ساخت و ارزیابی دستگاه جداکن برگ یونجه از ساقه بر اساس طراحی تجربی (۵۵۱)

زهرا قربانی، ناهید عقیلی ناطق[۱] و مجتبی جابری معز[۲]

چکیده

برای کاهش دادن تلفات ناشی از جدا کردن برگ یونجه از ساقه (که در کشاورزی سنتی این عمل به وسیله چنگال‌هایی انجام می گیرد) متناسب با نیاز کشاورزان و واحدهای دامداری کوچک یک دستگاه جداکن برگ یونجه از ساقه به صورت تجربی طراحی و ساخته شد. اجزاء دستگاه ساخته شده شامل شاسی، صفحات گالوانیزه، شبکه‌ها، محورها، تیغه‌ها، سینی و واحد انتقال نیرو بودند. قسمت جداکن شامل ۲ محور با ۱۰ عدد تیغه به همراه یک سیستم انتقال نیرو بود. مدل کردن دستگاه در نرم افزار CATIA صورت گرفت. پس از ساخت، دستگاه به صورت ایستگاهی در کارگاه ماشین های کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا مورد ارزیابی قرار گرفت. موارد مورد ارزیابی تاثیر سرعت دورانی و نرخ تغذیه بر عمل جداسازی بود. میزان جداسازی برگ از ساقه به دور موتور و حجم علوفه تغذیه شده بستگی داشت، به طوریکه جداسازی در دورهای کمتر و تغذیه یکنواخت، بهتر صورت گرفت.

کلید واژه: یونجه، ماشین جداکن برگ یونجه از ساقه

[۱] دانشجویان کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیک: z.ghorbai85@gmail.com
[۲] استاد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

مقدمه

یونجه مهمترین گیاه علوفه ای است که حاوی پروتئین ومنبع خوبی از ویتامین ها و مواد معدنی می باشد. برگ های یونجه حاوی حداکثر پروتئین و مواد معدنی هستند، بطوریکه ۷۰ درصد پروتئین در برگ ها موجود بوده و برگ ها حدود نصف وزن یونجه را تشکیل می دهند به این دلیل برگ ها اهمیت ویژه ای در تغذیه دام دارند [۴]. فرایند جدا سازی می تواند یک راه حل مناسب جهت خشک شدن همزمان برگ و ساقه ی یونجه باشد [۲و۳].یونجه خیلی خشک شده می تواند تا ۳۵ درصد اتلاف ماده خشک وکاهش کیفیت یونجه داشته باشد [۱]. در کنار خشک شدن یونجه جابجایی، انبار کردن و حمل ونقل این محصول با چگالی کم برای راه یابی به بازار از دیگر دلایل عمده فرآیند جدا سازی می باشد [۴]. برگ ها می توانند به عنوان غذای ماکیان و در صنعت دارو سازی برای مصرف انسان استفاده شوند [۶]. ساقه ها فیبر زیادی داشته و می توانند جهت تغذیه دامها، تولید کاغذ و تولید انرژیی (اتانول) استفاده شوند [۶]. آداپ و همکاران یک دستگاه جداساز برگ یونجه از ساقه به روش آیرو دینامیکی ساختند [۳]. آداپ و همکاران هدف خود را از ساخت این دستگاه افزایش سود مندی این علوفه و تولید محصولاتی د انستند، که بطور بهینه هزینه فرآوری را کاهش می دهند. همچنین امکان تهیه ی ترکیب های مختلفی از برگ و ساقه ،جهت رفع نیاز های مختلف بازار (تغذیه حیوانات و استفاده بهتر از برگ ها)بیان کردند. چنانچه علوفه بیش از میزان در اختیار حیوان قرار گیرد ملاحظه خواهد شد که حیوان در این حالت به برگهای گیاه علوفه ای تمایل بیشتری نشان می دهد و از مصرف ساقه‌های آن امتناع می ورزد .از اینرو هدف از این تحقیق ساخت دستگاهی برای جدا کردن برگ یونجه از ساقه جهت استفاده مفید از برگ و ساقه و امکان مخلوط کردن برگ و ساقه با هر نسبتی (باتوجه به نوع دام) را می دهیم.

