

## بررسی تاثیر سرعت پیشروی، دور کوبنده و دور دمنده بر میزان تلفات کل کمباین کلاس توکانو ۳۲۰ در برداشت گندم

حسن خلیلی کلی کند<sup>۱\*</sup>، حسین نوید<sup>۱</sup>، حمیدرضا قاسم‌زاده<sup>۱</sup>، جواد ولی دوتپه‌سفلی<sup>۱</sup>، مختاراسدپور اصل<sup>۲</sup> و آرمان جلالی<sup>۱</sup>

۱- گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- شرکت کشت و صنعت مغان

\*مسئول مکاتبه hassankhalili2696@gmail.com

### چکیده

غلات یکی از محصولات راهبردی به‌شمار می‌رود و هر ساله مناطق وسیعی از اراضی کشاورزی به کشت این محصول اختصاص می‌یابد. کشت غلات عمده‌ترین زراعت در ایران محسوب می‌شود. گندم نیز به‌عنوان مهم‌ترین محصول کشاورزی، چه از نظر ماده غذایی و چه از نظر سیاست استقلال کشاورزی، جایگاه ویژه‌ای دارد. یکی از حساس‌ترین و مشکل‌ترین مراحل تولید غلات، مرحله برداشت آن است و تقریباً بیش‌تر افت محصول در این مرحله اتفاق می‌افتد. سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده و سرعت دورانی بادزن از جمله پارامترهای کاری مهم بر افت کمباین غلات می‌باشد. در این راستا، پژوهشی به‌منظور بررسی این پارامترها بر میزان تلفات کمباین کلاس مدل توکانو ۳۲۰ و انتخاب و ارائه بهترین سطوح تیماری در مزارع شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. متغیرهای مستقل مد نظر در این پژوهش عبارت بودند از: سرعت پیشروی (۳، ۴ و ۵ کیلومتر در ساعت)، سرعت دورانی کوبنده (۱۱۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۳۰۰ دور در دقیقه) و سرعت دورانی بادزن (۶۰۰، ۷۰۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه). افت کل کمباین نیز به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار سرعت پیشروی روی تلفات کمباین بود. به‌طوری که بیش‌ترین میزان افت با مقدار ۲/۸۱ درصد در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت و کم‌ترین میزان افت با مقدار ۱/۹۱ درصد در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر در ساعت است. هم‌چنین نتایج نشان داد که کم‌ترین میزان تلفات مربوط به سرعت پیشروی ۴ کیلومتر بر ساعت، دور کوبنده ۱۳۰۰ دور در دقیقه و دور دمنده ۸۰۰ دور در دقیقه است. مقایسه افت کلی نیز نشان داد که اثر سرعت دورانی بادزن در سرعت‌های پیشروی پایین کم است چرا که میزان تغذیه پایین است.

**واژه‌های کلیدی:** افت کل، سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده، سرعت دورانی دمنده، کمباین

### ۱- مقدمه

بالاترین ظرفیت خود کار کند و در عین حال محصول با کیفیت بهتر و افت کم‌تر برداشت شود.

کارکرد کمباین با سه عامل توان کوبش، افت محصول و میزان مصرف سوخت سنجیده می‌شود. افت محصول خود به افت کمی شامل افت طبیعی، افت دماغه کمباین، افت واحد کوبنده، واحد جداکننده و افت واحد تمیزکننده و افت کیفی تقسیم می‌شود (نوید و همکاران، ۱۳۸۵). در این پژوهش مجموع افت‌های دماغه، عقب کمباین (مجموع افت‌های کوبنده، جداکننده و تمیزکننده) و افت کیفی، افت کل کمباین در نظر گرفته شد.

گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول کشاورزی، چه از نظر ماده غذایی و چه از نظر سیاست استقلال کشاورزی، جایگاه ویژه‌ای دارد. یکی از موضوعاتی که در سال‌های اخیر در این زمینه مورد بحث و بررسی قرار گرفته، مسئله تلفات گندم از تولید تا مصرف و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن به‌ویژه در مرحله برداشت توسط ماشین‌های برداشت غلات (کمباین) بوده است. تنظیمات کمباین اهمیت زیادی در افزایش بازدهی کمباین‌های غلات و متعاقب آن، کاهش افت محصول دارد. این تنظیمات براساس شرایط مزرعه، محصول و ماشین انجام می‌گیرد تا کمباین در

قاسمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۷) بازده و ظرفیت مزرعه‌ای کمباین نیوهلند TC۵۰۷۰ را در مزارع کشت و صنعت شهید بهشتی بررسی نمودند. میزان افت برآورد شده برای شرایط کشت مسطح و جوی و پشته‌ای بترتیب برابر ۲۴/۲ و ۲۳/۷ کیلوگرم در هکتار بود هرچند باید این اعداد برای مقایسه بهتر باید به صورت درصد بیان می‌شد.

