

ارزیابی فنی و اقتصادی عملکرد کمباین‌های وش چین خودگردان و کشتی

محمدحسین سعیدی‌راد*، عباس مهدی‌نیا، سعید ظریف‌نشاط، شهرام نوروزیه،

صمد نظرزاده‌اوغاز و محمدرضا رمضانی‌مقدم**

* نگارنده مسئول: بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد، ایران. تلفن: ۰۵۱)۳۳۸۲۲۳۷۳، پیام‌نگار: saiedirad@yahoo.com

** به‌ترتیب: دانشیار پژوهش؛ مربی پژوهش؛ و استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ استادیار پژوهش موسسه تحقیقات پنبه کشور؛ مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی؛ و استادیار پژوهش بخش تحقیقات علوم زراعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱۷

چکیده

از مهم‌ترین عوامل کاهش درجه مکانیزاسیون برداشت پنبه، متناسب نبودن کمباین‌های وش چین با الگوی کشت و استفاده نکردن از ارقام مناسب است. به‌منظور ارزیابی عملکرد کمباین‌های وش چین پنبه در الگوی کشت داخل کشور، کارایی سه نوع کمباین برداشت پنبه (خودگردان سه‌ردیفه پنبه طراحی و ساخته شده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، کمباین جان‌دیر دو ردیفه خودگردان، و کمباین جان‌دیر دو ردیفه کشتی) مطالعه شدند. در این تحقیق، در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر پایه آزمایش فاکتوریل، تأثیر سرعت پیشروی کمباین در سه سطح (۲/۱، ۳/۴ و ۴/۸ کیلومتر بر ساعت) و رقم پنبه در دو سطح (خرداد و ورامین) بر صفات زیر بررسی شد: درصد وزنی وش باقی‌مانده بر ساقه پنبه در چین‌های اول و دوم، درصد وزنی وش‌های ریخته شده در سطح مزرعه، بازده مکانیکی برداشت، ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای، مصرف سوخت، درصد مواد خارجی در مخزن کمباین و هزینه‌های ثابت و جاری. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که کمباین سه‌ردیفه وش چین دارای بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای (۰/۴۸ هکتار در ساعت) و پایین‌ترین درصد بازده (۶۴/۹ درصد) نسبت به دو کمباین دیگر است؛ بالاترین بازده (۷۴/۶۸ درصد) متعلق به کمباین دو ردیفه خودگردان است. پایین‌ترین میزان درصد وزنی وش باقی‌مانده بر ساقه پنبه (۷/۸۷ درصد) در سرعت پیشروی ۲/۱ کیلومتر بر ساعت دیده می‌شود. نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسه اقتصادی کمباین سه‌ردیفه با دو کمباین دوردیفه نشان می‌دهد که کمباین سه‌ردیفه وش چین، به‌علت پایین‌تر بودن هزینه ثابت، نسبت به دو کمباین دیگر، پایین‌ترین دوره برگشت سرمایه (۳/۲۹ سال) را نیز دارد.

واژه‌های کلیدی

ارزیابی مزرعه‌ای، رقم پنبه، سرعت پیشروی، کمباین پنبه

مقدمه

تن بر هکتار تولید می‌شود. سطح زیر کشت پنبه در کشور ما نسبت به سال‌های قبل کاهش یافته است (Anon, 2013). از دلایل عمده این کاهش می‌توان به بالا بودن هزینه تولید پنبه نسبت به گیاهان رقیب تابستانه، به‌علت غیر مکانیزه بودن تولید، و قیمت پایین محصول اشاره کرد. اما به‌نظر می‌رسد عمده‌ترین خطری که این

در ایران، پنبه یکی از محصولات مهم و استراتژیک صنعتی است و به‌دلیل اهمیت بالایی که در اشتغال‌زایی و کسب درآمد برای کشور دارد، به طلای سفید شهرت پیدا کرده است. سطح زیر کشت پنبه در کشور ۸۱۰۰۰ هکتار است و سالانه ۱۸۹۰۰۰ تن وش با متوسط عملکرد ۲/۳۳

برداشت پنبه تنها در کشورهای توسعه‌یافته‌ای نظیر آمریکا ۱۰۰ درصد مکانیزه است. در کشورهای در حال توسعه یا جهان سوم از درصد پایین‌تری از مکانیزاسیون برداشت تا برداشت کاملاً دستی متغیر است. به‌علاوه، در بعضی از کشورها مثل کشورهای آسیای میانه پس از فروپاشی اتحاد جماهیری شوروی، درصد برداشت مکانیزه پنبه پایین آمده است (Chaudhry, 1997).

نوروزیه و همکاران (Noroozieh *et al.*, 2002) تأثیر پارامترهای سرعت پیشروی و ارتفاع دماغه را بر میزان کیفیت وش برداشت شده با ماشین وش‌چین برای پنبه رقم ورامین بررسی کردند. برداشت با یک دستگاه ماشین وش‌چین دو ردیفه مدل جان‌دیر سری ۹۹۰۰ انجام شد. عامل اصلی در طرح آزمایشی، ارتفاع قسمت پایین دماغه از سطح زمین، در دو سطح ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری و عامل فرعی سرعت پیشروی بود، در سه سطح ۳/۲۹، ۴/۲۴ و ۴/۹۹ کیلومتر در ساعت. در این طرح تأثیر این عوامل بر میزان مواد خارجی در وش‌های برداشت شده، بقایای مانده روی بوته، تلفات برداشت روی زمین و غوزه‌های مانده بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد که ارتفاع دماغه اثر معنی‌داری بر غوزه‌های باقی‌مانده روی بوته ندارد ولی اثر سرعت پیشروی بر عملکرد و تلفات (غوزه‌های باقی‌مانده و ریخته شده) در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. بالاترین عملکرد و کمترین تلفات به ترتیب در سرعت‌های ۳/۲۹، ۴/۲۴ و ۴/۹۹ کیلومتر بر ساعت به دست آمد.

