ارزیابی فنی و اقتصادی ماشین سرزن پشت تراکتوری

شمس‌اله عبد اله‌پور[1*]، محسن حیدری سلطان‌آبادی[2] و محمد مقدم‌واحد[3]

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱

۱- گروه آموزشی مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

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

۳- گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[*]مسئول مکاتبه shams@tabrizu.ac.ir

چکیده

جدا کردن برگ پیاز به‌عنوان بخشی از مراحل برداشت این محصول، حدوداً یک سوم زمان و هزینه برداشت را به خود اختصاص می‌دهد. بر این اساس به‌کارگیری فناوری‌های مناسب برگ‌زنی، از اهداف اصلی مکانیزاسیون برداشت پیاز محسوب می‌شود. در این تحقیق به منظور تبدیل سرزن غلتکی پیاز به نوع سوارشونده پشت تراکتوری، اثر دو سرعت ۲۹۵۰ و ۱۸۰۰ دور در دقیقه‌ای تیغه‌های برگ‌زن، بر مواردی مانند طول برگ باقی‌مانده روی پیاز، درصد پیازهای سرزنی شده و درصد پیازهای آسیب‌دیده اندازه‌گیری و سرعت مناسب تعیین شد. سپس با اعمال تغییرات لازم، ماشین مورد نظر تکمیل گردید به‌نحوی که علاوه بر حمل و نقل، قابلیت راه اندازی با تراکتور را داشته باشد. در گام بعدی ظرفیت کاری سرزن محاسبه و مقایسه اقتصادی جایگزینی این دستگاه با روش مرسوم برگ‌زنی پیاز انجام شد. نتایج نشان دادند که دو سرعت چرخشی ۲۹۵۰ و ۱۸۰۰ دور در دقیقه‌ای تیغه‌های سرزن، از نظر طول برگ باقی‌مانده بر روی پیاز، درصد سرزنی پیازها و درصد پیازهای صدمه دیده، تفاوتی ندارند که با توجه به شرایط طراحی و کاهش انرژی سرزنی، سرعت ۱۸۰۰ دور در دقیقه مناسب تشخیص داده شد. ارزیابی اقتصادی ماشین سرزن پیاز نشان داد که جایگزین کردن سرزنی مرسوم (دستی) با ماشین سرزن موجب کاهش ۴۳ نفری نیروی کارگری و ۵۳ درصدی هزینه‌های سرزنی در هر هکتار می‌شود.

واژه‌های‌کلیدی: ارزیابی فنی، پیاز، سرزن غلتکی، ظرفیت مزرعه

۱- مقدمه

سطح زیر کشت پیاز در ایران بالغ بر ۵۵۰۰۰ هکتار است که از این مقدار، حدود ۲/۰۶ میلیون تن پیاز تولید می‌شود (بی نام، ۱۳۹۴) محصول تولید شده به‌صورت تازه‌خوری مصرف یا برای مصرف تدریجی در انبار نگهداری می‌شود و مقدار قابل توجهی از آن به کشورهای مجاور صادر می‌گردد. برداشت پیاز شامل عملیات سرزنی و جدا کردن سوخ از خاک است که در سرزنی، قسمت‌های هوایی گیاه، به‌صورت دستی یا مکانیزه قطع و حذف می‌شود. از جمله مشکلات زراعت پیاز، هزینه بالای مراحل برداشت آن است طوری که برای برداشت هر هکتار پیاز به‌صورت دستی به ۸۰۰ نفر - ساعت کارگر نیاز است (تاکی، ۱۳۹۰). طبق تحقیقات، یک سوم از مجموع نیروی کارگری مورد استفاده در برداشت پیاز به عملیات برگ‌زنی اختصاص می‌یابد که این امر لزوم توسعه مکانیزاسیون در این بخش را نشان می‌دهد. تحقیقات متعددی جهت جایگزینی روش دستی با روش‌های مکانیزه در حذف برگ پیاز اجرا گردیده که در آن‌ها از ماشین‌ها و مکانیزم‌های مختلفی استفاده شده است. مرحلهٔ سرزنی پیاز زمانی به‌صورت رضایت‌بخش انجام می‌شود که در آن برگ‌های پیاز به‌صورت دقیق و با کم‌ترین خسارت وارده به سوخ از مکان مورد نظر روی پیاز قطع گردد. بنابراین دو عامل یعنی میزان دقت برش برگ از محل مناسب و مقادیر احتمالی صدمات وارد شده به سوخ در حین برگ‌زنی، از جمله موارد تعیین‌کننده عملکرد یک مکانیزم برش برگ پیاز به‌شمار می‌روند (حیدری سلطان آبادی، ۱۳۹۱). در پژوهشی سه نوع برگ‌زن (دوار تیغه‌ای زنجیری، شلاقی و داسی) انتخاب و از نظر کیفیت کار در برگ‌زنی پیاز آزمایش شدند. در برگ‌زن دوار، یک تیغه با قطر ۳۰ اینچ به‌وسیله یک موتور هیدرولیکی با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به چرخش در می‌آمد. نیروی محرکه برگ‌زن شلاقی دو ردیفه از محور توانده‌ی تراکتور تأمین می‌شد و برگ‌زن داسی توسط یک موتور گازی کوچکی به‌کار می‌افتاد. نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که عملکرد برگ‌زن تیغه‌ای دوار با ۶۸ درصد برگ‌های صحیح برش خورده نسبت به برگ‌زن شلاقی با ۴۵ درصد و برگ‌زن داسی با ۲۱ درصد برای برگ‌زنی پیاز مناسب‌تر بود (درول و

