مجله کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸، صص ۱۰۰-۸۷

آزمایش و ارزیابی مزرعه‌ای عملکرد دروگر برنج تراکتوری جلوسوار و مقایسه آن با دو نوع دروگر تیلری و موتوردار موجود در کشور

رضا طباطبائی کلور*

تاریخ وصول مقاله: ۸۷/۹/۳۰ و تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۲/۲۲

چکیده

آزمایش و ارزیابی عملکرد ماشین‌های با طراحی جدید درمقایسه با ماشین‌های موجود و بررسی کارایی و قابلیت‌های آنها اهمیت زیادی دارد. در این راستا، یک دروگر برنج تراکتوری جلوسوار قابل نصب بر روی تراکتورهای سبک شالیزاری با دو نوع دروگر موجود تیلرسوار و موتوردار مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌های مزرعه‌ای برای تعیین سرعت پیشروی، ظرفیت مزرعه‌ای، تلفات برداشت، تعداد کارگر موردنیاز و هزینه‌های برداشت انجام گرفت. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ظرفیت مزرعه‌ای دروگر تراکتوری با دو نوع دیگر دروگر وجود دارد. عواملی مانند افزایش عرض کار و سرعت پیشروی موجب افزایش ظرفیت مزرعه‌ای دروگر تراکتوری به میزان ۲/۵ الی ۳/۵ برابر دو نوع دیگر دروگر گردید. حداکثر ظرفیت مزرعه‌ای در سرعت پیشروی ٥/٤ کیلومتر در ساعت و به مقدار ۰/۸٤٥ هکتار در ساعت به‌دست آمد. تلفات محصول در دروگر تراکتوری در محدوده دو الی سه درصد به‌دست آمد. در سرعت‌های پیشروی ۲/۲ و ۳/۵ کیلومتر در ساعت دروگر تراکتوری، تلفات محصول تفاوت معنی‌داری با دو نوع دیگر دروگر داشت ولی در سرعت ٥/٤ کیلومتر در ساعت این اختلاف معنی‌دار نبود. تعداد کارگر موردنیاز برای برداشت یک هکتار برنج، به شرط جمع‌آوری با کمباین، توسط دروگر تراکتوری چهار نفر - ساعت، دروگر تیلرسوار ۹/۵ نفر- ساعت و دروگر موتوردار ۸/۵ نفر - ساعت برآورد شد. هزینه ساعتی برداشت در هر هکتار توسط دروگر تراکتوری ۷۹۵۳۰ ریال، دروگر تیلرسوار۱۱۹۸۵۰ ریال و دروگر موتوردار ١٤٣٠٢٦ ریال برآورد گردید.

کلمات کلیدی: برنج، برداشت مکانیزه، دروگر تراکتوری، دروگر تیلرسوار، دروگر موتوردار

* - استادیار، گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران - ایران
(E-mail: r_tabatabaee@yahoo.com)

مقدمه

براساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۵، سطح زیرکشت گیاه برنج در ایران حدود ۵۷۰ هزار هکتار، مقدار تولید آن ۲/٤ میلیون تن و متوسط عملکرد آن در هکتار برابر ٤۱٤۲ کیلوگرم بوده است (۱).

برداشت یکی از مهمترین و سخت‌ترین مراحل عملیات در چرخه تولید برنج می‌باشد. با معرفی ارقام پرمحصول، مشکلات برداشت افزایش یافته است زیرا مقدار بیشتری محصول بایستی جابجا شود (۹). در ایران همانند برخی دیگر از کشورهای تولیدکننده برنج، برداشت اغلب با دست انجام می‌گیرد. جدای از تلفات عمده دانه که درحین برداشت دستی برنج اتفاق می‌افتد، به دلیل کمبود شدید نیروی کار کشاورزی به‌ویژه در اوج فصل برداشت، کشاورزان با مشکلات عدیده‌ای در زمان برداشت محصول مواجه هستند. این امر موجب تأخیر بیشتر در عملیات برداشت و درنتیجه اتلاف بیشتر محصول خواهد شد. تحت این شرایط، برداشت به موقع محصول از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است (۲).

در ایران بخش عمده برداشت اغلب با دست انجام می‌گیرد اما در سال‌های اخیر استفاده از دروگرهای تیلری رو به گسترش است. جدای از تلفات عمده دانه که درحین برداشت دستی برنج اتفاق می‌افتد، به دلیل کمبود شدید نیروی کار به‌ویژه در اوج فصل برداشت و بالا بودن دستمزدها، کشاورزان با مشکلات عدیده‌ای در زمان برداشت محصول مواجه هستند. این امر موجب تأخیر بیشتر در عملیات برداشت و درنتیجه اتلاف بیشتر محصول خواهد شد (۱۰).

