بررسی کارآیی ماشین‌های خاک‌ورزی در دو نوع زمین با و بدون بقایای گیاهی

محمدحسین رزاقی[۱]، نصرت ا.. خادم الحسینی[۲]، مرتضی الماسی[۳]، لادن جوکار[۴]، سید حمید احمدی[۵] و افشار استخر[۶]

۱- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان (Razzaghi_mh@yahoo.com)

۲- استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

۳- استاد دانشگاه شهید چمران اهواز

۴و۶- اعضاء هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

۵- دانشجوی دکتری، دانشگاه آرهوس، دانمارک

تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۲۸

چکیده

برای سنجش عوامل مؤثر بر کارایی ماشین‌های خاک‌ورزی در دو نوع زمین دارای بقایای گیاهی و فاقد بقایای گیاهی، آزمایشی در تابستان سال ۱۳۸۳، در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زرقان در استان فارس، در قالب بلوک های خرد شده در سه تکرار انجام گرفت. سه روش مختلف خاک‌ورزی شامل گاوآهن برگردان‌دار، گاوآهن قلمی و دیسک سنگین و دو تیمار بقایای گیاهی از نظر مصرف سوخت، مقاومت کششی، توان مالبندی و ظرفیت مؤثر مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که از نظر ظرفیت مؤثر، مقاومت کششی، توان مالبندی، انرژی مالبندی و مصرف سوخت، تیمار خاک‌ورزی در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشته و زمین با و بدون بقایا اختلاف معنی‌داری نداشته‌اند. اثر متقابل تیمار خاک‌ورزی و بقایا نیز در هیچ یک از موارد معنی‌دار نگردیده است.

کلید واژه ها: ظرفیت مؤثر، مقاومت کششی، توان مالبندی، انرژی مالبندی، مصرف سوخت

مقدمه

عملیات خاک‌ورزی برای ایجاد محیط مناسب به منظور جوانه زدن بذر، رشد ریشه، کنترل علف‌های هرز، نرم‌کردن و تثبیت خاک جهت تماس کامل بذر با خاک و کم کردن مقاومت و پیوستگی خاک، کنترل فرسایش و رطوبت خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای نیل به این اهداف می‌توان از ادوات خاک‌ورزی مختلف، که هر کدام دارای مزایا و معایبی هستند، استفاده نمود. گاوآهن برگردان‌دار ضمن برگرداندن خاک، بقایای گیاهی سطحی را با خاک مخلوط کرده، موجب پوسیدن آن می گردد. عمق خاکورزی و رطوبت از جمله عوامل موثر در برگرداندن بقایای گیاهی توسط گاو آهن برگردان دار است (۱۱). در این روش فرسایش خاک در اثر از بین رفتن پوشش گیاهی بیشتر می‌گردد. استفاده از گاوآهن قلمی موجب باقی ماندن مقداری از کاه وکلش در سطح خاک می شود و از فرسایش خاک جلوگیری می‌نماید. این گاوآهن به توان مالبندی کمتری نسبت به گاوآهن برگردان‌دار نیاز داشته، به علاوه سطح خاک یکنواخت‌تری ایجاد می‌نماید.

نتایج تحقیقات نشان داده که ظرفیت مزرعه‌ای گاوآهن قلمی بیش‌تر از گاوآهن برگردان‌دار بوده است (۱، ۷، ۸، ۱۳ و ۲۱)، همچنین بختیاری (۵) نشان داد که از نظر ظرفیت موثر و نظری دیسک

بیش‌ترین و گاوآهن برگردان‌دار کم‌ترین بوده، ولی دیسک و گاوآهن قلمی از نظر ظرفیت موثر اختلاف معنی‌داری نداشته‌اند. عواملی مانند سرعت پیش‌روی، عرض کار، عمق شخم و نوع گاوآهن می‌توانند بر ظرفیت مؤثر ماشین‌های خاک‌ورزی تاثیر داشته باشند (۵ و ۷).

زمان مورد نیاز جهت انجام عملیات در یک سطح مشخص برای گاوآهن قلمی به طور معنی‌داری کمتر از گاوآهن برگردان‌دار گزارش شده است (۱ و ۸). هتس و همکاران[1] (۲۲) نیز نشان دادند که گاوآهن قلمی و دیسک افست سنگین به‌ترتیب ۵۰/۱ و ۴۸/۹ درصد نسبت به گاوآهن برگردان‌دار به زمان کم‌تری برای انجام کار نیاز داشته‌اند.

