

ژئوتکنیک لرزه ای و تحلیل رفتار دینامیکی خاک

در شهر بهاباد، جنوب شرق یزد

احمد ادیب^۱، اکرم کوثری^۲

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران- جنوب ADIB@azad.ac.ir

۲- پژوهشگر مرکز تحقیقات زمین شناسی و محیط زیست زمین کاو

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۶/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۵/۱۸

چکیده

شهر بهاباد در جنوب استان یزد در فاصله ۲۱۰ کیلومتری شرق شهر یزد قرار دارد. در این تحقیق برای تعیین ویژگی های دینامیکی خاک و بررسی رفتار زمین در هنگام زلزله، ریزپهنه بندی شهر بهاباد متناسب با میزان لرزه خیزی ناحیه با استفاده از داده های ژئوتکنیکی گمانه های حفر شده در سطح شهر انجام شد. برای تحلیل دقیق اثر ساختگاه از نرم افزار EERA استفاده و نقشه های ریزپهنه بندی به روش کریجینگ به وسیله نرم افزار GIS ترسیم گردید. مطالعات انجام شده نشان داد که مرکز شهر بهاباد نسبت به سایر مناطق از ضریب تشدید بالا تری برخوردار است. منطقه بر اساس نوع زمین به دو نوع، IIb خاک سخت با ضخامت بیش از ۳۰ متر و IIIb خاک با سختی متوسط تقسیم گردید. بیشینه شتاب و ضریب تشدید روی سطح زمین در مرکز شهر نسبت به سایر مناطق افزایش دارد و به سمت حاشیه شهر از مقدار آن کاسته می شود. شتاب طیفی نیز در مرکز و با توجه به قرار گیری زمین نوع IIb بیشترین مقدار بوده و از مرکز به اطراف مقدار آن کاسته می شود.

واژگان کلیدی: اثر ساختگاه، ژئوتکنیک لرزه ای، ریزپهنه بندی، بهاباد

مقدمه

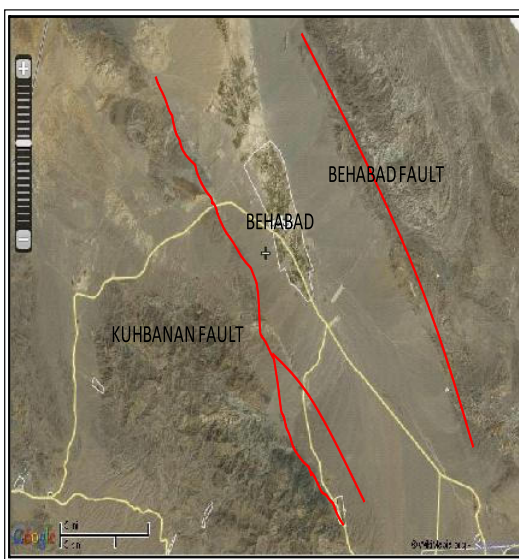
مستهلك و در فرکانس های دیگر آنها را تشدید نمایند [۱]. مبنای نظری تشدید خاک این است که زمین به عنوان یک فیلتر پایین گذر برای امواج و حرکات زمین عمل می کند، در انتشار امواج لرزه ای از سنگ کف تا سطح زمین، محتوای موج لرزه ای اعم از دامنه و فرکانس آن تغییر می کند [14].

نهشته های رسوبی نرم، فرکانس های خاصی از حرکات زمین را تقویت می کنند و بدین وسیله باعث می شوند تا ضمن تاثیر بر رفتار دینامیکی خاک، اثرات مخرب

اثر ساختگاه، به تاثیر نهشته های رسوبی نزدیک سطح زمین، که جنبش نیرومند زمین را تقویت می کند اطلاق می گردد. بر اثر جنبش نیرومند زمین، امواج لرزه ای ایجاد شده در مسیرشان از منبع تا سطح زمین علاوه بر عبور از بستر سنگی، از داخل لایه های خاک حرکت کرده و خصوصیات خاک، ماهیت ارتعاشات سطح زمین را به شدت تحت تاثیر قرار می دهد. لایه های خاک در مقابل امواج زلزله شبیه فیلتر عمل می کنند و می توانند در فرکانس خاصی ارتعاشات را

مختلف می‌شود.

شهر بهاباد در موقعیت جغرافیایی به طول $۴۰^{\circ}۰۰'۵۶''$ شرقی و عرض جغرافیایی $۵۱^{\circ}۵۳'۳۱''$ شمالی واقع شده است. مهمترین راه ارتباطی از شهر بهاباد به مرکز استان، جاده اصلی آسفالتی است که از شهر بافق عبور کرده به شهر یزد متصل می‌شود. شهر بهاباد از نظر مورفولوژی یک دشت نیمه مستقری است که تحت تأثیر فعالیت‌های تکتونیکی بوده و متحمل فشارهای زیادی شده است، وجود گسل بهاباد در شرق و گسل کوهبنان در غرب شهر بهاباد، حاکی از فعالیت شدید تکتونیکی منطقه و پویایی زمین در این گستره است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت شهر بهاباد در اطراف دو گسل بهاباد

در شرق و کوهبنان در غرب

شهر بهاباد در پهنه با خطر نسبی بالا قرار گرفته و شتاب مبنای طرح $g/۰.۳$ در تحلیل‌ها در نظر گرفته می‌شود [۳]. با انجام مطالعات ژئوتکنیکی و آزمایشات لرزه‌ای درون چاهی، با شناسایی نوع خاک و ضخامت رسوبات آبرفتی و سرعت موج برشی در لایه‌های

زلزله و خسارات آن بیشتر شود [16, 18]. پاسخ نهشته‌های رسوبی به فرکانس حرکت سنگ کف به هندسه لایه خاک بالای سنگ کف و ویژگی ژئوتکنیکی آن بستگی دارد. روش‌های مختلف برآورد مقادیر متغیرهای ژئوتکنیکی خاک در حالت دینامیکی و مشخصات و نقشه تشدید، روانگرایی و خطرات زمین لغزش در مقیاس مختلف در مرکز ایالت متحده آمریکا مورد استفاده قرار گرفت [7, 9, 11, 12, 17, 19, 20].

در بررسی اثرات ساختگاهی تنها بخشی از لایه‌های تحت‌الارضی مد نظر هستند که سبب تقویت یا تضعیف حرکت لرزه‌ای می‌شوند، این بخش از لایه‌های تحت‌الارضی بر روی لایه‌های سنگ مانند با سختی بالا قرار دارند که سنگ بستر لرزه‌ای نام دارند و امواج ناشی از زلزله در آن تقویت نمی‌گردند. این بخش لزوماً سنگ بستر زمین‌شناسی نمی‌باشد و لایه‌های آبرفتی با سختی ارتجایی بالا نیز می‌تواند نقش آن را ایفا کند. سنگ بستر لرزه‌ای بر اساس سرعت امواج برشی تعریف می‌شود، با توجه به جنس خاک در لایه‌های مختلف و سرعت موج برشی در آنها می‌توان عمق سنگ کف لرزه‌ای را تخمین زد. عموماً قسمت‌هایی از زمین که دارای سرعت موج برشی بالاتر از ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر بر ثانیه باشند به عنوان سنگ کف لرزه‌ای برگزیده می‌شوند. به طور کلی ساختگاه متأثر از دو عامل می‌تواند امواج زلزله را تحت تاثیر قرار دهد: (۱) اثر آبرفت‌های ساختگاه. (۲) اثر شرایط توپوگرافی محلی. براساس تجربیات موجود اثر لایه‌های خاک مهمترین متغیری است که سبب تغییرات بزرگی در پاسخ ساختگاه در محل‌های

به منظور کاهش خطرات لرزه ای در ایالت متحده آمریکا بر اساس کدهای ملی ساختمانی بر پایه حرکت ورودی زمین تهیه شده است [9, 11, 12, 17, 19]. به منظور انجام مطالعات تحت الارضی در شهر بهاباد در پنج نقطه از شهر، پنج گمانه برای اخذ نمونه‌های دست‌خورده و دست‌نخورده از عمق‌های مختلف برای مشاهده و آزمون‌های آزمایشگاهی حفر گردید. از نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های مکانیک خاک و تعیین خصوصیات ژئوتکنیکی لایه‌های خاک (آزمایش‌هایی نظیر برش مستقیم) و آزمایش‌های درجا نظیر آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) و اندازه‌گیری وزن مخصوص طبیعی خاک استفاده شد. داده‌های به دست آمده از پنج گمانه حفر شده در سطح شهر انجام شد. برای بررسی و تحلیل دقیق اثر ساختگاه از نرم افزار EERA استفاده و نقشه‌های ریزپهنه بندی به روش کریجینگ به وسیله نرم افزار GIS ترسیم می‌گردند.

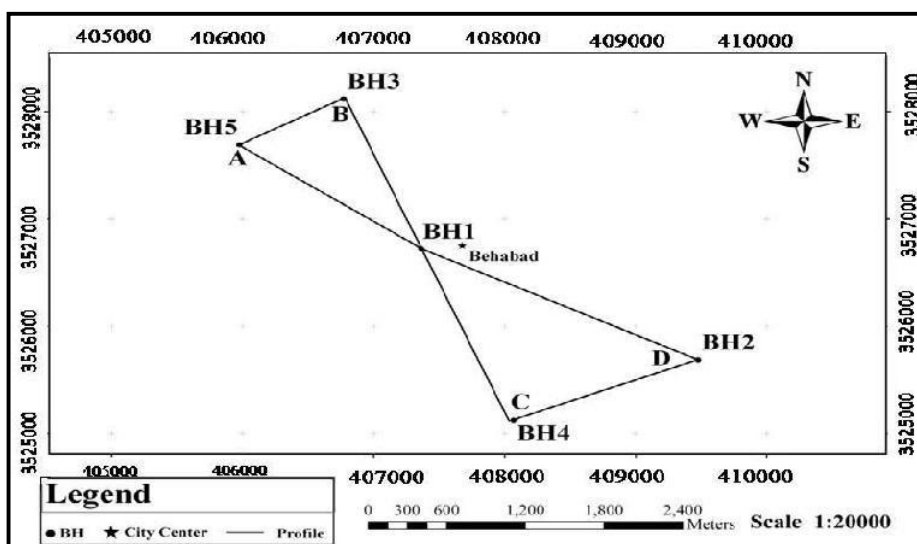
بحث

برای تعیین گستردگی رسوبات آبرفتی در شهر بهاباد نمودار نرده ای آنها رسم گردید (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). در مرکز شهر با افزایش عمق بر میزان رس افزوده و رسوبات ریز دانه می‌گردد و در اعماق پایین‌تر از درصد رس کاسته و بر درصد ماسه افزوده می‌گردد و در بخش‌های انتهایی دوباره شاهد افزایش درصد رس می‌باشیم. از شمال به طرف شمال شرق و جنوب با افزایش عمق بر میزان ماسه افزوده می‌گردد و جنس غالب خاک، ماسه است. از جنوب شرق به شمال جنس غالب ماسه رسی و ماسه سیلتی است که در کل دانه بندی خاک در آن ریز دانه است.

