



مدل سازی برهم کنش چرخ محرک-خاک به روش المان محدود

نسا دیباگر^۱، عارف مردانی^۲، اسعد مدرس مطلق^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ned_441@yahoo.com

۲. استادیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ارومیه

۳. دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه

چکیده:

تغییرات سرعت پیشروی تراکتور و افزایش بار دینامیکی روی چرخ به منظور حصول نیروی زمین گیرایی بیشتر منجر به بروز تنش‌های مخرب در ساختمان خاک شده است. تلاش برای حفظ ساختار خاک، کمک به رشد محصول و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی محققان را بر آن داشته تا به منظور آرایه مدل‌های مناسب جهت پیشگویی توزیع تنش، با روش‌های متعددی به شبیه‌سازی دقیق برهم کنش تایر_خاک بپردازند. در تحقیق حاضر با استفاده از نرم افزار المان محدود آباکوس برهم کنش چرخ محرک-خاک با تحلیل کاملاً دینامیکی مدل سازی شده است. تغییرات تنش مدل غیر خطی شبیه سازی شده در سه سطح مختلف از سرعت پیشروی (۰.۸، ۰.۴، ۱.۲) متر بر ثانیه، سه سطح از بار دینامیکی (۱۹۶۲، ۲۹۴۳، ۳۹۲۴) نیوتن و لغزش (۸، ۱۷، ۱۲) درصد در عمق ۰.۱ متر تحلیل شد. نتایج حاصل از معنی دار بودن اثر سرعت پیشروی در تمام ترکیب‌های سرعت پیشروی با بار عمودی و لغزش در عمق ثابت بوده است. افزایش سرعت پیشروی تا میزان ۱.۲ متر بر ثانیه تنش عمودی وارده بر خاک را هم در سطح خاک و هم عمق ۰.۱ متری نسبت به سرعت‌های ۰.۴ و ۰.۸ متر بر ثانیه بیشتر افزایش داده است. ترسیم نمودارهای مربوط به تغییرات تنش در اثر تغییرات بار عمودی روی چرخ نیز حاکی از برقراری یک رابطه تقریباً خطی در محدوده بارهای مورد بررسی است.

واژه‌های کلیدی: آباکوس، اجزاء محدود، برهم کنش تایر و خاک.

مقدمه:

کیفیت مواجهه با خاک از دیدگاه مدیریت خاک و تولید محصول، همیشه مورد توجه بسیار بوده و کوشش می‌شود که ابزارها و روش‌های تقابل با خاک، به گونه‌ای طراحی و تدوین شود که تا حد امکان از پیامدهای تخریبی خاک و نیز هدر رفت انرژی که خود در برگیرنده محدودیت‌های اقتصادی و زیست محیطی نیز می‌باشد، پیشگیری شود. بهتر کردن روش‌های روبرویی با خاک و اصلاح ابزارهای مربوط به آن، مستلزم انجام آزمون‌های مورد اعتمادی است که در شرایط واقعی خاک و ابزار صورت گرفته باشند و



این مهم با توجه به پیچیدگی و تنوع متغیرهای حاکم بر تقابل خاک و ماشین، دشوار می‌نماید لذا شبیه سازی های عددی کلید تمام بهینه سازی هایی است که با حذف آزمایش های مزرعه ای پر هزینه و کاهش زمان تحقیق مدل های مناسبی را ارایه می دهند. چرخ به عنوان یکی از عمده ترین عوامل درگیر با خاک، در شمار ابزارهایی است که علاوه بر محیط های مزرعه ای، در محیط های نرم افزاری هم قابل بررسی و شبیه سازی است و از دیر باز، علیرغم پیچیدگی رفتار خاک و هندسه تایر مدل کردن حرکت چرخ بر روی خاک مد نظر پژوهشگران بوده است. در توصیف ساده‌ی حرکت چرخ بر روی خاک می‌توان گفت که در اثر حرکت چرخ روی خاک، خاک فشرده گشته و ردی متناسب با ابعاد خود ایجاد می‌کند به طوری که عمق این رد متناسب با بار روی چرخ و وضعیت خاک است. از این رو حرکت چرخ بر روی خاک، نیازمند صرف انرژی نا خواسته‌ای است که صرف تغییر فرم خاک خواهد شد.

