شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/idaj.2024.365384.426

بررسی تاثیر سرعت نسبی چرخ فلک –پیشروی کمباین بر ضایعات برداشت گندم

غلامرضا قهرمانیان[1*]، آرش محمدزاده[1]

۱- مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران.

چکیده مبسوط

مقدمه: یکی از مهمترین چالش‌ها در نظام تولید محصول گندم در کشور، تلفات زیاد محصول در مرحله برداشت می‌باشد. بیش از ۷۵ درصد از تلفات برداشت با کمباین مربوط به تلفات پلاتفرم کمباین می‌باشد که عوامل مختلفی نظیر معیوب بودن تیغه برش، ناهماهنگی سرعت چرخ فلک نسبت به تراکم محصول و سرعت پیشروی کمباین بر آن تاثیرگذار است. کارایی کم کمباین برداشت گندم همواره مطرح بوده که با افزایش تلفات برداشت سبب کاهش درآمد کشاورزان می‌شود. بنابراین، برآورد مقدار ضایعات و شناسایی عوامل مؤثر بر آن نقش اساسی در کاهش تلفات محصول خواهد داشت. پژوهش حاضر با هدف مطالعه اثر سرعت نسبی چرخ فلک - پیشروی کمباین بر تلفات محصول گندم انجام گرفت.

روش‌شناسی پژوهش: مطالعه حاضر در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در ۱۸ قطعه زیر کشت گندم در اراضی ایستگاه تحقیقاتی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم واقع در مراغه برای ارزیابی تلفات برداشت محصول انجام گرفت. سیستم کشت محصول به صورت کم‌خاک‌ورزی با کارنده کشت مستقیم با تراکم ۳۸۰ دانه در متر مربع بود. به منظور کاهش تلفات برداشت کمباین گندم، تلفات برداشت در قسمت‌های مختلف کمباین شامل: تلفات شانه برش، بوجاری، تلفات کوبنده، تلفات کل و عملکرد اندازه‌گیری شد. از کمباین‌های جاندیر ۱۰۵۵ مدل ۱۳۹۴ و ۹۵۵ مدل ۱۳۶۹ در این پژوهش استفاده شد. سرویس‌های فصلی کمباین قبل از شروع آزمایش انجام گرفت و از سلامت فنی آن اطمینان حاصل شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۴×۳۰ متر بود. تلفات شانه برش و کیل‌گیری عملکرد در نصف کرت (۶۰ متر مربع) و اندازه‌گیری تلفات بوجاری و کوبنده در نصف دیگر کرت در ابعاد ۴×۱۵ متر اندازه‌گیری شد. برای تحلیل عوامل موثر در میزان تلفات واحدهای مختلف سرعت پیشروی، سرعت خطی چرخ فلک، تراکم سنبله در واحد سطح، عملکرد و رطوبت دانه در زمان برداشت اندازه‌گیری شد.

یافته‌های پژوهش: نتایج تحقیق نشان داد به طور میانگین تلفات شانه برش با سهم ۹۰ درصد از تلفات کل بیشترین سهم تلفات برداشت را داشت. با اجرای تنظیمات صحیح سیستم کوبش و جدایش شامل سرعت کوبنده، فاصله کوبنده و ضد کوبنده در قسمت جلو و عقب، سرعت فن و میزان بازبودن الک‌های بالا و پایین و انتخاب زمان مناسب برداشت شامل رطوبت مناسب برداشت ۱۲-۱۰ درصد و درو در زمان رطوبت نسبی پایین هوا و همچنین انتخاب سرعت خطی چرخ فلک متناسب با سرعت پیشروی (V_2/V_1= ۱/۱-۶/۸)، تلفات شانه برش به میزان ۰/۴۵ درصد و تلفات کل به مقدار ۰/۵۱ درصد کاهش یافت. نقطه اساسی در کاهش تلفات برداشت؛ کاهش سرعت چرخ فلک با کاهش سرعت پیشروی و افزایش سرعت چرخ‌فلک با افزایش سرعت پیشروی با حفظ نسبت ۱/۸-۱/۶= V_2/V_1 می‌باشد. با کاهش نسبت سرعت خطی چرخ فلک به سرعت پیشروی (V_2/V_1) به مقدار ۱/۳۶ تلفات شانه

* نگارنده مسئول: ghahraman99@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۶

برش به ۳/۲۱ درصد و تلفات کل به ۳/۷۳ درصد افزایش یافت و در سرعت نسبی (V_2/V_1) ۶/۸-۱/۱ کمترین تلفات چرخ فلک به میزان ۰/۴۵ درصد حاصل شد. با کاهش سرعت پیشروی به ۲ کیلومتر در ساعت و افزایش سرعت نسبی (V_2/V_1) به مقادیر بیش از ۲ و همچنین با کاهش سرعت نسبی به ۱/۳۶، تلفات چرخ فلک به شدت افزایش یافت. به‌عبارت دیگر با تنظیم سرعت پیشروی متناسب با تراکم محصول و تثبیت سرعت نسبی (V_2/V_1) در محدود ۶/۸-۱/۱ درصد و همچنین انجام تنظیمات صحیح سیستم بوجاری و کوبنده، تلفات کمباین به کمتر از ۱ درصد کاهش یافت. برای کاهش تلفات شانه برش، طراحی و نصب سامانه تثبیت سرعت نسبی در محدوده ذکر شده برای کمباین‌های برداشت غلات ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تلفات سکوی برش، تلفات کوبش، تلفات جدایش

