

تعیین پریود غالب سازه‌های قالب تونلی با استفاده از مایکروترمورها

سرور فتحعلی‌زاده

دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، تهران، ایران
s.f9075@gmail.com

اصغر آزادی

هیئت علمی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
asghar_azadi_2007@yahoo.com

امین عباسی

پژوهشگر موسسه ژئوفیزیک، تهران، ایران
amabbasi@ut.ac.ir

کلید واژه‌ها: پریود غالب، سازه تونلی، مایکروترمو، روش ناکامورا (H/V)، فرکانس غالب

چکیده

تعیین پریود غالب زمین در یک منطقه لرزه ای اهمیت زیادی دارد، زیرا بیشترین احتمال این است که این پریود ارتباط با امواج لرزه ای دارد. سازه‌های با پریود مشابه ممکن است به هنگام وقوع زلزله به دلیل پدید تشدید در معرض آسیب قرار گیرد بنابراین تعیین پریود طبیعی ساختمان یکی از موارد مهم در بررسی پی سازه به شمار می آید تا بتوان بر اساس آن سازه ای ساخت که در رخداد زمین لرزه دچار پدیده ی تشدید نشود. در سیگنال به دست آمده از دستگاه لرزه سنجی بعد از حذف اثرات منبع، فرکانسی که دامنه ی آن به ماکزیمم مقدار خود رسیده باشد، به عنوان فرکانس غالب سازه معرفی می‌شود. با توجه به روش ناکامورا، منابع سطحی خرد لرزه‌ها امواج ریلی را تولید می کنند که دارای تأثیرات یکسانی بر روی حرکت های افقی و عمودی لایه ی سطحی می باشند. این روش تابع انتقال را از تقسیم طیف خرد لرزه مؤلفه ی افقی به مؤلفه ی قائم می‌توان به دست آورد. با استفاده از این روش که به روش ناکامورا نیز معروف است پریود غالب سازه ای با طراحی قالب تونلی واقع در شهرک پرند بدست آمد. طبق آیین نامه ۲۸۰۰ یکی از پارامترهای اساسی مورد نیاز جهت تحلیل سازه دوره تناوب اصلی است که به ارتفاع سازه نیز، بستگی دارد. در این پژوهش پریود غالب در چندین ایستگاه محاسبه شد و نمودارهای نسبت طیفی برای هر ایستگاه رسم و به کمک آن فرمول تجربی جدیدی جهت ویرایش آیین نامه ۲۸۰۰ بدست آمد.

مقدمه

با گذر زمان و پیشرفت جوامع احتیاج به ساخت و ساز های سنگین بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد و از طرفی هرچه مناطق شهری بیشتر گسترش می‌یابد، بشر بیشتر با کمبود جا برای احداث سازه‌های مورد نیاز خود مواجه می‌شود. بنابر این بهبود ساختگاه و همچنین طراحی مهندسی و علمی سازه بیشتر مورد توجه مهندسين قرار می‌گیرد. ساختگاهی که برای ساخت سازه در روی آن مورد استفاده قرار می‌گیرد نقش بسیار مهمی در پایداری سازه ایفا می‌کند. بنابر این آگاهی از شرایط مهندسی و فیزیکی ساختگاه بسیار مهم است و یکی از مهم ترین پارامترهای طراحی به شمار می‌آید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین عامل در تخریب و ناپایداری سازه‌ها مربوط به عدم آگاهی از شرایط ساختگاه می‌باشد استفاده از مشاهدات و اطلاعات به دست آمده از زلزله یا انفجار در تعیین واکنش دینامیکی محل‌های مختلف مستلزم این است که رکوردهای زلزله یا انفجار با شدت‌های مختلف برای این محل‌ها در اختیار باشند. اما جمع آوری چنین رکوردهایی حتی در مناطق زلزله‌خیز بسیار پرهزینه بوده و زمان زیادی را نیز می‌طلبد. استفاده از روش‌های نظری نیز نیاز به اطلاعات گمانه‌ای و دانستن تغییرات سرعت امواج در لایه‌های مختلف زمین دارد. کسب این اطلاعات نیازمند انجام آزمایشات ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی می‌باشد که بعضا بسیار پرهزینه و وقت گیر است. از طرفی مدل کردن لایه‌های خاک به منظور تحلیل دینامیکی، نیاز به کامپیوترهای پیشرفته و محاسبات فراوان دارد. در مقابل روش استفاده از مایکروترمورها جهت تعیین واکنش محل در برابر زلزله به علت سادگی و اقتصادی بودن بسیار مورد توجه قرار گرفته است. با استفاده صحیح از این روش می‌توان نواحی



