وزارت کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی

نشریه شماره ۸

ماشین بافه‌بند تراکتوری برای برداشت غلات

مهندس محمدرضا مستوفی‌سرکاری
عضو هیأت علمی - پژوهشگر (مربی پژوهشی)
بخش تحقیقات مکانیک ماشینهای کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشر آموزش کشاورزی
۱۳۷۶

اهمیّت موضوع

برداشت گندم و جو در مزارع کوچک در بیشتر کشورهای جهان و در ایران با بافه‌بند (Mower Binder) انجام می‌گیرد. آمار نشان می‌دهد که در سال ۱۳۷۱ بالغ بر ۱۱۴۰۰ دستگاه ماشین بافه‌بند خودگردان در مزارع ایران وجود داشته است. آمار همین منبع همچنین نشان می‌دهد که محصول گندم آبی حدود ۲۲٪ از ۲۲۲۴۰۹۹ هکتار، ۴۸٪ از ۳۹۶۸۵۶۰ هکتار گندم دیم، ۲۹٪ از ۸۳۳۶۸۸ هکتار جو آبی و ۴۰٪ از ۱۳۲۳۵۹۱ هکتار جو آبی ایران و مجموعاً حدود ۳۱۲۱۰۰۰ هکتار، با خرمن‌کوب کوبیده می‌شود. برداشت این سطح یا با دست یا با بافه‌بند انجام می‌شود. اگر کارکرد یک بافه‌بند را ۲ هکتار در روز برآورد نموده و ۴۰ روز در سال، ۹۱۲۰۰۰ هکتار با بافه‌بند برداشت شده است. اگر قرار باشد که ۲۲۰۹۰۰۰ هکتار بقیه نیز با این ماشین برداشت شود به ۲۷۶۱۲ دستگاه دیگر نیازمند خواهیم بود که با تعداد موجود، به ۳۹۰۰۰ دستگاه بالغ می‌شود. اگر فرض کنیم که فقط ۳۰۰۰۰ دستگاه مورد نیاز باشد و اگر عمر مفید هر بافه‌بند را ۶ سال بگیریم، تولید سالانه‌ای برابر ۵۰۰۰ دستگاه ولی در ۶ سال اوّل برابر ۱۰۰۰۰ دستگاه لازم است.

بافه‌بندهای موجود در ایران عموماً از نوع BCS ساخت کشور ایتالیاست که در دو نوع پابلند و پاکوتاه در ایران مونتاژ و یا قسمت‌هایی از آنها ساخته می‌شوند. بافه‌بندهای نوع دوّم به خصوص در دیمزارها که ساقه‌ها کوتاه هستند، کاربرد بیشتری دارند. تمامی این ماشین‌ها از نوع خودگردان هستند. ماشین را می‌توان متشکل از دو قسمت مجزا دانست:

۱- دماغه (Header) و ۲- ماشین خودگردان. دماغه در جلو ماشین خودگردان قرار گرفته و توسط سیستم هیدرولیک ماشین، بالا و پایین می‌رود. ماشین خودگردان، متشکل از یک شاسی است که روی چهارچرخ سوار شده است. یک موتور ۹/۳ کیلووات (۱۲/۵ اسب بخار) حرکت پیشروی ماشین، سیستم هیدرولیک و حرکت دماغه را تأمین می‌نماید. حدود نیمی از قیمت تمام وسیله به قسمت اخیر یعنی ماشین خودگردان تعلق دارد، که اگر دماغه به تراکتور متصل شود و با توجه به اینکه تراکتور در بیشتر روستاها قابل دسترس است، به همین تناسب از خروج ارز جلوگیری می‌گردد. برای اتصال دماغه به تراکتور، باید شاسی و مکانیزم‌هایی طراحی و ساخته می‌شد که بتوان دماغه را با کمترین تغییر فیزیکی به هر نوع تراکتور رایج در ایران سوار نمود. تراکتورهای رایج در ایران به ترتیب فراوانی عبارتند از اونیورسال ۶۵۰، مسی‌فرگوسن ۲۸۵، اونیورسال ۴۴۵ و جان‌دیر ۳۱۴۰. ماشینی که بدین ترتیب ساخته شود، می‌توان بافه‌بند تراکتوری نام نهاد. بافه‌بندی‌های خودگردان علاوه بر گرانی نسبی آنها، مشکلات زیر را دارند:

۱- ارتعاش نسبتاً زیاد ماشین درحال کار که می‌تواند ناراحتی‌های فیزیکی به ستون فقرات راننده وارد آورد. مضافاً که خستگی آفرین نیز می‌باشد

۲- وجود خرده کاه در فضای در هنگام برداشت، سبب گرفتگی فیلتر هوا شده که به علت عدم رعایت اصول سرویس و نگهداری درست توسط کاربران، به خرابی زودرس موتور می‌انجامد.

