ارزیابی دو نوع قلمه کار نیشکر متداول در ایران

مسلم نامجو[۱*]، حسین گلبخشی[۱]، سید جلیل رضوی[۲]

۱- مربی گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، m.namjoo@ujiroft.ac.ir
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

کاشت قلمه نیشکر در ۸۰ درصد از زمین‌های زیر کشت استان خوزستان بوسیله کارنده‌های الگوبرداری شده از شرکت آستوفت استرالیا انجام می‌شود. این ماشین‌ها به دلیل مصرف بالای قلمه ها و عدم توزیع یکنواخت آنها، هزینهٔ عملیات کاشت را به مقدار قابل توجهی افزایش می‌دهند زیرا به علت توزیع غیریکنواخت قلمه در برخی از نقاط مزرعه کاشت صورت نمی‌گیرد و باید در مراحل بعد توسط کارگر بصورت دستی عمل کاشت انجام شود. از طرفی با توجه به شرایط بسیار بد آب و هوایی، هزینه بالا و کمبود نیروی انسانی استفاده از قلمه‌کاری کاملاً مکانیزه، ضروری می‌باشد؛ در این راستا در دانشگاه صنعتی اصفهان قلمه کاری ساخته شد؛ بکارگیری زنجیرنقاله مجهز به المان‌های حمل قلمه در موزّع دستگاه، این امکان را فراهم می‌آورد که با ایجاد زمان‌بندی، قلمه‌ها با همپوشانی یا بدون همپوشانی در خاک قرار گیرند. به منظور مقایسه کارنده‌ها و با هدف تعیین سرعت پیشروی، ظرفیت مزرعه‌ای، توان مالبندی لازم برای کشش هر قلمه‌کار، دقیق‌کاری (همپوشانی بین قلمه‌ها و توزیع یکنواخت آنها) ارزیابی مزرعه ای انجام شد. نتایج ارزیابی نشان داد دستگاه ساخته شده در دانشگاه به توان مالبندی کمتر نیاز داشت و قادر بود با ظرفیت مزرعه‌ای کمتر و توزیع یکنواخت‌تر قلمه ها، همپوشانی بهتری را ایجاد کند.

واژه های کلیدی: الگوی هم‌پوش، کاشت قلمه، کارنده، موزّع، نیشکر.

مقدمه

ماشین‌های کارنده متفاوتی جهت کشت نیشکر مورد استفاده قرار می‌گیرند. دو گروه عمده این ماشین‌ها قلمه‌کارها و برنده–کارنده‌ها هستند (خانی، ۱۳۸۵). در قلمه‌کارها قلمه‌ها با طول‌های تقریباً مساوی در مخزن ریخته می‌شوند سپس قلمه‌ها به سمت موزّع هدایت می‌شوند. در ماشین‌های برنده–کارنده که عموماً نیمه مکانیزه هستند، ساقه‌های نیشکر به صورت توده در مخزن ریخته می‌شود سپس ساقه‌ها توسط کارگر به سمت واحد برش هدایت می‌شود واحد برش ضمن برش قلمه‌ها به طول یکسان، آنها را با همپوشانی یا بدون همپوشانی در شیار قرار می‌دهد (Mandal and Maji, 2008). میزان یکنواختی عمل کاشت موضوعی است که در دقیق‌کارها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است (Willking, 1985). پیترز و لارسن با توجه به اقلیم و شرایط

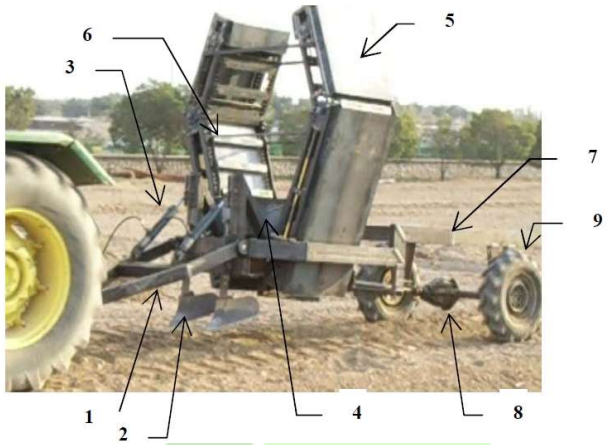
جغرافیایی آن منطقه مقدار قلمه‌ای را که در واحد هکتار برای کاشت مورد نیاز بود در حالت مطلوب محاسبه کرده، سپس ۵ نوع کارنده نیشکر با موزّع‌های متفاوت را ارزیابی کردند. نتایج ارزیابی نشان داد که کمترین میزان یکنواختی مربوط به موزّع استوانه ای دندانه‌دار با تسمه‌نقاله تغذیه‌کننده بود و بیشترین میزان یکنواختی، همچنانکه انتظار می‌رود، مربوط به کشت دستی بود. زیرا در این نوع کشت کشاورز بیشترین توجه و دخالت را در نحوه عمل کشت دارد (Peters and Larsen, 2003).

