طراحی شاسی، سیستم انتقال توان، کوبنده و ضد کوبنده برای چاپر کششی بقایای گندم و جو

عباسعلی تیموری عسگرانی[۱]، داود قنبریان[۲]، سیف‌الله فلاح[۳]

۱ و ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی و استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات- دانشکده کشاورزی- دانشگاه شهرکرد

isfahan206@gmail.com

چکیده

امروزه به دلیل افزایش نیاز بشر به مواد غذایی، پس از برداشت هر محصول زراعی بلافاصله اقدام به کشت محصولات دیگر می‌شود. در ایران و بسیاری از کشورهای در حال توسعه، به منظور آماده‌سازی زمین برای کشت محصول دوم، بقایای محصول قبلی سوزانده می‌شود که این موضوع خسارات فراوانی را به همراه دارد. برای حل این مشکل، طراحی و روش ساخت یک چاپر کششی برای برداشت بقایای گندم و جو در این تحقیق ارائه شده است. دستگاه مورد نظر به صورت کششی به تراکتور متصل شده و قدرت مورد نیاز برای بخش‌های محرک خود را از محور توان‌دهی تراکتور اخذ خواهد کرد. طراحی شاسی و سیستم انتقال توان دستگاه با توجه به نیازهای مسئله در نرم‌افزار CATIA انجام شد. برای تعیین دور مناسب کوبنده و شدت تغذیه، آزمایشی در سه سطح دور کوبنده (٤۵۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ rpm) و دو سطح سرعت تغذیه کم و زیاد (۲٤ و ٤۸ Kg/h) در چهار تکرار طراحی و اجرا شد. این آزمایش در یک طرح فاکتوریل در قالب بلوک کاملاً تصادفی انجام شده و داده‌های آن با نرم‌افزار SAS تحلیل شدند. نتایج نشان داد که دور کوبنده اثر معناداری روی نرمی کاه دارد ولی شدت تغذیه اثر معناداری روی نرمی کاه ندارد. در نهایت دور مناسب برای کوبنده ۷۰۰ rpm تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: چاپر کششی، کاه و کلش، گندم و جو، کوبنده، CATIA

مقدمه

گندم و جو دو محصول مهم از خانواده غلات هستند. بالاترین سطح زیر کشت در بین تمام محصولات کشاورزی به گندم اختصاص دارد (حمیدنژاد و همکاران ۱۳۸۰). به گزارش فائو (FAO) در سال ۲۰۰۷ سطح زیر کشت گندم و جو در جهان به ترتیب ۲۱۷/٤ و ٥٦/٦ میلیون هکتار و در ایران به ترتیب ٦/٤ و ۱/۷ میلیون هکتار گزارش شده است. در گذشته کشت گندم آبی در ایران در تناوب با دیگر گیاهان زراعی معمول بوده و یا با آیش صورت می‌گرفته است. در چنین شرایطی فرصت کافی برای چرانیدن دام و یا پوسیده شدن بقایای گیاهی وجود داشت. اما در سال‌های اخیر به دلیل افزایش نیاز بشر به این محصول و مکانیزه شدن مراحل مختلف تولید آن، بعد از برداشت گندم، اقدام به کشت محصولات دیگر می‌شود. زیرا با این عمل زمین برای کشت بعدی راحت‌تر آماده می‌گردد (مسکرباشی و همکاران، ۱۳۸۳). امروزه با افزایش سطح زیر کشت، برداشت گندم و جو به وسیله کمباین انجام می‌شود. کاه و ساقه گندم و جو در کمباین جزء ضایعات به حساب می‌آیند و از کمباین خارج می‌شوند. در نتیجه هر چه کاه و کلش گندم و جو، کمتر وارد کمباین شود، کمباین وظیفه اصلی خود را که برداشت با کیفیت و بدون

تلفات دانه است را بهتر انجام می‌دهد. به این ترتیب طراحان و سازندگان، کمباین را طوری طراحی می‌کنند که حداقل کاه و کلش وارد کمباین شود. در نتیجه حداکثر بقایای گندم و جو روی زمین بر جای باقی خواهد ماند. کشاورزان معمولاً به دلیل مشکلات ناشی از وجود این بقایا (سخت شدن اجرای عملیات خاک‌ورزی و کاشت) اقدام به سوزاندن آن‌ها می‌کنند که سوزاندن این بقایا عوارض بسیاری برای محیط زیست و به خصوص خاک و موجودات داخلی آن به بار می‌آورد. از جمله این که سوزاندن بقایا سبب کاهش ماده آلی خاک شده و منجر به تلفات نیتروژن، کربن، گوگرد و غیره از طریق تصعید آن‌ها می‌گردد (امام و همکاران، ۱۳۷۹).

