مقایسه اثر عملکردی سیکلوتیلر و هرس بشقابی تاندم در خاک های خشک منطقه خراسان (۳۴۹)

مرتضی باغبان خیبری[۱] ، حمید رضا قاسم زاده[۲] ، شمس ا... عبداله پور[۳] ، عبا س مهدی نیا[۴] ، مصطفی ولی ز ده[۵]

چکیده

اصلاح ساختار خاک را می توان نتیجه خاکورزی دانست. به مرور زمان و با پیشرفت تکنولوژی، ماشین های متنوعی در این زمینه پا به عرصه وجود گذاشته اند. منطقه خراسان از جمله مناطق خشک آب و هوایی است که با توجه به سنگین بودن بافت خاک و عدم دسترسی به آب کافی، خاکورزی در این منطقه در شرایط خشک انجام می شود. کشاورزان منطقه برای تهیه بستر بذر گندم و جو، پس از شخم با گاوآهن برگرداندار با استفاده از هرس بشقابی تاندم به دفعات زیاد و متعاقب آن کاربرد لولر و ماله، کار هموار سازی و فشرده سازی بستر را انجام می دهند؛ که این امر مشکلات تردد بیش از حد ماشین در سطح مزرعه، ساعات کار بیشتر نیروی کارگری و تنوع ماشین های مورد استفاده و...را به همراه ارد. طی سالیان اخیر ماشین های خاکورزی دوار مورد توجه خاصی در دنیا قرار گرفته اند. از جمله این ماشین ها سیکلوتیلر است که با شرایط کاری در اروپا و امریکا عرضه شده و عملکرد قابل قبولی از لحاظ دانه بندی خاک و بر جای گذاشتن سطحی هموار و تثبیت شده از خود به نمایش گذاشته است. ولی به طور کلی تحقیقات روی ادوات دوار محور عمودی بسیار اندک است. لذا در این تحقیق به مطالعه اثر خاکورزی با سیکلوتیلر در مقایسه با هرس بشقابی تاندم به عنوان خاکورزی مرسوم در منطقه خراسان پرداخته شده است. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ فاکتور، نوع وسیله (سیکلوتیلر و هرس بشقابی تاندم)، تعداد دفعات خاکورزی ۴،۳،۲،۱ بار هرس بشقابی در مقابل ۱و۲ بار سیکلوتیلر و سرعت پیشروی در سطوح ۰/۷۵، ۱/۱ و ۱/۵۸ متر برثانیه بـ ای سیکلوتیلر و ۲/۰۵ متر برثانیه برای دیسک و بررسی اثر آنها روی قطر متوسط وزنی خاک در رطوبت ۳/۶ درصد انجام شد. نتایج حاکی از آن است که سیکلوتیلر در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی داری نسبت به هرس بشقابی تاندم از خود نشان داد.کمترین مقدار قطر متوسط وزنی متعلق به سیکلو تیلر با ۲ بار خاکورزی به ترتیب با سرعت های ۱/۱ ، ۱/۵۸ و۰/۷۵ متر برثانیه با مقادیر۲/۰۴ ،۲/۱۲و۲/۵۶ سانتیمتر مشاهده گردید. .این تحقیق نشان می داد که سیکلوتیلر با امتیازات تعداد تردد کمتر، بازدهی انرژی بالاتر به خاطر استفاده از توان دورانی پی تی او نسبت به توان مالبندی و کارآیی بالاتر آن در خرد کردن کلوخه ها در شرایط یکسان و برخورداری از قابلیت ماشین هایی چون گاوآهن، ماله، لولر و غلطک به صورت یک جا، می تواند جایگزین مناسبی برای هرس بشقابی در این منطقه به شمار آید، یعنی کیفیت تهیه بستر بذر توسط سیکلوتیلر معادل چندین بار عملیات مرسوم است. دامنه ی سرعتی ۱/۱تا ۱/۵۸متر بر ثانیه سرعت بهینه خاکورزی برای سیکلوتیلر شناخته شد؛که این امر مستلزم وجود تراکتورهای پر قدرت از لحاظ توان محوری در منطقه است.

کلید واژه: ارزیابی، خاکورزی، قطر متوسط وزنی، سیکلوتیلر، هرس بشقابی تاندم، خراسان

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه تبریز، پست الکترونیک: m.baghbankheibary@yahoo.com

