

مقایسه فنی و اقتصادی ماشین‌های پیازکن غربال دار و بدون غربال

اردشیر اسدی^{۱*} و اورنگ تاکی^۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۷

۱- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

*مسئول مکاتبه asadiardshair@yahoo.com

چکیده

اخیراً با طراحی و ساخت واحد ردیف‌کن کنار سوار بر روی شاسی غده‌کن‌های عقب سوار امکان ماشینی شدن عملیات پیازکنی در کشت پخشی در ایران فراهم شده است. در این خصوص دو نوع ماشین پیازکن شامل: نوع مجهز به سیستم غربال‌کنندگی (زنجیر نقاله‌ای) و نوع بدون غربال‌کننده (میله‌ای و تیغه‌ای) برای کندن پیاز ساخته شده است. به منظور ارزیابی فنی و اقتصادی این ماشین‌ها آزمایشی در منطقه فریدن اصفهان در قالب طرح تحقیقاتی بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت که در آن سه ماشین پیازکن با هم‌دیگر و روش دستی مقایسه شدند. نتایج نشان دادند پیازکن میله‌ای به علت نداشتن یکنواختی در عمق کار، باعث افت کمی ۲/۳۲ درصدی شده که سبب غیر اقتصادی بودن استفاده از ماشین می‌شود. میزان افت کمی در دو پیازکن تیغه‌ای و زنجیر نقاله‌ای به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱۶ درصد بود که در مقایسه با نوع میله‌ای قابل ملاحظه نمی‌باشد. تعداد کارگر مورد نیاز برای جمع‌آوری سوخ‌ها در پیازکن تیغه‌ای به علت نیاز به صرف وقت و دقت بیشتر برای جدا کردن خاک چسبیده به تعدادی از سوخ‌ها ۱۵ درصد بیشتر از پیازکن زنجیر نقاله‌ای بود که این صرفه‌جویی در نیروی کارگری در ماشین غربال‌دار در ازای افزایش سه برابری قیمت اولیه خرید به دست آمده است. سطح اقتصادی مالکیت ماشین برای پیازکن زنجیر نقاله‌ای و تیغه‌ای به ترتیب ۵/۲۷ و ۱/۷۶ هکتار محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد استفاده از پیازکن زنجیر نقاله‌ای در مزارع بزرگ‌تر و در صورت وجود تراکتورهای پر قدرت قابل توصیه است. اما پیازکن تیغه‌ای با قیمت تمام شده بسیار کم‌تر، ساختمان ساده، هزینه تعمیر و نگهداری کمتر گزینه مناسب‌تری برای کشاورزان خرده مالک است.

واژه‌های کلیدی: برداشت پیاز، پیازکن، ارزیابی اقتصادی، صدمات کمی

۱- مقدمه

در دنیا عموماً بذر پیاز به صورت ردیفی کاشته می‌شود و معمولاً از همان ماشین‌های برداشت عقب‌سوار مرسوم محصولات غده‌ای دیگر، مانند سیب‌زمینی، برای کندن پیاز استفاده می‌گردد. در این خصوص ماشین‌های مجهز به زنجیر نقاله وسیله‌ای متداول در کندن پیاز در دنیا می‌باشند (بالز، ۱۹۸۵ و سریواستاوا و همکاران، ۱۹۹۳). این ماشین‌ها دارای تیغه‌های ثابت برای زیربری ریشه و زنجیر نقاله برای جداسازی غده‌ها از خاک هستند. غده‌ها بعد از ریشه‌بری به همراه خاک، بر روی نقاله منتقل و در طول مسیر تمیز شده و در انتها بر روی زمین ریخته می‌شوند (ابراهیم و همکاران، ۲۰۰۸). انواع مختلف پیازکن‌های زنجیر نقاله‌ای، در ثابت یا متحرک بودن تیغه، طول زنجیر نقاله، یک قسمتی و یا دو قسمتی بودن آن، داشتن یا نداشتن تکاننده، و مجهز بودن یا نبودن به سامانه هوشمند برای کنترل عمق زیربری و یا طریق جداسازی غده‌ها از خاک با هم متفاوتند (مظفری و کاظمین‌خواه، ۱۳۷۹؛ عزیز و همکاران، ۲۰۱۴ و مساح و همکاران، ۲۰۱۱). استفاده از غده‌کن‌های تیغه‌ای بدون غربال جدا کننده خاک برای عمل ریشه‌بری و کندن محصولات غده‌ای در بعضی از کشورها مانند هند برای کاهش هزینه برداشت متداول می‌باشد در این خصوص تیغه عمل ریشه‌بری و

سطح زیر کشت پیاز در کشور سالیانه حدود ۶۱ هزار هکتار و مقدار تولید آن دو میلیون تن است (بی‌نام، ۱۳۹۰). در این خصوص نقش مکانیزاسیون در فرآیند تولید پیاز در ایران اندک است. در مناطق عمده پیازکاری کشور کشاورزان برای دسترسی به عملکرد بالا (حدود ۱۰۰-۱۲۰ تن در هکتار) الگوی کاشت درهم (پخشی)، با تراکم بوته‌ای زیاد (۶۰۰-۷۰۰ هزار) را انتخاب کرده‌اند که این امر استفاده از ادوات مرسوم برای تولید پیاز را فراهم نمی‌کند، به طوری که به جز عملیات خاک‌ورزی، بقیه عملیات زراعی شامل: نشاکاری، وجین و برداشت پیاز با نیروی انسانی انجام می‌شود (اسدی و همکاران، ۱۳۹۴). در این خصوص تنها برای برداشت پیاز ۱۰۰ کارگر- روز در هکتار مورد نیاز می‌باشد. از این نیروی کارگری ۳۰ درصد برای عملیات سرزنی، ۳۰ درصد به عملیات کندن پیاز و ۴۰ درصد به جمع‌آوری، بسته‌بندی و بارکردن پیاز اختصاص می‌یابد (تاکی و اسدی، ۱۳۹۲). مکانیزه کردن هر یک از مراحل برداشت پیاز می‌تواند موجب سهولت بخشیدن به کار کشاورزی، کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت محصول تولیدی گردد.