شکل ۱. تصویر قلمه‌کار نیشکر مدل ۲۵۰۰BP ساخت شرکت ماشین‌سازی تبریز

در حال حاضر سطح زیر کشت در ایران حدود ۱۰۰ هزار هکتار می‌باشد و سالانه بطور متوسط ۱۴ هزار هکتار از آن تجدید کشت می‌شود. کاشت قلمه نیشکر در ۸۰ درصد از زمین‌های زیر کشت استان خوزستان بوسیله کارنده‌های کپی‌سازی شده توسط شرکت ماشین‌سازی تبریز انجام می‌شود (کارنده ۱). ساختمان و طرز کار دستگاه از کارنده شرکت آستوفت استرالیا الگوبرداری شده است (شکل۱) و در صورت تنظیم بودن قادر است ۸ تن قلمه در هکتار کشت کند (رئیسی، ۱۳۸۴). دستگاه دو ردیفه بوده و موزّع برای هر دو لوله سقوط، قلمه تأمین می‌کند. سیستم موزّع شامل تسمه‌ای با عرض کار یک متر و طول و ارتفاع پیاله‌های آن به ترتیب ۵۰ و ۴ سانتی‌متر می باشد. نیروی کششی مورد نیاز دستگاه توسط تراکتوری با توان ۱۱۰ اسب بخار تأمین می‌گردد. از چرخ زمین گرد برای تأمین نیروی موزّع ها استفاده می شود اما پس از ساخته شدن این دستگاه در داخل کشور بنا به دلایلی از چرخ نمونه اصلی استفاده نشد و به جای چرخ اصلی از چرخ دیگری با همان اندازه ولی با شکل آج متفاوت استفاده شد.

فاصله یکنواخت میان قلمه‌های کاشته شده و همپوشانی مطلوب می‌تواند عامل مهمی برای قلمه‌کارها به حساب آید، زیرا عملیات تنک کردن و واکاری را، که هزینه زیادی نیز دارد، حذف می‌کند (Mohammadi *et al.*, 2007). در این راستا در دانشگاه صنعتی اصفهان قلمه کاری طراحی و ساخته شد (شکل ۲) ، که برای توزیع یکنواخت قلمه به درون شیار در کارنده از یک موزّع دقیق‌کار استفاده شده بود (کارنده ۲) بکارگیری زنجیرنقاله مجهز به المان‌های حمل قلمه در موزّع دستگاه، این امکان را فراهم می‌آورد که با ایجاد زمان‌بندی، قلمه‌ها با همپوشانی یا بدون همپوشانی در خاک قرار گیرند (نامجو، ۱۳۸۷). موزّع‌ها بر اساس طرح ارائه شده توسط پاپولین (۱۹۷۶) طراحی شدند هر موزّع از دو شاسی تحتانی و فوقانی که در وسط به هم لولا شده بودند، تشکیل

شده بود. این امر امکان تغییر زاویه شاسی فوقانی نسبت به شاسی تحتانی را فراهم می‌آورد (Populin, 1976). مطابق با شکل ۲ موزّع‌ها طوری بر روی شاسی نصب شدند که در بین آنها مخزن ثانویه قرار گیرد. دو شیاربازکن در جلو هر موزّع بر روی شاسی نصب شد طوریکه فاصله خطوط کشت برابر ۵۰ سانتی‌متر باشد. برای به حرکت در آوردن موزّع‌ها از چرخ زمین‌گرد استفاده شد.



شکل ۲. قسمت های مختلف کارنده ساخته شده: ۱- مالبند، ۲- شیاربازکن‌ها، ۳- سیلندرهای هیدرولیکی، ۴- مخزن ثانویه قلمه‌ها، ۵- واحدهای توزیع، ۶- پیاله‌های حمل قلمه، ۷- شاسی، ۸- دیفرانسیل، ۹- چرخ‌های حامل.

مواد و روش ها

ارزیابی کارنده ساخت شرکت آستوفت استرالیا در مزرعه‌ای در جنوب دانشگاه صنعتی اصفهان با استفاده از تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ انجام شد. به منظور ارزیابی عملکرد قلمه‌کار نیشکر، بیش‌همپوشانی و کم‌همپوشانی تحت تأثیر عواملی چون سرعت پیشروی و نوع چرخ بررسی شد. با توجه به اینکه روش خاکورزی در تمام نقاط مزرعه شبیه به هم بود و بستر کاشت یکسان تأثیری بر الگوی قرارگیری قلمه‌ها در داخل شیار نداشت طرح پایه آزمایشی،کاملاً تصادفی انتخاب شد تا اثر سرعت پیشروی در سه سطح ۲، ۳/۵ و ۵ کیلومتر بر ساعت و نوع چرخ در سه سطح را بر دو فاکتور فوق ارزیابی کند (شکل ۳).

