

## مقاله پژوهشی

## سنجش میزان ضایعات گندم در کشور هنگام برداشت با کمباین‌های کاه‌کوب

محمدعلی رستمی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا بختیاری<sup>۲</sup>، محمد جعفری<sup>۳</sup>، فردین رنجبر<sup>۴</sup>، مسعود زابلستانی<sup>۵</sup>،  
هومن شریف‌نسب<sup>۶</sup>، محمود صفری<sup>۷</sup> و کریم گرامی<sup>۸</sup>

۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸- به ترتیب: دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس؛ دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان؛ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان؛ استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود؛ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی؛ دانشیاران پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ و مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران  
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۸

## چکیده

این پژوهش برای بررسی عملکرد فنی کمباین کاه‌کوب، تعیین نوع و سهم هر یک از عوامل مؤثر بر میزان تلفات دانه، و بررسی اقتصادی جایگزینی کمباین معمولی با کمباین کاه‌کوب اجرا شد. در این تحقیق ۱۰۰ دستگاه کمباین کاه‌کوب به روش نمونه‌گیری تصادفی و در حال کار در مزارع کشاورزان بازدید، بررسی، اندازه‌گیری و نمونه‌برداری شد. افزون بر اندازه‌گیری شاخص‌های فنی شامل سرعت پیشروی و ظرفیت مزرعه‌ای، اطلاعات مربوط به شرایط مزرعه و محصول، نوع، عمر و سوخت مصرفی کمباین‌ها، مساحت مزرعه، میزان برداشت کاه در مزارع و داده‌های اقتصادی شامل انواع هزینه‌ها و درآمدها با مصاحبه رو در رو با کشاورزان و مالکان کمباین‌ها و تکمیل پرسش‌نامه گردآوری شد. نتایج تحقیق نشان داد ظرفیت مزرعه‌ای کمباین کاه‌کوب به طور میانگین ۰/۳۸ هکتار در ساعت و میزان مصرف سوخت در کمباین‌های مورد مطالعه ۱۴/۰۱ لیتر در ساعت یا ۳۷/۱ لیتر در هکتار است. میانگین کل تلفات کمباینی و طبیعی گندم در مرحله برداشت ۵/۰۵ درصد است که سهم تلفات طبیعی و کمباینی به ترتیب ۱/۲۸ و ۳/۷۷ درصد ثبت شد. از بین فاکتورهای مورد مطالعه، فقط تلفات فرآوری در کمباین کاه‌کوب با کمباین معمولی تفاوت معنی‌دار داشت و سایر فاکتورها یعنی تلفات کل، تلفات کمباینی، تلفات پلتفرم، ظرفیت مزرعه‌ای و سرعت پیشروی اختلاف معنی‌دار نداشتند. به طور کلی این نتیجه به دست آمد که استفاده از کمباین‌های کاه‌کوب به جای کمباین‌های معمولی موجب افزایش درآمد خالص کشاورزان و کمباین‌داران به ترتیب به میزان ۳۱۷۵۲۲۰ و ۲۴۴۸۸۴۰ ریال در هکتار می‌شود.

## واژه‌های کلیدی

تلفات دانه، کمباین کاه‌کوب، گندم

محصولات کشاورزی است و بخش مهمی از تلفات

مقدمه

محصول در این مرحله اتفاق می‌افتد. در دهه اخیر،

مرحله برداشت یکی از مهم‌ترین مراحل تولید

به ترتیب ۲/۵۵ و ۱/۲۷ درصد گزارش شده است (Dehghan et al., 2018).

در تحقیقی روی کمباین کاه‌کوب در سه استان کرمان، فارس و همدان میزان افت کمی و کیفی دانه گندم و سود و زیان اقتصادی برداشت گندم با این کمباین از منظر کشاورزان و کمباین‌داران بررسی و نشان داده شد مقدار کل تلفات کمباینی (مجموع تلفات سکوی برش و واحد فرآوری) در کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی به ترتیب ۴/۹۱ و ۲/۸۴ درصد است. میانگین تلفات دانه در سکوی برش کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی به ترتیب ۲/۴۵ و ۱/۸ درصد و تلفات دانه در واحد کوبنده کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی نیز به ترتیب ۲/۴۶ و ۱/۰۴ درصد به دست آمد. نتایج پژوهش نشان داد که آسیب وارد شده به دانه‌ها در کمباین معمولی کمتر است تا در کمباین کاه‌کوب و درصد جوانه‌زنی بذرها در کمباین کاه‌کوب و معمولی به ترتیب ۹۱ و ۹۵ درصد گزارش شد. بر پایه نتایج به دست آمده توصیه شده است این کمباین‌ها برای برداشت مزارع بذری استفاده نشوند. استفاده از این کمباین، به‌جای کمباین معمولی، درآمد خالص کشاورزان و کمباین‌داران را به دلیل افزایش میزان برداشت کاه در هکتار، حذف هزینه به‌کارگیری بیلر و بسته‌بندی کاه و بالا بودن قیمت کاه، افزایش می‌دهد (Rostami et al., 2019).

در یک تحقیق با اندازه‌گیری میزان تلفات کمباین‌های معمولی و کاه‌کوب از نوع جان‌دیر و کلاس نشان داه شد که مجموع تلفات برداشت کمباین کاه‌کوب با تلفات برداشت کمباین معمولی در هر دو نوع کمباین کلاس و جان‌دیر اختلاف معنی‌داری دارند. بیشترین تلفات کمباین کاه‌کوب جان‌دیر در بخش مخزن کاه و به میزان

با اعمال تغییرات در کمباین‌های معمولی، کمباین‌های جدیدی تحت عنوان کمباین کاه‌کوب در کشور به بازار عرضه شده‌اند که هر ساله تعداد آن‌ها در حال افزایش است. در برداشت گندم با کمباین معمولی، کاه از پشت کمباین بیرون می‌ریزد و برای جمع‌آوری و مصرف کاه مراحل طی می‌شود مانند به‌کار گرفتن ریک و بیلر (هرچند گاهی بدون به‌کارگیری ریک، بیلر به‌طور مستقیم کاه را بسته‌بندی می‌کند)، جمع‌آوری بسته‌ها با تریلر و انتقال بسته‌ها به انبار، باز کردن بسته‌ها و خرد کردن کاه با خرمن‌کوب. اما در برداشت گندم با کمباین کاه‌کوب چون کاه در داخل واحد کوبنده کمباین خرد و در مزرعه تخلیه می‌شود مراحل ریک، بسته‌بندی و خرد کردن کاه حذف می‌شود و کشاورزان کاه تخلیه شده روی زمین را به صورت فله یا بارگیری در داخل گونی به انبار منتقل و برای مصرف دام انبار می‌کنند. در این پژوهش برخی پارامترهای فنی مربوط به کمباین کاه‌کوب و میزان هدر رفتن کمی و افت کیفی دانه گندم در واحدهای مختلف این کمباین اندازه‌گیری و برداشت گندم با این نوع کمباین از لحاظ اقتصادی ارزیابی شد.

تولید گندم در کشور در سال ۱۴۰۱ حدود ۱۳۲۸۰۰۰۰ تن گزارش شده است (Ahmadi et al., 2017). مقدار تولید کاه گندم بسته به رقم آن، نوع کشت و شرایط رشد حدود ۰/۸ تا ۱/۵ برابر تولید دانه در هر هکتار است (Tavakkoli, 2013).

نتایج یک پژوهش ملی در ۲۱ استان کشور نشان داد که مجموع کل تلفات (کمباینی و طبیعی) برداشت گندم آبی و دیم با کمباین‌های معمولی در کشور ۳/۸۲ درصد است. سهم تلفات کمباینی و طبیعی از کل تلفات ایجاد شده

برش کمباین ۱۰ سانتی‌متر به ترتیب به میزان ۳/۸ و ۲/۷ درصد به دست آمد. کمترین میزان دانه وارد شده به مخزن کاه در سرعت پیشروی ۱/۵ کیلومتر در ساعت، عملکرد ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و ارتفاع شانه برش ۲۰ سانتی‌متر به میزان ۰/۵۶ درصد و کمترین تلفات کل کمباین در این تیمار ۰/۷۶ درصد بود (Rasheh et al., 2016).

در یک پژوهش اثر استفاده از واحد تمیزکن خلالتی در کمباین‌های کاه‌کوب روی کیفیت برداشت گندم بررسی و عملکرد این کمباین با عملکرد دو کمباین جان دیر ۱۰۵۵ و کلاس در دو سرعت دورانی کوبنده ۶۵۰ و ۷۵۰ دور در دقیقه مقایسه شد. نتایج نشان داد ظرفیت مزرعه‌ای برای دو نوع کمباین معمولی و کمباین کاه‌کوب به ترتیب ۰/۹۶، ۰/۹ و ۰/۳ هکتار است. نتایج بیانگر این است که یکی از دلایل علاقه کشاورزان به کمباین کاه‌کوب کاهش هزینه برداشت کاه، به رغم پایین بودن ظرفیت مزرعه‌ای این کمباین است (Ghahramanian, 2014).

پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که طی دو دهه گذشته، برخلاف کمباین‌های کاه‌کوب، تحقیقات زیادی روی میزان تلفات و منشأ آن در کمباین‌های رایج (معمولی غیر کاه‌کوب) اجرا و نتایج آن گزارش شده است. از مهم‌ترین این پژوهش‌ها بررسی تلفات گندم در کمباین‌هاست که دهقان و همکاران (Dehghan et al., 2018) در ۲۲ استان کشور در سال ۱۳۹۷ به انجام رساندند و یک گروه پژوهشی ۱۱۷ نفره داده‌های متعددی در خصوص این کمباین استخراج کرده‌اند. اما در خصوص میزان تلفات گندم در کمباین‌های کاه‌کوب، پارامترهای فنی و ارزیابی اقتصادی جایگزینی کمباین‌های معمولی با کمباین کاه‌کوب در سطح ملی کار پژوهشی مؤثری نشده

۴/۱۶ درصد و در کمباین کاه‌کوب کلاس در واحد کوبش و جدایش به میزان ۸/۱۳ درصد بود که در هر دو مورد با کمباین معمولی مورد مقایسه خود (به ترتیب ۴/۴ و ۲/۳ درصد) اختلاف معنی‌دار داشتند (Rostami et al., 2018).

