

مقایسه کارایی ماشین‌های برداشت پنبه متأثر از رقم و تراکم بوته در استان فارس

مجید روزبه^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۳۰

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران roozbeh.majid@gmail.com

چکیده

گسترش برداشت مکانیکی پنبه می‌تواند باعث تغییرات قابل توجهی در فرآیند تولید مرسوم پنبه از نظر رقم و آرایش کاشت شود. بر این اساس در طی آزمایشی، تأثیر رقم و تراکم بوته بر کارایی کمباین‌های وش‌چین و غوزه‌چین ارزیابی شد. این پژوهش با استفاده از آزمایش کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب اجرا شد. کرت اصلی شامل دو نوع ماشین برداشت وش‌چین (PC) و غوزه‌چین (SC)، کرت فرعی رقم پنبه در سه سطح ماکسا (V1)، گلستان (V2)، حکمت (V3) و کرت فرعی-شامل تراکم بوته در سه سطح هشت (PP1)، ۱۱ (PP2)، ۱۴ (PP3) بوته در متر مربع بود. نتایج نشان داد که نوع کمباین، رقم و تراکم بوته پنبه تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های کارایی کمباین دارد. بیشترین مقدار ظرفیت ماده‌ای متعلق به کمباین غوزه‌چین انگشتی‌دار و برابر ۱/۴۱ تن در ساعت بود. نتایج همچنین آشکار ساخت که استفاده از کمباین وش‌چین موجب کاهش تلفات وش ریخته‌شده روی زمین (۳۸/۹٪) و افزایش کارایی برداشت (۳/۵٪) در مقایسه با کمباین غوزه‌چین شد. در تیمار کمباین غوزه‌چین و وش‌چین، با افزایش تراکم از ۸ به ۱۴ بوته در متر مربع مقدار تلفات زمینی و تلفات ساقه به‌ترتیب ۲۲/۳، ۵۰/۵ و ۲۶/۱ و ۵۹/۴ درصد کاهش یافت. بر اساس نتایج این تحقیق و با توجه به عملکرد محصول و تلفات وش، تراکم ۱۱ بوته در متر مربع به‌ترتیب در ترکیب با رقم گلستان و ماکسا برای نواحی پنبه‌کاری جنوب استان فارس مناسب تشخیص داده شد.

کلید واژه‌ها: تعداد غوزه، تلفات زمینی، عملکرد وش، کارایی برداشت

Comparison of Cotton Harvesters Performance Affected by Variety and Plant Density in Fars Province, Iran

Majid Roozbeh^{1*}

Received: 8 Feb 2022

Accepted: 22 Oct 2022

¹Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Darab, Iran. roozbeh.majid@gmail.com

Abstract

The development of mechanical cotton harvesting can cause significant changes in the conventional cotton production process from the point of planting pattern and variety. A field experiment was conducted to evaluate the cotton picker and stripper performance in conjunction with plant density and cultivar during 2019- 2020. The experimental design was a randomized complete blocks with split-split plots arranged in three replications. The cotton harvesters were in two types of spindle picker cotton (PC) and finger stripper cotton (SC) as the main plot, three cultivars as the subplot include: Macsa (V1), Golestan (V2), Hekmat (V3) and the plant density (PP1:8, PP2:11, PP3:14 plant per m²) as sub-sub plot. The results showed that cotton harvester, variety and plant density had a significant effect on the performance indexes of cotton harvester. The maximum material capacity belonged to the finger stripper harvester by 1.41 ton hr⁻¹. The results also revealed that the PC treatment, on average, decreased ground loss by 38.9% and increased harvesting efficiency by 3.5% compared to SC treatment. As the plant density was increased from 8 to 14 plant per m² in SC and PC treatments, the ground losses and stalk losses were decreased by 22.3, 50.5 and 26.1, 59.4, respectively. According to our findings and based on the seed cotton yield and crop losses, application of 11 plant per m² in combination with V2 and V1cultivars were seen as the suitable treatment in the cotton growing regions of Fars province.

Keywords: Boll number, Ground loss, Harvest efficiency, Seed cotton yield.

How to cite:

Roozbeh, M. (2022). *Comparison of Cotton Harvesters Performance Affected by Variety and Plant Density in Fars Province*. Journal of Agricultural Mechanization 7 (1): 35-47.

۱- مقدمه

پنبه از محصولات عمده جنوب استان فارس و با سطحی معادل ۱۸۵۰۰ هکتار است که از سال ۹۳ با معرفی و به کارگیری غوزه چین ها^۱، درجه مکانیزاسیون عملیات برداشت آن به حدود ۶ درصد رسیده است (Roozbeh & Zahiri, 2019). افزایش هزینه برداشت دستی متاثر از کاهش سالیانه نیروی کارگری، وضعیت آرایش کاشت و عدم انجام به موقع عملیات برداشت پنبه موجب ترغیب کشاورزان در استفاده از ماشین های وش چین^۲ و غوزه چین در طی سال های اخیر شده است. برخلاف کمباین های وش چین که با استفاده از دوک، وش موجود را فقط از درون غوزه های باز بیرون می کشند، غوزه چین ها با لخت کردن بوته و برداشت تمامی غوزه ها (رسیده و نارس) و مقادیر زیادی از اجزا گیاهی، از برس و تیغه برای جدا کردن وش استفاده می کنند (Faircloth et al., 2004; Wanjura et al., 2012). طبق گزارش تعدادی از محققین، تنظیم بخش های مختلف ماشین وش چین و پارامترهای ماشینی می تواند درصد تلفات محصول را تحت تاثیر قرار دهد (Baker & Hughs, 2010; Porter et al., 2017). Kevin & Hughs (2006) در پژوهشی نشان دادند که در سرعت دورانی ۲۰۰۰ دور بر دقیقه سوزن های پنبه چین نسبت به سرعت ۱۵۰۰ و ۲۴۰۰ دور در دقیقه، میزان تلفات ساقه (پنبه بجامانده روی ساقه) حداقل مقدار بوده است. Saeidirad et al. (2018) در بررسی تاثیر سرعت پیشروی و ارقام مختلف پنبه بر کارایی کمباین های وش چین خودگردان و کششی گزارش کردند که پایین ترین میزان تلفات ساقه در سرعت پیشروی ۲/۱ کیلومتر در ساعت حاصل شده است. علاوه بر پارامترهای ماشین، آرایش ردیف های کاشت و نوع رقم نیز می تواند کارایی ماشین های برداشت پنبه را تحت تاثیر قرار دهد (Oz et al., 2011). EL-Sayed et al. (2008) در طی بررسی های خود اعلام کرد که مشخصات ارقام، خصوصیات گیاهی و شرایط مزرعه تاثیر زیادی بر کارایی کمباین های وش چین دارد. در این راستا Prasad et al. (2007) کارایی کمباین وش چین دو ردیفه در نواحی مختلف هندوستان روی هفت رقم پنبه ارزیابی نمودند. نتایج آنها نشان داد که عملیات زراعی و خصوصیات غوزه دهی، از جمله چالش های اساسی در برداشت مکانیزه پنبه می باشد. Oz (2005) در بررسی کارایی برداشت وش چین دوردیفه پشت تراکتوری گزارش کرد که تلفات زمینی (پنبه های ریخته شده روی زمین) بین ۱/۴ تا ۵ درصد و تلفات ساقه (پنبه های باقی مانده روی بوته) بین ۱/۷ تا ۷/۸ درصد متغیر بود. EL-Yamani et al. (2017) در طی آزمایشی تاثیر فاصله ردیف، رطوبت وش و سرعت پیشروی بر تلفات وش، بهره وری ماشین، مصرف انرژی و خصوصیات فیبر در دو نوع وش چین پنبه بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که حداقل میزان تلفات در سرعت پیشروی ۱/۳ کیلومتر در ساعت و محتوای رطوبتی وش ۱۰/۸ درصد با

فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر بدست آمد. Oz et al. (2011) در بررسی تاثیر رقم و فاصله ردیف بر کارایی کمباین وش چین اظهار کرد که مقدار بازده برداشت از هر دو عامل رقم و فاصله ردیف متاثر شده بود. در هر حال اگرچه وش چین ها از فن آوری خوب و هم چنین ظرفیت مناسبی برخوردار می باشند اما به علت قیمت بالای دستگاه متاثر از پیچیدگی آن، قیمت بالای قطعات یدکی، هزینه زیاد برداشت و هم چنین عدم تناسب آنها با آرایش کاشت و ساختار مزارع از نظر سطح با ظرفیت ماشین در کشورهای در حال توسعه، به مقدار زیادی گسترش نیافتند (Hangven & Min, 2012). در واکنش به مسائل و موارد مطرح شده، غوزه چین ها به عنوان یک جایگزین مناسب معرفی شدند (Spurlock et al., 1991). Roozbeh & Zahiri (2019) در طی آزمایشی اظهار کردند که فاصله خطوط کاشت پنبه تاثیر معنی داری بر کارایی کمباین های غوزه چین و مقدار ضایعات موجود در وش برداشتی دارد. مطابق گزارش Faulkner et al. (2011) غوزه چین های مجهز به واحد تمیزکن، بیش از ۶۰ درصد از مواد زائد را در زمان برداشت از وش پنبه جدا می کنند. افزایش کارایی این دسته از ماشین های برداشت پنبه و کاهش تلفات محصول ضمن برداشت تابع عملیات زراعی است که از ابتدا در عملیات کاشت انجام شده است. رقم مورد استفاده، شکل بوته ها، میزان بیوماس گیاهی، فاصله خطوط کاشت، تراکم بوته در واحد سطح و تنظیم بخش های مختلف کمباین از جمله عواملی هستند که می تواند کارایی آنها را تحت تاثیر قرار دهد. در هر حال، با توجه به این که هر یک از ماشین های برداشت پنبه برای سامانه های خاصی از کاشت طراحی شده اند، بنابراین در راستای ترویج و توسعه عملیات برداشت ماشینی، تعیین جنبه های زراعی متناسب با نوع ماشین و بررسی عوامل زراعی اثرگذار بر کارایی کمباین های مورد استفاده (وش چین، غوزه چین) و هم چنین ارزیابی تغییرات احتمالی خصوصیات کیفی وش برداشتی، متاثر از نوع ماشین برداشت ضروری به نظر می رسد.

۲- مواد و روش ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب واقع در ۲۵۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز طی دو سال زراعی ۹۷-۹۸ و ۹۸-۹۹ با استفاده از آزمایش کرت های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی شامل دو نوع ماشین برداشت وش چین (PC) و غوزه چین (SC)، کرت فرعی رقم پنبه در سه سطح ماکسا (V1)، گلستان (V2)، حکمت (V3) و کرت فرعی شامل تراکم بوته در سه سطح ۸ (PP1)، ۱۱ (PP2) و ۱۴ (PP3) بوته در متر مربع بود. در قطعه زمین آزمایشی، ۵۴ کرت در نظر گرفته شد. تناوب گندم- پنبه به عنوان تناوب غالب منطقه برای کشت انتخاب گردید. بعد از انجام

2- Picker

1- Stripper

ریخته شده بر روی زمین در شش نقطه از هر کرت با استفاده از یک قاب نمونه برداری جمع آوری و توزین گردید. در پایان فصل رشد و بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی که ۶۰ درصد از غوزه ها باز شدند، برگ ریز تیدیاژورون^۳ به میزان ۵۰۰ سی سی در هکتار با استفاده از سمپاش پشت تراکتوری به کار برده شد. قبل از شروع برداشت، مقدار ریزش برگ به طور متوسط در سه رقم پنبه مورد استفاده ۷۱ درصد و غوزه های باز شده بیش از ۸۵ درصد برآورد گردید. عملیات برداشت تیمارهای آزمایش توسط یک دستگاه کمباین غوزه چین کششی از نوع انگشتی دار (تاکا مدل KP 3000) و وش چین کششی دوردیفه (جاندر مدل ۷۲۶۰) از نوع پشت تراکتوری انجام شد (شکل ۱).

عملیات تهیه بستر، عملیات کاشت در هر دو روش برداشت و بر اساس تیمارهای آزمایش توسط یک دستگاه کارنده ردیف کار انجام شد. به منظور دستیابی به تراکم مورد نظر مطابق با تیمارهای آزمایش، تنظیم های لازم با توجه به چرخ زنجیرهای موجود روی چرخ حامل، چرخ زنجیرهای داخل جعبه دنده انجام شد. عملیات داشت در تمام تیمارها به طور یکسان انجام گرفت. با توجه به آبیاری کرت ها به روش قطره ای نواری، عمق جویچه ها در زمان کاشت حداقل مقدار و با کمترین مقدار پستی و بلندی در سطح مزرعه آزمایشی در نظر گرفته شد. به منظور تعیین تعداد غوزه در بوته، ارتفاع بوته، وزن هر غوزه و قطر ساقه، تعداد ۳۰ بوته از هر کرت قبل از عملیات برداشت انتخاب و میانگین آنها محاسبه شد. همچنین قبل از شروع برداشت به منظور تعیین میزان تلفات طبیعی محصول، پنبه های



شکل ۱- کمباین مورد استفاده در آزمایش (سمت راست: وش چین، سمت چپ: غوزه چین)
Fig. 1. The harvesters used in the experiment (right: Picker, left: Stripper)

ریخته شده روی زمین (گرم)؛ H = وزن وش کل و TL = تلفات برداشت (درصد).

پس از محاسبه تلفات کل، کارایی برداشت (HE) در هر یک از تیمارها با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

$$HE = 100 - TL \quad (2)$$

بهره وری ماشین یا ظرفیت موادی از نسبت وزن پنبه برداشت شده در هر تیمار به زمان مصرف شده در برداشت آن محاسبه شد: (El -): (Yamani et al., 2017)

$$P.M = W/T \quad (3)$$

تلفات برداشت از مجموع تلفات ساقه (میزان وش باقی مانده روی بوته) و تلفات زمینی (میزان وش ریخته شده روی زمین) تعیین شد. بدین منظور بعد از عبور کمباین، وش های باقیمانده روی هر بوته و همچنین وش های ریخته شده بر روی زمین از چهار ردیف میانی به طول سه متر در هر کرت جمع آوری و توزین گردید و سپس درصد وزنی آن نسبت به وش کل در هر تیمار محاسبه شد (Faulkner et al., 2011):

$$TL = (P+G)/H \times 100 \quad (1)$$

که در آن، P و G = به ترتیب وزن وش باقیمانده بر ساقه پنبه و وش

³- Thidiazuron

نتایج تجزیه واریانس مرکب شاخص های مورد بررسی برداشت پنبه با دو نوع کمباین وش چین و غوزه چین در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول مشاهده می شود که اثر سال و هم چنین اثر سال در تیمارهای نوع ماشین برداشت، رقم و تراکم بوته و برهم کنش هر سه تیمار در سال بر شاخص های اندازه گیری شده معنی دار نبوده است. بررسی ها نشان می دهد که اثر تراکم بوته بر تمام شاخص های مورد بررسی معنی دار است در صورتی که نوع کمباین و رقم پنبه تاثیر معنی داری بر تمامی شاخص ها نداشته است (جدول ۱).