۲ـ دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تبریز

۳ـ استادیارومدیرگروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تبریز

۴ـ مربی بخش تحقیقات فنی ومهندسی مرکز تحقیقات ومنابع طبیعی خراسان

۵ـ استاد گروه زراعت واصلاح نباتات دانشگاه تبریز

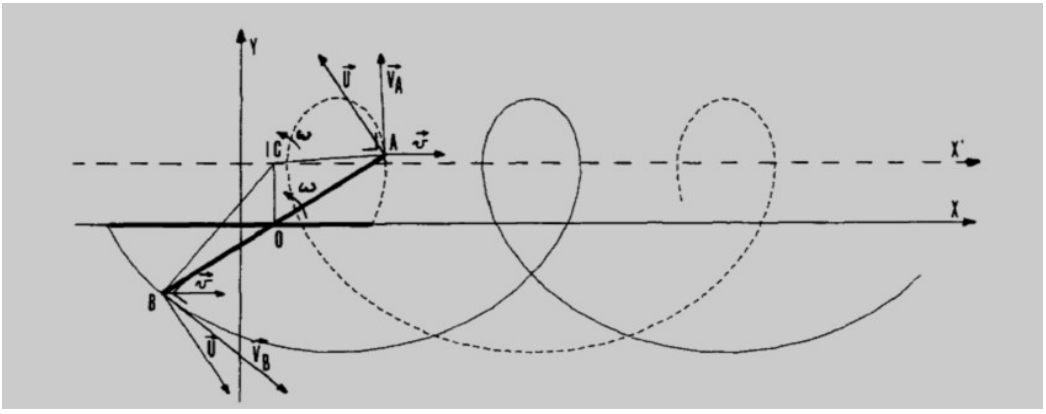
مقدمه

سابقه خاکورزی به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بر می گردد که در اراضی کنار رودخانه های نیل و فرات از گاوآهن های سبک وچوبی استفاده می شده است. ولی ظهور ادوات خاکورزی مشابه با انواع امروزی از اوائل قرن شانزدهم آغاز شده و پس از آن سیر تکاملی دارد[۲]. بطور کلی اصلاح ساختار خاک را میتوان نتیجه خاکورزی دانست، بطوریکه پیوسته با تکنولوژیهای تولیدی در این زمینه در حال انطباق است[۱۷].

طبق تحقیقات بعمل آمده حدوداً ۶۰ درصد از انرژی مکانیکی مصرفی در کشاورزی مکانیزه، صرف عملیات خاکورزی و تهیه بستر بذر می شود[۱۳]. کلیه دست اندرکاران امر تولید در کشاورزی به این نتیجه رسیده اند که با وجود نهاده های مصرفی از قبیل میزان خاکورزی، میزان بذر، آفت کش، کود، قارچ کش و ... کیفیت و عملکرد همیشه کمتر از حد انتظار بوده است. به عنوان مثال در مورد خاکورزی، تخریب ساختمان خاک در نتیجه ی تردد ماشین آلات، اغلب مواقع خود را به شکل کاهش استقرار محصول، دوره ی رشد، عملکرد وکیفیت آن نشان می دهد. در برخی موارد این علائم ممکن است چندین سال پس از وقوع تردد در زمین بروز کنند؛ در چنین شرایطی ممکن است خاک به حدی فشرده شده باشد که در اثر تناوب کاشت و عوامل آب و هوایی قابل بهبود نباشد . اما با انتخاب سیستم مناسب خاکورزی و مدیریت خاک میتوان این اثرات نامطلوب (فشردگی خاک، فرسایش، زهکشی، ...) را به حد اقل رساند[۲۵].

هرس زنی[1] به عملیات خاکورزی ثانویه ای اطلاق می شود که معمولاً قبل از کاشت بذر و به منظور خرد کردن، هموار کردن و فشرده سازی خاک انجام میشود. هرس های بشقابی و دوار از جمله اعضای خانواده هرس ها هستند که بسته به نیاز می توانند به عنوان ادوات خاکورزی اولیه و ثانویه مورد استفاده قرار گیرند[۵].

هرس های دوار محور عمودی یا سیکلوتیلر[2] از یکسری گردنده[3] با تعداد زوج و حاوی دو تیغه تشکیل شده اند که روی یک شاسی سوار می شوند و برای حفظ تعادل، کاهش ارتعاش و اصول مهندسی، روتورها به صورت دو به دو در جهت مخالف یکدیگر حرکت می کنند[۹]. هرنقطه روی روتور روی مسیری مرکب از حرکت چرخشی روتور و حرکت مستقیم الخط ماشین منتقل می شود. این حرکت شبیه حرکت یک دایره بدون لغزش روی یک خط است که اگر مسیر یک نقطه روی محیط آن دنبال شود به تشکیل یک مسیر سیکلوئیدی[4] منجر می شود[۱۰].



شکل ۱–طرز تشکیل سیکلوئید طی ادغام حرکت وضعی وانتقالی روتور[۱۰]

طبق نظر کا تا اکا و شیبوزاوا[5]۲۰۰۲ تغییر شکل خاک شخم نخورده در ماشین های خاکورزی دوار محور افقی شامل سه مرحله ی برش و شکستن، جا بجائی و پرتاب می باشد[۱۴]. هنگامیکه تیغه ی تیلر دوار می چرخد هر نقطه روی یک تیغه ی

1-Harrowing
2-Power Harrow
3-Rotor
4-Cycloid Path
5 - Kataoka,t and S,Shibusawa

مشخص یک سیکلوئید تولید می کند که در قسمت جلویی مسیر چرخش، تیغه خاک شخم نخورده را برش داده و خواهد شکست و با ادامه این مسیر چرخشی، تیغه تمایل به مخلوط کردن و خردکردن تکه خاک بریده شده خواهد داشت[۲۲].

