اندازه‌گیری و مقایسهٔ درصد لغزش[1] چرخهای محرک (عقب) تراکتورهای متداول در خوزستان

مرتضی الماسی ، هوشنگ بهرامی و محمد جواد شیخ داودی* *

به منظور تعیین و مقایسهٔ درصد لغزش چرخ عقب در سه نوع تراکتور متداول و مشابه یعنی جان دیر ۲۰۴۰، مسی فرگوسن ۲۸۵ و یونیورسال (رومانی) ۶۵۰، اندازه‌گیری‌های عملی صحرایی بعمل آمد. در این اندازه‌گیری‌ها چهار فاکتور موٴثر در میزان لغزش چرخ به صورت یک طرح فاکتوریل در سطوح مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. این فاکتورها عبارتند از: نوع تراکتور، بار وارده بر محور عقب، فشار باد تایر و بالاخره عمق شخم. در این آزمایشات سعی شده شرایط خاک و منطقه‌ای مشابه وضعیت کلی استان خوزستان در نظر گرفته شوند.

نتایج آزمایشات نشان داده اند که فاکتورهای مورد بررسی با یکدیگر تفاوت‌های معنی داری داشته، و مشخصا" در میزان درصد لغزش چرخ تراکتور موٴثر بوده‌اند. تراکتور یونیورسال ۶۵۰ نیز با میانگین ۱۱/۸۱ درصد لغزش، کمترین و مناسب‌ترین درصد لغزش را به خود اختصاص داده است. به همین دلیل از مزیت بهتری نسبت به سایر تراکتورها در عملیات زراعی برخوردار است.

۱ ـ مقدمه:

لغزش از نظر لغوی مترادف با سر خوردن یا سریدن و از نظر مفهوم کلی به معنای لغزش بیش از حد متوسط چرخ تراکتور است که با حضور یا بدون حضور بار وارده به چرخ انجام می‌گیرد (۶). به عبارت ساده‌تر می‌توان گفت که چرخ تراکتور در اثر

تاریخ دریافت ۶۸/۱۱/۱ تاریخ پذیرش ۶۹/۴/۹

۱ ـ کلمهٔ لغزش در مقابل Slippage آورده شده است. در فارسی اصطلاحا" به آن بکسوات نیز می‌گویند.

* دانشیار، کارشناس و مربی گروه ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز.

بار کششی وارده به مالبند نمی‌تواند همان اندازه که دوران می‌کند به جلو رود . در نتیجه مسافتی را که طی می‌نماید کوتاه‌تر از مسیری است که می‌بایست بپیماید . از این رو گاهی لغزش را کاهش مسیر[1] هم می‌گویند .

با وجودیکه لغزش و کشش چرخ دو مطلب جداگانه هستند ، ولی نمی‌توان آنها را به عنوان دو موضوع جدا از هم دانست ، چرا که با یکدیگر ارتباط نزدیک دارند .

عوامل موءثر در کشش و لغزش را بطور کلی می‌توان به دو دستهٔ عمده تقسیم کرد . یک دسته آنهایی هستند که در رابطه با خواص خاک بوده ، و دستهٔ دیگر در ارتباط با خود دستگاه کششی که در اینجا منظور تراکتور است ، می‌باشند .

عواملی که در رابطه با خاک هستند ، ممکن است مربوط به وضعیت پوشش گیاهی زمین ، مثل وجود علفهای هرز یا باقیمانده‌های گیاهی که تراکم این مواد ، موجب کاهش کشش مالبند و افزایش لغزشی چرخ خواهند شد و یا اینکه در ارتباط با خواص فیزیکی خاک از جمله بافت خاک و رطوبت موجود در آن باشند .

بافت خاک و رطوبت محتوی آن تواما " پدیده‌ای به نام مقاومت غلت[2] خاک را بوجود می‌آورند که در مقابل حرکت چرخ تراکتور مقاومت کرده و موجب کاهش کشش آن و افزایش لغزش می‌گردند (۷) .

مقاومت غلت خاک ناشی از چسبندگی ذرات خاک و زاویهٔ اصطکاک داخلی آنها است . خاکهای شنی محیطی کاملا " اصطکاکی و تقریبا " بدون چسبندگی دارند ، در حالی که خاکهای رسی موادی کاملا " چسبنده ولی فاقد خاصیت اصطکاک درونی هستند (۷) .