مقدمه ای بر ساخت

قبل از ساخت نمونه اصلی، ایده ها در نمونه های کوچک ساخته شد و با انجام آزمایش در روستا امتحان گردید. در ایده اولیه برای واحد ضربه زدن از زنجیر هایی به طول ۲۵ سانتی متر و عرض ۱ سانتی متر استفاده شد. زنجیر ها به کمک میخ هایی بر روی شفت چوبی به طول ۵۰ سانتی متر در دو حالت، سوارشدند. در حالت اول زنجیرها به فواصل ۱ سانتی متر از هم قرارگرفته و به این ترتیب ۲۵ زنجیر بر روی شفت داشتیم. در حالت دوم تمامی زنجیره ها را در کنار هم روی شفت قرار داده و به این ترتیب ۵۰ زنجیر بر روی شفت بود. سپس شفت را داخل یاتاقان قرار داده و شروع به دوران شفت نمودیم. دو نوع حرکت شفت ۱- دوران کامل ۲- حرکت آونگی (که به مانند جارو زدن توده یونجه بود) تست گردید.در حرکت دایره ای با ۲۵ زنجیر به توده یونجه ریخته شده بر روی شبکه فولادی با سوراخ‌های مربعی شکل با ابعاد ۲×۲ سانتی متر مربع ضربه زده شد و پس از چندین بار تکرار آزمایش متوجه عدم جداسازی برگ از ساقه در فواصل زنجیرها شدیم. در حالت ۵۰ زنجیر در هم رفتگی زنجیرها باعث مشکلاتی در کار جداسازی شد.

درحرکت آونگی با۲۵ و ۵۰ زنجیر مشکلاتی مشابه در حین آزمایشات به چشم خورد: ۱- در این حرکت زنجیرها نتوانستند کار انتقال را انجام دهنددر نتیجه پس از چند ثانیه دچار اضافه بار گردیدند . ۲- برگها به شدت آسیب دیدند.

در ایده دوم از یک سری تسمه‌های لاستیکی استفاده شد. در این حالت تسمه‌ها یی به‌طول ۱۵ سانتی متر و عرض ۱ سانتی متر بر روی شفت چوبی به طول ۵۰ سانتی متر مشابه دو حالت قبلی سوار شدند.بطوریکه در حالت اول ۲۵ تسمه و در حالت دوم ۵۰تسمه روی شفت وجود داشت. در هر دو حالت شفت را داخل یاتاقان قرار داده و به صورت دایره ایی به توده یونجه ریخته شده روی شبکه فولادی با سوراخ‌های مربعی شکل با ابعاد ۲×۲ سانتی متر مربع ضربه زده شد. در حین انجام آزمایش مشاهده شد که تماس کامل تسمه با برگ یونجه وجود نداشت و عمل جداسازی برگ از ساقه به خوبی صورت نگرفته و بر روی ساقه ها برگ های زیادی مشاهده شد. با آزمایشات انجام شده به نتایج زیر رسیدیم :

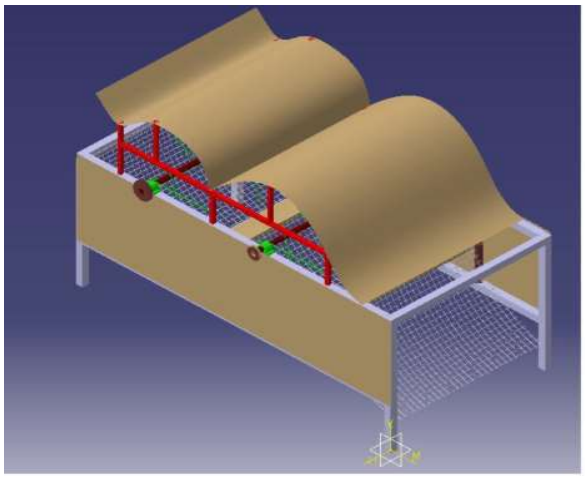
۱- با افزایش تعداد تسمه ها راندمان جداسازی افزایش یافت، در حالی که با افزایش تعداد زنجیرها راندمان جداسازی کاهش یافت .
۲- برای اینکه عمل جداسازی به طور کامل و دقیق انجام گیرد و مشکلاتی چون عدم جداسازی برگ از ساقه ها (در تسمه ها)، عدم انتقال یونجه و بیش از حد آسیب رسیدن به برگها (درزنجیرها)رخ ندهد. عامل ضربه زن نمی توانست متحرک باشد ومی بایست از یک عامل ثابت استفاده می شد.