میزان مقاومت کششی ادوات مختلف خاک‌ورزی با انرژی مصرف شده آن ارتباط مستقیم دارد، به طوری که با افزایش مقاومت کششی میزان انرژی مصرفی نیز بیش‌تر خواهد شد. توان مورد نیاز ادوات خاک‌ورزی نیز به سرعت پیش‌روی تراکتور، عمق کار و رطوبت خاک بستگی دارد. عوامل دیگری نظیر بافت خاک، شرایط سطحی خاک از نظر بقایای گیاهی، مشخصات فیزیکی خاک از قبیل چگالی و مقاومت برشی خاک، نیز توان مورد نیاز را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲۳). روزبه و همکاران (۸) نشان دادند که، مقاومت کششی گاوآهن برگردان‌دار در رطوبت ۱۷/۳٪ با مقاومت کششی آن در رطوبت ۸/۷٪ تفاوت معنی‌داری نداشته است. توماس و سینگ[2] (۲۶) در تحقیق خود دریافتند که تیمار سرعت و عمق عملیات خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر روی مقاومت کششی داشته، ولی اثر متقابل سرعت و عمق تاثیر معنی‌داری بر آن نداشته است.

نتایج تحقیقات صورت گرفته نشان داده که گاوآهن قلمی و دیسک افست سنگین نسبت به گاوآهن برگردان‌دار به ترتیب ۳۳/۵ و ۵۱/۶ درصد انرژی مالبندی کم‌تری استفاده نموده‌اند. همچنین، دیسک افست سنگین نسبت به گاوآهن برگردان‌دار مصرف سوخت را ۵۲/۶٪ کاهش داده است (۲۲). کاهش مقدار مصرف سوخت در انجام شخم توسط گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان‌دار بین ۴۰ تا ۵۰/۶ درصد گزارش گردیده است (۲۲، ۲۴ و ۲۵)؛ هر چند که ممکن است اختلاف معنی‌داری بین گاوآهن برگردان‌دار با عرض موثر ۱/۲ متر و گاوآهن قلمی با عرض ۲/۴ متر از نظر مصرف سوخت وجود نداشته باشد (۱)، همچنین همت و اسدی‌خشوئی[3] (۲۱) نیز مصرف سوخت برای شخم با گاوآهن برگردان‌دار و قلمی را یکسان گزارش نموده‌اند. سوخت مورد نیاز در عملیات مزرعه‌ای تحت تاثیر عوامل مختلفی از قبیل اقلیم، نوع خاک، عمق عملیات خاک‌ورزی، حجم خاک به هم خورده، نوع زمین، سرعت حرکت ادوات در مزرعه، درجه مکانیزاسیون و توانایی مدیریت است (۲۰). از دیگر عوامل مؤثر بر مصرف سوخت به وسیله ادوات خاک‌ورزی می‌توان به رطوبت خاک و بقایای گیاهی اشاره نمود. ابوسیرحان و همکاران[4] (۱۴) نشان دادند که استفاده از گاوآهن قلمی در تمام اعماق و رطوبت‌ها باعث مصرف سوخت کم‌تری در مقایسه با گاوآهن برگردان‌دار گردیده که با افزایش عمق خاک‌ورزی مصرف سوخت نیز افزایش یافته است. خاک‌ورزی در خاک خشک (رطوبت ۱۰/۷۱٪) در مقایسه با خاک مرطوب (رطوبت ۱۹/۵۵٪) و خیس (رطوبت ۳۱/۴۷٪) بیش‌ترین سوخت را مصرف نموده و کم‌ترین مصرف سوخت در تمام تیمار خاک‌ورزی و اعماق، مربوط به خاک مرطوب بوده است.