از طرف دیگر ضرورت حفظ محیط زیست و استفاده بهینه از تمام بخش‌های یک محصول از جمله رویکردهای اصلی بشر در قرن بیست و یکم است. از کاه گندم و جو علاوه بر تغذیه دام می‌توان در خانه‌سازی، پرورش طیور، صنعت الکل‌سازی و انواع اسیدها، ساخت سازه‌ها وکامپوزیت‌های پلی‌اتیلن، ساخت کاغذ، صنعت چوب، مالچ‌پاشی، تهیه بستر قارچ و بسیاری از موارد دیگر استفاده کرد.

تنها آمار موجود از تولید کاه در ایران در سال ۷۶ گزارش شده است و برابر با ۱۵/۸ میلیون تن است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۶). طبق نظر کارشناسان مقدار کاه تولید شده، ۱/۳ برابر مقدار گندم تولید شده است، یعنی طبق آمار فائو در سال ۲۰۰۷ مقدار تولید کاهِ گندم در ایران بالغ بر ۱۹/۵ میلیون تن است که معادل چند برابر چوب تولید شده در کشور است. در صورت استفاده از بخشی از این مقدار کمک قابل توجهی به کاهش فشار بر منابع چوبی به عمل می‌آید (سرائیان و همکاران، ۱۳۸۲).

برداشت این بقایا در کشورهای پیشرفته مقرون به صرفه نیست زیرا در این کشورها نگاه علوفه‌ای به این بقایا کمتر است و این بقایا در عقب کمباین توسط کاه خردکن کمباین خرد می‌شوند و به زمین بر می‌گردند. در این کشورها به دلیل وجود بارندگی مناسب و علوفه کافی برای دام‌ها، ماشین‌های برداشت این بقایا نیز کم‌تر طراحی شده است و بیشتر طراحی‌ها روی کاه‌خردکن کمباین معطوف شده است. شرکت‌های کمباین‌سازی به سفارش مشتری‌های خود سیستم‌هایی را در انتهای کمباین نصب می‌کنند که ساقه‌ها را خرد کرده و کاه‌ها را در روی زمین پخش می‌کنند که به مواردی اشاره می‌شود: شرکت‌های جاندیر، کیس، مسی‌فرگوسن، کلاس و ... از جمله شرکت‌هایی هستند که اقدام به نصب کاه خردکن در انتهای کمباین کرده‌اند. در ایران و کشورهای در حال توسعه به دلیل اقتصاد ضعیف‌تر و کمبود بارندگی، نیاز است که دستگاه مناسب برای برداشت این بقایا طراحی و ساخته شود.

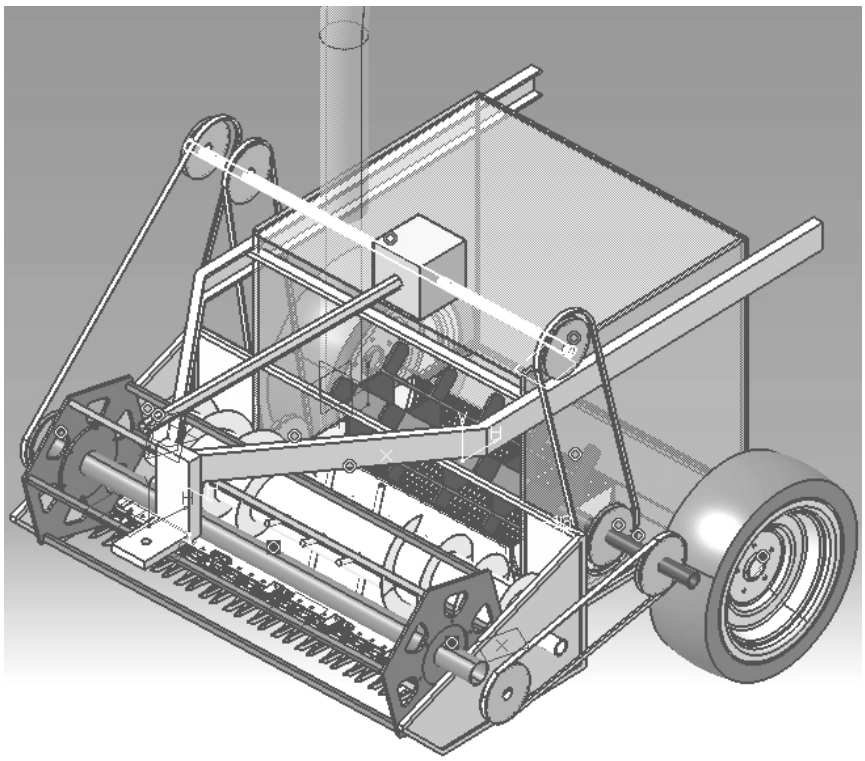
با توجه به اهمیت موضوع، اخیراً در داخل کشور طرحی تحت عنوان پایان‌نامه دانشجویی در دانشگاه تهران انجام شده است. در این طرح نظری و جعفری (۱۳۸۷) یک خرمنکوب ثابت پشت تراکتوری ساختند که علاوه بر خردکردن کاه، آن را نیز غنی‌سازی می‌کند. این خرمنکوب دارای بخش‌های مختلف خردکننده، انتقال دهنده، غنی‌سازی و دمنده است. بخش خردکننده شبیه خرمنکوب‌های ثابت پشت تراکتوری رایج در کشور است به این صورت که یک شافت افقی وجود دارد و روی این شافت تیغه‌های عمودی نصب شده‌اند. لذا با توجه به نیاز کشور و کمبود اطلاعات لازم در این زمینه هدف از این تحقیق عبارت بود از ارائه طراحی و روش ساخت چاپر کششی که قادر باشد با اتصال به ترکتور بقایای گندم و جو را از زمین برداشت نماید.

