

## ارزیابی کارایی ماشین‌وش‌چین متاثر از آرایش کاشت دو ردیفه، رقم و

### تراکم بوته پنبه در استان فارس

مجید روزبه<sup>۱\*</sup>، محمود ظهیری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

<sup>۲</sup>کارشناس پنبه سازمان جهاد کشاورزی فارس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۹

#### چکیده

**سابقه و هدف:** کارایی ماشین‌های وش‌چین می‌تواند به‌وسیله عوامل مختلفی مثل شرایط محصول و مزرعه تحت تأثیر قرار گیرد. در این مطالعه تأثیر آرایش کاشت در ترکیب با ارقام و تراکم‌های مختلف بر کارایی ماشین‌وش‌چین پنبه و هم‌چنین تعیین مناسب‌ترین ترکیب آنها در زراعت پنبه برای مناطق جنوب کشور بررسی گردید.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب از سال ۱۳۹۸ به مدت دو سال اجرا شد. آرایش کاشت به‌عنوان کرت اصلی در دو سطح: یک ردیف (SR) و دو ردیف کاشت بر روی پشته (TR)، کرت فرعی رقم پنبه در سه سطح ماکسا (V1)، گلستان (V2)، حکمت (V3) و کرت فرعی- فرعی فاصله بوته ۱۰ (PD1)، ۱۳ (PD2) و ۱۶ (PD3) سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** تأثیر آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته پنبه بر شاخص‌های کارایی ماشین معنی‌دار بود. بیشترین مقدار کارایی برداشت مربوط به آرایش کاشت یک‌ردیف روی پشته بود. کمترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر و کارایی برداشت ماشین در سامانه کاشت دو ردیف روی پشته مشاهده شد. تیمار کاشت پنبه با فاصله ۱۶ سانتی‌متر روی ردیف (PD3) موجب افزایش تلفات زمینی به مقدار ۵۴/۵ درصد نسبت به کمترین فاصله کاشت روی ردیف (PD1) شد. یافته‌ها نشان می‌دهند برهم‌کنش  $PD2 \times V3$  و  $PD1 \times V3$  موجب کاهش تلفات زمینی به‌ترتیب به مقدار ۱۵/۴ و ۲۷/۸ درصد در مقایسه با  $PD3 \times V3$  شده است.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به میانگین عملکرد محصول و مقدار تلفات وش، استفاده از آرایش کاشت یک‌ردیف روی پشته به‌ترتیب در ترکیب با ارقام گلستان و حکمت با فاصله کاشت ۱۳ سانتی‌متر روی ردیف برای نواحی جنوب استان فارس و مناطقی با اقلیم مشابه توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** برداشت پنبه، تعداد غوزه، تلفات زمینی، فاصله بوته، عملکرد وش

## مقدمه

عملیات برداشت به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم در افزایش هزینه‌های تولید پنبه می‌باشد (فالکنر و همکاران، ۲۰۰۸). در مناطق مرکزی و جنوب ایران از جمله استان فارس، برداشت محصول پنبه در بیش از ۹۷ درصد از اراضی تحت آرایش کاشت مرسوم، توسط دست انجام می‌شود. از طرف دیگر در زمان برداشت محصول، کارگر محلی و فصلی به تعداد کافی وجود ندارد. این موارد به همراه شرایط اقلیمی و عدم انجام به موقع عملیات زراعی برای محصول بعدی در سامانه‌های دو کشتی (پنبه-گندم)، موجب گرایش به سمت عملیات برداشت ماشینی (وش‌چین، غوزه‌چین) به جای برداشت دستی به‌منظور غلبه بر کمبود نیروی کارگری در این نواحی شده است (روزبه و ظهیری، ۲۰۱۹). تجزیه و تحلیل‌های زیادی در خصوص ارزیابی سیستم‌های مختلف برداشت ماشینی انجام شده است. بررسی‌های راویندر و موحومدار (۲۰۱۳) نشان داده است که استفاده از ماشین برداشت وش‌چین پشت تراکتوری کارایی برداشت را حدود ۴۱ درصد در مقایسه با برداشت دستی بهبود بخشیده است. کارایی برداشت و بررسی تلفات محصول یکی از فاکتورهای مهم برای ارزیابی ماشین‌های برداشت پنبه است. طبق گزارش تعدادی از محققین، تنظیم بخش‌های مختلف ماشین می‌تواند درصد تلفات محصول را تحت تأثیر قرار دهد (بیکر و هاقس، ۲۰۱۰؛ پرتو و همکاران، ۲۰۱۷). کوین و هاگز (۲۰۰۶) در پژوهشی نشان دادند که در سرعت دورانی ۲۰۰۰ دور در دقیقه سوزن‌های پنبه‌چین نسبت به سرعت ۱۵۰۰ و ۲۴۰۰ دور در دقیقه، میزان تلفات ساقه (پنبه به‌جامانده روی ساقه) حداقل مقدار بوده است. نوروزیه و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی تأثیر سرعت‌های مختلف پیشروی و ارتفاع سکوی برش ماشین وش‌چین بر میزان تلفات وش گزارش کردند که سرعت پیشروی تأثیر معنی‌داری بر مقدار تلفات وش نداشته است، در صورتی که تغییر ارتفاع سکوی برش از سطح زمین، اثر معنی‌داری بر غوزه‌های باقی‌مانده روی بوته و ریخته‌شده روی زمین نداشته است.

علاوه بر این، شرایطی از قبیل رقم، آرایش ردیف‌های کاشت، تراکم بوته و میزان بیوماس گیاهی نیز می‌تواند کارایی ماشین‌های برداشت پنبه را تحت تأثیر قرار دهد. الساید (۲۰۰۸) در طی بررسی‌های خود اعلام کردند مشخصات ارقام، خصوصیات گیاهی و شرایط مزرعه تأثیر زیادی بر کارایی ماشین‌های وش‌چین و غوزه‌چین دارد. در این راستا پراساد و همکاران (۲۰۰۷) کارایی ماشین وش‌چین دو ردیفه در نواحی مختلف هندوستان روی هفت رقم پنبه ارزیابی نمودند. نتایج آنها نشان داد که عملیات زراعی و خصوصیات غوزه‌دهی، از جمله چالش‌های اساسی در برداشت مکانیزه پنبه می‌باشد. نتایج بررسی کارایی برداشت وش‌چین دوردیفه پشت تراکتوری نشان داد که تلفات زمینی (پنبه‌های ریخته‌شده روی زمین) بین ۱/۴ تا ۵ درصد و تلفات ساقه (پنبه‌های باقی‌مانده روی بوته) بین ۱/۷ تا ۷/۸ درصد متغیر بود (از، ۲۰۰۵). ال یامانی و همکاران (۲۰۱۷) در طی آزمایشی تأثیر فاصله ردیف، رطوبت وش و

سرعت پیشروی بر تلفات وش، بهره‌وری ماشین، مصرف انرژی و خصوصیات فیبر در دو نوع وش چین پنبه بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که حد اقل میزان تلفات در سرعت پیشروی ۱/۳ کیلومتر در ساعت و محتوای رطوبتی وش ۱۰/۸ درصد با فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. در این راستا گزارش شده است که کارآیی ماشین‌های وش چین نیز می‌تواند به‌طور مستقیم تحت تأثیر شرایط محصول و مزرعه (نوع رقم و یکنواختی فاصله ردیف) قرار گیرد (از و همکاران، ۲۰۱۱).

