# بررسی تاثیر رقم پنبه و سرعت پیشروی ماشین بر عملکرد سه نوع کمباین وش چین پنبه

محمد حسین سعیدی راد[1*] ، سعید ظریف نشاط[2]، صمد نظرزاده اوغاز[3]، عباس مهدی نیا[3]

۱- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۲- استادیارپژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۳- مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

* ایمیل نویسنده مسئول: Saiedirad@yahoo.com

**چکیده:**

سطح زیر کشت پنبه در کشور ۸۱۰۰۰ هکتار است و سالانه ۱۸۹۰۰۰ تن وش با متوسط عملکرد ۲/۴۱ تن در هکتار تولید می-شود از مهمترین مشکلات پنبه، بالا بودن هزینه برداشت دستی می باشد. استفاده از ماشین می تواند در کاهش هزینه های برداشت نقش موثری ایفا نموده و از طرف دیگر با برداشت به موقع محصول، خسارات های ناشی از سرما و بارندگی های زودرس پاییزه نیزکاهش می یابد. هدف از این پژوهش مقایسه فنی و اقتصادی کمباین سه نوع کمباین برداشت پنبه (کمباین خود گردان سه ردیفه پنبه طراحی و ساخته شده در مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی خراسان رضوی، کمباین جاندیر دو ردیفه خود گردان و کمباین جاندیر دو ردیفه و کششی) بود. در این تحقیق تاثیر سرعت پیشروی کمباین در سه سطح ( ۲/۱، ۳/۴ و ۴/۸ کیلومتر بر ساعت) و رقم پنبه نیز در دوسطح (خرداد و ورامین) بر درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین اول، درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین دوم، درصد وزنی ضایعات پنبه (وش های ریخته شده در سطح مزرعه) ، راندمان مکانیکی برداشت ، ظرفیت موثر مزرعه ای، مصرف سوخت، درصد ناخالصی در مخزن پنبه و هزینه اولیه و هزینه های جاری بررسی گردید. نتایج نشان داد که کمباین سه‌ردیفه وش‌چین دارای بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای و پایین ترین میزان راندمان نسبت به دو کمباین دیگر بوده و بالاترین درصد راندمان متعلق به کمباین دو ردیفه خودگردان می باشد. پایین‌ترین میزان درصد وزنی پنبه های برداشت نشده مربوط به سرعت پیشروی ۲/۱ کیلومتر بر ساعت بود. نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسه اقتصادی کمباین سه ردیفه با دو کمباین دوردیفه نشان می‌دهد که کمباین سه ردیفه وش‌چین، به علت هزینه اولیه پایین‌تر نسبت به دو کمباین دیگر دارای پایین ترین دوره برگشت سرمایه (۳/۲۹ سال) می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی مزرعه ای، رقم پنبه، سرعت پیشروی ، کمباین پنبه

**مقدمه**

پنبه پرمصرف‌ترین لیف طبیعی و مهم‌ترین گیاه صنعتی دو منظوره جهان است که در ۷۹ کشور جهان موجب اشتغال میلیون-ها نفر در صنایع الیاف و روغن شده است. پنبه در میان دانه‌های روغنی جهان، بعد از سویا مقام دوم را به خود اختصاص داده است. نگاه اجمالی به فرآورده‌های پنبه، نمایان‌گر ظرفیت ذاتی این محصول صنعتی در ایجاد فرصت‌های شغلی در بخش کشاورزی و صنعت و در نهایت مؤید نقش آن در توسعه اقتصادی می‌باشد(بانیانی و همکاران، ۱۳۸۶).

این گیاه مهم صنعتی بسیار گرما دوست بوده و به هوای گرم و یک فصل رشد بدون یخبندان احتیاج دارد که حداقل ۲۰۰ روز ادامه داشته باشد. روغن تخم پنبه، یکی از مرغوب‌ترین روغن‌های گیاهی و الیاف آن جزء مهمترین مواد اولیه صنعت نساجی به شمار می‌آید. همچنین کنجاله پنبه دانه ۳۳ تا ۴۳ درصد پروتئین دارد و به عنوان مکمل پروتئین در جیرهٔ دام مصرف می‌شود (حائری و آسایش، ۱۳۸۸).

در ایران نیز، پنبه یکی از محصولات مهم و استراتژیک صنعتی است و به دلیل اهمیت بالایی که در اشتغال زایی و کسب در آمد 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 ۲/۴۱ تن بر هکتار تولید می‌شود (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۳). این درحالی است که سطح زیر کشت پنبه در کشور ما نسبت به سال‌های قبل کاهش یافته است. عمده ترین علت این کاهش را می‌توان بالا بودن هزینه تولید پنبه نسبت به گیاهان رقیب تابستانه به‌علت غیر مکانیزه بودن تولید در کنار قیمت پایین آن عنوان کرد. اما به نظر می‌رسد عمده ترین خطری که این محصول را تهدید می‌نماید کمبود نیروی کارگری در زمان داشت (وجین) و برداشت می‌باشد. حدود ۴۰ درصد از هزینه تولید پنبه را هزینه برداشت دستی به خود اختصاص داده است. این امر خصوصا در اراضی بزرگ که از حالت خود معیشتی خارج می‌شوند، بیشتر نمود پیدا می‌نماید. امروزه در کشورهای توسعه یافته عملیات زراعی پنبه با ماشین انجام می‌شود. 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 می‌باشد (مهدی نیا و همکاران، ۱۳۹۳).