گوبل، ۱۹۷۴). در نوعی از سرزن‌های ثابت، از یک محفظه کـه قسـمت بالای آن به‌صورت مشبک ساخته شده است، استفاده می‌شود. درون این محفظه یک تیغه چرخان عمل قطع برگ پیاز را انجـام مـی‌دهـد. روش کار به این صورت است که پیازهای برگ‌دار از یک سـمت دسـتگاه وارد شده و روی صفحه مشبک ریخته می‌شوند. ورود برگ‌های پیاز از طریق سوراخ‌های صفحه به ناحیه چرخش تیغه موجب قطع آن‌هـا مـی‌گـردد. لرزش صفحه مشبک و مکش ایجاد شده توسط چرخش تیغـه بـه ورود برگ‌ها به سوراخ‌های صفحه کمک مـی‌کنـد. پیازهـای سـرزنی شـده از سمت دیگر دستگاه خارج می‌شوند (بی‌نام، ۲۰۱۲). چسون و همکـاران (۱۹۷۸) عملکرد دو نوع سرزن پیاز شامل میلـه داسـی شـکل و سـرزن دوار تک ردیفه را از نظر آسیب‌های وارد شده به سوخ‌هـا مـورد بررسـی قرار دادند. نتایج نشان دادند که عملکرد سرزن میله‌ای داسی شکل بـه-علت مسدود شدن توسط سرهای حجیم، قابـل قبـول نیسـت. بررسـی پیازهای سرزنی شده با سرزن دوار حاکی از آن بود که به‌طـور متوسـط ۴۸/۶ درصد سرها از ارتفاع مناسب قطع شده‌انـد. کنـده شـدن پوسـت سوخ‌های پیاز، عمده‌ترین آسیب وارد شده به محصول بود.

در برخی از ماشین‌هـای سـرزن پیـاز از تیغـه‌هـای متحـرک افقـی استفاده می‌شود که برگ پیاز را در هنگام استقرار سوخ در خـاک از آن جدا می‌کند. ایـن سـرزن از شاسـی اصـلی، چـرخ‌هـای تنظـیم ارتفـاع، حسگرهای تنظیم ارتفاع برش، تیغه افقی، سیستم اتصـال سـه نقطـه و سیستم انتقال قدرت از PTO تراکتور تشکیل شده است. مدلی از ایـن نوع ماشین وارد کشور شد و کارایی آن مورد بررسی قرار گرفـت. طبـق گزارش‌ها میزان یکنواختی برگ باقی‌مانده روی پیازهای سرزنی شده در حد مطلوب نبود. از طرفی پشـت تراکتـوری بـودن دسـتگاه، ورود ایـن ماشین را به زمین‌های کشت درهم با مشکل روبرو مـی‌کـرد (فرهمنـد، ۱۳۸۸). ارزیابی مختاری‌ستایی (۱۳۸۸) بر روی سـرزن تیغـه‌ای پشـت تراکتوری مدل SAMON نشان داد که مناسب‌ترین سرعت پیشـروی برای دسـتیابی بـه کـم‌تـرین طـول بـرگ بـاقی‌مانـده روی سـوخ (۳۵ میلی‌متر) ۳/۶ کیلومتر بر ساعت است. در تحقیقی دیگر از صـفحه دوار افقی که به تیغه‌های ۳ اینچی مجهـز شـده بـود بـرای بـرگ‌زنـی پیـاز استفاده شد. سـرعت دورانـی صـفحهٔ دوار بـین۱۸۰۰ تـا ۲۸۰۰ دور در دقیقه انتخاب گردید (بی‌نام، ۱۹۷۴). در پژوهشی سه مکـانیزم شـلاقی عمودی، ضربه‌ای افقی و غلتک‌های قطع کننده در سـه سـرعت ۱۵۰۰، ۱۷۰۰ و ۲۰۰۰ دور در دقیقه جهت عملیات برگ‌زنـی پیـاز زمـانی کـه سوخ‌ها در خاک استقرار داشـتند، بـه‌کـار گرفتـه شـدند. طبـق نتـایج، مکانیزم شلاقی بـه‌عنـوان مناسـب‌تـرین روش سـرزنی، در مرحلـهٔ اول رسیدگی پیاز با سرعت دورانی ۲۰۰۰ دور در دقیقه و در مرحلهٔ دوم بـا سرعت دورانی ۱۵۰۰ دور در دقیقه بـه‌ترتیـب بـا دقـت ۸۷/۷ درصـد و ۸۳/۹ درصد، برگ‌های پیاز را به‌طور صـحیح سـرزنی نمـود (مظفـری و کاظمین‌خواه، ۱۳۷۹). در گروهی از ماشین‌های پیازکن، سوخ‌های برگ دار توسط یک تیغه ریشه‌زنی شده و سپس به همـراه خـاک بسـتر وارد دستگاه می‌شوند. عملیات سرزنی برگ‌ها در ادامه کـار دسـتگاه صـورت می‌گیرد (سیرواستاوا و همکاران، ۱۹۹۳؛ بـالز، ۱۹۸۵). در ایـن سـامانه برداشت، برگ پیاز توسط مکانیزم‌های مختلفی از سوخ جـدا مـی‌شـود. سرزن غلتکی از جمله فناوری‌های مورد اسـتفاده در حـذف بـرگ پیـاز است که در آن برگ، بعد از خارج شدن سـوخ بـرگ‌دار از خـاک، جـدا می‌شود (کیدو و شوف، ۲۰۰۶). از این ماشین می‌توان در دو حالت ثابت یا متحرک استفاده کرد. اما عمدتاً سـرزن غلتکـی بـه‌عنـوان بخشـی از برداشت‌کننده‌های پیاز محسوب می‌شود که در آن‌ها سوخ‌های بـرگ‌دار توسط تیغه‌ها یا میله‌های زیربر کننده از خاک جدا شده و پس از انتقال به قسمت سرزنی، برگ به وسیله سرزن غلتکی جـدا مـی‌شـود. در ایـن ماشین به‌منظور افزایش ظرفیت سرزنی، چند واحـد سـرزن غلتکـی در کنار هم به‌کار گرفته می‌شود.