1- Hetz *et al.*
2- Thomas & Singh
3- Hemmat & Asadikhashoei
4- Abusirhan *et al.*

کناری و همکاران نشان دادند که کم خاک ورزی (دیسک زنی تا عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر) به طور میانگین ۵۵ درصد مصرف سوخت، زمان، انرژی و هزینه کمتری نسبت به شخم مرسوم (شخم تا عمق ۲۵ سانتی متر) داشته است (۱۷). در مناطقی از استان فارس کشاورزان پس از برداشت گندم اقدام به کاشت ذرت می‌نمایند. در چنین مناطقی بقایای گندم به عنوان یک معضل تلقی می‌گردد و کشاورزان برای رفع آن اقدام به آتش زدن بقایا می‌نمایند. این اقدام کشاورزان باعث کاهش مواد آلی و تخریب خاک سطحی و آلودگی هوا می‌گردد. از آن جا که یکی از دلایل کشاورزان جهت حذف کامل بقایا انجام هر چه سریع‌تر عملیات ماشینی است، در این تحقیق به بررسی تأثیر بقایا بر کارآیی ماشین‌های خاک‌ورزی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این طرح در سال ۱۳۸۳، در قالب طرح بلوک های خرد شده و با سه تکرار، در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زرقان در استان فارس اجرا گردید. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۵۰×۳ متر و فاصله هر کرت از کرت مجاور ۱ متر در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد مطالعه در این پژوهش عبارت بودند از:

الف) تیمار های خاک‌ورزی شامل:

A_1: شخم با گاوآهن برگردان‌دار

A_2: شخم با گاوآهن قلمی

A_3: شخم با دیسک سنگین

ب) تیمار بقایا شامل:

B_1: زمین فاقد بقایای گیاهی

B_2: زمین دارای بقایای گیاهی

پس از برداشت گندم توسط کمباین ، بقایای خرد شده در سطح مزرعه پخش شده ومقدار آن با اندازه گیری به وسیله کادرهای یک متر مربعی به میزان ۵ تن در هکتار تعیین گردید.

گاوآهن برگردان‌دار مورد استفاده، از نوع سوار شونده سه خیش با عرض کار هر خیش ۳۵ سانتی متر، و عمق‌کار ۲۵ سانتی متر، گاوآهن قلمی از نوع سوار شونده هفت شاخه متصل به یک میل افزار دو ردیفه و عرض و عمق کار به ترتیب ۱۷۵ و ۱۷ سانتی متر و دیسک افست سنگین نیز مدل کششی ۲۸ پره با بشقاب‌هایی به قطر ۲۴ اینچ، عرض کار ۳۱۰ و عمق کار ۱۵ سانتی متر بوده است.

بافت خاک مزرعه سیلتی‌کلی‌لوم و رطوبت آن در هنگام انجام عملیات ۸ درصد وزن خشک تعیین شد.

عواملی که به عنوان معیار مقایسه تیمارها در هر کرت اندازه‌گیری شدند، عبارتند از:

الف) ظرفیت مؤثر

ظرفیت مؤثر عبارت است از مقدار کار ماشین در واحد زمان یا در نظر گرفتن وقت‌های تلف شده توسط ماشین (رابطه ۱). در ظرفیت مؤثر علاوه بر عرض مؤثر و سرعت پیش‌روی، بازده ماشین نیز اثر خواهد داشت (۲ و ۱۰).

$$C_e = \frac{A}{T_t} = \frac{WSe}{10} \qquad (۱)$$

که در آن:

C_e = ظرفیت مؤثر ماشین (هکتار در ساعت)

A = سطح کار شده (هکتار)

T_t = کل زمان خاک‌ورزی (ساعت)

W = عرض مؤثر ماشین (متر)

S = سرعت پیش‌روی ماشین (کیلومتر در ساعت)

در رابطه بالا e بازده ماشین می‌باشد و مقدار آن را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد (رابطه ۲).

$$e = \frac{C_e}{C_t} \times 100 \qquad (۲)$$

C_t = ظرفیت نظری ماشین (هکتار در ساعت) که از تقسیم مساحت کار شده در یک خط رفت ماشین از ابتدا تا انتهای کرت (حاصل‌ضرب عرض

ماشین در طول کرت) بر زمان انـدازه‌گیـری شـده تعیین گردید.