چان[1] و همکاران ۱۹۹۳ در بررسی پارامترهای عملکردی سیکلوتیلر در خاک سیلت- لومی- شنی، نسبت سرعت محیطی روتور به سرعت پیشروی ماشین یا شاخص سینماتیکی[2] تیغه، اثر متقابل شکل تیغه، تردد لاستیک تراکتور و شدت همپوشانی تیغه را جزء مهمترین عوامل تأثیر گذار روی خصوصیات فیزیکی خاک عنوان کردند[۸].

یکی از عوامل تأثیرگذار روی عملکرد تیغه های دوار شکل تیغه و تیزی آن است. در تیلرهای دوار که محور آنها عمود بر زمین است، ترجیح داده می شود که تیغه ی برنده از دو طرف در دامنه ی ۲۶ تا ۳۵ درجه تیز شود، در شرایط خاکهای معدنی و فرسایش زیاد این زاویه افزایش می یابد و در زمینهای پوشیده از علف های هرز و بقایای گیاهی این زاویه را کاهش می دهند[۱۵]. عملکرد ماشین دوار روی خاک و ریشه گیاهان تحت تأثیر ضربه است، بطوریکه تمرکز ناگهانی تنش در خاک بواسطه ی اینرسی تیغه موجب خرد شدن و شکستگی خاک می شود[۶].

طبق نظر دیویس[3] و همکاران ۱۹۹۳ از لحاظ مصرف انرژی، ادوات تواندهی شده به طور کامل از توان تراکتور استفاده می کنند و تلفات توانی آنها کم است. همین محققین نسبت انرژی که سیکلوتیلر و گاو آهن برگرداندار به همراه سایر ادوات کششی برای تهیه بستر بذر یکسان در واحد عرض مصرف می کنند، ۱/۵ به یک عنوان کردند[۱۱].

طبق بررسی برنتسن و بر[4] ۲۰۰۲در شرایط خاک شخم خورده، ادوات دوار با سرعت بالا درمقایسه با خاکورزهای مرسوم کارآیی تبدیل انرژی به خاک خرد شده بالایی دارند[۷]. متوسط توان مورد نیاز برای دیسک های با قطر ۶۶۰ میلیمتر در خاکهای سبک به ترتیب ۳/۰ و ۳/۵ کیلو وات در واحد دیسک عنوان شده است[۲۳].

به طور کلی یک بستر خوب زمانی حاصل می شود که ۵۰ درصد وزنی توده خاک قطرشان بین ۶-۰/۵ میلیمتر باشند[۱۲]. اگر عملیات شخم با روتو تیلر در رطوبت بهینه صورت گیرد میتوان تنها با یکبار عملیات خاکورزی به شرایط مناسب برای بستر بذر دست یافت؛ یعنی کیفیت تهیه بستر بذر توسط تیلر دوار معادل چندین بار عملیات مرسوم است[۱و۱۹].

محققین عموماً قطر متوسط وزنی[5] خاکدانه ها را مهمترین معیار کمی جهت بیان درجه خرد شدن خاک می شناسند[۳]. از پینار و کای[6] اذعان می کنند که بیشترین میزان MWD متعلق به خاکورزی مرسوم با گاو آهن برگرداندار بعلاوه دوباردیسک، دو بار دیسک و تیلر دوار بعلاوه یکبار دیسک زنی بود[۲۰]. مقایسه عملیات خاکورزی ثانویه مختلف نشان می دهد که دیسک تاندم در خاک تمایل به تولید کلوخه های بزرگتر و سخت تری نسبت به کولتیواتر مزرعه دارد. اما بررسی پایداری مکانیکی توده خاک اثر معنی داری را نشان نداد[۴].

یک سیکلوتیلر مزیت حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از ظهور خاک لایه ی زیرین و سنگ و کلوخه در لایه ی سطحی را با خود به همراه دارد. با این وجود عملکرد نادرست یک سیکلوتیلر خاک را پودر خواهد کرد و منجر به تشکیل سله در خاک خواهد شد[۷]. بنابراین خاکورزی در کنار آب و باد نیز می تواند فرسایش خاک را به بار آورد[۱۰و۲۶].

لازمه ی کشاورزی، وجود آب کافی برای کاشت و پرورش محصولات مختلف است. در مناطقی که از آب کافی برخوردار نبوده و جزء مناطق خشک جغرافیایی به حساب می آیند آماده سازی زمین برای کاشت نیازمند استفاده از ابزارهایی است که بتوان با حداقل نهاده آب حداکثر استفاده از زمین های موجود نمود. خراسان از جمله مناطقی است که در زمره شرایط فوق الذکر قرار می گیرد. با توجه به سنگین بودن بافت خاک در این منطقه، دستیابی به خاکی که دارای دانه بندی مناسب باشد اکثر مواقع نیازمند استفاده از هرس بشقابی به دفعات زیاد است؛ که باعث فشردگی تدریجی، تخریب ساختمان و قرار گرفتن خاک درمعرض فرسایش می شود. طی دهه اخیر ماشین های تهیه بستر بذر توسعه چشمگیری پیدا کرده اند؛ سیکلوتیلر یا تیلرهای دوار محور عمودی ازجمله این ماشین آلات است؛ که در اروپا و آمریکا با شرایط بهینه عملکردی معرفی شده و مورد استقبال قرار گرفته است. تحقیق

---

1 -Chan
2-Kinematic Index
3- Davies
4- Berntsen,R and B Berre
5 -Mean Weight Diameter
6- Ozpinar, S and Anıl Cay

حاضر در نظر دارد به بررسی اثر عملکردی هرس بشقابی تاندم و سیکلوتیلر روی قطر متوسط وزنی کلوخه ها در خاک های خشک منطقه خراسان بپردازد.