در تحقیقی در کشور ترکیه، اثر ارقام پنبه (کارمن^۱ و استونویل^۲) و فاصله بین ردیف‌های کاشت (۷۶ و ۸۱ سانتی‌متر) بر عملکرد کمباین برداشت پنبه بررسی شد. در این تحقیق از کمباین برداشت پنج ردیفه مدل (CASE-IH-420) استفاده شده بود. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در خصوص اثر آنها بر میزان عملکرد و ضایعات وجود ندارد، همچنین تفاوت معنی‌داری بین میزان مواد خارجی موجود در

محصول را تهدید می‌کند کمبود نیروی کارگری در زمان داشت (وجین) و برداشت است. حدود ۴۰ درصد از هزینه تولید پنبه در برداشت دستی این محصول مصرف می‌شود. این امر خصوصاً در اراضی بزرگ، که از حالت خود معیشتی خارج می‌شوند، بیشتر نمود پیدا می‌کند.

پنبه در ماه‌های مهر، آبان و آذر برداشت می‌شود. در یک سال زراعی، فصل برداشت پنبه همزمان با فصل کاشت غلات و نیز برداشت بسیاری از محصولات نظیر زعفران و چغندرقد است. از این‌رو کمبود نیروی کارگری و تراکم کاری در این فصل زراعی مشکلاتی از قبیل تأخیر در زمان برداشت را برای کشاورزان به وجود می‌آورد. اگر در برداشت پنبه تأخیر شود، محصول با افت کیفی و کاهش قیمت خرید مواجه خواهد شد. استفاده از ماشین می‌تواند در کاهش هزینه‌های برداشت نقش مؤثری داشته باشد و از طرف دیگر با برداشت به موقع محصول، خسارت‌های ناشی از سرما و بارندگی‌های زودرس پاییزه را نیز کاهش دهد.

از مهم‌ترین ماشین‌های برداشت پنبه، ماشین وش‌چین است. هرچند آماری دقیق از تعداد ماشین‌های برداشت وش پنبه در کشور وجود ندارد اما شواهد نشان می‌دهد که اغلب دستگاه‌های موجود به دلایل مختلف بلااستفاده مانده‌اند. از مهم‌ترین دلایل فقدان کارایی مناسب ماشین‌های پنبه‌چین وارداتی را می‌توان متناسب نبودن ماشین با الگوی کشت مناطق مختلف، استفاده نکردن از ارقام مناسب برای برداشت ماشینی و پایین بودن کیفیت و تکنولوژی ماشین را نام برد.

در کشورهای توسعه‌یافته عملیات زراعی پنبه با ماشین است. این امر منجر به افزایش سطح زیرکشت و کاهش هزینه تولید شده است. اما متأسفانه در کشور ما درجه مکانیزاسیون پنبه در عملیات کاشت حدود ۷۰ درصد، داشت ۱۰ درصد و برداشت کمتر از ۱ درصد است (Anon, 2013).

وجود نداشت ولی در سال دوم آزمایش عملکرد برداشت با غوزه‌چین، بیشتر از عملکرد برداشت با وش چین بود (۶/۷ در مقابل ۵/۲ عدل بر هکتار). یاتس و همکاران (Yates et al., 2007) با مقایسه دو سیستم برداشت غوزه‌چین و وش چین پنبه در تگزاس امریکا به این نتیجه دست یافتند که سیستم برداشت غوزه‌چین عملکرد بالاتری دارد. پراساد و همکاران (Prasad et al., 2007) عملکرد وش چین دو ردیفه خودگردان ۹۹۳۵ جاندر را در چندین منطقه کشور هند بررسی کردند. متوسط سرعت پیشروی، ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای، تلفات برداشت کل، راندمان مکانیکی وش چین، راندمان برداشت و مصرف سوخت به ترتیب برابر ۲/۶۲ کیلومتر بر ساعت، ۰/۲۸ هکتار بر ساعت، ۲۳/۶۳ درصد، ۷۵/۷ درصد، ۷۶/۴ درصد و ۲۲-۲۴ لیتر بر ساعت به دست آمد.

فالکنر و همکاران (Faulkner et al., 2011) دو سیستم برداشت غوزه‌چین و وش چین پنبه را در سه فصل برداشت در هفت ناحیه زمین‌های آبی در تگزاس امریکا مقایسه کردند. پارامترهای عملکرد کمباین شامل ظرفیت مزرعه‌ای، تلفات برداشت و ناخالصی پنبه بود. کمباین‌های غوزه‌چین مجهز به سیستم تمیزکن، عملکرد بالاتری نسبت به کمباین‌های وش چین داشتند. در مزارع با عملکرد بالا، وش چین‌ها نسبت به غوزه‌چین‌ها بهره‌وری بالاتری داشتند. تلفات برداشت در وش چین‌ها بیشتر بود ولی در عوض مواد خارجی کمتری در مخزن وجود داشت. آدبجیا و جکسون (Adebija & Jackson, 2013) یک ماشین وش چین دستی توسعه یافته پنبه را با ماشین وش چین دستی مرسوم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که نیازهای کارگری برای این وش چین کمتر از نیازهای کارگری برای نوع مرسوم و راندمان برداشت آن برابر ۶۰ درصد است. زمان برداشت پنبه در یک مساحت ۵۰ متر مربعی هنگام استفاده از این ماشین جدید ۱۲ دقیقه کمتر بود تا برای نوع مرسوم.

پنبه برداشت شده با کمباین و برداشت با دست وجود دارد که افزایش مواد خارجی در برداشت ماشینی باعث تقویت رنگ زرد در محصول پنبه می‌گردد. در هر دو رقم، برگ‌ریزی پایین‌تر موجب افزایش مواد زائد در محصول برداشت و کاهش درجه رنگی آن می‌گردد (Erdal et al., 2011).