یکی از عوامل ساختاری در توسعه مکانیزاسیون، بررسی جنبه‌هـای اقتصادی مکانیزاسیون می‌باشد (الماسـی و همکـاران، ۱۳۸۴). بـر ایـن اساس مقایسه اقتصادی به کارگیری ماشین‌ها یا روش‌هـای مختلـف در بخش کشاورزی جزء لاینفک مکانیزاسیون بوده و محققان این بخش به جز بررسی‌های فنی و تکنیکی مکانیزاسیون، معایب و محاسن اقتصادی آن را در نظر می‌گیرند. به‌عنوان مثال، گروهی از محققین پس از معرفی یک دستگاه نشاکار پیاز به ارزیابی اقتصادی روش‌های متفاوت اسـتقرار نشاء در نشاکاری پیاز پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد کـه سـود خالص سیستم دو و سه نشائی نسبت به کشت تک نشایی به ترتیب ۱۲ و ۳۲ درصد افزایش می‌یابد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۴).

در تحقیق حاضر با اعمال تغییرات لازم، یک دستگاه سرزن غلتکـی پیاز به‌صورت سوارشونده پشت تراکتوری درآمد و مورد ارزیـابی فنـی و اقتصادی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

سرزن غلتکی پیاز از جمله فناوری‌های مورد استفاده در حذف برگ پیاز است که از دو قسمت اصلی غلتک‌های مرتب‌کنندهٔ برگ و سـوخ و مکانیزم برش برگ تشکیل شده است. یکی از غلتک‌ها به مارپیچ انتقال مجهز شده و یک مکانیزم برش در انتهای دو غلتک قـرار گرفتـه اسـت. روش برگ‌زنی این دستگاه به این صورت است کـه بـا چـرخش خـلاف جهت غلتک‌ها به سمت داخل و با سرعت برابر، به محـض قـرار گـرفتن سوخ برگ‌دار در فاصله بین دو غلتـک، بـرگ پیـاز بـا زایـده‌هـای نـوار لاستیکی مستقر بر روی دو غلتک تماس پیدا کـرده و در اثـر چـرخش آن‌ها از بین فاصله دو غلتک به سمت پایین کشیده می‌شود (شـکل ۱). در این وضعیت، سوخ به‌دلیل قطر بیش‌تر در فاصله بین دو غلتک بـاقی

