مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱٤/ شماره ۲/سال ۱۳۹۲/ص ۱۰۸-۹۳

بررسی امکان استفاده از پیازکن میله‌ای برای برداشت پیاز در کشت متراکم

اورنگ تاکی[*] و اردشیر اسدی[**]

[*] نگارنده مسئول، نشانی: اصفهان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، صندوق پستی ۱۹۹- ۸۱۷۸۵، پیام‌نگار: orangtaki@yahoo.com

[**] اعضای هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۹

چکیده

الگوی کشت پیاز در مناطق عمدهٔ پیازکاری ایران به صورت پخشی (درهم) است و تمامی عملیات زراعی شامل وجین و برداشت با نیروی انسانی انجام می‌گیرد به طوری‌که تنها برای کندن پیاز، چهل کارگر روز در هکتار مورد نیاز خواهد بود. استفاده از ماشین‌های عقب‌سوار تنها در صورتی امکان‌پذیر است که محل تردد چرخ‌های تراکتور به اندازه حداقل چهل سانتی‌متر خالی از محصول باشد. این امر به رها شدن ۲۰ درصد مساحت زمین منجر شده و کاهش عملکرد محصول را به دنبال دارد. در تحقیق حاضر، امکان استفاده از ادوات جلوسوار برای کندن و ردیف کردن کل سوخ‌های نواری معادل عرض اتکای تراکتور یا برای کندن و ردیف کردن سوخ‌هایی که فقط در جلوی چرخ‌ها قرار می‌گیرند، بررسی گردید. تیمارهای مورد ارزیابی شامل نصب یک پیازکن میله‌ای در جلوی تراکتور و اضافه کردن ضمایمی برای کنار زدن سوخ‌های قرار گرفته در جلوی چرخ‌های تراکتورو نصب پیازکن میله‌ای در عقب تراکتور به همراه استفاده از ادوات جویچه‌کن (برگردان‌دار یا بشقابی) در جلوی تراکتور برای برداشت و کناریزی محصول از محل عبور چرخ‌های تراکتور بود. اثر تیمارها بر افت کمی و کیفی محصول در مزرعه کاشته شده با الگوی پخشی در دو حالت سرزنی شده و سرزنی نشده مقایسه شد. بررسی‌های اولیه روی کارایی پیازکن میله‌ای نشان می‌دهد که در حالت جلوسوار، غیریکنواختی عمق کار به علت فقدان سامانهٔ کنترل خودکار کشش در جلوی تراکتور در مقایسه با حالت عقب‌سوار، بیشتر است و احتمال وارد آمدن صدمات مکانیکی به سوخ‌ها را افزایش می‌دهد. در این حالت، درصد سوخ‌هایی که آسیب‌های مکانیکی سطحی به آن‌ها وارد می‌شود در حدود ۸ درصد کل محصول برآورد شد. عدم فرمان‌پذیری مطلوب تراکتور و لغزش بالای چرخ‌های آن نیز از دیگر مشکلات استفاده از ماشین در حالت جلوسوار است. بنابراین، نصب پیازکن در عقب تراکتور و استفاده از دو عامل خاک‌ورز در جلوی چرخ‌های تراکتور برای کندن و ردیف کردن سوخ‌های قرار گرفته در جلوی چرخ‌ها تنها راه عملی در نظر گرفته شد. در این ترکیب، تأمین یکنواختی عمق کار جویچه‌کن‌ها، که به صورت جلوسوار به تراکتور متصل می‌شوند، بدون وجود سامانهٔ کنترل خودکار عمق برای نوع برگردان‌دار بسیار دشوار است و راننده به دفعات مجبور به تغییر وضعیت اهرم هیدرولیک برای برقراری یکنواختی در عمق کار کنارزن خواهد بود. در استفاده از این نوع کنارزن ضرورت وجود چنین سامانه‌ای اجتناب‌ناپذیر است. کنارزن نوع بشقابی بدون نیاز به سامانهٔ کنترل خودکار هیدرولیکی قابلیت کار در عمق یکنواخت را داراست و فرمان‌پذیری و لغزش چرخ‌های تراکتور را نیز در حد قابل قبول تأمین می‌کند. مقایسهٔ این دو نوع کنارزن در برداشت محصول نشان می‌دهد که از نظر سهولت کاربری و آسیب‌های سطحی وارد بر سوخ‌ها نیز نوع بشقابی بر نوع برگردان‌دار برتری دارد، اما لبهٔ برنده آن در محل ورود به خاک حدود ٤ درصد از سوخ‌ها را در الگوی پخشی برش می‌دهد. در صورت تغییر الگوی کشت از پخشی به خطی متراکم، می‌توان با استفاده از جویچه‌کن بشقابی سوخ‌های محل عبور چرخ‌ها را کند و به نوار بین آن‌ها هدایت کرد.

واژه‌های کلیدی

برداشت پیاز، پیازکن، پیازکن میله‌ای، علف‌کن میله‌ای

مقدمه

سطح زیر کشت و تولید پیاز در کشور به ترتیب بالغ بر ۴۸۰۰۰ هکتار و حدود دو میلیون تن در سال است (Anon, 2010). در ایران به غیر از عملیات خاک‌ورزی، بقیهٔ مراحل تولید پیاز اغلب دستی و غیر مکانیزه است. مکانیزه کردن مراحل مختلف تولید این محصول موجب

© 2015,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

سهولت کارهای کشاورزی،کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت محصول می‌شود. برداشت پیاز دو مرحله دارد، یکی برگ زنی یا حذف قسمت‌های هوایی و دیگری بیرون آوردن سوخ‌های پیاز از خاک. هر یک از این مراحل می‌تواند به دو طریق دستی یا مکانیزه انجام گیرد (Mozafari & Kazemeinkhah, 2000). در روش‌های برداشت مکانیزه یا ماشینی، حذف برگ و بیرون آوردن سوخ از زمین با ماشین انجام می‌شود. این ماشین‌ها دو دسته‌اند:

دستهٔ اول ماشین‌هایی که برگ‌زنی و خارج کردن سوخ از خاک را همزمان انجام می‌دهند. تقدم و تأخر این دو عملیات ممکن است در ماشین‌های مختلف، متفاوت باشد. در برخی از این ماشین‌ها ابتدا قسمت‌های هوایی گیاه با برگ‌زن از سوخ جدا می‌شود. برگ‌زن‌ها عمدتاً از نوع تیغه‌های دوار افقی هستند که در کشت ردیفی استفاده می‌شوند و قابلیت تنظیم ارتفاع برش را به صورت خودکار دارند. در مرحلهٔ بعدی، سوخ‌ها همراه با خاک اطراف آن به کمک یک تیغه، کنده می‌شود و به قسمت بالابر و تمیزکننده انتقال می‌یابد (Balls, 1985; Srivastava *et al*., 1993). در برخی دیگر از این نوع ماشین‌ها، سوخ‌های برگ‌دار به همراه خاک بستر از زمین جدا و در حین حرکت به بالا سرزنی می‌شوند. این نوع ماشین در زمانی که برگ‌ها شاداب هستند و به خوبی می‌توانند توسط تسمه‌های بالابر چنگ زده شوند، کارایی بهتری دارد (Balls, 1985; Srivastava *et al*., 1993). در هر دو سیستم، برگ پیاز با تیغه‌های چرخان از سوخ جدا می‌شود.

دومین دسته از ماشین‌های برداشت پیاز دو مرحله‌ای هستند بدین معنی که ابتدا سوخ برگ‌دار، ریشه‌بری شده و مدتی در زمین باقی می‌ماند؛ این امر باعث عمل‌آوری و جلوگیری از فعالیت باکتری‌ها و قارچ‌ها در محل بریدگی‌ها می‌شود. در مرحلهٔ بعدی برگ‌ها با ماشین‌های دیگری از سوخ جدا می‌شود. عملیات ریشه‌بر کردن سوخ‌ها در این سیستم با ادواتی نظیر علف‌کن میله‌ای و یا تیغه‌های افقی ثابت انجام می‌شود (Hunter *et al*., 1977; Hamasaki, *et al*., 1999; Rusinek *et al*., 2008).