ب) مقاومت کششی

مقاومت کششی ادوات سوار معمولاً با دسـتگاه دینامومتر اتصال سه نقطه[1] اندازه‌گیری می‌شود. به علت عدم وجود ایـن دینـامومتر در ایـران، از یـک نیروسـنج الکتریکـی مالبنـدی[2] مجهـز بـه یـک کرنش‌سنج فشاری[3] استفاده گردید. به عبارت دیگر مقاومت کششی ادوات مطـابق روش آزمـون ارائـه شده توسط آرنم[4] به‌وسیله یک دینامومتر مالبنـدی متصل در حد فاصل دو تراکتور اندازه‌گیری شد (۱۲ و ۱۵).

ج) سرعت پیش‌روی

از آن جا که هدف، اندازه‌گیری ظرفیت نظری بود، سرعت پیش‌روی با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$S = C_t \times \frac{10}{W} \qquad (۳)$$

د) توان مالبندی

پـس از اسـتخراج میـانگین مقاومـت کشـشی ادوات به‌کار برده شده و محاسبه سرعت پیش‌روی توان مالبندی از رابطه ۴ محاسبه گردید (۲ و۸).

$$DBP = \frac{F \times S}{3.6} \qquad (۴)$$

که در آن:

DBP = توان مالبندی (کیلووات)

F= مقاومت کششی (کیلونیوتن)

S = سرعت پیش‌روی (کیلومتر بر ساعت)

هـ) انرژی مالبندی

به منظور ارزیابی میزان انرژی مالبندی مصرف شده در هر یک از روش‌های خاک‌ورزی از رابطه ۵ استفاده شده است (۸).

$$DE = \frac{DBP}{C_e} \qquad (۵)$$

که در آن:

DE = انـرژی مالبنـدی (کیلـووات سـاعت در هکتار)

و) مصرف سوخت

سوخت مـصرف شـده، از روش مخـزن پـر و بـا اندازه‌گیری جرم آن تعیین گردید (۱۵).

نتایج و بحث

- ظرفیت مؤثر

گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن قلمی و دیسک از نظر ظرفیت مؤثر به ترتیب کاهش معنی‌دار آماری برابر ۳۲/۸ و ۳۵ درصد داشت. گرچه ظرفیت مؤثر دیسک افزایشی معادل ۳/۳ درصد نسبت به گاوآهن قلمی مشاهده شد؛ ولی این اختلاف، معنی دار نبود (جدول ۱ و ۲). مهم‌ترین عامل در زمان تلف شده توسط ادوات را می‌توان شعاع دور زدن در ابتدا، انتها و گوشه‌های زمین دانست. دیسک نسبت به گاوآهن قلمی به‌دلیل داشتن طول بیش‌تر دارای شعاع دور زدن، همچنین تلفات زمانی بیش‌تری است. از دلایل عدم ایجاد تفاوت معنی‌دار آماری بین گاوآهن قلمی و دیسک می‌توان به تلفات زمانی اشاره نمود، که برای ماشین‌های بزرگ‌تر نسبت به ماشین‌های کوچک‌تر بسیار بحرانی‌تر است؛ زیرا عرض کار زیادتر ماشین‌های بزرگ‌تر سبب افزایش ظرفیت مزرعه‌ای تئوری، همچنین کاهش زمان مفید عملیات می گردد، در نتیجه T_h[5] و T_a نسبت به T_o، $C_e = 1/(T_o + T_a + T_h)$ بزرگ‌تر می‌شود (میانگین نسبت $(T_a + T_h)/T_o$ برای گاوآهن برگردان‌دار، قلمی و دیسک به‌ترتیب ۰/۴۵، ۰/۴ و ۰/۵۴ می‌باشد.)، که اگر تمهیداتی برای کاهش تلفات

1- Three- Point hitch dynamometer
2- Digital drawbar dynamometer
3- Strain gage C1B-5B
4- RNAM (Regional Network For Agricultural Machinery)

۳ - Th: تلفات زمانی که تناسبی با سطح کار ندارند (ساعت). T_a: تلفات زمانی متناسب با سطح کار (ساعت). T_o: زمان تئوری لازم برای انجام عملیات (ساعت).

