

تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی و ارزیابی پریود غالب خاک در شهر خلیل آباد

ویدا طاهرپور خلیل آباد^{۱*}، ناصر حافظی مقدس^۲، غلامرضا لشکری پور^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

vidataherpour@yahoo.com

چکیده

شهر خلیل آباد در استان خراسان رضوی واقع است. وجود گسل فعال درونه در ۱۰ کیلومتری شهر خلیل آباد، سبب شده است که این شهر به لحاظ لرزه زمین ساختی از پتانسیل لرزه ای بالایی برخوردار باشد و این امر انجام مطالعاتی در این خصوص را با اهمیت تر جلوه می دهد. در این مطالعه، ضمن تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، برآوردی از پریود غالب خاک با استفاده از داده های مایکروترمور در منطقه انجام شده است. بدین منظور، یکی از متداولترین و ساده ترین روش های مبتنی بر مایکروترمورها یعنی روش نسبت طیفی افقی به عمودی موج لرزه ای موسوم به روش ناکامورا در ۳۰ نقطه در منطقه به کار گرفته شده است که داده های حاصله توسط نرم افزار GEOPSY مورد پردازش قرار گرفته و سپس منحنی های نسبت طیفی آنها استخراج گردیده است. در نهایت با استفاده از مقادیر پریود غالب حاصل از این منحنی ها، نقشه هم پریود برای این شهر ترسیم شده و تغییرات مقادیر پریود مورد بررسی قرار گرفت.

کلمات کلیدی: نقشه زمین شناسی مهندسی، مایکروترمور، پریود غالب، روش ناکامورا

۱- مقدمه

امروزه به خوبی ثابت شده است که بخش مهمی از تخریب ناشی از وقوع زلزله ها به خصوصیات و ویژگی های ساختگاه های محلی مربوط می شود (غلامی و. و همکاران، ۱۳۸۶). در واقع آنچه در خصوص حضور یک لایه آبرفتی در هنگام وقوع زلزله اهمیت دارد، قابلیت تشدید و یا بزرگنمایی آن لایه می باشد، به گونه ای که در زمان انتشار امواج زلزله از سنگ بستر به سمت قسمت های فوقانی، خصوصیات دینامیکی آبرفت سبب تقویت و یا تضعیف این امواج می گردند. چنانچه این فرکانس با فرکانس طبیعی سازه یکسان باشد، پدیده تشدید به وقوع خواهد پیوست (بهادری و. و همکاران، ۱۳۸۶).
به منظور تعیین واکنش دینامیکی ساختگاه ها می توان از داده های حاصل از زلزله ها یا انفجارها استفاده نمود، که در این صورت با محدودیت هایی نظیر صرف زمان و هزینه زیاد جهت فراهم نمودن اطلاعات مورد نیاز روبرو خواهیم بود. از سوی دیگر، انجام آزمایشات ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی به منظور دستیابی به داده های گمانه ای و محاسبه تغییرات سرعت امواج در لایه های مختلف زمین نیز به لحاظ زمانی و اقتصادی مقرون به صرفه نیستند، بنابراین به نظر می رسد استفاده از مایکروترمورها با توجه به هزینه مالی و زمانی اندک، سهولت روش کار و قابلیت اندازه گیری به میزان وسیع، رویکرد مناسبی برای تعیین خصوصیات ساختگاه باشد.

ناکامورا در سال ۱۹۸۹، آنالیز میکروترمور را با پیشنهاد نمودن یک تکنیک جدید، که روش نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی نامیده می شود، تغییر داد. از آن زمان تاکنون مطالعات زیادی در خصوص کاربرد مایکروترمورها در ارزیابی اثرات ساختگاهی انجام شده است که از آن جمله می توان به مطالعات لرمو و همکاران (۱۹۸۸)، لرمو و چاوز گارسیا (۱۹۹۴)، بیندی و همکاران (۲۰۰۰)، لبران و همکاران (۲۰۰۱)، نگوین و همکاران (۲۰۰۴)، بونفوی کلودت و همکاران (۲۰۰۶)، گوسر و مارتینس (۲۰۰۹)، ماندپی و همکاران (۲۰۱۰) اشاره نمود.

