



تهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب رامین شیرزاد دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۰۳۳۴۱۳۱۱۷ که در تاریخ ۹۲/۱۱/۰۶ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان بررسی کیفیت کوبش در کمباین متداول با در نظر گرفتن فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده و دور فن دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

(۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.

(۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

(۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.

(۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده‌ام.

(۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

(۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.

(۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو

رامین شیرزاد

تاریخ

۹۲/۱۱/۰۶



دانشکده‌ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی
گروه آموزشی مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی کشاورزی گرایش مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان

**بررسی کیفیت کوبش در کمباین متداول با در نظر گرفتن فاصله‌ی کوبنده و
ضدکوبنده و دور فن**

استاد راهنما

دکتر ترحم مصری گندشمین

اساتید مشاور

دکتر عزت‌اله عسکری اصلی ارده

مهندس ضرغام فاضل نیاری

پژوهشگر

رامین شیرزاد

زمستان ۱۳۹۲

نام خانوادگی دانشجو: شیرزاد	نام: رامین
عنوان پایان نامه: بررسی کیفیت کوبش در کمباین متداول با در نظر گرفتن فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده و دور فن	
<p style="text-align: center;">استاد راهنما: دکتر ترحم مصری گندشمین</p> <p style="text-align: center;">اساتید مشاور: دکتر عزت‌اله عسکری اصلی ارده و مهندس زرغام فاضل نیاری</p>	
<p>مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی کشاورزی گرایش: مکانیک ماشین‌های کشاورزی</p> <p>دانشگاه: محقق اردبیلی دانشکده: فناوری کشاورزی و منابع طبیعی تاریخ دفاع: ۹۲/۱۱/۰۶ تعداد صفحات: ۹۰</p>	
<p style="text-align: right;">چکیده:</p> <p>گندم به عنوان مهمترین محصول زراعی و ماده‌ی غذایی کشور جزء محصولات اصلی مورد استفاده‌ی مردم ایران و محور استقلال هر کشوری محسوب می‌شود. تکیه بر افزایش عملکرد به عنوان کلیدی‌ترین راه‌حل افزایش تولید گندم، توسعه‌ی تحقیقات در زمینه‌های کاهش ضایعات و ساماندهی بذر را به عنوان راهکاری مناسب طلب می‌نماید. یکی از راهکارهای کاهش تلفات این محصول، اهتمام به پژوهش در مورد میزان تلفات گندم در هنگام برداشت توسط ماشین‌های برداشت غلات (کمباین) می‌باشد. برخی از عواملی که در کارکرد نامناسب کمباین یا هر ماشین دیگری مؤثرند که می‌توان با استفاده از یک تحلیل سینماتیکی به آن‌ها رسید در سه گروه پارامترهای طراحی، شرایط کاری و خواص محصول دسته‌بندی می‌شوند که سطح نامناسب هر کدام از اجزای پارامترها در هر بخشی از کمباین منجر به افت می‌شود. با انتخاب تنظیمات مناسب می‌توان کارکرد کمباین را بهینه و کیفیت محصول برداشت شده را ارتقاء بخشید. عامل بسیار مهمی که در کوبیدن محصول مؤثر است فاصله‌ی بین کوبنده و ضدکوبنده است. همچنین بایستی فن با سرعت مشخصی کار بکند. تنظیمات کمباین به گونه‌ای انجام می‌گیرد که کمباین در بالاترین ظرفیت خود کار کند و در عین حال محصول با کیفیت بهتر و افت کمتر برداشت شود. در راستای تحقق این امر یک آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار روی کمباین جان‌دیر ۱۰۵۵۱ انجام گرفت. متغیرهای مستقل مدنظر عبارتند از: فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده و دور فن. شکستگی دانه در مخزن کمباین، افت عقب کمباین و میزان کزل برگشتی به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. همچنین ارتباط بین میزان کزل برگشتی و میزان شکستگی دانه در مخزن کمباین مدل‌سازی گردید. نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس نشان داد که اثر هر دو عامل روی پارامترهای وابسته معنی‌دار می‌باشد.</p>	
کلید واژه‌ها: افت انتهایی، دور فن، شکستگی دانه، فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده، کزل برگشتی، کمباین غلات، گندم	

تقدیم بہ:

پروردگار مہربانم

کہ سادہ و زیبامراخلق و سادہ و زیبامراہدایت کردتا اوراہ قدر فہم خود شناختہ و دوستار ش باشم

و پدر سگنیام

کہ عالمانہ بہ من آموخت تا چگونہ در عرصہ زندگی، ایستادگی را تجربہ نمایم

و روح پاک مادہ دل سوز و مہربانم

کہ سجدہ ایشان گل محبت را در وجودم پروراند و دلمان گہربارش سخطہ نامی مہربانی را بہ من آموخت

و خواہران عزیز تر از جانم

کہ حافظہ سرشار و کرمای امید بخش وجودشان در این سردترین روزگار پشتیبان من بود

و داماد عزیزمان

کہ همچون برادری بزرگ ہموارہ را ہنما و پشتیبان من در تمامی سخطات تلخ و شیرین زندگیم بود

بہ پاس تمامی زحمات و محبت نامی بی بدیل آنها

تقدیر و تشکر

اکنون که با لطف و عنایت‌های پروردگار متعال انجام این تحقیق به پایان رسیده است، بر خود وظیفه می‌دانم تا از همه عزیزانی که به نحوی مرا در اجرای این امر یاری کردند، تشکر و قدردانی نمایم.

