



محاسبه سطح تماسی چرخ در انباره خاک با استفاده از روش پردازش تصویر

فاطمه قشلاقی^{۱*}، عیسی احمدی^۲ و حجت جعفری^۱

۱ و ۲ - به ترتیب کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ارومیه و استادیار گروه مهندسی مکانیک دانشکده فنی دانشگاه زنجان

ایمیل مکاتبه کننده: f.gheshlaghi@gmail.com

چکیده

بررسی سطح تماس چرخ- خاک از آن جایی که بر پارامترهای متعددی هم چون کشش، مقاومت غلشی و میزان سوخت مصرفی تاثیر می‌گذارد، حائز اهمیت می‌باشد و این کمیت، وابسته به پارامترهای مربوط به چرخ و وضعیت خاک می‌باشد. در این مطالعه به منظور محاسبه سطح تماس چرخ و خاک از روش‌های پردازش تصویر و پلانیمتر استفاده شد. سطوح تماس در سه سطح فشار و سه سطح بار عمودی مختلف با استفاده از شیوه رنگ آمیزی جدا شدند و سپس از آن‌ها در فاصله ثابتی از سطح خاک عکسبرداری شد و در نهایت با استفاده از نرم افزار متلب مساحت آن‌ها به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که در هر دو روش اندازه گیری افزایش فشار باد تایر، موجب کاهش سطح تماس شده است و افزایش بار عمودی در فشارهای پایین منجر به افزایش سطح تماس با شیب بیشتری شده است. به همین ترتیب، تاثیر افزایش بار بر افزایش سطح تماس در فشارهای بالاتر باد تایر کمتر بوده است، اگر چه نتایج خروجی از تحلیل واریانس آزمون فریدمن در نرم افزار SPSS نشان داد که روش پردازش تصویر با مقدار میانگین رتبه ای برابر نسبت به روش پلانیمتر امتیاز بالاتری دارد و روش مناسب تری برای محاسبه سطح می‌باشد.

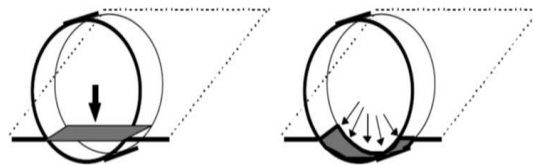
واژه‌های کلیدی: سطح تماس، فشار باد تایر، بار عمودی، پردازش تصویر.

مقدمه

اندازه سطح تماس تایر و خاک یک فاکتور مهم می‌باشد که باید همواره مورد توجه قرار گیرد چون بر پارامترهای متعددی تاثیرگذار است. یکی از مهمترین اثرات سطح تماس چرخ و خاک در رابطه با تولید کشش است که غالباً با زیادتر شدن سطح تماس چرخ با خاک افزایش می‌یابد. سطح تماس پارامتر کلیدی در ارزیابی پارامترهایی مانند تراکم می‌باشد و از آن



در محاسبه فشار سطح تماسی (Doll, 2001. Keller, 2004)، مدل‌های توزیع تنش در خاک (mith, 1985. Sohne, 1953) و برای برآورد نهایی از خطرات شدید تراکم استفاده می‌شود (Defossez and Richard, 2002. Diserens et al, 2003. Akker, 1998). تراکم میزان نفوذ هوا، آب، مواد مغذی و گرما را به درون خاک تحت تاثیر قرار می‌دهد [Tobiass et al, 1999] و همچنین بر عملکرد محصول (Alakukku and Elonen, 1995. Heinonen et al, 2002) و محیط زیست (Ouwerkerk, 1994) تاثیر می‌گذارد. علاوه بر این، اندازه‌گیری سطح تماس تیر در زمین‌های کشاورزی و یا در جاده‌ها، نیروهای وارد بر چرخ (نیروی کششی، مقاومت غلتشی و نیروی ترمزی) و میزان مصرف سوخت را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Eichhorn, 1999). با استفاده از چرخ‌های دوتایی و یا تنظیم صحیح فشار باد چرخ جهت افزایش سطح تماس، می‌توان مقاومت غلتشی را کاهش داد و موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت شد (Doll, 1999). رامفر نیز در تحقیقات خود نشان داد که مقاومت غلتشی به سطح تماس چرخ و خاک وابسته می‌باشد (Remper, 1998). سطح تماس تیر و خاک را می‌توان بوسیله روش‌های مختلفی بسته به آنالیز نیروی درگیر تفسیر نمود. دو نمونه از روابط ساده عبارتند از محدوده تماس و سطح تماس که در شکل ۱ به صورت شماتیک نمایش داده شده‌اند (Saarilahti, 2002).



