نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ – کرج

بررسی تاثیر رطوبت محصول، سرعت تیغه و سرعت تغذیه بر فاکتورهای عملکردی خردکن ذرت علوفه‌ای

رمضان هادی‌پور رکنی[1*]، عباس رضایی اصل[2]، رضا طباطبایی کلور [3]

۱– دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی – دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲– استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳– دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
R_hadipour111@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق یک دستگاه خردکن ذرت علوفه‌ای در مقیاس کوچک ساخته شد و عملکرد آن مورد ارزیابی قرار گرفت. تاثیر سرعت خطی تیغه‌های خردکن (**m/s** ۱۱، ۸/٦، ٦/۳)، سرعت خطی غلتک‌های تغذیه (**m/s** ۲،۲/۳، ۱/۸) و رطوبت محصول (٤۳/۷٦، ٤۸/٦۱، ۳٦/۱۸ درصد بر پایه وزن تر) بر عملکرد دستگاه خردکن (انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن، انرژی مصرفی غلتک‌های تغذیه، طول ذرت خرد شده و ظرفیت دستگاه) در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تاثیر هر سه عامل و نیز اثرات متقابل آنها در سطح احتمال ۱٪ بر میزان انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن و ظرفیت دستگاه معنی‌دار است. همچنین، تاثیر سرعت خطی تیغه خردکن و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه در سطح احتمال ۱٪ بر طول ذرت خرد شده معنی‌داری است. با افزایش سرعت تیغه‌های خردکن از ٦/۳ به ۸/٦ متر بر ثانیه، ظرفیت دستگاه افزایش یافت اما در سرعت ۱۱ متر بر ثانیه، کاهش پیدا کرد. با کاهش رطوبت محصول، انرژی مصرفی افزایش یافت و مقدار ظرفیت دستگاه کاهش پیدا کرد. کمترین انرژی مصرفی و بیشترین ظرفیت دستگاه با توجه به طول مناسب ذرت خرد شده در سرعت تیغه ۸/٦ متر بر ثانیه، سرعت تغذیه ۲ متربرثانیه و رطوبت ٦۱/۷٦ درصد بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: چاپر، تیغه خردکن، استوانه تغذیه، ذرت علوفه‌ای

مقدمه

خردکردن علوفه روشی است که در کنار بسته‌بندی علوفه خشک و کاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. انواع مهم و معمول‌خردکن‌های علوفه مزرعه‌ای عبارت‌اند از: خردکن‌های علوفه چکشی یا عمودی، خردکن‌های تیغه برشی، برش دقیق. خردکن‌های تیغه برشی ممکن است از نوع کششی، تراکتور گرد، سوار شونده تراکتوری و خودکششی باشند. انواع کششی معمول‌ترین نوع خردکن‌های مورد استفاده در مزرعه هستند. این خردکن‌ها که به مال‌بند تراکتور متصل می‌گردند بر روی

چرخ‌های خود حمل می‌شوند. انواع سوار شونده به وسیله اتصال سه نقطه تراکتور حمل می‌گردند. حرکت در خردکن‌های نوع سوار و کششی از محور توان دهی تراکتور تأمین می‌گردد (کپنر و همکاران،۱۹۷۰).

سخن‌سنج و همکاران (۲۰۱۰)، خصوصیات برشی ساقه ذرت را درجهت‌های عمود (۹۰ درجه)، مورب (٤٥ درجه) و موازی (۰ درجه) بررسی کردند و دریافتند که حداکثر نیروی برش ساقه در نقاط مختلف روی ساقه دارای رابطه معنی‌داری با مساحت مقطع ساقه می‌باشد**(p<0.05)**. مقدار انرژی برشی در جهت موازی نسبت به عمود بسیار کمتر بود. اندازه انرژی برشی در جهت موازی نسبت به عمود حدود یک‌دهم و در گره‌ها حدود یک‌پنجم بدست آمد.