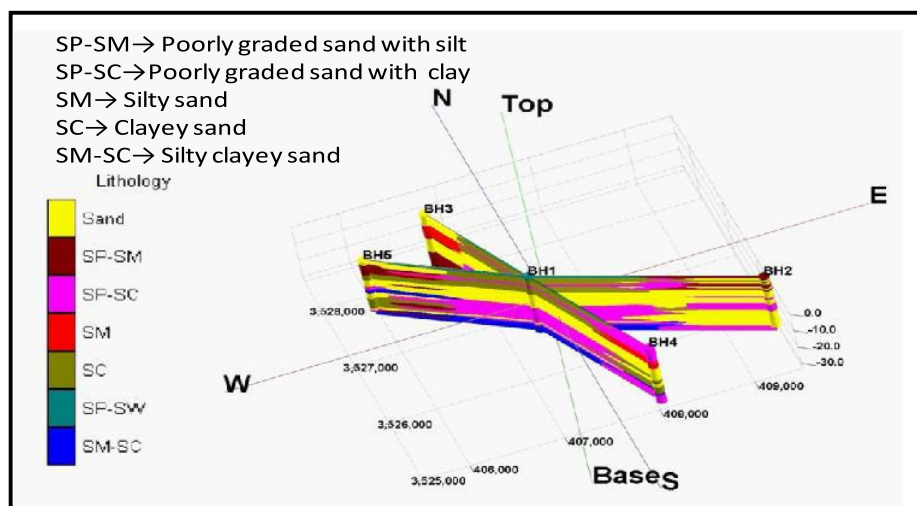
خاک جهت تحلیل پاسخ زمین، تراکم خاک و عمق سنگ کف لرزه ای محاسبه شد. سطح آب‌های زیرزمینی تاثیر به‌سزایی بر روی رسوبات و تشدید امواج لرزه ای دارد، سطح آب‌های زیرزمینی در این شهر نسبتاً عمیق بوده و به بیش از ۸۰ متر نیز می‌رسد در شهر بهاباد عمق سطح آب زیر زمینی بیش از عمق سنگ بستر لرزه ای بوده و می‌توان گفت که در این حالت، آب در اثر ساختگاه تاثیری ندارد [۴].

روش تحقیق

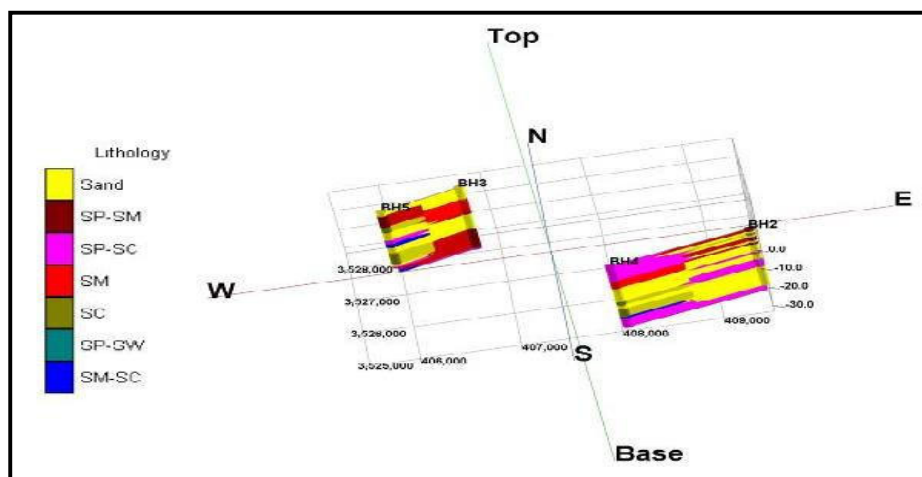
در روش یک بعدی تحلیل پاسخ زمین که برای مدلسازی پاسخ زمین در این تحقیق از آن استفاده شد فرض می‌شود که مرز لایه‌های خاک افقی بوده و پاسخ نهشته‌های خاک با موج SH ایجاد و به طور عمودی در لایه‌ها منتشر می‌شود. برای تحلیل یک بعدی پاسخ زمین از یکی از سه روش، تحلیل خطی تحلیل خطی معادل (غیرخطی موضعی) و تحلیل غیر خطی استفاده می‌شود. در رهیافت خطی معادل خصوصیات غیر خطی مدول برشی و میرایی برای تعیین خصوصیات خطی معادل خاک، با استفاده از یک فرآیند تکرار شونده برای یافتن مقادیر مدول میرایی سازگار با استرین‌های مؤثر در هر لایه به کار می‌رود [16]. خطر اولیه حرکت زمین روی سنگ ناشی از زلزله جزء ضروری ترین مطالعات است. برای مثال نقشه‌های خطر زلزله ایالت متحده [13] یا نقشه‌های خطر حرکت زمین که بر پایه مخاطرات لرزه ای اولیه ترسیم می‌شوند [19, 20]. حرکات زمین روی سنگ بر اساس چشمه‌های لرزه ای و روابط میرایی حرکت زمین برای تهیه نقشه‌های اولیه خطرات لرزه ای



شکل ۲- موقعیت نیمرخ های ترسیم شده در شهر بهاباد



شکل ۳- نمودار نرده ای گسترش رسوبات در شهر بهاباد



شکل ۴- نمودار نرده ای گسترش رسوبات در ساختگاه

ژئوتکنیک لرزه ای و تحلیل رفتار دینامیکی خاک در شهر بهاباد، جنوب شرق یزد

جدول ۲- مقادیر نفوذ استاندارد در عمق های مختلف

گمانه های حفر شده در سطح شهر بهاباد

گمانه مورد آزمایش					عمق گمانه (متر)
BH5	BH4	BH3	BH2	BH1	
>۵۰	۲۰	>۵۰	>۵۰	۱۷	۱
>۵۰	۲۱	>۵۰	>۵۰	۱۴	۲
>۵۰	۱۸	>۵۰	>۵۰	۱۷	۴
>۵۰	۲۲	>۵۰	>۵۰	۳۰	۶
>۵۰	۲۳	>۵۰	>۵۰	۲۵	۸
>۵۰	۲۲	>۵۰	>۵۰	۲۸	۱۰
>۵۰	۳۰	>۵۰	>۵۰	۳۲	۱۲
>۵۰	۵۰	>۵۰	>۵۰	۳۷	۱۴
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۱۶
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۴۰	۱۸
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۲۰
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۲۲
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۲۴
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۲۶
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۲۸
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۳۰
>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	>۵۰	۳۲

ضریب اصطکاک داخلی (Φ) با توجه به جدول ۳، در عمق دو متری از شمال به سمت جنوب شرق و در عمق پنج متری از مرکز به سمت شمال و جنوب اصطکاک افزایش می یابد.

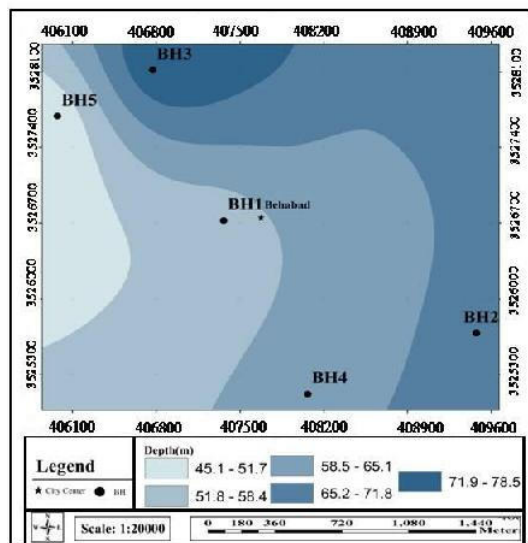
ویژگی های ژئوتکنیکی رسوبات آبرفتی منطقه آزمایش نفوذ استاندارد، دانسیته کل، چسبندگی و اصطکاک داخلی از جمله ویژگی های ژئوتکنیکی است که در تعیین سختی لایه خاک موثر می باشد. بنابراین از این آزمایش بیشتر جهت بدست آوردن تخمین نسبی سختی خاک در لایه های مختلف استفاده شد. مقادیر چسبندگی (C) در جدول ۱ نشان می دهد که میزان چسبندگی در نواحی شمال غرب (گمانه پمپ بنزین) و جنوب شرقی (سنگبری) شهر بالا بوده که مبین افزایش درصد رس است که در نواحی مرکز و جنوب شرقی شهر از میزان چسبندگی کاسته می شود.

جدول ۱- تغییرات چسبندگی داخلی در اعماق دو و پنج متری در شهر بهاباد

گمانه	نام ایستگاه	مختصات گمانه (UTM)		چسبندگی (Kg/cm ²)	
		X	Y	۵ متر	۲ متر
BH1	امامزاده	۴۰۷۳۶۳	۳۵۲۶۷۲۷	۰/۴۲	۰/۸۱
BH2	بلوار وحدت	۴۰۹۴۷۶	۳۵۲۵۶۸۶	۰/۳۳	۰/۶۷
BH3	پمپ بنزین	۴۰۶۷۷۰	۳۵۲۸۱۲۰	۰/۸۶	۰/۷۶
BH4	سنگبری	۴۰۸۰۶۷	۳۵۲۵۱۲۴	۰/۸۵	۰/۶۹
BH5	کشاورزی	۴۰۵۹۷۵	۳۵۲۷۶۹۳	۰/۶۷	۰/۶۲

نتایج آزمایش نفوذ استاندارد متناسب با هر گمانه در عمق های مختلف در جدول ۲، آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل، افزایش میزان SPT بر افزایش سختی خاک و در نتیجه بالا بودن سرعت موج برشی و دانسیته کل تاثیر دارد.

