



استخراج ماتریس سختی دینامیکی تیر جدارنازک با مقطع نامتقارن پرسیده با مصالح برشی تحت اثر بار محوری

الهام قندی

مریی گروه عمران - دانشگاه محقق اردبیلی

e_gandi@sut.ac.ir

خلاصه

یکی از روش‌های توانمند حل مسائل ارتعاشی در مهندسی سازه، روش ماتریس سختی دقیق دینامیکی است. هدف این تحقیق، تعیین ماتریس سختی دینامیکی تیر جدارنازک با مقطع نامتقارن و پرسیده با مصالح برشی که تحت اثر بار محوری متمرکز در دو انتها قرار دارد، می‌باشد. لایه خارجی جدارنازک دارای صلیب‌های خمشی، تاییدگی و سن-ونان می‌باشد. هسته برشی فقط دارای صلیب‌های برشی و سن-ونان بوده و تغییر شکل‌های خمشی جانبی و پیچشی صفر فرض می‌گردد. استخراج فرکانس‌های طبیعی با استفاده از ماتریس سختی دینامیکی به یک مساله ویژه مقدار غیر جبری می‌انجامد که برای حل آن از الگوریتم Wittrick-Williams استفاده شد.

کلمات کلیدی: تیر جدارنازک، ماتریس سختی دینامیکی، مساله ویژه مقدار غیر جبری، ارتعاشات وابسته پیچشی - خمشی.

۱. مقدمه

یکی از روش‌های توانمند حل مسائل ارتعاشی در مهندسی سازه، مخصوصاً زمانی که فرکانس‌های طبیعی بالاتر و دقت بیشتری مورد نیاز است، استفاده از روش ماتریس سختی دینامیکی است. استفاده از ماتریس سختی دینامیکی در تحلیل ارتعاشی تیرها نسبت به روش عناصر محدود دارای مزایایی است. در روش عناصر محدود مشخصات ارتعاشی یک عضو با استفاده از توابع شکل فرضی برای تغییر شکل‌های آن عضو بدست می‌آیند بنابراین دقیق نیستند، در صورتی که در روش ماتریس سختی دینامیکی مشخصات ارتعاشی عضو از حل تحلیلی معادلات دیفرانسیلی حاکم بر حرکت ارتعاشی آن عضو به صورت دقیق تعیین می‌شوند. همچنین این روش قابلیت محاسبه تعداد بیشماری از فرکانس‌های طبیعی سازه را دارا می‌باشد.

در دو دهه اخیر تحقیقات زیادی در ارتباط با فرمول‌بندی ماتریس سختی دینامیکی تیرها انجام شده است. اخیراً فرمول‌بندی ماتریس سختی دینامیکی تیرهای با ارتعاشات وابسته خمشی - پیچشی به عنوان یکی از موضوعات مورد علاقه محققین مطرح شده است. در این گونه تیرها مرکز برش و مرکز جرم بر هم منطبق نیستند، بنابراین مودهای ارتعاشی و پیچشی آنها به هم وابسته هستند. Liu و Hallauer [۱] ماتریس سختی دقیق دینامیکی تیر خمشی - پیچشی مستقیمی را که فقط اجازه خمش در یک صفحه را داشت، با استفاده از تئوری تیر اولر - برنولی استخراج کرد. Friberg [۲] ماتریس سختی دقیق دینامیکی تیر خمشی - پیچشی را که اجازه خمش در دو صفحه عمود بر هم را داشت، با استفاده از تئوری مشابهی استخراج کرد. Banerjee [۳] در مرحله اول تیری با شکل مقطع دارای یک محور تقارن را مورد بررسی قرار داد و عبارات صریحی برای درایه‌های ماتریس سختی استخراج کرد. ایشان در مرحله بعدی اثرات تغییر شکل برشی و اینرسی دورانی را در استخراج ماتریس سختی دینامیکی تیر مرحله قبلی وارد کردند [۴]. Bercin و Tanaka [۵] ارتعاشات وابسته خمشی - پیچشی تیر یکنواخت منفردی که دارای مقطع نامتقارن بود، با در نظر گرفتن شرایط تکیه‌گاهی متداول مورد بررسی قرار دادند. اخیراً رافضی و Howson [۶] ماتریس سختی دینامیکی تیر برشی - پیچشی سه بعدی با مقطع نامتقارن را استخراج کردند. ایشان همچنین ماتریس سختی دینامیکی تیر سه بعدی دو ماده‌ای با مقطع نامتقارن را تعیین کردند [۷]. تیر مذکور از یک لایه جدار نازک خارجی پرسیده با مصالح برشی تشکیل شده بود.

در هیچ یک از تحقیقات فوق اثر بار محوری استاتیکی در استخراج ماتریس سختی دینامیکی مورد توجه قرار نگرفته است. Li و همکارانش [۸] کار انجام شده توسط Bercin و Tanaka [۵] را مجدداً با در نظر گرفتن اثر بار محوری استاتیکی و استفاده از روش ماتریس انتقالی انجام دادند. در این مقاله کار انجام شده توسط رافضی و Howson [۷] با در نظر گرفتن اثر بار محوری استاتیکی انجام شده است. بنابراین در این مقاله ماتریس سختی دینامیکی تیر سه بعدی دو ماده‌ای با مقطع نامتقارن که تحت اثر بار محوری استاتیکی قرار دارد استخراج شده است. چنین تیرهای ساندویچی