سپاس اولین و برترین از پدر و مادر و سایر اعضای خانواده‌ی عزیزم است که همواره با صبر و شکیبایی مرا از حمایت‌های بی‌دریغ خود محروم نگذاشتند و موجبات نشاط و دلگرمی مرا فراهم کردند. سلامت، سعادت و بهروزی ایشان و آمرزش روح مادرم را از خداوند متّان خواستارم.

از محضر استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر ترحم مصری گندشمین کمال سپاسگزاری را دارم که همواره با صبر و حوصله‌ی فراوان، راهنمایی این رساله را انجام داده و با نظرهای ارزشمند و راهگشای خویش، و با درایت تمام مرا یاری نمودند.

از زحمات و راهنمایی‌های اساتید مشاور فرزانه، جناب آقای دکتر عزّت‌اله عسکری اصلی ارده و همچنین جناب آقای مهندس ضرغام فاضل نیاری که صادقانه و با رویی گشاده مرا در طول اجرای پایان‌نامه راهنمایی و مساعدت کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر منصور راسخ، که زحمت داوری پایان‌نامه را تقبل نموده‌اند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

از اساتید گرانقدرم جناب آقایان دکتر قاسم‌زاده، عبدالله‌پور، شاهقلی، افکاری، گل‌محمدی، نجفی، عباسپور، محمودی، عجب‌شیرچی، عباسزاده، نوید، سیدلو، غفاری، عبدی، بهفر و ترابفام که همواره با صبر و شکیبایی در کنار بنده بوده و راهنمای اینجانب بودند، کمال سپاس‌گذاری را به عمل می‌آورم.

از دوست گرامی و عزیزم جناب آقای مهندس رضوان کمال تشکر را دارم که در طول اجرای تحقیق همواره با نکات ارزشمند خود مرا راهنمایی و حمایت کردند.

از تمامی دوستان عزیزم به ویژه، آقایان مهندس توحید خرم، امیر مسگری، حسین آرم‌دل، نیما حقیقت‌نژاد، رحمان دلسوزی، فرید بجایی، سینا خلیل‌وندی، ساناز جارالمسجد، علیرضا هاشمی، نادر عرفانی، حامد بقال اصغری و سینا احمدخانی که در تمامی مراحل اجرای رساله برادرانه همراه و یاری‌گر بنده بودند صمیمانه تشکر می‌کنم و از خداوند رزاق برای ایشان آرزوی توفیق و سعادت روزافزون در تمامی مراحل زندگی‌شان را خواستارم.

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- ضرورت و اهداف تحقیق	۴
۱-۲-۱- فرضیات	۶
۳-۱- کلیات و تعاریف	۶
۱-۳-۱- برداشت گندم	۶
۲-۳-۱- ساختمان و طرز کار کمباین	۷
۱-۲-۳-۱- واحد کوبنده‌ی کمباین	۹
۱-۱-۲-۳-۱- اجزای مختلف کوبنده	۱۰
۲-۲-۳-۱- واحد تمیزکننده‌ی کمباین	۱۷
۳-۳-۱- تلفات گندم	۲۰
۴-۳-۱- افت کمباین	۲۱
۱-۴-۳-۱- عوامل مؤثر در ایجاد افت کمباین	۲۲
۱-۱-۴-۳-۱- تلفات قبل از برداشت	۲۲
۲-۱-۴-۳-۱- تلفات سکوی برش کمباین	۲۳
۳-۱-۴-۳-۱- تلفات کوبنده به صورت خوشه‌های نیم کوب	۲۳
۴-۱-۴-۳-۱- تلفات واحد جداکننده	۲۳
۵-۱-۴-۳-۱- تلفات واحد تمیزکننده	۲۳
۱-۵-۱-۴-۳-۱- عملکرد واحد تمیزکننده	۲۴
۶-۱-۴-۳-۱- تلفات بدنه	۲۵
۲-۴-۳-۱- تلفات واحد کوبنده	۲۵
۱-۲-۴-۳-۱- تنظیمات واحد کوبنده	۲۵
۲-۲-۴-۳-۱- عملکرد واحد کوبنده	۲۷

- ۲۸-۳-۵- پیشینه‌ی تحقیق.....
- ۲۸-۳-۵-۱- عوامل کاری و شرایط محصول.....
- ۲۸-۳-۵-۱-۱- تحقیقات فاقد مدل ریاضی.....
- ۳۵-۳-۵-۱-۲- تحقیقات دارای مدل ریاضی.....

فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۴۳-۲-۱- مقدمه.....
- ۴۳-۲-۲- موقعیت جغرافیایی و وضعیت اقلیمی محل اجرای آزمون.....
- ۴۴-۲-۳- مشخصات کمباین مورد استفاده در این پژوهش.....
- ۴۵-۲-۴- رقم گندم مورد بررسی در پژوهش.....
- ۴۵-۲-۵- پارامترهای اندازه‌گیری.....
- ۴۶-۲-۵-۱- طرح آزمون.....
- ۴۶-۲-۵-۲- افت کیفی.....
- ۴۶-۲-۵-۳- افت کمی.....
- ۴۷-۲-۵-۴- آزمون‌های مزرعه‌ای.....
- ۴۷-۲-۵-۴-۱- نحوه‌ی اجرای آزمایش‌ها.....
- ۴۷-۲-۵-۴-۱-۱- اندازه‌گیری عملکرد دانه.....
- ۴۸-۲-۵-۴-۱-۲- اندازه‌گیری ارتفاع محصول و ارتفاع برش محصول.....
- ۴۸-۲-۵-۴-۱-۳- اندازه‌گیری وزن هزاردانه.....
- ۴۸-۲-۵-۴-۱-۴- اندازه‌گیری رطوبت دانه.....
- ۴۸-۲-۵-۴-۱-۵- سرعت پیش‌روی.....
- ۴۸-۲-۵-۴-۱-۶- تراکم بوته در واحد سطح.....
- ۴۹-۲-۵-۴-۱-۷- نرخ تغذیه.....
- ۴۹-۲-۵-۴-۱-۸- افت انتهایی کمباین.....
- ۵۲-۲-۵-۴-۱-۹- کیفیت برداشت.....
- ۵۲-۲-۵-۴-۱-۱۰- اندازه‌گیری دبی کزل برگشتی.....
- ۵۳-۲-۵-۴-۱-۱۱- اندازه‌گیری فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده در بخش ورودی.....
- ۵۳-۲-۵-۴-۱-۱۲- اندازه‌گیری دور فن کمباین.....

فصل سوم: نتایج و بحث

۵۶.....	۱-۳- مقدمه
۵۶.....	۲-۳- شکستگی دانه در مخزن
۶۰.....	۱-۲-۳- مدل میزان شکستگی دانه در مخزن با در نظر گرفتن متغیرهای مستقل مورد آزمایش
۶۱.....	۳-۳- بررسی افت انتهایی کمباین
۶۴.....	۱-۳-۳- مدل درصد افت انتهایی کمباین با متغیرهای مستقل مورد آزمایش
۶۵.....	۴-۳- کزل برگشتی
۶۹.....	۱-۴-۳- مدل میزان کزل برگشتی با متغیرهای مستقل مورد آزمایش
۷۰.....	۵-۳- بررسی ارتباط بین شکستگی دانه در مخزن و میزان کزل برگشتی
۷۱.....	۱-۵-۳- مدل رگرسیون غیرخطی تخمین میزان شکستگی دانه در مخزن با استفاده از متغیر مستقل میزان کزل برگشتی

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۷۴.....	۱-۴- نتیجه گیری
۷۶.....	۱-۴- پیشنهادات
۷۸.....	فهرست منابع مورد استفاده
۸۴.....	پیوستها

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱ - ۲: سطوح مختلف فاکتورهای مورد استفاده در آزمایش.....	۴۶
جدول ۱ - ۳: نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده و دور فن بر میزان شکستگی دانه در مخزن کمباین.....	۵۷
جدول ۲ - ۳: نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر اصلی عوامل بر میزان شکستگی دانه در مخزن.....	۵۷
جدول ۳ - ۳: تجزیه‌ی واریانس رگرسیونی مدل ریاضی شکستگی دانه در مخزن.....	۶۱
جدول ۳ - ۴: نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر دو عامل مورد بررسی بر میزان افت انتهایی کمباین.....	۶۱
جدول ۳ - ۵: مقایسه‌ی میانگین میزان افت انتهایی کمباین در سطوح مختلف هریک از عامل‌ها.....	۶۲
جدول ۳ - ۶: نتایج تجزیه‌ی واریانس رگرسیونی مدل ریاضی درصد افت انتهایی کمباین.....	۶۵
جدول ۳ - ۷: تجزیه‌ی واریانس اثر فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده و دور فن بر میزان کزل برگشتی در کمباین.....	۶۶
جدول ۳ - ۸: میانگین میزان کزل برگشتی در سطوح مختلف هریک از عامل‌ها.....	۶۶
جدول ۳ - ۹: نتایج تجزیه‌ی واریانس رگرسیونی مدل ریاضی میزان کزل برگشتی.....	۷۰
جدول ۳ - ۱۰: نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر میزان کزل برگشتی بر شکستگی دانه در مخزن.....	۷۰
جدول ۳ - ۱۱: مقایسه‌ی میانگین میزان شکستگی در سطوح مختلف میزان کزل برگشتی.....	۷۱