متری و در گمانه های چاه کشاورزی در شمال غرب و امامزاده عبدالله در مرکز شهر معادل $1/34 \text{ gr/m}^3$ می باشد، در این مناطق متوسط مقادیر دانسیته بین $1/55 \text{ gr/m}^3$ تا $1/35 \text{ gr/m}^3$ است.



شکل ۵- نقشه موقعیت عمقی سنگ کف لرزه ای در شهر بهاباد

روش تحلیلی پاسخ دینامیکی خاک در شهر بهاباد در این تحقیق با روش خطی معادل متغیرهای مورد نیاز جهت تحلیل پاسخ زمین به صورت منحنی های تغییرات مدول برشی و ضریب میرایی بر حسب کرنش و موقعیت سنگ بستر لرزه ای، شتابنگاشت مناسب برای انتخاب حرکت ورودی و شتاب سطح مورد استفاده و توابع واتنش برای سه نوع خاک موجود در گمانه ها در شکل ۶ نشان داده شده است.

جدول ۳- تغییرات اصطکاک داخلی در عمق های دو

و پنج متری در شهر بهاباد

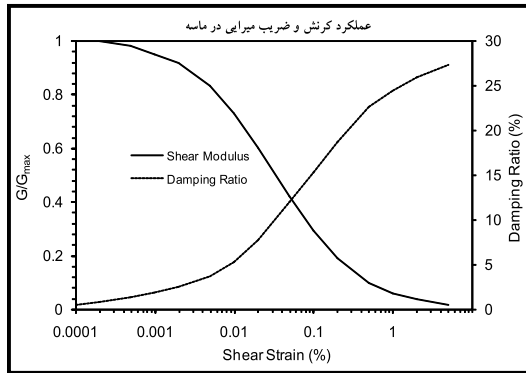
گمانه	نام ایستگاه	اصطکاک داخلی (درجه) در عمق	
		۲ متر	۵ متر
BH1	امامزاده	۲۷/۴	۲۹/۱
BH2	بلوار وحدت	۲۹/۶	۳۲/۲
BH3	پمپ بنزین	۳۰/۲	۲۶/۵
BH4	سنگبری	۲۹/۱	۲۷/۷
BH5	کشاورزی	۲۸/۱	۲۸/۷

جدول ۴- مقادیر دانسیته (gr/cm^3) در عمق های مختلف

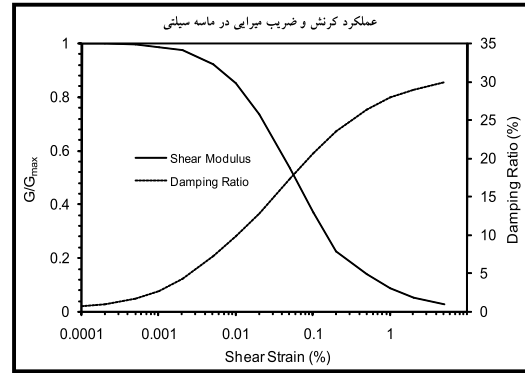
گمانه های حفر شده در سطح شهر بهاباد

مقادیر دانسیته در گمانه مورد آزمایش					عمق گمانه (متر)
BH5	BH4	BH3	BH2	BH1	
۱/۴۶	۱/۸۸	۱/۳۸	۱/۵۹	۱/۴۶	۱
۱/۳۵	۱/۶۰	۱/۷۸	۲/۲۰	۱/۳۵	۲
۱/۴۶	۱/۶۴	۱/۵۳	۱/۹۶	۱/۴۶	۴
۱/۵۷	۱/۵۴	۱/۷۸	۱/۹۵	۱/۵۷	۶
۱/۷۰	۱/۵۹	۱/۵۹	۱/۶۵	۱/۷۰	۸
۱/۷۲	۱/۶۰	۱/۵۶	۲/۱۱	۱/۷۲	۱۰
۱/۸۷	۱/۶۲	۱/۵۴	۱/۷۳	۱/۸۵	۱۲
۱/۹۸	۱/۷۱	۱/۶۱	۱/۴۰	۱/۹۸	۱۴
۲/۰۸	۱/۶۲	۱/۹۴	۱/۸۴	۲/۰۸	۱۶
۱/۷۹	۲/۲۲	۱/۷۵	۱/۵۰	۱/۸۰	۱۸
۱/۸۱	۱/۷۳	۱/۵۲	۱/۳۲	۱/۸۰	۲۰
۱/۸۲	۲/۲۴	۱/۶۴	۱/۳۰	۱/۹۸	۲۲
۱/۹۹	۱/۶۶	۱/۶۹	۱/۸۹	۱/۷۰	۲۴
۱/۶۹	۱/۷۰	۱/۵۴	۱/۵۵	۱/۷۰	۲۶
۱/۸۹	۱/۶۶	۱/۴۶	۲/۲۰	۱/۸۳	۲۸
۱/۸۹	۲/۰۹	۱/۴۸	۲/۲۰	۱/۹۰	۳۰
-	-	۱/۶۰	-	-	۳۲

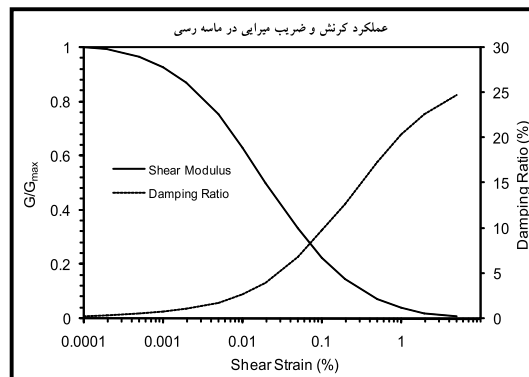
با توجه به جدول ۴، مقادیر دانسیته کل از سطح تا عمق پنج متری، بیشترین دانسیته در عمق دو متری در گمانه بلوار وحدت واقع در جنوب شرقی شهر بهاباد با مقدار $2/25 \text{ gr/m}^3$ و کمترین مقدار در عمق سه



(ب)



(الف)



(ج)

شکل ۶ - منحنی های تغییرات مدول برشی و نسبت میرایی با کرنش برشی برای خاک های ماسه ای
الف) ماسه سیلتی، ب) ماسه ، ج) ماسه رسی

EERA، مقادیر حرکت های ورودی به صورت تاریخیچه زمانی شتاب بر اساس شتاب نگاشت ها و نتایج حاصل از تحلیل خطر لرزه ای، شتاب ماکزیمم محل طبق مولفه افقی شتاب با مقدار تقریبی $0.3g$ برآورد گردید و نهایتاً تاریخیچه زمانی شتاب، طیف فوریه و شتاب طیفی (پاسخ دینامیکی) برای سطح فوقانی (سطح زمین) محاسبه شد و منحنی ضریب تشدید بر حسب فرکانس بدست آمد.

خاک های موجود در گمانه های حفر شده به سه دسته خاک ماسه ای، ماسه رسی و ماسه سیلتی تقسیم گردید، با بررسی داده های شتاب نگاری برای دوره بازگشت ۴۷۵ سال، هر کدام از ایستگاه های ژئوتکنیکی ۵ گانه، توسط ۷ زوج شتابنگاشت مقیاس شده دیهوک، بشرویه، قائن، طبس، کوهبنان، بیرجند و آب بر تحریک گردیدند. این مناطق در محدوده زمین ساختی ایران مرکزی و البرز انتخاب و به عنوان شتاب نگاشت های ورودی در فرآیند تحلیل دینامیکی ساختگاه شهر بهاباد به کار گرفته شده اند (جدول ۵). پس از وارد کردن اطلاعات مورد نیاز در نرم افزار

جدول ۵- مشخصات شتاب نگاشت های انتخابی در شهر

شتابنگاشت	موقعیت تکتونیکی	بزرگا	فاصله کانونی (km)	تاریخ وقوع	نوع خاک
1082-1 دیهوک	ایران مرکزی	$M_w = 7.4$	36	1978/09/16	I
1083 بوشرویه	ایران مرکزی	$M_w = 7.4$	64	1978/09/16	I
1084- طیس	ایران مرکزی	$M_w = 7.4$	27	1978/09/16	I
1139- قائن	ایران مرکزی	$M_w = 7.1$	44	1979/11/27	I
1305- کوهبنان	ایران مرکزی	$M_w = 5$	4	1987/04/11	II
1300- بیرجند	ایران مرکزی	$M_w = 5.3$	8	1978/11/24	I
1362-1 آب بر	البرز	$M_w = 7.3$	40	1990/06/20	I

هفت شتاب طیفی مربوط به این ایستگاه با استفاده از میانگین حاصل از اعمال شتاب نگاشت ها با مولفه های افقی (T و L) ملاحظه می شود که پریود غالب حرکت سطح زمین در این محدوده از ۰/۲ تا ۰/۴ ثانیه و میانگین پریود غالب ۰/۲۱۸ ثانیه است. شتاب طیفی در این بازه از ۱/۷g تا ۱/۸ g و شتاب حداکثر سطح زمین بین ۰/۲۷۹ g تا ۰/۵۸۹ g متغیر است. ایستگاه ۲ واقع در بخش جنوب شرقی شهر، با مشخصات موجود در جدول ۸ و عمق سنگ بستر لرزه ای ۶۷ متر با نتایج تحلیل پاسخ های لرزه ای در این ایستگاه در جدول ۹ ارائه شده است. طبق محاسبات بیشترین مقدار ضریب تشدید مربوط به شتاب نگاشت مولفه (T) کوهبنان با مقدار ۱/۵۹۷ می باشد. طبق منحنی میانگین کل داده ها، مقدار ضریب بزرگنمایی در سه مد بررسی می گردد که در مد اول با فرکانس دینامیکی ۱۰ هرتز با مقدار ضریب تشدید حدود ۱/۶ می باشد و فرکانس دینامیکی در مد دوم با فرکانس دینامیکی ۶۵ هرتز با مقدار ضریب تشدید حدود ۱/۱ و فرکانس دینامیکی در مد سوم چندان فعال نمی باشد.