در تحقیقی جانسون و همکاران (۲۰۱۲)، تغییر زاویه برشی تیغه و سرعت تیغه را بر روی انرژی برشی ساقه گاله بررسی کردند آنها اعلام کردند که کمترین مقدار انرژی برشی تحت زاویه ٦۰ درجه، ۷/٦ ژول و در حالت مورب با زاویه ۳۰ درجه، ۸/۷ ژول انرژی و در برش مستقیم به میزان ۱۰/۱ ژول بدست آمد. به‌طورکلی زاویه ٦۰ درجه بهترین زاویه برش معرفی شد.

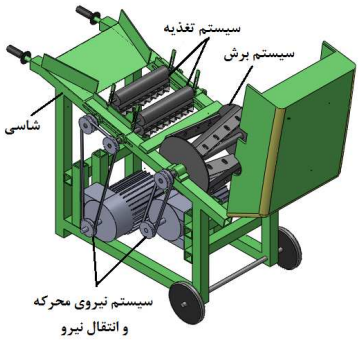
تمسکنی زاهدی و همکاران (۱۳۹۳)، تاثیر دور استوانه برش و دور غلتک تغذیه را بر روی انرژی مصرفی دستگاه خردکن ذرت با سیستم تغذیه عمودی و صفحه برش افقی بررسی کردند. ارزیابی دستگاه نشان داد که میزان دور صفحه برش در سطح احتمال ۵٪ بر میزان انرژی برشی ساقه‌های ذرت و توان مصرفی واحد برش تأثیرگذار است. با افزایش دور صفحه برش انرژی مصرفی افزایش یافت. همچنین تاثیر دور صفحه برش و دور غلتک تغذیه در سطح احتمال ۵٪ بر روی طول قطعات بریده شده معنی‌دار است.

هدف از این تحقیق ارزیابی یک دستگاه خردکن ذرت علوفه‌ای در مقیاس کوچک می‌باشد که در آن تاثیر رطوبت محصول، سرعت تیغه‌های خردکن و سرعت غلتک‌های تغذیه بر عملکرد دستگاه (انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن، انرژی مصرفی غلتک‌های تغذیه، طول ذرت خرد شده، ظرفیت دستگاه) مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مشخصات دستگاه

برای انجام این تحقیق یک دستگاه خردکن ذرت علوفه‌ای در مقیاس کوچک مناسب برای واحدهای کوچک دامداری ساخته شد(شکل۱). این دستگاه شامل بخش‌های مختلف از جمله شاسی، سیستم نیرومحرکه و انتقال نیرو، سیستم تغذیه و سیستم برش می‌باشد.



شکل ۱: دستگاه خردکن ذرت علوفه‌ای

شاسی دستگاه قابی است که تمامی قسمت‌ها به آن متصل بوده و به هم مرتبط می‌باشند. این قاب از قوطی فلزی ٤×٤ سانتی‌متر و به ابعاد ۸۰×٦۰×۱۰۰ سانتی‌متر ساخته شده و دو چرخ برای جابجایی دستگاه در نظر گرفته شد. برای تأمین توان مورد نیاز دستگاه از دو الکتروموتور سه فاز با قدرت ۳/۷ و ۱/۵ کیلووات استفاده شد. از الکتروموتور ۳/۷ کیلووات برای تأمین نیروی محرکه استوانه برش و الکتروموتور ۱/۵ کیلووات برای تأمین نیروی محرکه غلتک‌های تغذیه بکار گرفته شد. استفاده از دو الکتروموتور به منظور اندازه‌گیری مقدار توان مصرفی مورد نیاز و بهینه کردن دستگاه بوده است. سیستم انتقال قدرت این دستگاه شامل یاتاقان‌های ثابت، محور انتقال قدرت، پولی‌ها و تسمه است. برای انتقال قدرت از هر الکتروموتور به استوانه برش و غلتک‌های تغذیه از تسمه و پولی استفاده شد و استوانه برش آن شامل استوانه اصلی، تیغه‌ها، و پیچ و مهره‌های مهارکننده می‌باشد. برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن و غلتک‌های تغذیه از دو دستگاه وات‌متر (Power Analyzer) مدل DW-6090 ساخت کشور چین، مورد استفاده شد. این دستگاه قابلیت اندازه‌گیری شامل توان اکتیو، توان راکتیو، جریان و ولتاژ را دارد و توسط کابل RS232 و نرم‌افزار مربوطه به رایانه متصل شده و داده‌ها را بطور لحظه‌ای ثبت می‌کند. همچنین برای ایجاد دورهای مختلف الکتروموتورها از دو دستگاه تغییردهنده فرکانس (اینورتر) شرکت هیوندا مدل N700E ساخت کشور کره جنوبی و بمنظور اندازه‌گیری مقدار دور غلتک‌های خردکن و غلتک‌های تغذیه از یک دستگاه دورسنج دیجیتالی مکانیکی– لیزری مدل AT-8 شرکت لوترون استفاده شد.