از طرف دیگر، بررسی‌هایی نیز در خصوص الگوهای جایگزین آرایش کاشت مرسوم در محصولات ردیفی مثل کاشت دو ردیف بر پشته، کاشت در ردیف‌های نزدیک و ردیف‌های بسیار نزدیک به منظور بررسی کارآیی برداشت و همچنین قابلیت آنها در افزایش عملکرد نسبت به فواصل ردیف مرسوم انجام شده است. (استفنسون و همکاران، ۲۰۱۱) کاهش فاصله ردیف کاشت و تغییر تراکم بوته از جمله راهکارهایی هستند که معمولاً کشاورزان به‌منظور بهبود عملکرد به‌کار می‌گیرند (استفنسون و همکاران، ۲۰۱۱). تمایل به کاشت پنبه در فواصل ردیف نزدیک و بسیار نزدیک (۱۹، ۲۵، ۳۸ سانتی‌متر) و انجام عملیات برداشت فواصل ردیف مذکور با ماشین‌های غوزه‌چین از سال ۱۹۹۰ و یک نوع مدل از ماشین‌های وش چین از سال ۲۰۰۵ به‌عنوان راه‌کار عملی در راستای افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها افزایش یافته است (کولپر و یورک، ۲۰۰۰؛ کارنی ۲۰۰۵). سلطانی و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی اثرات الگوی کاشت و فاصله ردیف بر عملکرد و کیفیت برداشت پنبه به‌وسیله ماشین وش چین گزارش کردند که الگوی کاشت دو ردیف روی پشته بر درصد زودرسی، میزان افت برداشت و کارآیی ماشین وش چین تأثیر معنی‌داری داشته است. مطالعات اخیر بر روی آرایش کاشت دو ردیف و ردیف نزدیک که قابل برداشت با ماشین‌های وش چین نیز می‌باشند، نشان داده است که پنبه‌های کاشته‌شده در ردیف‌های نزدیک (۳۸ سانتی‌متر) و ردیف‌های جفت (۲۵ سانتی‌متر) عملکردی مساوی یا بیشتر در مقایسه با ردیف‌های مرسوم (۹۷-۱۰۲ سانتی‌متر) تولید می‌کنند (بوه‌رینگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ هاریسون و همکاران، ۲۰۰۶؛ ویلسون و همکاران، ۲۰۰۷؛ بوه‌رینگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ ردی و بویکین، ۲۰۱۰). ردی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی‌های خود گزارش کردند که افزایش عملکرد در ردیف‌های نزدیک (۳۸ سانتی‌متر) می‌تواند با تعداد بوته کمتری در واحد سطح در مقایسه با فواصل ردیف مرسوم حاصل شود. گزارش‌های مختلفی از تفاوت عملکرد محصول بین آرایش کاشت دوردیف و تک‌ردیف ارائه شده است. در برخی بررسی‌ها عملکرد وش در آرایش کاشت دوردیف با فاصله ۱۹ و ۲۵ سانتی‌متر مساوی (سارنسن و همکاران، ۲۰۰۶)، پایین‌تر (نلسون، ۲۰۰۷) و بالاتر (استفنسون و برک، ۲۰۱۰) در مقایسه با الگوی تک‌ردیف روی پشته گزارش شده است. استفنسون و برک (۲۰۱۰) در طی آزمایشی افزایش عملکرد اندکی متأثر از الگوی کاشت دو ردیف پنبه با فاصله ردیف ۱۹ سانتی‌متر در مقایسه با کاشت تک ردیف با فاصله ۷۶ سانتی‌متر گزارش کردند. ردی و همکاران (۲۰۰۹) آرایش

کاشت پنبه در فاصله ردیف‌های ۳۸ سانتی‌متر و دوردیفه ۲۵ سانتی‌متر در تراکم‌های مختلف را با فاصله ردیف مرسوم (۱۰۲ سانتی‌متر) مقایسه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان عملکرد و ش بدون اختلاف معنی‌دار در فاصله ردیف ۳۸ و دو ردیفه ۲۵ سانتی‌متر با تراکم ۱۰۵۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شده است.

نتایج حاصل از آزمایش بلایس و همکاران (۲۰۲۱) در مقایسه فواصل ردیف کم و عریض، نشان از افزایش عملکرد و ش در فواصل ردیف کم دارد. وریس و گلاور (۲۰۰۶) در مقایسه عملکرد و ش متأثر از فواصل ردیف بسیار نزدیک (۱۹ سانتی‌متر) و فاصله ردیف عریض (۹۷ سانتی‌متر) گزارش کردند که درصد غوزه‌های باز در فاصله ردیف عریض بیشتر از فواصل ردیف بسیار نزدیک بود ولی میزان عملکرد و ش در فواصل ردیف بسیار نزدیک بیشتر بود. بوهرینگ و همکاران (۲۰۰۹) و ویلسون و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که پنبه‌های رشديافته در دو الگوی ردیف کاشت نزدیک (۳۸ سانتی‌متر) و جفت ردیف کاشت (۲۵ سانتی‌متر)، از عملکرد و ش بیشتری در مقایسه با فاصله ردیف مرسوم (۹۷ تا ۱۰۲ سانتی‌متر) برخوردار بودند. ردی و همکاران (۲۰۰۹) در مقایسه آرایش‌های فواصل کاشت یک ردیفه (۳۸ سانتی‌متر) با دو ردیف روی پشته (۲۵ سانتی‌متر) و با تراکم بوته مختلف گزارش کردند که تفاوتی بین میزان عملکرد در دو آرایش ردیف کاشت و در هر دو تراکم وجود نداشته است.

بر این اساس از آنجائی که در استان فارس مطالعه‌ای در خصوص تغییر آرایش کاشت ارقام مختلف بر کارایی عملیات برداشت ماشینی صورت نگرفته است، این پژوهش با هدف ارزیابی کارایی ماشین و ش چین متأثر از تغییر آرایش کاشت، رقم و تراکم بوته پنبه در جنوب کشور انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب واقع در ۲۵۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز با عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۲۰ متر از سطح دریا به مدت دو سال (۱۳۹۹-۱۳۹۸) اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم نیمه خشک با متوسط بارندگی سالیانه ۲۲۰ میلی‌متر است که اغلب در فصل زمستان رخ می‌دهد. مشخصات هواشناسی در طی سال‌های اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

پژوهش فوق با استفاده از آزمایش کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. آرایش کاشت به‌عنوان کرت اصلی در دو سطح: یک ردیف (SR) و دو ردیف کاشت بر روی پشته (TR)، کرت فرعی رقم پنبه در سه سطح ماکسا (V1)، گلستان (V2)، حکمت (V3) و کرت فرعی - فرعی فاصله بوته ۱۰ (PD1)، ۱۳ (PD2) و ۱۶ (PD3) سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در قطعه زمین آزمایشی، ۵۴ کرت (ابعاد هر کرت ۴۰×۶ متر) در نظر گرفته شد. تناوب گندم - پنبه به‌عنوان

تناوب غالب منطقه برای کشت انتخاب گردید. بعد از انجام عملیات تهیه بستر، عملیات کاشت بر اساس تیمارهای آزمایش توسط یک دستگاه ردیف کار دوقلو (دورریف روی یک پشته) و کارنده تک ردیف کاشت بر روی پشته با فاصله ردیف ۷۵ سانتی متر انجام شد. با توجه به ساختار ردیف کار دوقلو و وجود دو موزع برای هر ردیف کاشت، فاصله دو ردیف پنبه روی هر پشته، ۲۴ سانتی متر بود. تراکم بوته در تیمارهای آرایش کاشت در فواصل بوته‌ای متناظر یکسان در نظر گرفته شد. به منظور دستیابی به فواصل بین بوته‌ای مطابق با تیمارهای آزمایش، تنظیم‌های لازم با توجه به چرخ‌زنجیرهای موجود روی چرخ‌حامل، چرخ‌زنجیرهای داخل جعبه‌دنده و تنظیم صفحه‌های موزع هریک از ادوات کارنده انجام شد.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی ناحیه مورد مطالعه در دوره انجام آزمایش

فصل رشد								
۱۳۹۸-۱۳۹۹			۱۳۹۷-۱۳۹۸					
ماه	دمای متوسط (°C)	رطوبت نسبی (%)	میزان بارندگی (mm)	تبخیر (mm)	دمای متوسط (°C)	رطوبت نسبی (%)	میزان بارندگی (mm)	تبخیر (mm)
اردیبهشت	۲۳/۵	۳۵/۵	۰	۲۰۶/۲	۲۳/۹	۴۳	۰	۲۴۴/۳
خرداد	۳۱/۱	۱۹	۰	۳۳۶/۳	۳۰/۹	۲۵/۵	۰	۳۵۶/۲
تیر	۳۳/۴	۲۱	۰	۳۵۹/۴	۳۴/۹	۲۷	۰	۳۷۵/۱
مرداد	۳۴/۲	۲۴/۵	۰	۳۶۵/۱	۳۷/۶	۳۱/۵	۰	۳۸۰/۱
شهریور	۳۱/۵	۲۰/۵	۰	۳۱۷/۲	۳۴/۶	۲۵	۰	۳۳۹/۷
مهر	۲۶/۹	۳۲/۵	۰	۲۳۲/۶	۲۴/۲	۲۵/۳	۰	۱۹۱/۶
آبان	۱۸/۵	۳۵/۹	۰	۱۳۰/۵	۱۵/۷	۳۸/۱	۰	۱۲۸/۳

عملیات داشت در تمام تیمارها به‌طور یکسان انجام گرفت. در پایان فصل رشد و بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی که ۶۰ درصد از غوزه‌ها باز شدند، از برگ‌ریز تیدیازورون<sup>۱</sup> به میزان ۵۰۰ سی سی در هکتار استفاده شد. مقدار ریزش برگ به‌طور متوسط در آرایش کاشت تک‌ردیف و دو ردیف روی پشته به ترتیب ۷۱/۴ و ۵۲/۸ درصد قبل از عملیات برداشت تعیین شد. میانگین تعداد غوزه در بوته، وزن هر غوزه و میانگین ارتفاع بوته با انتخاب ۳۰ بوته از هر کرت تعیین شدند. به منظور محاسبه مقدار تلفات طبیعی محصول، پنبه‌های ریخته‌شده بر روی زمین در شش نقطه از هر کرت با استفاده از یک قاب نمونه‌برداری قبل از شروع برداشت جمع‌آوری و توزین گردید. عملیات برداشت در هر یک از تیمارهای آزمایشی بعد از حذف دو متر از ابتدا و انتهای هر کرت، توسط یک دستگاه ماشین‌وش چین دوردیفه (جان‌دیر مدل ۷۲۶۰) از نوع پشت تراکتوری انجام شد (شکل ۱).

