‌های توربیدیتی فلیشی، نشانگر پالئوسن است. در غرب گسل نایبند وابستگی کنگلومرای کرمان با سنگهای منسوب به زمان ائوسن بیشتر از نوع مجموعه‌های ولکانیکی کمربند ارومیه دختر است. ردیفهای پیاپی و قائم این سنگها با تفاوتهای رخساره‌ای قابل توجهی همراه است که همین امر سبب گردیده تا سنگهای خاور گسله نایبند سنگهای ائوسن همچنان متشکل از سنگهای ولکانیکی و پلوتونیکی است که بلندیهای شمال باختری بم را پدید آورده است. سنجش و هم ارزی این ولکانیک‌ها با مجموعه‌های یاد شده دشوار است.سنگهای الیگوسن پائینی بیشتر از نوع مارن، کنگلومرا و ماسه سنگ است که با سازند قرمز پائینی هم ارز می‌باشد. رسوبهای الیگوسن بالایی بیشتر از سنگ آهکهایی به رنگ روشن درشت شده که برابر سازند قم می‌باشد. سازند قرمز بالائی به سن میوسن و متشکل از لای سنگ با لایه‌های ستبر سنگ است که بطور ناحیه‌ای با ولکانیک‌های آندزیتی پوشیده شده است.دومین فعالیت ماگمایی زمان میوسن منجر به جایگیری توده‌های نفوذی از نوع گرانیت، گرانودیوریت و مونزونیت شده است. سنگهای پلیوسن متشکل از ماسه سنگ، کنگلومرا با درجه سیمان شدگی ضعیف و همراه با افقهای توفیتی است. افزون بر سنگهای رسوبی، بخشی از سنگهای پلیوسن ناحیه از نوع توده‌های نفوذی با ژرفای کم است. درناحیه لوت رسوبهای پلیوسن بیشتر سیلت و مارنهای سخت نشده و افقی بنام سازند لوت است. نهشته‌های کواترنری که نواحی پست ناحیه را زیر پوشش دارند بیشتر شامل

Archive of SID

www.SID.ir

رسوب‌های آبرفتی، پهنه‌های ماسه‌ای و کفه‌های نمکی است (امینی ۲۰۰٤).

ارزیابی و تفسیرداده های صحرایی

عملیات لرزه نگاری انکساری شهرستان بم که به منظور بررسی سرعت امواج طولی و عرضی، تعیین ضریب پواسون و ضرایب دینامیکی برای لایه های تشکیل دهنده سطحی و کم عمق زمین در محدوده شهر بم آغاز گردید.

دستگاه مورد استفاده لرزه نگاشت ABEM مدل MK6 ساخت کشور سوئد بود. که قادر به برداشت اطلاعات با دقت نمونه برداری۲۵ میکروثانیه بصورت رقمی دارای توانایی اعمال انواع فیلترهاو حذف نویزهایی چون نویز زمین غلطش، نویز کابلهای برق و نویزهای فرکانس بالا همچون باد و غیره می باشد. محدوده برداشت اطلاعات در بین طول جغرافیایی۶۲۷۰۰۰ تا ۶۳۵۰۰۰ متر و عرضهای جغرافیایی ۳۲۱۷۰۰۰ تا ۳۲۲۲۵۰۰ متر‌واقع بوده که ٤٤ کیلومتر مربع را در برگرفته است. در این محدوده کلا ۱٦۰ پروفیل برداشت گردید

که از این تعداد ۸۰ پروفیل مربوط به امواج طولی و ۸۰ پروفیل دیگر برای امواج برشی می باشد. برای هر برداشت در مقاطع P بطور نرمال پنج شوت صورت گرفته و در مقاطع S، شش شوت برای امواج برشی که دو بدو دارای پلاریته معکوس می باشند انجام گردید. (سازمان تحقیقات مسکن،۲۰۰٤).نحوه قرارگیری پروفیل ها در شکل ۲نشان داده شده است.همچنین تریس های لرز ه ای ثبت شده در دستگاه با فرمت SEG 2 که توسط نرم افزارSeisimager خوانده شده است در یک پروفیل به برای موج pوsدر شکل ۳و شکل ٤ دیده میشود. نتایج نشان می دهد که لایه های سست و نیمه مقاوم از شمال شرق به سمت جنوب غرب ضخیم تر شده، بطوریکه در قسمتهای جنوب غربی حتی با برداشتهای شوت راه دورلایه سنگی دریافت نگردیده است. همچنین در این محدوده لایه ها بطور واضح به دو قسمت سطحی هوازده و نیمه مقاوم یا میانی، میتوان دسته بندی نمود در صورتیکه در اکثر نقاط شمال شرقی بلافاصله بعد از لایه سطحی، سنگ بستر با سرعت بالا دیده میشود. در پایان برای کل محدوده برداشت نقشه هم سرعت برای لایه ها رسم گردیده است.

