

## ارزیابی دو نوع چرخ آهنی تراکتور در عملیات تهیه زمین برنج

علی رشادصدقی<sup>۱</sup> و مسعود زابلستانی<sup>۱</sup>

### چکیده

با توجه به این که تراکتور دارای تایرهای لاستیکی معمولی، به علت لغزش و فرورفتگی تایر در خاک قادر به اجرای عملیات زراعی در زمین های بسیار مرطوب نمی باشد. به منظور حل این مشکل و در نتیجه افزایش بازده کششی تراکتور و بالا بردن ظرفیت مزرعه ای در عملیات مختلف زراعی کشت برنج، دو نوع چرخ آهنی تراکتور ساخته شد. یکی از این چرخ ها، نوعی وسیله کمک کششی است که روی چرخ عقب تراکتور نصب شده و به هنگام حمل و نقل درجاده، پره های آن قابلیت بازوبسته شدن به صورت لولایی روی لاستیک چرخ را دارد. نوع دیگر یک چرخ آهنی کامل با دندانه هایی در محیط آن به نام چرخ آهنی باتلاقی بوده که جایگزین چرخ عقب تراکتور شده و قابلیت حرکت در داخل زمین های خاک ورزی شده در شرایط اشباع و باتلاقی را دارد. در این آزمایش، چرخ آهنی با پره های تاشو (وسیله کمک کششی)، از نظر تأثیر بر میزان لغزش چرخ ها و ظرفیت مزرعه ای در سرعت های مختلف تراکتور، در عملیات خاک ورزی اولیه و در خاک بسیار مرطوب با چرخ لاستیکی بدون وسیله کمک کششی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. برای تحلیل آماری از آزمون کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. چرخ آهنی نوع دوم (چرخ باتلاقی) به طور مجزا در عملیات ماله زنی از نظر ظرفیت مزرعه ای و کارایی آن در سرعت های مختلف تراکتور، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که استفاده از وسیله کمک کششی آهنی در شرایط خاک بسیار مرطوب کاهش معنی داری در لغزش چرخ ها ایجاد کرده و امکان عمل خاک ورزی با سرعت های بالاتر را در این شرایط فراهم نموده، در نتیجه ظرفیت مزرعه ای را تا حد زیادی افزایش می دهد. هم چنین با استفاده از چرخ آهنی باتلاقی می توان سرعت تراکتور و ظرفیت مزرعه ای را در عملیات زراعی از قبیل تسطیح با ماله، بذراپی و سم پاشی که همگی در زمین خاک ورزی شده در شرایط اشباع انجام می شوند، به صورت قابل توجهی افزایش داد.

**واژه های کلیدی:** تهیه زمین در کشت برنج، چرخ آهنی تراکتور، لغزش چرخ، ظرفیت مزرعه ای، مکانیزاسیون

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۹

۱- اعضای هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

رشاد صدقی، ع. ارزیابی دو نوع چرخ آهنی تراکتور در...

برنج با هدف استفاده از تکنولوژی متناسب با بضاعت فنی منطقه در راستای اهداف ذکر شده مکانیزاسیون یعنی کاهش هزینه های تولید در واحد سطح، کاهش سختی کار و در نتیجه افزایش رغبت کشاورزان برای تولید برنج، افزایش کارایی تراکتور و دنباله بندها و به موقع انجام گرفتن عملیات تهیه زمین و کاشت و داشت محصول باتوجه به محدودیت زمانی برای اجرای این عملیات در زراعت برنج می باشد (۲). هدف از این تحقیق ارزیابی کارایی هر یک از دو نوع چرخ آهنی ساخته شده به طور جداگانه از نظر میزان تأثیر در کاهش لغزش و فرورفتگی<sup>۱</sup> چرخ های تراکتور در زمین های بسیار مرطوب و باتلاقی در سرعت و گشتاورهای مختلف تراکتور بوده است.

در مزارع برنج که زمین به صورت خاک ورزی شده در شرایط اشباع (پادل شده<sup>۲</sup>) است، شاخص مخروط خاک معمولاً کمتر از ۰/۵ نیوتن بر میلی متر مربع می باشد. عملکرد چرخ های لاستیکی در این شرایط کار، به علت لغزش زیاد چرخ و چسبندگی زیاد خاک به تایرها غیر قابل قبول است. یک راه حل برای این مسئله استفاده از تایرهای با آج های خیلی بلند و راه دیگر وصل کردن یک چرخ کمکی با آج های آهنی به کنار هر تایر می باشد. آج های آهنی ضریب کشش را بهبود می بخشد. به هنگام حمل و نقل، بایستی آج ها قابلیت تا شدن را داشته باشند تا از برخورد آن ها با سطح جاده جلوگیری شود (۱۱).

نتایج مقایسه اقتصادی بین دو روش مکانیزه (استفاده از چرخ آهنی) و مرسوم در کشت مستقیم برنج توسط امامی و رشاد صدقی در سال ۱۳۷۷ حاکی از مزیت استفاده از چرخ های آهنی در انجام به موقع

## مقدمه و بررسی منابع

اولویت های به کارگیری روش های مکانیزه در تولید محصول با توجه به شرایط فنی، اقتصادی و اجتماعی هر جامعه مشخص می شود. به طور کلی اهداف مکانیزاسیون عبارت است از:

۱- افزایش تولید و کسب سود بیشتر که با افزایش سطح زیرکشت و یا افزایش مقدار تولید در واحد سطح میسر می شود.