برنامه EERA مورد تحلیل قرار گرفت، برای هر پنج گمانه، هفت زوج شتاب نگاشت با دو مولفه افقی، جمعاً ۱۴ تحلیل در دوره بازگشت ۴۷۵ سال و نهایتاً ۷۰ تحلیل برای کل شهر بهاباد انجام شد.

ارائه پاسخ لرزه ای در گستره شهر بهاباد
ایستگاه ۱ واقع در بخش مرکزی شهر، با مشخصات موجود در جدول ۶ و عمق سنگ بستر لرزه ای ۵۵ متر با نتایج تحلیل پاسخ های لرزه ای در این ایستگاه محاسبه و در جدول ۷ ارائه شده است. بر این اساس بیشترین مقدار ضریب تشدید مربوط به شتاب نگاشت مولفه (T) کوهبنان با مقدار ۲/۲۵۳ می باشد. از تطابق منحنی های حاصل در بزرگنمایی آبرفت به ازاء هفت شتاب نگاشت اعمال شده و تشابه کامل این منحنی ها با یکدیگر، از منحنی میانگین داده ها استفاده می شود. مقدار ضریب بزرگنمایی در مد اول با فرکانس دینامیکی در محدوده ۴ تا ۶ هرتز با مقدار ضریب تشدید بین ۱/۹ تا ۲/۱ می باشد و فرکانس دینامیکی در مد دوم چندان فعال نمی باشد. با بررسی نمودارهای

ژئوتکنیک لرزه ای و تحلیل رفتار دینامیکی خاک در شهر بهاباد، جنوب شرق یزد

با بررسی نمودار های شتاب طیفی مربوط به این ایستگاه با استفاده از میانگین حاصل از اعمال شتاب نگاشت ها با مولفه های افقی (T و L) ملاحظه می گردد که پیوند غالب حرکت سطح زمین در این محدوده از ۰/۲ تا ۰/۴ ثانیه است میانگین پیوند غالب ۰/۲۷۶ ثانیه است و شتاب طیفی در حدود از ۰/۹g تا ۱/۱g متغیر است. شتاب حداکثر سطح زمین بین ۰/۳۰۱g تا ۰/۳۸۴g تغییر می کند.

جدول ۶- مشخصات ژئوفیزیکی و دینامیکی ایستگاه ۱

ضخامت لایه	جنس خاک	نمودار مدول برشی	نمودار میرایی	سرعت موج برشی (m/s)	دانسیته کل (KN/m ³)
1	SP-SW	Sand-Average	Sand-Average	220.9	13.71
4	SC	Sand-Lower Bound	Sand-Lower Bound	268.5	14.65
1	SP-SC	Sand-Average	Sand-Average	312.9	13.82
4	SC	Sand-Lower Bound	Sand-Lower Bound	365.3	14.30
6	Sand	Sand-Average	Sand-Average	441.7	16.46
2	Sand	Sand-Average	Sand-Average	480.6	19.76
5	SP-SC	Sand-Average	Sand-Average	504.2	17.93
4	SP-SC	Sand-Average	Sand-Average	533.6	18.70
1	SP-SC	Sand-Average	Sand-Average	548.4	16.83
1	Sand	Sand-Average	Sand-Average	555	18.28
4	SM-SC	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	573.8	18.92
12	SM-SC	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	634.6	17.56
10	SM-SC	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	718.2	18.76
Bed Rock	-	-	-	750.0	19.10

دوم با فرکانس دینامیکی ۶۵ هرتز با مقدار ضریب تشدید حدود ۱/۱ و فرکانس دینامیکی در مد سوم چندان فعال نمی باشد. با بررسی نمودار های شتاب طیفی مربوط به این ایستگاه با استفاده از میانگین حاصل از اعمال شتابنگاشت ها با مولفه های افقی (T و L) ملاحظه می گردد که پیروید غالب حرکت سطح زمین در این محدوده از ۰/۲ تا ۰/۴ ثانیه است میانگین پیروید غالب ۰/۲۷۶ ثانیه است و شتاب طیفی در حدود از ۰/۹g تا ۱/۱g متغیر است. شتاب حداکثر سطح زمین بین ۰/۳۰۱ g تا ۰/۳۸۴ g تغییر می کند.

ایستگاه ۲ واقع در بخش جنوب شرقی شهر با مشخصات موجود در جدول ۸ و عمق سنگ بستر لرزه ای ۶۷ متر با نتایج تحلیل پاسخ های لرزه ای در این ایستگاه در جدول ۹ ارائه شده است. طبق محاسبات بیشترین مقدار ضریب تشدید مربوط به شتاب نگاشت مولفه (T) کوهبنان با مقدار ۱/۵۹۷ می باشد. طبق منحنی میانگین کل داده ها، مقدار ضریب بزرگنمایی در سه مد بررسی می گردد که در مد اول با فرکانس دینامیکی ۱۰ هرتز با مقدار ضریب تشدید حدود ۱/۶ می باشد و فرکانس دینامیکی در مد

جدول ۷- نتایج تحلیل لرزه ای در گمانه BH1

شتابنگاشت	حداکثر شتاب روی سطح	ضریب تشدید	شتاب طیفی	پیروید غالب
دیپوک	۰/۵۲۶	۲/۱۳	۲/۷۲۷۸	۰/۱۹
	۰/۴۰۶	۱/۹۸۹	۱/۲۹۱۰	۰/۳۹
بوشرویه	۰/۵۲۷	۲/۱۴۹	۲/۵۶۹۶	۰/۱۸
	۰/۴۶۱	۲/۱۰۶	۱/۹۰۶۲	۰/۱۵
طبس	۰/۵۲۲	۲/۰۰۶	۲/۴۲۵۹	۰/۲۰
	۰/۴۵۳	۱/۹۸۵	۲/۱۹۸۲	۰/۲۴
فائن	۰/۴۶۷	۲/۱۶۷	۱/۳۱۱۸	۰/۱۷
	۰/۴۰۷	۱/۹۰۸	۱/۷۵۶۰	۰/۳۰
کوهبنان	۰/۲۷۹	۲/۱۴۰	۱/۰۴۲۲	۰/۱۴
	۰/۵۸۹	۲/۲۵۳	۳/۴۴۷۹	۰/۱۹
بیرجند	۰/۴۳۳	۲/۰۲۲	۱/۷۲۵۱	۰/۲۶
	۰/۴۲۸	۱/۹۶۷	۱/۹۱۳۸	۰/۳۷
آب بر	۰/۴۱۵	۲/۰۴۸	۲/۰۴۹۸	۰/۱۴
	۰/۴۵۲	۲/۰۰۴	۱/۶۳۲۳	۰/۱۳
میانگین کل	۰/۴۵۵	۲/۰۶۲	۲	۰/۲۲

ژئوتکنیک لرزه ای و تحلیل رفتار دینامیکی خاک در شهر بهاباد، جنوب شرق یزد

جدول ۸- مشخصات ژئوفیزیکی و دینامیکی ایستگاه ۲

دانشیته کل (KN/m ³)	سرعت موج برشی (m/s)	نمودار میرایی	نمودار مدول برشی	جنس خاک	ضخامت لایه
15.92	215	Sand-Average	Sand-Average	SP-SM	1
22.48	294.5	Sand-Average	Sand-Average	Sand	1
16.05	349.6	Sand-Lower Bound	Sand-Lower Bound	SC	1
20.19	387.6	Sand-Average	Sand-Average	Sand	1
19.75	432.7	Sand-Average	Sand-Average	SP-SM	2
15.10	462.3	Sand-Average	Sand-Average	Sand	1
16.50	476	Sand-Average	Sand-Average	SP-SM	1
17.93	513.1	Sand-Average	Sand-Average	Sand	4
14.78	537.4	Sand-Average	Sand-Average	SP-SM	1
16.14	539	Sand-Average	Sand-Average	Sand	3
13.86	549.8	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	4
11.84	547.6	Sand-Average	Sand-Average	Sand	3
18.85	559.8	Sand-Average	Sand-Average	Sand	7
18.50	601	Sand-Average	Sand-Average	Sand	10
18.30	649	Sand-Average	Sand-Average	Sand	10
19.15	713.8	Sand-Average	Sand-Average	Sand	17
19.50	750.0	-	-	-	Bed Rock

جدول ۹- نتایج تحلیل لرزه ای در گمانه BH2

شتابنگاشت	حداکثر شتاب روی سطح	ضریب تشدید	شتاب طیفی	پریود غالب
دیپوک	مولفه (L)	۱/۵۶۶	۱/۵۴۰	۰/۲۰
	مولفه (T)	۱/۵۵۷	۱/۰۹۸	۰/۳۸
بوشرویه	مولفه (L)	۱/۵۷۳	۱/۳۷۵	۰/۱۸
	مولفه (T)	۱/۵۷۰	۱/۱۴۰	۰/۳۶
طبس	مولفه (L)	۱/۵۷۰	۱/۴۰۰	۰/۲۴
	مولفه (T)	۱/۵۸۲	۱/۳۴۶	۰/۲۵
قائن	مولفه (L)	۱/۵۳۹	۰/۸۳۲	۰/۲۹
	مولفه (T)	۱/۵۳۶	۱/۲۵۱	۰/۶۰
کوهبنان	مولفه (L)	۱/۵۸۴	۱/۱۳۲	۰/۲۰
	مولفه (T)	۱/۵۸۹	۱/۹۰۰	۰/۱۹
بیرجند	مولفه (L)	۱/۵۸۹	۱/۳۴۳	۰/۳۷
	مولفه (T)	۱/۵۶۶	۱/۴۶۸	۰/۳۷
آب بر	مولفه (L)	۱/۵۷۱	۱/۱۵۴	۰/۱۴
	مولفه (T)	۱/۵۷۲	۱/۳۳۳	۰/۰۹
میانگین کل				۰/۲۸
				۱
				۱/۵۶۹
				۰/۳۴۴