استفاده از علف‌کن‌های میله‌ای با توجه به مزیت آن در جلوگیری از تجمع ریشه‌ها در جلوی ماشین (در اثر حرکت چرخشی میله) و جدا ساختن سوخ‌ها در اثر لرزش خاک، عمومیت بیشتری یافته است (Mayberri & Meister, 2003). علف‌کن‌های میله‌ای که به منظور برداشت محصولات غده‌ای استفاده می‌شوند به ضمائم دیگری نظیر تکاننده‌ها، با هدف جداسازی بهتر غده‌ها از خاک، منضم می‌شوند. ویرامونتس (Viramontes, 1980) علف‌کن میله‌ای را به یک شانه در پشته میلهٔ دوار تجهیز کرد و نشان داد که حرکت رو به بالا و پایین شانه، جدا شدن بهتر غده‌ها از خاک را آسان می‌سازد.

از جمله هدف های مهم در طراحی انواع ماشین‌های برداشت (پیاز)، کاهش نیاز به کارگر، هزینه‌های تولید و میزان صدمات مکانیکی وارد بر محصول است. این صدمات علاوه بر کاهش عمر انبارمانی محصول، ارزش اقتصادی آن را نیز پایین می‌آورد. لاروشین و لاروشین (Laryushin & Laryushin, 2009) ماشینی را بررسی کردند که در آن بدون حذف ساقه‌های هوایی، تیغه‌ای سوخ‌های پیاز را پس از کندن از زمین به همراه خاک اطراف به بالا می‌راند. پس از آن، یک چرخ انگشتی‌دار که در خلاف جهت پیشروی دوران می‌کند، ساقه‌های هوایی متصل به سوخ را می‌گیرد و آن‌ها را به روی زنجیر نقاله که در پشت آن قرار گرفته می‌اندازد و خاک همراه سوخ‌ها از زیر زنجیر نقاله روی زمین ریخته می‌شود. در این ماشین، ضمن صرفه‌جویی در مصرف انرژی، برخورد

سوخ‌ها با کلوخه‌ها کم شده و در نتیجه صدمات مکانیکی به محصول کاهش می‌یابد. قسمت‌های هوایی سوخ‌ها در مرحله بعد و با ماشین مخصوص در مزرعه حذف می‌شود.

برآورد هزینه‌های برداشت دستی پیاز نشان می‌دهد که به ازای یک هکتار ۸۰۰ کارگر ساعت مورد نیاز است که معادل ۶۰ تا ۷۰ درصد هزینه‌های کارگری در تولید پیاز به روش بذرکاری است (Laryushin & Laryushin, 2009). با این همه، حتی در بسیاری از کشورهای پیشرفته به علت نیاز بازار به عرضهٔ پیاز تازه در فصل تابستان و حساسیت سوخ‌ها به صدمات مکانیکی، به دلیل کامل نشدن مرحلهٔ رسیدن، محصول نمی‌تواند به روش کاملاً مکانیزه و در یک مرحله برداشت شود. در این شرایط معمولا از روش برداشت دو مرحله‌ای (برداشت غده‌ها به همراه قسمت هوایی) استفاده می‌شود (Hamasaki *et al*., 1999). این امر برای کاهش صدمات مکانیکی در مراحل بعدی و افزایش انبارمانی محصول ضروری گزارش شده است (Hunter *et al*., 1977). چسون و همکاران (Chesson *et al*., 1978) از یک ریشه‌بر میله‌ای در یک ماشین برداشت پیاز استفاده و درصد صدمات مکانیکی وارده بر محصول برداشت شده را تعیین کردند. این ریشه‌بر میله‌ای، که مقطعی چهارگوش به ضلع ۲/۵ سانتی‌متر دارد، حرکت چرخشی خود را از یک هیدروموتور دریافت می‌کند. سرعت محیطی میله در محدوده ۱/۱ تا ۱/۲۵ برابر سرعت پیشروی ماشین برداشت قابل تنظیم است. بررسی میزان صدمات وارد بر پیازهای برداشت شده نشان داد که عمده خسارت ایجاد شده بر اثر ریشه‌بر میله‌ای، خراش‌هایی است که به دلیل نزدیک بودن میله به قسمت تحتانی پیازها روی سوخ ایجاد می‌شود.

تحقیق حاضر به منظور ساخت و ارزیابی پیازکن میله‌ای برای ریشه‌بر کردن سوخ‌هایی است که به روش پخشی بذرکاری شده‌اند.

مواد و روش‌ها

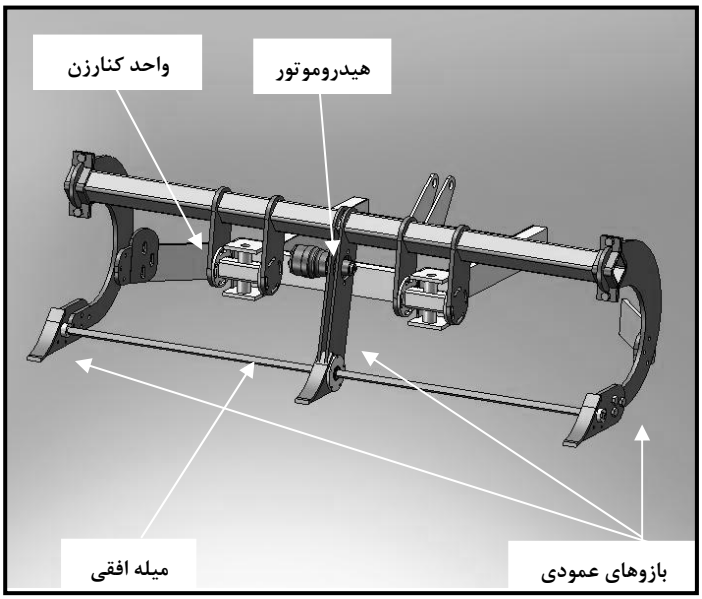
در این تحقیق ابتدا یک پیازکن میله‌ای، مشابه با علف‌کن میله‌ای[1]، با عرض کار ۲ متر ساخته شد. عرض کار ماشین، معادل عرض اتکای تراکتور مرسوم (مسی فرگوسن ۲۸۵) است. این ماشین از یک میله افقی چهارگوش نازک از جنس سخت و مقاوم به سایش تشکیل شده که با سه بازوی عمودی ثابت مجهز به تیغه‌های اسکنه‌ای به زیر سوخ‌ها (۷ تا ۱۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک) نفوذ می‌کند (شکل ۱). ابعاد مقطع میله افقی برای آزمون‌های اولیه ۲۲ میلی‌متر انتخاب شد که با مقطع میله‌های رایج در دستگاه‌های علف‌کن دنیا هم اندازه است. این میله افقی دارای حرکت چرخشی در خلاف جهت دوران چرخ‌های تراکتور است. قدرت این میله را یک هیدروموتور از طریق زنجیر و چرخ زنجیرهایی تأمین می‌کند که در داخل بازوی میانی تعبیه شده است. حرکت دورانی و افقی این میله در حین پیشروی تراکتور باعث بالا راندن پیازها به سمت سطح خاک، بریدن ریشهٔ آن‌ها و آزاد شدن سوخ پیاز از خاک اطراف آن می‌شود. برای تعیین عمق کار مطلوب برای میله، عمق توسعهٔ سوخ‌های پیاز در زیر خاک در چند مزرعه پیازکاری منطقه اندازه‌گیری شد.