نقشه پربندی توزیع سرعت انتشار امواج برشی برای لایه اول

توزیع پربندی مقدار سرعت امواج برشی برای لایه اول حاصل از اندازه گیری در راستای ۸۰ پروفیل لرزه شکست مرزی را نشان می دهد. در این نقشه توزیع سرعت موج برشی مقدار سرعت موج برشی از ۱۸۰متر برثانیه تا ٤۸۰ متر بر ثانیه متغیر است.همانطور که در شکل دیده می شودقسمت عمده منطقه کم سرعت در نواحی شمالی وقسمت کوچکی هم در مرکز به صورت پراکنده قرار دارد،که با رنگ آبی مشخص شده است.ناحیه سرعت متوسط که با رنگ کرم و قهوه ای روشن مشخص شده، سرعتی بین ۲۳۰ متر بر ثانیه تا ۳۳۰ متربرثانیه دارد،این ناحیه در نواحی مرکزی،شمال غربی ،شمال شرقی وجنوب شرقی پراکنده است ومناطق پر سرعت نیز در جنوب غربی وقسمت کوچکی هم در شرق وجنوب شرقی قرار دارد.به طور کلی توزیع پراکندگی در جنوب غربی بیشتر از شمال و مرکز می باشد.

نقشه پربندی توزیع سرعت انتشار امواج برشی برای لایه دوم

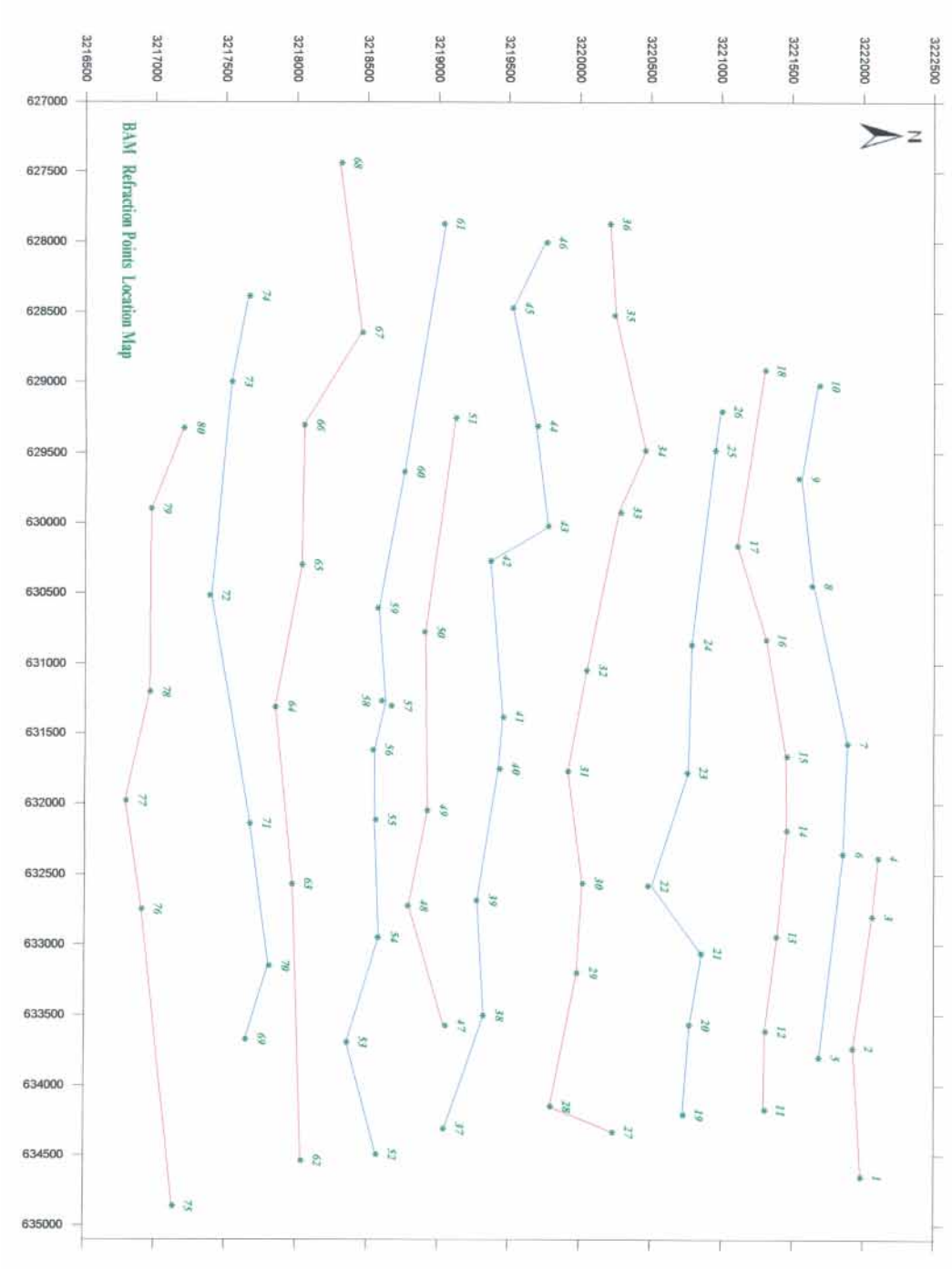
توزیع پربندی مقدار سرعت امواج برشی برای لایه دوم حاصل از اندازه گیری در راستای ۸۰ پروفیل لرزه شکست مرزی را نشان می دهد. در این نقشه تراکمی مقدار سرعت موج برشی از ٤۹۵ متر برثانیه تا ۱٦۷۰ متر بر ثانیه متغیر است.همانطور که ملاحظه می شود،مناطق کم سرعت به صورت پیوسته در مرکز و به صورت پراکنده در جنوب شرقی مشاهده می شود که در نقشه با رنگ آبی مشخص شده است .نواحی با سرعت متوسط با رنگ کرم و قهوه ای روشن مشخص شده که سرعت بین

Archive of SID

www.SID.ir

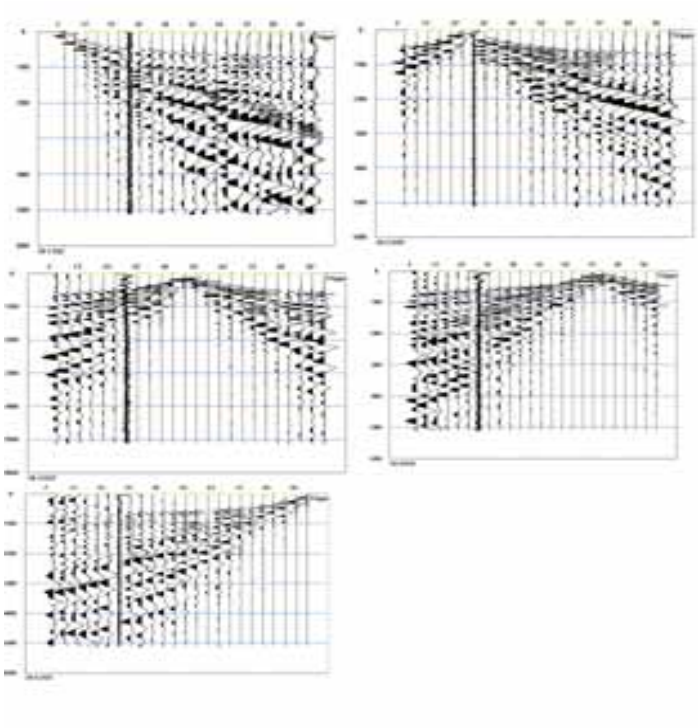
۷۰۰ متر بر ثانیه تا حدود ۱۰۰۰ متر بر ثانیه می باشد،این مناطق بیشتر در نواحی شرقی ،جنوب شرقی وشمال شرقی دیده می شوند.مناطق با سرعت بالا نیز در شمال شرقی و شرق دیده می شود.

