Archive of SID

مطالعه پارامترهای عملکردی دیسک تاندم

علی خسروانی [۱]، ایرج رنجبر [۲] و محمد لغوی [۳]

چکیده

از میان ادوات خاک‌ورزی ثانویه، دیسک تاندم بیشترین کاربرد را دارا می‌باشد. رطوبت و سرعت پیشروی از جمله عوامل مهمی هستند که عملکرد یک وسیله خاک‌ورزی راتحت تأثیر قرار می‌دهند. در این تحقیق تأثیر دو عامل رطوبت خاک در سه سطح ۱۲-۱۰، ۱۵-۱۳ و ۱۸-۱۶ درصد و سرعت پیشروی در سه سطح ۵، ۶/۵ و ۸ کیلومتر در ساعت بر مقاومت کششی، توان مالبندی مورد نیاز، میزان خرد شدگی خاک، شاخص مخروط خاک و لغزش چرخ محرک تراکتور در خاک لوم رسی مورد بررسی قرار گرفتند بدین منظور از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار (۳ سرعت × ۳ رطوبت) و ۴ تکرار و در مجموع ۳۶ کرت استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد که اثرات سرعت تراکتور و رطوبت خاک بر مقاومت کششی و توان مالبندی به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بودند ولی هیچگونه اثر معنی‌داری بر میزان لغزش چرخ‌ها نداشتند. سطوح مختلف رطوبت اثر معنی داری بر شاخص مخروط خاک داشتند ولی سرعت‌های مختلف اثر معنی‌داری بر آن نشان ندادند. درخاک‌ورزی ثانویه با دیسک تاندم، سطوح مختلف رطوبت اثر معنی‌داری بر روی درصد کاهش قطر متوسط وزنی کلوخ‌ها داشت، ولی اثر سرعت‌های مختلف معنی‌دار نبود. از این تحقیق بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اگر رطوبت خاک در زمان خاک‌ورزی اولیه در محدودهٔ ۱۸-۱۳ درصد باشد، ضمن اینکه در اثر کاهش مقاومت کششی توان مالبندی کمتری مورد نیاز خواهد بود، هنگام انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه نیز کلوخ‌های ریزتری ایجاد می‌شود. همچنین اگر در توان مالبندی مورد نیاز ادوات بکاربرده شده محدودیتی وجود نداشته باشد، محدوده سرعت‌های ۸-۶ کیلومتر در ساعت به عنوان سرعت‌های مطلوب می‌توانند پیشنهاد شوند.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی، دیسک تاندم، ثانویه، قطر متوسط وزنی، مقاومت کششی

مقدمه

عملیات تهیه بستر بذر حدود ۶۰٪ از انرژی مصرف شده در عملیات کشاورزی رابه خود اختصاص می‌دهد(۹). در سال‌های اخیر که بحران مصرف انرژی دامن‌گیر جهان گردیده است باید تلاش بیشتری در زمینه انتخاب ادوات مناسب‌تر، استفاده مؤثرتر از آنها و به حداقل رساندن مصرف سوخت صورت گیرد. استفاده از تراکتور و ماشین‌های کشاورزی در کشور ما هر ساله رو به افزایش بوده و کشاورزان ما به اهمیت و نقش تراکتور و ماشین‌های کشاورزی درافزایش تولید محصول و کاهش هزینه‌ها پی‌برده‌اند.

ارزیابی عملکرد یک وسیله خاک‌ورزی، از مهمترین جنبه‌های ارزیابی آن می‌باشد که شامل تعیین مقاومت کششی، توانایی در خرد کردن خاک و لغزش چرخ‌های محرک تراکتور می‌باشند. دیسک تاندم [۴] (متقارن) پس از گاوآهن برگرداندار از مهمترین ادوات خاک‌ورزی بشمار می‌آید. استفاده از دیسک در هر نوع خاکی امکان‌پذیر است. نحوه تأثیر دیسک در زمین شخم خورده بدین صورت است که به کمک وزن و با لبه تیز پره‌های خود، کلوخ‌ها را برش داده و آنها را ضمن جابجایی خرد می‌کند(۴).

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس.
۲- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
۳- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

4- Tandem disk

www.SID.ir

Archive of SID

بر طبق تحقیق اقبال و همکاران(۹) گرچه توان مالبندی موردنیاز برای کولتیواتور و دیسک نزدیک بهم می‌باشد، ولی در عمق کم برای محصولاتی که ریشه افشان دارند (مانند غلات) استفاده از دیسک مقرون به صرفه‌تر است. چون شرایطی که از لحاظ خصوصیات فیزیکی خاک بستر بذر در تردّدهای مساوی ایجاد می‌کند به مراتب بهتر از کولتیواتور است.

صلح‌جو و همکاران(۵) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که متوسط قطر وزنی [1] (MWD) ذرات در خاک لومی رسی سیلتی در رطوبت ۱۸-۱۵ درصد کمترین و در رطوبت ۱۳-۱۰ درصد بیشترین مقدار خود را داشته است.

زارعیان(۳) گزارش کرد که بهترین ذرات خاکدانه که مناسب‌ترین حالت برای تهیه بستر بذر در خاک رسی می‌باشد با خاک‌ورزی در رطوبت بین ۱۶-۱۴ درصد ایجاد خواهد شد.

