نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۶، ص ۳۲۱-۳۱۲

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 7, No. 1, Spring - Summer 2017, p. 312-321

یادداشت پژوهشی

طراحی و ساخت یک مدل آزمایشگاهی موزع با ترتیب ریزش نردبانی (عرضی) قلمه برای استفاده در کارنده نیشکر

عباس اکبرنیا[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۳

چکیده

نیشکر گیاهی است که برای تولید و استخراج قند از ساقه آن، کشت می‌شود. سطح زیر کشت نیشکر در ایران حدود ۸۰ هزار هکتار و عمل کشت در این مزارع با دست و توسط کارگر انجام می‌گیرد. ماشین‌های کارنده وارد شده به ایران و نمونه‌های ساخت داخل که عموماً الگو برداری از روی نمونه‌های خارجی است، به‌دلیل لغزش نقاله موزع و عدم یکنواختی در ریزش و آرایش قلمه‌ها در ردیف‌های کشت از کارآیی لازم برخوردار نیستند. لذا ساخت موزعی که بتواند موضوع بالا آوردن قلمه‌ها از داخل مخزن و تحویل آنها به لوله سقوط را به‌طور پیوسته، یکنواخت و منطبق با شرایط مزارع نیشکر در کشور انجام دهد، قابل تأمل خواهد بود. در این تحقیق با مطالعه منابع و همچنین بررسی میدانی مشکلات حاکم بر مزارع نیشکر و عدم کارآمدی ماشین‌های کارنده موجود (لغزش نقاله انتقال قلمه‌ها، باقی گذاشتن فضای کشت نشده در مزرعه، صدمه رساندن به جوانه قلمه و غیره) نسبت به ارائه ساز و کار جدید با قابلیت‌های ویژه برای رفع مشکلات فوق اقدام شد. هدف از اجرای این پروژه طراحی و ساخت یک مدل آزمایشگاهی موزع مرکب به‌منظور استفاده در دستگاه‌های کارنده نیشکر است. در این طرح بر عکس موزع‌های موجود که قلمه‌ها را به‌صورت طولی می‌ریزند، قلمه‌ها به‌صورت عرضی (نردبانی) بر روی زمین (ردیف کشت) قرار می‌گیرند. موزع مذکور ساخته و پس از ارزیابی‌های آزمایشگاهی، آماده ساخت در ابعاد واقعی و آزمایش مزرعه‌ای می‌باشد. این عمل موجب کاهش مصرف قلمه در هکتار، ریزش یکنواخت و رفت و آمد کمتر ماشین در مزرعه و بهره‌وری بیشتر کارنده خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: دستگاه موزع مرکب، قلمه نیشکر، کارنده نیشکر، مدل آزمایشگاهی، مکانیزاسیون کشت نیشکر

مقدمه

شکر به‌عنوان یکی از منابع غذایی بشر نقش مهمی را در سبد مواد غذایی ضروری مردم جهان دارد، به‌طوری‌که ۵۲ درصد از کل تولیدات غذایی جهان به نیشکر و چغندر اختصاص دارد (Frank, 1984). برای تولید محصول، به‌ویژه افزایش محصول در واحد سطح مزرعه و کاهش هزینه‌های تولید، به‌کار بستن روش‌های نوین مکانیزاسیون در مزرعه امری مسلم و ضروری است. ماشین‌های کاشت ازجمله تجهیزاتی هستند که در امر مکانیزاسیون مزارع بسیار کاربرد داشته و در راستای کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بازدهی از آنها استفاده می‌شود. ازجمله ماشین‌های کاشت، کارنده قلمه است که در مزارع نیشکر از آن بسیار بهره می‌برند. کشت نیشکر عبارت از قرار دادن قلمه‌های تهیه شده از ساقه‌ی گیاه نیشکر در خاکی که دارای عمق مناسب، تهویه خوب، مواد غذایی کافی، ساختمان مناسب و نفوذپذیری بالا نسبت به آب است. از آن‌جا که نیشکر در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دنیا و در حوالی خط استوا بین مدار ۲۶ درجه جنوبی تا ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی می‌روید، منطقه جنوب ایران و استان خوزستان منطقه مساعد برای کشت این گیاه محسوب می‌شود (Anonymous, 2007). سطح زیر کشت نیشکر در ایران (استان خوزستان) حدود ۸۰ هزار هکتار است (Anonymous, 2007).

کشت نیشکر به دو صورت دستی و ماشینی انجام می‌گیرد. در روش دستی پس از تهیه و آماده‌سازی قلمه‌ها، آن‌ها را در داخل جویچه‌ها (شیار) قرار می‌دهند. در این حالت نی‌ها را به‌طور طولی در

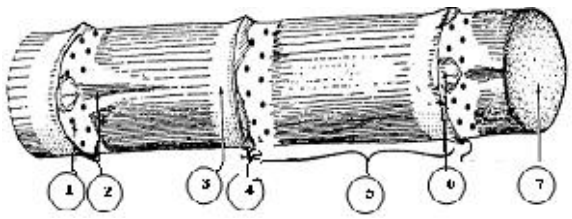
۱- دانشیار، گروه طراحی ماشین و مکاترونیک سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: abbasakbarnia@yahoo.com
DOI: 10.22067/jam.v7i1.45290

