تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۱۹/ شماره ۷۱/ پاییز و زمستان ۱۳۹۷/ص ۱۰۸-۹۹

تأثیر روش کشت و رطوبت خاک بر کارایی ماشین‌های برداشت سیب‌زمینی

محمدحسین سعیدی‌راد[1]* و سعید ظریف‌نشاط[2]

۱ و ۲- به‌ترتیب: دانشیار؛ و استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۲۹

چکیده

بخش بزرگی از هزینه‌های تولید سیب‌زمینی مربوط به مرحلهٔ برداشت است. این تحقیق به‌منظور مقایسهٔ فنی عملکرد ماشین‌های برداشت در روش‌های مختلف کشت سیب‌زمینی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. در این تحقیق تأثیر روش کاشت در دو سطح (کاشت با سیب‌زمینی‌کار دو ردیفه ساخت داخل و کاشت با سیب‌زمینی‌کار شش ردیفه وارداتی)، روش برداشت در سه سطح (استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری سیب‌زمینی با کارگر، استفاده از کمباین کششی برداشت سیب‌زمینی و استفادهٔ تلفیقی از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و کمباین کششی برداشت سیب‌زمینی)، رطوبت خاک در دو سطح (۱۱ و ۱۵ درصد) بر انرژی مصرفی در واحد سطح (انرژی سوخت و کارگری در مرحله برداشت)، ضایعات حین برداشت، مصرف سوخت و ظرفیت مزرعه‌ای بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای و بازده به‌ترتیب به‌مقدار ۰/۵۹ هکتار در ساعت و ۸۱/۱ درصد در روش برداشت تلفیقی به‌دست آمده است. پایین‌ترین ظرفیت مزرعه‌ای در برداشت با استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه اتفاق افتاده در حالی‌که پایین‌ترین میزان بازده به‌مقدار ٦٥/٤٩ درصد متعلق به برداشت با استفاده از کمباین کششی است. بیشترین و کمترین درصد محصول باقیمانده در سطح مزرعه، به میزان ۳/۳۸ و صفر درصد، به‌ترتیب متعلق به روش برداشت تلفیقی و روش برداشت استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری با کارگر به‌دست آمده است. نتایج تحقیق همچنین نشان می‌دهد که افزایش رطوبت از ۱۱ به ۱۵ درصد موجب افزایش انرژی مصرفی در هر سه روش برداشت می‌شود و بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و رطوبت ۱۵ درصد است.

واژه‌های کلیدی

روش کاشت، سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه، ضایعات برداشت، کمباین برداشت

مقدمه

سیب‌زمینی پس از گندم، برنج و ذرت، مهم‌ترین محصول زراعی جهان به‌شمار می‌آید. در سال ۲۰۱۲ در جهان حدود ۱۹/۳ میلیون هکتار زمین زیر کشت این محصول بوده که از این سطح زیر کشت بیش از ۳۶۵ میلیون تن محصول برداشت شده است (Anon, 2013). در ایران از حدود ۱۵۹ هزار هکتار زمین، چهار میلیون و شصت هزار تن سیب‌زمینی برداشت می‌شود. سطح زیر کشت این محصول در استان خراسان رضوی ۵۶۰۳ هکتار گزارش شده که با متوسط عملکرد ۳۰ تن در هکتار حدود ۱۷۰ هزار تن سیب‌زمینی برداشت می‌شود (Anon, 2014).

سیب‌زمینی یکی از محصولات اصلی کشور است و توسعهٔ مکانیزاسیون آن سبب بهبود شرایط تولید آن و کاهش ضایعات در هنگام برداشت می‌شود. فقدان تکنولوژی و مکانیزاسیون مناسب در عملیات مختلف تولید

* نگارنده مسئول: Saiedirad@yahoo.com

http://doi: 10.22092/erams.2018.116259.1228

Archive of SID
www.SID.ir

سیب‌زمینی باعث افت محصول می‌شود ولی تکنولوژی نامناسب در مرحلهٔ برداشت بیشترین خسارت را به محصول وارد می‌کند که این امر موجب کاهش عمر انبارمانی می‌گردد ضمن اینکه بخش اعظمی از هزینه‌های تولید نیز مربوط به مرحلهٔ برداشت است. در سال ۱۳۹۳ هزینهٔ برداشت یک هکتار سیب‌زمینی با استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و احتساب ۱۹ نفر- روز برای بارگیری و گونی کردن سیب‌زمینی، ۷ میلیون ریال محاسبه شده است (Asadi, 2013).