سرعت دورانی میله به گونه‌ای تنظیم شد که به هنگام عبور از زیر پیاز سرعت نسبی محیط میله نسبت به سوخ‌ها به صفر برسد و در نتیجه، اصطکاک مالشی بین میله و پیازها در هنگام عبور به حداقل می‌رسد. حرکت دورانی میله سبب نفوذ بهتر میله به داخل خاک شده و از گیر کردن ریشه علف‌های هرز در جلوی آن جلوگیری می‌کند. چرخش میله همچنین نقش مهمی در متعادل کردن تنش‌های وارد به میله دارد و از کج شدن آن در هنگام برخورد با موانع جلوگیری می‌کند. جنس میله با توجه به نیاز به خاصیت ضد فرسایش آن، از فولاد CK45 انتخاب شد. پس از ساخت پیازکن میله‌ای، آزمایش‌های

1- Rod Weeder

مقدماتی برای بررسی عملکرد آن در دو حالت جلوسوار و عقب‌سوار اجرا شد. در این آزمایش‌ها یکنواختی عمق کار میله نیز بررسی شد. در مرحله بعد، امکان تلفیق این ماشین با دیگر ابزارهای خاک‌ورزی، برای کنار زدن سوخ‌ها از محل عبور چرخ‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفت.

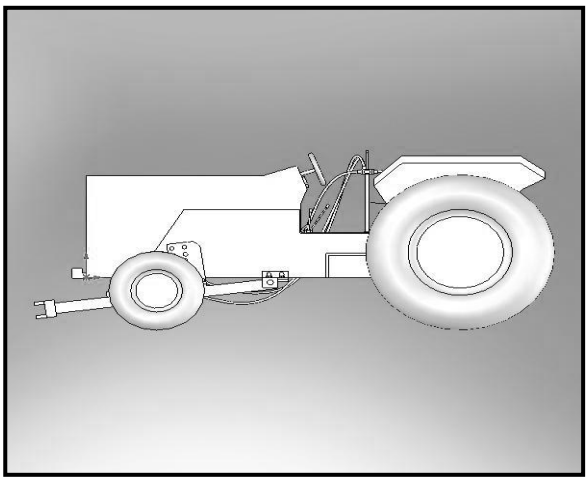
در این آزمایش‌ها، دو حالت کلی برای به کارگیری ماشین متصور بود. در حالت اول، با نصب ماشین در جلوی تراکتور، کل پیازهای یک نوار دو متری (عرض کار ماشین) کنده و سپس به کمک دو کنارزن پیازهای قرار گرفته در جلو چرخ‌ها به کنار زده شود. در حالت دوم، تنها دو عامل خاک‌ورز برای کندن و کنار زدن پیازهای محل تردد چرخ‌ها در جلو تراکتور نصب و پیازهای قرار گرفته در فاصلهٔ بین چرخ‌های تراکتور، توسط پیازکن میله‌ای نصب شده در عقب تراکتور کنده شود. با توجه به این‌که کوچک‌تر بودن عرض چرخ‌های تراکتور باعث کاهش مساحت زیر چرخ و در نتیجه موجب سهولت کنار زدن سوخ‌های جلوی چرخ‌ها است، در این تحقیق تراکتور به چرخ‌های باریک (٢٢ سانتی‌متر) مجهز گردید.



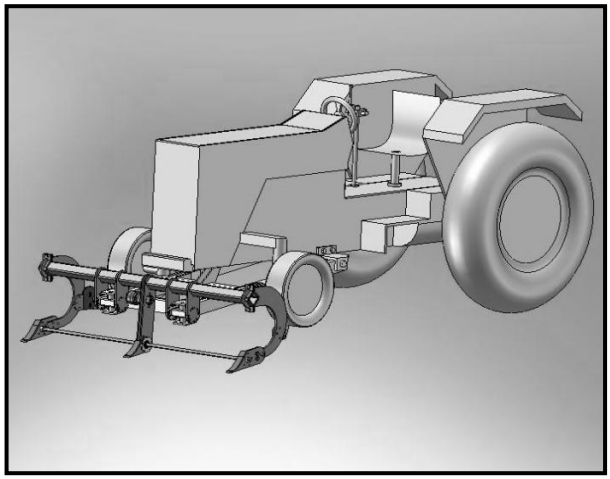
شکل ١- شمای کلی پیازکن میله‌ای و اجزای آن

برای نصب پیازکن در جلوی تراکتور و تأمین حرکت رو به بالا و پایین آن، یک اهرم‌بندی اضافی، مشابه آنچه برای تیغه‌های جلو تراکتوری استفاده می‌شود، در زیر تراکتور مسی فرگوسن ٢٨٥ نصب شد (شکل ٢ الف). در این اهرم‌بندی از یک جک هیدرولیکی دو طرفه برای بالا و پایین بردن پیازکن استفاده و بدین‌ترتیب ماشین پیازکن برای آزمایش اولیه در جلو تراکتور نصب شد (شکل ٢ ب). در این حالت میلهٔ افقی بر اثر حرکت تیغه‌های سوار شده در جلو بازوهای عمودی و اعمال بخشی از نیروی وزن تراکتور (که به واسطهٔ جک هیدرولیکی، اتصال دو نقطه به تراکتور روی آن منتقل شد)، به داخل خاک فرو می‌رود.

زاویهٔ تیغه‌ها با سطح خاک و ابعاد آن‌ها به گونه‌ای طراحی شد که ضمن فراهم آوردن تمایل کافی برای پایین کشیدن میلهٔ افقی، پیازهای قرار گرفته در جلو خود را نیز بدون وارد کردن آسیب‌های مکانیکی می‌کَنَد و به طرفین هدایت می‌کند.



(الف)



(ب)

شکل ۲- الف) محل نصب بازوهای اتصال دو نقطه در زیر و کنار تراکتور و ب) نصب پیازکن میله‌ای به بازوها در جلو تراکتور

برای جلوگیری از له شدن پیازهای کنده شده در زیر چرخ‌های تراکتور، دو جویچه‌کن به عنوان پیازکن و کنارزن پشت بازوهای عمودی پیازکن می‌توانست وظیفهٔ هدایت سوخ‌ها را به طرفین چرخ‌های تراکتور بر عهده داشته باشد. این جویچه‌کن‌ها می‌تواند به دو روش ثابت و شناور به میله عمودی پیازکن متصل شود.

در روش ثابت، جویچه‌کن روی بازوهای حامل میلهٔ افقی متصل می‌شود و بالا و پایین رفتن آن تابع حرکت بازوها و میله افقی است (شکل ۳ الف). در روش شناور، جویچه‌کن از طریق یک اتصال چهار بازویی به بازوهای عمودی متصل می‌شود و بالا و پایین رفتن آن مستقل از عمق کار میلهٔ زیر پیازکن است (شکل ۳ ب). در این روش، یک فنر کششی در محل قطر اتصال چهار بازویی تعبیه شد تا با نیروی مکش رو به پایین، تیغهٔ کنارزن در تعادل قرار گیرد و از پایین رفتن بیش از حد کنارزن جلوگیری شود (شکل ۴). همچنین یک اتصال یوغ مانند (U شکل) لولایی، اتصال چهار بازویی را به دیرک‌افزار متصل می‌کند که با تغییر جهت حرکت تراکتور، زاویهٔ جویچه‌کن‌ها نیز بتواند از جهت حرکت تبعیت کند.

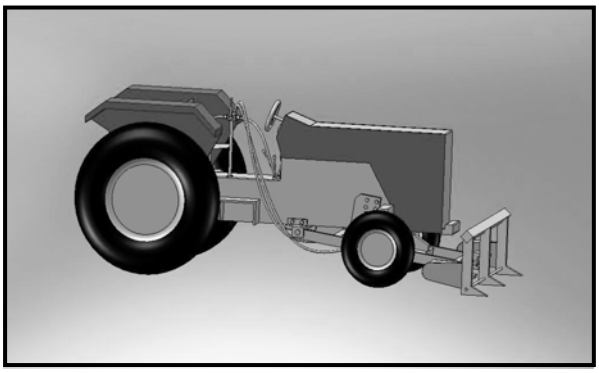
در حالت دوم، پیازکن میله‌ای به روش معمول به سه نقطهٔ اتصال عقب تراکتور متصل و حرکت میله از طریق محور توان‌دهی تراکتور تأمین می‌شود. در این حالت، اهرم‌بندی جلوی تراکتور تنها برای نصب دو ابزار خاک‌ورز استفاده می‌شود که وظیفهٔ آن کندن و کنار زدن پیازهای دو نوار ۲۵ سانتی‌متری در جلوی چرخ‌های تراکتور است. ابزار خاک‌ورز مورد استفاده برای این منظور می‌تواند به دو شکل کلی صفحه برگردان‌دار و بشقابی باشد. بدین‌ترتیب با توجه به محدودیت‌های موجود، چهار تیمار مختلف برای بررسی امکان به کارگیری پیازکن میله‌ای و اجرای آزمایش‌های مقدماتی در زمین عاری از محصول در نظر گرفته شد. این تیمارها عبارت بودند از:

١- نصب پیازکن میله‌ای در جلو به انضمام دو کنارزن صفحه برگردان‌دار ثابت (جلوسوار با کنارزن ثابت، شکل ٣ الف).