بررسی‌های میدانی و تجزیه و تحلیل آماری روی کمباین جان دیر ۹۵۵ معمولی و کاه‌کوب در دو سطح رطوبت دانه ۱۲ و ۱۹ درصد نشان داد که در هر دو سطح رطوبت مورد مطالعه، تلفات انتهای کمباین و میزان شکستگی دانه در کمباین کاه‌کوب کمتر است تا در کمباین معمولی. در این پژوهش توانایی کار کمباین کاه‌کوب در رطوبت بالای دانه و کاهش هزینه کارگری و حمل و نقل برای جمع‌آوری و خرمن‌کوبی کاه از جمله موارد برتری کمباین کاه‌کوب نسبت به کمباین معمولی گزارش شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کمباین کاه‌کوب موجب کاهش هزینه و تلفات برداشت شده است و استفاده از این نوع کمباین توصیه شد (Gheleshkhani, 2017).

در یک پژوهش تأثیر سرعت پیشروی کمباین در سه سطح (۱/۵، ۲ و ۲/۵ کیلومتر در ساعت) و ارتفاع برش هد کمباین از سطح زمین در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر)، در مزارع با عملکردهای متفاوت (۴۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۶۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر تلفات دانه در کمباین کاه‌کوب کردستان (k130) در سکوی برش، کوبنده و جداکننده بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارهای سرعت، ارتفاع شانه برش و عملکرد بر تلفات دانه در هر سه بخش مورد مطالعه اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد دارد. بیشترین تلفات کل کمباین و تلفات انتهای کمباین در سرعت پیشروی ۲/۵ کیلومتر در ساعت، عملکرد مزرعه ۶۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و ارتفاع

### روش اندازه‌گیری تلفات دانه

برای اندازه‌گیری تلفات کل کمباین کاه‌کوب، میزان تلفات طبیعی، تلفات دماغه و تلفات فرآوری اندازه‌گیری شد. تلفات طبیعی یا تلفات قبل از برداشت، بر اثر عوامل خارجی مانند باد، حشرات، پرندگان، حیوانات و باران به وجود می‌آید. برای اندازه‌گیری این تلفات، قبل از اینکه کمباین وارد مزرعه شود، با انداختن یک قاب چوبی به ابعاد  $0/5 \times 0/5$  متر، به طور تصادفی، در ۶ نقطه از مزرعه و جمع‌آوری دانه‌ها و خوشه‌های موجود در قاب چوبی و توزین دانه خالص جدا شده از آن‌ها، مقدار تلفات در هکتار محاسبه شد. نقاط نمونه‌برداری یاد شده دور از حاشیه و در نزدیکی مسیر ارزیابی کمباین بودند. در هریک از ۶ نقطه، کادر به آرامی بر زمین گذاشته شد تا خوشه‌ای نشکند و دانه‌ای از محصول بر زمین نریزد. همه خوشه‌های ایستاده درون کادر (که با کمباین قابل برداشت هستند) با قیچی یا داس به آرامی و بدون ریزش بریده و در یک کیسه جمع‌آوری شدند (خوشه‌های هر ۶ نمونه در یک کیسه ریخته شد). همه دانه‌ها و خوشه‌هایی که قبلاً و به صورت طبیعی روی زمین ریخته بودند از درون کادر جمع‌آوری و در کیسه‌ای دیگر قرار داده شدند (خوشه‌ها و دانه‌های بر زمین ریخته در هر ۶ نمونه در یک کیسه ریخته شدند). دانه‌های خالص در هر یک از کیسه‌ها از خوشه‌ها جدا سازی، تمیز و توزین شدند. درصد تلفات طبیعی با رابطه ۱ محاسبه شد:

$$P_n = \frac{W_b}{W_a + W_b} \times 100 \quad (1)$$

که در آن،

$P_n$  = درصد تلفات طبیعی؛  $W_a$  = وزن مجموع دانه‌های موجود در بوته‌های ایستاده که قابل برداشت با

است. این کمباین جدید است و بررسی‌ها نشان می‌دهد در کشورهای خارجی نیز نمونه آن مشاهده نمی‌شود. از این‌رو در این تحقیق عملکرد فنی کمباین کاه‌کوب، میزان و منشأ تلفات دانه و سود و زیان اقتصادی استفاده از این کمباین‌ها برای کشاورز و کمباین‌داران در سطح کشور بررسی گردید.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۹۸ در ۹ استان کشور (آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اصفهان، زنجان، فارس، کردستان، کرمانشاه، لرستان و همدان) به اجرا درآمد. تعداد کمباین‌های مورد بررسی ۱۰۰ دستگاه بود که به روش نمونه‌گیری تصادفی و در حال کار در مزارع کشاورزان مورد بازدید، بررسی و نمونه‌برداری قرار گرفتند. علاوه بر این، اطلاعات مربوط به شرایط مزرعه شامل رقم، مساحت مزرعه، روش خاک‌ورزی و کاشت، تاریخ کشت، پهنای کرت‌ها یا نوارهای کشت و ارتفاع برداشت با کمباین از سطح زمین در فرم‌های ویژه ثبت گردید. با رانندگان کمباین‌ها، کشاورزان و کارشناسان ناظر مزارع نیز به صورت حضوری مصاحبه شد و پرسشنامه‌های مربوط تکمیل گردید. از سطوح برداشت شده، خروجی‌های کمباین‌ها، مخزن دانه و مخزن کاه برای تعیین درصد تلفات دانه در پلتفرم، واحد کوبنده و رطوبت دانه و میزان جوانه‌زنی در مخزن نمونه‌برداری شد. در سطوح برداشت نشده نیز برای تعیین عملکرد دانه و درصد تلفات طبیعی نمونه‌برداری شد. کمباین‌های مورد بررسی شامل ۸۸ دستگاه انواع کمباین جان دیر (۹۵۵، ۱۰۵۵ و ۱۱۶۵)، ۶ دستگاه کمباین کردستان، ۳ دستگاه کمباین برزگر همدان و ۳ دستگاه سایر کمباین‌ها بود.

تلفات سکوی برش و تلفات طبیعی است. با کسر تلفات طبیعی، میزان تلفات سکوی برش معین می‌شود. درصد تلفات دماغه با رابطه ۳ محاسبه شد:

$$P_c = \frac{W_q \times 1000}{Y_t \times n \times A_k} - P_n \quad (3)$$

که در آن،

$P_c$  = درصد تلفات دماغه؛  $n$  = تعداد دفعات کادر اندازی (۶ بار)؛  $W_q$  = وزن مجموع دانه‌های جمع شده در کیسه (شامل مجموع دانه ۶ بار کادر اندازی) (گرم)؛  $Y_t$  = کل دانه تولید شده در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار)؛  $A_k$  = مساحت کادر نمونه‌برداری (مترمربع) (در اینجا ۰/۲۵ مترمربع)؛ و  $P_n$  = درصد تلفات طبیعی دانه.

تلفات فرآوری شامل دانه‌هایی است که در واحدهای کوبنده و جداکننده به صورت سالم و شکسته با کاه مخلوط و به مخزن کاه در کمباین کاه‌کوب وارد می‌شوند. برای اندازه‌گیری تلفات فرآوری، مخزن کاه کمباین کاه‌کوب کاملاً تخلیه شد و کمباین به طول ۱۵ متر برای برداشت محصول حرکت کرد. عرض کار مؤثر و میزان پیشروی کمباین در حین برداشت با متر اندازه‌گیری و ثبت شد. با پایان یافتن کار برداشت، کمباین متوقف و یک گونی به ابعاد ۳ در ۴ متر در عقب کمباین پهن‌گردید و همه محتویات داخل مخزن روی آن ریخته شد. دانه از کاه به صورت ابتدایی در مزرعه جداسازی شد و باقیمانده کاه و دانه در گونی‌هایی تخلیه و به آزمایشگاه منتقل شدند تا به صورت نهایی جداسازی شود. کل دانه‌های سالم و شکسته از کاه، جدا و توزین و درصد تلفات فرآوری با رابطه ۴ محاسبه شد.

کمباین هستند (دانه‌های ۶ نمونه) (گرم)؛ و  $W_b$  = وزن دانه‌هایی که قبل از ورود کمباین به مزرعه ریزش کرده‌اند (شامل مجموع دانه‌های ۶ نمونه) (گرم). برای محاسبه عملکرد مزرعه در واحد سطح از رابطه ۲ استفاده شد:

$$Y_t = \frac{10 \times (W_a + W_b)}{n \times A_k} \quad (2)$$

که در آن،

$Y_t$  = عملکرد مزرعه در واحد سطح (کیلوگرم بر هکتار)؛  $W_b$  = وزن دانه‌های ریزش کرده قبل از ورود کمباین به مزرعه (شامل مجموع ۶ نمونه) (گرم)؛  $W_a$  = وزن کل دانه‌های قابل برداشت با کمباین (شامل مجموع ۶ نمونه) (گرم)؛  $n$  = تعداد دفعات کادر اندازی (در اینجا برابر ۶ است)؛ و  $A_k$  = مساحت کادر نمونه‌برداری (مترمربع) (در اینجا ۰/۲۵ مترمربع).