محد و همکاران (۱۹۹۷) تاثیر سطوح مختلف سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده، فاصله کوبنده و ضدکوبنده، میزان باز بودن الک‌ها و رطوبت را بر میزان تلفات کمباین در سودان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در صورتی که سرعت دورانی کوبنده ۹۰۰ دور در دقیقه و فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده در محدوده بین ۲۸ و ۳۲ میلی‌متر باشد؛ کم‌ترین تلفات کوبنده و آسیب به دانه را در پی خواهد داشت. هم‌چنین کم‌ترین تلفات مربوط به دماغه در سرعت پیشروی ۵/۵ کیلومتر در ساعت مشاهده شد.

منصوری و مینایی (۱۳۸۲) تاثیر پارامترهای کاری بر تلفات گندم در کمباین جان‌دیر را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها اثر سرعت پیشروی کمباین، سرعت دورانی کوبنده و سرعت دورانی بادن را بر میزان تلفات بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد افزایش فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده میزان شکستگی دانه‌ها را کاهش و افزایش دور کوبنده میزان شکستگی دانه‌ها را افزایش می‌دهد. هم‌چنین با افزایش سرعت پیشروی تلفات سکوی برش به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد.

کمباین برداشت غلات مهم‌ترین وسیله برداشت غلات است و مهم‌ترین عامل در کارکرد مناسب آن اعمال صحیح تنظیمات آن است که عموماً بر اساس آزمایشات مزرعه‌ای بدست می‌آید. این تنظیمات تأثیر قابل توجهی در افزایش بازدهی این ماشین‌ها و کاهش افت محصول دارد (شیرزاد و همکاران، ۱۳۹۲). درصد قابل توجهی از دانه در فاصله قسمت کوبنده جدا می‌شوند که عملکرد مناسب آن متأثر از دور کوبنده و فاصله بین کوبنده و ضدکوبنده است. افزایش دور کوبنده درصد دانه‌های صدمه دیده در مخزن را افزایش می‌دهد و کاهش آن مقدار جدایش را با مشکل مواجه می‌نماید. عملکرد واحد تمیزکننده نیز در کیفیت دانه‌های مخزن موثر می‌باشد. بنابراین در تحقیقات انجام شده عواملی مانند سرعت پیشروی کمباین، رطوبت دانه و سرعت دورانی کوبنده بررسی و سعی شده است اکثر عوامل موثر بر تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین در نظر گرفته شود. نظر به اهمیت موضوع افت در کمباین‌ها، محققینی نظیر میو و همکاران (۲۰۰۸)، آلفروف و براگینک (۱۹۷۲) و نوید و همکاران (۱۳۸۵) هم اقدام به مدل‌سازی افت‌های مختلف کمباین در شرایط مختلف نموده‌اند که البته با همه تلاش‌های صورت گرفته این مدل‌ها مکان ویژه هستند و برای استفاده در سایر مزارع یا مناطق باید با استفاده از داده‌های میدانی هر منطقه اعتبارسنجی شوند.

تحقیقات زیادی روی بررسی میزان تلفات کمباین غلات انجام شده است. پاتل و وارشنی (۲۰۰۷) اثر سه سطح رطوبت محصول (۹/۱۶، ۱۰/۳۵ و ۱۱/۴ درصد) و سه سطح سرعت پیشروی (۱، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت) را بر تلفات کمباین آزمایشی گندم بررسی کردند. نتایج نشان داد که کم‌ترین تلفات در سرعت ۱/۵ کیلومتر در ساعت و رطوبت ۹/۱۶ درصد و بیش‌ترین تلفات در سرعت یک کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۱۱/۴ درصد اتفاق افتاد. هم‌چنین با افزایش سرعت پیشروی و کاهش رطوبت، شکستگی دانه افزایش یافت به طوری که در سرعت یک کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۱۱/۴ درصد میزان شکستگی دانه ۰/۰۹ درصد و در سرعت ۲ کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۹/۱۶ درصد میزان شکستگی دانه ۰/۳۵ درصد شد.

لشگری و همکاران (۲۰۰۸) اثر سه عامل سرعت پیشروی در سه سطح ۱/۲، ۱/۸ و ۲/۵ کیلومتر در ساعت، دور کوبنده در سه سطح ۹۰۰ و ۱۰۰۰ دور در دقیقه و فاصله کوبنده و ضدکوبنده در سه سطح ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌متر را بر میزان تلفات کیفی گندم بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که برای کمباین جان‌دیر ۹۵۵ در منطقه کرج، سرعت پیشروی ۱/۸ کیلومتر بر ساعت، سرعت دورانی کوبنده از ۸۰۰ تا ۹۰۰ دور بر دقیقه و فاصله کوبنده و ضد کوبنده ۲۵ میلی‌متر، کم‌ترین درصد شکستگی دانه را به دنبال خواهد داشت و بهترین وضعیت تنظیم برای برداشت گندم است.