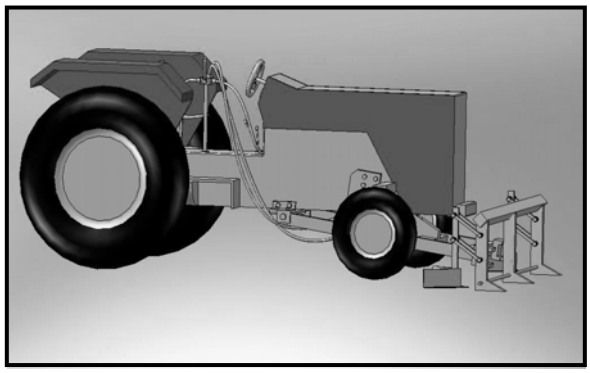
٢- نصب پیازکن میله‌ای در جلو به انضمام دو کنارزن صفحه برگردان‌دار شناور (جلوسوار با کنارزن شناور، شکل ٣ ب).

٣- نصب پیازکن میله‌ای درعقب به انضمام دو کنارزن صفحه برگردان‌دار شناور در جلو (عقب‌سوار با کنارزن شناور، شکل ٣ ج).

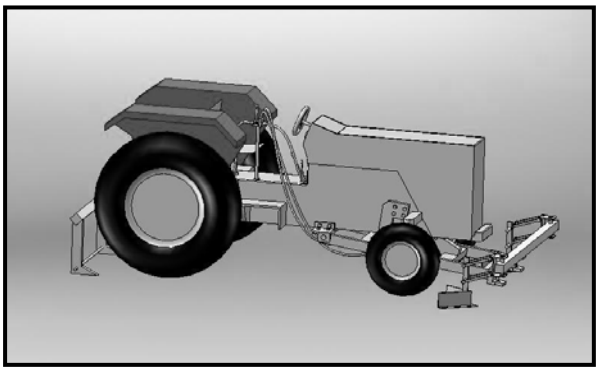
۴- نصب پیازکن میله‌ای در عقب به انضمام دو کنارزن بشقابی ثابت در جلو (عقب‌سوار با کنارزن بشقابی ثابت، شکل ٣ د)



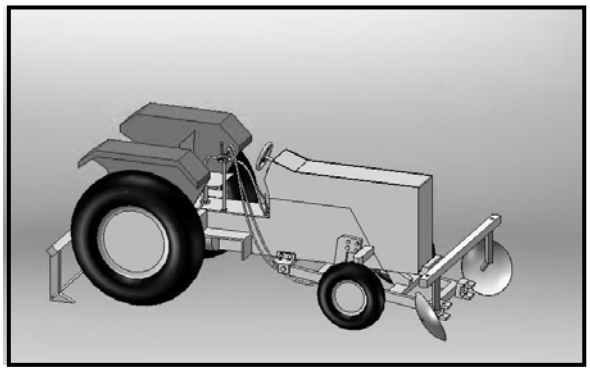
(الف)



(ب)



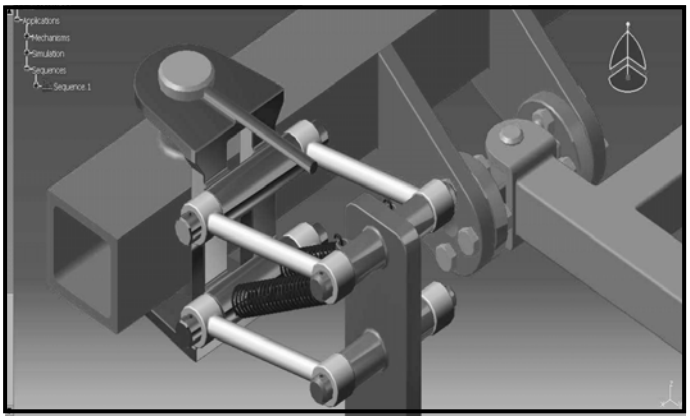
(ج)



(د)

شکل ٣- تیمارهای مختلف ماشینی مورد مقایسه در تحقیق

الف) جلوسوار با کنارزن برگردان‌دار ثابت، ب) جلوسوار با کنارزن برگردان‌دار شناور، ج) عقب‌سوار با کنارزن برگردان‌دار شناور، د) عقب‌سوار با کنارزن بشقابی ثابت



شکل ٤- مکانیسم چهار بازویی برای تأمین حرکت شناور واحد کنارزن

دلیل استفاده نکردن از خاک‌ورزهای بشقابی به شکل شناور، نیاز این خاک‌ورزها به نیروی فشاردهنده به داخل خاک بود که تنها در حالت ثابت می‌تواند از طریق اعمال نیروی وزن تراکتور بر آن تحقق یابد. با توجه به محدودیت در اندازه طول دستگاه، استفاده از این نوع خاک‌ورز در روش جلوسوار نیز امکان‌پذیر نبود. از آن‌جا که در همهٔ تیمارها حداقل بخشی از ماشین پیازکن به صورت جلوسوار است، بررسی امکان استفاده از وسایل جلوسوار از نظر تأمین عمق مطلوب و امکان فرمان‌گیری تراکتور اهمیت ویژه‌ای دارد. به همین منظور در آزمایش‌های مقدماتی، تیمارهای مختلف از نظر دستیابی به عمق یکنواخت، میزان فرمان‌پذیری تراکتور و مقدار کنار زدن خاک جلوی چرخ های تراکتور (عمق و عرض خاک کنار زده شده) در یک خاک سبک (شنی لومی) در رطوبت ۹ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری درصد فرمان‌پذیری، چرخ‌های تراکتور با زاویه‌ای مشخص (۱۰ درجه) نسبت به امتداد حرکت قرار داده شد و میزان جابه‌جایی عرضی تراکتور در دو حالت کار با ادوات جلوسوار و بی‌بار برای ابعادی مشخص اندازه‌گیری و نسبت این دو مقدار به عنوان درصد فرمان‌پذیری ارائه شد. در بررسی‌های اولیه، به دلیل جمع شدن بیش از حد خاک در جلوی جویچه کن‌ها، که از پیشروی تراکتور جلوگیری می‌کرد، ناکارایی تیمار شماره یک مشخص گردید.

سه تیمار دیگر در مزرعه‌ای پیازکاری شده، که معرف شرایط عمومی مزارع منطقه بود، در دو حالت سرزنی شده و سرزنی نشده مورد ارزیابی قرارگرفتند. در این مزرعه، ۹ قطعه هر یک به ابعاد تقریبی ۲×۳۰ متر انتخاب و نیمی از ابعاد این نوار یک هفته قبل از برداشت با نیروی کارگر سرزنی شد. بدین‌ترتیب ۱۸ کرت برای مقایسهٔ سه تیمار ماشینی در دو حالت سرزنی شده و سرزنی نشده، در قالب یک آزمایش کرت‌های نواری با سه تکرار، در نظر گرفته شد که در آن سرزنی به عنوان تیمار اصلی و ترکیب‌های مختلف پیازکن به عنوان تیمار فرعی اعمال گردید. در این مقایسه، پارامترهای عملکردی ماشین شامل عمق مؤثر کار میلهٔ پیازکن، عمق مؤثر کار کنارزن ها، انحراف عرض برداشته شده از خط مستقیم، درصد لغزش و ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای اندازه‌گیری شد.