۲- کاهش هزینه ها از طریق کاهش نیروی کارگری و انجام به موقع عملیات، که بهره وری و ظرفیت بالای ماشین در رسیدن به این هدف نقش عمده ای دارد.

۳- انجام به موقع عملیات کشاورزی، باتوجه به شرایط جوی خصوصاً در کاشت و برداشت محصول از ضررهای عمده ای جلوگیری می کند.

۴- کاهش سختی کار کشاورزی و افزایش جذابیت آن (۱).

کار در زراعت برنج نسبت به سایر زراعت ها به ویژه در کشور ما از سختی بیشتری برخوردار است. روش کار زراعت برنج علیرغم این که در کشورهای اروپایی و امریکایی کاملاً مکانیزه است، درپاره ای از کشورهای آسیایی، آفریقایی و امریکای لاتین شکل کاملاً ابتدایی دارد. تعداد کارگر مورد نیاز این زراعت در روش نشاکاری از شروع تهیه زمین تا خاتمه خرمن کوبی به مراتب بیش از زراعت گندم و جو و سایر زراعت ها است. به علاوه کارگران به دلیل تماس دائمی و مستقیم با گل و آب و غیر بهداشتی بودن محیط کار، آسیب های جسمانی فراوانی را متحمل می شوند. لذا این امر ایجاب می کند روشی اختیار گردد که ضمن استفاده شایسته از نیروی انسانی، هزینه های تولید کاهش یابد. طرح ساخت و به کارگیری چرخ های آهنی تراکتور در زراعت

1- Sinkage

2- Puddled soil

Wu-Sx و همکاران (۱۹۸۴)، رفتار خاک را تحت اثر چرخ آج دار مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که شکل گسیختگی خاک بسته به تعداد و زاویه آج ها و لغزش چرخ متفاوت بود و یک ارتباط بین شکل گسیختگی خاک و عملکرد چرخ وجود دارد (۱۳). تریراتاناسیریچای و اویدا (۱۹۹۱) خصوصیات نیروهای عکس العمل خاک بر آج های چرخ آهنی با رینگ های دوبل را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که نیروی کششی و بالا آورنده ی یک آج بستگی به چند عامل از جمله نوع خاک، فرو رفتگی چرخ در خاک و زاویه آج دارد. حداکثر نیروی کششی و نیروی بالا آورنده ی یک آج با مقدار لغزش چرخ رابطه خطی دارد. در خاک های پادل شده و ناپایدار، زاویه آج باید حداقل ۴۵ درجه و در خاک های شنی ۶۰ درجه باشد (۱۲).

گی کلاو و جیندال (۱۹۸۳) اقدام به طراحی و ارزیابی نوعی چرخ آهنی نمودند و با به دست آوردن زاویه و فاصله مناسب بین آج ها توانستند ضریب کشش را ۱۷٪ و حداکثر توان مالبندی را ۵۶٪ در زمین های پادل شده برنج افزایش دهند (۹). کونگ و فان (۱۹۸۴) نوعی چرخ آهنی با آج های متحرک را که قابلیت فرورفتن و بیرون آمدن از خاک به طور عمودی را داشتند، طراحی و ارزیابی نمودند. ایشان نتیجه گرفتند که این نوع آج ها، تراکم خاک و مقاومت غلتشی را کاهش و بازده کششی را افزایش می دهند (۸). آلويس (۲۰۰۱) یک نوع چرخ آهنی برای تراکتورهای باتوان کم و متوسط جهت استفاده در زمین های مرطوب طراحی نمود که آج های آن قابلیت تا شدن جهت امکان حرکت به صورت حمل و نقل در جاده را داشت. وی در مقایسه این چرخ آهنی با نوع مرسوم آن، نتیجه گرفت که ظرفیت مزرعه ای مؤثر و سرعت پیشروی در چرخ طراحی شده به ترتیب  $0.36 \text{ ha/hr}$  و  $2/05 \text{ m/s}$  بود و این مقادیر در مورد

عملیات زراعی به دلیل امکان اجرای آن در زمان بارش های بهاری و کاهش هزینه تولید محصول در واحد سطح نسبت به روش مرسوم می باشد (۲).

توان موتور تراکتور از سه طریق محور تواندهی، سیستم هیدرولیک و مالبند انتقال داده می شود که قسمت اعظم آن از طریق مالبند برای کشیدن ادوات کششی به کار گرفته می شود. تراکتور نمی تواند نیروی کششی مالبندی به وجود آورد، مگر این که کاهش پیشروی به وجود آید (کاهش پیشروی به کاهش سرعت حرکت به طرف جلو گفته می شود که به واسطه افزایش لغزش، موقعی که تراکتور بار مالبندی را می کشد، پدید می آید). آج های لاستیک باید به طرف عقب حرکت کرده و خاک را فشرده نماید تا خاک برای خنثی کردن نیروی کششی تراکتور به حد کافی مقاوم گردد. حرکت آج ها به طرف عقب موجب کاهش پیشروی می شود. همیشه یک مقدار متوسط برای کاهش پیشروی موجود است که بیشینه بازده کششی را فراهم می سازد. بسته به نوع خاک، میزان رطوبت و مرحله خاک ورزی، مقاومت خاک ممکن است به طور قابل توجهی تغییر نماید (۳).