وسیعی را در مدت کوتاهی مورد بررسی قرار داد. اکثر اثرات ساختگاه که ناشی از لرزش زمین هستند وابسته به بسامندند. به همین جهت لازم است که در استفاده از آنها به این مسئله توجه شود. بزرگ ترین مشکلات در سر راه برآورد پاسخ ساختگاه، جداسازی اثرات منبع و مسیر از داده های دستگاهی است. ناکامورا (1989) برای حذف اثرات منبع در نتایج به دست آمده از طیف مایکروترمورها روشی را معرفی کرد که همان روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم است. در این روش فرض می شود که منابع سطحی مایکروترمورها، امواج ریلی را تولید می کنند که دارای تاثیرات یکسانی بر روی حرکت های افقی و عمودی لایه سطحی می باشند. این روش تابع انتقال را از تقسیم طیف مایکروترمورها مولفه افقی به مولفه قائم بدست می آورد.

روش تحقیق

طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران نیروی جانبی زلزله در امتداد و جوانب مختلف به سازه اعمال می شود و سازه با فرض رفتار خطی تحلیل می شود. یکی از پارامترهای اساسی مورد نیاز جهت تحلیل سازه دوره تناوب اصلی است که به ارتفاع سازه نیز، بستگی دارد. برای تعیین پریود غالب به وسیله امواج مایکروترمورها احتیاج به داده های ثبت شده از مایکروترمورها در ایستگاه های مختلف در سه مولفه شمالی-جنوبی (N-S)، شرقی-غربی (E-W) و عمودی (vertical) می باشد. به منظور این کار احتیاج به یک دستگاه لرزه سنج سه مولفه ای می باشد که قادر باشد با نرخ نمونه برداری ۱۰۰ نمونه در ثانیه امواج مایکروترمورها را در محدوده فرکانسی مشخص ثبت و ضبط کند. ابزارها و تجهیزات مورد استفاده جهت برداشت مایکروترمورها شامل یک دستگاه لرزه سنج سه کاناله SL07، کامپیوتر قابل حمل و سیستم موقعیت یاب جهانی بودند. لرزه سنج سه کاناله SL07 ساخت شرکت SARA ایتالیا، دارای یک رقومی کننده سه کاناله ۲۴ بیتی، یک واحد پردازنده مرکزی با قابلیت ذخیره رکوردها و یک گیرنده GPS این لرزه سنج است. فرکانس طبیعی این لرزه سنج ۲ هرتز و با میرایی طبیعی 0.7 می باشد. برداشت مایکروترمورها در هر ایستگاه به مدت ۱۵ دقیقه صورت گرفت. . نمایی از این دستگاه در شکل ۱ نشان داده شده است.