که در آن، W = وزن پنبه برداشت شده به وسیله ماشین (کیلوگرم) ؛ T = زمان برداشت هر تیمار (ساعت) و $P.M$ = ظرفیت موادی ماشین (کیلوگرم در ساعت). میزان عملکرد وش پنبه در هر تیمار نیز، با حذف دو متر از ابتدا و انتهای هر کرت تعیین گردید. داده ها 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.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- شاخص های کارایی کمباین های مورد استفاده در

برداشت پنبه

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مرکب صفات مورد بررسی ماشین برداشت پنبه
Table 1. Analysis of variance (M.S) on the studied indicators of cotton harvester in a 2-years study

منابع تغییر	درجه آزادی	ظرفیت موادی	تلفات زمینی	تلفات ساقه	کارایی برداشت	عملکرد وش	تعداد غوزه
Variation resources	Df	Material capacity	Ground losses	Stalk losses	Harvest efficiency	Seed cottonYield	Boll number
تکرار Replication (R)	2	0.005 ns	27832.6 ns	1463.22 ns	0.683 ns	547249.27 ns	4.13 ns
سال Year (Y)	1	0.002 ns	463.24 ns	218.41 ns	0.075 ns	36.72 ns	0.16 ns
خطای سال	2	0.00018	343.22	286.32	0.0064	176.13	0.441
کمباین Harvester (H _S)	1	0.046 *	4749.2 *	2739.26 *	46.32 *	191773.64 *	14.21 ns
Y × H _S	1	0.84 ns	17.83 ns	486.2 ns	0.073 ns	164.25 ns	1.79 ns
خطای اصلی Error	4	0.0051	13412.42	618.42	0.62	312.41	0.472
رقم Variety (V)	2	0.74 *	52449.2 **	5641.8 ns	28.62 *	3537491.4 *	93.14 **
Y × V	2	0.004 ns	381.78 ns	224.95 ns	0.0562 ns	44.51 ns	0.0299 ns
H _S × V	2	0.176 ns	742.1 ns	34726.8 ns	0.389 ns	89416.18 ns	24.18 ns
Y × H _S × V	2	0.00048 ns	118.86 ns	415.26 ns	0.718 ns	27.81 ns	0.009 ns
خطای فرعی Error	16	0.06	2758.27	702.96	2.038	25413.63	3.706
تراکم بوته Population (P)	2	0.051 *	10274.7 **	49352.12 ns	12.18 *	6864752.07 *	156.2 **
Y × P	2	0.0008 ns	116.71 ns	24.78 ns	0.0527 ns	59.58 ns	0.0143 ns
H _S × P	2	0.146 ns	452.7 ns	543.14 *	4.32 ns	42642.61 ns	38.16 ns
Y × H _S × P	2	0.0041 ns	12.035 ns	5.87 ns	0.0054 ns	1.07 ns	0.54 ns
V × P	4	0.78 *	421.4 ns	3642.8 ns	0.863 ns	4764309.31 *	48.51 *
Y × V × P	4	0.00062 ns	25308 ns	30.66 ns	0.482 ns	22.68 ns	0.166 ns
H _S × V × P	4	0.018 ns	53.6 ns	327.8 ns	0.348 ns	136228.25 ns	1.41 ns
Y × H _S × V × P	4	0.0071 ns	2.594 ns	18.043 ns	0.00684 ns	8.09 ns	0.0094 ns
خطا	48	0.021	642.39	587.23	0.348	68412.24	3.72
ضریب تغییرات (%)	-	11.8	14.23	10.78	12.51	14.16	7.64

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

است، و برداشت محصول با کمباین وش چین (PC) نسبت به غوزه چین با ۳۲/۶ درصد کاهش از نظر ظرفیت موادی در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۲).

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که نوع کمباین، رقم پنبه، تراکم بوته در واحد سطح تأثیر معنی داری بر ظرفیت ماده ای کمباین دارد (جدول ۱). نتایج به دست آمده نشان می دهد که بیشترین ظرفیت موادی در زمان استفاده از کمباین غوزه چین (SC) با اختلاف معنی داری حاصل شده

عملکرد ارقام در واحد سطح نسبت داده شود (جدول ۶). برابر نتایج، کمترین مقدار ظرفیت ماده‌ای در شرایطی حاصل شد که تراکم پنبه بر اساس هشت بوته در واحد سطح در نظر گرفته شد. یافته‌ها آشکار ساخت که با تغییر تراکم پنبه از هشت (PP1) به ۱۴ بوته در متر مربع (PP3)، ظرفیت ماده‌ای نیز به مقدار ۵۵/۲ درصد افزایش از خود نشان داد (جدول ۲).

بررسی شاخص‌ها نشان می‌دهد که ظرفیت ماده‌ای کمباین متاثر از رقم پنبه به صورت $V2 > V3 > V1$ است (جدول ۳). بیشترین مقدار ظرفیت موادی مربوط به برداشت ماشینی رقم گلستان بود (۰/۳۳ تن در ساعت) و کمترین مقدار ظرفیت موادی در شرایطی مشاهده شد که از رقم ماکسا (V1) در عملیات کاشت استفاده شده بود، هرچند که تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص مذکور در بین ارقام حکمت (V3) و ماکسا موجود نبود. تفاوت در مقدار ظرفیت ماده‌ای احتمالا می‌تواند به اختلاف در میزان

جدول ۲- شاخص‌های ماشین برداشت پنبه متاثر از نوع کمباین، رقم و تراکم بوته

Table 2. Indicators of cotton harvester affected by harvester type, variety and plant population

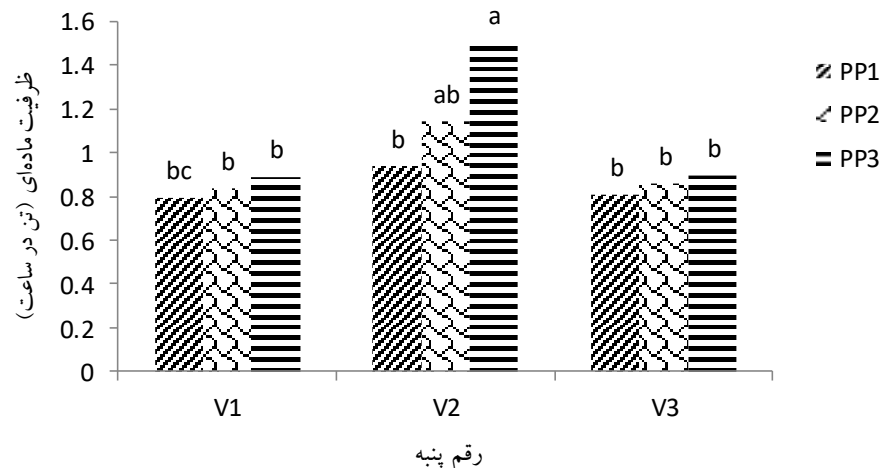
تیمارها	ظرفیت موادی	تلفات زمینی	تلفات ساقه	کارایی برداشت
Treatments	Material capacity (t hr ⁻¹)	Ground losses (kg ha ⁻¹)	Stalk losses (kg ha ⁻¹)	Harvest efficiency (%)
نوع کمباین Harvester type				
PC	0.95 a	198.6 b	62.3 a	91.9 a
SC	1.41 b	325.4 a	29.6 b	88.4 b
رقم Variety				
V1	0.98 b	197.8 b	61.7 a	92.5 a
V2	1.54 a	221.6 b	79.4 a	91.4 a
V3	1.11 b	287.4 a	68.2 a	88.7 b
تراکم بوته Plant population				
PP1	0.96 b	292.1 a	102.5 a	87.3 b
PP2	1.21 ab	256.7 ab	78.7 ab	89.8 ab
PP3	1.49 a	214.8 b	57.8 b	91.7 a

PC: کمباین وش‌چین، SC: کمباین غوزه‌چین، V1: ماکسا، V2: گلستان، V3: حکمت، PP1: ۸ بوته، PP2: ۱۱ بوته، PP3: ۱۴ بوته در متر مربع.