نتایج مقایسهٔ سه نوع سیب‌زمینی‌کن رایج در استان اردبیل نشان داد که سیب‌زمینی‌کن طرح آمریکایی با ظرفیت ۰/۳۳ هکتار بر ساعت، نسبت به سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه ساخت داخل (ظرفیت ۰/۲۲ هکتار بر ساعت) و نیز سیب‌زمینی‌کن طرح روسی (ظرفیت ۰/۲ هکتار بر ساعت) عملکرد زمانی بهتری دارد. از نظر فاکتورهای دیگر اندازه‌گیری شده مانند هزینه به عملکرد و توان مورد نیاز برای راه‌اندازی، سیب‌زمینی‌کن طرح آمریکایی با کمترین مقدار نسبت به دو سیب‌زمینی‌کن سبز دشت اصفهان و طرح روسی، مناسب‌تر شناخته شد. از نظر کاربران سیب‌زمینی‌کن، طرح آمریکایی با مطلوبیت برداشت بیشتر، بهتر از دو سیب‌زمینی‌کن دیگر و سیب‌زمینی‌کن طرح روسی مقاوم‌تر از سیب‌زمینی‌کن‌های طرح آمریکایی و سبز دشت اصفهان به‌دست آمد (Borghaee *et al.*, 2004).

همچنین در تحقیقی دیگر، خسارت‌های وارد شده به محصول سیب‌زمینی در مرحله برداشت در منطقه اردبیل، توسط سه نوع ماشین برداشت، شامل طرح‌های سبزدشت اصفهان، آمریکائی و روسی را در مزارع زیر کشت سیب‌زمینی (رقم آگریا) مقایسه گردید. نتایج نشان داد که بین انواع ماشین های برداشت از لحاظ سه نوع خسارت (سطحی، متوسط و شدید) اختلاف معنی داری وجود داشته و بیشترین خسارت (سطحی، متوسط و شدید) مربوط به ماشین برداشت طرح روسی با میانگین کل خسارت کیفی ۲۱/۶ بود، که نسبت به انواع ماشین‌های برداشت دیگر از نظر میزان خسارت اختلاف معنی‌داری داشت ولی دو ماشین برداشت طرح سبزدشت اصفهان با میانگین کل خسارت کیفی ۱۰/۲۶ و طرح آمریکائی با میانگین کل خسارت کیفی ۱۲/۷۳ اختلاف معنی‌داری از لحاظ خسارت‌های کیفی سطحی و متوسط نداشتند (Moosazadeh *et al.*, 2007).

نتایج مقایسهٔ عملکرد پنج نوع سیب‌زمینی‌کن نشان داده است که پایین بودن توان غربال‌کنندگی سیستم غربال لرزشی باعث می‌شود تا غده‌ها مدت زیادی روی آن حرکت کنند و باعث آسیب‌دیدگی غده‌ها شده است. از طرف دیگر پایین بودن توان غربال‌کنندگی، موجب بیش‌باری غربال‌ها و پس زدن غده‌ها به‌سمت سوک‌های سیب‌زمینی‌کن شده و درصد غده‌های باقی‌مانده در خاک افزایش می‌یابد. همچنین گزارش شده است که سیب‌زمینی‌کن با زنجیر نقاله یک قسمتی بدون تکان‌دهنده دارای کمترین شاخص آسیب مکانیکی به غده است (Hemmat & Taki, 2001).

در تحقیقی برای برداشت سیب‌زمینی، یک دستگاه ماشین برداشت پشت تراکتوری طراحی، ساخته و ارزیابی شد. ارزیابی مزرعه‌ای ماشین نشان داده است که شرایط بهینه برای برداشت مناسب سیب‌زمینی شیرین در سرعت پیشروی ۴ کیلومتر بر ساعت، زاویهٔ ۲۰ درجه برای نقاله و سرعت ۵۴۰ دور در دقیقه برای شافت پی تی او به‌دست می‌آید (Akinbamowo *et al.*, 2011). ارزیابی عملکرد سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه پشت تراکتوری در شرایط مختلف زراعی و ماشینی نشان داده است که مناسب‌ترین شرایط برداشت سیب‌زمینی در سرعت پیشروی ۵/۲ کیلومتر بر ساعت، عمق برداشت ۲۲ سانتی‌متر، زاویهٔ نقاله زنجیری ۴/۶۵ درجه و رطوبت خاک ۱۵ درصد به‌دست می‌آید (Arfa, 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از مقایسهٔ فنی و اقتصادی ارزیابی دو روش برداشت مکانیزه و نیمه مکانیزهٔ سیب‌زمینی در برزیل نشان می‌دهد که هزینهٔ برداشت مکانیزه به‌میزان ۴۹ درصد کمتر از هزینهٔ برداشت نیمه مکانیزه است. ضایعات حین برداشت در برداشت مکانیزه و برداشت نیمه مکانیزه به‌ترتیب برابر با ۲/۳۵ و ۶/۳۲ درصد عملکرد کل مزرعه محاسبه شده است (Joao *et al.*, 2011). در اغلب موارد، کشاورزان از ماشین‌های سیب‌زمینی‌کن یک یا دو ردیفه استفاده می‌کنند و برای جمع‌آوری سیب‌زمینی از روی ردیف به نیروی کارگری نیاز دارند. این روش برداشت علاوه بر صرف وقت و افزایش هزینه‌های کارگری، در مزارع بزرگ، موجب تأخیر در برداشت می‌شود که فرارسیدن سرمای پاییزی، محصول تولیدی را در اغلب موارد تهدید می‌کند. استفاده از کمباین‌های کششی برداشت سیب‌زمینی نیازهای کارگری را کاهش می‌دهد و موجب افزایش ظرفیت مزرعه‌ای برداشت می‌شود. به‌منظور بالا بردن ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های برداشت، به ابتکار کشاورزان در تعدادی از مزارع منطقه جلگه‌رخ استان خراسان رضوی از سیب‌زمینی‌کن و کمباین کششی به شکل تلفیقی استفاده می‌شود. در این روش ابتدا سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه، دو ردیف را برداشت می‌کند و سیب‌زمینی‌ها با کارگر روی ردیف کناری ریخته می‌شود که هنوز برداشت نشده است. کمباین، پس از آن، دو ردیف برداشت نشده را به‌همراه سیب‌زمینی‌های روی آن با هم برداشت می‌کند.