بر این اساس بکر[3] در سال ۱۹۵۶ رابطه‌ای بین شرایط خاک و عملکرد کششی آن به صورت رابطهٔ ۱ ارائه نمود (۶) .

$$F = Ac + W \tan\phi \quad : (1)$$

که در آن :

F = حداکثر نیرویی است که توسط قطعهٔ کششی ایجاد می‌شود (دراینجا منظور تراکتور است) برحسب کیلو گرم نیرو (Kgf) .

---

۱ – Travel Reduction ۲ – Rolling Resistance

۳ – Bekker

A = سطح تماس تایر (سطح برش) به سانتی متر مربع (cm^2).

C = چسبندگی خاک به کیلو گرم بر سانتی متر مربع (Kgf/cm^2).

W = بار دینامیکی[1] وارد بر وسیلهٔ کششی برحسب کیلو گرم نیرو (Kgf).

ϕ = زاویهٔ اصطکاک داخلی خاک.

عوامل مؤثر دیگر در لغزش چرخ که مربوط به ویژه‌گیهای خود دستگاه کششی (تراکتور) هستند، برخی مربوط به خصوصیات تایرها از جمله نوع تایر (از جهت تکی و یا دو تایی بودن)، اندازهٔ تایر، شکل آج تایر، سطح تماس تایر با خاک و بالاخره فشار باد تایر می‌باشند. پاره‌ای دیگر مربوط به خصوصیات مکانیکی تراکتور چه از نظر توان کششی و همینطور طراحی مناسبتر آن در عملکرد بهتر و چه از لحاظ توزیع استاتیکی و دینامیکی نیروهای وارد بر تراکتور می‌باشند.

یادآور می‌شود که مطالعات انجام شده نشان داده که میزان مناسب درصد لغزش برای کشش مؤثر مالبند در حد اپتیمم، حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد می‌باشد (۳).

با توجه به موارد ذکر شده، اهداف این تحقیق بر مبنای چند عامل مهم در رابطه با خود تراکتور قرار داده شده‌اند. سایر عوامل حتی المقدور سعی شده که در تمام آزمایشات یکسان باشند. براین اساس، چهار فاکتور عمده به شرح زیر در ارتباط با لغزش چرخ محرک تراکتور (عقب) مطرح بوده‌اند.

۱ ـ نوع تراکتور

۲ ـ بار وارده بر محور عقب تراکتور و یا وزن محور عقب

۳ ـ فشار باد تایرهای عقب تراکتور

۴ ـ عمق شخم (که درحقیقت نشان دهندهٔ بار کششی خالص تراکتور می‌باشد).

۲ ـ مواد و روش آزمایش:

در این آزمایشات که به مدت حدود ۱۸ ماه به طول انجامیده است، سه نوع تراکتور متداول یعنی جان دیره ۲۰۴۰، مسی فرگوسن ۲۸۵ و یونیورسال ۶۵۰M وگاو ـ آهنهای مربوط به آنها از نظر درصد لغزش چرخ عقب تراکتورها مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته‌اند. آزمایشات عملی مربوطه در محل زمین‌های زراعی دانشگاه شهید چمران اهواز و بر اساس آزمایشات فاکتوریل انجام یافته که فاکتورهای مورد نظر و سطوح

---

1 ـ Dynamic load = نیروئی که هنگام حرکت روی دستگاه اعمال می‌شود

مربوط به هر کدام به شرح زیر می‌باشد .

۲ ـ ۱ ـ فاکتور نوع تراکتور (T) شامل :

T_1 ـ تراکتور جان دیر مدل ۲۰۴۰ .
T_2 ـ تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵ .
T_3 ـ تراکتور یونیورسال (رومانی) مدل ۶۵۰ .

۲ ـ ۲ ـ فاکتور وزن محور عقب تراکتور (W) شامل :

W_1 ـ وزن محور عقب تراکتور با وزنه‌های استاندارد معمول و تایرهای عقب فقط محتوی هوا .

W_2 ـ وزن محور عقب تراکتور با وزنه‌های استاندارد معمول و تایرهای عقب محتوی ۵۰ درصد آب .

W_3 ـ وزن محور عقب تراکتور با وزنه‌های استاندارد معمول و تایرهای عقب محتوی ۷۵ درصد آب .

۲ ـ ۳ ـ فاکتور فشار باد تایرهای عقب (P) شامل :

P_1 ـ فشار بار تایر به میزان ۰/۷ کیلو گرم بر سانتی متر مربع (برابر ۱۰ پوند در اینچ مربع) .

P_2 ـ فشار باد تایر به میزان ۱/۰۵ کیلو گرم بر سانتی متر مربع (برابر با ۱۵ پوند در اینچ مربع) .

