مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد نهم، شماره دوم، ۱۴۰۰
۸۴-۶۳
www.jcri.ir

ارزیابی کارآیی ماشین وش‌چین متاثر از آرایش کاشت دو ردیفه، رقم و تراکم بوته پنبه در استان فارس

مجید روزبه [۱*]، محمود ظهیری [۲]

[۱]تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

[۲]کارشناس پنبه سازمان جهاد کشاورزی فارس

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

چکیده

سابقه و هدف: کارآیی 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 کارآیی ماشین وش‌چین 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) سانتی‌متردر نظر گرفته شد.

یافته‌ها: تأثیر آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته پنبه بر شاخص‌های کارآیی ماشین معنی‌دار بود. بیشترین مقدار کارآیی برداشت مربوط به آرایش کاشت یک‌ردیف روی پشته بود. کمترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر و کارآیی 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 × V3 و PD1 × V3 موجب کاهش تلفات زمینی به‌ترتیب به مقدار ۱۵/۴ و ۲۷/۸ درصد در مقایسه با PD3 × 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

---

*نویسنده مسئول: roozbeh.majid@gmail.com

مقدمه

عملیات برداشت به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم درافزایش 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 به‌سمت عملیات برداشت ماشینی (وش‌چین، غوزه‌چین) به‌جای 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 موجومدار (۲۰۱۳) نشان داده است که استفاده از ماشین برداشت وش‌چین پشت‌تراکتوری 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؛ پرتر 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 داشته است، در صورتی‌که تغییر ارتفاع سکوی برش از سطح زمین، اثر معنی‌داری بر غوزه‌های باقی‌مانده روی بوته و ریخته‌شده روی زمین نداشته است.

علاوه‌بر این، شرایطی از قبیل رقم، آرایش ردیف‌های کاشت، تراکم بوته و میزان بیوماس گیاهی نیز می‌تواند کارآیی ماشین‌های برداشت پنبه را تحت تأثیر قرار دهد. الساید (۲۰۰۸) در طی بررسی‌های خود اعلام کردند مشخصات ارقام، خصوصیات گیاهی و شرایط مزرعه تاثیر زیادی بر کارآیی ماشین‌های وش‌چین و غوزه‌چین دارد. در این راستا پراساد و همکاران (۲۰۰۷) کارآیی 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 کارآیی برداشت وش‌چین دوردیفه پشت‌تراکتوری 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 وش‌چین 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 وش‌چین نیز می‌تواند به‌طور مستقیم تحت تأثیر شرایط محصول و مزرعه (نوع رقم و یکنواختی فاصله ردیف) قرار گیرد (از و هکاران، 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 معمولا 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 وش‌چین از سال ۲۰۰۵ به‌عنوان راه‌کار عملی در راستای افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها افزایش یافته است (کولپپر 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 وش‌چین گزارش کردند که الگوی کاشت دو ردیف روی پشته بر درصد زودرسی، میزان افت برداشت و کارآیی ماشین وش‌چین تاثیر معنی‌داری داشته است. مطالعات اخیر بر روی آرایش کاشت دو ردیف و ردیف نزدیک که قابل برداشت با ماشین‌های وش‌چین 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، ۲۰۰۷بوهرینگ 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 متاثر 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 وش 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 وش در فواصل ردیف کم دارد. وریس و گلاور (۲۰۰۶) در مقایسه عملکرد وش 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 وش در فواصل ردیف بسیار نزدیک بیشتر بود. بوهرینگ و همکاران (۲۰۰۹) و ویلسون و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که پنبه‌های رشدیافته در دو الگوی ردیف کاشت نزدیک (۳۸ سانتی‌متر) و جفت ردیف کاشت (۲۵ سانتی‌متر)، از عملکرد وش 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 سانت‌متر) 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 آنجائی‌که در استان فارس مطالعه‌ای در خصوص تغییر آرایش کاشت ارقام مختلف بر کارآیی عملیات براشت ماشینی صورت نگرفته است، این پژوهش با هدف ارزیابی کارآیی ماشین وش‌چین 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 به‌مدت 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) سانتی‌متردر 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 یک‌دستگاه ردیف‌کار دوقلو (دوردیف روی یک پشته) و کارنده تک‌ردیف کاشت بر روی پشته با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر انجام شد. با توجه به ساختار ردیف‌کار دوقلو و وجود دو موزع برای هر ردیف کاشت، فاصله دو ردیف پنبه روی هر پشته، ۲۴ سانتی‌متر بود. تراکم بوته در تیمارهای آرایش کاشت در فواصل بوته‌ای متناظر یکسان در نظر گرفته شد. به‌منظور دست‌یابی به فواصل بین بوته‌ای مطابق با تیمارهای آزمایش، تنظیم‌های لازم با توجه به چرخ‌زنجیرهای موجود روی چرخ‌حامل، چرخ‌زنجرهای داخل جعبه‌دنده و تنظیم صفحه‌های موزع هریک از ادوات کارنده انجام شد.