1- Thidiazuron



شکل ۱- ماشین وش چین پشت تراکتوری مورد استفاده در آزمایش

در هنگام عملیات برداشت زمان کل انجام عملیات و زمان مفید در هر کرت توسط دو زمان‌سنج به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد و سپس ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر از نسبت سطح کارشده به زمان کل مصرف‌شده در هر یک از تیمارها محاسبه شد (بال و همکاران، ۲۰۰۶):

$$F.Ca = A/T_t \quad (1)$$

که در آن،  $A$ : سطح کارشده (هکتار)؛  $T_t$ : زمان کل مصرفی عملیات کاشت (ساعت)؛  $F.Ca$ : ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (هکتار در ساعت). به‌منظور برآورد دقیق پارامترهای فوق، اندازه‌گیری‌های مذکور علاوه بر کرت‌های آزمایشی، در قطعه‌ای جداگانه در مجاور مزرعه آزمایشی نیز ثبت شد.

میزان عملکرد وش پنبه در هر تیمار نیز، با حذف دو متر از ابتدا و انتهای هر کرت تعیین گردید. تلفات برداشت از مجموع تلفات ساقه (میزان وش باقی‌مانده روی بوته) و تلفات زمینی (میزان وش ریخته‌شده روی زمین) تعیین شد. بدین منظور بعد از عبور کمباین، وش‌های باقیمانده روی هر بوته و هم‌چنین وش‌های ریخته‌شده بر روی زمین از چهار ردیف میانی به طول سه متر در هر کرت جمع‌آوری و توزین گردید و سپس درصد وزنی آن نسبت به وش کل (عملکرد مخزن و مجموع تلفات برداشت و طبیعی) در هر تیمار محاسبه شد (فالکنر و همکاران، ۲۰۱۱):

$$TL = (P + G)/H \times 100 \quad (2)$$

که در آن، P و G: به ترتیب وزن وش باقیمانده بر ساقه پنبه و وش ریخته شده روی زمین (گرم)؛ H: وزن وش کل و TL: تلفات برداشت (درصد).  
پس از محاسبه تلفات کل، کارآیی برداشت (HE) در هر یک از تیمارها با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

$$HE = 100 - TL \quad (۳)$$

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین و اثرات متقابل تیمارها توسط آزمون دانکن مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

شاخص‌های کارآیی ماشین وش چین در برداشت پنبه: آزمون بارتلت برای یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی بیانگر همگن بودن واریانس‌های مربوطه بود ( $X^2 = ۳/۸۴$ ). نتایج تجزیه واریانس مرکب و کای دو ( $X^2$ ) محاسبه شده صفات مورد بررسی ماشین وش چین در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که اثر سال و هم‌چنین اثر متقابل سال در تیمارهای آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته و برهم‌کنش هر سه تیمار در سال بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اثر فاصله بوته بر تمام شاخص‌های مورد بررسی معنی‌دار است در صورتی که آرایش کاشت و رقم تاثیر معنی‌داری بر تمامی شاخص‌ها نداشته است (جدول ۲).

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر نشان داد که اثر آرایش کاشت بر این شاخص در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). انجام عملیات برداشت در تیمار یک ردیف روی پشته (SR) موجب بیشترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر گردید، در صورتی که کاشت دو ردیف پنبه روی پشته (TR)، باعث کاهش ۲۱/۷ درصدی ظرفیت مزرعه‌ای در مقایسه باتیمار یک ردیف روی پشته (SR) شد (جدول ۳). ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین در واکنش به رقم‌های مختلف پنبه تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). کمترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به رقم گلستان بود (۰/۱۵ هکتار در ساعت) و بیشترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای در شرایطی مشاهده شد که از رقم‌های ماکسا (V1) و حکمت (V3) در عملیات کاشت استفاده شده بود (جدول ۳). تغییرات ظرفیت مزرعه‌ای احتمالاً می‌تواند به شکل بوته و الگوی شاخه‌دهی ارقام نسبت داده شود که به‌طور غیر مستقیم بر مقدار زمان مفید و غیر مفید مصرف شده در هنگام برداشت تیمارهای مختلف تاثیر داشته است. به‌عبارت دیگر در زمان برداشت ارقامی که شکل بوته آنها حالت استوانه‌ای نبوده و دارای کانوپی بازتری می‌باشند (V2)، احتمال توقف زیادتر کمباین و افزایش زمان غیرمفید متاثر از گیرکردن شاخه‌های بوته پنبه در استوانه‌های وش چین و صرف زمان بیشتر برای آزادسازی آنها ضمن عملیات برداشت وجود

داشته است. سلطانی و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی‌های خود گزارش کردند که استفاده از ارقام پنبه با تیمپ بسته موجب افزایش راندمان و عملکرد بهتر کمباین ضمن عملیات برداشت می‌شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مرکب صفات مورد بررسی ماشین برداشت پنبه

تعداد غوزه	عملکرد وش	کارایی برداشت	تلفات ساقه	تلفات زمینی	ظرفیت مزرعه‌ای	درجه آزادی	منابع تغییر
۵/۰۱ ns	۴۹۷۹۹۳/۲۶ ns	۰/۵۷۱ ns	۱۸۲۴/۷۵ ns	۳۶۹۴۷/۸ ns	۰/۰۰۸ ns	۲	تکرار (R)
۰/۰۹ ns	۴۰/۴۶ ns	۰/۰۰۹۲ ns	۳۴۳/۸۲ ns	۵۱۳/۰۸ ns	۰/۰۰۱ ns	۱	سال (Y)
۰/۳۲۴	۲۰۰/۴۳	۰/۰۰۴۱	۳۰۴/۵۷	۲۸۲/۱۷	۰/۰۰۰۱۴	۲	خطای سال
۷۶/۷۶ *	۱۰۱۰۲۲۴/۹ *	۳۹/۷۶ *	۵۶۰۳/۰۴ *	۶۳۵۷/۲ *	۰/۰۳۸ *	۱	آرایش کاشت (P)
۱/۲۳ ns	۱۲۱/۸۲ ns	۰/۰۹۴ ns	۳۲۳/۴ ns	۱۴/۶۶ ns	۰/۳۷ ns	۱	Y×P
۰/۶۳۱	۲۵۸/۷۸	۰/۴۱	۷۲۳/۸۱	۱۶۶۰۸/۴۲	۰/۰۰۳۱	۴	خطای اصلی
۴۷/۰۷**	۴۲۳۸۸۸۵/۸**	۳۶/۷۱**	۸۷۱۸/۴ ns	۶۱۶۲۳/۸**	۰/۰۲۵ *	۲	رقم (V)
۰/۰۵۹۹ ns	۸۹/۰۲ ns	۰/۰۸۲۳ ns	۴۴۹/۹۱ ns	۷۶۳/۵۶ ns	۰/۰۰۷ ns	۲	Y×V
۷۸/۷۴ ns	۲۲۶۴۱۹/۵۷ ns	۰/۵۲۸ ns	۸۵۰۲۶/۳ ns	۴۳۴۰/۲ ns	۰/۰۰۱۳ ns	۲	P×V
۰/۰۱۹۱ ns	۵۵/۶۲ ns	۰/۶۴۳ ns	۸۳۰/۵ ns	۲۲۷/۹۴ ns	۰/۰۰۰۳۲ ns	۲	Y×P×V
۵۹/۳۰۲	۴۰۶۶۱۸/۰۱	۳/۰۱۲	۱۱۲۴۷/۵	۴۴۱۳۲/۴	۰/۰۳۳۱	۱۶	خطای فرعی
۲۴۱/۹۳**	۱۰۵۸۰۸۰۲/۱۴**	۶۲/۳۳**	۴۰۴۲۶/۵۰*	۲۴۹۶۵۱/۸**	۰/۰۳۱۷ *	۲	فاصله بوته (D)
۰/۰۲۸۶ ns	۱۱۹/۱۶ ns	۰/۰۷۲۴ ns	۴۹/۵۶ ns	۲۳۳/۴۳ ns	۰/۰۰۰۶ ns	۲	Y×D
۲۷۴/۳۳ ns	۶۶۴۶۱/۴۸ ns	۰/۰۶۲ ns	۱۴۱۹/۵۵*	۴۲۶۲/۲۶ ns	۰/۰۰۵۲ ns	۲	P×D
۰/۱۳۵ ns	۱/۰۷ ns	۰/۰۰۳۸ ns	۱۱/۷۴ ns	۲۴/۰۷ ns	۰/۰۰۱۸ ns	۲	Y×P×D
۱۰۵/۵۶ *	۷۰۷۲۹۵/۶ *	۳/۹۰۳**	۱۰۳۱۶/۴ ns	۳۳۴۳۵/۶**	۰/۰۰۶۲ ns	۴	V×D
۰/۶۶۶۳ ns	۹۰/۷۱ ns	۰/۷۵۲ ns	۱۲۲/۶ ns	۱۰۱/۲۳ ns	۰/۰۰۰۱۴ ns	۴	Y×V×D
۱۵/۴۰۲ *	۶۹۳۴۲/۱۴ *	۰/۵۲۳ ns	۷۴۸/۵۶ ns	۵۴۱۶/۹۲ ns	۰/۰۰۰۸ ns	۴	P×V×D
۰/۰۳۷۷ ns	۳۲/۳۶ ns	۰/۰۰۹۲ ns	۷۲/۱۷ ns	۱۰/۳۷۶ ns	۰/۰۰۹۲ ns	۴	Y×P×V×D
۶۷/۸۱	۲۲۸۹۸۶۰/۲۸	۰/۶۹۷	۳۴۱۹۹/۰۲	۳۴۰۶۵/۲۷	۰/۰۰۱۱	۴۸	خطا
۹/۲۲	۱۳/۸۷	۸/۰۲۳	۱۴/۹۲	۱۱/۴۰	۱۶/۳	-	ضریب تغییرات (/)
۳/۱۰ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۳۵۶ ns	۰/۰۱۳ ns	۲/۲۶ ns	۰/۰۰۱ ns		کای دو (X <sup>2</sup> )

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ ns: بدون اختلاف معنی دار.