اعمال شتابنگاشت ها با مولفه های افقی (L و T) ملاحظه می گردد که پریود غالب حرکت سطح زمین در این محدوده از ۰/۲ تا ۰/۴ ثانیه است میانگین پریود غالب ۰/۲۶۵ ثانیه است و شتاب طیفی در این بازه از ۰/۹g تا ۱/۱g متغیر است. شتاب حداکثر سطح زمین بین ۰/۲۶۵g تا ۰/۳۹۸g تغییر می کند. ایستگاه ۴ واقع در بخش جنوب شرقی شهر، با مشخصات موجود در جدول ۱۲ و عمق سنگ بستر لرزه ای ۶۳ متر با نتایج تحلیل پاسخ های لرزه ای در این ایستگاه در جدول ۱۳ ارائه شده است. طبق آن بیشترین مقدار ضریب تشدید مربوط به شتابنگاشت مولفه (L) قائن با مقدار ۱/۶۴۵ می باشد. طبق منحنی میانگین کل داده ها (شکل ۷) مقدار ضریب بزرگنمایی در مد اول با

ایستگاه ۳ واقع در بخش شمال غربی شهر، با مشخصات موجود در جدول ۱۲ و عمق سنگ بستر لرزه ای ۷۷ متر با نتایج تحلیل پاسخ های لرزه ای در این ایستگاه در جدول ۱۳ ارائه شده است. طبق آن بیشترین مقدار ضریب تشدید مربوط به شتابنگاشت مولفه (T) کوهبنان با مقدار ۱/۵۵۷ می باشد. طبق منحنی میانگین کل داده ها (شکل ۷) مقدار ضریب بزرگنمایی که طبق آن مقدار ضریب بزرگنمایی در مد اول با فرکانس دینامیکی در محدوده ۸ هرتز با مقدار ضریب تشدید بین ۱/۸ می باشد و فرکانس دینامیکی در مد دوم در محدوده ۲۴ هرتز با مقدار ضریب تشدید بین ۱/۳ می باشد. با بررسی نمودار های شتاب طیفی مربوط به این ایستگاه با استفاده از میانگین حاصل از

ژئوتکنیک لرزه ای و تحلیل رفتار دینامیکی خاک در شهر بهاباد، جنوب شرق یزد

مولفه (L) قائن با مقدار ۱/۵۸۳ می باشد. طبق منحنی میانگین کل داده ها مقدار ضریب بزرگنمایی در مد اول با فرکانس دینامیکی در محدوده ۱۷ هرتز با مقدار ضریب تشدید بین ۱/۳، فرکانس دینامیکی در مد دوم در محدوده ۴۵ هرتز با مقدار ضریب تشدید بین ۱/۵ و فرکانس دینامیکی در مد دوم در محدوده ۱۰۵ هرتز با مقدار ضریب تشدید ۱ می باشد. با بررسی نمودار های شتاب طیفی مربوط به این ایستگاه (شکل های ۸ و ۹) با استفاده از میانگین حاصل از اعمال شتابنگاشت ها با مولفه های افقی (L و T) ملاحظه می گردد که پیوند غالب حرکت سطح زمین در این محدوده از ۰/۲ تا ۰/۴ ثانیه است میانگین پیوند غالب ۰/۲۱۹ ثانیه است و شتاب طیفی در این بازه از ۰/۹g تا ۱/۱g متغیر است. شتاب حداکثر سطح زمین بین ۰/۳۹۴g تا ۰/۳۴۴g تغییر می کند.

فرکانس دینامیکی در محدوده ۱۷ هرتز با مقدار ضریب تشدید بین ۱/۵ می باشد و فرکانس دینامیکی در مد دوم در محدوده ۳۰ هرتز با مقدار ضریب تشدید بین ۱/۶ می باشد. با بررسی نمودار های شتاب طیفی مربوط به این ایستگاه با استفاده از میانگین حاصل از اعمال شتابنگاشت ها با مولفه های افقی (L و T) ملاحظه می گردد که پیوند غالب حرکت سطح زمین در این محدوده از ۰/۳ تا ۰/۴ ثانیه است میانگین پیوند غالب ۰/۲۲۹ ثانیه است و شتاب طیفی در این بازه از ۱/۲g تا ۱/۴g متغیر است. شتاب حداکثر سطح زمین بین ۰/۳۴۱g تا ۰/۴۴۷g تغییر می کند. ایستگاه ۵ واقع در بخش شمال غربی شهر، با مشخصات موجود در جدول ۱۴ و عمق سنگ بستر لرزه ای ۴۷ متر با نتایج تحلیل پاسخ های لرزه ای در این ایستگاه در جدول ۱۵ ارائه شده است. طبق آن بیشترین مقدار ضریب تشدید مربوط به شتابنگاشت

جدول ۱۰- مشخصات ژئوفیزیکی و دینامیکی ایستگاه ۳

ضخامت لایه	جنس خاک	نمودار مدول برشی	نمودار میرایی	سرعت موج برشی (m/s)	دانسیته کل (KN/m ³)
3	Sand	Sand-Average	Sand-Average	250.1	14.65
3	Sand	Sand-Average	Sand-Average	326.5	15.86
2	SM	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	321.3	15.29
2	SM	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	326.5	16.08
3	SM	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	338.4	15.22
1	Sand	Sand-Average	Sand-Average	356.2	16.11
4	Sand	Sand-Average	Sand-Average	381.9	17.25
4	Sand	Sand-Average	Sand-Average	411.7	16.05
5	SP-SM	Sand-Average	Sand-Average	437.8	16.54
5	SP-SM	Sand-Average	Sand-Average	464.4	14.69
18	SP-SC	Sand-Average	Sand-Average	480.1	15.00
15	SP-SC	Sand-Average	Sand-Average	627.7	15.30
12	SP-SC	Sand-Average	Sand-Average	714	14.60
Bed Rock	-	-	-	750.0	15.50

جدول ۱۱- نتایج تحلیل لرزه ای در گمانه BH3

پریود غالب	شتاب طیفی	ضریب تشدید	حداکثر شتاب روی سطح	شتابنگاشت	
۰/۲۰	۱/۵۵۴	۱/۸۴	۰/۳۲۳	مولفه (L)	دیپوک
۰/۴۰	۰/۸۶۱	۱/۸۳	۰/۳۲۲	مولفه (T)	
۰/۱۸	۱/۳۷۲	۱/۸۴۷	۰/۳۴۶	مولفه (L)	بوشرویه
۰/۱۶	۱/۱۱۱	۱/۸۲۹	۰/۳۰۵	مولفه (T)	
۰/۲۴	۱/۳۷۱	۱/۸۱۳	۰/۲۹۷	مولفه (L)	طیس
۰/۲۵	۱/۳۵۷	۱/۸۱۱	۰/۳۴۸	مولفه (T)	
۰/۶۲	۰/۸۷۳	۱/۸۱۰	۰/۲۶۵	مولفه (L)	قائن
۰/۳۰	۱/۱۰۴	۱/۷۹۵	۰/۲۹۴	مولفه (T)	
۰/۲۰	۱/۱۷۹	۱/۸۵۳	۰/۳۹۴	مولفه (L)	کوهبنان
۰/۱۹	۲/۰۰۸	۱/۸۵۶	۰/۳۷۴	مولفه (T)	
۰/۲۳	۱/۱۷۵	۱/۸۴۵	۰/۳۹۸	مولفه (L)	بیرجند
۰/۲۶	۱/۳۰۲	۱/۸۲۲	۰/۳۳۱	مولفه (T)	
۰/۱۴	۱/۱۴۲	۱/۸۰۹	۰/۳۱۱	مولفه (L)	آب بر
۰/۳۴	۱/۰۲۱	۱/۸۰۲	۰/۳۱۵	مولفه (T)	
۰/۲۷	۱	۱/۸۲۶	۰/۳۳۰	میانگین کل	

جدول ۱۲- مشخصات ژئوفیزیکی و دینامیکی ایستگاه ۴

دانشیته کل (KN/m ³)	سرعت موج برشی (m/s)	نمودار میرایی	نمودار مدول برشی	جنس خاک	ضخامت لایه
17.60	261.4	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	4
15.92	349.3	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	4
15.53	408.9	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	SM	4
16.55	456.2	Sand-Average	Sand-Average	Sand	5
22.29	487.6	Sand-Lower Bound (Seed-Idriss)	Sand-Lower Bound	SC	2
17.32	502.4	Sand-Average	Sand-Average	Sand	2
24.20	518.2	Sand-Lower Bound (Seed-Idriss)	Sand-Lower Bound	SC	2
16.75	534.3	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	SM-SC	4
16.62	546.1	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	1
20.89	565.1	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	5
18.56	621.2	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	14
16.7	709.6	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	16
16.90	750	-	-	-	Bed Rock

