بررسی عوامل اثر گذار بر روی انتخاب ادوات خاک ورز اولیه با روش تحلیل مسیر

کورش اندکایی زاده [۱]، حسن ذکی دیزجی [۲*]، محمد اسماعیل خراسانی فردوانی[۳]، محمد جواد شیخ داودی [٤]

۱. دانشجوی دکتری مکانیزاسیون انرژی، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه شهید چمران اهواز (andekaikorosh1991@gmail.com)

۲. استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه شهید چمران اهواز (hzakid@scu.ac.ir)

۳. استادیار، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه شهید چمران اهواز (e.khorasani@scu.ac.ir)

۴. استادگروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه شهید چمران اهواز (javad1950@gmail.com)

چکیده

خاک‌ورزی در کشاورزی جز عملیات های مهم است که با هدف بهبود شرایط جوانه زنی، تسهیل توسعه ریشه و نهایتا بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد انجام می شود و همواره با مصرف زیاد انرژی همراه است و به همین دلیل انتخاب سرعت‌پیشروی و عمق‌شخم مناسب ادوات خاک‌ورزی به لحاظ مصرف انرژی بهینه ضرورت پیدا می کند. در این تحقیق با استفاده از روش عوامل اثر گذار بر روی ادوات خاک ورز اولیه مشخص شد. در این پژوهش سه نوع دستگاه خاک‌ورز اولیه (گاوآهن برگرداندار، گاوآهن بشقابی و گاوآهن چیزل) در ۳ سرعت پیشروی مختلف (۳، ٤/٥، ٦ کیلومتر بر ساعت) و عمق های مختلف (۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر) انتخاب شد در خاک رسی لومی و میزان رطوبت ۷ درصد در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی انجام شد. پارامترهای مصرف انرژی شامل مصرف سوخت ($Lit.ha^{-1}$)، بازده کششی (%) و بازده بهروری انرژی (OEE[1]) (%)، لغزش (٪) و کشش ویژه ($kN.m^{-1}$) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد آنالیز واریانس نشان داد که همه عامل های مصرف انرژی بر ادوات خاک ورز اولیه تاثیر معنی داری دارند. نتایج تحلیل مسیر نشان داد در بین عوامل موثر، عمق شخم و نیروی کشش ویژه اثر معنی داری بر روی کارکرد ادوات خاک‌ورز اولیه دارند.

کلمات کلیدی:

ادوات، خاک ورزی، انرژی، تحلیل مسیر

***حسن ذکی دیزجی**

[1] OEE (Overall energy efficiency)