زمانی اندیشیده نشود، ظرفیت مؤثر تقلیل می‌یابد (۲ و ۶). دلیل تفاوت معنی‌دار بین گاوآهن برگردان‌دار و دیسک یا گاوآهن قلمی را می‌توان در عرض کار و همچنین تلفات زمانی ناشی از تعداد دور زدن‌ها دانست به گونه‌ای که به ترتیب در ازای هر یک بار دور زدن (یک رفت و یک برگشت) دیسک و دو بار دور زدن (دو رفت و یک برگشت) گاوآهن قلمی، اوآهن برگردان‌دار سه مرتبه دور می‌زند (دو رفت و دو برگشت). نتایج گزارش بختیاری نیز موید یافته‌های این تحقیق است (۵).

تیمار بقایا از نظر ظرفیت موثر اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱). مهم‌ترین دلیل عدم وجود تفاوت معنی‌داری بین تیمار بقایا از نظر ظرفیت مؤثر را می‌توان، عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمار بقایا از نظر سرعت پیش‌روی تراکتور، و در نتیجه کل زمان خاک‌ورزی دانست. میانگین سرعت پیش‌روی در زمین بدون و با بقایای گیاهی به ترتیب، ۴/۵۸ و ۴/۱۵ کیلومتر در ساعت و زمان مفید خاک‌ورزی آن‌ها به ترتیب ۷۸/۲ و ۸۵/۹ دقیقه و کل زمان خاک‌ورزی آن‌ها به ترتیب ۱۱۷/۶ و۱۲۱/۹ دقیقه بود. با وجود این که سرعت پیش‌روی در زمین بدون بقایا ۱۰/۳ درصد بیش‌تر از زمین دارای بقایا بود، ولی کل زمان خاک‌ورزی در زمین بدون بقایا ۳/۵ درصد بیش‌تر از زمین با بقایای گیاهی به دست آمد.

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس کارایی ماشین‌های خاک‌ورزی

منابع تغییر	درجه آزادی	ظرفیت مؤثر	مقاومت کششی	توان مالبندی	انرژی مالبندی	مصرف سوخت
تکرار	۲	۰/۰۰۰۳	۶/۴۹	۱۵/۴۷	۱۴/۸۷	۱۵۳/۹
خاک‌ورزی	۲	۰/۰۸۴**	۱۰۲**	۵۰۵**	۴۵۰۳**	۷۳۴**
خطای خاک‌ورزی	۴	۰/۰۰۰۳	۳/۱۳	۲/۱۵	۱۵/۲۷	۱۱/۱
بقایا	۱	۰/۰۰۴^{ns}	۱۵/۴^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۴۷/۳۷^{ns}	۲۴/۵^{ns}
خطای بقایا	۲	۰/۰۰۰۶	۲/۴۵	۱۵/۵	۱۰۶/۴	۹۱/۸
خاک‌ورزی * بقایا	۲	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۷۹^{ns}	۱۵/۶^{ns}	۲۴/۱۶^{ns}	۴/۵^{ns}
خطای خاک‌ورزی * بقایا	۴	۰/۰۰۰۳	۲/۱۷	۱۴/۱	۱۸/۶	۵۷/۶
CV%	-	۳/۲۰۷	۱۱/۹	۲۵/۱	۱۲/۷۷	۳۱/۸

- اعداد داخل جدول میانگین مربعات می‌باشد.
- ** و * به ترتیب نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشد.
- ns عدم اختلاف معنی‌دار آماری را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمار خاک‌ورزی

منابع تغییر	ظرفیت مؤثر (ha/hr)	مقاومت کششی (kN)	توان مالبندی (kw)	انرژی مالبندی (kw-hr/ha)	مصرف سوخت (kg/ha)
گاوآهن برگردان‌دار	۰/۳۹^{b}	۱۷/۰^{a}	۲۵/۲۵^{a}	۶۵/۲۸۳^{a}	۳۶/۴^{a}
گاوآهن قلمی	۰/۵۸^{a}	۹/۲^{b}	۱۱/۸۷^{b}	۲۰/۵^{b}	۱۹/۶^{b}
دیسک	۰/۶۰^{a}	۱۰/۸^{b}	۷/۶۸^{c}	۱۵/۵۵^{b}	۱۵/۵^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف غیر مشترک مشخص شده‌اند از نظر آماری و بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