در راستای این مقدمه بولارینوا و همکارش با شبیه سازی دو بعدی تایر توسط نرم افزار المان محدود آباکوس در یک محیط گسسته مدل مناسبی به عنوان جایگزین تایر جهت انجام تست های مخربی چون تست ترکیبگی ارائه کردند. در این آزمایش شبیه سازی مولفه های تایر با در نظر گرفتن خواص همگن ارتوتروپیک و غیرخطی برای مولفه ها انجام گرفت. بولارینوا در آزمایش خود علاوه بر بررسی ارتباط خواص هندسی مولفه های بکار رفته در مدل تعدد لایه ها را نیز مورد مطالعه قرار داد (Bolarinwa and Olatunbosun, 2004). محسنی منش و همکاران با استفاده از نرم افزار انسیس و به روش عددی مدل المان محدود غیرخطی از اثر متقابل یک تایر تراکتور با سطح خاک ارائه دادند. در این مطالعه با در نظر گرفتن ساختار هندسی و خواص ناهمسانگرد چندلایه ای تایر و خاک، نحوه توزیع فشار مماسی دربارهای عمودی و فشارهای باد مختلف با استفاده از تحلیل فشار استاتیکی غیر خطی بدست آمد و با نتایج حاصل از آزمون های تجربی مقایسه گردید. حداکثر فشار مماسی بین تایر-خاک در روش عددی بین ۳۲ تا ۵۳ درصد کمتر از مقدار بدست آمده در روش تجربی و در شرایط مشابه بود (Mohsenimanesh et al., 2009). همبلتون و درسچر رد تایر را به روش عددی و روی خاکی با یک ساختار ساده الاستیک-پلاستیک (شامل یک قسمت الاستیک خطی و یک قسمت کاملا پلاستیک با شرایط تسلیم موهر-کولمب) مدل سازی کردند. در این تحقیق تایر به شکل استوانه ای صلب با چرخش و حرکت افقی مدل سازی شده و با تحلیلی کاملا دینامیکی توسط نرم افزار آباکوس / اکسپلیسیت و به روش فرمول بندی لاگرانژین-اویلرین اثر پارامترهایی چون مقاومت خاک (رسی و شنی)، اتساع و هندسه تایر (تغییرات عرض نسبت به قطر) در رابطه ی بین نیروی بارگذاری و فرورفتگی چرخ مورد بررسی قرار گرفت (Hambleton and Drescher, 2009). کایمینگ با ارائه یک مدل توسط نرم افزار آباکوس برهم کنش متقابل چرخ و خاک را بطور عددی تحلیل کرد. وی با شبیه سازی تایر و خاک به عنوان دو مولفه تغییر شکل پذیر در مدل اصلی اثر تغییرات فشارباد تایر، سرعت زاویه ای چرخ و خواص اصطکاکی در سطح تماس تایر و خاک را روی این برهم کنش مورد مطالعه قرار داد. از جمله نتایج بدست آمده در این تحقیق تاثیر افزایش فشار باد تایر روی تغییر شکل هیبرالاستیکی تایر تحت بار ثابت است (Kaiming, 2010). لی نیز شبیه سازی تقابل بین تایر بادی-برف را با مقاومت کم توسط