۲–۲– روش انجام آزمایش

نمونه‌های ذرت علوفه‌ای در فصل برداشت از مزرعه دشت ناز ساری تهیه شد و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال پیدا کرد. برای رسیدن به سطوح مختلف رطوبت، نمونه‌ها در زمانهای مختلف برداشت شد. رطوبت محصول با استفاده از روش خشک کردن در آون به مدت ٢٤ ساعت و در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد تعیین شد. برای تغییر سرعت دورانی استوانه برش و غلتک‌های تغذیه (تغییر سرعت خطی) از یک مبدل فرکانس (اینورتر) استفاده شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت دستگاه از یک کرنومتر برای ثبت زمان شروع و پایان باردهی استفاده گردید. همچنین برای اندازه‌گیری طول ذرت خرد شده از کولیس با دقت ۰/۰۵ استفاده شد.

۲-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تیمارها در سه سطح سرعت خطی تیغه‌های خردکن (٦/٣، ٨/٦، ١١ متر بر ثانیه)، سه سطح رطوبت محصول(٦١/٧٦٪، ٤٨/٤٢٪، ٣٦/١٨ ٪ بر پایه وزن تر) و سرعت خطی غلتک های تغذیه (١/٨، ٢، ٢/٣ متر بر ثانیه) انتخاب شدند و تاثیر آنها بر عملکرد دستگاه خردکن (انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن، انرژی مصرفی غلتک‌های تغذیه، طول ذرت خرد شده وظرفیت دستگاه) در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل در سه تکرار با نرم‌آفزار آماری SPSS و Mstatc مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد که تاثیر سرعت خطی تیغه‌های خردکن، سرعت خطی غلتک‌های تغذیه، رطوبت‌های مختلف محصول و اثر متقابل آنها بر انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن و ظرفیت دستگاه معنی‌دار است ($p<0.01$). اثر سرعت خطی غلتک‌های تغذیه بر انرژی مصرفی غلتک‌های تغذیه در سطح ١٪ معنی‌دار است. تاثیر سرعت خطی تیغه‌های خردکن، سرعت خطی غلتک‌های تغذیه و اثر متقابل آنها بر روی اندازه طول ذرت خرد شده معنی‌دار است ($p<0.01$).

۱-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها

نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف سرعت تیغه‌های خردکن نشان داد که با افزایش سرعت خطی تیغه‌های خردکن از ٦/٣ به ١١ متر برثانیه (٤٠٠ به ٧٠٠ دور بر دقیقه)، انرژی مصرفی افزایش یافت (جدول۲) . دلیل آن نیز توان مصرفی بیشتر الکتروموتور برای ایجاد دورهای بالاتر است. این نتایج با نتایج ارائه شده توسط تمسکنی زاهدی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد که گزارش کردند با افزایش دور صفحه برش از ۲۰۰ به ۸۰۰ دور بر دقیقه، انرژی مصرفی افزایش یافت.