ژئوتکنیک لرزه ای و تحلیل رفتار دینامیکی خاک در شهر بهاباد، جنوب شرق یزد

جدول ۱۳- نتایج تحلیل لرزه ای در گمانه BH4

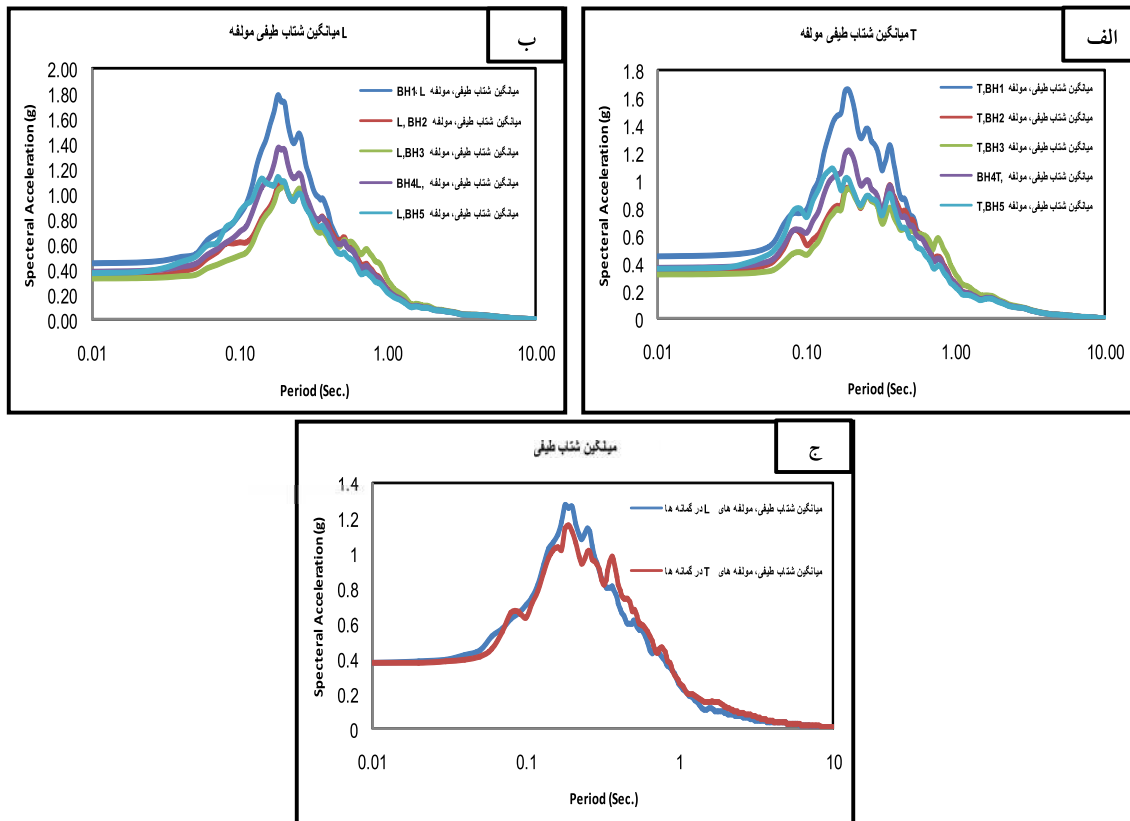
پریود غالب	شتاب طیفی	ضریب تشدید	حداکثر شتاب روی سطح	شتابنگاشت	
۰/۱۹	۱/۵۳۷	۱/۹۳۹	۰/۳۷۲	مولفه (L)	دیپوک
۰/۴۰	۱/۵۲۶	۱/۰۴۸	۰/۳۵۵	مولفه (T)	
۰/۱۸	۱/۵۹۰	۱/۸۳۲	۰/۴۰۴	مولفه (L)	بوشرویه
۰/۱۶	۱/۶۱۱	۱/۳۷۳	۰/۳۷۶	مولفه (T)	
۰/۲۰	۱/۴۹۳	۱/۷۶۴	۰/۳۹۲	مولفه (L)	طیس
۰/۲۵	۱/۴۹۸	۱/۶۲۶	۰/۳۷۱	مولفه (T)	
۰/۱۷	۱/۶۴۵	۰/۹۳۰	۰/۳۶۱	مولفه (L)	قائن
۰/۳۰	۱/۴۵۲	۱/۱۹۶	۰/۳۴۱	مولفه (T)	
۰/۲۰	۱/۶۰۷	۱/۳۵۱	۰/۴۴۷	مولفه (L)	کوهنان
۰/۱۹	۱/۶۱۶	۲/۵۱۳	۰/۴۴۶	مولفه (T)	
۰/۳۷	۱/۴۶۹	۱/۳۳۹	۰/۳۸۵	مولفه (L)	بیرجند
۰/۳۷	۱/۵۱۷	۱/۴۴۱	۰/۳۵۳	مولفه (T)	
۰/۱۴	۱/۵۹۲	۱/۵۲۱	۰/۳۴۵	مولفه (L)	آب بر
۰/۰۹	۱/۵۰۶	۱/۳۱۷	۰/۳۷۱	مولفه (T)	
۰/۲۳	۲	۱/۵۱۴	۰/۳۸۰	میانگین کل	

جدول ۱۴- مشخصات ژئوفیزیکی و دینامیکی ایستگاه ۵

دانشسته کل (KN/m ³)	سرعت موج برشی (m/s)	نمودار میرایی	نمودار مدول برشی	جنس خاک	ضخامت لایه
14.08	317.7	Sand-Average	Sand-Average	Sand	2
14.56	430.1	Sand-Average	Sand-Average	SP-SM	4
15.47	473.9	Sand-Average	Sand-Average	SP-SM	2
17.95	498.7	Sand-Lower Bound (Seed-Idriss)	Sand-Lower Bound	SC	3
16.57	532.6	Sand-Average	Sand-Average	Sand	2
19.78	557.1	Sand-Average	Sand-Average	Sand	1
19.58	572.1	Sand-Average	Sand-Average	Sand	1
20.80	589.6	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	2
17.93	606.5	Sand-Upper Bound	Sand-Upper Bound	SM-SC	2
17.96	623.7	Sand-Average	Sand-Average	Sand	3
18.25	645.0	Sand-Lower Bound (Seed-Idriss)	Sand-Lower Bound	SC	6
17.962	659.0	Sand-Average	Sand-Average	Sand	1
18.92	664.2	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	1
16.57	710.1	Sand-Average	Sand-Average	SP-SC	17
17.20	750	-	-	-	Bed Rock

جدول ۱۵- نتایج تحلیل لرزه ای در گمانه BH5

شتابنگاشت	حداکثر شتاب روی سطح	ضریب تشدید	شتاب طیفی	پریود غالب
دیپوک	۰/۳۴۹ (L)	۱/۴۶۶	۱/۵۸۶	۰/۱۹
	۰/۳۴۵ (T)	۱/۴۹۷	۰/۹۶۵	۰/۴۰
بوشرویه	۰/۳۷۴ (L)	۱/۵۴۱	۱/۴۷۰	۰/۱۸
	۰/۳۷۷ (T)	۱/۵۴۲	۱/۳۴۳	۰/۱۵
طیس	۰/۳۹۸ (L)	۱/۴۸۸	۱/۴۴۴	۰/۲۰
	۰/۳۸۹ (T)	۱/۴۴۴	۱/۳۴۳	۰/۲۴
قائن	۰/۳۹۰ (L)	۱/۵۸۳	۰/۸۲۵	۰/۰۹
	۰/۳۴۴ (T)	۱/۴۴۴	۱/۲۷۰	۰/۳۰
کوهبنان	۰/۳۹۱ (L)	۱/۵۰۶	۱/۵۰۱	۰/۱۴
	۰/۳۶۱ (T)	۱/۴۹۸	۱/۹۹۵	۰/۱۹
بیرجند	۰/۳۶۳ (L)	۱/۴۲۸	۱/۲۸۶	۰/۳۷
	۰/۳۵۱ (T)	۱/۴۹۲	۱/۳۸۰	۰/۳۷
آب بر	۰/۳۵۲ (L)	۱/۵۴۳	۱/۳۰۸	۰/۱۵
	۰/۳۹۴ (T)	۱/۴۶۵	۱/۷۱۰	۰/۰۹
میانگین کل	۰/۳۷۰	۱/۴۹۵	۱	۰/۲۲



شکل ۷- میانگین طیف های پاسخ شتاب ایستگاه ها برای الف) مولفه افقی T ، ب) مولفه افقی L

و ج) میانگین مولفه های افقی L و T

بودن رسوبات است و بیشترین مقدار آن در گمانه کشاورزی (II b) و مقدار ۳/۲۲ هرتز و کمترین مقدار آن در گمانه پمپ بنزین (III b)، در شمال غرب و با مقدار ۱/۶۳ هرتز می باشد می توان نشانه سستر بودن رسوبات باشد.

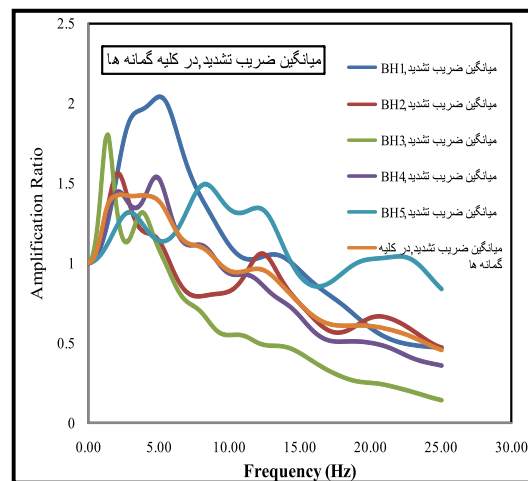
۳- نقشه ریزپهنه بندی بر اساس بیشینه شتاب سطح زمین، طبق شکل ۱۱ هر چه از اطراف شهر به سمت مرکز پیش می رویم بر میزان آن افزوده می گردد و بیشترین شتاب در مرکز شهر و ایستگاه اول با نوع زمین (II b) و با مقدار ۰/۴۵۵ می باشد و کمترین مقدار آن در ایستگاه پمپ بنزین با نوع زمین (III b) و با مقدار ۰/۳۴ می باشد.

۴- نقشه ریزپهنه بندی بر اساس ضریب تشدید، مطابق شکل ۱۲ هر چه از اطراف شهر به سمت مرکز پیش می رویم بر میزان آن افزوده می گردد و بیشترین ضریب تشدید در مرکز شهر و ایستگاه اول با نوع زمین (II b) و با مقدار ۲/۰۶ می باشد و کمترین مقدار آن در ایستگاه پنجم (کشاورزی) با نوع زمین (II b) و با مقدار ۱/۴۹ می باشد.

۵- نقشه ریز پهنه بندی بر اساس شتاب طیفی، مطابق شکل ۱۳ ریزپهنه بندی شتاب طیفی هر چه از اطراف شهر به سمت مرکز پیش می رویم بر میزان آن افزوده می گردد و بیشترین ضریب تشدید در مرکز شهر و ایستگاه اول با نوع زمین (II b) و با مقدار ۲ می باشد و کمترین مقدار آن در ایستگاه سوم (پمپ بنزین) با نوع زمین (III b) و با مقدار ۱/۲۴۵ می باشد.