بررسی تأثیر سرعت دورانی سوزن‌های پنبه‌چین در کمباین برداشت پنبه در سه سطح (۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ دور در دقیقه) بر میزان ضایعات (وش‌های برداشت نشده)، ناخالصی‌ها، مواد زائد موجود در پنبه برداشت شده و کیفیت لیاف نشان داد که ضایعات پنبه روی ساقه‌ها در مزرعه در سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه به‌طور معنی‌داری بیشتر از ضایعات پنبه در دو سرعت ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ دور در دقیقه است. این موضوع می‌رساند که به‌منظور عملکرد صحیح و کاهش میزان ضایعات، حداقل سرعت دورانی برای سوزن‌های وش چین ۲۰۰۰ دور در دقیقه است (Kevin & Hughs, 2006). ویلیفورد و همکاران (Williford et al., 1994) گزارش کردند ماشین برداشت نوع وش چین با راندمان حداکثر ۹۵ درصد می‌تواند پنبه را برداشت کند اما به‌طور معمول این مقدار بین ۸۵ تا ۹۰ درصد است در صورتی که راندمان برداشت ماشین برداشت نوع غوزه‌چین ۹۹ درصد است. خصوصیات فیزیکی غوزه و گیاه پنبه به‌مقدار بسیار زیادی مقدار تلفات را در هنگام برداشت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

فیرکلوتس و همکاران (Faircloth et al., 2004) مقایسه‌ای جامع در مورد روش‌های برداشت (وش‌چینی و غوزه‌چینی) واریته‌های مختلف پنبه در امریکا انجام دادند. ماشین‌های وش چین در محل‌های مختلف آزمایش متفاوت بودند ولی تنها از یک نوع ماشین غوزه‌چین (مجهز به تمیزکننده مزرعه) استفاده شد. در سال اول این تحقیق روش‌های مختلف برداشت برای هر واریته اختلاف معنی‌داری در عملکرد وش در محل‌های مورد آزمایش

کشت گردید. برای هر دو رقم پنبه، ۳۲ کیلوگرم بذر در هکتار (۱۵۰ هزار بذر در هکتار) کشت شد. مزرعه به روش قطره‌ای و با استفاده از نوار تیپ آبیاری گردید. برای حذف برگ‌ها، قبل از شروع برداشت ماشینی و زمانی که ۷۰ درصد غوزه‌ها باز شدند، مزرعه با استفاده از ترکیب دو هورمون برگ ریز دراپ^۱ و اکستریم اکسترا^۲ محلول‌پاشی گردید.

در این تحقیق، در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر پایه آزمایش فاکتوریل و در سه تکرار، تأثیر نوع و مدل کمباین در سه سطح (برداشت پنبه با کمباین وش چین سه‌ردیفه، برداشت با وش چین خودگردان دو ردیفه و برداشت جان‌دیر مدل ۹۹۲۰ و برداشت با وش چین کششی دو ردیفه و برداشت جان‌دیر مدل ۷۲۶۰)، سرعت پیشروی کمباین - بر اساس تحقیقات سایرین (Noroozieh *et al.*, 2007; Prasad *et al.*, 2002) - در سه سطح (۲/۱، ۳/۴ و ۴/۸ کیلومتر بر ساعت) و رقم پنبه در دو سطح (خرداد و ورامین) بر صفات زیر بررسی شد. پارامترهایی که اندازه‌گیری و محاسبه شدند مشتمل بودند بر:

- درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه پنبه در چین اول و دوم؛ برای تعیین این پارامتر، پس از هر برداشت و با استفاده از قاب مربع‌شکل، پنبه‌های موجود روی بوته در سه نقطه از مزرعه با دست برداشت و توزین گردید و درصد وزنی آن نسبت به عملکرد محاسبه شد.

- درصد وزنی وش‌های ریخته شده در سطح مزرعه؛ پس از هر چین (اول و دوم) پنبه‌های ریخته شده بر سطح زمین جمع‌آوری و توزین گردید و درصد وزنی پنبه‌های برداشت نشده نسبت به عملکرد محاسبه شد.

- درصد ناخالصی موجود در مخزن پنبه؛ پس از هر مرحله آزمایش، سه نمونه وزنی پنبه از مخزن کمباین انتخاب و ناخالصی موجود در الیاف پنبه جدا و توزین گردید. درصد ناخالصی بر اساس وزن کل نمونه محاسبه شد.

با توجه به محدودیت منابع آب و خاک در کشور، کشاورزان از الگوی کشت متراکم‌تر استفاده می‌کنند که در این الگو، فاصله بین ردیف‌های کشت ۷۵-۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود (Baniani *et al.*, 2006)، از طرف دیگر، اکثر کمباین‌های وش چین پنبه وارداتی موجود در داخل کشور، برای الگوهای کشت با فاصله ردیف‌های ۹۰-۱۱۰ سانتی‌متر طراحی شده‌اند و امکان کاهش فاصله بین سکوهای برداشت، کمتر از ۹۰ سانتی‌متر، وجود ندارد. بنابراین، با توجه به الگوی کشت داخل، تنها کمباین‌های کششی یک طرفه قابل استفاده خواهند بود و امکان استفاده از دیگر مدل‌های کمباین‌های وش چین وجود ندارد. بر همین اساس و به منظور تطابق ساختار ماشین با الگوی کشت داخل، یک دستگاه کمباین خودگردان سه ردیفه پنبه وش چین با فاصله ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متری در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی طراحی و ساخته شد. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر سرعت پیشروی کمباین و رقم پنبه بر کارایی و عملکرد کمباین پنبه و نیز بر ضایعات حین برداشت است. در این تحقیق کارایی کمباین سه ردیفه ساخته شده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در مقایسه فنی و اقتصادی با کمباین‌های برداشت پنبه وارداتی، شامل کمباین دو ردیفه خودگردان جان‌دیر ۹۹۲۰ و جان‌دیر ۷۲۶۰، بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ایستگاه طرق، اجرا شد. بدین‌منظور ابتدا در اسفندماه، مزرعه به روش مرسوم (شخم با گاواهن برگردان‌دار - دیسک - لولر) آماده شد. در اردیبهشت‌ماه، دو رقم پنبه (خرداد و ورامین) در دو قطعه زمین هر یک به مساحت یک هکتار و با فاصله ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متر با استفاده از ردیف کار مکانیکی سه ردیفه