بوخاری و همکاران (۱۹۹۰) تأثیر سرعت های مختلف حرکت تراکتور را بر عملکرد گاواهن بر گرداندار در خاک لوم سیلتی بارطوبت  $17/8\%$  آزمایش کردند و نتیجه گرفتند که با افزایش سرعت، ظرفیت مزرعه ای، مقاومت کششی و میزان لغزش چرخ های تراکتور افزایش می یابد ولی عمق شخم به دلیل بیرون کشیده شدن گاو آهن از خاک در اثر افزایش سرعت، کاهش می یابد (۷).

رشاد صدقی، ع. ارزیابی دو نوع چرخ آهنی تراکتور در...

### مواد و روش‌ها

چرخ‌های آهنی مورد ارزیابی از نوع مورد استفاده در کشور ایتالیا برای کشت مستقیم برنج می‌باشد که توسط امامی در سال ۱۳۷۷ در ایران ساخته شد (۲). موارد استفاده‌ی هر یک از آن‌ها به شرح زیر است:

#### الف- چرخ‌های آهنی باغی

این نوع چرخ دارای یک شاسی بوده که بر روی رینگ چرخ‌های عقب تراکتور نصب شده و شامل تعداد ۱۴ عدد پره آهنی به ارتفاع ۶ سانتی‌متر می‌باشد که جهت امکان حرکت به‌صورت حمل و نقل در جاده، قابلیت باز و بسته شدن به‌صورت لولایی بر روی لاستیک چرخ را دارد (شکل‌های ۱ و ۲). مجموع وزن شاسی و پره‌ها در دو طرف حدود ۱۵۰ کیلوگرم می‌باشد. از این نوع چرخ آهنی برای اجرای عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه و کودپاشی اولیه در اوایل بهار که زمین معمولاً کاملاً خیس بوده و به علت لغزش چرخ‌های لاستیکی اجرای عملیات مقدور نیست، استفاده می‌شود.



شکل ۲- چرخ آهنی باغی در حالت درگیر با زمین

چرخ آهنی مرسوم به ترتیب  $0.23 \text{ ha/h}$  و  $1/6 \text{ m/s}$  بوده است. در به‌کارگیری این چرخ در تراکتور چهار چرخ محرک، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر و سرعت به ترتیب  $60/8\%$  و  $28/08\%$  نسبت به حالت دو چرخ محرک افزایش یافت. کاهش پیشروی در این چرخ اختلاف معنی‌دار با چرخ آهنی مرسوم داشت. متوسط کاهش پیشروی چرخ‌های ساخت جدید  $9/7\%$  و چرخ‌های مرسوم  $24\%$  بود (۴).

هندریادی و سالوکه (۲۰۰۲) در تحقیقی به منظور افزایش عملکرد کششی چرخ‌های آهنی تیلر<sup>۱</sup> در زمین‌های باتلاقی، با ایجاد تغییراتی در پارامترهای هندسی چرخ‌ها و انجام آزمایشاتی با یک چرخ در داخل انباره خاک، نتیجه گرفتند که افزایش طول آج چرخ (پره) و زاویه آن از ۱۵ به ۳۵ درجه، به‌طور معنی‌داری باعث بهبود عملکرد کششی چرخ آهنی گردید، درحالی‌که افزایش تعداد آج‌ها از ۱۴ به ۱۸ عدد و افزایش عرض آج‌ها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کششی چرخ نداشتند (۱۰).

این تحقیق برای ارزیابی دو نوع چرخ آهنی تراکتور در عملیات تهیه زمین برنج به منظور افزایش بازده کششی تراکتور انجام گرفت.



شکل ۱- چرخ آهنی باغی در حالت حمل و نقل

1-Power tiller

## ب- چرخ‌های آهنی باتلاقی

این چرخ‌ها، نوعی چرخ کامل بوده و به هنگام استفاده، جایگزین چرخ‌های جلو و عقب تراکتور می‌شوند. قطر خارجی چرخ‌های عقب حدود ۱۷۰ سانتی‌متر و عرض مقطع آن ۸ سانتی‌متر است. در روی محیط چرخ، دندان‌هایی به ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر به‌طور یک‌در میان در چپ و راست عرض آن تعبیه شده است که سطح درگیر با گل و لای را افزایش داده و ضریب کشش را بالا می‌برد (۳ و ۱۱). چرخ‌های جلویی که معمولاً محرک نیستند فاقد این دندان‌ها بوده و قطر آن ۹۸ سانتی‌متر و عرض مقطع آن ۴ سانتی‌متر می‌باشد. مجموع وزن چرخ‌های عقب ۲۲۰ کیلوگرم و چرخ‌های جلو ۸۰ کیلوگرم می‌باشد (شکل ۳). چرخ‌های آهنی باتلاقی در عملیات تسطیح با ماله و کاشت و داشت محصول که زمین کاملاً غرقاب شده و حالت پادل شده دارد، استفاده می‌گردد (شکل ۴).