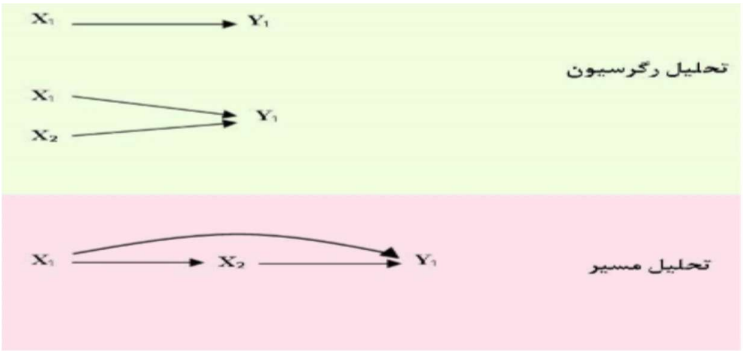
مقدمه

خاک‌ورزی یا شخم به آن دسته تلاشهای مکانیکی که برای بهم زدن خاک در راستای آماده‌سازی خاک برای پرورش گیاهان کشاورزی انجام می‌گیرد خاک ورزی می‌گویند [۸]. ابزارهای خاک‌ورزی شامل بیل، کلنگ، کج‌بیل، شن‌کش و همچنین به شکل مکانیکی شامل گاوآهن دیسک و غیره می‌گردد. ولی مهمترین هدف بکارگیری سیستم های خاک-ورزی بهبود کیفیت خاک و کاهش خطر خشکی و آب ماندگی است [۲]. بخش عمدهً مصرف انرژی در کشاورزی مکانیزه مربوط به عملیات خاک‌ورزی می‌باشد [٦] بیش از ۵۰ درصد انرژی مصرفی در کشاورزی صرف خاک ورزی می شود [٤] به همین دلیل ارزیابی ادوات خاک‌ورزی در بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. ب پارامترهای مهم مصرف انرژی شامل مصرف سوخت، توان مالبندی، لغزش، بازده کششی و بازده کلی انرژی [۲]است. لغزش یکی از مهم‌ترین پارمترهای موثر بر راندمان کششی ادوات کشنده است و نقش تعیین کننده ای در میزان توان قابل حصول از تراکتور را بر عهده دارد[٤]. لغزش باعث اتلاف سرعت چرخ محرک می شود و چون میزان توان مالبندی وابستگی زیادی به سرعت پیشروی دارد از این جهت وجود لغزش در چرخ محرک باعث می شود که تراکتور از توان مالبندی به خوبی استفاده نکند، میزان لغزش مناسب برای اکثر کارهای کشاورزی طبق استانداردهای ASABE بین ۱۵-۱۰ درصد تعیین شده است [۱۲]. نیروی مقاومت ویژه نشان دهنده مقدار نیروی مورد نیاز است که باید از طرف تراکتور به خاک ورز وارد شود تا درخاک حرکت کند و عمل خاک‌ورزی را انجام دهد و برحسب نیوتون بر سانتی‌متر مربع تعریف می‌شود. محاسبه و تخمین نیروهای کشش نقش مهمی درطراحی بهینه و استفاده صحیح از ادوات خاک ورزی دارد [۱۰] نیروی کشش عبارتست از نیروی کششی اعمال شده از طریق مالبند یا نقاط اتصال تراکتور به وسائل دنباله‌بند است [۱۱] . نیروی کشش ویژه (نیروی وارد شده بر واحد سطح کار) یکی از شاخصهای مهم در ارزیابی ادوات است که به شرایط خاک (رطوبت، بقایا، ساختمان، بافت و فشردگی) و هندسه تیغه‌های ادوات خاکورزی بستگی دارد [۱]. شرایط تراکتور شامل انتقال وزن، فشار باد چرخ، ابعاد چرخ و شکل آجها و نیروی مقاومت غلتشی که بستگی به نوع خاک دارد. از جمله شرایط ادوات می‌توان به سرعت پیشروی، عمق کار و عرض کار اشاره کرد [۷]. بارزترین شاخص مصرف انرژی در تراکتور مصرف سوخت است زیرا سوخت به عنوان منبع انرژی برای انجام کار و کمک به پیشروی تراکتور همراه با ادوات، مورد نیاز می‌باشد [۵]. نیروی کشش ویژه یکی از مهمترین نیروهایی است که برای اندازه گیری انرژی لازم ادوات خاک‌ورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد[٦] که بیان می کند به ازای یک متر عرض کار دستگاه ادوات خاک ورز چند کیلونیوتون از نیروی مالبند را بطور بهینه مصرف می کنند. از حاصل ضرب نیروی کششی در سرعت پیشروی، عاملی به عنوان توان مالبندی بدست می‌آید. روش تحلیل مسیر برای اولین بار توسط یک بیولوژیست به نام Swell wrigth در سال ۱۹۳٤ ابداع شد. در ارتباط با همبستگی بین دو متغیر در یک سیستم علی به کار می رود . تعمیم یافته مدل رگرسیون چند متغیره می باشد. در تحلیل مسیر، چندین معادله رگرسیون استاندارد وجود دارد در حالی که در روش رگرسیون چند متغیره تنها با یک معادله سرو کار دارد. قابلیت سنجش تاثیرات غیر مستقیم نیز وجود دارد [٤] . هدف از این تحقیق بررسی عوامل مستقیم مصرف انرژی با روش تحلیل مسیر و ارجحیت دادن عوامل معنی دار مصرف انرژی بر روی ادوات خاک ورز اولیه است.