جدول ۱۶- طبقه بندی نوع زمین براساس آیین نامه ۲۸۰۰

ایستگاه	سرعت موج برشی تا عمق ۳۰ متر (m/s)	طبقه بندی آیین نامه ۲۸۰۰
BH1	404.6	II b
BH2	477.3	II b
BH3	359.9	III b
BH4	414.6	II b
BH5	526.7	II b



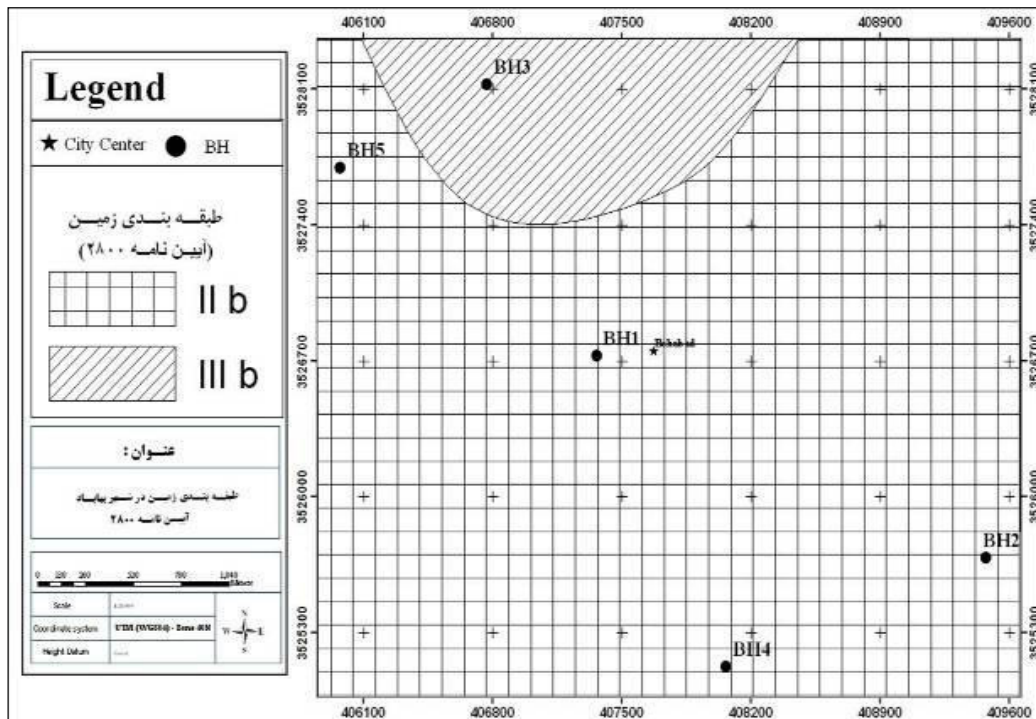
شکل ۸- میانگین ضریب تشدید کل گمانه ها

نتایج

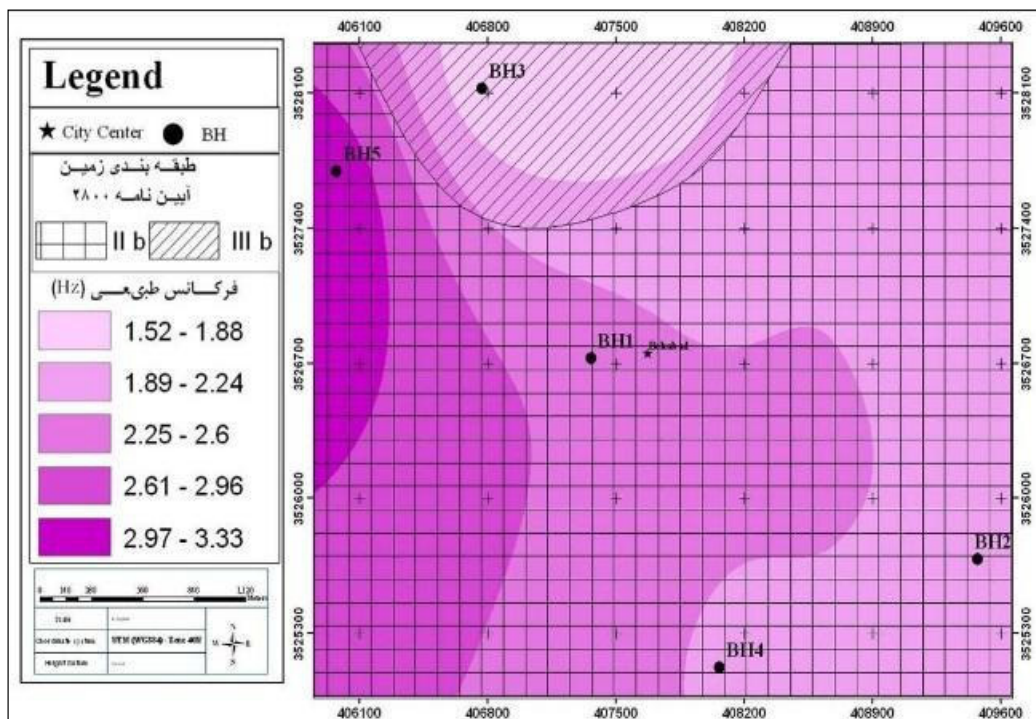
نقشه های ریزپهنه بندی شهر بهاباد بر اساس پارامترهای لرزه ای با دوره بازگشت ۴۷۵ سال شامل طبقه بندی نوع زمین، فرکانس طبیعی آبرفت، بیشینه شتاب سطح زمین، ضریب تشدید و شتاب طیفی حاصل از اعمال شتابنگاشت ها برآورد گشت و نتایج آنها به طور جداگانه به شرح ذیل است:

۱- ریز پهنه بندی بر اساس طبقه بندی نوع زمین بر مبنای آیین نامه ۲۸۰۰ ایران، با عدم حضور سنگ در طبقات خاک و داده های حاصل از سرعت موج برشی میانگین تا عمق ۳۰ متر (جدول ۱۶) در طبقه بندی زمین، لایه های خاک در دو گروه (۱) آبرفت های نوع دوم (۲) آبرفت های نوع سوم (طبق استاندارد ۲۸۰۰) قرار می گیرد. ریزپهنه بندی شهر بهاباد بر حسب نوع زمین (آبرفت) مطابق شکل ۹ نشان داده شده است.

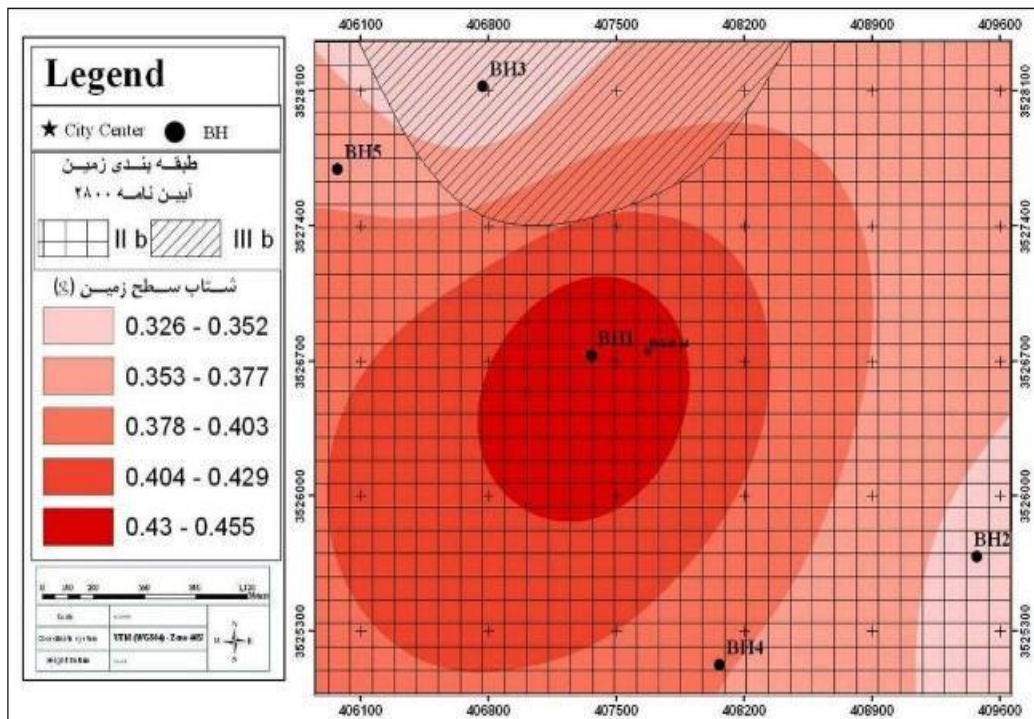
- نقشه ریز پهنه بندی فرکانس طبیعی و تفسیر آن بر اساس شکل ۱۰ ریزپهنه بندی، هر چه از جنوب شرق به سمت غرب و می رویم میزان فرکانس طبیعی افزایش می یابد که نشان دهنده دانه درشت بودن و محکم تر



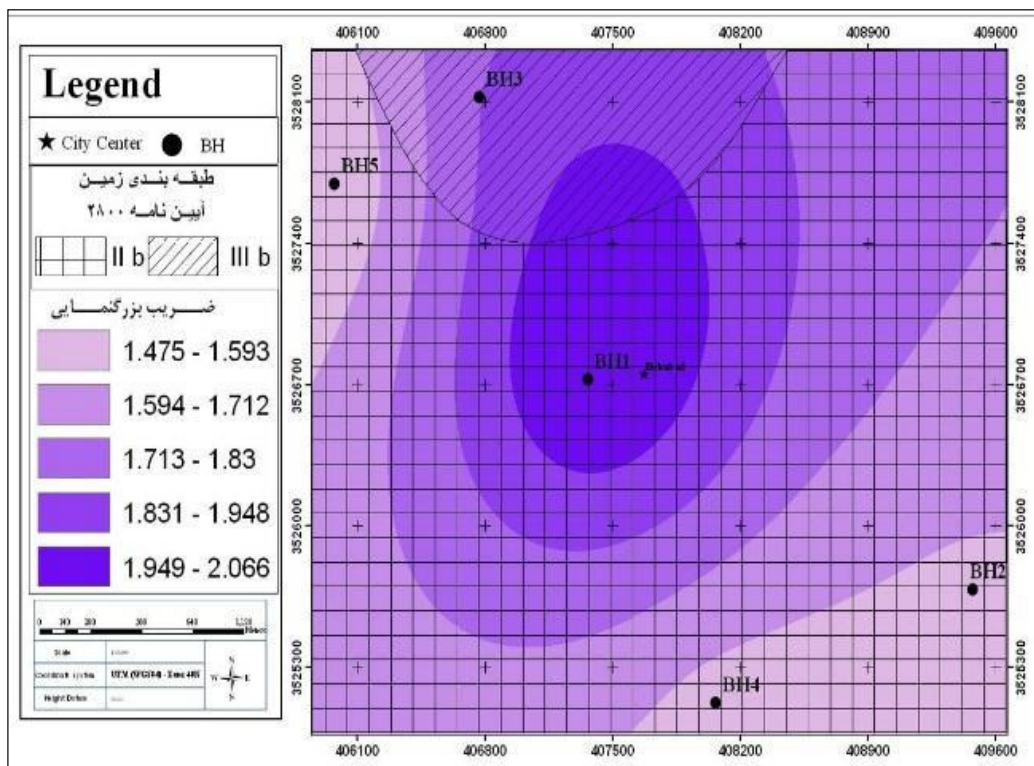
شکل ۹- نقشه طبقه بندی نوع زمین بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ در گستره شهر بهاباد