تلفات دماغه (سکوی برش) شامل خوشه‌ها و دانه‌هایی است که قبل از ورود محصول به واحد کوبنده کمباین، به دلیل کارکرد نامناسب اجزای دماغه مانند شکستگی تیغه‌های شانیه برش، سرعت دوران کم یا زیاد چرخ‌وفلک، زاویه نامناسب ورود پرها یا انگشتی‌های چرخ‌وفلک در بین خوشه‌ها، فاصله نامناسب عمودی یا افقی چرخ‌وفلک از تیغه برش و غیره روی زمین می‌ریزند. برای تعیین تلفات دماغه (سکوی برش) در ۶ نقطه از مزرعه که توسط کمباین برداشت شده، کادر ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی روی زمین انداخته و دانه‌ها و خوشه‌های درون آن جمع‌آوری و درون یک پاکت ریخته شدند. محتویات پاکت به آرامی کوبیده و دانه‌ها از خوشه جدا شدند. وزن دانه‌های درون پاکت بیانگر مجموع

$$P_r = \frac{W_t \times 1000}{Y_t \times A} \quad (۴)$$

تعداد اولیه بذره‌های مورد آزمایش، توان جوانه‌زنی بذر به صورت درصد محاسبه گردید.

تلفات کل شامل مجموع تلفات طبیعی، تلفات دماغه و تلفات کوبنده است. تلفات دانه اگرچه در واحدهای مختلف کمباین به صورت جداگانه ثبت می‌شود اما تلفات کل برداشت نیز برای کمباین‌های مورد مطالعه محاسبه شد. برای محاسبه تلفات کمباینی در کمباین کاه‌کوب مجموع میزان تلفات دماغه و تلفات کوبنده به عنوان تلفات کمباینی و با افزودن تلفات طبیعی دانه به آن تلفات کل برداشت محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری سرعت پیشروی کمباین‌ها، ۳۰ متر مسافت از مزرعه نشانه‌گذاری و زمان مورد نیاز برای پیمودن این مسافت توسط کمباین با کورنومتر ثبت شد. با در دست داشتن مسافت و زمان، سرعت پیشروی کمباین محاسبه شد.

ظرفیت مزرعه‌ای کمباین با اندازه‌گیری عرض کار مفید و تئوریک، سرعت پیشروی، زمان‌های تلف شده برای تخلیه مخزن، استراحت راننده و خرابی‌های احتمالی کمباین محاسبه شد. در روش دوم ظرفیت مزرعه‌ای در مصاحبه با راننده کمباین استخراج گردید.

برای بررسی وضعیت مزارع، کمباین‌ها، رانندگان، کشاورزان، هزینه و درآمد کشاورزان و کمباین‌داران فرم‌هایی طراحی شد که نتایج مصاحبه با کشاورزان، کمباین‌داران، کارشناسان و اندازه‌گیری‌هایی که محققان در مزرعه انجام داده‌اند برای هر کمباین به صورت جداگانه در آن‌ها یادداشت شد.

### روش ارزیابی اقتصادی برداشت با کمباین کاه‌کوب

برای ارزیابی اقتصادی برداشت با کمباین‌های کاه‌کوب، هزینه ثابت و متغیر خرید، سرویس و

که در آن،  $P_r$  = درصد تلفات فرآوری؛  $W_t$  = وزن مجموع دانه‌های جمع شده در نمونه (گرم)؛  $Y_t$  = کل دانه تولید شده در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار)؛ و  $A$  = مساحت برداشت شده با کمباین در حین آزمایش (مترمربع).

هم‌زمان با اندازه‌گیری تلفات دانه در واحدهای مختلف کمباین، مقداری گندم به صورت تصادفی از مخزن دانه در کمباین کاه‌کوب برداشت و نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از آن جدا شد. از نمونه‌ها همه مواد خارجی و کاه و کلش به عنوان ناخالصی و دانه‌های شکسته یا ترک برداشته و به طور کلی به لحاظ ظاهری آسیب‌دیده به عنوان افت کیفی جدا و هر یک به طور جداگانه وزن شد. نسبت وزن ناخالصی‌ها به وزن کل نمونه ضربدر صد به عنوان درصد ناخالصی و نسبت وزن دانه‌های آسیب‌دیده به وزن کل نمونه ضربدر صد به عنوان درصد خردشدن دانه در نظر گرفته شد.

با توجه به تفاوت شیوه کوبیدن دانه در دو کمباین معمولی و کاه‌کوب و کوبیدن شدیدتری که در واحد کوبنده کمباین کاه‌کوب دیده می‌شود، بررسی آسیب‌های داخلی دانه بسیار مهم است. برای تعیین میزان آسیب‌های مرئی و نامرئی وارد شده بر دانه، در اثر ضربه‌های مکانیکی و تأثیر این‌گونه ضربه‌ها بر قوه نامیه بذر، نمونه‌های ۱۰۰ عددی دانه گندم تهیه و آزمایش تعیین درصد جوانه‌زنی در مورد آن‌ها اجرا شد. برای تعیین درصد قدرت جوانه‌زنی، نمونه‌ها ابتدا ضدعفونی گردیدند و پس از آن در محیط ژرمیناتور تحت شرایط کنترل‌شده نور، دما و رطوبت نگهداری شدند. پس از گذشت چند روز، تعداد بذره‌های جوانه‌زده شمرده شد و با توجه به

هکتار، بلندی مرزها ۱۵/۴ سانتی‌متر و پهنای کرت‌ها ۸/۶۸ متر برآورد شد. همواری سطح زمین در ۴۱ درصد از مزارع خوب، در ۵۷ درصد متوسط و در ۲ درصد بد برآورد شد. در ۵۵ درصد از مزارع، مبارزه با علف هرز خوب و در ۳۴ درصد وضعیت متوسط بوده است، و در ۱۱ درصد مزارع به علت ناآگاهی کشاورز یا در دسترس نبودن سم، با علف هرز مبارزه نشده است. لازم است یادآوری شود کمباین‌های کاه‌کوب نسبت به علف هرز موجود در مزارع حساسیت بالایی دارند و در مزارعی که علف هرز وجود دارد، به خصوص هنگامی که علف‌های هرز هنوز سبز باشند، تلفات دانه بالا می‌رود. اما تجربیات کارشناسان و کشاورزانی که در این پژوهش با آن‌ها مصاحبه شده است نشان می‌دهد برداشت گندم مزارع آلوده به علف هرز، به ویژه هنگامی که علف‌ها خشک باشند، با کمباین‌های کاه‌کوب در مقایسه با کمباین‌های معمولی، این مزیت را دارد که اولاً کاه بیشتری نصیب کشاورز می‌شود و ثانیاً بذر علف‌های هرز به جای بیرون ریختن از عقب کمباین و پخش شدن در سطح مزرعه در مخزن کاه جمع‌آوری و به همراه کاه از مزرعه خارج می‌شود. بر اساس نظر کشاورزان، استفاده از کمباین کاه‌کوب برای برداشت مزارع آلوده به علف هرز باعث می‌شود جمعیت علف‌های هرز در سال بعد کاهش یابد.

در ۴۷ درصد از مزارع مورد بررسی بقایای محصول قبلی حفظ شده بود. اما این موضوع به معنای اجرای خاک‌ورزی حفاظتی نیست زیرا در بسیاری از موارد، بقایای محصول قبل مورد چرای دام قرار گرفته یا همراه خاک‌ورزی بعدی به زیر خاک رفته‌اند. در ۳۴ مزرعه مورد بررسی، گندم به روش‌های مختلف آبیاری شده و ۶۶ مزرعه به صورت

دیم کشت شده بود. در ۹۲ درصد از مزارع مورد

نگهداری و برداشت با کمباین و منافع آن شامل ارزش میزان ضایعات کاسته شده، کاه به دست آمده، زمان صرفه‌جویی شده و سایر پارامترهایی که قابل کمی کردن و ارزش‌گذاری هستند جمع‌آوری شد و با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی ارزیابی اقتصادی پروژه صورت گرفت. محاسبات مربوط به هزینه و درآمد کمباین کاه‌کوب از دیدگاه منافع کشاورزان و کمباین‌داران به انجام رسید. برای کشاورزان کاهش احتمالی در ضایعات کمی و کیفی و ارزش‌افزوده کاه به عنوان منافع در نظر گرفته می‌شود و افزایش اجاره‌بهای پرداختی نسبت به کمباین معمولی (غیر کاه‌کوب) هزینه خواهد بود. از دیدگاه کمباین‌داران اجاره‌بها از محاسبات حذف می‌شود و استفاده از کمباین هنگامی اقتصادی خواهد بود که درآمد ناخالص (اجاره به ازای هر هکتار یا هر ساعت) به دست آمده بیش از هزینه‌های ثابت و جاری برداشت با این کمباین‌ها باشد.

## نتایج و بحث

در این پژوهش، ۱۰۶ نوع اطلاعات مختلف در خصوص ۱۰۰ کمباین مورد بررسی، کشاورزان، کمباین‌داران، رانندگان، مزارع و منطقه‌ای، که کمباین در حال برداشت محصول بوده است، اندازه‌گیری و محاسبه گردید یا از کشاورزان، کمباین‌داران، رانندگان و کارشناسان پرسش و ثبت شد. این اطلاعات برای ارزیابی تلفات دانه در کمباین‌ها، وضعیت فنی کمباین‌ها، وضعیت مزارع، کشاورزان، رانندگان و ارزیابی اقتصادی برداشت گندم با کمباین کاه‌کوب به کار گرفته شدند.

## وضعیت مزارع مورد بررسی و محصول گندم در این

### مزارع

میانگین مساحت مزارع مورد بررسی ۸/۸۲

بررسی، عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار و سپس دیسک، لولر یا کولتیواتور (پنجه‌غازی) به کار گرفته شده بود و تنها در ۳ درصد از مزارع، خاک‌ورز مرکب و در ۵ درصد از مزارع گاوآهن قلمی یا دیسک استفاده شده بود.

### ویژگی‌های کشاورزان و رانندگان کمباین‌های مورد

#### بررسی

میانگین سن کشاورزانی که مزارع آن‌ها بررسی شد ۴۵/۳ سال و میانگین سن رانندگان ۳۳/۲ سال بود. از نظر تحصیلات، ۸۵ درصد کشاورزان زیردیپلم (بی‌سواد، تحصیلات ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان)، ۸ درصد دیپلم و فوق‌دیپلم و ۷ درصد لیسانس و فوق‌لیسانس داشتند. کمباین‌داران نیز ۲ درصد دارای مدرک لیسانس، ۴ درصد فوق‌دیپلم، ۲۱ درصد دیپلم و ۷۳ درصد دارای تحصیلات ابتدایی، راهنمایی یا دبیرستان بوده‌اند.