جویچه‌ها به‌صورتی‌که بخشی از آن‌ها بر روی یکدیگر هم‌پوشانی داشته باشند، قرار می‌گیرند. سپس به‌وسیله‌ی کج‌بیل یا پوشاننده‌ی ماشینی، قلمه‌ها را با خاک می‌پوشانند. با توجه به شرایط آب و هوایی مناطق کشت نیشکر و گرم و مرطوب بودن هوا در فصل کشت، عملیات کشت دستی، کاری پر زحمت و طاقت فرسا بوده و راندمان کار بسیار پایین و هزینه‌ی کشت زیاد است (Maleki *et al.*, 2006). در روش کشت ماشینی معمولاً دو طریق کشت نیمه‌مکانیزه (نیمه‌خودکار) و کاملاً مکانیزه (خودکار) وجود دارد (Srivastava, 2004). در سال ۲۰۰۱ یک کارنده نیمه مکانیزه مورد ارزیابی قرار گرفت و ظرفیت مزرعه‌ای آن ۰/۱۵ هکتار بر ساعت گزارش شد (Bhal and Sharma, 2001). دو نمونه دستگاه کارنده نیمه‌مکانیزه در سال ۲۰۰۴ ارزیابی شد. در این تحقیق حداکثر ظرفیت مزرعه‌ای را ۰/۲۴ هکتار بر ساعت و میزان کشت قلمه در هر هکتار را ۹ تن گزارش دادند (Patil *et al.*, 2004). در سال ۲۰۰۷ یک کارنده نیمه‌مکانیزه مورد ارزیابی قرار گرفت و ظرفیت مزرعه‌ای آن ۰/۲۵ هکتار بر ساعت گزارش شد (Bachche *et al.*, 2007).

در روش مکانیزه قلمه‌ها ازطریق تسمه نقاله به سمت لوله سقوط که در جلوی دستگاه قرار دارد هدایت و از آن طریق به داخل شیاری که توسط شیار بازکن ایجاد شده است، فرو می‌افتد. طی مقایسه انجام شده بین یک کارنده نیمه‌مکانیزه و یک کارنده مکانیزه گزارش شد که عملیات با کارنده مکانیزه از نظر اقتصادی به صرفه‌تر است (Khedkar and Kamble, 2008). پنج مدل مختلف کارنده در سال ۲۰۱۰ با یکدیگر مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج ارائه شده مصرف قلمه در این دستگاه‌ها بسیار متغیر و بعضاً بسیار بالا بود ولی از نظر اقتصادی روش مکانیزه به‌طور معنی‌داری ارزان‌تر از روش کاشت نیمه‌مکانیزه گزارش شد (Ripoli and Ripoli, 2010).

ماشین‌های کارنده نیشکر موجود در ایران، خارجی بوده و نمونه‌های ساخت داخل، عموماً الگوبرداری از روی نمونه‌های خارجی است. این کارنده‌ها با توجه به شرایط آب و هوا، بافت و ساختار خاک مزارع کشور و نیز متفاوت بودن الگوی کشت در ایران، قادر به پاسخگویی شرایط مزارع نیشکر نبوده، از کارآیی لازم برخوردار نشدند (Namjoo, 2009; Taghinezhad *et al.*, 2012). ضمن این‌که حین کار در مزرعه به‌دلیل لغزش نقاله انتقال قلمه‌ها و باقی گذاشتن فضای کشت نشده در مزرعه موجب باقی ماندن فضای نکاشت در ردیف‌های کشت می‌شوند. کارنده‌های مذکور به‌گونه‌ای عمل می‌نمایند که قلمه به‌صورت طولی به روی زمین و داخل شیار کشت فرو می‌افتد که گاهاً به‌دلیل لغزش تسمه نقاله موجب فاصله‌های ناخواسته بین قلمه‌ها در حین کاشت می‌شود (عدم کشت یکنواخت). این امر به‌ویژه در ابتدای کار که مخزن کارنده کاملاً پر است، وزن قلمه‌ها موجب لغزش بیشتر تسمه نقاله موزع شده و در زمانی‌که عملیات کاشت قلمه به نیمه می‌رسد و مخزن قدری خالی می‌شود نیز سرعت ریزش قلمه زیاد می‌گردد. به‌دلیل مشکلات فوق‌الذکر در حال حاضر در ایران و در مزارع کشت و صنعت خوزستان در هر دوره از کاشت تعداد زیادی کارگر فصلی به‌منظور کشت دستی قلمه نیشکر به‌کار گرفته می‌شوند و با ارسال قلمه‌ها توسط تریلرهای متعدد در مزرعه، کشت نیشکر به روش دستی و توسط کارگر انجام می‌گیرد. این امر از جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و فنی اشکالات عدیده‌ای را دربر دارد ازجمله؛ حضور تعداد چند صد نفر کارگر با فرهنگ‌های مختلف، هر ساله موجب درگیری و زد و خوردهای فیزیکی بین آن‌ها می‌شود. تهیه و فراهم نمودن وسیله رفت و آمد، تغذیه و محل استراحت این تعداد کارگر و نیز تهیه و مصرف تعداد زیاد قلمه در روش دستی، هزینه زیادی را برای کشت و صنعت نیشکر موجب خواهد شد. از جنبه علمی و فنی عملیات کاشت با دست معایبی چند را در بردارد: ۱- محدودیت‌های زمانی ناشی از تغییرات آب و هوا در زمان تهیه بستر و کاشت. ۲- رفت و آمدهای مکرر تراکتور و ادوات متصل به آن که منجر به فشردگی خاک مزرعه می‌شود. ۳- افزایش مصرف تعداد قلمه به‌کار رفته شده در هکتار.