مواد و روش ها

[۲] Overall Energy Efficiency

این تحقیق در دانشگاه شهیدچمران اهواز در مزارع دانشکده کشاورزی انجام شد. در این پژوهش سه نوع وسیله خاک ورزی اولیه شامل گاوآهن برگرداندار (سه خیش با عرض کار ۱/٤ متر)، گاوآهن بشقابی (سه بشقابی با عرض کار ۱/۸ متر) و گاوآهن چیزل (شاخه‌های C شکل و ۹ شاخه با عرض کار ۲/۲۵ متر) درسرعت های پیشروی ۳، ٤/٥ و ٦ کیلومتر بر ساعت و در عمق های مختلف ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفت که میانگین هر تکرار به عنوان شاخص مهم جهت ارزیابی در روش تحلیل مسیر مورد بررسی قرار گرفت شکل ۱ ترسیمی از روش تحلیل مسیر را نشان داده است.



شکل۱- تفاوت تحلیل مسیر و تحلیل رگرسیون

و پارامترهای مصرف انرژی شامل توان مالبندی (kW) مصرف سوخت ($Lit.ha^{-1}$)، بازده کششی (%) و بازده بهروری انرژی (OEE[3]) (%)، لغزش و کشش ویژه ($kN.m^{-1}$) اندازه‌گیری شد.

بازده کششی یکی از پارامترهای مهم در مصرف انرژی تراکتور است که نشان می دهد چه مقدار از توان اکسل به توان مالبندی تبدیل شده است که از رابطه (۱) به‌دست می آید.

$$TE = \frac{P_{db}}{P_{axle}} \quad (۱)$$

P_{db} توان مالبندی و P_{axle} توان اکسل (توان ورودی به چرخ) است[۱۰].

بازده کلی انرژی (OEE) شامل تطبیق بار روی تراکتور و ادوات متصل به آن، و عملکرد موتور در هنگام کار است که ارزش استفاده از کشش ادوات را نشان می دهد و برحسب درصد بیان می شود که از رابطه (۲) به‌دست می آید [۹].

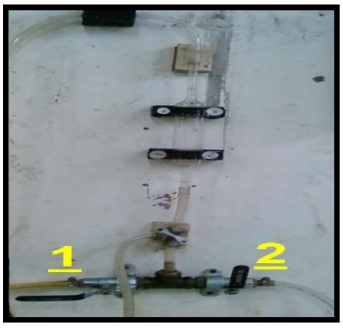
$$OEE = \frac{P_{db}}{HV \times FC \times Ce} \quad (۲)$$

HV ارزش حرارتی سوخت که برحسب ($Mj.Lit^{-1}$)، FC مصرف سوخت برحسب ($Lit.ha^{-1}$)، Ce ظرفیت مزرعه ای برحسب ($ha.h^{-1}$) و توان مالبندی بر حسب ($Mj.h^{-1}$).

در این تحقیق اندازه گیری مصرف سوخت به این صورت بود که دستگاه سنجش سوخت در یک مسیر انحرافی از جریان سوخت قرار گرفته که می تواند مقدار سوخت مصرفی را کنترل و اندازه گیری نماید. این دستگاه شامل یک مخزن کوچک نیز می باشد که در زمان تست ، موتور از این باک کوچک تغذیه می شود. در این دستگاه یک مخزن

[3] OEE (Overall energy efficiency)

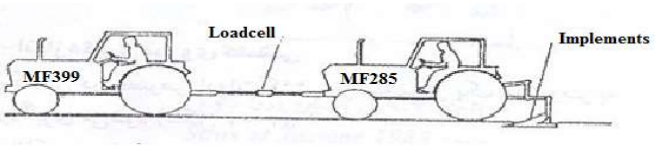
شیشه ای کوچک حبابی شکل با حجم ثابت ۱۰۰ سی سی تعبیه شده است که سوخت کنترل شده وارد آن می شود با ثبت زمان مصرف، مصرف سوخت محاسبه می شود. شکل (۱) نحوه اتصال سیستم سوخت را نشان داده است. دستگاه سوخت سنج و همینطور باک کوچک بر روی گلگیر سمت راست تراکتور قرار گرفته تا به راحتی قابل دسترس باشد.