برداشت پنبه تنها در کشورهای توسعه یافته نظیر آمریکا ۱۰۰ درصد مکانیزه صورت می گیرد و در سایر کشورهای در حال توسعه و یا جهان سوم از درصد پایین تری از مکانیزاسیون برداشت تا برداشت کاملا دستی متغیر است. به علاوه در بعضی از کشورها مثل کشورهای آسیای میانه پس از فروپاشی اتحاد جماهیری شوروی و تجزیه آن، درصد برداشت مکانیزه پنبه با کاهش مواجه شده است (Chaudhry,1997).

ماشین‌های برداشت پنبه شامل دو نوع غوزه‌چین۱ و وش‌چین۲ می‌باشند (منصوری راد، ۱۳۷۲). ماشین‌های غوزه چین قادر هستند کلیه غوزه‌های پنبه را در یک چین برداشت کنند. غوزه چین‌ها ماشین‌هایی هستند که با یک بار عبور، تمام غوزه‌های باز

[1] - cotton stripper
[2] - cotton picker

شده و نشده را از ساقه های بوته پنبه می‌چینند. بنابراین چیدن غوزه‌ها تا زمان ریختن برگ‌های بوته پنبه، حتی پس از اولین یخبندان زمستانه به تعویق می‌افتد. در غوزه چین، کندن غوزه‌های پنبه و لخت کردن بوته پنبه از طریق عبور اجباری بوته از ناحیه‌ای با عرض کم حاصل می‌شود، به طوریکه غوزه های پنبه نتوانند از این ناحیه عبور کنند. دو نوع متداول غوزه چین ها عبارتند از : غوزه چین های دو غلتکی و غوزه چین‌های انگشتی‌دار (منصوری راد، ۱۳۷۲).

وش چین ها فقط الیاف را از غوزه جدا می کند و دارای یک یا چند استوانه عمودی دوار که روی آن چندین سوزن بنام انگشتی تعبیه گردیده اند( بصورت زیگزاک) می باشد. در حین چرخش استوانه ها، انگشتی ها در غوزه ها فرو رفته و پنبه را از داخل آن بیرون می آورد و سپس انگشتی ها از میان صفحات استوانه ای شکل عمودی بنام پنبه گیر عبور کرده و پنبه ها گرفته شده و سپس پنبه ها به طرف سبد یا ظرف پنبه هدایت می شوند. در ادامهٔ چرخش انگشتی ها، سوزن ها از استوانه دیگری بنام تمیز کن که صفحات آن همیشه مرطوب است گذشته و بقایای پنبه چسبیده نیز پاک می گردد (منصوری راد، ۱۳۷۲).

نوروزیه و همکاران (۱۳۸۲) تاثیر پارامترهای سرعت پیشروی و ارتفاع دماغه بر میزان و کیفیت وش برداشت شده توسط ماشین وش چین برای پنبه رقم ورامین بررسی کردند. در ابتدا آن ها برای ریختن برگ های بوته های پنبه از ترکیب مواد برگ ریز دف و دراپ۳ استفاده کردند. برداشت با یک دستگاه ماشین وش چین دو ردیفه مدل جان دیر سری ۹۹۰۰ انجام شد. عامل اصلی در طرح آزمایشی مورد استفاده، ارتفاع قسمت پایین دماغه از سطح زمین بود که در دو سطح ۲۰ و ۳۰ سانتیمتری و عامل فرعی، سرعت پیشروی بود که در سه سطح ۳/۲۹، ۴/۲۴ و ۴/۹۹ کیلومتر در ساعت بر میزان مواد خارجی در وش های برداشت شده، بقایای مانده بر روی بوته و تلفات برداشت روی زمین و غوزه های مانده بررسی شد. نتایج تحقیق ان ها نشان داد که ارتفاع دماغه اثر معنی داری بر غوزه های باقی مانده بر روی بوته نداردولی سرعت پیشروی بر روی عملکرد و تلفات (غوزه های باقی مانده و ریخته شده) در سطح ۱ ٪ اثر معنی داری دارد. بالاترین عملکرد و کمترین تلفات به ترتیب مربوط به سرعت های ۳/۲۹، ۴/۲۴ و ۴/۹۹ کیلومتر بر ساعت بود.

در تحقیقی در کشور ترکیه، اثر رقم پنبه (دو رقم) و فاصله بین ردیف های کاشت (۷۶ و ۸۱ سانتی متر) بر عملکرد کمباین برداشت پنبه بررسی شد. در این تحقیق از کمباین برداشت پنج ردیفه مدل (CASE-IH-420) استفاده شد. به منظور برگ ریزی بوته های پنبه، ۲۰ روز قبل از برداشت مزرعه توسط دو محلول تهیه شده (۴۸۰ گرم در لیتر اتفن۴ + ۶۰ گرم در لیتر سیکلانیلید۵) و (۱۲۰ گرم در لیتر تیدیازورون۶ + ۶۰ گرم در لیتر دیورون۷) به ترتیب به میزان ۲/۵ و ۰/۴ گیلوگرم بر هکتار محلول پاشی شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین تیمارهای آزمایشی در خصوص اثرات آن ها بر میزان عملکرد و ضایعات وجود ندارد مشخص گردید که تفاوت معنی داری بین میزان مواد خارجی موجود در پنبه برداشت شده توسط کمباین و

---

[3] - Daaf and Derop
4 - Ethephon
5 - Cyclanilide
6 - Thidiazuron
7 - Diuron

همچنین برداشت دستی وجود دارد که افزایش مواد خارجی در برداشت ماشینی باعث تقویت رنگ زرد در محصول پنبه می گردد. در هر دو واریته، برگ ریزی پایین تر موجب افزایش مواد زائد در محصول برداشت شده و کاهش درجه رنگی آن می گردد (Erdal , *et al*. 2011).