فهرست شکل ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱ - ۱: اندام‌های داخلی کمباین.....	۷
شکل ۱ - ۲: جریان محصول در داخل کمباین.....	۹
شکل ۱ - ۳: کوبنده و ضد کوبنده.....	۱۰
شکل ۱ - ۴: کوبنده و ضد کوبنده‌ی سوهانی.....	۱۱
شکل ۱ - ۵: قابلیت تعویض شبکه‌های ضد کوبنده.....	۱۱
شکل ۱ - ۶: کوبنده و ضد کوبنده‌ی دندان میخی.....	۱۲
شکل ۱ - ۷: نحوه‌ی حرکت دندان‌های کوبنده از لابه‌لای دندان‌های ضد کوبنده.....	۱۲
شکل ۱ - ۸: کوبنده و ضد کوبنده‌ی ساینده.....	۱۳
شکل ۱ - ۹: کوبنده و ضد کوبنده‌ی تیغه‌ای کمباین مدل T۶۷۰i.....	۱۳
شکل ۱ - ۱۰: گردنده‌های دوتایی جریان محوری.....	۱۴
شکل ۱ - ۱۱: اجزای گردنده‌های دوتایی جریان محوری.....	۱۵
شکل ۱ - ۱۲: گردنده‌ی منفرد جریان محوری.....	۱۶
شکل ۱ - ۱۳: کوبنده‌ی APS.....	۱۶
شکل ۱ - ۱۴: کوبنده‌ی سریع.....	۱۷
شکل ۱ - ۱۵: الک‌های سه‌تایی.....	۱۷
شکل ۱ - ۱۶: الک‌های تنظیم‌شونده.....	۱۸
شکل ۱ - ۱۷: الک‌های غیرقابل تنظیم.....	۱۹
شکل ۱ - ۱۸: طرز کار واحد تمیزکننده‌ی کمباین.....	۲۰
شکل ۱ - ۱۹: رابطه‌ی تمیز کردن دانه‌ها با شدت تغذیه‌ی مواد غیردانه‌ای و نسبت دانه به کلش.....	۳۴
شکل ۱ - ۲۰: تأثیر سرعت فن و شدت تغذیه بر میزان تلفات کمباین.....	۳۵
شکل ۱ - ۲۱: اثر پارامترهای کاری و طراحی بر روی درصد افت و عملکرد کمباین.....	۳۶

- شکل ۲ - ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد آزمون..... ۴۳
- شکل ۲ - ۲: کمباین جان‌دیر مدل ۱۰۵۵I ساخت کشور ایران..... ۴۴
- شکل ۲ - ۳: ساقه‌های بریده شده برای بدست آوردن عملکرد مزرعه..... ۴۷
- شکل ۲ - ۴: قاب فلزی ۱×۱ متر..... ۴۹
- شکل ۲ - ۵: کادر چوبی ۸۰×۵۰ سانتی‌متر..... ۵۰
- شکل ۲ - ۶: نمونه‌های تفکیک‌شده‌ای از عقب..... ۵۱
- شکل ۲ - ۷: ترازوی دیجیتالی..... ۵۱
- شکل ۲ - ۸: شناسنامه‌ی تیمار..... ۵۱
- شکل ۲ - ۹: نمونه‌ای از مخزن..... ۵۲
- شکل ۲ - ۱۰: دریچه‌ی بالابر کزل برگشتی..... ۵۳
- شکل ۲ - ۱۱: نمونه‌ای از کزل جمع‌آوری شده..... ۵۳
- شکل ۳ - ۱: اثرات اصلی دو فاکتور F و C روی میزان شکستگی دانه در مخزن..... ۵۹
- شکل ۳ - ۲: اثرات متقابل دو فاکتور F و C..... ۵۹
- شکل ۳ - ۳: نمودار کران‌نمای دو فاکتور F و C در مقابل شکستگی دانه در مخزن. الف) سه بعدی ب) دو بعدی..... ۶۰
- شکل ۳ - ۴: نمودار تأثیر فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده در درصد افت انتهایی کمباین..... ۶۳
- شکل ۳ - ۵: نمودار تأثیر سرعت دورانی فن در میزان افت انتهایی کمباین..... ۶۳
- شکل ۳ - ۶: نمودار کران‌نمای مقایسه‌ی میانگین درصد افت محصول در ترکیب‌های تیماری مختلف..... ۶۴
- شکل ۳ - ۷: نمودار تأثیر فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده در میزان کزل برگشتی..... ۶۷
- شکل ۳ - ۸: نمودار تأثیر دور فن در میزان کزل برگشتی..... ۶۷
- شکل ۳ - ۹: مقایسه‌ی میانگین میزان کزل برگشتی در ترکیب‌های تیماری مختلف..... ۶۹
- شکل ۳ - ۱۰: نمودار مدل رگرسیون غیرخطی بین کزل برگشتی و شکستگی دانه در مخزن..... ۷۲
- شکل ۴ - ۱: نمودارهای کران‌نمای هر سه پارامتر وابسته‌ی مورد بررسی..... ۷۵