کنترل کشش)، غیر یکنواختی عمق ادوات را به دنبال دارد و کنترل دایمی راننده را برای جلوگیری از بیش باری و اعمال خسارت به ماشین، طلب می‌نماید. این غیریکنواختی هم‌چنین منجر به افزایش تلفات کمی و کیفی غده‌ها شد (تاکی و اسدی، ۱۳۹۲). در کشور ترکیه تلفیق پیازکن زنجیرنقاله‌ای به صورت عقب‌سوار و ردیف‌کن جلوی چرخ‌های تراکتور به صورت جلو سوار برای کندن پیاز در کشت درهم مورد استفاده قرار گرفته است. ردیف‌کن دو خاک‌ورز بالدار همانند فاروئر است، که در جلوی تراکتور وظیفه کندن و کنار زدن غده‌ها را به عهده دارد. در این سامانه، خاک‌ورزهای جلو، روی یک اتصال سه نقطه در جلو تراکتور نصب و ماشین پیازکن نوار نقاله‌ای روی اتصال سه نقطه عقب غده‌های در فاصله بین دو چرخ تراکتور را به عهده دارد (تاکی، ۱۳۹۰).

در سال‌های اخیر سازندگان ایرانی با ساخت یک واحد ردیف‌کن کنار سوار و نصب آن بر روی شاسی غده‌کن عقب سوار موفق شده‌اند که سوخ‌های نوار محل عبور چرخ‌های تراکتور در تردد بعدی را کنده و کنار بزنند. این واحد ردیف‌کن می‌تواند بر روی انواع غده‌کن‌ها شامل نوع غربال دار و بدون غربال (میله‌ای) سوار گردد. در این تحقیق به مقایسه عملکرد پیازکن‌های عقب سوار غربال دار و بدون غربال مجهز به واحد ردیف‌کن کنارسوار پرداخته شده و افت‌های کمی و کیفی برداشت و هم‌چنین شاخص‌های اقتصادی بهره‌برداری از ماشین مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

با توجه به این‌که در کشت فاریاب پیاز بیش از نیمی از حجم غده‌ها بر روی سطح خاک تشکیل می‌شود، به نظر می‌رسد مجهز کردن ماشین‌های پیازکن به سامانه غربال‌کننده توسط سازندگان داخلی (که با الگو برداری از ماشین‌های وارداتی پیازکن و سیب زمینی‌کن انجام شده است) به دلایلی غیر از نیاز به غربال کردن سوخ‌ها از خاک باشد. از جمله این دلایل می‌توان به نقش سامانه غربال‌کنندگی در ریختن غده‌ها بر روی نوار باریکی در میانه نوار برداشت اشاره کرد که این عمل می‌تواند به کاهش نیروی کارگری برای جمع‌آوری محصول منجر شود. بنابراین، در بررسی نقش سامانه غربال‌کنندگی برای ماشین‌های پیازکن در این تحقیق دو ماشین پیازکن بدون غربال با یک نوع پیازکن غربال‌دار با هم‌دیگر و با روش دستی مورد مقایسه قرار گرفتند (چهار تیمار). در دو ماشین بدون غربال یک تیغه یا میله سراسری از زیر عمق توسعه غده‌ها عبور کرده و ضمن زیر بر کردن غده‌ها موجب بالا راندن آن‌ها نیز می‌شد. این عامل خاک‌ورز به صورت فعال و یا غیر فعال عمل زیر بر کردن غده‌ها را انجام می‌دهد. در ماشین اول که پیازکن میله‌ای نامیده شده (شکل ۱) یک میله افقی چهارگوش با مقطع ۲۲ میلی‌متر از جنس سخت و مقاوم به سایش که توسط سه بازوی عمودی ثابت مجهز به تیغه‌های اسکنه‌ای به عمق زیر غده‌ها (۷ تا ۱۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک) نفوذ کرده، عملیات زیربری را

کندن غده را انجام می‌دهد (سوخ‌ویندر، ۲۰۰۶). در برخی از مناطق دنیا به جای تیغه از میله‌ای (گرد، چهارگوش و یا شش‌گوش) برای زیربری ریشه و کندن پیاز، استفاده می‌شود. این ماشین‌ها که همانند علف‌کن‌های میله‌ای^۱ می‌باشند در اثر حرکت انتقالی و چرخشی میله عملیات زیربری ریشه را انجام می‌دهند. عدم تجمع ریشه و علف‌های هرز در جلوی ماشین (در اثر حرکت چرخشی میله) و جدا ساختن غده‌ها در اثر لرزش خاک، از مزیت این ماشین گزارش شده است (مای‌بری، ۲۰۰۰). با مجهز کردن میله به ملحقات تمیزکننده نظیر تکاننده‌ها با هدف جداسازی بهتر غده‌ها از خاک این ماشین‌ها به‌طور اختصاصی برای برداشت محصولات غده‌ای استفاده می‌شوند. به‌عنوان مثال ویرمونتس (۱۹۸۰) در اختراع خود یک شانه در پشت میله دوار را برای جداسازی بهتر غده‌های از خاک انجام داده است.

در راستای مکانیزاسیون عملیات کندن پیاز گام‌هایی در سال‌های اخیر در ایران برداشته شده است. به‌عنوان مثال در سال ۱۳۸۷ پیازکن غربال‌دار مجهز به سرزن، ساخت کشور ایتالیا در اصفهان مورد آزمایش قرار گرفت. عملکرد ماشین پیازکن در مزرعه‌ای که قسمت‌های هوایی محصول دو روز قبل از کندن با دست برگ‌زنی شده بود بر روی سوخ‌های کنده شده مناسب بود. ولی در نهایت عقب سوار بودن ماشین، امکان استفاده از آنرا در الگوی کاشت پخشی (الگوی کاشت در اصفهان) فراهم نمی‌کرد (حیدری سلطان‌آبادی، ۱۳۹۱). بعد از عدم کارایی پیازکن‌های عقب‌سوار در کشت درهم، بخش خصوصی و تحقیقات کشاورزی اصفهان استفاده از وسایل جلوسوار را به‌طور مجزا مورد بررسی قرار دادند. در این راستا بخش خصوصی اقدام به ساخت یک پیازکن جلو سوار از نوع زنجیرنقاله‌ای کرد. این ماشین در سال ۱۳۹۱ در اصفهان در مزرعه‌ای که عملیات سرزنی پیازها قبل از ورود ماشین به زمین به صورت دستی انجام شده بود مورد ارزیابی قرار گرفت. مزیت این ماشین امکان استفاده از آن در کشت درهم گزارش شد (تاکی و اسدی، ۱۳۹۲). ولی عدم فرمان‌پذیری تراکتور و کشیده شدن آن به یک سمت، به دلیل فاصله زیاد تیغه‌های پیازکن از محور چرخ‌های جلو تراکتور از معایب این ماشین پیازکن ساخت داخل بود. تاکی (۱۳۹۰) با ساخت یک پیازکن میله‌ای و حذف سامانه غربال‌کنندگی تلاش کرد که فاصله عوامل خاک‌ورز تا چرخ‌های جلو تراکتور را کاهش دهد. وی گزارش نمود که در محصول پیاز که اکثر غده‌ها روی سطح زمین تشکیل می‌گردند احتیاج به سامانه غربال‌کنندگی برای کندن پیاز نمی‌باشد. اما در ادامه این تحقیق اشاره شده است که استفاده از پیازکن میله‌ای هنوز مشکل عدم فرمان‌پذیری تراکتور را مرتفع نساخته و به‌طور کلی ادوات خاک‌ورز جلوسوار بدون مجهز نمودن اتصال جلو به سامانه کنترل خودکار