نرم افزار آباکوس / اکسپلیسیت انجام داد. برای شبیه سازی المان محدود سه بعدی تایر و برف به ترتیب از مدل ماده ی الاستیک بویسکوالاستیک و هایپر الاستیک و مدل ماده دراگر- پراگر اصلاح شده استفاده گردید. وی رده کاملی از تنش های طولی و جانبی را برای سه بار عمودی مختلف مورد مطالعه قرار داد و با تحلیل نیروهای بین وجهی و فرورفتگی تماسی به درک جامعی از تقابل برف و جاده رسید. نتیجه گیری های لی حاکی از آن است که طول تماس با افزایش بار عمودی افزایش می یابد علاوه بر این با افزایش بار عمودی و زاویه لغزش، در همه شبیه سازی ها میزان فرورفتگی نیز افزایش یافت (Lee.2011). ایکسیا از روش المان محدود برای شبیه سازی بر هم کنش تایر _ خاک و پیش بینی تراکم خاک و تحرک تایر استفاده کرد. برای مدل کردن خاک در نرم افزار آباکوس از مدل دراگر- پراگر (ماده الاستیک- پلاستیک)، برای مدل کردن تایر بدون عاج از مدل هایپر الاستیک کرنش محدود (ماده الاستیک تقریباً تراکم ناپذیر) و برای شبیه سازی تغییر شکل های بزرگ از روش فرمول بندی لاگرانژی استفاده شده است. در این تحقیق اثرات فشار باد تایر، سرعت زاویه ای چرخ و نیز خواص اصطکاکی تایر- خاک بررسی شده است (Xia.2011).

هدف از این مطالعه توسعه یک مدل المان محدود برای بررسی تغییرات تنش در خاک رسی لومی با تغییرات سرعت پیشروی، بار عمودی و لغزش در عمق ثابتی از خاک می باشد

مواد و روشها:

شبیه سازی های عددی این تحقیق با استفاده از بسته نرم افزار المان محدود کد آباکوس / اکسپلیسیت و با تحلیل های کاملاً دینامیکی انجام شده است. با استفاده از این نرم افزار می توان تغییر شکل های بزرگ را با تحلیل لاگرانژین- اویلرین مدل کرد. در آباکوس / اکسپلیسیت، شرط تسلیم موهر- کلمب توسط شرط تسلیم دراگر- پراگر تقریب زده شده است و مدل های توسعه یافته دراگر- پراگر برای مدل کردن مواد اصطکاکی (مواد گرانوله مانند خاک) توسعه یافته اند.

به منظور طراحی مدل، خاک به صورت یک ماده تک لایه با ساختار الاستیک- پلاستیک کامل در نظر گرفته شده است. پارامترهای مربوط به آن (دو پارامتر الاستیک: مدول یانگ E و ضریب پواسون ν ؛ سه پارامتر پلاستیک: زاویه اصطکاک ϕ ، چسبندگی c ، و زاویه فراخ $\psi \leq \phi$) از طریق تست های فشار سه محوری (انجام شده در آزمایشگاه خاک) روی نمونه های خاک گرفته شده از سویل بین موجود در گروه مکانیک ماشین آلات کشاورزی دانشگاه ارومیه بدست آمده اند. در این آزمون ها، زاویه اصطکاک داخلی خاک 31° درجه، ضریب چسبندگی خاک 0.003 کیلو گرم بر سانتی متر مربع، چگالی 1600 کیلو گرم بر متر مربع، وزن مخصوص تر 1620 و وزن مخصوص خشک خاک 1490 کیلو گرم بر متر مربع تعیین شد. در همه شبیه سازی ها پارامترهای الاستیک برابر $E/\nu d = 1250$ و $\nu = 0.3$ در نظر گرفته شده اند که d قطر تایر می باشد. ابعاد پروفیل خاک به اندازه کافی بزرگ در نظر گرفته است تا تاثیری در نتایج و نشست تایر نداشته باشد.

