

طراحی مکانیزم زیرشکنی عمق متغیر

ایمان فلاحي، محمدحسین آق‌خانی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

در این طرح برای کنترل دقیق عمق کارادوات خاکورزی سیستمی طراحی شده است، تا علاوه بر اینکه معایب موجود کار با ادوات خاکورزی را برطرف می‌کند، انجام خاکورزی با عمق متغیر (Variable Depth Tillage) را نیز ممکن می‌سازد. از مشکلات سیستم‌های فعلی خاکورزی می‌توان به مواردی چون: عدم وجود مکانیزمی برای قرار دادن خاکورز در عمق دقیق، عدم قابلیت انجام خاکورزی دقیق، عدم دید و نظارت کافی راننده تراکتور بر عملکرد خاکورز، اشاره کرد. با توجه به مشکلات فعلی خاکورزی در ایران که در بالا به برخی از آنها اشاره شد، و نیز توجه به شیوه‌های جدید خاکورزی دقیق، برای انجام عملیات خاکورزی با عمق متغیر سیستمی طراحی شده است که، عمق خاکورزی را در هر لحظه با توجه به پارامترهای مختلف خاک و تراکتور محاسبه و اعمال می‌کند.

واژه‌های کلیدی: زیرشکنی عمق متغیر، خاکورزی دقیق، مکانیزم هیدرولیکی، واحد کنترل و فرمان الکترونیکی

مقدمه:

یکی از مهمترین خواص مکانیکی خاک، مقاومت مکانیکی آن می‌باشد، که شاخصی برای میزان فشردگی خاک است. با توجه به اینکه ایجاد لایه خاک با مقاومت مکانیکی بالا (که لایه سخت خاک و یا همان Hardpna نام دارد.) تحت تاثیر شرایط طبیعی و حرکت ماشین‌آلات در مزارع اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. نیز با توجه به اثرات نامطلوب این لایه بر عملکرد محصول، انجام خاکورزی با عمق زیاد (زیرشکنی) امری ضروری می‌باشد. (کلارک ۱۹۹۹)

علی‌رغم اینکه اثرات نامطلوب فشردگی خاک بر میزان عملکرد محصول را می‌توان با عملیات زیرشکنی برطرف نمود، اما از طرف دیگر باید به این نکته توجه داشت انجام عملیات زیرشکنی در عمق بیشتر از مورد نیاز، هدر رفتن انرژی، به روی سطح آمدن خاک نامطلوب، فرسایش خاک و... را در بر دارد. اما بهترین حالت

برای انجام خاکورزی با عمق زیاد، خاکورزی با عمق متغیر می باشد. عملیات زیر شکنی براساس خصوصیات مکانی خاک انجام شود. یعنی عمق زیرشکنی در هر نقطه از زمین براساس خواص همان مکان تعیین شود. (ریپر و همکاران ۲۰۰۷)

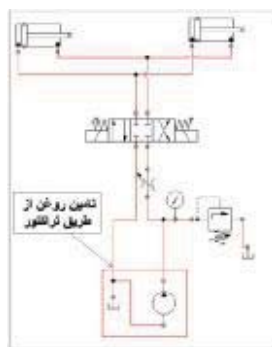
برای اندازه گیری مقادیر تغییر مقاومت مکانیکی خاک از فروسنج مخروطی استفاده می شود. تحقیقات نشان می دهد که مقادیر مقاومت مکانیکی خاک بیشتر از ۲ تا ۳ مگاپاسکال بر روی عملکرد گیاه تاثیر منفی دارد. (تیلور ۱۹۶۳)

مواد و روش ها:

برای کنترل موقعیت قرارگیری زیرشکن سیستمی طراحی شده است که شامل سه بخش اصلی می باشد:

۱. بخش هیدرولیکی: مدار هیدرولیکی که وظیفه تامین قدرت برای قرار دادن زیرشکن در عمق مورد نظر را بر عهده دارد.
۲. بخش الکترونیکی: واحد کنترل و فرمان سیستم می باشد، به منظور محاسبه عمق مطلوب، تعیین عمق فعلی و ارسال فرمان لازم برای واحد هیدرولیکی دستگاه.
۳. بخش مکانیکی: شامل شاسی اصلی نگهدارنده سایر بخش ها و رابط بین تراکتور و زیرشکن

الف) هیدرولیک: در این قسمت از سیستم با استفاده از دو جک هیدرولیک زیرشکن در هر لحظه در عمق مورد



نظر قرار می گیرد. جک های هیدرولیکی توسط شیر ۴/۳ دوسربوبین فدردار مارک Hystar که فرمان خود را از واحد الکترونیکی دریافت می کنند، کنترل می شوند. افزایش طول جک ها موجب افزایش عمق زیرشکنی و کاهش طول جک موجب کاهش عمق عملیات خاکورزی می گردد. برای تامین روغن هیدرولیک مورد نیاز از مخزن و پمپ موجود بر روی تراکتور استفاده شده است و نیز برای کنترل فشار اعمالی بر سیستم هیدرولیک تراکتور از یک شیر

فشارشکن بین راهی استفاده شده است. و نیز برای کنترل سرعت عملکرد جک ها و در نتیجه کنترل سرعت تغییر عمق کار از شیر کنترل دبی استفاده شده است. در شکل شماره ۱ زیر مدار هیدرولیک دستگاه نشان داده شده است. شکل شماره ۱

برای محاسبه ابعاد جک هی هیدرولیک و فشار روغن مورد نیاز ابتدا نیروی عمودی و افقی لازم برای انجام عملیات زیرشکنی محاسبه شد. براساس استانداردهای ASAE نیروی کششی و نیروی عمودی مورد نیاز یک زیرشکن از فرمول شماره ۱ و ۲ بدست می آید.