استفاده از این کمباین‌ها نیازمند فراهم شدن شرایط مناسب مانند روش کشت و رطوبت خاک در زمان برداشت است. این کمباین‌ها به‌دلیل وارداتی بودن، اغلب با روش کشت کشور ما همخوانی ندارند و نیاز است تا روش کشت نیز تغییر کند. این پژوهش به‌منظور ارزیابی عملکرد کمباین‌های وارداتی در مقایسه با ماشین‌های برداشت سیب‌زمینی داخلی در شرایط مختلف برداشت اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با اعمال تیمارهای آزمایشی زیر و در سه تکرار در منطقهٔ جلگه‌رخ تربت حیدریه اجرا شد. رقم غالب سیب‌زمینی در منطقه یعنی رقم فونتانا کلاس C برای کشت انتخاب شد.

۱- روش کاشت در دو سطح (الف- کاشت با سیب‌زمینی‌کار دو ردیفه و تراکم کاشت ۶۶۰۰۰ بوته در هکتار. ب- کاشت با استفاده از سیب‌زمینی‌کار شش ردیفه و تراکم ۸۳۰۰۰ بوته در هکتار). عرض کار کارنده در روش کشت اول ۱۵۰۰ و در روش کشت دوم ۵۲۰۰ میلی‌متر بود و روی هر پشته دو خط کشت در نظر گرفته شد.

۲- رطوبت مزرعه در زمان برداشت در دو سطح (۱۱ و ۱۵ درصد) قرار داشت.

۳- روش برداشت در سه سطح الف- استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری سیب‌زمینی با کارگر ب- استفاده از کمباین کششی برداشت سیب‌زمینی و ج- استفاده تلفیقی از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و کمباین کششی برداشت سیب‌زمینی کششی. مشخصات ماشین‌ها و ادوات استفاده شده در این تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ – مشخصات ماشین‌های کاشت و برداشت استفاده شده در تحقیق

نوع ماشین	شرکت سازنده	مدل	تعداد ردیف‌ها	عرض کار (میلی‌متر)
سیب‌زمینی‌کار	سبزدشت اصفهان	SE150	دو ردیفه	۱۵۰۰
سیب‌زمینی‌کار	گریمه آلمان	GL32F	شش ردیفه	۵۲۰۰
سیب‌زمینی‌کن	سبزدشت اصفهان	AB2	دو ردیفه	۱۵۰۰
کمباین برداشت	گریمه آلمان	SE-170-60	دو ردیفه	۱۷۰۰

در این تحقیق تأثیر تیمارهای آزمایشی فوق بر صفات مورد مطالعه شامل (انرژی مصرفی در واحد سطح، درصد وزنی ضایعات حین برداشت، مصرف سوخت در واحد سطح، ظرفیت مزرعه‌ای و بازده زراعی) بررسی شد. صفات مورد مطالعه به‌شرح زیر اندازه‌گیری شدند.

- انرژی مصرفی به‌ازای هر هکتار (انرژی سوخت و کارگری در مرحله برداشت): با اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت تراکتور یا کمباین و نیروی کارگری مورد نیاز و تبدیل آنها به واحد انرژی، انرژی مصرفی به‌ازای برداشت یک هکتار سیب‌زمینی محاسبه شد. مصرف سوخت با استفاده از روش باک پر اندازه‌گیری شد. در ابتدا و نیز در پایان هر آزمایش، مخزن سوخت تراکتور پر شد. سوخت مصرفی با محاسبه حجم خالی شدهٔ مخزن محاسبه گردید.

- درصد وزنی ضایعات حین برداشت: در هر یک از تیمارهای آزمایشی غده‌های سیب‌زمینی در طول یک متر از خط برداشت جمع‌آوری و در انبار غده‌های آسیب دیده (شامل خسارت پوستی سطحی، خسارت وارده به قسمت گوشتی غده و بریدگی، کوفتگی و زخمی شدن عمقی) جدا شدند. با توزین نمونه و همچنین غده‌های آسیب‌دیده درصد وزنی ضایعات محاسبه شد.