#### وضعیت کمباین‌های مورد بررسی

نتایج به دست آمده نشان داد که از میان ۱۰۰ کمباین مورد بررسی تنها ۱ مورد دارای نمایشگر تلفات دانه بود، ۳۷ درصد از کمباین‌ها دارای تجهیزات کنترل سرعت چرخ‌وفلک، ۵۹ درصد دارای کنترل سرعت کوبنده و ۲۱ درصد دارای کیلومتر شمار و بقیه فاقد این سامانه‌ها بوده یا سامانه‌های آن‌ها خراب بوده‌اند. جهت حرکت کمباین در ۹۱ درصد از موارد مناسب بوده است و درزبندی بدنه کمباین در ۹۵ درصد موارد مناسب تشخیص داده شد. از نظر زمان برداشت محصول، در ۷۹ درصد موارد، برداشت به موقع بوده و در ۲۱ درصد از مزارع، برداشت با تأخیر همراه بوده است. هشتاد درصد از کمباین‌ها کارت معاینه فنی داشته‌اند و ۲۰ درصد فاقد آن بوده‌اند. به رغم داشتن کارت معاینه فنی، به طور میانگین در هر کمباین ۰/۷۵ تیغه

شکسته وجود داشت. به عبارتی در هر ۴ کمباین ۳ تیغه شکسته مشاهده شده است. تیغه شکسته باعث افزایش تلفات دانه در پلتفرم می‌شود. ارتفاع برداشت محصول ۱۴/۸ سانتی‌متر و میانگین عمر کمباین‌های مورد بررسی ۱۶/۹ سال بود که نشان می‌دهد ناوگان کمباین‌های کاه‌کوب در کشور عمر بالایی دارند و این موضوع به دلیل تبدیل کمباین‌های قدیمی و فرسوده معمولی جان‌دیر به کمباین کاه‌کوب در کارگاه‌هاست. از کل کمباین‌های مورد بررسی، ۷۴ درصد آن‌ها عمر بالای ۱۳ سال، ۱۴ درصد عمر بین ۵ تا ۱۳ سال و ۱۲ درصد عمر کمتر از ۵ سال داشتند.

#### وضعیت کاه‌گندم برداشت شده با کمباین‌های کاه‌کوب

بر اساس نظر کشاورزان، کاه‌گندم اگر برای تغذیه گوسفند استفاده شود باید کاملاً خرد شود ولی برای تامین علوفه گاو می‌توان از قطعات کاه با ابعاد بزرگ‌تر نیز استفاده کرد زیرا کاه ریز وارد ریه گاو می‌شود ولی گوسفند کاه نرم را بهتر مصرف می‌کند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که در سال ۱۳۹۸، هزینه بیلر کردن هر تن کاه ۱۳۴ هزار تومان و هزینه خرد کردن هر تن کاه ۱۷۱ هزار تومان بوده است. ارزش اقتصادی هر تن کاه‌گندم برداشت شده با کمباین کاه‌کوب در ۹ استان مورد بررسی در این پژوهش ۴۳۵ هزار تومان برآورد گردید. این قیمت مربوط به ۹ استان مورد بررسی است که عمدتاً استان‌های غربی کشور و مناطق سردسیر به شمار می‌روند، در حالی که در استان‌های شرقی و خشک کشور قیمت هر تن کاه تا ۳ برابر این مقدار نیز گزارش شده است (Rostami et al., 2019). میزان کاه برداشت شده در هر هکتار از مزارع آزمایشی ۲۷۷۰ کیلوگرم بود که با در نظر گرفتن میانگین عملکرد دانه در مزارع مورد



بررسی در این پژوهش (۲۹۲۲ کیلوگرم در هکتار)، نسبت کاه به دانه ۰/۹۴ به دست آمد. نتایج بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد کمباین‌های کاه‌کوب به طور میانگین ساقه گندم را از ارتفاع ۱۴/۸ نسبت به سطح زمین برداشت می‌کنند که کمتر از ارتفاع برداشت محصول توسط کمباین‌های معمولی است، در نتیجه میزان برداشت کاه در هکتار توسط کمباین‌های کاه‌کوب بیشتر است تا در کمباین‌های معمولی. در کمباین‌های معمولی توصیه می‌شود برای کاهش تلفات دانه و کارکرد مطلوب الک‌های کمباین، فقط یک‌سوم از ساقه گندم، همراه با خوشه برداشت شده و دوسوم دیگر ساقه روی زمین باقی بماند.

#### ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های کاه‌کوب

میانگین عرض پلتفرم کمباین‌های کاه‌کوب مورد بررسی در این پژوهش ۳/۸۴ متر به دست آمد، در حالی که در کمباین‌های معمولی عرض پلتفرم حدود ۴/۵ متر است. رانندگان کمباین در مزارع متراکم حتی کل عرض پلتفرم را نیز به کار نگرفته و به طور میانگین از ۳/۵۵ متر آن یعنی ۹۲/۵ درصد از عرض پلتفرم بهره گرفته‌اند؛ این موضوع باعث کاهش ظرفیت مزرعه‌ای این کمباین‌ها شده است. سرعت پیشروی کمباین در ۱۰۰ مزرعه مورد بررسی ۱/۹۶ کیلومتر در ساعت محاسبه شده است.

در پژوهشی به صورت ملی در ۲۱ استان کشور روی ۵۳۶ کمباین معمولی، میانگین سرعت پیشروی انواع کمباین معمولی جان دیر (۹۵۵، ۱۰۵۵ و ۱۱۶۵)، انواع کمباین نیوهلند (۵۰۶۰، ۵۰۷۰ و ۵۰۸۰) و کمباین انواع کلاس (توکانو ۳۲۰، ۸۰S و Medion ۳۱۰) در کشور به ترتیب ۲/۵، ۲/۹ و ۳/۳ کیلومتر در ساعت گزارش شده است (Dehghan et al., 2018). بنابراین، میانگین سرعت

جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری سرعت پیشروی در کل کمباین‌های مورد بررسی، کمباین‌های جدید (که اساساً به صورت کاه‌کوب طراحی و ساخته شده‌اند) و کمباین‌های قدیمی را نشان می‌دهد که ابتدا معمولی بوده و بعداً با اعمال تغییراتی به کمباین کاه‌کوب تبدیل شده‌اند. نتایج این جدول نشان می‌دهد که کمباین‌های جدید کاه‌کوب با سرعتی بیشتر (۲/۸۷ کیلومتر در ساعت) و تقریباً معادل آنچه در پژوهش دیگری برای کمباین‌های نیوهلند به دست آمده است گندم را برداشت کرده‌اند (Dehghan et al., 2018). نتایج تحقیق همچنین نشان‌دهنده سرعت بیشتر کمباین‌ها در مزارع دیم (۲/۳۲ کیلومتر در ساعت) نسبت به مزارع آبی (۱/۲۱ کیلومتر در ساعت) است که دلیل آن تراکم کمتر محصول در مزارع دیم است. جدول ۲ نتایج میزان کارکرد سالیانه و ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های کاه‌کوب مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر اساس مصاحبه با کمباین‌داران و رانندگان ۱۰۰ کمباین مورد مطالعه میزان کارکرد سالانه ۱۳۷۳ ساعت به دست آمده است.

جدول ۱- سرعت پیشروی کمباین‌های مورد بررسی در این پژوهش

Table 1- The forward speed of the combines examined in this research

سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت) forward speed (km/h)	نوع و شرایط کار کمباین The type and working conditions of the combine
2.87	New combine harvesters کمباین‌های کاه‌کوب جدید
1.91	Old combine harvesters کمباین‌های کاه‌کوب قدیمی
1.21	Combine harvesters in irrigated fields کمباین‌های کاه‌کوب در مزارع آبی
2.32	Combine harvesters in rainfed fields کمباین‌های کاه‌کوب در مزارع دیم
1.96	Average speed of all combine harvesters میانگین سرعت کل کمباین‌های کاه‌کوب

مزرعه‌ای کمباین‌های کلاس و نیوهلند معمولی است. به عبارت دیگر، کمباین‌های جان دیر در یک ساعت ۱/۸۴ برابر و کمباین‌های کلاس و نیوهلند در یک ساعت ۲/۷۶ برابر کمباین کاه‌کوب از مزارع گندم را برداشت می‌کنند. دلایل پایین بودن ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های کاه‌کوب؛ پایین بودن سرعت پیشروی آن‌ها، در مقایسه با کمباین‌های معمولی، عرض کار کمتر پلتفرم، نسبت به کمباین‌های معمولی، زمان لازم برای تخلیه مخزن کاه، و نیاز به توقف‌های چندباره به دلیل هم‌زمان نبودن پر شدن و تخلیه مخزن دانه و مخزن کاه است.

