



## توسعه منحنی‌های شکنندگی برای تعدادی از ساختمان‌های موجود در شهر قزوین

حمیده سلطانیه<sup>۱</sup>، علی بخشی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

۱. [soltanieh.hamideh@gmail.com](mailto:soltanieh.hamideh@gmail.com)

۲. [bakhshi@sharif.edu](mailto:bakhshi@sharif.edu)

### خلاصه

هدف از این مطالعه به دست آوردن منحنی‌های شکنندگی تحلیلی برای تعدادی از ساختمان‌های موجود در شهر قزوین می‌باشد. برای این منظور ۸ سازه فولادی مسکونی ۳ الی ۶ طبقه موجود، طراحی شده بین سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴، دارای اتصالات ساده و سیستم باندبندی در دو جهت، در نرم‌افزار اپنسیس به صورت سه بعدی مدل‌سازی شده‌است. درصد دررفت بین طبقه‌ای بیشینه به عنوان شاخص خرابی، شتاب طیفی در پریود اصلی سازه با میرایی ۵٪، عنوان معیار شدت و حالات حدی پیشنهاد شده توسط دستورالعمل فیما ۳۵۶ به کار رفته‌اند. از مجموعه رکورد دور از گسل معرفی شده در دستورالعمل فیما-پ ۶۹۵ استفاده شده‌است. جهت محاسبه عدم قطعیت‌ها نیز همین دستورالعمل به کار گرفته شده‌است. هم‌چنین به منظور تحلیل مدل‌ها، از تحلیل دینامیکی افزاینده ناقص با  $IM_{max} = 2g$  و گام  $0.2g$  استفاده شده است. تابع شکنندگی به صورت یک تابع توزیع تجمعی لوگ‌نرمال تعریف شده و تخمین پارامترهای شکنندگی با استفاده از روش بیشینه احتمال صورت گرفته‌است. با توجه به منحنی‌های به دست آمده ملاحظه می‌شود که به طور کلی با افزایش تعداد طبقات، میزان آسیب‌پذیری سازه‌ها افزایش می‌یابد. هم‌چنین در تمامی مدل‌ها، تمرکز رفتار غیرارتجاعی در طبقه اول سازه اتفاق افتاده است.

**کلمات کلیدی:** منحنی شکنندگی تحلیلی، سازه فولادی دارای سیستم مهاربندی، مجموعه رکورد دور از گسل، تحلیل دینامیکی افزاینده ناقص، عدم قطعیت.

### ۱. مقدمه

برآورد ریسک لرزه‌ای، تحلیل آسیب‌پذیری و تخمین خسارت، اولین گام ضروری در کاهش خطر لرزه‌ای سازه‌ها می‌باشد. به طور معمول در نتیجه زلزله‌ها، کشورهای در حال توسعه بسیار بیشتر از کشورهای پیشرفته متحمل خسارت می‌شوند. شرایط نامطلوب اجتماعی-اقتصادی معمولاً منجر به ساخت خانه‌هایی با شرایط ضعیف و نامطلوب گردیده که در برابر حوادث لرزه‌ای، آسیب‌پذیر می‌باشند. کشور ما ایران نیز از جمله کشورهای لرزه‌خیز می‌باشد. شهر قزوین با وجود قرار گرفتن گسل‌های مهمی از جمله گسل‌های تالش، ماسوله، لاهیجان، رودبار، بونان، الموت، شمال قزوین، زنجان، سلطانیه، طالقان، آپیک، شمال تهران، کوشک نصرت، ایندس و مشا در اطراف آن و با توجه به زمین لرزه‌های بزرگی مثل بوبین زهرا در سال ۱۳۴۱ و منجیل در سال ۱۳۶۹ که در طول تاریخ گذشته آن روی داده است و خسارات قابل توجهی که به بناهای آن وارد آمده است، از جمله شهرهای لرزه‌خیز کشور می‌باشد. لذا بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های موجود در آن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.

تحلیل آسیب‌پذیری، تخریب‌پذیری سازه‌ها تحت مقادیر مختلف شدت یا بزرگای زمین لرزه را آشکار می‌سازد. آسیب‌پذیری سازه‌ها تحت اثرات زمین لرزه، معمولاً بر حسب منحنی‌های شکنندگی و یا توابع خرابی بیان می‌شود. رویکردهای متعددی برای ساخت منحنی‌های شکنندگی لرزه‌ای وجود دارد. در جدول ۱ خلاصه‌ای از انواع این روش‌ها به همراه ویژگی‌ها، محدودیت‌ها و نمونه‌ای از مراجع مرتبط آورده شده است.