بررسی عملکرد سیب‌زمینی کارهای متداول در منطقه جیرفت و کهنوج

محمدرضا کماندار[۱]، فرهاد خوشنام *[۲]، مسلم نامجو[۳]

۱-استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت ایران

۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت ایران

۳- مربی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: F_khoshnam@ujiroft.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/٦/۲- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۹/۳۰)

چکیده

جیرفت و کهنوج واقع در جنوب استان کرمان از مناطق عمده تولید سیب‌زمینی در کشور می‌باشند. با توجه به بررسی‌های انجام شده، در این مناطق از کارنده نیمه خودکار با موزع گردنده افقی، کارنده خودکار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای و کارنده خودکار با موزع پیاله‌ای زنجیری جهت کشت مکانیزه سیب‌زمینی استفاده می‌گردد. در این پژوهش، جهت بررسی عملکرد و تعیین کارنده مناسب کشت در این مناطق، از آزمایش فاکتوریل با سه نوع سیب‌زمینی کار متداول شامل دو ردیفه نیمه خودکار با موزع گردنده افقی، سیب‌زمینی کار دو ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای و سیب‌زمینی کار چهار ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای زنجیری و سه سطح سرعت عملیاتی ٤، ۵/۵ و ۷ کیلومتر در ساعت در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با پنج تکرار استفاده گردید. نتایج نشان داد، کارنده با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای و کارنده با موزع گردنده افقی در بیشتر شاخص‌های مورد مطالعه از جمله شاخص کیفیت تغذیه، شاخص نکاشت و درصد آسیب‌دیدگی غده‌ها، بهترین نتیجه را به خود اختصاص داده و افزایش سرعت کشت در تمامی کارنده‌ها، باعث افزایش شاخص چندکاشتی، کاهش شاخص کیفیت تغذیه، افزایش شاخص نکاشت و افزایش میزان آسیب‌دیدگی غده‌ها گردید. در بیشتر شاخص‌های مورد نظر، اختلاف بین میانگین‌های حاصله در سرعت‌های ٤ و ۵/۵ کیلومتر در ساعت معنی‌دار نبود و می‌توان سرعت ۵/۵ کیلومتر در ساعت را بعنوان یک سرعت کشت مناسب برای هر سه کارنده در مناطق جیرفت و کهنوج پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: **شاخص تغذیه، سیب‌زمینی، نیمه خودکار، موزع پیاله‌ای**

مقدمه

سیب‌زمینی از خانواده solonacea و جنس solanum و نام علمی آن s.*tuberosum* است. جنس solanum شامل ۲۰۰۰ گونه وحشی و زراعی است که در سراسر جهان به ویژه در نواحی گرمسیر و نیمه گرمسیر پراکنده است و حدود ۱۵۰ گونه آن غده تولید می‌کند. در کشور ما سیب‌زمینی به سه روش سنتی، نیمه مکانیزه و مکانیزه و با استفاده از ادوات و ماشین‌های مربوطه کشت می‌شود. در روش سنتی، ابتدا در مزرعه یکسری جوی و پشته با استفاده از بیل، جوی‌کن دستی و یا جوی‌کن دامی ایجاد شده و سپس با دست غده‌ها را در عمق معینی روی پشته می‌کارند و سپس با جوی‌کن یا بیل روی آن‌ها را می‌پوشانند. در کشت‌های نیمه مکانیزه و مکانیزه عملیات کاشت با سیب‌زمینی کارهای نیمه خودکار و خودکار انجام می‌شود (Mobli *et al.*, 2009). صبوری گرامی (۲۰۰۲) یک دستگاه دقیق‌کار حفره‌ساز با موزع صفحه‌ای را برای کشت ذرت طراحی و ارزیابی نمود. نتایج بدست آمده نشان داد که در مورد شاخص چندکاشتی بین سرعت‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در مزرعه نوع خاکورزی اثر معنی‌داری بر این شاخص نداشته است ولی اثر سرعت پیشروی معنی‌دار بوده است. اثر سرعت پیشروی بر شاخص نکاشت و شاخص کیفیت تغذیه در مزرعه و آزمایشگاه معنی‌دار بود. همچنین میانگین‌های عمق کاشت در سطوح مختلف سرعت دارای اختلاف معنی‌داری بود. (Mandani & Karparvarfard, 2016) اقدام به ساخت و ارزیابی یک دستگاه کارنده حفره‌ساز با موزع نیوماتیکی جهت کشت ذرت نمودند. در ارزیابی آزمایشگاهی که از گریس‌بلت استفاده شد، اثر سطوح مختلف سرعت پیشروی بر شاخص چندکاشتی، شاخص کیفیت تغذیه، شاخص نکاشت، دقت و میزان قرارگیری بذرها در درون دایره‌های مشخص شده روی گریس‌بلت مورد بررسی قرار گرفت. در ارزیابی دستگاه در مزرعه، اثر سرعت پیشروی و شرایط سطحی زمین بر شاخص‌های فوق و همچنین میانگین عمق کاشت، مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام تحقیق در مزرعه از ۵ سطح سرعت (۱/۷، ۲/۸، ٤، ۵/۵ و ۷ کیلومتر در ساعت) و سه شرایط سطحی زمین (زمین شخم و دیسک خورده، زمین با بقایای گیاهی گندم و زمین خاک‌ورزی نشده) با ۵ تکرار در خاک شنی و رسی سنگریزه‌دار استفاده شد. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون‌ها (در مزرعه و آزمایشگاه) مشخص شد که افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش شاخص‌های چندکاشتی، دقت و نکاشت و کاهش شاخص کیفیت تغذیه ،میزان قرارگیری بذرها در درون حفره‌ها و میانگین عمق کاشت گردید. همچنین نتایج آزمایش‌ها نشان داد که شرایط زمین روی پارامترهای مورد بررسی تاثیری ندارد.