در دنیا و به‌ویژه در آسیا تلاش‌های زیادی برای مکانیزه کردن برداشت برنج انجام گرفته است. در سال ۱۹۷۰ در ژاپن دروگر برنج توسط ازاکی (Ezaki) طراحی و ساخته شد که بعدها نمونه‌های اصلاح شده آن در چین، تایلند، هند و پاکستان تولید شد (٤). در سال ۱۹۸۰، مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (IRRI) با همکاری مهندسان چینی یک دروگر برنج برای کشورهای آسیایی عرضه کرد که مدل ساده نمونه ژاپنی بود و پس از آن مدل‌های مختلف دروگرهای برنج تولیدشده در کشورهای مختلف به‌ویژه آسیایی از مکانیزم‌های مشابه برخوردار بودند (۵).

بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که استفاده از دروگرها از نظر اقتصادی هزینه برداشت را کاهش داده است. طبق گزارشات ارائه شده استفاده از دروگرها نیاز به نیروی کار را به میزان ٦۳/۷ درصد و هزینه برداشت را ۵۳ درصد نسبت به روش سنتی کاهش داد. در این تحقیق، روش برداشت سنتی با دو نوع دروگر تیلری و خودگردان مقایسه گردید (۳). همچنین محققین گزارش دادند استفاده از دروگر موتوردار (خودگردان) هزینه‌های برداشت را درمقایسه با روش سنتی کاهش داده است (٦). دیگر تحقیقات نشان داد که هزینه برداشت با استفاده از دروگر تیلری به طور متوسط ۱۵ درصد نسبت به روش سنتی کمتر بود (۸).

از سوی دیگر، برداشت توسط دروگرهای تیلری و موتوردار موجود مزیت‌های زیادی نسبت به برداشت دستی دارد اما با محدودیت‌هایی نیز مواجه است. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به عرض کار و سرعت پیشروی کم و درنتیجه ظرفیت مزرعه‌ای پایین و نیروی کار و هزینه بالا، هدایت دشوار و طاقت‌فرسای دروگر در زمین و عدم حفظ ارتفاع برش در طول کار اشاره کرد.

بنابراین، بهترین وسیله برای برداشت برنج کمباین است اما در ایران به دلیل بالا بودن رطوبت برنج در موقع برداشت و عدم گنجایش کارخانجات شالی‌کوبی، خشک‌کنی و انبارها ضروری است که محصول درو شده دو الی سه روز در معرض دمای محیط و نور خورشید قرار داده شده و سپس جمع‌آوری و کوبیده شود. از این رو، در حال حاضر چاره‌ای جز استفاده از دروگرها نمی‌باشد. از طرفی، گسترش روزافزون کمباین‌های مجهز به دماغه جمع‌آوری محصول درو شده به‌ویژه در شمال کشور استفاده از دروگرها را با استقبال بسیار زیادی مواجه کرده است.

باتوجه به ورود تراکتورهای سبک شالیزاری در اندازه‌های مختلف و گسترش توزیع آن، می‌توان از قابلیت‌های تراکتور استفاده کرده و معایب ذکر شده دروگرهای تیلری و موتوردار را مرتفع نمود. بر این اساس، با درنظر گرفتن مزیت‌های نسبی تراکتور، یک دستگاه دروگر برنج تراکتوری جلوسوار در پژوهشکده برنج و مرکبات ساری طراحی و ساخته شد. هدف از این تحقیق، آزمایش و ارزیابی عملکرد این دروگر در مزرعه و مقایسه آن با عملکرد دو نوع دروگر موجود تیلرسوار و موتوردار بود. این ارزیابی، با تعیین سرعت پیشروی، ظرفیت مزرعه‌ای، میزان تلفات محصول، تعداد کارگر موردنیاز و هزینه‌های ساعتی در هر هکتار برای این سه نوع دروگر صورت گرفت.

مواد و روشها

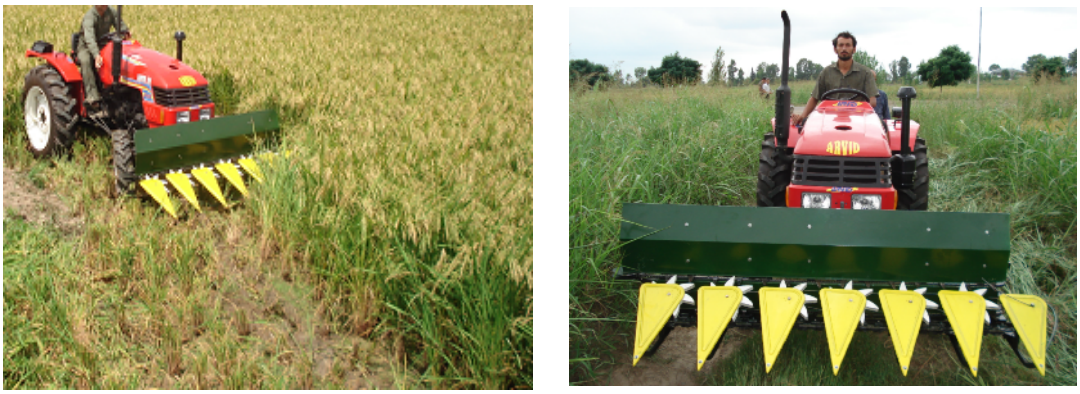
مشخصات دروگر تراکتوری

این دروگر از بخش‌های مختلفی مانند شانه برش، مکانیزم حرکت تیغه‌ها و سیستم انتقال و ردیف‌کننده محصول و برخی منضمات دیگر تشکیل شده که بر روی یک شاسی قابل اتصال به جلوی تراکتورهای سبک شالیزاری نصب می‌گردد.