تایر مورد استفاده نیز چرخ تراکتور گلدونی به شماره $R 21 \ 220/65$ با ساختار شعاعی می باشد. شبیه سازی مدل تایر نیز همانند خاک مستلزم تعیین مختصات هندسی و خواص فیزیکی اجزای مختلف بکاررفته در آن و اعمال آنها به نرم افزار است. از آنجایی



که چشم پوشی از جزئیات طرح ترید به عنوان قسمتی از تایر که در تماس با خاک است اثرات بسیار جزئی روی برخی از تغییرات بزرگ از قبیل تغییر شکل و بارگذاری دینامیکی تایر دارد (Ghoreishy, 2009). به همین دلیل تایر شبیه سازی شده در این تحقیق کاملاً ساده سازی شده و شامل سه جز متفاوت است: "ترید"، "لاستیک چند لایه تقویت شده" شامل تسمه ها و کارکس و جزء آخر "رینگ تایر". برای طراحی ترید تایر از خواص ماده هایپر الاستیک تراکم ناپذیر با ثابت های مونی-ریولین، برای طراحی لاستیک داخلی که خود متشکل از تسمه ها و کارکس می باشد از خواص لاستیک چند لایه تقویت شده و برای طراحی رینگ از خواص فلز صلب استفاده شده است. برخی خواص اجزای بکار گرفته شده در طراحی تایر در جداول ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ آمده است.

جدول (۱) خواص فیزیکی اجزای ترید

ماده الاستیک	C01(MPa)	C10(KPa)
ترید	۱۸۰۵	۸۰۶.۱

جدول (۲) مدول یانگ برآورد شده تسمه و کارکس در دو جهت اصلی X و Y

تسمه	کارکس		مقادیر برآورد شده
	E_x	E_y	
E_x	E_y	E_x	E_y
۱۱.۶۸	۲۸.۹۱	۱۳.۸	۱۱۲۴

جدول (۳) خواص و ثوابت برآورد شده برای تسمه و کارکس

ماده	مدول یانگ عرضی E_2	مدول یانگ طولی E_1	درجه ناهمسانگردی E_1/E_2
نایلون - لاستیک (کارکس)	۱۳.۸	۱۱۲۴	۸۰
ریون - لاستیک (تسمه)	۱۳.۸	۱۷۴۵	۱۲۵

جدول (۴) زاویه کابل، مدول برشی و ضریب پواسون تسمه

ضخامت لایه	ضریب پواسون	مدول برشی	زاویه کابل ها
Layer Thickness	Poisson's ratio	shear modulus	Cord angle
(mm)	ratio	G_{xy}, G_{yz}, G_{xz}	(°)
	V_{xy}, V_{yz}, V_{xz}	(Mpa)	

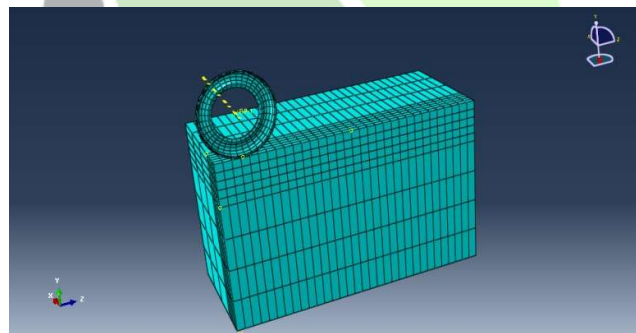


۹۰	$G_{xy}=۳.۵۸$	$V_{xy}=۰.۰۰۵۳$	
	$G_{yz}=۳.۲۳$	$V_{yz}=۰.۴۹$	۱.۷
	$G_{xz}=۳.۵۸$	$V_{xz}=۰.۰۰۵۳$	

جدول (۵) خواص ماده لایه کارکس

مدول یانگ E_x	مدول یانگ E_y	مدول یانگ E_z	همسانگرد یا ناهمسانگرد
(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	
۱۲۶۹	۱۶.۶	۱۶.۶	ناهمسانگرد

ابعاد مدل تایر کاملاً منطبق با ابعاد تایر واقعی بوده و با توجه به تقارن هندسی فقط نصف تایر بصورت یک جسم صلب شبیه‌سازی و تحلیل شده است تا زمان تحلیل به نصف کاهش یابد. یک نقطه مرجع در مرکز تایر تعریف شده تا همه شرایط مرزی و بارها روی تایر از طریق این نقطه وارد شوند. تلاش گردیده تا شرایط مرزی، بارگذاری و خواص مواد مطابق با شرایط واقعی وارد نرم افزار شود. بدیهی است که انطباق هر چه بیشتر خواص فیزیکی و هندسی اعمال شده به نرم افزار با واقعیت موجود نتایج دقیق تری را بدست می دهد. شکل ۱ تصویر مدل مش بندی شده نهایی را نشان می دهد.