می‌ماند و توسط مارپیچ انتقال به سمت انتهای غلتک‌ها به حرکت درمی‌آید. در انتهای مسیر، برگ پیاز با عبور از یک مکانیزم قطع برگ، برگ‌زنی می‌شود (شکل۲). در پژوهش قبلی یک دستگاه سرزن غلتکی ساخته شد و به‌صورت کارگاهی، سرعت و فاصله بهینه غلتک‌ها براساس کمینه بودن صدمات وارد بر سوخ‌ها و بیشینه بودن درصد پیازهای مرتب شده تعیین گردید. بر طبق نتایج حاصله، بهترین سرعت چرخشی غلتک‌ها به میزان ۲۰۰ دور در دقیقه و مناسب‌ترین فاصله غلتک‌ها در مقدار ۲۳ میلی‌متر به‌دست آمد. بر اساس نتایج همین تحقیق، مقایسه مکانیزم تیغه و هرزگرد و مکانیزم دو تیغه‌ای از نظر کوتاه‌ترین طول برگ باقی مانده روی سوخ، نشان داد که روش دو تیغه‌ای مناسب‌تر می‌باشد (حیدری سلطان‌آبادی و همکاران ۱۳۹۱). هدف از تحقیق حاضر تبدیل سرزن ساخته شده به نوع پشت تراکتوری است به‌نحوی که بتوان از آن در سطح مزرعه به‌صورت درجا یا در حین حرکت برای سرزنی پیازهای برگ‌دار استفاده نمود. در این حالت پیازهای برگ‌داری که قبلاً توسط کارگر از خاک جدا شده و در سطح مزرعه رها شده‌اند، جمع‌آوری و به دستگاه سرزن منتقل می‌شوند. از طرفی دستگاه جدید، قابلیت اتصال به پیازکن‌های پشت تراکتوری را دارا خواهد بود. همان‌گونه که بیان شد، سه پارامتر سرعت غلتک‌ها، فاصله غلتک‌ها و نوع مکانیزم برش قبلاً به صورت کارگاهی مشخص شده بود. در ادامه سرعت چرخشی مناسب مکانیزم برش دو تیغه‌ای به صورت کارگاهی به دست آمد. به این منظور آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۵ تکرار (هر تکرار ۲۵ پیاز) اجرا و دو سرعت چرخشی ۲۹۵۰ و ۱۸۰۰ دور در دقیقه تیغه‌ها به‌عنوان تیمارهای آزمایش ارزیابی گردید. این دو سرعت با فرض تفاوت انرژی مورد نیاز برای قطع قطرهای متفاوت برگ پیازها انتخاب گردید. همچنین محدوده سرعت‌های استفاده شده، توسط سایر محققین نیز به کار رفته است (مظفری و کاظمین‌خواه، ۱۳۷۹؛ بی‌نام، ۱۹۷۴). برای راه‌اندازی و تغییر سرعت دورانی تیغه‌ها از یک دستگاه الکتروموتور و اینورتر استفاده شد. غلتک‌های مرتب‌کننده نیز توسط الکتروموتور دیگری به‌کار افتاد. در تمامی این آزمایش‌ها دور و فاصله غلتک‌های مرتب‌کننده به‌ترتیب روی ۲۰۰ دور در دقیقه و ۲۳ میلی‌متر به‌صورت ثابت تنظیم بود. در هر تکرار ۲۵ عدد پیاز وارد دستگاه شده و سرزنی می‌شد. سپس پیازهای سرزنی شده در انتهای دستگاه توسط پارچه‌ای جمع‌آوری می‌گردید. در این آزمایش‌ها درصد پیازهای صدمه دیده (نسبت پیازهایی که حداقل یک لایه آن دچار خراش یا پارگی باشد به تعداد کل پیازهای مورد آزمایش)، درصد پیازهای سرزنی شده (نسبت تعداد پیازهای کاملاً سرزنی شده به تعداد کل پیازهای مورد آزمایش) و طول برگ باقی‌مانده روی سوخ پیاز اندازه‌گیری شد. دو عامل اصلی میزان دقت برش برگ از محل مناسب و مقادیر احتمالی صدمات وارد شده به سوخ در حین برگ‌زنی، معیار انتخاب سرعت مناسب تیغه‌ها بود. پس از تعیین دور مناسب تیغه‌های برش، تغییراتی در سرزن داده شد تا به‌توان آن را به‌صورت سوارشونده در پشت تراکتور درآورده و راه اندازی نمود. این تغییرات شامل نصب بازوهای اتصال سه نقطه، مخزن پیاز، جعبه‌دنده افزاینده دور برای راه اندازی تیغه‌ها و پولی‌های کاهنده دور روی محور انتقال قدرت و محور غلتک‌ها بود (شکل ۳). پس از اتصال دستگاه سرزن به تراکتور مدل MF285 (از طریق اتصال سه نقطه)، از دو عدد میل‌گاردان برای انتقال قدرت به دستگاه سرزن استفاده شد. میل‌گاردان اول، شش خار PTO تراکتور را به محور متصل به پولی محرک غلتک‌ها مرتبط می‌کرد. طرف دیگر این محور توسط میل‌گاردان دوم، به جعبه‌دنده تیغه‌های سرزن متصل می‌شد (شکل ۳ و ۴). با درگیر شدن محور PTO تراکتور، محور دستگاه سرزن به حرکت درآمده و پولی کوچک روی آن از طریق تسمه، پولی محور غلتک‌های مرتب‌کننده را با نصف سرعت به حرکت در می‌آورد. سر دیگر محور سرزن به میل‌گاردان دوم وصل شده بود. با چرخش میل‌گاردان دوم، توان و حرکت پس از تغییر جهت ۹۰ درجه‌ای و ۳/۵ برابر شدن سرعت توسط جعبه دنده، به تیغه‌های سرزن منتقل می‌شود (شکل ۳). شکل ۵ نمایی از دستگاه سرزن غلتکی، در حالت اتصال به تراکتور را نشان می‌دهد. پس از راه‌اندازی، ظرفیت کاری دستگاه، تعیین و ارزیابی اقتصادی بر روی آن انجام شد.

- تعیین ظرفیت کاری سرزن

در ۵ تکرار مخزن سرزن با پیازهای برگ‌دار پر و اقدام به سرزنی آن‌ها شد. در پایان هر تکرار، وزن پیازهای سرزنی شده (M بر حسب کیلوگرم) و زمان عملیات سرزنی (T بر حسب ساعت) ثبت گردید و به این ترتیب ظرفیت کاری سرزن غلتکی (F_w بر حسب کیلوگرم بر ساعت) از رابطه زیر به‌دست آمد.