ایده سوم ،استفاده از چنگال تغذیه بیلر جهت انجام فرایندجداسازی بود. با توجه به اینکه هنگام انتقال علوفه در مرحله تغذیه به محفظه بسته بندی بیلر، برگ از ساقه جدا می شود ،اگر این کورس به آهستگی صورت می گرفت کار جداسازی بیشتر می گردید . ولی به دلیل هزینه ساخت بالا، مکانیزم کاری سخت و قسمت های متحرک زیاد امکان ساخت این قسمت ممکن نشد.

در ایده چهارم با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشات قبلی، از طرحی مشابه کوبنده و ضد کوبنده کمباین ها از نوع ساینده بااعمال تغییراتی متناسب با نیاز دستگ ه، استفاده شد. به جای استوانه کوبنده، تیغه های ثابتی به صورت شعاعی بر روی شفت قرار داده شد تا انرژی در واحد طول کاهش یابد و شدت عمل کم شود. همچنین در زیر شفت ها از شبکه ها و صفحات استفاده شد که دارای هیچگونه نبشی مانند ضدکوبنده کمباین نبودندتا عمل انتقال که هدف دیگر ما بود به خوبی انجام گیرد.

مواد وروشها

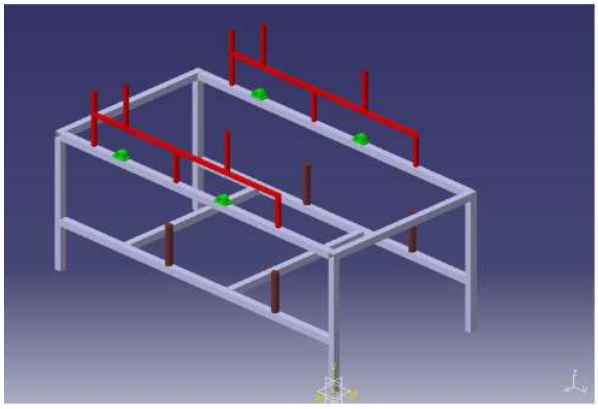
شکل ۱ طرحواره کلی قسمت های مختلف دستگاه جداکن برگ یونجه از ساقه که با استفاده از نرم افزارCATIA مدل شده است نشان می دهد. دستگاه اصلی متشکل از بخش های زیر بود: ۱- ش سی ۲- ورقه های گالوانیزه ۳- شبکه ها ۴- شفت ها ۵- تیغه ها ۶- سینی ۷- واحد انتقال نیرو ۸- الکتروموتور.



شکل ۱- طرحواره دستگاه ساخته شده

۱- شاسی

برای ساخت شاسی دستگاه از قوطی های آهنی استاندارد(۴×۴ سانتی متر مربع) که در امور ساختمانی بیشتر کاربرد دارند استفاده شد. سعی گردید از قوطی های سبک استفاده شود تا وزن دستگاه پایین بیاید. شکل ۲ طرحواره شاسی دستگاه را نشانمی دهد. شاسی دارای سه قسمت بود. ۱- قسمت بالایی که ورقه ها یی به صورت قوسی از دایره برای جلوگیری از پرتاب یونجه به بیرون دستگاه به این قسمت جوش زده شداند. ۲ - قسمت میانی که اصلی ترین قسمت شاسی است و شفت ها و شبکه ها در این قسمت قرار داده شده بودند. ۳- .قسمت پایین شاسی که سینی به آن وصل می شود تا از ریختن برگ بر روی زمین جلوگیری کند. هر چند دستگاه مورد نظر ما این سینی را نداشت و طی مراحل آزمایش برگ بر روی زمین می ریخت .



شکل ۲- طرحواره شاسی دستگاه

۲- ورقه های گالوانیزه

در سه قسمت از دستگاه به کار گرفته شدند.

۱- صفحات کمانی در قسمت بالای شاسی تا از پرتاب یونجه به بیرون جلوگیری شود. که پس از ارزیابی اولیه تعبیه شدند.۲- در زیر هر شفت یک کمانی از شبکه و کمان دیگر از صفحات گالوانیزه قرار داده شد. علت کمانی بودن صفحات و شبکه ها ۱- دایره ای بودن مسیر حرکت تیغه ها ۲- ایجاد فاصله کم و ثابت بین ورقه ها، شبکه ها و تیغه ها در کل مسیر حرکت برای اینکه عمل انتقال و جداسازی به طور همزمان انجام گیرد.۳- استفاده از صفحاتی به ابا اد ۴۰×۱۸۸ سانتی متر مربع در اطراف دستگاه، تا از ریزش ساقه ها از اطراف دستگاه و مخلوط شدن آن با برگ ها ی جدا شده جلوگری شود. از ۱۲ عدد پیچ و مهره شماره۱۰ برای اتصال کامل و مطمئن این صفحات به شاسی استفاده شد.