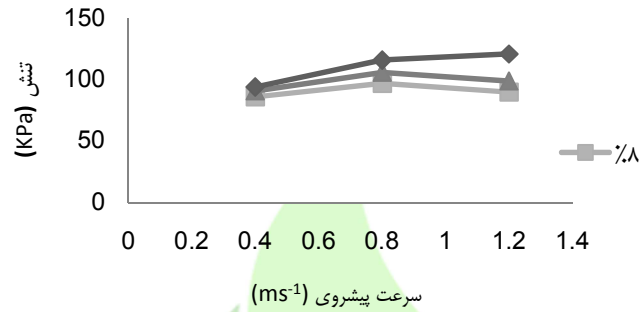
شکل (۱) مدل مش بندی شده نهایی تایر و پروفیل خاک

بحث و نتایج:

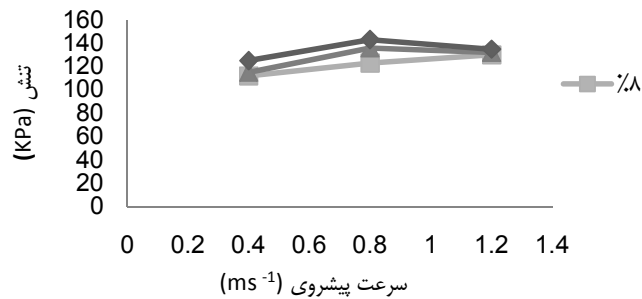
همانطور که قبلاً اشاره شد هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سه پارامتر سرعت پیشروی، بار عمودی و لغزش بر روی تنش های عمودی در عمق مشخصی از خاک است. پارامتر سرعت پیشروی در سه سطح ۰.۴، ۰.۸ و ۱.۲ متر بر ثانیه، بار عمودی در سه سطح به قرار ۳۹۲۴ و ۱۹۶۲، ۲۹۴۳ نیوتن (۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ کیلوگرم نیرو) و لغزش در سه سطح ۸، ۱۲ و ۱۷ درصد در عمق ۰.۱ متر در نظر گرفته شده است.



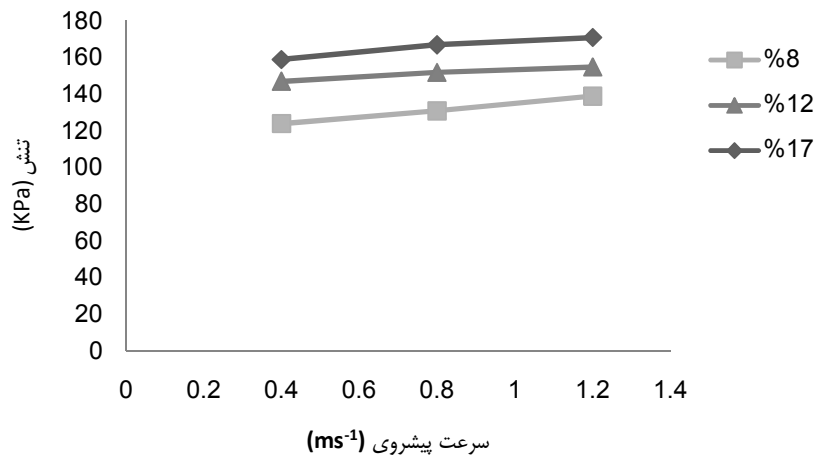
در شکل های ۳ و ۵ به ترتیب اثر سرعت پیشروی و لغزش در بار عمودی ۱۹۶۲، ۲۹۴۳ و ۳۹۲۴ نیوتن در عمق ۱۰ سانتی متری نشان داده شده است. به منظور بررسی رابطه تغییرات سرعت پیشروی و لغزش با تغییرات تنش در عمق مشخصی از خاک، مقادیر مربوط به بار عمودی روی چرخ در سطوح خاصی از آزمون ها ثابت نگه داشته شد.



