

بررسی دو ترک عمود برهم تحت اثر امواج طولی و عرضی در محیط سه بعدی

امین کمالی یزدی^۱، بابک امیدوار^۲، محمد رحیمیان^۳
^۱ کارشناس ارشد سازه، دانشکده فنی دانشگاه تهران، دانشکده عمران
^۲ دانشیار دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران
^۳ استاد دانشکده عمران، دانشگاه تهران

¹ kamali@ut.ac.ir

خلاصه

بررسی ترک‌ها، تحت اثر بارهای دینامیکی و تأثیر متقابل آنها بر یکدیگر در شناخت رفتار آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پتانسیل این مسأله، برای تبدیل شدن به یک عامل مخرب، باعث شده است که تحلیل دقیق اندرکنش ترک‌ها و میدان‌های تنش و تغییر مکان اطراف آنها از اهمیت بالایی برخوردار باشد.

در این مقاله به منظور بررسی اثر نوک یک ترک بر وجه ترک دیگر، دو ترک مربعی عمود برهم، در محیط سه بعدی نامحدود تحت تأثیر امواج طولی و عرضی مورد مطالعه قرار گرفت. المان مرزی دوگانه، روشی کارآمد برای مدلسازی ترک‌هاست. از این رو به منظور بررسی این مسأله از روش المان مرزی دوگانه در محیط الاستیک و در فضای زمانی استفاده شده است. نتایج به صورت ضرایب شدت تنش بیان شده‌اند. نتایج، نشان دهنده چگونگی تأثیر اندرکنش دو ترک عمود برهم، بر روی ضرایب شدت تنش می‌باشد.

کلمات کلیدی: اندرکنش دینامیکی، دو ترک عمود برهم، امواج طولی و عرضی، المان مرزی دوگانه

۱. مقدمه

حل معادلات رفتاری برای محیط‌های نامحدود الاستیک، وجود دو نوع موج مسطح طولی و عرضی (P و S) را مشخص می‌کند. در این حالات نقاط هم تغییر مکان در یک صفحه قرار می‌گیرند. امواج P ذرات را در جهت انتشارشان جابه‌جا می‌کنند، در حالیکه امواج S ذرات را در جهت عمود بر انتشارشان مرتعش می‌کنند. هنگامی که موج به یک ناپوستگی می‌رسد، امواج انعکاسی و انکساری هم تولید می‌شود، که برای محیط‌های نیم بینهایت همگن و همسان تنها امواج انعکاسی را خواهیم داشت. وجود یک مرز در محیط همچنین باعث ایجاد امواج دیگری به نام امواج سطحی می‌شود. این امواج در عمق خیلی نفوذ نمی‌کنند و دامنه آنها با فاصله از سطح زوال می‌یابد. همچنین هنگام برخورد امواج مسطح به مرزهای یک ترک، هنگام انعکاس شکل جبهه این امواج در نوک ترک تغییر می‌کند و دچار تفرق می‌گردند. جبهه امواج تفرق یافته به صورت امواج استوانه‌ای تغییر خواهد کرد [۱].

در مواردی که با ترک مواجه می‌شویم، پارامتر ضریب شدت تنش (K) از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. در یک عضو ترک خورده، با استفاده از این پارامتر و مقایسه آن با ضریب شدت تنش بحرانی، می‌توان شرایط خرابی عضو را پیش بینی کرد. بررسی‌های بسیار زیادی در زمینه مکانیک شکست و محاسبه ضرایب شدت تنش انجام شده است. از آن جمله می‌توان به بررسی ضرایب شدت تنش دینامیکی ترک با طول محدود تحت اثر امواج مختلف اشاره کرد [۲-۴]. امیدوار و همکاران نیز به بررسی اندرکنش دو ترک در حالت‌های مختلف (دو ترک موازی، عمود و مجاور) تحت امواج طولی در محیط دو بعدی به کمک روش المان مرزی دوگانه پرداختند [۵].

روش المان مرزی یکی از بهترین روش‌ها برای حل مسائل انتشار امواج الاستیک به ویژه در محیط‌های بی نهایت یا نیمه بینهایت می‌باشد. در این روش با توجه به مدلسازی مرزها، فقط کافی است مرزهای ترک مدل شوند. بنابراین کاهش زیادی در ابعاد مسأله در هنگام حل عددی ایجاد می‌شود. روش المان مرزی دوگانه ارایه شده توسط پورتلا و همکاران [۶، ۷] برای مسایل دوبعدی، می و علی آبادی برای مسایل سه بعدی [۸]، به عنوان یک روش کارآ برای مدلسازی مسایل ترک در روش المان مرزی استفاده می‌شود. در این روش از معادلات انتگرالی تغییر مکان برای یک وجه ترک و معادلات انتگرال مرزی تنش در وجه دیگر استفاده می‌شود.