ساقه نیشکر دارای بندهای مشخصی است که هرکدام شامل یک گره و میان‌گره می‌باشد. هر گره شامل یک جوانه‌ی جانبی، یک نوار حاوی ریشه‌های اولیه و یک حلقه‌ی رشد است. در اراضی نیشکر خوزستان در هر ردیف دو سری قلمه به‌صورت طولی کشت می‌شود. در کاشت به روش طولی معمولاً طول قلمه‌ها بین ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر تهیه و به‌گونه‌ای در ردیف کشت قرار داده می‌شوند که مقداری هم‌پوشانی داشته باشند. به‌طور متوسط در این قلمه‌ها بین ۶ تا ۸ گره وجود دارد و در هر گره یک جوانه دیده می‌شود که منشأ رویش گیاه جدید نیشکر خواهد بود (شکل ۱).



شکل ۱- ساقه نیشکر و بخش‌های مختلف آن
۱- نوار ریشه ۲- شیار جوانه ۳-نوار واکسی ۴- گره ۵- میان‌گره
۶- چشم یا جوانه ۷- برش ناحیه میان‌گره

Fig.1. Steam of sugarcane and different parts of it
1- Root Bar 2- Gemma groove 3- Wax strip 4-Node
5- Internode 6- Gemma 7- Section of internode

با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده در مؤسسه تحقیقات شرکت توسعه نیشکر در ارتباط با تعداد ردیف کشت قلمه، مقایسه‌ای بین کشت دو، سه و چهار ردیف قلمه انجام گرفت و بهترین عملکرد گیاه نیشکر در کشت دو ردیفه حاصل شد (Anonymous, 2007). از آن‌جا که ماشین‌های کارنده موجود در کشت و صنعت خوزستان

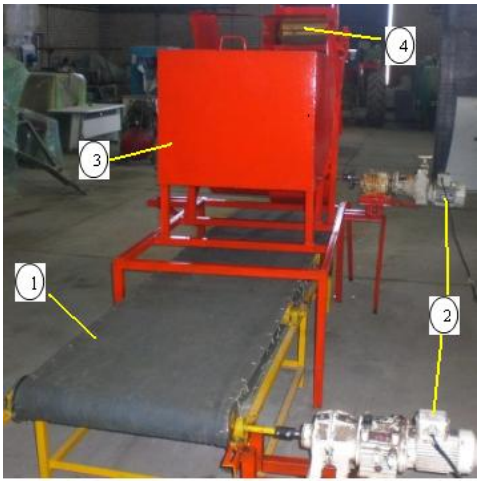
به‌دلیل مشکلات اشاره شده از کارآیی لازم برخوردار نبوده و عملاً از مزارع خارج و کشت با دست جایگزین آن شد، مدیریت ارشد شرکت توسعه نیشکر را بر آن داشت تا به‌منظور برطرف کردن مشکلات اقتصادی، اجتماعی و فنی حاصل از کشت با دست نسبت به تهیه کارنده‌ای که قادر باشد کار کشت قلمه را به‌طور یکنواخت انجام دهد، اقدام نماید. در این بین طی بازدید و مذاکرات به‌عمل آمده توسط نگارنده با مسئولین امر ابتدا پیشنهاد ساخت دستگاهی که قادر باشد بندهای تهیه شده از ساقه نیشکر را کشت نماید (بندکار نیشکر) مطرح شد. این امر به‌دلیل مشکلات تهیه‌ی تعداد بی‌شماری بند قلمه از ساقه و نیز ضرورت ضدعفونی کردن آنها در هر دوره از کاشت، مورد موافقت قرار نگرفت. به‌دنبال ادامه بحث و تبادل نظر با واحد مکانیزاسیون شرکت نیشکر و جلسه توجیهی با مدیران مبنی بر تغییر در روش تهیه زمین (خاک‌ورزی) و روش کشت، پیشنهاد کشت عرضی (نردبانی) مطرح و مورد موافقت اولیه ایشان قرار گرفت. در کاشت به روش عرضی (نردبانی) کافی است قلمه‌ها به‌گونه‌ای تهیه شوند که حداقل جوانه مورد نیاز برای تعداد ردیف کشت (حداقل دو جوانه) وجود داشته باشد.

هدف از این تحقیق، ارائه ساز و کار جدید با قابلیت‌های ویژه برای رفع مشکلات فوق است. موزع انتخاب شده برای این امر، یک موزع مرکب بوده که به هیچ‌عنوان در حین کار لغزش نداشته و با نصب سامانه جهت‌دهنده به قلمه‌ها، فقط اجازه عبور به قلمه‌هایی داده شود که به‌صورت عرضی در داخل پیاله‌های نقاله قرار گرفته باشند (کشت عرضی). یک مدل از موزع مذکور ساخته و مورد ارزیابی قرار گرفت. این موزع آماده نصب بر روی ماشین‌های کارنده نیشکر است.

مواد و روش‌ها

ماشین‌های کارنده موجود (وارد شده از خارج یا الگوبرداری ساخت داخل) به‌گونه‌ای عمل می‌نمایند که قلمه به‌صورت طولی بر روی زمین و داخل شیار کشت فرو می‌افتد و گاهاً به‌دلیل لغزش تسمه نقاله آنها موجب فاصله‌های ناخواسته بین قلمه‌ها در حین کاشت می‌شود (عدم کشت یکنواخت). در راستای رفع مشکلات فوق، موزع انتخاب شده برای این امر، یک موزع مرکب بوده که به‌دلیل ساختار ترکیبی آن به‌هیچ‌عنوان در حین کار لغزش ندارد. ضمن این‌که در مسیر انتقال قلمه‌ها و قبل از خروج آن‌ها از مخزن با نصب ساز و کار جهت‌دهنده به قلمه‌ها، فقط اجازه عبور به قلمه‌هایی داده می‌شود که به‌صورت عرضی در داخل پیاله‌های نقاله قرار گرفته باشند.