برای ارزیابی دستگاه نشاء چغندرقند در سه سطح سرعت پیشروی ۰/۲۵، ۰/۳۷۵ و ۰/۵۰ متر بر ثانیه و دو سطح چهاربرگی و شش برگی نشاء چغندرقند پژوهشی انجام گرفت. پارامترهایی مانند متوسط فاصله بین نشاءها روی ردیف، انحراف جانبی نشاء از روی ردیف، شاخص نکاشت، درصد کاشت قابل قبول و غیرقابل قبول، سرعت تغذیه‌ی نشاء توسط اپراتور،

درصد نشاءهای آسیب دیده و تعداد نشاءهای پابرجا مانده بعد از ٤٥ روز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تاثیر سرعت پیشروی بر متوسط فاصله بین نشاءها روی ردیف، سرعت تغذیه‌ی نشاء توسط اپراتور، انحراف جانبی نشاء از روی ردیف و شاخص نکاشت در سطح یک درصد معنی‌دار است. اثر تکرار و نوع نشاء بر هیچ کدام از پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار نگردید (Hoseini & Loghavi, 2009). در تحقیقی به منظور تعیین اثرات نوع کارنده و سرعت پیشروی بر شاخص نکاشت، شاخص چندتایی، شاخص کیفیت تغذیه، میانگین عمق کاشت، سرعت سبز شدن، درصد جوانه‌زنی، ضریب تغییر فواصل، شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر و شاخص دقت کاشت ذرت از دو نوع کارنده (دقیق کار مرسوم با موزع صفحه‌ای و دقیق کار سمبه‌ای مجهز به واحد کودکار جهت کاشت همزمان کود و بذر در سیستم بی‌خاک‌ورزی) و سه سطح سرعت پیشروی (۳، ۵ و ۷ کیلومتر بر ساعت) استفاده شد. نتایج نشان داد که برای هر دو کارنده افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش شاخص نکاشت، شاخص دقت، ضریب تغییر فواصل و کاهش شاخص چندکاشتی و شاخص یکنواختی توزیع افقی بذر می‌شود. هر دو کارنده در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت بیشترین مقدار شاخص کیفیت تغذیه را داشتند (Omidi & Karparvarfard, 2009). تأثیر سرعت پیشروی و ویژگی‌های غده بر فاصله بین غده‌های یک سیب‌زمینی کار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای ارزیابی شد. سه سطح سرعت پیشروی (۱/۸، ۲/۲۵ و ۳ کیلومتر در ساعت) و سه اندازه غده سیب‌زمینی (۳۵ تا ٤٥، ٤٥ تا ۵۵ و ۵۵ تا ٦٥ میلی‌متر) انتخاب و عملکرد کارنده بر اساس میانگین فاصله بین غده‌ها، ضریب تغییرات، شاخص چندگانه، شاخص نکاشت بود. اندازه غده‌ها بین ۳۵ تا ٤٥ میلی‌متر باعث ایجاد یکنواختی بیشتر فاصله بین غده‌ها نسبت به اندازه‌های دیگر شد. حداکثر عملکرد در سرعت پیشروی ۲/۲۵ کیلومتر بوده و بر یکنواختی غده‌ها تأثیری نداشت (Al-Gaadi & Marey, 2011). عملکرد یک دستگاه سیب‌زمینی کار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای و تغذیه خودکار را در شرایط کاری مختلف و اشکال مختلف غده کامل و برش خورده بررسی کرد. وی دریافت که ضریب تغییرات و شاخص نکاشت با سرعت پیشروی رابطه مستقیم و با ارتفاع دریچه و نسبت سرعت رابطه عکس دارد. بود. حداکثر ضریب تغییرات و شاخص نکاشت برای غده‌های برش خورده در سرعت ۳ کیلومتر در ساعت، نسبت سرعت ۱/۲۲ و ارتفاع دریچه ۸۰ میلی‌متر به ترتیب برابر ٦٨/٤ و ١٦/٤٢ درصد بود.