در این عملیات نسبت به سایر عملیات زراعی بیشتر است، در نظر گرفته شدند و هر یک به‌طور جداگانه نسبت به نوع کاربرد و شرایط کاری‌شان (چرخ آهنی باغی در عملیات خاک ورزی اولیه در زمین مرطوب و چرخ آهنی باتلاقی در عملیات تسطیح با ماله در زمین غرقاب و خاک‌ورزی شده در شرایط اشباع) مورد آزمایش قرار گرفتند. برای ارزیابی چرخ آهنی باغی، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر و میزان لغزش چرخ‌ها در شرایط استفاده از چرخ آهنی و بدون استفاده از آن، به هنگام شخم‌زدن با گاو آهن در عمق کار ۲۵-۲۰ سانتی‌متر و سرعت‌های مختلف حرکت تراکتور (دور ثابت ۱۵۰۰ rpm تراکتور و ۳ دنده از ۱ تا ۳ سنگین) در زمینی بسیار مرطوب اندازه‌گیری و با آزمون کرت‌های خرد شده<sup>۱</sup> در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

در ارزیابی چرخ‌های آهنی باتلاقی، با توجه به این



شکل ۴- عملیات ماله‌زنی با چرخ آهنی

که امکان ماله‌زدن با چرخ‌های لاستیکی وجود نداشت، تنها سرعت پیش روی تراکتور و ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر عملیات تسطیح با ماله به هنگام استفاده از چرخ‌های باتلاقی در شرایط عمق کار ۲۰ سانتی‌متر



شکل ۳- چرخ‌های آهنی باتلاقی جلو و عقب تراکتور

به‌منظور ارزیابی عملکرد چرخ‌های آهنی ساخته شده، دو مرحله کار یعنی خاک ورزی اولیه با تراکتور مجهز به چرخ‌های آهنی باغی و ماله‌زنی با تراکتور مجهز به چرخ‌های آهنی باتلاقی را که بیشترین توان مصرفی را دارا می‌باشند (۲ و ۱۱) و امکان لغزش چرخ

رشاد صدقی، ع. ارزیابی دو نوع چرخ آهنی تراکتور در...

### روش های اندازه گیری

برای اندازه گیری پارامترهای مختلف، روشی که توسط شبکه ناحیه ای ماشین های کشاورزی<sup>۱</sup> ارایه شده است، بکار گرفته شد (۵).

### الف - تعیین درصد رطوبت خاک

برای اندازه گیری رطوبت خاک بر اساس وزن خشک، به وسیله مته نمونه برداری، نمونه خاک از محل های مختلف تا عمق معین برداشته و توسط قوطی های در بسته به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از توزین نمونه های خاک مرطوب به وسیله ترازوی دیجیتال مدل سارتوریوس ساخت آلمان، بادقت ۰/۱ گرم، نمونه ها در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شد و دوباره توزین گردید. با استفاده از رابطه (۱) درصد رطوبت خاک بر اساس وزن خشک محاسبه شد.

$$\%MC = \frac{M_i - M_f}{M_f} \times 100 \quad (1)$$

$M_i$ : جرم نمونه خاک مرطوب (گرم)

$M_f$ : جرم نمونه خاک خشک شده (گرم)

و رطوبت ۳۸٪ خاک (بر اساس وزن خشک)، در دنده های مختلف تراکتور به ترتیب از سنگین به سبک، اندازه گیری شد تا قابلیت این نوع چرخ در فراهم نمودن شرایط مناسب کار برای انجام عملیات زراعی با ظرفیت بالا در زمین های پادل شده بررسی گردد.

در خاک ورزی اولیه، تراکتور مورد استفاده از نوع یونیورسال (U445) با توان اسمی ۴۵ اسب بخار بود که برای انجام عمل شخم از گاواهن برگردان دار دو خیش سوار شونده با عرض کار ۶۰ سانتی متر و در شرایط رطوبت متوسط ۳۰٪ بر اساس وزن خشک تا عمق ۲۳ سانتی متری خاک و در عمل تسطیح با ماله (ماله زنی)، از تراکتور MF-240 با توان اسمی ۴۵ اسب بخار و ماله پشت تراکتوری سوار شونده با عرض کار ۲۵۰ سانتی متر استفاده گردید. آزمایشات در خاکی با بافت لوم رسی و ظرفیت زراعی ۲۲٪ در زمین های برنج کاری منطقه آچاچی میانه اجرا گردید. شرایط زمین از نظر مقاومت بر اساس شاخص مخروط خاک و میزان رطوبت در عمق های مختلف در زمان اجرای عملیات شخم اولیه و ماله زنی به تفکیک در جدول شماره ۱ مندرج می باشد.