الف

ب

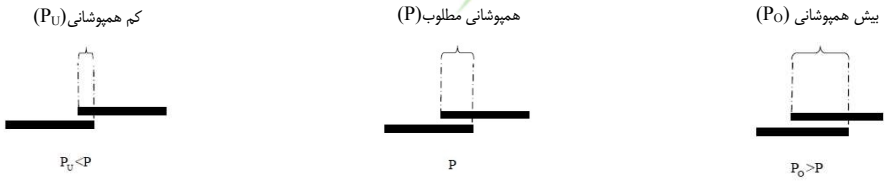
ج

شکل۳. سه نمونه چرخ بکارگرفته شده در ارزیابی کارنده: الف- چرخ الگوبرداری شده، ب- چرخ نمونه اصلی و ج- چرخ فلزی.

پس از اتمام هر آزمایش مطابق با شکل ۴ یک متر نواری ۵۰ متری در هر شیار از ابتدا تا انتهای ریزش قلمه‌ها قرار گرفت تعداد و مختصات ابتدا و انتهای هر قلمه ثبت شد. ارزیابی کارنده ساخته شده در دانشگاه نیز در قطعه ای از همان مزرعه با استفاده از تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ انجام شد که نیروی لازم برای کشش این کارنده در مقایسه با کارنده استرالیایی به نسبت کمتر بود.

شکل ۴. استفاده از متر نواری برای ثبت مختصات طولی قلمه‌ها.

به منظور ارزیابی عملکرد قلمه‌کار نیشکر، میزان پرشدگی پیاله‌ها، بیش‌همپوشانی و کم‌همپوشانی تحت تأثیر عواملی چون سرعت پیشروی در سه سطح ۲، ۳ و ۴ کیلومتر بر ساعت، زاویه قرارگیری زنجیرنقاله موزّع نسبت به خط عمود بر زمین در دو سطح ۲۵ و ۳۰ درجه و همچنین دو نوع قلمه با پوشال و بدون پوشال بررسی شدند. بخاطر محدودیت قلمه نیشکر، آزمایش به صورت طرح کرت دوبار خرد شده پیاده و اجرا شود. عامل اصلی نوع قلمه و زاویه زنجیرنقاله به عنوان عامل فرعی انتخاب شد. سومین عامل یعنی سرعت پیشروی نیز در ادامه بعنوان عامل فرعی–فرعی انتخاب شد. طول و عرض پلات فرعی به ترتیب برابر ۱۰۰ و ۱۰ متر و آزمایشات در سه تکرار صورت گرفت. پس از اتمام هر آزمایش مختصات ابتدا و انتهای هر قلمه درحداقل مسافت ۲۰ متر ثبت شد. سه وضعیت قرارگیری قلمه‌ها درون شیار در شکل ۵ نشان داده شده است. بنا به اظهارات مهندسان طرح توسعه نیشکر همپوشانی مناسب بهتر است در دامنه ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد (رئیسی، ۱۳۸۴). در طراحی کارنده نیز سعی شد تا نسبت دنده‌ای در سیستم انتقال نیرو از چرخ زمین گرد به موزّع در این محدوده قرار گیرد. طراحی فعلی کارنده همپوشانی ۱۳/۹ را فراهم می‌آورد (نامجو، ۱۳۸۷).



شکل ۵. وضعیت قرارگیری قلمه‌ها پس از قرارگیری در شیار.

فاکتورهای ارزیابی شده در کارنده ها

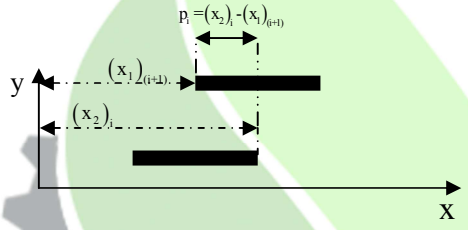
۱- محاسبه بیش همپوشانی

مطابق با شکل ۶ در صورتیکه مختصات انتهایی قلمه i ام برابر با $(x_2)_i$ باشد و مختصات ابتدای قلمه بعدی $(x_1)_{(i+1)}$ باشد، همپوشانی برابر است با:

$$p_i = (x_2)_i - (x_1)_{(i+1)} \qquad (۱)$$

در صورتیکه این فاصله بیشتر از این مقدار باشد تحت عنوان بیش همپوشانی تلقی خواهد شد. با استفاده از رابطه ۲ میزان بیش همپوشانی محاسبه می‌شود. زیاد بدون این فاکتور سبب اتلاف قلمه و افزایش هزینه کارگری جهت تنک کردن قلمه می‌شود.

$$O_{Over} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{55} \left(\left((X_2)_i - (X_1)_{(i+1)} \right) \right) - 13.9}{2000} \right) \times 100, \qquad \left((X_2)_i - (X_1)_{(i+1)} \right) > 13.9 \qquad (۲)$$



شکل ۶. نحوه محاسبه کم‌همپوشانی و بیش‌همپوشانی.