شکل۲- سوخت سنج متصل شده به تراکتور (۱. شیر وصل شده به مخزن سوخت تراکتور، ۲. شیر وصل شده به انژکتور)

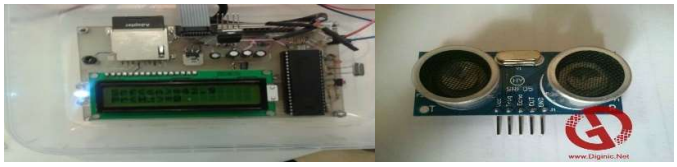
جهت اندازه گیری نیرو نیاز به دو تراکتور است (به این صورت که نیروسنج بین دو تراکتور (تراکتور کشنده MF399 و تراکتور تحت کشش MF285) قرار گرفت و دستگاه خاک‌ورز روی تراکتورMF285 دستگاه خاک‌ورزمتصل می شود)در دو حالت ابتدا در حالتی که دستگاه خاک‌ورز با خاک درگیر نیست (نیروی مقاومت غلتشی Fr) و حالت دوم دستگاه خاک ورز با خاک درگیر است (نیروی ناخالص Fg) و اختلاف این دو نیرو میزان نیروی مالبندی موردنیاز (Fdb) طبق رابطه (٤) بدست می آید و مطابق شکل (۳) نیروی کشش مالبندی اندازه‌گیری شد.

$$F_{db} = F_G - F_R \qquad (٤)$$



شکل ۳- نحوه اندازه‌گیری نیروی مالبندی با استفاده از دو تراکتور

عمق شخم بوسیله سنسور فراصوتی (شکل (٤)) اندازه‌گیری شد. این حسگر در جلوی هر کدام از ادوات خاک ورزی نصب می شود تا امواج به سطح خاک بدون شخم برخورد کنند. که یک مقدار اولیه را نشان می دهد و با تغییر عمق شخم از این ارتفاع کم می شود تا به عمق مورد نظر بدست آمد [۲].



شکل٤- سمت چپ سنسور فراصوتی و سمت راست کیت الکترونیکی

سرعت پیشروی بوسیله یک پروکسی[4] سنسور (سنسور الکترو مغناطیسی) و چرخ پنجم مطابق شکل ۵ اندازه‌گیری شد.

[4] Proxy

شکل ۵- سمت راست پروکسی سنسور و سمت چپ چرخ پنجم

نتایج و بحث

داده های اندازه‌گیری شده در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شد. عامل های اندازه گیری شده شامل نیروی کشش ویژه (SD) مصرف سوخت (FC)، بازده کششی (TE) و بازده بهروری انرژی (OEE) (%)، لغزش (Slip) است.

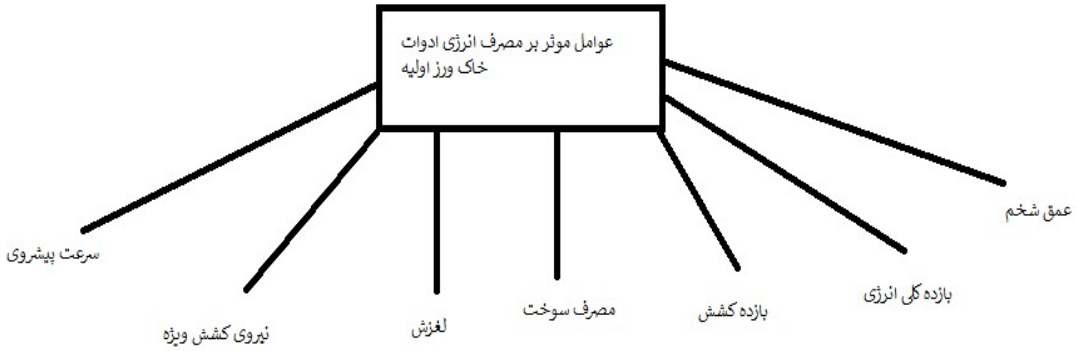
جدول۱- نتایج آنالیز واریانس عامل های مصرف انرژی بر روی ادوات خاک ورز اولیه در عمق شخم و سرعت های پیشروی مختلف