جدول ۱- تجزیه واریانس فاکتورهای دستگاه خردکن ذرت بر عملکرد آن

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	df	انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن	انرژی مصرفی غلتکهای تغذیه	طول ذرت خرد شده	ظرفیت دستگاه
(سرعت‌خطی تیغه‌های خردکن) a	٢	٠/٠٦٧**	٠/٠٠١	٤١٢٥/٧٩**	٦٤٢٧٥/٦٠**
(سرعت خطی غلتک‌های تغذیه)b	٢	٠/٠٥٩**	٠/٠٠٣**	٣٩٥١/٢١**	٦٥١٦٣/٩٠**
(رطوبت)m	٢	٠/٣٢**	٤/٤٤	١٢/٠٢	٢٩٠٠٨٩/٦٤**
a×b	٤	٠/٠٠٧**	٢	٠/٣٢**	٨٢٧١/٨٦**
a×m	٤	٠/٠٠٧**	٠/٠٠١	٢٥/٧١	٤٩٤/٩٩**
b×m	٤	٠/٠٠٧**	١/٣٢	١٥/١١	١٥٢٤/٤٠**
a×b×m	٨	٠/٠٠٣**	٠/٠٠١	٢٤/٧٣	١٨٠٦/٥٨**
خطا	٥٤	٠/٠٠١	١/٠٩	٢٨/٦١	١٢١/٨١

جدول ۲- مقایسه میانگین فاکتورهای دستگاه خردکن ذرت بر عملکرد آن

مشخصه	انرژی‌مصرفی‌تیغه‌های‌خردکن (کیلووات‌ساعت‌بر مگاگرم)	انرژی‌مصرفی‌غلتک‌های‌تغذیه (کیلووات‌ساعت‌برمگاگرم)	طول‌ذرت‌خرد شده(میلی‌متر)	ظرفیت دستگاه (کیلوگرم‌درساعت)
سرعت تیغه‌های خردکن(متربرثانیه)	۰/۳۱ b	ns	۵۱/۰۹ a	۸/۷۹ c
۶/۳	۰/۳۴ b	ns	۳۵/۴۸ b	۸/۹۸ a
۸/۶	۰/۴۱ a	ns	۲۶/۶۸ c	۸/۹۲ b
۱۱				
سرعت غلتک‌های تغذیه(متر بر ثانیه)	۰/۴۱ a	۰/۰۷c	۲۶/۳۳ c	۸/۶۱ c
۱/۸	۰/۳۴b	۰/۰۸ b	۳۶/۴۹ b	۹/۱۸ b
۲	۰/۳۲ b	۰/۰۹ a	۵۰/۴۳ a	۹/۵۹ a
۲/۳	۰/۲۸ c	ns	ns	۹/۴۹ a
رطوبت محصول (درصد)	۰/۳۴ b	ns	ns	۹/۳۱ b
۶۱/۷۶	۰/۴۵ a	ns	ns	۷/۹۵ c
۴۸/۴۳				
۳۶/۱۸				

بیترا و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که انرژی برشی ذرت با افزایش سرعت چاقوهای برشی از۲۵۰ به ۵۰۰ دور بر دقیقه، افزایش پیدا کرد ظرفیت دستگاه با افزایش سرعت خطی تیغه‌های خردکن از ٦/۳ به۸/ متر بر ثانیه افزایش و از ۸/٦ به ۱۱ متر بر ثانیه کاهش پیدا کرد. دلیل این امر این است که با افزایش سرعت تیغه در لحظه برخورد به ساقه، الیاف ساقه قبل از اینکه فشرده شوند به‌طور موثر بریده می‌شوند و فرصت خم یا له شدن پیدا نمی‌کنند اما وقتی سرعت از حدی بیشتر شود ساقه‌ها زمان بسیار کمی برای قرارگیری بین دو لبه تیغه دارند. در نتیجه نیرویی از تیغه‌های خردکن در جهت عکس حرکت غلتک‌های تغذیه به ساقه‌ها وارد شده و باعث کاهش ظرفیت دستگاه می‌شود. از آنجاییکه طول مناسب ذرت خرد شده برای خوراک دام بین ۵۰-۲۰ میلی‌متر است (تمسکنی زاهدی،۱۳۹۳) سرعت خطی ۸/٦ متر بر ثانیه برای تیغه‌های خردکن به‌دلیل اندازه مناسب طول قطعات خرد شده، انرژی مصرفی کم و ظرفیت بالای دستگاه مناسب می‌باشد.