شکل ۱- محدوده تماس (شکل سمت چپ) و سطح تماس (شکل سمت راست)

در آنالیز ظرفیتی تیر در حالت استاتیک نیروی بار به صورت عمودی است، بنابراین تجسم سطح تماس و سطح اثر تیر به صورت عمودی، برای مدل‌های ساده به اندازه کافی دقیق می‌باشد. سطح تماس تیر با بار مشخص اعمالی روی آن (w) را می‌توان با کشیدن تیر روی سطح خاک بدست آورد. طول تماس تیر با خاک بوسیله رنگ‌آمیزی و یا با گچ مشخص می‌شود، بدین طریق که تیر از زمین بلند شده و سطح تماس آن با خاک (A) با روش‌های مناسب محاسبه می‌شود. عموماً اندازه‌گیری رد تیری که عاج‌دار است، کار مشکلی می‌باشد، مخصوصاً اگر فضای بین عاج‌ها به خاطر سختی سطح تماس، در تماس کامل با زمین نباشند. برای انجام آنالیز دقیق تر، سطح موثر تیر مثلاً لبه‌های عاج که بار را تحمل می‌نمایند، محاسبه می‌شوند. شاید سطح رد تیر تا حدودی بزرگتر از اندازه واقعی باشد ولی برای استفاده در مدل‌های مختلف که برای اندازه‌گیری نیروی متوسط استفاده می‌شوند مناسب است (Saarilahti, 2002). به منظور محاسبه ابعاد سطح تماس تیر و خاک می‌توان از مدل‌های مختلفی استفاده نمود که هر کدام دارای فرضیه‌های متفاوتی با یکدیگر می‌باشند. مدل سطح تماس تیر ممکن است تجربی، شبه تجربی و یا تئوری باشد که بستگی به روش مورد استفاده دارد. در حالت تئوری رد تیر صلب بر روی زمین سخت یک خط می‌باشد که معادل پهنای تیر است. چون طول سطح تماس نزدیک صفر بوده و بنابراین مساحت تماس نزدیک صفر خواهد بود. این یعنی در حالت تجربی مساحت سطح تماس تیر صلب با خاک سخت بسیار کوچک بوده و بنابراین فشار تماسی آن که عبارت است از اندازه بار وارده از طرف چرخ به واحد سطح، بسیار بالا



می‌باشد. تاثیر بادی همواره دچار کمی تغییر شکل می‌شود و بنابراین روابطی برای طول سطح تماس تایر انعطاف‌پذیر بر روی زمین سخت توسط زیانی و بیارز^۱ ایجاد شده است (Ziani and Biarez, 1990).

به منظور مدل نمودن یک تایر روی خاک، بهترین حالتی که به حالت واقعیت نیز نزدیک تر می‌باشد، مدل تایر انعطاف‌پذیر روی زمین نرم است. در مطالعات انجام شده در مورد تغییر شکل تایر و خاک، شوانگارت^۲ مدلی را برای تایر انعطاف‌پذیر روی خاک نرم ارائه کرده است. شکل استتکل رد تایر بستگی به ساختمان تایر، فشار باد داخل تایر، بار روی چرخ و ویژگی‌های زمین دارد (Schwanghart, 1990). شکل تماسی تایر بر روی زمین سخت، در حالتی که تایر باریک با قطر کم و فشار باد زیاد باشد، به صورت بیضوی خواهد بود. مساحت رد تایرهای پهن‌تر، دارای حالت مدورتری خواهد بود (Saarilahti, 2002). شکل رد تایر معمولاً چیزی ما بین دایره و مستطیل است که این تفاوت تابع عوامل متعددی مانند بار روی تایر و فشار باد تایر می‌باشد.