شانه برش براساس اصل قیچی عمل می‌کند و از یک تسمه حامل تیغه‌های دندانه‌دار به عنوان لبه متحرک و ضد تیغه‌های مشابه با تیغه به عنوان لبه ثابت تشکیل شده است که هر دوی آنها دندانه‌دار از رو می‌باشند. حرکت رفت و برگشتی تیغه‌ها از طریق یک لنگی با فاصله ضربه (کورس) ۷۵ میلی‌متر و به طور مستقیم توسط یک هیدروموتور که به خروجی یدکی سیستم هیدرولیک تراکتور متصل است تأمین می‌گردد.
سیستم انتقال و ردیف‌کننده وظیفه دارد که محصول را به یک طرف دروگر (سمت راست) هدایت کند و به صورت ردیف منظم روی زمین درو شده قرار دهد. این سیستم شامل دو ردیف زنجیر انگشتی‌دار در بالای شانه برش می‌باشد که به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم قرار گرفته‌اند و

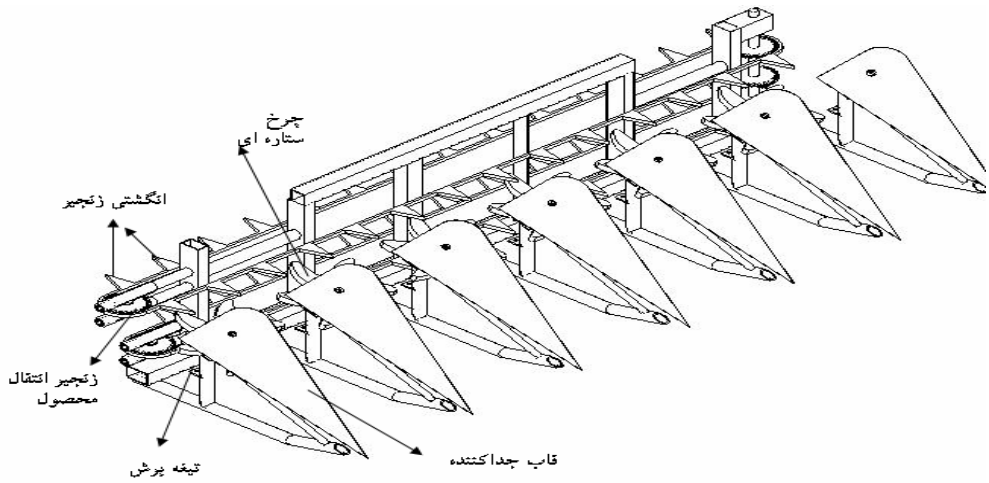
حرکت آنها از طریق چرخ دنده و زنجیر از محور محرک تیغه‌ها تأمین می‌شود. سرعت دورانی زنجیرها نصف سرعت دورانی محور محرک تیغه‌ها است. انگشتی‌های زنجیر بالایی درحین حرکت شش عدد چرخ ستاره‌ای را در مقابل خود می‌چرخانند و در واقع ساقه‌های بریده شده به کمک انگشتی‌ها و پره‌های چرخ ستاره‌ای به انتهای دروگر هدایت می‌شوند. شکل (۱) دروگر تراکتوری ساخته شده و شکل (۲) نمای کلی آن را نشان می‌دهد.

دروگر تراکتوری درمقایسه با دروگر تیلرسوار و موتوردار دارای تفاوت‌هایی در برخی قسمت‌ها می‌باشد. جدول (۱) مشخصات فنی سه نوع دروگر مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱ – دروگر برنج تراکتوری جلوسوار (نمونه ساخته شده)

Fig. 1 . Tractor front-mounted rice reaper (developed prototype)