$$D_x = F_j(A + BV_a + CV_a^2)Wd \quad (\text{فرمول شماره ۱})$$

(فرمول شماره ۲)

$$\tan \alpha = \frac{D_y}{D_x}$$

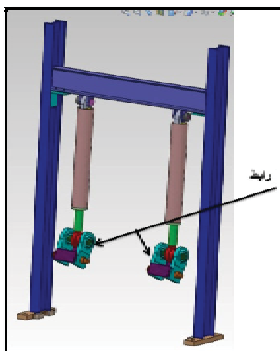
با توجه به فرمول های فوق مقادیر نیروی کششی و عمودی مورد نیاز برای یک زیرشکن تک ساق برای کار در عمق حداکثر ۷۰ سانتیمتری و سرعت کاری ۶ کیلومتر در ساعت به ترتیب حدود ۲۶۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم محاسبه شد. که برای محاسبات اجزای هیدرولیک این مقادیر با ۲۵ درصد افزایش در نظر گرفته شد.

برای محاسبات جک از فشار روغن ۱۱۰ بار و یا ۱۱۲ کیلوگرم برسانتیمتر مربع استفاده شد که پمپ کمکی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ به راحتی توانایی تامین این فشار روغن را دارد. بنابراین با توجه به فرمول شماره ۳ و جداول استاندارد قطر سیلندر برابر ۵/۰۳ سانتیمتر بدست آمد که با توجه به جدول استانداردهای جک های

هیدرولیک از جک با قطر سیلندر ۶۳ میلیمتر و قطر پیستون ۳۶ میلیمتر استفاده می شود.

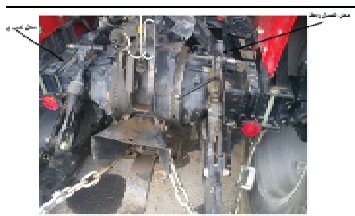
$$F = 0.9 \times P \times \left(\pi \frac{d^2}{4} \right) \quad (\text{فرمول شماره ۳})$$

(ب) شاسی: برای سوار کردن اجزای سیستم هیدرولیک و نیز برای ایجاد مکانیزمی به منظور ارتباط بین سیستم طراحی شده، تراکتور و زیرشکن، شاسی مانند شکل شماره ۲ طراحی شده است که قابلیت نصب بر روی تمام انواع تراکتور موجود در ایران را دارد.



شکل شماره ۲

مکانیزم طراحی شده بر روی تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ و در پشت صندلی راننده نصب می شود و رابط های مشخص شده در شکل شماره ۲، محل اتصال این مکانیزم به بازوی بالایی تراکتور (شکل شماره ۳) می باشند. همانطور که در شکل های ۲ و ۳ مشخص است بدون نیاز به ایجاد هرگونه تغییری در تراکتور و یا خاکورز با نصب این سیستم می توان عملیات زیرشکنی عمق متغیر را انجام داد.



شکل شماره ۳

شکل شماره ۳

ج) الکترونیک

در این بخش برای اندازه گیری عمق کار از یک پتانسیومتر ولومی فلزی ۱۰ کیلو اهمی استفاده می شود. که داده های پتانسیومتر در میکروکنترلر AVR Mega۱۶ تحلیل و عمق کار بدست می آید و این عمق با عمق بهینه محاسبه شده، مقایسه می شود و فرمان لازم برای کاهش و یا افزایش و یا ثابت نگه داشتن عمق به شیر هیدرولیک بوبین دار ارسال می شود.

نتایج و بحث

با استفاده از سیستم فوق می توان عملیات خاکورزی دقیق را اجرا نمود، بطوریکه می توان دستگاه فوق را به راحتی بر روی تراکتور های مختلف نصب نمود. از نتایج حاصله استفاده از مکانیزم فوق می توان به مواردی چون: افزایش دقت کنترل ادوات، سهولت کنترل و نظارت بر عملکرد ادوات، افزایش دقت عمق شخم، قابلیت انجام خاکورزی دقیق، کاهش سوخت مصرفی، کاهش انرژی مصرفی، افزایش عملکرد محصول در واحد سطح، افزایش سرعت خاکورزی و در نتیجه افزایش بازده مزرعه ای اشاره نمود.

منابع:

- Clark, R.L. (۱۹۹۹). Evaluation of the potential to develop soil strength maps using a cone penetrometer. Paper No. ۹۹-۳۱۰۹. ASAE, St. Joseph, MI.
- Taylor, H. M. & H. R. Gardner. (۱۹۶۳). Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content, and strength of soil. *Soil Science*, ۹۶(۳), ۱۵۳-۱۵۶.
- Raper, R.L., Reeves, D. W., Shaw, J. N., Van Santen, E., Mask, P.L. (۲۰۰۷). Benefits of site-specific subsoiling for cotton production in Coastal Plain soils. *Soil & Tillage Research*, ۹۶, ۱۷۴-۱۸۱.
- Khalilian, A., Han, Y.J., Dodd, R.B., Sullivan, M.J., Gorucu, S., & Keskin, M. ۲۰۰۲. A control system for variable depth tillage. ASAE Paper No. ۰۲-۱۲۰۹. ASAE, St. Joseph, MI.
- Raper, R.L. (۱۹۹۹). Site-specific tillage for site-specific compaction: is there a need? In: *Proceedings of the International Conference on Dryland Conservation/Zone Tillage*, China Agriculture University, Beijing, China, pp. ۶۶-۶۸.