کاسلس و همکاران (۲۰۱۰) با به کارگیری روش نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی در شهر والنسیا، برهمکنش ساختار خاک را جهت تعیین پتانسیل آسیب پذیری تخمین زدند. کوکر و آکگون (۲۰۱۲) با استفاده از روش نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی، نشان دادند که نتایج حاصل از این روش می تواند تخمین قابل اعتمادی از پاسخ ساختگاه را در نهشته های نرم به دست دهد.

هدف از این مطالعه، تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی و تعیین پریود غالب خاک ساختگاه می باشد. باعنایت به این که شهر خلیل آباد به سبب نزدیکی به گسل فعال درونه به لحاظ لرزه زمین ساختی از پتانسیل لرزه ای بالایی برخوردار می باشد، بنابراین مطالعه پیش رو می تواند گام مهمی جهت طراحی ایمن سازه ها در محدوده مطالعاتی باشد.

۲- موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

شهر خلیل آباد در دشت کاشمر در استان خراسان رضوی واقع شده است. این شهر از شمال به بخش کوهسرخ شهرستان کاشمر، از جنوب به بخش بجستان شهرستان گناباد، از شرق به شهرستان کاشمر و از غرب به شهرستان بردسکن محدود می شود. منطقه مورد مطالعه به لحاظ موقعیت جغرافیایی در محدوده طول های جغرافیایی $58^{\circ}12'33.68''$ و $58^{\circ}21'48.69''$ شرقی و عرض های جغرافیایی $35^{\circ}11'32.74''$ و $35^{\circ}19'6.46''$ شمالی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۹۷۵ متر می باشد. این منطقه عمدتاً شامل رسوبات آبرفتی بوده و تنها در بخشهای شمالی آن، رخنمون های سنگی آذرین مشاهده می شوند.