افراد دیگری نظیر آپادیا و ولفسون^۳، مدل‌هایی برای اندازه‌گیری ابعاد رد تایر ارائه دادند که مدل‌های بیضوی این دو نفر، یکی از آنهاست. هالونبرگ^۴ برای محاسبه اندازه رد تایر مدل فوق بیضوی را ارائه کرد که در این مدل شکل تماس تایر و خاک به ویژگی‌های تایر و خاک بستگی دارد (Hallonborg, 1996. Upadhyaya and Wulfsohn, 1990. Saarilahti, 2002).

مدل‌های تجربی شامل مدل‌هایی هستند که مشتمل بر دو سری متغیر مستقل و وابسته می‌باشند، به طوری که در آن‌ها سطح اثر به جای مانده از تایر، متغیر وابسته و برخی پارامترهای خاک و تایر متغیرهای مستقل آنها می‌باشند. پارامترهای ثابت رایج مورد استفاده در تایر عبارتند از فشار باد تایر، قطر تایر و پهنا یا مدول سختی تایر. پارامترهای ثابت خاک عبارتند از مقاومت نفوذی خاک، مدول الاستیسیته و سایر ویژگی‌های آن.

مدل کردن سطح تماس واقعی یا پروفیل واقعی تماسی، کار مشکلی است. ابزارهای رایج در این زمینه FEM^۵ و یا انتگرال گیری حول سطوح مختلف می‌باشد. راه حل کلی بر مبنای برآورد سطح تماس با استفاده از چرخ صلب معادل، و استفاده از شعاع فرضی بزرگ استوار است. برای محاسبه پروفیل تماسی مشکلاتی وجود دارند و از این حقیقت نشات می‌گیرد که شعاع چرخ معادل، به مشخصات تایر و زمین وابسته است، که از ابتدا مشخص نیستند و پیدا کردن آنها نیاز به محاسبات مکرر دارد. مدل‌های متنوع از سطح تماس و مدل سه بعدی، ایجاد شده اند که به عنوان مثال می‌توان به مدل سه بعدی ولفسون و آپادیا اشاره نمود (Wulfsohn and Upadhyaya, 1992).

اهداف این تحقیق بررسی نحوه تغییرات سطح تماس در فشار و بارهای مختلف با استفاده از دو روش پردازش تصویر و پلانیمتر می‌باشد. از طرفی با تحلیل‌های واریانس روش مناسب تر جهت محاسبه سطح تماس ارائه شده است.

1. Ziani et Biarez (1990)

2. Schwanghart

3. Upadhyaya et Wulfsohn (1990)

4. Hallonborg (1996)

5. Finite element method



مواد و روش‌ها

تقابل چرخ و خاک در شرایط کنترل شده ای در قالب آزمون‌گرهای تک‌چرخ در محیط انباره خاک مورد بررسی قرار گرفته است. انباره خاک دارای عرض مفید ۲ متر و طول ۲۴ متر است که با خاک لومی شنی با زاویه‌ی اصطکاک داخلی ۳۱ درجه و ضریب چسبندگی 0.03 kg/cm^2 ، وزن مخصوص تر و خشک خاک به ترتیب برابر با 1620 kg/m^3 و 1490 پر شده است و چگالی خاک برابر 1600 kg/m^3 در نظر گرفته شد. خصوصیات موهر-کولمب خاک از طریق تست برشی مستقیم و با استاندارد ASTM-D3080 به روش کنترل‌شده به دست آمد (مشکانی، ۱۳۸۹). تایر مورد استفاده یک تایر کشاورزی از نوع 9.5L-14 و محصول کارخانه‌ی گودیر^۶ می‌باشد. آزمونگر استفاده شده شامل چهار بازوی موازی افقی و یک بازوی عمودی جهت اعمال بار عمودی می‌باشد که مکانیزم بارگذاری چرخ، امکان ایجاد یک بار استاتیکی را توسط تعبیه یک پیچ قدرت میسر کرده است و کل نیروی به وجود آمده بر روی چرخ در راستای قائم، توسط لودسل نصب شده بر روی چرخ با ظرفیت ۵۰۰ کیلوگرم محاسبه و مقدار آن از نمایشگر متصل به لودسل قرائت شد. شکل ۲ آزمونگر تک‌چرخ مورد استفاده را در انباره خاک نشان می‌دهد. به طور کلی آزمایشات در سه سطح فشار باد تایر ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوپاسکال و سه سطح بار عمودی ۳، ۴ و ۵ کیلونیوتن صورت گرفت که هر آزمایش ۳ بار تکرار شد و ۲۷ آزمایش به انجام رسید و سپس از روش آزمون فریدمن جهت تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید. در این تحقیق سطح تماس تایر با خاک بوسیله رنگ‌آمیزی و گچ مشخص شد، بدین طریق که قبل از بارگذاری تایر، نازکی از گچ بر روی خاک ریخته شده و بعد از اعمال بار، خاک اطراف تایر با اسپری رنگ شده و سپس تایر از زمین بلند شده و از سطح تماس آن با خاک (A) از یک فاصله مشخص عکس گرفته شده است. (شکل ۳)