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

ماه	فصل رشد							
	۱۳۹۸-۱۳۹۷				۱۳۹۹-۱۳۹۸			
	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 بازشدند، از برگ‌ریز تیدیازورون[1] به میزان ۵۰۰ سی سی در هکتار استفاده شد. مقدار ریزش برگ به‌طور متوسط در آرایش کاشت تک‌ردیف و دو ردیف روی پشته به‌ترتیب ۷۱/۴ و ۵۲/۸ درصد قبل از عملیات برداشت تعیین شد. میانگین تعداد غوزه در بوته، وزن هرغوزه و میانگین ارتفاع بوته با انتخاب ۳۰ بوته از هر کرت تعیین شدند. به‌منظور 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 یک‌دستگاه ماشین وش‌چین دوردیفه (جاندیر مدل ۷۲۶۰) از نوع پشت تراکتوری انجام شد (شکل ۱).

1- Thidiazuron

شکل ۱-ماشین وش‌چین 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):

$$F.Ca= A/T_t \qquad (۱)$$

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 ریخته شده بر روی زمین ازچهار 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):

$$TL= (P+ G)/H\times 100 \qquad (۲)$$

که در آن، P و G: به‌ترتیب وزن وش باقیمانده بر ساقه پنبه و وش ریخته‌شده روی زمین (گرم)؛ H: وزن وش‌کل 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:

$$HE= 100- TL \qquad (۳)$$

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 وش‌چین 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) محاسبه‌شده صفات مورد بررسی ماشین وش‌چین 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 اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار نبوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اثر فاصله بوته بر تمام شاخص‌های مورد بررسی معنی‌دار است در صورتی‌که آرایش کاشت و رقم تاثیر معنی‌داری بر تمامی شاخص‌ها نداشته است (جدول ۲).

نتایج به‌دست 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 موثر 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 موثر ماشین در واکنش به رقم‌های مختلف پنبه تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). کمترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به رقم گلستان بود (۰/۱۵هکتار 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 احتمالا می‌تواند به شکل بوته و الگوی شاخه‌دهی ارقام نسبت داده شود که به‌طور غیر مستقیم بر مقدار زمان مفید و غیر مفید مصرف‌شده 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 وش‌چین 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 تیپ 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