مواد و روش‌ها

شکل ۱ نمای کلی از دستگاه مورد نظر را نمایش می‌دهد. دستگاه توان مورد نیاز خود را از محور توان‌دهی (rpm ۵٤۰) تراکتور دریافت خواهد کرد. توان مورد نیاز با استفاده از چهارشاخ گاردان از تراکتور به جعبه‌دنده دستگاه منتقل شده و پس از تغییر دور و گشتاور مورد نظر به سایر سیستم‌های دستگاه منتقل می‌شود. با توجه به این که پس از اجرای عملیات برداشت توسط کمباین، قسمت عمده‌ی ساقه‌ها روی زمین باقی می‌ماند، دستگاه لزوماً باید به شانه‌برشی مجهز باشد که بتواند ساقه‌ها را در پائین‌ترین ارتفاع ممکن قطع نماید. ارتفاع برش ساقه باید در حدی باشد که از آسیب دیدن تیغه‌های شانه‌برش به خاطر اجسام خارجی جلوگیری شود. یک چرخ و فلک دوار در بالای شانه برش قرار دارد که کمک به برش بهتر ساقه‌ها می‌کند و هم‌چنین به برداشت بقایای ریخته شده روی زمین کمک می‌کند. پس از عملیات برش، ساقه‌های بریده شده به قسمت عقب منتقل می‌شوند. برای انتقال ساقه‌ها به خردکننده از سیستم نقاله استفاده می‌شود. سپس ساقه‌ها به سیستم خردکننده وارد می‌شوند و در آن‌جا توسط کوبنده و ضد کوبنده خرد می‌شوند. خردکننده از یک استوانه تشکیل شده است که روی آن تیغه‌های برش قرار گرفته است. در نهایت یک دستگاه دمنده، کاه تولید شده را به داخل تریلری که در پشت دستگاه کشیده می‌شود پرتاب می‌نماید.

طراحی دستگاه

با توجه به عملکرد در نظر گرفته شده برای چاپر کاه گندم و جو، طراحی دستگاه بر مبنای پنج واحد اصلی انتقال توان، برش، انتقال‌دهنده مواد، خردکننده و دمنده انجام شد. توان مورد نیاز برای هر یک از واحدها توسط محور تواندهی تراکتور و از طریق یک گیربکس واسط تامین شد.



شکل ۱- نمای کلی چاپر کششی کاه گندم و جو

طراحی شاسی

برای استقرار قسمت‌های مختلف ساخته شده اعم از کوبنده و ضد کوبنده، نقاله، فن، یاتاقان‌ها و اجزاء دیگر نیاز به شاسی است. با توجه به کششی بودن دستگاه، دو چرخ محرک در زیر دستگاه قرار می‌گیرند و شاسی روی آن نصب می‌شود. یکی از معیارهای مهم در طراحی شاسی، سهولت قابلیت مونتاژ قطعات دستگاه بر روی آن است. به منظور حمل و نقل دستگاه از دو عدد چرخ بادی استفاده شد. طبق محاسبات ناشی از طراحی، وزن شاسی حدود ٤٢ کیلوگرم است و موقعیت مرکز جرم آن با استفاده از نرم افزار *CATIA* به دست آمد. در طراحی شاسی از ناودانی ٨٠ میلی‌متر استفاده شد. طبق استاندارد DIN ٩٧١٣، مشخصات ابعادی این ناودانی mm ٨٠×٤٥×٦×٨ در نظر گرفته شد. از مزیت‌های استفاده از این نوع مقاطع وجود سه سطح تماس برای نصب قطعات ماشین روی شاسی است.

طراحی سیستم انتقال توان

از قابلیت های در نظر گرفته شده برای سیستم انتقال توان این است که علاوه بر مستقل بودن بخش انتقال توان از سیستم خردکن، انتقال توان به خردکن از طریق یک محور ثانویه صورت می‌گیرد و این محور دارای قابلیت‌هایی از جمله کاهش قطر پولی‌ها، سهولت افزایش و تغییر دور محور خردکن، کاهش ارتعاشات دستگاه و کاهش هزینه تولید است. همه پولی‌های استفاده شده در این دستگاه از نوع B هستند.