به طور کلی توزیع پراکندگی سرعت موج برشی در لایه دوم در شمال شرقی،شمال و شرق بیشتر از نواحی غربی و مرکزی وجنوبی می باشد.

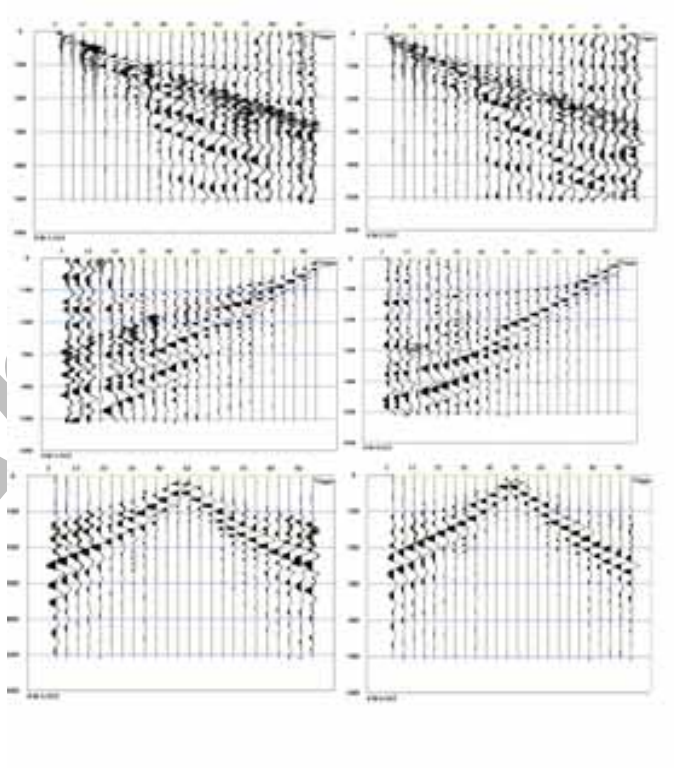


- شکل۱- نحوه قرار گیری پروفیل های لرزه شکست مرزی در بم(گزارش سازمان تحقیقات ساختمان ومسکن)