۳- شبکه ها

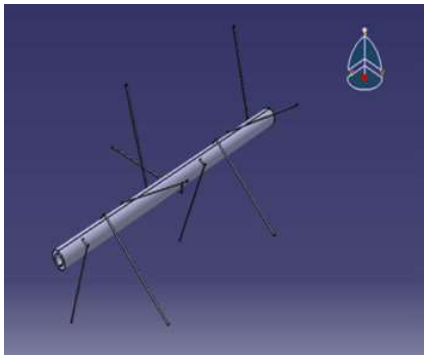
شکل طرحواره شبکه ها را نشان می دهد. از شبکه هایی با سوراخهایی به ابعاد ۳×۳ سانتی متر مربع ،جنس فولاد و قطر ۳ میلی متر استفاده شد. شبکه ها بصورت قوسی از دایره در زیر شفت ها قرار داده شدند.

۲- شفت ها

از دو شفت به طول ۱۱۵ سانتی متر از جنس فولاد استفاده شد.

۳- تیغه ها

شکل (۳) طرحواره تیغه ها را نشان می دهد. تیغه ها اصلی ترین قسمت دستگاه می باشند. از تیغه های موجود در ریک چرخی به دلایل این که ۱- ثابت هستند. ۲- قابلیت فنریت بالایی دارند (یعنی در برابر اضافه بار دستگاه احتمال شکست آن کم است) استفاده گردید.نحوه قرار گیری تیغه ها بر روی شفت یک پارامتر اساسی بود. زیرا نحوه و طریقه ی ضربه زدن را نشان می داد وبرراندمان کار بسیار موثر بود. برخورد تیغه ها در یک زمان به یونجه سبب اضافه بار دستگاه، ارتعاش دستگاه، افزایش انرژیی مورد نیاز، ایجاد ضربات غیر یکنواخت و ضربه بیش از حد به برگ ها می شد. بنابراین از مدل مارپیچی دستگاه رتیواتور استفاده شد. روی هر شفت ۱۰ تیغه و با زوایای ۷۲ درجه نسبت به هم جوش داده شد.



شکل ۳- طرحواره تیغه ها

۵- سینی

برگ های جدا شده از ساقه بر روی سینی ریخته می شد.

۶- سیستم انتقال نیرو

برای انتقال توان به شفت ها از مکانیزم رانش زنجیر و چرخنده استفاده گردید.

۱- چرخنده کوچک به قطر ۸۱/۱ میلی متر و ۱۸ دندانه ۲- چرخنده زنجیر خور بزرگ به قطر ۱۲۱/۴۹ میلی متر و ۲۷ دندانه .

۲- زنجیر غلتکی شماره (۴۰) ۴- ۴ یاتاقان خود تنظیم گریس خور که قادر به تحمل نیروهای محوری و شعاعی بودند و از ایجاد گشتاور اضافی بر روی شفت جلوگیری می کردند استفاده شد. یاتاقان ها به فاصله ۷۲ سانتی متر از هم بودند. فاصله یاتاقان های شفت اول تا تغذیه دستگاه، ۴۵ سانتی متر و فاصله یاتاقان های شفت دوم تا خروجی دستگاه ۷۲ سانتی متربود. ۵- از الکتروموتور دور متغیر سه فاز استفاده شد. دور آن از rpm ۱۵۰۰-۰ تغ رمی‌کرد.

ارزیابی دستگاه

پس از ساخت، دستگاه از لحاظ کارکرد صحیح اجزا آن مورد ارزیابی اولیه قرار گرفت. ارزیابی اولیه با یونجه بیلر شده و توده یونجه که هر دو در آفتاب خشک شده بودند انجام شد. یونجه با دست از قسمت ورودی دستگاه تغذیه شد. در این ارزیابی پی به معایب زیر بردیم.

۱- پرتاب یونجه به وسیله تیغه ها به بیرون دستگاه۲- جداسازی توده بهتر از بسته های بیلر شده بود که می توان علت آن را توده ای بودن یونجه نسبت به بسته ای بودن آن دانست (یعنی در هم رفتگی علوفه در این حالت کمتر است) ۳ - ساقه ها از اطراف دستگاه بیرون ریخته و با برگ ها مخلوط شدند.