توان محور توان‌دهی تراکتور به وسیله چهارشاخ گاردان به محور اولیه منتقل می‌شود و باعث چرخش دو پولی A و B با سرعت دورانی ٥٤٠ دور در دقیقه می‌شود. پولی A عامل انتقال توان به محور ثانویه و پولی B عامل انتقال توان به محور دمنده است. به وسیله تغییر آرایش پولی‌های سیستم انتقال توان از محور اولیه به محور ثانویه خردکن با توجه به شرایط محصول امکان دسترسی به یک محدوده سرعت دورانی از ٢٧٠ تا ٢١٦٠ دور در دقیقه وجود دارد. تنظیم تسمه‌ها به وسیله محور اولیه و ثانویه انجام می‌شود.

طراحی واحد کوبنده و ضدکوبنده

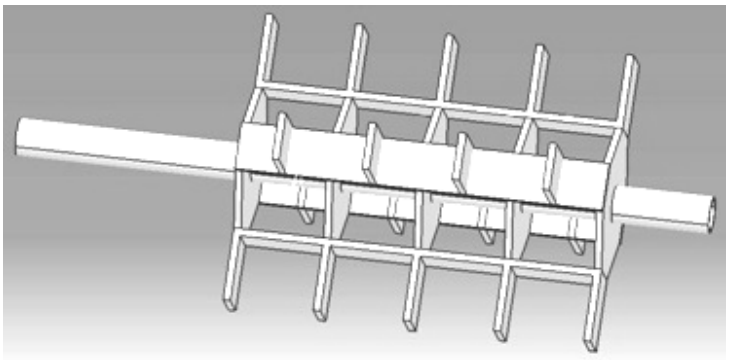
واحد کوبنده از استوانه کوبنده و ضدکوبنده تشکیل شده است. پارامترهای مهم یک واحد کوبنده شامل قطر کوبنده، نوع و تعداد دندانه‌های استوانه کوبنده، سرعت خطی کوبنده، فاصله کوبنده از ضدکوبنده و طول کوبنده است.

قطر کوبنده

قطر کوبنده هر چه بیشتر باشد، اینرسی دورانی کوبنده بیشتر خواهد شد و تغییرات سرعت دورانی آن نیز در هنگام تغییر میزان تغذیه جزئی خواهد بود. کلنین و همکاران (١٩٨٥) دامنه تغییرات قطر کوبنده‌های غلات را از ٤٤٥ الی ٦١٠ میلیمتر بیان کردند و قطر کوبنده مورد آزمایش آن‌ها ٥٥٠ میلیمتر بود. هاریسون (١٩٧٣) قطر کوبنده کمباین-های جریان محوری را ٦١٠ میلیمتر بیان کرد. قطر کوبنده‌های جریان محوری که از نوع (Throw–in) هستند از ٣٠٠ تا ٤٠٠ میلیمتر است. آرنولد و لیک (١٩٦٤) گزارش کرده‌اند که هرگاه قطر کوبنده از ٣٠٠ تا ٥٢٥ میلیمتر افزایش یابد، توان مصرفی کاهش می‌یابد و افزایش بیشتر آن مزایایی را شامل نمی‌شود. با توجه به این که کاه باید نرم باشد تا در تغذیه دام‌ها ضایعات کم‌تری داشته باشد و همچنین به دلیل محدودیت جا و نیز نظر به نوع کوبنده‌های استفاده شده در ادوات قبلی و نتایج تحقیقات انجام شده، قطر کوبنده ٤٣٠ میلیمتر در نظر گرفته شد.

نوع و تعداد دندانه های استوانه کوبنده

ظرفیت کوبش واحد کوبنده ماشین‌های مختلف به تعداد دندانه‌های کوبنده بستگی دارد. عموماً در خرمن‌کوب‌ها از دندانه‌های تیغه‌ای استفاده می‌شود. در این دستگاه برای انجام عمل کوبش با صرف انرژی کم و تغذیه آرام و غیر یکنواخت، استوانه کوبنده از نوع دندانه تیغه‌ای در نظر گرفته شد. کوبنده شامل ٤ میله است و روی هر میله طولی ٤ یا ٥ عدد دندانه تیغه‌ای قرار گرفته است (شکل ٢). نحوه قرار گرفتن دندانه‌ها به این صورت است که تیغه های روی دو میله مجاور، روبروی هم قرار نمی‌گیرند و این امر باعث کوبش و خردشدن بهتر محصول می‌شود و همچنین توان مصرفی در یک لحظه کاهش می‌یابد.



شکل ٢- استوانه کوبنده و نحوه قرارگیری دندانه های آن روی میله‌های طولی

دندانه‌ها روی میله‌های طولی جوش داده می‌شوند و کل میله روی میله طولی دیگر که در زیر آن و روی فلانچ‌ها قرار گرفته با پیچ بسته می‌شود. در نتیجه پس از فرسوده شدن تیغه‌ها، کل میله طولی باز شده و هر کدام از دندانه‌ها که نیاز به تعویض داشته باشد، عوض می‌شود. ابعاد هر دندانه با توجه به مدل‌های رایج و مواد موجود در بازار طراحی شده تا هزینه ساخت و تعمیر آن کاهش یابد. هر دندانه به شکل مستطیل بوده و طول و عرض آن به ترتیب ١٠٠ و ٧٠ میلیمتر در نظر گرفته شده است و ضخامت دندانه ١٠ میلیمتر است. فاصله بین دندانه‌ها در خرمن‌کوب‌ها و کوبنده‌های غلات متفاوت است. این فاصله به نوع محصول، میزان رطوبت، شدت تغذیه و مقدار لازم برای خرد شدگی محصول بستگی دارد.