شکل ۲ – نمای کلی دروگر و اجزای آن

Fig. 2 . Overall schematic of reaper and its components

جدول ۱ – مشخصات دروگرهای مورد استفاده در آزمایش

Table 1 - Specifications of rice reapers used in the experiment

مشخصات فنی Technical specifications	دروگر تراکتورسوار (نمونه ساخته شده) Tractor - mounted reaper (Developed prototype)	دروگر تیلرسوار* (ایران–رشت) Tiller- mounted reaper (Iran)	دروگر موتوردار* (تایوان مدل ۱۲۰ TR) Self- propelled reaper (TR120 Taiwan)
عرض کار (cm) Width (cm)	180	120	120
ارتفاع برش (cm) Cutting height (cm)	20-45	15-45	10-40
مکانیزم محرک تیغه Blade drive mechanism	هیدرو موتور Hydro motor	محور توان‌دهی تیلر Tiller PTO	محور توان‌دهی موتور بنزینی Engine power shaft
دور محور محرک تیغه (rpm) Rotation of blade drive shaft (rpm)	395-490	450	400
سرعت خطی تیغه (m/s) Blade velocity (m/s)	1.5-1.9	1.7	1
سرعت پیشروی (km/h) Forward speed (km/h)	2.2-6.1	2-3	2-3
کورس تیغه (mm) Blade cycle (mm)	75	75	50

* – برخی اطلاعات مربوطه از کاتالوگ شرکت سازنده به‌دست آمده است.

* Some information has been derived from the factory catalog

آزمایش مزرعه‌ای

آزمایش دروگرها در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده برنج و مرکبات واقع در ساری بر روی رقم شلتوک پرمحصول قائم یک انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و ارزیابی به روش مقایسه میانگین‌ها صورت گرفت. سه کرت ۵۰۰ مترمربعی به ابعاد ۲۰ × ۲۵ متر برای هر یک از دروگرها درنظر گرفته شد و آزمایش نهایی بر روی این کرت‌ها انجام گرفت (۷). قبل از انجام آزمایش نهایی بر روی کرت‌های اصلی، ابتدا آزمایش‌های لازم برای تعیین سرعت پیشروی در دنده‌های مختلف تراکتور، سرعت حرکت رفت و برگشتی تیغه و تنظیمات دیگر صورت گرفت. سرعت‌های پیشروی ۲/۲، ۳/۵ و ٥/٤ کیلومتر در ساعت به‌ترتیب برای سرعت‌های محور محرک تیغه ۳۹۵، ٤٤٠ و ٤٩٠ دور در دقیقه در دنده‌های یک، دو و سه سنگین و دور موتور ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ دور در دقیقه به‌دست آمد. همچنین،

سرعت پیشروی دروگر تیلر سوار ۲/۳ و موتوردار ۲/٦ کیلومتر در ساعت تعیین گردید که متناسب با سرعت حرکت تیغه و توانایی کارگر هدایت‌کننده دروگر به‌دست آمد.

دروگر در جلوی تراکتور سبک شالیزاری (مدل آروید چینی ۲۵ اسب بخار) بر روی شاسی مناسب نصب گردید. ارتفاع شانه برش از سطح زمین متناسب با ارتفاع برش توسط یک پیچ عمودی در مرکز اتصال دروگر به شاسی تنظیم گردید. شیلنگ‌های ورودی و خروجی یدکی سیستم هیدرولیک تراکتور به هیدروموتور با دبی ۳۲ لیتر در دقیقه (مدل MP32CD/4) متصل گردید.

در هر یک از کرت‌های اصلی آزمایش توسط یک نوع دروگر و به وسیله یک راننده مجرب (چه کاری؟) صورت گرفت. روابط مربوط به هر یک از عوامل مختلف ارزیابی عملکرد در جدول (۲) آورده شده است. سرعت پیشروی از تقسیم مسافت طی شده (۲۰ متر) در طول کرت بر زمان طی این مسافت که توسط یک کرونومتر ثبت شد محاسبه گردید (۷). محاسبه عوامل ارزیابی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها براساس طرح پایه کاملاً تصادفی صورت گرفت که در آن پنج تیمار شامل سه نوع دروگر و سرعت پیشروی آنها بر روی صفت‌های ظرفیت مزرعه‌ای و تلفات برداشت در چهار تکرار انجام گرفت (جدول‌های ۲ و ۳). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار spss و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت.

محاسبه هزینه‌ها

هزینه‌های به‌کارگیری هر یک از دروگرها نیز با محاسبه هزینه‌های ثابت و متغیر مطابق جدول (۳) برآورد گردید. لازم به ذکر است که در محاسبه هزینه‌های دروگر تراکتوری و تیلری باتوجه به اینکه تراکتور و تیلر تنها در زمان استفاده از دروگر درگیر کار هستند (حدود یک ماه) و کاربردهای فراوان دیگری در طول سال در مراحل خاک‌ورزی، کاشت، داشت و حمل و نقل دارند، لذا تنها هزینه‌های متغیر مربوط به آنها به‌عنوان منبع توان دروگر درنظر گرفته شد.

برای برآورد تعداد کارگر موردنیاز در هر هکتار (برحسب نفر – ساعت) از سه نمونه شالیزار که توسط هر یک از دروگرهای تیلرسوار و موتوردار برداشت شد اطلاعات مربوطه جمع‌آوری گردید و با اطلاعات به‌دست آمده از سه کشاورز دیگر به طریق پرسش‌نامه مقایسه شد. در مورد دروگر تراکتوری نیز به دلیل عدم خستگی راننده درحین برداشت و مشکلات جابجایی و حمل و نقل دروگر یک نفر – ساعت درنظر گرفته شد.