اگر خاک‌ورزی در رطوبت بالاتر از حد پایین دامنه خمیری خاک انجام گیرد اندازه خاکدانه تولید شده به مراتب بزرگتر از زمانی خواهد بود که در رطوبت پایین‌تر از این محدوده انجام گیرد(۷).

چنانچه عملیات خاک‌ورزی در رطوبت مناسب انجام شود، حداکثر دانه‌های ریز و حداقل کلوخ‌های درشت حاصل خواهد شد. این محتوای رطوبت خاک نزدیک ۰/۹ دامنه خمیری خاک ایجاد خواهد شد(۱۲).

لوترل و همکاران(۱۱) گزارش داده‌اند که قطر متوسط وزنی کلوخ‌ها پس از شخم در محدوده ۳۳ تا ۶۱ میلی‌متر قرار دارد. با زدن دیسک اول پس از شخم اندازه قطر کلوخ‌ها ۲۰٪ تا ۳۵٪ کاهش می‌یابد. اما پس از زدن دیسک دوم قطر متوسط وزنی تغییر چندانی نمی‌کند. کپنر و همکاران(۱۰) نیز بر این عقیده هستند که ادواتی که در مرحله خاک‌ورزی ثانویه در خاک بهم خورده بکار گرفته می‌شوند، معمولاً بدون اینکه کلوخ‌ها را بیشتر خرد کنند، ترتیب قرار گیری آنها را برهم می‌زنند. جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، ظرفیت نفوذپذیری و ظرفیت ذخیره‌سازی رطوبت تحت تأثیر قطر متوسط وزنی می‌باشد. به نظر می‌رسد که قطر متوسط وزنی بهترین معیار در ارزیابی عملکرد ادوات خاک‌ورزی می‌باشد.

هدف از این تحقیق ارزیابی عملکرد دیسک تاندم در شرایط مختلف رطوبت خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تأثیر دو عامل سرعت حرکت در هنگام دیسک زدن در دامنهٔ ۵، ۶/۵ و ۸ کیلومتر در ساعت و رطوبت خاک در زمان شخم با گاوآهن برگرداندار در دامنه ۱۲-۱۰، ۱۵-۱۳ و ۱۸-۱۶ درصد وزنی بر پایه وزن خاک خشک بر عملکرد دیسک تاندم مورد بررسی قرار گرفتند. در ارزیابی عملکرد دیسک، پارامترهای مقاومت کششی، توان مالبندی، میزان خردشدن خاک، لغزش چرخ محرک تراکتور و شاخص مخروط [2] خاک مطالعه شدند، و در این راستا تأثیر دو عامل سرعت تراکتور و رطوبت خاک و اثر متقابل آنهابر عوامل فوق‌الذکر ارزیابی گردیدند. در اجرای طرح از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار (۳رطوبت × ۳سرعت) در چهار تکرار، در مجموع ۳۶ کرت آزمایشی، استفاده گردید. سطوح مختلف رطوبت خاک و سرعت پیشروی به شرح زیر بودند :

M1=رطوبت خاک ۱۲-۱۰ درصد
V1=سرعت حرکت ۵ کیلومتر در ساعت

M2=رطوبت خاک ۱۵-۱۳ درصد
V2=سرعت حرکت ۵/۵۶ کیلومتر در ساعت

M3=رطوبت خاک ۱۸-۱۶ درصد
V3=سرعت حرکت ۵۸ کیلومتر در ساعت

آزمایش در خاک لوم رسی (۳۱/۸٪ رس، ۴۵/۶٪ سیلت و ۲۲/۶٪ شن) که رطوبت حد پایین خمیرایی آن ۱۹٪ بود اجرا گردید. طول هر کرت آزمایشی ۶۰ متر وعرض آن ۶ متر و عمق‌کار دیسک‌زدن حدود ۱۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند.

در انجام آزمایشهای مزرعه‌ای از یک تراکتور

1- Mean Weight Diameter
2- Cone index

www.SID.ir

Archive of SID

جاندیر مدل ۴۵۶۰ باتوان ۱۱۵ کیلووات به عنوان تراکتور پر توان کشنده که تراکتور جاندیر مدل ۳۱۴۰ را که دیسک تاندم به مالبند آن متصل شده بود، یدک می‌کشید، استفاده گردید. وزن دیسک تاندم مورد استفاده با ۳۶ پره به قطر ۵۵ سانتی‌متر برابر ۱۳/۷ کیلونیوتن می‌باشد.