در پژوهشی روابط بین خصوصیات آیرودینامیکی همانند فشار خلا و سرعت مکش و خصوصیات فیزیکی مکانیکی الیاف پنبه در حین برداشت بدست آمد. خصوصیات آیرودینامیکی همانند فشار و سرعت مکش و خصوصیات فیزیکی مکانیکی همانند رطوبت و جرم های توده پنبه خشک، رطوبت توده پنبه، تعداد بذر در هر توده، میزان باز شدن غوزه، عمق غوزه، زاویه داخلی غوزه و نیروی مورد نیاز برای بیرون کشیدن توده پنبه از داخل غوزه محاسبه شد. میانگین نیروی مورد نیاز برای بیرون کشیدن توده پنبه از داخل غوزه ۰/۲۸۴ نیوتن بدست آمد. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت مکش، فشار مکش مورد نیاز کاهش می یابد. به‌هر حال با افزایش تعداد بذر در توده پنبه و همچنین افزایش جرم توده پنبه، فشار مکش بالاتری برای بیرون کشیدن توده پنبه مورد نیاز می باشد. با افزایش رطوبت الیاف پنبه، توده پنبه مقاومت بیشتری از خود نشان داده و برای جداسازی آن از غوزه ، سرعت مکش بالاتری نیاز است (Mustafa, 2002).

بررسی تاثیر سرعت دورانی سوزن های پنبه چین در کمباین برداشت پنبه در سه سطح ( ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ دور در دقیقه) بر میزان ضایعات (وش های برداشت نشده)، ناخالصی و مواد زائد موجود در پنبه برداشت شده و کیفیت الیاف نشان داد که ضایعات پنبه بر روی ساقه ها در مزرعه در سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه بطور معنی داری بیشتر از دو سرعت ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ دور دردقیقه می باشد. این موضوع مشخص نمود که به منظور عملکرد صحیح و کاهش میزن ضایعات، حداقل سرعت دورانی برای سوزن های وش چین ۲۰۰۰ دور در دقیقه می باشد (Kevin and Hughs, 2006).

تلفات برداشت یک فاکتور مهم ارزیابی کمباین پنبه می‌باشد و برداشت مکانیزه باعث افزایش تلفات برداشت می‌گردد. ویلیفورد و همکاران (Williford *et al*., 1994) گزارش کردند ماشین برداشت نوع وش چین با راندمان حداکثر ۹۵ درصد می-تواند پنبه را برداشت نماید اما بطور معمول این مقدار بین ۸۵ تا ۹۰ درصد است در صورتی که ماشین برداشت نوع غوزه چین راندمان برداشت ۹۹ درصدی دارد. همچنین خصوصیات فیزیکی غوزه و گیاه پنبه به‌مقدار بسیار زیادی مقدار تلفات را در هنگام برداشت تحت تاثیر قرار می دهد.

بررسی تاثیر سرعت دورانی سوزن های پنبه چین در کمباین برداشت پنبه در سه سطح ( ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ دور در دقیقه) بر میزان ضایعات (وش های برداشت نشده)، ناخالصی و مواد زائد موجود در پنبه برداشت شده و کیفیت الیاف نشان داد که ضایعات پنبه بر روی ساقه ها در مزرعه در سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه بطور معنی داری بیشتر از دو سرعت ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ دور دردقیقه می باشد. این موضوع مشخص نمود که به منظور عملکرد صحیح و کاهش میزن ضایعات، حداقل سرعت دورانی برای سوزن های وش چین ۲۰۰۰ دور در دقیقه می باشد (Kevin and Hughs, 2006).

فیرکلوتس و همکاران (Faircloth *et al*, 2004) مقایسه جامعی در مورد روشهای برداشت (وش چینی و غوزه چینی) واریته های مختلف پنبه در اراضی آبی ایالت لوئیزیانا در امریکا انجام دادند. ماشین‌های وش چین در محل های مختلف آزمایش متفاوت بودند ولی تنها یک نوع ماشین غوزه چین (مجهز به تمیز کننده مزرعه) در تمام سایتها مورد استفاده قرار گرفت. در سال اول این تحقیق روشهای مختلف برداشت برای هر واریته اختلاف معنی داری در عملکرد وش در محل های مورد آزمایش وجود نداشت ولی در سال دوم آزمایش عملکرد برداشت با غوزه چین، بیشتر از وش چین بود ( ۶/۷ در مقابل ۵/۲ عدل بر هکتار ).

یاتس و همکاران (Yates *et al*, 2007) دو سیستم برداشت غوزه چین و وش چین پنبه را در تگزاس امریکا مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان دهنده بالاتر بودن عملکرد لینت هنگام استفاده از غوزه چین بود.

پراساد و همکاران (Prasad *et al*, 2007) عملکرد وش چین دو ردیفه خودگردان ۹۹۳۵ جاندیر را در چندین منطقه کشور هند مختلف مورد بررسی قرار دادند. متوسط سرعت پیشروی، ظرفیت موثر مزرعه‌ای، تلفات برداشت کل، راندمان مکانیکی وش چین، راندمان برداشت و مصرف سوخت به‌ترتیب برابر ۲/۶۲ کیلومتر بر ساعت، ۰/۲۸ هکتار بر ساعت، ۲۳/۶۳ درصد، ۷۵/۷ درصد، ۷۶/۴ درصد و ۲۴-۲۲ لیتر بر ساعت بدست آمد.