SOV	df	SD	TE	FC	OEE	Slip
Replication	2	0.308^{*}	6.37^{**}	4.24^{**}	2.82^{ns}	7.23^{**}
ادوات خاکـورزی (A)	2	457.435^{**}	300.8^{**}	1159^{**}	8.26^{**}	562.03^{**}
خطای A	4	0.291	7.53^{**}	1.181	4.57	6.81^{**}
سرعت پیشروی (B)	2	40.11^{**}	127.95^{**}	42.85^{**}	5470^{**}	154.9^{**}
عمق شخم (C)	2	97.43^{**}	17.38^{**}	4.218^{**}	23.55^{**}	32.42^{**}
$\boldsymbol{A \times B}$	4	3.23^{**}	98.91^{**}	396^{**}	120.2^{**}	960.2**
$\boldsymbol{A \times C}$	4	8.33^{**}	3.39^{**}	8.9^{**}	7.57^{*}	7.85^{**}
$\boldsymbol{B \times C}$	4	0.579^{**}	93.34^{**}	1.85^{**}	29.54^{**}	106.01^{**}
$\boldsymbol{A \times B \times C}$	8	0.858^{**}	3.93^{**}	0.309^{ns}	8.53^{*}	4.55^{**}
Error	48	0.07	1.23	0.346	2.6	1.08
total	80					

**اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۱٪، * اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی دار

نتایج نشان داد که تقریبا همه عامل ها مصرف انرژی در سرعت های پیشروی و عمق های مختلف تاثیر معنی داری بر روی ادوات خاک ورز اولیه دارند با توجه به جدول (۱) عامل‌های نوع ادوات (A)، سرعت‌پیشروی (B) و عمق‌شخم (C) تاثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر روی همه عامل های مصرف داشته‌اند. که این با نتایج خیرالا و همکاران (۲۰۰٤)، کلیک و همکاران (۲۰۰۷) و نادرلو و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. ولی در روش تحلیل مسیر به صورت

جزئی اثرات مستقیم که شامل سرعت پیشروی و عمق شخم است را در کنار سایر عوامل مصرف انرژی از طریق رگرسیون مورد بررسی قرار می دهد.



شکل٦- عوامل موثر بر مصرف انرژی ادوات خاک ورز اولیه طبق روش تحلیل مسیر

با استفاده از نرم افزار SPSS V24 **تحلیل داده و اثرات مستقیم عوامل با از طریق رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است.**

جدول۲- نتایج آنالیز تحلیل مسیر در نرم افزار SPSS

مشخصات مدل		ضرایب غیر استاندارد		ضرایب استاندارد	تی استیودنت	سطح معنی داری
		B	خطای استاندارد	Beta		
A	(مقدار ثابت)	4.008	3.040		1.318	.203
	سرعت پیشروی	.195	.238	.293	.822	.421
	عمق شخم	.110	.039	.548	2.809	.011
	نیروی کشش ویژه	-.210	.052	-1.026	-4.040	.001
	مصرف سوخت	-.052	.122	-.123	-.425	.675
	لغزش	-2.133	4.346	-.183	-.491	.629
	بازده کششی	-4.117	4.132	-.220	-.996	.332
	بازده کلی انرژی	.161	2.388	.024	.067	.947

a **متغیر وابسته: ادوات خاک ورزی**

نتایج جدول ۲ نشان داد که عامل عمق شخم و نیروی کشش ویژه ارتباط معنی داری در انتخاب ادوات خاک ورز اولیه دارند زیرا سطح معنی داری آنها کمتر از ۰/۰۵ است. این موضوع در قالب شکل ۷ نشان داده شد.

شکل ۷- میزان معنی داری عوامل اثر گذار بر روی ادوات خاک ورز اولیه

با توجه به نتایج جدول ۲ از نتایج آنالیز تحلیل مسیر می توان دریافت که میزان معنی داری نیروی کشش ویژه در انتخاب ادوات خاک ورز اولیه نقش موثری دارد. زیرا نیروی کشش ویژه میزان نیروی مالبندی با توجه به عرض کار است و یک شاخص مدیریتی جهت انتخاب ادوات خاک ورزی است.

