

محاسبه تحلیلی پاسخ دینامیکی تیر جدارنازک اولر- برنولی با مقطع نامتقارن تحت اثر بارهای دینامیکی قطعی

الهام قندی

استادیار دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده فنی و مهندسی، گروه عمران

ghandi@uma.ac.ir

خلاصه

محاسبه تحلیلی پاسخ دینامیکی تحت اثر بارهای دینامیکی قطعی و تصادفی در مورد مقاطع تیری متقارنی که فقط تغییر شکل خمشی دارند، توسط محققین زیادی مورد توجه بوده است. اما اکثر مقاطع کاربردی نامتقارن هستند و بنابراین دارای ارتعاش وابسته خمشی-پیچشی می‌باشند. مطالعات مربوط به محاسبه تحلیلی پاسخ دینامیکی برای مقاطع نامتقارن با مشخصات فوق اندک می‌باشد و فقط در چند مورد برای مقطع با یک محور تقارن انجام شده است. بنابراین هدف اصلی این تحقیق محاسبه تحلیلی پاسخ دینامیکی تیر سه بعدی اولر-برنولی جدارنازک نامتقارن تحت اثر بارهای دینامیکی قطعی با استفاده از ترکیب روش ماتریس سختی دینامیکی دقیق و آنالیز مودال می‌باشد. خمش تیر جدارنازک مورد نظر با تئوری اولر-برنولی و پیچش آن با تئوری ولاسوف مدل شده است. این تحقیق هر دو حالت بارگذاری گسترده در طول تیر و بارگذاری متمرکز را شامل می‌شود.

کلمات کلیدی: بار دینامیکی قطعی، روش ماتریس سختی دینامیکی دقیق، تئوری خمش اولر-برنولی، ارتعاش وابسته خمشی-پیچشی.

۱. مقدمه

تحقیقات زیادی در زمینه پاسخ تیرهای با مقطع متقارن در برابر بارهای دینامیکی قطعی^۱ و تصادفی^۲ انجام شده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات [۹-۱] اشاره کرد. در تحقیقات مذکور، استخراج پاسخ دینامیکی تیرها بر پایه فرضیات تئوری اولر-برنولی یا تئوری تیر تیموشکو قرار دارند. بنابراین موقع پیشگویی پاسخ دینامیکی تیر، فرض بر این است که تیر فقط تغییر شکل خمشی (که مستقل از پیچش است) دارد که چنین فرضی فقط برای تیرهای با مقطع متقارن دوگانه مثل مقطع دایره‌ای و مربعی قابل کاربرد است که در آنها به دلیل انطباق مرکز هندسی و مرکز برش بر همدیگر، وابستگی مابین خمش و پیچش اتفاق نمی‌افتد. با این حال، در اکثر مقاطع کاربردی مرکز برش و مرکز هندسی بر هم منطبق نیستند. بنابراین وابستگی مابین تغییر مکان‌های خمشی و پیچشی در آنها اتفاق می‌افتد. در چنین مواردی استفاده از تئوری اولر-برنولی و یا تئوری تیموشکو به تنهایی برای محاسبه پاسخ دینامیکی کافی نیستند. بنابراین باید ارتعاش وابسته خمشی-پیچشی تیر مورد نظر قرار گیرد. Eslimy-Isfahany و همکاران [۱۰] برای نخستین بار پاسخ دینامیکی تیر با ارتعاش وابسته خمشی-پیچشی را تحت اثر بارهای دینامیکی قطعی و تصادفی به صورت تحلیلی مورد بررسی قرار دادند. تیر مزبور دارای مقطع متقارن منفرد بوده و تغییر شکل خمشی تیر با استفاده از تئوری اولر-برنولی و پیچش با استفاده از تئوری سن-ونان مدل شده بود و از اثرات تغییر شکل برشی، اینرسی دورانی و سختی تابیدگی صرف نظر شده بود. در تحقیقی دیگر Eslimy-Isfahany و Banerjee [۱۱] پاسخ دینامیکی تیر با بارگذاری محوری ثابت با ارتعاش وابسته خمشی-پیچشی را تحت اثر بارهای دینامیکی قطعی و تصادفی با استفاده از روش آنالیز مودال به صورت تحلیلی محاسبه کردند. در این مطالعه، مشخصات مقطع تیر و همچنین بارگذاری دینامیکی مشابه کار قبلی است و تنها فرق آن با کار قبلی این است که تیر تحت اثر بار محوری ثابت گذرا از مرکز جرم قرار دارد. Jun و همکاران [۱۲] عبارات صریح تئوریک برای پاسخ دینامیکی تیر جدارنازک لاغر با بارگذاری محوری استاتیکی را که تحت اثر بار دینامیکی قطعی اختیاری قرار دارد استخراج کردند و نتیجه را به حالتی که بار دارای تغییرات هارمونیک بود تعمیم دادند. تیر مورد نظر دارای مقطع متقارن منفرد بود و تغییر شکل خمشی تیر بر اساس تئوری اولر-برنولی و پیچش بر اساس تئوری Vlasov مدل شده است. همچنین Jun و همکاران [۱۳] عبارات صریحی برای پاسخ دینامیکی تیر تیموشکو جدارنازک که تحت اثرات

^۱ - Deterministic loads

^۲ - Random loads