۲- محاسبه کم همپوشانی

در صورتیکه همپوشانی کمتر از ۱۳/۹ سانتی‌متر باشد، تحت عنوان کم همپوشانی تلقی می‌شود. زیاد بودن این فاکتور سبب افزایش هزینه‌ها در نتیجه نیاز به عمل واکاری پس از کاشت و کاهش بازده زمین زراعی می‌شود مقدار کم همپوشانی با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$O_{Under} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{55} \left(13.9 - \left((x_2)_i - (x_1)_{(i+1)} \right) \right)}{2000} \right) \times 100, \qquad \left((x_2)_i - (x_1)_{(i+1)} \right) \le 13.9 \qquad (۳)$$

۳- محاسبه میزان پرشدگی

فراسنجه مهم و اساسی در ارزیابی عملکرد کارنده‌هایی که عمل کاشت را به صورت تک تک انجام می‌دهند میزان پرشدگی پیاله‌های کاشت می‌باشد. پس از هر آزمایش تعداد قلمه‌های ریخته شده در کف شیار در فاصله ۲۰ متر شمرده می‌شدند. با توجه به همپوشانی از پیش تعیین شده باید در این فاصله ۵۵ قلمه ریخته می‌شد. سپس داده‌ها وارد محیط نرم‌افزار Excel شد و توسط

رابطه زیر مقادیر مربوط به میزان پرشدگی هر یک از موزّع‌ها محاسبه شد. در رابطه زیر N تعداد قلمه‌هایی است که در کف شیار قرار گرفته بودند.

$$\text{Filling} = \left(\frac{N}{55}\right)\times 100 \qquad (۴)$$

پس ازمحاسبه شاخص‌های مورد ارزیابی، داده‌ها به وسیله نرم‌افزارهای SAS آنالیز آماری گردید و در صورت معنی‌دار بودن مقدار F، میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد مقایسه شد.

۴- محاسبه میزان ریزش قلمه

در هر مرحله آزمایش پس از داده برداری، قلمه‌ها در کیسه نایلونی جمع‌آوری شده و در آزمایشگاه بوسیله ترازوی دیجیتالی وزن شدند. در نهایت بوسیله تناسب مقدار وزنی قلمه ریخته شده بر حسب کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

نتایج و بحث

کارنده ۱

نتایج تجزیه واریانس کارنده ۱ در جدول ۱ نشان می‌دهد تنها اثر سرعت کارنده در سطح ۵٪ بر فاکتورهای بیش همپوشانی و کم همپوشانی معنی‌دار شده است و عامل چرخ بر نحوه توزیع قلمه بی تأثیر می باشد.

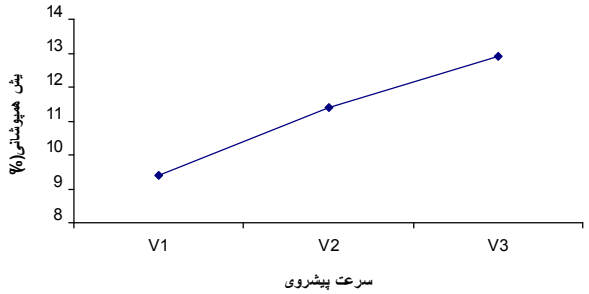
جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس بیش همپوشانی و کم همپوشانی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		بیش همپوشانی	کم همپوشانی
چرخ	۲	۵۴/۲۴	۲۵/۵۴
سرعت	۲	۳۲/۲۸*	۲۹/۴۲*
چرخ × سرعت	۴	۳۶	۱۸/۲۳
خطا	۱۸	۹۴/۷	۶/۲۵

*: معنی‌داری در سطح ۵٪

۱- اثر سرعت پیشروی بر روی بیش همپوشانی

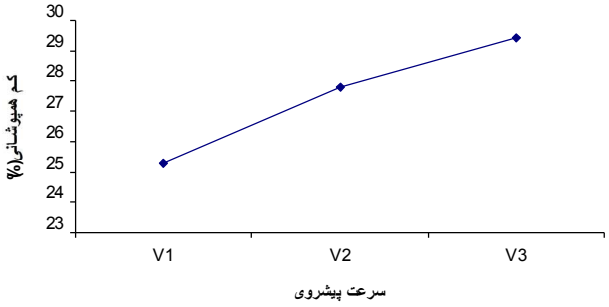
با افزایش سرعت کارنده (۱) در سه سطح ۲، ۳/۵ و ۵ کیلومتر بر ساعت بیش همپوشانی افزایش یافت. که تاثیر این پارامتر در شکل ۷ نشان داده شده است. به دلیل رابطه مستقیمی که بین سرعت پیشروی کارنده و سرعت تسمه موزّع وجود دارد با افزایش سرعت پیشروی، سرعت تسمه موزّع نیز زیاد می‌شود. افزایش سرعت موزّع سبب افزایش انرژی جنبشی قلمه، و در نتیجه سبب افزایش سرعت قلمه در لحظه برخورد با شیار کشت می‌شود. زیاد بودن سرعت بذر در لحظه برخورد با شیار کشت می‌تواند از عوامل کاهش دهنده یکنواختی ریزش باشد.