فصل اول

مقدمه و مروری بر

تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

گندم به عنوان مهمترین محصول زراعی و ماده‌ی غذایی کشور به طور متوسط ۶/۵ میلیون هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص داده و بالغ بر ۱۰/۵ میلیون تن تولید دارد. گندم جزء محصولات اصلی مورد استفاده‌ی مردم ایران و محور استقلال هر کشوری محسوب می‌شود. در زمان حاضر گندم با سرانه‌ی مصرف حدود ۱۹۰ کیلوگرم در سال، نقش محوری در امنیت غذایی جامعه‌ی ایران دارد. همچنین ۳۰٪ اراضی کشور زیر کشت گندم بوده و بالاترین یارانه‌ی کشور نیز به آرد و نان تعلق دارد. سطح زیر کشت ایران در سال ۱۳۸۸ حدود ۱۵ میلیون هکتار یعنی ۱۱/۷۵٪ از کل وسعت مملکت بوده که ۱۲/۴۳ میلیون هکتار آن به محصولات سالانه اختصاص داشته است. از این مساحت ۶/۶۵ میلیون هکتار زیر کشت غلات با ۳۵/۳۹٪ آبی و ۶۴/۶۱٪ دیم بوده است (بی‌نام، ۱۳۸۸).

تکیه بر افزایش عملکرد به عنوان کلیدی‌ترین راه‌حل افزایش تولید گندم، توسعه‌ی تحقیقات در زمینه‌های کاهش ضایعات و ساماندهی بذر را به عنوان راهکاری مناسب طلب می‌نماید. با توجه به حجم بالای واردات این محصول استراتژیک افزایش تولید و کاهش ضایعات گندم مورد تلاش و پی‌گیری قرار گرفته است. کاهش ضایعات گندم با توجه به مشکلات و محدودیت‌های موجود از نقطه‌نظر افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش سطح زیر کشت، تأمین نهاده‌های مورد نیاز، اهمیت زیادی داشته و تأثیر آن بر درآمد بخش عمده‌ی شاغلین بخش کشاورزی و نهایتاً میزان عرضه‌ی محصول قابل توجه می‌باشد.

یکی از راهکارهای کاهش تلفات این محصول، اهتمام به پژوهش در مورد کاهش تلفات گندم در هنگام برداشت توسط ماشین‌های برداشت غلات (کمباین) می‌باشد. تأکید بر موضوع با افزایش تولید گندم اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. مطابق شواهد موجود در هنگام برداشت گندم توسط کمباین تنظیم نبودن کمباین‌ها و یا فرسوده و مستهلک بودن آنها می‌تواند درصد قابل توجهی از دانه‌ها را شکسته یا همراه کاه بیرون دهد، این‌گونه تلفات در هنگام برداشت را گاه ۲۰٪ نیز گزارش نموده‌اند؛ در صورتی که میزان استاندارد تلفات گندم ۴٪ - ۵٪ می‌باشد (مقدم، ۱۳۸۵). در این میان کمباین غلات به سبب استراتژیک بودن غلات و اینکه حدود هشت میلیون هکتار، سطح زیر کشت را در ایران به خود اختصاص داده است اهمیت روزافزونی دارد. طرح کاهش ضایعات گندم از تولید تا مصرف به عنوان طرح‌های ملی شورای پژوهش‌های علمی کشور اجرا شده است (مینایی، ۱۳۷۹).

عوامل متفاوتی نظیر تنظیم نبودن کمباین به هنگام برداشت، نوع کمباین، وارپته‌ی محصول و غیره بر تلفات گندم در هنگام برداشت مؤثرند. عوامل مؤثر در کارکرد نامناسب کمباین یا هر ماشین دیگر را می‌توان در سه گروه پارامترهای طراحی، شرایط کاری و خواص محصول دسته‌بندی نمود که سطح نامناسب هر کدام از اجزای پارامترها در هر بخشی از کمباین منجر به افت دماغه، کوبنده، جداکننده و تمیزکننده می‌شود. با انتخاب تنظیمات مناسب می‌توان کارکرد کمباین را بهینه و کیفیت محصول برداشت شده را ارتقاء بخشید. تنظیمات کمباین اهمیت زیادی در افزایش بازدهی کمباین‌های غلات و متعاقب آن، کاهش افت محصول دارد. بیشتر تنظیم‌ها در کمباین‌های جدید به صورت الکتروهایدرولیکی می‌باشد، در حال حاضر این تنظیمات با کنترل و نظارت انسان انجام می‌گیرد و به علت تعدد تنظیمات وابستگی زیادی به مهارت کاربر دارد. با وجود این، ایجاد تنظیمات جدید مستلزم تشخیص اجزای کاری کمباین و نیز کمی کردن میزان افت در این اجزاء و ارائه‌ی مدل ریاضی مناسب می‌باشد. ارائه‌ی مدل ریاضی مناسب مزیت‌های زیر را در بر دارد:

- ایجاد درک جامع از روابط اساسی پدیده‌های فیزیکی
- کمی کردن پارامترهای فرآیندهای دینامیکی غیرقابل اندازه‌گیری

- کاهش مؤثر هزینه‌ها و زمان آزمایش
- پیش‌بینی دقت عملکرد واحد در طی گستره‌ی وسیعی از تغییرات پارامترها
- کلیدهای برنامه‌ریزی برای شبیه‌سازی فرآیند دینامیکی و بهینه‌سازی پارامترهای طراحی و عملیاتی واحد کاری
- محاسبه‌ی اجزاء برای توسعه‌ی سیستم کنترل خودکار کمباین برای بهبود عملکرد کلی در عملیات مزرعه‌ای
- ابزار تحقیقاتی برای بهبود بیشتر طراحی و توسعه‌ی واحدهای جدید

۱-۲- ضرورت و اهداف تحقیق

ایران در سال ۱۳۸۸ به عنوان هفتمین مصرف‌کننده‌ی گندم جهان با سرانه‌ی مصرف ۱۹۰ کیلوگرم در سال معرفی شده است (بی‌نام، ۱۳۸۸). سطح زیر کشت گندم آبی براساس آمار سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸، در استان اردبیل ۸۱۷۸۶ هکتار و گندم دیم ۲۸۸۷۵۱ هکتار بوده است. عملکرد گندم آبی به طور متوسط ۴۱۱۲/۱۵ کیلوگرم و از آن گندم دیم ۱۶۹۰/۲۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۸) (پیوست ب). با توجه به آمار ارائه شده سعی در کاهش تلفات گندم به منظور افزایش میزان محصول در هکتار هدف اصلی محققین می‌باشد. در این میان کمباین غلات در برداشت محصولات دانه‌ای جایگاه ویژه‌ای دارد. عملکرد مناسب کمباین تحت تأثیر تنظیم سه پارامتر اصلی قرار می‌گیرد: نرخ تغذیه‌ی بهینه، افت حداقل و صدمات حداقلی دانه. به طوری که می‌توان گفت در حداکثر نرخ تغذیه که افت و صدمات در حد قابل قبولی باشند، ظرفیت بهینه حاصل می‌شود (ASAE Standaard S343.3، ۱۹۹۸).

به منظور کاهش افت کمباین و در کنار آن بدست آوردن محصول با کیفیت بالا بیگ^۱ به موارد زیر اشاره دارد (صلح‌جو، ۱۳۸۱):

الف) تلفات در کدام بخش به وجود می‌آیند و منشاء پیدایش آنها چیست؟

1. Byg

ب) چه حدی از تلفات برای ما قابل قبول است؟

ج) برای کم کردن تلفات در نقاط مختلف ماشین چه تنظیماتی باید اتخاذ کرد؟

زمان برداشت با کمباین یکی از تصمیم‌های اصلی در روند برداشت محصول می‌باشد. اگر محصول خیلی زود یا خیلی دیر برداشت شود، ممکن است به علت صدمه دیدگی یا تلفات دانه‌ها، درآمد حاصله کاهش پیدا کند. به طور کلی، عمل برداشت باید بلافاصله پس از اینکه رطوبت محصول تا حد مطلوب کاهش یافت، آغاز شود. برداشت قبل از رسیدن محصول باعث اتلاف در عملکرد و کاهش کیفیت محصول می‌شود. دانه‌های نارس، عملکرد کمتری دارند و وزنشان کمتر است در این حالت، کوبیدن دانه‌ها با اشکال انجام می‌شود، دانه‌ها در موقع کوبیدن صدمه می‌بینند و ناقص کوبیده می‌شوند. در نتیجه‌ی ریزش دانه‌ها، خوابیدن و در هم پیچیدن ساقه‌ها، برداشت با تأخیر انجام شده و باعث اتلاف محصول می‌شود. مناسب‌ترین زمان برداشت محصول به نوع محصول و وضعیت هوا بستگی دارد. صحیح‌ترین مرحله‌ی برداشت، زمانی است که محصول دارای بیشترین عملکرد و بالاترین کیفیت باشد. برداشت مستقیم گندم معمولاً موقعی انجام می‌شود که میزان رطوبت دانه به زیر ۱۴٪ برسد (منصوری‌راد، ۱۳۸۴). اما میزان ریزش و تلفات شانه برش در این میزان رطوبت، بیشتر از گندمی است که رطوبت آن بالاتر است.

با توجه به موارد اشاره شده لازم است منشاء تلفات، علل آن، روش‌های اندازه‌گیری آن و تنظیمات مدنظر برای کمباین مورد بررسی قرار گیرد.