برای اندازه گیری انحراف از خط مستقیم برداشت، فاصلهٔ لبهٔ نوار برداشت شده در دو طرف تا خط فرضی میانی نوار برداشت (امتداد خط مار بر مرکز تراکتور) در فواصل دو متری اندازه‌گیری و انحراف معیار آن محاسبه

شد. همچنین، میزان صدمات مکانیکی وارد بر سوخ‌ها شامل درصد سوخ‌های بریده شده (دو نیمه شده)، له شده، مدفون شده و آسیب‌دیده (صدمات تا فلس خارجی) برای هر تیمار تعیین گردید. سوخ‌های له شده آن دسته از سوخ‌هایی هستند که در زیر چرخ‌های تراکتور به طور کامل له شده و قابل استفاده نیستند. سوخ‌های مدفون شده به سوخ‌هایی اطلاق می‌شود که به طور کامل در زیر خاک قرار گرفته و به چشم نمی‌آیند.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری‌ها روی عمق قرارگیری سوخ‌های پیاز در چندین مزرعه نمونه منطقه در زمان برداشت نشان داد که در بیش از ۹۵ درصد سوخ‌ها، تنها نیمی از ارتفاع سوخ در خاک و نیمی دیگر از سطح خاک بالاتر است. در ادامهٔ این اندازه‌گیری مشخص شد که ۹۸ درصد از سوخ‌ها در عمقی تا حداکثر ۴ سانتی‌متر توسعه یافته‌اند و با بزرگ‌تر شدن سوخ‌ها قسمت بیشتری از آن‌ها از سطح خاک خارج می‌شود. در نتیجه در صورت عبور میلهٔ پیازکن در عمق حداقل ۴ سانتی‌متر از سطح زمین، آسیبی به سوخ‌ها وارد نمی‌شود بنابراین سطح بالایی میلهٔ پیازکن باید در عمق حداقل ۴ سانتی‌متری سطح خاک قرار گیرد. این بدین معناست که با توجه به ابعاد میله (۲۲×۲۲ میلی‌متر)، عمق خاک به هم خورده پس از عبور میله باید حداقل ۷/۱ سانتی‌متر (۷۱ میلی‌متر) باشد تا عملکرد ماشین مطلوب شود.

بررسی‌ها روی کارایی فقط پیازکن میله‌ای (قبل از نصب کنارزن) در زمین عاری از محصول نشان داد که در حالت عقب‌سوار، میلهٔ پیازکن با اضافه کردن وزنی معادل ۱۳۰ کیلوگرم روی شاسی آن می‌تواند تا عمق ۷ سانتی‌متری خاک نفوذ کند (شکل ۵). این عمق در زیر پایه‌های عمودی دستگاه به ۱۲ سانتی‌متر می‌رسید. در حالت جلوسوار نیز با اعمال بخشی از وزن تراکتور روی دستگاه (با جک دو طرفه) می‌توان به عمق مشابهی دست یافت (جدول ۱). در دو وضعیت جلوسوار و عقب‌سوار، میلهٔ پیازکن به راحتی از زیر لایهٔ سطحی خاک عبور کرده و در هنگام عبور، موجی از خاک را به همراه خود بالا می‌آورد. حرکت میله در عمق مذکور به شرط برقراری یکنواختی، برای ریشه‌بُر کردن سوخ‌ها و قطع علف‌های هرز در کشت آبی مناسب است؛ اما غیریکنواختی‌های موجود که باعث حرکت میله در عمق کمتری می‌شود ممکن است باعث برخورد مستقیم میله با سوخ‌ها شده و درصد آسیب‌های مکانیکی را افزایش دهد. غیریکنواختی عمق میله (انحراف معیار عمق) در حالت جلوسوار به علت فقدان کنترل خودکار کشش در جلو تراکتور به مراتب بیشتر از غیریکنواختی عمق میله در حالت عقب‌سوار است و راننده برای حفظ یکنواختی عمق گاهی مجبور به تغییر اهرم جک هیدرولیک جلوی تراکتور است که در این حالت در ۱۶ درصد از ابعاد پیموده شده، عمق کار کمتر از ۶ سانتی‌متر مشاهده می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱ - شاخص‌های یکنواختی عمق کار ماشین پیازکن (بدون کنارزن‌ها) در حالت جلوسوار و عقب‌سوار

وضعیت اتصال پیازکن به تراکتور	متوسط عمق کار میله پیازکن (عمق به‌هم خورده خاک) (میلی‌متر)	انحراف معیار عمق کار میلهٔ پیازکن (میلی‌متر)	درصد مسافت طی شده در عمق کارکمتر از ۷۰ میلی‌متر (درصد)	متوسط عمق کار بازوهای عمودی دستگاه (میلی‌متر)
جلوسوار	۷۱	۱۸	۱۶	۱۱۸
عقب‌سوار	۷۴	۹	صفر	۱۲۲

شکل ۵- پیازکن میله‌ای در حالت عقب‌سوار با وزنه‌های سنگین‌کننده

آزمون اولیهٔ تیمارهای آزمایش (پیازکن مجهز به کنارزن) نشان می‌دهد که با نصب یک کنارزن صفحه برگردان‌دار به صورت ثابت روی بازوهای کناری پیازکن (تیمار ۱)، عبور خاک از اطراف بازوهای جانبی با مشکل مواجه می‌شود. به گونه‌ای که جمع شدن خاک در جلوی کنارزن‌ها به افزایش عمق کار ماشین می‌انجامد که تا توقف تراکتور از حرکت، ادامه می‌یابد. در این روش اتصال، کوچک‌ترین تغییر در ارتفاع دیرک‌افزار در حین کار (برای تنظیم ارتفاع ماشین) منجر به تغییر زاویه نفوذ کنارزن و تغییر زیاد عمق کار ماشین می‌شود. برای جلوگیری از پایین رفتن بیش از حد ماشین، یک زنجیر محدودکننده بین شاسی ماشین و تراکتور متصل شود. با این حال، از آن‌جا که چرخ‌های جلوی تراکتور، که برای تثبیت عمق در نظر گرفته شده‌اند، در محل جویچه‌هایی حرکت می‌کنند که کنارزن‌ها ایجاد کرده‌اند، زیادتر شدن عمق جویچه‌ها باعث پایین رفتن بیشتر چرخ‌های تراکتور نیز می‌شود. این اثر متقابل باعث می‌شود که چرخ تراکتور وظیفهٔ تثبیت عمق را نتواند انجام دهد.

تغییر در وضعیت محل کنارزن از نظر ارتفاع قرارگیری نیز منجر به کارایی بهتر ماشین نشد. حتی با بازکردن میلهٔ پیازکن و استفاده از کنارزن ثابت به تنهایی، بهبودی در عملکرد کنارزن مشاهده نگردید. بنابراین، استفاده از کنارزن برگردان‌دار به صورت ثابت امکان‌پذیر نبود.

در تیمار ۲ که کنارزن برگردان‌دار به صورت شناور در پشت بازوهای پیازکن میله‌ای جلوسوار نصب شده بود، اتصال چهار بازویی کنارزن، ضمن تأمین حرکت آزاد عمودی آن، باعث حفظ زاویهٔ نفوذ تیغهٔ کنارزن نیز می‌شود. در این صورت، عمق کار کنارزن تحت تاثیر برآیند نیروی مکش به پایین تیغهٔ کنارزن و نیروی رو به بالای فنر خواهد بود. این امر باعث می‌شود که در صورت بیش‌باری (جمع شدن خاک جلوی کنارزن) و تمایل به افزایش عمق، نیروی فنر از پایین رفتن بیش از حد کنارزن جلوگیری و یکنواختی عمق کار آن را حفظ کند. نتایج مربوط به اندازه‌گیری عمق کار و انحراف معیار قسمت‌های مختلف پیازکن در تیمارهای مختلف در جدول ۲، مؤید این مطلب است.