^۱-Rod-Weeder

پیازکن زنجیر نقاله‌ای (شکل ۳) شامل یک ردیف تیغه مثلثی شکل برای کندن سوخ‌ها و یک زنجیر نقاله به طول ۱۵۰ سانتی‌متر برای غربال کردن سوخ‌ها از خاک است. زنجیرهای نقاله از میله‌های گرد فولادی تشکیل شده‌اند که به یکدیگر متصل شده و تشکیل یک زنجیر را می‌دهند. فاصله میله‌های گرد از یکدیگر به اندازه‌ای است که ذرات خاک بتواند از میان آن‌ها عبور کرده، به روی زمین بریزند، اما سقوط سوخ‌های پیاز امکان‌پذیر نباشد. حرکت زنجیر نقاله از شافت تواندهی تراکتور با دور ۵۴۰ دور در دقیقه تامین می‌شود. در این ماشین سوخ‌های پیاز به همراه لایه‌ای از خاک توسط تیغه‌ها مثلثی کنده و به روی زنجیر نقاله انتقال می‌یابند. سوخ‌های پیاز ضمن جدا شدن از خاک در طول زنجیر نقاله در انتها با کم عرض شدن مسیر (به وسیله دو صفحه راهنما) بر روی نوار باریکی بر روی سطح خاک ریخته می‌شوند (شکل ۳).



شکل ۳- پیازکن غربال دار و ردیف‌کن منضم به آن

در هر سه ماشین مورد آزمایش یک عامل خاک‌ورز برای کندن و کنار زدن سوخ‌ها محل عبور چرخ‌های تراکتور در تردد بعدی، که به صورت کنار سوار به ماشین متصل می‌شود وجود دارد (شکل ۲ و ۳). این عامل خاک‌ورز شبیه به یک فاروئر برگردان دار است که منضم به دو دنباله در امتداد صفحات کنارزن برای مستحکم کردن دیواره شیار و جلوگیری از غلتیدن غده‌ها در کف شیار است. عمق و عرض کار فاروئر به ترتیب ۱۰ و ۳۰ سانتی‌متر تنظیم شد. فاروئر مذکور بر روی یک دیرک‌افزار که در امتداد شاسی اصلی ماشین به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر با اتصال لولایی متصل است نصب می‌شود. در برخی از نمونه‌های ماشین غربال دار دو ردیف‌کن در طرفین ماشین وصل است که امکان برداشت پیوسته (دور زدن درجا) به جای برداشت یک‌طرفه را فراهم می‌کند. در این نوع ماشین از دو جک هیدرولیکی برای بالا و پایین بردن ردیف‌کن‌ها استفاده شده است (بی‌نام، ۲۰۱۳). در ماشین‌های ساده بدون غربال (میله‌ای

انجام می‌دهد. این میله افقی دارای یک حرکت چرخشی در خلاف جهت دوران چرخ‌های تراکتور است که نیروی آن توسط محور تواندهی تراکتور و از طریق زنجیر و چرخ زنجیرهایی که در داخل بازوی میانی تعبیه شده است تامین می‌شود. حرکت دورانی و انتقالی این میله در حین پیشروی تراکتور باعث بالا راندن سوخ‌های پیاز به سمت سطح خاک، بریدن ریشه آن‌ها و آزاد شدن غده پیاز از خاک اطراف آن می‌شود. با توجه به عدم تمایل میله به نفوذ در داخل خاک از اضافه کردن وزنه‌های استاندارد بر روی شاسی استفاده شد (شکل ۱). در ماشین دیگر بدون غربال به جای میله از یک تیغه ثابت

سراسری (غیر فعال) برای کندن سوخ‌های پیاز استفاده شده است (شکل ۲). عرض تیغه ۸ سانتی‌متر و طول آن ۲۰۰ سانتی‌متر است و زاویه ۱۰-۱۵ درجه با افق می‌سازد. در این ماشین نیز همانند پیازکن میله‌ای تیغه توسط سه بازوی حامل در خاک نفوذ و کندن و زیربر کردن ریشه سوخ‌های پیاز را انجام می‌داد. تیغه سراسری در مقرهای تعبیه شده در بازوهای حامل به صورت کشویی قرار گرفته و تعویض آن به راحتی امکان‌پذیر است.



شکل ۱- پیازکن میله‌ای استفاده شده در آزمایش



شکل ۲- پیازکن تیغه‌ای در حین عملیات کندن سوخ‌های پیاز

و تیغه‌ای) بالا و پایین بردن شاسی ردیف‌کن در ابتدا و خاتمه عملیات به صورت دستی انجام می‌شود.