۳- تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی منطقه مورد مطالعه

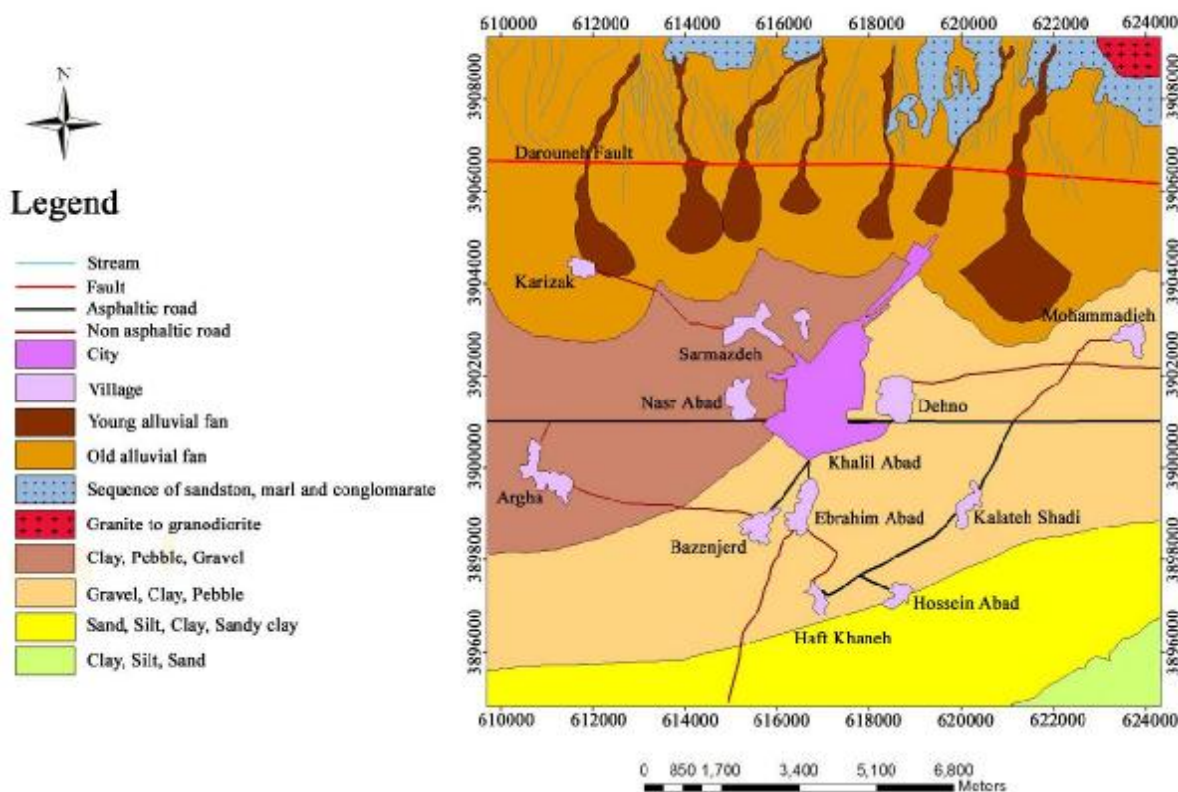
امروزه در بسیاری از شهرهای مدرن، پیش از ساخت جاده ها، کارخانه ها، شهرک های مسکونی و سایر سازه های مهم، مطالعات محلی زیادی انجام می شوند، به گونه ای که با استفاده از نتایج حاصل از چنین مطالعاتی، حجم وسیعی از داده های زمین شناسی و ژئوتکنیکی به دست می آید. در این میان، امکان از بین رفتن بسیاری از این اطلاعات وجود دارد و حتی ممکن است دسترسی به آنها غیر ممکن باشد. به هر صورت، دسترسی به نقشه ها و خصوصیات مهندسی لایه های زمین شناسی در هر منطقه می تواند ابزار مهمی برای کارهای عمرانی و توسعه در آن منطقه باشد (Froster A. & Culshaw M.G., 1990). به طور کلی می توان گفت نقشه زمین شناسی مهندسی، از یک نقشه زمین شناسی مشتق می شود که اطلاعات زمین شناسی مهندسی به آن افزوده شده باشد (Bell F.G., 1998).

نکته اصلی در تهیه چنین نقشه هایی این است که یک نقشه زمین شناسی مهندسی می بایست اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی خصوصیات زمین شناسی مهندسی دخیل در طراحی های ناحیه ای را دارا باشد (Maharaj R., 1995).

به منظور ترسیم نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، ضمن مطالعه نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ کاشمر و گزارشات مربوط به آن که توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تهیه شده است، به بررسی عکس‌های هوایی و ماهواره ای منطقه مورد نظر پرداخته شد که طی آن عوارض موجود در منطقه همچون آبراهه‌ها، گسل، راه‌ها و غیره مورد شناسایی قرار گرفتند.

در مرحله بعد با مراجعه به شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی، اطلاعاتی در خصوص مشخصات فنی چاه‌های اکتشافی، پیزومتر و مغزه گیری‌ها در آبرفت، مقاطع هیدرولوژی، ژئوالکتریک و موقعیت سونداژها در دشت کاشمر جمع آوری شد و در نهایت تعداد ۴ مقطع در مناطق شفیع آباد، ایرج آباد، سرخوضک و سید مرتضی انتخاب شدند که دو مقطع شفیع آباد و ایرج آباد در غرب شهر خلیل آباد و دو مقطع سرخوضک و سید مرتضی در شرق این شهر قرار گرفته اند. هر یک از مقاطع ذکر شده با استفاده از نرم افزار Google Earth بر روی تصویر ماهواره ای مکان یابی شدند.