روش اندازه‌گیری

قبل از آزمایش، زمین مورد نظر آبیاری شد. پس از آن به طور مرتب از خاک نمونه‌برداری به عمل آمد و رطوبت نمونه‌هااندازه‌گیری شد، به محض رسیدن خاک به رطوبت مورد نظر، زمین توسط گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۵ سانتی‌متر شخم زده شد. بعد از شخم، اندازه‌گیری رطوبت خاک ادامه یافت تا به رطوبت مناسب دیسک زدن (۱۲-۱۰ درصد) رسید. در زمان دیسک زدن بطور هم زمان مقاومت کششی و لغزش چرخ محرک اندازه‌گیری می‌شدند. اندازه‌گیری مقاومت کششی توسط لودسل[1] (نیروسنج) فشاری که بین دو تراکتور جاندیر ۴۵۶۰ و جاندیر ۳۱۴۰ بسته شده بود اندازه‌گیری می‌شد. دیسک تاندم به مالبند تراکتور جاندیر ۳۱۴۰ متصل شده و تراکتور جاندیر ۴۵۶۰ تراکتور جاندیر ۳۱۴۰ را که در حالت خلاص قرار داشت یدک می‌کشید. مقاومت کششی مورد اندازه‌گیری، توسط دستگاه مخصوص ضبط شده و در حافظهٔ ذخیره می‌گردید به طوری که پس از اتمام آزمایش قابل دسترسی بود. مقاومت کششی اندازه‌گیری شده مجموع مقاومت غلتشی چرخ‌های تراکتور جاندیر ۳۱۴۰ و دیسک تاندم بوده‌است.

با حاصلضرب سرعت پیشروی در مقاومت کششی توان مالبندی براساس رابطهٔ زیر محاسبه گردید:

رابطه (۱) $$DBP = \frac{F \times S}{۳/۶}$$

DBP = توان مالبندی تراکتور کیلووات

F = مقاومت کششی دیسک کیلونیوتن

S = سرعت پیشروی تراکتور کیلومتر بر ساعت

جهت اندازه‌گیری میزان لغزش چرخهای محرک تراکتور از دستورالعمل RNAM استفاده شد(۸).

رابطه (۲) $$S=\frac{A-B}{A} \times 100$$

S=درصد لغزش چرخهای محرک تراکتور(%)

A=مسافت طی شده در گردش تعداد معینی از دور چرخ محرک در بی‌باری

B=مسافت طی شده در همان تعداد از دور چرخ محرک در زیر بار می‌باشد

شاخص مخروط خاک توسط دستگاه نفوذسنج[2] با ثبات مدل ۱۰۰۰ (SP) بعد از دیسک زنی اول و دوم تا عمق ۲۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.این عمل در ۱۰ نقطه از هر پلات برای تعیین تغییرات اندازه مقاومت به نفوذ مخروط در سرعت و رطوبتهای مختلف انجام گرفت.

برای تعیین میزان خرد شدن خاک، پس از هر مرحله عملیات خاک‌ورزی از اعماق ۱۲/۵-۰ و ۲۵-۱۲/۵ سانتی‌متری بطور جداگانه ۳ نمونه از قسمتهای مختلف کرت آزمایشی برداشته شده و توسط الک‌های مخصوص قطر متوسط وزنی کلوخ‌ها اندازه‌گیری شد.تعداد الکهای بکار برده شده ۸ عددبود که قطر بزرگترین آن ۱۰۲ میلی‌متر و کوچکترین آن ۶/۴ میلی‌متر بود. نحوه اندازه‌گیری MWD بدین صورت بود که بعداز اجرای عملیات شخم کلوخ‌ها درسطح شخم رها شده و در معرض نور آفتاب قرار می‌گرفتند تا به رطوبت مورد نظر (۱۲-۱۰ درصد) برسد. سپس از نقاط مختلف خاکبرداری شده و در داخل الکها ریخته شد و کلوخ‌ها پس از گذشتن از الکها بر حسب اندازه در جاهای مربوط قرار می‌گیرند. کلوخ‌های مانده در هر الک توسط باسکول توزین شده و وزن آن در مقابل شماره قطر الک یادداشت می‌شد. ابعاد کلوخ‌هایی که در الک بالایی مانده اندازه‌گیری شده و قطر متوسط آنها توسط فرمول زیر محاسبه گردید.

رابطه(۳) $$D=\sqrt[3]{D1 \times D2 \times D3}$$

D3,D2,D1 = ابعاد کلوخ‌ها در سه امتداد عمود بر هم (طول، عرض و ارتفاع)

D= قطر متوسط کلوخ

جهت محاسبه MWD از روش جبری که آدام

1- Loadcell 2- Penetrometer

www.SID.ir

Archive of SID

وارباخ(۶) بکار گرفتند استفاده شده است.

رابطه (۴) $MWD=\Sigma X^i . W^i$

MWD= قطر متوسط وزنی میلی‌متر

X^i= متوسط اندازه خاکدانه هادر هر محدوده میلی‌متر

W^i=وزن‌خاکدانه‌هابه‌صورت‌درصدی‌ازکل‌وزن‌خاک(اعشاری)

پس از جمع آوری داده‌ها تجزیه واریانس بر روی آنها صورت گرفت که نتایج تجزیه واریانس در جدول(۱) نشان داده شده است. اعداد مندرج در جدول مبین مقادیر میانگین مربعات پارامترهای مورد ارزیابی می‌باشند. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در مورد فاکتورهای معنی‌دار انجام گرفت که در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده‌اند(۱). مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف رطوبت خاک و سرعت پیشروی و اثر متقابل آنها بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در اشکال ۲،۱ و ۳ آورده شده‌اند.