مقدمه

گندم به‌عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی که حدود ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز بشر را تأمین می‌کند عامل بسیار مهمی برای پایداری سیاسی و اقتصادی و همچنین شاخصی اثرگذار در بهبود درآمد کشاورزان محسوب شود. از مجموع مساحت ۱۶۵ میلیون هکتار اراضی کشور حدود ۱۵ درصد آن یعنی معادل ۲۳ میلیون هکتار مستعد فعالیت‌های کشاورزی است. از این رقم حدود ۱۸/۷میلیون هکتار هم اکنون در چرخه تولید محصولات کشاورزی قرار دارد و سالانه به طور متوسط ۱۳/۹ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی در کشور به زیر کشت می‌رود. به عبارتی در حال حاضر، ۶۰ درصد از اراضی دارای قابلیت کشاورزی کشور سالانه زیر کشت می‌رود (Land Affairs Organization, 2017). مطالعه میزان ضایعات برداشت گندم و علل آن به منظور کاهش تلفات برداشت و هزینه‌های مرتبط با تولید محصول ضروری است تا با اصلاح و بهینه سازی کمباین‌ها گامی در جهت افزایش تولید در سطح کشور و همچنین افزایش درآمد کشاوران برداشته شود. خسروانی و رحیمی (Khosravani and Rahimi, 2006) در یک طرح نمونه گیری چند مرحله‌ای، اثر عواملی چون مشخصات مزرعه، زمین، کمباین، راننده و کشاورز را در تلفات قسمت‌های مختلف کمباین شامل تلفات دماغه، تلفات کوبنده، تلفات الک و غربال و تلفات طبیعی در سال ۱۳۷۹ در سه شهرستان مرودشت، اقلید و داراب در استان فارس را بررسی کردند. نتایج بررسی‌ها نشان نشان داد که میانگین کل ضایعات گندم در مرحله برداشت در استان فارس ۴/۸ درصد عملکرد محصول است. بیشترین مقدار این تلفات مربوط به تلفات دماغه کمباین به میزان ۶۸ درصد بود و ۳۲ درصد تلفات به ترتیب شامل افت‌های طبیعی، تلفات بوجاری، تلفات کوبنده و تلفات کیفی بود. یاوری و پورداد (Yavari and Pourdad, 2003) در یک تحقیق، ۶۱ دستگاه کمباین جاندیر۹۵۵ را به صورت تصادفی در مزاع گندم استان کرمانشاه ارزیابی و ۱۷ صفت شامل مشخصات کمباین، ریزش گندم و وضعیت کمی و کیفی محصول را بررسی کردند. طبق نتایج حاصله به‌طور متوسط ۱۰۵/۴ کیلوگرم در هکتار (۷/۲ درصد) ریزش حاصل برداشت با کمباین بود. مطالعه جی و همکاران (Ji *et al*., 2022) نیز نشان داد در شرایطی که سرعت دورانی چرخ فلک بسیار زیاد یا بسیار پایین باشد، باعث افزایش تلفات برداشت دانه خواهد شد.

رعایت نکات فنی و مسائل به زراعی می‌تواند تلفات برداشت را به ۳/۳۱ درصد کاهش دهد. صبیر و همکاران (Sabir *et al*., 2005) تاثیر پارامترهای ماشین برداشت و محصول را بر تلفات گندم بررسی کردند. در این تحقیق سه سطح رطوبتی محصول (۱۳، ۱۹ و ۲۶ درصد)، سه سطح سرعت پیشروی

(۱/۳۷، ۱/۸۳ و ۲/۷۴ کیلومتر در ساعت) و سه سطح میزان خوراک‌دهی کمباین (۲/۸۲، ۳/۷۷ و ۵/۶۴ تن در ساعت) را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بررسی نشان داد که با کاهش رطوبت، میزان تغذیه و سرعت پیشروی کمباین، شکستگی دانه بیشتر می‌شود.

شاکر(Shaker, 2008) تاثیر نوع کمباین در چهار سطح (نیوهلند، کلاس، جاندیر ۹۵۵ و جاندیر ۱۱۶۵) و سرعت دورانی کوبنده در سه سطح (۶۵۰،۷۵۰ و۸۵۰ دور در دقیقه) را بر تلفات گندم در حین برداشت را بررسی کرد. نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین ظرفیت مزرعه مربوط به کمباین کلاس با ۱/۰۲ هکتار در ساعت و پس از آن به ترتیب کمباین‌های نیوهلند، جاندیر ۱۱۶۵ و جاندیر ۹۵۵ به ترتیب با ۰/۸۱ ، ۰/۶۲ و ۰/۲۶ هکتار در ساعت بود. بیشترین تلفات کیفی در کمباین جاندیر ۱۱۶۵ با ۵/۵۷ درصد و کمترین آن در کمباین کلاس با ۳/۶۹ درصد بود. میرزازاده و همکاران (Mirzazadeh *et al.*, 2011) اثر پارامترهای طراحی را بر جداشدن مواد در کوبنده برای کمینه کردن افت جداکننده در کمباین بررسی کردند. در این آزمایش، متغیرهای مستقل شامل ارتفاع ساقه، میزان تغذیه کمباین و نسبت لقی کوبنده بوده و بازده جدا شدن مواد در کوبنده به‌عنوان پارامتر وابسته در نظر گرفته شد. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر متغیرهای مستقل بر میزان جداسازی و در نتیجه افت واحد جداکننده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و اثر متقابل فاکتورها غیر معنی‌دار بود. شیخ‌داودی و هوشیار (Sheikhdavoodi and Houshyar, 2010) تلفات گندم در برداشت با کمباین نیوهلند TC56 را در استان فارس بررسی کردند. در این تحقیق اثر سرعت پیشروی، سرعت چرخ‌فلک و اثر متقابل آن‌ها روی تلفات سکوی برش بررسی و نتایج نشان داد که سطوح مختلف سرعت پیشروی، سطوح مختلف سرعت چرخ‌فلک و اثر متقابل این دو عامل روی تلفات سکوی برش معنی‌دار است. کمترین تلفات سکوی برش در سرعت پیشروی سه کیلومتر در ساعت و سرعت ۲۵ دور در دقیقه چرخ‌فلک و بیشترین آن در سرعت پیشروی چهار کیلومتر در ساعت و سرعت ۳۵ دور در دقیقه چرخ‌فلک گزارش شده است. جعفری و همکاران (Jaafari *et al.*, 1998) میزان افت گندم را در ۲۰۰ کمباین در مناطق مختلف استان فارس اندازه‌گیری و میانگین تلفات را ۵/۶ درصد گزارش کرده‌اند. بر طبق این گزارش، ۴۲ درصد از کمباین‌های مورد آزمایش بیش از ۱۰ سال کار کرده‌اند. خسروانی (Khosravani, 1999) تلفات برداشت گندم را در استان فارس ۵-۱۰ درصد گزارش کرده که حدود ۷۰ درصد از آن مربوط به افت دماغه کمباین بود. در مطالعه دیگر توسط شریف‌نصب و صفری (Sharifnasab and Safari, 2021) میزان تلفات طبیعی و تلفات کمباینی در استان زنجان به ترتیب ۱/۸۳ و۱/۴۷ درصد گزارش شد. آن‌ها تفاوت معنی‌داری بین نوع کمباین (جاندیر JD955، جاندیر JD1055 و نیوهلند TC5080) از نظر میزان تلفات دانه مشاده نکردند. بهینا (Behnia, 1998) در مطالعه‌ای سطح زیر کشت، میزان تولید، واردات گندم، مقدار ضایعات تولید گندم را بررسی کرد و ضایعات گندم را در کشور حدود ۳۰٪ اعلام کرد. شرادین و قولان (SHeraddin and Ghulan, 1991) تاثیر ساعت و تاریخ برداشت را روی تلفات دانه گندم در پاکستان مطالعه کرده‌اند. نتایج نشان داد که کمترین تلفات در ساعت ۸-۱۲ صبح به مدت ۱۰ روز از زمان مناسب برداشت می‌باشد. همچنین رطوبت دانه با تاخیر در برداشت کاهش می‌یابد اما باعث افزایش در تلفات دانه می‌شود. این محققان رطوبت مناسب جهت برداشت به‌موقع و کاهش تلفات را در حدود ۱۴-۱۵درصد پیشنهاد کردند.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تلفات برداشت کمباین غلات در برداشت گندم ۱۸ قطعه از مزارع موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور واقع در استان آذربایجان شرقی، شهرستان مراغه در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انتخاب