$$F_w = \frac{M}{T} \qquad (۱)$$

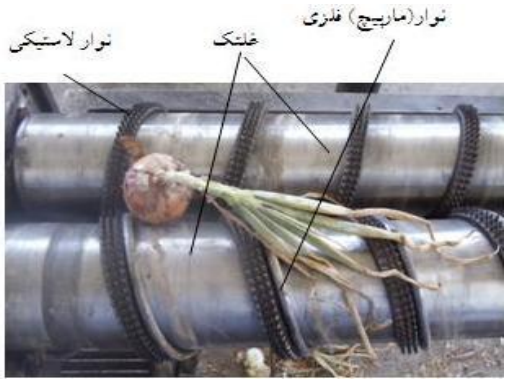
- مقایسه اقتصادی سرزن پیاز

پس از تعیین ظرفیت کاری ماشین سرزن، هزینه‌های به کارگیری ماشین و هزینه‌های برگ‌زنی دستی توسط کارگر محاسبه و مقایسه گردید. به این منظور در سرزن غلتکی، هزینه‌های ثابت (استهلاک و سود سرمایه)، هزینه کارگری مربوط به سرزن (۴ کارگر) و هزینه اجاره تراکتور و راننده محاسبه شد. استهلاک سالیانه از روش مجموع ارقام سال‌های عمر ماشین (رابطه ۲) به‌دست آمد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۴). هم‌چنین سود سرمایه از رابطه (۳) محاسبه گردید (بهروزی‌لار و همکاران، ۱۳۸۶):

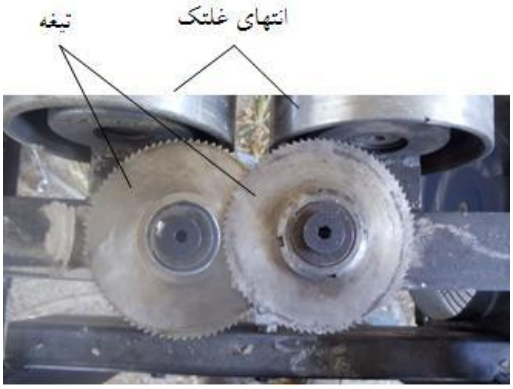
$$D = \frac{(L - l + 1)}{N}(P - S) \quad (۲)$$

$$C = (P - S)\frac{i(1+i)^L}{(1+i)^L - 1} + Si \quad (۳)$$

در این رابطه‌ها D میزان استهلاک در سال مورد نظر، l سال محاسبه استهلاک ماشین، L طول عمر مفید ماشین، N مجموع ارقام سال‌های عمر ماشین، P قیمت اولیه ماشین، S ارزش اسقاطی ماشین، C سود سرمایه و i نرخ بهره می‌باشد. در این محاسبات، قیمت اولیه سرزن، بیست میلیون ریال، دستمزد کارگر پانصد هزار ریال به ازاء ۸ ساعت کار (سال ۱۳۹۴)، نرخ بهره ۲۰ درصد و طول عمر مفید دستگاه ۵ سال در نظر گرفته شد. در روش سنتی حذف برگ پیاز، برای برگ‌زنی و جمع‌آوری پیاز، مجموعاً ۶۰ کارگر برای هر هکتار مورد نیاز است (تاکی، ۱۳۹۰) که در محاسبات هزینه منظور گردید.



شکل ۱- محل قرارگیری نوار مارپیچی فلزی و لاستیکی روی غلتک‌ها



شکل ۲- مکانیزم برش دو تیغه‌ای در دستگاه سرزن پیاز

شکل ۳- نحوه اتصال میل گاردان به جعبه دنده مکانیزم برش

شکل ۴- نحوه اتصال دستگاه سرزن به تراکتور

شکل ۵- نمایی از دستگاه سرزن غلتکی، در حالت اتصال به تراکتور

۳- نتایج و بحث

۳-۱- سرعت تیغه‌های برش

یکی از شاخص‌های دقت سرزن در برش برگ پیاز، طول طوقه یا برگ باقی‌مانده بر روی ساقه (سوخ) پیاز می‌باشد. در مورد پیازهایی که

