



حل تحلیلی مسئله ردیابی ترک در یک تیر عمیق کنسولی

مسعود شفیعی سرشنیزی^۱، ناصر خاجی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله، بخش مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- استادیار مهندسی زلزله، بخش مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

nkhaji@modares.ac.ir

خلاصه

در این تحقیق، اثر یک ترک عرضی باز روی ارتعاش آزاد یک تیر کنسولی (با فرمولاسیون تیر تیموشنکو) بصورت تحلیلی ارائه شده است. ترک بصورت یک فنر پیچشی بین دو بخش تیر (Sub-beams) فرض می‌شود. سختی فنر پیچشی وابسته به عمق نسبی ترک خواهد بود. از روش نگاشت ماتریسی در بدست آوردن معادلات نهایی برای حل مستقیم بهره گرفته شده است. حاصل این تحقیق ارائه یک حل بسته (Closed-form) برای این مسئله است. با توجه به حل بسته یاد شده (که در آن سه پارامتر فرکانسهای طبیعی، محل ترک و عمق ترک وجود دارند) می‌توان با داشتن فرکانسهای طبیعی تیر آسیب دیده، و با پیگیری حل معکوس مسئله، پارامترهای ترک (محل و عمق ترک) را بدست آورد. برای صحت‌سنجی حل بسته پیشنهادی، از مدل‌های عددی المان محدود استفاده شده است. نتایج حاصل از روش پیشنهادی، تطابق بسیار خوبی با نتایج عددی دارند.

کلمات کلیدی: ارتعاش آزاد، فرکانسهای طبیعی، شناسایی ترک، تیر کنسولی تیموشنکو، حل معکوس.

۱. مقدمه

پیدا کردن محل و میزان آسیب یا حصول اطمینان از سالم بودن اعضا در سازه‌ها یکی از مسائل مورد بحث در بررسی سازه‌ها است. برای رسیدن به پاسخهای مناسب در این باره راهکارهای مختلفی ارائه شده است. در حال حاضر استفاده از آزمایش‌های غیر مخرب متداول‌ترین روش برای دستیابی به این مهم است. طی دو دهه اخیر تلاشهای زیادی در راستای ارائه حل تحلیلی برای این گونه مسائل صورت پذیرفته است. رسیدن به حل تحلیلی کاربردی در این زمینه می‌تواند مسئله پیدا کردن محل و میزان آسیب را ساده‌تر و کم هزینه‌تر کند. مساله ذکر شده و همچنین ایجاد خرابیهای ناگهانی در سازه‌ها، محققین را به سمت تحقیق روی دینامیک سازه‌های آسیب دیده سوق داد.

دیاماروگناس، یک تاریخچه از تحقیقات انجام شده روی سازه‌های ترک خورده را در سال ۱۹۹۶ ارائه کرد [۱]. تمامی مدل‌های تشریح شده در آن تاریخچه از فرمولاسیون تیر اولر-برنولی استفاده کرده‌اند. تسای و وانگ در سال ۱۹۹۶ مبانی کلی و اولیه این مساله را با تئوری تیر تیموشنکو تشریح کردند [۲]. لهله و ماینتی در سال ۲۰۰۲ از تئوری تیر تیموشنکو جهت مدل سازی تیرهای کوتاه و معادله سازی خصوصیات آنها استفاده کردند که حاصل تحقیق آنها ارائه یک دترمینان مرتبه هشت برای مساله بود [۳]. سینا و همکارانش در سال ۲۰۰۲ با استفاده از فرمولاسیون تیر اولر-برنولی به موضوع شناسایی ترک با حداقل کردن اختلاف بین فرکانس طبیعی اندازه گیری شده و فرکانس طبیعی تخمین زده شده با استفاده از روش به‌هنگام-سازی پرداختند [۴]. لویا و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۶ با استفاده از تئوری تیر تیموشنکو به این مساله پرداختند که حاصل تحقیقشان ارائه یک دترمینان مرتبه هشت برای مساله بود (برای تیر ساده) [۵]. مدل‌های تحلیلی کنونی فاصله زیادی با مدل‌های کاربردی مد نظر دارند. برای نزدیک‌تر کردن مدل‌های تحلیلی کنونی به واقعیت لازم است تحقیقات زیادی انجام پذیرد.

بطور کلی فرایند تشخیص تحلیلی ترک در سازه‌ها شامل دو بخش کلی است. بخش اول حل مستقیم و بخش دوم حل معکوس نامیده می‌شوند. در حل مستقیم لازم است خصوصیات سازه آسیب دیده با در نظر گرفتن پارامترهای آسیب بدست آیند. حال آنکه در حل معکوس کوشش بر این است که با داشتن حل مستقیم و خصوصیات سازه آسیب دیده پارامترهای آسیب را بیابیم. در این تحقیق با استفاده از فرمولاسیون تیر تیموشنکو مسئله را برای تیر عمیق کنسولی و یک ترک باز حل می‌کنیم (حل مستقیم). در ادامه با چند مدل اجزا محدود درستی حل ارائه شده را تحقیق می‌کنیم. همچنین با استفاده از فرکانسهای بدست آمده از تحلیل اجزا محدود پارامترهای آسیب را بدست می‌آوریم (حل معکوس).