فالکنر و همکاران (Faulkner *et al*, 2011) ) دو سیستم برداشت غوزه چین و وش چین پنبه را در سه فصل برداشت در هفت ناحیه زمینهای آبی در تگزاس امریکا مورد مقایسه قرار دادند. پارامترهای عملکرد کمباین شامل زمان حرکت، تلفات برداشت و ترکیبات پنبه بود. در سیستمهای با تجهیزات کافی غوزه چین‌ها بهره وری بالاتری نسبت به وش چین ها داشتند. در مزارع با عملکرد بالا، وش چینها نسبت به غوزه‌چین ها از بهره وری بالاتری برخوردار بودند. وش چین‌ها تلفات برداشت بیشتری داشتند ولی در عوض مواد خارجی کمتری در مخرن وجود داشت.

آدبیجا و جکسون (Adebija ang Jackson, 2013) یک ماشین وش چین دستی توسعه یافته پنبه را با ماشین وش چین دستی مرسوم مقایسه کردند. نتایج نشان داد نیازهای کارگری برای این وش چین از نوع مرسوم کمتر بوده و راندمان برداشت آن برابر ۶۰ درصد بود. زمان برداشت پنبه در یک مساحت ۵۰ متر مربعی هنگام استفاده از این ماشین جدید ۱۲ دقیقه کمتر از نوع مرسوم بود.

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 چغندر قند می‌باشد. لذا کمبود نیروی کارگری و همچنین تراکم کاری در این فصل زراعی مشکلاتی از قبیل تاخیر در زمان برداشت را برای کشاورزان بوجود می‌آورد. اگر برداشت پنبه با تاخیر مواجه شود، این محصول با افت کیفی و کاهش قیمت خرید مواجه خواهد شد. استفاده از ماشین می‌تواند در کاهش هزینه های برداشت نقش موثری ایفا نموده و از طرف دیگر با برداشت به موقع محصول، خسارت‌های ناشی از سرما و بارندگی‌های زودرس پاییزه را نیز کاهش دهد.

از مهمترین ماشین های برداشت پنبه، ماشین وش چین می باشد. هرچند که آمار دقیقی از تعداد ماشین های برداشت وش پنبه در کشور وجود ندارد اما شواهد نشان می دهد که اغلب دستگاه های موجود به دلایل مختلف بلااستفاده مانده است. از مهمترین دلایل عدم کارائی مناسب ماشین های پنبه چین وارداتی در کشور می توان عدم تناسب ماشین با الگوی کشت مناطق مختلف، عدم استفاده از ارقام مناسب و همچنین پایین بودن کیفیت و تکنولوژی ماشین را نام برد. با توجه به الگوی کشت پنبه در کشور (فاصله ۷۰ سانتیمتر بین ردیف ها)، برداشت ماشینی آن نیازمند کمباین خودگردان سه ردیفه می باشد و یا می بایست از کمباین های کششی یک طرفه استفاده نمود. با توجه به این که کمباین های وش چین پنبه وارداتی موجود در داخل کشور مناسب الگوی کشت کشور ما ( فاصله ردیف ها ۷۵ سانتیمتر) نمی باشد، زیرا کمباین های دو ردیفه آن کششی بوده و چهار ردیفه نیز از نظر ابعادی کار در مزرعه دچار مشکل می باشند. لذا امکان استفاده از این کمباین ها در این شرایط موجود نبوده و نیاز به کمباین سه ردیفه خودگردان با فاصله ردیف های (۷۵ سانتیمتر) احساس می شود. بر این اساس، کمباین خود گردان سه ردیفه پنبه وش چین در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی طراحی و ساخته شد. لذا هدف این تحقیق بررسی تاثیر سرعت پیشروی کمباین و رقم پنبه بر روی کارائی و عملکرد کمباین پنبه و همچنین ضایعات حین برداشت می باشد. در این تحقیق کارائی کمباین سه ردیفه ساخته شده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در مقایسه فنی و اقتصادی با کمباین های برداشت پنبه وارداتی شامل : کمباین دو ردیفه خود گردان جاندیر ۹۹۲۰ و جاندیر ۷۲۶۰ مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۴-۹۳ و در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، ایستگاه طرق، انجام شد. بدین منظور در اردیبهشت ماه، دو رقم پنبه (خرداد و ورامین) در دو قطعه زمین هر یک به مساحت یک هکتار و با فاصله ردیف های ۷۵ سانتی‌متری کشت گردید. در این تحقیق تاثیر نوع و مدل کمباین در سطح (برداشت پنبه با کمباین وش چین سه ردیفه ، برداشت با وش چین خودگردان دو ردیفه وارداتی جاندیر مدل ۹۹۲۰ و برداشت با وش چین کششی دو ردیفه وارداتی جاندیر مدل ۷۲۶۰) ، سرعت پیشروی کمباین در سه سطح ( ۲/۱، ۳/۴ و ۴/۸) کیلومتر بر ساعت) و رقم پنبه نیز در دوسطح (خرداد و ورامین) بر صفات زیر در قالب طرح آماری کاملا تصادفی بر پایه آزمایش فاکتوریل و در سه تکرار و در کرت هایی به ابعاد ۵۰×۳ متر انجام گردید. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودار ها بوسیله نرم افزار Excel انجام شد.

– درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین اول : پس از برداشت اول و با استفاده از کادر مربعی به ابعاد ۱×۱ متر، پنبه های موجود بر روی بوته در سه نقطه از مزرعه با دست برداشت شده و با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم توزین می گردید و درصد وزنی آن نسبت به عملکرد محاسبه شد.

– درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین دوم: پس از چین دوم، پنبه های موجود بر روی بوته در داخل کادر مربعی در سه نقطه از مزرعه با دست برداشت شده و توزین گردیده و درصد وزنی آن نسبت به عملکرد محاسبه شد.

– درصد وزنی ضایعات پنبه (وش های ریخته شده در سطح مزرعه) : پس از هر چین ( اول و دوم) پنبه های ریخته شده بر روی زمین جمع آوری شده و توزین گردیده و درصد وزنی پنبه های 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 شده و ناخالصی موجود در الیاف پنبه جدا و توزین گردید. درصد ناخالصی بر اساس وزن کل نمونه محاسبه شد.

– مصرف سوخت: با استفاده از تکنیک باک پر ، در ابتدای هر آزمایش مخزن سوخت کمباین پر شده و در انتهای آن، سوخت مصرفی با محاسبه حجم خالی شده مخزن (پر کردن مخزن) محاسبه شد.

ظرفیت موثر مزرعه ای، ظرفیت اسمی و بازده زراعی : بازده زراعی و ظرفیت اسمی با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

$$E_f = \frac{C_{ae}}{C_{at}} \times 100 \qquad (۱)$$

$$C_{at} = \frac{w.v.36}{100} \qquad (۲)$$

که در آن ها:

Cae : ظرفیت مزرعه ای موثر ( Cae ) (هکتار بر ساعت) بر مبنای مساحت قطعات برداشت شده و مدت زمان برداشت محاسبه و میانگین‌گیری شد. Cat: ظرفیت اسمی (هکتار بر ساعت) V: سرعت حرکت (متر بر ثانیه) w : عرض کار اسمی دستگاه (متر)

– ظرفیت ماده ای: برای اندازه گیری ظرفیت ماده ای، وزن پنبه برداشت شده موجود در مخزن کمباین در یک زمان مشخص برداشت اندازه گیری شده و ظرفیت ماده ای کمباین بر حسب کیلوگرم بر ساعت محاسبه شد.

## نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس حاصل از بررسی تاثیر رقم پنبه، نوع کمباین برداشت و سرعت پیشروی بر صفات مورد مطالعه (مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای، راندمان، ظرفیت ماده‌ای، درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین های اول و دوم و همچنین درصد وزنی پنبه های ریخته شده بر روی زمین در حین برداشت) نشان داد که نوع کمباین تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بر کلیه صفات دارد. تاثیر رقم تنها بر روی ظرفیت ماده‌ای و درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین اول در سطح احتمال ۱٪ و بر روی درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین دوم در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد. طبق نتایج آنالیز واریانس سرعت پیشروی بر مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای، ظرفیت ماده‌ای، درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین اول در سطح احتمال ۱٪ و بر روی راندمان و درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین دوم در سطح احتمال ۵٪ تاثیر معنی داری را داشت.

**جدول ۱- نتایج آزمون مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون دانکن .**

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

اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است .

نتایج آزمون مقایسه میانگین ها که با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت نشان داد که کمباین سه ردیفه وش چین دارای بالاترین میزان مصرف سوخت نسبت به دو کمباین دو ردیفه دیگر می باشد که با توجه به این که ظرفیت مزرعه ای و همچنین ظرفیت ماده‌ای آن در حدود ۲۵ درصد بالاتر از دو کمباین دیگر می باشد قابل توجیه است.

مقایسه راندمان سه کمباین مورد آزمایش نشان می‌دهد که کمباین سه‌ردیفه وش‌چین دارای پایین ترین میزان راندمان نسبت به دو کمباین دیگر بوده و بالاترین درصد راندمان متعلق به کمباین دو ردیفه خودگردان می باشد. کاهش درصد راندمان کمباین سه ردیفه وش چین به علت توقف‌های زیادتر از حد معمول در مزرعه و در اثر گیرکردن شاخه‌های بوته پنبه داخل استوانه‌های وش چین می‌باشد. از طرف دیگر کمباین دو ردیفه کششی به علت قدرت مانوردهی کمتر نسبت به کمباین دوردیفه خودگردان و صرف زمان بیشتر در دورزدن‌ها، راندمان پایین تری را داشته است.

در استفاده از هر سه نوع کمباین عملیات برداشت دوبار انجام می‌گردید تا وش‌ها بطورکامل برداشت گردند لذا به منظور ارزیابی عملکرد کمباین‌ها در خصوص میزان ضایعات، درصد وزنی پنبه های برداشت نشده پس از چین اول و دوم محاسبه می-

گردید. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که بالاترین درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین‌های اول و دوم به ترتیب برابر ۲۷/۵۹ و ۲۱/۷۷ درصد و متعلق به کمباین وش‌چین‌سه‌ردیفه می‌باشد. دو کمباین دو ردیفه خودگردان و کششی در این خصوص تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند.

نتایج آزمون مقایسه میانگین ها نشان می‌دهد که بین دو رقم *خرداد* و *ورامین* در خصوص ظرفیت مادهای و درصد وزنی پنبه‌های برداشت نشده در چین اول و دوم معنی تفاوت معنی‌داری وجوددارد. بالاتر بودن ظرفیت مادهای در برداشت رقم ورامین به علت عملکرد بالاتر آن نسبت به رقم خرداد می باشد. از طرف دیگر در برداشت رقم خرداد به علت بیشتر بودن شاخه های جانبی آن و همچنین کوتاه‌تر بودن ارتفاع بوته از سطح خاک درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در دو چین اول و دوم نسبت به رقم ورامین افزایش یافته است.