مواد و روش ها

آزمایشات در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان واقع در جاده طرق _ روبروی پلیس راه مشهد اجرا شد. زمین زراعی مورد آزمون زیر کشت جو بوده که پس از برداشت در سال زراعی قبل با گاوآهن برگرداندار شخم خورده و به مدت یک سال آیش گذاشته شده بود.

اثرنوع ماشین (سیکلوتیلر و هرس بشقابی تانـدم) و تعـداد دفعـات خـاکورزی ۴،۳،۲،۱ بـار دیـسک در مقابـل ۱و۲ بـار سیکلوتیلر) و سرعت پیشروی درسطوح ۰/۷۵، ۱/۱ و ۱/۵۸ متر برثانیه برای سیکلوتیلر وسـرعت ۲/۰۵ متـر برثانیـه بـرای هـرس بشقابی با انحراف ۰/۰۵متر برثانیه، روی قطر متوسط وزنی (MWD) مورد بررسـی قرارگرفـت. در ایـن تحقیـق از طـرح کـاملاً تصادفی با سه فاکتور وسیله، تعداد دفعات خاکورزی و سرعت پیشروی در سه تکرار و با ۳۰ کرت استفاده شده اسـت .پارامترهـایی که در این تحقیق اندازه گیری شدند همراه با روش مورد استفاده به ترتیب عبارتند از:

۱ – اندازه گیری خصوصیات فیزیکی خاک

۱-۱ تعیین بافت

برای تعیین بافت خاک نمونه هایی بطور تصادفی از خاک مزرعه از عمق ۲۰-۰ سانتیمتر برداشته شده و پس از مخلوط نمودن آنها، نمونه ای از آن جهت تجزیه و تعیین بافت به آزمایشگاه خاکشناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان انتقال داده شدند. طبق نتایج حاصله،کلاس بافت خاک لوم سیلتی؛ با درصد اجزای ۲۱/۲٪رس، ۵۵ ٪سیلت و۲۳/۸٪شن بود[۲۱و۲۴].

۱-۲تعیین رطوبت

برای تعیین رطوبت خاک بطریق آزمایشگاهی از نقاط مختلف مزرعه نمونه های تصادفی به عمق ۲۵-۰سانتیمتر بر داشته شده و در ظرف های در بسته به منظور تعیین رطوبت نگهداری و توزین شد. پس از خشک کردن نمونه خاک در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت و سرد کردن آن در دسیکاتور نیز توزین گردید و از رابطه (۱) برای محاسبه رطوبت بر مبنای وزن خشک استفاده شد[۲۱و۲۴].

$$\text{رطوبت } (\%) = \frac{M_w - M_d}{M_d - M} \cdot 100 \qquad (۱)$$

که در آن:

M_w = وزن خاک مرطوب به همراه ظرف

M_d = وزن خاک خشک به همراه ظرف

M = وزن ظرف خالی

۱-۳قطر متوسط زنی

دراین تحقیق قبل و بعد از خاکورزی با استفاده از بیل خا ک برداری، از پروفیل خاکی به ابعـاد۲۰در۲۰سـانتیمتر مربـع نمونه ها یی تصادفی، ازعمق۲۰-۰سانتیمتر از هر کرت برداشته شده و توسط الک های مخصوص؛ متوسط قطر وزنـی کلوخـه هـا اندازه گیری شد. برای اندازه گیری قطر کلوخه های بزرگتر از اندازه الک ها کولیس ۳۰سانتیمتری مورد استفاده قرارگرفت. روش به این صورت بود که وزن کلوخه به جای مانده روی هر الک برای قطر الک بالایی آن در نظر گرفته شده و در نهایـت از رابطـه (۲) قطر متوسط وزنی محاسبه شد[۲۱و۴].

$$MWD=\Sigma X_i W_i \qquad (۲)$$

که در آن:

MWD= قطر میانگین وزنی بر حسب سانتیمتر

X_i= متوسط اندازه قطر کلوخه های باقی مانده در هر الک بر حسب سانتیمتر
W_i = وزن کلوخه های باقی مانده در هر الک به صورت درصدی از وزن خاک نمونه برداری شده (اعشاری)

۲ – سرعت مزرعه ای

برای تعیین سرعت مزرعه ای در دنده های مختلف برای سیکلوتیلر و هرس بشقابی یک سطح مشخص شده و با ثبت زمان با کرنومتر و در اختیار داشتن عرض دستگاه و سطح کارشده، سرعت مزرعه ای مورد محاسبه قرار گرفت.

