



استفاده از روش ذرات برای مدل‌سازی پدیده گسترش ترک در مصالح ترد شکن

حسن استاد حسین^۱

۱- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه کاشان (hostad@kashanu.ac.ir)

خلاصه

در بسیاری از مسائل شامل بارگذاری سرعت بالا در مصالح ترد شکن، وقوع گسترش ترک همراه با تغییر شکل‌های بزرگ یک پدیده کاملاً قابل پیش‌بینی است. روش ذرات متحرک انعطاف‌پذیری زیادی را برای مدل‌سازی محیط‌های با تغییر شکل‌های بزرگ دارد. بگونه‌ای که در مکانیک سیالات محاسباتی کاربرد فراوان پیدا کرده است. استفاده از چنین روشی در محیط جامد امکان بسیار مناسبی را برای حل مسائل غیر خطی هندسی فراهم می‌آورد. علاوه بر این مزیت روش بدون المان ذرات در مواجهه با پدیده گسترش ترک در مقایسه با روش اجزای محدود عدم نیاز به مش‌بندی مجدد است. بنابراین توسعه روشی با الگوریتم ساده و کارآ که بتواند پدیده گسترش ترک در مصالح ترد شکن را مدل‌سازی کند امری قابل توجه به نظر می‌رسد. در این مقاله الگوریتمی برای مدل‌سازی گسترش دینامیکی ترک در مصالح ترد شکن با استفاده از روش ذرات معرفی شده است. به منظور صحت‌سنجی الگوریتم ارائه شده نتایج تحلیل با الگوریتم معرفی شده با نتایج حاصل از سایر روش‌های عددی و آزمایشگاهی و تئوری مقایسه شده است.

کلمات کلیدی: روش بدون المان ذرات متحرک، ایجاد و گسترش ترک، پایداری روش عددی

۱. مقدمه

روش بدون المان ذرات در حل مسائل دینامیکی محیط‌های جامد خصوصاً در حیطه بارگذاری‌های ضربه‌ای یکی از روش‌های توانمند عددی است. توانایی این روش در مدل‌سازی پدیده‌های توأم با تغییر شکل‌های بزرگ موجب رویکرد زیاد به این روش حتی در مکانیک سیالات محاسباتی شده است. با عنایت به عدم نیاز مش‌بندی مجدد در این روش نسبت به روش اجزای محدود در صورتی که بتوان یک الگوریتم مناسب برای مدل‌سازی پدیده گسترش ترک در مصالح ترد شکن در کنار روش حل عددی بدون المان تعریف نمود، این روش به یک ابزار قدرتمند در حل مسائل شامل بارگذاری سرعت بالا نظیر برخورد پرتابه یا موج انفجار تبدیل می‌شود. با عنایت به اینکه این روش توان مدل‌سازی محیط سیال و گاز را نیز دارد مسأله پیچیده اندرکنش گاز و جامد ترد شکن را نیز به‌خوبی می‌توان با این روش مدل‌سازی کرد.

ایده اساسی روش ذرات متحرک در ابتدا توسط Monaghan و Gingold و بطور مستقل به وسیله Lucy در مسائل ستاره‌شناسی به شکل روش ذرات متحرک استاندارد SPH معرفی گردید. وجود قابلیت‌های منحصر به فرد این روش موجب شد علیرغم بروز اشکالاتی نظیر عدم دقت در مرز و ناپایداری، تا کنون در حل بسیاری از مسائل فیزیکی که ماهیت دینامیکی دارند مورد استفاده قرار گیرد. طبیعت لاگرانژی این روش، حل مسائل درگیر با تغییر شکلهای بزرگ و مسائل شامل مرزهای متحرک را ساده‌تر می‌نماید. به‌هنگام نمودن موقعیت ذرات از نیاز به انجام فرآیند نسبتاً زمان‌بر شبکه‌بندی مجدد، جلوگیری می‌نماید. این خصوصیت روش ذرات متحرک موجب بکارگیری از این روش در زمینه‌های مختلف شده است. از مهمترین مشکلات روش SPH استاندارد، فقدان هم‌رفتاری در مرزها و نیز بروز مودهای ناپایداری می‌باشند. روش‌های متعددی برای اصلاح مشکلات عددی روش استاندارد در مرزها ابداع شد که از جمله آن‌ها می‌توان به روش CSPM اشاره نمود که مطالعات انجام شده در این تحقیق بر مبنای آن است. فعالیتهای

^۱ استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه کاشان.