مرحله دوم ارزیابی را با رفع عیوب ذکر شده یعنی قرار دادن یک سری ورقه های کمانی در بالا و دو ورقه در اطراف دستگاه انجام دادیم. یونجه توده شده به داخل دستگاه تغذیه شد و با دورهای متفاوت آزمایش انجام شد در این حالت جداسازی بطور قابل توجهی صورت گرفت بطوری که پس از ارزیابی مشاهده شد که بر روی ساقه ها برگی باقی نمانده است. در مدت زمان ارزیابی سعی شد یونجه به طور یکنواخت تغذیه شود.

نتایج و بحث

میزان جداسازی برگ از ساقه به دور موتور، روند تغذیه، تعداد تیغه های روی شفت و ابعاد سوراخ شبکه ها بستگی داشت. مشاهده شد در دورهای کم و نرخ تغذیه یکنواخت جداسازی بهتر صورت گرفت.همچنین میزان جداسازی به تعداد تیغه های روی شفت نیز بستگی داشت. هر چند که در این ۲مرحله ارزیابی تعداد تیغه‌ها ثابت بود. ولی در ایده های اولیه (زنجیر وتسمه) این کار انجام شد.

میزان جداسازی به ابعاد سوراخ شبکه ها نیز بستگی داشت. همانطور که ذکر شد از شبکه ها با سوراخ۳×۳ سانتی متر مربع استفاده شد. چون در ایده های اولیه از شبکه ها با سوراخ های ریزتر استفاده شد که سبب خرد شدن برگها گردید.

مزایای دستگاه و توجیه اقتصادی آن

۱- پایین بودن هزینه تولیدوسادگی دستگاه
۲- قابلیت نگهداری برگ و ساقه بطور جداگانه که ۱- سبب حمل و نقل راحتر آن می شود. ۲- تلفات انبار داری کمترمی شود.
۳- از ساقه ها می توان بطور ۱۰۰٪ استفاده کرد. ساقه ها از نظر فیبر غنی هستند در صورت خرد شدن برای تولید از ژی الکتریکی ، الکل، کاغذ و حتی تغذیه چارپایان استفاده می‌شوند.
۴- کیفیت کاردستگاه نسبت به روش سنتی بهتر است.
۵- امکان مخلوط کردن برگ و ساقه به هر نسبتی که (با توجه به نوع دام) لازم است.
۶- اضافه کردن مکمل های غذایی به نسبتی که (باتوجه به نوع دام) لازم است
۷- حجم انبار داری کاهش می یابد..

منابع

۱- شفیعی ودزنه.ح.۱۳۸۲.بررسی تغییرات ارزش غذایی یونجه از مر حله بر داشت تا مصرف در تغذیه دام.پایان نامه کارشناسی ارشد.دانسکده کشاورزی .دانشگاه بوعلی سینا.

2- Adapa, P. K., Schoenau, G. J., Tabil, L. G. and Sokhansanj, S. 2004a. Fractional drying of alfalfa leaves and stems: Review and discussion. In Dehydration of Products of Biological Origin,ed. A.S. Mujumdar, ch. 12, Science Publishers/Oxford & IBH.

stems 3- Adapa, P.K., Schoenau, G. J. and Arinze, E. A. 2005b. Fractionation of Alfalfa into leaves and doi:10.1016/j.biosystemseng.2004.12.003, using a three pass rotary drum dryer. Biosystems Engineering PH - Postharvest Technology Vol. 91(4): 455-463.
4- Arinze, E.A., Schoenau, G., Sokhansanj, J. S. and Adapa, P.K..2003. Aerodynamic separation and Technology: An fractional drying of alfalfa leaves and stems - A review and new concept. Drying International Journal Vol. 21(9): 1673-1702.

5- Brandyberry, S.D., DelCurto, T. and Angel, R.F. 1992. Physical form and frequency of alfalfa supplementation for beefcattle winter grazing Northern Great Basin rangeland. Proc. West. Sec. Amer. Soc. Anim. Sci. 43-47.

abstract 6- Koegel, R. G., and Straub, R. J. 2000. Value-added products from fractionated alfalfa. Meeting Agriculture, February 15, 2000. accepted by Agricultural Research Services, United States Department of