۳-۲- سرعت غلتک‌های تغذیه

نتایج نشان داد که با افزایش سرعت خطی غلتک‌های تغذیه، انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن کاهش و انرژی مصرفی غلتک های تغذیه، طول ذرت خرد شده و ظرفیت دستگاه افزایش پیدا کرد (جدول۲). با افزایش سرعت خطی غلتک‌های تغذیه به‌دلیل زیاد شدن طول قطعات بریده شده و کاهش تعداد برش‌ها، انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن کاهش پیدا کرد و طول ذرت خرد شده افزایش یافت. چون ظرفیت دستگاه تابعی از زمان است بنابراین با افزایش سرعت خطی غلتک‌های تغذیه، زمان کمتری برای خردکردن ذرت صرف شده، در نتیجه باعث افزایش ظرفیت دستگاه شد. بیشترین مقدار انرژی مصرفی

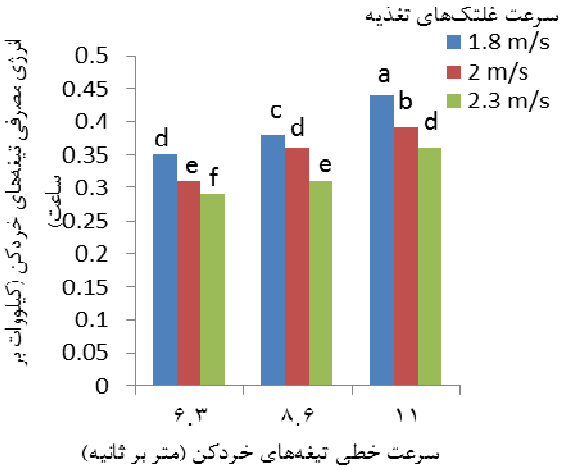
تیغه‌های خردکن در سرعت تغذیه ۱/۸ متر بر ثانیه بدست آمد. با در نظر گرفتن اندازه مناسب ذرت خرد شده برای دام و مناسب بودن انرژی مصرفی و ظرفیت دستگاه، سرعت بهینه غلتک‌های تغذیه ۲ متر بر ثانیه می‌باشد.

۳-۳- رطوبت محصول

با کاهش رطوبت محصول، انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن افزایش یافت. این امر می‌تواند به‌دلیل کاهش تردی ساقه محصول بوده و در نتیجه مقاومت بیشتر ساقه و به‌ویژه این الیاف خارجی در مقابل نیروی برشی تیغه‌ها باشد. دانگ و همکارانش (۲۰۱۱) نتایج مشابهی را بر روی ساقه نخود سبز گزارش کردند که میزان انرژی برشی افزایش یافت. با کاهش رطوبت محصول، ظرفیت دستگاه نیز کاهش پیدا کرد. روند کاهشی ظرفیت دستگاه از رطوبت ۷۱/۷٦ به ٤۸/٤۳ درصد، با شیب ملایم بوده و با کمتر شدن رطوبت به ۳٦/۱۸ درصد، روندکاهشی ظرفیت دستگاه شیب تندی پیدا کرد. با کاهش رطوبت محصول، مقاومت برشی آن افزایش می‌یابد در نتیجه بایستی مقدار باردهی (تغذیه) را کم کرده تا دستگاه خردکن زیر بار متوقف نگردد. به دلیل اینکه ظرفیت دستگاه خردکن تابعی از زمان است لذا برای خردکردن محصول به مدت زمان بیشتری نیاز است در نتیجه ظرفیت دستگاه خردکن با کاهش رطوبت، کاهش یافت

۳ -٤- اثرات متقابل

نتایج اثر متقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه بر انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن نشان داد (شکل۲). که بیشترین مقدار انرژی مصرفی درسرعت تیغه‌های خردکن ۱۱ متر بر ثانیه و سرعت غلتک‌های تغذیه ۱/۸ متربرثانیه بوده و کمترین مقدار انرژی مصرفی در سرعت ٦/۳ متربرثانیه و سرعت غلتک‌های تغذیه ۲/۳ متربرثانیه است. با کاهش سرعت تیغه‌های خردکن و افزایش سرعت غلتک‌های تغذیه، ساقه‌ها فرصت کمتری برای قرارگیری مناسب بین لبه-های تیغه‌ها دارند لذا تعداد برش ساقه ذرت کاهش یافته در نتیجه باعث افزایش طول ذرت خرد شده و کاهش انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن می‌شود.