جدول ۲- شاخص‌های یکنواختی عمق و عرض کار قسمت‌های مختلف ماشین پیازکن در تیمارهای مختلف

تیمارها	متوسط عمق کار میلهٔ پیازکن (عمق به‌هم خورده خاک) (میلی‌متر)	متوسط عمق شیار ایجاد شده بر اثر کنارزن‌ها (میلی‌متر)	انحراف معیار عمق شیار (میلی‌متر)	طولی از شیار کنارزن با عمق کمتر از ۷۰ میلی‌متر (درصد)	متوسط عرض شیارها (میلی‌متر)	انحراف معیار عرض شیار (میلی‌متر)
جلوسوار با کنارزن شناور	۷۳	۸۵	۱۲	۱۵	۲۷۰	۱۰
عقب‌سوار با کنارزن شناور	۷۴	۱۱۵	۱۹	۲۳	۲۷۰	۱۲
عقب‌سوار با کنارزن بشقابی ثابت	۷۱	۷۵	۶	۳	۲۲۰	۷

با مطالعهٔ جدول ۲ می‌توان دریافت که در تیمار ۳ که کنارزن به تنهایی در جلوی چرخ‌های تراکتور نصب شده است، به علت حرکت در زمین شخم نخورده، عمق کار یکنواختی کمتری (انحراف معیار بیشتر) نسبت به حالتی که در زمین شخم خورده پشت پیازکن میله‌ای حرکت می‌کند (تیمار۲) دارد. به نظر می‌رسد در زمین شخم نخورده نیروی فنر در بعضی مواقع توان غلبه بر نیروی مکش رو به پایین تیغهٔ کنارزن را ندارد. مشاهدات مزرعه‌ای نشان می‌دهد که در این حالت راننده برای برقراری یکنواختی در عمق کار کنارزن به دفعات مجبور به تغییر وضعیت اهرم هیدرولیک (تغییر ارتفاع دیرک‌افزار و به تبع آن زاویهٔ نفوذ تیغه) است.

در تیمار شماره ۴، که دو کنارزن از نوع بشقابی به تنهایی در جلو قرار دارد، یکنواختی عمق کار کنارزن از بقیه تیمارها بهتر است (جدول ۲). در این تیمار، از آن‌جا که ابزار خاک‌ورز بشقابی تمایل به نفوذ ندارد، برای پایین رفتن بشقاب تا عمق مطلوب، نیاز به اعمال نیروی عمودی (بخشی از وزن تراکتور) خواهد بود. در این ابزار خاک‌ورز، وزن اعمال شده از طرف تراکتور، با نیروی عکس‌العمل عمودی وارد بر بشقاب از طرف خاک متعادل می‌شود که با افزایش زوایای تمایل جانبی و تمایل عمودی، این نیروی عمودی کاهش می‌یابد. این روند در بشقاب‌های بزرگ تا زاویه‌ای مشخص ادامه می‌یابد، اما با افزایش زاویه تمایل جانبی در اثر برخورد سطح پشت بشقاب با کف شیار، نیروی عکس‌العمل عمودی شروع به افزایش می‌کند (Asgari-Ardeh, 2003). این موضوع بدین معنی است که در صورت تماس سطح پشت بشقاب با کف شیار، بشقاب مانند چرخ عمل کرده و با افزایش نیروی فشارندهٔ آن (وزن) به داخل خاک، نیروی عکس‌العمل خاک نیز افزایش می‌یابد. در این حالت، افزایش عمق رابطهٔ خطی با افزایش وزن ندارد و به ازای افزایش مقدار قابل توجهی وزن، افزایش عمق نفوذ بشقاب ناچیز خواهد بود.

در بشقاب مورد مطالعه، برای دستیابی به عمق مورد نظر، زاویهٔ تمایل عمودی مناسب با روش آزمون و خطا به دست آمد. برای رسیدن به عمق مطلوب، این مقدار معادل ۳۵ درجه تعیین گردید (شکل ۶). در این زاویه، عمق کار متوسط در ابزار خاک‌ورز بشقابی، ۷/۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (جدول ۲). در این زاویه، که خوابیدگی بشقاب در مقایسه با خوابیدگی بشقاب‌های مورد استفاده در گاوآهن‌های بشقابی و مرزکش‌ها نسبتا زیاد است، افزایش وزن حتی تا حد اعمال تمام وزن جلوی تراکتور روی بشقاب منجر به افزایش عمق نمی‌شود. به هنگام استفاده از ابزار خاک‌ورز بشقابی در جلوی تراکتور، این پدیده از این نظر اهمیت می‌یابد که با نوسانات نیروی عمودی اعمال شده عمق کار تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد و یکنواختی مطلوبی از نظر عمق کار به دست

می‌آید. خوابیدگی زیاد بشقاب در این زاویه، امکان نصب بازوهای نگهدارنده پشت بشقاب را ناممکن می‌سازد و به این دلیل بازوی حامل به جلو بشقاب منتقل شد (شکل ۳ د).

شکل ٦- زاویهٔ واقعی قرارگیری بشقاب‌ها برای برقراری عمق مطلوب به هنگام کار با کنارزن بشقابی

در جدول ۳ نتایج مربوط به میزان لغزش، درصد فرمان‌پذیری تراکتور، فاصلهٔ لبهٔ نوار برداشت شده تا محور میانی ماشین و ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای در تیمارهای مختلف ماشینی آورده شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد که ضریب لغزش در تیمار شمارهٔ ۲، که مجموع کنارزن و پیازکن در جلو است، حدود ۴۷ درصد بوده که دلیل آن اعمال بخشی از نیروی وزن تراکتور بر پیازکن و انتقال گرانیگاه تراکتور به سمت جلو در حین کار است که در ادوات جلوسوار اتفاق می‌افتد. استفاده از چرخ‌های باریک در برداشت محصول متراکم (که سطح تماس آن‌ها با خاک کمتر از نصف سطح تماس چرخ‌های معمولی است) نیز این امر را تشدید می‌کند. در این تیمار با رعایت محدودیت حداکثر وزن مناسب روی چرخ‌های باریک، ۲۷۰ کیلوگرم وزنه روی عقب تراکتور اضافه شد که لغزش چرخ‌های تراکتور را به میزان ۲۲ درصد کاهش داد (هر چند این کاهش، هنوز در دامنه درصد مطلوب (۷-۱۵ درصد) خاک‌های کشاورزی نیست) بنابراین درصد لغزش برای تیمارهای عقب‌سوار که تنها کنارزن در جلو است، در آستانه بالای دامنهٔ مطلوب اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

مقایسهٔ تیمارها از نظر درصد فرمان‌پذیری در جدول ۳ نشان می‌دهد که در تیمار ۲ که پیازکن میله‌ای در جلو قرار دارد این شاخص بسیار کوچک (۱۵ درصد) است. وجود سه پایهٔ عمودی در جلو تراکتور که تا عمق حدود ۱۲ سانتی‌متر در خاک فرو می‌رود باعث دشوار شدن فرمان‌دهی توسط چرخ‌های جلو می‌شود. این مشکل از عوامل بسیار محدودکننده در استفاده از پیازکن میله‌ای به صورت جلوسوار است. درصد فرمان‌پذیری برای دو تیمار دیگر که تنها کنارزن‌ها در جلو قرار دارند به میزان قابل توجهی بیشتر از تیمار ۲ است. درصد فرمان‌پذیری در تیمار ۳، که کنارزن آن مجهز به یوغ عمودی لولایی است، تفاوت زیادی با درصد فرمان‌پذیری تیمار ۴، که کنارزن بشقابی با پایه‌های ثابت متصل شده، ندارد.