شکل ۳- سطوح تماس چرخ



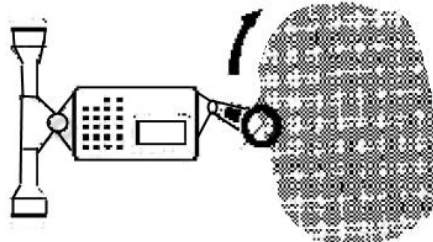
شکل ۲- آزمونگر تک‌چرخ

تصاویر رنگی نمونه‌ها در قالب jpg ضبط گردید و با استفاده از برنامه‌ی ای در محیط Matlab ۶.۵ و با استفاده از ابزار پردازش تصویر آن تهیه شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، مساحت آن در پارامترهای متغیر چرخ محاسبه و یادداشت شد و روند تغییرات آن با روش دیگر که برای محاسبه سطح تماس استفاده شد، مورد مقایسه قرار گرفت. تاکید این تحقیق

⁶. Goodyear



بر انجام سه مرحله پیش پردازش، قطعه بندی و محاسبه است که در نهایت به تعیین مساحت نمونه می انجامد. فرایند قطعه بندی، تصویر دیجیتالی را به نواحی گسسته غیر هم پوشان تقسیم می کند. این مرحله یکی از مراحل اساسی در بحث ماشین بینایی^۷ و فرایندهای شناسایی خودکار الگو^۸ بر اساس تحلیل تصویر است و اطلاعات به دست آمده از تحلیل تصویر به دقت این مرحله وابسته است. قطعه بندی خودکار یکی از مشکل ترین مراحل در تحلیل تصویر است زیرا قطعه بندی نادرست سبب بروز خطا در فرایند اندازه گیری گشته، در نتیجه قضاوت مبنی بر ویژگی های اندازه گیری شده، موفقیت آمیز نخواهد بود. در تصاویر گرفته شده با استفاده از گچ و اسپری مشکی سعی بر آن شده که دو منطقه وجود داشته باشد. بنابر این تصویر مورد بررسی، تصویری دودویی^۹ است که در آن پیکسل ها تنها ارزش یک یا صفر دارند. این مقادیر به ترتیب به پیکسل های متعلق به پیش زمینه و پس زمینه اختصاص دارند. برای قطعه بندی تصویر سطوح مورد نظر از پس زمینه، از الگوریتم پیشنهادی مری و پدرسکی استفاده شد (Mery and Pedreschi, 2005). این روش سه مرحله دارد. در مرحله اول، تصویر سطوح خاکستری با تقابل^{۱۰} بالا از روی تصویر رنگی اصلی و بر اساس اجزای قرمز-سبز-آبی^{۱۱} آن تهیه می گردد. در مرحله بعد، با استفاده از روش های آماری یک مقدار آستانه عمومی^{۱۲} به عنوان ملاک تشخیص پیکسل های سطح تماس از پیکسل های پس زمینه، تخمین زده می شود و در مرحله سوم از عمل گرهای مورفولوژیکی^{۱۳} برای پر کردن حفره های احتمالی ایجاد شده در درون تصویر قطعه بندی شده باینری استفاده می گردد (Mery and Pedreschi, 2005). در شکل های ۴ و ۵ فرایند قطعه بندی تصویر مساحت تماسی چرخ و خاک نشان داده شده است.



شکل ۶- شماتیکی از پلانیمتر

نتایج و بحث

بررسی اثر بار عمودی در ترکیب با سه سطح فشار باد تایر حالت های مورد آزمایش را تشکیل داده است. شکل ۷ اثر بار عمودی بر سطح تماسی چرخ محاسبه شده از روش پردازش تصویر را در فشار باد ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوپاسکال و شکل ۸ اثر فشار باد تایر را بر سطح تماسی چرخ در سطوح بار ۳، ۴ و ۵ کیلو نیوتن نشان داده است.