پس از تعیین و انتخاب ساز و کار مورد نظر برای موزع نسبت به ساخت آن اقدام شد. اجزاء مختلف انتخاب شده در این دستگاه مشتمل است بر؛ ۱- مخزن دو تکه که بخش انتهایی آن به‌واسطه دو عدد لولا به قسمت متصل شده و تحت زوایای مختلف قابل تنظیم است. زاویه‌دار شدن کف مخزن موجب می‌شود تا تمام قلمه‌های موجود در آن به سمت موزع حرکت نماید. ۲- مجرای (لوله) سقوط قلمه‌ها. ۳- تسمه نقاله مرکب ۴- تعدادی پیاله (ناودانی) به‌منظور دریافت و انتقال قلمه‌ها از داخل مخزن و هدایت آن‌ها به سمت لوله سقوط. ۵- تعدادی پهنه‌ی فلزی به‌عنوان نگهدارنده تسمه نقاله مرکب. ۶- سیستم تأمین انتقال قدرت برای حرکت نقاله. ۷- ساز و کار تسمه نقاله متحرک بی‌انتها به‌عنوان بستر سیار (متحرک) به‌منظور نشان دادن نحوه و چگونگی ریزش قلمه‌ها از کانال سقوط در حین پیشروی دستگاه. ۸- دو عدد الکتروموتور دور متغیر به‌منظور تأمین حرکت موزع مرکب و نقاله بستر سیار (متحرک) ۹- ساز و کار کنترل جهت و سوی ریزش قلمه‌ها. قطعات مختلف پس از تهیه و ساخت بر روی شاسی نصب و بعد از آماده‌سازی واحدهای مختلف، دستگاه راه‌اندازی شد (شکل ۲). این تحقیق در پژوهشکده مکانیک سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران انجام شد.



شکل ۲- واحدهای تشکیل‌دهنده یک مدل آزمایشگاهی کارنده نیشکر با موزع مرکب

۱- نقاله بستر متحرک، ۲- الکتروموتور دور متغیر محرک نقاله بستر و موزع، ۳- مخزن قلمه‌ها، ۴- نقاله موزع مرکب

Fig. 2. Model of sugar cane planter laboratory with compound distributor unit.

1- Conveyor belt, 2- Electro gearbox, 3- Scions basket, 4- Compound distributor conveyor

شکل ۳ نقاله موزع مرکب، موقعیت پیاله‌های بالابرنده قلمه‌ها و ساز و کار جهت‌دهنده قلمه‌ها را نشان می‌دهد. نبشی نشان داده شده در ساز و کار جهت‌دهنده (شکل ۳) موجب می‌شود تا قلمه‌هایی که در حالت طولی (عمود بر پیاله‌ها) رو به بالا می‌آیند با برخورد به نبشی دوباره به داخل مخزن بیفتند و فقط قلمه‌هایی از مقابل آن عبور می‌کنند که در داخل شیار پیاله و به‌صورت عرضی قرار گرفته باشند. همچنین پدال ارتعاشی پیچ شده در زیر نبشی مذکور موجب می‌شود تا با حرکت ارتعاشی خود باعث لرزش (تکان) قلمه‌های اضافی (دو یا

سه قلمه) که در داخل پیاله روی هم قرار گرفته‌اند شده و این لـرزش موجب خارج شدن و باز برگشت قلمه‌های اضافی به داخل مخزن شده و فقط یک قلمه در داخل شیار پیاله حبس می‌ماند تا در ادامه حرکـت تسمه نقاله و در مسیر لوله سقوط، پیاله را ترک و روی زمین فرو افتد.

شکل ۳– ۱– نقاله موزع مرکب، ۲– پیاله بالابرنده قلمه، ۳– ساز و کار جهت‌دهنده قلمه‌ها

Fig. 3. 1-Compound distributor conveyor, 2- Cup of scion elevator, 3-Director of billets

پس از نصب قطعات روی شاسی دستگاه، نسبت بـه راه‌انـدازی و انجام آزمون‌های سرد به شرح زیر اقدام شد:

به حرکـت در آوردن مـوزع مرکـب و کنتـرل حرکـت آزاد آن و پیاله‌های نصب شده روی تسمه نقاله موزع.

کنترل دور موزع به‌منظور به‌دست آوردن سرعت مطلـوب بـرای تعیین حرکت مناسب موزع و انتقال قلمه‌ها.

به حرکت درآوردن تسمه نقالـه بسـتر متحـرک و کنتـرل تغییـر سرعت حرکت آن (سرعت پیشروی کارنده روی زمین).

کنترل چگونگی و میزان قابلیت پذیرش زاویه کف مخزن نسبت به نقاله موزع.

پس از انجام آزمون‌های سرد نسبت به تهیه قلمه از مزارع نیشکر استان خوزستان اقدام شد. طول قلمه بر مبنای طول پیاله‌هـای نصـب شده (نبشی) در موزع مرکب انتخاب و برش داده شد. قلمه‌های آمـاده شده به داخل مخزن دستگاه منتقل (شکل ۴) و کف مخـزن مقـداری تحت زاویه (شیب‌دار) قرار گرفت.