نتایج و بحث

جدول (٤) نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های عواملی مانند ظرفیت مزرعه‌ای و تلفات برداشت را برای سه نوع دروگر در سرعت‌های پیشروی آنها نشان می‌دهد. باتوجه به قابلیت تغییر سرعت حرکت تیغه‌ها در دورهای مختلف هیدروموتور توسط گاز دستی تراکتور و آزمایش‌های اولیه برای به دست آوردن سرعت پیشروی در دورهای مختلف موتور متناسب با سرعت حرکت تیغه، سه سرعت پیشروی برای دروگر تراکتوری مطابق جدول (٤) درنظر گرفته شد.

جدول ۲ - روابط مورد استفاده برای محاسبه عوامل مختلف ارزیابی دروگرها

Table 2 - equations used for different factors of reapers evaluation

عامل	معادله	توصیف پارامترهای معادله
سرعت پیشروی (km/h) Forward speed (km/h)	V=3.6(X/t)	V: سرعت پیشروی ماشین (km/h) Forward speed (km/h) X: مسافت طی شده (m) Distance (m) t: زمان طی مسافت (s) Time (s)
ظرفیت مزرعه‌ای (ha/h) Field capacity (ha/h)	$C_a=(V.W.e)/10$	C_a: ظرفیت مزرعه‌ای (ha/h) Field capacity (ha/h) W: عرض کار (m) Width (m) e: راندمان مزرعه‌ای (%) Field efficiency (%)
تلفات برداشت (%) * Harvesting losses (%)*	$H=(W_{gt}-W_{go})/Y$	H: تلفات برداشت (%) Harvesting losses (%) W_{gt}: تلفات حین برداشت و پس از آن (g/m^2) Losses during and after harvesting (g/m^2) W_{go}: تلفات قبل از برداشت (g/m^2) Losses before harvesting (g/m^2) Y: عملکرد محصول (g/m^2) Crop yield (g/m^2)

* - تلفات برداشت توسط چهارچوب‌های یک مترمربعی در چهار نقطه از کرت اندازه‌گیری می‌شود و میانگین آنها برحسب گرم بر متر مربع بیان می‌شود.

* - Harvesting losses are measured at four points by a square frame 1 × 1 m and the mean values are represented in g/m^2

باتوجه به نتایج به‌دست آمده، اختلاف معنی‌داری بین ظرفیت مزرعه‌ای دروگر تراکتوری با دو نوع دیگر دروگر وجود دارد (جدول ٤). به‌علاوه این اختلاف در سرعت‌های مختلف پیشروی دروگر تراکتوری نیز معنی‌دار می‌باشد. از آنجا که ظرفیت مزرعه‌ای به سرعت پیشروی و عرض کار بستگی دارد و هر دوی این پارامترها مطابق جدول (۱) و (٤) در دروگر تراکتوری بیشتر است لذا ظرفیت مزرعه‌ای این دروگر نسبت به دو نوع دیگر بیشتر می‌باشد (جدول ۲). افزایش ۱/۵ برابری عرض کار و ۲/۵ برابری سرعت پیشروی موجب افزایش ۲/۵ الی ۳/۵ برابری ظرفیت مزرعه‌ای دروگرهای تراکتوری شده است. باتوجه به اینکه سرعت پیشروی دروگر را می‌توان با افزایش سرعت حرکت رفت و برگشتی تیغه‌ها افزایش داد، بنابراین این قابلیت در دروگر تراکتوری که حرکت تیغه‌ها از یک هیدروموتور تأمین می‌شود وجود دارد. دور

هیدروموتور متناسب با دور موتور تراکتور توسط گاز دستی قابل تنظیم است و سرعت پیشروی را نیز می‌توان در دنده‌های مختلف تنظیم کرد. این امر در مورد دو نوع دیگر تراکتور باتوجه به نامشخص بودن دور موتور متناسب با گاز و درنتیجه سرعت حرکت تیغه‌ها به سادگی قابل حصول نیست، ضمن این‌که سرعت پیشروی نیز با توانایی راه رفتن و هدایت دروگر محدود می‌شود.