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای، ظرفیت اسمی و بازده زراعی

بازده زراعی و ظرفیت اسمی با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد:

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

$$C_{at} = \frac{w \times v \times 36}{100} \quad (۲)$$

که در آن‌ها،

E_f= بازده زراعی (درصد)؛ C_{ae}= ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (هکتار بر ساعت، محاسبه و میانگین‌گیری شده بر مبنای مساحت قطعات برداشت شده و مدت زمان برداشت)؛ C_{at}= ظرفیت اسمی (هکتار بر ساعت)؛ V= سرعت حرکت (متر بر ثانیه) و w = عرض کار اسمی دستگاه (متر).

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل و نمودارها با نرم‌افزار Exel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس حاصل از بررسی تأثیر روش کاشت، روش برداشت و رطوبت خاک در زمان برداشت بر صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد که روش کاشت بر ظرفیت مزرعه‌ای ماشین برداشت در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌دار دارد (جدول ۲). تأثیر تیمار روش برداشت بر همهٔ صفات مورد مطالعه اعم از مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای، بازده، انرژی مصرفی (انرژی سوخت و کارگری در مرحله برداشت) و ضایعات حین برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که مصرف سوخت تراکتور در عملیات برداشت و نیز انرژی مصرفی متأثر از رطوبت خاک در زمان

Archive of SID

www.SID.ir

برداشت است. اثر متقابل روش کاشت در روش برداشت بر سه خصوصیت بازده، مصرف سوخت و ظرفیت مزرعه‌ای در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل روش برداشت در رطوبت خاک بر انرژی مصرفی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌داری را نشان می‌دهد.

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها، با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد، نشان می‌دهد که بالاترین میزان مصرف سوخت به‌ازای هر هکتار و بالاترین میزان مصرف انرژی به‌ازای هر هکتار مربوط به برداشت با استفاده از کمباین کششی است و بالاترین میزان ظرفیت مزرعه‌ای و بازده به‌ترتیب به‌میزان ۰/۵۹ هکتار در ساعت و ۸۱/۱ درصد در روش برداشت تلفیقی دیده می‌شود (جدول ۳). جدول ۳ نشان می‌دهد که پایین‌ترین ظرفیت مزرعه‌ای در برداشت با استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه اتفاق افتاده در حالی‌که پایین‌ترین میزان بازده به‌مقدار ۶۵/۴۹ درصد متعلق به برداشت با استفاده از کمباین کششی است. سرعت پایین کمباین و زمان‌های صرف شده برای تخلیهٔ مخزن کمباین، از عوامل مؤثر در پایین آمدن بازده آن به‌حساب می‌آید.

مطابق جدول ۳، مناسب‌ترین رطوبت خاک از لحاظ مصرف سوخت و انرژی کمتر، رطوبت ۱۱ درصد است. بیشترین و کمترین درصد محصول باقی‌مانده در سطح مزرعه به‌میزان ۳/۳۸ و صفر درصد به‌ترتیب متعلق به روش برداشت تلفیقی و روش استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری با کارگر است. در روش برداشت با استفاده سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری با کارگر، کشاورزان برداشت و جمع‌آوری سیب‌زمینی را در دو مرحله (دو بار حرکت سیب‌زمینی‌کن و زیر و رو کردن خاک) به انجام می‌رسانند و بدین‌ترتیب سیب‌زمینی در سطح مزرعه باقی نمی‌ماند اما باعث می‌شود ظرفیت مزرعه‌ای نسبت به دو روش برداشت دیگر کاهش یابد.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		مصرف سوخت	ظرفیت مزرعه‌ای	بازده	انرژی مصرفی	درصد محصول باقی مانده در مزرعه	درصد صدمات مکانیکی
روش کاشت	۱	۲/۵۱^{ns}	۰/۰۱**	۲۱/۷۱^{ns}	۱۴۱۰/۱۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۳۶^{ns}
روش برداشت	۲	۲۹۲۸/۴۲**	۰/۴۱**	۴۳۳/۷۲**	۱/۳۷×۱۰۶**	۳۷/۸۸**	۷۰۴/۴۶**
رطوبت خاک حین برداشت	۱	۱۷/۰۶*	۰/۶۳^{ns}	۱۱/۷۴^{ns}	۹۵۴۳/۶۶*	۰/۲۵*	۰/۵۴^{ns}
روش کاشت× روش برداشت	۲	۵/۳۰*	۰/۰۰۱*	۸۸/۲۶*	۶۷۳/۲۹^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}	۲/۳۴^{ns}
روش کاشت× رطوبت خاک	۱	۵/۰۶^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۳۵۷۵/۰۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۵۹^{ns}
روش برداشت× رطوبت خاک	۲	۶/۰۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۵/۸۷^{ns}	۱۰۰۷۱/۷۹*	۰/۱۰۳^{ns}	۰/۳۲^{ns}
روش کاشت× روش برداشت× رطوبت خاک	۲	۱/۲۷^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۳/۲۹^{ns}	۱۴۱۳/۲۱^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}	۰/۸۵^{ns}
خطا		۱/۷۸	۰/۰۰	۲/۸۸	۲۰۲۰/۲۹	۰/۰۳۵	۰/۴۵