نتایج وبحث

۱ـ تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک و سرعت پیشروی بر مقاومت کششی دیسک تاندم

باتوجه به جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد که رطوبت خاک در سطح ۵٪ و سرعت پیشروی در سطح ۱٪ بر مقاومت کششی اثر معنی داری دارد، به طوری که کمترین مقاومت کششی مربوط به رطوبت متوسط M2 و بیشترین مقاومت کششی در سرعت V3 که سرعت بالایی است بوجود آمده است. بطورکلی با افزایش سرعت، مقاومت کششی نیز بیشتر شده‌است و علت آن شتاب بیشتری است که هر نوع خاک در صورت جابجایی سریعتر به خود می‌گیرد و در سرعت‌های زیاد مقدار بار عمودی بر روی سطوح درگیر با خاک زیاد شده و نیروهای اصطکاکی را افزایش می‌دهد. بیشترین مقاومت کششی مربوط به تیمار M1V3 و کمترین آن در تیمار M2V1 می‌باشد.

۲ـ تأثیر سطوح مختلف سرعت پیشروی و رطوبت خاک بر توان مالبندی مورد نیاز دیسک تاندم

بر طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) و جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) سطوح مختلف رطوبت در سطح ۵٪ و فاکتور سرعت واثر متقابل سرعت ـ رطوبت در سطح ۱٪ تأثیر معنی داری بر توان مالبندی مورد نیاز دیسک تاندم دارند، به طوری که با افزایش سرعت، توان مالبندی مورد نیاز افزایش یافته است. کمترین توان مالبندی در تیمار M2V1و بیشترین آن در تیمار M1V3مورد نیاز بود. بطور کلی کرتهایی که در رطوبت پایین M1 شخم خورده‌اند، بدلیل داشتن کلوخ‌های بزرگ توان مالبندی بیشتری مصرف کرده‌اند.

۳ـ تأثیر سطوح مختلف سرعت پیشروی و رطوبت خاک بر میزان لغزش چرخهای محرک تراکتور

در جداول ۱ و ۲ تأثیر سطوح مختلف رطوبت و سرعت بر میزان لغزش چرخهای عقب تراکتور نشان داده شده‌اند. با توجه به این جداول هیچکدام از عوامل ذکرشده تأثیر معنی‌داری در میزان لغزش چرخها نداشته است. کمترین لغزش در تیمار M2V2 و بیشترین آن در تیمار M1V2می‌باشد. در این تحقیق چون از تراکتور پر قدرت جاندیر ۴۵۶۰ که محور عقب آن جفت چرخ بوده استفاده گردیده، هیچکدام از عوامل سرعت و رطوبت تأثیر معنی‌داری در لغزش چرخها نداشته است.

۴ـ تأثیر سطوح مختلف سرعت پیشروی و رطوبت خاک بر میزان خرد شدن خاک

چون در این تحقیق هدف ارزیابی عملکرد دیسک در میزان نرمسازی بستر بذر می‌باشد می‌بایستی وضعیت زمین از لحاظ میزان کلوخها قبل از دیسک‌زنی مشخص می‌گردید. بنابراین، اندازه کلوخها قبل از دیسک زدن اندازه‌گیری شد. بر طبق نتایج حاصله اثر رطوبت بر قطر متوسط وزنی خاکدانه‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول۱). بزرگترین کلوخها در رطوبت پایین (۱۲-۱۰ درصد) و کوچکترین آنها در رطوبت بالا (۱۸-۱۶ درصد) تشکیل شده‌اند.

قطر متوسط وزنی کلوخها پس از دیسک زدن در

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت و رطوبت‌های مختلف اندازه‌گیری شد و درصد کاهش قطر نسبت به قبل از عمل دیسک زنی محاسبه گردید. طبق داده‌های ستون نهم جدول۱، هیچکدام از عوامل سرعت و رطوبت بر درصد کاهش قطر متوسط وزنی تأثیر معنی‌دار نداشته است، کمترین کاهش اندازه در رطوبت ۱۸-۱۶ درصد بوجود آمده است(جدول۲)، که علت آن راشاید بتوان چنین بیان کرد که در خاک‌ورزی اولیه در رطوبت ۱۸-۱۶ درصد چون کلوخ‌های کوچکتری ایجاد شده است احتمال برخورد این کلوخ‌ها با دیسک کم بوده و تأثیر عملیات دیسک زنی در خرد کردن کلوخ کمتر بوده است. در رطوبت‌های پایین‌تر چون کلوخ‌های بزرگتری هنگام شخم ایجاد شده بود اثر خردکنندگی کلوخ توسط دیسک بیشتر به نظر می‌رسد.

بررسی قطر متوسط وزنی کلوخ‌ها پس از عملیات دیسک زنی نشان می‌دهد(جدول ۱) که رطوبت خاک تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر اندازه قطر متوسط وزنی کلوخها داشته ولی سرعت حرکت تأثیر معنی‌داری نداشته است. اثر متقابل سرعت حرکت و رطوبت خاک بر قطر متوسط کلوخ در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. در جدول ۲ مقایسه میانگین‌های تغییرات قطر متوسط وزنی کلوخ‌ها، پس از عملیات دیسک زنی در سطوح مختلف رطوبت خاک و سرعت پیشروی نشان می‌دهد که رطوبت خاک و سرعت پیشروی تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ در خرد شدن کلوخ داشته است، به طوری که بزرگترین کلوخ در رطوبت پایین M1 و کوچکترین کلوخ در رطوبت‌بالا M3 و سرعت بالا V3 بوجود آمده‌است. این نتایج با یافته‌های صدقی(۲)، زارعیان(۳) و صلح‌جو(۵) مطابقت دارد.