P_3 ـ فشار باد تایر به میزان ۱/۴ کیلو گرم بر سانتی متر مربع (برابر با ۲۰ پوند در اینچ مربع) .

۲ ـ ۴ ـ فاکتور عمق شخم گاوآهن (D) شامل :

D_1 ـ عمق شخم برابر با ۲۰ سانتی متر .
D_2 ـ عمق شخم برابر با ۲۵ سانتی متر .
D_3 ـ عمق شخم برابر با ۳۰ سانتی متر .

انتخاب عمق‌های مذکور بر مبنای کمترین میزان شخم معمول برای زراعت (D_1) و بیشترین مقدار اسمی عمق شخم (D_3) گاوآهن‌های مورد آزمایش بوده که مطابق

کاتالوگ‌های مربوط به آنها انجام شده است .

تعداد کل آزمایشات انجام شده از ترکیب عوامل مذکور با داشتن دو تکرار در هر مورد ، برابر ۱۶۲ بوده است . همهٔ تراکتورها از نظر شرایط مکانیکی تقریبا "در وضعیت خوب و نسبتا " یکسانی بوده‌اند . در ضمن تمام ۱۶۲ آزمایش با همکاری فقط دو نفر رانندهٔ مشخص و با تجربه انجام گرفته‌اند که تقریبا "هرکدام از آنها درنیمی از آزمایشات شرکت داشته‌اند . این کار بخاطر یکنواختی آزمایشات و کم کردن خطاهای ناشی از نحوهٔ رانندگی افراد مختلف انجام شده است .

بافت خاک زمین مورد آزمایش سیلتی کلی لوم[1] بوده و بیانگر حد متوسطی از خاکهای خوزستان می‌باشد . رطوبت نسبی خاک[2] در عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی متری به هنگام آزمایشات بین ۱۵ تا ۲۰ درصد بوده با توجه به بافت خاک این مقدار رطوبت جهت شخم مناسب بوده است . زمین مورد آزمایش نیز قبلا " یعنی حدودا " دو هفته قبل از آزمایشات تماما "شخم خورد و یک دیسک نیز پس ازشخم به روی آن زده شده بود . بنابراین فشردگی خاک و وضعیت ظاهری زمین از نظر وجود باقی مانده‌های گیاهی در شرایط آزمایش یکسان بوده است .

برای هر کدام از تراکتورها قبل از شروع آزمایشات ، با اندازه گیری‌های مکرر در مزرعه و تنظیم اهرم کنترل هیدرولیک تراکتور ، موقعیت قرار گیری اهرم کنترل هیدرولیک برای تأمین عمق شخم‌های مورد نظر مشخص گردید . فشار باد تایرهای جلو برای همهٔ تراکتورها و در کلیهٔ آزمایشات یکسان و مساوی ۱/۷۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (برابر ۲۵ پوند در اینچ مربع)منظور گردید .

گاو آهن‌های بکار رفته همگی از نوع سوار شونده ، سه خیشهٔ سوکی یک طرفه و بدون چرخ تنظیم عمق شخم بوده‌اند .

در انجام آزمایشات اندازه گیری درصد لغزش چرخ از روش دوران ثابت چرخ عقب تراکتور استفاده شده است . استفاده از روش‌های پیشرفته ، بخاطر عدم دسترسی به وسایل لازم میسر نگردید[3] .

۱- Silty clay loam

۲ ـ اندازه گیری‌های بافت خاک و همینطور رطوبت نسبی آن در آزمایشگاه گروه خاکشناسی دانشکدهٔ کشاورزی اهواز انجام گرفته‌اند .

۳ ـ علیرغم نبودن وسایل پیشرفته ، روش مورد آزمایش ، روش معمول و قابل اعتمادی در اندازه گیری درصد لغزش است .

طبق روش دوران ثابت چرخ عقب(۵) ، ابتدا درحالیکه گاوآهن توسط هیدرولیک تراکتور از زمین بلند شده ، روی بدنهٔ جانبی تایر عقب در نزدیک محل تماس آن با زمین با قطعه‌ای گچ علامت ضربدری زده شد . در همان حال نیز روی زمین در مقابل چرخ بوسیلهٔ قرار دادن میله‌ای علامت گذاری گردید . آنگاه تراکتور در همان وضعیت شروع به حرکت کرده و پس از اینکه چرخ عقب با توجه به علامت ضربدر روی آن پنج دور کامل چرخید ، روی زمین علامت دیگری قرار داده شد . فاصلهٔ بین دو علامت روی زمین اندازه گیری و برابر A متر منظور گردید .