www.SID.ir

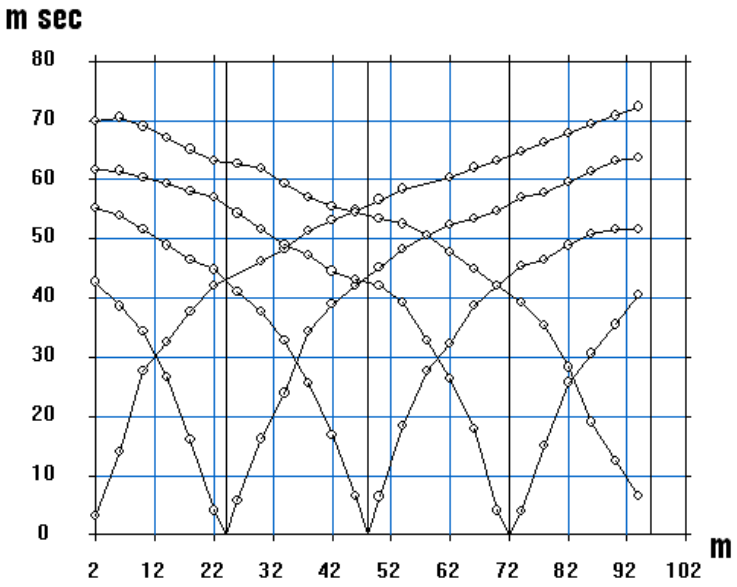


شکل ۲- نمونه ای ازتریس های لرزه ای مربوط به موج P

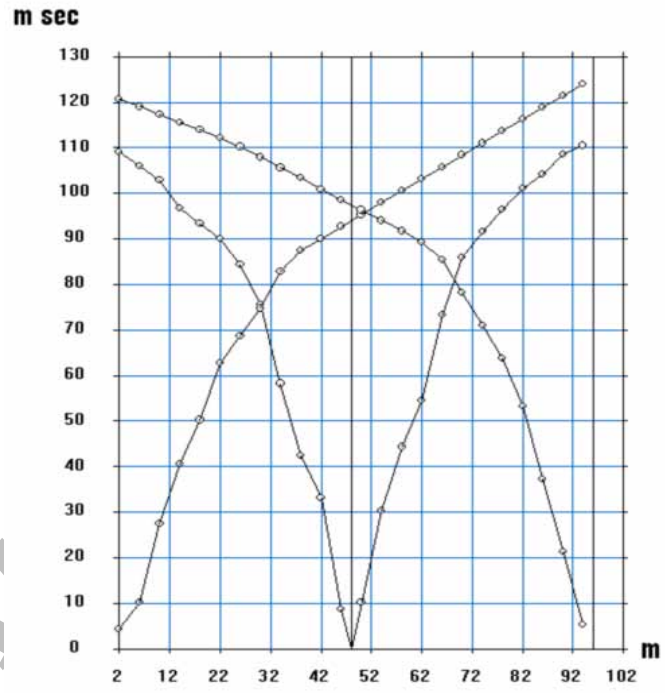


شکل ۳- نمونه ای ازتریس های لرزه ای مربوط به موج S

www.SID.ir



شکل ٤- نمودار **travel time** امواج تراکمی در مقطع ٣٦



شکل ٥- نمودار **travel time** امواج برشی در مقطع ٣٦

نقشه پربندی توزیع سرعت انتشار امواج برشی برایی میانگین سه لایه

توزیع پربندی مقدار سرعت امواج برشی میانگین سه لایه حاصل از اندازه گیری در راستای ۸۰ پروفیل لرزه شکست مرزی را نشان می دهد. برای به دست آورن میانگین وزنی لایه ها از فرمول زیر استفاده شده است:

$$\overline{V} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i V_i}{\sum_{i=1}^{n} h_i}$$

در این نقشه مقدار سرعت موج برشی میانگین سه

www.SID.ir

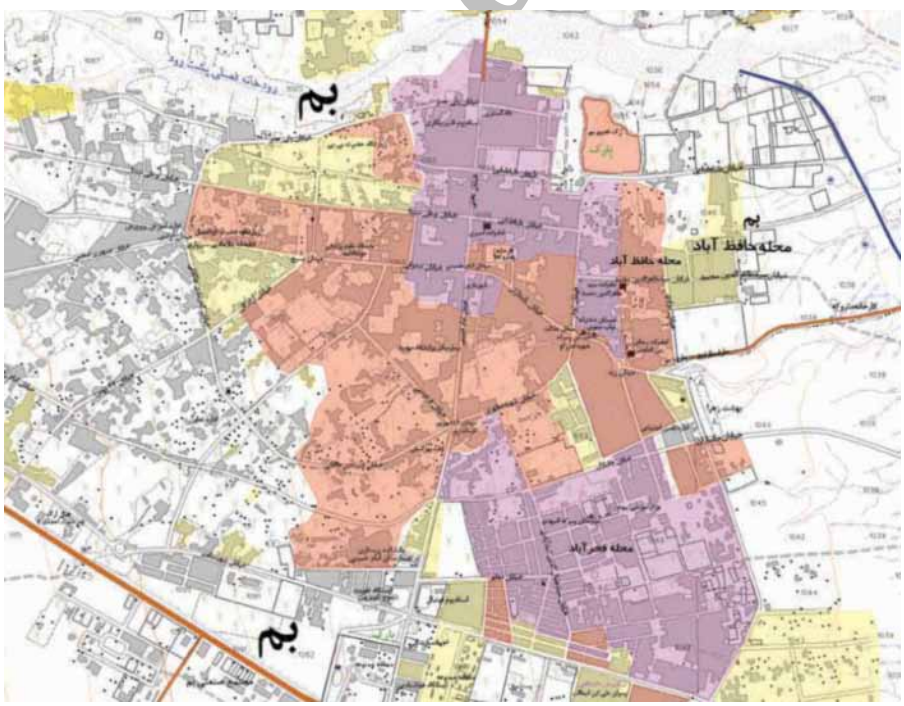
لایه از ۵۵۰ متر برثانیه تا ۱۳۰۰ متر بر ثانیه متغیر است.همانطور که ملاحظه می شود،مناطق کم سرعت که در نقشه با رنگ آبی مشخص شده است در نواحی. جنوب و مرکز قرار داردکه از جنوب به سمت مرکز و شرق کشیده شده است.نواحی با سرعت متوسط با رنگ کرم و قهوه ای روشن مشخص شده که سرعت بین ۷۱۰ متر بر ثانیه تا حدود ۲۰۰۰ متر بر ثانیه می باشد،این مناطق بیشتر در نواحی جنوبی غربی ومرکزی دیده می شوند. مناطق با سرعت بالا نیز در شمال شرقی، شمال، جنوب شرقی و شرق دیده می شود.