شکل ۲) اثر سرعت پیشروی و لغزش در بار عمودی ۱۹۶۲ نیوتن در عمق ۱۰ سانتی متر



شکل ۳) اثر سرعت پیشروی و لغزش در بار عمودی ۲۹۴۳ نیوتن در عمق ۱۰ سانتی متر



شکل ۴) اثر سرعت پیشروی و لغزش در بار عمودی ۳۹۲۴ نیوتن در عمق ۱۰ سانتی متر

اثر سرعت پیشروی بر روی تنش عمودی در خاک:

بر اساس نتایج بدست آمده از بررسی مقایسه میانگین‌های صورت گرفته برای اثر سطوح سرعت پیشروی آزمایش شده در این مطالعه بر روی تنش عمودی، تغییرات در سطوح سرعت پیشروی اختلاف معنی داری را نسبت به یکدیگر نشان دادند. صحت این ادعا را می‌توان با توجه به P Value بدست آمده که دارای مقدار ۰.۰۰۰۱ است، بررسی کرد.

همانطور که از شکل‌های ۲، ۳ و ۴ مشهود است با افزایش سرعت پیشروی تأثیر، تنش در عمق ۱۰ سانتی متری افزایش یافته است. تغییرات تنش ناشی از افزایش سرعت پیشروی در لغزش‌های مختلف دارای روند مشابهی است. بررسی‌های بیشتر نشان می‌دهد که تغییر سرعت پیشروی چرخ به مقدار ۱.۲ متر بر ثانیه تنش عمودی وارده بر خاک را نسبت به سرعت‌های ۰.۴ و ۰.۸ متر بر ثانیه بیشتر افزایش می‌دهد. افزایش تنش ناشی از افزایش سرعت در آزمون‌های مزرعه‌ای نیز به دلیل افزایش نیروهای دینامیکی و شتاب ناشی از بارگذاری‌های استاتیکی بالای چرخ رخ می‌دهد. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق صورت گرفته توسط توماس کلر و همکاران بر روی خاک‌های لومی-رسی مطابقت دارد (Keller and Arvidsson, 2004).

اثر لغزش بر روی تنش عمودی در خاک:

نتایج تجزیه آماری بدست آمده از مقایسات میانگین صورت گرفته برای اثر لغزش بر روی تنش‌های اندازه‌گیری شده در عمق ۱۰ سانتی متری خاک حاکی از آن است که سطح لغزش ۱۷ درصد نسبت به دو سطح دیگر دارای اختلاف معنی داری است. با توجه به اینکه محدوده لغزش مجاز برای تردد انواع ماشین‌های کشاورزی در مزرعه در محدوده ۸ تا ۱۵ درصد می‌باشد بررسی نمودارها نشان می‌دهد که مقادیر تنش بدست آمده در لغزش‌های ۸ و ۱۲ درصد کمتر بوده و نزدیک به یکدیگر می‌باشند و افزایش میزان لغزش به مقدار ۱۷ درصد که به طور معمول لغزش خارج از محدوده مجاز محسوب می‌گردد موجب انتشار تنش به عمق خاک می‌شود.