خالص سالانه با کسر هزینه‌های جاری از درآمد سالانه هر کمباین محاسبه شد و سپس بر اساس هزینه ثابت خرید اولیه دستگاه دوره بازگشت سرمایه به دست آمد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس حاصل از بررسی تأثیر رقم پنبه، نوع کمباین برداشت و سرعت پیشروی بر صفات مورد مطالعه (مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای، بازده، ظرفیت ماده‌ای، درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه پنبه در چین‌های اول و دوم و همچنین درصد وزنی پنبه‌های ریخته شده روی زمین در حین برداشت) نشان می‌دهد که نوع کمباین تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر کلیه صفات دارد. تأثیر رقم تنها بر ظرفیت ماده‌ای و درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه پنبه در چین اول در سطح احتمال ۱ درصد و بر درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه پنبه در چین دوم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. طبق نتایج آنالیز واریانس، سرعت پیشروی بر مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای، ظرفیت ماده‌ای، درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه پنبه در چین اول در سطح احتمال ۱ درصد و بر راندمان و درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه پنبه در چین دوم در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری دارد.

نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها، با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد، نشان داد که کمباین سه ردیفه وش چین، نسبت به دو کمباین دو ردیفه دیگر، بالاترین میزان مصرف سوخت (۲۷/۹۶ لیتر در ساعت) را دارد که با توجه به اینکه ظرفیت مزرعه‌ای و همچنین ظرفیت ماده‌ای آن در حدود ۲۵ درصد بالاتر از دو کمباین دیگر است، این افزایش مصرف سوخت توجیه‌پذیر خواهد بود.

مقایسه بازده سه کمباین مورد آزمایش نشان می‌دهد که کمباین سه ردیفه وش چین، نسبت به دو کمباین

مصرف سوخت؛ با استفاده از تکنیک باک‌پر، در ابتدای هر آزمایش مخزن سوخت کمباین پر می‌شد، و در انتهای آن، سوخت مصرفی با محاسبه حجم خالی شده مخزن (پر کردن دوباره مخزن) محاسبه شد.

- ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای، ظرفیت اسمی و بازده زراعی؛ بازده زراعی و ظرفیت اسمی با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید:

$$E_f = \frac{C_{ae}}{C_{at}} \times 100 \quad (1)$$

$$C_{at} = \frac{w.v.36}{100} \quad (2)$$

که در آن‌ها،

C_{ae} = ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (هکتار بر ساعت) بر مبنای میانگین مساحت قطعات برداشت شده و مدت زمان برداشت؛ C_{at} = ظرفیت اسمی (هکتار بر ساعت)؛ V = سرعت حرکت (متر بر ثانیه)؛ و w = عرض کار اسمی دستگاه (متر).

- ظرفیت ماده‌ای؛ برای اندازه‌گیری ظرفیت ماده‌ای، وزن پنبه برداشت شده موجود در مخزن پنبه در یک زمان مشخص برداشت اندازه‌گیری و ظرفیت ماده‌ای کمباین بر حسب کیلوگرم بر ساعت محاسبه شد.

به‌منظور ارزیابی و مقایسه مالی، هزینه‌های ثابت دو کمباین دو ردیفه خودگردان و کششی بر اساس قیمت فروش در سایت شرکت جان‌دیر و محاسبه ریالی و همچنین در نظر گرفتن هزینه‌های گمرکی و تعرفه‌های وارداتی و با مشورت واردکنندگان ماشین‌های کشاورزی تعیین شد. هزینه ثابت کمباین سه ردیفه بر اساس اظهارات مخترع و سازنده تعیین گردید. درآمد حاصل از برداشت ماشینی پنبه، با توجه به هزینه برداشت ۸ میلیون ریال برای هر هکتار و همچنین محاسبه ۱۰ ساعت کاری در یک روز و دوره کاری ۶۰ روزه محاسبه گردید. درآمد

دیگر، پایین‌ترین میزان بازده (۶۴/۹ درصد) را دارد و بالاترین درصد بازده متعلق به کمباین دو ردیفه خودگردان (۷۴/۶۸ درصد) است. دلیل کاهش درصد بازده کمباین سه ردیفه‌ی وش چین توقف‌های زیادتر از حد معمول در مزرعه و گیر کردن شاخه‌های بوته‌ی پنبه در داخل استوانه‌های وش چین است. از طرف دیگر، کمباین دو ردیفه‌ی کششی به علت قدرت مانوردهی کمتر نسبت به کمباین دو ردیفه‌ی خودگردان و صرف زمان بیشتر در دوزدن‌ها، بازده پایین‌تری دارد.

برای هر سه نوع کمباین، عملیات برداشت دو بار انجام می‌گردد تا وش‌ها به‌طور کامل برداشت شوند. از این‌رو به‌منظور ارزیابی عملکرد کمباین‌ها در خصوص میزان ضایعات، درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه‌ی پنبه پس از چین اول و دوم محاسبه می‌گردد. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که بالاترین درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه‌ی پنبه در چین‌های اول و دوم به‌ترتیب برابر ۲۷/۵۹ و ۲۱/۷۷ درصد و متعلق به کمباین وش چین سه ردیفه است. دو کمباین دو ردیفه خودگردان و کششی در این خصوص تفاوت معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۱- نتایج آزمون مقایسه‌ی میانگین‌ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون دانکن