به منظور ارزیابی عملکرد سه ماشین پیازکن عقب‌سوار مجهز به ردیف‌کن کنار سوار در کشت پختی پیاز و مقایسه آن‌ها با روش دستی، ماشین‌ها از نظر شاخص‌های فنی و اقتصادی با هم مقایسه شدند. از آنجائی که حداکثر عمق قرارگیری سوخ‌ها در خاک حدود ۵ سانتی‌متر بود، عمق کار در ماشین‌ها برای جلوگیری از صدمات مکانیکی حاصل از تغییرات عمق و هم‌چنین تامین حجم کافی خاک برای محافظت از برخورد مستقیم سوخ‌ها بر روی میله‌های پیازکن زنجیر نقاله‌ای در تمامی ماشین‌ها ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هم‌چنین سرعت پیشروی تراکتور برای به حداقل رساندن صدمات مکانیکی به سوخ‌های پیاز ۰/۵ متر در ثانیه (دور موتور ۱۷۰۰ دور در دقیقه در دنده یک سنگین) تنظیم شد (حیدری سلطان‌آبادی، ۱۳۹۱). برای به حرکت درآوردن پیازکن زنجیر نقاله‌ای از تراکتورهای مسی فرگوسن مدل ۳۹۹ و پیازکن‌های میله‌ای و تیغه‌ای از مدل ۲۸۵ با چرخ‌های باریک استفاده شد. آزمایش (اواخر مهر ماه سال ۱۳۹۳) در منطقه دامنه فریدن (۱۲۰ کیلومتری غرب اصفهان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. ابعاد هر کرت آزمایش برای اعمال تیمارها، به عرض ۴/۵ (معادل سه تردد) و به طول ۲۵ متر در نظر گرفته شد. همین ابعاد برای کرت‌های مخصوص تیمار برداشت دستی نیز انتخاب شد.

عملیات برگ‌زنی یک روز قبل از اعمال تیمارها توسط کارگر انجام شد. در زمان برداشت رطوبت برگ پیاز بر پایه خشک ۷۰ درصد، رطوبت خاک (در عمق ۰-۱۰ سانتی‌متری) ۱۶ درصد و متوسط درجه حرارت محیط ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. مزرعه مورد آزمون دارای بافت لومی رسی و محصول آن با رقم سفید تجاری با تراکم ۸۰ بوته در مترمربع نشاکاری شده بود.

میزان افت کمی و کیفی وارد بر سوخ‌ها در محل تردد پیازکن و محل عبور ردیف‌کن تعیین شدند. در این خصوص در سه نقطه کرت به طول ۲ متر در عرض کار ماشین و ردیف‌کن سوخ‌ها جمع‌آوری و مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این مرحله بخشی از محصول که به‌طور کلی غیر قابل فروش بود (افت کمی) تعیین و جداسازی شدند. این بخش شامل مجموع سوخ‌های له شده، بریده شده و کنده نشده بودند. له شدن سوخ‌ها بیش‌تر در کناره‌های نوار ایجاد شده برای عبور چرخ‌ها در اثر کنار نرفتن کامل آن‌ها با ردیف‌کن و یا سقوط مجدد آن‌ها به کف شیار اتفاق می‌افتد. برای کاهش این نوع صدمات سوخ‌های غلتیده شده به کف شیار قبل از تردد بعدی تراکتور توسط کارگر جمع‌آوری می‌شد و له شدن سوخ‌ها تنها در موارد خطای کارگری در جمع‌آوری اتفاق می‌افتد. سوخ‌های بریده شده به سوخ‌هایی اطلاق می‌شود که در اثر برخورد با عامل خاک‌ورز ماشین‌های پیازکن و یا قطعات مکانیکی بریده و جراحاتی به عمق

بیش از فلس اول در آن‌ها ایجاد می‌شود. سوخ‌های کنده نشده معمولاً در ابتدای کرت‌ها در شروع کار و قبل از رسیدن ماشین به عمق مطلوب اتفاق می‌افتد که با کندن خاک تا عمق زیر ریشه مشخص و جمع‌آوری شدند. سوخ‌های مدفون بیش‌تر در اطراف واحد ردیف‌کن مشاهده می‌شد و دفن آن‌ها در اثر ریختن خاک کنده شده بر روی غده‌ها اتفاق می‌افتد. این سوخ‌ها با جابجایی سطحی خاک قابل رویت بودند که با کارگر جمع‌آوری می‌شدند. در مرحله بعد برای تعیین افت کیفی، در سوخ‌های قابل استحصال (قابل فروش) سوخ‌های آسیب دیده مکانیکی از مجموع بقیه سوخ‌ها جداسازی و توزین شدند. سوخ‌های آسیب دیده شامل مواردی بودند که در اثر برخورد سوخ‌ها (با قطعات مکانیکی ماشین، سنگ، کلوخ و با هم‌دیگر) زخمی گردیده و خراشی تا عمق حداکثر فلس اول در آن‌ها مشاهده می‌شد. خراش‌های با عمق بیشتر از فلس اول در گروه سوخ‌های بریده شده طبقه‌بندی شدند. شاخص‌های اندازه‌گیری شده در نهایت از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

در ارزیابی اقتصادی با توجه به موثر بودن نوع ماشین بر تعداد کارگر مورد نیاز برای جمع‌آوری محصول و صدمات کمی، تمامی هزینه‌های ثابت و متغیر ماشینی و هزینه‌های کارگری مرتبط با جمع‌آوری محصول و افت کمی برداشت ماشینی در هر تیمار تعیین شد. در این خصوص با توجه به این که معمولاً ماشین در مالکیت خصوصی کشاورزان می‌باشد هزینه‌های ثابت به‌صورت سالیانه و هزینه‌های متغیر، شامل صدمات کمی، هزینه‌های کارگری و ماشینی به ازای هر هکتار محاسبه شدند. حداقل مساحت زمین مورد نیاز برای اقتصادی بودن مالکیت ماشین (نقطه سربه‌سر)^۱ در تیمارهای آزمایش نیز تعیین شد. مالکیت خصوصی ماشین با توجه به ضرورت عرضه تدریجی محصول به بازار (ارقام زود رس) و هماهنگی آن با تعداد کارگران موجود در هر روز اجتناب‌ناپذیر است. هزینه‌های ماشینی در هر تیمار از مجموع هزینه تراکتور + راننده و هزینه تعمیر و نگهداری ماشین‌های پیازکن (در سال‌های عمر مفید مساوی فرض شده) به‌دست آمد. هزینه نیروی انسانی در هر تیمار دستمزد کارگران استفاده شده در عملیات برداشت بوده و قیمت سوخ‌های غیرقابل فروش هزینه صدمات کمی محصول بود. برای محاسبه هزینه ثابت سالیانه ابتدا ارزش اسقاطی ماشین (قیمت خرید \times درصد کاهش قیمت بعد از عمر مفید) از رابطه (۱) به ارزش فعلی تبدیل شد و پس از کسر آن از قیمت خرید، این مقدار از رابطه (۲) به هزینه یکنواخت سالیانه (A)، یا به عبارت دیگر، سود + استهلاک سالیانه تبدیل شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۴).