*: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns: نبود اختلاف معنی‌دار

www.SID.ir

جدول ۳- نتایج آزمون مقایسهٔ میانگین‌ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون دانکن

متغیرها	سطوح	مصرف سوخت (لیتر بر هکتار)	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار بر ساعت)	بازده (درصد)	انرژی مصرفی (ژول بر هکتار)	محصول باقی مانده (درصد وزنی)	صدمات مکانیکی (درصد وزنی)
رطوبت خاک	۱۱	۳۲/۴۷^{b}	۰/۳۹^{c}	۷۶/۴۴^{b}	۱۶۳۴/۲۳^{b}	۱/۹۲^{b}	۱۲/۷۵^{b}
(درصد)	۱۵	۳۳/۸۹^{b}	۰/۳۸^{c}	۷۴/۵۷^{b}	۱۶۶۶/۸۰^{b}	۲/۰۹^{b}	۱۲/۵۱^{b}
روش کاشت	دو ردیفه	۳۳/۴۴^{b}	۰/۳۳^{c}	۷۳/۳۱^{bc}	۱۶۴۴/۲۳^{b}	۱/۹۷^{b}	۱۲/۷۳^{b}
	شش ردیفه	۳۲/۹۲^{b}	۰/۴۳^{b}	۷۵/۲۲^{b}	۱۶۵۶/۹۸^{b}	۲/۰۳^{b}	۱۲/۵۲^{b}
روش برداشت	A	۱۸/۹۱^{c}	۰/۲۶^{c}	۷۹/۸۸^{b}	۱۷۳۸/۸۴^{b}	۰/۰۰^{c}	۱۶/۳۱^{b}
	B	۴۹/۸۷^{a}	۰/۳۰^{b}	۶۵/۴۹^{c}	۱۹۳۶/۶۵^{a}	۲/۶۵^{b}	۳/۸۱^{c}
	C	۳۰/۷۵^{b}	۰/۵۹^{a}	۸۱/۱۰^{a}	۱۲۷۶/۶۹^{c}	۳/۳۸^{a}	۱۷/۷۲^{a}

در هر ستون اعداد با حروف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

A: سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری سیب‌زمینی با کارگر، B: کمباین کششی و C: استفادهٔ تلفیقی از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و کمباین کششی برداشت سیب‌زمینی کششی

پایین‌ترین میزان صدمات مکانیکی وارد شده به غده‌های سیب‌زمینی در استفاده از کمباین کششی و به‌مقدار ۳/۸۱ درصد اتفاق افتاده است. استفاده از سیب‌زمینی‌کن‌های دو ردیفه، در دو روش برداشت دیگر، موجب افزایش صدمات مکانیکی به مقدار ۱۶/۳۱ و ۱۷/۷۲ درصد شده است (جدول ۳). در تحقیق مشابه نیز بالاتر بودن ضایعات غده‌های سیب‌زمینی در برداشت نیمه مکانیزه نسبت به برداشت مکانیزه گزارش شده است (Joao *et al.*, 2011).

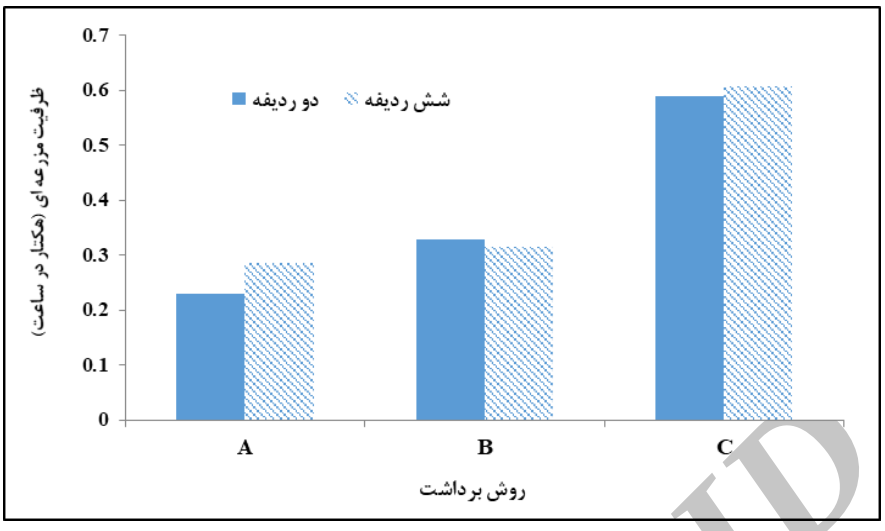
در تحقیقی سیستم‌های مکانیزه کاشت و برداشت سیب‌زمینی مورد ارزیابی قرار گرفت. برداشت محصول با استفاده از یک سیب‌زمینی‌کن و بیلچه شیار بازکن در چهار سرعت پیشروی مورد استفاده قرار گرفتند انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از سیب‌زمینی‌کن با سرعت پیشروی ۲/۵۲ کیلومتر در ساعت دارای پایین‌ترین هزینه برداشت و بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای بود (Maksoud *et al.*, 2009).