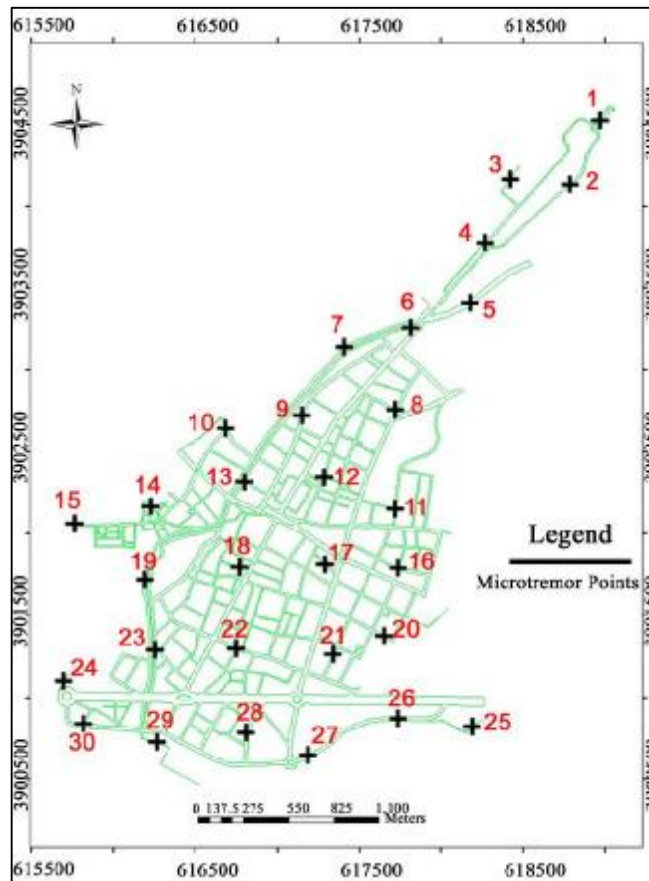
در مرحله بعد با استفاده از نرم افزار CorelDraw اطلاعات مربوط به هر برش زمین شناسی در نقاط یاد شده با یکدیگر انطباق داده شده و سپس جنس خاک در مقطع مربوط به شهر خلیل آباد توسط آن تخمین زده شد. در آخرین مرحله ضمن تهیه نقشه‌ای که در آن اطلاعات حاصل از هر ۵ مقطع لحاظ شده بود و انطباق آن با تصاویر ماهواره ای، نوع آبرفت در منطقه مورد مطالعه تعیین گردید. در نهایت نقشه زمین شناسی مهندسی منطقه مورد نظر با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ با استفاده از نرم افزار ArcMap ترسیم شد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد

۴- برداشت داده های مایکروترمور

برداشت داده های مایکروترمور با استفاده از دستگاه لرزه سنج سه کاناله SL07 ساخت شرکت SARA ایتالیا انجام شد. فرکانس طبیعی این لرزه سنج ۲ هرتز و میرایی طبیعی آن ۰/۷ می باشد. از دیگر مشخصات این دستگاه می توان به رقومی کننده سه کاناله ۲۴ بیتی، یک واحد پردازنده مرکزی با قابلیت ثبت رکوردها و گیرنده GPS می باشد. جهت انجام برداشت های مایکروترمور، ابتدا منطقه مورد نظر به شبکه هایی با ابعاد ۵۰۰ متر در ۵۰۰ متر تقسیم بندی شد. ثبت مایکروترمورها در ۳۰ ایستگاه به مدت ۱۵ دقیقه از ساعت ۱۲ شب تا ۴ صبح صورت گرفت. موقعیت ایستگاه ها در شکل ۲ نشان داده شده است.