مرحلهٔ بعدی، مجددا " تراکتور به جای اول باز گشته و این عمل تکرار گردید ، با این تفاوت که این بار تراکتور در شرایطی حرکت می‌کرد که گاو آهن بدنبال آن کشیده می‌شد . در این حالت نیز باز پس از طی مسافت حاصل از پنج دور کامل چرخ عقب ، مسافت طی شده سنجیده شده که برابر B متر بوده است .

با مشخص شدن مقادیر A و B در هر آزمایش، با استفاده از رابطهٔ ۲ مقدار درصد لغزش چرخ عقب محاسبه گردید (۵) .

$$S = \frac{A - B}{A} \times ۱۰۰ \quad : (۲)$$

در رابطهٔ ۲ داریم :

A = مسافت طی شده با n دور چرخ عقب در حالت بدون بار .

B = مسافت طی شده با n دور چرخ عقب در حالت با بار .

S = درصد لغزش چرخ عقب .

مقدار n در آزمایشات انجام شده برابر پنج بوده است .

محاسبات آمار بدست آمده حاصل از کل آزمایشات توسط کامپیوتر و بر اساس برنامهٔ عمومی تجزیهٔ واریانس[1] انجام شده که نتایج آن در جدول ۱ درج شده است .

بقیهٔ محاسبات با توجه به جدول ۱ و روابط آماری و همینطور استفاده از جدول مربوطه در کتابهای آمار انجام شده‌اند (۱) .

---

۱ – General programme of analysis of variance.

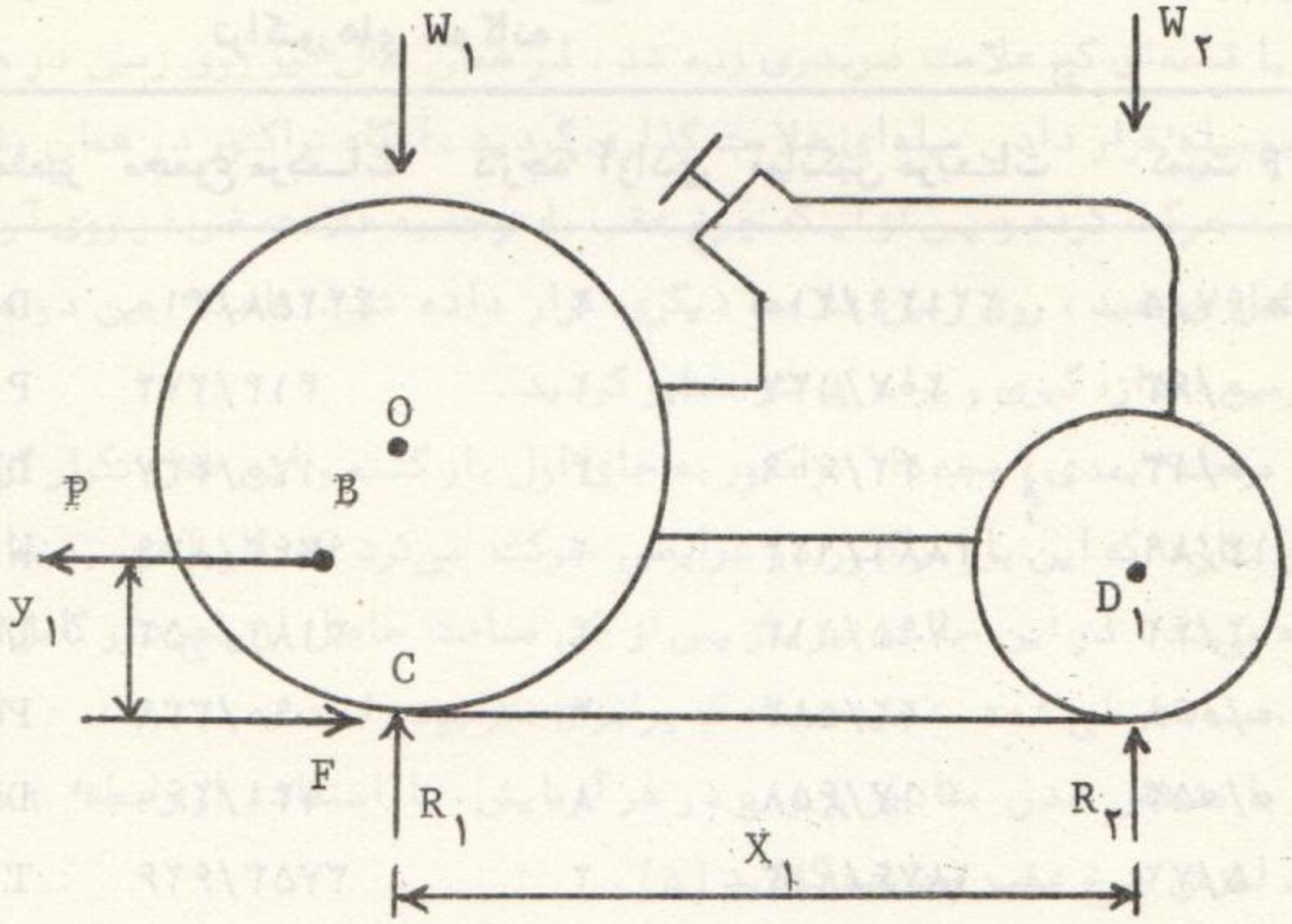
جدول ۱ ــ تجزیهٔ واریانس مربوط به درصد لغزش اندازه‌گیری شدهٔ تراکتورهای سه گانه .