متغیرها								
سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)			نوع کمباین			رقم		
۴/۸	۳/۴	۲/۱	دور ردیفه کششی	دور ردیفه خودگردان	سه ردیفه	ورامین	خرداد	صفات
۲۷/۰۴c	۲۵/۲۶b	۲۱/۷۳a	۲۴/۴۳b	۲۱/۶۲a	۲۷/۹۶c	۲۴/۶۲a	۲۴/۷۲a	مصرف سوخت (لیتر در ساعت)
۰/۵۳c	۰/۴۱b	۰/۲۸a	۰/۳۶c	۰/۳۸b	۰/۴۸a	۰/۴۱a	۰/۴۱a	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار در ساعت)
۶۴/۴۴c	۷۰/۳۰b	۷۵/۳۹a	۷۰/۵۴c	۷۴/۶۸b	۶۴/۹۰a	۶۹/۸۲a	۷۰/۲۷a	بازده (درصد)
۱۶۳۹/۹c	۱۴۷۵/۰b	۱۰۱۴/۲a	۱۱۰۵/۷c	۱۲۹۵/۷b	۱۷۲۷/۷a	۱۵۸۱/۸b	۱۱۷۰/۹a	ظرفیت ماده‌ای (کیلوگرم در ساعت)
۰/۰۲۵c	۰/۰۱۹b	۰/۰۰۳a	۰/۰۱b	۰/۰۰a	۰/۰۳c	۰/۰۱۷a	۰/۰۲۰a	ناخالصی (درصد وزنی)
۲۷/۰۴c	۲۰/۴۲b	۱۴/۳۴a	۱۸/۰۷b	۱۶/۱۴a	۲۷/۵۹c	۱۸/۱۳b	۲۰/۰۷a	L1 (درصد وزنی)
۱۸/۲۱c	۱۱/۵۵b	۷/۸۷a	۸/۷۲b	۷/۱۵a	۲۱/۷۷c	۹/۲۲b	۱۱/۸۷a	L2 (درصد وزنی)
۰/۰۶a	۰/۰۴a	۰/۰۳a	۰/۰۰b	۰/۰۰b	۰/۱۳a	۰/۰۵۴a	۰/۰۳۵a	L3 (درصد وزنی)

در هر ستون اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

L1: درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه‌ی پنبه در چین اول، L2: درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه‌ی پنبه در چین دوم و L3: درصد وزنی پنبه‌های ریخته شده روی زمین.

نتایج آزمون مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان می‌دهد که بین دو رقم خرداد و ورامین در خصوص ظرفیت ماده‌ای و درصد وزنی وش باقیمانده بر ساقه‌ی پنبه در چین اول و دوم تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بالاتر بودن ظرفیت ماده‌ای در برداشت رقم ورامین به علت عملکرد بالاتر آن نسبت به رقم خرداد است. از طرف دیگر، در برداشت رقم خرداد، نسبت به رقم ورامین، به‌علت بیشتر بودن شاخه‌های جانبی آن و همچنین کوتاه‌تر بودن ارتفاع بوته از سطح خاک، درصد وش باقیمانده بر ساقه‌ی پنبه در دو چین اول و دوم افزایش یافته است. بررسی تأثیر سرعت پیشروی کمباین‌ها بر عملکرد آنها در مزرعه نشان می‌دهد که با افزایش سرعت پیشروی، ظرفیت مزرعه‌ای و ماده‌ای افزایش پیدا می‌کند ولی موجب کاهش بازده از ۷۵/۳۹ درصد به ۶۴/۴۴ درصد گردیده است. با در نظر گرفتن

می‌دهد. مشخص شد که در برداشت دو رقم خرداد و ورامین، پایین‌ترین میزان درصد وزنی پنبه‌های برداشت نشده مربوط به سرعت پیشروی ۲/۱ کیلومتر در ساعت است. همچنین، نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کلیه صفات مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری بین دو سرعت ۳/۴ و ۴/۸ کیلومتر در ساعت برای دو رقم خرداد و ورامین وجود ندارد و تنها سرعت ۲/۱ کیلومتر بر ساعت با دو سرعت دیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری است.

سرعت پیشروی ۴/۸ کیلومتر بر ساعت و عرض کار ۲۲۵ سانتی‌متر برای کمباین سه‌ردیفه، ظرفیت اسمی آن ۱/۰۸ هکتار بر ساعت به‌دست می‌آید، در حالی که در این سرعت، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر به‌علت توقف‌های مکرر کمباین در اثر گیر کردن محصول، ۰/۶۹ هکتار بر ساعت به‌دست آمده است. این تفاوت بین دو ظرفیت اسمی و مؤثر، کاهش ۱۴ درصد بازده را در مجموع هر سه کمباین موجب شده است. جدول ۲ نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها را برای اثر متقابل دو گانه رقم پنبه در سرعت پیشروی نشان

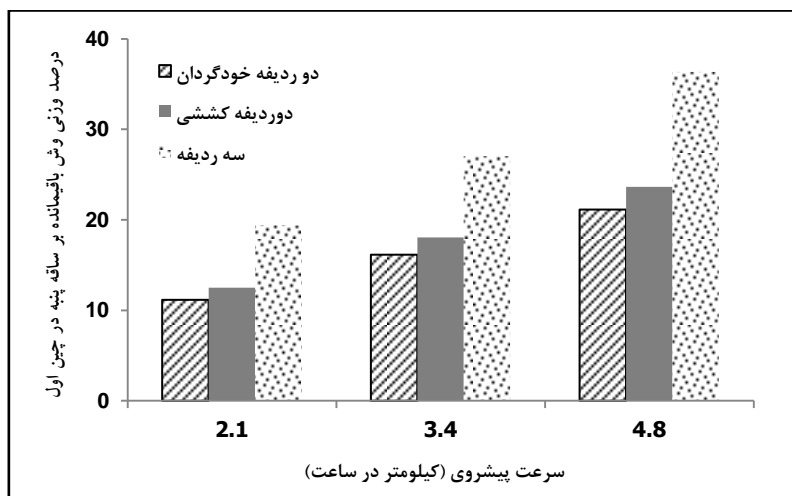
جدول ۲- اثر متقابل دو گانه رقم پنبه در سرعت پیشروی بر مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای، ظرفیت ماده‌ای و درصد وزنی وش باقی‌مانده بر ساقه پنبه در چین‌های اول و دوم