7. Machine Vision

8. Automatic Pattern Recognition

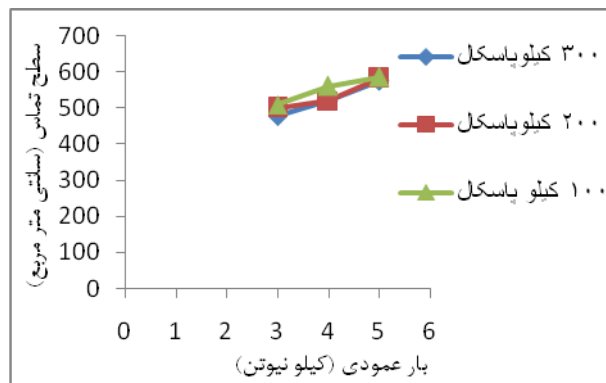
9. Binary

10. Contrast

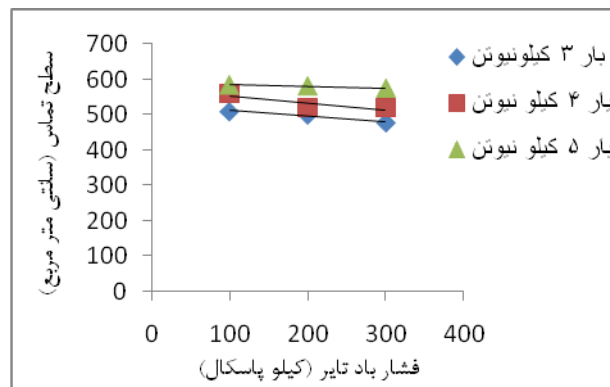
11. RGB

12. Global Threshold

13. Morphological Operators



شکل ۷- نحوه تغییرات سطح تماس در سطوح مختلف بار عمودی با استفاده از پردازش تصویر



شکل ۸- نحوه تغییرات سطح تماس در سطوح مختلف فشار باد چرخ با استفاده از پردازش تصویر

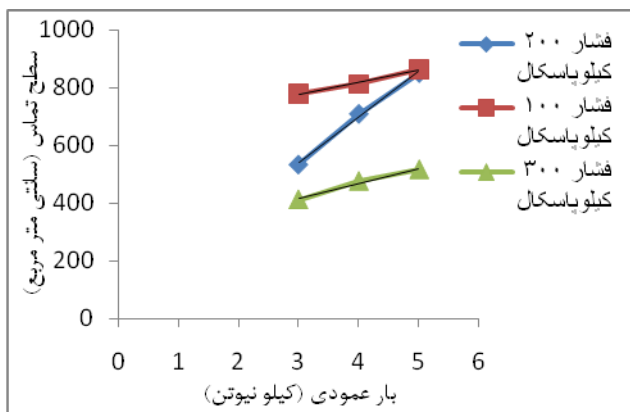
نتایج حاکی از تاثیر پارامترهای اعمالی بر تغییرات سطح تماس تایر می‌باشد. بدین ترتیب که با افزایش بار عمودی روی چرخ اندازه سطح تماس افزایش می‌یابد و با افزایش فشار باد تایر، سطح تماس تایر کاهش یافته و در نتیجه فشار تماسی افزایش می‌یابد. بنابراین فشار باد مناسب تایر در بار مشخص اعمالی به آن در برگیره همراه تایر که توسط کارخانه ارائه می‌شود، مشخص می‌گردد که مشخص کننده مینیمم باد تایر مجاز برای آن بار می‌باشد. این باعث کاهش تنش و فشردگی خاک و افزایش بازده کششی می‌شود (Nang Nguyen Van et al, 2007).