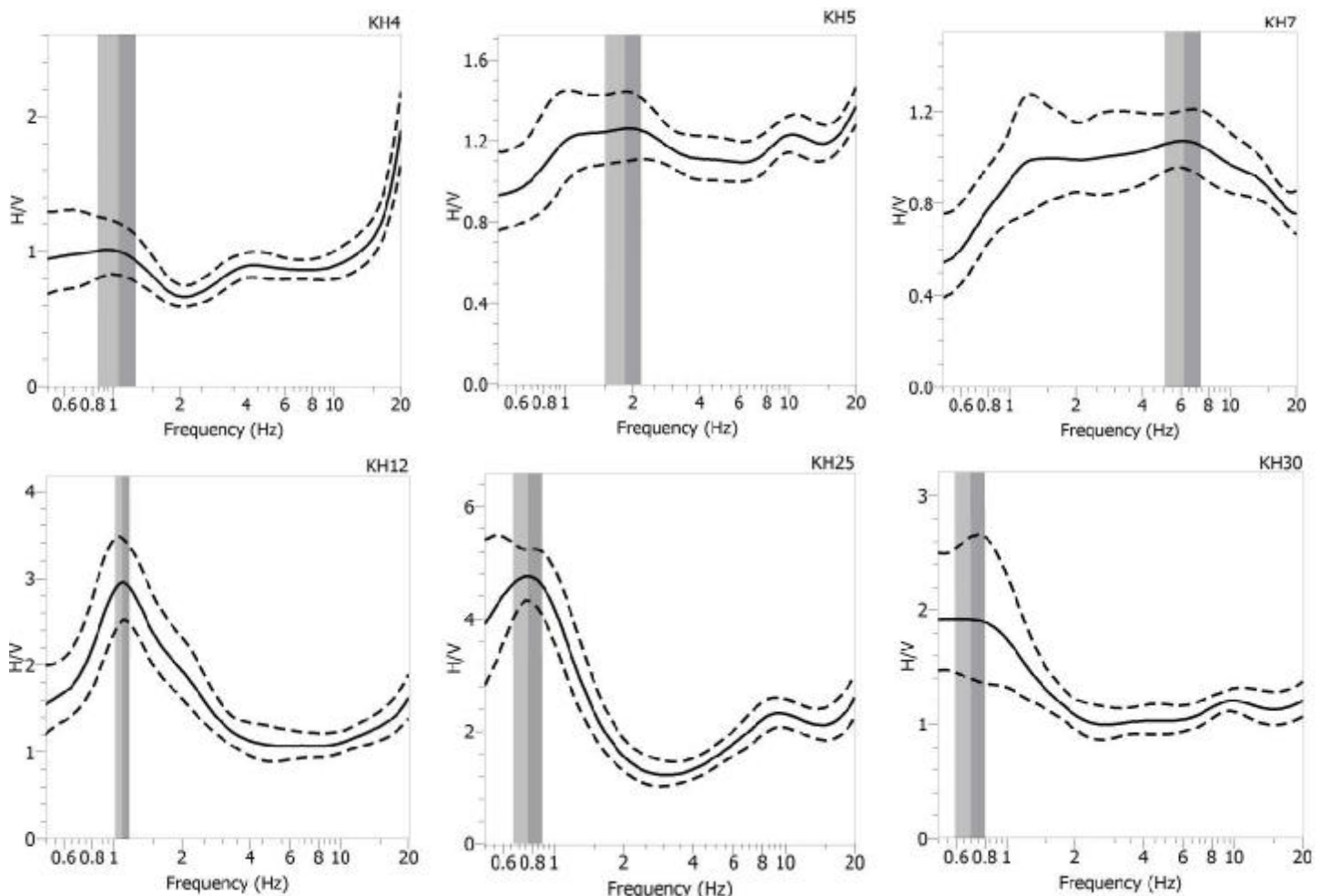
شکل ۲- موقعیت ایستگاه های برداشت داده های مایکروترمور

۵- پردازش و تحلیل داده ها

به منظور تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده از برداشت های مایکروترمور، از روش نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی (Nakamura Y., 1989) استفاده شده است که انجام آن توسط نرم افزار GEOPSY صورت گرفت. بدین منظور، ابتدا پنجره های زمانی ۲۰ ثانیه ای از داده ها انتخاب و در صورت مشاهده هرگونه نوفه احتمالی اقدام به حذف آن گردید.