نمودارها در شکل ۱ نشان می‌دهد که بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای متعلق به روش برداشت تلفیقی و کاشت با کارنده شش ردیفه است. پایین‌ترین میزان ظرفیت مزرعه‌ای نیز در روش برداشت اول (استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری سیب‌زمینی توسط کارگر) و کاشت با سیب‌زمینی‌کار دو ردیفه دیده می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت که پایین‌ترین ظرفیت مزرعه‌ای در روش کاشت و برداشت سنتی و معمول منطقه است. در حالی‌که بین دو روش برداشت سنتی و برداشت با استفاده از کمباین کششی (روش دوم) تفاوت چشمگیری مشاهده نمی‌شود. زمانی‌که دو روش برداشت سنتی و پیشرفته با هم تلفیق شده‌اند بهترین نتیجه به‌دست آمده است.

محققان دیگر نیز تأثیر معنی‌دار نوع و طرح ماشین سیب‌زمینی‌کن بر ظرفیت مزرعه‌ای را نتیجه گرفته و گزارش داده‌اند که سیب‌زمینی‌کن‌های با عرض کار مشابه، به‌دلیل بالاتر بودن کارایی مکانیسم غربال‌ها، ظرفیت مزرعه‌ای بالاتری دارند (Borghaee *et al.*, 2004).

Archive of SID

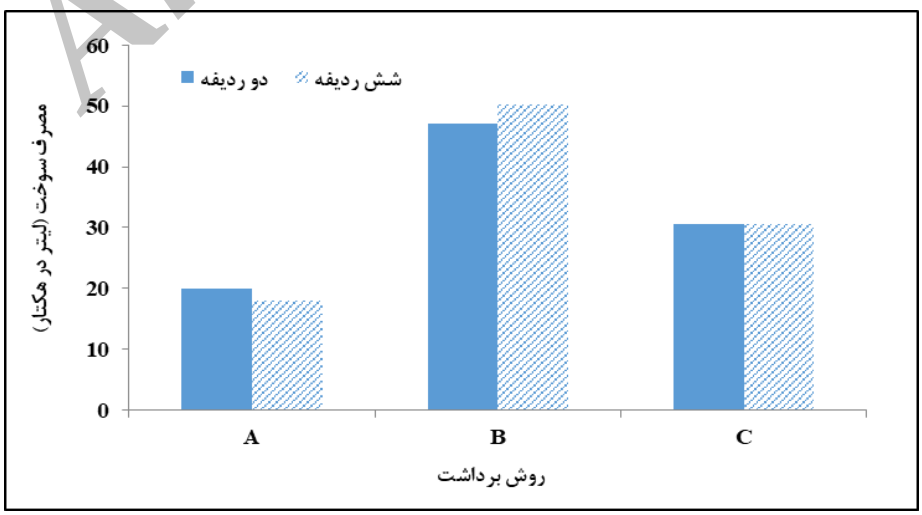
www.SID.ir



شکل ۱- تأثیر متقابل روش برداشت و روش کاشت بر ظرفیت مزرعه‌ای

(A: استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و جمع‌آوری سیب‌زمینی با کارگر، B: استفاده از کمباین کششی و C: استفاده تلفیقی از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه و کمباین کششی برداشت سیب‌زمینی کششی)