- مقاومت کششی

مقاومت کششی گاوآهن قلمی و دیسک به‌ترتیب با میانگین ۹/۲ و ۱۰/۸ کیلو نیوتن اختلاف معنی‌دار آماری نداشت؛ ولی مقاومت کششی هر دو آنها با مشابه خود در گاوآهن برگردان‌دار (میانگین ۱۷ کیلونیوتن) اختلاف معنی‌دار آماری داشت. مقایسه میانگین تیمار خاک‌ورزی (جدول ۲) نشان داد که بیشینه و کمینه‌ی مقاومت کششی به ترتیب متعلق به گاوآهن برگردان‌دار و گاوآهن قلمی بوده، که ممکن است به‌دلیل نحوه عملکرد گاوآهن‌ها و میزان رطوبت خاک باشد (۱۶)؛ چنان‌که رطوبت خاک در تحقیق حاضر هنگام عملیات خاک‌ورزی در محدوده رطوبتی ۸/۵-۷/۵ درصد قرار داشت و این رطوبت به محدوده رطوبتی مورد نیاز گاوآهن قلمی یعنی خاک خشک و سخت نزدیک‌تر بود. در تحقیقات دیگر رطوبت مناسب خاک ۱۲-۱۱ درصد برای گاوآهن قلمی، ۱۶-۱۵ درصد برای گاوآهن برگردان‌دار و ۱۸-۱۷ درصد برای دیسک گزارش شده است (۳، ۴، ۹ و ۱۲).

نتایج این تحقیق با یافته‌های برخی از پژوهشگران (۸) مطابقت داشته لیکن با یافته‌های برخی دیگر (۱۹) مطابقت نداشته است. دلایل اختلاف را می‌توان عمق عملیات خاک‌ورزی دانست (۱۶).

میزان مقاومت کششی در زمین بدون بقایای گیاهی نسبت به زمین دارای بقایای گیاهی افزایشی معادل ۱۴/۳ درصد نشان داد که از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱ و ۳). و علت آن می‌تواند ثابت بودن عمق عملیات خاک‌ورزی، نوع خاک و مشخصات ادوات باشد. از طرفی، سرعت پیش‌روی و رطوبت خاک به عنوان دو عامل تاثیر گذار دیگر بر مقاومت کششی، در زمین بدون بقایا نسبت به زمین دارای بقایا به ترتیب ۱۰/۳ درصد بیش‌تر و ۱۳/۳ درصد کم‌تر ثبت گردید.

- توان مالبندی

گاوآهن برگردان‌دار به‌دلیل دارا بودن مقاومت کششی بالاو بیش‌ترین سرعت پیش‌روی تراکتور، بیش‌ترین توان مالبندی را نیاز داشت و در این شرایط گاوآهن قلمی و دیسک از نظر مقاومت کششی تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند؛ اما سرعت بالاتر در گاوآهن قلمی باعث افزایش توان مالبندی شده، وجود بقایای گیاهی نیزسبب کاهش ۲/۵ درصدی توان مالبندی گردید (جدول ۳).

نتایج این تحقیق مطابق با نتایج تحقیق روزبه و همکاران (۸) و مغایر با نتایج چاپلین و همکاران[1] (۱۹) است. از دلایل این امر می‌توان به تفاوت عمق خاک‌ورزی همچنین سرعت پیش‌روی اشاره نمود.

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمار بقایا

منابع تغییر	ظرفیت مؤثر (ha/hr)	مقاومت کششی (kN)	توان مالبندی (kw)	انرژی مالبندی (kw-hr/ha)	مصرف سوخت (kg/ha)
زمین بدون بقایای گندم	۰/۵۴[a]	۱۳/۳[a]	۱۵/۱۴[a]	۳۲/۲۲[a]	۲۲/۶[a]
زمین با بقایای گندم	۰/۵۱[a]	۱۱/۴[a]	۱۴/۷۶[a]	۳۵/۴[a]	۲۵[a]

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشترک مشخص شده‌اند، از نظر آماری و بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نمی‌باشند.

1- Chaplin *et al.*

- انرژی مالبندی

انرژی مالبندی گاوآهن قلمی و دیسک نسبت به گاوآهن برگردان‌دار به‌ترتیب ۶۸/۶ و ۷۶/۲ درصد کاهش داشته و گاوآهن قلمی ۲۴/۱ درصد بیش‌تر از دیسک انرژی مالبندی مصرف نموده است؛ لیکن این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱ و ۲). گاوآهن برگردان‌دار و دیسک به ترتیب، به‌دلیل دارا بودن بیشینه و کمینه، زمان مورد نیاز جهت انجام خاک‌ورزی و توان مالبندی، بیشینه و کمینه انرژی مالبندی در واحد سطح را مصرف نمودند.