آرویندر و همکاران (۲۰۰۱) طی تحقیقی تاثیر رطوبت دانه، سرعت دورانی کوبنده و نرخ تغذیه محصول را بر صدمات مکانیکی دانه گندم تعیین کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که با کاهش رطوبت دانه، افزایش سرعت دورانی کوبنده و کاهش نرخ تغذیه محصول میزان صدمات مکانیکی ظاهری و درونی افزایش می‌یابد. آن‌ها در تحقیق خود میزان صدمات مکانیکی ظاهری را ۰/۶ تا ۴/۱ درصد و صدمات مکانیکی درونی را ۱۷/۶ تا ۲۸ درصد گزارش کردند.

چگینی (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان تعیین شرایط بهینه عملیاتی کمباین برداشت مجهز به دماغه نواری نشان داد که تلفات این نوع دماغه بسیار کم‌تر از دماغه‌های برداشت متداول است. او تاثیر سرعت کوبنده، ارتفاع درپوش و ارتفاع خوشه‌چین کمباین جان‌دیر ۹۵۵ را بر میزان افت دماغه و افت کاه‌پران مورد بررسی قرار داد. نتایج تحقیق او نشان داد که در سرعت کوبنده ۷۶۰ دور بر دقیقه، ارتفاع خوشه‌چین ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع درپوش ۷۵ سانتی‌متر افت کمباین حداقل خواهد بود. میراثی و همکاران (۲۰۱۴) میزان تلفات کل کمباین جان‌دیر مدل‌های ۹۵۵ و ۱۱۶۵ را در استان چهارمحال و بختیاری اندازه‌گیری کردند. نتایج آنها نشان داد که میزان تلفات علاوه بر این که به وارپته گندم بستگی دارد میزان آن برای وارپته امید برابر ۶/۸۳ و ۳/۹۷ درصد به ترتیب برای کمباین‌های جان‌دیر ۹۵۵ و جان‌دیر ۱۱۶۵ بود.

در این تحقیق از طرح فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد و تاثیر سه تیمار سرعت پیشروی در سه سطح ۳، ۴ و ۵ کیلومتر در ساعت، سرعت دورانی کوبنده در سه سطح ۱۱۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۳۰۰ دور در دقیقه و سرعت دورانی دمنده در سه سطح ۶۰۰، ۷۰۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه بر میزان تلفات بررسی و از آزمون دانکن نیز جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید. سطوح تیمارها در جدول ۲ مشاهده می‌شود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و SAS صورت گرفت.

جدول ۲- سطوح تیماری در آزمایشات مزرعه‌ای

تیمار	سطوح تیماری
سرعت پیشروی (km/h)	۳، ۴ و ۵
سرعت دورانی کوبنده (rpm)	۱۱۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۳۰۰
سرعت دورانی دمنده (rpm)	۶۰۰، ۷۰۰ و ۸۰۰

ابعاد کرت‌های آزمایشی  $۳۰ \times ۵/۴$  متر در نظر گرفته شد. در ابتدای هر کرت بعد از اعمال تنظیمات مورد نظر کمباین شروع به برداشت ۲۵ متر اول می‌کرد تا حرکت مواد در داخل کمباین به حالت پایدار برسد. سپس براساس روش‌های استاندارد موجود نسبت به اندازه‌گیری افت عقب، افت سکوی برش و افت کیفی اقدام شد.

### ۲-۱- اندازه‌گیری عملکرد مزرعه

برای اندازه‌گیری عملکرد کلی مزرعه، یک عدد قاب  $۵۰ \times ۵۰$  سانتی‌متری به صورت تصادفی در سه نقطه از مزرعه و دور از حاشیه آن قرار داده شد. خوشه‌های گندم داخل قاب از ارتفاع مد نظر بریده شده و در کیسه پلاستیکی قرار گرفتند. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه کوبیده شده، جداسازی گردید. سپس توسط رابطه (۱) عملکرد مزرعه بدست آمد. در ضمن برای تعیین عملکرد واقعی یا ناخالص مزرعه باید تلفات صورت گرفته در مرحله برداشت را به عملکرد خالص مزرعه افزود.

$$N_Y = (Y \times 10000) / S \quad (1)$$

که در آن،

$N_Y$ ، عملکرد خالص محصول (kg/ha)

$S$ ، مساحت نمونه‌برداری شده (۰/۲۵ مترمربع)

$Y$ ، عملکرد محصول در مساحت برداشت شده مورد نظر (kg)

می‌باشد.

از طرف دیگر کمباین‌های مختلفی در کشور وظیفه برداشت محصولات مختلف و بویژه گندم را بر عهده دارند و چنان‌که بررسی منابع نیز نشان می‌دهد تحقیقات مختلفی روی انواع آنها به منظور تعیین بهترین تنظیمات و اخذ بالاترین ظرفیت مزرعه‌ای همراه با کمترین تلفات دانه انجام شده است. تاکنون تحقیقی روی کمباین کلاس توکانو که در چندسال اخیر توسط کشت و صنعت مغان مورد استفاده قرار می‌گیرد صورت نگرفته است. لذا در این تحقیق تلفات قسمت‌های مختلف این کمباین در شرایط کاری واقعی به طور جداگانه اندازه‌گیری شد و نتایج به منظور کمینه کردن میزان کل تلفات کمباین کلاس توکانو ۳۲۰ ارائه گردید.

### ۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق از یک دستگاه کمباین کلاس مدل توکانو ۳۲۰ استفاده شد (شکل ۱). آزمایش‌ها در مجتمع زراعت شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان و در روزهای ۶، ۷ و ۸ تیر ماه سال ۹۶ انجام شد. برخی مشخصات فنی این کمباین در جدول ۱ ارائه شده است. کمباین مورد بررسی در این پژوهش دارای قابلیت کلیه تنظیمات مربوط به سامانه‌های برش، کوبش و بوجاری به راحتی از کابین راننده بود.

جدول ۱- مشخصات کمباین کلاس مدل توکانو ۳۲۰

حداکثر توان موتور (hp)	۲۴۵
وزن بدون هد و پخش کننده کاه (kg)	۱۱۰۵۰
عرض شانه برش (m)	۵/۴
ظرفیت مخزن دانه (lit)	۶۵۰۰
محدوده سرعت دورانی استوانه کوبنده (rpm)	۱۵۰۰-۶۵۰۰

ابزارهای مورد استفاده جهت اجرای این تحقیق عبارت بودند از: قاب (پوشیده) با ابعاد  $۱۰۰ \times ۵۰$  سانتی‌متر، قاب  $۵۰ \times ۵۰$  سانتی‌متر، ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم، گونی، پاکت نمونه‌برداری و الک.



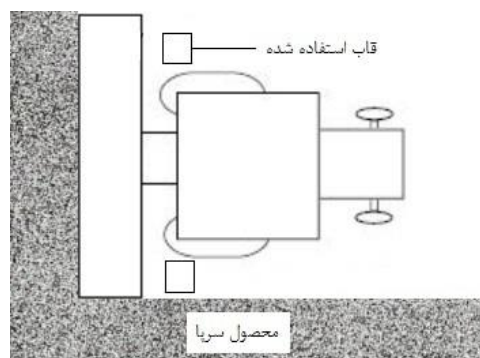
شکل ۱- کمباین کلاس توکانو در حال برداشت

## ۲-۲- اندازه‌گیری افت طبیعی

برای اندازه‌گیری افت طبیعی یک قاب  $50 \times 50$  سانتی‌متری در چهار نقطه تصادفی از مزرعه و باز به دور از حاشیه مزرعه قبل از برداشت به آرامی بر سطح مزرعه گذاشته و خوشه‌های پایین‌تر از ارتفاع سکوی برش و همچنین دانه‌های ریخته شده بر روی زمین جمع‌آوری گردید و با استفاده از یک ترازوی دقیق توزین شدند. این مقادیر نیز براساس محاسبات به‌صورت کیلوگرم در هکتار تبدیل شد تا در مقایسه با عملکرد مزرعه بعداً به‌صورت درصد بیان شود.

## ۲-۳- اندازه‌گیری تلفات سکوی برش

برای اندازه‌گیری تلفات سکوی برش، در انتهای هر کرت دو عدد قاب  $50 \times 50$  سانتی‌متری را در دو طرف سکوی برش در قسمتی که کاه و کلش عقب کمباین در آنجا نریخته، قرار داده و تمام دانه‌های آزاد، خوشه‌های ریخته شده بر روی زمین و همچنین خوشه‌هایی که از دسترس شانه برش خارج شده بودند، جمع‌آوری و بعد از جداسازی از مواد غیردانه‌ای توزین شدند. با کم کردن افت طبیعی تلفات سکوی برش بدست آمد.



شکل ۲- موقعیت قرار گرفتن قاب‌های استفاده شده برای

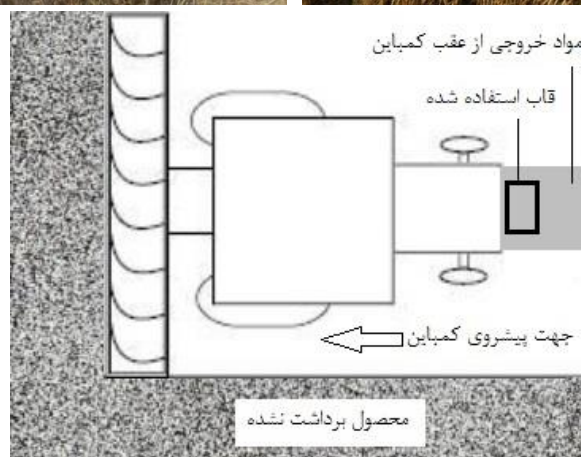
اندازه‌گیری تلفات سکوی برش کمباین

## ۲-۵- اندازه‌گیری افت کیفی

برای اندازه‌گیری افت کیفی هم‌زمان با اندازه‌گیری افت عقب کمباین، اقدام به نمونه‌برداری از مواد ورودی به داخل مخزن دانه گردید. این نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و جداسازی دانه از مواد غیردانه‌ای از قبیل کاه و کزل و دانه‌های شکسته و دانه‌های کوبیده نشده، توزین و از رابطه (۲) تلفات کیفی محاسبه گردید.

$$\text{Quality loss} = \frac{w_b}{w_s} \times 100 \quad (2)$$

که در آن،  $w_b$ ، جرم کاه و کزل و دانه‌های شکسته ( $gr$ ) و  $w_s$ ، جرم نمونه ( $gr$ ) می‌باشد.