ظرفیت مزرعه‌ای کمباین کاه‌کوب به طور میانگین ۰/۳۸ هکتار در ساعت برآورد شده است (جدول ۲) که نسبت به ظرفیت مزرعه‌ای انواع کمباین رایج جان دیر (۹۵۵، ۱۰۵۵ و ۱۱۶۵)، انواع کمباین نیوهلند (۵۰۶۰، ۵۰۷۰ و ۵۰۸۰) و انواع کمباین کلاس (توکانو ۳۲۰، ۸۰S و ۳۱۰Medion) در کشور که به ترتیب ۰/۷، ۱/۰ و ۱/۱ هکتار در ساعت به دست آمده است (Dehghan et al., 2018) بسیار کمتر است. ظرفیت مزرعه‌ای کل کمباین‌های کاه‌کوب، ۴۵ درصد کمتر از انواع کمباین‌های معمولی جان دیر و ۶۲ درصد کمتر از ظرفیت

جدول ۲- مدت‌زمان کارکرد و ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های کاه‌کوب مورد بررسی در این پژوهش

Table 2- Duration of operation and field capacity of threshing combines investigated in this research

مقدار Value	صفت مورد بررسی The trait under investigation
1373	مدت‌زمان کارکرد سالانه کمباین کاه‌کوب (ساعت) The annual working time of the combine harvester (hours)
113	مدت‌زمان کار برای برداشت یک هکتار گندم دیم (دقیقه) Working time to harvest one hectare of dry wheat (minutes)
0.53	ظرفیت مزرعه‌ای کمباین کاه‌کوب در مزارع دیم (هکتار در ساعت) Field capacity of combine harvester in rainfed fields (hectares per hour)
186	مدت‌زمان کار برای برداشت یک هکتار گندم آبی (دقیقه) Working time to harvest one hectare of blue wheat (minutes)
0.32	ظرفیت مزرعه‌ای کمباین کاه‌کوب در برداشت گندم آبی (هکتار در ساعت) The field capacity of the straw harvester in harvesting water wheat (hectares per hour)
159	مدت‌زمان کار برای برداشت یک هکتار گندم (آبی و دیم) (دقیقه) Working time to harvest one hectare of wheat (rainy and dry) (minutes)
0.38	میانگین ظرفیت مزرعه‌ای کمباین کاه‌کوب در مزارع گندم (آبی و دیم) (هکتار در ساعت) Average field capacity of the combine harvesters in wheat fields (irrigated and dry) (hectares per hour)

### نتایج بررسی میزان سوخت مصرفی کمباین‌های کاه‌کوب

میزان مصرف سوخت در کمباین‌های کاه‌کوب مورد مطالعه ۱۴/۰۱ لیتر در ساعت به دست آمد. با توجه به ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های کاه‌کوب (۰/۳۸ هکتار در ساعت) میزان مصرف سوخت در هر هکتار مزرعه گندم ۳۷/۱ لیتر به دست می‌آید. میزان مصرف سوخت کمباین‌های کاه‌کوب در پژوهش دیگری به میزان ۵۵ لیتر در هکتار و برای کمباین‌های معمولی ۱۷/۰۸ لیتر در هکتار گزارش شده است (Rostami *et al.*, 2018). افزایش مصرف سوخت برای برداشت یک هکتار گندم در کمباین‌های کاه‌کوب نسبت به کمباین‌های معمولی را می‌توان ناشی از این موارد دانست: کاهش ظرفیت مزرعه‌ای آن‌ها به علت کاهش عرض پلتفرم، حرکت با دنده سنگین‌تر و کاهش سرعت پیشروی، افزایش وزن کمباین به دلیل وجود مخزن کاه و خود کاه، رفت‌وآمدهای مکرر کمباین به محل تخلیه کاه در کنار مزرعه، و انرژی لازم برای خرد کردن کاه.

### مقدار کل تلفات گندم در ۹ استان مورد مطالعه

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، مجموع کل تلفات (کمباینی و طبیعی) برداشت گندم آبی و دیم در این پژوهش ۵/۰۵ درصد است.

سهم تلفات کمباینی و طبیعی از کل تلفات ایجاد شده به ترتیب ۳/۷۷ و ۱/۲۸ درصد و میانگین تلفات طبیعی در گندم آبی و دیم نیز به ترتیب ۰/۷۵ و ۱/۵۷ درصد به دست آمد (جدول ۳). از ۳/۷۷ درصد تلفات کمباینی گندم توسط کمباین‌های کاه‌کوب، ۱/۸۶ درصد آن توسط پلتفرم و ۱/۹۱ درصد آن توسط واحدهای فرآوری کمباین ایجاد شده است. میزان تلفات طبیعی دانه در مزارع دیم کشور حدود ۲/۱ برابر میزان تلفات طبیعی دانه در مزارع آبی است. بیشتر بودن تلفات طبیعی در مزارع گندم دیم نسبت به گندم آبی می‌تواند ناشی از رقم کشت‌شده و شرایط آب و هوایی در مناطق دیم باشد. در پژوهشی دیگر روی کمباین معمولی نیز میانگین تلفات طبیعی در گندم آبی و دیم به ترتیب ۱/۰۶ و ۱/۵۴ درصد گزارش شده است (Dehghan *et al.*, 2018). بر اساس این گزارش میزان تلفات طبیعی دانه در مزارع دیم کشور حدود ۳۱/۲ درصد از مزارع آبی بیشتر است. محققان بالا بودن میزان تلفات طبیعی گندم آبی و دیم در کشور را نیازمند اتخاذ تمهیداتی برای کاهش آن دانسته‌اند. تلفات طبیعی، کمباینی و تلفات کل گندم در کمباین‌های مورد مطالعه به تفکیک در ۹ استان مورد مطالعه در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳- تفکیک منشأ ایجاد تلفات دانه در مزارع گندم در ۹ استان مورد بررسی

Table 3- Separation of the origin of grain losses in wheat fields in 9 investigated provinces

کل تلفات Total loss	کل تلفات کمباینی total combine losses	تلفات فرآوری Processing losses	تلفات پلتفرم platform loss	تلفات طبیعی natural loss	درصد از کل مزارع Percentage of total farms	تعداد کل مزارع نوع کشت گندم Type of wheat cultivation	تعداد کل مزارع Total number of farms
4.86	4.11	2	2.11	0/75	34	مزارع آبی Water fields	100
5.14	3.57	1.89	1.68	1.57	66	مزارع دیم Rainfed farms	

جدول ۴- تلفات دانه در مزارع گندم در ۹ استان مورد بررسی

Table 4- Grain losses in wheat fields in 9 investigated provinces

تلفات کل Total loss	تلفات کمباینی combine losses	تلفات طبیعی natural loss	استان Province
5.34	4.74	0.6	Isfahan
5.27	4.42	0.85	Fars
6.48	3.78	2.7	Kordestan
4.56	3.62	0.94	Kermanshah
4.43	3.19	1.24	Zanjan
4.6	2.38	1.22	Hamadan
4.18	1.98	0.83	East Azarbaijan
4.83	1.98	0.85	Lorestan
5.88	1.52	2.36	West Azarbaijan
5.05	3.77	1.28	The average of the studied provinces

میانگین استان های مورد مطالعه

چرخ‌وفلک در مزارع دیم و آبی به ترتیب ۲/۷ و ۳/۴۳ است. بالا بودن شاخص چرخ‌وفلک نشان‌دهنده بالا بودن سرعت خطی چرخ‌وفلک نسبت به سرعت پیشروی کمباین است که باعث می‌شود خوشه‌ها توسط چرخ‌وفلک از ساقه جدا شوند و روی زمین بریزند.

#### اثر عمر کمباین بر تلفات دانه گندم

کمباین‌های مورد بررسی در این تحقیق به صورت کاملاً تصادفی و در حالی انتخاب شدند که در مزارع کشاورزان در حال کار بودند. میانگین عمر کمباین‌های کاه‌کوب مورد بررسی ۱۶/۹ سال بود. نتایج تحقیق نشان داد که ۲۵ درصد کمباین‌های مورد بررسی دارای عمر کمتر از ۱۰ سال، ۲۰ درصد دارای عمر بین ۱۱ تا ۱۵ سال و ۵۵ درصد آن‌ها دارای عمر بیش از ۱۵ سال بودند (جدول ۵). بر اساس داده‌های این تحقیق، کمترین میزان تلفات دانه گندم به میزان ۳/۶۳ درصد، در کمباین‌های با عمر کمتر از ۱۰ سال و بیشتر از ۱۵ سال و بیشترین آن به مقدار ۴/۵۹ درصد، در کمباین‌های با عمر بین ۱۱ تا ۱۵ سال ایجاد شده است.

#### تلفات برداشت گندم در مزارع آبی و دیم کشور

تفکیک تلفات گندم به مزارع آبی و دیم نشان می‌دهد تلفات کل دانه، به علت بالاتر بودن تلفات طبیعی در مزارع دیم ۰/۲۸ درصد از تلفات مزارع آبی بیشتر است و کل تلفات دانه در مزارع آبی ۴/۸۶ درصد و در مزارع دیم ۵/۱۴ درصد برآورد شده است. اما تلفات کمباینی در مزارع دیم کمتر است تا در مزارع آبی. بیشتر بودن تلفات کمباینی در مزارع آبی نسبت به مزارع دیم ممکن است به دلیل وجود حجم کاه بیشتر در این مزارع باشد که کمباین کاه‌کوب در کوبنده خود زمان بیشتری صرف کوبیدن آن می‌کند و این مسئله باعث افزایش تلفات دانه می‌شود. تاریخچه ساخت کمباین‌های کاه‌کوب نشان می‌دهد این نوع کمباین ابتدا برای مزارع دیم ساخته شده و بعداً در مزارع آبی نیز به کار گرفته شده است. تلفات کمباینی در گندم دیم ۳/۵۷ درصد و در گندم آبی ۴/۱۱ درصد و بنابراین عملکرد این کمباین در مزارع دیم بهتر است. تلفات پلتفرم در مزارع دیم (۱/۶۸) کمتر از تلفات پلتفرم در مزارع آبی است و دلیل آن نزدیک‌تر بودن شاخص چرخ‌وفلک به میزان استاندارد (۱/۲۵-۱/۵) در مزارع دیم است. شاخص

جدول ۵- اثر عمر کمباین بر میزان تلفات کمباینی دانه گندم

Table 5- The effect of the age of the combine on the loss rate of the wheat grain combine

تلفات کمباینی دانه (درصد)			درصد از کل Percent of total	تعداد Number	عمر کمباین Combine life
کل Total	فرآوری Processing	دماغه Head			
3.63	1.89	1.74	25	25	کمتر از ۱۰ سال Less than 10 years
4.59	3.01	1.58	20	20	بین ۱۱ تا ۱۵ سال Between 11 to 15 years
3.89	1.92	1.97	55	55	بیش از ۱۵ سال More than 15 years

## تلفات برداشت گندم بر اساس نوع کمباین

بررسی ۱۰۰ دستگاه کمباین در ۹ استان کشور نشان داد که در بین این کمباین‌ها میانگین کل تلفات کمباینی دانه انواع کمباین‌های جان دیر تبدیل شده به کاه کوب در کارگاه‌ها ۳/۸۹ درصد است در حالی که در انواع کمباین جدید که اساساً به صورت کاه کوب طراحی و ساخته شده‌اند، میانگین کل تلفات کمباینی ۲/۰۳ درصد (۱/۸۶ درصد کمتر) است.