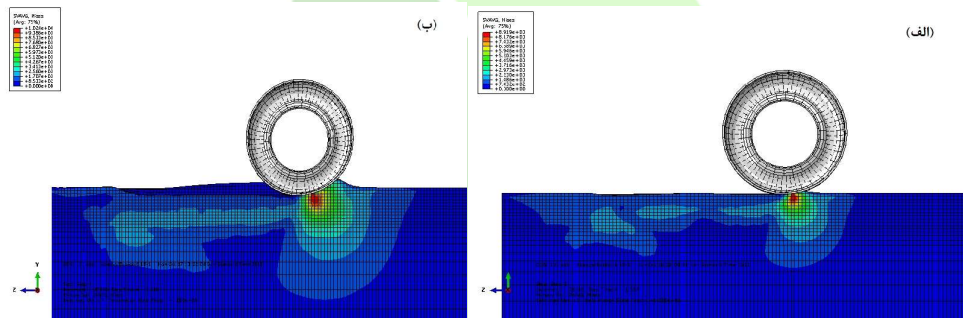


گردد که علت این امر می‌توان ناشی از دوران در جای تایر و تراکم نسبی خاک در منطقه زیر تایر دانست. به طور کلی با افزایش میزان لغزش و فرو رفتن چرخ در خاک علاوه بر افزایش مقاومت غلتشی در حرکت رو به جلو تنش عمودی نیز افزایش می‌یابد.

اثر بار عمودی روی تنش عمودی در خاک:

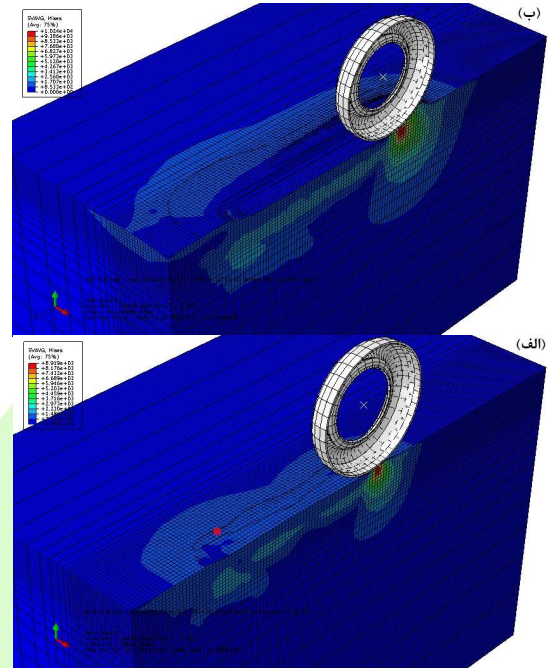
طبق نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری تمامی سطوح در نظر گرفته شده برای بار عمودی دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر هستند. بررسی نمودارها نیز به طور بدیهی نشان می‌دهد که با افزایش بار عمودی روی چرخ تنش عمودی نیز روند رو به رشدی را از خود نشان می‌دهد. ترسیم نمودارهای مربوط به تغییرات تنش در اثر تغییرات بار عمودی روی چرخ نیز حاکی از برقراری یک رابطه تقریباً خطی در محدوده بارهای مورد بررسی است.

با توجه به شکل ۵ با افزایش بار عمودی روی چرخ، تنش نیز روند رو به رشدی را از خود نشان می‌دهد. به عبارت دیگر با افزایش بار عمودی روی چرخ علاوه بر افزایش فشردگی و تغییر شکل خاک، حلقه‌های بزرگتری از تنش در عمق خاک ایجاد می‌گردد و میزان تاثیر آن تا عمق تقریبی ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد.



شکل ۵- توزیع تنش خاک در اثر غلتش تایر در فشار باد ۱۰۰ کیلو پاسکال، سرعت ۰.۸ متر بر ثانیه و بار عمودی الف) ۱۹۶۲ ب) ۲۹۴۳ نیوتن در دید افقی

در شکل ۶ تنش ایجاد شده در خاک در اثر عبور تایر از دید ایزومتریک بررسی شده است تا تاثیر بارهای مختلف در خاک با فاصله از مرکز تایر در جهت عرضی نشان داده شود. همان‌طور که قابل مشاهده است میزان تاثیر بار نیوتنی از مرکز تایر بیشتر از بار عمودی نیوتنی است و حتی عمق این تاثیر به ۶۰ سانتی‌متر هم می‌رسد. در جهت طولی که همان امتداد مسیر حرکت تایر است نیز تاثیر بار نیوتنی بیشتر است.