لندکایی زاده و همکاران (۱۳۹۶) تحقیقی با عنوان انتخاب بهترین ادوات خاک ورز به لحاظ مصرف بهینه انرژی با استفاده ازروش تحلیل ساده وزنی شده انجام دادند. پارامترهای کشش ویژه ($kN.m^{-1}$)، مصرف سوخت ($Lit.ha^{-1}$)، لغزش (%)، توان مالبندی (kW)، بازده کششی (%) و بازده بهروری انرژی (OEE[5]) (%) اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که در سرعت های کم و عمق های زیاد گاوآهن برگرداندار مصرف بهینه انرژی دارد و در عمق های زیاد و سرعت زیاد هارودیسکی میزان مصرف بهینه انرژی را داشت. در کل گاوآهن بشقابی در سرعت و عمق های مختلف مصرف بهینه انرژی بهتری داشت چون دارای ضریب ترکیبی بالایی بود. در تحقیقی دیگر کاشانی زاده و همکاران (۱۳۹۷) تحقیقی با عنوان انتخاب خاکورز حفاظتی مناسب خاکهای لومی- سیلتی بر اساس میزان بقایای گیاهی و روش تحلیل مؤلفه ی اصلی (PCA) انجام دادند. که با این روش سرعت مناسب را برای خاک ورز مناسب با توجه به شرایط کاری خاک ورز حفاظتی بدست آوردند. نتایج نشان دادند که مقدار بقایای به جا مانده بر سطح خاک پس از خاکورزی نه تنها با نیروی ویژهی مقاوم کششی، بلکه با دیگر شاخص ها (میانگین وزنی قطر کلوخه و ناهمواری سطح خاک) نیز همبستگی منفی دارد و میتوان بقایای گیاهی پس از خاکورزی را به عنوان معیاری برای مقایسهی خاکورزها به کار گرفت. نتایج مقایسهی رتبهبندی تیمارها بر اساس دو روش (مقدار بقایای به جا ملنده پس از خاکورزی و روش آماری تحلیل مؤلفه اصلی) نشان داد که خاکورز مرکب و دیسک خارج از مرکز در سرعت‌های کم و چیزل پکر در سرعتهای بالا برای خاکورزی حفاظتی توصیه میشوند.

[5] OEE (Overall energy efficiency)

اندکایی زاده و همکاران (۱۳۹۸) بیان کردند پارامتر مهم دیگر نیروی کشش کشش (نیروی بر واحد عرض کار) است که باعث انجام کار مفید در کشاورزی می شود. برای مقایسه مصرف انرژی بین ادوات خاک ورزی از این دو شاخص مهم (مصرف سوخت و نیروی کشش (نیروی بر واحد عرض کار) استفاده می شود. در کنار این دو شاخص، شاخص مهم دیگری بازده کلی انرژی به عنوان شاخص های مصرف انرژی در نظر گرفته می شوند. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که با افزایش عمق شخم و سرعت‌پیشروی مصرف انرژی افزایش می‌یابد که اثر آن عمق‌شخم از سرعت پیشروی بیشتر است. پارامتر بازده کلی انرژی با افزایش عمق شخم کاهش یافت. همه عوامل در سطح ۱ درصد برای نوع دستگاه، عمق شخم و سرعت پیشروی معنی دار شدند. نتایج کلی نشان داد که گاوآهن برگرداندار نسبت به گاوآهن بشقابی و گاوآهن چیزل انرژی بیشتری مصرف می کند.

نتیجه گیری

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که همه عامل های مصرف انرژی بر روی ادوات خاک ورز اولیه اثر معنی دارند. که میزان مصرف انرژی با افزایش سرعت پیشروی و عمق شخم افزایش می یابد که اثر گذاری عمق شخم بیشتر از سرعت پیشروی است در افزایش مصرف انرژی ولی با استفاده از روش تحلیل مسیر و بررسی اثرات مستقیم همه عامل های مستقل که شامل عمق شخم و سرعت پیشروی می باشد، نشان داد که مهمترین عامل برای انتخاب ادوات خاک ورز اولیه شامل عمق شخم و نیروی کشش ویژه است و عامل نیروی کشش ویژه میزان معنی داری قوی تری نسبت به عمق شخم دارد. به این دلیل چون نیروی کشش ویژه نیروی مالبندی را با توجه به ابعاد ادوات خاک ورز بدست می آورد به نوعی چون اثرات عرض کار در آن اعمال می شود می توان به عنوان یک شاخص مناسب مشترک بین ادوات خاک ورز در نظر گرفت.

منابع

۱. کاشانی زاده، ر.، ذکی دیزجی، ح.، قاسمی نژاد، م و کاظمی، ن. ۱۳۹۷. انتخاب خاکورز حفاظتی مناسب خاکهای لومی- سیلتی بر اساس میزان بقایای گیاهی و روش تحلیل مؤلفه ی اصلی (PCA). مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۹، شماره ۳، ۳۶۸-۳۷۵.