شکل ۷. اثر سرعت پیشروی بر بیش همپوشانی

۲- اثر سرعت پیشروی برکم همپوشانی

با افزایش سرعت کارنده در سه سطح ۲، ۳/۵ و ۵ کیلومتر بر ساعت میزان کم همپوشانی اضافی افزایش یافت. که تاثیر این پارامتر در شکل ۸ نشان داده شده است. افزایش سرعت پیشروی سبب افزایش سرعت تسمه موزّع شود در نتیجه قلمه‌ها جهت قرارگیری در پیاله‌ها مدت زمان کمتری را در اختیار دارند در نتیجه تعداد پیاله‌هایی که بدون قلمه مخزن را ترک می‌کنند افزایش می‌یابد. از طرفی با افزایش سرعت تسمه موزّع احتمال پرت شدن قلمه قرار گرفته بر روی پیاله به داخل مخزن افزایش می‌یابد که مجموعه این عوامل موجب می‌شود با افزایش سرعت پیشروی کم همپوشانی افزایش پیدا کند.



شکل **۸.** اثر سرعت پیشروی بر کم همپوشانی

۳- اثر سرعت پیشروی بر میزان ریزش قلمه

میزان ریزش قلمه بر حسب کیلوگرم در هکتار بر اساس ارزیابی مزرعه‌ای در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۲ کمترین میزان ریزش قلمه در حالت بکارگیری چرخ استرالیایی در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. در میان سه سطح سرعت و بکارگیری چرخ استرالیایی با توجه به شکل ۷ بیشترین میزان بیش همپوشانی مربوط به سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. پس

انتظار می‌رود میزان ریزش قلمه نیز نسبت به دو سطح دیگر بیشترین مقدار را دارا باشد. اما این میزان با توجه به جدول ۲ کمترین مقدار (۵۵۰۴/۴) را نشان می‌دهد. علت را می‌توان در تاثیر فاکتور دوم یعنی درصد کم همپوشانی دانست. زیرا در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت با توجه به شکل ۸ میزان کم همپوشانی، بیشترین مقدار خود را نسبت به سطوح دیگر سرعت دارا می‌باشد. بیشترین میزان ریزش قلمه نیز مربوط به چرخ ایرانی و سرعت ۲ کیلومتر بر ساعت می‌باشد. در این حالت بیش همپوشانی و کم‌همپوشانی با توجه به اشکال ۷ و ۸ کمترین مقدار می‌باشند.

جدول ۲. میزان ریزش قلمه بر حسب کیلوگرم در هکتار

سرعت پیشروی	نوع چرخ		
	ایرانی	استرالیایی	فلزی
۲	۶۳۲۵/۹	۵۷۷۰	۵۶۳۹/۴
۳/۵	۵۶۱۳/۶	۵۶۱۱/۲	۶۰۴۳/۳
۵	۵۶۳۵/۸	۵۵۰۴/۴	۵۶۸۷/۴

نحوه ارزیابی کارنده بر اساس دو پارامتر بیش همپوشانی و کم همپوشانی برای اولین بار انجام شد و منبعی که بتوان نتایج آزمایشات را با آن مقایسه نمود، موجود نمی‌باشد.

شکل ۹. نحوه توزیع قلمه توسط قلمه کار مورد استفاده در مزارع خوزستان

شکل ۹ نیز نحوه توزیع قلمه توسط این کارنده ۱ را نشان می دهد که در شکل سمت راست مقدار توزیع (ریزش) قلمه کم و همپوشانی بین قلمه ها کم بوده (کم همپوشانی) یا اصلاً وجود ندارد که باید توسط کارگر واکاری صورت گیرد. در شکل سمت چپ نیز علاوه بر توزیع بیش از حد قلمه (بیش هم پوشانی)، فواصل بین قلمه ها (کم همپوشانی) نیز زیاد می باشد که باید واکاری و تنک کردن با هم صورت گیرد.