طول و ابعاد کوبنده

با توجه به تعداد دندانه‌ها که روی میله طولی قرار گرفته‌اند، ابعاد استوانه کوبنده مشخص می‌شود. طول استوانه کوبنده ٥٣٠ میلیمتر است که این عدد، فاصله بین دو دندانه انتهایی است. در کوبنده‌های گندم و جو این فاصله حدود ١٥ سانتیمتر است. برای ساخت تیغه‌ها با توجه به نوع کاربرد فولادها از تسمه‌های فولادی MS٦٠ استفاده شد. تیغه باید به سایش مقاوم باشد و در مقابل نیروهای ناگهانی دارای مقاومت کافی باشد. طول کوبنده به تعداد دندانه‌ها و فاصله بین آن‌ها در امتداد محور کوبنده بستگی دارد.

طول و ابعاد ضدکوبنده

ضدکوبنده به شکل یک نیم استوانه مشبک است که قطر سوراخ‌های آن ١٢ میلیمتر بوده و این سوراخ‌ها دارای فاصله طولی ٣٥ میلیمتر و فاصله عرضی حدود ٢٦ میلیمتر هستند. در هر نصف محور دوران خردکن فاصله بین

تیغه‌های خردکن و سینی ثابت است. این شاخصه با در نظر گرفتن یک فاصله به اندازه ضخامت نبشی متصل شده به آن بین لبه بالایی سینی و سطح بالایی نبشی به دست آمده است.

نحوه تعیین دور کوبنده

برای تعیین دور کوبنده، یک آزمایش با یک خرمن‌کوب رایج در کشور انجام شد (شکل ۳):

این خرمن‌کوب دارای کوبنده استوانه‌ای عرضی بوده و روی این استوانه آن، پره‌های عمودی قرار دارند که برای خرد کردن به کار می‌رود. در زیر استوانه‌ی کوبنده یک ضدکوبنده‌ی مشبک قرار دارد. قطر سوراخ‌های این ضدکوبنده ۱۲ میلی‌متر در است. برای خروج کاه‌ها از یک فن مکنده-دمنده استفاده شده است. این خرمن‌کوب با استفاده از محور توان‌دهی تراکتور کار می‌کند و به صورت ثابت پشت تراکتور قرار می‌گیرد. در این آزمایش از تراکتور جاندیر مدل ۳۱٤۰ استفاده شد.

شکل ۳-آزمایش تعیین دور کوبنده چاپر کششی

این آزمایش در سه سطح سرعت (٤۵۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ rpm) و دو سطح سرعت تغذیه کم (۷ kg/min) و زیاد (۱٤ kg/min) انجام شد. برای انجام آزمایش از ساقه‌های گندم که توسط بسته‌بندهای معمولی درست شده بود، استفاده شد. وزن این بسته‌ها ۱۲ تا ۱٤ کیلوگرم بوده و رطوبت ساقه‌ها با استفاده از آون حدود ۵ درصد اندازه‌گیری شد. پس از انجام آزمایش هر تیمار، نمونه‌های کاه خرد شده از جلوی خرمن‌کوب جمع آوری شد تا در مرحله بعد درجه خردشدگی آن تعیین شود.

تعیین درجه‌ی خردشدگی کاه

برای تعیین درجه‌ی خردشدگی کاه و مقدار ریز شدن آن، از روش بوجاری استفاده شد. ابتدا مقدار ۱۰۰ گرم کاه از هر تیمار انتخاب شد و با یک پنکه معمولی فرآیند بوجاری انجام شد. با انجام یک آزمایش روی کاه معمولی، معیاری به دست آمد که نسبت درجه نرمی کاه را با فاصله آن از پنکه مشخص می‌کند. برای این کار در جلوی پنکه سه منطقه مشخص شد. در منطقه اول که نزدیک‌ترین فاصله را با پنکه دارد، کاه‌های درشت و زبر به دلیل سنگین‌تر بودن ریخته می‌شدند. به همین ترتیب در منطقه دوم کاه‌های متوسط و در منطقه سوم که بیش‌ترین فاصله را با پنکه داشت، کاه‌های نرم و ریز ریخته می‌شدند.

شکل ٤- نحوه درجه بندگی میزان خردشدگی کاه

پس از بوجاری کاه به دست آمده از هر تیمار، وزن کاه جمع شده در هر یک از سه منطقه اندازه گیری شد.