نتایج آزمون تی برای ظرفیت مزرعه‌ای، سرعت پیشروی، تلفات کل برداشت (شامل تلفات کمباینی

و تلفات طبیعی)، تلفات کمباینی (شامل تلفات پلتفرم و تلفات فرآوری)، تلفات پلتفرم و تلفات فرآوری کمباین‌های معمولی و کمباین کاه کوب در جدول ۶ و مقایسه میانگین‌ها در جدول ۷ ارائه شده است. داده‌های مربوط به کمباین معمولی از نتایج به دست آمده در پژوهش دهقان و همکاران (Dehghan, et al., 2018) استخراج شده است.

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که فقط تلفات فرآوری در دو کمباین مورد مقایسه اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد دارند و سایر پارامترهای مورد بررسی تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۶- نتایج آزمون تی برای فاکتورهای مورد مطالعه

Table 6- Results of t-test for the studied traits

اختلاف خطای استاندارد Std. Error Difference	اختلاف میانگین ها Mean Difference	معنی‌داری Sig.	درجه آزادی df	t	
0.60453	-1.21556	0.262	16	-2.011	Total loss تلفات کل
0.34381	-1.24889	0.720	16	-3.633	Total combine losses تلفات کل کمباینی
0.30140	-0.00111	0.416	16	-0.004	Platform loss تلفات پلتفرم
0.13836	-1.24778	0.007	16	-9.018	Processing losses تلفات فرآوری
0.04127	0.32000	0.777	16	7.753	Field Capacity ظرفیت مزرعه‌ای
0.20047	0.54556	0.303	16	2.721	Forward speed سرعت پیشروی

جدول ۷- میانگین، انحراف معیار و میانگین خطا در فاکتورهای مورد مطالعه

Table 7- Mean, standard deviation and Std. Error Mean of studied traits

میانگین خطای استاندارد	انحراف معیار	میانگین	نوع کمباین	فاکتور
Std. Error Mean	Std. Deviation	Mean	Combine Type	
0.49388	1.48165	3.82	کمباین معمولی	تلفات کل برداشت (درصد)
0.34862	1.04585	5.05	کمباین کاه کوب	Total loss (%)
0.25320	0.75959	2.55	کمباین معمولی	تلفات کمباینی (درصد)
0.23258	0.69775	3.77	کمباین کاه کوب	Combine losses (%)
0.23006	0.69017	1.89	کمباین معمولی	تلفات پلتفرم (درصد)
0.19472	0.58415	1.86	کمباین کاه کوب	Platform loss (%)
0.12447	0.37342	0.66	کمباین معمولی	تلفات فرآوری (درصد)
0.06042	0.18125	1.91	کمباین کاه کوب	Processing losses (%)
0.03028	0.09048	0.7	کمباین معمولی	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار در ساعت)
0.02804	0.08413	0.38	کمباین کاه کوب	(Ha/hr) Field Capacity
0.11243	0.33728	2.5	کمباین معمولی	سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت)
0.16598	0.49795	1.96	کمباین کاه کوب	(Km/hr) Forward speed

### میزان شکستگی و جوانه‌زنی دانه گندم برداشت شده با کمباین کاه کوب

میزان شکستگی دانه گندم در مخزن دانه کمباین و میزان جوانه‌زنی بذر از شاخص‌های کیفی بررسی عملکرد کمباین هستند. میزان شکستگی دانه گندم در مخزن کمباین‌های مورد آزمایش ۳/۰۷ درصد و میزان جوانه‌زنی دانه‌ها ۹۴/۱ درصد به دست آمد. گزارش برخی محققان از آزمایش‌های جوانه‌زنی نشان می‌دهد که پاره‌ای از دانه‌های گندم پس از خیس شدن ترک خورده‌اند که ممکن است به دلیل آسیب‌های داخلی دانه‌ها در واحد کوبنده خرمن کوب باشد.

### نتایج بررسی اقتصادی

خشکسالی‌ها باعث شده است در سال‌های متمادی قیمت کاه گندم به شدت بالا رود گاهی، به ویژه در سال‌های دهه ۹۰، درآمد کشاورزان از فروش کاه بیشتر بوده است تا از گندم. از این‌رو استفاده

کشاورزان از کمباین کاه کوب به لحاظ تحویل دادن کاه بیشتر و کاهش هزینه جمع‌آوری برایشان سودآور بوده است. البته این شرایط در چند سال اخیر تعدیل شده و قیمت کاه پایین آمده است. کمباین‌داران هم اگر چه ظرفیت مزرعه‌ای کارشان پایین‌تر است ولی اجرت بیشتری از کشاورزان دریافت می‌کنند که باعث افزایش درآمد آن‌ها شده است. برای بررسی آثار اقتصادی برداشت گندم با کمباین کاه کوب، هزینه‌های ثابت و متغیر و درآمدهای آن‌ها تعیین شد. ضایعات در مرحله برداشت شامل ضایعات کمی و کیفی است. ضایعات کمی ناشی از ریزش دانه گندم از بخش‌های مختلف کمباین است. ضایعات کیفی مربوط به شکستگی دانه در کمباین‌های مختلف است. مشخصات عمومی کمباین شامل میانگین عمر، قیمت خرید در سال مورد مطالعه، عمر مفید و مدت کارکرد سالیانه در جدول ۸ درج شده است.

جدول ۸- مشخصات عمومی کمباین‌های مورد بررسی

Table 8- General characteristics of the examined combines

مدت کارکرد سالیانه (ساعت)	عمر مفید (سال)	قیمت خرید (ریال)	عمر (سال)	نوع کمباین	
Annual working time (hours)	Useful life (years)	Purchase price (Rials)	Life (Year)	Combine type	
1373	10	3260000000	16.9	Straw crusher	کاه کوب
1373	10	3000000000	14.1	Conventional	معمولی

مأخذ: داده‌های پژوهش و (Dehghan *et al.*, 2018)

جابه‌جایی کمباین، هزینه تعمیرات اتفاقی و هزینه تعمیرات اساسی، هزینه جاری در یک هکتار محاسبه شد. در محاسبات، قیمت واقعی پرداختی توسط کمباین‌داران مدنظر قرار گرفت. هزینه‌های تعمیرات و تعویض قطعات بر اساس اطلاعات کسب شده از مالکان کمباین‌ها در تابستان ۱۳۹۸ محاسبه گردید (جدول ۹).

### هزینه جاری و ثابت استفاده از کمباین

تفاوت در مصرف سوخت و زمان سرویس از عوامل مؤثر بر هزینه‌های جاری در کمباین‌هاست. با جمع هزینه‌های سوخت، هزینه سرویس (شامل تعویض روغن و فیلتر روغن، تعویض روغن هیدرولیک و فیلتر هیدرولیک، تعویض فیلتر سوخت و فیلتر هوا و گریس کاری)، هزینه لاستیک، هزینه

جدول ۹- هزینه‌های جاری و ثابت استفاده از کمباین‌ها (ریال در هکتار)

Table 9: Current and fixed costs of using combines (Rials per hectare)

نوع کمباین	هزینه لاستیک	هزینه پرسنلی	هزینه سوخت	هزینه سرویس	هزینه تعمیرات اساسی	هزینه تعمیرات اتفاقی	جمع هزینه‌های		هزینه ثابت	هزینه کل
							جاری	جابه‌جایی		
Combine type	Tire cost	personnel cost	fuel cost	service cost	major repair cost	accidental repair cost	total current cost	moving cost	fixed cost	total cost
کاه کوب straw crusher	103682	689998	110526	134680	397610	219070	128410	1783976	385332	2169308
معمولی Conventional	56284	374570	60000	73110	215840	118920	69710	968434	354600	1323034

مأخذ: داده‌های پژوهش

منافع حاصل از کاهش ضایعات نصیب کشاورزان و افزایش ظرفیت مزرعه‌ای نصیب کمباین‌داران می‌شود (افزایش ظرفیت مزرعه‌ای به معنای امکان برداشت مساحت بیشتر در سال است). جمع این دو رقم نشان‌دهنده منافی است که نصیب اجتماع می‌شود.

### برآورد تفاوت درآمد ناشی از کاهش ضایعات

ضایعات در مرحله برداشت شامل ضایعات کمی و کیفی است. ضایعات کمی ناشی از ریزش دانۀ

نتایج تحقیق نشان داد هزینه جاری استفاده از کمباین‌های کاه کوب ۱۷۸۳۹۷۶ ریال در هکتار است. برای محاسبه هزینه ثابت، قیمت خرید کمباین با نرخ تنزیل ۱۲ درصد به معادل یکنواخت سالانه تبدیل و بر ساعت کارکرد کمباین در سال تقسیم شده است.

### برآورد تفاوت درآمد در کمباین

تفاوت در منافع حاصل از هر کمباین ناشی از تغییر در میزان ضایعات و ظرفیت مزرعه‌ای است.

گندم از بخش‌های مختلف کمباین است. حاصل‌ضرب قیمت فروش گندم در میزان ضایعات، ارزش منافع از دست رفته کشاورزان در اثر ریزش دانه را نشان می‌دهد. کاهش این نوع ضایعات معادل درآمد کسب شده برای کشاورزان است. در این تحقیق، کمباین‌های معمولی بررسی نشدند، از این‌رو برای ایجاد امکان مقایسه کمباین کاه‌کوب و معمولی، از داده‌های گزارش طرح ملی دیگری (Dehghan *et al.*, 2018) و با فرض برداشت مزارع مورد بررسی در این پژوهش با کمباین معمولی استفاده شد. ضایعات کیفی، مربوط به شکستگی دانه در کمباین است. در هنگام فروش گندم به دولت این نوع ضایعات به عنوان افت مفید تلقی می‌شوند و تا سطح ۴ درصد بر قیمت پایه گندم تأثیری ندارد. در جدول ۱۰ نتایج محاسبات مربوط به ارزش ضایعات کمی و کیفی در کمباین‌ها درج شده است.