در این روابط i نرخ بهره‌ی واقعی (درصد)، P ارزش اسقاطی فعلی ماشین (میلیون ریال)، F ارزش اسقاطی نهایی ماشین

^۱-Break even point

مشاهده گردید که مدفون شدن غده‌ها در پشت غربال‌ها اتفاق نمی‌افتد. توزیع سوخ‌های کنده شده بر روی تمام عرض نوار نقاله، حجم کم خاک همراه غده‌ها و اندازه مناسب فاصله بین میله‌های غربال باعث می‌گردد که تمامی غده‌ها بر روی سطح خاک ریخته شود.

در انواع بدون غربال نیز زیربر کردن غده‌ها منجر به مدفون شدن آن‌ها نمی‌گردد. بررسی‌های انجام شده نشان دادند که تنها در محل بالا ریختن خاک توسط فاروئرها (ردیف‌کن‌ها) برخی از غده‌ها مدفون می‌گردند. این غده‌های مدفون در تیمار ماشین غربال دار، در تردد بعدی بر روی نقاله ماشین انتقال یافته و به‌صورت آشکار بر روی زمین ریخته می‌شود. اما در تیمارهای بدون غربال عبور تیغه یا میله در تردد بعدی باعث آشکار شدن غده‌های مدفون در این محل‌ها نمی‌شود و بدین خاطر درصد این نوع غده‌ها در این ماشین‌ها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از پیازکن غربال‌دار است (جدول ۱). لازم به ذکر است که غده‌های مدفون در مرحله جمع‌آوری، با برهم‌زدن جزیی خاک پیدا و جمع‌آوری می‌شوند و جزء افت کمی محصول به حساب نمی‌آیند و تنها تاثیر آن بر افزایش تعداد کارگر مورد نیاز برای بازیابی آن‌ها می‌باشد (جدول ۲). در مورد سوخ‌های له شده نیز مشاهدات مزرعه‌ای نشان داد که له‌شدگی بیشتر در محل عبور چرخ‌های تراکتور اتفاق می‌افتد. این بدین خاطر است که برخی از غده‌های کنده شده توسط فاروئرها از روی دیواره شیار ایجاد شده مجدداً به کف شیار غلتیده و در صورت عدم جمع‌آوری با کارگر قبل از تردد بعدی در زیر چرخ‌ها له می‌گردند. با توجه به این‌که در این تحقیق قبل از تردد بعدی ماشین‌ها غده‌های افتاده در محل عبور چرخ‌ها جمع‌آوری می‌گردید، درصد غده‌های له شده در تیمارهای مختلف ناچیز بود (جدول ۱). این عملیات نیز بخشی از کارگر مورد نیاز در حین کندن را به خود اختصاص می‌داد میزان سوخ‌های بریده شده در پیازکن میله‌ای بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد. غیر یکنواختی عمق کار سبب برخورد عوامل خاک‌ورز با سوخ‌ها و بریده شدن آن‌ها می‌گردد. پس از آن بیش‌ترین مقدار این سوخ‌ها مربوط به پیازکن غربال دار است که در محل عبور دو جداکننده طرفین ماشین در اثر برخورد سوخ‌ها با لبه آن‌ها رخ داده است. این در حالی است که میزان سوخ‌های بریده در روش دستی نیز تفاوت معنی‌داری با پیازکن غربالی نداشته است. برخورد نوک تیز ابزار با سوخ‌ها به‌علت عدم دقت کارگران، عامل این گونه صدمات در تیمار دستی برداشت بوده است.

۳-۲- مقایسه تیمارهای آزمایش از نظر صدمات کیفی و

نیروی کارگری برای جمع‌آوری سوخ‌ها

مقایسه تیمارهای آزمایش از نظر صدمات کیفی و نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری سوخ‌ها در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیش‌ترین آسیب‌های مکانیکی در

(میلیون ریال)، P قیمت فعلی ماشین پس از کسر قیمت اسقاط و n عمر مفید است. در این محاسبات قیمت خرید پیازکن نقاله‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای به‌ترتیب ۱۱۰، ۳۵ و ۵۰ میلیون ریال، ارزش اسقاطی ۱۲ درصد قیمت اولیه و عمر مفید ماشین‌ها ۵ سال در نظر گرفته شد.

$$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (1)$$

$$\frac{A}{P} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2)$$

نرخ بهره واقعی یا نرخ تنزیل^۱ (معادل حداکثر نرخ سود سپرده بلند مدت بانکی یا اوراق مشارکت به اضافه چند درصد برای پوشش ریسک سرمایه‌گذاری)، ۲۰ درصد تعیین شد. در نهایت نقطه سر به سر برای هر ماشین از رابطه (۳) محاسبه شد. نقطه سر به سر حداقل مساحت زمین مورد نیاز برای اقتصادی بودن مالکیت ماشین را نشان می‌دهد که در آن ارزش کنونی منافع و هزینه‌ها با هم برابر است (سلطانی، ۱۳۶۹).

$$Q = \frac{A}{I - V} \quad (3)$$

در این رابطه V مجموع هزینه‌های ماشینی، نیروی انسانی و سوخ‌های غیر قابل فروش برای یک هکتار، A هزینه ثابت سالیانه، I درآمد حاصل از به‌کارگیری ماشین است که از صرفه‌جویی در کاهش نیروی کارگری نسبت به روش دستی برای یک هکتار به دست می‌آید و Q نقطه سر به سر بر حسب هکتار است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مقایسه افت کمی در تیمارهای آزمایش

مقایسه میانگین‌های درصد وزنی سوخ‌های له شده، بریده شده، مدفون و کنده نشده در جدول ۱ نشان می‌دهد که بیش‌ترین درصد غده‌های کنده نشده مربوط به پیازکن میله‌ای است. عدم تمایل میله به نفوذ در شروع حرکت باعث تاخیر در رسیدن آن به عمق مطلوب و گاهی بالا آمدن میله در حین عملیات می‌گردد. این امر سبب افزایش درصد سوخ‌های کنده نشده در این ماشین می‌شود. در پیازکن‌های تیغه‌ای و غربال‌دار شکل و زاویه مناسب تیغه و بازوهای جانبی (حامل) نفوذ سریع آن به عمق مطلوب را تضمین نموده و بدین لحاظ درصد سوخ‌های کنده نشده در این ماشین‌ها تفاوت معنی‌داری با روش دستی که کارگر غده‌ها را تک‌تک از زمین با ابزار دستی خارج می‌کنند نداشته است. در خصوص اثر نوع ماشین بر درصد سوخ‌های مدفون شده، هر چند بر طبق تحقیقات انجام شده انتظار مدفون شدن درصدی از غده‌ها توسط خاک غربال نشده در انتهای ماشین زنجیر نقاله‌ای می‌رفت (همت و تاکی، ۱۳۸۰). اما