شکل ٤– مخزن، موقعیت موزع مرکب و قلمه‌ها در داخل مخزن

Fig. 4. Scions basket, compound distributor position and sugarcane scions in the basket

برای شروع کار ابتدا الکتروموتـور تسـمه نقالـه بسـتر متحـرک و سپس الکتروموتور موزع مرکب راه‌اندازی شدند. قلمه‌ها به‌دلیـل قـرار گرفتن در سطح شیب‌دار کف مخزن آرام آرام بـه سـمت نقالـه مـوزع مرکب لغزیده و با تداوم حرکت موزع، قلمه‌ها در داخل نبشی‌هـا قـرار گرفته و به سمت بالا و خروج از مخزن و به داخل لوله سقوط هدایت شدند. نحوه‌ی حرکت قلمه‌ها و سقوط آن‌ها در لوله سقوط و در نهایت آرایش قرارگیری قلمه‌ها بر روی زمین به گونه‌ای پیش‌بینی شده است که قلمه‌ها عمود بر مسیر حرکت کارنده (تراکتور) قرار گیرنـد (ریـزش عرضی یا نردبانی قلمه‌ها) (شکل ۵). با استفاده از ایـن مـوزع و روش کاشت نردبانی دیگر موضوع هم‌پوشانی قلمه‌ها مانند سایر موزع‌هـایی که با ریزش طولی قلمه‌ها را روی زمین می‌ریزند منتفی بوده و به‌جای آن فاصله‌ی قلمه‌ها بر روی یک ردیف کشت مطرح می‌شود کـه ایـن امر با توجه به تغییر دور سرعت موزع و نیـز تغییـر سـرعت پیشـروی کارنده توسط اپراتور قابل کنترل است.

شکل ۵– آرایش قرارگیری قلمه‌ها بر روی زمین (بستر متحرک)

Fig. 5. Arrangement of the sugarcane scions on the grand (conveyor belt)

طی مراحل ارزیابی موزع مرکب به‌منظور تعیـین بهتـرین شـرایط

لازم برای یکنواخت بودن و تداوم مطلوب در ریزش قلمه‌ها، حفظ فاصله‌ی مناسب در ریزش و سوی قلمه‌ها، متغیرهایی تعریف و مورد بررسی قرار گرفت که شامل؛ ۱- تغییر سرعت حرکت موزع، ۲- تغییر سرعت نقاله بستر متحرک، ۳- تغییر زاویه‌ی نقاله موزع مرکب نسبت به افق، ۴- فاصله‌ی نبشی‌های انتقال قلمه از یکدیگر.

به‌منظور تأمین سرعت‌های متفاوت برای موزع و تأثیر آن بر تغذیه و یکنواختی ریزش قلمه‌ها، شافت محرک موزع مرکب با یک الکتروموتور دور متغیر کوپل و با تغییر دور الکتروموتور، دور شافت موزع بین ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه (سرعت خطی موزع) انتخاب شد. طی آزمون به‌عمل آمده بهترین شرایط یکنواختی ریزش و توزیع قلمه در سرعت ۱ متر بر ثانیه (معادل ۳/۶ کیلومتر بر ساعت) برای سرعت خطی موزع به‌دست آمد (شکل ۶).

شکل ٦- توزیع مناسب ریزش قلمه توسط موزع

Fig. 6. Suitable distribution of the sugarcane scions by the distributor unit

شافت محرک بستر قلمه‌ها نیز با یک الکتروموتور دور متغیر کوپل شده و دامنه تغییر دور شافت آن بین ۰/۴، ۰/۸ و ۱/۲ متر بر ثانیه (سرعت خطی نقاله بستر) انتخاب شد تا تأثیر سرعت پیشروی بر نحوه‌ی ریزش قلمه و فاصله قرارگیری آن‌ها بر روی زمین تعیین و بهترین حالت انتخاب شود. طی آزمون به‌عمل آمده حاصل از دورهای متفاوت اعمال شده به نقاله بستر و ملاحظه‌ی نحوه‌ی ریزش و توزیع قلمه‌های نیشکر بر روی آن، بهترین شرایط توزیع قلمه در سرعت ۰/۸ متر بر ثانیه (معادل ۲/۸ کیلومتر بر ساعت) سرعت خطی نقاله بستر با فاصله‌ی طولی حدود ۳۵ سانتی‌متر بین قلمه‌ها حاصل شد (شکل ۷) (Anonymous, 2007; Peloia *et al*., 2010).

به‌منظور تعیین موقعیت قرارگیری تسمه نقاله موزع نسبت به کف مخزن در راستای تسهیل استقرار قلمه‌ها در داخل نبشی (پیاله) موزع و نیز جلوگیری از بیش بارگیری موزع حین حرکت، تکیه‌گاه موزع طوری ساخته شد تا امکان جابه‌جایی آن و تغییر زاویه موقعیت قرارگیری نقاله موزع نسبت به خط افق فراهم باشد (شکل ۸).