۳- سرعت پیشروی و عملکرد نسبتاً کم آن.

۴- امکان واژگونی نسبی بیشتر آن در دیمزارها.

۵- خروج ارز از کشور جهت خرید قطعات دستگاه.

۶- فقدان دستگاه از کلاچ ایمنی به منظور مصون ماندن تیغهٔ برش دستگاه در موقع برخورد به موانع موجود در روی زمین.

هدف از ساخت این ماشین طراحی و ساخت شاسی و مکانیزم‌هایی که بدان وسیله دماغه بافه‌بند به تراکتور متصل شود. چنین ماشینی که آن را

بافه‌بند تراکتوری می‌نامیم مزایای زیر را خواهد داشت:

۱- کاهش هزینه تولید کشاورز.

۲- کاهش خروج ارز.

۳- کاهش ارتعاش منتقله از ماشین به بدن راننده.

٤- سرعت پیشروی و عملکرد نسبی بیشتر.

٥- کاستن از صدمات احتمالی وارد به ماشین با تجهیز آن به کلاچ ایمنی.

٦- فقدان سایر کاستی‌هایی که برای بافه‌بند خودگردان است.

ماشین به نحوی باید طراحی می‌شد که ۱- بر تراکتور سوار شده، ۲- از محور توانده‌ی نیرو بگیرد، ۳- مجهز به کلاچ ایمنی باشد و ٤- برای حمل و نقل به پشت تراکتور خم شود.

مشخصاتی از دماغه بافه‌بند و خود بافه‌بند خودگردان که برای طراحی مورد نظر قرار گرفته به شرح زیر می‌باشند:

- فاصله تقریبی مرکز ثقل دماغه تا محل اتصال ٦٤٠^{mm}.
- فاصله افقی بین دو بازوی چپ و راست دماغه ١٤٦٠^{mm}.
- بالاترین ارتفاع برش محصول ٤٠٠^{mm}.
- سرعت دورانی پولی (چرخ تسمه) روی دماغه ٥٤٠^{rpm} (دور در دقیقه).
- عرض شانه برش ١٤٠٠^{mm}.
- توان موتور ۱۲/٥ اسب بخار (۹/۳ کیلووات).
- دور موتور هنگام کار ١٠١٠^{rpm} (دور در دقیقه).

قبل از شروع طراحی می‌بایست تراکتوری در نظر گرفته می‌شد تا ماشین بر آن تطبیق داده شود. تراکتور اونیورسال با تعداد ۱۲۲۱۲۹ دستگاه از کل حدود ۲۲۰۰۰۰ دستگاه تراکتورهای موجود، حائز اکثریت است، لذا این تراکتور به عنوان واحد توان دهنده در نظر گرفته شد. ویژگی‌های این تراکتور از دیدگاه طراحی بافه‌بند تراکتوری به شرح زیرند:

- فاصله دیواره خارجی چرخ‌های عقب تراکتور اونیورسال ٦٥٠ به طور معمول ٢٠٥٠^{mm} است ولی می‌توان از ١٣٧٠^{mm} تا ٢٣٥٠^{mm} تغییر داد.
- فاصله عمودی محور توانده‌ی از سطح زمین ٦٧٥^{mm}.
- فاصله افقی و عمودی محل اتصال ساق وسط تا محل اتصال بازوی

پائینی به تراکتور به ترتیب ۱۸۰ mm و ۳۰۵ mm.
- بیشترین طول ساق وسط ۷۶۰ mm.
- فاصله بازوی پایینی از سطح زمین ۶۰۰ mm (بازو در وضعیت افقی).
- طول وسط قرقری بازوی پایینی تا محل اتصال به تراکتور ۹۰۰ mm.
- قطر قرقری ساق‌های وسط و پایین ۲۵/۴ mm.