منابع متغیر	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	کمیت F[1]
D	۴۴۲۵۸/۴۱۰	۲	۲۲۱۲۹/۲۱۰	* ۶۷/۵
P	۴۱۴/۲۷۴	۲	۲۰۷/۱۳۷	۰/۶۳
DP	۱۷۰/۴۳۷	۴	۴۲/۶۰۹	۰/۱۳
W	۹۷۶۳/۸۴۹	۲	۴۸۸۱/۹۲۴	* ۱۴/۸۹
DW	۳۱۸۲/۰۵۲	۴	۷۹۵/۵۱۳	۲/۴۲
PW	۹۰/۳۳۸	۴	۲۲/۵۸۴	۰/۰۶۸
DPW	۱۴۱/۲۶۰	۸	۱۷/۶۵۸	۰/۰۵۳
T	۳۷۵۳/۶۲۶	۲	۱۸۷۶/۸۱۳	* ۵/۷۲
DT	۳۳۱۶/۰۱۸	۴	۸۲۹/۰۰۴	* ۲/۵۲
PT	۱۶۱/۲۵۲	۴	۴۰/۳۱۳	۰/۱۲
DPT	۲۴۵/۰۵۶	۸	۳۰/۶۳۲	۰/۰۹۳
WT	۴۸۷/۲۴۵	۴	۱۲۱/۸۱۱	۰/۳۷
DWT	۵۹۰/۸۷۵	۸	۷۳/۸۶۰	۰/۲۲
PWT	۵۶/۴۹۰	۸	۷/۰۶۱	۰/۰۲۱
DPWT	۳۲۶/۰۰۰	۱۶	۲۰/۳۷۵	۰/۰۶۲
(اشتباه) E	۲۶۵۵۳/۱۶۸	۸۱	۳۲۷/۸۱۷	۱/۰۰۰
مجموع	۹۳۵۱۰/۳۵۴	۱۶۱		

۱ ــ (*) ــ تفاوت میانگین‌ها معنی دار است .

۳ ــ نتایج و بحث :

پیش از پرداختن به نتایج آزمایشات ، لازم است در بارهٔ توزیع وزن روی محورهای تراکتور و عکس العمل‌های وارده از جانب زمین نسبت به آن به طور مختصر توضیح داده شود . شکل ۱ نمایشی از نیروهای مذکور را نشان می‌دهد (۶) .



شکل ۱ ــ نمایش نیروهای وارده بر تراکتور

با استفاده از معادلات تعادل معلوم می‌گردد .

$$R_1 = W_1 + \frac{Py_1}{x_1} : (۳)$$

$$R_2 = W_2 - \frac{Py_1}{x_1} : (۴)$$

در روابط ۳ و ۴ داریم :

R_1 = عکس العمل خاک نسبت به چرخ عقب .

R_2 = عکس العمل خاک نسبت به چرخ جلو .

W_1 = وزن وارده بر روی محور عقب .

W_2 = وزن وارده بر روی محور جلو .

P = حداکثر نیروی کششی وارد بر مالبند .

x_1 = فاصلهٔ دو محور تراکتور که آنرا اساس چرخ نیز می‌گویند .

y_1 = ارتفاع مالبند از زمین .

پایداری یک تراکتور به میزان زیادی ، به وسیلهٔ R_2 وظرفیت کششی توسط R_1 تعیین می‌شود . کمیت $\frac{Py_1}{x_1}$ عموما " به عنوان انتقال وزن[1] شناخته شده است (۶) .