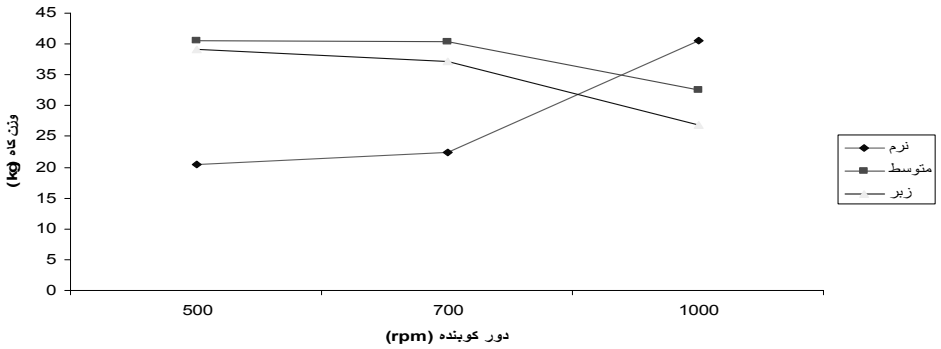
بحث و نتیجه‌گیری

به دلیل افزایش نیاز بشر به گندم و جو، کشت بلافاصله محصولات دیگر پس از برداشت آن‌ها و همچنین برای کمک به کاهش فشار بر منابع چوبی، اقدام به طراحی چاپر کششی برداشت بقایای گیاهی گندم و جو با توجه به شرایط ایران شد. چگونگی عملکرد چاپر با توجه به شرایط ایران و تراکتورهای موجود، طراحی شد. همچنین پارامترهای مهم در طراحی آن نیز از طریق آزمایش و نیز منابع موجود تعیین و به کار برده شد. در سیستم انتقال قدرت این چاپر علاوه بر مستقل بودن بخش انتقال توان به سیستم خردکن از بخش انتقال توان به سیستم انتقال کاه، انتقال توان به سیستم خردکن از طریق یک محور ثانویه صورت می‌گیرد و این محور دارای قابلیت‌هایی از جمله کاهش قطر پولی‌ها، سهولت افزایش و تغییر دور محور خردکن، کاهش ارتعاشات دستگاه و کاهش هزینه تولید است. در این چاپر با توجه به شرایط محصول امکان دسترسی به یک محدوده سرعت دورانی از ۲۷۰ تا ۲۱٦۰ دور در دقیقه وجود دارد.

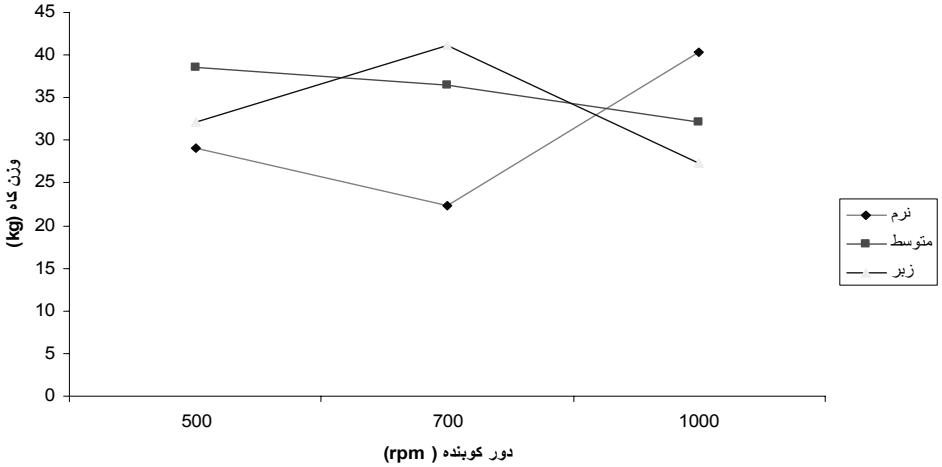
قطر کوبنده ٤۳۰ میلیمتر و طول استوانه آن ۵۳۰ میلیمتر در نظر گرفته شد. کوبنده شامل ٤ میله است و روی هر میله طولی ٤ یا ۵ عدد دندانه تیغه‌ای قرار گرفته است. هر دندانه به شکل مستطیل بوده و طول و عرض آن به ترتیب ۱۰۰ و ۷۰ میلیمتر در نظر گرفته شده است. ضخامت دندانه ۱۰ میلیمتر است. ضدکوبنده به شکل یک نیم استوانه مشبک است که قطر سوراخ‌های آن ۱۲ میلیمتر بوده و این سوراخ‌ها دارای فاصله طولی ۳۵ میلیمتر و فاصله عرضی حدود ۲٦ میلیمتر هستند.

برای تعیین دور کوبنده یک آزمایش در سه سطح سرعت (٤۵۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ rpm) و دو سطح سرعت تغذیه کم (۷ kg/min) و زیاد (١٤ kg/min) ترتیب داده شد. برای انجام آزمایش از ساقه‌های گندم که توسط بسته‌بندهای معمولی درست شده بود، استفاده شد. سپس برای تعیین درجه خردشدگی کاه، مقدار ۱۰۰ گرم کاه از هر تیمار انتخاب شد و با یک پنکه معمولی فرآیند بوجاری انجام شد. با انجام آزمایش روی کاه معمولی معیاری به دست آمد که نسبت درجه نرمی کاه را با فاصله آن از پنکه مشخص می‌کند.