طراحی اتصال سه نقطه ماشین

با توجه به تطبیق سرعت استاندارد ۵۴۰ rpm (دور در دقیقه) محور تواندهی و پولی (چرخ‌تسمه) دماغه، از یک پولی یدکی بافه‌بند خودگردان به همان قطر پولی دماغه استفاده شد. قطر خارجی این پولی، ۳۰۰ mm و تسمه V و از گروه B (پهنای تسمه ۱۶ mm) بود. برای تأمین اتصال، لوله‌ای به قطر خارجی ۶۴ mm و ضخامت ۴ mm به شکل نیم‌دایره به شعاع ۳۲۰ mm (شعاع از مرکز نیم‌دایره تا تار میانی لوله) خم شد. لذا شعاع داخلی خم لوله ۲۸۸ mm بود.

فاصلهٔ افقی مرکز به مرکز بین اتصال پایینی و ساق وسط برابر فاصله افقی بین محل اتصال ساق وسط و نقطه اتصال بازوی پایینی تراکتور اونیورسال ۶۵۰ یعنی ۱۸۰ mm گرفته شد. این لوله پس از خم نیم‌دایره به طول عمودی ۱۷۰ mm از دو طرف قطر، امتداد یافت. این اضافه طول به آن سبب بود که دماغه پس از اتصال به تراکتور، موقعی که کاملاً روی زمین نشسته است در وضعیت افقی قرار گیرد: قطر بین اتصال به بازوهای پایین می‌بایست مناسب استاندارد گروه ۲ (۲۵/۴ mm) می‌بود و لذا ۲۰ mm منظور شده است. این قطعه در منتهی‌الیه پایین خود با یک قوطی ۴۰×۸۰ mm بهم جوش داده شد.

از آنجا که تصور می‌رفت که این ماشین با تراکتور سبک‌تر اونیورسال ۴۴۵ بکار گرفته شود و چون فاصله افقی محل اتصال ساق وسط تا بازوی پایینی به بدنه این تراکتور ۱۱۰ mm (در اونیورسال ۶۵۰، ۱۸۰ mm) می‌باشد، لذا در زبانه محل اتصال ساق وسط، دو سوراخ به همین تناسب درآورده شد. برای کاراندازی ماشین با تراکتورهای مسی‌فرگوسن ۲۸۵

و جان‌دیر ۳۱٤ باید سوراخ‌های مناسب دیگری تعبیه شوند.

عکس شماره ۱

طراحی اتصال دماغه به شاسی اتصال سه نقطه

این قسمت از دو قطعه پروفیل قوطی ^{mm}۹۰×۱٦۰ تشکیل شده است. این دو قطعه به هم، اتصال لولایی شده‌اند. قطعه اوّل، قسمتی است که به اتصال سه نقطه لولا شده و دوّمی که به اوّلی لولا می‌شود حامل دماغه می‌باشد. قطعه دوّم لولایی است تا در اثر عمل کلاچ ایمنی بتواند آزاد شده و به پشت تراکتور حرکت کند. قطعه اوّل نیز لولایی شده است تا برای حمل و نقل ماشین، بتوان دماغه را به پشت تراکتور منتقل نمود. برای تحمل وزن این دو قطعه و دماغه، دوپایه مسطح به زیر قوطی ^{mm}٤۰×۸۰ اتصال سه نقطه بطور افقی جوش داده شد طوری که قطعه اوّل روی آنها بنشیند. یک انتهای هر یک از دو قطعه، به شعاع ^{mm}۱٦۰ نیم برش دایره‌ای داده شد تا حرکت لولایی ۹۰ درجه‌ای آنها امکان‌پذیر شود. برای محاسبهٔ ابعاد این دو قطعه از روابط موجود در طراحی اجزاء استفاده شد که نهایتاً ابعاد پروفیل برابر ^{mm}۹۰×۱٦۰ با ضخامت ^{mm}٤ به دست آمد.

عکس شماره ۲

طراحی قطر لولا

دو قطعه ۱ و ۲ شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه، به هم لولا می‌شوند تا قطعه دوّم در اثر برخورد احتمالی دماغه به مانع آزاد گشته و دماغه از صدمه دیدن مصون بماند. ابعاد این لولا نیز با استفاده از روابط مقاومت مصالحی و طراحی اجزاء محاسبه شده و 45^{mm} تعیین شد.