از معادلات ۳ و۴ روشن می‌گرددکه افزایش طول اساس چرخ[2] (x_1) باعث کاهش تغییرات واکنش‌های خاک R_1 و R_2 ناشی از هر مقدار کشش مالبند داده شده می‌شود. این بدان معنا است که اگر اساس چرخ طولانی‌تر گردد ، تراکتور ممکن است طوری طراحی شود که وزن بیشتری را روی چرخ‌های عقب خود حمل نماید . از طرفی اساس چرخ درازتر باعث پیچیدگی امرطراحی می‌گردد . همچنین افزایش ارتفاع مالبند y_1 باعث افزایش عکس العمل خاک R_1 و کاهش R_2 برای یک مقدار مشخص کشش مالبند P می‌شود. از نقطه نظر پایداری ، خط عمل کشش مالبند می‌بایستی تا حد امکان پائین باشد(۶). پس از ذکر این توضیحات ، اکنون می‌توان به تشریح نتایج حاصله پرداخت .

۳ ـ ۱ ـ تأثیر بار وارده بر محور عقب تراکتور (سنگینی محور عقب) :

با توجه به میانگین‌های درصد لغزش مندرج در جدول ۲ مشاهده می‌گردد که متناسب با افزایش وزن قسمت عقب تراکتور ، مقدار درصد لغزش چرخ کم می‌شود . چون سنگینی محور عقب سبب افزایش عکس العمل خاک R_1 روی چرخهای عقب شده ،در نتیجه موجب افزایش کشش تراکتور و کاهش لغزش می‌شود .

جدول ۲ نشان می‌دهد که افزایش سنگینی محور عقب اگر چه در حالت W_3 باز هم موجب کاهش درصد لغزش شده ، ولی به دلیل افزایش مقاومت غلت که به سبب فرونشینی چرخ در خاک و همینطور اصطکاک داخلی تایر می‌باشد ، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای نشان نداده است .بنابراین حداکثر وزن اضافه شده به محور عقب تراکتور می‌بایستی در شرایط W_2 یعنی افزایش وزنی معادل ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم باشد .

۳ ـ ۲ ـ تأثیر عمق شخم :

اعداد مندرج در جدول ۳ نشان می‌دهد که عمق شخم بیشتر موجب لغزش

۱ـ Weight Transfer

۲ـ Wheel Base

بیشتری می‌شود . طبق مطالعات انجام شده ، افزایش عمق شخم در واقع سبب افزایش نیروی کششی مالبند P می‌شود . این حالت خود با توجه به رابطهٔ ۴ موجب کم شدن عکس العمل خاک R_2 در مقابل چرخ‌های جلو می‌گردد . زمانی که وزن قسمت جلوی تراکتور یعنی W_2 (شکل ۱) برابر کمیت انتقال وزن یعنی $\frac{ry_1}{x_1}$ شود ، R_2 به صفر می‌رسد . اگر نیروی کششی مالبند P بیش از حد افزوده شود ، باعث ایجاد گشتاور حول نقطهٔ تماس C شده و سبب می‌شود که چرخ‌های جلو از زمین بلند گردند .

با توجه به موارد مذکور و همینطور میانگین‌های درصد لغزش در جدول ۳ مشاهده می‌گردد ، عمق شخم ۲۵ سانتی متری یعنی D_2 مناسب‌ترین حالت ممکن را با میانگین ۲۰/۹۲ درصد لغزش در خاک مورد آزمایش کسب کرده است .

جدول ۲ ــ مقایسهٔ میانگین های درصد لغزش تراکتورها با توجه به سنگینی محور عقب تراکتور .

	تایر فقط محتوی هوا (W_1)	تایر محتوی ۵۰ درصد آب (W_2)	تایر محتوی ۷۵ درصد آب (W_3)
میانگین لغزش	۳۵/۰۲	۱۹/۶۵	۱۷/۶۴
تفاوت بین دو میانگین	۱۵/۳۷	۲/۰۱	۱۷/۳۸

جدول ۳ ــ مقایسهٔ میانگین های درصد لغزش تراکتورها با توجه به عمق شخم

	۲۰ سانتیمتر (D_1)	۲۵ سانتیمتر (D_2)	۳۰ سانتیمتر (D_3)
میانگین درصد لغزش	۵/۶۴	۲۰/۹۲	۴۵/۷۵
تفاوت بین دو میانگین	۱۵/۲۸	۲۴/۸۳	۴۰/۱۱

۳ ـ ۳ ـ تأثیر فشار باد تایر عقب :

نتایج میانگین‌های درصد لغزش که در جدول ۴ منعکس شده ، نشان می‌دهد که کاهش فشار باد تایر عقب به دلیل افزوده شدن سطح تماس تایر با خاک و کاهش مقاومت غلت ، موجب کاهش لغزش شده است . اگر چه این مقدار کاهش از نظر آماری معنی دار نبوده ، ولی بهر حال مطالعات و تحقیقاتی که در این زمینه شده بار دیگر مورد تائید واقع می‌گردند .