تنظیمات کمباین براساس تغییرات محصول، مزرعه و شرایط ماشین انجام می‌گیرد. به نحوی که کمباین در بالاترین ظرفیت خود کار کند و در عین حال محصول با کیفیت بهتر و افت کمتر برداشت شود. اهداف دنبال شده در تنظیمات کمباین بسته به هدف کاربر می‌تواند متفاوت باشد (مصری‌گندشمین، ۱۳۸۸)؛ به عنوان مثال:

- کاهش افت به کمترین مقدار
- افزایش نرخ عبوری مواد یا ظرفیت مزرعه‌ای به بالاترین حد

- بهبود بازده عملیات برداشت در نقطه‌ای بهینه بین این دو مرز

مهمترین اهداف این پژوهش عبارتند از:

- ۱- بررسی ارتباط بین شکستگی دانه در مخزن و میزان کزل برگشتی
- ۲- بررسی افت انتهایی کمباین با در نظر گرفتن فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده و دور فن
- ۳- بررسی اثر فاصله‌ی کوبنده و ضدکوبنده و دور فن روی میزان کزل برگشتی
- ۴- بررسی کیفیت کوبش محصول برداشت شده توسط کمباین غلات با در نظر گرفتن برخی از پارامترهای اجرایی واحد کوبنده و تمیزکننده

۱-۲-۱- فرضیات

یکی از عوامل بسیار مهمی که در کوبیدن محصول مؤثر است فاصله‌ی بین کوبنده و ضدکوبنده است. اگر این فاصله زیاد باشد، محصول کاملاً کوبیده نمی‌شود همچنین میزان کزل برگشتی نیز افزایش پیدا می‌کند. فاصله‌ی کم، از سویی دیگر، توان زیادی مصرف کرده و به دانه صدمه می‌زند. تلفات کوبنده به نسبت شدت تغذیه و نسبت مواد غیر دانه‌ای به دانه زیاد می‌شود. محتوای رطوبت نیز بر بازده کوبنده تأثیر می‌گذارد. دانه‌های با رطوبت زیاد را مشکل می‌توان کوبید و لذا تلفات کوبیدن زیاد می‌شود. همچنین، اگر محصول کاملاً نرسیده باشد و یا مواد سبز زیاد باشد (مثلاً علف هرز که معمولاً در زمان برداشت محصول هنوز تر و شاداب هستند) کوبیدن مشکل و تلفات زیاد می‌شود.

بایستی فن با سرعت مشخصی کار بکند چراکه سرعت بیش از حد آن موجب خروج برخی دانه‌ها از انتهای کمباین می‌شود. همچنین اگر سرعت فن از مقدار مشخص کمتر باشد کاه و کلش کمتری از انتهای کمباین خارج خواهد شد و به طبع آن مخزن کمباین نیز دارای کاه و کلش خواهد بود.

۱-۳-۱- کلیات و تعاریف

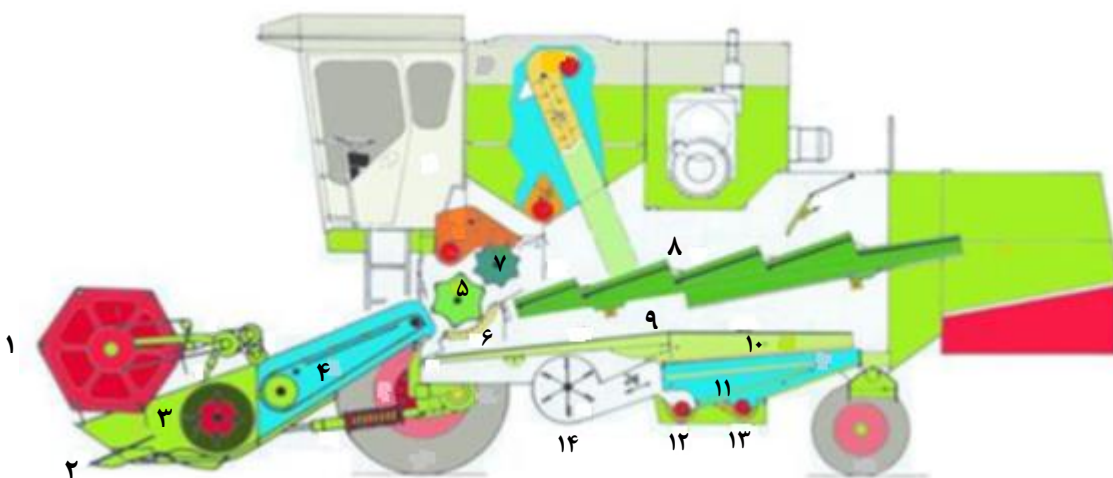
۱-۳-۱- برداشت گندم

از مساحت ۱۶۵ میلیون هکتار ایران ۱۸ میلیون هکتار آن در چرخه‌ی تولید محصولات کشاورزی قرار دارد تا نیاز حدوداً ۷۵٪ جمعیت را تأمین نماید (عبداله‌پور، ۱۳۷۷). گندم در این میان به عنوان مهمترین محصول، چه از نظر ماده‌ی غذایی و چه از نظر سیاست استقلال کشاورزی، جایگاه ویژه‌ای دارد. با توجه به اینکه کمباین غلات اصلی‌ترین دستگاه برداشت گندم می‌باشد و بازده عملیات برداشت به عنوان حساس‌ترین عملیات تولید محصول تحت تأثیر عملکرد کمباین قرار می‌گیرد، لذا شناخت دقیق این وسیله همراه با دانش فنی اندام‌های داخلی آن کمک ویژه‌ای در امر برداشت محصول و نیز تولید بهینه‌ی این ماشین خواهد داشت (زارعی، ۱۳۸۶).