* میانگین‌هایی که در هرستون دارای حروف مشترک می‌باشند، دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند (دانکن ۰/۵).

نیز دیده شد (شکل ۲). به نظر می‌رسد که این موضوع به تغییرات تعداد غوزه در بوته متاثر از تراکم بوته در ارقام مختلف مربوط باشد. بررسی‌های Ghajari & Akramghaderi (2011)، Ghajari *et al.* (2006) و Gwathmey & Clement (2010) مشخص می‌کند که با تغییر تراکم بوته، تعداد غوزه در بوته نیز تغییر می‌یابد. فاصله مناسب بین بوته‌ها تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته می‌باشد که نقش تعیین‌کننده‌ای در ظرفیت فتوسنتزی، استفاده بهتر از نور، رطوبت، مواد غذایی و تولید عملکرد بهینه را دارد (Egli, 1998; Bednarz *et al.*, 2005).

برهم‌کنش رقم و تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر مقدار ظرفیت ماده‌ای کمباین داشت (جدول ۱). کمترین مقدار ظرفیت ماده‌ای در برهم‌کنش رقم ماکسا با تراکم هشت بوته در متر مربع (V1×PP1) مشاهده شد و بیشترین مقدار ظرفیت ماده‌ای از برهم‌کنش رقم گلستان با تراکم ۱۴ بوته در متر مربع (V2×PP3) حاصل شد (شکل ۲). نتایج آشکار ساخت که با کاهش تراکم در رقم گلستان از ۱۴ به هشت بوته در متر مربع، ظرفیت ماده‌ای در تیمار V2×PP1 به مقدار ۳۷/۳ درصد در مقایسه با برهم‌کنش V2×PP3 کاهش معنی‌داری از خود نشان داد. این روند در برهم‌کنش تراکم‌های مختلف بوته با سایر ارقام بدون اختلاف معنی‌دار



شکل ۲- ظرفیت ماده‌ای کمباین در برهم‌کنش تراکم بوته و ارقام مختلف پنبه

Fig. 2. Material capacity of cotton harvester affected by interaction of plant population and cotton varieties. PP1:8, PP2:11, PP3:14 plant per m²

نشان می‌دهد با افزایش تراکم از ۱۱ به ۱۴ بوته در متر مربع، اگرچه مقدار تلفات زمینی ۱۶/۳ درصد کاهش دارد، اما از نظر آماری تفاوتی در بین مقدار وش ریخته‌شده بر روی زمین در آنها مشاهده نمی‌شود (جدول ۲). افزایش تلفات زمینی متاثر از تراکم بوته در واحد سطح، احتمالاً می‌تواند به نقش آن بر تغییر خصوصیات مورفولوژی پنبه (تعداد غوزه، تعداد شاخه زایا و رویا)، مقدار بیوماس ورودی به واحد برداشت و متعاقباً میزان کارایی اجزا واحد جدایش وش از غوزه هر یک از کمباین‌ها نسبت داده شود. بررسی‌های Ghajari & Akramghaderi (2006) و Jones & Wells (1997) مشخص می‌کند که با کاهش تراکم بوته در واحد سطح، 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 در زمان برداشت ماشینی تأثیر گذارد.

برابر نتایج به‌دست آمده، برهم‌کنش نوع کمباین و تراکم بوته پنبه بر تلفات زمینی وش معنی‌دار است (جدول ۱). یافته‌ها آشکار ساخت که روند تغییرات تلفات زمینی وش در زمان استفاده از کمباین غوزه‌چین در ترکیب با تراکم‌های مختلف بوته، در مقایسه با کمباین وش‌چین بیشتر است (شکل ۳). بررسی‌ها نشان داد که کمترین مقدار تلفات زمینی متاثر از کاربرد کمباین وش‌چین و غوزه‌چین در برهم‌کنش با تراکم ۱۴ بوته در متر مربع حاصل شده است. ترکیب تراکم هشت بوته در متر مربع با کمباین غوزه‌چین (SC× PP1)، موجب بیشترین مقدار تلفات زمینی نسبت به سایر تیمارها شد، در صورتی‌که با افزایش تراکم از هشت به ۱۴ بوته در متر مربع، استفاده از کمباین غوزه‌چین، کاهش ۲۲/۳ درصدی مقدار تلفات وش ریخته‌شده روی زمین را به‌دنبال داشت. نتایج همچنین

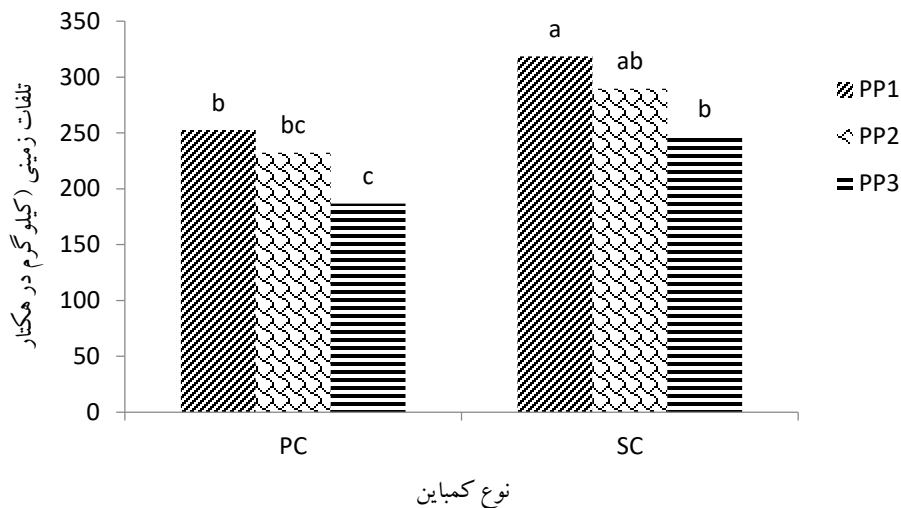
تجزیه واریانس نشان می‌دهد که نوع کمباین، رقم پنبه و تراکم بوته پنبه تأثیر معنی‌داری بر میزان وش ریخته‌شده روی زمین (تلفات زمینی) دارند (جدول ۲). استفاده از کمباین غوزه‌چین در برداشت مزرعه (SC) موجب بیشترین مقدار تلفات زمینی گردید، و برداشت پنبه به‌وسیله کمباین وش‌چین (PC) باعث کاهش تلفات زمینی به مقدار ۳۸/۹ درصد نسبت به کمباین غوزه‌چین شد (جدول ۳). مطابق یافته‌های Roozbeh & Zahiri (2019) افزایش مقدار تلفات زمینی در زمان استفاده از کمباین غوزه‌چین می‌تواند به عدم پوشش کامل و سرتاسری عرض شانه انگشتی‌دار توسط بوته‌های پنبه متاثر از فواصل عریض خطوط کاشت (۷۵ سانتی‌متر) و کاهش تعداد بوته‌ای که در مسیر شانه در لحظه چین قرار می‌گیرد نسبت داده شود.