با مطالعات انجام شده و مشاهدات حین آزمایشات ، می‌توان چنین اظهار داشت که دو عامل زیر موجب غیر معنی دار شدن تأثیر فشار باد تایر در میزان درصد لغزش گردیده ،گو اینکه عملا " تأثیر کمی داشته است . عامل اول شرایط فیزیکی خاک و عامل دوم اصطکاک داخلی دیوارهٔ تایر بوده است .

در مورد عامل اول باید گفت ، چون خاک زمین مورد آزمایش دارای مقدار زیادی سیلت و فاقد چسبندگی زیاد بوده است ،با توجه به رابطهٔ ۱ افزایش سطح تماس تایر با خاک که در اثر کاهش فشار باد آن حاصل شده ، تأثیر چندانی در افزایش کشش نداشته است .

در مورد عامل دوم یعنی اصطکاک داخلی تایر ، به‌نظر می‌رسد به دلیل خمیدگی دیواره‌های جانبی تایر که ناشی ازکم کردن فشار باد آن بوده ، باعث افزایش اصطکاک داخلی و در نتیجه سبب افزایش مقاومت حرکتی چرخ شده است . به عبارت ساده ، تأثیر منفی اصطکاک چرخ بیش از اثر مثبت افزایش سطح تماس آن با خاک بوده است. این مطلب در مشاهدات عینی ضمن آزمایشات کاملا " مشهود است .

۳ ـ ۴ ـ مقایسهٔ تراکتورها[1] :

توجه به میانگین‌های درصد لغزش برای سه نوع تراکتور مورد آزمایش در جدول ۵ نشان می‌دهد که تراکتور یونیورسال در مقایسه با دو نوع دیگر دارای درصد لغزش کمتر(۱۱/۸۱ درصد) و در عین حال در حد مجاز(۱۰ تا ۱۵ درصد) می‌باشد .

---

۱ ـ اوزان کلی تراکتورهای سه گانه طبق کاتالوگ‌های مربوطه برای تراکتورهای جان ـ دیر ۲۰۴۰ ، مسی فرگوسن ۲۸۵ و یونیورسال ۶۵۰ به ترتیب برابر ۲۸۳۵ ، ۲۵۴۰ و ۳۳۸۰ کیلوگرم می‌باشند .

تراکتورهای جان دیر ۲۰۴۰ و مسی فرگوسن ۲۸۵ تقریبا " خصوصیات و ابعادی مشابه داشته و با وجودیکه سطح تماس تایرهای آنها به دلیل پهنای زیادتر بیشتر از تایر تراکتور یونیورسال با خاک درگیر بوده ،معهذا درصد لغزش این دو نوع تراکتور خیلی زیادتر از یونیورسال بوده و در حدود دو تا سه برابر آن می‌باشد . بطور کلی می‌توان نتایج مربوط به این مطلب را چنین تقسیم بندی کرد .

جدول ۴ ــ مقایسهٔ میانگین های درصد لغزش تراکتورها با توجه به فشار باد تایر عقب .

	۰/۷ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع (P_1)	۱/۰۵ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع (P_2)	۱/۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (P_3)
میانگین درصد لغزش	۲۲/۱۲	۲۴/۱۴	۲۶/۰۲
تفاوت بین دو میانگین	۲/۰۲	۱/۸۸	۳/۹

جدول ۵ ــ مقایسهٔ میانگین های درصد لغزش انواع تراکتورهای ساده

	جاندیر (T_1)	مسی فرگوسن (T_2)	یونیورسال (T_3)
	۲۰۴۰	۲۸۵	۶۵۰
میانگین درصد لغزش	۲۴/۶۵	۳۵/۸۵	۱۱/۸۱
تفاوت بین دو میانگین	۱۱/۲	۱۴/۰۴	۱۱/۸۴

۳ـ ۴ ـ ۱ ـ طول اساس چرخ :

اساس چرخ x_1 در شکل ۱ در تراکتور یونیورسال در حدود ۱۵ سانتیمتر(۲) بیش از دو نوع دیگر است . این مطلب موجب می‌شود که انتقال وزن کمتری در این تراکتور از چرخهای جلو به چرخهای عقب صورت گیرد ، ولی بطور کلی بار استاتیکی روی محور عقب تراکتور یونیورسال بیش از سایر تراکتورها می‌باشد .