۵- تأثیر سطوح مختلف سرعت و رطوبت خاک بر شاخص مخروط خاک قبل و بعد از عمل دیسک‌زنی

ابتدا وضعیت زمین آزمایش از لحاظ مقاومت به نفوذ قبل از شخم توسط نفوذسنج مورد آزمایش قرار گرفت. سپس بعد از عملیات دیسک زنی در سرعت و رطوبت‌های مختلف نیز فشردگی خاک کرت‌های مختلف اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جداول ۱ و ۲ آورده شده‌است. با توجه به این جداول مشاهده می‌شود که سطوح مختلف رطوبت تأثیر معنی‌داری بر شاخص مخروط خاک در سطح ۱٪ دارد. در رطوبت M3 که رطوبت بالایی است کمترین شاخص مخروط و در رطوبت M1 که رطوبت پایینی است بیشترین شاخص مخروط مشاهده شده است.

با توجه به جدول ۱ اثر سرعت بر شاخص مخروط خاک معنی دار نبوده ولی اثر رطوبت بر شاخص مخروط در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. بیشترین مقدار شاخص مخروط خاک در تیمار M1V1 و کمترین آن در تیمار M3V3 بوده است(جدول۲). در رطوبت پایین M1 چون خاک خشک و سخت می‌باشد، طبیعی است که شاخص مخروط بالا می‌تواند باشد و در رطوبت M3 که رطوبت بالایی است، چون مولکولهای آب، ذرّات خاک را احاطه کرده و از پیوستگی ذرات خاک کاسته است لذا موجب نرم و سست بودن خاک شده و شاخص مخروط خاک راپایین می‌آورد.

از جمعبندی نتایج فوق‌الذکر پیشنهادات زیر حاصل می‌شود:

- اگر رطوبت اولیه خاک در محدوده ۱۸-۱۳ درصد باشد، ضمن اینکه در اثر کاهش مقاومت کششی، توان مالبندی‌کمتری مورد نیاز است، در اثر عملیات خاک‌ورزی کلوخ‌های ریزتری ایجاد می‌شود.
- اگر در توان مالبندی مورد نیاز ادوات بکار برده شده محدودیتی وجود نداشته باشد، سرعت‌های ۸-۶ کیلومتر در ساعت می‌تواند توصیه شود. چون ضمن اینکه ظرفیت مزرعه‌ای وسیله افزایش می‌یابد، کلوخ‌های ریزتری هم ایجاد می‌گردد.
- در این تحقیق تیمارهای M3V1 و M3V2 ضمن اینکه توان مالبندی کمتری نسبت به سایر تیمارها احتیاج داشته‌اند، کلوخ‌های ریزتری نیز ایجاد کردند، بنابر این، جهت انجام عملیات خاک‌ورزی ثانویه قابل توصیه هستند. با وجود اینکه اختلاف قابل ملاحظه‌ای در مقدار انرژی مصرفی در واحد سطح بین دو تیمار ذکر شده نداشت تیمار M3V2 از ظرفیت مزرعه‌ای بیشتری برخوردار بود.

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس کمیتهای مورد بررسی در سطوح مختلف رطوبت خاک و سرعت پیشروی تراکتور.

منابع تغییر SV	شاخص مخروط خاک قبل از شخم	مقاومت کششی	توان مالبندی لازم	میزان لغزش چرخ محرک	قطر متوسط وزنی خاک شخم خورده	شاخص مخروط خاک دیسک خورده	قطر متوسط وزنی خاک دیسک خورده	درصد کاهش قطر متوسط وزنی توسط دیسک
تکرار	۴۹۸۸۸۱/۷ns	۰/۳ns	۰/۶ns	۰/۷ns	۸۶ns	۱۴۶۰۶۱۵/۶*	۷۹/۴ns	۵۱/۶ns
رطوبت (M)	۱۳۳۳۰۷۸۶/۵**	۵*	۱۵*	۲/۶ns	۱۰۹۱/۴**	۱۲۷۶۸۰۹/۶**	۷۱۶/۸**	۷۸/۳ns
سرعت (V)	-	۵۴/۸**	۱۳۲۵/۶**	/۴ns	-	۱۳۹۰۵۰/۲ns	۴۷/۱ns	۷۸/۲ns
اثرمتقابل M×V	۲/۲ns	۲/۲	۹/۶**	۲/۶ns	-	۴۲۴۵۲/۴ns	۵۸/۳*	۱۲۹/۲ns
خطای آزمایش	۲۳۷۷۱۱/۶	۱/۲	۳/۹	۱/۱	۵۲/۶	۸۰۷۸۴/۸	۱۸/۳	۲۴۷/۲

** : وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ n.s: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

* : وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

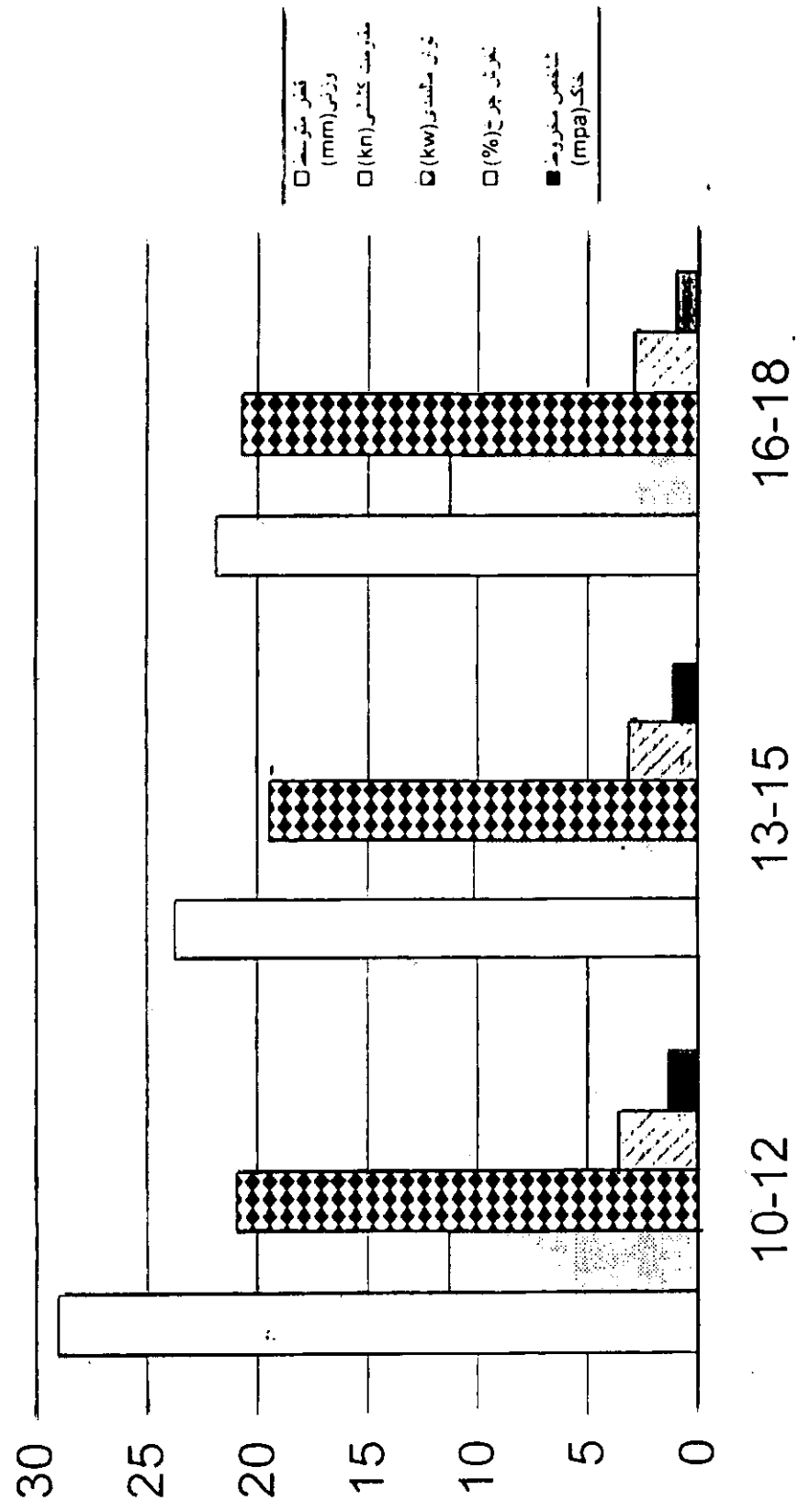
جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف سرعت پیشروی و رطوبت خاک.

عوامل	مقاومت کششی (kN)	توان مالبندی (kW)	لغزش چرخ محرک (%)	شاخص مخروط خاک (kpa)	قطر متوسط وزنی بعد از دیسک (mm)	کاهش قطر متوسط وزنی (%)
M1V1	۹/۵^{ef}	۱۳/۲^{d}	۳^{a}	۱۳۸۰/۶^{a}	۲۷/۱^{b}	۳۲/۱^{a}
M1V2	۱۰/۹^{cdc}	۱۹/۷^{c}	۴/۱^{a}	۱۲۷۳/۴^{abc}	۳۲/۳^{a}	۲۵^{a}
M1V3	۱۳/۵^{a}	۳۰^{a}	۳/۷^{a}	۱۳۵۳/۹^{ab}	۲۷/۴^{b}	۲۸/۸^{a}
M2V1	۹/۲^{f}	۱۲/۷^{d}	۳/۴^{a}	۱۲۷۱/۵^{abc}	۲۳/۸^{bc}	۲۶/۷^{a}
M2V2	۱۰/۷^{cdef}	۱۹/۴^{c}	۲/۶^{a}	۱۰۶۶/۳^{bc}	۲۳^{c}	۲۸/۳^{a}
M2V3	۱۱/۶^{bc}	۲۶/۴^{b}	۳/۵^{a}	۱۱۶۱/۴^{abc}	۲۱/۴^{c}	۲۹/۴^{a}
M3V1	۹/۹^{def}	۱۳/۷^{d}	۳/۲^{a}	۱۰۲۵/۲^{c}	۲۱/۶^{c}	۲۷/۹^{a}
M3V2	۱۱/۴^{bcd}	۲۰/۶^{c}	۲/۷^{a}	۱۰۱۴/۹^{c}	۲۱/۶^{c}	۲۶^{a}
M3V3	۱۲/۵^{ab}	۲۷/۸^{ab}	۳^{a}	۹۸۹/۶^{c}	۲۲/۵^{c}	۱۸^{a}