در نوع بشقابی هر بشقاب می‌تواند حرکت چرخشی مجزا داشته باشد، از این رو زمانی که تراکتور از خط

مستقیم منحرف می‌شود، چرخش نایکسان بشقاب‌ها امکان حرکت جانبی کنارزن را فراهم می‌کند. به نظر می‌رسد در هر دو تیمار اخیر درگیری ابزار خاک‌ورز در خاک، محدودیت زیادی در فرمان‌پذیری تراکتور ایجاد نکرده است. مقایسهٔ تیمارها از نظر انحرافات عرضی نشان می‌دهد که تیمار ۲ دارای کمترین انحراف عرضی است که می‌توان آن را به مواردی نسبت داد که باعث فرمان‌ناپذیری مؤثر در این تیمار هستند. وجود سه پایهٔ عمودی درگیر با خاک، میزان جابه‌جایی عرضی ماشین را به حداقل می‌رساند. در دو تیمار دیگر که تنها کنارزن‌ها در جلو قرار دارند، یکنواخت نبودن مقاومت خاک در طرفین ماشین باعث جابه‌جایی شاسی در عرض می‌شود؛ به نحوی که عرض لبهٔ نوار برداشت شده به مقدار ۳ سانتی‌متر داخل و خارج خواهد شد.

محاسبهٔ ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای در تیمارهای مختلف، که تفاوت قابل توجهی نیز با هم ندارند، نشان می‌دهد که تقریبا دو هکتار در روز با این دستگاه قابل برداشت است. این مساحت، که معادل کار ۶۰ کارگر روز برای پیازکنی است، در پایین‌ترین سرعت تراکتور به گونه‌ای که کمترین صدمهٔ مکانیکی را به پیازها وارد شود اندازه‌گیری شد.

جدول ۳- درصد لغزش و فرمان‌پذیری تراکتور و انحراف عرضی نوار برداشت شده در تیمارهای مختلف

شمارهٔ تیمار	تیمارها	درصد لغزش چرخ‌های محرک	درصد فرمان‌پذیری تراکتور	فاصلهٔ لبهٔ نوار برداشت شده تا محور میانی ماشین (سانتی‌متر)	ظرفیت موثر مزرعه‌ای (هکتار در ساعت)
۲	جلوسوار با کنارزن شناور	۲۲ درصد	۱۵ درصد	۹۲±۱	۰/۲۴
۳	عقب‌سوار با کنارزن شناور	۱۵ درصد	۸۴ درصد	۹۲±۳	۰/۲۵
۴	عقب‌سوار با کنارزن بشقابی ثابت	۱۳ درصد	۸۱ درصد	۹۰±۳	۰/۲۶

در مرحلهٔ بعد با به کارگیری ماشین در مزرعهٔ پیاز، تأثیر تیمارها بر آسیب‌های مکانیکی وارد بر سوخ‌ها در دو حالت سرزنی شده و سرزنی نشده بررسی شد. جدولِ ۴ نتایج حاصل از مقایسه تیمارها از نظر درصد سوخ‌های آسیب دیده، له شده در زیر چرخ‌ها، مدفون شده و بریده شده را نشان می‌دهد. بیشترین درصد سوخ‌های آسیب دیده مربوط به تیماری است که پیازکن در جلو نصب شده است. در این حالت، همان‌گونه که پیش‌تر نیز گفته شد، عمق کار ماشین دارای نوساناتی است که در برخی موارد منجر به برخورد میله یا بازوهای عمودی ماشین با قسمت‌های تحتانی پیازها شده است. برخورد میله با پیاز باعث گردید که به ۸ درصد سوخ‌ها در حالت سرزنی شده و ۷/۵ درصد آن‌ها در حالت سرزنی نشده آسیب‌های مکانیکی وارد آید. به طور کلی سرزنی کردن محصول، یک هفته قبل از برداشت، اختلاف معنی‌داری در کاهش صدمات مکانیکی ایجاد نکرد. آسیب‌هایی از این نوع، که شامل زخمی شدن سوخ‌ها تا عمق ۳ میلی‌متر (فلس اول) است، هنگامی رخ می‌دهد که در اثر عمق کم ابزار خاک‌ورز، پوشش کافی از خاک بین آن ابزار و سوخ‌ها وجود نداشته باشد. این نوع آسیب در دو تیمار دیگر، که پیازکن در عقب تراکتور سوار شده و عمق کار یکنواخت است، به‌طور معنی‌داری کمتر بوده و از بین آن دو نیز استفاده از کنارزن بشقابی میزان این نوع صدمات را به حداقل رسانده است.

جدول ٤- مقادیر میانگین عمق کار میله، و درصد سوخ‌های آسیب دیده، له شده و مدفون شده در برداشت پیاز با ماشین جلوسوار

تیمارهای ماشینی	تیمارهای سرزنی	سوخ‌های آسیب دیده (درصد)	سوخ‌های له شده در زیر چرخ‌ها (درصد)	سوخ‌های مدفون (درصد)	سوخ‌های بریده (درصد)
جلوسوار با کنارزن شناور	سرزنی شده	۸ a*	۳ab	۱a	۰/۱ c
	سرزنی نشده	۷/۵a	۲/۵ab	۱/۵ a	۰/۱c
عقب‌سوار با کنارزن شناور	سرزنی شده	۳/۵ b	۴a	۰/۲ b	۱/۵b
	سرزنی نشده	۳ bc	۳ab	۰/۱ b	۱/۵b
عقب‌سوار با کنارزن بشقابی ثابت	سرزنی شده	۲ c	۲/۵ b	۰/۳ b	۴a
	سرزنی نشده	۲ c	۲ b	۰/۲ b	۴a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بررسی سوخ‌های له شده در زیر چرخ ها نشان می‌دهد که کنارزن‌های پیاز در جلوی چرخ‌ها، اگرچه موفق به کنار زدن همه سوخ‌ها می‌شوند، اما حدود ۹ تا ۱۳ درصد سوخ‌های کنده شده در جلو چرخ‌ها، پس از کنار زده شدن روی پشته‌های ایجاد شده مستقر نشده، به داخل جویچه‌ها بازگشته و در زیر چرخ‌ها له می‌گردند. این مقدار در تیمارهای مختلف معادل ۲ تا ۴ درصد کل پیازهای برداشت شده در عرض کار ماشین است و با توجه به این‌که سوخ‌های سرزنی شده تمایل بیشتری به غلتیدن دارند، این نوع تلفات در کرت‌های سرزنی نشده کمتر است.

جدول ۴ همچنین نشان می‌دهد که در تیمار جلوسوار با کنارزن شناور، درصد کمی از سوخ‌ها در زیر خاک کنار زده شده از جلوی چرخ‌ها مدفون شده‌اند. سوخ‌های مدفون اگرچه با به هم زدن جزئی خاک در هنگام جمع‌آوری با کارگر آشکار می‌شوند ولی از معایب این تیمار به حساب می‌آید. در دو تیمار دیگر که ماشین پیازکن عقب‌سوار می‌باشد، پشته‌های ایجاد شده در طرفین جویچه‌های محل عبور کنارزن‌ها، در اثر عبور پیازکن به هم خورده و تقریبا همهٔ سوخ‌ها آشکار می‌شوند.