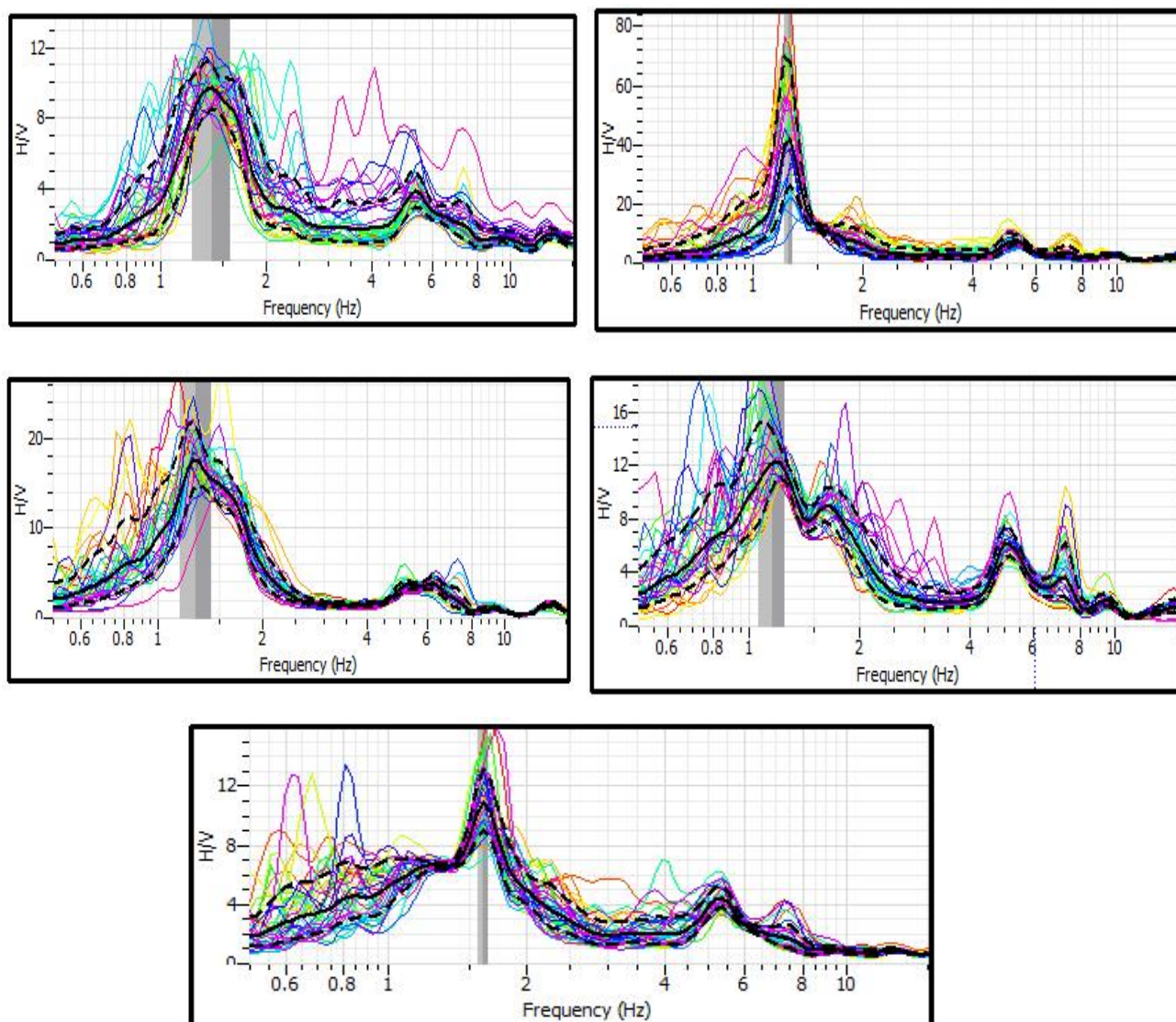
شکل ۱: نمایی از لرزه سنج بر بام سازه تونلی واقع در شهرک پرنده

داده های مایکروترمورها در چندین ایستگاه در سازه مورد بررسی برداشت و نمودارهای نسبت طیفی با استفاده از روش ناکامورا (H/V) رسم و نتایج حاصل با هم مقایسه شدند. سعی شده است که نوفه های مزاحم و ناخواسته را به حداقل برسانیم و اثر آن را در نتایج کم رنگ تر کنیم. یکی از اولین قدم ها برای این کار اعمال فیلتر میان گذری بود که در ابتدا بر روی سیگنال ها اعمال شد عمل نرم کردن بر روی طیف دامنه مولفه ها قبل از انجام عمل تقسیم طیفها در روش (H/V) می تواند تا حدود زیادی از اثرات این نوفه های مزاحم کم کند. در اینجا از رهیافت کونو و اوماچی که متداول است برای نرم شدگی نمودار طیف استفاده کرده ایم.