جدول ۳ - روابط مربوط به برآورد هزینه‌های دروگر

Table 3 - Equations for evaluation of reaper costs

موارد هزینه Cost cases	رابطه Equation	توصیف Description
استهلاک Depreciation	$a = (A-d)/(T.n)$ $d = (0.1)A$	a: استهلاک (ریال بر ساعت) Depreciation (Rial/h) A: قیمت اولیه دروگر (هزار ریال) Purchase price (×1000Rial) n: متوسط استفاده سالیانه (ساعت در سال) Annual average usage (h/year) T: دوره مالکیت (سال) Ownership period (year)
بهره Interest	$f = 0.5A(i/n)$	f: هزینه بهره (ریال بر ساعت) Interest cost (Rial/h) i: نرخ بهره (درصد) Interest rate (%)
جایگاه ادوات Hangar	$m = (0.05A)/(n.T)$	m: هزینه هانگار (ریال بر ساعت) Hangar cost (Rial/h)
تعمیر و نگهداری Repair and maintenance	$TB= (0.7A)/(n.T)$	TB: هزینه تعمیر و نگهداری (ریال بر ساعت) Repair and maintenance cost (Rial/h)
سوخت Fuel	$F=P_1.FC$	F: هزینه سوخت (ریال بر ساعت) Fuel cost (Rial/h) P_1: قیمت سوخت (ریال بر لیتر) Fuel price (Rial/lit) FC: مصرف سوخت (لیتر بر ساعت) Fuel consumption (Lit/h)
روغن Lubricant	$O=P_2.OC$	O: هزینه روغن (ریال بر ساعت) Lubricant cost (Rial/h) P_2: قیمت روغن (ریال بر لیتر) Lubricant price (Rial/lit) OC: مصرف روغن (لیتر بر ساعت) Lubricant consumption (Lit/h)

جدول ٤ – مقایسه میانگین‌های عوامل مربوط به ارزیابی سه نوع دروگر

Table 4 - Comparison of mean values of evaluation factors for three type reapers

تیمار Treatment		ظرفیت مزرعه ای ** (هکتار بر ساعت) Field capacity (ha/h)	تلفات محصول * (درصد) Crop losses (%)
نوع دروگر Reaper type	سرعت پیشروی (km/h) Forward speed (km/h)		
تراکتوری جلوسوار Tractor –mounted reaper	2.2	(0.381±0.017) [a]	(2.24±0.02) [a]
	3.5	(0.548±0.002)[b]	(2.63±0.02) [c]
	5.4	(0.845±0.005)[c]	(3.07±0.17) [b]
تیلر سوار Tiller- mounted	2.3	(0.241±0.002) [d]	(3.23±0.28) [b]
موتوردار (خودگردان) Self- propelled	2.6	(0.302±0.003) [ad]	(3.16±0.01) [b]

هر داده میانگین ٤ تکرار است. * – در سطح پنج درصد معنی‌دار است. ** – در سطح یک درصد معنی‌دار است.

Each data is mean value of four replicates. * - Correlation is significant at 0.05 levels. ** - Correlation is significant at 0.01 levels

نتایج نشان می‌دهد که بین تلفات محصول در سرعت پیشروی بالای دروگر تراکتوری (٥/٤ کیلومتر در ساعت) و دروگرهای تیلری و موتوردار تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ٤). اما این تفاوت در سرعت‌های کم نوع تراکتوری (۲/۲ و ۳/۵ کیلومتر در ساعت) با سرعت بالای آن و نیز با دو نوع دیگر دروگر معنی‌دار می‌باشد. در حالت کلی، کار با دروگرهای تیلری و موتوردار بسیار مشکل است زیرا راننده فشار زیادی تحمل می‌کند و خستگی بر یکنواختی کار تأثیر منفی می‌گذارد. بنابراین بخشی از تلفات ناشی از این وضعیت است. در دروگر تراکتوری، راننده در آرامش فقط تراکتور را هدایت می‌کند اما دلیل تلفات محصول بخشی مربوط به عرض کار زیادتر و بخش دیگر مربوط به حرکت تراکتور در مزرعه است که برخی ساقه‌ها با چرخ برخورد می‌کنند.

بنابراین با درنظر گرفتن ظرفیت مزرعه‌ای دروگر تراکتوری (۰/۸٤٥ هکتار در ساعت) و نیز میزان تلفات محصول (۳/۰۷ درصد) استفاده از دروگر تراکتوری در سرعت‌های بالا بسیار مطلوب می‌باشد.

برآورد هزینه‌های مربوط به هر یک از دروگرها مطابق جدول (۳) صورت گرفت. هزینه کل، شامل هزینه‌های ثابت و متغیر می‌باشد که در این میان هزینه مربوط به مالیات درنظر گرفته نشد. قیمت‌ها براساس نرخ‌های سال ۱۳۸۷ محاسبه گردید. میزان قیمت اسقاطی ۱۰ درصد

قیمت اولیه، قیمت گازوئیل هـر لیتـر ٤٠٠، بنـزین هـر لیتـر ۱۰۰۰ و روغـن هـر لیتـر ۱۰۰۰۰ ریـال منظور گردید. مدت زمان اسـتفاده از دروگرهـا در فصل برداشت ۳۰ روز در سـال و بـا کـار روزانـه هشت ساعت و سالیانه ۲٤۰ ساعت درنظر گرفتـه شد (جدول ۵).