شکل ۷- فاصله مناسب بین قلمه‌های ریخته شده توسط موزع

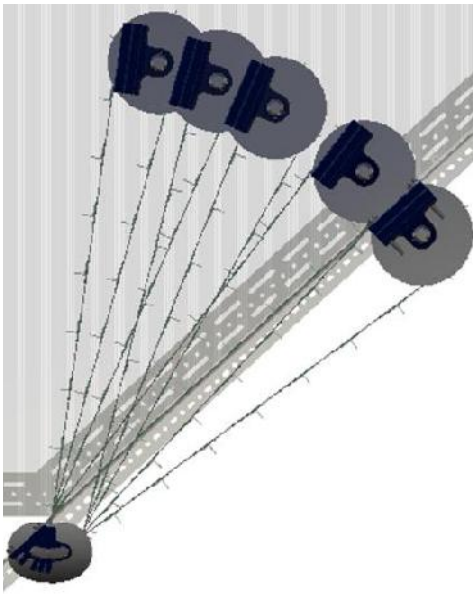
Fig. 7. The most suitable distance between the sugarcane scions by the distributor unit

زوایای لحاظ شده برای این امر شامل؛ ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه نسبت به افق منظور گردید. طی ارزیابی حاصل هرچه زاویه کمتر (تندتر) باشد، تغذیه نقاله روان‌تر و تعداد قلمه‌ی قرار گرفته بر روی پیاله‌های موزع بیشتر بود. آنچه مدنظر است جابه‌جا شدن تدریجی، آرام و تک‌تک قلمه‌ها توسط موزع می‌باشد. لذا مناسب‌ترین زاویه برای نقاله تغذیه بین ۷۰ و ۸۰ درجه به‌دست آمد. خروج آرام قلمه‌ها، هم‌جهت بودن آن‌ها در هنگام خروج از مخزن و قرار گرفتن روی زمین ازجمله اهداف طراحی دستگاه بود. موقعیت زاویه قرارگیری نقاله تغذیه نه تنها در حجم بارگیری پیاله‌ها مؤثر واقع شد، بلکه در جهت‌دهی آن‌ها نیز تأثیرگذار بود.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دستگاه در میزان ریزش قلمه توسط موزع مرکب نشان داد که بین تیمارهای مختلف و نیز اثر متقابل آن‌ها بر یکدیگر در سطح آماری یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). شکل ۹ بیانگر اثر متقابل سرعت نقاله، زاویه نقاله و سرعت بستر بر تعداد قلمه در هکتار است.

شکل ۱۰ آرایش طولی و عرضی روش کشت قلمه را نشان می‌دهد. اگر طول قلمه در هر دو روش یکسان و معادل ۲۵ سانتی‌متر فرض گردد (وجود حداقل دو جوانه در قلمه)، ملاحظه می‌شود که در واحد طول مزرعه، در کشت عرضی مصرف قلمه بسیار کمتر از (حدود نصف) روش طولی (روشی که در حال حاضر به‌صورت دستی و یا ماشینی انجام می‌گیرد) خواهد بود.



شکل ۸- تغییرات موقعیت قرارگیری نقاله تغذیه در زوایای مختلف

Fig. 8. Variation in the position of the feeding conveyor at various angles

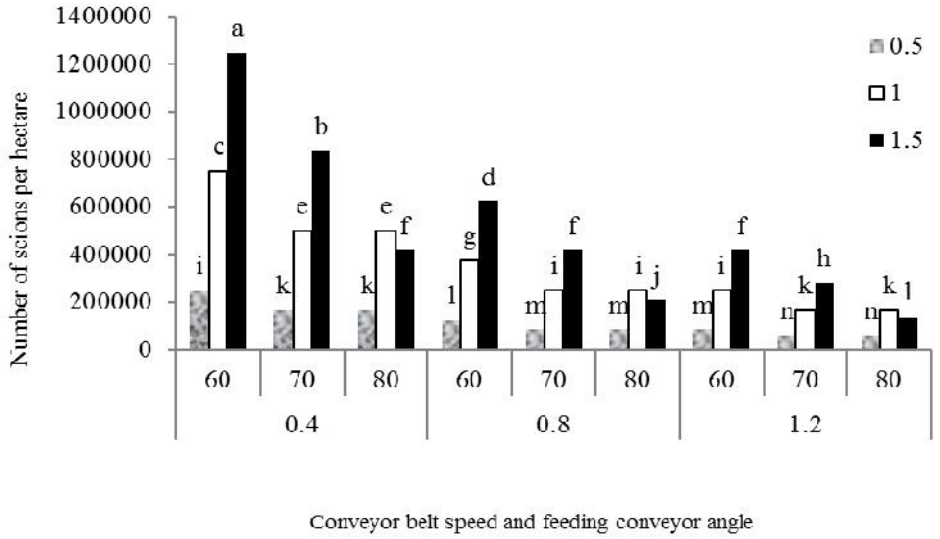
جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات سرعت موزع، سرعت بستر و زاویه نقاله بر تعداد قلمه در هکتار

Table 1- Variance analysis of the effects of the seeding unit speed, conveyor belt speed and feeding conveyor angle on the number of scions per hectare

منبع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean squares (MS) تعداد قلمه Number of scions
سرعت بستر Substrate conveyor belt speed	2	1875294 **
سرعت موزع Distributor unit speed	2	782377 **
زاویه نقاله feeding conveyor angle	2	2091546 **
سرعت بستر×زاویه نقاله conveyor belt speed* feeding conveyor angle	4	168180 **
سرعت بستر×سرعت موزع conveyor belt speed*seeding unit speed	4	449103 **
سرعت موزع×زاویه نقاله seeding unit speed* feeding conveyor angle	4	540260 **
سرعت بستر×سرعت موزع×زاویه نقاله conveyor belt speed *seeding unit speed* feeding conveyor angle	8	115567 **
خطای آزمایشی Experiments error	54	42
کل Total	80	
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation (C.V%)	1.96	

