

Simulation of Possible Future Earthquake Scenario in Mosha Fault Using Empirical Green's Function Method

Majid Mahood

Assistant Professor, Seismology Research Center
m.mahood@iiees.ac.ir

Hamid Zafarani

Over the last couple of decades, empirical Green's functions (EGFs) have been increasingly used in earthquake source studies, crustal attenuation studies, strong ground-motion prediction, finite rupture modeling, and site-response studies. Theoretically, Green's functions are the impulse response of the medium, and EGFs are recordings used to provide this impulse response. EGFs can be used instead of mathematical calculations to more accurately represent seismic wave propagation in the geologically heterogeneous crust. The EGF method is one of the best available methods because it empirically corrects for unknown path and site effects, for which a short wavelength resolution is needed. However, true EGFs contain the source rupture process of the small earthquakes in the recorded seismograms.

In this project, the aim is to simulate the near-fault strong motion records using the empirical Green's function method, with a case study of the Mallard event. The Mallard earthquake with a magnitude of $M_L 5.1$ occurred 5 km north of Mallard and 39 km west of Tehran on December 20, 2017. This earthquake recorded at Mahdasht ($PGA=169 \text{ cm/s}^2$), Amirkabir dam ($PGA=129 \text{ cm/s}^2$), Vireh ($PGA=63 \text{ cm/s}^2$) and Karaj ($PGA=51 \text{ cm/s}^2$) stations. Kappa and H/V ratio have been estimated using the near-field acceleration data of the study region. Kappa is estimated as a function of distance $K=0.0002R+0.047$.

Comparing and matching the simulation results with the recorded data for acceleration, velocity, displacement, response spectra, and Fourier spectrum shows the accuracy and efficiency of the simulation methods.

As an example, in Figure (1) the comparison of the horizontal component of acceleration, velocity, displacement, response spectra and Fourier spectrum simulated (red diagram) and observed (blue diagram) at Masha station for the earthquake of Azar 29, 1396 with a magnitude of 5.2 is displayed.

Keywords: Earthquake simulation, Empirical green's function, Seismic hazard, Mosha fault