شکل ۳- قاب استفاده شده و نحوه اندازه‌گیری افت عقب

## ۲-۶- افت کل

افت کل برابر است با مجموع افت‌های کمی و کیفی که در این تحقیق از جمع افت‌های اندازه‌گیری شده در بخش‌های قبل بدست آمد.

## ۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده و سرعت دورانی دمنده روی تلفات کمباین در جدول ۳ نشان

## ۲-۴- اندازه‌گیری افت عقب

برای این منظور از یک عدد قاب پوشیده  $50 \times 100$  سانتی‌متری استفاده گردید. بدین ترتیب که بعد از برداشت ۲۵ متر و رسیدن وضعیت کمباین به‌حالت پایدار، قاب مورد نظر بلافاصله بعد از عبور چرخ‌های عقب در قسمت عقب کمباین قرار داده شد به‌نحوی که خروجی عقب کمباین روی آن می‌ریخت. پس از جداکردن خوشه‌ها و دانه‌های داخل قاب از سایر مواد و توزین نمونه‌ها در آزمایشگاه و با توجه به عملکرد مزرعه در هر هکتار، افت عقب به صورت درصد بدست آمد.

دمنده در سطح احتمال یک درصد و اثر سرعت دورانی دمنده، اثر متقابل سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده و همچنین اثر متقابل سرعت دورانی کوبنده، سرعت دورانی دمنده غیرمعنی دار گشته است.

داده شده است. طبق نتایج این جدول اثر سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده، اثر متقابل دوگانه سرعت پیشروی و سرعت دورانی دمنده و اثر متقابل سه گانه سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده و سرعت دورانی

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده و دور دمنده روی درصد افت کمباین در برداشت گندم

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	منبع تغییرات
۰/۷۶۲	۰/۱۶۵	۲	تکرار
۲۵/۴۵	۵/۵۲**	۲	سرعت پیشروی
۱۰/۳۲	۲/۲۴**	۲	سرعت دورانی کوبنده
۱/۷۹	۰/۳۸ NS	۲	سرعت دورانی دمنده
۰/۲۸۳	۰/۰۶ NS	۴	سرعت دورانی کوبنده × سرعت پیشروی
۶/۷	۱/۴۵**	۴	سرعت پیشروی × سرعت دورانی دمنده
۲/۰۹	۰/۴۵ NS	۴	سرعت دورانی کوبنده × سرعت دورانی دمنده
۲/۹	۰/۶۳**	۸	سرعت پیشروی × سرعت دورانی کوبنده × سرعت دورانی دمنده
	۰/۲۱	۵۲	خطا
		۸۱	کل

NS و \*\* به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪

افت یک رابطه مستقیم وجود دارد. با افزایش سرعت دورانی کوبنده، میزان افت افزایش می یابد که مشابه نتایج لشگری و همکاران (۲۰۰۸) و منصوری و مینایی (۲۰۰۳) است. سرعت دورانی بالای کوبنده باعث شکستگی دانه، افزایش افت کیفی، خرد شدن بیش تر کاه و کلس و بیش باری واحد جداکننده می شود. بیش باری (در قسمت جدا کن) سبب کاهش امکان جدا شدن دانه از مواد غیر دانه ای می گردد که منجر به بالا رفتن افت در این قسمت می شود. در نهایت، بررسی مقادیر میانگین افت کل کمباین در سطوح مختلف سرعت دورانی دمنده بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار از لحاظ آماری است. به عبارتی دیگر سرعت دورانی دمنده تاثیر قابل توجهی روی افت کمباین ندارد. تقابل این نتیجه با نتایج بعضی محققین که دریافته اند که سرعت دمنده روی افت کمباین تاثیر دارد نشان می دهد که با فرض عدم وجود خطای آزمایشی، ممکن است مربوط به نوع محصول، کمباین و حتی شرایط مزرعه باشد.

مقایسه میانگین های اثر سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده و سرعت دورانی دمنده بر درصد افت کلی کمباین در جدول ۳ ارائه شده است. طبق نتایج به دست آمده، بین سرعت های پیشروی از نظر تاثیر آن ها روی تلفات کمباین اختلاف معنی دار وجود دارد. بیش ترین میزان افت با مقدار ۲/۸۱ درصد در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت و کم ترین میزان افت با مقدار ۱/۹۱ درصد در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر در ساعت می باشد. به طوری که با افزایش سرعت پیشروی میزان تلفات افزایش می یابد. نتایج این بخش مشابه نتایج منصوری و مینایی (۱۳۸۲) است. از جمله دلایل بالا بودن افت محصول در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت افزایش میزان محصول ورودی به داخل کمباین است که منجر به عملکرد ناقص کوبنده می شود. همچنین ارتفاع لایه محصول در جداکننده ها و غربال ها بیشتر شده و دانه ها در لابه لای حجم انبوهی از مواد غیردانه ای قرار گرفته و همه دانه ها فرصت کافی برای عبور از میان کاه و کلس و نیز سوراخ های غربال را پیدا نمی کنند (نوید، ۱۳۸۴).

