

تزوید روش‌های محاسباتی اجزای محدود و اجزای گسسته به منظور پیشگویی نشست و گسیختگی خاک در یک سیستم خاک-تایر

محمد معراجی^۱، حسین اشرفی^۱، مهرداد فرید^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه شیراز

۲- استادیار بخش مهندسی مکانیک دانشگاه شیراز

Meraji.ir@Gmail.com

خلاصه

در این پژوهش، خاک به دو لایه فوقانی و تحتانی تفکیک شد که لایه سطحی خاک به روش المان گسسته و لایه زیرین خاک به روش اجزای محدود مدل سازی گردید. نیروها در مدل اجزای گسسته با استفاده از مدل ویسکوالاستیک کلونین تعیین شد و لایه تحتانی خاک، الاستیک در نظر گرفته شد. تایر نیز به دو بخش رینگ و آج تفکیک شد که هر دو بخش به روش اجزای محدود و الاستیک مدل سازی شدند. نتایج نشان داد که گسیختگی خاک که در اثر نیروی فشار عمودی تایر اتفاق می افتد با ایجاد فاصله بین المان‌های گسسته به خوبی قابل پیش بینی می باشد.

کلمات کلیدی: خاک، تایر، اجزای گسسته، اجزای محدود، مسائل تماسی

۱. مقدمه

مسئله‌ی برهمکنش تایر و خاک یکی از موضوعات مهم پژوهشی برای خودروسازان و محققین بخش مکانیک خاک می باشد. روش‌های مدل سازی متعددی به منظور بررسی برهمکنش تایر بر روی خاک مورد استفاده قرار گرفته است. پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی اطلاعات، امکان بکارگیری شبیه سازی‌های عددی پیچیده در مسائل برهمکنش را افزایش داده است.

در سطوح مختلف عالم طبیعت، اکثر مواد و سیستم‌های فیزیکی غیر پیوسته هستند. میکروساختارهای بلوری همانند خاک به دلیل در برگیری دانه‌های غیر پیوسته در ساختار خود حتی در سطوح میکرونی هم غیر پیوسته هستند [۱ و ۲]. لذا ناتوانی مدل‌های مکانیک محیط‌های پیوسته کلاسیک در بازسازی مناسب رفتار مواد غیر پیوسته، منجر به توسعه‌ی مدل‌های گسسته شد [۳].

روش اجزای گسسته نه تنها برای مسائل مکانیک خاک یا سنگ بلکه برای مسائل اثر متقابل چرخ - خاک نیز کاربرد دارد [۴-۵]. باید توجه داشت که در شرایط واقعی که آج‌های تایر بر روی سطح خاک تماس پیدا می کنند، بسیاری از مدل‌های عددی که با فرض پیوستگی مواد شبیه سازی ایجاد شده اند، توانایی مدل سازی و حل معادلات در لبه‌های نوک تیز آج که تماس به عنوان نقطه‌ی منفرد میدان تنش رفتار می کند را ندارند. از سوی دیگر روش اجزای گسسته ذاتاً قابلیت آنالیز جریان میکروسکوپی خاک را دارد. اما این روش به منظور بررسی تماس و جمع بازه‌های زمانی به عملیات محاسباتی زیادی نیاز دارد، بنابراین استفاده از روش اجزای محدود به همراه روش اجزای گسسته در جبران کاستی‌های هر دو روش باعث کاهش حجم محاسبات و سهولت در شبیه سازی آج تایر می گردد.

مدل عددی غیر پیوسته، برای نخستین بار، در سال ۱۹۶۸ میلادی توسط گودمن و همکارانش [۶] در خاک و بتن بکاربرده شد. اویدا و همکاران [۷] نیز نخستین بار بکارگیری روش اجزای گسسته در مسائل تماسی خاک-تایر را برای آج‌های متفاوت نشان دادند. پن و رید [۸]، روش ترکیبی اجزای گسسته و محدود را در مسائل مکانیک سنگ استفاده کردند. هرنز و همکاران [۹]، قابلیت کاربرد کامل و دقیق روش ترکیبی اجزای گسسته و محدود را در مقیاس وسیع برای برخی از مسائل مکانیک خاک نشان دادند. ناکاشیما و اویدا [۱۰]، با استفاده از الگوریتمی ساده در روش ترکیبی اجزای گسسته و محدود، سیستم خاک-تایر را مدل سازی کردند. راجه و همکارانش [۱۱]، نیز در سال ۲۰۰۷ میلادی، با ارائه الگوریتم‌های کاربردی، یک رهیافت جدید برای محاسبه تنش در خاک توسعه دادند.