نتایج بدست آمده از اجرای آزمایش نشان داد که تأثیر فواصل مختلف بوته بر ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین معنی دار بود (جدول ۲). استفاده از ماشین وش چین در برداشت بوته‌های پنبه با فاصله ۱۶ سانتی‌متر (PD3)، موجب بیشترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای گردید و برداشت مزرعه با فواصل بوته‌ای ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر (PD2، PD1) موجب کاهش ظرفیت مزرعه‌ای به میزان ۳۶ و ۲۴/۱ درصد نسبت به فاصله کاشت ۱۶ سانتی‌متر (PD3) شد (جدول ۳).



جدول ۳- شاخص‌های کارایی ماشین‌وش چین متاثر از آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته

تعداد غوزه در بوته	کارایی برداشت (%)	تلفات ساقه (kg ha <sup>-1</sup> )	تلفات زمینی (kg ha <sup>-1</sup> )	ظرفیت مزرعه‌ای موثر (ha hr <sup>-1</sup> )	تیمارها منابع تغییر
۱۴/۷a*	۹۰/۴۵ a	۷۱/۴۰ b	۲۲۵/۸۰ b	۰/۲۳ a	آرایش کاشت تک ردیف
۱۲/۱ b	۸۶/۴ b	۹۸/۷۰ a	۲۸۱/۲ a	۰/۱۸ b	دو ردیف
					رقم
۱۱/۱ b	۹۰/۲۱ a	۷۶/۸۰ a	۲۱۲/۹ b	۰/۲۳ a	ماکسا
۱۴/۳ a	۹۰/۷۶ a	۸۳/۱۰ a	۲۰۶/۵ b	۰/۱۵ b	گلستان
۱۳/۷ a	۸۷/۹۹ b	۷۱/۴۰ a	۲۶۴/۲ a	۰/۲۰ ab	حکمت
					فاصله بوته
۱۰/۶ b	۹۰/۴۵ a	۷۸/۵ b	۱۷۸/۱ b	۰/۱۶ b	۱۰
۱۳/۷ a	۸۹/۷۲ ab	۸۱/۴۰ b	۲۲۷/۲ b	۰/۱۹ ab	۱۳
۱۴/۱ a	۸۷/۶ b	۱۰۷/۸ a	۲۷۵/۳ a	۰/۲۵ a	۱۶

\* میانگین‌هایی که در هرستون دارای حروف مشترک می‌باشند، دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (دانکن ۵٪)

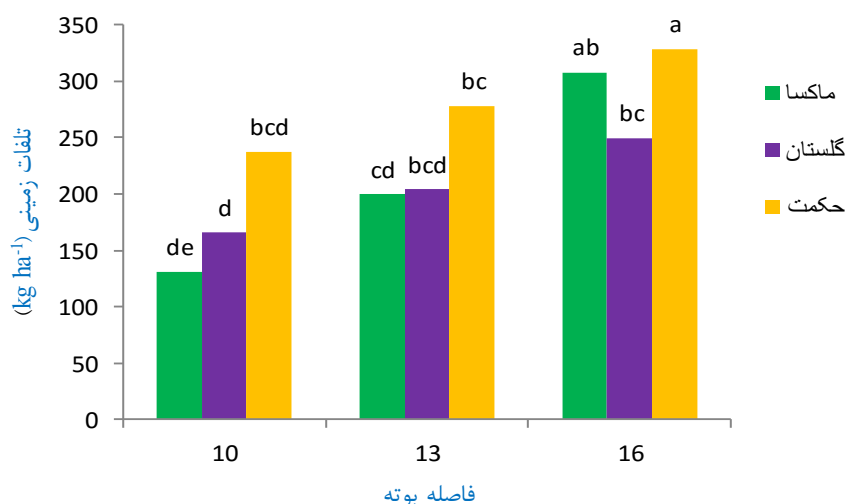
تجزیه واریانس نشان می‌دهد که آرایش کاشت، رقم پنبه و فاصله بوته تاثیر معنی‌داری بر میزان وش ریخته‌شده روی زمین (تلفات زمینی) دارند (جدول ۳). استفاده از ماشین‌وش چین در برداشت مزرعه با آرایش کاشت دوردیف روی پشته (TR) موجب بیشترین مقدار تلفات زمینی گردید، و برداشت ماشینی در آرایش کاشت یک ردیف (SR) باعث کاهش تلفات زمینی به مقدار ۱۹/۷ درصد نسبت به آرایش دو ردیف کاشت (TR) شد (جدول ۳). افزایش مقدار تلفات زمینی در آرایش کاشت دوردیف روی پشته احتمالاً می‌تواند به تجمع هم‌زمان دو ردیف بوته پنبه در مسیر ورودی استوانه حامل سوزن‌های پنبه‌چین و ممانعت برگ‌های موجود روی بوته (۴۷/۲ درصد) از تماس بیشتر سوزن‌ها با الیاف و درگیری کمتر سطح سوزن با وش نسبت داده شود، هم‌چنین با توجه به این‌که هر دو استوانه حامل سوزن‌های پنبه‌چین در یک‌طرف ردیف کاشت قرار دارند، بنابراین احتمال عدم ورود کامل سوزن‌ها به‌درون آن‌دسته از بوته‌های ردیفی که دورتر از استوانه‌های پنبه‌چین قرار گرفته‌اند، وجود داشته و بدین‌ترتیب واحدهای پنبه‌گیر<sup>۱</sup> نیز فرصت جدایش کامل وش‌های پنبه از سوزن‌ها را نداشته است. در این رابطه ویلکات و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی‌های خود گزارش کردند که کارایی برداشت با استوانه‌های پنبه‌چین از نوع متقابل، بیشتر از ماشین‌هایی بوده است که استوانه‌های پنبه‌چین آنها در یک طرف ردیف کاشت قرار گرفته‌اند.

بررسی شاخص‌ها نشان می‌دهد که مقدار تلفات زمینی متأثر از رقم پنبه به صورت  $V3 > V1 > V2$  است (جدول ۳). یافته‌ها آشکار ساخت که استفاده از رقم گلستان ( $V2$ ) موجب کاهش معنی‌دار تلفات زمینی به مقدار  $21/8$  نسبت به رقم حکمت ( $V3$ ) شده است (جدول ۳). اختلاف در مقدار تلفات زمینی در ارقام مورد استفاده احتمالاً می‌تواند به تفاوت در مقدار بازشدگی زاویه بین برچه‌های غوزه در ارقام مختلف نسبت داده شود که باعث جدایی راحت‌تر و ش از درون غوزه و یا ریزش بیشتر آن می‌شود. این نتایج با یافته‌های جهانیان و همکاران (۲۰۲۰) و جعفری و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد کاشت پنبه با فاصله ۱۶ سانتی‌متر روی ردیف ( $PD3$ ) موجب افزایش تلفات زمینی به مقدار  $54/5$  درصد نسبت به کمترین فاصله کاشت روی ردیف ( $PD1$ ) شده است (جدول ۳). یافته‌ها همچنین نشان می‌دهد با کاهش فاصله بوته روی ردیف از ۱۳ به ۱۰ سانتی‌متر، اگرچه مقدار تلفات زمینی  $21/6$  درصد کاهش دارد، اما از نظر آماری تفاوتی نیز بین مقدار وش ریخته‌شده بر روی زمین مشاهده نمی‌شود. افزایش تلفات زمینی متأثر از تغییر فاصله بوته روی ردیف احتمالاً می‌تواند به نقش فاصله بوته بر تغییر خصوصیات مورفولوژی پنبه (تعداد غوزه، تعداد شاخه زایا و رویا) و متعاقباً مقدار بیوماس ورودی به واحد برداشت ماشین نسبت داده شود. بررسی‌های تجری و اکرم‌قادری (۲۰۰۶) و جونز و ولز (۱۹۹۷) مشخص می‌کند که با افزایش فاصله بوته روی ردیف از ۱۰ به ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر، تعداد شاخه رویا، شاخه زایا و طول شاخه رویا افزایش می‌یابد. این موضوع به‌همراه همبستگی مثبت معنی‌دار این صفات با افزایش تعداد غوزه در بوته، احتمالاً می‌تواند بر مقدار تلفات وش و کارایی سوزن‌های پنبه‌چین در زمان برداشت تاثیر گذارد. برابر نتایج به‌دست آمده، برهم‌کنش رقم و فاصله بوته‌های پنبه بر تلفات زمینی وش در زمان برداشت معنی‌دار است (جدول ۲). ترکیب فاصله بوته  $PD3$  (۱۶ سانتی‌متر) با ارقام مختلف پنبه، موجب افزایش مقدار تلفات زمینی نسبت به سایر تیمارها شده است. بیشترین مقدار تلفات زمینی کمباین از برهم‌کنش  $PD3 \times V3$  مشاهده می‌شود، با کاهش فاصله بوته، تلفات زمینی در برهم‌کنش  $PD2 \times V3$  و  $PD1 \times V3$  به ترتیب  $15/4$  و  $27/8$  درصد در مقایسه با  $PD3 \times V3$  کاهش نشان می‌دهد (شکل ۲).