**برآورد درآمد خالص در کمباین‌ها**

هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم کشاورزان و کمباین‌داران از یک‌طرف و درآمدهای مستقیم و غیرمستقیم از طرف دیگر در جدول‌های ۱۱ و ۱۲ آورده شده است. در این جدول‌ها، خسارت وارد شده به کشاورزان ناشی از ریزش گندم در مرحله برداشت، میانگین ناخالصی وارد شده به مخزن، هزینه بسته‌بندی کاه، هزینه انتقال کاه به مزرعه و هزینه اجاره پرداختی برای کمباین کاه‌کوب آورده شده است.

جدول ۱۰- برآورد ارزش گندم ضایع شده در مرحله برداشت در کمباین معمولی و کاه‌کوب

Table 10- Estimation of the value of wheat wasted in the harvesting stage in conventional combine and thresher

ارزش گندم تلف شده (ریال بر هکتار) The value of wasted wheat (Rials/ha)	وزن دانه تلف شده (کیلوگرم در هکتار) lost seed weight (kg/ha)	عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) Wheat yield (kg/ha)	تلفات دانه (درصد) Grain loss	نوع کمباین Combine type
1872720	110.16	2922	3.77	کاه‌کوب straw crusher
1266687	74.5	2922	2.55	معمولی Conventional

داده‌های پژوهش و (Dehghan *et al.*, 2018)

جدول ۱۱- برآورد اثر ضایعات کیفی بر ارزش گندم در مرحله برداشت

Table 11- Estimating the effect of quality waste on the value of wheat at the harvest stage

خسارت ناشی از ضایعات کیفی (ریال در هکتار) Damage due to quality waste (riyals/ha)	عملکرد گندم در مزارع (کیلوگرم در هکتار) wheat yield in fields (kg/ha)	افزایش یا کاهش قیمت فروش گندم (ریال بر کیلوگرم) increase or decrease in the selling price of wheat (riyals/ kg)	میزان مازاد ضایعات نسبت به سقف مجاز The excess amount of waste compared to the allowed ceiling	ضایعات کیفی گندم (درصد) Qualitative waste of wheat (%)	نوع کمباین Combine type
441514	2922	151.1	+0.93	3.07	کاه‌کوب straw crusher
83569	2922	28.6	+0.22	2.78	معمولی Conventional



جدول ۱۲- هزینه‌ها و درآمدهای ناشی از برداشت با کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی برای کشاورز (ریال بر هکتار)

Table 12- Costs and incomes from harvesting with straw and conventional combine for the farmer (Rials/ha)

مبلغ (ریال بر هکتار) Amount (Rials/ha)		شرح هزینه / درآمد Description of cost/income	نوع هزینه / درآمد Type of cost/income		
کاه‌کوب Straw crusher	معمولی Ordinary				
5760000	2300000	combine rental fee	هزینه اجاره کمباین	Direct cost	هزینه مستقیم
1872720	1266687	grain wasted by the combine	دانه تلف شده توسط کمباین	Indirect cost	هزینه غیرمستقیم
441514	83569	loss due to grain breakage	افت ناشی از شکستگی دانه‌ها		
3500000	5000000	Collecting, baling, sacking and transfer of straw	جمع‌آوری، بسته‌بندی و انتقال کاه		
49674000	49674000	product sales	فروش محصول	Direct gross income	درآمد ناخالص مستقیم
12049500	5950300	Straw sales	فروش کاه	Indirect gross income	درآمد ناخالص غیرمستقیم
11574234	8650256				جمع هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم
61723500	55624300				جمع درآمدهای مستقیم و غیرمستقیم
50149266	46974044				جمع درآمد خالص کشاورز (درآمد منهای هزینه)
		Sum of farmer's net income (income minus expenses)			
+3175222					تغییر درآمد خالص کشاورزان با استفاده از کمباین کاه‌کوب (ریال بر هکتار)
		Change in net income of farmers by using straw crusher combine (Rials per hectare)			

جدول ۱۳- هزینه‌ها و درآمدهای ناشی از برداشت با کمباین کاه‌کوب و معمولی برای مالکین کمباین (ریال بر هکتار)

Table 13- Costs and incomes from harvesting with straw-thresher and conventional combine owners (Rials/hectare)

مبلغ (ریال بر هکتار) Amount (Rials/ha)		مبلغ (ریال بر هکتار) Amount (Rials/ha)	نوع هزینه / درآمد Type of cost/income		
کاه‌کوب Straw crusher	معمولی Ordinary				
385332	354600	fixed cost	هزینه ثابت	Direct cost	هزینه مستقیم
1783976	968434	Current cost	هزینه جاری	Indirect cost	هزینه غیرمستقیم
277916	150860	Depreciation	استهلاک		
40000	2171	Insurance	بیمه		
5760000	2300000	Combine rental	اجاره کمباین	Direct gross income	درآمد ناخالص مستقیم
2487224	1476065	Sum of direct and indirect costs			جمع هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم
5760000	2300000	Sum of direct and indirect incomes			جمع درآمدهای مستقیم و غیرمستقیم
3272776	823935				جمع درآمد خالص مالکان کمباین (درآمد منهای هزینه)
		The total net income of combine owners (income minus expenses)			
+2448841					تغییر درآمد خالص مالکان کمباین با استفاده از کمباین کاه‌کوب (ریال بر هکتار)
		The change in the net income of the owners of straw crusher combine (Rials/ha)			

جدول ۱۴- مقایسه درآمد خالص (درآمد منهای هزینه) کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی برای مالکان کمباین

Table 14- Comparison of net income (income minus cost) of combine harvesters and conventional combine owners

کمباین کاه‌کوب combine Straw crusher	کمباین معمولی Ordinary combine	شرح Description
0.38	0.7	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار در ساعت) Farm capacity (hectares per hour)
16.8	16.8	ساعات کار روزانه (ساعت) Daily working hours (hours)
6.4	11.8	مساحت کارکرد روزانه (هکتار) Daily operation area (hectare)
3272776	823935	درآمد خالص کمباین‌دار (ریال بر هکتار) Net income of the harvester (Rials per hectare)
20945766	9722433	درآمد خالص روزانه کمباین‌دار (ریال) daily net income of the harvester (Rials)
1243655	578716	درآمد خالص کمباین‌دار (ریال بر ساعت) Net income of the harvester (Rials per hour)
1707538315	794577411	درآمد خالص سالانه کمباین‌دار Annual net income of the combine owner
+664939		تفاوت درآمد خالص ساعتی کمباین کاه‌کوب نسبت به کمباین معمولی (ریال بر ساعت) The difference in the net hourly income of the straw-thresher combine compared to the Conventional combine (Rials per hour)
+11223333		تفاوت درآمد خالص روزانه کمباین کاه‌کوب نسبت به کمباین معمولی (ریال بر روز) The difference in the daily net income of the straw-thresher combine compared to the Conventional combine (Rials per day)
+912960904		تفاوت درآمد خالص سالانه کمباین کاه‌کوب نسبت به کمباین معمولی (ریال بر سال) The difference in the annual net income of the straw-thresher combine compared to the Conventional combine (Rials per year)

ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی متفاوت است و در یک روز کاری کل سطح برداشت شده (و به تبع آن درآمد کسب شده) در آن‌ها یکسان نیست، لذا برای مقایسه مالی این کمباین‌ها درآمد خالص آن‌ها در یک روز کاری محاسبه شد (جدول ۱۴).

نتایج جدول ۱۳ و ۱۴ نشان می‌دهد که استفاده از کمباین کاه‌کوب به جای کمباین معمولی باعث افزایش درآمد کشاورز به مبلغ ۳۱۷۵۲۲۲ ریال بر هکتار می‌شود. این افزایش درآمد ناشی از بالاتر بودن کیفیت و کمیت کاه و فروش آن با قیمت بالاتر از یک‌طرف و کاهش هزینه‌های مربوط به بیلر کردن و جمع‌آوری کاه از سطح مزارع است.

از دیدگاه منافع مالی کمباین‌داران، درآمد خالص کمباین کاه‌کوب و معمولی به ترتیب

۱۲۴۳۶۵۵ و ۵۷۸۷۱۶ ریال بر ساعت است. این در حالی است که به دلیل ظرفیت مزرعه‌ای متفاوت این کمباین‌ها، میزان کارکرد و درآمد روزانه آن‌ها متفاوت است و از این رو مقایسه آن‌ها باید به صورت درآمد در روز محاسبه شود. بر این اساس و بر پایه داده‌های حاصل از پژوهش، با در نظر گرفتن ۱۶/۸ ساعت کاری در هر روز، درآمد روزانه کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی به ترتیب ۲۰۹۴۵۷۶۶ و ۹۷۲۲۴۳۳ ریال است و درآمد کمباین‌های کاه‌کوب ۱۱۲۲۳۳۳۳ ریال در روز و ۹۱۲۹۶۰۹۰۴ ریال در سال از درآمد کمباین‌های معمولی بیشتر است (جدول ۱۳). بر اساس این نتایج، جایگزین کردن کمباین‌های معمولی با کمباین‌های کاه‌کوب از نظر مالی برای کمباین‌داران توجیه‌پذیر است.

نتایج آزمون تی برای فاکتورهای مهم اقتصادی کمباین‌های معمولی و کمباین کاه‌کوب در جدول ۱۵ و مقایسه میانگین‌ها در جدول ۱۶ ارائه شده است. داده‌های مربوط به کمباین معمولی از نتایج به دست آمده در پژوهش دهقان و همکاران (Dehghan, et al., 2018) استخراج شده است.