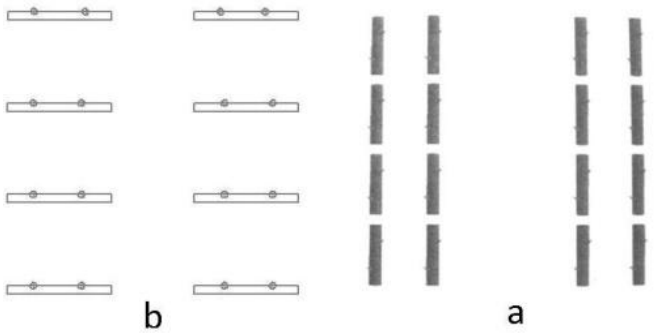
**: معنی دار در سطح ۱ درصد

** Significant at 1% level



شکل ۹- اثر سرعت بستر، سرعت نقاله و زاویه نقاله بر تعداد قلمه در هکتار

Fig. 9. Effect of substrate conveyor belt speed, distributor unit speed and feeding conveyor angle on the number of scions per hectare



شکل ۱۰- آرایش و توزیع قلمه به صورت طولی (a) و عرضی (b) در مزرعه

Fig.10. Lengthwise seeding (a) and Widthwise seeding (b) in Sugarcane farm

نتیجه‌گیری

ساز و کار به‌کار رفته در کارنده نیشکر اهمیت فراوانی در میزان مصرف قلمه و الگوی کشت دارد (Yadav and Choudhuri, 2001). به‌کارگیری موزع مرکب مجهز به ناودانی‌های (پیاله) حمل قلمه در کارنده این امکان را فراهم می‌آورد که با ایجاد زمان‌بندی مناسب و عدم لغزش تسمه نقاله، قلمه‌ها با آرایش تعیین‌شده در شیار حاصل از شیار بازکن قرار گیرند. کاهش میزان مصرف قلمه در عملیات کاشت مکانیزه نیشکر از لحاظ اقتصادی اهمیت زیادی در هزینه تهیه قلمه و کاشت در مزارع نیشکر دارد (به‌طور متوسط در هر دوره کاشت بین ۲۷ تا ۳۲ هزار قلمه در هر هکتار در مزارع نیشکر خوزستان استفاده می‌شود) (Anonymous, 2007). با استفاده از موزع مرکب در کارنده نیشکر، نه تنها در مصرف قلمه برای کشت صرفه‌جویی می‌شود (شکل ۱۰)، بلکه روش خاک‌ورزی و کاشت تغییر کرده و مزرعه به‌صورت سطحی صاف و بدون جوی و پشته طی عملیات خاک‌ورزی تهیه و در حین عملیات کاشت، همزمان با قرار دادن قلمه‌ها در سطح زمین نسبت به خاک‌دهی قلمه‌ها اقدام و بدین صورت جوی پشته مورد نظر برای آبیاری نیز حاصل خواهد شد.

با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده از عملکرد مدل آزمایشگاهی موزع ساخته شده بهترین شرایط کارکرد واحدهای مختلف عبارت از ۱ متر بر ثانیه سرعت خطی حرکت نقاله موزع، ۰/۸ متر بر ثانیه سرعت پیشروی (سرعت نقاله بستر متحرک)، ۷۰ درجه زاویه‌ی نقاله موزع نسبت به سطح افق و فاصله بین نبشی‌ها حدود ۳۵ سانتی‌متر تعیین

شد. با عنایت به جهت‌دهی قلمه‌ها و قرارگیری آن‌ها به‌صورت عمود بر خط پیشروی کارنده (عرضی)، مشکل کاشت چند خط قلمه در یک ردیف برطرف شده و فقط با قرار دادن یک قلمه با طول مناسب که دارای چند بند (جوانه‌ی قابل رویش) باشد، یک ردیف با عرض دلخواه و رویش کافی ساقه نیشکر فراهم می‌شود. با توجه به شکل ۹ حدود ۳۰ هزار قلمه در هکتار یعنی حدود یک سوم صرفه‌جویی در مصرف قلمه و حدود ۵ میلیارد تومان صرفه‌جویی مالی در مزارع نیشکر خوزستان فقط در صورت انجام عملیات کاشت توسط کارنده مجهز به موزع مرکب حاصل می‌شود که علاوه‌بر آن صرفه‌جویی حاصل از سایر هزینه‌های مربوط به تهیه قلمه، تهیه بستر و موارد دیگر را نیز باید اضافه کرد.