رقم	سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)	مصرف سوخت (لیتر در ساعت)	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار در ساعت)	ظرفیت ماده‌ای (کیلوگرم در ساعت)	وش باقی‌مانده بر ساقه در چین اول (درصد وزنی)	وش باقی‌مانده بر ساقه در چین دوم (درصد وزنی)
خرداد	۲/۱	۲۲/۱۸ab	۰/۲۸a	۸۶۹/۳۸a	۱۴/۶۸a	۷/۹۱a
	۳/۴	۲۵/۷۴c	۰/۴۱b	۱۲۸۳/۴۰b	۲۰/۵۷b	۱۲/۳۲ab
	۴/۸	۲۶/۲۵c	۰/۵۳c	۱۳۵۹/۹۰b	۲۷/۹۵c	۱۸/۳۹b
ورامین	۲/۱	۲۱/۲۸a	۰/۲۸a	۱۱۵۹/۰۰b	۱۴/۰۰a	۷/۸۲a
	۳/۴	۲۴/۷۷bc	۰/۴۱b	۱۶۶۶/۵۰c	۲۰/۲۶b	۱۰/۷۸ab
	۴/۸	۲۷/۸۲c	۰/۵۳c	۱۹۲۰/۰۰c	۲۶/۱۴c	۱۸/۰۴b

در هر ستون اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

مزرعه و باقیمانده روی ساقه‌ها افزایش می‌یابد (Noroozieh et al., 2002). نمودار شکل ۳ تأثیر سرعت پیشروی بر ظرفیت مزرعه‌ای سه کمباین مورد آزمایش را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که در کمباین سه‌ردیفه، با افزایش سرعت پیشروی از ۲/۱ به ۳/۴ کیلومتر در ساعت، ظرفیت مزرعه‌ای نیز با شیب نسبتاً تند افزایش پیدا می‌کند و در حالی که با افزایش سرعت پیشروی به ۴/۸ کیلومتر در ساعت این میزان افزایش کمتر شده است. این وضعیت در محاسبه ظرفیت ماده‌ای نیز دیده می‌شود (شکل ۴).

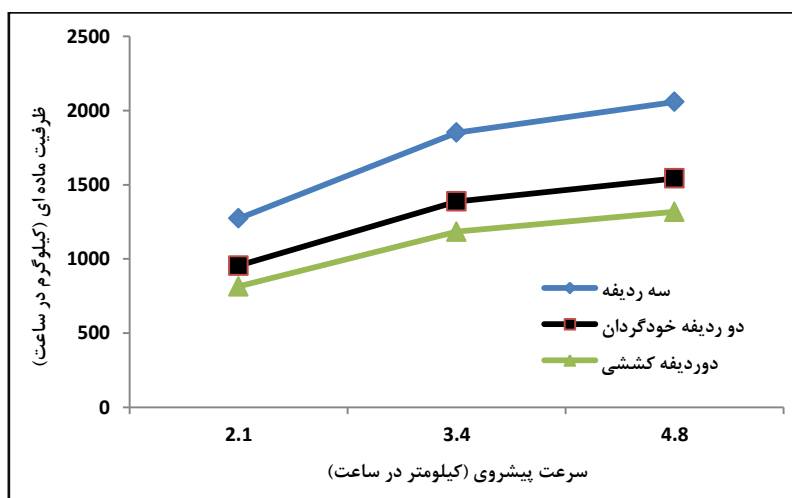
همان‌گونه که در نمودارهای شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، در هر سه نوع کمباین با افزایش سرعت پیشروی از ۲/۱ به ۴/۸ کیلومتر بر ساعت، درصد وزنی پنبه‌های برداشت نشده و باقی‌مانده روی بوته در چین‌های اول و دوم به‌ترتیب به‌طور میانگین ۴۶ و ۵۵ درصد افزایش یافته است. این افزایش در چین‌های اول و دوم به‌ترتیب ۴۷ و ۶۶ درصد به‌دست آمد و در کمباین سه‌ردیفه بیشتر است تا در دو کمباین دیگر. نتایج پژوهش دیگر در همین زمینه مؤید این مسئله است که با افزایش سرعت پیشروی، تلفات شامل وش‌های ریخته شده در سطح



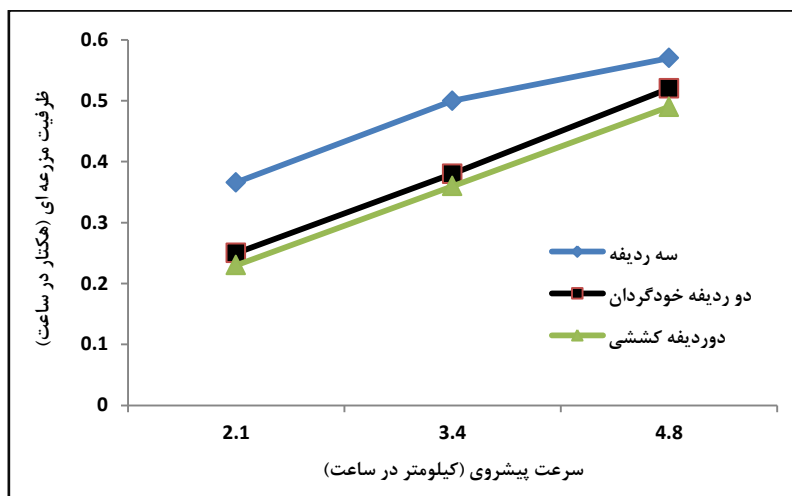
شکل ۱- تأثیر سرعت پیشروی در سه کمباین مورد آزمایش بر درصد وزنی و ش باقی مانده بر ساقه پنبه در چین اول



شکل ۲- تأثیر سرعت پیشروی در سه کمباین مورد آزمایش بر درصد وزنی و ش باقی مانده بر ساقه پنبه در چین دوم