جدول ۵ – جزئیات مربوط به محاسبات هزینه ها

Table 5 - Details for cost calculations

دروگر موتوردار Self- propelled reaper	دروگر تیلرسوار Tiller-mounted reaper	دروگر تراکتوری Tractor- mounted reaper	هزینه‌ها Costs
34000	12000	25000	قیمت اولیه دروگر (هزار ریال) Purchase price (Rial × 1000)
3400000	1200000	2500000	قیمت اسقاطی دروگر (ریال)
240	240	240	استفاده متوسط سالیانه (ساعت در سال) Average annual use (h/year)
7	5	8	دوره مالکیت (سال) Ownership period (Year)
8500	3000	6250	بهره (ریال در ساعت) Interest (Rial/h)
12	12	12	نرخ بهره (درصد) Interest rate (%)
1012	500	651	جایگاه ادوات (ریال در ساعت) Implement hangar (Rial/h)
14160	7000	9110	تعمیر و نگهداری (ریال در ساعت) Service and maintenance (Rial/h)
1100	300	1000	سوخت (ریال در ساعت) Fuel (Rial/h)
40	50	800	روغن (ریال در ساعت) Lubricant (Rial/h)
1.1	0.75	2.5	مصرف سوخت (لیتر در ساعت) Fuel consumption (Lit/h)
0.04	0.05	0.8	مصرف روغن (لیتر در ساعت) Lubricant consumption (Lit/h)
150000	150000	100000	دستمزد راننده (ریال در ساعت) Driver payment (Rial/h)

جمع هزینه‌های ساعتی در دروگر تراکتوری حدود ۵۵ و دروگر تیلرسوار ۸۳ درصد هزینه‌های دروگر موتوردار برآورد شد (جدول ٦). اما باید توجه کرد که اگر هزینه‌های ثابت تراکتور و تیلر نیز در این دو نوع دروگر درنظر گرفته شود، هزینه‌های این دروگرها افزایش می‌یابد. اما نکته اصلی این است، همان‌طورکه پیشتر ذکر شد از تراکتور و تیلر استفاده‌های دیگری نیز می‌شود. با وجود این، استفاده از دروگر تراکتوری باتوجه به ظرفیت مزرعه‌ای ۲/۵ الی ۳/۵ برابر دو نوع دیگر دروگر و ساعات کمتر کار بسیار مقرون به صرفه خواهد بود (جدول ٤).

جدول ٦ – هزینه‌های ثابت و متغیر سه نوع دروگر (ریال در ساعت)

Table 6 - Fix and variable costs for three type reapers (Rial/hour)

هزینه Costs	دروگر تراکتوری Tractor- mounted reaper	دروگر تیلرسوار Tiller-mounted reaper	دروگر موتوردار Self- propelled reaper
استهلاک Depreciation	11719	9000	18214
بهره Interest	6250	3000	8500
جایگاه ادوات Hangar	651	500	1012
تعمیر و نگهداری Service and maintenance	9110	7000	14160
سوخت Fuel	1000	300	1100
روغن Lubricant	800	50	40
دستمزد راننده Driver payment	50000	100000	100000
جمع کل Total cost	79530	119850	143026

هزینه‌های متغیر در دروگر تراکتوری ۷۷/۵ درصد، دروگر تیلرسوار ۹۰ درصد و دروگر موتوردار ۸۱/۳ درصد به‌دست آمد. دلیل عمده کم بودن هزینه‌های متغیر دروگر تراکتوری نسبت به دو نوع دیگر دستمزد کمتر راننده است چرا که برخلاف دو نوع دیگر دروگر راننده فشار کاری بسیار کمتری را تحمل می‌کند.

باتوجه به نتایج، برآورد حاصل از جمع‌آوری داده‌های مزرعه‌ای و پرسش‌نامه نشان می‌دهد که تعداد کارگر موردنیاز فقط برای دروکردن هر هکتار برحسب نفر – ساعت برای دروگر تراکتوری چهار نفر – ساعت، دروگر تیلرسوار ۹/۵ نفر – ساعت و دروگر موتوردار ۸/۵ نفر – ساعت می‌باشد (جدول ۷). لازم به ذکر است که در استفاده از دروگر تراکتوری تعداد کارگر لازم برای درو کردن مزرعه منهای حاشیه تنها یک راننده کافی است اما به‌دلیل عرض کار زیاد عرض بیشتری از حاشیه نسبت به دو نوع دیگر دروگر باید درو شود. بنابراین باتوجه به هزینه بالای دستمزد، تعداد کمتر کارگر در دروگر تراکتوری موجب کاهش چشم‌گیری در هزینه‌های برداشت می‌گردد.

جدول ۷ – تعداد کارگر موردنیاز برحسب نفر – ساعت به ازای هر هکتار در برداشت با سه نوع دروگر

Table 7 - Number of labor-hour per hectare for harvesting with three type reapers

مورد	دروگر تراکتوری	دروگر تیلرسوار	دروگر موتوردار
Case	Tractor- mounted reaper	Tiller-mounted reaper	Self- propelled reaper
درو کردن حاشیه مزرعه Field around mowing	3	2.5	2.5
دروکردن مزرعه Field mowing	1	7	6

جمع‌آوری محصول درو شده توسط کمباین‌های مجهز به دماغه بردارنده صورت می‌گیرد.