¹-Discount rate

جایگاهی سطحی خاک قابل رویت می‌شوند. همان‌طور که اعداد جدول ۱ نشان می‌دهند میزان این سوخ‌ها در پیازکن غربال‌دار و تیغه‌ای به ترتیب حدود ۱۱۰۰ و ۳۵۰۰ کیلوگرم به ازای یک هکتار است که ارزش اقتصادی آن از هزینه کارگری مربوط به آن بیش‌تر است. در این ارتباط نیروی کارگری مورد نیاز برای کنارزدن و جمع‌آوری سوخ‌های در مرحله کندن آن‌ها در پیازکن غربال‌دار یک نفر کم‌تر از پیازکن‌های دیگر به ازای یک هکتار است. وجود غربال و صفحات هدایت‌کننده در انتهای آن و ریخته شدن سوخ‌ها بر روی یک نوار باریک نیاز به تمیز کردن طرفین نوار اصلی برداشت (محل عبور یکی از چرخ‌ها در تردد بعدی) توسط کارگر را برطرف می‌کند. این امر همچنین باعث کاهش ۲ کارگر-روز در هکتار در مرحله جمع‌آوری سوخ‌ها نسبت به ماشین‌های بدون غربال گردید. تعداد کارگر مورد نیاز برای جمع‌آوری سوخ‌ها در روش‌های ماشینی حدود ۲۵ درصد بیش‌تر از روش دستی اندازه‌گیری شد. این بدین خاطر است که در روش دستی کارگران در حین کندن عمل کپه‌کردن سوخ‌ها را در نقاط مختلف کرت انجام می‌دهند. مجتمع بودن غده‌ها در نقاط مختلف جمع‌آوری و کیسه‌گیری آن‌ها را سرعت می‌بخشد.

کندن با وسایل دستی (در حد ۵ درصد) اتفاق می‌افتد و ماشین پیازکن تیغه‌ای توانسته است به‌طور معنی‌داری این صدمات را کاهش دهد. این در حالی است که درصد این نوع صدمات در پیازکن‌های میله‌ای و غربال‌دار تفاوتی با روش دستی نداشته است. بیشتر بودن این نوع صدمات در ماشین غربال‌دار در اثر برخورد سوخ‌ها با میله‌های غربال و یا با سنگ و کلوخ و در ماشین میله‌ای در اثر نوسانات عمق و برخورد سوخ‌ها با میله یا بازوهای حامل میله اتفاق افتاده است. با مروری بر جدول ۲ مشاهده می‌گردد که نیروی کارگری مورد نیاز در روش دستی برداشت (برای برداشت ۱۰۰ تن در هکتار)، برای کندن و جمع‌آوری سوخ‌ها به ترتیب ۳۰ و ۴۰ کارگر-روز است. این جدول نشان می‌دهد ماشین‌های پیازکن منجر به حذف کامل نیروی کارگری مرتبط با عملیات پیازکنی نگردیده و هنوز نیاز به تعدادی کارگر به‌منظور برچیدن سوخ‌های مدفون شده سطحی، سوخ‌هایی که از مسیر تردد عبور چرخ‌ها کنار نرفته‌اند یا مجدداً به کف شیار غلتیده‌اند می‌باشد. این نیروی کارگری بیشتر صرف بازیابی و جمع‌آوری سوخ‌هایی می‌شود که در اطراف واحد ردیف‌کن در اثر ریختن خاک بر روی آن‌ها مدفون شده‌اند و با

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های درصد افت کمی سوخ‌ها در تیمارهای آزمایش

تیمارهای آزمایش	کند نشده (درصد)	مدفون (درصد)	له شده (درصد)	بریده شده (درصد)
پیازکن غربال‌دار	۰/۰۱b*	۱/۱b	۰/۱۱a	۰/۰۴b
پیازکن میله‌ای	۱/۱a	۳/۵a	۰/۱۲a	۱/۱a
پیازکن تیغه‌ای	۰/۰۲b	۳/۳a	۰/۱۱a	۰/۰۲b
روش دستی	۰/۰۱b	-	۰/۱۴a	۰/۰۵b

* اعداد با حروف مشترک در یک ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ۲- میانگین صدمات کیفی و نیروی کارگری مورد نیاز برای جمع‌آوری سوخ‌ها در تیمارهای آزمایش

تیمارهای آزمایش	آسیب‌های مکانیکی (درصد)	کندن	جمع‌آوری	نیروی کارگری (هکتار/کارگر-روز)
پیازکن غربال‌دار	۴/۱ab*	۲	۴۸	۵۰
پیازکن میله‌ای	۴/۳ab	۳	۵۰	۵۳
پیازکن تیغه‌ای	۳/۰b	۳	۵۰	۵۳
روش دستی	۵/۳a	۳۰	۴۰	۷۰

* اعداد با حروف مشترک در یک ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

۳-۳- مقایسه اقتصادی تیمارهای آزمایش

ماشین معادل دستمزد تعداد کارگر صرفه‌جویی شده در برداشت نسبت به روش دستی و با در نظر گرفتن حقوق روزانه ۵۰۰ هزار ریال برای هر کارگر می‌باشد. نگاهی بر اعداد جدول ۴ نشان می‌دهد که در برداشت با پیازکن میله‌ای درآمد حاصل از استفاده از ماشین حتی کم‌تر از هزینه‌های جاری آن در هکتار می‌باشد که اقتصادی نبودن ماشین را مشخص می‌کند. سهم بیش‌تر هزینه‌های متغیر در این ماشین مربوط به هزینه تلفات برداشت (۲/۳۲ درصد) است.