منابع تغییر	درجه آزادی	ظرفیت مزرعه‌ای	تلفات زمینی	تلفات ساقه	کارایی برداشت	عملکرد وش	تعداد غوزه
تکرار (R)	۲	۰/۰۰۸ns	۳۶۹۴۷/۸ ns	۱۸۲۴/۷۵ns	۰/۵۷۱ ns	۴۹۷۹۹۳/۲۶ ns	۵/۰۱ ns
سال (Y)	۱	۰/۰۰۱ns	۵۱۳/۰۸ ns	۳۴۳/۸۲ ns	۰/۰۰۹۲ns	۴۰/۴۶ ns	۰/۰۹ ns
خطای سال	۲	۰/۰۰۰۱۴	۲۸۲/۱۷	۳۰۴/۵۷	۰/۰۰۴۱	۲۰۰/۴۳	۰/۳۲۴
آرایش‌کاشت(P)	۱	۰/۰۳۸ *	۶۳۵۷/۲ *	۵۶۰۳/۰۴ *	۳۹/۷۶ *	۱۰۱۰۲۲۴/۹ *	۷۶/۷۶ *
Y×P	۱	۰/۳۷ ns	۱۴/۶۶ ns	۳۲۳/۴ ns	۰/۰۹۴ ns	۱۲۱/۸۲ ns	۱/۲۳ ns
خطای اصلی	۴	۰/۰۰۳۱	۱۶۶۰۸/۴۲	۷۲۳/۸۱	۰/۴۱	۲۵۸/۷۸	۰/۶۳۱
رقم (V)	۲	۰/۰۲۵ *	۶۱۶۲۳/۸ **	۸۷۱۸/۴ ns	۳۶/۷۱ **	۴۲۳۸۸۵/۸**	۴۷/۰۷**
Y×V	۲	۰/۰۰۷ns	۷۶۳/۵۶ ns	۴۴۹/۹۱ ns	۰/۰۸۲۳ns	۸۹/۰۲ ns	۰/۰۵۹۹ns
P×V	۲	۰/۰۰۱۳ns	۴۳۴۰/۲ ns	۸۵۰۲۶/۳ns	۰/۵۲۸ ns	۲۲۶۴۱۹/۵۷ ns	۷۸/۷۴ ns
Y×P×V	۲	۰/۰۰۰۳۲ns	۲۳۷/۹۴ ns	۸۳۰/۵ ns	۰/۶۴۳ ns	۵۵/۶۲ ns	۰/۰۱۹۱ns
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۳۳۱	۴۴۱۳۲/۴	۱۱۲۴۷/۵	۳/۰۱۲	۴۰۶۶۱۸/۰۱	۵۹/۳۰۲
فاصله بوته (D)	۲	۰/۰۳۱۷ *	۲۴۹۶۵۱/۸**	۴۰۴۲۶/۵۰*	۶۲/۳۳ **	۱۰۵۸۰۸۰۲/۱۴**	۲۴۱/۹۳**
Y×D	۲	۰/۰۰۰۶ ns	۲۳۳/۴۳ ns	۴۹/۵۶ ns	۰/۰۷۲۴ns	۱۱۹/۱۶ ns	۰/۰۲۸۶ns
P×D	۲	۰/۰۰۵۲ ns	۴۲۶۲/۲۶ ns	۱۴۱۹/۵۵ *	۰/۰۶۲ ns	۶۶۴۶۱/۴۸ ns	۲۷۴/۳۳ns
Y×P×D	۲	۰/۰۰۱۸ ns	۲۴/۰۷ ns	۱۱/۷۴ ns	۰/۰۰۳۸ns	۱/۰۷ ns	۰/۱۳۵ ns
V×D	۴	۰/۰۰۶۲ ns	۳۳۴۳۵/۶ **	۱۰۳۱۶/۴ns	۳/۹۰۳ **	۷۰۷۲۹۵/۶ *	۱۰۵/۵۶ *
Y×V×D	۴	۰/۰۰۰۱۴ns	۱۰۱/۲۳ ns	۱۲۲/۶ ns	۰/۷۵۲ ns	۹۰/۷۱ ns	۰/۶۶۶۳ns
P×V×D	۴	۰/۰۰۸ ns	۵۴۱۶/۹۲ ns	۷۴۸/۵۶ ns	۰/۵۲۳ ns	۶۹۳۴۲/۱۴ *	۱۵/۴۰۲ *
Y×P×V×D	۴	۰/۰۰۹۲ ns	۱۰/۳۷۶ ns	۷۲/۱۷ ns	۰/۰۰۹۲۵ns	۳۲/۳۶ ns	۰/۰۳۷۷ns
خطا	۴۸	۰/۰۰۱۱	۳۴۰۶۵/۲۷	۳۴۱۹۹/۰۲	۰/۶۹۷	۲۲۸۹۸۶۰/۲۸	۶۷/۸۱
ضریب‌تغییرات (٪)	-	۱۶/۳	۱۱/۴۰	۱۴/۹۲	۸/۰۲۳	۱۳/۸۷	۹/۲۲
کای دو (x^2)		۰/۰۰۱ ns	۲/۲۶ ns	۰/۰۱۳ ns	۰/۳۵۶ ns	۰/۰۰۱ ns	۳/۱۰ ns

* و** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ ns: بدون اختلاف معنی‌دار.