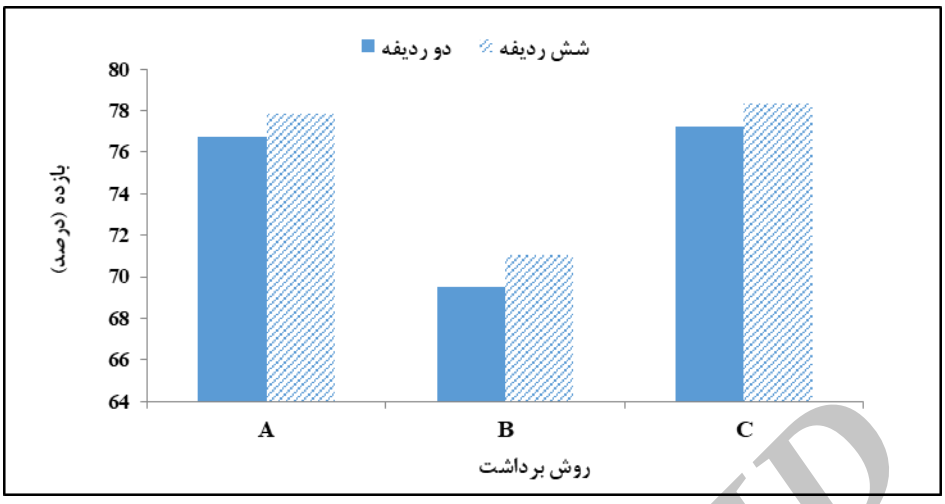
نمودارها در شکل ۲ نیز میزان مصرف سوخت را برای برداشت یک هکتار سیب‌زمینی نشان می‌دهد که بالاترین میزان مصرف سوخت در استفاده از کمباین کششی است. وزن سنگین‌تر کمباین برداشت نسبت به سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه حمل سیب‌زمینی در مخزن و دارا بودن سیستم تخلیهٔ هیدرولیکی مخزن موجب شده است تا برای تأمین نیروی کششی این کمباین‌ها از تراکتورهای با توان بالا (۱۵۰ بالاتر) استفاده شود که طبیعتاً افزایش مصرف سوخت را در پی دارد. بررسی تأثیر متقابل روش برداشت و روش کاشت بر بازده نشان می‌دهد که بالاترین بازده مزرعه‌ای در روش برداشت تلفیقی همراه با کاشت شش ردیفه اتفاق افتاده است (شکل ۳). پایین‌ترین میزان بازده را در برداشت با کمباین کششی و کاشت با کارندهٔ دو ردیفه می‌توان دید که نا هماهنگی روش کشت با ماشین برداشت موجب پایین آمدن بازده دستگاه در برداشت سیب‌زمینی شده است.



شکل ۲- تأثیر متقابل روش برداشت و روش کاشت بر مصرف سوخت

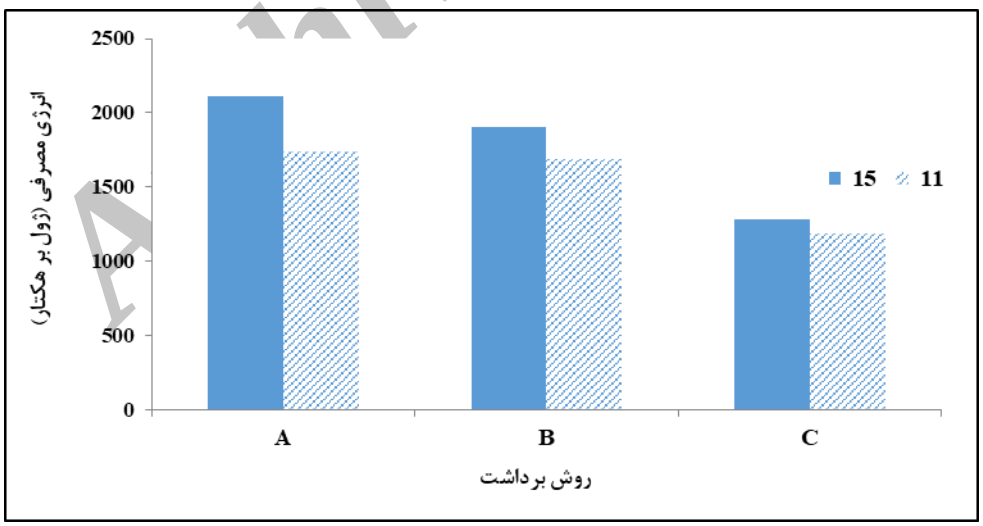
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- تأثیر متقابل روش برداشت و روش کاشت بر بازده

از لحاظ میزان مصرف انرژی برای برداشت یک هکتار سیب‌زمینی (ژول بر هکتار)، نتایج تحقیق نشان می‌دهد که روش برداشت سنتی (روش برداشت اول) در رطوبت ۱۵ درصد، بالاترین میزان مصرف انرژی را دارد (شکل ۴). افزایش رطوبت از ۱۱ به ۱۵ درصد موجب افزایش انرژی مصرفی در هر سه روش برداشت شده است. افزایش رطوبت خاک موجب چسبیدن خاک مرطوب به سوک‌های برداشت می‌شود و مصرف سوخت را افزایش می‌دهد. در برداشت سنتی، چسبیدن خاک به غده‌های سیب‌زمینی باعث می‌شود تا کارگران در حین برداشت بخشی از وقت خود را به تمیز کردن غده‌ها اختصاص دهند که نتیجهٔ آن افزایش انرژی مصرفی است.



شکل ٤- تأثیر متقابل روش برداشت و رطوبت خاک بر انرژی مصرفی

نتیجه‌گیری

استفاده از روش‌های سنتی برداشت سیب‌زمینی به‌علت نیاز به نیروی کارگری زیاد برای جمع‌آوری غده‌های سیب‌زمینی موجب صرف بیشترین انرژی (انرژی سوخت و کارگری در مرحلهٔ برداشت) می‌شود ضمن اینکه ظرفیت مزرعه‌ای پایین نیز دارد. پایین بودن ظرفیت

Archive of SID

www.SID.ir

مزرعه‌ای به طولانی شدن مدت زمان برداشت و احتمال وارد آمدن خسارت به محصول، به‌علت فرارسیدن فصل سرما می‌انجامد و نیز اینکه فرصت برای کشت غلات پاییزه پس از برداشت سیب‌زمینی از بین می‌رود.