Gathering the mowed crop is conducted by combines with picking head.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

باتوجه به نتایج، می‌توان گفت دروگر تراکتوری جلوسوار باتوجه به عرض کار بیشتر و امکان استفاده در سرعت‌های بیشتر، دارای ظرفیت مزرعه‌ای ۲/۵ الی ۳/۵ برابر بالاتر از دو نوع دیگر دروگرها می‌باشد. همچنین، از نتایج ارزیابی‌ها مشخص گردید که تلفات محصول در

دروگـر تراکتـوری علـی‌رغـم ظرفیـت مزرعـه‌ای بیشتر تفاوت معنی‌داری با دو نوع دیگر نـدارد. از طرف دیگر هزینه و تعداد کـارگر موردنیـاز کمتـر نیز در مجمـوع نشـان‌دهنـده ویژگـی‌هـای دیگـر برتری دروگر تراکتوری درمقایسه با دو نوع دیگر می‌باشد.

پیشنهاد می‌شـود بـه منظـور کـاهش تلفـات برداشت در دروگر تراکتـوری، سـرعت پیشـروی بیش از حـد مجـاز نباشـد زیـرا موجـب افـزایش تلفات ریزش دانه، خوشه و همچنـین سـاقه‌هـای بریده نشده می‌شود. به‌علاوه، پیشنهاد می‌شود کـه به‌دلیل عرض کار بیشتر این نوع دروگـر و حجـم بیشتر محصول روی ردیف قبـل از جمـع‌آوری از خشک شـدن آن بـه میـزان لازم اطمینـان حاصـل شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسـیله از ریاسـت پژوهشـکده بـرنج و پژوهشـکده مرکبـات و همچنـین از آقایـان علـی اصغر بابانسـب و حمیدرضـا محمـودی قـدردانی می‌گردد.

References

1 - Agricultural crops statistics (2006) Ministry of Jihad- Agriculture. Tehran, Iran.

2 - Alizadeh MR (2001) Evaluation and comparison of rice losses in various harvesting methods, Final Reports, Rice Research Institute, Rasht, Iran.

3 - Alizadeh MA, Bagheri I and Payman MH (2007) Evaluation of a rice reaper used for rapeseed harvesting. American- Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2: 388-394.

4 - Ezaki H (1970) Binders and combines. Agricultural Books Co. Tokyo, Japan.

5 - IRRI (International Rice Research Institute) (1987) IRRI annual report. Philippine. IRRI. Pp. 512-513.

6 - Juarez FS, Bart D, Amanda T and Robert S (1989) Socio-economic and technical performance of mechanical reapers in Philippines. AMA, 20: 49-54.

7 - Regional Network for Agricultural Machinery (1983) RNAM test codes and procedures for farm machinery. Los Banos, Philippines. 297 p.

8 - Singh GA Chaudhary P and Clough DG (1988) Performance evaluation of mechanical reapers in Pakistan. AMA, 19: 47-52.

9 - Tabatabaie R, Borghei A, Alimardani R, Rajabipour A and Mobli H (2006) Measuring the static and dynamic cutting force of stems for Iranian rice varieties. J. Agric. Sci. Technol. 8: 193-198.

10 - Tabatabaie R, Borghei A, Alimardani R, Rajabipour A and Mobli H (2005) Investigation of the parameters affected the cutting force and strength of paddy stem. Journal of Agricultural Science 11: 261-272.

Test and performance evaluation of a tractor front - mounted rice reaper and comparison it with two available reapers

R. Tabatabaei kolour*

Abstract

It is very important to test and evaluate the performance and ability of new-design machinery in comparison with available ones. Based on this, a tractor front-mounted rice reaper was compared and evaluated with tiller- mounted and self-propelled reapers. Field experiments were conducted to determine forward speed, field capacity, harvesting losses, labor and costs. Experiments were conducted based on completely randomized design with four replications. Analysis of variance and mean values results indicated that there is a meaningful difference between field capacity of tractor- mounted reaper and two other types. Increasing the work width and forward speed increased the field capacity about 2.5 to 3.5 times more than two other types. Maximum field capacity (0.845 ha/h) was obtained at forward speed of 5.4 km/h. Crop losses for tractor- mounted reaper was at range of 2 to 3 percent. There was a difference between crop losses at speeds of 2.2 and 3.5 km/h for tractor- mounted with two other types but at 5.4 km/h it was not. Labor and costs for harvesting one hectare were about 4, 9.5 and 8.5 person-hour and 79530, 119830 and 143026 for tractor- mounted, tiller-mounted and self-propelled rice reapers, respectively.

Key words: Mechanized harvesting, Rice, Self-propelled reaper, Tiller-mounted reaper, Tractor mounted reaper

* - Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran - Iran **(E-mail: r.tabatabaei@sanru.ac.ir)**