علیرغم اینکه در مطالعاتی نقش باد لاستیک در سطح تماس ناچیز گزارش شده است (Diserens, 2009)، اما نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان دهنده‌ی معنی دار بودن فشار باد در مساحت تماس به واسطه‌ی افزایش خوابیدگی و افزایش طول تماس می‌باشد که تاثیر فشار باد بر سطح تماس توسط محققان بسیاری تایید شده است. (Keller, 2004. Komandi, 1976. Steiner, 1979)

شکل ۹ نشان می‌دهد که سطح تماس محاسبه شده از روش پردازش تصویر روند مشابهی با سطح تماس محاسبه شده از روش پلانیمتر دارد. البته این تشابه از نظر روند تغییرات قابل توجه است اما از نظر کمی و مقایسه‌ای، تطابق کاملی را نشان



نمی‌دهد که احتمالاً برگرفته از خطای مربوط به روش پلانیمتر است، هر چند این دو روش معایب و مزایای خاص خود را دارد.



شکل ۹- نحوه تغییرات سطح تماس در سطوح مختلف بار عمودی با روش پلانیمتر

جداول ۱ و ۲ آماره‌های توصیفی را در ۳ سطح از بار روی چرخ و ۳ سطح از فشار باد در سه تکرار و در قالب آزمون فریدمن در دو روش پلانیمتر و پردازش تصویر به ترتیب نمایش می‌دهد. جدول ۳ نیز جدول مقایسه اختلاف درون گروهی در هریک از متغیرها را نشان می‌دهد. جداول ۴ و ۵ وجود ارتباط معنادار بین متغیرهای ورودی و متغیر خروجی را در روش‌های پردازش تصویر و پلانیمتر نشان می‌دهد.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی در روش پلانیمتر

تیمارها	فشار باد تاثیر	بار عمودی	سطح تماس (*۱۰۰ سانتی متر مربع)
۹	۹	۹	۹
میانگین	200.00	400.00	6.74
انحراف معیار از میانگین	28.868	28.868	.607
انحراف معیار	86.603	86.603	1.821
واریانس	7500.000	7500.000	3.317



جدول ۲. آماره های توصیفی در روش پردازش تصویر

تیمارها	فشار باد تایر	بار عمودی	سطح تماس (سانتی متر مربع)
۹	۹	۹	۹
میانگین	200.00	400.00	536.31
انحراف معیار از میانگین	28.868	28.868	13.289
انحراف معیار	86.603	86.603	39.867
واریانس	7500.000	7500.000	1589.379

جهت بیان برتری روش های به کار برده شده نسبت به یکدیگر با استفاده از رتبه بندی آزمون فریدمن به مقایسه میانگین رتبه ها پرداخته شد. در آزمون فریدمن فرض H_0 مبتنی بر یکسان بودن میانگین رتبه ها در بین گروه ها است. رد شدن فرض H_0 به این معنی است که در بین گروه ها حداقل دو گروه با هم اختلاف معنی داری دارند.

در جدول ۶ آماره های میانگین، انحراف معیار، مینیمم و ماکزیمم امتیازات را مشاهده می کنید. در جدول ۷ میانگین رتبه های هر یک از روش ها را خروجی هر یک از روش ها را می بینید. جدول ۸ محتوی نتیجه اصلی آزمون است. همانگونه که در این جدول شاهد هستید می توان مقدار آماره مربع کای دو را با ۲ درجه آزادی و همچنین سطح معنی داری آزمون را با مقدار ۰,۰۰۱ مشاهده کرد که نشان از رد شدن فرض H_0 دارد. با توجه به خروجی های بالا نتیجه نهایی این است نتایج خروجی روش پردازش تصویر با نتایج خروجی روش پلانیمتر متفاوت است و بر این اساس روش پردازش تصویر با مقدار میانگین رتبه ای برابر بالاترین امتیاز و روش پلانیمتر کمترین امتیاز را دارد. استفاده از روش پردازش تصویر در تعیین مساحت تماسی در تحقیقات دیگر نیز به تایید رسیده است (Schjønning et al, 2008).