جدول ۱- شرایط اولیه زمین و تراکتور قبل از اجرای آزمایش

جرم تراکتور و ادوات و چرخ آهنی (kg)	رطوبت خاک (%)			شاخص مخروط خاک (MPa)			نوع عملیات
	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	عمق (cm)
۲۰۵۰	۳۱	۲۸	۳۰	۰/۷۳۷	۰/۴۵۰	۰/۲۰۲	شخم اولیه
۱۷۶۲	۳۹	۳۷	۳۸	۰/۵۴۰	۰/۳۰۱	۰/۱۸۵	ماله زنی

1- RNAM (Regional Network of National Agricultural Machinery )  
2- Sartorius

زمان مفید در حین انجام عملیات زراعی بر حسب ثانیه

$T_2$  تا  $T_m$  زمان‌های تلف شده در حین انجام هر یک از عملیات زراعی بر حسب ثانیه شامل:

- زمان باز و بسته کردن چرخ‌های آهنی روی تراکتور

- زمان لازم برای وصل کردن ادوات دنباله بند

- زمان لازم برای تنظیمات و دور زدن‌ها و غیره.

در این تحقیق به‌طور میانگین مقدار بازده مزرعه‌ای ۰/۷۵ محاسبه شد.

ت- اندازه‌گیری سرعت پیشروی واقعی تراکتور

با اندازه‌گیری زمان طی کردن مسافت ۲۰ متری بین دو علامت، توسط تراکتور در حین عملیات خاک‌ورزی، سرعت پیشروی واقعی تراکتور با استفاده از رابطه (۴) به‌دست آمد.

$$V = \frac{X}{T} \quad (4)$$

$X$  : مسافت طی شده (m)

$T$  : زمان طی مسیر (s)

$V$  : سرعت پیشروی واقعی (m/s)

ث- اندازه‌گیری میزان لغزش<sup>۱</sup> چرخ‌های محرک تراکتور

برای این کار ابتدا بر روی چرخ محرک تراکتور علامتی نصب شد. دور موتور تراکتور در ۱۵۰۰ دور در دقیقه تنظیم و در دنده مشخص قرار داده شد. پس از طی ۱۰ متر اول که به‌منظور رسیدن به سرعت یکنواخت پیش‌بینی شده بود، به محض رسیدن علامت روی چرخ به زمین، روی خاک نشانه‌ای

MC: درصد رطوبت خاک بر اساس وزن خشک

ب- اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک<sup>۱</sup>

جهت تعیین مقاومت خاک بر اساس شاخص مخروط خاک از یک دستگاه نفوذسنج الکترونیکی<sup>۲</sup> مدل SP1000 ساخت آلمان با مخروط استاندارد ۳۰ درجه و قطر ۱۲/۸۳ میلی‌متر (طبق استاندارد انجمن مهندسی کشاورزی امریکا) استفاده شد (۶). دستگاه مزبور به ازای هر سانتی‌متر فرورفتن مخروط در داخل خاک نیروی مقاومت خاک را ثبت می‌نماید که با تقسیم مقادیر ثبت شده بر سطح مقطع مخروط، شاخص مخروط خاک بر حسب مگا پاسکال (MPa) محاسبه گردید.

پ- محاسبه ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر<sup>۳</sup>

برای محاسبه کار ماشین (ظرفیت مزرعه‌ای) بر حسب سطح از رابطه (۲) استفاده شد:

$$C_a = \frac{V.W.\eta_f}{10} \quad (2)$$

$C_a$ : ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بر مبنای سطح (ha/h)

$V$ : سرعت پیش روی تراکتور (km/h)

$W$ : عرض کار ماشین (m)

$\eta_f$ : بازده مزرعه‌ای<sup>۴</sup> که در ادوات تهیه زمین

معمولاً ۰/۷-۰/۹ در نظر می‌گیرند (۱ و ۶).

برای اندازه‌گیری بازده مزرعه‌ای از رابطه (۳)

استفاده گردید:

$$\eta_f = \frac{T_1}{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_m} \quad (3)$$

1- Cone Index

2- Soil Penetrometer

3- Field Capacity

4- Field Efficiency

1- Slippage

رشاد صدقی، ع. ارزیابی دو نوع چرخ آهنی تراکتور در...

در مقایسه تیمارهای فرعی مشخص گردید که با تغییر دنده تراکتور از سنگین به سبک، با افزایش سرعت پیش روی، میزان لغزش چرخ‌ها افزایش یافته و بر ظرفیت مزرعه‌ای نیز افزوده می‌گردد که با نتایج گزارش شده توسط بوخاری و همکاران (۱۹۹۰) مطابقت دارد (۷). با بررسی ترکیبات تیماری ملاحظه گردید که بیشترین میزان لغزش چرخ در حالت جمع شدن پره‌های آهنی و درگیری تایرهای لاستیکی با زمین و دنده ۳ تراکتور به میزان ۱۸٪ و کمترین لغزش چرخ، در حالت باز شدن پره‌های آهنی بر روی تایر و درگیری پره‌ها با زمین و دنده ۱ تراکتور به میزان ۹/۳۳٪ حاصل گردید. بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای به مقدار ۰/۲۷ هکتار در ساعت، در استفاده از چرخ آهنی و دنده ۳ تراکتور و کمترین آن به مقدار ۰/۰۷ هکتار در ساعت در استفاده از چرخ لاستیکی و دنده ۱ تراکتور، به دست آمد. نتایج حاصله مشابه نتایجی است که آلويس (۲۰۰۱) گزارش نموده است (۴).