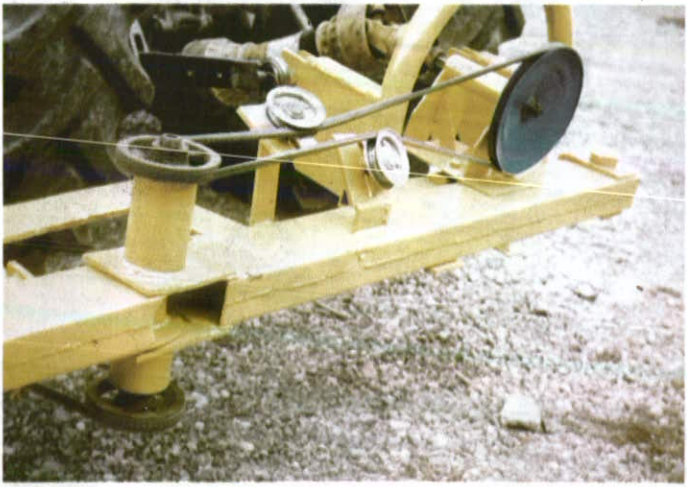
سیستم رانش

حرکت دورانی محور تواندهی در سطح قائم می‌بایست به حرکت دورانی پولی (چرخ‌تسمه) دماغه در سطح افقی تبدیل شد، لذا بایستی از پولی‌های هرزگرد استفاده گردد. از سوی دیگر چون قطعه دوّم شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه می‌باید به هنگام ضربه آزاد شود، لذا از دو پولی رابط نیز استفاده شد که یکی در بالا و دیگری در پایین و روی پایین لولای بین دو قطعه ۱ و ۲ نصب شدند.

انتخاب قطر پولی‌های واسط

قطر این پولی‌ها تأثیری در انتقال سرعت دورانی از پولی روی محور

تواندهی به پولی دماغه ندارد و فقط کافی بود که مناسب تسمه V از گروه B باشد. بنابراین از پولی‌هایی به قطر ۱۶۰^{mm} موجود در بازار استفاده شد. پولی‌های هرز گرد از همان نوعی انتخاب شدند که در ماشین خودگردان به کار رفته بود.



عکس شماره ۳

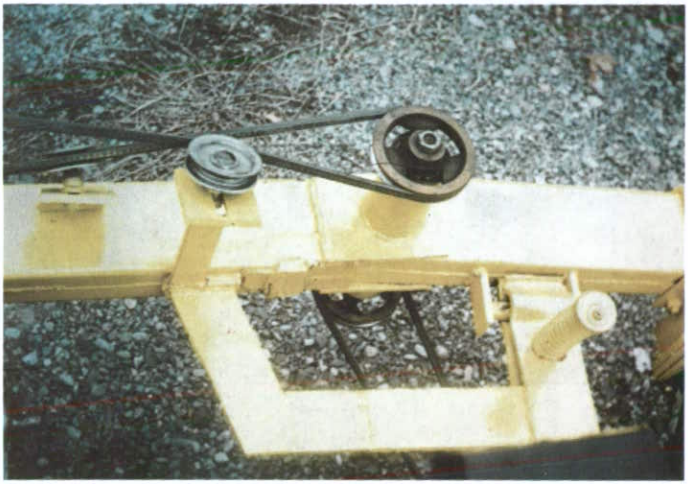
محاسبه قطر محور اتصال به محور تواندهی

قطر محوری که در داخل این پولی قرار می‌گیرد نیز از طریق محاسبات مقاومت مصالحی و طراحی اجزا انجام شد و با درنظر گرفتن اینکه یک جا خار برای پولی بزرگ، روی این محور درآورده می‌شود پس کمترین قطر محور باید $۱۹/۳^{mm}$ باشد.

کلاچ ایمنی

یکی از تجهیزاتی که برای اینگونه ماشین‌ها ضروریست ولی در بافه‌بند خودگردان وجود ندارد، کلاچ ایمنی است. این کلاچ قادر است که دماغه را در برخورد به مانع، آزاد نموده تا از صدمات احتمالی جلوگیری شود. با آزاد شدن کلاچ، دماغه آزاد شده و حول لولای بین قطعه دوّم و اوّل شاسی اتصال دماغه، به عقب می‌رود. برای برگشتن مجدد دماغه به

حالت کاری کافیست که پس از رفع مانع، تراکتور کمی به عقب رانده شود تا کلاچ مجدداً درگیر شود. کلاچ از دو فک ثابت و متحرک تشکیل شده است. فک متحرک زیر فشار یک فنر نگهداشته شده است. فشار این فنر توسط پیچ و مهره‌ای که آن را نگهداشته است قابل تنظیم می‌باشد. قطر میله‌ای که فک‌های آن را در برمی‌گیرند، ۲۵mm است لذا کافیست که فک متحرک به اندازه کمی بیش از ۱۲/۵mm و مثلاً ۱۳mm باز شود.