در راستای رفع مشکلات استفاده از ماشین‌های کشاورزی در انجام عملیات کاشت ذرت و لوبیا به صورت همزمان، کارنده‌ای طراحی و ساخته شد تا بتواند با به کارگیری از اصول صحیح در فرایند کشت مخلوط، به طور مستقیم دو نوع بذر با شکل و اندازه مختلف را با نسبت دقیق و الگوهای کاشت مختلف بکارد. شاخص‌های چندکاشتی، نکاشت، دقت و کیفیت تغذیه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج ارزیابی آزمایشگاهی واحدهای کارنده ذرت و لوبیا نشان دادند که افزایش فاصله بین بذرها روی خطوط کشت باعث کاهش شاخص‌های چندتایی، نکاشت، دقت و افزایش

شاخص کیفیت تغذیه می‌شود. این شرایط برای واحد کارنده ذرت در ارزیابی آزمایشگاهی مربوط به فاصله ۱٦ سانتی‌متری بین بذرها و برای واحد کارنده لوبیا در فاصله ۲۱/۵ سانتی‌متری بین بذرها به وجود آمد (Mandani & Karparvarfard, 2016). هدف از این تحقیق بررسی عملکرد انواع سیب‌زمینی کار متداول منطقه جیرفت و کهنوج است.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در یکی از مزارع کشاورزی روستای طوهان واقع در ۸ کیلومتری شهر جیرفت با استفاده از سه نوع سیب زمینی کار متداول شامل سیب‌زمینی کار دو ردیفه نیمه خودکار با موزع گردنده افقی، سیب‌زمینی کار دو ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای و سیب‌زمینی کار چهار ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای زنجیری استفاده شد (شکل ۱). برای اجرا ابتدا می‌بایست زمین مورد نظر خاکورزی می‌شد، لذا ابتدا زمینی به مساحت حدود ۳۰۰۰ مترمربع با استفاده از گاوآهن ۳ خیش با عمق ۳۰ سانتی‌متری شخم و در نهایت برای خرد کردن کلوخه‌ها و خاکورزی ثانویه از یک دیسک کششی استفاده گردید. یک روز قبل از کشت غده‌های سیب‌زمینی، قطعات مورد نظر که شامل ۲۷ قطعه ۱۰۰ متری بود، اندازه‌گیری و تقسیم‌بندی شد. فاصله تئوری بین ردیف‌های کشت برابر ۷۰ سانتی‌متر، فاصله تئوری بین بذرهای روی ردیف کشت برابر ۲۰ سانتی‌متر و عمق تئوری کشت برابر ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری فاصله بین بذرها و همچنین عمق کشت از متر و خط‌کش استفاده گردید. فاصله بین دو غده متوالی فاصله مرکز به مرکز غده‌ها در نظر گرفته شد. جهت ثبت موقعیت غده‌ها بر روی ردیف‌های کشت، لازم بود تا روی آنها پوشانده نشده، لذا پوشاننده‌های تمام کارنده‌ها، بجز در مواردی که اندازه‌گیری عمق کشت مدنظر بود، باز و کنار گذاشته شدند. فاکتورهای مورد اندازه گیری و بررسی در مزرعه عبارت بودند از: اندازه‌گیری فاصله طولی غده‌ها روی ردیف، اندازه‌گیری عمق کشت غده‌ها و بررسی آسیب‌های احتمالی غده‌ها. از نسبت مسافت پیموده شده بر حسب متر بر زمان مورد نیاز بر حسب ثانیه سرعت خطی تراکتور و سرعت کاشت کارنده‌ها بدست می‌آید. برای اندازه‌گیری زمان از کرونومتر استفاده شده و برای هر سرعت، چهار تکرار انجام گرفت و میانگین چهار تکرار بعنوان سرعت پیشروی تراکتور مربوطه معرفی گردید. از میان سرعت‌های مختلفی که تراکتور می‌توانست داشته باشد، سه سرعت برای انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای انتخاب شد. سرعت‌های مورد نظر عبارت بودند از : ٤، ۵/۵ و ۷ کیلومتر در ساعت.

A

B

C

شکل ۱- سیب زمینی کارهای استفاده شده شامل:A) سیب‌زمینی‌کار دو ردیفه نیمه خودکار با موزع گردنده افقی، B) سیب‌زمینی‌کار دو ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای، C) سیب‌زمینی‌کار چهار ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای زنجیری

شاخص‌های تعیین کننده کیفیت و دقت کاشت کارنده‌ها

جهت تعیین کیفیت و دقت کار ماشین‌های کاشت پارامترهایی بر مبنای پارامتر فاصله تئوری ارائه شده است. این پارامترها شامل شاخص چندکاشتی یا چندتایی (Multiples Index)، شاخص کیفیت تغذیه (Quality of Feed Index) و شاخص نکاشت (Miss Index) می‌باشد. پارامتر فاصله تئوری (X_{ref})، فاصله بین بذرهایی است که در آن هیچ پرش (Skip) یا نکاشت، کشت چندتایی و تغییرپذیری وجود نداشته و بیشترین درصد فراوانی را داراست. با توجه به این که فاصله تئوری، مبنای بدست آوردن شاخص‌ها است لذا برای محاسبه آنها فاصله‌های اندازه‌گیری شده به پنج ناحیه زیر تقسیم‌بندی شد:

