

## تحلیل لرزه‌ای سدهای بتنی وزنی بر روی فونداسیون‌های غیریکنواخت

افشین منصوری<sup>۱</sup>، بابک امین نژاد<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، گرایش سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن  
۲- عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

<sup>1</sup>afshinmansoori@gmail.com

<sup>2</sup>aminnejad@riau.ac.ir

### خلاصه

رفتار لرزه‌ای یک سد بتنی وزنی به ارتفاع ۱۱۰ متر تحت اثر غیریکنواخت بودن فونداسیون مورد تحقیق قرار گرفته است. به این منظور با استفاده از نرم‌افزار Abaqus یک مدل المان محدود از سیستم سد، دریاچه و فونداسیون ایجاد شده است. به کمک این مدل پاسخ سد با لحاظ کردن اندرکنش سد، فونداسیون و دریاچه تحت اثر زلزله‌ای با شتاب حداکثر  $0.8g$  محاسبه شده است. با مقایسه نتایج آنالیز در شرایط غیریکنواخت با نتایج آنالیز در حالت یکنواخت تأثیر این غیریکنواختی بررسی شده است. مقایسه مقادیر تنش‌ها و مقادیر تغییر مکان در تاج سد نشان می‌دهد که فرض غیریکنواختی می‌تواند تأثیر قابل توجهی در مقادیر تنش‌های وارده به سد داشته باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد در فونداسیون‌های غیریکنواخت الگوی توزیع تنش در بدنه سد به طور کلی با حالت یکنواخت متفاوت است.

**کلمات کلیدی:** سد بتنی وزنی، آنالیز دینامیکی خطی، روش المان محدود، غیریکنواختی فونداسیون

### ۱. مقدمه

در تحلیل دینامیکی سدهای بتنی وزنی مسئله اندرکنش سد و فونداسیون از اهمیت خاصی برخوردار است. مطالعات و تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد تأثیر لحاظ کردن این پدیده در میزان تنش‌ها و جابه‌جایی‌های به دست آمده می‌تواند قابل ملاحظه باشد. بر این مبنا به منظور پیش‌بینی دقیق‌تر رفتار سدهای بتنی وزنی، تحلیل دینامیکی با لحاظ کردن اثر اندرکنش سد و فونداسیون صورت می‌گیرد به طوری که پارامترهای نشان‌دهنده خصوصیات فیزیکی فونداسیون همچون مدول الاستیسیته در قسمت‌های مختلف آن یکسان فرض می‌شود.

اما در عمل ممکن است در نواحی مختلف محدوده پی سد شرایط زمین‌شناسی متفاوتی حاکم بوده و گزارش‌های زمین‌شناسی و مکانیک سنگ، پی سد را به صورت غیریکنواخت ترسیم کنند. در چنین شرایطی عموماً یا در حالتی محافظه کارانه پارامترهای ضعیف‌ترین ناحیه به عنوان پارامترهای پی یکنواخت در آنالیز دینامیکی سد وارد می‌شوند و یا تحت شرایطی مقادیر حاصل از میانگین‌گیری وزنی ناحیه‌ها به عنوان پارامترهای پی یکنواخت و همچنین به عنوان ورودی‌های مدل تعریف می‌شوند.

این در حالی است که امروزه با پیشرفت تکنولوژی و با استفاده از روش‌های عددی امکان مدل کردن شرایط پیچیده فیزیکی فراهم است. لذا با به کارگیری نرم‌افزارهایی که جهت مدل‌سازی به روش المان محدود ارائه شده‌اند می‌توان بررسی کرد که اعمال فرض غیریکنواختی پی نسبت به حالت یکنواخت تا چه میزان در پاسخ لرزه‌ای سدهای بتنی وزنی تأثیرگذار است. در این مقاله با استفاده از نرم‌افزار المان محدود Abaqus اثر این فرض در پاسخ لرزه‌ای یک سد بتنی وزنی مورد مطالعه قرار گرفته است.

### ۲. مشخصات و فرضیات سیستم کامل

سد بتنی وزنی بررسی شده در این تحقیق ارتفاعی معادل ۱۱۰ متر دارد. شیب بالادست و پایین دست این سد به ترتیب ۱/۱ و ۱/۸۵ (قائم به افقی) است. مدول الاستیسیته سد (E) معادل ۱۰ گیگاپاسکال فرض شده و مدول الاستیسیته فونداسیون در شرایط مختلف بر حسب آن تعریف شده است. به منظور تعیین میرایی مورد نیاز در تحلیل‌های دینامیکی از فرض میرایی رایلی استفاده شده است. نسبت پواسون و میرایی بدنه سد به ترتیب برابر ۰/۲ و ۴ درصد، چگالی آب معادل ۱۰۰۰ کیلوگرم در مترمکعب و سرعت موج فشاری در آب نیز برابر ۱۴۴۰ متر بر ثانیه فرض شده است.