بررسی تاثیر سرعت پیشروی کمباین بر عملکرد آن‌ها در مزرعه نشان می‌دهد که هرچند با افزایش سرعت پیشروی ظرفیت مزرعه‌ای و مادهای افزایش پیدا می‌کند ولی موجب افزایش درصد وزنی پنبه های جمع‌آوری شده در چین های اول و دوم می‌گردد. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که در این خصوص تفاوت معنی‌داری بین سه سرعت ۲/۱، ۳/۴ و ۴/۸ کیلومتر در ساعت وجود دارد. همچنین افزایش سرعت پیشروی موجب کاهش راندمان از ۷۵/۳۹ درصد به ۶۴/۴۴ درصد گردیده است. توقف‌های مکرر کمباین به علت گیرکردن محصول در سرعت*های بالا* موجب کاهش ۱۴ درصدی راندمان گردیده است.

**جدول ۲– اثر متقابل دو گانه رقم پنبه در سرعت پیشروی بر مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای و مادهای و همچنین درصد وزنی پنبه های برداشت نشده 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) | پنبه های برداشت نشده در چین اول (درصد وزنی) | پنبه های برداشت نشده 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 |

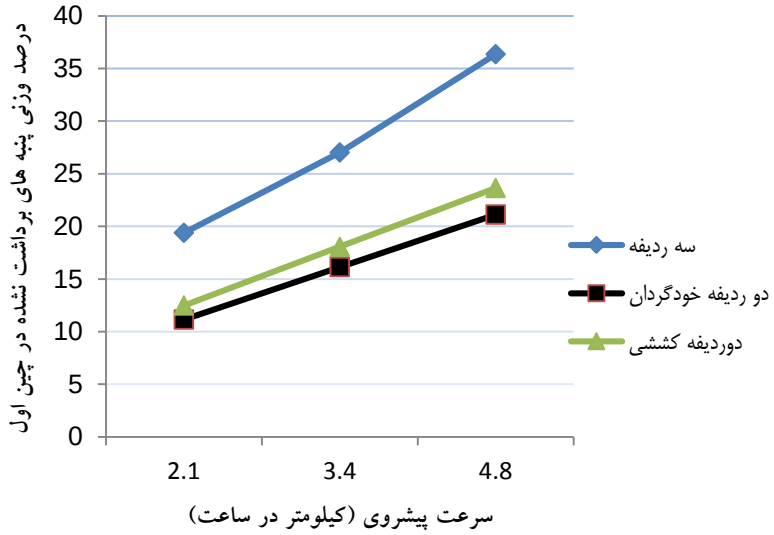
جدول ۲ نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌ها برای اثر متقابل دو گانه رقم پنبه در سرعت پیشروی را نشان می‌دهد. مشخص گردید که در برداشت دو رقم *خرداد و ورامین*، پایین ترین میزان درصد وزنی پنبه های برداشت نشده مربوط به سرعت پیشروی ۲/۱ کیلومتر در ساعت می‌باشد. همچنین نتایج نشان می دهد که در کلیه صفات مورد مطالعه تفاوت معنی داری بین دو

سرعت ۳/۴ و ۴/۸ کیلومتر در ساعت برای دو رقم *خرداد* و *ورامین* وجود نداشته و تنها سرعت ۲/۱ کیلومتر بر ساعت با دو سرعت دیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌داری می باشد.

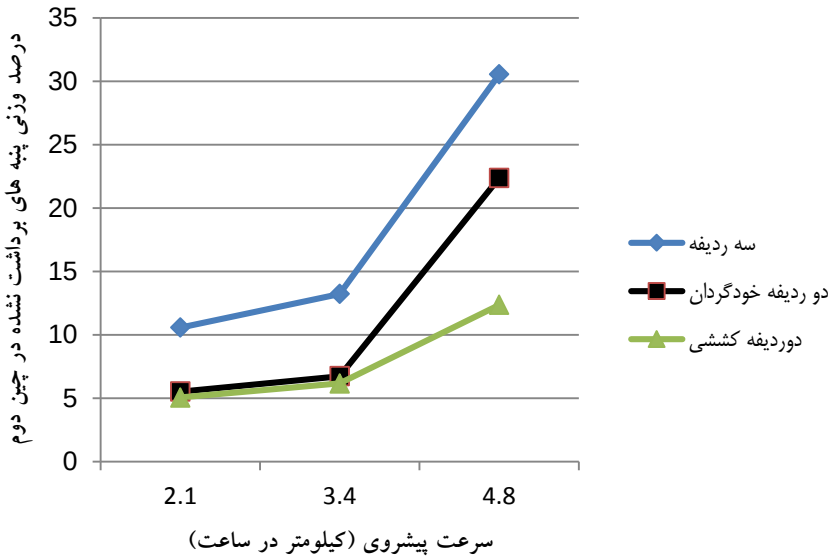
همانگونه که در نمودارهای شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می گردد در سه نوع کمباین، با افزایش سرعت پیشروی، درصد وزنی پنبه های برداشت نشده و باقی مانده بر روی بوته در چین‌های اول و دوم به شدت افزایش یافته است. این در حالی است که این افزایش در کمباین سه ردیفه بیشتر از دو کمباین دیگر می باشد.