۳ –مشخصات تراکتورها و ادوات مورد استفاده در آزمون

تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹به عنوان منبع توان دورانی سیکلوتیلر و جاندیر۳۱۴۰ برای کشیدن هرس بشقابی مورد استفاده قرار گرفت. در جدول ۱ مشخصات تراکتورها آمده است.

جدول۱– مشخصات تراکتورهای مورد استفاده

مشخصات تراکتور	مسی فرگوسن ۳۹۹	جاندیر۳۱۴۰
توان اسمی	۱۱۰اسب بخار	۱۰۵اسب بخار
دور اسمی	۲۲۰۰دور در دقیقه	۲۰۰۰ دور در دقیقه
دنده مورد استفاده	۲،۴،۵ خرگوشی	۴سنگین
اندازه لاستیک	۱۸و۴/۱۵–۳۴″	۱۸/۴–۳۴″
وزن (کیلو گرم)	۳۳۰۴	۳۶۸۰

ماشین های خاکورزی این طرح؛سیکلوتیلر مدل NG300M4[1] و هرس بشقابی تاندم[2] کنگره دار می باشد. جدول ۲ مشخصات ادوات را نشان می دهد.

جدول۲– مشخصات ماشین های خاکورزی

مشخصات خاکورز	سیکلوتیلر	هرس بشقابی
عرض کار(متر)	۳متر	۳/۷متر
عمق کار(س.متر)	۱۵	۱۲/۵
تعداد واحد خاکورز	۱۲روتور	۳۶پره، کنگره دار
قطر واحد(س.متر)	۲۵	۵۰
نوع اتصال	سوار	کششی

بحث ونتیجه گیری

خاکورزی با سرعت های تراکتوری ۰/۷۵، ۱/۱ و ۱/۵۸ متر بر ثانیه برای سیکلوتیلردر سرعت ثابت ۵۴۰ دور در دقیقه پی تی او، با سرعت روتور ۳/۵۹متر بر ثانیه و سرعت تراکتوری ۲/۰۵ متر بر ثانیه برای هرس بشقابی انجام شد. عمق کاری برای سیکلوتیلر ۱۵سانتیمتر وبرای هرس بشقابی ۱۲/۵ سانتیمترراندازه گیری شد.کلیه آزمایشات ونمونه برداری ها در سطح میانگین رطوبتی ۳/۶٪اجرا گردید. نمونه های تصادفی از هر کرت برداشته شده و قطر متوسط وزنی آنها از طریق الک نمودن و توزین آنها بوسیله ترازوی دیجیتالی تعیین گردید. قطرکلوخه های بزرگتر از اندازه الک ها نیز از اندازه گیری متعامد سه بعد کلوخه توسط کولیس و محاسبه ی میانگین هندسی آنها محاسبه گردید. اطلاعات بدست آمده در نرم افزار SPSS مورد تجزیه وتحلیل آماری قرار گرفتند؛ آزمون تجزیه واریانس، مقایسه میانگین به روش دانکن، مقایسات متعامد یا مستقل[3] وتجزیه تیمار سیکلوتیلر به اثرات

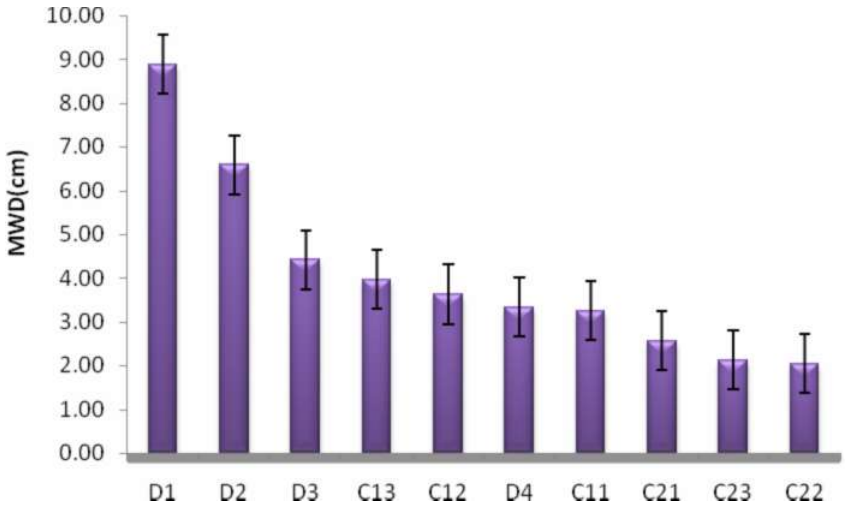
1- Product of Kverneland Group Co,Italy
2- Product of Kardaneh Iran ,Mashhad
3 - Orthogonal

اصلی و متقابل انجام گرفت. در نهایت معنی دار ترین مقایسات در سطح معنی داری ۱٪ به این شرح بودند: اختلاف بین تیمارها، نوع وسیله خاکورزی، دفعات خاکورزی و اثر متقابل سرعت با دفعات خاکورزی. همانطور که در جدول۳ مشاهده میشود؛ اثر تیمارهای مختلف خاکورزی یکسان نیست و دارای اختلاف است. ضریب تغییرات[1] حدود ۳۲٪بدست آمده است، این شاخص نشان میدهدکه میزان پراکندگی قطر متوسط وزنی در تیمار های مختلف،۳۲٪ مقدار میانگین کل است.