پس از برداشت در سطح مزرعه، عمل‌آوری[1] شده و سپس به انبار انتقال می‌یابند، طول برگ باقی‌مانده مناسب ۶-۴ سانتی‌متر بیان شده است. در این حالت، برگ باقی‌مانده پس از خشک شدن جمع شده و منافذ ورود عوامل بیماری‌زا از این محل به ساقه را مسدود می‌نماید (ماو و همکاران، ۱۹۹۸). در مورد پیازهایی که به‌صورت تازه‌خوری عرضه می‌شوند و نیاز به عمل‌آوری و نگهداری در انبار ندارند، این طول به‌نظر مناسب نمی‌باشد. براساس نظرسنجی انجام شده از تولیدکنندگان عمده پیاز در منطقه اصفهان، مناسب‌ترین طول طوقه باقی‌مانده روی سوخ پس از سرزنی، کم‌تر از یک سانتی‌متر است (حیدری سلطان آبادی، ۱۳۹۱). عامل بعدی در تعیین خصوصیات عملیات سرزنی، میزان صدمات وارده به پیازها است. صدمات وارد شده به سوخ‌ها در زمان سرزنی، باعث ورود عوامل فاسدکننده به پیاز شده و عمر انبارمانی و کیفیت آن را کاهش می‌دهد. جدول‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های اثر سرعت تیغه برش بر طول برگ باقی‌مانده، درصد پیازهای سرزنی شده و درصد پیازهای آسیب‌دیده را نشان می‌دهد. براساس نتایج جدول ۱، سرعت تیغه برش در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر طول برگ باقی‌مانده، درصد پیازهای سرزنی شده و درصد پیازهای آسیب‌دیده نداشت. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهند که در سرعت‌های ۲۹۵۰ و ۱۸۰۰ دور در دقیقه‌ای تیغه‌ها میانگین طول برگ باقی‌مانده به‌ترتیب ۶/۳۵ و ۶/۵۲ میلی‌متر بوده و اختلاف معنی‌داری ندارند. در تحقیق مختاری‌ستایی (۱۳۸۸) در بررسی اثر سرعت‌های مختلف پیش‌روی ماشین سرزن مدل SAMON بر طول طوقه باقی‌مانده روی پیازها در سه سرعت پیش‌روی ۳/۶، ۵/۴ و ۷/۲ کیلومتر در ساعت، طول طوقه (برگ باقی‌مانده) روی پیازها برای سه سرعت یاد شده به‌ترتیب ۳۹/۲ ، ۴۹/۶ و ۵۰/۸ میلی‌متر به‌دست آمد. درصد سرزنی پیاز در دو سرعت ۲۹۵۰ و ۱۸۰۰ دور در دقیقه به‌ترتیب، ۹۶/۲ و ۹۵/۳۵ درصد (بدون اختلاف معنی‌دار) محاسبه شد. عمده پیازهای سرزنی نشده قطری کم‌تر از ۴۰ میلی‌متر داشتند. بررسی میزان صدمات مکانیکی در این آزمایش‌ها نشان داد که در سرعت‌های ۲۹۵۰ و ۱۸۰۰ دور در دقیقه‌ای تیغه‌ها به‌ترتیب ۹/۶ و ۱۰ درصد پیازها (بدون اختلاف معنی‌دار) دچار آسیب می‌شوند. بخش عمده‌ای از پیازهای آسیب دیده، قطری کمتر از ۴۵ میلی‌متر داشتند و پیازهای درشت‌تر از آن‌ها به سادگی و بدون آسیب جدی سرزنی شدند. از دلایل این امر می توان به این نکته اشاره کرد که با توجه به قطر و فاصله غلتک‌های سرزن از یکدیگر، پیازهای با قطر کمتر از ۴۰ میلی‌متر از فضای بین غلتک‌ها عبور کرده و از مسیر سرزنی خارج می‌شوند. سوخ‌های با اندازه ۴۰ تا ۴۵ میلی‌متر با این که به انتهای مسیر سرزنی می‌رسند، ولی به‌علت قرار گرفتن قسمتی از بافت سوخ در مسیر چرخش تیغه‌ها با آن برخورد کرده و دچار بریدگی و آسیب می‌شوند. به نظر می‌رسد روش حل این مشکل، کاهش قطر غلتک‌های مرتب‌کننده (استفاده از غلتک‌های جدید) و تنظیم مجدد ارتفاع برش تیغه‌ها برای پیازهای با اندازه‌های یاد شده باشد. با توجه به موارد مذکور و لزوم کاهش انرژی سرزنی، سرعت ۱۸۰۰ دور در دقیقه برای تیغه‌ها نسبت به سرعت ۲۹۵۰ دور در دقیقه، مناسب‌تر تشخیص داده شد.

۳-۲- ظرفیت کاری سرزن

پس از محاسبات، میانگین ظرفیت سرزن ۲۲۶۰ کیلوگرم در ساعت به‌دست آمد. اگر عملکرد هر هکتار پیاز به‌صورت متوسط ۶۰ تن در نظر گرفته شود، ظرفیت نظری مزرعه‌ای این دستگاه ۰/۰۳۸ هکتار بر ساعت خواهد بود. با توجه به این که دستگاه سرزن ساخته شده پشت تراکتوری بوده و امکان تردد در سطح مزرعه را دارا است، راندمان مزرعه‌ای آن مشابه نشاکارها در حدود ۸۰ درصد در نظر گرفته شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۴). به این ترتیب ظرفیت مزرعه‌ای ماشین در حدود ۰/۰۳ هکتار بر ساعت (معادل ۰/۲۴ هکتار در روز) و ظرفیت کاری سرزن، ۳۳/۳ ساعت بر هکتار به‌دست آمد. اندازه‌گیری‌ها نشان داده است که برای سرزنی و جمع‌آوری دستی یک هکتار پیاز به ۶۰ کارگر در مدت یک روز (۸ ساعت کاری) نیاز است (تاکی، ۱۳۹۰). در صورتی که برای سرزنی یک هکتار پیاز توسط ماشین سرزن به ۱۷ کارگر برای انتقال پیاز برگ‌دار به دستگاه و جمع‌آوری آن بعد از سرزنی نیاز است. به این ترتیب میزان صرفه‌جویی هر واحد سرزن، ۴۳ کارگر برای هر هکتار خواهد بود. ذکر این نکته لازم است که به‌خاطر سهولت ساخت این سرزن می‌توان از چند واحد آن در کنار هم استفاده کرد.