و تلفات برداشت در قسمت‌های مختلف کمباین مطالعه و بررسی شد. سطح برداشت در هر یک از نمونه‌ها برابر با ۶۰ متر مربع (۴×۱۵ متر) بود. اندازه-گیری تلفات واحدهای مختلف کمباین به شرح زیر بود:

تلفات پلاتفرم: برای اندازه‌گیری تلفات پلاتفرم بر اساس دستورالعمل، از کادر ۰/۵×۰/۵ متر با چهار بار کادر اندازی استفاده می‌شود. در این تحقیق برای افزایش دقت از کادر به مساحت ۶ متر مربع (۲×۳) در سه تکرار استفاده شد. کادر اندازی به صورت تصادفی و به صورت عرضی در محل عبور شانه برش که مواد خارج شده از پشت کمباین در آن محل ریخته نشده، استفاده شد. برای جلوگیری از اختلاط تلفات سیستم بوجاری و فرآوری با تلفات واحد برش محتویات ریزش پشت کمباین داخل گونی‌های بزرگی جمع‌آوری شد و تنها تلفات واحد برش و ریزش طبیعی بعد از عبور کمباین برجا ماند. برای اندازه‌گیری تلفات پلاتفرم در سطح ۶ متر مربع، مقدار ریزش قبل از برداشت از مقدار بدست آمده کسر شد.

تلفات سیستم کوبنده و بوجاری: به‌منظور افزایش دقت اندازگیری بجای اندازه‌گیری افت کوبنده در مساحت یک مترمربع و همچنین برای تفکیک افت کوبنده از تلفات جدا کننده، مواد خارج شده از انتهای کمباین به دو صورت جداگانه؛ مواد خارج شده از الک سیستم بوجاری و مواد خارج شده از کاهپران‌ها اندازه گیری شد. برای تعیین افت کوبنده کلیه مواد خارج شده از روی کاه‌پرانها در مساحت ۶۰ متر مربع روی برزنت تعبیه شده در خروجی کمباین جمع‌آوری شد. کلیه خوشه‌های نیم‌کوب و کوبیده نشده جمع‌آوری و پس از جدا کردن دانه‌های موجود در آن مقدار افت کوبنده مشخص شد. برای اندازه‌گیری تلفات سیستم بوجاری (تلفات جدا کننده) برزنت دیگری برای جمع‌آوری کلیه مواد خارج از روی الک بالایی نصب شد و برزنت بالایی نصب شده برای جمع‌آوری مواد روی کاهپران‌ها امکان تفکیک تلفات بوجاری و کوبنده از یکدیگر را فراهم نمود. با این روش اندازه-گیری تلفات کوبنده و بوجاری به طور جداگانه و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و علل افت هر سیستم ب‌طور مجزا قابل تفکیک و مطالعه می‌باشد.

تلفات خرمنکوب در مخزن: تلفات خرمنکوبی به دو صورت خوشه‌های نکوبیده، دانه شکسته و ترک‌دار و یا وجود ضایعات فیزیکی مانند علف هرز، کلش و خاک و غیره در بین دانه‌ها ملاحظه می‌شود. برای اندازه‌گیری ضایعات فیزیکی که به آن افت غیرمفید نیز گفته می‌شود، نمونه‌هایی به مقدار معین (یک کیلوگرم) از دانه‌های موجود در مخزن برداشته و مواد غیردانه‌ای از دانه‌ها تفکیک شد نسبت مواد غیردانه‌ای به کل نمونه به‌عنوان افت غیر مفید در نظر گرفته شد. همچنین میزان خوشه‌های نکوبیده، دانه‌های شکسته و ترک‌دار که افت مفید یا افت کیفی نیز نامیده می‌شود به این طریق اندازه‌گیری شد. اطلاعات مربوط به زمان مطالعه تلفات کمباین، نوع کمباین، رقم گندم و سایر اطلاعات مورد نیاز در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج و بحث

در مطالعه حاضر، ۱۸ نمونه از برداشت کمباین (جدول ۱) در اراضی ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی دیم مراغه که گندم کشت شده بودند مورد بررسی قرار گرفت. قطعات مورد مطالعه در سال قبل به صورت آیش بودند. کاشت گندم در سیستم کم خاک‌ورزی با کارنده کشت مستقیم با تراکم ۳۸۰ دانه در متر مربع در پاییز سال قبل ۱۳۹۹ انجام شده بود. اطلاعات مربوط به زمان مطالعه تلفات کمباین، نوع کمباین، رقم گندم و سایر اطلاعات مورد نیاز در جدول ۱ ارائه شده است. اطلاعات اندازه‌گیری شده شامل تلفات افت طبیعی قبل از برداشت در جدول ۲ و تلفات در واحدهای مختلف کمباین، تراکم بوته در روی خط یک متری و سرعت‌های پیشروی و سرعت چرخ فلک در جدول ۳ ارائه شده است. برای تحلیل عوامل موثر در افزایش افت در قسمت‌های مختلف

کمباین نیز تراکم بوته، سرعت درو، سرعت دورانی یا سرعت خطی چرخ فلک اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به قطعات مورد بررسی در مرحله برداشت