گذاشته و پس از شمردن ۱۰ دور چرخ، با رسیدن مجدد علامت روی چرخ به زمین در دور دهم، نشانه‌ای دیگر گذاشته شد و فاصله بین دو نشانه اندازه‌گیری گردید. این عمل یک‌بار در حالتی که تراکتور در حال عملیات خاک‌ورزی بود (بابار) و یک‌بار در حالتی که گاوآهن از خاک بیرون آمده و بر تراکتور سوار بود (بی بار) انجام گرفت. با استفاده از رابطه (۵)، درصد لغزش چرخ محرک تراکتور به دست آمد:

$$\%S = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (5)$$

$S$  : لغزش چرخ‌ها (%)

$A$  : مسافت طی شده بدون بار (m)

$B$  : مسافت طی شده با بار (m)

## نتایج و بحث

### الف- ارزیابی چرخ آهنی باغی در خاک‌ورزی

#### اولیه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از آزمایش در جدول ۲، نشان می‌دهد که تیمارهای اصلی و فرعی و اثرات متقابل آن‌ها از نظر میزان لغزش چرخ‌ها و ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر گاوآهن اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ دارند.

در مقایسه میانگین کمیت‌های اندازه‌گیری شده به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ که در جدول ۳ نشان داده شده است، زمانی که پره‌های آهنی باز شده و بر روی تایر چرخ قرار می‌گیرد (شکل ۱)، میزان لغزش چرخ نسبت به حالت حمل و نقل که پره‌های آهنی از روی تایر برداشته شده و در روی رینگ چرخ جمع شده است (شکل ۲)، کم‌تر بوده و ظرفیت مزرعه‌ای بیشتر می‌باشد.



جدول ۲- تجزیه واریانس کمیت‌های اندازه‌گیری شده در شخم اولیه با استفاده از چرخ‌های آهنی باغ

میانگین مربعات (M.S.)		درجه آزادی	منابع تغییر
ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر	میزان لغزش چرخ	(d.f.)	(S.O.V.)
۷/۰۵۶**	۴/۸۶۵*	۲	تکرار
۴۶/۷۲۲**	۳۳/۰۷۶**	۱	تیمار اصلی (نوع چرخ)
۰/۰۵۶	۰/۲۳۷	۲	خطای آزمایش (۱)
۳۷۶/۳۸۹**	۵۳/۲۱۲**	۲	تیمار فرعی (دنده تراکتور)
۳/۷۲۲**	۵/۴۱۷**	۲	اثر متقابل تیمارها
۰/۰۵۶	۰/۳۳۵	۸	خطای آزمایش (۲)

\*، \*\* - به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۳- مقایسه میانگین کمیت‌های اندازه‌گیری جهت ارزیابی چرخ آهنی باغی در شخم اولیه به روش دانکن

ظرفیت مزرعه‌ای (ha/h)		میزان لغزش چرخ (%)		تیمارهای آزمایشی	
۰/۱۸	۱۱/۵	چرخ آهنی باغی (S)		تیمارهای اصلی	
۰/۱۵	۱۴/۲	چرخ لاستیکی (R)		(نوع چرخ)	
۰/۰۸ c	۹/۷۵ c	دنده ۱ سنگین (G1)		تیمارهای فرعی	
۰/۱۷ b	۱۳/۱۷ b	دنده ۲ سنگین (G2)		(دنده تراکتور)	
۰/۲۴ a	۱۵/۶۸ a	دنده ۳ سنگین (G3)			
۰/۱۰ e	۹/۳۳ d	S-G1		ترکیبات تیماری	
۰/۱۸ c	۱۱/۸۳ c	S-G2			
۰/۲۷ a	۱۳/۳۷ bc	S-G3			
۰/۰۷ f	۱۰/۱۷ d	R-G1			
۰/۱۶ d	۱۴/۵ b	R-G2			
۰/۲۲ b	۱۸ a	R-G3			