۴- ظرفیت مزرعه‌ای و توان مالبندی

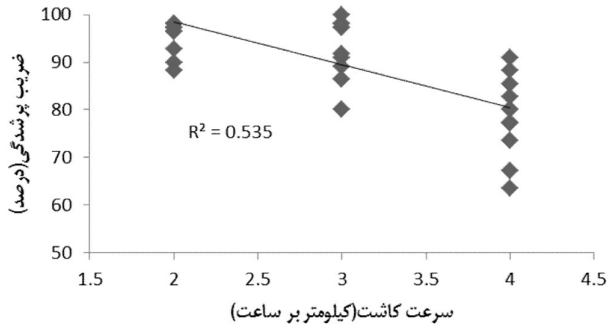
با در نظر گرفتن حداکثر ظرفیت مزرعه ای و حداقل بیش همپوشانی و کم همپوشانی، امکان استفاده از کارنده در سرعت ۳/۵ کیلومتر بر ساعت امکان‌پذیر می‌باشد عرض دستگاه برابر ۱/۸۳ متر می‌باشد در حالت تئوری ظرفیت مزرعه‌ای این دستگاه با بازده مزرعه‌ای ۸۰ درصد برابر ۰/۵ هکتار در ساعت می‌باشد همچنین در صورتیکه میانگین طول قلمه‌ها برابر ۵۰ سانتی‌متر و وزن هر قلمه برابر ۲۱۷/۵ گرم باشد این دستگاه قادر است ۲۶۴۶۵ قلمه معادل با ۵/۷۶ تن در هکتار را کشت نماید. لازم به ذکر است که نیروی کشش این دستگاه بوسیله تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ تأمین شد و تراکتورهای با توان کمتر از ۱۱۰ اسب بخار قادر به تأمین کشش این کارنده در سرعت های بالا نیستند.

کارنده ۲

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر سرعت کاشت کارنده (۲)، زاویه زنجیر نقاله موزّع و نوع قلمه بر میزان پرشدگی، بیش هم‌پوشانی و کم همپوشانی را نشان می‌دهد. همانطور که نشان داده شده است تأثیر دو عامل سرعت پیشروی و زاویه قرارگیری زنجیرنقاله موزّع بر هر سه فراسنجه معنی‌دار می باشد. تأثیر نوع قلمه مصرفی بر هیچ کدام از فراسنجه‌های مورد ارزیابی معنی‌دار نبود. در میان اثر متقابل عوامل آزمایشی، اثر متقابل زاویه زنجیرنقّاله و نوع قلمه بر میزان پرشدگی پیاله‌ها و کم همپوشانی معنی‌دار بود.

۱- اثر سرعت پیشروی بر ضریب پرشدگی پیاله‌ها

روند تغییرات ضریب پرشدگی پیاله‌های حمل قلمه تحت تأثیر سرعت کاشت موزّع در شکل ۱۰ آمده است. با افزایش سرعت کاشت از ۲ به ۳ کیلومتر بر ساعت، میزان پرشدگی پیاله‌ها به میزان ۴/۳ درصد کاهش یافت که این مقدار کاهش ضریب پرشدگی معنی‌دار بود. با افزایش سرعت و رسیدن به سرعت ۴کیلومتر بر ساعت کاهش میزان پرشدگی میان این دو سرعت (۳ و ۴کیلومتر برساعت) در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار شد. کاهش ضریب پرشدگی پیاله‌ها در اثر افزایش سرعت به علت کاهش زمان در تماس بودن قلمه‌ها با پیاله‌های زنجیرنقّاله، درزمان عبور زنجیرنقّاله از داخل مخزن و به دنبال آن کاهش احتمال قرارگرفتن قلمه در فضای پیاله حمل‌کننده قلمه می‌باشد.



شکل ۱۰. روند تغییرات میزان پرشدگی پیاله هاها تحت تأثیر سرعت کاشت.

جدول ۳. نتایج تجزیه آماری اثر عوامل آزمایشی بر میزان پرشدگی، بیش هم‌پوشانی و کم هم‌پوشانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		میزان پرشدگی	کم هم‌پوشانی	بیش هم‌پوشانی
نوع قلمه(V)	۱	۲۶۲/۸۳	۱۸۶	۱/۷۰
خطای(v)	۴	۱۲۰/۰۰	۲۴/۸۰	۱۴/۳۱
پلات اصلی	۵			
زاویه موزّع(A)	۱	۲۴۳/۵۵**	۲۳/۳۱*	۸۲/۰۵*
$V\times A$	۱	۳۰۳/۶۰**	۱۰۴/۶۸**	۱۵/۵۰
خطای(v)	۴	۳/۰۵	۱/۸۴	۸/۱۲
پلات فرعی	۶			
سرعت کاشت(S)	۲	۱۰۶۳/۵۲***	۷۵۸/۶۷***	۵۲/۴۰**
V×S	۲	۵۶/۷۷	۳۴/۲۲	۴/۹۷
A×S	۲	۱۵/۴۵	۱/۲۷	۵/۸۲
V×A×S	۲	۹/۲۵	۱۰/۵۰	۱/۱۶
خطای(s)	۱۶	۲۳/۴۴	۹/۴۳	۶/۵۳
پلات‌های فرعی فرعی	۲۴			
کل	۳۵			

*، ** و *** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی در سطح احتمال ۵ ، ۱ و ۰/۱ درصد می‌باشند.