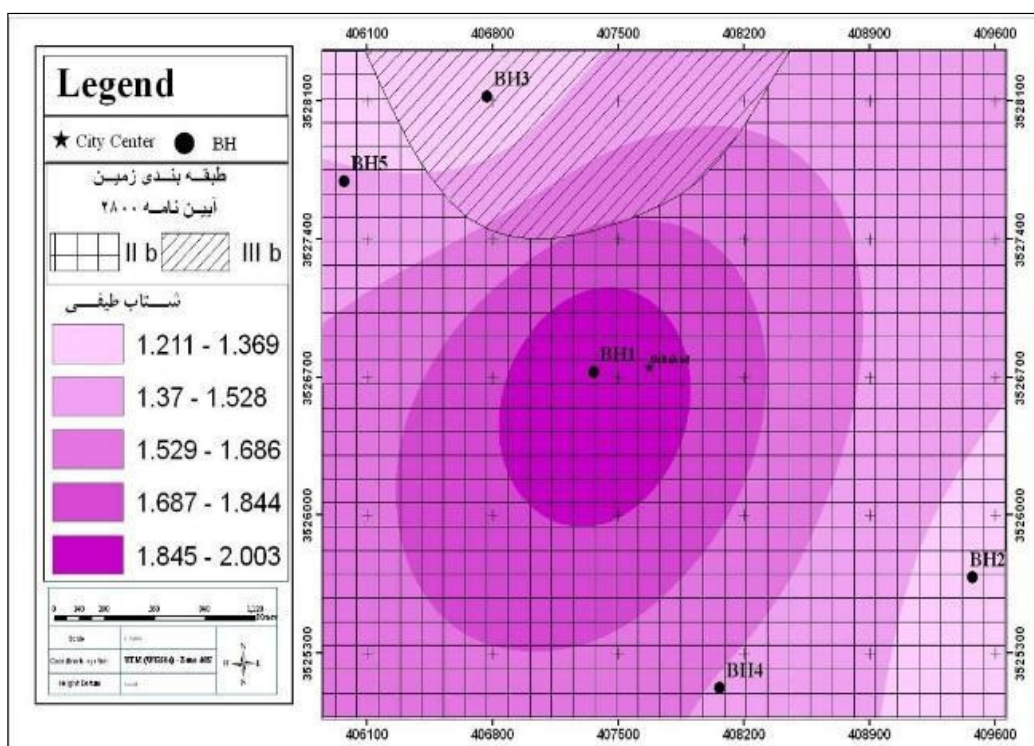
شکل ۱۰- نقشه هم فرکانس طبیعی حاصل اعمال شتابنگاشت ها به همراه طبقه بندی زمین در گستره شهر بهاباد



شکل ۱۱- نقشه هم شتاب ماکزیمم سطح ، حاصل اعمال شتابنگاشت ها به همراه طبقه بندی زمین در گستره شهر بهاباد



شکل ۱۲- نقشه هم ضریب تشدید، حاصل اعمال شتابنگاشت ها به همراه طبقه بندی زمین در گستره شهر بهاباد



شکل ۱۳- نقشه هم شتاب طیفی، حاصل اعمال شتابنگاشت ها به همراه طبقه بندی زمین در گستره شهر بهاباد

نتیجه گیری

پریود دینامیکی بالا نشان دهنده سختی زیاد خاک می باشد.

منابع

- ۱- آیین نامه ۲۸۰۰ استاندارد ملی ایران، (۱۳۸۴)، طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله - چاپ مرکز تحقیقات، تجدید نظر سوم، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۲۶۰ ص.
- ۲- ادیب، مه‌نهاد حمید، (۱۳۸۷)، گزارش مطالعات ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای شهر طبس، جلد اول، لرزه زمین‌ساخت و برآورد خطر زمین‌لرزه، پژوهشکده سوانح طبیعی ۲۳۷ ص.
- ۳- ادیب، (۱۳۸۸)، تخمین خطی یک بعدی از رفتار غیرخطی خاک در حوزه فرکانس در جنوب شهر یزد، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال پنجم-شماره سوم، پائیز ۱۳۸۸ ص ۱۹۲-۱۷۸.

بررسی های ساختمانی در گستره شهر بهاباد دو نوع خاک، III b و III b به ترتیب خاک سخت با ضخامت بیش از ۳۰ متر و خاک با سختی متوسط را نشان می دهد، بیشینه شتاب بر روی سطح در مرکز شهر نسبت به سایر مناطق افزایش دارد و هر چه به اطراف می رویم از این مقدار کاسته می شود. ضریب تشدید روندی همانند شتاب را طی می کند و خاک در مرکز متراکم تر است و کمتر تحت پدیده تشدید قرار می گیرد، زمین نوع III b بیشتر در این منطقه قرار دارد. شتاب طیفی در مرکز با توجه به قرار گیری زمین نوع III b بیشترین مقدار را دارا است و از مرکز به اطراف مقدار آن کاسته شده است. نسبت پریود دینامیکی به پریود طبیعی در اکثر موارد دو برابر شده است.

- and shear velocity in Memphis, Tennessee", *Bull. Seismol. Soc. Am.* Vol. 93: 986–997 pp.
- 15-Green, R. A., Hall, W. J., (1994). "An overview of selected seismic hazard analysis methodologies", *Civil Engineering Studies*, No. 592.
- 16-Ishibashi, I. & Zhang, X., (1993), "Unified dynamic shear module and damping ratios of sand and clay", *Soils and Foundations*, Vol. 33 (1): 182-191 pp.
- 17-Rix, G. J. & Romero-Hudock, S. (2001), "Liquefaction susceptibility mapping in Memphis/Shelby County, TN", Research Report, USGS NEHRP Award 01-HQ-AG-0019, 29 p.
- 18-Seed, H.B., Wong, R.T., Idriss, I.M., & Tokimatsu, K., (1986), "Module and damping factors for dynamic analyses of cohesion less soils", *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, and Vol. 112 (11): 1016-1032 pp.
- 19-Street, R., Woolery, E., Wang, Z. & Harik, I. E., (1997), "Soil classifications for estimating site-dependent response spectra and seismic coefficients for building code provisions in western Kentucky", *Engineering Geology*, Vol. 46: 331–347 pp.
- 20-Street, R., Woolery, E., Wang, Z. & Harris, J., (2001), "NEHRP soil classifications for estimating site-dependent seismic coefficients in the Upper Mississippi Embayment", *Engineering Geology*, Vol. 62: 123–135 pp.
- ۴- جعفری، م، اصغری، ا، (۱۳۷۶)، ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای جنوب غرب تهران از دیدگاه تأثیرات ساختگاهی مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، جلد دوم تحلیل لرزه‌ای واکنش آبرفت و نقشه های ریزپهنه‌بندی ۱۱۷ص.
- ۵- کرامر استیوان، (۱۳۷۸)، مهندسی ژئوتکنیک لرزه‌ای، مترجم میرمحمدحسینی، س، عارف‌پور، ب، چاپ اول، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ۹۳۲ص.
- 6-Aryamanesh M., Zare M., T. M. kusky, (2007), Neotectonics Controls on the Migration of the Rivers by Using Remote Sensing Imagery – A Case Study from Tabas Area – Eastern Iran, *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, IIEES. Vol. 9, No. 3.
- 7-Bauer, R. A., Kiefer, J. & Hester, N., (2001), "Soil amplification maps for estimating earthquake ground motions in the central US", *Engineering Geology*, Vol. 62: 7–17.
- 8-Berberian, M., (1976), "Contribution to the Seismotectonics of Iran (Part II)", *Geological Survey of Iran*, Rep. No. 39, 518 P.
- 9-Broughton, A. T., Van Arsdale, R. B. & Broughton, J. H., (2001), "Liquefaction susceptibility mapping in the city of Memphis and Shelby County, Tennessee", *Engineering Geology*, Vol. 62: 207–222.
- 10-Choong-Ki Chung, (2005), Geologic site conditions and site coefficients for estimating earthquake ground motions in the inland areas of Korea, *Engineering Geology* 81 446– 469.
- 11-Cramer, C. H., Gomberg, J. S., Schweig, E. S., Waldron, B. A. & Tucker, K., (2004), "The Memphis, Shelby County, Tennessee", seismic hazard maps, U.S. Geological Survey Open-File Report 04-1294, 19p.
- 12-Cramer, C. H., Gomberg, J. S., Schweig, E. S., Waldron, B. A. & Tucker, K. (2006), "First USGS urban seismic hazard maps predict the effects of soils", *Seism. Res. Lett.*, Vol. 77: 23–29 pp.
- 13- Frankel, A., Mueller, C., Barnhard, T., Perkins, D., Leyendecker, E. V., Dickman, N., Hanson, S. & Hopper, M., (2002), "National Seismic Hazard Maps 1996", U.S. Geological Survey Open-File Report 97–131 pp.
- 14-Gomberg, J., Waldron, B., Schweig, E., Hwang, H., Webbers, A., Van Arsdale, R., Tucker, K., Williams, R., Street, R., Mayne, P., Stephenson, W., Odum, J., Cramer, C., Updike, R., Hudson, S. & Bradley, M. (2003), "Lithology