به طور کلی توزیع پراکندگی سرعت موج تراکمی در میانگین لایه ها در شمال شرقی وشمال بیشتر از نواحی غربی،جنوبی و مرکزی می باشد.

بلا فاصله پس از زمین لرزه بم نقشه های هوایی از میزان تخریب این شهر تهیه شد.که در این نقشه از نظر میزان خرابی سه منطقه دیده میشود،-منطقه بیشترین تخریب (تخریب ۸۰٪ تا ۱۰۰٪)که مطابق شکل در دو قسمت عمده دیده میشود که این محدوده در شمال و جنوب شرق قرار دارد که به سمت مرکز کشیده شده است ودر نقشه با رنگ بنفش مشخص شده است.

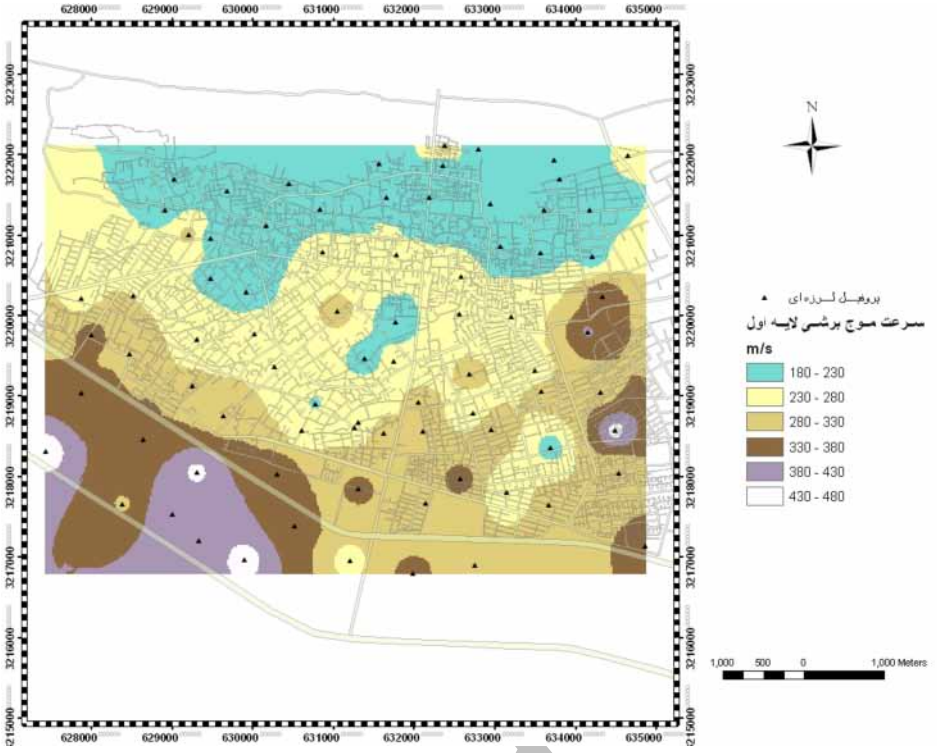
۲-منطقه تخریب زیاد (۵۰٪ تا ۸۰٪ تخریب)که در این منطقه میزان تخریب ساختمان ها به حدی است که باز سازی آنها تقریبا غیر ممکن می باشدو در منطقه غرب، شرق وجنوب غربی قرار دارد و که در نقشه با رنگ نارنجی نمایش داده شده است.

۳-منطقه خرابی که در آن ساختمان ها تا حدودی قابل باز سازی هستند،این محدوده به صورت قسمت های کوچکی در شمال غرب، جنوب شرق و شرق قرار دارد.(۳۰٪ تا ۵۰٪ تخریب).