Table 1. Information of studied fields and harvesting operations

ارتفاع شانه برش (cm) Cutting height (cm)	سرعت حرکت کمباین (km/h) Combine forward speed (km/h)	نوع کمباین Combine type	ساعت برداشت Harvest time	تاریخ برداشت Harvest date	رقم Variety	تیمار Treatment
20	3.4	John Deere 1055	13	1400/4/21	Varan	1
20	3.5	John Deere 1055	13:20	1400/4/21	Varan	2
20	3.35	John Deere 1055	13	1400/4/27	Baran	3
20	3.24	John Deere 1055	14	1400/4/27	Baran	4
20	4.01	John Deere 1055	16:30	1400/5/2	Varan	5
20	3.79	John Deere 1055	17	1400/5/2	Varan	6
20	3.72	John Deere 1055	19:00	1400/5/6	Hashtrood	7
20	3.95	John Deere 1055	19:30	1400/5/6	Hashtrood	8
20	3.41	John Deere 955	18	1400/5/15	Baran	9
20	3.57	John Deere 955	18:30	1400/5/15	Baran	10
20	5.3	John Deere 1055	13:20	1400/4/21	Varan	11
20	9.3	John Deere 1055	16:30	1400/5/2	Varan	12
20	3.3	John Deere 1055	13:30	1400/4/27	Baran	13
15	5.3	John Deere 955	18:00	1400/5/15	Baran	14
20	8.3	John Deere 1055	19:00	1400/5/6	Hashtrood	15
20	6.3	John Deere 1055	12:00	1400/5/17	Varan	16
15	4	John Deere 955	13:00	1400/5/14	Baran	17
10	2	Straw Walker	14:00	1400/5/13	Hashtrood	18

جدول ۲- مقدار ریزش طبیعی محصول در قطعات مورد آزمایش قبل از شروع برداشت

Table 2. Yield loss before harvest (Natural loss) at studied fields

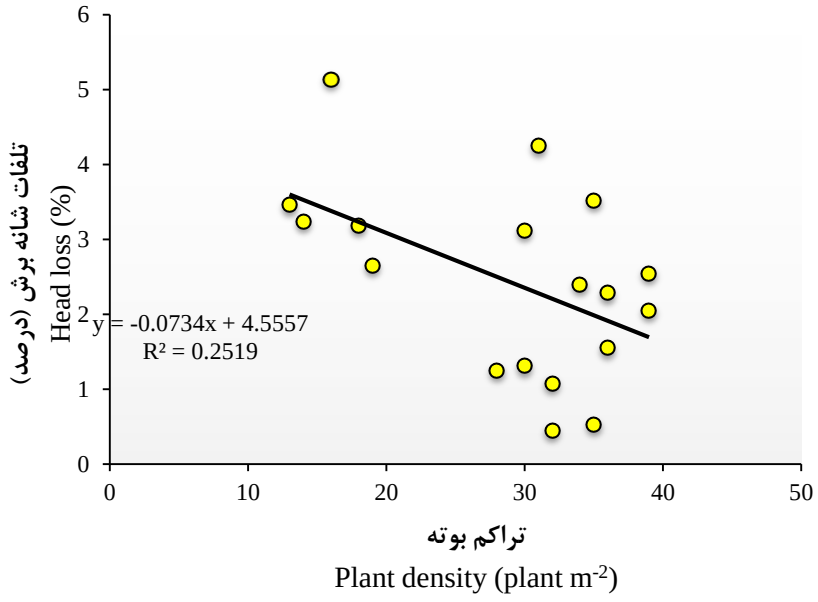
درصد ریزش طبیعی به عملکرد گندم Percentage of natural fall to wheat yield	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (Kg ha^{-1})	ریزش طبیعی (کیلوگرم در هکتار) Natural loss (Kg ha^{-1})	رقم Variety	قطعه
2.25	1418	32	Varan	1
1.42	1596	22.6	Varan	2
1.32	1416	18.7	Baran	3
0.95	2080	19.6	Baran	4
0.45	1681	7.4	Hashtrood	5
1.09	1625	17.7	Varan	6
0.8	1785	14.2	Baran	7
1	1740	17.5	Hashtrood	8
1.16	1667	18.7	**کل**	

ریزش طبیعی: بدون توجه به نوع رقم، به طور متوسط میزان ریزش یا تلفات طبیعی، ۱۸/۷ کیلوگرم در هکتار در ۱۸ نمونه مورد مطالعه بود و متوسط عملکرد گندم ۱۶۶۷ کیلوگرم در هکتار یا به عبارتی ۱/۱۶ درصد عملکرد گندم محاسبه گردید. لازم به توضیح است که در هر ۱۸ نمونه مورد اندازه‌گیری، ابعاد ۴×۳۰ متر مربع بوده که از هشت قطعه زمین (جدول۲) اندازه گیری صورت گرفت.