شکل‌های ۵ و ٦ میزان وزن کاه را با توجه به شرایط در نظر گرفته شده برای هر تیمار، نشان می دهند.



شکل ۵- میزان نرمی کاه در سرعت تغذیه کم (۷ kg/min)



شکل ٦- میزان نرمی کاه در سرعت تغذیه زیاد (١٤ kg/min)

داده‌های آزمایش توسط نرم افزار Excel ثبت و سپس نتایج حاصل از تجزیه آماری عوامل آزمایشی توسط نرم افزار SAS پردازش گردید. همچنین مقایسه‌ی میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که سرعت تغذیه روی نرم شدن کاه اثر معناداری ندارد. این بدان معنی است که اگر دستگاه با سرعت‌های مختلف حرکت کند یا در مزرعه میزان تراکم محصول تغییر کند، در میزان تغییر نرم شدن یا زبر شدن کاه تغییر معناداری حاصل نمی‌شود. از طرف دیگر راننده تراکتور لازم نیست نگران تغییرات زیاد در میزان نرم شدگی کاه باشد و می‌تواند بسته به شرایط فیزیکی زمین زراعی و میزان تراکم محصول، سرعت مناسب حرکت رو به جلوی تراکتور را تنظیم کند. در نتیجه راننده نیاز به تغییر دنده یا تغییر گاز (دور موتور) نخواهد داشت.

همچنین آزمایش ها نشان می‌دهند که دور کوبنده روی نرم شدن کاه اثر معناداری دارد. همان‌طور که در شکل‌های ۵ و ٦ نشان داده شده است، با افزایش دور کوبنده، وزن کاه نرم افزایش چشم‌گیری داشته و وزن کاه‌های متوسط و زبر کاهش معناداری دارند. وزن کاه‌های نرم و زبر در سطح احتمال ۱ درصد و وزن کاه متوسط در سطح احتمال ۵ درصد تغییر معناداری از خود نشان دادند. در سرعت تغذیه کم، وزن کاه نرم با افزایش دور کوبنده افزایش یافته و وزن کاه‌های زبر و متوسط کاهش یافته‌اند و در سرعت تغذیه زیاد، وزن کاه نرم با افزایش دور کوبنده افزایش یافته و وزن کاه زبر و متوسط کاهش یافته‌اند. همچنین وزن کاه متوسط ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش یافته است.

علت افزایش وزن کاه متوسط در سرعت تغذیه زیاد می تواند به دلیل زیاد بودن حجم محصول در محفظه خردکن باشد، زیرا برای زودتر خالی کردن محفظه و پذیرش محصول جدید، به کاه‌های موجود در محفظه فرصت چندانی داده نمی‌شود تا نرم‌تر شوند و با فشار محصول‌های قبلی از غربال خارج می‌شوند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن کاه نرم	وزن کاه متوسط	وزن کاه زبر
سرعت تغذیه	۱	٤٦/۲	۲۳/۲	۳/۹
دور کوبنده	۲	۷۸۱/۲**	۱۲۰/۷*	٦۱۸/۹**
سرعت * دور	۲	۵۳/۱	۵/۸	۱۲۳
خطا	۱۸	۰/۷۱	۰/٤۱	۰/٤٦
ضریب تغییرات		۲۰/۸	۱۲/۵	۲۰/۲

غیر معنی دار ns و ** $p<0.01$ ،* $p<0.05$

با توجه به نتایج به دست آمده، در دور rpm ۱۰۰۰ وزن کاه نرم افزایش می‌یابد، ولی این دور بالاست و در دراز مدت استهلاک زیاد دستگاه را در پی خواهد داشت. همچنین برای تامین چنین دوری، نیاز به تغییر دور هم خواهیم داشت. از طرف دیگر در دور ۷۰۰، نرمی کاه مطوب بوده و این دور به دور PTO تراکتور هم نزدیک است و تغییر دور نیز کمتر است. بنابراین بهترین دور برای کوبنده دور rpm ۷۰۰ در نظر گرفته شد. همان طور که ذکر شد چون سرعت تغذیه تاثیر معناداری روی آزمایش‌ها ندارد، به راننده توصیه می‌شود که برای تنظیم سرعت و رسیدن به سرعت بهینه، عوامل دیگر از قبیل شانه‌برش، دور موتور، دنده مناسب و غیره را مورد توجه قرار دهد و سرعت مناسب را انتخاب نماید.