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که از بین روش‌های برداشت، روش تلفیقی استفاده از کمباین و سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه دارای بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای و کمترین میزان مصرف انرژی است و این روش ابتکاری با توجه به شرایط استان و کشور مناسب‌تر خواهد بود.

بالاترین میزان ظرفیت مزرعه‌ای و بازده به‌ترتیب به‌میزان ۰/۵۹ هکتار در ساعت و ۸۱/۱ درصد در روش برداشت تلفیقی دیده می‌شود. پایین‌ترین ظرفیت مزرعه‌ای در برداشت با استفاده از سیب‌زمینی‌کن دو ردیفه اتفاق افتاده است در حالی‌که پایین‌ترین میزان بازده به‌مقدار ۶۵/۴۹ درصد متعلق به برداشت با استفاده از کمباین کششی است. سرعت پایین کمباین و زمان‌های صرف شده برای تخلیهٔ مخزن کمباین از عوامل مؤثر در پایین آمدن بازده آن می‌توان برشمرد.هرچند تفاوت معنی‌دار بین دو کارندهٔ دو ردیفه و شش ردیفه مشاهده نمی‌شود ولی با توجه به اینکه سیب‌زمینی‌کار شش ردیفه مرحلهٔ کاشت را برای استفاده از کمباین برداشت به شکلی مناسب اجرا می‌کند و از طرف دیگر این نوع کارنده قابلیت کاشت با تراکم بالاتر را داراست می‌توان گفت استفاده از آن نسبت به سیب‌زمینی‌کار دو ردیفه برتری دارد.

مراجع

Akinbamowo, R. O., Ogunlowo, A. S. and Agbetoye, L. A. S. 2011. Development of a tractor-mounted cocoyam (Xanthosoma spp.) harvester. Aust. J. Agric. Eng. (AJAE).2(3): 82-89.

Anon. 2013. STAT database for agriculture. FAO (Food and Agricultural Organization). Available at: faostat.fao.org.

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

Asadi, A. 2013. Estimation of potato cultivation coasts in 2014. Available at: Iranpotato.Persianblog.ir. (in Persian)

Borghaee, A., Shahidzadeh, M. and Gharibiasl, S. 2004. Evaluation and technical and economical comparison of potato harvester in Ardabil. J. Agric. Sci. 10(1): 51-65. (in Persian)

Hemmat, A. and Taki, O. 2001. Investigation of mechanical damage of five types of potato harvesting machines in Faryadan area of Isfahan. Sci. Technol. Agric. Nat. Res. 5(2): 208-195. (in Persian)

Joao, P.A., Daniel, H., Martins, H. and Walter, G. 2011. Operational performance of the mechanized and semi-mechanized potato harvest. Eng. Agric. Jabotcabal. 31(4): 826-834.

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

Moosazadeh, H., Mobli, H.and Zayghami, M. 2007. Determination of mechanical damage caused by potato harvesting machines and their comparison in Ardabil area. Iran. J. Agric. Sci. 38(1): 911-917. (in Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

Agricultural Mechanization and Systems Research /Vol.19/No.71/ Autumn & Winter 2018/P: 99-108

Effectof Planting Method and Soil Moisture on Efficiency of Potato Harvesters

M. H. Saeidirad* and S. Zarifneshat

*Corresponding Author: Associate Professor, Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran. Email: Saiedirad@yahoo.com
Received: 25 December 2017, Accepted: 19 May 2018

A considerable part of investment on producing potato are spent in harvesting stage. This research was carried out in the form of factorial experiment with the base of randomized complete block design to compare the technical performance of potato harvesters in different planting methods. This research was conducted to find out the effects of planting methods (in two levels: using two-row and six-row planter machines), harvesting methods (in three levels: using combine harvester, two-row harvester, and combination of harvester and combine machines), and two levels of soil moisture content (11 and 15%) on efficiency, effective field capacity, fuel consumption, fuel and laborer energy consumption in harvesting process, and tuber losses. Results showed that the highest effective field capacity and efficiency (0.59 ha/h and 81.1%) was related to combination harvesting method. The lowest effective field capacity happened when two-row harvesting machine was used, while the lowest efficiency (65.49%) were observed when combine harvester was employed. The highest (3.38%) and lowest (0%) of products left on the field, were observed in combination method and two-row harvesting method respectively. Results showed that in all three methods, energy consumption increased when the moisture content increased from 11 to 15% ; results also indicated that the highest amount of energy consumption happened in harvesting of potato by two-row harvesting machine and when soil moisture content was 15%.

Keywords: Combine Harvesting, Harvesting Loss, Planting Method, Two-Row Potato Harvesting

Archive of SID

www.SID.ir