تلفات شانه برش: تلفات شانه برش ناشی از پارامترهای زیادی از جمله ارتفاع شانه برش، تراکم محصول، سرعت پیشروی کمباین، سرعت دورانی چرخ فلک، موقعیت عمودی و افقی چرخ فلک، شکستگی یا کندی تیغه‌های شانه برش و عمر کمباین یافرسودگی پلاتفرم می‌باشد (Wu and Wu, 2018). با افزایش سرعت دورانی چرخ فلک از تنظیم صحیح با پرت شدن خوشه‌ها به خارج از پلات فرم میزان تلفات شانه برش افزایش می‌یابد. در صورتیکه سرعت پیشروی کمباین کمتر از سرعت بهینه برداشت باشد تلفات شانه برش بخاطر عدم تحویل کامل محصول به شانه برش تلفات آن افزایش می یابد. با توجه به تراکم سنبله حدود ۲۰۰ عدد در یک متر مربع، سرعت پیشروی حدود ۳/۵ تا ۴ کیلومتر در ساعت در کمباین‌های مورد مطالعه (غیر از کمباین کاه کوب) برای برداشت با حداقل تلفات به‌عنوان سرعت مناسب تثبیت شد. عامل اساسی دیگر در تعیین میزان تلفات شانه برش سرعت دورانی چرخ فلک می‌باشد. بسته به تراکم محصول سرعت پیشروی و سرعت دورانی کمباین بایستی تنظیم شود در این مطالعه کمترین تلفات شانه برش در سرعت پیشروی حدود ۳/۵ (۳/۴ تا ۳/۷) و سرعت دورانی چرخ فلک در ۳۲ دور در دقیقه در تراکم بوته حدود ۲۰۰ بوته در متر مربع حاصل شد. در این شرایط سرعت دورانی چرخ فلک ۳۵ دور در دقیق (معادل سرعت خطی ۳/۵ کیلومتر در ساعت) بود. با کاهش سرعت پیشروی با ثابت بودن سرعت دورانی چرخ فلک تلفات شانه برش نیز افزایش می‌یابد. برای حداقل تلفات در شانه برش بایستی نسبت سرعت خطی چرخ فلک به سرعت پیشروی (V_2/V_1) در تراکم بوته ۲۰۰ در متر مربع در محدوده ۱/۸-۱/۶ باشد. با توجه به نتایج این تحقیق، با کاهش سرعت پیشروی با ثابت بودن سرعت دورانی چرخ فلک تلفات شانه برش افزایش یافت. در کمباین کاه کوب از آنجائیکه افزایش سرعت پیشروی تا ۳/۵ کیلومتر در ساعت از نظر فنی بخاطر مکانیزم کوبنده آن ممکن نبود لذا تلفات شانه برش در سرعت پیشروی ۲ کیلومتر در ساعت اندازه گیری شد و نتایج حاکی از افزایش تلفات چرخ فلک به میزان ۲/۰۵ درصد به‌خاطر سرعت کم دستگاه بود (جدول ۳، نمونه ۱۸). کاهش تراکم بوته از متوسط ۲۰۰ بوته در واحد سطح در محدود نسبت سرعت ۱/۵ الی ۱/۸ =V_2/V_1 سبب افزایش تلفات شانه برش شد (شکل ۱). اندروز و همکاران (Andrews *et al.*, 1993) نیز میزان تغذیه را مهمترین عامل موثر در تلفات برداشت ذکر کرده‌اند. ژو و پنگ (Xu and Peng, 2007) نیز طراحی پارامترهای اصلی چرخ فلک کمباین را با توجه به پارامترهای مؤثر بر تلفات شانه برش بهینه‌سازی کردند که شامل سرعت دورانی چرخ فلک، ارتفاع قرارگیری چرخ فلک، تعداد و ساختار انگشتی‌های فنری چرخ فلک بود.

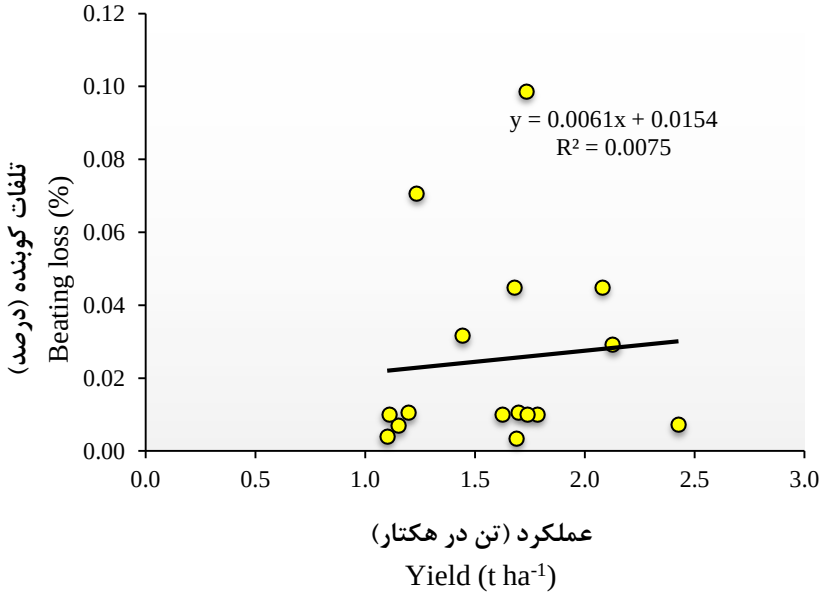
تلفات بوجاری و کوبنده: رطوبت دانه از دیگر عوامل موثر بر تلفات کوبنده (تلفات خرمنکوبی) در مزارع گندم است. در شرایطی که رطوبت دانه گندم به هنگام برداشت کمتر از ۹ درصد بوده، تلفات کوبنده نصف زمانی است که رطوبت دانه بیش از آن مقدار بوده است (Rostami *et al.*, 2018). با افزایش رطوبت محصول، ضروت دارد سرعت دورانی کوبنده نیز متناسب با رطوبت محصول افزایش یابد. اگر این تنظمیم به‌دقت صورت نگیرد و راننده تجربه کافی نداشته باشد با افزایش رطوبت میزان تلفات در کوبنده افزایش می‌یابد. در این پروژه تحقیقاتی برداشت در زمان رطوبت دانه مناسب (۱۲-۱۰ درصد) انجام شد تا تلفات ناشی از رطوبت دانه در حداقل ممکن باشد. سایر تنظمیات با توجه به وضعیت مزرعه برای کاهش حداکثری تلفات برداشت انجام شد. با اعمال تنظمیات دقیق دور فن، فاصله کوبنده و ضد کوبنده، میزان بازبودن الک‌های بالا و پایین و کنترل برگشتی دانه و اجرای عملیات برداشت در

رطوبت مناسب دانه در محدوده رطوبتی ۱۲-۱۰ درصد با در نظر گرفتن وزش بادهای گرم در زمان درو، میانگین تلفات در سیستم بوجاری و خرمنکوبی به‌ترتیب به میزان قابل قبول ۰/۲۲ درصد و ۰/۰۶ درصد کاهش یافت و مطابق با داده‌های اندازه‌گیری شده برخلاف تلفات برداشت کمبانی در زراعت آبی غلات باعملکردهای بالای پنج تن در هکتار، افزایش عملکرد باعث افت در سیستم خرمنکوبی و سیستم بوجاری نگردید بلکه با کاهش عملکرد بخاطر کاهش تراکم بوته سبب تغزیه غیر یکنواخت و ناکافی، تلفات در سیستم کوبنده و نیز سیستم بوجاری افزایش یافت. میزان افزایش تلفات سیستم بوجاری نسبت به تلفات سیستم خرمنکوبی بخاطر کاهش عملکرد دارای شیب بیشتری بود؛ به‌عبارت دیگر در مزرعه دارای سبز غیر یکنواخت تلفات سیستم بوجاری بیشتر از تلفات سیستم خرمنکوبی تحت تاثیر تراکم کم بوته کاهش می‌یابد (شکل ۲ و۳).