نتایج بدست آمده از اجرای آزمایش نشان داد که تأثیر فواصل مختلف بوته بر ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین معنی‌دار بود (جدول ۲). استفاده از ماشین وش‌چین در برداشت بوته‌های پنبه با فاصله ۱۶ سانتی‌متر (PD3)، موجب بیشترین مقدار ظرفیت مزرعه‌ای گردید و برداشت مزرعه با فواصل بوته‌ای ۱۰ و۱۳سانتی‌متر (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 کارآیی ماشین وش‌چین متاثر از آرایش کاشت، رقم و فاصله بوته

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

* میانگین‌هائی 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 ۲). استفاده از ماشین وش‌چین 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 ردیف‌کاشت 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[1] نیز فرصت جدایش کامل وش‌های پنبه از سوزن‌ها را نداشته است. در این رابطه ویلکات و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی‌های خود گزارش کردند که کارآیی برداشت با استوانه‌های پنبه‌چین از نوع متقابل، بیشتر از ماشین‌هایی بوده است که استوانه‌های پنبه‌چین آنها در یک طرف ردیف کاشت قرار گرفته‌اند.

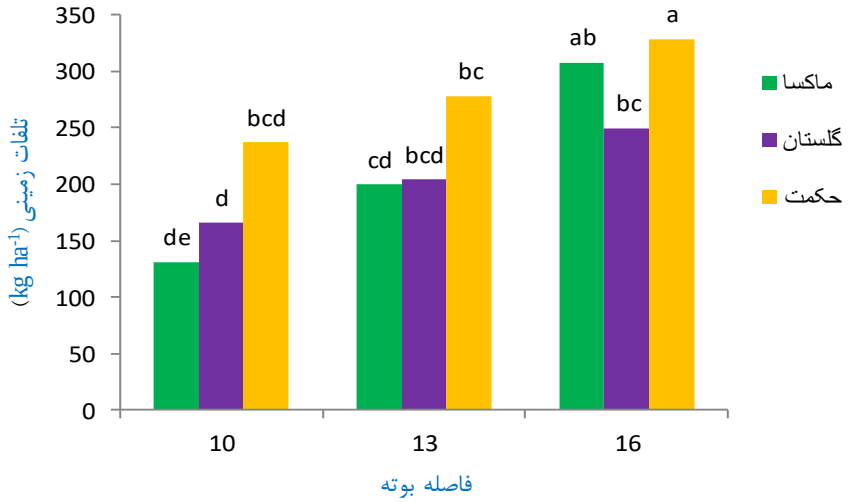
1- Doffer

بررسی شاخص‌ها نشان می‌دهد که مقدار تلفات زمینی متأثر از رقم پنبه به‌صورت V3>V1>V2 است (جدول ۳). یافته‌ها آشکار ساخت که استفاده از رقم گلستان (V2) موجب کاهش معنی‌دار تلفات زمینی به مقدار۲۱/۸ نسبت به رقم حکمت (V3) شده است (جدول ۳). اختلاف درمقدار تلفات زمینی در ارقام مورد استفاده احتمالا می‌تواند به تفاوت در مقدار بازشدگی زاویه بین برچه‌های غوزه در ارقام مختلف نسبت داده شود که باعث جدایی راحت‌تر وش 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 ۵۴/۵ 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 ۲۱/۶ درصد کاهش دارد، اما از نظر آماری تفاوتی نیز بین مقدار وش ریخته‌شده بر روی زمین مشاهده نمی‌شود. افزایش تلفات زمینی متأثر ازتغییر فاصله بوته روی ردیف احتمالا می‌تواند به نقش فاصله بوته بر تغییر خصوصیات مورفولوژی پنبه (تعداد غوزه، تعداد شاخه زایا و رویا) و متعاقبا مقدار بیوماس ورودی به واحد برداشت ماشین نسبت داده شود. بررسی‌های قجری 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، احتمالا 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 برهم‌کنشPD3 × V3 مشاهده می‌شود، با کاهش فاصله بوته، تلفات زمینی در برهم‌کنش PD2 × V3 و PD1 × V3 به‌ترتیب ۱۵/۴ و ۲۷/۸ درصد در مقایسه با PD3 × V3 کاهش نشان می‌دهد (شکل ۲).