برخی از نتایج تحقیقاتی صورت پذیرفته در این زمینه موید نتایج این تحقیق (۲۲ و ۲۵) و تعدادی مغایر با نتایج این تحقیق (۱۹) است. با توجه به این که میزان انرژی مصرف شده توسط ادوات مختلف خاک‌ورزی با میزان مقاومت کششی آن‌ها ارتباط مستقیم داشته به طوری که با افزایش مقاومت کششی میزان انرژی مصرفی نیز بیش‌تر خواهد شد (۲۳)، این موضوع می‌تواند یکی از دلایل مغایرت نتایج تحقیقات باشد.

با وجود این که زمین بدون بقایای گیاهی نسبت به زمین دارای بقایای گیاهی توان مالبندی بیش‌تری نیاز داشته؛ ولی بیش‌تر بودن ظرفیت موثر در زمین بدون بقایای گیاهی در افزایش انرژی مالبندی تاثیر مستقیم داشته و سبب افزایش ۹/۹ درصدی آن گردیده است.

- مصرف سوخت

نتایج اندازه گیری ها نشان داده است که مصرف سوخت گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن قلمی و دیسک به ترتیب افزایشی معادل ۴۶/۲ و ۵۷/۴ درصد داشت؛ گرچه افزایشی معادل ۲۶/۵ درصد در مصرف سوخت گاوآهن قلمی نسبت به دیسک مشاهده شد؛ ولی این اختلاف، معنی دار نبود (جدول ۲). این امر را می‌توان به تفاوت تیمار خاک‌ورزی از نظر انرژی مالبندی نسبت داد. نتایج این تحقیق با نتایج تعدادی از تحقیقات صورت پذیرفته (۱۳، ۱۴، ۱۸ و ۲۲) مطابقت دارد.

تیمار بقایا از نظر مصرف سوخت، اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر نداشت. از دلایل این امر می‌توان به عدم وجود اختلاف معنی‌دار از نظر منابع تغییری چون سرعت پیش‌روی، توان مالبندی و انرژی مالبندی اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

دیسک و گاوآهن قلمی دارای ظرفیت مؤثر بیش تر، مقاومت کششی، توان مالبندی، انرژی مالبندی، مصرف سوخت کم تر نسبت به گاوآهن برگردان‌دار بود؛ بنابر این دارای کارایی بیش تری نیز می‌باشند. بقایای گیاهی نیز تاثیر معنی‌داری در کارایی ماشین‌های خاک‌ورزی نداشت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس و آقایان مهندس صلح جو، مهندس خسروانی و مهندس شاکر که با اینجانب همکاری داشته اند تشکر و قدردانی می نمایم.

منابع

۱. اسدی، ا.، همت، ع. و رضایی، م. ۱۳۸۲. ارزیابی سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در تولید گندم آبی در اصفهان. مجموعه مقالات همایش بررسی مسائل ۱۳۸۲ خاک‌ورزی غلات، موسسه تحقیقات و اصلاح نهال و بذر، کرج، ۹ ص.

۲. الماسی، م.، کیانی، ش. و لویمی، ن. ۱۳۸۰. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. موسسه انتشارات حضرت

معصومه، ۲۴۸ ص.

۳. انصاری، م. ر. و آسودار، م.ا. ۱۳۸۳. تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و سطوح مختلف رطوبت بر پایداری ساختمان خاک. مجموعه مقالات سومین همایش ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ص ۷۸.

۴. ایوانی، ا. ۱۳۷۶. ارزیابی و مقایسه عملکرد گاوآهن‌های برگردان‌دار و بشقابی در سه نوع خاک با دو سطح رطوبتی مختلف. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، ۱۰۰ ص.

۵. بختیاری، م. ر. ۱۳۸۲. تعیین مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی جهت کاشت گندم در تناوب با سیب‌زمینی. مجموعه مقالات همایش بررسی مسائل خاک‌ورزی غلات، موسسه تحقیقات و اصلاح نهال و بذر، کرج، ۱۹ ص.