جدول۳-تجزیه واریانس تیمار ها

منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات	$F_{0.01}$	Sig.	ضریب پراکندگی (%)
بین تیمارها	۱/۰۸۱	۹	۰/۱۲۰	۳/۹۵۴	۰/۰۰۵	
داخل تیمار ها	۰/۶۰۷	۲۰	۰/۰۳۰			
کل	۱/۶۸۸	۲۹				۳۱/۹۳

تیمارهای متعلق به هرس بشقابی با Di و از آن سیکلوتیلرباC_{ij} نشان داده شده اند. زیرنویس i تعداد دفعات خاکورزی و زیرنویس j سرعت یا دنده مورد استفاده را به صورت صعودی نشان می دهد. در نمو ار۱ میانگین تیمارهای مختلف خاکورزی مقایسه شده است.



نمودار ۱-مقایسه میانگین تیمارهای مختلف خاکورزی

مقایسه میانگین های اندازه گیری شده اختلاف بین تیمار ها را نشان میدهد. همانطورکه ملاحظه میشود،کمترین میزان قطر متوسط وزنی متعلق به ۲ بار خاکورزی به ترتیب با سرعت های ۱/۱ ، ۱/۵۸و۰/۷۵ متر برثانیه است. بر خلاف انتظار قطر متوسط وزنی در سرعت ۰/۷۵متر بر ثانیه بزرگتر از سایرین است. دلیل این امر را باید به خاکورزی در شرایط کلوخه ای وخشک، حرکت سیکلوئیدی تیغه ها و در نتیجه بی نظمی در سورتینگ[2] کلوخه ها و مقاومت کلوخه ها به شکستگی و ضربه و نهایتاً گریختن کلوخه ها از دسترس تیغه با توجه به شکل تیغه ها و کلوخه ها نسبت داد.

1 - Coeficient of Variation
2 -Sorting

جدول۴-مقایسات میانگین به روش دانکن در سطح آلفای یک درصد

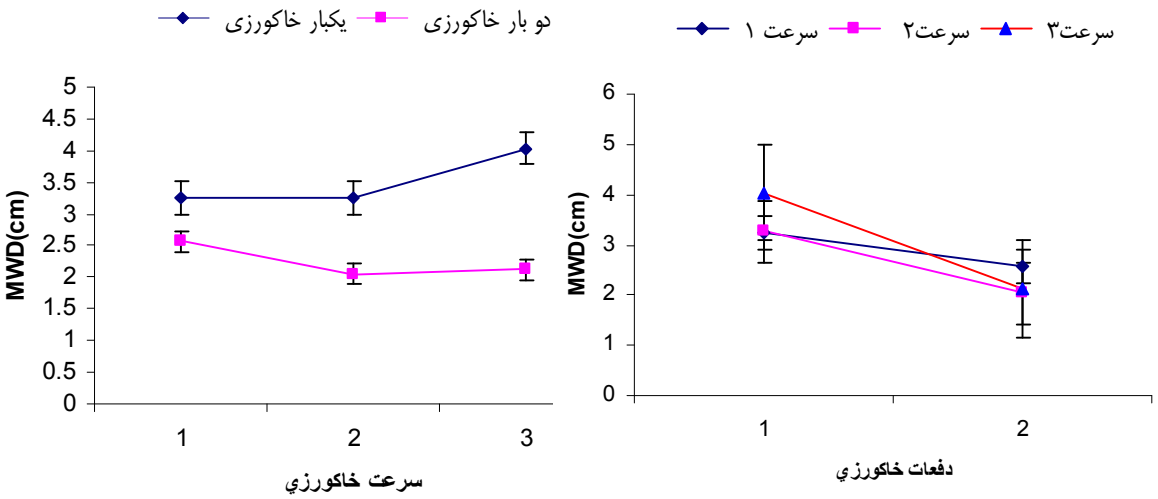
تیمار	تعداد	آلفا = ۰/۰۱		
		۱	۲	۳
C_{22}	۳	۲/۰۴۳۵ a		
C_{23}	۳	۲/۱۲۰۲ a		
C_{21}	۳		۲/۵۶۴۲ ab	
C_{11}	۳		۳/۲۵۲۰ ab	
D_4	۳		۳/۳۳۵۰ ab	
C_{12}	۳		۳/۶۲۷۵ ab	
C_{13}	۳		۳/۹۶۴۱ ab	
D_3	۳		۴/۴۱۸۷ ab	
D_2	۳			۶/۵۸۳۴ bc
D_1	۳			۸/۸۸۰۴ c
Sig.		۰/۰۷۸	۰/۰۲۲	۰/۰۱

با توجه به مقایسات انجام شده،۱بار خاکورزی با سیکلوتیلر در سرعت های مختلف را میتوان معادل ۳یا۴ بار خاکورزی با هرس بشقابی دانست. روش دانکن نیز اختلاف معنی دار بین این تیمارها را نشان نمیدهد(جدول ۴).