۲- اثرات عوامل آزمایشی بر بیش همپوشانی و کم همپوشانی قلمه ها

جدول ۴ نتایج مقایسه میانگین کم‌همپوشانی و بیش‌همپوشانی را تحت تأثیر عوامل آزمایشی نشان می‌دهد.

جدول **۴**- مقایسه میانگین‌های کم همپوشانی و بیش همپوشانی تحت تأثیر عوامل آزمایشی

عوامل آزمایشی	کم‌همپوشانی	بیش‌همپوشانی
سرعت کاشت		
۲	۱۶/۶۴ b	۱۵/۶۹ a
۳	۱۸/۶۹ b	۱۴/۳۶ a
۴	۳۱/۳۲ a	۱۱/۵۹ b
زاویه موزّع		
۲۵	۲۱/۴۱ b	۱۵/۳۹ a
۳۰	۲۳/۰۲ a	۱۲/۳۷ b
نوع قلمه		
بدون پوشال	۲۴/۴۹ a	۱۴/۱۰ a
با پوشال	۱۹/۹۴ a	۱۳/۶۶ a

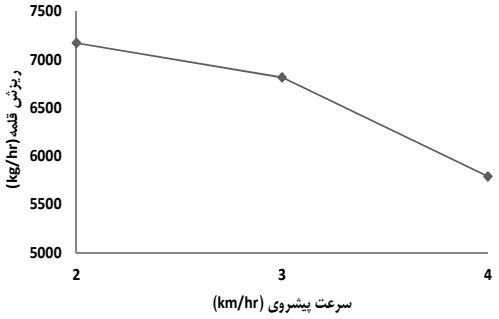
بین سطوح اولیه سرعت یعنی ۲ و ۳ کیلومتر بر ساعت تفاوت معنی‌دار نیست، اما با افزایش سرعت و رسیدن سرعت به ۴ کیلومتر بر ساعت تفاوت معنی‌دار می شود طوریکه افزایش سرعت از ۳ به ۴ کیلومتر بر ساعت کم‌همپوشانی را به اندازه ۱۲/۶ درصد افزایش و بیش‌همپوشانی را به اندازه ۲/۸ درصد کاهش می‌دهد. افزایش در زاویه زنجیر نقاله نسبت به خط عمود با اینکه کم‌همپوشانی را ۱/۶ درصد افزایش و بیش‌همپوشانی را ۳ درصد کاهش می‌دهد، اما این تفاوت معنی‌دار می‌باشد. شکل ۱۱ نحوه توزیع قلمه در سه سطح سرعت را نشان می دهد در کمترین سرعت، قلمه ها دقیقاً در وسط شیار قرار می گیرند و همپوشانی از پیش تعیین شده (۱۵–۱۰ cm) نیز بین قلمه ها وجود دارد با افزایش سرعت ضمن اینکه قلمه ها در وسط شیار قرار نمی گیرند، کم همپوشانی افزایش و مقدار ریزش قلمه نیز کاهش می یابد.

۲ km/hr ۳ km/hr ۴ km/hr

شکل ۱۱. تاثیر سرعت پیشروی بر یکنواختی ریزش قلمه پس از ارزیابی قلمه‌کار

۳- اثر سرعت پیشروی بر میزان ریزش قلمه

مقدار ریزش قلمه در هکتار نیز برای این کارنده پس از اندازه گیری در شکل ۱۲ آمده است؛ در این کارنده با افزایش سرعت، مقدار ریزش قلمه کاهش یافته است زیرا در سرعت های بالا زمان کافی برای قرارگیری قلمه درون پیاله ها وجود ندارد و حتی بعضی از پیاله ها به صورت خالی به سمت شیار حرکت می کنند.



شکل ۱۲. میزان ریزش قلمه بر حسب کیلوگرم در هکتار

۴- ظرفیت مزرعه‌ای و توان مالبندی

با در نظر گرفتن حداکثر ظرفیت مزرعه ای و حداقل بیش همپوشانی و کم همپوشانی، امکان استفاده از کارنده در سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت در کشت قلمه‌های با و بدون پوشال امکان‌پذیر می‌باشد، با این تفاوت که در موقع استفاده از قلمه‌های باپوشال زاویه زنجیرنقاله باید ۳۰ درجه و در موقع استفاده از قلمه‌های بدون پوشال زاویه زنجیرنقاله باید ۲۵ درجه باشد.