بررسی شاخص‌ها نشان می‌دهد که مقدار تلفات زمینی متاثر از رقم پنبه به‌صورت $V3 > V2 > V1$ است (جدول ۲). یافته‌ها آشکار ساخت که استفاده از ارقام ماکسا و گلستان موجب کاهش معنی‌دار تلفات زمینی به‌ترتیب به میزان ۳۱/۲ و ۲۲/۹ درصد در مقایسه با رقم حکمت (V3) شده است (جدول ۲). اختلاف در مقدار تلفات زمینی در ارقام مورد استفاده در برداشت ماشینی می‌تواند به تفاوت در مقدار بازشدگی زاویه بین برچه‌های غوزه در ارقام مختلف نسبت داده شود که باعث جدایش راحت‌تر وش از درون غوزه و یا ریزش بیشتر آن می‌شود. این نتایج با یافته‌های Jahanian et al. (2020) و Jafari et al. (2018) مطابقت دارد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد کاشت پنبه با تراکم ۸ بوته در متر مربع (PP1) موجب افزایش تلفات زمینی به مقدار ۳۵/۹ درصد نسبت به بیشترین مقدار تراکم بوته (PP3) شده است (جدول ۲). یافته‌ها همچنین

زمینی در برهم کنش $PC \times PP3$ به میزان ۲۶/۱ درصد در مقایسه با $PC \times PP1$ برای کمباین وش چین کاهش معنی دار نشان می دهد (شکل ۳).

آشکار ساخت که در صورت استفاده از کمباین وش چین در تراکم بوته هشت بوته در متر مربع ، مقدار تلفات زمینی با کاهش ۲۰/۶ درصدی تفاوت معنی داری با کمباین غوزه چین با تراکم بوته مشابه نشان داد. بر اساس نتایج، با افزایش تراکم بوته در واحد سطح از $PP1$ به $PP3$ ، تلفات



شکل ۳- تلفات زمینی در برهم کنش نوع کمباین و تراکم بوته پنبه

Fig. 3. Ground losses affected by interaction of harvester type and cotton population

مقایسه میانگین ها همچنین نشان می دهد که بیشترین مقدار تلفات ساقه از کاشت پنبه با تراکم هشت بوته در واحد سطح روی داده است ($PP1$)، و افزایش تراکم از هشت به ۱۴ بوته در متر مربع ($PP3$)، موجب کاهش معنی دار تلفات ساقه به میزان ۴۳/۶ درصد نسبت به تراکم $PP1$ شده است (جدول ۲). یافته ها آشکار ساخت با افزایش تراکم پنبه به ۱۱ بوته در متر مربع، تفاوت معنی داری از نظر مقدار تلفات ساقه با تراکم ۱۴ بوته ($PP3$) ایجاد نکرده است. Gwathmey & Clement (2010) و Jost & Cothren (2001) در بررسی های خود گفته اند با افزایش تراکم بوته، درصد تعداد مکان های تشکیل غوزه و در نهایت تعداد کل غوزه در بوته جهت برداشت کاهش می یابد. به نظر می رسد که با کاهش تعداد غوزه در بوته متأثر از افزایش تراکم بوته، احتمالاً میزان تلفات وش باقی مانده بر روی ساقه در زمان برداشت نیز به همین نسبت کاهش یافته است.

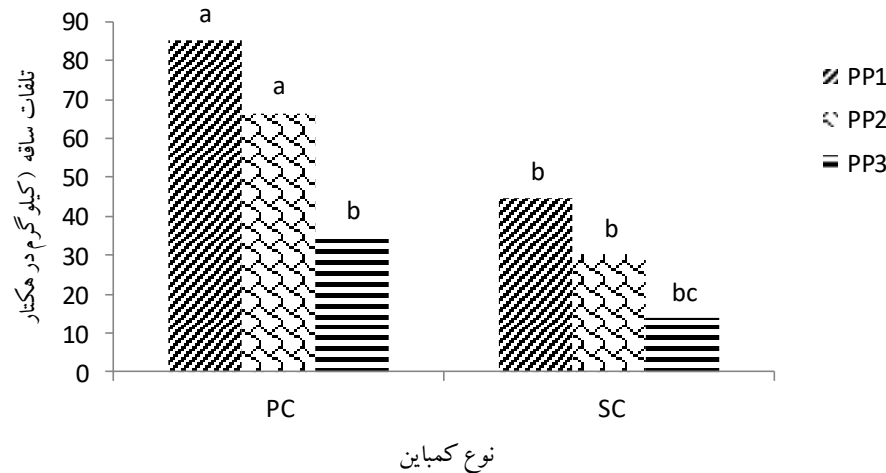
برابر نتایج بدست آمده، مقدار تلفات ساقه متأثر از کاربرد کمباین غوزه چین در هر یک از تراکم های مورد استفاده، کاهش معنی داری در مقایسه با کمباین وش چین از خود نشان داد. بیشترین مقدار تلفات وش باقی مانده بر روی ساقه از برهم کنش کمباین وش چین با تراکم هشت بوته در واحد سطح ($PC \times PP1$) حاصل شد. یافته ها آشکار ساخت

تغییر در مقدار تلفات زمینی در این تیمارها احتمالاً می تواند به تفاوت در تعداد شاخه رویا و زایا و تعداد غوزه در بوته متأثر از تراکم های مختلف نسبت داده شود.

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس تلفات ساقه (وش باقی مانده بر ساقه) نشان داد که اثر نوع کمباین، تراکم بوته و هم چنین برهم کنش نوع کمباین و تعداد بوته در واحد سطح بر این شاخص معنی دار شد (جدول ۱). یافته ها نشان می دهد که برداشت پنبه با کمباین غوزه چین (SC) موجب کاهش تلفات ساقه به مقدار ۵۲/۴ درصد نسبت به روش برداشت با کمباین وش چین (PC) شده است (جدول ۲). افزایش مقدار وش باقی مانده بر ساقه در برداشت با کمباین وش چین احتمالاً می تواند به کاهش کارایی سوزن های پنبه چین و عدم درگیری کامل آنها با غوزه های پنبه در زمان جدایش وش از برگچه غوزه نسبت داده شود. Rezaeiasl et al. (2013) در بررسی های خود گزارش کردند به علت مشکلاتی از قبیل پرسیدن شیارهای روی سوزن پنبه چین با بقایای برگ و الیاف مرطوب چسبیده به آنها، تمیز کننده سوزن و آب پخش کن در هنگام برداشت پنبه، میزان درگیری سوزن با وش درون غوزه کاهش یافته و در نتیجه مقدار تلفات وش باقی مانده بر روی بوته افزایش می یابد.

مذکور می شود (شکل ۴). در هر حال بر اساس نتایج با افزایش تراکم بوته، مقدار تلفات ساقه متاثر از کاربرد هر دو نوع کمباین روند کاهشی را بدنبال داشته است (شکل ۴).

ترکیب کمباین غوزه چین با تراکم هشت و ۱۱ بوته در متر مربع (PP1,2) موجب کاهش معنی دار مقدار تلفات ساقه به میزان ۴۷/۷ و ۵۴/۵ درصد به ترتیب در مقایسه با برهم کنش کمباین و ش چین با تراکم های



شکل ۴- تلفات وش باقی مانده بر ساقه در برهم کنش نوع کمباین و تراکم بوته پنبه

Fig. 4. Stalk losses affected by interaction of harvester type and cotton population

معنی داری به رقم حکمت (V3) اختصاص یافته است (۸۸/۷ درصد). همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود مجموع مقدار تلفات زمینی و تلفات ساقه در دو رقم گلستان و ماکسا به طور معنی داری نسبت به رقم حکمت کمتر است، تفاوت در این مقدار و متعاقباً میزان وش برداشتی به وسیله کمباین، موجب افزایش کارایی برداشت در این ارقام شده است. این نتایج با یافته های دیگر محققان مطابقت دارد که گزارش هایی مشابه از تفاوت در کارایی برداشت کمباین متاثر از ارقام مختلف ارائه کرده اند (Oz et al., 2011; Jafari et al., 2019; Rezaeiasl et al., 2013). نتایج تحلیل داده ها نشان می دهد که کاشت پنبه با تراکم ۱۱ و ۱۴ بوته در متر مربع (PP2, PP3)، با کاهش معنی دار مجموع تلفات زمینی و ساقه نسبت به کمترین تراکم بوته در واحد سطح، بیشترین مقدار کارایی برداشت به ترتیب با میانگین ۸۹/۸ و ۹۱/۷ درصد بدنبال شده است. یافته ها آشکار ساخت که کاهش تراکم بوته پنبه در واحد سطح (PP1)، کمترین مقدار کارایی برداشت (۸۷/۳ درصد) حاصل شده است (جدول ۲).