۳ ـ ۴ ـ ۲ ـ سنگینی محور عقب :

سنگینی یا بار استاتیکی بیشتر تراکتور یونیورسال بخصوص روی محور عقب آن در مقایسه با دو نوع دیگر خود عامل مهمی در بیشتر شدن کشش و در نتیجه کاهش لغزش چرخ این تراکتور می‌باشد .

۳ ـ ۴ ـ ۳ ـ قطر چرخ عقب :

چرخ تراکتور یونیورسال دارای قطر بیشتر و عرض کمتر تایر نسبت به تایرهای دو تراکتور دیگر است (۲ و ۴) و در نتیجه طول سطح تماس تایر با خاک بیشتر و عرض آن کمتر از دو تراکتور دیگر بوده و با توجه به اینکه تأثیر طول سطح تماس تایر در کاهش مقاومت غلت بیش از اثر عرض سطح تماس تایر است (۶) ، بنابراین این خود دلیل دیگری بر افزایش کشش خالص و کاهش لغزش تراکتور یونیورسال می‌باشد .

۴ ـ پیشنهادات :

از بحث‌های انجام شده در قسمت ۳ مشخص می‌گردد که سنگینی محور عقب تراکتور ، عمق شخم و بالاخره فشار باد تایر عقب در مقدار درصد لغزش چرخ عقب تراکتور کاملا "موثرند ، همچنین معلوم شد که در بین سه تراکتور مورد آزمایش ،تراکتور یونیورسال به دلایل ارائه شده دارای لغزش کمتری است . و بالاخره تراکتورهای جان دیر ۲۰۴۰ و مسی فرگوسن ۲۸۵ علیرغم دارا بودن مزایای تکنیکی بهتر ، دارای مساله لغزش زیاد چرخ هستند که خود عامل مهمی در پائین آوردن راندمان آنها شده است .

پیشنهاد می‌شود که به هنگام استفاده از تراکتورهایی نظیر جان دیر ۲۰۴۰ و مسی فرگوسن ۲۸۵ بخصوص هنگام کارهایی که نیاز به کشش زیاد دارند مثل شخم زدن حتما " نسبت به سنگین کردن محور عقب اینگونه تراکتورها اقدام گردد . این سنگین کردن ممکن است بوسیلهٔ افزودن وزنه‌های چدنی به میزان حدود ۲۰۰ کیلو گرم باشد .

و یا بوسیلهٔ پر کردن تایرهای عقب از آب به میزان حداقل ۵۰ درصد حجم داخلی تایر این عمل صورت گیرد . این کار به مقدار خیلی زیادی از میزان لغزش چرخ تراکتور خواهد کاست و موجب بهبود کشش آن خواهد شد .

همینطور پیشنهاد می‌گردد تراکتورها با وزنه‌های مربوطه و با سنگین کردن لاستیک‌ها به مقدار توصیه شده بوسیلهٔ کارخانه‌های سازنده و همچنین با ضرائبی به عنوان تعدیل قدرت ، وزن ، کشش مورد توجه واقع شوند تا مقایسهٔ آنها به طور عملی‌تر مورد توجه قرار گیرد .

منابع مورد استفاده

۱ ــ اهدائی ، ب . ۱۳۵۰ . طرح آزمایشات کشاورزی . جزوهٔ درسی ، دانشکده کشاورزی اهواز : ۱۳۸ صفحه .

۲ ــ بی نام . سرویس و نگهداری تراکتورهای یونیورسال مدل ۶۵۰ و ۶۵۱ . انتشارات بنگاه توسعهٔ ماشین‌های کشاورزی : ۱۰۳ صفحه .

3 - Anon. 1974. Fundamentals of service(FOS), tires and tracks. 2nd ed. Deere & Company: 68 pp.

4 - Anon. 1983. Repair data and instructions, Universal 650 M tractor & others, Tractorul Works Brasov, Operating Decumentation Department.

5 - Anon. 1970. Tractor operation and daily care. 2nd ed. American Association for Vocational Instructional Materials.: 120 pp.

6 - Barger, E.L., J.B. Lilejedahl, M.W. Carleton and E.G. Kibben. 1963. Tractors and their power Units. 2nd ed. John wiley & Sons, Inc. New York. N.Y:524 pp.

7 - Young, R.E. and R.L. Schafer, 1977. Autotraction, how automation can improve traction. Agricultural Engineering. Feb. 1977: 15 - 18.