۱-۳-۲- ساختمان و طرز کار کمباین

کلمه‌ی کمباین به معنی ترکیب می‌باشد و از ریشه Combination گرفته شده است و در ماشین‌های کشاورزی اصولاً به وسیله‌ای گفته می‌شود که چند کار را به صورت ترکیبی (در عرض هم و یا در طول هم) به انجام می‌رساند. کارهای انجام گرفته توسط کمباین به واسطه‌ی پنج عمل اصلی زیر انجام می‌گیرد (شکل ۱-۱) (عبداله‌پور، ۱۳۷۷) که عبارتند از:

- ۱- درو و تغذیه
- ۲- کوبیدن
- ۳- جدا کردن
- ۴- تمیز کردن
- ۵- بارگیری و تخلیه



شکل ۱-۱ اندام‌های داخلی کمباین

برای انجام موارد بالا، دستگاه‌های متفاوتی روی کمباین‌ها به کار می‌رود که صرف‌نظر از انواع آن‌ها، مراحل فوق روی کمباین معمولی در شکل (۱-۱) شرح داده می‌شود.

درو کردن محصول توسط شانه‌ی برش (۲) و چرخ‌فلک (۱) انجام می‌گیرد. به این صورت که چرخ‌فلک محصول را گرفته و شانه‌ی برش خوشه‌های نگه داشته شده را با حرکت رفت و برگشتی تیغه‌ها برش می‌دهد. در ادامه چرخ‌فلک محصول بریده شده را به سمت هلیس یا ماردم (۳) هدایت می‌کند. تغذیه‌ی محصول توسط قطعاتی انجام می‌شود که محصول را به صورت یکنواخت به واحد کوبنده تحویل می‌دهد. ماردم (۳) محصول بریده شده را در وسط خود جمع کرده و آنها را در اختیار نقاله‌ی بالابر (۴) قرار داده، و این نقاله مواد تحویل گرفته را در اختیار واحد کوبنده می‌گذارد تا عمل کوبش روی محصول را انجام دهد. عمل کوبش مواد به واسطه‌ی دوران کوبنده (۵) در مقابل ضدکوبنده (۶) صورت می‌گیرد. کلش‌کش پشت کوبنده (۷) برای جداسازی کلش‌ها از کوبنده بکار گرفته می‌شود. مواد عبوری از واحد کوبنده وارد واحد جداکننده می‌شوند تا در این قسمت دانه‌ها از بخش‌های مختلف محصول جدا گردند. عمل جدا شدن دانه‌ها از محصول در کمباین ابتدا در شبکه‌ی ضدکوبنده (۶) انجام می‌گیرد. سپس در بین انگشتی‌های زیر کلش‌کش و در غربال‌ها (۸) دانه‌های باقی مانده نیز جدا می‌گردند. اکثر دانه‌ها در واحد ضدکوبنده از محصول درو شده جدا می‌گردند، در ادامه‌ی حرکت، دانه‌ها وارد واحد غربال‌ها می‌شوند که به واسطه‌ی پراندن رو به جلو (به سمت عقب کمباین) غربال‌ها، دانه‌های باقی مانده در لابه‌لای محصول جدا می‌گردند. دانه‌های جدا شده یا روی الک‌ها ریخته و یا روی نقاله‌ی برگردان می‌ریزند تا به واسطه‌ی شیب رو به پایین نقاله روی سینی دانه (۹) و از آنجا روی الک‌ها ریخته شوند. بقایای محصول درو شده پس از جدا شدن دانه‌ها در واحد غربال‌ها از قسمت انتهایی غربال‌ها به بیرون از کمباین هدایت می‌شوند. دانه‌های جدا شده روی سینی دانه (۹) ریخته شده و از آنجا به واحد تمیزکننده کمباین انتقال می‌یابند. واحد تمیزکننده‌ی کمباین در دو قسمت دانه‌ها را از مواد غیردانه‌ای و کاه و کلش سبک تمیز می‌کند. ذرات درشت‌تر توسط الک‌ها جدا می‌گردند و ذرات سبک و کاه و کلش به واسطه‌ی جریان بادی که فن ایجاد می‌کند جدا می‌گردند. دانه‌های تمیز جدا شده از الک‌ها (۱۰ و ۱۱) به داخل هلیس بالابر دانه‌ی