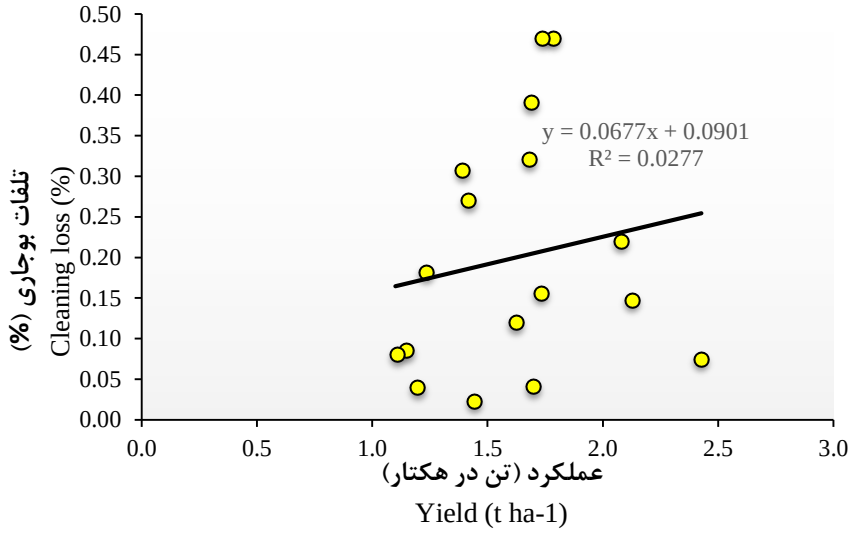
شکل ۱- درصد تلفات شانه برش کمباین با تغییرات تراکم بوته در واحد سطح در گندم دیم

Figure 1. Head loss under different planting density



شکل ۲- میزان تلفات سیستم کوبنده در عملکردهای مختلف

Figure 2. Beating loss in different levels of crop yield



شکل ۳- میزان تلفات سیستم بوجاری در عملکردهای مختلف

Figure 3. Cleaning loss in different levels of crop yield

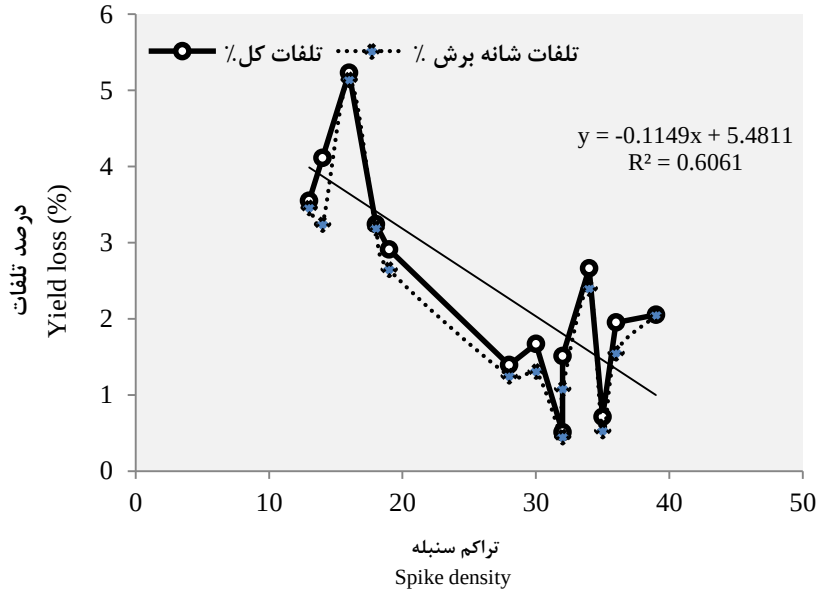
چنانکه برداشت در رطوبت نامناسب هوا در هنگام وزش بادهای مرطوب باشد تلفات در سیستم بوجاری و کوبنده بشدت افزایش می یابد. مگر اینکه در صورت اجبار به برداشت در رطوبت نامناسب صبح یا عصر و یا حتی در زمان ظهر با وجود وزش بادهای مرطوب، فاصله کوبنده و ضد کوبنده کاهش و سرعت کوبنده و دور فن با کنترل خروجی‌های سیستم خرمنکوبی و بوجاری افزایش یابد. شرادین و قولان (Sheraddin and Ghulan, 1991) کمترین تلفات برداشت را از لحاظ رطوبت مناسب برداشت از ساعت ۸ تا ۱۲ صبح گزارش کرده‌اند که این ساعت‌های برداشت در منطقه آذربایجان شرقی - هشترود به هیچ عنوان مناسب برداشت نیست و در بسیاری از موارد شروع ساعت برداشت از ساعت ۱۱ تا ۱۶:۰۰ متغیر است.

عوامل موثر بر افت کل گندم در زمان برداشت با کمباین: افت کل کمباین در برداشت تابعی از افت-های شانه برش، تلفات سیستم بوجاری و تلفات واحد خرمنکوب است. بر اساس مشاهدات مزرعه‌ای، عواملی مختلفی از جمله درصد رطوبت محصول، زمان برداشت، عمر کمباین و سالم بودن قطعات مختلف خصوصاً تیغه‌های واحد برش، سرعت پیشروی کمباین در برداشت، سرعت دورانی چرخ فلک، یکنواختی و تراکم بوته در میزان تلفات واحد-های مختلف کمباین تعیین کننده هستند. در این مطالعه تاثیر سرعت پیشروی، سرعت نسبی چرخ فلک به سرعت پیشروی، تراکم بوته، رطوبت دانه بر میزان تلفات کل برداشت مورد مطالعه قرار گرفت و سهم هرکدام از عوامل موثر در تلفات برداشت شامل: تلفات شانه برش، تلفات بوجاری و خرمنکوبی، سرعت پیشروی، سرعت نسبی چرخ فلک به سرعت پیشروی، تراکم بوته و رطوبت دانه بر میزان تلفات کل در برداشت گندم با تجزیه رگرسیون مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون تاثیر تراکم بوته در مقدار تلفات برداشت معنی‌دار نبود ولی در عمل یکی از پارامترهای مهم در افزایش تلفات برداشت یکنواختی تغذیه یا خوراک‌دهی پلاتفرم می-باشد. با بررسی ۱۳ نمونه از ۱۸ نمونه برداشت شده که تاثیر سرعت پیشروی و سرعت نسبی در آن ۱۳ نمونه کمتر بوده و نشان داد که تلفات شانه برش و به تبعه آن تلفات کل تحت تاثیر تراکم بوته قرار دارد (شکل -۴).