همچنین با توجه به جدول ۳ بین سرعت های دورانی کوبنده نیز از نظر تاثیر آن ها روی افت کمباین اختلاف معنی دار وجود دارد. بیش ترین میزان افت با مقدار ۲/۶۵ درصد در سرعت دورانی ۱۳۰۰ دور در دقیقه و کم ترین میزان افت با مقدار ۲/۰۷ درصد در سرعت دورانی ۱۱۰۰ دور در دقیقه می باشد. در حالت کلی بین افزایش سرعت دورانی کوبنده و میزان

جدول ۳ - مقایسه میانگین درصد افت کمباین در سطوح مختلف سه فاکتور

فاکتورها	سطوح فاکتورها	میانگین*
سرعت پیشروی (km/h)	۳	۱/۹۱c
	۴	۲/۳۴b
	۵	۲/۸۱a
سرعت دورانی کوبنده (rpm)	۱۱۰۰	۲/۰۷c
	۱۲۰۰	۲/۳۵b
	۱۳۰۰	۲/۶۵a
سرعت دورانی دمنده (rpm)	۶۰۰	۲/۳a
	۷۰۰	۲/۴۹a
	۸۰۰	۲/۲۷a

\* در هر فاکتور، میانگین‌های دارای حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ دارند.

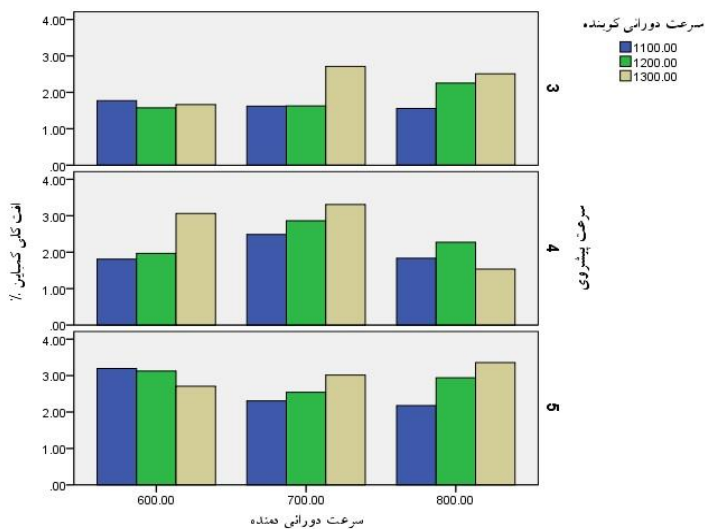
#### ۴ - نتیجه‌گیری نهایی

شرکت‌های مختلف کشت و صنعت از کمباین‌های مختلفی برای برداشت محصول خود استفاده می‌کنند. رانندگان این کمباین‌ها معمولاً براساس تجربه خود اقدام به تنظیمات کمباین می‌نمایند. بررسی دقیق شرایط کاری و ارائه پیشنهاد به آنها می‌تواند در کاهش تلفات دانه کمک بسزایی داشته باشد.

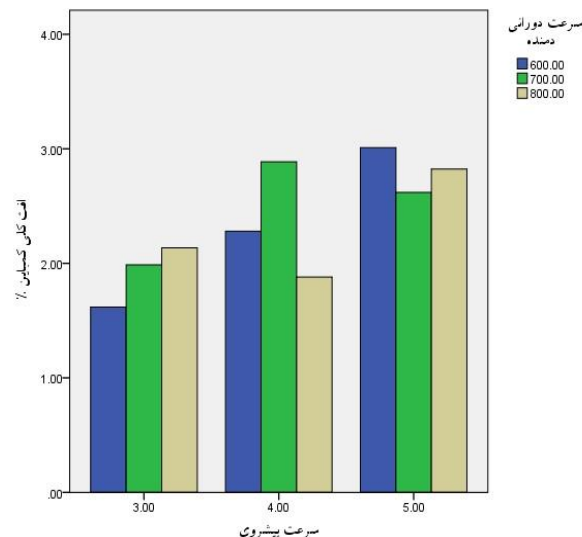
در این مطالعه از بین عوامل موثر بر میزان افت فاکتورهای سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده و سرعت دورانی دمنده هر کدام در سه سطح انتخاب شدند. این انتخاب براساس نظر کارشناسان و رانندگان کمباین‌های کشت و صنعت مغان انتخاب گردید. حتی انتخاب رطوبت مناسب برداشت نیز براساس نظر آنها صورت گرفت. همچنین فرض شد که تراکم محصول در نقاط مختلف مزرعه یکسان است. البته بازدید از نقاط مزرعه هم همین موضوع را تا حدود زیادی تایید نمود. آزمون‌های مزرعه‌ای برای تعیین اثر تنظیمات مختلف بر میزان افت در قالب طرح فاکتوریل انجام شد. بعد از داده‌برداری و تجزیه و تحلیل داده‌ها مشخص شد که بین سرعت‌های پیشروی از نظر تاثیر آنها روی تلفات کمباین اختلاف معنی‌دار وجود دارد و با افزایش سرعت پیشروی میزان تلفات افزایش می‌یابد. همچنین بین سرعت‌های دورانی کوبنده نیز از نظر تاثیر آنها روی افت کمباین اختلاف معنی‌دار وجود دارد و با افزایش سرعت دورانی کوبنده، میزان افت کمباین افزایش می‌یابد. بنابراین، بهترین ترکیب تیماری برای حصول کمترین افت، ترکیب سرعت پیشروی ۴ کیلومتر بر ساعت، دور کوبنده ۱۳۰۰ دور در دقیقه و دور دمنده ۸۰۰ دور در دقیقه است. همچنین حداکثر افت در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت، دور کوبنده ۱۳۰۰ دور در دقیقه و دور دمنده ۸۰۰ دور در دقیقه اتفاق افتاده است. علاوه بر اینها، مقایسه افت کلی نشان می‌دهد که اثر سرعت دورانی بادبزن در سرعت‌های پیشروی پایین کم است چرا که میزان تغذیه پایین می‌باشد.