[0.0, 0.5 X_{ref}], [0.5 X_{ref}, 1.5 X_{ref}], [1.5 X_{ref}, 2.5 X_{ref}], [2.5 X_{ref}, 3.5 X_{ref}], [3.5 X_{ref}, ∞)

بر اساس این تقسیم‌بندی، در کشت چندتایی فاصله هر غده کشت شده از غده قبلی آن، کمتر از فاصله تئوری است. در ادامه به توضیح هر یک از شاخص‌ها و پارامترهای اندازه‌گیری شده و چگونگی محاسبه آنها پرداخته می‌شود.

شاخص چندکاشتی یا چندتایی (D) عبارت از درصد فواصل کاشت کمتر یا مساوی با نصف فاصله تئوری بوده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$D = \frac{n_1}{N} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن n_1 تعداد فواصل در اولین ناحیه بوده و N تعداد کل فواصل اندازه‌گیری شده است. شاخص کیفیت تغذیه (A)، برابر است با درصدی از فواصل که بیشتر از نصف بوده و کمتر از ۱/۵ برابر فاصله تئوری می‌باشند. شاخص کیفیت تغذیه با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$A = \frac{n_2}{N} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن n_2 تعداد فواصل در ناحیه دوم بوده و N تعداد کل فواصل اندازه‌گیری شده است. شاخص انحراف دقت (C) یا دقت عبارت از ضریب تغییر فواصلی که به صورت تکی طبقه بندی شده‌اند. دقت نه تنها تغییرپذیری را که منجر به چندتایی‌ها و پرش‌ها است شرح می‌دهد بلکه مقدار تغییرپذیری در فاصله بین بذرها را نیز توجیه می‌کند. شاخص انحراف دقت از رابطه (۳) بدست می‌آید:

$$C = \frac{S_2}{X_{ref}} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن S_2 انحراف معیار نمونه‌ای است که n_2 مشاهده در ناحیه‌ی ۲ دارد. شاخص نکاشت (M)، عبارت از درصد فواصل کاشت بزرگتر از ۱/۵ برابر فاصله تئوری بوده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$M = \sum_{j=3}^{5} n_i \times 100 = \frac{n_3 + n_4 + n_5}{N} \qquad (٤)$$

که در آن n_j، تعداد فواصل در ناحیه j می‌باشد. وجود پرش یا نکاشت در نتیجه‌ی عواملی مثل عدم توانایی کارنده در سقوط دادن بذر می‌باشد. درصد آسیب-دیدگی غده‌های کشت شده (DM)، یکی از پارامترهای موثر و مهم در ارزیابی کارنده‌ها بوده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$DM = \frac{q}{p} \times 100 \qquad (۵)$$

که در آن q تعداد غده‌های آسیب‌دیده و p تعداد کل غده‌های کشت شده توسط کارنده می‌باشد (Kachman *et al.*, 1995). طرح آماری فاکتوریل با سه نوع کارنده (دو ردیفه نیمه خودکار با موزع گردنده افقی، دو ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای و چهار ردیفه تمام خودکار با موزع پیاله‌ای زنجیری) و سه سطح سرعت کشت (٤ ، ٥/٥ و ٧ کیلومتر در ساعت) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار استفاده گردید. صفات مورد مطالعه کلیه شاخص‌هایی هستند که قبلاً به آنها اشاره شده است.

نتایج و بحث

شاخص چند کاشتی

جدول (۱) تجزیه واریانس پارامترهای مورد ارزیابی (شاخص چندکاشتی، شاخص کیفیت تغذیه، شاخص انحراف دقت، شاخص نکاشت، عمق کاشت و درصد آسیب‌دیدگی غده‌ها) در سطوح مختلف سرعت و نوع کارنده را نشان می‌دهد. نتایج حاصله نشان داد اثر نوع کارنده و سرعت کاشت با احتمال ۹۹٪ بر شاخص چند کاشتی معنی‌دار بوده ولی اثر متقابل این دو فاکتور تاثیر معنی‌داری روی شاخص چند کاشتی نداشته است.