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که سرعت تغذیه روی نرم شدن کاه اثر معناداری ندارد و راننده تراکتور لازم نیست نگران تغییرات زیاد در میزان نرم شدگی کاه باشد و می‌تواند بسته به شرایط فیزیکی زمین زراعی و میزان تراکم محصول، سرعت مناسب حرکت رو به جلوی تراکتور را تنظیم کند. همچنین آزمایش ها نشان می‌دهند که دور کوبنده روی نرم شدن کاه اثر معناداری دارد. وزن کاه‌های نرم و زبر در سطح احتمال ۱ درصد و وزن کاه متوسط در سطح احتمال ۵ درصد تغییر معناداری از خود نشان دادند. در نهایت برای کوبنده دور rpm ۷۰۰ در نظر گرفته شد. در نهایت به دلیل این که سرعت تغذیه تاثیر معناداری روی آزمایش‌ها ندارد، به راننده توصیه می‌شود که برای تنظیم سرعت و رسیدن به سرعت بهینه، عوامل دیگر از قبیل شانه‌برش، دور موتور، دنده مناسب و غیره را مورد توجه قرار دهد و سرعت مناسب را انتخاب نماید.

منابع و مآخذ

۱. امام، ی.م. خردنام، م. ج. بحرانی،م. ت. آساد، م ح. غدیری. ۱۳۷۹. تاثیر نحوه مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد دانه و اجزاء آن برکشت مداوم گندم آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد۳۱، شماره ٤.

۲. تربتی نژاد، ن.، ۱۳٦۷. ارزش غذایی کاه گندم، کاه جو، کاه برنج، پوسته برنج، ضایعات چای و یونجه با روش-های شیمیایی و هضمی قبل و بعد از آمونیاکی کردن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۳. جهان لتیباری، احمد، ۱۳۷۹. بررسی ساخت خمیرکاغذ و مقوا با بازدهی بالا از ضایعات کشاورزی، طرح تحقیقات صنعتی، آموزش و اطلاع رسانی، گزارش مرحله اول، وزارت صنایع، تهران.
٤. حمیدنژاد، م.، سالم، ج.، شاکری، م.، آخوندی میبدی، ح.ه. ۱۳۸۰، تعیین میزان و ارزیابی اقتصادی ضایعات گندم در زمان برداشت و خرمنکوبی در مناطق هرات، مروست و ابرکوه استان یزد در سال ۱۳۷٦، مجله اقتصاد کشاورزی، سال نهم، شماره ۳٤، تابستان ۱۳۸۰.
۵. سرائیان، ا.ر.، کریمی، ع.ن.، جهان‌لتیباری، ا.،۱۳۸۲، ارزیابی ترکیبات شیمیایی کاه گندم (خراسان) و مقایسه این ترکیبات در اجزای اصلی ساقه، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ٥٦ ، شماره ٤، سال ۱۳۸۲.
٦. شاهی، ط. ۱۳۸۲. طراحی، ساخت و ارزیابی یونجه خردکن موتوری برای واحدهای دامی کوچک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۷. وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷٦، آمار زراعی ایران، جلد ٤-۱، ۷٦-۱۳۷۲.
۸. مسکرباشی، م. بخشنده، ع.، نبی‌پور، م. کاشانی، ع. ۱۳۸۳، بررسی اثر بقایای گیاهی و کود شیمیایی بر جذب نیتروژن، عملکرد گندم و مواد آلی خاک در شرایط اهواز، مجله علوم زراعی ایران، جلد ششم، شماره۳، پاییز ۱۳۸۳.
۹. نظری، جعفری، ع،۱۳۸۷. طراحی ، ساخت و ارزیابی دستگاه کاه خردکن مجهزبه سیستم تخلیه، پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی بیو سیستم کشاورزی، دانشگاه تهران.
9. Arnold, R.E., and R.J. Lake. 1964. Experiments with Resp-Bar Threshing Drum. Journal of Agricultural Engineering Research, 9: 348-355.
10. Bright R.E, and R.W, Kleis. 1964. Mass shear strength of haylage. Transactions of the ASAE, 7(2): 100-101.
11. ElHag H.E., Kunze O.R., and L.H. Wilkes. 1971. Influence of moisture, dry-matter dendity and rate of loading on ultimate strength of cotton stalks. Transaction of the ASAB, 4(2): 713-716.
Ince, A., S. Ugurluay, E. Gazel, and M.T. Ozcan. 2005. Bending and shearing characteristics of sunflower stalk residue. Biosystems Engineering. 92(2): 175-181.
12. Prince, R.P. 1961. Measurment of Ultimate Strength of Forage Stalks. Trans. ASAE.

Abstract

Today after harvesting, burning remnants of the remains of the product of previous have been killed. For a chopper impulse for the remains of wheat and barley design. The system in the back of tractor and power needed for the prime mover of the axis of the tractor polling can be taken. In this investigation to determine the first round venerabilem and the proper nutrition, an experiment in three levels of around venerabilem (450, 700 and 900 rpm), level two speed and much less feed (24 and 48 Kg/esaul) in four repetition. This test in a factoriel plan in the form of block was completely by accident and the experiment with SAS software analysis, it was clear that venerabilem away by meaningful softness straw but is fed by meaningful softness straw and is not suitable for around 700 venerabilem rpm.

Keywords: straw chopper, stubble barley and wheat, venerabilem, CATIA