شکل ۴ روند تغییرات اثر متقابل سرعت پیشروی و سرعت دورانی دمنده را بر میزان افت کلی کمباین نشان می‌دهد. چنان که مشاهده می‌شود در سرعت‌های بالا افت کلی کمباین افزایش می‌یابد. باید در نظر داشت که قسمتی از آن مربوط به افت هد کمباین است چرا که با فرض رطوبت ثابت، با افزایش سرعت پیشروی عموماً رانندگان برای حفظ شاخص چرخ فلک (نسبت سرعت مماسی چرخ فلک به سرعت پیشروی کمباین) سرعت دورانی چرخ فلک را افزایش می‌دهند و همین امر موجب بالا بودن نسبی ضربات وارده به خوشه‌ها می‌شود و افزایش افت آن را به دنبال خواهد داشت (سروستاوا، ۲۰۰۶). همچنین با توجه به شکل اخیر مشخص می‌شود کم‌ترین میزان افت مربوط به سرعت پیشروی ۳ کیلومتر در ساعت و دور دمنده ۶۰۰ دور در دقیقه و بیش‌ترین میزان افت مربوط به سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت و دور دمنده ۶۰۰ دور در دقیقه است. همچنان که قبلاً نیز ذکر شده است اثر متقابل هر سه فاکتور مورد مطالعه معنی‌دار شده است. این موضوع ضمن این‌که انتخاب درست فاکتورها را نشان می‌دهد تفسیر آن را هم پیچیده می‌کند. در حالت کلی هرچه سرعت پیشروی بالا باشد به‌خاطر افزایش ورودی مواد، سرعت کوبنده و نیز سرعت بادبزن متناسب با آن انتخاب شود. اثر متقابل فاکتورها در شکل ۵ روی درصد افت کلی کمباین را در سطوح مختلف تیماری نشان می‌دهد. با توجه به شکل مشخص می‌شود که حداقل افت در سرعت پیشروی ۴ کیلومتر بر ساعت، دور کوبنده ۱۳۰۰ دور در دقیقه و دور دمنده ۸۰۰ دور در دقیقه به‌دست آمده است. بنابراین، بهترین ترکیب تیماری برای حصول کم‌ترین افت، تیمار مذکور است. همچنین حداکثر افت در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت، دور کوبنده ۱۳۰۰ دور در دقیقه و دور دمنده ۸۰۰ دور در دقیقه اتفاق افتاده است. علاوه بر اینها، مقایسه افت کلی نشان می‌دهد که اثر سرعت دورانی بادبزن در سرعت‌های پیشروی پایین کم است چرا که میزان تغذیه پایین می‌باشد.

سرعت حرکت و به تبع آن نرخ تغذیه بالای محصول بر میزان افت کلی کمباین است.



شکل ۵- میانگین درصد افت کلی کمباین در سطوح مختلف



شکل ۴- اثر متقابل فاکتورهای سرعت پیشروی و سرعت دورانی دمنده بر درصد افت کمباین

## منابع

بهروزی لار، م. ۱۳۸۰، مدیریت تراکتور و ماشین های کشاورزی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.

شیرزاد، ر.، مصری، ت. و خرم، ت. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر فاصله کوبنده و ضدکوبنده و دور فن در میزان افت انتهای کمباین متداول، دومین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم.