مقایسات مستقل نیز بین تیمارهای مختلف ماشینی انجام شد. مقایسه گروه های سیکلوتیلر با دیسک در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. این مقایسه نشان داد بین هرس بشقابی و سیکلوتیلر از لحاظ تاثیر روی MWDاختلاف وجود دارد و۱بار خاکورزی در سرعت های مختلف سیکلوتیلر در حد ۳ یا ۴ بار خاکورزی با هرس بشقابی است. یعنی کیفیت تهیه بستر بذر توسط تیلر دوار معادل چندین بار عملیات مرسوم است[۱و۱۹].

ترکیب حرکت خطی و چرخشی در سیکلوتیلردر مقایسه با حرکت خطی هرس بشقابی تاندم بتنهایی؛ می تواند بیانگر راندمان بالاتر انرژی مصرفی این ماشین وکارآیی بالاتر آن، درخرد کردن کلوخه ها در شرایط یکسان باشد. چراکه طی کارکرد کولتیواترهای دوار نیروهای دینامیکی نقش مهمی ایفاء می کنند؛ ضربه ی ناگهانی که به کلوخه ها وارد می شود و اینرسی حرکتی تیغه ها علاوه بر اینکه آنها را خرد کرده، قسمتی از شوک به کلوخه های مجاور نیز منتقل می شود که باعث ایجاد ترک در آنها و افزایش راندمان انرژی برای خرد شدن کلوخه ها خواهد شد[۱۰].

شکل۲-ادوات خاکورزی مورد استفاده از راست به چپ به ترتیب سیکلوتیلر و دیسک



نمودار۲- اثر سرعت و دفعات خاکورزی روی اندازه قطر متوسط وزنی

تجزیه تیمارهای سیکلوتیلر به اثرات اصلی سرعت و دفعات خاکورزی و اثر متقابل آنها صورت گرفت. در این مقایسه اثردفعات خاکورزی در سطح احتمال ۱٪معنی دار بود ولی بر خلاف تصور، اثرسرعت معنی داری از خود نشان نـ اد. نمودار۲ روند اثرات سرعت و دفعات خاکورزی را روی MWD نشان می دهد. نکته قابل توجه دراینجا معنی داری شدید اثر متقابل سرعت ودفعات خاکورزی در سطح احتمال ۱٪ است. این نتیجه بیانگر این مطلب است که، اثر سرعت در دفعات مختلف و نیز اثر دفعات خاکورزی طی سرعتهای مختلف متفاوت است(نمودار۲). با چشم پوشی از مقا ر MWD اندازه گیری شده از تیمار C_{21} میتوان گفت:کاهش سرعت و افزایش دفعات خاکورزی اثر تقویت کنندگی روی کاهش MWD دارند و بالعکس.کمترین مقدار MWD دراین بررسی متعلق به تیمارهایC_{22}وC_{23} است. با توجه به اینکه بهترین ترکیب با توجه به حداقل انرژی مورد نیاز و بالاترین نرخ کاری برای تیلرهای دوار، سرعت کاری ۱/۳۵ متر بر ثانیه، عمق شخم ۱۲ سانتیمتر و سرعت محیطی روتور۵،۹۱ متر بر ثانیه شناخته شده است[۱۶]. دامنه سرعت بین ۱/۱تا۱/۵۸متر بر ثانیه بهینه و قابل قبول است.

نتیجه گیری وپیشنهاد

مطالعه اثر خاکورزی با سیکلوتیلر و هرس بشقابی تاندم نشان داد که بین عملکرد این دو ماشین و تاثیر روی اندازه MWD تفاوت وجود دارد. بطوریکه با ۱ بارخاکورزی با سیکلوتیلر میتوان بستر بذری معادل ۳ یا ۴ بار خاکورزی با دیسک آماده ساخت. با افزایش تعداد دفعات خاکورزی اندازه MWD روند کاهشی داشته و ادغام اثر سطوح سرعت و دفعات خاکورزی میتواند این روند را تقویت کند. این مطالعه نشان می دهد که سیکلوتیلر با امتیازات تعداد تردد کمتر، بازدهی انرژی بالاتر به خاطر استفاده از توان دورانی پی تی او نسبت به توان مالبندی و برخورداری از قابلیت ماشین هایی چون گاوآهن، ماله، لولر وغلطک به صورت یکجا می تواند جایگزین مناسبی برای هرس بشقابی در این منطقه به شمارآید. دامنه ی سرعتی ۱/۱تا ۱/۵۸متر بر ثانیه سرعت بهینه خاکورزی برای سیکلوتیلر شناخته شد. در ادامه مطالعات در این زمینه پیشنهاد میشود: این بررسی در سایر مناطق با بافت های دیگر و ارزیابی متغیر های دیگر خاک از جمله شاخص مخروط و وزن مخصوص ظاهری و ...، تغییر شاخص سینماتیکی، تاثیر این سیستم خاکورزی روی عملکرد محصول و مطابقت آن با سیستم های آبیاری و کاشت مختلف صورت گیرد و در نهایت در کنار مسائل فنی این ماشین، به توجیه اقتصادی آن پرداخته شود.