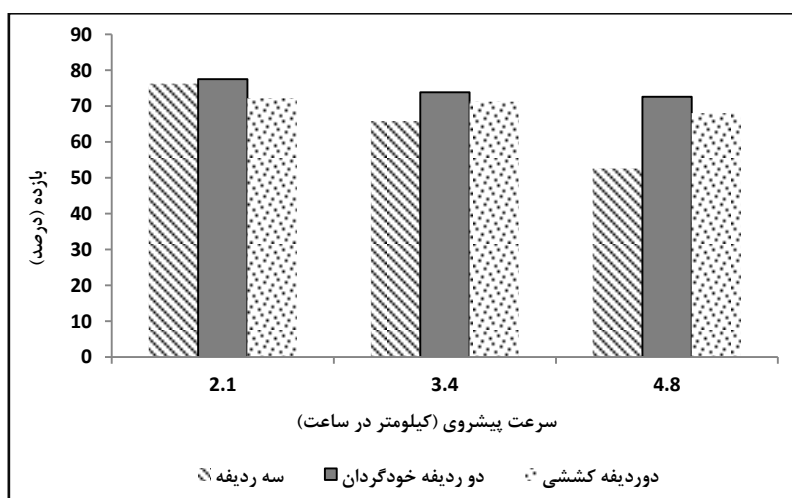
شکل ۳- تأثیر سرعت پیشروی بر ظرفیت مزرعه‌ای در سه کمباین مورد آزمایش



شکل ۴- تأثیر سرعت پیشروی بر ظرفیت ماده‌ای در سه کمباین مورد آزمایش

و در سرعت‌های بالاتر از ۲/۱ کیلومتر بر ساعت دچار گرفتگی در قسمت استوانه‌های وش چین می‌شد، از این رو با افزایش سرعت پیشروی، کاهش بازده عملکردی آن نسبت به دو کمباین دیگر بیشتر است (شکل ۵). بر اساس مشاهدات مزرعه‌ای، معلوم شده است که علت گرفتگی استوانه‌های وش چین در سرعت‌های بالاتر از ۲ کیلومتر در ساعت، توان پایین موتور کمباین است؛ این موتور متعلق به کمباین دو ردیفه است و با افزایش ردیفه‌های برداشت از دو به سه، لازم است موتور با توان بالاتر به کار گرفته شود.

بررسی وضعیت بازده عملکردی سه کمباین در سه سرعت مورد آزمون نشان می‌دهد که کمباین دو ردیفه خودگردان دارای بالاترین بازده نسبت به دو کمباین دیگر است و از طرف دیگر، با افزایش سرعت پیشروی، میزان تغییرات بازده آن در مقایسه با کمباین سه ردیفه بسیار کمتر است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که عملکرد کمباین سه ردیفه در سرعت‌های بالاتر از ۲/۱ کیلومتر بر ساعت مطلوب نیست و با افزایش سرعت پیشروی، بازده عملکردی آن به میزان ۳۱ درصد کاهش می‌یابد. کمباین سه ردیفه نمونه اولیه و آزمایشی است، نواقص جزئی دارد،



شکل ۵- تأثیر سرعت پیشروی بر بازده در سه کمباین مورد آزمایش

تراکتور (برای کمباین دو ردیفه کششی) محاسبه شد. نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسه کمباین سه ردیفه با دو کمباین دو ردیفه نشان می‌دهد که کمباین سه ردیفه وش چین، به‌علت پایین‌تر بودن هزینه اولیه، نسبت به دو کمباین دیگر، دارای پایین‌ترین دوره بازگشت سرمایه (۳/۲۹ سال) است. هزینه ثابت اولیه خرید کمباین‌های دو ردیفه وارداتی بالاست و همین امر باعث افزایش دوره بازگشت سرمایه به ۹/۴۵ و ۷/۸۸ سال شده است. هزینه‌های جاری و متغیر کمباین دوردیفه کششی به‌علت نیاز به تراکتور نسبت به دو کمباین دیگر افزایش نشان می‌دهد.

برای ارزیابی و مقایسه مالی کمباین سه ردیفه با دو کمباین دوردیفه موجود، درآمد حاصل از برداشت ماشینی پنبه، با توجه به هزینه برداشت ۸ میلیون ریال برای هر هکتار و همچنین در نظر گرفتن ۱۰ ساعت کاری در یک روز و دوره کاری ۶۰ روزه، مطابق جدول ۵ محاسبه گردید. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی مزرعه‌ای، مناسب‌ترین سرعت پیشروی برای برداشت پنبه در سه کمباین مورد مطالعه سرعت ۲/۱ کیلومتر در ساعت است که ظرفیت مزرعه‌ای حاصل از این سرعت نیز ملاک محاسبات قرار گرفت. هزینه‌های جاری بر اساس مصرف سوخت، هزینه سرویس و نگهداری، دستمزد راننده، اجاره

جدول ۳- هزینه‌های ثابت و متغیر سه نوع کمباین مورد آزمایش

نوع کمباین	هزینه‌های ثابت و متغیر		
	سه ردیفه	دو ردیفه خودگردان	دو ردیفه کششی
	۰/۳۶	۰/۲۵	۰/۲۳
ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار در ساعت)	۳/۶	۲/۵	۲/۳
کارکرد روزانه (هکتار)	۱۷۲۸	۱۲۰۰	۱۱۰۴
درآمد سالانه (میلیون ریال)	۵۰۰۰	۹۵۰۰	۶۵۰۰
هزینه ثابت خرید اولیه (میلیون ریال)	۱۶۲۰۰	۱۰۸۰۰	۱۲۰۰
مصرف سوخت (لیتر در سال)	۲۱۰	۱۹۵	۲۸۰
هزینه‌های جاری سالانه (میلیون ریال)	۱۵۱۸	۱۰۰۵	۸۲۴
درآمد خالص سالانه (میلیون ریال)	۳/۲۹	۹/۴۵	۷/۸۸
دوره بازگشت سرمایه (سال)			

نتیجه‌گیری

موتور نصب شده روی این کمباین جوابگوی نیازهای سیستم‌های حرکتی و همچنین استوانه‌های پنبه‌چین نیست و در سرعت‌های بالاتر از ۲ کیلومتر بر ساعت این مشکل حادث می‌شود و دقت عملکرد کمباین به‌شدت افت پیدا می‌کند. از این‌رو به‌نظر می‌رسد، در صورت استفاده از منبع توان قوی‌تر و متناسب با کمباین سه ردیفه، بازده عملکردی آن بهبود یابد.