جدول ۱۵- نتایج آزمون t برای فاکتورهای اقتصادی مورد مطالعه  
Table 15- Results of t-test for the studied economic traits

اختلاف خطای استاندارد Std. Error Difference	اختلاف میانگین ها Mean Difference	معنی‌داری Sig.	درجه آزادی df	t	
457393	-2923978	0.151	16	-6.393	هزینه برداشت برای کشاورز Harvest cost for the farmer
106349	-1011159	0.073	16	-9.508	هزینه برداشت برای کمباین‌دار Harvesting cost for the combine owner
1644238	-3175222	0.936	16	-1.931	درآمد خالص کشاورز Farmer's net income
122743	-2448841	0.000	16	-19.951	درآمد خالص کمباین‌دار Net income of the combine owner
121644	-606033	0.377	16	-4.982	ارزش گندم تلف شده The value of wasted wheat

بر اساس نتایج جدول ۱۶، درآمد خالص کمباین‌دار در دو کمباین مورد مقایسه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است و دیگر پارامترهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار و میانگین خطا در فاکتورهای اقتصادی مورد مطالعه  
Table 16- Mean, standard deviation and Std. Error Mean of studied economic traits

میانگین خطای استاندارد Std. Error Mean	انحراف معیار Std. Deviation	میانگین Mean	نوع کمباین Combine Type	فاکتور
220099	660298	8650256	معمولی Conventional	هزینه برداشت برای کشاورز Harvest cost for the farmer
400954	1202863	11574234	کاه‌کوب Straw crusher	هزینه برداشت برای کمباین‌دار Harvesting cost for the combine owner
46732	140196	1476065	معمولی Conventional	درآمد خالص کشاورز Farmer's net income
95532	286596	2487224	کاه‌کوب Straw crusher	درآمد خالص کمباین‌دار Net income of the combine owner
1237812	3713438	46974044	معمولی Conventional	ارزش گندم تلف شده The value of wasted wheat
1082284	3246852	50149266	کاه‌کوب Straw crusher	هزینه برداشت برای کشاورز Harvest cost for the farmer
12794	38382	823935	معمولی Conventional	هزینه برداشت برای کمباین‌دار Harvesting cost for the combine owner
122074	366223	3272776	کاه‌کوب Straw crusher	درآمد خالص کشاورز Farmer's net income
66676	200028	1266687	معمولی Conventional	درآمد خالص کمباین‌دار Net income of the combine owner
101742	305228	1872720	کاه‌کوب Straw crusher	

## نتیجه‌گیری

میزان مصرف سوخت در کمباین‌های کاه‌کوب مورد مطالعه ۱۴/۰۱ لیتر در ساعت یا ۳۷/۱ لیتر در هکتار است. میانگین عمر کمباین‌ها در کشور ۱۶/۹ سال است. میانگین سرعت پیشروی کمباین‌های کاه‌کوب ۱/۹۶ کیلومتر در ساعت محاسبه شد که از میانگین سرعت کمباین‌های معمولی حدود ۱ کیلومتر در ساعت کمتر است. ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۷ هکتار در ساعت است. میانگین عرض پلتفرم کمباین‌های کاه‌کوب (۳/۸۴ متر) کمتر از میانگین عرض پلتفرم کمباین‌های معمولی است. در کمباین کاه‌کوب، بذر علف‌های هرز به جای بیرون ریختن از عقب کمباین و پخش شدن در سطح مزرعه در مخزن کاه جمع‌آوری و به همراه کاه از مزرعه خارج می‌شود.

در این مقاله توصیه‌ای مبنی بر اینکه کمباین کاه‌کوب برای اقتصاد کشور سودآور یا غیرسودآور است ارائه نشده و تنها نتایج بررسی‌های فنی گزارش شده است. یادآوری می‌شود توصیه کاربردی این کاه‌کوب‌ها در سطح ملی نیاز به نگرش جامع از نظر فنی، اقتصادی، بازرگانی، غذای دام و طیور، نگهداری دانه در سیلو و غیره دارد.

میانگین کل تلفات برداشت گندم (طبیعی و کمباینی) در ۹ استان مورد بررسی ۵/۰۵ درصد برآورد شده است که ۱/۲۸ درصد آن تلفات طبیعی و ۳/۷۷ درصد آن تلفات کمباینی است. از ۳/۷۷ درصد تلفات کمباینی گندم توسط کمباین‌های کاه‌کوب، ۱/۸۶ درصد آن توسط پلتفرم و ۱/۹۱ درصد آن توسط واحدهای فرآوری کمباین ایجاد شده است. میانگین تلفات دانه گندم در کمباین‌های کاه‌کوب در مزارع آبی و دیم به ترتیب ۴/۱۱ و ۳/۵۷ درصد است. میانگین تلفات طبیعی در مزارع گندم آبی و دیم به ترتیب ۰/۷۵ و ۱/۵۷ درصد برآورد شد، تلفات کل دانه در مزارع آبی ۴/۸۶ درصد و در مزارع دیم ۵/۱۴ درصد به دست آمد. تلفات دانه توسط انواع رایج کمباین‌های جان دیر و سایر کمباین‌هایی که از حالت معمولی به کاه‌کوب تبدیل شده‌اند ۳/۸۹ درصد و برای کمباین‌هایی که اساساً به صورت کاه‌کوب طراحی شده‌اند ۲/۰۳ درصد برآورد شده است. استفاده از کمباین‌های کاه‌کوب به جای کمباین معمولی برای برداشت گندم، درآمد خالص کشاورزان را ۳۱۷۵۲۲ تومان بر هکتار و درآمد خالص کمباین‌داران را ۱۷۵۵۰۰ تومان بر هکتار افزایش می‌دهد.

## تعارض منافع

نویسندگان در خصوص مقاله ارائه شده به طور کامل از سوء اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافی تجاری در این راستا وجود ندارد.

## مراجع

- Ahmadi, K., Gholizadeh, h., Ebadzadeh, H. R., Abdeshah, H., Jazemian, A. & Rafiei, M. (2017). Agricultural statistics of the crop year 94-95. Ministry of Agricultural Jihad, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center. (in Persian)

- Dehghan, E., Eivani, A., Hedayatipour, A., Asadi Khoshoei, A., Gigloo, G. A., Chaji, H., Sadeghenejhad, H. R., Omidmehr, Z., Zarifneshat, S., Abbasi, S., Afzali, S. M. J., Vahedi, A., Mahdinia, A., Gerami, K., Shaker, M., Saeedirad, M. H., Mostofisarkari, M. R., Rostami, M. A., Safari, M., Zabolestani, Z., & Sharifnasab, H. (2018). Measurement of combine harvesting losses of wheat in Iran to introduce their reduction solutions. *Research Report*. Agricultural Engineering Research Institute (AERI). NO. 970464-026-14-14-0. (in Persian)
- Ghahramanian, G. (2014). Determination the Effect of a vacuum cleaning system on the quality of wheat harvesting in combines. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 10(4), 261-265.
- Gheleshkhani, A. R. (2017). wheat harvesting performance of the straw mounting compare with a usual type. *Journal of Biosystems Engineering*, 6(3), 1-9. (in Persian)
- Rasheh, S., Rasooli Sherbiani, V., & Ghadernejad, K. (2016). *Statistical investigation of cutting height, forward speed, and performance of different terrains on losses of Kurdistan combine (K310)*. The First National Congress of Development and Promotion of Agricultural Engineering and Soil Science of Iran. Jan. 29. Development and Promotion of Fundamental Sciences Association, Tehran, Iran. (in Persian)
- Rostami, M. A., Shaker, M., & Bakhtyari, M. R. (2019). The final report of the research project to determine wheat losses in straw harvesters (a case study in Fars, Kerman and Hamadan provinces). *Research Report*. Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Technical Research and Agricultural Engineering Institute. No. 57273. (in Persian)
- Rostami, S., Latifian, M., & Hosseinzade Samani, B. (2018). Assessment and comparison of conventional and straw walker combines harvesting losses in Fars province. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 19(70), 85-96. <https://doi.org/10.22092/erams.2018.107988.1140>. (in Persian)
- Tavakkoli A. R. (2013). Effects of sowing date and limited irrigation on yield and yield components of five rainfed wheat varieties in Maragheh region. *Journal of Crop Production and Processing*, 2(6), 87-97. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.22518517.1391.2.6.9.9>. (in Persian)



## Research Paper

# Measuring the Amount of Wheat Waste in The Country During Harvesting with Straw Crusher Combines

**M. A. Rostami\***, **M. R. Bakhtiyari**, **M. Jafari**, **F. Ranjbar**, **M. Zabolestani**,  
**H. Sharifnasab**, **M. Safari** and **K. Gerami**

\*Corresponding Author: Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Resource Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran. Email: marostami1351@gmail.com

Received: 13 May 2024, Accepted: 18 August 2024

<https://doi.org/10.22092/amsr.2024.365763.1488>

### Abstract

This research was carried out to determine the type and contribution of each of the human, technical and agricultural factors affecting the amount of grain loss in wheat harvesting with threshing combines; in this research the economic evaluation of replacing the conventional combine with a threshing combine was also evaluated. One hundred combine harvesters were visited, examined, measured, and sampled in farmers' fields by random sampling. In addition to the measurement of technical indicators including forward speed, farm capacity, and combine wheel index, information related to farm and product conditions, type, age and fuel consumption of combines, farm area, amount of straw harvested in farms and economic data including types, costs, and incomes were collected by face-to-face interviews with farmers and owners of combine harvesters and completing questionnaires. The farm capacity of the combine was estimated to be 0.38 hectares per hour on average, which is about one-third to half of the farm capacity of common types of combine harvesters in the country. The fuel consumption was 14.01 liters per hour or 37.1 liters per hectare. The average total combined and natural losses of wheat in the harvest stage was 5.05%, and the shares of natural and combined losses were 1.28% and 3.77%, respectively. To use thresher combines instead of conventional combines in the country, more number of combines (almost double) is needed due to less farm capacity. In general, the use of combine harvesters instead of conventional harvesters increased the net income of farmers and combine owners by 317,5220 and 244,8840 Rials per hectare, respectively.

**Keywords:** Harvesting, Loss, Straw Crushing Combine, Wheat



© 2023 Agricultural Mechanization and Systems Research, Karaj, Iran. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)