حروف مشابه در هر ستون عدم اختلاف معنی‌دار رانشان می‌دهد(آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪)

www.SID.ir

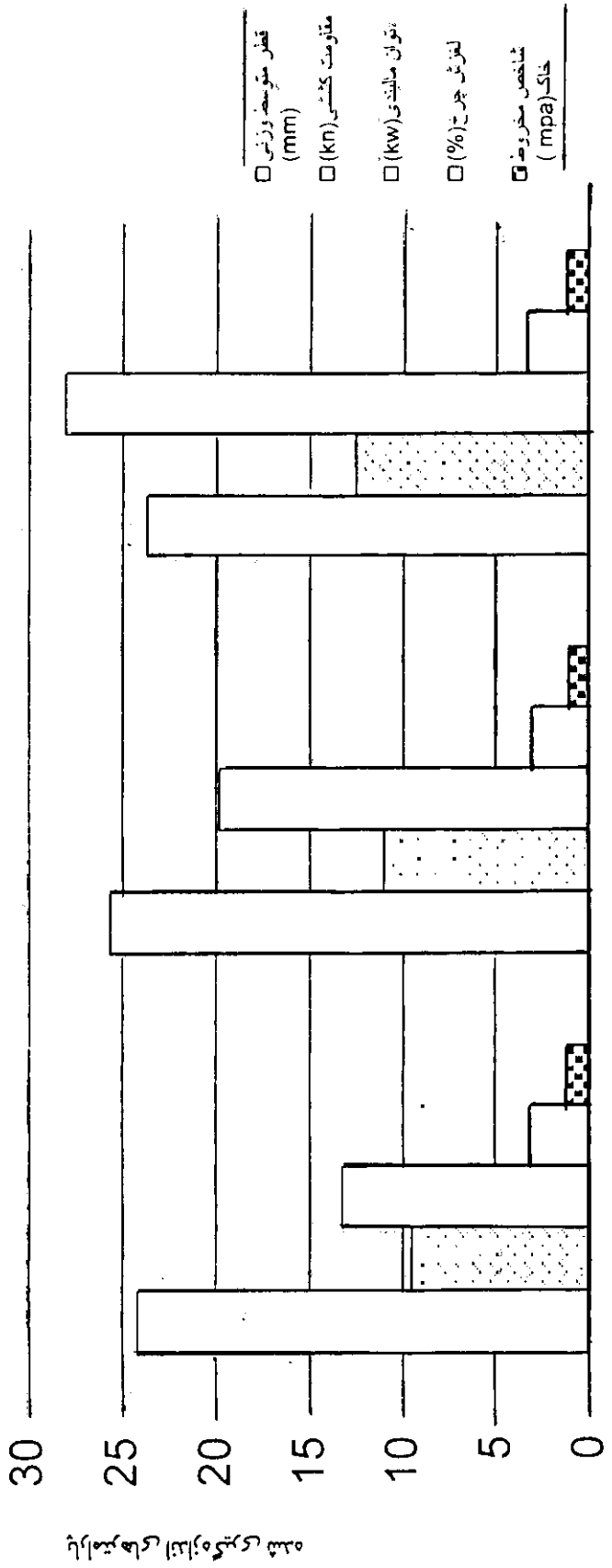
Archive of SID



شکل ۱- اثرات درصد رطوبتهای مختلف بر روی پارامترهای اندازه گیری شده.