عکس شماره ۴

توصیه و پیشنهادها

آزمون مزرعه‌ای ماشین بافه‌بند تراکتوری در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر - کرج انجام گرفت و موفقیت‌آمیز بود. تنها مشکلی که می‌توان نام برد، این است که قسمتی از بافه‌ها در درو ردیف دوّم زیر چرخ عقب تراکتور می‌رود. برای رفع این نقیصه یکی از دو راه حل زیر باید انجام گیرد:

۱- تغییر محل اتصال دماغه به شاسی، طوری که از چرخ‌های عقب فاصله بیشتری بگیرد. در این صورت طول تسمه‌ای که از پولی واسط به پولی روی دماغه می‌رود بلندتر می‌شود.

۲- نصب یک صفحه منحرف کننده روی بازویی از دماغه که به چرخ

تراکتور نزدیک‌تر است. روش دوّم ساده‌تر می‌باشد و شاید الزامی، چرا که اگر روش اوّل انتخاب شود، در مواردی که فاصله چرخ‌های عقب تراکتور زیادتر باشد، بازهم همین مشکل به وجود می‌آید.

ساختار کلاچ ایمنی را می‌توان ظریف‌تر و نسبتاً کوچک‌تر کرد. بدین ترتیب مصالح کمتری نیز مصرف خواهد شد. جک ماشین باید کمی بلندتر ساخته شده و بایستی چرخی در انتهای قطعه دوّم شاسی اتصال دماغه به اتصال سه نقطه برای حمل و نقل ماشین تعبیه نمود. شاسی ماشین همچنین باید به یک سیستم قفل مجهز شود که بتوان در حالت حمل و نقل، آن را تثبیت نمود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیهٔ دوستان و همکاران که در جهت ساخت و آزمون ماشین بافه‌بند تراکتوری نهایت مساعدت لازم را به عمل آورده‌اند و همچنین از مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی که امکانات لازم را برای انجام این طرح تحقیقاتی مبذول داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

۱- مستوفی‌سرکاری، محمدرضا. ۱۳۷۳. طراحی و ساخت بافه‌بندی تراکتوری. گزارش نهائی طرح پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۲- معاونت فنی و تکنولوژی وزارت کشاورزی. ۱۳۷۱. شناخت وضعیت موجود مکانیزاسیون کشاورزی ایران.

۳- دفترچه راهنمای بافه‌بند خودگردان. شرکت ایتالیایی BCS.

۴- تراکتورسازی تبریز. کتابچه راهنمای تراکتور اونیورسال ۶۵۰.

۵- شرکت جان‌دیر آلمان. کتابچه راهنمای برای راننده. تراکتورهای ۲۱۴۰ و ۳۰۴۰.

۶- بهروزی‌لارم، وک. ابهری. ۱۳۶۸. سیستم‌های انتقال در تراکتور و ماشین‌های سنگین. جزوه درسی مکانیک تراکتور. دانشگاه تهران.

۷- توکلی ت.وم.مهرکار. ۱۳۶۸. مقاومت مصالح. ترجمه. انتشارات دانشگاه تهران.

شماره ۱۶۰.

۸- بهروزی لار، منصور. ۱۳۶۸. شناخت و طراحی ماشین‌های برداشت، جزوه درسی.

۹- بهروزی لار، منصور. ۱۳۶۹. مدیریت تراکتور و ماشین‌های کشاورزی. ترجمه. انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۸۵۶.

۱۰- دیبائی‌نیا، بیژن. ۱۳۷۱. طراحی اجزاء در مهندسی مکانیک. ترجمه. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

۱۱- سرشماری عمومی کشاورزی ۱۳۶۷. مرکز آمار ایران شماره ۱.

۱۲- موتابی، هدایت. طراحی اجزاء ماشین. ترجمه. انتشارات ذوقی، تبریز، جلد اوّل و دوّم.

۱۳- نتایج کلی طرح آمارگیری نمونه‌ای زراعت. ۱۳۷۱. مرکز آمار ایران.