جدول ۳- میزان عملکرد و اجزای تلفات برداشت در سرعت‌های مختلف پیشروی کمباین

Table 3. Crop yield and yield loss components under different combine forward speed

تیمار Treatment	تعداد سنبله در متر طولی Spike number per meter	نوع کمباین	سال تولید	تراکم بوته در سطح Plant density (Plant m^{-2})	V_2/V_1	سرعت پیشروی کمباین(km/h) Combine forward speed (km/h)	تلفات کوبنده ٪ Beating loss (%)	تلفات بوجاری ٪ Cleaning loss (%)	تلفات شانه برش ٪ Head loss (%)	عملکرد (تن/هکتار) Yield (t ha^{-1})	تلفات کل٪ Total yield loss (%)
1	32	John Deere 1055	1385	194	1.79	3.40	0.03	0.02	0.45	1.44	0.51
2	30	John Deere 1055	1385	200	1.36	3.50	0.30	0.31	3.12	1.39	3.73
3	35	John Deere 1055	1385	74	1.82	3.35	0.01	0.04	3.52	1.70	3.57
4	18	John Deere 1055	1385	74	1.88	3.24	0.01	0.04	3.19	1.20	3.24
5	36	John Deere 1055	1385	91	1.42	4.01	0.00	0.39	1.55	1.69	1.95
6	16	John Deere 1055	1385	69	1.61	3.79	0.01	0.09	5.14	1.15	5.23
7	38	John Deere 1055	1385	154	1.64	3.72	0.03	0.15	0.53	2.13	0.71
8	19	John Deere 1055	1385	189	1.54	3.95	0.07	0.18	2.65	1.23	2.91
9	38	John Deere 955	1385	189	1.79	3.41	0.01	0.07	2.29	2.43	2.37
10	40	John Deere 955	1385	194	1.71	3.57	0.10	0.16	2.55	1.73	2.80
11	25	John Deere 1055	1385	200	1.74	3.50	0.30	0.27	4.25	1.42	4.81
12	14	John Deere 1055	1385	80	1.56	3.90	0.00	0.86	3.24	1.10	4.11
13	13	John Deere 1055	1385	74	1.85	3.30	0.01	0.08	3.46	1.11	3.55
14	30	John Deere 955	1385	194	1.74	3.50	0.05	0.22	2.40	2.08	2.66
15	35	John Deere 1055	1385	171	1.61	3.80	0.05	0.32	1.31	1.68	1.67
16	30	John Deere 1055	1385	200	1.69	3.60	0.01	0.12	1.25	1.63	1.39
17	35	John Deere 955	1385	223	1.53	4.00	0.01	0.47	1.08	1.79	1.51
18	39	Straw Walker	1390	217	3.05	2.00	0.01	0.47	2.05	1.74	2.05



شکل ۴- تلفات شانه برش و کل در تراکم‌های مختلف سنبله در واحد متر مربع

Figure 4. The head and total yield loss under different spike density (per square meter)

در نمونه پنجم مشاهده می‌شود که سرعت پیشروی مناسب (۴ کیلومتر بر ساعت) و نسبت سرعت نامناسب (V_2/V_1 = ۱/۴۲) باعث افزایش تلفات بوجاری، تلفات شانه برش و تلفات کل شده است؛ در حالی که در نمونه چهارم با تراکم بوته کمتر، با افزایش نسبت سرعت (V_2/V_1 = ۱/۸) تلفات بوجاری افزایش نیافته است. با مقایسه دو نمونه چهارم و پنجم می‌توان نتیجه گرفت که تلفات شانه برش ناشی از کاهش تراکم بوته حتی با حفظ نسبت سرعت (V_2/V_1) هم قابل جبران نمی‌باشد (جدول-۳).

لازم به یادآوری است که از عوامل مهم و موثر دیگر در افزایش تلفات کل کمباین وزش بادهای گرم یا مرطوب می‌باشد که در این تحقیق این مسئله به‌دلایل فنی مورد بررسی قرار نگرفت و تقریباً همه ارزیابی‌ها در شرایط مساعد زمان برداشت انجام شد. به طور کلی میزان رطوبت دانه در تلفات برداشت موثر است اما در تجزیه واریانس اثر رطوبت دانه در تلفات کل غیر معنی‌دار بود علت آن بخاطر این است که همه نمونه‌های برداشت شده در رطوبت کمتر از ۱۲ درصد انجام شد.

نتیجه‌گیری

با اعمال تنظیمات دقیق کمباین متناسب با شرایط محصول و مزرعه، تلفات در سیستم بوجاری و خرمنکوبی در حد قابل قبول کاهش می‌یابد. تلفات واحد برش در این تحقیق با میانگین تلفات ۲/۴۵ درصد و تلفات کل ۲/۷۱ درصد در ۱۸ نمونه مورد مطالعه بود که ۹۰ درصد تلفات کل مربوط به تلفات شانه برش بود. با اجرای تنظیمات صحیح سیستم کوبش و جدایش شامل سرعت کوبنده (۱۰۰۰-۷۵۰ دور در دقیقه)، فاصله کوبنده و ضد کوبنده در قسمت جلو (۱۴ میلی‌متر) و عقب (۷ میلی‌متر)، سرعت فن (۸۰۰-۷۰۰ دور در دقیقه) و میزان باز بودن الک‌های بالا (۲۰-۱۵ میلی‌متر) و پایین (۷-۴ میلی‌متر) و انتخاب زمان مناسب برداشت شامل رطوبت مناسب برداشت ۱۲-۱۰ درصد و درو در زمان رطوبت نسبی پایین هوا و همچنین انتخاب سرعت خطی چرخ فلک متناسب با سرعت پیشروی (V_2/V_1=۱/۶-۱/۸)، تلفات شانه برش به میزان ۰/۴۵درصد و تلفات کل به مقدار ۰/۵۱ درصد (کمتر از یک درصد) کاهش یافت.