روند کاهش تلفات زمینی کمباین متأثر از کاهش فاصله بوته در مقایسهٔ اثر متقابل PD × V2 و PD × V1 نیز مشاهده می‌شود. یافته‌ها آشکار ساخت که برهم‌کنش‌های رقم گلستان و ماکسا در فواصل بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر (PD2 × V1,2 و PD1 × V1,2) بدون داشتن اختلاف معنی‌داری باعث کمترین مقدار تلفات زمینی کمباین شده است (شکل ۲). کاهش میزان تلفات زمینی در این تیمارها احتمالا می‌تواند به تفاوت در تعداد شاخه رویا، زایا، طول شاخه‌های رویا و تعداد غوزه در بوته هریک از ارقام پنبه متاثر 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 تعدا شاخه زایا، طول شاخه‌های رویا و

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

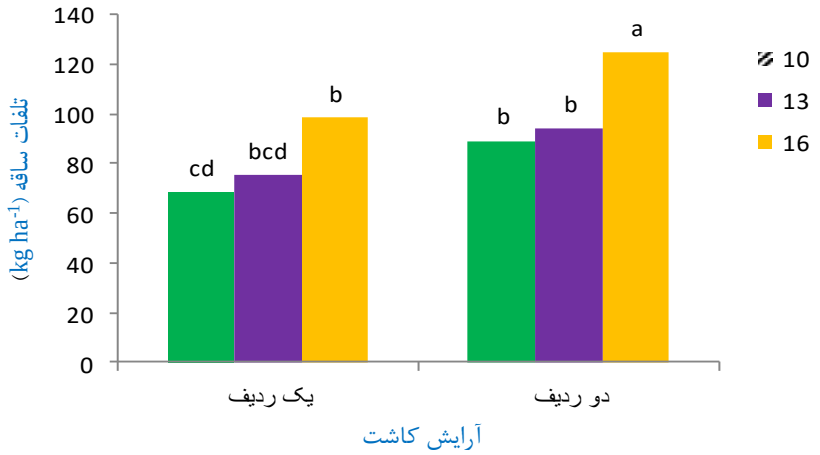


شکل ۲- تلفات زمینی ماشین وش‌چین در برهم‌کنش فاصله بوته و ارقام مختلف پنبه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس تلفات ساقه (وش باقی‌مانده بر ساقه) نشان داد که اثر آرایش کاشت، فاصله بوته و هم‌چنین برهم‌کنش آنها بر این شاخص در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تلفات ساقه نشان می‌دهد که آرایش کاشت دوردیف روی پشته (TR) موجب افزایش معنی‌دار وش باقی‌مانده بر ساقه به مقدار ۳۸/۲ درصد در مقایسه با آرایش کاشت تک‌ردیف روی پشته (SR) شد (جدول۳). افزایش تلفات ساقه در تیمار TR را احتمالا می‌توان علاوه‌بر ریزش کمتر برگ‌ها (۵۲/۸ درصد)، به کاهش کارایی سوزن‌ها در جدایی وش از قسمت‌های مختلف بوته‌هایی نسبت داد که متاثر از قرارگیری در دوطرف پشته، به‌طور هم‌زمان به سوزن پنبه‌چین می‌رسند. در این رابطه رضایی اصل و همکاران (۲۰۱۳) در طی آزمایشی گزارش کردند که زیادبودن برگ در روی بوته مانع از درگیری کامل سوزن‌های استوانه وش‌چین با الیاف غوزه‌ها و افزایش تلفات وش باقی‌مانده روی بوته می‌شود. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین مقدار تلفات ساقه با کاشت پنبه در فاصله بوته ۱۶ سانتی‌متر روی ردیف به‌دست آمده است (PD3)، و بسترهای تحت کاشت با فاصله بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر (PD1 و PD2) موجب کاهش معنی‌دار تلفات ساقه به‌میزان ۲۵/۸ درصد به‌طور 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 دربوته جهت برداشت کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که با کاهش تعداد غوزه در بوته متاثر از کاهش فاصله بوته روی ردیف، احتمالا 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 میزان ۲۸/۳ درصد در مقایسه با TR × PD3 کاهش نشان می‌دهد (شکل ۳).