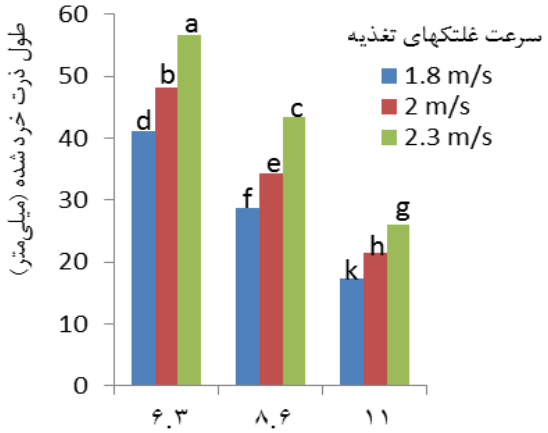
شکل۲: اثرمتقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه بر انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن

با توجه به شکل۳، اثر متقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه بر ظرفیت دستگاه، در سرعت ٦/۳ متر بر ثانیه و سرعت غلتک‌های تغذیه ۱/۸ متر بر ثانیه کمترین میزان ظرفیت دستگاه و در سرعت ۸/٦ متربرثانیه و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه ۲/۳ متر بر ثانیه بیشترین میزان ظرفیت دستگاه بدست آمد. با افزایش سرعت خطی تیغه‌های خردکن از ۸/٦ به ۱۱ متر بر ثانیه، ساقه‌های ذرت فرصت کافی برای داخل شدن به قسمت برش را نداشته و سرعت زیاد تیغه‌های خردکن باعث پس‌زدن ذرت شد. در نتیجه ظرفیت دستگاه کاهش پیدا کرد.

شکل۳: اثرمتقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه بر ظرفیت دستگاه

نتایج حاصل از شکل ٤ اثر متقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه بر اندازه طول ذرت خرد شده را نشان می‌دهد. بیشترین طول ذرت خرد شده در سرعت تیغه ٦/۳ متر بر ثانیه و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه ۲/۳ متر

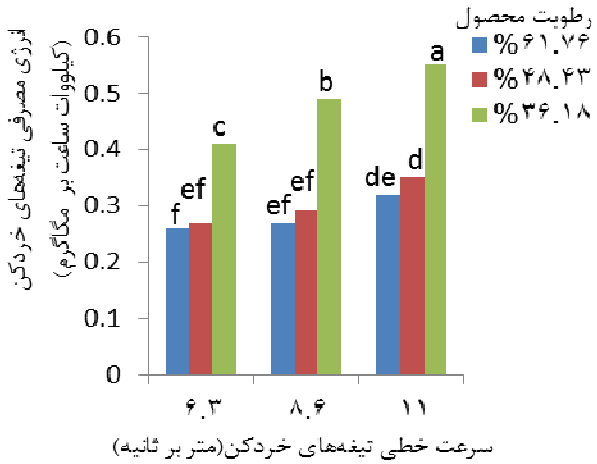
بر ثانیه و کمترین طول ذرت خرد شده در سرعت خطی ۱۱ متر بر ثانیه و سرعت خطی غلتک‌های تغذیه ۱/۸ متربرثانیه بدست آمد. از آنجاییکه طول مناسب ذرت خرد شده برای خوراک دام بین ۵۰-۲۰ میلی‌متر می‌باشد (تمسکنی زاهدی و همکاران، ۱۳۹۳). سرعت‌های خطی مناسب تیغه‌های خردکن و غلتک‌های تغذیه به ترتیب۸/٦ و ۱/۸متر بر ثانیه، ۱۱ و ۲ متر بر ثانیه، ۱۱ و ۲/۳ متربر ثانیه، انتخاب گردید.