بریده شدن سوخ‌ها، یعنی آخرین نوع صدمات مکانیکی در جدول ۴، معمولا در اثر برخورد لبهٔ برنده قطعات ماشین با پیازهای کنده نشده اتفاق می‌افتد. بیشترین میزان این خسارت در استفاده از کنارزن بشقابی در جلوی چرخ‌ها مشاهده می‌شود که مقدار آن نیز نسبتاً قابل توجه است. بریده شدن سوخ‌ها در این نوع کنارزن در اثر برخورد لبهٔ برنده بشقاب با سوخ‌های کنده نشده در محل خروج بشقاب از خاک (دیواره بیرونی جویچه) است که حتی با یکنواختی عمق کار اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در استفاده از کنارزن صفحه برگردان‌دار، بریدگی سوخ‌ها در اثر برخورد لبهٔ پایین کنارزن با پیازها اتفاق می‌افتد و تنها زمانی مشاهده می‌شود که کنارزن در عمق کم حرکت کند. مقدار سوخ‌های بریده در این کنارزن نصف تعداد سوخ‌های بریده در نوع بشقابی است و با برقراری یکنواختی عمق، به مقدار ناچیزی قابل تقلیل است. در تیمار جلوسوار که پیازها قبل از برخورد با کنارزن توسط پیازکن کنده شده‌اند، بریدگی سوخ‌ها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، ارزیابی ماشین پیازکن میله‌ای، که با اعمال تغییراتی در ساختمان علف‌کن میله‌ای ساخته شده، به شرط برقراری عمق مطلوب برای ماشین، حاکی از عملکرد مطلوب آن در کندن سوخ‌های پیاز است. از بین روش‌های مختلف که برای استفاده از این ماشین در کشت

درهم پیشنهاد شده، نصب ماشین در جلوی تراکتور به دلیل برقرار نشدن عمق یکنواخت، فرمان‌ناپذیری مطلوب و میزان زیاد لغزش چرخ‌های تراکتور مناسب تشخیص داده نشد. بنابراین، نصب پیازکن در عقب تراکتور و استفاده از دو ابزار خاک‌ورز در جلوی تراکتور برای کندن و ردیف کردن سوخ‌هایی که در جلوی چرخ‌ها قرار می‌گیرند، تنها راه عملی پیشنهاد می‌گردد. از بین دو نوع ابزار خاک‌ورز استفاده شده به عنوان کنارزن در جلوی تراکتور، تأمین عمق کار یکنواخت بدون وجود سامانهٔ کنترل خودکار برای نوع برگردان‌دار بسیار دشوار است و این عامل باعث می‌شود که درصدی از سوخ‌ها بریده یا له شوند. عمق کنارزن نوع بشقابی بدون نیاز به سامانهٔ کنترل خودکار هیدرولیکی قابلیت کار در عمق یکنواخت را داراست و فرمان‌پذیری و لغزش چرخ‌های تراکتور را نیز در حد قابل قبول تأمین می‌کند. تنها مشکل عمده در استفاده از آن، بریده شدن سوخ‌ها در محل حملهٔ بشقاب به خاک است که باعث می‌شود تلفات در کشت درهم قابل توجه باشد.

با توجه به نوسانات جانبی نسبتا کم این نوع کنارزن جلوسوار، اگر تنها یک نوار ٢٠ سانتی‌متری در جلوی چرخ‌ها به صورت نکاشت رها شود (به گونه‌ای که تنها در محل نفوذ بشقاب به خاک، سوخ وجود نداشته باشد) از این ابزار خاک‌ورز می‌توان به خوبی برای کندن و ردیف کردن یک نوار ٢٢ سانتی‌متری استفاده کرد. در این صورت، نواری به عرض حدود ۴۰ سانتی‌متر برای عبور چرخ‌های تراکتور ایجاد می‌شود که متناسب با اندازهٔ چرخ‌های باریک است. راه حل عملی برای استفاده از این ماشین، تغییر الگوی کاشت از درهم به خطی متراکم است. در کشت خطی متراکم با حفظ تعداد بوته در واحد سطح، کشت روی ردیف‌هایی با فواصل ١٥ تا ٢٠ سانتی‌متر انجام می‌گیرد.

در صورت دستیابی به مکانیسمی برای تثبیت عمق کار ابزار جلوسوار، می‌توان از کنارزن برگردان‌دار نیز در کشت پخشی استفاده کرد.

مراجع

Anon. 2010. Agricultural Productions in Iran. Agricultural Research and Education Organization. Jahad-e-Agricultural Ministry. (in Farsi)

Asgari-Ardeh, A. 2003. Disk Soil-Working Implements. Nashr-e-Daneshgahi Pub. Tehran. Iran. (in Farsi)

Balls, R. C. 1985. Horticultural Engineering Technology: Fixed Equipment and Buildings. Macmillan Pub. LTD.

Chesson, J. H., Johnson, H., Brooks, C. R., Curley R. G., Burkner, P. F. and Perkins, R. M. 1978. Mechanical harvesting investigations for fresh market onions. T. ASAE. 21(5): 838-842.

Hamasaki, R., Valenzuela, H. and Shimabuku, R. 1999. Bulb Onion Production in Hawaii. College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR). University of Hawaii at Manoa. Honolulu. Hawaii.

Hunter, J., Chesson, J. H., Mayberry, K. S., Curley, R. G. and Brooks, C. R. 1977. Machine harvesting fresh market onions. California Agric. 31(6): 4-7.

Laryushin, N. P. and Laryushin, A. M. 2009. Energy-saving onion harvesting technology. Russian Agric. Sci. 35(1): 66-67.

Mayberri, K. S. and Meister, H. 2003. Sample Cost to Establish and Produce Market Onions. U. C. Cooperative Extension. University of California and the United States Department of Agricultural Cooperating.

Mozafari, M. and Kazemeinkhah, K. 2000. Design, development and evaluation of suitable onion harvester for small farms (laboratory scale). Research Report. Agricultural Engineering Research Institute. (in Farsi)

Rusinek, T., Mishanec, J. and Lorbeer, J. 2008. Analysis of onion management practices as they relate to levels of Aspergillus niger (Black Mold) and development of IPM scouting protocols for Blackmold. Available at: http//www.nysiom.cornell.edu/grantspgm/projects/project00/veg/rusinek.pdf.

Srivastava, A., Goering, C. E. and Rohrbach, R. P. 1993. Engineering Principles of Agricultural Machines. American Society of Agricultural Engineers. Michigan. USA.

Viramontes, J. A. B. 1980. Harvester with Mechanical Rod Weeder and Soil Agitator. United State Patent. No. 4232745.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.14/No.2/2013/P:93-108

Using a Rod-Digger to Dig Onion Bulbs in Dense Planting

O. Taki* and A. Asadi

* Corresponding Author: Academic member, Agricultural Engineering Reaserch Department, Isfahan Agricultural Research Center, Isfahan, Iran. P. O. Box: 81785-199. E-mail: orangtaki@yahoo.com

Received: 11 June 2012, Accepted: 29 December 2012

In Iran, onion plants are currently broadcast over the majority of onion fields and weeding and harvesting are done manually by seasonal workers. At harvest time, 40 worker-days are required to onion dig just one hectare. This cost could be saved if the operation could be carried out by machine. Rear-mounted diggers can only be implemented if 40 cm spacing between rows is allowed for each tractor wheel, which results in a 20% decrease in yield. This research evaluated the feasibility of using front-mounted implements to dig rows of crop bulbs of the same width as the tractor and to dig only two narrow bands in front of the tractor wheels. Treatments included installing a rod weeder (rod digger) with attached wind rowers in front of the tractor and a rod-digger at the rear of the tractor. Furrowers were attached in front to dig bulbs located in front of the tractor wheels. The feasibility of the treatment applications was evaluated in preliminary field tests where machine performance indices were measured. The effect of machinery treatments and leaf topping before digging on loss and mechanical damage were tested in a typical onion farm in Isfahan province. The results showed that the working depth of the rod digger installed in front of the tractor without a draft control system was not consistent and damaged 8% of bulbs mechanically. Moreover, insufficient maneuverability of the tractor and a percentage of slippage of the drive wheels were other restrictions to application of the front-mounted rod digger. Connecting the rod digger to the rear linkage of the tractor and using two furrowers in front of the tractor wheels was the only configuration for use of such implements in densely planted onions. In this configuration, using foreword tines like moldboard furrowers in front of the tractor was not easy without the use of a draft control system because of the non-uniformity of the working depth. Disk plows worked at a relatively uniform depth without the need for a draft controller; slippage and maneuverability of the tractor were also satisfactory. A comparison of the two furrowers in front of the tractor showed that the disk-type furrower caused less loss to the outer layer of the onion bulbs. The drawback to this type was a 4% loss from cut bulbs that emerged in front of the vertical cutting edge of the disk. If just a 20 cm space is provided on the either side of the planted band, a disk furrower attached in front and a rod digger in the rear of a tractor is the recommendable configuration for onion digging under the tested conditions.

Keywords: Onion digger, Onion harvesting, Rod onion digger, Rod weeder