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای مورد ارزیابی (شاخص چندکاشتی، شاخص کیفیت تغذیه، شاخص انحراف دقت، شاخص نکاشت، عمق کاشت و درصد آسیب‌دیدگی غده‌ها) در سطوح مختلف سرعت و نوع کارنده

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		شاخص چندکاشتی	شاخص کیفیت تغذیه	شاخص انحراف دقت	شاخص نکاشت	عمق کاشت	درصد آسیب‌دیدگی غده‌ها
نوع کارنده (A)	۲	۱/٤٠٤**	۱۰٥/۹۳۸**	۷۰/۸٥٤**	۱۹۳/٥۰۸**	۰/۰۳۷ ns	۸/٤٦۰**
سرعت کاشت (B)	۲	۰/۷٦۲ns	٦/۳۷۲**	۱/٦۷۷**	۲٤/۲۰٤**	۱/۷٤٤**	۱/۷۰۰**
اثر متقابل (AB)	٤	۰/۲۷۲ns	۰/۲۰٥ns	۰/٦۸۳**	٤/٤۱٦**	۰/۰۰۸۸ns	۰/۱٤٤ns
خطای آزمایش	۳٦	۰/۲٥٦	۰/۱۲۸	۰/۱۲۸	۰/۲۲۹	۰/۰٦۸	۰/۲٥۳

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر شاخص چند کاشتی در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به این جدول مشاهده می‌گردد با افزایش سرعت پیشروی در هر یک از سه کارنده مورد آزمون، شاخص چندکاشتی افزایش یافته است. در ارزیابی بذرکارها همراه با موزع، محققان به عکس نتیجه فوق پی برده‌اند به این دلیل که در سرعت پیشروی کم و به تبع آن سرعت خطی پائین صفحه بذر، احتمال قرارگیری دو یا چند بذر در یک سلول بیشتر می‌شود. ولی در مورد غده‌ها این چنین نیست و با افزایش سرعت پیشروی شاخص چندکاشتی نیز افزایش می‌یابد چون ارتعاشات و تکان‌های بیشتر سیب‌زمینی کار در

سرعت‌های بالاتر سبب سقوط تعداد غده‌های بیشتری می‌گردد. نتیجه تحقیق دولتی و کارپرورفرد (۲۰۰٦) نیز افزایش شاخص چندکاشتی تحت افزایش سرعت را نشان می‌دهد. این در حالیست که کارنده با موزع زنجیری پیاله‌ای بطور کلی شاخص چندکاشتی بالاتری داشته و در سرعت ۷ کیلومتر در ساعت، بیشترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص داده است. کمترین شاخص چند کاشتی مربوط به کارنده با موزع گردنده افقی بوده است و دلیل این امر را می‌توان نیمه خودکار بودن این کارنده بیان نمود. در واقع استفاده از کارگر که در تغذیه بذر و پرکردن صفحه گردنده موزع به صورت کاملاً هوشمند عمل می‌کند، سبب کاهش شاخص چند کاشتی این کارنده شده است. با توجه به نتایج حاصل از جدول، شاخص چند کاشتی کارنده با موزع گردنده افقی در سرعت ٤ کیلومتر بر ساعت، اختلاف معنی‌داری با کارنده با موزع تسمه‌ای پیاله‌ای ندارد. تاثیر موزع پیاله‌ای زنجیری ماشین سیب‌زمینی کار در سه فاکتور سرعت زنجیر، سفت شدگی زنجیر و زاویه کجی پیاله بر شاخص‌های میزان نکاشت و میزان کاشت دوتایی بررسی شد. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که میزان نکاشت و میزان کاشت دوتایی با سرعت زنجیر به ترتیب افزایش و کاهش داشت (Kang *et al.*, 2017).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر شاخص چندکاشتی

نوع کارنده / سرعت کاشت	گردنده افقی	پیاله‌ای تسمه‌ای	پیاله‌ای زنجیری	میانگین
٤	۰/۸۰ b	۰/۸۰ b	۱/۱۵ a	۰/۹۱٦ b
۵/۵	۱/۱۰ b	۱/۰۵ b	۱/۳۵ ab	۱/۱٦٦ ab
۷	۰/۹۰ b	۱/۲۰ b	۲/۰۰ a	۱/۳٦٦ a
میانگین	۰/۹۳۳ b	۱/۰۱٦ b	۱/۵۰۰ a	

تیمارهای با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

شاخص کیفیت تغذیه

مطابق جدول (۱) تاثیر نوع کارنده و سرعت پیشروی بر شاخص کیفیت تغذیه در سطح ۱٪ معنی‌دار است ولی اثر متقابل این دو فاکتور تاثیر معنی‌داری روی این شاخص ندارد.

مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر شاخص کیفیت تغذیه در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول، اختلاف بین میانگین‌های این شاخص در کارنده با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای با دو کارنده دیگر معنی‌دار است و این در حالی است که میانگین این شاخص در کارنده مذکور بسیار بالاتر (و بهتر) از دو کارنده دیگر است. بدیهی است بر اساس آنچه که در تعریف شاخص‌ها گفته شد هر چه عدد مربوط به این شاخص بالاتر باشد، کارنده دقت کشت بیشتری دارد. همچنین مشخص است اختلاف بین میانگین‌های این شاخص در سرعت‌های ٤

و ۷ کیلومتر در ساعت معنی‌دار شده است. افزایش سرعت باعث افزایش شاخص کیفیت تغذیه شده و این نتیجه با تحقیق (Omidi & Karparvarfard, 2009) مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که همانند شاخص چندکاشتی، ارتعاشات و تکان‌های بیشتر در سرعت‌های بالا منتج به افزایش این شاخص شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر شاخص کیفیت تغذیه

نوع کارنده / سرعت کاشت	گردنده افقی	پیاله‌ای تسمه‌ای	پیاله‌ای زنجیری	میانگین
٤	۹۲/۵۰ b	۹۶/۳۰ a	۹۱/۶۰ bc	۹۳/۴۶۶ a
٥/٥	۹۱/۵۰ bc	۹۵/۸۰ a	۹۰/۹۰ c	۹۲/۷۳۳ ab
۷	۹۰/۸۰ c	۹۵/۴۰ a	۹۰/۳۰ c	۹۲/۱۶۶ b
میانگین	۹۱/۶۰۰ b	۹۵/۸۳۳ a	۹۰/۹۳۳ b	

تیمارهای با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

شاخص انحراف دقت

با توجه به نتایج جدول ۱ مشاهده می‌گردد که اثر نوع کارنده، سرعت کشت و اثر متقابل این دو با احتمال ٪۹۹ بر شاخص انحراف دقت معنی‌دار است. جدول ٤ نشان می‌دهد اختلاف بین میانگین‌های مربوط به شاخص انحراف دقت در سه نوع کارنده مورد بررسی معنی‌دار بوده و کمترین مقدار مربوط به کارنده با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای می‌باشد. با افزایش سرعت کشت شاخص انحراف دقت در هر سه کارنده افزایش یافته است. (Al-Gaadi & Marey, 2011) Omidi & Karparvarfard, 2009) نیز به این نتیجه پی بردند. بنابر تعریف، انحراف دقت عبارت است از نسبت انحراف معیار نمونه‌هایی که در فاصله ۱۰ الی ۳۰ سانتی‌متر قرار گرفته‌اند به فاصله تئوری (۲۰ سانتی‌متر). با افزایش سرعت، پراکندگی بذرها در این محدوده افزایش یافته و در نتیجه انحراف معیار افزایش می‌یابد. با ثابت بودن فاصله تئوری و افزایش انحراف معیار، پارامتر انحراف دقت افزایش یافته است. بدیهی است هر چه مقدار این پارامتر کمتر باشد، بهتر است.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر شاخص انحراف دقت

نوع کارنده / سرعت کاشت	گردنده افقی	پیاله‌ای تسمه‌ای	پیاله‌ای زنجیری	میانگین
٤	۹/۱۲ a	۴/۹۸ e	۶/۱۲ d	۶/۵۸۰ c
٥/٥	۸/۹۴ a	۴/۷۲ e	۶/۹۴ c	۶/۸۶۶ b
۷	۹/۱۸ a	۴/۵۰ e	۷/۵۸ b	۷/۲۴۶ a
میانگین	۹/۰۸۰ a	۴/۷۳۳ c	۶/۸۸۰ b	

تیمارهای با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

شاخص نکاشت

جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر نوع کارنده، سرعت کشت و اثر متقابل این دو با احتمال ۹۹٪ بر شاخص نکاشت معنی‌دار است. تاثیر معنی‌دار سرعت کشت بر شاخص نکاشت و شاخص کیفیت تغذیه توسط (Al-Gaadi & Marey, 2011) نیز گزارش شده است. با بررسی جدول ۵ مشاهده می‌کنیم که میانگین شاخص نکاشت بین سه کارنده مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار است و کمترین میزان آن مربوط به کارنده با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای می‌باشد. موزع پیاله‌ای زنجیری تحت تأثیر عمل چند ضلعی (Polygonal Action) است. هنگامی که چرخ زنجیر (Sprocket) با سرعت ثابت کار کند سرعت خود زنجیره ثابت نیست و در معرض نوسانات متناوبی است. بدین دلیل که زنجیر وقتی روی چرخ زنجیر قرار می‌گیرد به جای دایره یک چند ضلعی را تشکیل می-دهد لذا عمل چند ضلعی نامیده می‌شود. عمل چند ضلعی باعث ایجاد ارتعاش شده در نتیجه میزان نکاشت بیشتری نسبت به موزع پیاله‌ای تسمه‌ای دارد (Al-Gaadi and Marey, 2011; Zheng *et al.*, 2016).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر شاخص نکاشت

نوع کارنده / سرعت کاشت	گردنده افقی	پیاله‌ای تسمه‌ای	پیاله‌ای زنجیری	میانگین
٤	۶/۳۴ d	۲/۸۴ f	۸/۹۸ c	۶/۰۵۳ c
۵/۵	۸/۸۲ c	۳/۱۶ ef	۹/۲۸ c	۷/۰۸۶ b
۷	۹/۹۴ b	۳/۶۶ e	۱۲/۱۴ a	۸/۵۸۰ a
میانگین	۸/۳۶۶ b	۳/۲۲۰c	۱۰/۱۳۳ a	