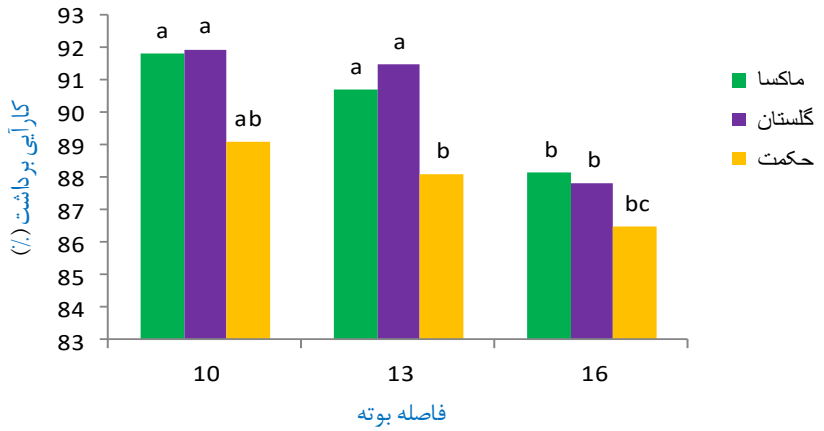


شکل ۳- تلفات وش باقی‌مانده بر ساقه در برهم‌کنش آرایش کاشت و فاصله بوته پنبه

برابر نتایج به‌دست آمده کاهش تلفات وش باقی‌مانده بر روی ساقه متأثر از کاهش فاصله بوته در مقایسهٔ برهم‌کنش‌های آرایش کاشت تک‌ردیف روی پشته نیز مشاهده می‌شود. یافته‌ها آشکار ساخت که برهم‌کنش آرایش تک‌ردیف در فواصل بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر (SR × PD2 و SR × PD1) 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 تـأثیر معنـی‌داری بر کارآیی برداشت ماشین وش‌چین دارد (جدول ۲). بیشترین مقدار کارآیی برداشت هنگـام اسـتفاده از ماشین وش‌چین، در آرایش کاشت یک‌ردیف روی پشته (SR) به‌دست آمـده اسـت (۹۰/۴۵ درصـد)، و کارآیی برداشت ماشین در بسترهای تحت کاشت با دوردیف روی پشته (TR)، با متوسط ۸۷/۳ درصـد از کل وش قابل‌برداشت در رتبهٔ دوم قرار گرفته است (جدول ۳). افـزایش کـارآیی برداشـت ماشـین در آرایش کاشت تک‌ردیف احتمالا می‌تواند به کاهش معنـی‌دار تلفـات کـل متـأثر از کـاهش میـزان وش ریخته‌شده روی زمین (تلفات زمینی) و مقدار وش بـاقی‌مانـده بـر سـاقه بوتـه پنبـه (تلفـات سـاقه) در مقایسه با آرایش کاشت دوردیف روی پشته نسبت داده شود.