پیشنهادات

برای کاهش تلفات کمباین به کمتر از ۱ درصد، علاوه بر تنظمیات دقیق سیستم‌های بوجاری و خرمنکوبی، باید نسبت سرعت خطی چرخ فلک به سرعت پیشروی در زمان دور در محدوده ۱/۸-۱/۶ حفظ شود. برای تامین چنین شرایطی نصب سیستم هوشمند تنظیم دور چرخ فلک روی واحد پلاتفرم پیشنهاد می‌گردد و برای سهولت در تنظمات دقیق واحدهای بوجاری و خرمنکوبی طراحی اپلیکیشن تنظیمات کمباین ضروری می‌باشد.

منابع

Behnia M. 1998. Wheat and bread of people. Sonboleh. No. 97 (In Persian)

Jaafari SM, Omidi A, Shabani M, Maghsoud Zadeh M. 1998. Measuring of loss and yield in different wheat cultivars. Agricultural Organization of Fars Provinve. Technology Department. Mechanization Unit (In Persian)

Ji K, Li Y, Liang Z, Liu Y, Cheng J, Wang H, Zhu R, Xia S, Zheng G. 2022. Device and method suitable for matching and adjusting reel speed and forward speed of multi-crop harvesting. Agriculture 12(2): 213-220

Khosravani A. 1999. Evaluation of combine losses of cereals ın Fars province. Agricultural Research and Education Organiization. Deputy of Agricultural Extention. Extentional Pub (In Persian)

Khosravani A, Rahimi H. 2006. Evaluation of wheat losses for a combine harvesting in Fars province. Journal of Agricultural Engineering Research 6(25): 113-130 (In Persian)

Land Affairs Organization. 2017. Statistical Yearbook. https://laoi.ir/page-theme1402/fa/0/descList-download/043-G9/link

Mirzazadeh A, Abdollahpour SH, Moghadam M. 2011. Effect of design parameters on separation of grainin thresher to minimize separation loss of combine. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 21(3): 1-11 (In Persian)

Rostami S, Lotfalian M, Hosseinzadeh-Samani B. 2018. Assessment and Comparison of Conventional and Straw Walker Combines harvesting Losses in Fars province. Agricultural Mechanization and Systems Research 19: 85-96 (In Persian)

Sabir MS, Iqbal M, Ysin M. 2005. Influence of selected combine and crop parameters on kernel damage and thresh ability of wheat. Pakistan Journal of Agricultural Sciences 42(3-4): 112-116

Shaker M. 2008. Evaluating and technical compering the performance of the new wheat combines harvester with conventional combines. Proceeding of the Third International Conference of Agricultural Machinery Engineering, 18-19 April 2007, Shiraz, Iran (In Persian)

Sharifnasab H, Safari M. 2021. Combine losses for wheat harvesting in Zanjan province. Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery 10(3): 65-74 (In Persian)

Sheikhdavoodi MJ, Houshyar E. 2010. Evaluation of wheat loss using new Holland combine harvester in Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 8(1): 104-108 (In Persian)

Sheraddin B, Ghulan J. 1991. Influence of timing and date of harvest on wheat grain losses. AMA. 22(2): 56-58

Wu W, Wu C. 2018. Optimization of cutting table parameters for Rape Combine Harvester. Journal of Zhejiang University 44: 481–489

Xu H, Peng Z. 2007. Optimization design of main parameters of reel of new type Rape Harvester. Agricultural Equipment Technology 33: 58–59

Yavari A, Pourdad S. 2003. Study the rate of waste in various units of John Deere 955 combine on harvesting Sardari wheat in the Kermanshah province. Proceeding of the First National Conference on Losses of Agricultural Products, 23 September, Tehran, Iran (In Persian)

DOI: 10.22092/idaj.2024.365384.426

Evaluating the effect of combine relative reel speed /forward speed on wheat losses

Gholamreza Ghahramaniyan[1*], Arash Mohammadzadeh[1]

1- Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Maragheh, Iran.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Harvest loss is one of the main challenges in wheat production systems. More than 75% of harvest losses are related to the header loss which is influenced by various factors such as defective cutting blade and unsynchronized speed between the combine forward with reel speed and plant density. The low performance of wheat combine harvesters has always existed and yield losses during harvesting will result in less income for the farmers. Therefore, estimating the amount of harvest losses within different parts of the harvester and determining the factors affecting yield loss according to the actual situation of mechanized wheat harvesting is important for the effective reduction of harvest losses.

Methodology: The Present study was performed at the research station of Dryland Agricultural Research Institute (DARI) located at Maragheh during the 2020-2021 cropping season and 18 dryland winter wheat fields were assessed for estimating harvest loss. The soil tillage system was carried out as minimum tillage and sowing rate was 380 plant m-2. Harvest losses were measured separately for head losses, cleaning losses, and beating losses. John Deere 1055 and 955 combine harvesters were evaluated in this study. Seasonal services of the harvesters were performed before the experiment and its technical health was ensured. Each plot area was 120 m2 that the head losses and yield estimation were evaluated in half of the plot (60 m2) and the other half of the plot was devoted to the estimation of cleaning and beating losses. Also, to determine the effective factors in the rate of losses of different units, forward speed, linear speed of the Reel, spike density, crop yield, and grain moisture were measured at the harvest time.

Research findings: The results showed that the loss of cutting unit had the largest share of harvest loss with 89%. By implementing the correct settings of the cleaning and beating units and choosing the right harvest time, as well as choosing reel speed (RS) in accordance with the forward speed (FS), the head loss was reduced by 0.45% and the total loss was reduced by 0.51%. Head losses increased with a decreasing ratio of RS/FS (V_2/V_1) and the lowest head loss was obtained at a relative speed (V_2/V_1) of 1.6-1.8. By reducing the FS to 2 km/h and increasing the relative speed (V_2/V_1) to values greater than 2, as well as by reducing the relative speed to 1.36, head losses increased sharply. In other words, by adjusting the FS according to the spike density and stabilizing the relative speed (V_2/V_1) in the allowed limit (1.6-1.8), as well as making the correct adjustments of the winnowing and threshing system, the losses of the combine were reduced to less than 1%. To reduce the losses of the cutting unit, it is necessary to design and install the relative speed (V_2/V_1) stabilization system for grain harvesters.

***Key words*:** Head losses, Cleaning and beating losses, Reel/forward relative speed

* Corresponding author: ghahraman99@yahoo.com
Submit date: 2023/03/11 Accept date: 2024/12/26