تیمارهای با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

عمق کاشت

جدول تجزیه واریانس ۱ نشان می‌دهد که نوع کارنده تاثیر معنی‌داری بر عمق کاشت نداشته ولی سرعت کاشت با احتمال ۹۹٪ تاثیر معنی‌داری بر عمق کشت دارد. همچنین اثر متقابل دو فاکتور تاثیر معنی‌داری بر عمق کشت نداشت. همانطور که در جدول ٦ مشاهده می‌گردد، اختلاف بین میانگین‌های متوسط عمق کاشت در هر سه سطح سرعت اختلاف معنی‌داری دارند.

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر عمق کاشت

نوع کارنده / سرعت کاشت	گردنده افقی	پیاله‌ای تسمه‌ای	پیاله‌ای زنجیری	میانگین
٤	۱۷/۹۲ a	۱۷/۷۴ ab	۱۷/۹۴ a	۱۷/۸۶۶ a
٥/٥	۱۷/۵۰ bc	۱۷/۵۴ bc	۱۷/۴۰ bc	۱۷/۴۸۰b
۷	۱۷/۲۰dc	۱۷/۳۴ dc	۱۷/۰۲ d	۱۷/۱۸۶ c
میانگین	۱۷/۵۴۰ a	۱۷/۵۴۰ a	۱۷/۴۵۳ a	

تیمارهای با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

درصد آسیب‌دیدگی غده‌ها

نتایج تجزیه واریانس مربوط به میزان غده‌های آسیب دیده در سطوح مختلف سرعت و نوع کارنده در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول، اثر نوع کارنده و سرعت کشت با احتمال ۹۹٪ بر میزان آسیب‌دیدگی غده‌ها معنی‌دار بوده اما اثر متقابل دو فاکتور معنی‌دار نشده است.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثر نوع کارنده و سرعت کاشت بر درصد آسیب‌دیدگی غده‌ها

نوع کارنده / سرعت کاشت	گردنده افقی	پیاله‌ای تسمه‌ای	پیاله‌ای زنجیری	میانگین
٤	۱/۱۶ d	۱/۱۰ d	۲/۴۲ ab	۱/۵۶۰ b
٥/٥	۱/۶۲ dc	۱/۲۶ d	۲/۷۸ ab	۱/۸۸۶ ab
۷	۲/۲۰ bc	۱/۵۰ d	۳/۰۰ a	۲/۲۳۳ a
میانگین	۱/۶۶۰ b	۱/۲۸۶ c	۲/۷۳۳ a	

تیمارهای با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

اختلاف بین میانگین‌های این شاخص فقط در سرعت‌های ٤ و ۷ کیلومتر در ساعت معنی‌دار شده است. با توجه به جدول ۷ اختلاف بین میانگین آسیب‌دیدگی غده‌ها بین سه کارنده مختلف معنی‌دار است و کمترین میزان آسیب‌دیدگی غده‌ها مربوط به کارنده تمام خودکار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای می‌باشد. دلیل کمتر بودن آسیب‌دیدگی غده‌ها در موزع پیاله‌ای تسمه‌ای را می‌توان در نوع موزع، طرز کار و انعطاف‌پذیری خاص آن دانست.

نتیجه‌گیری

با مشاهده و بررسی نتایج بدست آمده از جداول فوق می‌توان گفت که کارنده با موزع تسمه‌ای پیاله‌ای در بیشتر شاخص‌ها از جمله شاخص کیفیت تغذیه، انحراف دقت، شاخص نکاشت و میزان آسیب دیدگی بذرها بهترین عدد را به خود اختصاص داده و تنها شاخص چند کاشتی بالاتری از کارنده با موزع گردنده افقی دارد که البته از نظر آماری این اختلاف نیز معنی‌دار نیست. شاخص عمق کاشت نیز در بین سه کارنده اختلاف معنی‌داری ندارد. لذا می‌توان بیان کرد که از نظر مناسب بودن شاخص‌ها در بین سه کارنده مورد بررسی در این پژوهش، کارنده دو ردیفه با موزع تسمه‌ای پیاله‌ای بهترین عملکرد را داشته است. از نظر سرعت کاشت همانطور که در جداول مشاهده می‌گردد، افزایش سرعت کشت در تمامی کارنده‌ها باعث افزایش شاخص چندکاشتی، کاهش شاخص کیفیت تغذیه، افزایش شاخص انحراف دقت، افزایش شاخص نکاشت، افزایش میزان آسیب‌دیدگی غده‌ها و کاهش میانگین عمق کاشت گردید. از طرفی جهت بالا بردن راندمان مزرعه‌ای دستگاه بهتر است تا حد امکان از سرعت‌های بالاتر استفاده کنیم لذا با بررسی دقیق‌تر جداول در می‌یابیم که در بیشتر شاخص‌ها اختلاف بین میانگین‌ها برای سرعت‌های ٤ و ۵/۵ کیلومتر در ساعت معنی‌دار نبوده و بعلاوه مقادیر بدست آمده برای پارامترها خوب و قابل قبول است و می‌توان سرعت ۵/۵ کیلومتر در ساعت را بعنوان مناسب‌ترین سرعت کشت برای هر سه کارنده در نظر گرفت. بدیهی است با در نظر گرفتن شرایط منطقه جیرفت نیز کارنده نیمه خودکار با موزع پیاله‌ای تسمه‌ای مناسب‌تر از دو کارنده دیگر بنظر می‌رسد. اشکال کارنده ٤ ردیفه خودکار با موزع پیاله‌ای زنجیری، نیاز آن به تراکتور سنگین مانند والترا ۸٤۰۰ و احتمال کوبیده شدن بیش از حد زمین زراعی است.