نمودار شکل ۳ تاثیر سرعت پیشروی بر ظرفیت مزرعه‌ای سه کمباین مورد آزمایش را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که در کمباین سه ردیفه با افزایش سرعت پیشروی از ۲/۱ به ۳/۴ کیلومتر در ساعت، ظرفیت مزرعه‌ای نیز با شیب نسبتا 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 و شرایط در محاسبه ظرفیت ماده‌ای نیز مشاهده می گردد (شکل ۴).

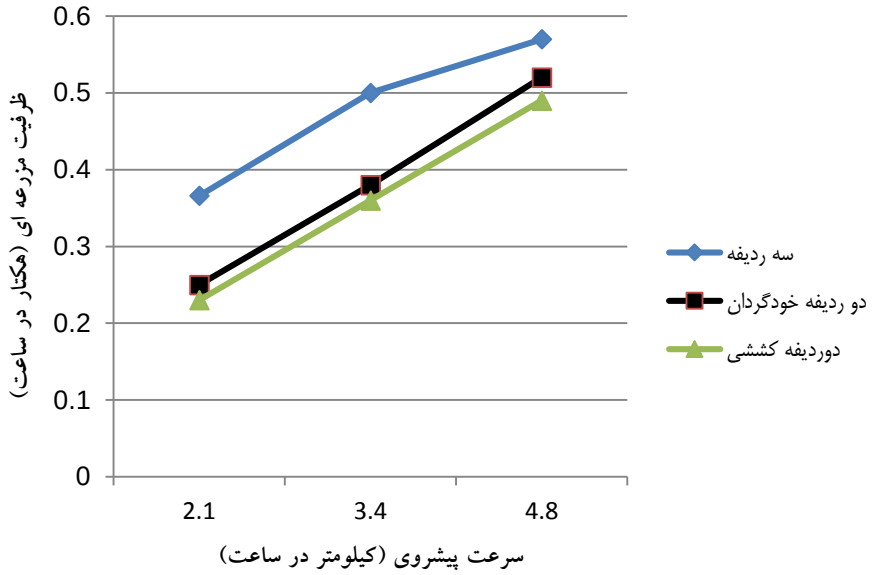
بررسی وضعیت راندمان عملکردی سه کمباین در سه سرعت مورد آزمون نشان داد که کمباین دو ردیفه خودگردان دارای بالاترین راندمان نسبت به دو کمباین دیگر بوده و از طرف دیگر با افزایش سرعت پیشروی میزان تغییرات راندمان آن در مقایسه با کمباین سه ردیفه بسیار کمتر می باشد. نتایج نشان داد که عملکرد کمباین سه ردیفه در سرعت های بالاتر از ۲/۱ کیلومتر در ساعت مطلوب نبوده و با افزایش سرعت پیشروی راندمان عملکردی آن به شده کاهش می یابد (شکل ۵).



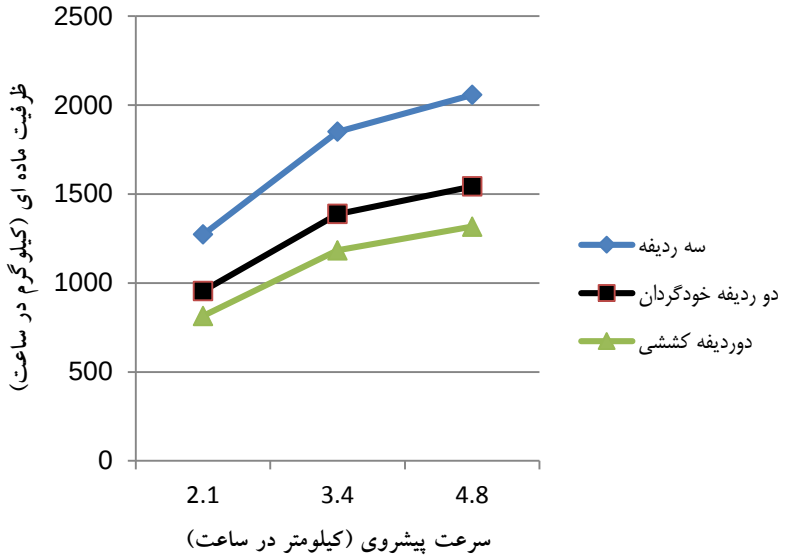

**شکل ۱- تاثیر سرعت پیشروی در سه کمباین مورد آزمایش بر درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین اول**



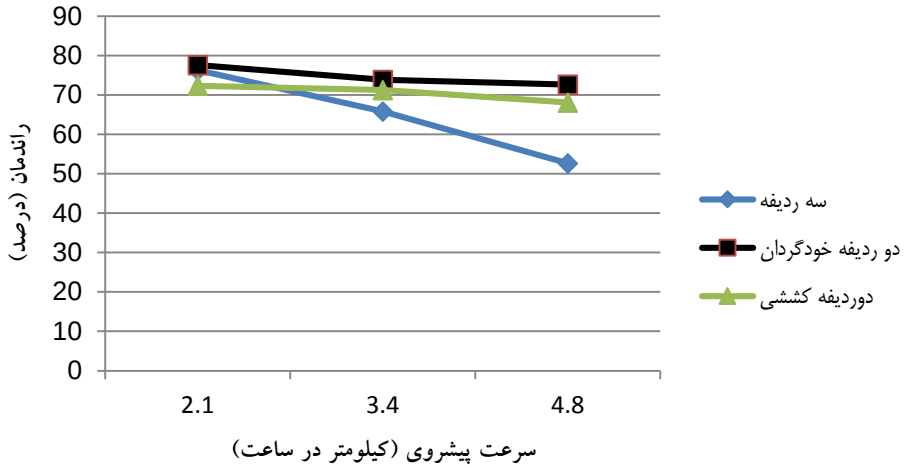

**شکل ۲- تاثیر سرعت پیشروی در سه کمباین مورد آزمایش بر درصد وزنی پنبه های برداشت نشده در چین دوم**




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




**شکل ٤- تاثیر سرعت پیشروی در سه کمباین مورد آزمایش بر ظرفیت ماده‌ای**




**شکل ٥- تاثیر سرعت پیشروی در سه کمباین مورد آزمایش بر راندمان**

به منظور 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 محاسبه ۱۰ ساعت کاری در یک روز و دوره‌کاری 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 بوده که ظرفیت مزرعه‌ای حاصل از این سرعت نیز ملاک محاسبات قرار گرفت. هزینه