شکل۴: سرعت خطی تیغه‌های خردکن (متر بر ثانیه)

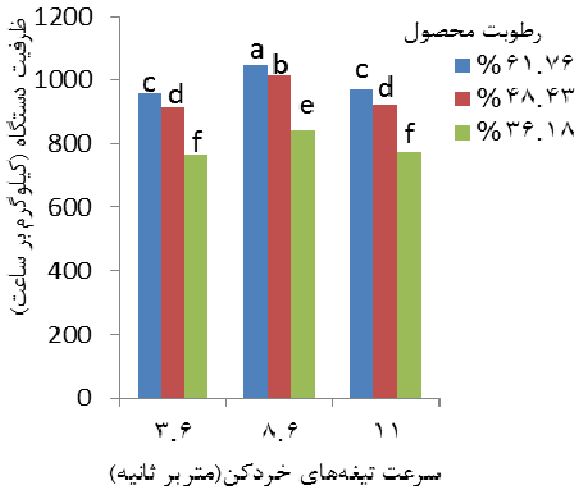
شکل٤: اثر متقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و سرعت غلتک‌های تغذیه بر طول ذرت خرد شده

نتایج اثر متقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و رطوبت محصول بر انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن نشان داد (شکل۵)که با کاهش رطوبت محصول و افزایش سرعت تیغه‌های خردکن، انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن افزایش یافت. بیشترین انرژی مصرفی در سرعت خطی خردکن ۱۱ متر بر ثانیه و رطوبت محصول ۳٦/۱۸ درصد و کمترین انرژی مصرفی در سرعت تیغه-های خردکن ٦/۳ متر بر ثانیه و رطوبت ٦۱/۷٦ درصد بدست آمد. کاهش رطوبت محصول مقاومت بیشتری در مقابل برش تیغه‌ها ایجاد می‌کند و افزایش سرعت تیغه‌ها نیاز به توان بیشتر الکتروموتور دارد درنتیجه منجر به افزایش مصرف انرژی می-گردد.



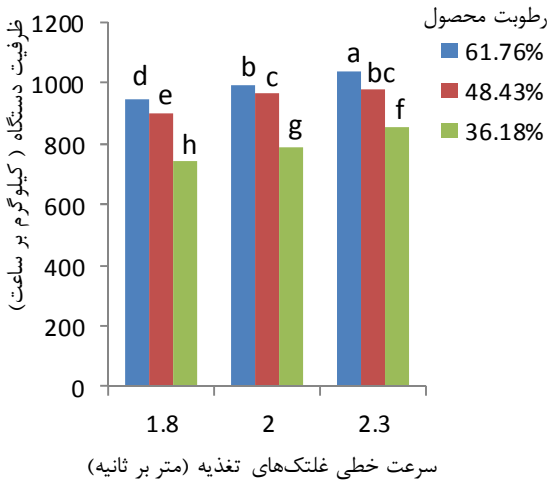
شکل۵: اثر متقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و رطوبت محصول بر انرژی مصرفی تیغه‌های خردکن

در شکل ٦، اثر متقابل سرعت خطی تیغه‌های خردکن و رطوبت محصول بر ظرفیت دستگاه نشان داده شده است. بیشترین ظرفیت دستگاه در سرعت ۸/٦ متر بر ثانیه و رطوبت محصول ٦۱/۷٦ درصد و کمترین ظرفیت دستگاه در سرعت ۸/٦ و ۱۱ متر بر ثانیه و رطوبت محصول ۳٦/۱۸ درصد بدست آمد. ظرفیت دستگاه در سرعت ٦/۳ و ۱۱ متر بر ثانیه با رطوبت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت. در سرعت ۱۱ متر بر ثانیه، ساقه‌های ذرت به دلیل سرعت زیاد تیغه‌های خردکن و عدم زمان کافی برای داخل شدن ساقه‌ها به قسمت برش و پس‌زدن ساقه‌ها به‌وسیله تیغه‌های خردکن، ظرفیت دستگاه کاهش پیدا کرد. از طرفی در رطوبت محصول ٦۱/۷٦ درصد، به‌دلیل پایین بودن انرژی لازم برای برش (نسبت به دیگر سطوح رطوبت)، مقدار تغذیه محصول افزایش یافته در نتیجه ظرفیت افزایش یافت. بنابراین از نظر ظرفیت دستگاه، سرعت تیغه‌های خردکن ۸/٦ متر بر ثانیه بعنوان سرعت بهینه در رطوبت (٦۱/۷٦ درصد) مناسب می‌باشد