۶. بهروزی‌لار، م. ۱۳۶۳. مدیریت تراکتور و ماشین‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران، ۶۰۸ ص.

۷. خسروانی، ع.، لغوی، م. و صلح‌جو، ع.ا. ۱۳۷۹. مقایسه پارامترهای عملکردی سه نوع تراکتور متداول در ایران. مجله پژوهش کشاورزی، سال ۲ شماره ۲، صص ۲۱-۳۱.

۸. روزبه، م.، الماسی، م. و همت، ع. ۱۳۸۱. ارزیابی و مقایسه میزان انرژی مورد نیاز در روش‌های مختلف خاک‌ورزی ذرت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۹ شماره ۱، صص ۱۱۷-۱۲۶.

۹. زارعیان، س. ۱۳۶۴. اثر رطوبت خاک روی مقاومت کششی گاوآهن و درجه پودر شدن خاک. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۴، صص ۱-۱۶.

۱۰. زارعیان، س. ۱۳۷۶. مکانیزاسیون کشاورزی. درسنامه، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، ۱۰۰ ص.

۱۱. صلح‌جو، ع.ا.، لغوی، م.، احمدی، ح. و روزبه، م. ۱۳۸۰. تاثیر درصد رطوبت خاک و عمق شخم بر میزان خرد شدن خاک و کاهش عملیات خاک ورزی ثانویه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۲، شماره ۶، صص ۱-۱۲.

۱۲. لغوی، م. و اشرفی‌زاده، س.ر. ۱۳۷۶. مقاومت کششی، مقاومت ویژه و توان مالبندی مورد نیاز گاوآهن قلمی (چیزل)، در سطوح مختلف رطوبت خاک و عمق شخم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱ شماره ۲، صص ۸۵-۹۵.

۱۳. نورمحمدی، د. و زارعیان، س. ۱۳۸۲. اثر روش‌های مختلف تهیه زمین و کاشت روی سبز شدن گندم آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۴ شماره ۲، صص ۳۲۱-۳۳۲.

14. Abu Sirhan, A., Snobar, B., and Battikhi, A. 2002. Management of primary tillage operation to reduce fuel consumption. AMA, 33 (4): 9-11.

15. Anonymous. 1983. Test codes & procedures for farm machinery, Technical Series RNAM. Pa Say City, Philippins, 12: 297p.

16. Baloch, J., Mirani, A.N., and Bukari, S. 1991. Power requirements of tillage implement. AMA, 22 (1): 34-38.

17. Bonari, E., Mazzoneini, M., and Peruzzi, A. 1995. Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape. Soil and tillage Research, 33 (2): 91-108.

18. Bowers, C.G. 1986. Tillage energy requirements. ASAE Paper, pp: 86-1524.

19. Chaplin, J., Chakib, J., and Lueders, M. 1988. Drawbar energy use for tillage operations on loamy sand. Tran. of the ASAE, 31(60): 1692-1694.

20. Fluck, R.C. 1992. Energy in Farm Production. 6, Elsevier: Amsterdam, 386 p.

21. Hemmat, A., and Asadikhashoei, A. 1995. Fuel requirements and machine capacity for tillage and planting operations on clay loam soil in Isfahan. Iran Agricultural Research, 14: 175-201.

22. Hetz, H., Riquelme, E., and Canto, S. 1992. Energy requirements for the production of oat in rotation with wheat under three tillage systems and four nitrogen levels in the Andean foothills of nubile. Agrociencia, 8 (1): 33-39.

23. Kepner, R.A., Bainer, R., and Barger, B.L. 1978. Principles of farm machinery. The AVI Publishing company, Inc. USA., 527p.

24. Kosutic, S., Filipovic, D., and Gospodaric, Z. 1999. Comparison of different soil tillage systems in maize and winter wheat production. Proceedings of 99 th International conferences on agricultural engineering, Beijing, China, pp: 250-254.

25. Michel, J.A., Fornstrom, K.J., and Borrelli, J. 1985. Energy requirements of two tillage systems for irrigated sugar beets, dry beans and corn. Trans. of the ASAE, 28 (6): 1731-1735.

26. Thomas, E.V., and Singh, B. 2002. Performances of tractor implement combination. AMA, 33 (2): 25-28.