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که عملکرد دو کمباین برای برداشت دو رقم پنبه تفاوت چشمگیری با همدیگر ندارند؛ همچنین مشخص شد که در برداشت ماشینی رقم

ارزیابی و مقایسه عملکرد مزرعه‌ای کمباین‌های برداشت پنبه نشان می‌دهد که کمباین سه ردیفه به‌علت بیشتر بودن عرض کار، نسبت به دو کمباین دیگر، دارای بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای است. ولی با توجه به اینکه این دستگاه نمونه اولیه و آزمایشی است، نواقص جزئی نیز دارد، در حین حرکت و برداشت در مزرعه اغلب دچار گرفتگی در قسمت استوانه‌های وش چین می‌شود، و بازده عملکردی آن نسبت به دو کمباین دیگر پایین‌تر است. ارزیابی مزرعه‌ای کمباین سه ردیفه، نشان داد که توان

ورامین، به‌علت شاخه‌های جانبی بیشتری که نسبت به سه ردیفه‌وش چین به‌علت تولید داخل و هزینه ثابت اولیه رقم خرداد دارد، درصد وزنی پنبه‌های باقی مانده روی بوته‌ها بیشتر است. ارزیابی مالی و مقایسه هزینه‌های ثابت و متغیر سه نوع کمباین مورد مطالعه نشان می‌دهد که کمباین اقتصادی بالاتری دارد و مدت زمان بازگشت سرمایه آن در حدود یک سوم و نصف دو کمباین خودگردان و کششی است.

مراجع

- Adebija, J. A. and Jackson, B. A. 2013. Performance evaluation of a manually operated cotton picker. Afr. J. Agr. Res. 8(29): 3883-3887.
- Anon. 2013. Agricultural statistical bulletin. Ministry of Jihad-Agriculture. (in Persian)
- Baniani, A., Squalmani, A., Hakimi, M. and Alaei, M. 2006. Principles of cotton cultivation. Ministry of Jihad-Agriculture. General Office of Cotton and Oil Seed. (in Persian)
- Chaudhry, R. 1997. Harvesting and ginning of cotton in the world. Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council. Memphis, Tennessee.
- Faircloth, J. C., Hutchinson, R., Barnett, J., Paxson, K., A., Coco and Price, P. 2004. An evaluation of alternative Cotton harvesting methods in northeast Louisiana: A comparison of the brush stripper and spindle harvester. J. Cotton Sci. 8(2): 55-61.
- Faulkner, W. B., Wanjura, J. D., Hequet, E. F. and Boman, R. 2011. Harvest systems on irrigated cotton: Fiber quality. Appl. Eng. Agric. 27(4): 507-513
- Erdal, O., Behic, T., Unal-Evcim, H. and Degirmencioglu, A. 2011. Effect of variety and row spacing on the performance of a cotton picker. J. Food. Agric. Environ. 9(1): 236-242.
- Kevin, D. and Hughs, S. E. 2006. Spindle speed effects on cotton quality. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Meeting Presentation. Paper Number: 061079.
- Noroozieh, Sh., Mobli, H., Ghannadha, M. and Oghabi, H. 2002. Effect of speed and height of the nose on the amount and quality of lint cotton picked by picker combine for Varamin variety. J. Agric. Knowl. 13(1): 63-69. (in Persian)
- Prasad, J., Kapur, T., Sandhar, N., Majumdar, S., Patil, P., Shukla, S. K., Jaiswal, B. N. and Patil, A. B. 2007. Performance evaluation of spindle type cotton picker. J. Agric Eng. 44(1): 38-42.
- Williford, J. R., Brashears, A. D. and Barker, G. L. 1994. Harvesting in Cotton Ginners Handbook. USDA Agricultural Research Service. Washington, DC.
- Yates, J., Boman, R., Kelly, M. and Brashears, A. 2007. Comparison of costs and returns for alternative cotton harvest methods in the Texas high plains. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council. Memphis, Tennessee.

Technical and Economical Evaluation of Self Peopelled and Tractor Mounted Cotton Pickers

**M. H. Saeidirad* , A. Mahdinia, S. Zarifneshat, S. Nazarzadeh and
M. R. Ramazani-Moghadam**

* Corresponding Author: Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. Email: saeidirad@yahoo.com
Received: 29 November 2016, Accepted: 7 May 2017

The most important limiting factors in reduction of mechanization degree of cotton harvesting are access to suitable harvester for a specific planting pattern and lack of suitable varieties. In order to evaluate the performance of cotton picking combines in conventional planting patterns, three cotton picking combines (self-power three-row cotton picker that was designed and built in Khorasan Razavi Agricultural Research Center, self-propelled two-row cotton picker and tractor-mounted two-row cotton picker) were studied. In this context , the effects of type of cotton picker (three levels), forward speed (2.1, 3.4 and 4.8 km/h) and cotton variety (*Khordad* and *Varamin*) were investigated and the effect on parameters such as weight percentage of cotton losses at first and second picking stages, weight percentage of cotton waste, efficiency, effective field capacity and fuel consumption were recorded. The results showed that self-propelled three-row cotton picker had the highest effective field capacity (0.48 ha/hr.) and the lowest efficiency percent (64.9%) as compared to the other cotton pickers. The highest efficiency (74.68%) belonged to self-propelled two-row cotton picker. The lowest weight percentage of cotton losses (7.87%) was obtained at 1.2 km/hr. forward speed. The economic analysis and comparison of cotton pickers showed that the self-propelled three-row cotton picker, due to lower initial cost as compared to others cotton pickers, had the lowest period of initial cast return (3.29 years).

Key words: Cotton Picker, Cotton Variety, Farm Evaluation, Speed