شکل٦: سرعت خطی تیغه‌های خردکن و رطوبت محصول بر ظرفیت دستگاه

نتایج اثرمتقابل سرعت خطی غلتک‌های تغذیه و رطوبت محصول بر ظرفیت دستگاه نشان داد (شکل۷)، که بیشترین ظرفیت دستگاه در سرعت خطی غلتک‌های تغذیه ۲/۳ متر بر ثانیه و رطوبت محصول ٦۱/۷٦ درصد و کمترین ظرفیت دستگاه در سرعت خطی غلتک‌های تغذیه ۱/۸ متر بر ثانیه و رطوبت محصول ۳٦/۱۸ درصد بدست آمد. با توجه به اینکه در رطوبت بالا به‌دلیل ترد بودن ساقه‌ها و مقاومت برشی کمتر آنها، سرعت‌های بالای تغذیه امکان‌پذیر است در نتیجه ظرفیت دستگاه افزایش پیدا می‌کند.



شکل۷: اثرمتقابل سرعت خطی غلتک‌های تغذیه و رطوبت محصول بر ظرفیت دستگاه

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر سرعت خطی تیغه‌های خردکن، سرعت غلتک‌های تغذیه و رطوبت محصول بر عملکرد دستگاه چاپر ذرت علوفه‌ای بررسی شد. از آنجاییکه طول مناسب ذرت خرد شده برای مصرف دام ۵۰–۲۰ میلی‌متر می‌باشد. مناسب‌ترین سرعت خطی تیغه‌های خردکن از نظر طول ذرت خرد شده، کمترین انرژی مصرفی، بیشترین ظرفیت دستگاه، ۸/٦ متر بر ثانیه و مناسب‌ترین سرعت غلتک‌های تغذیه از نظر طول ذرت خرد شده و انرژی مصرفی، ۲ متر بر ثانیه می‌باشد. برای مصرف خوراک بز و گوسفند که نیاز به‌اندازه کوچک‌تری از قطعات علوفه دارند بهتر است از سرعت غلتک‌های تغذیه ۱/۸ متر بر ثانیه (میانگین طول ذرت خرد شده ۳۰–۲۰ میلی‌متر) استفاده گردد. با توجه به نتایج حاصل بهترین رطوبت از نظر کمترین انرژی مصرفی و بیشترین ظرفیت دستگاه، ٦۱/۷٦ درصد بوده است.

منابع و مآخذ

۱- تمسکنی زاهدی، کریم و همکاران. ۱۳۹۳ . طراحی، ساخت و ارزیابی یک دستگاه خردکن ذرت. پایان نامه

2. Kepner, R.A., Bainer, R. & Barger, E. L. 1970. principles of farm machinery. 1- 312

3. Igathinathane, C. Womac, A. R & Sokhansanj, S. 2010. Corn stalk orientation effect on mechanical cutting. Biosystems engineering. 107: 97-106

Investigation the effect of crop moisture content, blade velocity and feed velocity on the performance of a silage corn chopper

Abstract

In this research, a small scale corn silage chopper was constructed and evaluated. The effects of blade linear velocity (6.3, 8.6 and 11 ms^{-1}), feed rate (1.8, 2 and 2.3 ms^{-1}) and crop moisture content (36.18, 48.43 and 61.76 %wb) on the chopper performance (blade and feed roll energy consumption, stem cutting length and chopper capacity) using a completely randomized design at three replications. Results showed that the effects of all factors and also their interactions were significant ($P<0.01$) on the system on the blade energy consumption and chopper capacity. Also the effect of blade velocity and feed rate was significant ($p<0.091$) on the stem cutting length. By increasing the blade velocity from 6.3 to 8.6 ms^{-1} the chopper capacity increased but it decreased but it decreased at 11 ms^{-1}. By decreasing the crop moisture content the energy consumption increased and the chopper capacity decreased. The minimum energy consumption and the maximum chopper capacity were obtained at the blade velocity of 8.6 ms^{-1}, feed rate of 2.3 ms^{-1} and crop moisture content of 61.76%.

Keywords: Chopper, Cutting blade, Feed roll, Corn silage