۲. اندکایی زاده، ک.، ذکی دیزجی، ح.، خراسانی فردوانی، م، الف و شیخ داودی، م، ج. ۱۳۹۸. ارزیابی مدل های رگرسیونی و تحلیلی نیروی کشش ویژه ادوات خاک ورز اولیه در سرعت های پیشروی و عمق های مختلف. دوازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران. ۱۵ صفحه.

۳. اندکایی زاده، ک.، شیخ داودی، م، ج و خراسانی فردوانی، م، الف. ۱۳۹۶. انتخاب بهترین ادوات خاک ورز به لحاظ مصرف بهینه انرژی با استفاده ازروش تحلیل ساده وزنی شده. مجله ماشین های کشاورزی مشهد. ۱۵ صفحه.

۴. اندکایی زاده، ک.، شیخ داودی، م، ج و خراسانی فردوانی، م، الف. ۱۳۹۸. بررسی اثر سرعت پیشروی و عمق شخم بر روی شاخص های مصرف انرژی سه نوع دستگاه خاک ورز اولیه. دوازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران. ۱۱ صفحه.

5. Jung, H and Bong Gyou, L. 2020. Research trends in text mining: Semantic network and main path analysis of selected journals. Expert Systems with Applications. 12 pages.
6. Celik, A., Gokalp Boydas. M and Turgut, N. 2007. Comparison of the Energy Requirements of an Experimental Plow, a Moldboard Plow and a Disk Plow. The Philippine Agricultural Scientist. Vol. 90 No. 2, 173-178.

7. Naderlo, L., Alimadani, R., Akram, A., Javadikia, P and Zeinali Khanghah, H. 2009. Tillage depth and forward speed effects on draft of three primary tillage implements in clay loam soil. Food Agriculture and Environment. 4(3): 382-385.
8. Kheiralla, A,F., Yahya, A., Zohadie, M and Ishak, W. 2004. Modeling of power and energy requirements for tillage implements operating in serdang sandy clay loam, Malaysia. Soil & tillage research 78, 21-34.
9. Smith, L,A. 1993. Energy requirements for selected crop production implements. Soil and Research, 281-299.
10. Serrano, M,J., Peca, O,J., Da silva, M., Pinheiro, A and Carvalho, M. 2007. Tractor energy requirements in disc harrow systems. Biosystems Engineering 286-296.
11. Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., Roger-Estrade, J., 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. Soil Tillage Research. 118, 66–87.
12. ASAE, Standards. 2001. Agriculture Machinery Management Data. D497. 4. ASAE St. Joseph, MI.

Investigating the factors affecting the selection of primary tillage Implements by path analysis method

Korosh Andekaeizadeh[1*], Hassan Zaki Dizaji[2], Mohammad Esmaeil Khoraasani Fardavani[2], Mohammad Javad Sheykhdavoodi[2]

1.Phd Student Agriculture Mechanization-Energy, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. Assistance Professor, Department of Biosystems Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
3. Professor, Department of Biosystems Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Abstract

Tillage in agriculture is one of the important operations that aims to improve germination conditions, facilitate root development and ultimately improve plant growth and increase yield and is always associated with high energy consumption and therefore the choice of speed, progress and depth. Proper plowing of tillage implements is necessary in terms of optimal energy consumption. In this study, using the method of effective factors on primary tillage tools was identified. In this study, three types of primary tillage machines (reversible plow, plate plow and chisel plow) at 3 different advance speeds (3, 4.5, 6 km / h) and different depths (15, 20 and 25 cm). Was selected in loamy clay and the moisture content was 7% in a split factorial design based on a randomized complete block. Energy consumption parameters including fuel consumption (Lit.ha-1), tensile efficiency (%) and energy efficiency (OEE) (%), slip (%) and specific tensile strength (kN.m-1) were measured. The results showed that analysis of variance showed that all energy consumption factors have a significant effect on primary tillage implements. The results of path analysis showed that the factors of plowing depth and specific tensile force have a significant effect on the performance of primary tillage tools.

Key words: Implements, Tillage, energy, path analysis.
*Hassan Zaki Dizaji
E-mail: hzaki@scu.ac.ir