های جاری بر اساس مصرف سوخت، هزینه سرویس و نگهداری، دستمزد راننده، اجاره تراکتور (برای کمباین دو ردیفه کششی) محاسبه شد.

نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسه کمباین سه ردیفه با دو کمباین دوردیفه نشان می‌دهد که کمباین سه ردیفه وش‌چین، به علت هزینه اولیه پایین‌تر نسبت به دو کمباین دیگر دارای پایین ترین دوره برگشت سرمایه (۳/۲۹ سال) می‌باشد. هزینه ثابت اولیه خرید کمباین‌های دو ردیفه به علت وارداتی بودن بالا بوده و همین امر باعث افزایش دوره بازگشت سرمایه به ۹/۴۵ و ۷/۸۸ سال گردیده است. هزینه های جاری و متغیر کمباین دوردیفه کششی به علت نیاز به تراکتور نسبت به دو کمباین دیگر افزایش نشان می دهد.

**جدول ۳- هزینه های ثابت و متغیر سه نوع کمباین مورد آزمایش**

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

## نتیجه گیری کلی

- ارزیابی و مقایسه عملکرد مزرعه‌ای کمباین های برداشت پنبه نشان داد که کمباین سه ردیفه به علت بیشتر بودن عرض کار نسبت به دو کمباین دیگر دارای بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای می‌باشد. ولی با توجه به اینکه این دستگاه نمونه اولیه و آزمایشی می باشد و دارای نواقص جزئی بوده و در حین حرکت و برداشت در مزرعه اغلب دچار گرفتگی در قسمت استوانه‌های وش‌چین می‌گردید لذا راندمان عملکردی آن نسبت به دو کمباین دیگر کاهش یافته است.
- بررسی تاثیر سرعت پیشروی بر عملکرد کمباین ها نشان داد که مناسب‌ترین سرعت به منظور برداشت حداکثری وش-های پنبه سرعت ۲/۱ کیلومتر در ساعت بوده و با افزایش سرعت پیشروی، درصد وزنی پنبه های برداشت نشده و همچنین ناخالصی موجود در مخزن، افزایش می‌یابد.

- نتایج نشان داد که بررسی عملکرد دو کمباین برای برداشت دو رقم پنبه تفاوت چشمگیری با هم‌دیگر نداشته و فقط در برداشت ماشینی رقم ورامین به علت شاخه‌های جانبی بیشتر نسبت به رقم خرداد، درصد وزنی پنبه‌های باقی‌مانده بر روی بوته ها بیشتر بود.

## منابع

آمارنامه محصولات زراعی سال ۱۳۹۲-۱۳۹۱. ۱۳۹۳. وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

اسدی، ا. ۱۳۹۲. پیش بینی هزینه کشت سیب زمینی در سال ۱۳۹۳. Iranpotato.Persianblog.ir/page/5.

برقعی ع.، م. شهیدزاده و س. غریبی اصل . ۱۳۸۳. ارزیابی و مقایسه فنی و اقتصادی عملکرد سیب زمینی کن های موجود در منطقه اردبیل. مجله علوم کشاورزی، بهار ۱۳۸۳، دوره ۱۰، شماره ۱ ، صفحه ۶۵-۵۱.

حسن آبادی، ح. و د. حسن پناه. ۱۳۸۰. بررسی و ارزیابی و مقایسه غده‌های حاصل از بذر حقیقی سیب زمینی با ارقام تجاری. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی اردبیل.

همت، ع. و ا. تاکی. ۱۳۸۰. بررسی آسیب های مکانیکی پنج نوع ماشین برداشت سیب زمینی کن در منطقه فریدن اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پنجم، شماره دوم، ۲۰۸-۱۹۵.

Akinbamowo, R.O. A. S. Ogunlowo and L. A. S. Agbetoye. 2011. Development of a tractor-mounted cocoyam (Xanthosoma spp.) harvester. AJAE Australian Journal of Agricultural Engineering, 2(3):82-89.

Arfa, G. K. 2007. The effect of harvesting opration on potato crop handling. Misr J. Ag. Eng., 24(3): 492-503.

FAO (Food and Agricultural Organization). 2013. FAOSTAT database for agriculture. Available online at: <http://faostat.fao.org/faostat/collection=agriculture>.

Joao, P.A. , H. Daniel, H. Martins and G. Walter. 2011. Operational performance of the mechanized and semi-mechanized potato harvest. *Eng. Agríc., Jaboticabal, v.31, n.4, p.826-834.*

Maksoud, A. , M.A. Arnaout, M. K. Afify and W.T. Abd EL-Razek. 2009. A study on mechanization some planting and harvesting systems for jerusalem artichoke crop. *Misr J. Ag. Eng., 26(1): 580-596.*