



## استفاده از توزیع Spectrogram و توزیع Scalogram برای استخراج مشخصات دینامیکی پاسخ لرزه‌ای پلهای با دهانه ساده

حمیدرضا احمدی<sup>۱</sup>، فرهاد دانشجو<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری مهندسی زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استاد، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

danesh\_f@modares.ac.ir

### خلاصه

پردازش سیگنالهای لرزه‌ای در سه حوزه زمان، فرکانس و زمان-فرکانس قابل بررسی می‌باشند که تا کنون معمولاً از روشهای حوزه زمان و حوزه فرکانس برای پردازش سیگنالهای لرزه‌ای استفاده شده است. این در حالیست که با توجه به نقص ذاتی غالب روشهای در حوزه زمان و در حوزه فرکانس برای پردازش سیگنالهای غیر مانا و غیرخطی، در این تحقیق از روشهای حوزه زمان-فرکانس برای پردازش سیگنالهای لرزه‌ای و استخراج مشخصه‌های دینامیکی آنها استفاده گردیده است. با استفاده از توابع زمان-فرکانس (Time-Frequency Representation) دیدگاه مناسبی از مشخصه‌های دینامیکی سازه فراهم می‌آید. در این تحقیق برای اولین بار استفاده از توزیعهای Spectrogram و Scalogram جهت پردازش سیگنالهای پاسخ لرزه‌ای پلهای با دهانه ساده مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور پلانهای زمان-فرکانس هر یک از توابع رسم شده و با مقایسه پلانهای محاسبه شده و ارزیابی نتایج بدست آمده در نهایت تابع مطلوب برای پردازش سیگنالهای پاسخ لرزه‌ای پلهای با دهانه ساده شناسایی شده است. جهت انجام مطالعات، مدل تحلیلی پل PEER-W180 مورد استفاده قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: توابع زمان-فرکانس، توزیع Spectrogram، توزیع Scalogram، سیگنالهای پاسخ لرزه‌ای، پلهای با دهانه ساده

### ۱. مقدمه

روشهای سیگنالی استخراج مشخصه‌های دینامیکی برای پردازش سیگنال به منظور شناسایی سیستم به سه دسته کلی روشهای حوزه زمان، روشهای حوزه فرکانس و روشهای حوزه زمان-فرکانس تقسیم‌بندی می‌شوند. [۱،۲،۳،۴]

روشهای تحلیلی سری زمانی در حوزه زمان برای تحلیل سریهای طولانی زمان بسط داده شده‌اند و به صورت گسترده جهت مدلسازی یا پیش-بینی فرآیندی ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرند. تحلیل سری‌های زمانی در حوزه زمان به کمک مدل‌های سری زمانی انجام می‌شود. به دلیل کاربردهای متنوع مدل‌های سری زمانی، این سریها در محدوده وسیع و مطالعات مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. انتخاب یک مدل سری زمانی مناسب به ویژگیهای آماری سری زمانی و نیازمندیهای مدلسازی وابسته است. مدل‌های سری زمانی برای پردازش فرآیندهای مانا مناسب هستند. فرآیند مانا به فرآیند تصادفی گفته می‌شود که میانگین، واریانس و ممانهای درجه بالاتر آن نسبت به زمان تغییر ننماید. رایج‌ترین مدل‌های سری زمانی، مدل خودرگرسیون (Auto-Regressive; AR) و مدل خودرگرسیون میانگین متحرک (Auto-Regressive Moving Average; ARMA) می‌باشند که البته می‌توان به این مدلها، ورودی خارجی نیز اضافه کرد و مدل‌های جدیدی بدست آورد. در کلی‌ترین حالت مدل خودرگرسیون میانگین متحرک با ورودی خارجی (Auto-Regressive Moving Average with eXogenous input; ARMAX) تعریف می‌شود. [۵،۶]

معروفترین روش در حوزه فرکانس برای پردازش سیگنالها، تبدیل فوری می‌باشد. با وجود ابزارهای زیاد برای تحلیل سیگنالها می‌توان گفت که مشهورترین روش تبدیل فوری است. در تبدیل فوری یک سیگنال به ترکیبی از چند موج سینوسی با فرکانسهای مختلف تجزیه می‌شود. می‌توان

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری مهندسی زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس  
<sup>۲</sup> استاد گروه مهندسی سازه و زلزله، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس (مؤلف رابط)