روند کاهش تلفات زمینی کمباین متأثر از کاهش فاصله بوته در مقایسه اثر متقابل  $PD \times V2$  و  $PD \times V1$  نیز مشاهده می‌شود. یافته‌ها آشکار ساخت که برهم‌کنش‌های رقم گلستان و ماکسا در فواصل بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر ( $PD2 \times V1,2$  و  $PD1 \times V1,2$ ) بدون داشتن اختلاف معنی‌داری باعث کمترین مقدار تلفات زمینی کمباین شده است (شکل ۲). کاهش میزان تلفات زمینی در این تیمارها احتمالاً می‌تواند به تفاوت در تعداد شاخه رویا، زایا، طول شاخه‌های رویا و تعداد غوزه در بوته هر یک از ارقام پنبه متأثر از فاصله بوته روی ردیف کاشت نسبت داده شود. این نتایج با یافته‌های دیگر محققین مطابقت دارد که گزارش کردند بین تغییر فاصله بوته با تعداد شاخه زایا، طول شاخه‌های رویا و

زایا و متعاقبا کاهش میزان تلفات وش پنبه همبستگی معنی داری وجود دارد (سلطانی و همکاران، ۲۰۲۱).

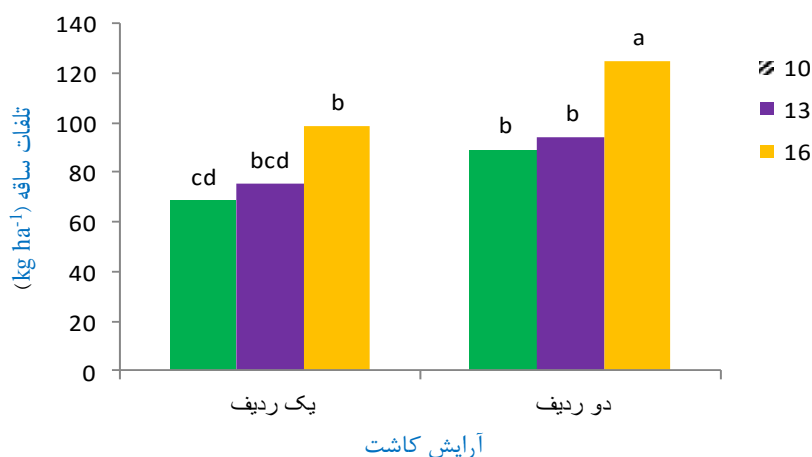


شکل ۲- تلفات زمینی ماشین وش چین در برهم کنش فاصله بوته و ارقام مختلف پنبه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس تلفات ساقه (وش باقی مانده بر ساقه) نشان داد که اثر آرایش کاشت، فاصله بوته و همچنین برهم کنش آنها بر این شاخص در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تلفات ساقه نشان می دهد که آرایش کاشت دوردیف روی پشته (TR) موجب افزایش معنی دار وش باقی مانده بر ساقه به مقدار ۳۸/۲ درصد در مقایسه با آرایش کاشت تکردیف روی پشته (SR) شد (جدول ۳). افزایش تلفات ساقه در تیمار TR را احتمالا می توان علاوه بر ریزش کمتر برگها (۵۲/۸ درصد)، به کاهش کارایی سوزن ها در جدایی وش از قسمت های مختلف بوته هایی نسبت داد که متأثر از قرارگیری در دوطرف پشته، به طور هم زمان به سوزن پنبه چین می رسند. در این رابطه رضایی اصل و همکاران (۲۰۱۳) در طی آزمایشی گزارش کردند که زیاده بودن برگ در روی بوته مانع از درگیری کامل سوزن های استوانه وش چین با الیاف غوزه ها و افزایش تلفات وش باقی مانده روی بوته می شود. نتایج بررسی ها نشان می دهد که بیشترین مقدار تلفات ساقه با کاشت پنبه در فاصله بوته ۱۶ سانتی متر روی ردیف به دست آمده است (PD3)، و بسترهای تحت کاشت با فاصله بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی متر (PD1 و PD2) موجب کاهش معنی دار تلفات ساقه به میزان ۲۵/۸ درصد به طور متوسط نسبت به فاصله بوته PD3 شده است (جدول ۳). گواتمی و همکاران (۲۰۱۰) و جاست و کاترن

(۲۰۰۱) در بررسی‌های خود گفته‌اند با افزایش تراکم بوته از طریق کاهش فاصله کاشت، درصد تعداد مکان‌های تشکیل غوزه و در نهایت تعداد کل غوزه در بوته جهت برداشت کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که با کاهش تعداد غوزه در بوته متأثر از کاهش فاصله بوته روی ردیف، احتمالاً میزان تلفات وش باقی‌مانده بر روی ساقه در زمان برداشت نیز به‌همین نسبت کاهش داشته است.

برهم‌کنش آرایش کاشت و فاصله بوته نشان می‌دهد که ترکیب آرایش کاشت دوردیف روی پشته با هر یک از فاصله‌های بوته روی ردیف (TR × PD1-3) موجب افزایش تلفات ساقه نسبت به آرایش کاشت تک‌ردیف روی پشته می‌شود (شکل ۳). بیشترین مقدار تلفات وش باقی‌مانده بر روی ساقه از برهم‌کنش آرایش دوردیف کاشت با فاصله بوته ۱۶ سانتی‌متر روی ردیف (TR × PD3) حاصل شد. با کاهش فاصله بوته روی ردیف کاشت، تلفات ساقه در برهم‌کنش TR × PD2 و TR × PD1 به‌ترتیب به ۲۴/۲ و ۲۸/۳ درصد در مقایسه با TR × PD3 کاهش نشان می‌دهد (شکل ۳).

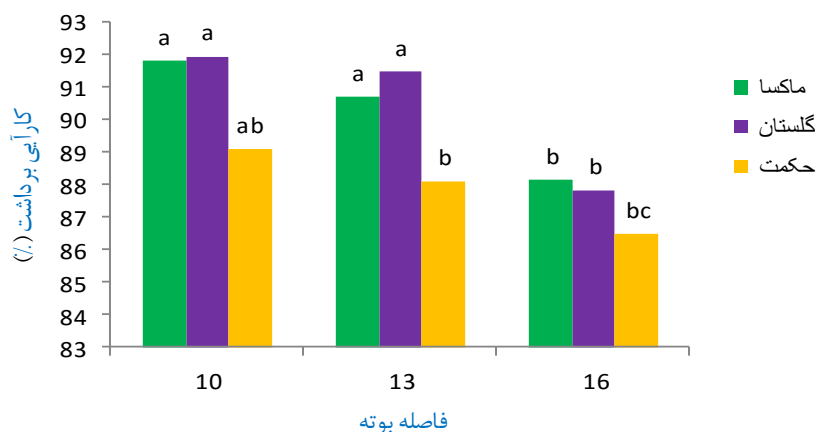


شکل ۳- تلفات وش باقی‌مانده بر ساقه در برهم‌کنش آرایش کاشت و فاصله بوته پنبه

برابر نتایج به‌دست آمده کاهش تلفات وش باقی‌مانده بر روی ساقه متأثر از کاهش فاصله بوته در مقایسه برهم‌کنش‌های آرایش کاشت تک‌ردیف روی پشته نیز مشاهده می‌شود. یافته‌ها آشکار ساخت که برهم‌کنش آرایش کاشت تک‌ردیف در فواصل بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر (SR × PD1 و SR × PD2) بدون داشتن اختلاف معنی‌داری باعث کمترین مقدار تلفات ساقه شده است (شکل ۳). این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مطابقت دارد که گزارش‌هایی مشابه از واکنش مقدار تلفات ساقه به فاصله‌های مختلف کاشت و تفاوت در تعداد غوزه‌های قابل برداشت ارائه کرده‌اند (از و همکاران، ۲۰۱۱؛ رضایی‌اصل و همکاران، ۲۰۱۳).