محاسبه طیف دامنه‌ها نیز به وسیله تبدیل سریع فوریه صورت پذیرفت، به گونه‌ای که در هموارسازی این طیف روش Konno & Ohmachi (1998) مورد استفاده قرار گرفت که در آن مقدار پهنای باند مورد نظر عدد ۱۰ در نظر گرفته شد. پس از محاسبه نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی، مقادیر فرکانس غالب و دامنه بزرگنمایی تعیین شده و سپس مقدار پریود غالب در هر ایستگاه محاسبه شد.

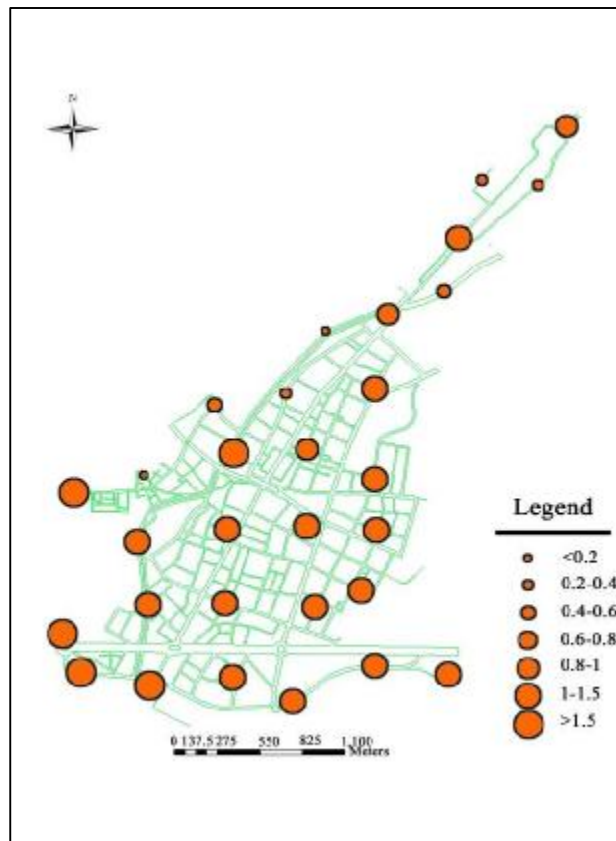
شکل ۳، نمونه‌هایی از منحنی‌های نسبت طیفی به دست آمده برای چند ایستگاه را نشان می‌دهد که در آنها، محور افقی نشان دهنده فرکانس و محور عمودی نشانگر نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی می‌باشد، همچنین منحنی توپر مربوط به میانگین نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی بوده و منحنی‌هایی که با خط چین نشان داده شده اند مربوط به انحراف معیار نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی می‌باشند.



شکل ۳- مثال‌هایی از منحنی‌های نسبت طیفی به دست آمده برای چند ایستگاه

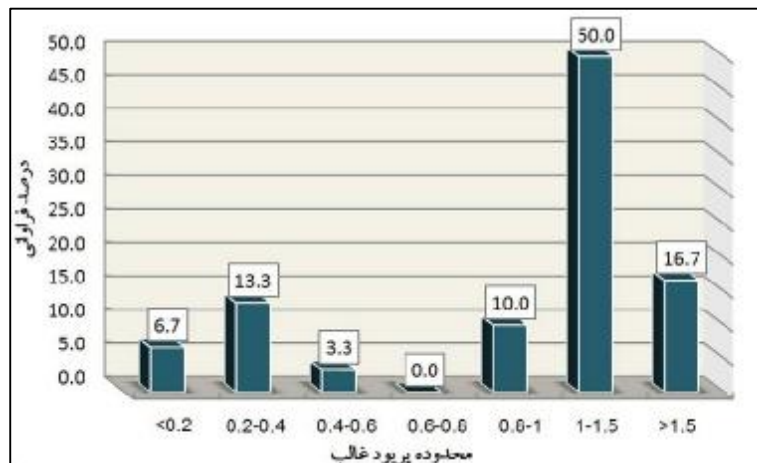
۶- تهیه نقشه هم پریرود منطقه مورد مطالعه

در نهایت با استفاده از مقادیر به دست آمده برای پریرود غالب در هر ایستگاه، نقشه هم پریرود برای منطقه مورد نظر ترسیم گشت و مقادیر پریرودی به ۷ رده تقسیم شد (شکل ۴).