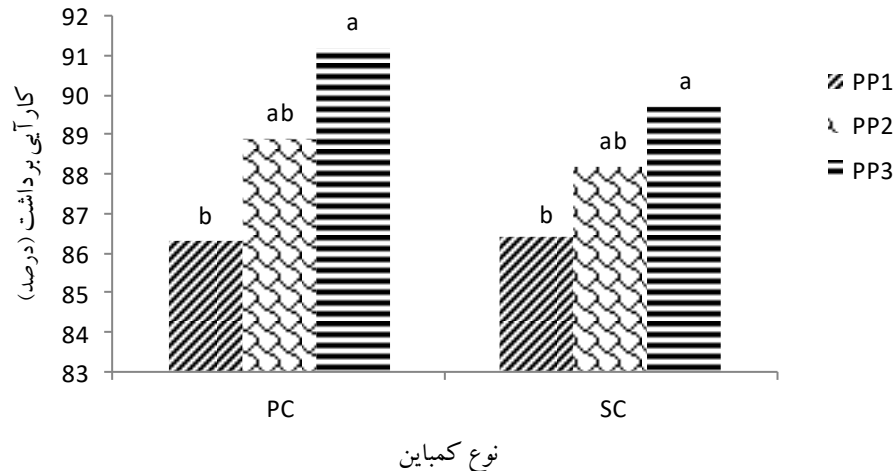
برابر نتایج به دست آمده برهم کنش نوع کمباین و تراکم بوته در واحد سطح بر شاخص کارایی برداشت معنی دار است (جدول ۱). بیشترین مقدار کارایی برداشت به ترتیب از برهم کنش کمباین و ش چین و غوزه چین در تراکم ۱۴ بوته در متر مربع بدون اختلاف معنی داری حاصل شد،

این نتایج با یافته های دیگر محققان مطابقت دارد که گزارش هایی مشابه از واکنش مقدار تلفات ساقه به فاصله های مختلف کاشت و تفاوت در تعداد غوزه های قابل برداشت ارائه کرده اند (Oz et al., 2011; Rezaeiasl et al., 2013).

آنالیز واریانس نشان می دهد که نوع کمباین، رقم پنبه و تراکم بوته در واحد سطح تاثیر معنی داری بر شاخص کارایی برداشت دارد (جدول ۱). بیشترین مقدار کارایی برداشت با استفاده از کمباین و ش چین (PC) به دست آمده است (۹۱/۹ درصد)، و کارایی برداشت کمباین غوزه چین (SC)، با متوسط ۸۸/۴ درصد از کل وش قابل برداشت در رتبه دوم قرار گرفته است (جدول ۲). افزایش کارایی برداشت کمباین و ش چین احتمالاً می تواند به کاهش معنی دار تلفات کل متاثر از کاهش میزان وش ریخته شده روی زمین (تلفات زمینی) و مقدار وش باقی مانده بر ساقه بوته پنبه (تلفات ساقه) در مقایسه با کمباین غوزه چین نسبت داده شود (جدول ۲).

بررسی شاخص ها نشان می دهد که کارایی برداشت متاثر از رقم پنبه به صورت $V1 > V2 > V3$ است (جدول ۲). برابر نتایج رقم ماکسا (V1) و گلستان (V2) به ترتیب با متوسط ۹۲/۵ و ۹۱/۴ درصد برداشت وش از مقدار کل وش قابل برداشت، مناسب ترین کارایی را در برداشت ماشینی داشته اند. در میان ارقام پنبه، کمترین مقدار کارایی برداشت با اختلاف

و برهم کنش هر دونوع کمباین در تراکم ۱۰ بوته در واحد سطح با متوسط ۸۶/۳ درصد برداشت وش، موجب کمترین میزان کارایی برداشت در مقایسه با برهم کنش سایر تیمارها شد (شکل ۵).



شکل ۵- کارایی برداشت در برهم کنش نوع کمباین و تراکم بوته پنبه

Fig. 5. Harvest efficiency affected by interaction of harvester type and cotton population

تولید غوزه بیشتری در بوته را فراهم می آورد. اختلاف در تعداد غوزه احتمالا می تواند به تفاوت در تعداد و طول شاخه های رویا متاثر از تغییر تراکم در تعداد بوته ها نسبت داده شود.

برابر نتایج به دست آمده برهم کنش رقم پنبه و تراکم بوته در واحد سطح بر تعداد غوزه در بوته معنی دار است (جدول ۱). با کاهش تراکم از ۱۴ به ۸ بوته در متر مربع، تعداد غوزه در بوته در هر یک از ارقام به طور معنی داری افزایش داشته است، به طوری که بیشترین تعداد غوزه به ترتیب در رقم گلستان و حکمت در تراکم هشت بوته در متر مربع به دست آمده است (شکل ۶). یافته ها همچنین آشکار ساخت که تشکیل کمترین تعداد غوزه در بوته در شرایطی حاصل شده است که در عملیات کاشت از رقم ماکسا با تراکم ۱۴ بوته ($PP3 \times V1$) استفاده شده است، با عین حال در صورت کاهش تراکم در رقم ماکسا از ۱۴ به هشت بوته در متر مربع، تعداد غوزه در بوته افزایش ۳۴/۱ درصد را نیز به دنبال داشته است (شکل ۶).

افزایش کارایی برداشت در این تیمارها احتمالا می تواند به تفاوت مقدار تلفات زمینی و تلفات ساقه در زمان برداشت نسبت داده شود که متعاقبا موجب افزایش درصد برداشت وش از میزان کل وش قابل برداشت شده است.

۳-۲- تعداد غوزه و عملکرد وش

بررسی ها نشان داد که اثر رقم و تراکم بوته بر تعداد غوزه و عملکرد وش معنی دار است در صورتی که نوع کمباین مورد استفاده فقط بر عملکرد محصول تاثیر معنی دار داشته است (جدول ۱). بررسی شاخص ها نشان می دهد که تعداد غوزه متاثر از رقم پنبه به صورت $V2 > V3 > V1$ است. استفاده از رقم گلستان ($V2$) و رقم حکمت ($V3$) موجب افزایش معنی دار تعداد غوزه در بوته به میزان ۴۲/۷ و ۲۸/۲ درصد به ترتیب نسبت به رقم ماکسا ($V1$) شده است (جدول ۳).