www.SID.ir

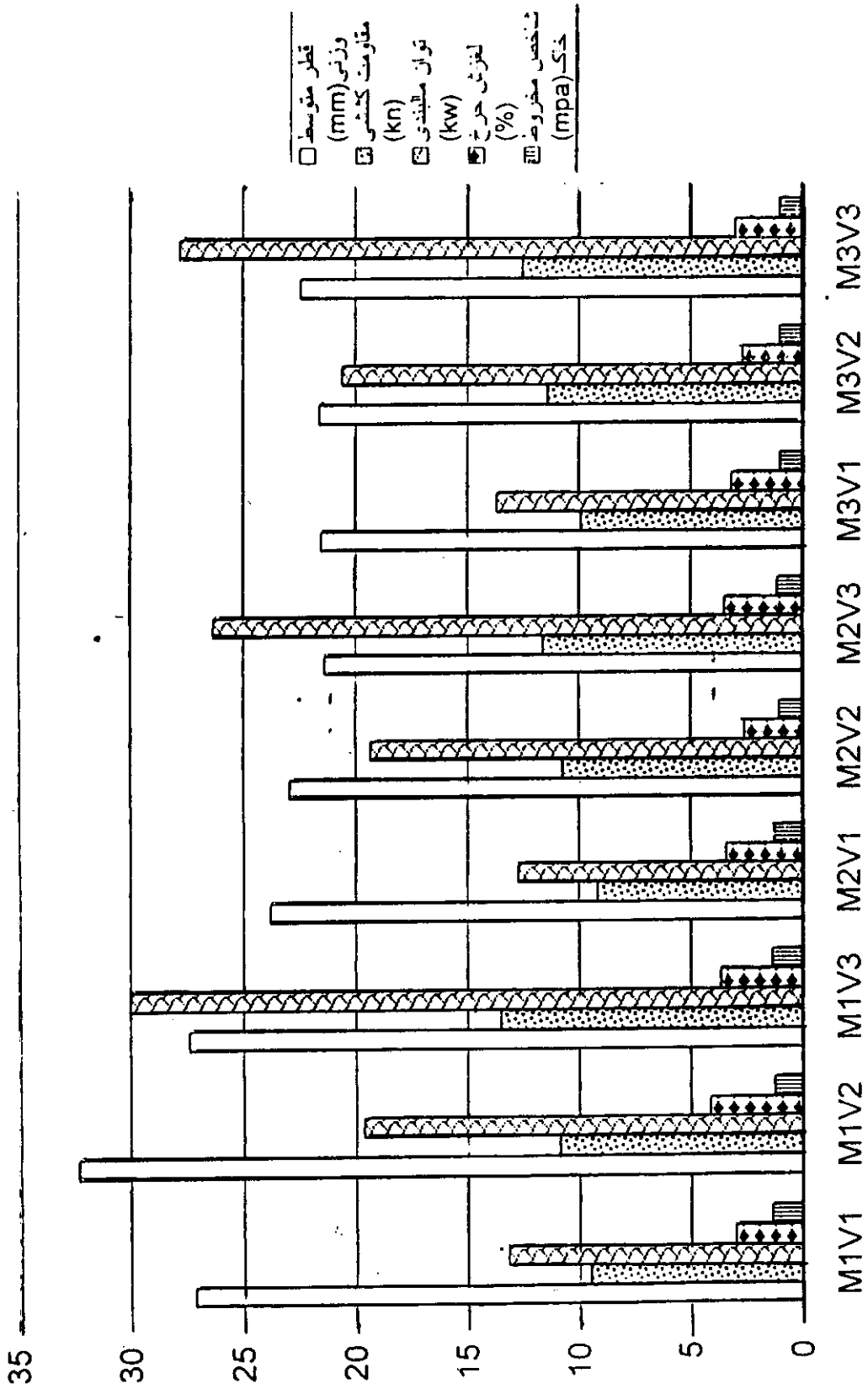
Archive of SID



شکل ۲ـ اثرات سرعت‌های مختلف بر روی پارامترهای اندازه‌گیری شده.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ـ اثرات متقابل سرعت حرکت و رطوبت خاک بر روی پارامترهای اندازه گیری شده.

اثر متقابل سرعت پیشروی و رطوبت خاک

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱- بصیری، عبدالله. ۱۳۵۷. طرحهای آماری در علوم کشاورزی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۲- رشاد صدقی، علی. ۱۳۷۶. ارزیابی مقاومت کششی میزان خردشدن خاک توسط هرس بشقابی افست در شرایط مختلف سرعت و رطوبت خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد ماشین‌های کشاورزی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۳- زارعیان، سلیمان. ۱۳۶۴. اثر رطوبت خاک‌روی مقاومت کششی گاوآهن و درجه پودر شدن خاک. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۱۶، شماره‌های ۱، ۲، ۳ و ۴.

۴- شفیعی، سید احمد. ۱۳۷۴. ماشین‌های خاک‌ورزی. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی.

۵- صلح جو، علی اکبر، محمد لغوی و حجت احمدی. ۱۳۷۶. گزارش نهایی طرح پژوهشی بررسی تأثیر درصد رطوبت خاک و عمق شخم بر روی میزان خرد شدن خاک و کاهش عملیات خاک‌ورزی ثانویه. سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

6- Adam, K.M. and D.C. Erbach. 1992. Secondary tillage tool effect on aggregation. Trans. of the ASAE, Vol. 35(6):1771-1776.

7- Alleman, M.S. and H. Kohnke. 1947. Soil moisture percentage at wet limit of plowing range. Soil Sci. Soc. Am. Proc:22-23.

8- Anonymous. 1983 . Test codes & procedures for farm machinery, Technical Series No. 12. RNAM. Pa say City, Philippins .

9- Iqbal, M., M. Younis, M.S. Sabir, and A.H. Azhar. 1994. Draft requirments of selected tillage impelements. AMA, Vol. 25(1): 13-15.

10- Kepner, R.A., R. Bainer, and E.L. Barger. 1978. Principles of farm machinery . Third Ed. The AVI Publishing Co., Inc.

11- Luterll, D.H., C.W. Bockhop, and W.G. Lovely. 1964. The effect of tillage operations on soil physical conditions. ASAE paper, No 88:1504.

12- Ojening, S.O. and A.R. Dexter.1979. Soil factor affecting the macro-structures produced by tillage. Trans. of the ASAE., Vol. 22(2):339-343.

www.SID.ir