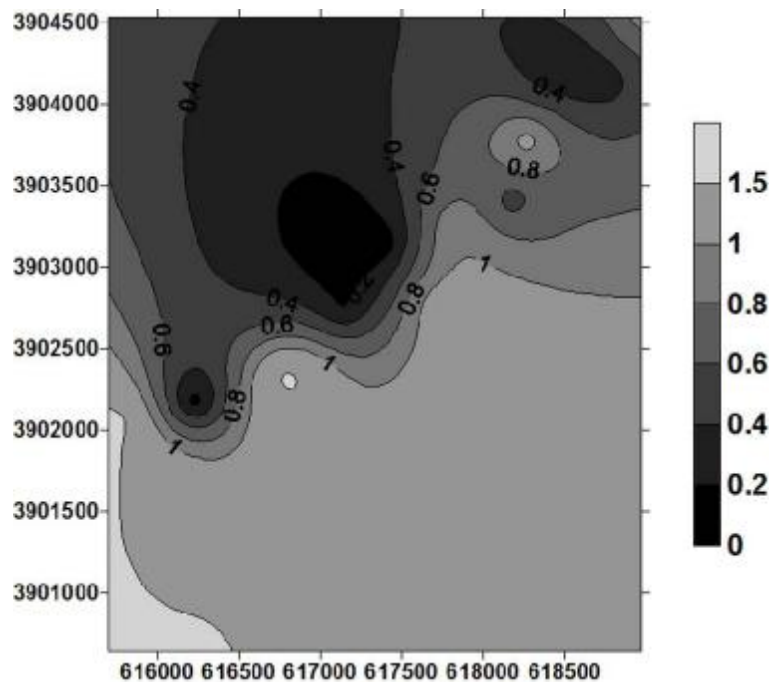


شکل ۴- نقشه هم پریرود شهر خلیل آباد

با رسم نمودار مربوط به درصد فراوانی هر یک از بازه‌های پریرودی، مشخص شد که بیشترین فراوانی در منطقه مربوط به بازه ۱-۱.۵ ثانیه و کمترین فراوانی مربوط به ۰.۴-۰.۶ ثانیه می باشد، ضمن اینکه بازه پریرودی ۰.۶-۰.۸ ثانیه در منطقه مشاهده نمی شود (شکل ۵).



در نهایت نقشه هم پریود منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Surfer ترسیم شد (شکل ۶).



شکل ۶- نقشه هم پریود شهر خلیل آباد

۷- نتیجه گیری

در این مطالعه، ضمن تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، به بررسی روند تغییرات پریود غالب با استفاده از روش نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی در منطقه پرداخته شد. با توجه به نقشه هم پریود در منطقه، به نظر می رسد که به طور کلی روند تغییرات پریود غالب از سمت شمال منطقه مورد مطالعه به سمت جنوب، سیری صعودی دارد که این مطلب نشان دهنده افزایش ضخامت آبرفت و ریز دانه شدن بافت خاک در منطقه می باشد که به خوبی با نقشه تهیه شده مطابقت دارد.

قدردانی

در این مطالعه از داده های مربوط به مشخصات فنی چاه های اکتشافی، پیزومتر و مغزه گیری ها در آبرفت، مقاطع هیدرولوژی، ژئوالکتریک و موقعیت سونداژها در دشت کاشمر استفاده شده است. نویسندگان مراتب تشکر خود را از ریاست محترم گروه مطالعات آب های زیرزمینی شرکت آب منطقه ای استان خراسان رضوی، جناب آقای مهندس مدنی اعلام می دارند. همچنین از شرکت زمین فیزیک پویا و شهرداری محترم خلیل آباد که به ترتیب جهت در اختیار گذاشتن دستگاه اندازه گیری داده های مایکروترموور و نقشه جامع شهر خلیل آباد همکاری نموده اند، صمیمانه قدردانی می گردد.