برای مقایسه اقتصادی ماشین‌ها هزینه‌های ثابت و متغیر هر تیمار در جداول ۳ و ۴ آورده شده است. این اعداد بر مبنای قیمت‌های اولیه هر ماشین، در نظر گرفتن قیمت اسقاط معادل ۱۲ درصد قیمت اولیه ماشین، پنج سال عمر مفید و قیمت ۴۰۰۰ ریال به ازای هر کیلو پیاز محاسبه گردیده است. درآمد ناشی از استفاده از

جدول ۳- هزینه ثابت مالکیت ماشین های پیازکن در هکتار (ارقام بر حسب میلیون ریال)

تیمار	قیمت خرید	عمر مفید	درصد ارزش اسقاطی	قیمت ماشین بعد از استهلاک			سود + استهلاک سالانه		
				ارزش اسقاطی فعلی	ضرب تبدیل	ارزش اسقاطی نهایی	مبلغ کل استهلاک	ضرب تبدیل	مبلغ
پیازکن	۱۱۰	۵	۱۲	۱۳/۲	۰/۴۰	۵/۲۸	۱۰۴/۷۲	۰/۳۳	۳۴/۵۶
غربال دار	۵۰	۵	۱۲	۶	۰/۴۰	۲/۴۰	۴۷/۶۰	۰/۳۳	۱۵/۷۱
پیازکن میله ای	۳۵	۵	۱۲	۴/۲	۰/۴۰	۱/۶۸	۳۳/۳۲	۰/۳۳	۱۱/۰۰
پیازکن تیغه ای									

جدول ۴- هزینه متغیر و نقطه سر به سر در تیمارهای آزمایش (ارقام هزینه بر حسب میلیون ریال)

تیمار	هزینه تراکتور (هکتار)	هزینه تعمیر و نگهداری پیازکن (هکتار)	صدمات کمی		درآمد (هکتار)					
			افت کمی (کیلوگرم)	قیمت (کیلوگرم)	مجموع هزینه های متغیر	تعداد کارگر صرفه جویی شده نسبت به روش دستی	درآمد ماشین (هکتار)	نقطه سر به سر (هکتار)		
پیازکن	۲/۴۰	۰/۴۰	۱۶۰	۰/۰۰۴	۰/۶۴	۳/۴۴	۲۰	۰/۵	۱۰	۵/۲۷
غربال دار	۱/۶۰	۰/۲۰	۲۳۲۰	۰/۰۰۴	۹/۲۸	۱۱/۰۸	۱۷	۰/۵	۸/۵	-
پیازکن میله ای	۱/۶۰	۰/۰۵۰	۱۵۰	۰/۰۰۴	۰/۶۰	۲/۲۵	۱۷	۰/۵	۸/۵	۱/۷۶
پیازکن تیغه ای	-	-	۲۰۰	۰/۰۰۴	۰/۸۰	۳۵/۸۰	-	-	-	=
روش دستی										

عملیات جمع آوری محصول نیز بایستی همراه با کندن آن انجام پذیرد و نیاز به کندن تدریجی و مرحله ای محصول می باشد، استفاده استیجاری از ماشین های پیازکن مدیریت بسیار دقیقی را طلب می کند. این امر باعث گردیده کشاورزان تمایل زیادی به مالکیت خصوصی آن داشته باشند. بنابراین اقتصادی بودن خرید ماشین برای سطوح خرده مالکی از مزیت های مهم این نوع ماشین ها محسوب می شود.

۴- نتیجه گیری نهایی

تحقیق حاضر نشان داد که با طراحی و ساخت واحد ردیف کن کنار سوار که سوخ های نوار محل عبور چرخ های تراکتور در تردد بعدی را کند و کنار می زند امکان کندن پیاز با ماشین های پیازکن عقب سوار در ایران فراهم گردیده است. در این خصوص ماشین پیازکن مجهز به سامانه غربال کنندگی و بدون غربال کننده برای کندن پیاز معرفی و ساخته شده است. نتایج مقایسه میانگین شاخص های تعیین کننده صدمات کمی و کیفی، نیروی کارگری مورد نیاز مرتبط با عملیات پیازکنی برای جمع آوری سوخ ها و شاخص اقتصادی نشان می دهد که از بین پیازکن های فاقد سامانه غربال کننده (میله ای و تیغه ای) پیازکن تیغه ای به علت افت کمی و صدمات مکانیکی کمتر نسبت به پیازکن میله ای ارجحیت دارد.

این نشان می دهد که اگرچه درصد افت کمی در مقایسه با محصولات دیگر قابل قبول می باشد لیکن با در نظر گرفتن عملکرد بالای محصول در هزینه های کارگری صرفه جویی نشده است. این در حالی است که در دو پیازکن غربال دار و تیغه ای این میزان افت از حدود ۰/۱۵ تا ۰/۱۶ درصد تجاوز نکرده و خسارت ناشی از آن در مقایسه با پیازکن میله ای قابل ملاحظه نمی باشد. با مقایسه درآمد حاصل از به کارگیری ماشین ها در جدول ۴ که حاصل صرفه جویی در هزینه های کارگری برداشت می باشد می توان دریافت که این درآمد برای ماشین غربال دار معادل اجرت ۲۰ کارگر-روز و برای ماشین تیغه ای معادل اجرت ۱۷ کارگر-روز در هکتار می باشد که مزیت پیازکن غربال دار را با کاهش ۱۵ درصدی نیروی کارگری نسبت به پیازکن تیغه ای نشان می دهد. این صرفه جویی در ازای افزایش سه برابری قیمت خرید حاصل گردیده است که ضرورت بررسی سطح اقتصادی زیر کشت برای خرید ماشین را تعیین می کند. بنابراین به طور کلی با مقایسه نقطه سر به سر سطح اقتصادی برای مالکیت ماشین می توان دریافت که در صورت داشتن سطح مالکیت ۵/۲۷ هکتار به بالا خرید پیازکن غربال دار اقتصادی می باشد. این در حالی است که خرید پیازکن تیغه ای حتی با داشتن سطحی معادل ۱/۷۶ هکتار مقرون به صرفه است. با توجه به این که در برداشت پیاز

کارگری در این ماشین به علت نیاز به صرف وقت و دقت بیشتر برای جدا کردن خاک چسبیده به تعدادی از سوخها و همچنین کنار زدن خاک سطحی برای بازیابی سوخهای مدفون در محل ردیف کن حاصل گردید. صرفه جویی ۱۵ درصدی نیروی کارگری در ماشین غربال دار در ازای افزایش سه برابری قیمت اولیه خرید به دست آمده است. سطح اقتصادی مالکیت ماشین برای پیازکن زنجیر نقاله‌ای و تیغه‌ای به ترتیب ۵/۲۷ و ۱/۷۶ هکتار محاسبه شد. با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از پیازکن زنجیر نقاله‌ای در مزارع بزرگ تر و در صورت وجود تراکتورهای پر قدرت قابل توصیه است. اما پیازکن تیغه‌ای با قیمت تمام شده بسیار کمتر، ساختمان ساده، هزینه تعمیر و نگهداری کمتر گزینه مناسب تری برای کشاورزان خرده مالک است.