منصوری، ح. و مینایی، س. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر پارامترهای ماشین بر تلفات گندم در کمباین جاندر، مجموعه خلاصه مقالات نخستین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. ۵ مهر ماه ۱۳۸۲، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

نویس، ح.، بهروزی لار، م.، محتسبی، س. و سهرابی، م. ۱۳۸۵. تعیین مدل ریاضی تأثیر شدت تغذیه و سرعت محیطی کوبنده بر افت عقب کمباین جاندر ۱۱۶۵، مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۶ (شماره ۲).

نویس، ح. ۱۳۸۴. ارائه مدل جریان محصول در واحدهای کوبنده و جداکننده کمباین ۱۱۶۵ جاندر. رساله دکتری. دانشگاه تهران.

قاسمی نژاد رائینی، م.، فرامهر، م. و بدشاهی، ع. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر شرایط مزرعه و محصول بر عملکرد مزرعه‌ای کمباین در برداشت گندم، مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۹(۳)، ۵۱۴ تا ۵۲۴.

Alferov and Braginec. 1972. Grain threshing and separation in threshers as a uniform probability-conditioned process (Orig. Russian). Tractory I sel'chozmasini. v42 i4. 23-26.

Arvinder, S., Garg, I. k., Sharma, V. K. and Singh, A. 2001. Effect of different crop and operational parameters of a combine on grain damage during paddy harvesting. J. Res. Punjab Agric. Uni, 38(3-4), 241-252.

Chegini, G. R. 2013. Determine of Optimum Operating Conditions of Combine Harvester with Stripper-Header. World Applied Sciences Journal, 23(10), 1399-1407.

- Lashgari, M., Mobli, H., Omid, M., Alimardani, R. and Mohtasebi, S. 2008. **Qualitative Analysis of Wheat Grain Damage during Harvesting with John Deere Combine Harvester**. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10(2), 201-204.
- Mirasi, A., Asoodar, M. A., samadi, M. and Kamran, E. 2014. **The Evaluation of wheat losses harvesting in two conventional combine (John Deere 1165, 955) in Iran**. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(5), 1417-1425.
- Mohd, A. A., Omar, A. R., Mutasim, E. A. and Mamou, I. D. 1997. **On farm evaluation of combine harvester losses in the Gezira Scheein Sudan**. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 28(2), 23-25.
- Patel, S. K. and Varshney, B. P. 2007. **Effect of Operational Speed and Moisture Content of Wheat Crop on Plot Combine Harvester**. *Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 38(4), 51-54.
- Miu P. I. and Kutzbach H. D. 2008. **Modeling and simulation of grain threshing and separation in threshing units**. *Computers and Electronics in Agriculture*. doi.org/10.1016/j.compag.2007.07.003
- Sabir, M. S., Iqbal, M. and Yasin, M. 2005. **Influence of selected combine and crop parameters on kernel damage and thresh ability of wheat**. *Pakistan Journal of Agricultural science*, 42, 3-14.
- Srivastava, A. Goering C. E. Rohrbach R. P. and Buckmaster D. R. 2006. **Engineering Principles of Agricultural Machines**. ASABE.
- Zongling, Z., Shujun, L., Zengde, H., Xiaopeng, B., Teng, L. and Binbin, Z. 2017. **Design and test of a new type header of corn harvester for reaping both corn stalk and spike**. *ASABE Annual International Meeting*.
- Mirasi A., Asoodar M., samadi M. and Kamran E. 2014. **The Evaluation of wheat losses harvesting in two conventional combine (John Deere 1165, 955) in Iran**. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. Vol. 2(5), 1417-1725.



## Investigation of Forward, Cylinder Rotation and Blower Rotation Speed of Tucano 320 Harvester Wheat Grain Total Losses

H. Khalili Kolikand<sup>1\*</sup>, H. Navid<sup>1</sup>, H. ghassemzadeh<sup>1</sup>, M. Assadpoor Asl<sup>2</sup>, J. Vali Dotappehsofla<sup>1</sup>, and A. Jalali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Moghan Agro-Industry Company

\*Corresponding author: hassankhalili2696@gmail.com

### Abstract

Cereals are one of the strategic products and each year a large area of agricultural land is dedicated to their cultivation. Cultivation of cereals is considered to be the main agriculture in Iran. One of the most sensitive and difficult stages of cereal production is the harvesting stage almost more product loss occurs at this stage. Forward speed, cylinder rotation speed and blower rotation speed of Harvester are important operation parameters that affect harvester losses. In order to evaluate the effect of these parameters on total grain loss, this studying was conducted in 3×3×3 factorial pattern with randomized blocks design. The independent variables in the experiments were forward speed (3, 4 and 5 km/h), cylinder rotating speed (1100, 1200 and 1300 rpm) and blower rotating speed (600, 700 and 800 rpm). For a real evaluation, these factors and their levels were chosen based on operators' experiences. The experiments were done in Moghan Agro-Industrial & Livestock Co. (MAIL) with CLAAS combine harvester (Tucano 320 model). The results of this study showed that the minimum loss related to the 4 km/h, 1300 rpm and 800 rpm for forward speed, cylinder rotation and blower rotation speed, respectively.

**Keywords:** Blower rotation speed, Cylinder rotation speed, Forward speed, Total loss.