منابع

- بهادری و، قائممقامیان م، رضاپور م. و فریدونی ا، (۱۳۸۶). "بررسی روش‌های تحلیل طیفی امواج میکروترومور در مطالعات تعیین اثرات ساختگاهی"، پنجمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- طاهری ج، (۱۳۷۷)، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ کاشمر، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- غلامی و، کمالیان ن. و زارع، م، (۱۳۸۶). "بررسی میزان اعتبار استفاده از نگاشت‌های مایکروترومور جهت تخمین فرکانس طبیعی نوسانات خاک"، پنجمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- Bell, F.G. (1998). "Environmental Geology: Principles and Practice", Blackwell Science, Ltd, United Kingdom.
- Bindi, D., Parolai, S., Spallarossa, D., Cattaneo, M., (2000). "Site effects by H/V ratio: comparison of two different procedures", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 4, pp. 97-113.
- Bonnefoy-Claudet, S., Cornou, C., Bard, P. Y., Cotton, F., Moczo, P., Kristek, J., Fah, D. (2006). "H/V ratio: A tool for site effects evaluation. Results from 1-D noise simulations", Geophysical Journal International, Vol. 167, pp. 827-837.
- Caselles, J. O., Rez-Gracia, P.R., Franklin, E.R., Pujades, L., Navarro, M., Clapes, J., Canas, J.A., Garcia, F. (2010), "Applying the H/V Method to Dense Cities. A Case Study of Valencia City", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 14, pp. 192-210.
- Forster, A. and Culshaw, M.G. (1990). "The use of site investigation data for the preparation of engineering geological maps and reports for use by planners and civil engineers", Engineering Geology, Vol. 29, pp.347-354.
- Gosar, A. & Martinec, M. (2009). "Microtremor HVSR study of site effects in the Ilirska Bristica town area (S. Slovenia)", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 13, pp. 50-67.
- Koçkar, M.K. and Akgun, K. (2012). "Evaluation of the site effects of the Ankara basin, Turkey", Journal of Applied Geophysics, Vol. 83, pp. 120-134.
- Konno, K. and Ohmachi, T. (1998), "Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremor", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 88, pp. 228-241.
- Lebrun, B., Hatzfeld, D., Bard, P.-Y. (2001). "A site effect study in urban area: experimental results in Grenoble (France)", Pure and Applied Geophysics, Vol. 158, pp. 2543-2557.
- Lermo, J. and Chavez-Garcia, F. J. (1994). "Are microtremors useful in site response evaluation?", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 84, pp.1350-1364.
- Lermo, J., Rodriguez, M., and Singh, S. K. (1988), "The Mexico earthquake of september 19,1985-Natural period of sites in the valley of
- Maharaj, R. (1995). "Engineering-geological mapping of tropical soils for land-use planning and geotechnical purposes: A case study from Jamaica, West Indies", Engineering Geology, Vol. 40, pp. 243-286.
- Mundepi, A.K., Galiana-Merino, J.J., Kamal, S., Lindholm, C.(2010). "Soil characteristics and site effect assessment in the city of Delhi (India) using H/V and f-k methods", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 30, pp.591-599.
- Nakamura, Y. (1989). "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface", Quarterly Report of Railway Technical Research Institute, Vol. 30, pp. 25-33.
- Nguyen, F., Van Rompaey, G., Teerlynck, H., Van Camp, M., Jongmans, D., Camelbeeck, T.(2004). "Use of microtremor measurement for assessing site effects in Northern Belgium—interpretation of the observed intensity during the MSZ.0 June 11 1938 earthquake", Journal of Earthquake Engineering, Vol. 8, pp. 41-56.



هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران
۱۵ و ۱۶ آبان ۱۳۹۲، دانشگاه فردوسی مشهد