در کلیه مراحل روش استفاده از پلانیمتر کاربر دخالت موثر دارد، لکن این تاثیر در مقایسه با روش پردازش تصویر بسیار زیاد است. روش استفاده از پلانیمتر تنها یک مرحله دارد که با گرداندن نقطه شاخص واقع بر عدسی دستگاه حول لبه سطح های تماسی و قرائت مساحت از روی مانیتور آن پایان می یابد. در روش استفاده از پردازش تصویر، دقت کار تا حد زیادی مستقل از کاربر است. زیرا اساسا کاربر تنها فرایند را از طریق کار با منوها و یا تایپ دستورات و یا نام گذاری تصاویر هدایت می کند. اگر چه در این تحقیق بر مساحت نمونه تاکید شده است، روش پردازش تصویر قابلیت توسعه برای استخراج بسیاری از خواص و مطالعه دقیق تر بخش هایی از نمونه را در خود دارد. یکی از نقاط قوت روش پردازش تصویر کامپیوتری بودن آن است. توسعه این گونه روش ها نیز بسیار کم هزینه و در حد تغییر چند خط برنامه است. از جمله مزیت های دیگر، قابلیت بالقوه در اتصال به دیگر روش های کامپیوتری نظیر تحلیل شبکه عصبی، در یک سیستم واحد، در عملیاتی نظیر درجه بندی بر اساس خاصیت ظاهری از سطوح تماسی است. مزیت های دیگری هم چون هزینه کم آن، قابلیت ذخیره سازی و بازیابی تصویر برای مطالعات بعدی را می توان برای این روش بیان کرد.



نتیجه‌گیری

مطابق با تحلیل‌های صورت گرفته اگرچه هر دو روش پردازش تصویر و پلانیمتر روند مشابهی در نحوه تغییرات سطح تماس در برابر فشار باد و بار عمودی نشان دادند، مقایسه میانگین رتبه‌ها نشان داد روش پردازش تصویر نسبت به روش پلانیمتر در این تحقیق تصویر مطالعه دقیق‌تر بخش‌هایی از نمونه را در خود دارد. از دیگر نقاط قوت روش پردازش تصویر کامپیوتری بودن آن است. توسعه این گونه روش‌ها نیز بسیار کم‌هزینه و در حد تغییر چند خط برنامه است. از جمله مزیت‌های دیگر، قابلیت بالقوه در اتصال به دیگر روش‌های کامپیوتری نظیر تحلیل شبکه عصبی، در یک سیستم واحد، در عملیاتی نظیر درجه بندی بر اساس خاصیت ظاهری از سطوح تماسی است. مزیت‌های دیگری هم چون هزینه کم آن، قابلیت ذخیره سازی و بازیابی تصویر برای مطالعات بعدی را می‌توان برای این روش بیان کرد.

منابع و مآخذ

- 1- مشکانی، م. ۱۳۸۹. «مطالعه‌ی برهمکنش خاک (خاک ارومیه) و تیغ‌های برشی (پهن و باریک) با استفاده از روش المان-های مجزا»، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه.
- 2- Alakukku, L. & Elonen, P. 1995. Long-term effects of a single compaction by heavy field traffic on yield and nitrogen uptake of annual crops. *Soil Till. Res.* 36, 141-152.
- 3- Defossez, P. & Richard, G. 2002. Models of soil compaction due to traffic and their evaluation. *Soil Till. Res.* 67, 41-64.
- 4- Diserens, E. 2009. Calculating the contact of trailer tyres in the field. *Soil Till. Res.* 103, 302-309.
- 5- Diserens, E., Spiess, E. & Steinmann, G. 2003. TASC: A new practical computer tool to prevent soil compaction damage in arable farming. An International Conference on Geo-Environmental Engineering, 9-10, Singapore, pp. 85-92, December.
- 6- Döll, H. 2001. Deformation-characteristics farm-tire's-effect on the soil-pressure and the plant-stress. In: *Proceedings of the Conference Agricultural Engineering VDI-MEG*. P. 8.
- 7- Döll, H. 1999. Loh nen Zwillingsräder an mähdreschern Landwirtschaft ohne Pflug *Sonderaufgabe Agritechnica* 6-8.
- 8- Eichhorn, H. 1999. *Landtechnik* 7, Auflage Ulmer Verlag, P. 688.
- 9- Hallonborg, U. 1996. Super ellipse as tire-ground contact area. *Journal of Terramechanics* 33(3):125-132.1
- 10- Heinonen, M., Alakukku, L., & Erkki, A. 2002. Effects of reduced tillage and light tractor traffic on the growth and yield of oats. In: Pagliai, M., Jones, R. (Eds.), *Sustainable Land Management-Environmental Protection. Advances in Geocology*, vol. 35. Catena Verlag, Reiskirchen, pp. 367-378.
- 11- Keller, T. 2004. *Soil Compaction and Soil Tillage-Studies in Agricultural Soil Mechanics*. ACTA Agraria 489. Swedish University of Agricultural Sciences.
- 12- Komandi, G. 1976. The determination of the deflection, contact area, dimensions, and load capacity for driven pneumatic operating on concrete pavemen. *J. Terramech.* 13(1), 15-20.
- 13- Mery, D., & Pedreschi, F. 2005. Segmentation of colour food images using a robust algorithm. *Journal of Food Engineering.* 66: 353-360.