شبیه سازی سناریو لرزه ای محتمل آینده در گسل مشاء به روش تابع تجربی گرین

مجید معهود

استادیار پژوهشکده زلزله شناسی m.mahood@iiees.ac.ir

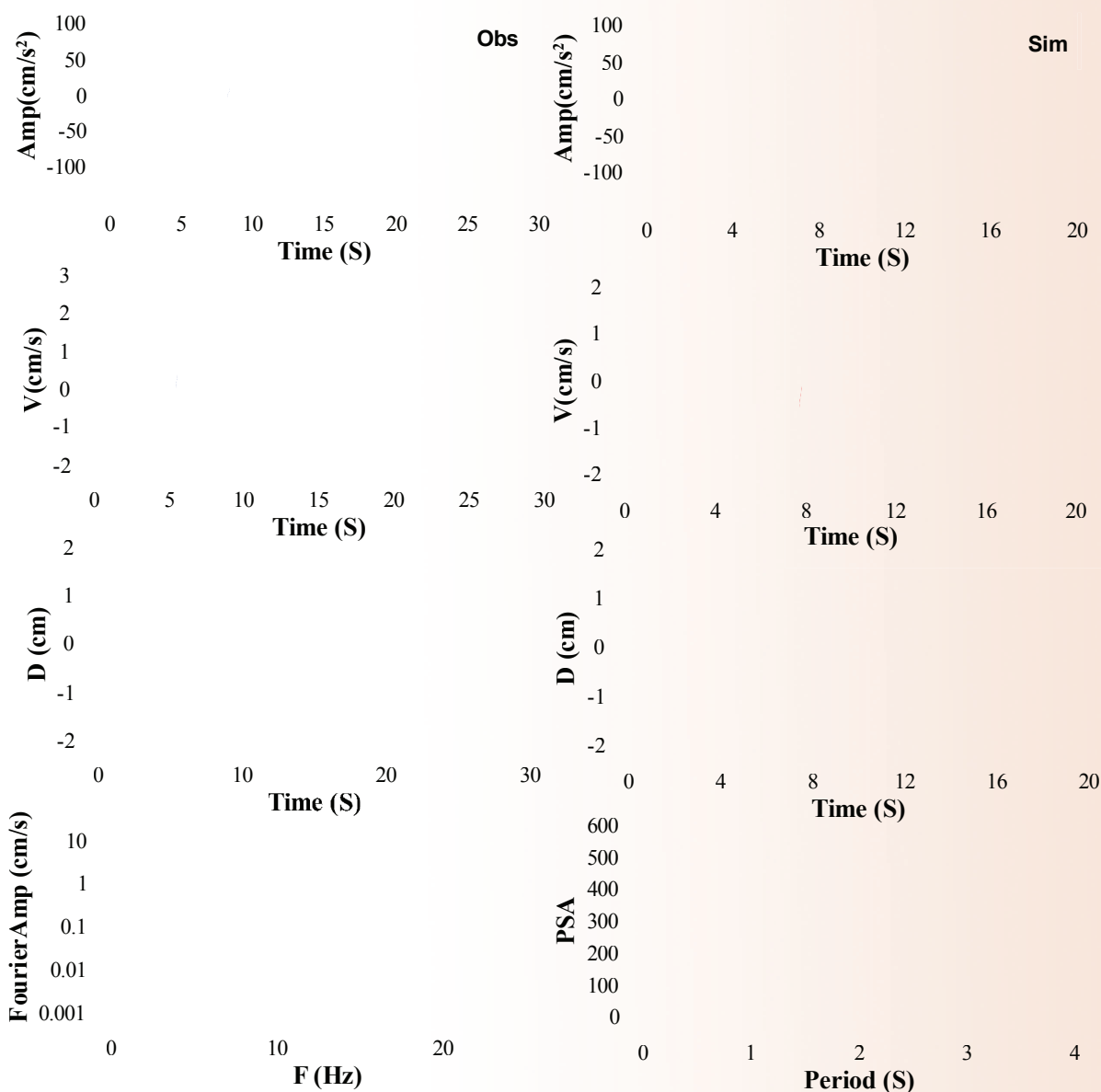
حمید زعفرانی

شبیه سازی زمین لرزه به روش های مختلفی صورت می گیرد که یکی از کاربردی ترین این روش ها، تابع تجربی گرین است. روش تابع تجربی گرین بر اساس جنبش زمین در یک ساختگاه مشخص از حاصل جمع یک سری حرکت بدست می آید که این حرکات ناشی از شکست های منفرد قطعات کوچک روی صفحه گسل با تأخیر زمانی مشخص می باشند. طی چند دهه گذشته، توابع تجربی گرین (EGFs) به طور فزاینده ای در مطالعات چشمه زمین لرزه، مطالعات کاهندگی پوسته، پیش بینی جنبش نیرومند زمین، مدلسازی گسیختگی گسل و مطالعات پاسخ سایت مورد استفاده قرار گرفته اند. از نظر تئوری، توابع گرین پاسخ محیط هستند و EGF ها رکوردهایی هستند که برای ارائه این پاسخ و اثرات محیط استفاده می شوند. EGF ها را می توان به جای محاسبات ریاضی برای نمایش دقیق تر انتشار امواج لرزه ای در پوسته ناهمگن استفاده کرد. از مزایای روش EGF، در نظر گرفتن مسیر ناشناخته و اثرات سایت که حاوی فرکانس های بالا هستند به صورت تجربی و بر اساس نگاشتهای ثبت شده در همان محیط می باشد. در واقع EGF های واقعی حاوی فرآیند گسیختگی منبع زمین لرزه های کوچک در لرزه نگاشت های ثبت شده هستند.

زمین لرزه نسبتاً قدرتمندی با مدامد جمعه ۱۹ اردیبهشت ۱۳۹۹ با بزرگای $5/0 (2020/5/7)$ ساعت $20:18:21$ (وقت جهانی)، در عمق ۱۱ کیلومتری، در فاصله ۷ کیلومتری شهر دماوند در استان تهران رخ داد (مرکز لرزه نگاری کشوری). این زمین لرزه توسط ایستگاه شبکه شتابنگاری رودهن با بیشینه شتاب 122 ، رودهن 1 ، و مشا 112 سانتی متر بر مجذور ثانیه ثبت شده اند. همچنین در روز ۲۹ آذر ۱۳۹۶ و در ساعت $23:27:37$ زمین لرزه ای با بزرگی $5/2$ (موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران) مناطقی پیرامون شهر کرج در استانهای البرز و تهران را به لرزه درآورد. این زمین لرزه توسط ایستگاه های ماهدشت با شتاب 196 ، سد امیرکبیر 129 ، ایستگاه ویره 63 ، ایستگاه کرج 51 سانتی متر بر مجذور ثانیه به ثبت رسید. در این طرح تحقیقاتی هدف شبیه سازی نگاشت زمین لرزه های قوی نزدیک به گسل به روش تابع تجربی گرین، با مطالعه موردی این رویدادها می باشد. با توجه به شتابنگاشت های بدست آمده، این رابطه برای پارامتر افت طیفی (K) بر حسب فاصله رومرکزی به صورت $K = 0.0002R + 0.047$ حاصل شده است. از شتابنگاشت های زمین لرزه های منطقه، جهت محاسبه اثر ساختگاه استفاده شده است. ابتدا رکوردهای ایستگاه های نزدیک به محل زمین لرزه مورد نظر با بهترین کیفیت جدا شده و برای هر کدام از ایستگاه ها مقدار H/V بدست آمده است. به عنوان نمونه در شکل (۱) مقایسه نگاشت مؤلفه افقی شتاب، سرعت، جابه جایی، طیف پاسخ و طیف فوریه شبیه سازی شده (نمودار قرمز) و مشاهده شده (نمودار آبی) در ایستگاه مشاء برای زمین لرزه ۲۹ آذر ۱۳۹۶ با بزرگی $5/2$ نمایش داده شده است. مقایسه و تطبیق نتایج شبیه

سازی با نگاشت‌های مشاهده شده برای شتاب، سرعت، جابه‌جایی، طیف پاسخ و طیف فوریه، دقت و کارایی روش‌های شبیه‌سازی را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی زلزله، تابع تجربی گرین، خطر زلزله، گسله مشا



شکل (۱): مقایسه رکورد مؤلفه افقی شتاب، سرعت، جابه‌جایی، طیف پاسخ و طیف فوریه شبیه‌سازی شده (نمودار قرمز) و مشاهده شده (نمودار آبی) در ایستگاه مشا برای زمین‌لرزه ۲۹ آذر ۱۳۹۶ با بزرگی ۵/۲