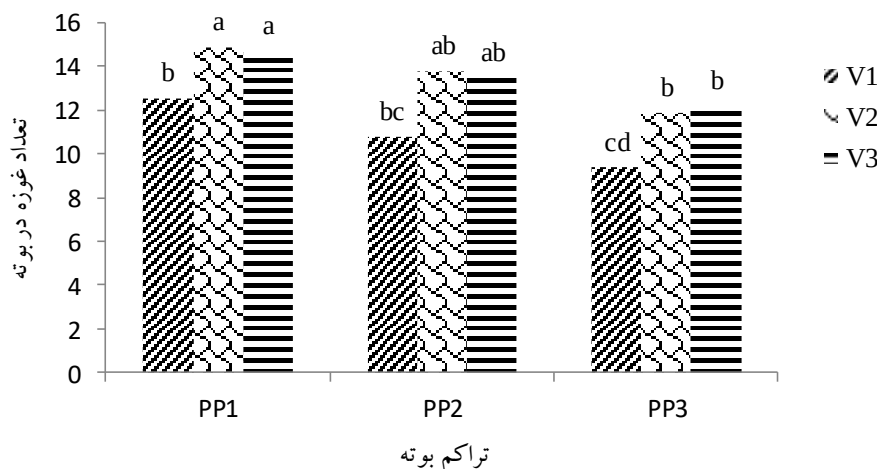
یافته ها آشکار ساخت با کاهش تراکم از ۱۴ ($PP3$) به ۸ بوته در واحد سطح ($PP1$)، تعداد غوزه در بوته به طور خطی افزایش یافت، به طوری که با کاهش تراکم از $PP3$ به $PP1$ حدود ۴۹/۴ درصد غوزه بیشتری در بوته تشکیل گردید (جدول ۳). بررسی های Darawsheh et al. (2009) و Ghajari & Akramghaderi (2006) نیز مشخص می کند که با کاهش تراکم از طریق افزایش فاصله بوته روی ردیف، زمینه

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد غوزه، عملکرد وش و تلفات کل متأثر از کمباین، رقم و تراکم بوته پنبه

Table 3. Mean comparison of boll number, seed cotton yield and total losses affected by harvester type, cultivar and cotton population

تیمارها	تعداد غوزه	عملکرد وش (کیلوگرم در هکتار)	تلفات کل (درصد)
Treatments	Boll number	Seed cotton yield (kg ha ⁻¹)	Total losses (%)
نوع کمباین Harvester type			
PC	10.7 a *	4485.7 a	8.1 b
SC	11.4 a	4010.3 b	11.6 a
رقم Cultivar			
V1	10.3 b	4328.5 b	7.5 b
V2	14.7 a	4692.3 a	8.6 b
V3	13.2 a	4052.7 b	11.3 a
تراکم بوته Plant population			
PP1	14.5 a	4653.2 b	12.7 a
PP2	12.8 a	4973.6 a	10.2 b
PP3	9.7 b	4417.8 b	8.3 b

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



شکل ۶- برهم‌کنش رقم و تراکم بوته در واحد سطح بر تعداد غوزه در بوته

Fig. 6. Boll number affected by interaction of cultivar and cotton population

است (جدول ۳). افزایش میزان عملکرد وش متأثر از به‌کارگیری کمباین وش‌چین احتمالاً می‌تواند به کاهش معنی‌دار تلفات میزان وش ریخته‌شده روی زمین و مقدار وش باقی‌مانده بر ساقه بوته پنبه (تلفات کل) در مقایسه با کمباین غوزه‌چین نسبت داده شود (جدول ۳).

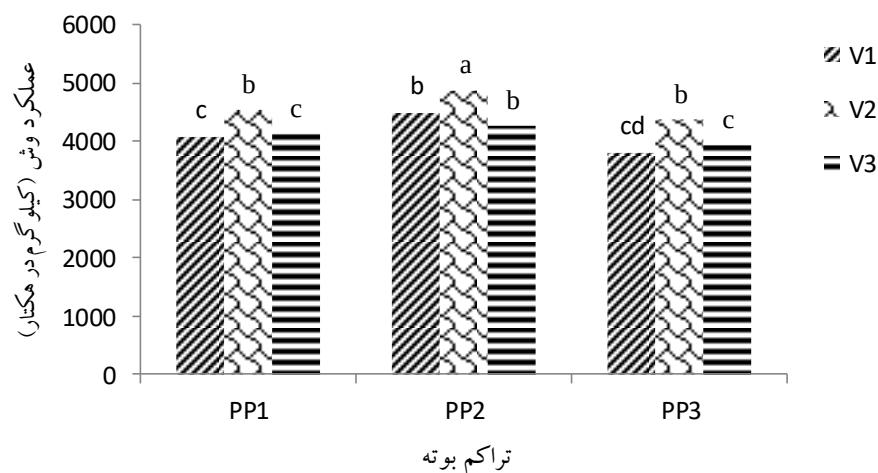
بر اساس نتایج، استفاده از کمباین وش‌چین (PC) در زمان برداشت، بیشترین مقدار عملکرد وش برداشتی را به‌دنبال داشته است (۴۴۸۵/۷ کیلوگرم در هکتار)، و به‌کارگیری کمباین غوزه‌چین (SC) در عملیات برداشت، موجب ۱۰/۰۶ درصد کاهش در مقدار عملکرد وش پنبه شده

همبستگی مثبت و معنی دار بین فاصله میان بوته ای و تعداد غوزه و هم چنین تعداد غوزه با عملکرد نسبت داده شود (Roosbeh & Joakar, 2020؛ Ghajari *et al.*, 2011). یافته ها همچنین آشکار ساخت با توجه به تاثیر مثبت کاهش تراکم بوته بر خصوصیات غوزه های تولیدی، تفاوت معنی داری در میزان عملکرد وش در تراکم ۸ و ۱۴ بوته در واحد سطح وجود نداشته است. بررسی های Kamel *et al.* (1991) و Zhou *et al.* (2000) نیز نشان می دهد افزایش تعداد غوزه و وزن غوزه ها موجب بهبود و افزایش عملکرد گیاه پنبه در تراکم های کمتر بوته در واحد سطح می شود.

تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که برهم کنش رقم پنبه و تراکم بوته در واحد سطح تأثیر معنی داری بر عملکرد وش دارد (جدول ۱). برابر نتایج، برهم کنش هر یک از ارقام پنبه در تراکم بوته ۱۱ بوته در متر مربع ($PP2 \times V1-3$) موجب افزایش معنی دار عملکرد وش در مقایسه با برهم کنش حداقل و حداکثر فاصله بوته با ارقام مختلف ($PP1,3 \times V1-3$) می شود (شکل ۱۱). بیشترین مقدار عملکرد وش از برهم کنش رقم گلستان و تراکم ۱۱ بوته در متر مربع ($PP2 \times V2$) مشاهده می شود. با افزایش تراکم از ۱۱ به ۱۴ بوته در متر مربع، مقدار عملکرد وش در برهم کنش $PP3 \times V2$ به میزان ۷/۸ درصد در مقایسه با $PP2 \times V2$ کاهش نشان می دهد (شکل ۷).

مقایسه میانگین ها نشان می دهد 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 ۷/۷ و ۱۳/۶ درصد کاهش عملکرد به دنبال داشته است (جدول ۳). بخشی از تفاوت عملکرد وش، احتمالا می تواند به پتانسیل ژنتیکی ارقام مختلف از نظر تعداد غوزه، وزن غوزه و دیگر صفات مرفولوژیک (تعداد شاخه رویا، طول شاخه رویا، تعداد شاخه زایا) نسبت داده شود. بررسی های Ghajari *et al.* (2011) و Ghajari & Akramghaderi (2006) نشان می دهد از آنجاکه همبستگی مثبت و معنی داری 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.