۳-۳- مقایسه هزینه‌های ماشین سرزن و روش دستی

در جدول ۳ هزینه کاربرد ماشین سرزن ارائه شده است. با توجه به کارکرد مورد انتظار ۲ ماهه دستگاه در طول یک سال و ظرفیت کاری آن (۳۳/۳ ساعت در هکتار)، مساحت کاری سرزن به مقدار ۱۴/۴ هکتار می‌رسد. جدول ۴ هزینه سرزنی پیاز با استفاده از ماشین سرزن پیاز و جدول ۵ هزینه‌های سرزنی دستی را برحسب ریال بر هکتار نشان می‌دهد. طبق نتایج این دو جدول (۴ و ۵)، به ازاء هر هکتار سرزنی پیاز به‌طور متوسط در روش دستی مبلغ سی میلیون ریال هزینه می‌شود در حالی که هزینه سرزنی پیاز به روش ماشینی در حدود چهارده میلیون و دویست هزار ریال بالغ می‌شود. مقایسه این ارقام از صرفه جویی ۵۳ درصدی در هزینه‌های سرزنی پیاز به ازای یک واحد سرزن غلتکی حکایت دارد.

۴- نتیجه‌گیری نهایی

این تحقیق در راستای ارزیابی فنی و اقتصادی یک دستگاه سرزن غلتکی پشت تراکتوری اجرا گردید. به این منظور در ابتدا دو سرعت چرخشی ۲۹۵۰ و ۱۸۰۰ دور در دقیقه‌ای تیغه‌های سرزن، از نظر طول

[1]-Curing

برگ باقی‌مانده بر روی پیاز، درصد سرزنی پیازها و درصد پیازهای صدمه دیده بررسی گردید و سرعت ۱۸۰۰ دور در دقیقه مناسب تشخیص داده شد. پس از اعمال تغییرات بر روی سرزن و تبدیل آن به یک وسیله پشت تراکتوری، بررسی ظرفیت کاری ماشین نشان داد که استفاده از این ماشین سرزن موجب کاهش ۴۳ نفری از نیروی کارگری برای هر هکتار خواهد شد. هم‌چنین مقایسه اقتصادی کاربرد سرزن پشت تراکتوری به‌جای سرزنی دستی پیاز حاکی از صرفه‌جویی ۵۳ درصدی در هزینه‌های سرزنی پیاز بود. استفاده بهینه از این دستگاه زمانی محقق خواهد شد که به یک ماشین پیازکن اضافه شود. در این حالت بعد از خروج سوخ‌های برگ‌دار از زمین و جداسازی خاک و کلوخه‌ها از آن وارد ماشین سرزن شده و عملیات حذف برگ انجام می‌شود. تغییرات انجام شده بر روی سرزن مورد مطالعه، به نحوی است که امکان اتصال آن به ماشین پیازکن و دریافت نیرو از آن برای حرکت غلتک‌ها و تیغه‌ها مهیا می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سرعت تیغه برش بر طول برگ باقی‌مانده، درصد پیازهای سرزنی شده و درصد پیازهای آسیب دیده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول برگ باقی‌مانده	درصد پیازهای سرزنی شده	درصد پیازهای آسیب دیده
بلوک	۴	۰/۷۱۶	۱۷/۴۳	۳/۴
سرعت تیغه برش	۱	۰/۰۷۱^{ns}	۱/۰۴^{ns}	۰/۴^{ns}
خطا	۴	۰/۱۷۷	۱/۰۱	۱/۹
ضریب تغییرات(درصد)		۴/۱۶	۱/۰۶	۱۸/۴۳

ns غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

جدول ۲- میانگین طول برگ باقی‌مانده روی پیاز، درصد پیازهای سرزنی شده و درصد پیازهای آسیب‌دیده در دو سرعت تیغه برش

سرعت تیغه برش (دور در دقیقه)	میانگین		
	طول برگ باقی‌مانده روی پیاز (میلی‌متر)	درصد پیازهای سرزنی‌شده	درصد پیازهای آسیب‌دیده
۱۸۰۰	۶/۵۲a	۹۵/۳۵a	۱۰a
۲۹۵۰	۶/۳۵a	۹۶/۲a	۹/۶a

اعداد دارای حرف مشترک در هر ستون، از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

جدول ۳- هزینه‌های ثابت مالکیت ماشین سرزن پیاز، نیروی کارگری و اجاره تراکتور و راننده (ساعت/ ریال)

هزینه استهلاک (سال/ ریال)	سود سرمایه (سال/ ریال)	کارگر (ساعت/ ریال)	اجاره تراکتور و راننده (ساعت/ ریال)
۶۰۰۰۰۰۰	۶۴۱۲۰۰۰	۶۲۵۰۰	۱۵۰۰۰۰

جدول ۴- هزینه سرزنی پیاز با استفاده از ماشین سرزن پیاز

نام دستگاه	هزینه استهلاک (هکتار/ ریال)	سود سرمایه (هکتار / ریال)	هزینه کارگری برای جمع‌آوری پیاز (هکتار/ ریال)	اجاره تراکتور و راننده (هکتار / ریال)	مجموع هزینه‌ها (هکتار / ریال)
سرزن پیاز	۴۱۶۶۶۷	۴۴۵۲۷۸	۸۳۲۵۰۰۰	۴۹۹۵۰۰۰	۱۴۱۸۱۹۴۵

جدول ۵- هزینه‌های سرزنی پیاز به روش دستی

تعداد کارگر مورد نیاز برای سرزنی و جمع‌آوری پیاز هکتار/ نفر- ساعت	هزینه هر کارگر (نفر- ساعت / ریال)	مجموع هزینه‌های سرزنی دستی (هکتار / ریال)
۴۸۰	۶۲۵۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰

منابع مورد استفاده

اسدی، ا.، ا. تاکی، م. میران‌زاده، 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. دوره ۱۶، شماره ۱، صفحه ۷۹-۹۴.