REFRENCES

Al-Gaadi, K. A. 2011. Performance evaluation of cup-belt potato planter at different operation conditions and tuber shapes. *American-Eurasian. J. Agric. Environ. Sci.* 10(5): 821-828.

Al-Gaadi, K. A. and Marey. 2011. Effect of forward speed and tuber characteristics on tuber spacing uniformity for a cup belt potato planter. *Middle E. J. Sci. Res*.8 (4): 753-758.

Dowlati, M., and S. H. Karparvarfard. 2006. Development and evaluation of a pneumatic punch planter. *Iranian journal of agricultural sciences*. 37(2). (In Farsi)

Hoseini, S. M. and Loghavi, M. 2009. Design, Development and Evaluation of a Paper-Pot Transplanter. *Iran J. Biosys. Eng*, 40 (1): 1-8. (In Farsi)

Kachman, S. D,. & Smith, J. A,. 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planting single seed metering. *Trans. ASAE*. 38(2): 379-387.

Kang, N., Xianfa, F., Yangchun, L., Chengxu, L., and Yanwei, Y. 2017. Optimized design and performance evaluation of an electric cup-chain potato metering device. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10, 36-43.

Mandani, A. and Karparvarfard, S. H. 2016. Development and laboratory evaluation of a mixed planting machine for corn and bean. *Iran J. Biosys. Eng*, 47 (2): 257-267. (In Farsi)

Mobli, H., Mousazadeh, H., & Javanbakht, S. 2009. Potato production technology. (First edition). University of Tehran press. (In Farsi)

Omidi, A. and Karparvarfard, S. H. 2009. Field Evaluation of a Precision Punch Planter Equipped with Seed Plate Metering Device and Fertilizer Unit for Corn Planting. *Iran J. Biosys. Eng*, 40 (1): 35-44. (In Farsi)

Sabouri Germi. Y. 2002. Design, Construction and evaluation of a precision punch planter to corn planting in conservation tillage. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Shiraz University, Shiraz, Iran. (In Farsi)

Zheng, D. H. Chen, W. Du, W. L. Fan, M. S. Liu, G. S. 2016. The study and analysis of cup seed sowing technology and uniformity. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 38(7): 106–109.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 1/No. 3/Fall 2021/P: 67 -80

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Investigating the Performance of Conventional Potato Planters in Jiroft and Kahnuj Regions

Mohammad Reza Kamandar[1], Farhad Khoshnam[2], Moslem Namjoo[3]

[1]Assistance Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystems, University of Jiroft, Jiroft, Iran

[*2] Assistance Professor, Department of Mechanical Engineering of Biosystems, University of Jiroft, Jiroft, Iran

[3] Instructor, Department of Mechanical Engineering of Biosystems, University of Jiroft, Jiroft, Iran

* Corresponding Author's Email: F_khoshnam@ujiroft.ac.ir

(Received: August. 24, 2021 – Accepted: December. 21, 2021)

ABSTRACT

Jiroft and Kahnuj, located south of Kerman province, are major areas of potato production in the Iran. According to the studies, in these areas semi-automatic horizontal rotating potato planter, automatic cup-chain potato planter and automatic cup-belt potato planter are used for mechanized potato cultivation. In this study, in order to evaluate the performance and determine the suitable planter in these areas, a factorial experiment with three types of conventional potato planters including two semi-automatic rows by horizontal rotating metering device, two-row automatic by cup-belt metering device and four-row automatic by cup-chain metering device. Three different values of 4, 5.5 and 7 km/h were considered for working speed. The results showed that the Semi-automatic potato planter and Cup-belt potato planter have the best operating indices such as feed quality and miss-planting index in the mentioned area and increasing the planter speed has harmful effects in feed quality and potato damaging. In most of the indices, the difference between the averages at speeds of 4 and 5.5 km/h was not significant and the speed of 5.5 km / h can be suggested as a suitable planting speed for all three workers in Jiroft and Kahnuj regions.

Keywords: Feed index, Potato, Semi-automatic, Cup planter