بررسی شاخص‌ها نشان می‌دهد که کارآیی برداشت ماشین وش‌چین متاثر از رقـم پنبـه بـه‌صـورت V2>V1>V3 است (جدول ۳). برابر نتایج رقم گلستان با متوسط ۹۰/۷۶ درصد برداشت وش از مقدار کل وش قابل‌برداشت، مناسب‌ترین کارآیی را در برداشت ماشینی در مقایسه با سایر ارقام داشـته اسـت. در میان ارقام پنبه، کمترین مقدار کارآیی برداشت با اختلاف معنی‌داری به رقم حکمت اختصاص یافته است(۸۷/۹ درصد). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود مجموع مقـدار تلفـات زمینـی و تلفـات ساقه در دو رقم گلستان و ماکسا به‌طور معنی‌داری نسبت به رقم حکمت کمتـر اسـت، تفـاوت در ایـن مقدار و متعاقبا میزان وش‌برداشتی به‌وسیله ماشین، موجب افزایش کارآیی برداشت در این ارقـام شـده است. این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مطابقت دارد که گـزارش‌هـایی مشـابه از تفـاوت در کـارآیی برداشت ماشین متاثر از ارقام مختلف ارائه کرده‌اند (رضایی‌اصل و همکاران ، ۲۰۱۳؛ جعفری و همکاران، ۲۰۱۹؛ از و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد کـه کاشـت پنبـه بـا فاصـله ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر روی ردیف (PD1، PD2)، علاوه‌بر کاهش معنی‌دار مجموع تلفات زمینـی و سـاقه در واحـد سطح، موجب بیشترین مقدار کارآیی برداشت به‌ترتیب با میانگین ۹۰/۴۵ و ۸۹/۷۲ درصد شـده اسـت. یافته‌ها آشکار ساخت با افزایش فاصله کاشت بوته روی ردیف (PD3)، کمترین مقدار کـارآیی برداشـت (۸۷/۶ درصد) حاصل شده است (جدول ۳). برابر نتایج به‌دست آمده برهم‌کنش رقم پنبه وفاصـله بوتـه روی ردیف بر شاخص کارآیی برداشت معنی‌دار است (جدول ۲). بیشـترین مقـدار کـارآیی برداشـت از برهم‌کنش رقم گلستان در فاصله بوته ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر حاصل شـد (PD1,2 × V2)، و بـرهم‌کـنش رقم حکمت با فاصله ۱۶ سانتی‌متر (PD3 × V3) با متوسط ۸۶/۵ درصد برداشت وش، موجب کمترین میزان کارآیی برداشت در مقایسه با برهم‌کنش سایر تیمارها شد (شکل ۴).



شکل ۴- کارآیی برداشت ماشین در برهم‌کنش رقم و فاصله بوته پنبه

ترکیب فاصله بوته PD3 با ارقام مختلف پنبه، موجب کمترین میزان کارآیی برداشت نسبت به برهم‌کنش سایر تیمارها شده است (متوسط ۸۷/۵ درصد). یافته‌ها آشکار ساخت که با کاهش فاصله بوته روی ردیف به PD2 و PD1، کارآیی برداشت به‌ویژه در برهم‌کنش ارقام گلستان و ماکسا در فواصل مذکور (PD2 × V1,2 و PD1 × V1,2) افزایش معنی‌داری در مقایسه با PD3 × V1-3 نشان می‌دهد (شکل ۴). افزایش کارآیی برداشت در این تیمارها احتمالا می‌تواند به کاهش معنی‌دار مجموع مقدار تلفات زمینی و تلفات ساقه در دو رقم گلستان و ماکسا نسبت داده شود که متعاقبا 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 برهم‌کنش اثر سال در تیمارهای آرایش‌کاشت، رقم و فاصله بوته بر شاخص عملکرد وش برداشت‌شده معنی‌دار نبوده است. تجزیه واریانس همچنین نشان می‌دهد که آرایش‌کاشت، 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 احتمالا 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

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

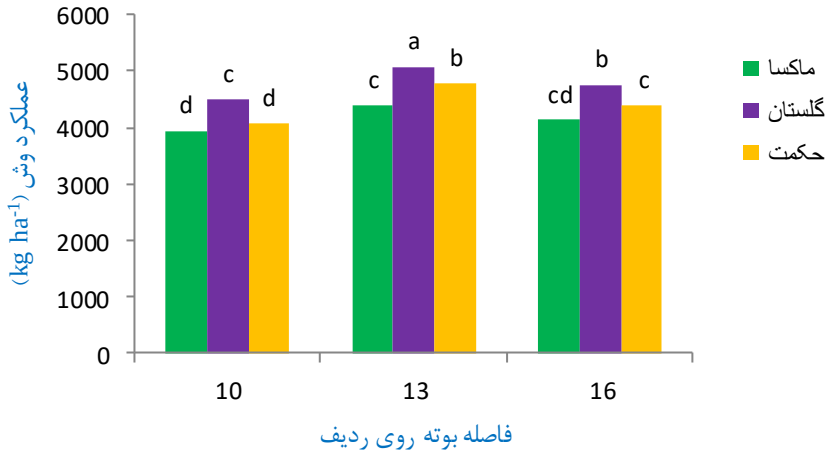
* میانگین‌هائی که در هرستون دارای حروف مشترک می‌باشند، دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (دانکن ۵٪).