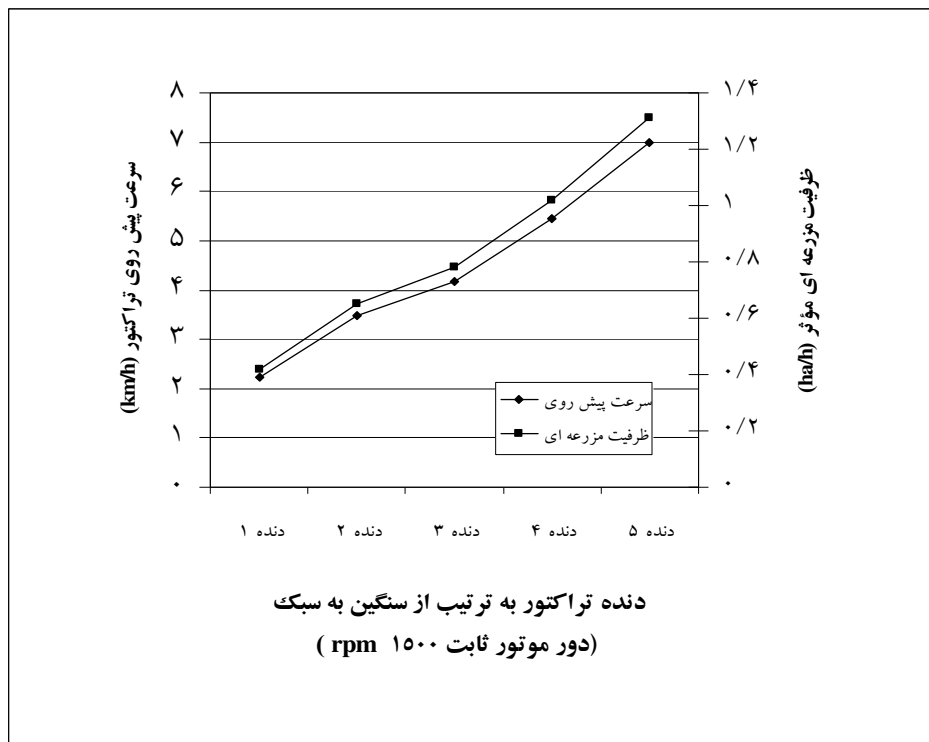
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۱٪ با هم اختلاف معنی‌دار ندارند.

رشاد صدقی، ع. ارزیابی دو نوع چرخ آهنی تراکتور در...

جدول ۴- میانگین کمیت‌های اندازه‌گیری شده در ماله زنی با استفاده از چرخ‌های آهنی باتلاقی در دنده‌های مختلف تراکتور

شماره دنده	سرعت واقعی پیشروی (km/h)	ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (ha/h)
دنده ۱	۲/۲۳	۰/۴۲
دنده ۲	۳/۴۹	۰/۶۵
دنده ۳	۴/۱۸	۰/۷۸
دنده ۴	۵/۴۴	۱/۰۲
دنده ۵	۶/۹۸	۱/۳۱

- دور موتور در تمام مراحل آزمایش ۱۵۰۰ rpm بوده است.



نمودار ۵- تغییرات سرعت پیشروی تراکتور و ظرفیت مزرعه‌ای ماله در دنده‌های مختلف تراکتور

داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که با انتخاب دنده‌های سبک‌تر، بر سرعت پیشروی تراکتور و به تبع آن بر ظرفیت مزرعه‌ای آن به هنگام ماله‌زنی افزوده شده است.

طبق مندرجات جدول‌های ۲ و ۳، چرخ آهنی باغی تأثیر معنی‌داری بر کاهش لغزش چرخ‌های محرک تراکتور در شرایط خاک بسیار مرطوب دارد. هر چند در این آزمایش میزان لغزش چرخ‌های لاستیکی در

ب- ارزیابی چرخ‌های آهنی باتلاقی در عمل

ماله‌زنی

میانگین سرعت پیشروی واقعی و ظرفیت مزرعه‌ای تراکتور در عمل ماله‌زنی با استفاده از چرخ‌های آهنی باتلاقی در دنده‌های مختلف (دور ثابت ۱۵۰۰ rpm) به تفکیک در جدول ۴ و نمودار تغییرات آن‌ها نسبت به سبک شدن دنده تراکتور در نمودار شماره ۵، نشان

استفاده نمود و ظرفیت مزرعه‌ای را در جهت انجام به‌موقع عملیات تهیه زمین افزایش داد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق، موارد زیر توصیه و پیشنهاد می‌گردد:

۱- برای انجام عملیات اولیه تهیه زمین در خاک‌های بسیار مرطوب یا چسبنده که استفاده از تایرهای معمولی مقدور نمی‌باشد، استفاده از چرخ آهنی باغی طراحی شده مفید بوده و سرعت انجام کار را در جهت استفاده به موقع از بارش‌های فصلی بهبود می‌بخشد. به‌علاوه امکان تبدیل آسان و سریع چرخ‌ها به حالت حمل و نقل، بازده مزرعه‌ای را افزایش می‌دهد.

۲- به منظور افزایش ظرفیت مزرعه‌ای در انجام عملیات زراعی دیگر از قبیل کودپاشی، بذرپاشی در کشت مستقیم برنج، علف‌کش پاشی و سم‌پاشی که در شرایط زمین پادل شده انجام می‌گیرد، استفاده از چرخ‌های آهنی باتلاقی، توصیه می‌گردد.

۳- با توجه به کاربرد چرخ‌های آهنی مورد آزمایش در شالیزارها، پیشنهاد می‌گردد کارایی این چرخ‌ها در شرایط خاک‌های زراعی حاشیه دریای خزر نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

۴- به منظور کاهش فرورفتگی چرخ‌های باتلاقی در خاک پادل شده، پیشنهاد می‌شود با افزایش عرض چرخ‌ها و یا استفاده از چرخ‌های دوتایی<sup>۱</sup> سطح تماس بیشتری را با خاک فراهم نمود.