نتایج تحقیق نشان می دهد که میزان عملکرد وش متاثر از تراکم بوته به صورت $PD2 > PP1 > PP3$ است. کاشت پنبه با تراکم ۱۴ بوته در متر مربع ($PP3$)، علی رغم تعداد بوته بیشتر نسبت به تراکم ۱۱ بوته در واحد سطح ($PP2$) موجب کاهش معنی دار عملکرد وش به مقدار ۱۱/۲ شده است (جدول ۳). با توجه به تفاوت معنی دار در تعداد غوزه در بوته متاثر از تراکم بوته مختلف (جدول ۳)، کاهش عملکرد وش احتمالا می تواند به



شکل ۷- عملکرد وش پنبه متاثر از برهم کنش رقم و تراکم بوته پنبه

Fig. 7. Seed cotton yield affected by interaction of cultivar and cotton population

تعداد غوزه و وزن غوزه و به دنبال آن عملکرد در بوته کاهش می یابد (Zhao & Oosterhuis, 2005؛ Boquet, 2000؛ Bednarz *et al.*, 2000). برابر نتایج، استفاده از رقم ماکسا و حکمت در ترکیب با تراکم ۱۴ بوته در متر مربع ($PP3 \times V3$ و $PP3 \times V1$) بدون داشتن اختلاف

به نظر می رسد با افزایش تراکم بوته در هر یک از ارقام، رقابت بین بوته ها در جذب مواد غذایی، آب و نور افزایش یافته و به تبع آن مقدار کربوهیدرات قابل دسترس برای هر بوته کاهش می یابد. این موضوع سبب ریزش اندام های زایشی و کاهش بقای غوزه در پنبه شده و در نتیجه

ماده‌ای در مقایسه با کمباین وش چین شد. نوع رقم و تراکم بوته تاثیر معنی‌داری بر میزان وش باقی‌مانده روی بوته و ریخته‌شده روی زمین دارد. استفاده از ارقام ماکسا و گلستان موجب کاهش معنی‌دار تلفات زمینی در مقایسه با رقم حکمت شد. با افزایش تراکم از ۸ به ۱۴ بوته در متر مربع، استفاده از کمباین غوزه‌چین موجب کاهش مقدار تلفات وش ریخته‌شده روی زمین و تلفات ساقه شد. بر اساس نتایج این تحقیق با توجه به عملکرد محصول و تلفات وش، تراکم ۱۱ بوته در متر مربع به- ترتیب در ترکیب با رقم گلستان و ماکسا برای نواحی پنبه‌کاری جنوب استان فارس مناسب تشخیص داده شد.

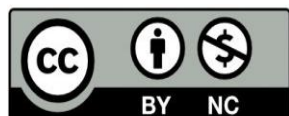
منابع

- 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, W.S., Anthony, D.W., and Nichols, R.L. (2005). *Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities*. Agronomy Journal. 97: 235-240.
- Boquet, D.J. (2005). *Cotton in ultra-narrow row spacing Plantdensity and nitrogen fertilizer rates*. Agronomy Journal. 97:279-287.
- Darawsheh, M.K., Chachalis, D., Aivalakis, G., and Khah, E. M. (2009). *Cotton row spacing and plant density cropping systems II. Effects on seedcotton yield, boll components and lint quality*. Journal of Food, Agriculture and Environment. 7 (3-4): 262-265.
- Egli, D.B. 1998. *Alternation in plant growth and dry matter distribution in soybean*. Agronomy Journal. 80: 86-90.
- 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., S. A. Marey, A. E. and Sayed-Ahmed, I. F..(2017). *Influence of mechanical harvesting process on productivity and quality of cotton fiber*. Journal of Soil Science and Agricultural Engineering. 8 (6): 301-306.
- Faircloth, J. C., Hutchinson, R., and Price, P. (2004). *An evaluation of alternative cotton harvesting methods in northeast Louisiana: a comparison of the brush stripper and spindle harvester*. Journal of Cotton Science. 8 (2): 55-61.
- Faulkner, W. B., Wanjura, J. D., Hequet, E. F., and Parnell, J. (2011). *Evaluation of modern cotton harvest systems on irrigated cotton: fiber quality*. Appl. Eng. Agric. 2 (4): 50-513.
- 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)
- Ghajari, A., and Akramghaderi, F. (2006). *Influnce of row spacing and population density of yield and yield components of three cotton cultivars in Gorgan*. Journal of. Agricultural Science. 12: 844-852. (In Persian)
- 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.
- Hongven, Z., and Min, K.. (2012). *Effects of speed ratio value of rubber-bar on cotton harvesting performance*. Advance Material Research. 383-390.
- Jafari, M.A., Rezaee Asl, A., and Nowrozieh, Sh. (2019). *Investigate the efficiency of cotton harvester in new cotton cultivars*. Iranian Journal of Cotton Research. 6 (2): 75-94. (In Persian)
- Jahanian, M., Azadbakht, M., Nowrouzieh, Sh., Asghari, A. (2020). *Determination of the required force to pick cottonseed from four cotton varieties boll in three different harvesting time*. Agricultural Engineering International: CIGR. 22 (1): 68-75.
- Jones, M. A., and wells, R. (1997). *Drymatter 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 tiel components*

۳-۳- نتیجه‌گیری

گسترش برداشت مکانیکی پنبه می‌تواند باعث تغییرات قابل توجهی در فرایند تولید مرسوم پنبه از نظر رقم و آرایش کاشت شود. یافته‌های این بررسی نشان داد که به‌کارگیری کمباین غوزه‌چین موجب افزایش ظرفیت

- of cotton. *Annals Agricultural Science*. Moshtohor. 29: 689-698.
- 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.
- Öz, Erdal., Behiç Tekin., A., Ünal Evcim, H., and Değirmencioglu, A. (2011). *Effect of variety and row spacing on the performance of a cotton picker*. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 9 (1): 236- 242.
- OZ, Erdal. 2005. *Harvesting performance of a tractor mounted mechanical cotton picker*. *Journal of Agricultural Engineering*. 3 (2): 119-126.
- Porter, W.M., Wanjura, J.D., Taylor, R. K., and Buser, M. D. (2017). *Tracking Cotton Fiber Quality and Foreign Matter through a Stripper Harvester*. *Journal of Cotton Science* 21: 29-39
- Prasad, J., Kapur, T., Patil, P. J., and Jaiswal, B.N. (2007). Performance evaluation of spindle type cotton picker. *Journal of Agricultural Engineering*. 44 (1): 12-16.
- Rezaei Asl, A., Nowrouzieh, Sh., and Taghizadeh-Alisaraei, A. (2013). *Study and comparison of mechanical and manual garvesting performance in two cotton varieties Varamin and Sahel cultivar*. *Mechanical Sciences in agricultural machinery*, 1(1): 19-24. (In Persian)
- Roozbeh, M., and Zahiri, M. (2019). *Effects of Harvesting Direction and Row Spacing on the Cotton Stripper Performance in Irrigated Cotton Fields*. *Journal of Cotton Science*. 23:90-96
- Roozbeh, M., and Jowkar, L. (2020). *Effect of planter type and seed variety on seedling emergence uniformity and seed cotton yield in Fars province*. *Iranian Journal of Cotton Research*. 7(2): 43-62. (In Persian)
- Saeidirad, M.H., Mahdinia, A., Zarifneshat, S., Nazarzadeh, S., and Ramazani-Moghadam, M.R. (2018). *Technical and economical evaluation of self propelled and tractor mounted cotton pickers*. *Agricultural Mechanization and Systems Research*. 18 (69)::97-108. (In Persian)
- Spurlock, S. R., Parvin, D.W., and Cooke, F.T. (1991). *Impacts of scrapping on harvest costs*. *Proceedings of Beltwide Cotton Conference*. San Antonio., TX. Jan 6-10. p. 417-419
- Wanjura, J.D., Gary, R., Gregory, A., Pelletier, H.J. (2012). *Influence of Grid Bar Shape on Field Cleaner Performance – Field Testing*. *Journal of Cotton Science*. 16: 255-267
- 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 fac-tors in boll period*. *Acta Gossypii Sinica* 12: 122-126 (in Chinese, with English abstract).
- Zhao, D., and Oosterhuis, D.M. (1995). *Effects of shading and PGR-IV on cotton photosynthesis, boll retention and components of yield*. *Division of Agriculture University of Arkansas*. 172:121-125.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)