میزان صدمات کمی در پیازکن میله‌ای ۲/۳۲ درصد بود که بیش تر مربوط به سوخهای کنده نشده و بریده شده است. عدم تمایل میله به نفوذ در شروع حرکت و غیر یکنواختی عمق کار میله در حین عملیات سبب این نوع افت گردید. عملکرد بالای محصول سبب شد که در برداشت با پیازکن میله‌ای هزینه این افت از درآمد حاصل از صرفه جویی در نیروی کارگری بیش تر گردد که اقتصادی نبودن ماشین را تایید می کند. میزان افت کمی در دو پیازکن تیغه‌ای و زنجیر نقاله‌ای به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱۶ درصد بود که در مقایسه با نوع میله‌ای قابل ملاحظه نمی باشد. همچنین میزان افت کیفی در این دو تیمار تفاوت معنی داری نداشت. تنها اختلاف این دو ماشین در تعداد کارگر مورد نیاز برای جمع آوری سوخهاست که در پیازکن تیغه‌ای ۱۵ درصد بیش تر از پیازکن زنجیر نقاله‌ای بود. میزان افزایش نیروی

منابع مورد استفاده

- اسدی، ا.، تاکی، م.، میران زاده. و م. طهری. ۱۳۹۴. بررسی امکان افزایش سرعت پیشروی نشاکار نیمه خودکار با تغییر الگوی کاشت از تک نشایی به چند نشایی، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۶ شماره ۱: ۹۴-۷۹.
- بی نام، ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی، جلد اول، محصولات زراعی، سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹، وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.
- تاکی، ا. ۱۳۹۰. ساخت یک پیازکن میله‌ای جلو سوار برای برداشت پیاز بالگوی کشت درهم. گزارش پژوهشی نهایی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت.
- تاکی، ا. و ا. اسدی. ۱۳۹۲. بررسی امکان استفاده از پیازکن میله‌ای برای برداشت پیاز در کشت متراکم، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۴ شماره ۲: ۹۳-۱۰۸.
- سلطانی، غ. ۱۳۶۹. اقتصاد مهندسی، انتشارات دانشگاه شیراز.
- حیدری سلطان آبادی، م. ۱۳۹۱. تعیین پارامترهای طراحی برای ماشین‌های مورد استفاده در یک روش نوین برداشت دو مرحله‌ای پیاز، رساله برای دریافت درجه دکتری تخصصی در رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی.
- مظفری، م. و ک. کاظمین خواه، ۱۳۷۹. طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین برداشت پیاز مناسب برای زمین‌هایی با مساحت کوچک. گزارش پژوهشی نهایی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- همت، ع. و ا. تاکی. ۱۳۸۰. بررسی آسیب‌های مکانیکی پنج نوع ماشین سیب زمینی کن در منطقه فریدن اصفهان، مجله علوم و فنون، جلد ۵ شماره ۲: ۲۰۹-۱۹۵.

Anon. 2013. **Technozar Agricultural Machines**: Aviable: [http://www. Technozar.com](http://www.Technozr.com).

Azizi, P., N. Sakenian Dehkordi and R. Farhadi. 2014. **Design, construction and evaluation of potato digger with rotary blade**, Cercetari Agronomice in Moldova, 3(159): 5-12.

Balls, R.C. 1985. **Horticultural Engineering Technology**. Macmillan Publisher, LTD.

Ibrahim, M., M. Amin and A. Farag. 2008. **Developing a multi purpose digger for harvesting root crops**. Misr. J. Ag. Eng. 25(4): 1226-1239.

Massah, J., A. Lotfi and A. Arabhosseini. 2011. **Comparison between capacitive and photo sensors in depth control of onion harvester**. Journal of Engineering Studies and Research. 17(4): 64-72.

- Mayberri, K. S. 2000. **Market onions. US Cooperative Extension-Imperial County Vegetable Crops Guidelines.** University of California and the United States Department of Agricultural Cooperating, USA
- Srivastava, A., C. Goering and R. Rohrbach. 1993. **Engineering Principles of Agricultural Machines. American Society of Agricultural Engineers.** USA.
- Sukhwinder, S. 2006. **Design, development and field testing of a multi purpose digger.** Potato J. 33(3 - 4): 134-138.
- Viramontes, J. A. B. 1980. **Harvester with mechanical rod weeder and soil agitator.** United State.

Technical and Economical Comparison of Onion Diggers with and Without Sifting Mechanism

Ardeshir Asadi^{1*} and Orang Taki¹

Received: 16 Oct 2016

Accepted: 15 Feb 2017

¹Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Isfahan, Iran.

*Corresponding Author: asadiardshair@yahoo.com

Abstract

Attaching a side-mounted furrower diggers makes it possible to use a rear-mounted machines for digging onion bulbs in broadcast planted farms, avoiding wheeling damages. For this purpose, two types of onion diggers, with and without sifting mechanism have been developed. To compare these machines from technical and economical point of view, an experiment was conducted based on randomized complete block design in Faridan region of Isfahan province, Iran. Results showed that the rod type digger due to inconsistent working depth causes the product weight loss of 2.32%, which is non economical. The product weight losses were 0.15% and 0.16% in blade type digger and sieve chain type digger, respectively, which are negligible compared to that of rod digger. The required labour force for collecting the crop dug by blade type digger was 15% higher than that of chain type digger. The higher labour force in this machine was due to more time and accuracy needed for collecting of bulbs. The 15% saving in labour cost in chain type digger obtained in exchange with a higher purchase price which was three fold compared to that of blade type digger. The economical breakeven points for chain type digger and blade type digger were 5.27 and 1.76 hectares, respectively. In general, the chain type digger proved to be more recommendable for larger farms if high power tractors were available. However, the blade type digger with lower price, simple structure and lower maintenance cost can be a more appropriate option for small farm holders.

Keywords: Onion harvesting, Onion digger, Economical evaluation, Qualitative losses