- 14- Nang Nguyen Van, Takaaki MATSUO, Tatsuya KOUMOTO & Shigeki INABA. 2007. Laboratory of Agricultural Machinery, Laboratory of Environmental Geotechnics, Laboratory of Agricultural System Information and Technology, Received September 28.
- 15- Rempfer, M. 1998. Grundlagen der automatischen Reifenluftdruckverstellung bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Agrartechnische Forschung 4 (1), 46-55.
- 16- Saarilahti, M. 2002. Modeling of the wheel and tire. University of Helsinki, Department of forest resource management.
- 17- Schwanghart, H. 1990. Measurement of contact area, contact pressure and compaction under tires in soft soil. Proc. 10th ISTVS Conf, Kobe Aug 20-24. I193-204.
- 18- Smith, D.L.O. 1985. Compaction by wheels: a numerical model for agricultural soils. J. Soil Sci. 36, 621-632.
- 19- Soane, B.D. van Ouwerkerk, C. 1994. Soil compaction problems in world agriculture. In: Soane, B.D., van Ouwerkerk, C. (Eds.), Soil Compaction in Crop Production. Elsevier, pp. 1-21.
- 20- Steiner, M. 1979. Analyse, Synthese and Berechnungsmethoden der Triebkraft-Schlupf-Kurve von Luftreifen auf nachgiebigem Boden. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) 33. Dissertation Munchen, P. 190.
- 21- Schjønning, P., Lamandé, M., Tøgersen, F.A., Arvidsson, J., & Keller, T. 2008. Modelling effects of tyre inflation pressure on the stress distribution near the soil-tyre interface. Biosyst. Eng. 99, 199-133.
- 22- Söhne, W. 1953. Druckverteilung im Boden und Bodenverformung unter Schlepperreifen Grdlgn. d. Landtechn. 5, 49-62.
- 23- Tobiass, S., Schulin, R., Schaub, D., Weisskopf, P., Buchter, B., Zimmermann, S., Borer, F., Vökt, U. 1999. Physikalischer Bodenschutz. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz BGS Dokument 9. P. 32.
- 24- Upadhyaya, S. K. & Wulfsohn, D. 1990. Relationship between tire deflection characteristics and 2-D tire contact area. Transaction of the ASAE 33(1):25-30.
- 25- Van den Akker, J.J.H. 1998. Development, verification and use of the subsoil compaction model socomo. In: Proceedings of the 1st Workshop of the Concerted Action on Subsoil compaction, May 28-30, Wageningen, The Netherlands, p. 17.
- 26- Wulfsohn, D., & Upadhyaya, S.K. 1992a. Determination of dynamic three-dimensional soil-tire contact profile. Journal of Terramechanics 29(4/4):433-464.
- 27- Ziani, F. & Biarez, 1990. Pressure sinkage relationship for tires on very loose sand. Journal of Terramechanics 27(3):167-177.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Calculating the contact area of the wheel in soil bin using image processing

Abstract

Assessment of contact area of the wheel-soil is important because of its influence on several parameters such as traction, rolling resistance and fuel consumption and This quantity depends on the parameters of the wheel and soil. In this study image processing and planimeter technique is used to determine contact area. In three levels of pressure and three levels vertical loads, contact area was isolated using the method of coloring and their photo was taken at a constant distance from the soil surface. Finally, using MATLAB software, area is obtained. The results indicate that increase in tire pressure, reduced contact area. Vertical load increases at low pressure leads to an increase in area contact with the slope is greater. Similarly, the effect of increasing the contact area increases at higher pressures is lower. The output results of ANOVA in SPSS Friedman test showed that the mean ratings of the image processing method with a higher rating than planimeter and more appropriate method is used to calculate the surface.

Keywords: Contact area, Tire pressure, Vertical load, Image processing.