آنالیز واریانس نشان می‌دهد که آرایش کاشت، رقم پنبه و فاصله بوته روی ردیف تأثیر معنی‌داری بر کارایی برداشت ماشین‌وش‌چین دارد (جدول ۲). بیشترین مقدار کارایی برداشت هنگام استفاده از ماشین‌وش‌چین، در آرایش کاشت یک‌ردیف روی پشته (SR) به‌دست آمده است (۹۰/۴۵ درصد)، و کارایی برداشت ماشین در بسترهای تحت کاشت با دوردیف روی پشته (TR)، با متوسط ۸۷/۳ درصد از کل‌وش قابل‌برداشت در رتبه دوم قرار گرفته است (جدول ۳). افزایش کارایی برداشت ماشین در آرایش کاشت تک‌ردیف احتمالاً می‌تواند به کاهش معنی‌دار تلفات کل متأثر از کاهش میزان‌وش ریخته‌شده روی زمین (تلفات زمینی) و مقدار‌وش باقی‌مانده بر ساقه بوته پنبه (تلفات ساقه) در مقایسه با آرایش کاشت دوردیف روی پشته نسبت داده شود.

بررسی شاخص‌ها نشان می‌دهد که کارایی برداشت ماشین‌وش‌چین متأثر از رقم پنبه به‌صورت  $V2 > V1 > V3$  است (جدول ۳). برابر نتایج رقم گلستان با متوسط ۹۰/۷۶ درصد برداشت‌وش از مقدار کل‌وش قابل‌برداشت، مناسب‌ترین کارایی را در برداشت ماشینی در مقایسه با سایر ارقام داشته است. در میان ارقام پنبه، کمترین مقدار کارایی برداشت با اختلاف معنی‌داری به رقم حکمت اختصاص یافته است (۸۷/۹ درصد). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود مجموع مقدار تلفات زمینی و تلفات ساقه در دو رقم گلستان و ماکسا به‌طور معنی‌داری نسبت به رقم حکمت کمتر است، تفاوت در این مقدار و متعاقباً میزان‌وش‌برداشتی به‌وسیله ماشین، موجب افزایش کارایی برداشت در این ارقام شده است. این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مطابقت دارد که گزارش‌هایی مشابه از تفاوت در کارایی برداشت ماشین متأثر از ارقام مختلف ارائه کرده‌اند (رضایی‌اصل و همکاران، ۲۰۱۳؛ جعفری و همکاران، ۲۰۱۹؛ از و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که کاشت پنبه با فاصله ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر روی ردیف (PD1، PD2)، علاوه بر کاهش معنی‌دار مجموع تلفات زمینی و ساقه در واحد سطح، موجب بیشترین مقدار کارایی برداشت به‌ترتیب با میانگین ۹۰/۴۵ و ۸۹/۷۲ درصد شده است. یافته‌ها آشکار ساخت با افزایش فاصله کاشت بوته روی ردیف (PD3)، کمترین مقدار کارایی برداشت (۸۷/۶ درصد) حاصل شده است (جدول ۳). برابر نتایج به‌دست آمده برهم‌کنش رقم پنبه و فاصله بوته روی ردیف بر شاخص کارایی برداشت معنی‌دار است (جدول ۲). بیشترین مقدار کارایی برداشت از برهم‌کنش رقم گلستان در فاصله بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر حاصل شد ( $PD1, 2 \times V2$ )، و برهم‌کنش رقم حکمت با فاصله ۱۶ سانتی‌متر ( $PD3 \times V3$ ) با متوسط ۸۶/۵ درصد برداشت‌وش، موجب کمترین میزان کارایی برداشت در مقایسه با برهم‌کنش سایر تیمارها شد (شکل ۴).



شکل ۴- کارایی برداشت ماشین در برهم کنش رقم و فاصله بوته پنبه

ترکیب فاصله بوته PD3 با ارقام مختلف پنبه، موجب کمترین میزان کارایی برداشت نسبت به برهم کنش سایر تیمارها شده است (متوسط ۸۷/۵ درصد). یافته‌ها آشکار ساخت که با کاهش فاصله بوته روی ردیف به PD1 و PD2، کارایی برداشت به‌ویژه در برهم کنش ارقام گلستان و ماکسا در فواصل مذکور ( $PD1 \times V1,2$  و  $PD2 \times V1,2$ ) افزایش معنی‌داری در مقایسه با  $PD3 \times V1-3$  نشان می‌دهد (شکل ۴). افزایش کارایی برداشت در این تیمارها احتمالاً می‌تواند به کاهش معنی‌دار مجموع مقدار تلفات زمینی و تلفات ساقه در دو رقم گلستان و ماکسا نسبت داده شود که متقابلاً موجب افزایش درصد برداشت وش از میزان کل وش قابل برداشت در این ارقام شده است.

**عملکرد وش پنبه:** نتایج تجزیه واریانس عملکرد وش در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که اثر سال و هم‌چنین برهم کنش اثر سال در تیمارهای آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته بر شاخص عملکرد وش برداشت‌شده معنی‌دار نبوده است. تجزیه واریانس هم‌چنین نشان می‌دهد که آرایش کاشت، نوع رقم و فاصله بوته تأثیر معنی‌داری بر مقدار عملکرد وش پنبه دارد (جدول ۲). بر اساس نتایج، بیشترین مقدار عملکرد وش برداشت‌شده در آرایش کاشت یک‌ردیف روی پشته (SR) به‌دست آمده است (۴۶۷۸/۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار عملکرد وش زمانی مشاهده می‌شود که از سامانه آرایش کاشت دوردیف روی پشته (TR) استفاده شده است (جدول ۴). افزایش عملکرد وش در آرایش کاشت تک‌ردیف احتمالاً می‌تواند به افزایش معنی‌دار تعداد غوزه در بوته و هم‌چنین کاهش معنی‌دار تلفات کل در مقایسه با آرایش کاشت دوردیف روی پشته نسبت داده شود (جدول ۳ و ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد وش و تلفات کل متاثر از آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته پنبه

تلفات کل (%)	عملکرد وش (kg ha <sup>-1</sup> )	تیمارها
		آرایش کاشت
۹/۵۵b	۴۶۷۸/۴۶a*	تک ردیف
۱۲/۲۷ a	۴۳۸۵/۱۰ b	دو ردیف
		رقم
۹/۷۹ b	۴۱۵۷/۱ b	ماکسا
۹/۲۴ b	۴۷۷۶/۴ a	گلستان
۱۲/۱۰ a	۴۴۱۷/۱ b	حکمت
		فاصله بوته (سانتی‌متر)
۹/۵۵ b	۴۱۶۷/۲۳ b	۱۰
۱۰/۲۸ b	۴۷۵۱/۴۶ a	۱۳
۱۲/۴۰ a	۴۴۸۵/۳۷ ab	۱۶

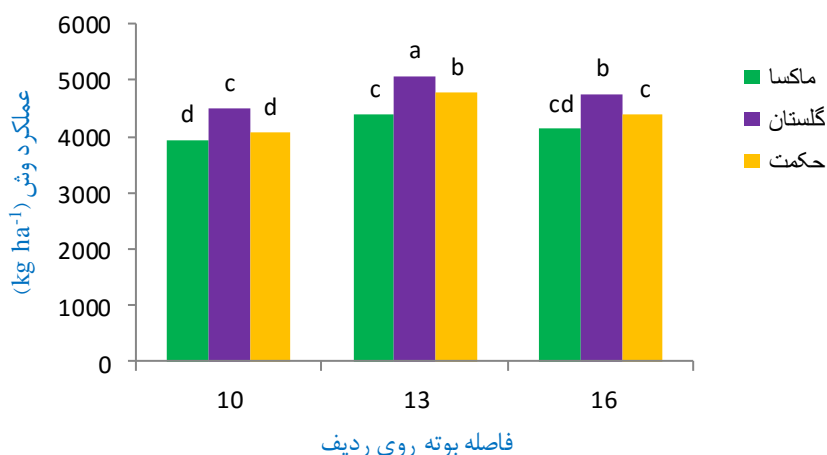
\* میانگین‌هایی که در هرستون دارای حروف مشترک می‌باشند، دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (دانکن ۵٪).

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که استفاده از رقم گلستان (V2) در عملیات کاشت موجب بیشترین میزان عملکرد وش در واحد سطح شده است؛ و کاربرد ارقام پنبه ماکسا (V1) و حکمت (V3) در مقایسه با رقم گلستان (V2)، به ترتیب ۱۴/۲ و ۶/۸ درصد کاهش عملکرد به دنبال داشته است (جدول ۴). بخشی از تفاوت عملکرد وش، احتمالا می‌تواند به پتانسیل ژنتیکی ارقام مختلف از نظر تعداد غوزه، وزن غوزه (شکل ۵) و دیگر صفات مورفولوژیک (تعدادشاخه رویا، طول شاخه رویا، تعداد شاخه زایا) نسبت داده شود. بررسی‌های قجری و همکاران (۲۰۱۱) و قجری و اکرم قادری (۲۰۰۶) نشان می‌دهد از آنجا که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول شاخه رویا و تعداد شاخه رویا با تعداد غوزه و عملکرد در ارقام مختلف وجود داشته، لذا با افزایش طول شاخه رویا و تعداد آن، عملکرد وش نیز افزایش داشته است.