دنده ۱ و ۲ تراکتور به ترتیب برابر ۱۰/۱۷ و ۱۴/۵ درصد می‌باشد که این مقادیر در محدوده مناسب ۱۰-۱۵ درصد از نظر حد اکثر بازدهی کشش تراکتور قرار دارد، ولی در رطوبت‌های بالاتر خاک و یا در خاک‌های رسی و چسبنده پس از بارش‌های فصلی، میزان لغزش چرخ‌های لاستیکی بیشتر شده و امکان انجام خاک‌ورزی میسر نگردد. یادآور می‌شود در حالت استفاده از چرخ لاستیکی در این تحقیق وزن پره‌های آهنی و شاسی نصب شده بر روی چرخ‌ها که در حدود ۱۵۰ کیلوگرم می‌باشد، به‌عنوان سنگین‌کننده<sup>۱</sup> چرخ عمل کرده و تا حدودی از لغزش چرخ‌های لاستیکی کاسته است. از نظر بازده مزرعه‌ای نیز استفاده از چرخ‌های آهنی، امکان عمل خاک‌ورزی در سرعت‌های بالاتر را در شرایط رطوبت زیاد خاک فراهم نموده و به تبع آن، ظرفیت مزرعه‌ای نیز به میزان قابل قبولی افزایش یافته است. در مورد چرخ‌های آهنی باتلاقی، طبق آنچه در منبع شماره ۱۱ ذکر شده، و هم‌چنین نتایج تأثیر مثبت افزایش طول آج در بهبود عملکرد کششی چرخ آهنی در گزارش هندریادی و سالوکه (۱۰)، احتمالاً دندان‌های موجود در محیط چرخ که نسبت به آج‌های چرخ لاستیکی بلندتر بوده و سطح تماس و درگیری بیشتری با لایه سخت زیرین خاک داشته‌اند، باعث کاهش لغزش چرخ و فرورفتگی در زمین خاک‌ورزی شده در شرایط اشباع گردیده است، به‌طوری‌که طبق جدول ۴ و نمودار شکل ۵، انجام عمل ماله‌زنی در این شرایط با سرعت‌های بالای تراکتور ممکن گردیده است. بدین ترتیب با به‌کارگیری چرخ‌های آهنی باتلاقی می‌توان از ماله تراکتوری با عرض کار بیشتر نسبت به نوع تیلری آن و سرعت‌های بالاتر تراکتور در عمل تسطیح زمین

1- Dual wheel

1- Ballast

## منابع

- ۱- الماسی، م، ش. کیانی و ن. لویمی. ۱۳۷۸. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه (س). چاپ اول.
- ۲- امامی سلماسی، م. و ع. رشاد صدقی. ۱۳۷۷. "مقایسه اقتصادی کشت مکانیزه با کشت سنتی برنج در منطقه میانه". گزارش پژوهشی نهایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، نشریه شماره ۱۱۷.
- ۳- رنجبر، ا، ح. ر. قاسم‌زاده و ش. داودی. ۱۳۷۶. توان موتور و تراکتور (ترجمه). انتشارات دانشگاه تبریز.
- 4- Alwis, P. 2001. Development of swinging lugs reversible cage wheels for small and medium power tractors. Faculty of Agriculture, University of Ruhana, Kamburupitya. Sri Lanka. [www.nsf.ac.lk/awards/merit2001.htm](http://www.nsf.ac.lk/awards/merit2001.htm).
- 5- Anonymous. 1983. *Test Codes and Procedures for Farm Machinery*. RNAM Technical Publications, Series No. 12, Pasay city, Philippines.
- 6- ASAE Standards: ASAE D230.4. 1985. *Agricultural Machinery Management Data*. Sec. 4: 154. 32nd edition, 2950 Niels road, St. Joseph, MI. 49085-9659USA.
- 7- Bukhari, S., J. M. Baloch, G. R. Mari, A. N. Mirani, A. B. Bhutto, M. A. Bhutto. 1990. Effects of different speeds on the performance of moldboard plow. *AMA*. 21: (1): 27-31.
- 8- Cong, C.B. and C.Y. Fan . 1984. The research of driving wheel with movable lugs of the paddy field floating tractor. *International Society for Terrian- Vehicle Systems*, 8th International conference. Aug. 6-10 , Cambridge. U.K. Vol. 2: 495-505.
- 9- Gee-Clough, D. and V. K. Jindal. 1981. Improving the design and utilization of field machinery in Asia. *Proceeding of the International Conference on Agricultural Engineering and Agro-Industries in Asia*, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 10-13.
- 10- Hendriadi, A. and V. M. Salokhe. 2002. Improvement of a power tiller cage wheel for use in swampy peat soils. *Journal of Terramechanics*. 39: 55-70.
- 11- Srivastava, A. K., C. E. Goering and R. P. Rohrbach. 1993. *Engineering Principles of Agricultural Machines*. ASAE Textbook. No. 6: 134-136.
- 12- Triratanasirichai, K. and A. Oida. 1991. Study on design criteria of cage wheel. *Journal of Japanese Society of Agricultural Machinery*. 53 (3): 47-56.
- 13- Wu-Sx, Jh-Hu and Jx. Wong .1984. Behavior of soil under a lugged wheel. *International Society for Terrian-Vehicle Systems*, 8th International Conference. Cambridge, U.K., Vol. 2: 545-559.