شکل ۶- توزیع تنش خاک در اثر غلتش تایر در فشار باد ۱۰۰ کیلو پاسکال، سرعت ۰.۸ متر بر ثانیه و بار عمودی

الف) ۱۹۶۲ ب) ۲۹۴۳ نیوتن در دید ایزومتریک

منابع:

1. Bolarinwa,E.O., Olatunbosun ,O.A.2004.Finite element simulation of the tyre burst test.Scholl engineering.The university of Birmingham,Edgaston,UK.
2. Gent A.N.,Waler J.D.2006.The Pneumatic Tire,3nd ed.U.S.
3. Goreishy M.H.R.2003.Modeling of the non-linear deformation in steel-belted radial tyres under inflation loading. Journal of Iran Polym v12:57-65.
4. Goreishy M.H.R.2007.Finite element of the steel-belted radial tyre with tread pattern under contact load. inflation loading. Journal of Iran Polym v15:667-674
5. Karaytug,B.2009.Footprint analysis of radial passenger tire.M.Sc.thesis, University of Cukurova.
6. Kaiming X.2010.Finite element modeling of tire/terrain interaction :Application to predicting soil compaction and tire mobility.Journal of Terramechanics v37:349-412.
7. Lee J.H.2005.Finite element modeling of tire- snow interaction: present and future. Eleventh conference of the automotive research center, Ann Arbor, Michigan.
8. Lee J.H.2005.Finite element modeling of interfacial forces and contact stresses of pneumatic tire on fresh snow for combined longitudinal and lateral slips. Journal of Terramechanics v48:171-197
9. Mohsenimanesh A., Ward S.M., Gilchrist M.D.2008. Stress analysis of a multi- laminated tractor tyre using non-linear 3D finite element analysis. Materials and design.
10. Mohsenimanesh A., Ward S.M.,Owendeph.O.M.,Javadi A.2008. Modeling of pneumatic tractor tyre interaction with multi-layered soil.Biosystems Engineering xxx 1-8.
11. Regli, G. Handke, A. and Bütikofer, M. 1993. Material laws as a basis for simulation models for the calculation of wheel-soil interaction examination using the finite element method. Journal of Terramechanics, v30: 165-179.
12. Keller ,T. Arvidsson ,J.Arvidsson.2004.Technical solutions to reduce the risk og subsoil compaction: effects of dual wheels,tandem wheels and tire inflation pressure on stress propagation in soil.Soil and tillage Research v79:191-205.
13. Xia K.2008.Finite element modeling of tire/terrain inter action:Application to predicting soil compaction and tire mobility.Journal of terramechanics v48: 113-123.

Finite element simulation of tire terrain interaction

Abstract

Tractor forward speed changes and increased dynamic load on wheels to get more geotaxis lead to damaging tension in the soil structure. In order to maintain the soil structure, help with product development and reduce fossil fuel consumption, the researchers are encouraged to present suitable models to predict stress distribution, using different methods to accurately simulate the tire-soil interaction. In the present study, the interaction of driving tire-soil is modeled totally dynamically using the finite element code software (ABAQUS). The stimulated nonlinear model of stress changes were analyzed in different levels of speed (0.4,0.8,1.2) meters per second, three levels of dynamic load (1962, 2943, 3924) Newton and slip (8, 12,17) percent in depth of 0.1 m. forward speed with vertical load and slipping in depth is significant. The increase in forward speed up to 1.2 meters per second has increased the vertical stress both on the soil surface and at depth of 0.1 meters in comparison to 0.4 and 0.8 meters per second speeds. Drawing the graphs of stress changes due to changes in vertical load on the wheel, also suggests the establishment of an almost linear relationship within the range of investigated loads.

Keywords: ABAQUS, finite elements, soil-tire interaction