مطابق نتایج میزان عملکرد وش متاثر از فاصله بوته به صورت PD2>PD3>PD1 است. کاشت پنبه با فاصله ۱۳ سانتی‌متر روی ردیف (PD3) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد وش به مقدار ۱۴/۵ درصد نسبت به کمترین فاصله کاشت روی ردیف (PD1) شده است (جدول ۴). با توجه به تفاوت معنی‌دار در تعداد غوزه در بوته متاثر فواصل مختلف (جدول ۳)، افزایش عملکرد وش احتمالا می‌تواند به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین فاصله میان بوته‌ای و تعداد غوزه و هم‌چنین تعداد غوزه با عملکرد نسبت داده شود (روزبه و جوکار، ۲۰۱۹؛ قجری و همکاران، ۲۰۱۱). بررسی‌های کامل و همکاران (۱۹۹۱) و ژو و

همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان می‌دهد افزایش تعداد غوزه و وزن غوزه‌ها موجب بهبود و افزایش عملکرد گیاه پنبه می‌شود.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که برهم‌کنش رقم‌پنبه و فاصله بوته روی‌ردیف تأثیر معنی‌داری بر عملکرد وش دارد (جدول ۲). برابر نتایج، برهم‌کنش هر یک از ارقام پنبه در فاصله بوته ۱۳ سانتی‌متر (PD2 × V1-3) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد وش در مقایسه با برهم‌کنش حداقل فاصله بوته با ارقام مختلف (PD1 × V1-3) می‌شود (شکل ۵). بیشترین مقدار عملکرد وش از برهم‌کنش رقم گلستان و فاصله بوته ۱۳ سانتی‌متر (PD2 × V2) مشاهده می‌شود. با کاهش فاصله بوته از ۱۳ به ۱۰ سانتی‌متر، مقدار عملکرد وش در برهم‌کنش PD1 × V2 به میزان ۱۱/۵ درصد در مقایسه با PD2 × V2 کاهش نشان می‌دهد (شکل ۵).

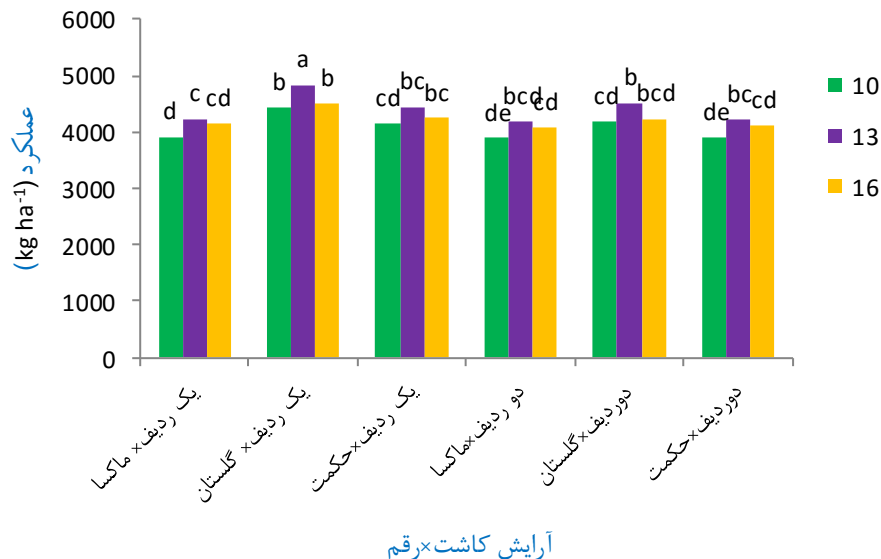


شکل ۵- عملکرد وش پنبه متأثر از برهم‌کنش رقم و فاصله بوته روی‌ردیف

به‌نظر می‌رسد با کاهش فاصله بوته در هر یک از ارقام، رقابت بین بوته‌ها در جذب مواد غذایی، آب و نور افزایش یافته و به‌تبع آن مقدار کربوهیدرات قابل‌دسترس برای هر بوته کاهش می‌یابد. این موضوع سبب ریزش اندام‌های زایشی و کاهش بقای غوزه در پنبه شده و در نتیجه تعداد غوزه و وزن غوزه و به‌دنبال آن عملکرد در بوته کاهش می‌یابد (بکوات، ۲۰۰۵؛ بدناز و همکاران، ۲۰۰۵). برابر نتایج، استفاده از رقم ماکسا و حکمت در ترکیب با فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر (PD1 × V3 و PD1 × V1) بدون داشتن اختلاف معنی‌داری موجب کمترین مقدار عملکرد وش شده است. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهد با افزایش فاصله از ۱۰ به ۱۳ و از ۱۳ به ۱۶ سانتی‌متر در ترکیب با رقم ماکسا، مقدار عملکرد



وش بر خلاف ترکیب سایر ارقام با فواصل مذکور، افزایش معنی‌داری از خود نشان نمی‌دهد (شکل ۵). برابر نتایج به‌دست آمده در هر دو آرایش کاشت یک‌ردیف و دو‌ردیف روی پشته و کلیه ارقام، با افزایش فاصله بوته روی پشته از ۱۰ به ۱۳ سانتی‌متر، عملکرد وش افزایش داشته است، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد در هر سه نوع رقم پنبه و تحت هر دو آرایش کاشت، در فاصله بوته ۱۳ سانتی‌متر به‌دست آمده است (شکل ۶). یافته‌ها همچنین آشکار ساخت که کمترین مقدار عملکرد وش در شرایطی حاصل شده است که در عملیات کاشت از رقم ماکسا با فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر و به‌صورت آرایش کاشت دو‌ردیف روی پشته استفاده شده است، و به‌کارگیری رقم گلستان در عملیات کاشت با فاصله بوته ۱۳ سانتی‌متر تحت هر دو آرایش کاشت شرایط مناسبی را برای تولید بیشترین میزان عملکرد وش فراهم نموده است (شکل ۶).



شکل ۶- اثر برهم‌کنش آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته بر عملکرد وش پنبه

### نتیجه‌گیری

شاخص‌های کارایی ماشین وش چین به مقدار زیادی تحت تاثیر آرایش کاشت، رقم پنبه مورد استفاده و تراکم کاشت قرار دارد. یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که به‌کارگیری آرایش کاشت دو‌ردیف منجر به بیشترین تلفات محصول و کمترین مقدار کارایی برداشت شده است. نوع رقم مورد استفاده در عملیات کاشت، تاثیر معنی‌داری بر میزان وش ریخته‌شده روی زمین (تلفات زمینی) و

کارآیی برداشت دارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رقم گلستان در ترکیب با فاصله بوته ۱۳ سانتی‌متر به ترتیب در آرایش کاشت یک ردیف و دو ردیف روی پشته، بیشترین مقدار عملکرد و ش در مقایسه با دیگر برهم‌کنش‌ها داشته است.

### منابع

- Baker, K.D. and Hughs, E. 2010. Optimizing spindle speed for cotton pickers. In Proc. 2010 Beltwide Cotton Conf. New Orleans, Louisiana.
- Bednarz, C.W., Shurley, D.W., Anthony, W.S., and Nichols, R.L. 2005. Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities. *Agronomy Journal*. 97: 235-240.
- Blaise, D., Kranthi, K.R., Ravindran, C.D., and Thalal, K. 2021. High plant density can improve the productivity of rainfed Asiatic cotton (*Gossypium arboreum* L.). *Archives Agronomy and Soil Science*. 67 (5): 607- 619.
- Boquet, D.J. 2005. Cotton in ultra-narrow row spacing Plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agronomy Journal*. 97:279–287.
- Buehring, N.W., Willcutt, M.H., Columbus, E.P., Phelps, J.B., and Ruscoe, A.F. 2006. Yield and plant characteristics as influenced by spindle picker narrow and wide row patterns; three years progress report. p. 1864–1870. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., San Antonio, TX. 3-6 Jan. 2006. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.*
- Buehring, N.W., Dobbs, R.R., Harrison, M.P., Willcutt, M.H., and Spurlock, S.R. 2009. Non-irrigated spindle picker 15-inch and wide-row cotton production systems analysis. *MAFES Bull. No. 1178. Miss. State Univ., Office of Agricultural Communications, Mississippi State, MS.*
- Culpepper, A.S. and York, A.C. 2000. Weed management in ultra-narrow row cotton. *Weed Technology*. 14:19-29.
- EL-Sayed, G. H., El-Shazly, A. E., and El- Yamani, A. E. 2008. Factor affecting mechanical cotton harvesting and fiber quality. *Egyptian Journal Agriculture Research*. 86 (6): 2407-2323.
- El-Yamani, A. E., Marey, S. A., and Sayed-Ahmed, I. F. 2017. Influence of mechanical harvesting process on productivity and quality of cotton fiber. *Jornal Soil Science Agriculture Engineering*. 8 (6): 301-306.
- Faulkner, W. B., Wanjura, J. D., Hequet, E. F., and Shaw, B. W. 2008. Effects of harvesting method on foreign matter content and yarn quality from irrigated cotton on the high plain. *Proceedings of Beltwide Cotton Conference*. P. 612-619. Memphis. Tennessee.
- Ghajri, A., and Akram ghaderi, F. 2006. Influence of row spacing and population density on yield and yield components of three cotton cultivars in Gorgan. *Journal Agriculture Science*. 12 (4): 833- 843. (in Persian with English abstract)

