



# سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت دانشگاه صنعتی شریف - تیر ۱۳۹۸



## محاسبه فرکانس اول ارتعاشی تیرهای برشی و خمشی به کمک روش باقیمانده های وزنی

مهر داد محمدنژاد<sup>۱</sup>، مبین استواری<sup>۲\*</sup>

۱- عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه صنعتی بیرجند، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی بیرجند، ایران

demostovari7@yahoo.com

### خلاصه

هدف این تحقیق محاسبه فرکانس اول ارتعاشی تیرهای برشی و خمشی به کمک روش باقیمانده های وزنی می باشد. ابتدا معادله دیفرانسیل حاکم بر ارتعاش تیر (تیر برشی و تیر خمشی) ارائه شده و با در نظر گرفتن یک ارتعاش هارمونیک برای جابجایی جانبی تیر، معادله حاکم به یک معادله تک متغیره بر حسب متغیر مکان تبدیل می شود. تابع مد شکل ارتعاش توسط یک مجموعه از توابع مستقل درون یاب خطی تقریب زده می شود. با جایگذاری تابع تقریبی مد شکل ارتعاش در معادله دیفرانسیل حاکم تابع خطا R محاسبه می شود. با اعمال شرایط مرزی حاکم بر مساله و همچنین حداقل سازی تابع خطا یک دستگاه معادلات جبری خطی بدست می آید. و در نهایت با محاسبه جواب غیر بدیهی این دستگاه معادلات، که با مساوی صفر قرار دادن دترمینان ضرائب آن بدست می آید، فرکانس اول ارتعاشی تیر محاسبه می شود. در این تحقیق فرکانس اول ارتعاشی تیر کنسول برشی، تیر کنسول خمشی و تیر کنسول برشی با جرم متمرکز در انتهای آزاد محاسبه شده و نتایج تحلیل با نتایج حاصل از مدل سازی و تحلیل این تیرها در نرم افزار SAP-2000 مقایسه می شود.

کلمات کلیدی: فرکانس اول ارتعاشی، تیر برشی و خمشی، جرم متمرکز، مدل سازی، SAP-2000

### ۱. مقدمه

تحلیل ارتعاش آزاد تیرها یکی از مهمترین قسمت های علم دینامیک سازه ها می باشد. از آنجایی که بسیاری از خصوصیات ارتعاشی یک سازه متأثر از محتوای فرکانسی آن می باشد، تشخیص فرکانس های ارتعاشی سازه و توابع مد شکل ارتعاش نقش مهمی در درک رفتار سازه در زمان زلزله خواهد داشت. در تاریخچه علم دینامیک سازه ها روشهای گوناگون و متنوعی برای تحلیل ارتعاش آزاد تیرها ارائه شده است. هر کدام از این روشها دارای نقاط قوت و وضعی می باشند. برای محاسبه فرکانس دقیق سازه نیاز به تحلیل های ۳ بعدی دقیق و پرهزینه می باشد اما برای مراحل اولیه طراحی یک تقریب سریع با خطای کم از فرکانس ارتعاشی می تواند بسیار مفید باشد. در این میان استفاده از روشهای باقیمانده وزنی می تواند گزینه ای مناسب جهت تحلیل تقریبی ارتعاش آزاد تیرها باشد.

چهل امیرانی و همکاران [۲] ارتعاش آزاد تیرهای ساندویچی با خصوصیات مصالح متغیر در طول تیر را به کمک روش گالرکین بررسی کرده اند. ان جی و داس [۳] مساله کمانش تحت تاثیر نیروهای درون صفحه ای و همچنین ارتعاش آزاد صفحه ها را به کمک روش گالرکین بررسی نموده اند. چن و همکاران [۴] فرکانس های طبیعی ورق های مرکب چند لایه را به کمک روش گالرکین محاسبه نموده اند. در این تحقیق به منظور محاسبه توابع مد شکل ارتعاش از روش حداقل مربعات استفاده شده است. آچاواکورن و همکاران [۵] فرکانس های طبیعی تیر برنولی غیر منشوری را به کمک روش گالرکین محاسبه نموده اند. در این تحقیق تابع مد شکل ارتعاش توسط یک تابع نمایی تقریب زده شده است. صفاری و همکاران [۶] فرکانس ارتعاشی سازه های بلند را به کمک تئوری تیر ساندویچی و تقریب تابع مد شکل ارتعاش توسط یک سری توانی محاسبه کرده اند. در این تحقیق از روشهای باقیمانده وزنی از قبیل گالرکین، همجایی نقاط و همجایی زیر مجموعه ها جهت محاسبه فرکانس اول ارتعاشی تیرهای برشی، خمشی و برشی با جرم متمرکز در انتهای ازاد استفاده شده است.