References

1. Anonymous, 2007. Research and Teaching of Sugar cane Development Institute. Ahvaz, Iran. (In Farsi).
2. Bachche, S. G., S. N. Yewale, V. R. Magdum, and S. B. Patil. 2007. Field Testing of Sugarcane Cutter Planter and its Economic Comparison with Traditional Method. International Agricultural Engineering Conference.
3. Bhal, V. P., and T. R. Sharma. 2001. Present status and scope of tractor drawn automatic lister sugarcane cutter planter in Haryana. Paper presented at annual convention of ISAE held at OUAT Bhubneshwar.
4. Frank, B. 1984. Sugar-cane. United states of America, Longman Inc, New York.
5. Khedkar, M. B., and A. K. Kamble. 2008. Evaluation of mechanized planting of sugarcane. International Journal of Agricultural Engineering 1 (2): 136-139.
6. Maleki, M. R., J. F. Jafari, M. H. Raufat, A. M. Mouazen, and J. De. Baerdemaeker. 2006. Evaluation of Seed Distribution Uniformity of a Multi-flight Auger as a Grain Drill Metering Device. Biosystems Engineering 94 (4): 535-543. (In Farsi).
7. Namjoo, M. 2009. Design, development and evaluation of a sugarcane billet planter equipped with metering unit with overlap planting system. M.Sc. thesis. Faculty of agriculture. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. (In Farsi).
8. Patil, A. B., A. K. Dave, and R. N. S. Yadav. 2004. Evaluation of Sugarcane Cutter Planter. In 38th. ISAE Convention January 2004, D.B.S.K.K.V. Dapoli India.
9. Peloia, P. R., M. Milan, and T. L. Romanelli. 2010. Capacity of the mechanical harvesting process of sugar cane billets. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 67 (6): 619-623.
10. Ripoli, M. L. C., and T. C. C. Ripoli. 2010. EVALUATION OF FIVE SUGAR CANE PLANTERS. Eng. Agríc. Jaboticabal. 30 (6): 1110-1122.
11. Srivastava, A. C. 2004. Development of a zero till sugarcane cutter-planter., I. Agr. E. JOU. 59 (2): 3-6.
12. Taghinezhad, J., R. Alimardani, and A. Jafary. 2012. Design, fabrication and evaluation of a laboratory prototype model of sugarcane cutter planter M. Sc. thesis. Faculty of agriculture. University of Tehran, Tehran, Iran. (In Farsi).
13. Yadav, R. N. S., and D. Choudhuri. 2001. Mechanization scenario of sugarcane cultivation in India. In Proc. 35th ISAE Annual Convention, OUAT, Bhubaneshar India during February 2001.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 7, No. 1, Spring - Summer 2017, p. 312-321

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۶، ص ۳۲۱-۳۱۲

Brief Report

Design and fabrication of an exprerimental model of a seeding unit with widthwise sugarcane scions seeding for use in sugarcane planter

A. Akbarnia[1]*

Received: 28-10-2015
Accepted: 13-03-2016

Introduction

Sugarcane, a plant which sugar is extracted from, is planted in vast areas with hot and humid climate. Brazil is the largest producer of sugarcane in the world. The next five major producers, in decreasing order, are India, China, Thailand, Pakistan and Mexico. Sugarcane is a tropical, perennial grass that forms lateral shoots at the base to produce multiple stems, typically three to four meters high and about 5 cm in diameter. The total area under sugarcane plantation in Iran (Khozestan Province) is about 80,000 hectares with an average yield of 100 tons per hectare. To increase the yield per unit of land and reduce production costs and move toward sustainable agriculture, mechanization of agricultural operations seems inevitable. Planters are the most important of farm machinery among the mechanization equipment. Sugarcane cultivation is done both by hand and machine. Hand planting operations is laborious and painstaking work and work efficiency is so low and culture costs are so high. In Iran farms, the sugarcane plantation process is carried out manually by the farmers. Considering the climatic conditions, the agricultural soil composition and constitution, and the different plantation pattern used in Iran, the imported planting machines are not suitable for the farming conditions in the country. Moreover, the domestically produced machines, which are mostly based on the imported versions, do not provide adequate performance. Therefore, fabrication of a machine, capable of continuously lifting the sugarcane scions from a container and sending them to a dropper pipe, uniformly and in conformance with the climatic conditions of the sugarcane farms in the country, is of great importance.

Materials and Methods

In this research, initially, a field study was carried out to identify the problems and shortcomings of imported and copied planting machines in sugarcane farms, such as jamming of the scions conveying mechanism and the existence of unplanted sections in the farm. Subsequently, a new compound seeding unit with unique capabilities for solving the above mentioned problems was fabricated, with the aim of application in sugarcane planting machines. The various components of the system include:

1- Tank split in two pieces and connected to each other by two hinges through the middle and it can adjust to different angles. 2- Tube fall for cuttings scions. 3- Two rows of chain on a conveyor screwed on belt. 4- Number of 9 cups (channels) to receive and transmit cutting scions from the tank and guided them to the falls duct. 5- 18 pcs of metal preservative, the chain screwed to conveyor. 6- Four Number of gears on two shafts in order to drive the conveyor chain. 7- Two shafts, one on top and one another on the bottom of the anchor-conveyors chain. 8- The mechanism of driven Endless belt as a mobile bed to showing the steady rate of falling the scions from the fallen channel. 9- Two variable speeds electromotor to provide the movement of complex distributer and planter's mobile bed belt. 10- Controlling mechanism of falling number of scion.

After preparing and manufacturing the different machine's pieces, they were installed on the chassis and then different units were prepared and the machine are run.

Results and Discussion

Therefore, fabrication of a mechanism, capable of continuously lifting the sugarcane scions from a container and sending them to a dropper pipe, uniformly and in conformance with the conditions of the sugarcane farms is

1- Associate Professor of Department of Mechanic, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST)
(*- Corresponding Author Email: abbasakbarnia@yahoo.com)

of great importance. In the new mechanism, as opposed to the existing seeding units in which the seeding operation is performed lengthwise, planting of the scions is performed in a widthwise pattern. Using the manufactured machine had a great effect on method of tillage and planting. The farm field was changed to a smooth surface in tillage then in planting the scions with installing the two diagonal plate the soil putted on scions and the made furrows for irrigating.

Conclusions

This mechanism reduces the number of planted scions per hectare, results in a more uniform planting and growth of the scions, and reduces the number of machine trips in the farm, increasing the planter productivity. The seeding unit was fabricated and is presently ready for use in the sugarcane planters.

Keywords: Compound distributor unit, Experimental model, Mechanization of the sugarcane farms, Sugarcane planter, Sugarcane scions