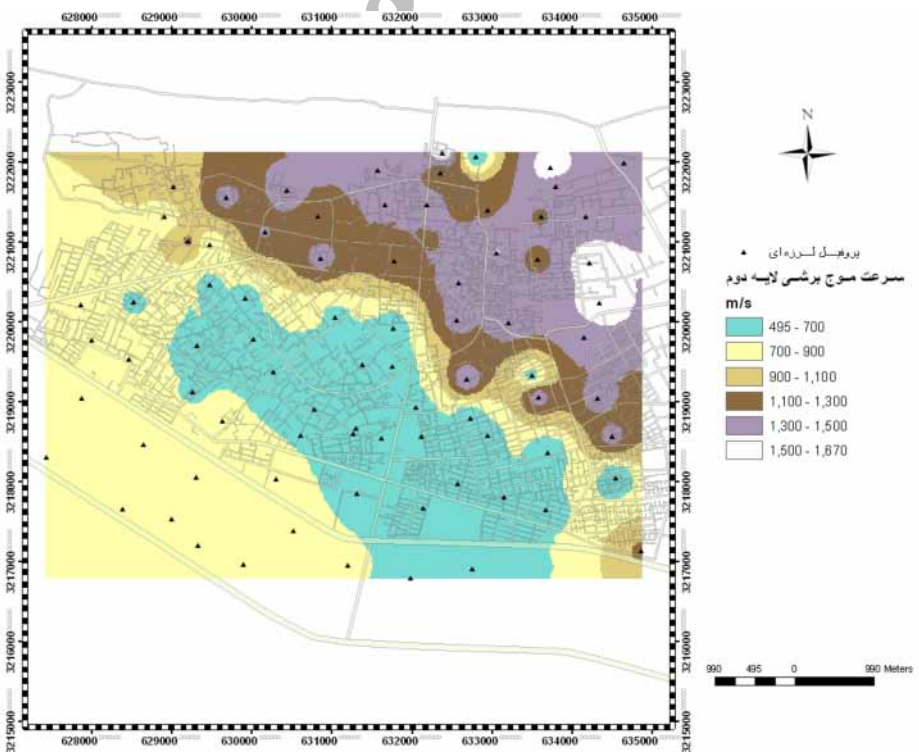


شکل ٦-نقشه میزان تخریب زلزله بم پنجم دی ماه ۱۳۸۲ در صد تخریب بر اساس عکس های هوایی۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور

www.SID.ir

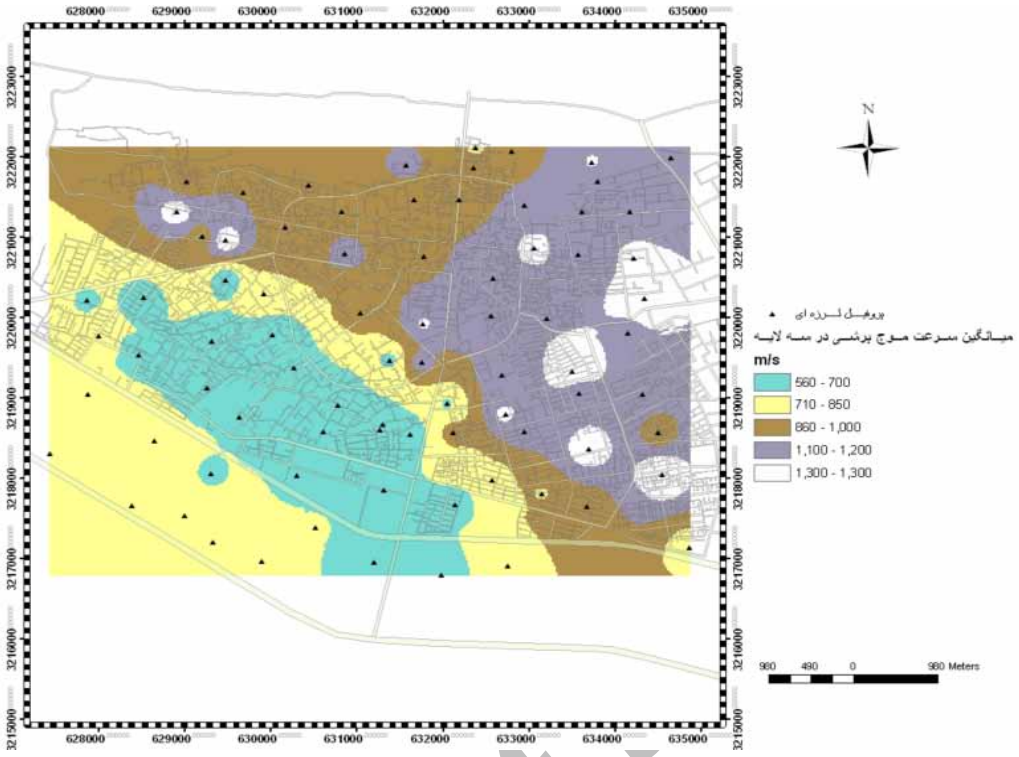


شکل ۷–سرعت موج برشی در لایه اول



شکل ۸– سرعت موج برشی در لایه دوم

www.SID.ir



شکل ۹- سرعت موج برشی درمیانگین سه لایه

نتیجه گیری

بیشترین میزان تخریب با تکیه بر سرعت موج برشی در لایه اول به این صورت می باشد که بیشترین میزان تخریب در قسمت شمال در ناحیه کم سرعت قرار دارد و قسمتی از آن هم در ناحیه با سرعت متوسط می باشد.

در قسمت جنوبی بیشترین میزان تخریب در ناحیه کم سرعت و ناحیه با سرعت متوسط قرار دارد.تخریب بین ۵۰ تا ۸۰ درصد با توجه به سرعت موج برشی لایه اول در ناحیه کم سرعت وسرعت متوسط قرار دارد.

تخریب ۲۰ تا ۵۰ در صد هم در ناحیه سرعت متوسط و کمی هم در منطقه کم سرعت پراکنده است.

بیشترین میزان خرابی با تکیه بر سرعت موج برشی در لایه دوم به این صورت می باشد که در قسمت جنوبی بیشترین میزان تخریب تقریبا کاملا در ناحیه کم سرعت واقع شده است ولی در قسمت شمال بیشترین تخریب در ناحیه با سرعت متوسط و کم سرعت است ،تخریب ۵۰ تا ۸۰ درصد نیز به مقدار زیادی در ناحیه کم سرعت قرار دارد و مقدار کمی از این محدوده در ناحیه پر سرعت و سرعت متوسط واقع شده است.

تخریب ۲۰ تا ۵۰ درصد نیز در قسمت های شمال در ناحیه پر سرعت است ولی در قسمت های جنوبی در ناحیه کم سرعت قرار دارد.

در مورد تطبیق میزان خرابی سرعت موج برشی میانگین در لایه ها دیده میشود بیشترین میزان تخریب در ناحیه پر سرعت و ناحیه با سرعت متوسط واقع شده است.

تخریب ۵۰ تا ۸۰ در صد در قسمت جنوب غربی در ناحیه کم سرعت و بقیه قسمت ها در ناحیه با سرعت متوسط واقع شده است.تخریب ۲۰ تا ۵۰ در صد نیز در ناحیه پر سرعت و سرعت متوسط قرار دارد.

در جاهایی که همخوانی بین سرعت موج برشی و میزان تخریب دیده نمیشود ممکن است به علت نوع ساخت وساز، میزان فاصله از گسل،محل قرارگیری سنگ بستروعوامل دیگری ممکن است باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- طالقانی،الف،۱۳۸۳،بررسی زلزله بم ورفتارهای موجوددر سازه های بم،یازدهمین کنفرانس دانشجویان عمران ،دانشگاه هرمزگان
- Building and housing research center(BHRC),2004,'Quick preliminary report on bam earthquake -2'2004
- Building and housing research center,reports of bam earthquake, 2003
- Builiding & Housing Research Center , 2003 Iranian Code of Practice for Seismic Resistant Design of Buildings. Standard No. 2800, 2nd Edition, Doc. BHRC – PN S 253
- Chaubey.A.K,2002,Seismic Reflection and Refraction MethodsNational Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa-403004.2002.

Archive of SID

www.SID.ir