- Ghajary, A., Miry, A.S., Zangy, M.R., and Soltany, S. 2011. Determination of the best suitable planting pattern and plant density of early maturing cotton cultivars following canola harvesting. *Journal of Crop Production*. 4 (4): 103-121. (in Persian with English abstract)
- Gwathmey, C.O., and Clement, J.D. 2010. Alteration of cotton source-sink relations with plant population density and mepiquat chloride. *Field Crops Research*. 116: 101-107.
- Harrison, M.P., Buehring, N.W., Dobbs, R.R., and Willcutt, M.H. 2006. Narrow row spindle picker cotton response to bed systems and seeding rates. p. 1665-1667. *In Proc.*
- Jafari, M. A., Rezaee Asl, A., and Nowrozieh, Sh. 2019. Investigate the efficiency of cotton harvester in new cotton cultivars. *Iranian Journal Cotton Research*. 6 (2): 75- 94. (in Persian with English abstract)
- Jahanian, M., Azadbakht, M., Nowrouzieh, Sh., and Asghari, A.. 2020. Determination of the required force to pick cottonseed from four cotton varieties boll in three different harvesting time. *Agriculture Engineering International: CIGR. J.* 22 (1): 68- 75.
- Jones, M. A., and wells, R. 1997. Dry matter allocation and fruiting patterns of cotton growth at two divergent plant populations. *Crop Science*. 37: 797-802.
- Jost, P.H., and Cothren, J.T. 2001. Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. *Crop Science*. 41, 1150-1159.
- Kamel, A.S., El-Habbak, K.E., El-Masry, M.A., El-Mihi, M.M., and Gaber, E.A. 1991. Effect of crops and planting methods on growth, yield and field components of cotton. *Annals Agricultural Science Moshtohor*. 29: 689-698.
- Karnei, J.R. 2005. The agronomics and economics of 15-inch cotton. p. 601. *In Proc. Beltwide Cotton Conf., New Orleans, LA. 4-7 Jan. 2005. Natl. Cotton Council. Am., Memphis, TN.*
- 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.*
- Nelson, K.A. 2007. Glyphosate application timings in twin- and single-row corn and soybean spacings. *Weed Technology*. 21:186-190.
- Noroozieh, Sh., Mobli, H., Ghannadha, M. and Oghabi, H. 2003. An investigation of the effect of forward speed and cutting height on quantity and quality of harvested lint by cotton picker in varamin cultivar. *Journal of Agricultural Science*. 13 (1): 63-69. (in Persian)
- OZ, Erdal. 2005. Harvesting performance of a tractor mounted mechanical cotton picker. *J. Agric.Eng.* 3 (2): 119-126.

- Öz, Erdal., A. Behiç Tekin., H. Ünal Evcim, and A. Değirmencioğlu. 2011. Effect of variety and row spacing on the performance of a cotton picker. *J. Food Agriculture Environment*. 9 (1): 236- 242.
- Porter, W.M., Wanjura, J. D., Taylor, R. K., Boman, R. K., and Buser, M. D. 2017. Tracking cotton fiber quality and foreign matter through a stripper harvester. *The Journal of Cotton Science*. 21:29–39
- Prasad, J., Kapur, T., Patil, P. G., and Jaiswal, B. N. 2007. Performance evaluation of spindle type cotton picker. *Journal Agriculture Engineering*. 44 (1): 12-16.
- Ravinder, R.A., and Majumdar, G. 2013. Evaluation of portable cotton picker. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, Volume 2, Issue 1, ISSN 1473-2319.
- Reddy, K.N., Burke, I.C., Boykin, J.C., and Williford, J.R. 2009. Narrow-row cotton production under irrigated and non-irrigated environment: plant population and lint yield. *Journal Cotton Science*. 13:48-55.
- Reddy, K.N. and Boykin, J.C. 2010. Weed control and yield comparisons of twin- and single-row Glyphosateresistant cotton production systems. *Weed Technology*. 24:95-101.
- Roosbeh, M., and Jokar, L. 2019. Effect of planter type and seed variety on seedling emergence uniformity and irrigated seed cotton yield in Fars province. *Iranian Jornal Cotton Research*. 7 (2): 43- 62. (in Persian with English abstract)
- Roosbeh, M., and Zahiri, M. 2020. Effects of harvesting direction and row spacing on the cotton stripper performance in irrigated cotton fields. *Journal Cotton Science*. 23:90–96.
- Rezaei Asl, A., Nowrouzieh, Sh., Taghizadeh-Alisaraei, A. 2013. Study and comparison of mechanical and manual harvesting performance in two cotton varieties Varamin and Sahel cultivar. *Mechanical Sciences in Agricultural Machinery*. 1(1): 19- 24. (in Persian with English abstract)
- Soltani, S., Nowrozieh, Sh., Zangi, M.R., and Heravi, P. 2021. Evaluation of planting patterns on mechanical harvest performance and quality of cluster cotton varieties. *Iranian Journal of Cotton Researches*. 9 (1): 233- 244.
- Sorensen, R.B., Lamb, M.C., and Butts, C.L. 2006. Row pattern, plant density, and nitrogen rate effects on corn yield in the southeastern US. *Crop Manage*. Available at <http://www.plantmanagementnetwork.org/sub/cm/>
- Stephenson, IV. D. O. and Brecke, B. J. 2010. Weed management in single- vs. twin-row cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technology*. 24:275-280.
- Stephenson, D. O., Thomas Barber, IV. L., and Bourland, F.M. 2011. Effect of twin-row planting pattern and plant density on cotton growth, yield, and fiber quality. *Journal Cotton Science*. 15: 243-250.
- Vories, E. D. and Glover, R. E. 2006. Comparison of growth and yield components of conventional and ultra-narrow row cotton. *Journal Cotton Science*. 10: 235-243.

- Willcutt, M.H., Buschermohle, M.J., Huitink, G.W., Barnes, E.M., Wanjura, J.D., and Searcy, S.W. 2010. The Spindle-type cotton harvester. Texas A&M Agrilife Research and Extension Center, Lubbock, TX.
- Wilson, D.G., York, A.C., and Edmisten, K.L. 2007. Narrow-row cotton response to mepiquat chloride. *Journal Cotton Science*. 11:177–185.
- Zhou, Z.G., Meng, Y.L., Shen, Y.Q., and Jia, Z.K. 2000. Study of the relationship between boll weight in wheat—cotton double cropping and meteorological factors in boll period. *Acta Gossypii Sinica*. 12 (3): 122–126 (in Chinese, with English abstract).

## **Performance evaluation of cotton picker affected by twin-row planting pattern, variety and plant density in Fars province**

**Majid Roozbeh<sup>1\*</sup>, Mahmood Zahiri<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iran.

<sup>2</sup>Cotton expert of Agriculture Jihad Organization of Fars province.

Received: 2022.03.01; Accepted: 2022.03.20

### **Abstract**

**Background and objectives:** The performance of cotton pickers can be affected by various factors such as field and crop conditions. In this study, the effect of planting patterns, plant density and cultivar on the cotton picker performance and also determining the most appropriate combination of them in the south of Iran were investigated.

**Materials and methods:** The experimental design was done as split-split plot based on a randomized complete block with three replications at the Darab Agricultural Research Station, during the 2019 to 2020 growing season. The planting patterns were in two levels of twin-row (TR) and single row planting (SR) as the main plot, three cultivars as the subplot include Macsa (V1), Golestan (V2), Hekmat (V3) and the plant spacing (PD1:10, PD2:13, PD3:16 cm) as sub-sub plot.

**Results:** The planting pattern, variety and plant spacing had a significant effect on performance indexes of cotton picker harvester. The highest harvester efficiency was observed for single row planting treatment. The minimum effective field capacity and harvester efficiency was observed for twin-row planting system. The PD3 treatment increased ground loss by 54.5% compared to PD1 treatment. The PD3 treatment increased ground loss by 54.5% compared to PD1 treatment.

**Conclusion:** With regard to mean comparisons of grain yield and seed cotton loss, the single row planting pattern in combination of V2 × PD2 and V3 × PD2 were seen suitable in the south of Fars province and areas with similar climate.

**Keywords:** Boll number, cotton harvest, ground loss, plant spacing, seed cotton yield.

---

\*Corresponding author; roozbeh.majid@gmail.com