منابع ومآخذ

۱- صلح جو.ع.ا، لغوی. م، جوکار،ل.۱۳۸۲. بررسی تاثیر درصد رطوبت خاک، سرعت پیشروی و دور محور روتوتیلر بر روی میزان خرد شدن خاک، مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد سوم، شماره اول، صفحه:۵۷-۷۰.

۲- شفیعی.س.ا.۱۳۷۴. ماشین های خاکورزی، چاپ اول، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، صفحه:۱-۲

۳-لغوی.م، بهنام.س .۱۳۷۷. تاثیر رطوبت خاک و عمق شخم بر ملکرد گاوآهن بشقابی در یک خاک لوم رسی .مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،شماره۲، صفحه: ۸۵-۹۶.

4-Adam, K.M. and D.C. Erbach. 1992. Secondary Tillage Effect on Soil Aggregation. Transaction of ASAE 35(6):1771-1776.

5-ASAE Standard,2005, ASAE.S.414.1

6-Bernacki, H ; J. Haman, C.Z. Kanfojki. 1972.Agricultural Machines: Theory and Construction,Vol.1. The Scientific Publications Foreign Cooperative. Center of Central Institute for Scientific Technical and Information, Warsaw, Poland, pp.382–387.

7-Berntsen,R. and B.Berre . 2002. Soil Fragmentation and the Efficiency of Tillage Implements,Soil and Tillage Research (64):137–147.

8-Chan,C.W, K.Wood, R.G.Holmes. ۱993.Powered Harrow Operating Parameters:Effects on Soil Physical Properties,Transaction of ASAE vol36(5):1279-1285

9-Culpin,C. 1986. Farm Machinery, Collins Professional and Technical Books, London, 11th ed.P:55.

10-Destain ,M.F. and K.Houmy. 1990. Effects of Design and Kinematic Parameters of Rotary Cultivators on Soil Structure, Soil and Tillage Research,vol (17):291-301.

11-Davies,D. B, J. E. David , J. B. Finney.1993.Soil Management Farming Press Pub

12-Gardner,W.R.1956. Representation of Soil Aggregate Size Distribution by a Logarithmic–Normal Distribution. Soil Sci.Soc. Am. Proc (20):151–153.

13-Jacobs,C.O. and W.R Harrell.1983. Agricultural Power and Machinery,Gregg Division, McGraw-Hill Pub.

14-Kataoka,t and S,**Shibusawa,** 2002,Soil Blade Dynamics in Reverse-Rotational Rotary Tillage,j.o.Terramechanics vol(39):95-113.

15-Klenin,N.I. I.F.popov, V.A.Sakun.1985.Agricultural Machines : Theory of Operation, Computation of Controlling Parameters, and the Conditions of Operation, New Delhi : Amerind Pub.

16-Kosutic,S,D.Filipovic, Z. Gospodaric.1997.Agrotechnical and Energetic Characteristics of a Rotary Cultivator With Spike Tines in Seedbed Preparation. Agricultural Engineering Journal; vol(6):137–144.

17- Krause,R. R.Lorez,W.B. Hoogmood.1984.Soil Tillage in Tropics and Subtropics,Duetschegeselischaft fur zusamminarbeit,germany.

18-Kverneland Group Modena.2004.Instruction Manual

19-Mandang,T.F,Al , N. Hayashi, S Watanabe,S. Tojo.1993. Studies on The Overturning Properties of Soil by Rotary Blade Using CT Image Analyzer. ASAE Paper No. 93-

3035. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

20-Ozpinar, S. and A. Cay. 2006. Effect of Different Tillage Systems on the Quality and Crop Productivity of a Clay–Loam Soil in Semi-Arid North-Western Turkey, Soil and Tillage Research, Vol 88(1-2): 95-106.

21-Anonyme.1995. RNAM Test Codes and Procedure for Farm Machinery,Second Edition,Published with funds UNIDO,p:1-9.

22-Saimbhi,V.S, D.S. Wadhwa, P.S. Grewal. 2004.Development of a Rotary Tiller Blade Using Three-Dimensional Computer Graphics, Biosystems Engineering vol89 (1): 47–58.

23-Serrano, J. M, A. Pe-ca,J.O. Pinheiro, M. Carvalho, M. Nunes, L. Ribeiro, F. Santos.2003.The Effect of Gang Angle of Offset Disc Harrows on Soil Tilth, Work Rate and Fuel Consumption Biosystems Engineering vol84 (2):171–176.

24-Smith.D.W, B.G. Sims,D.H, ONeill.1994.Testing and Evaluation of Agricultural Machinery and Equipment,FAO pub,p:28-36.

25-Soane, B.D. and C. Van Ouwerkerk. 1994. Soil Compaction in Crop Production. Developments in Agricultural Engineering, Elsevier, Amsterdam pub,vol (11).p:1-21.

26-Van Muysen,W and G. Govers.2002.Soil Displacement and Tillage Erosion During Secondary Tillage Operations: The Case of Rotary Harrow and Seeding Equipment,Soil and Tillage Research, Vol 65(2):185-191.