از آنجایی که در انتخاب پنجره‌های زمانی بریدن سیگنال صورت می‌گیرد و این عمل ممکن است باعث تغییر محتوای بسامدی شود طبق پیشنهاد sesame حدود ۱۰٪ هم‌پوشانی میان پنجره‌های مجاور در نظر گرفته شده است. در نهایت بعد از انجام سایر تصحیحات بر روس سیگنال‌ها از روش ناکاکورا (H/V) طیف پاسخ برای هر ایستگاه محاسبه شد و از روی آن فرکانس غالب استخراج گردید. بر طبق آیین نامه ۲۸۰۰، دوره تناوب اصلی نوسان بسته به مشخصات ساختمان و ارتفاع آن از تراز پایه با استفاده از رابطه تجربی زیر تعیین می‌شود:

$$T = a H^{3/4} \quad (1)$$

در این رابطه H ارتفاع سازه به متر و a ضریب ثابتی است که بسته به نوع ساختمان تغییر می‌کند. در سازه‌های قالب تونلی به دلیل یکپارچگی اعضا و اتصالات آن، متفاوت از دیگر سازه‌هاست و می‌توان رابطه تجربی جدیدی برای این نوع سازه‌ها در نظر گرفت. ارتفاع سازه مورد بررسی در این تحقیق ۳۸ متر می‌باشد.



شکل ۲: نمودار نسبت‌های طیفی مولفه افقی به مولفه قائم (H/V) بر حسب فرکانس در برخی از ایستگاه‌ها

با توجه به نمودارهای فوق مقدار میانگین فرکانس غالب برای ایستگاه‌ها محاسبه و بر طبق آن ضریب a بدست آمد:

$$f_{\text{میانگین}} = 1.34 \text{ HZ} , T_{\text{میانگین}} = 0.74 \text{ S}$$

طبق رابطه (۱) داریم:

$$A = 0.05 \quad (2)$$

پس داریم:

$$T = 0.05 H^{3/4} \quad (3)$$

نتیجه گیری

هر سیگنال ثبت شده در یک ساختمانگه نمایشگر اثرات همزمان خصوصیات چشمه آشفتگی، مسیر حرکت لرزش و خصوصیات ساختمانگه میباشد. به منظور تعیین اثر خاک می بایست سهم اثرات چشمه و مسیر را حذف نمود. به همین منظور و بر اساس ایده ارائه شده توسط ناکامورا در سال ۱۹۸۹ اثرات مسیر را میتوان از طریق نوع خاصی از نرمالایز کردن از روی مایکروترمورها حذف کرد. از محاسن عمده روش ناکامورا این است که برای محاسبه فرکانس طبیعی، تنها نیازمند برداشت داده به صورت تک ایستگاهی میباشد و برای محاسبه، نیازی به داشتن نگاشتهای زلزله یا شتاب ندارد. در این پژوهش جهت تعیین پریود غالب سازه نوع قالب تونلی، با استفاده از مایکروترمورها اندازه گیری هایی در چندین ایستگاه انجام گرفت. پس از پردازش و تفسیر داده ها بر اساس روش ناکامورا (H/V) میانگین پریود غالب محاسبه و فرمول تجربی جدیدی برای این نوع سازه ها ارائه شد.

مراجع

- Akamutu K (1961) On Microseisms in the Frequency Range from 1 to 200 Hz. Bull. Eq. Res. Inst., Vol. 39, p 23
- Aki K (1975) Space and Time Spectra of Stationary Stochastic Waves with Special Reference to Microtremors, Bull. Eq. Res. Inst. Tokyo Univ. Vol. 35. 415-456
- Carder DS and Gilmore MH (1945) Ground Vibrations. Bull. Seism. Soc. of America, Vol. 35, p 13
- Kanai K, Tanaka T and Osada K (1954) Measurement of Microtremors I. Bull. Eq. Res. Inst., Tokyo Univ. Vol. 32, p 199
- Mucciarelli M (2011) Ambient noise measurements following the ChristChurch 2011 earthquake: relationships with previous microzonation studies, Liquefaction and Non-Linearity. GNGTS
- Nakamura Y (1989) A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR of RTRI, Vol. 30, No. 1
- Nakamura Y (2000) Clear identification of fundamental idea of Nakamura's Technique and its applications. The world conference on earthquake engineering.
- Parton IM and Taylor PW (1973) microtremor recording techniques. Bulletin of the N.Z. Society for Earthquake Engineering, Vol. 6, No. 2
- Salt PE (1969) Microtremor Studies. M.E Thesis, Univ. of Auckland Sato, T., Nakamura, Y., Saita, J. 2008. The change of the dynamic characteristics using microtremors. The World Conference on Earthquake Engineering