الماسی، م.، ش. کیانی، ن. لویمی. ۱۳۸۴. **مبانی مکانیزاسیون کشاورزی**. موسسهٔ انتشارات حضرت معصومه (س). ۲۴۸ صفحه.

بهروزی‌لار، م.، ح. مبلی، ع. جعفری. ۱۳۸۶. **مدیریت ماشین‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی**. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۴۴۸ صفحه.

بی‌نام، ۱۳۹۴. **آمارنامه کشاورزی جلد اول**: محصولات زراعی، سال زراعی ۱۳۹۳- ۱۳۹۲. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

تاکی، ا. ۱۳۹۰. **ساخت یک پیازکن میله‌ای جلو سوار برای برداشت پیاز با الگوی کشت درهم**. گزارش پژوهشی سالانه. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

حیدری‌سلطان آبادی، م.، ا. تاکی، ش. عبداله‌پور، م. مقدم واحد. ۱۳۹۱. **ساخت و ارزیابی دستگاه سرزن غلتکی پیاز**. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. دوره ۱۳، شماره ۴. صفحه ۸۹-۹۶.

حیدری‌سلطان آبادی، م. ۱۳۹۱. **تعیین پارامترهای طراحی برای ماشین‌های مورد استفاده در یک روش نوین برداشت دو مرحله‌ای پیاز**. رساله دکترا، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

فرهمند، س. ۱۳۸۸. **گزارش ارزیابی ماشین‌های نشاءکار و برداشت پیاز در منطقه اصفهان**. سازمان جهاد کشاورزی اصفهان.۱۴ صفحه.

مختاری‌ستایی، م. ۱۳۸۸. **ارزیابی ماشین مرکب برداشت پیاز SAMON در منطقه جیرفت و کهنوج**. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

مظفری، م.، ک. کاظمین‌خواه. ۱۳۷۹. **طراحی، ساخت وارزیابی ماشین برداشت پیاز مناسب برای زمین‌هایی با مساحت کوچک (اشل آزمایشگاهی)**. گزارش پژوهشی نهایی، سازمان تحقیقات وآموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

Anon. 1974. **Research on Mechanical Harvesting of Onions**. Texas A & M University, Agricultural Research and Extension Center at Weslaco and Texas A & M University, Agricultural Engineering Department. 1972-1974. Texas. USA.

Anon. 2012. **Mechanization Fight Inflation**. http://www.onions-potatoes.com/index.php.

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

Chesson, J. H., H. Johnson and C. R. Brooks. 1978. **Mechanical harvesting investigations for fresh market onions**. Transactions of ASAE. 21 (5): 838-842.

Droll, R. W. and C. G. Goble, 1974. **Mechanical onion top removal and related pre-harvest practice**. Proceeding of Annual Meeting ASAE, Oklahoma State University, Oklahoma.

Kido, D and D. Shuff. 2006. **Onion harvester with leaf topper**. United State Patent. Patent No:7,007,449 B2.

Maw, B. W., C. A. Purvis and E. P. Sumner. 1998. **Mechanical harvesting of sweet onions**. ASAE Annual International Meeting. Paper No. 98-1090.

Srivastava, A., C. Goering and R. Rohrbach. 1993. **Engineering Principles of Agricultural Machines**. American Society of Agricultural Engineers, R. C. Balls, Horticultural engineering technology. Macmillan publisher LTD, 1985.

Technical and Economical Assessment of Tractor Mounted Topper

SH. Abdolahpour[1*], M. Heidarisoltanabadi[2], and M. Moghaddam Vahed[3]

Received: 15 June 2016 Accepted: 22 Nov 2016
[1]Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz
[2]Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Isfahan, Iran
[3]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: shams@tabrizu.ac.ir

Abstract

About one third of the onion harvesting time and cost is consumed for removing of leaves from onion bulbs. Accordingly, the use of appropriate topping technologies is one of the main objectives for development of onion harvesting mechanization. In this study, a rolling onion topper was modified in such a way that to be mounted on a tractor. Then, the effect of two rotational speeds of leaf remover blades namely, 2950 and 1800 rpm on remaining leaves of onion bulb after cutting, and also, the percentage of topped onions and percentage of damaged bulbs were measured to determine the suitable speed. Necessary modifications were made on the machine to enable it to be run and transported by a tractor. In the next step, the machine's field capacity was calculated and economical comparison between conventional topping method by labor and the device was carried out. The results showed that both 2950 and 1800 rpm rotational speeds of the topping blades do not have significant effect on remaining leaves after cutting, percentage of topped onions and percentage of damaged bulbs. According to the design requirements and energy reduction of leaves removing, the rotational speed of 1800 rpm was proved to be the appropriate speed. Economic evaluations showed that replacing of conventional topping method by topping machine reduces work force by 43 workers and saves 53% of the costs per hectare.

Keywords: Technical assessment, Onion, Rolling topper, Field capacity