عرض این دستگاه برابر ۱/۶۳ متر می‌باشد در حالت تئوری ظرفیت مزرعه‌ای این دستگاه با بازده مزرعه‌ای ۸۰ درصد و سرعت پیشروی km/hr ۳ برابر ۴/. هکتار در ساعت می‌باشد همچنین در صورتیکه میانگین طول قلمه‌ها برابر ۵۰ سانتی‌متر و وزن هر قلمه برابر ۲۱۷/۵ گرم باشد این دستگاه قادر است ۳۳۹۴۲ قلمه معادل با ۷/۳۸ تن در هکتار را با همپوشانی ۱۳/۹ سانتی‌مترکشت نماید. از آنجا که نیروی کشش این دستگاه بوسیله تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ تأمین می‌شود و سرعت بهینه km/hr ۳ می باشد در نتیجه کارنده ۲ به توان مالبندی کمتر نیاز داشت و قادر بود با ظرفیت مزرعه‌ای کمتر و توزیع یکنواخت‌تر، همپوشانی بهتری را بین قلمه‌ها ایجاد کند.

نتیجه گیری کلی

پس از بررسی و ارزیابی های به عمل آمده به نظر می رسد چنانچه مقوله دقیق کاری و توزیع یکنواخت قلمه ها مد نظر باشد، کشاورز از کارنده ساخته شده در دانشگاه استفاده کند چرا که این دستگاه در مزرعه کوچک کارآمد می باشد. با توجه به ظرفیت مزرعه ای بیشتر کارنده الگوبرداری شده، این دستگاه برای مزارع بزرگتر توصیه می شود اما مشکل این دستگاه عدم توزیع یکنواخت قلمه ها، عدم رعایت هم پوشانی و نیاز به تراکتورهای بزرگتر برای کشش آن می باشد.

منابع

۱- خانی، ع. ۱۳۸۵. طراحی، ساخت و ارزیابی موزّع ماشین کاشت قلمه نیشکر با الگوی کاشت هم‌پوش. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۲- رئیسی نافچی، ا. ر. ۱۳۸۴. ارزیابی، طراحی مجدد و بهینه‌سازی مکانیزم ریزش نی در یک قلمه‌کار نیشکر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳- نامجو، م. ۱۳۸۷. طراحی، ساخت و ارزیابی یک قلمه‌کار نیشکر مجهز به موزع با الگوی کاشت هم‌پوش. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
4- Chhinnan, M. S. 1975. Accuracy of seed spacing in Peanut planting. Transaction of the ASAE. 18(5): 825-831.
5- Kepner, R. A. 1978. Principles of farm mach . California University Publication.
6- Mandal, S. and P. Maji. 2008. Design refin of two row tractor mounted sugarcane cu planter. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 06 020. Vol. X.
7- Mohammadi, A., V. Rasouli, and M. Almasi. 2007. Design and evaluation of one node sugarcane mettering unit. Sience and Technology. 6: 26- 37.

8- Paning, W. J., M. F. Kocher and J. A. Smith. 1997. Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugar beet planters. Department of Biological Systems Engineering. University of Nebraska-Lincoln.
9- Peters, A. and J. Larsen. 2003. Field results of a uniformity test of 5 different mechanical planters used for billet planting. 7th ISSCT Agricultural mechanization workshop Louisiana, USA.
10- Populin, P. and L. Populin. 1976. Sugar cane planting apparatus. United State Patent. 3,943,862.
11- Quick, D. J. 1984. Sugar Cane Billet Planter. United State Patent. 4,450,778.
12- Smith, J. A., K. L. Palm, C. D. Yonts and R. G. Wilson. 1991. Seed spacing accuracy of sugar beet planters. ASAE. Paper NO 91-1551.
13- Willking, D. E. 1985. Alternate measurement of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering.

Evaluation of two conventional sugarcane billet planter in Iran

Moslem Namjoo[1]*, Hossein Golbakhshi[1], Jalil Razavi[2]

1- Instructor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, m.namjoo@ujiroft.ac.ir
2- Assistant Professor, Department of Farm Machinery, Isfahan University of Technology

Abstract

Due to very bad weather and high costs of human resources, a completely mechanized planting is necessary for billets evaluation in Khuzestan province, south western Iran. About 80% of billets planters working in the region are made by Australian companies like Austoft. However, high consumption of billets and non-uniform distribution are major disadvantages of these equipments. To remove these difficulties, and achieving self-sufficiency in this field, a billet planter was designed and fabricated in Isfahan University of Technology. Array of cupboards attached on chain conveyor were used in metering device for transportation of billets to the furrow by timing. This provides the possibility overlap or non-overlap of billet. The planter was evaluated in the field for determining the planting speed, filed capacity, consuming drawbar power and accuracy planting (billet distribution uniformity and overlap between them). Observations showed that the drawbar powe of planter fabricated at the University is less than another and were able to lower FC and more uniform distribution of the billets, to create a better overlap.

Key words: Billet planter, Metering device, Sugarcane, Overlap.