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)، به‌ترتیب ۱۴/۲ و ۶/۸ درصد کاهش عملکرد به‌دنبال 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 آنجاکه 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 شاخه‌رویا و تعداد آن، عملکرد وش نیز افزایش داشته است.

مطابق نتایج میزان عملکرد وش متاثر از فاصله بوته به‌صورت 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)، افرایش عملکرد وش احتمالا می‌تواند به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین فاصله میان‌بوته‌ای و تعداد غوزه و هم‌چنین تعداد غوزه با عملکرد نسبت داده شود (روزبه و جوکار، ۲۰۱۹؛ قجری و همکاران، ۲۰۱۱). بررسی‌های کمل 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.

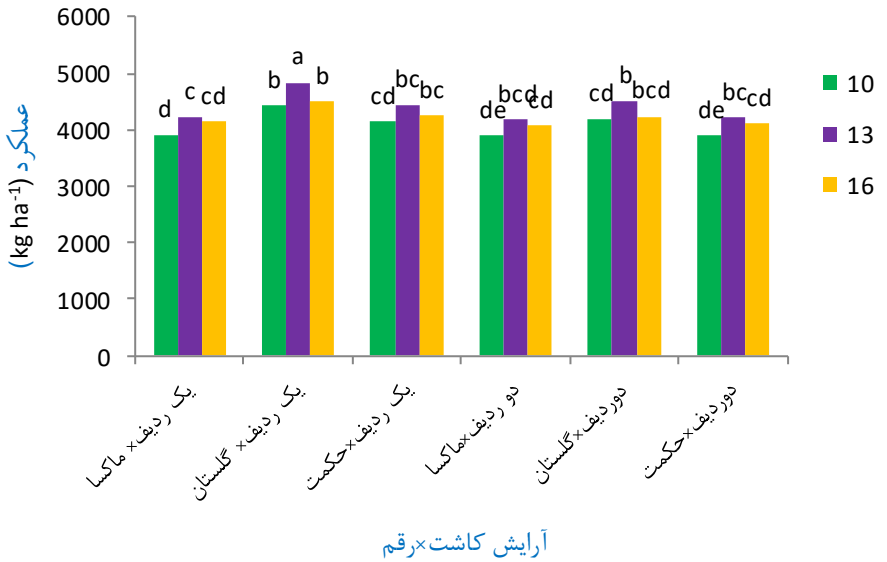
تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که برهم‌کنش رقم‌پنبه و فاصله بوته روی‌ردیف تأثیر معنی‌داری بر عملکرد وش دارد (جدول ۲). برابر نتایج، برهم‌کنش هر یک از ارقام پنبه در فاصله بوته ۱۳ سانتی‌متر (PD2 × V1-3) موجب افزایش معنی‌دار عملکرد وش در مقایسه با برهم‌کنش حداقل فاصله بوته با ارقام مختلف (PD1 × V1-3) 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 روی ردیف

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؛ بدنارز و همکاران، ۲۰۰۵). برابر نتایج، استفاده از رقم ماکسا و حکمت در ترکیب با فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر (PD1 × V1 و PD1 × V3) 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 کارآیی ماشین وش‌چین 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 دو ردیف منجر به بیشترین تلفات محصول و کمترین مقدار کارآیی 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 به‌ترتیب در آرایش کاشت یک ردیف و دو ردیف روی پشته، بیشترین مقدار عملکرد وش 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 Jornal. 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 Plantdensity 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. Egyption 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 withplant 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 Jornal 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 tield 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 Counc. 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. Jornal 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.

Roozbeh, 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)

Roozbeh, 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 Sciencees 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, Lubbuck, 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 meteorlogical factors in boll period. Acta Gossypii Sinica. 12 (3): 122–126 (in Chinese, with English abstract).