تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۱۹/ شماره ۷۰/ بهار و تابستان ۱۳۹۷/ص ۹۶-۸۵
AERI

ارزیابی و مقایسهٔ تلفات برداشت کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی در استان فارس

سجاد رستمی[1*]، مریم لطفعلیان[2] و بهرام حسین‌زاده سامانی[3]

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب: دانشیار؛ دانشجوی کارشناسی ارشد؛ و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۳

چکیده

گندم مهم‌ترین محصول زراعی و مادهٔ غذایی در الگوی مصرف خوراک است. با کاهش ضایعات گندم در مرحلهٔ برداشت، امکان افزایش قابل توجه در تولیدات نیز وجود دارد. با توجه به استقبال کشاورزان در استفاده از کمباین‌های کاه‌کوب، تعداد این نوع کمباین‌ها به‌ویژه برای برداشت گندم در حال افزایش است. در این تحقیق به بررسی میزان تلفات کمباین‌های معمولی و کمباین‌های کاه‌کوب از نوع جاندیر ۹۵۵ و کلاس ۷۶ پرداخته شد. آزمایش کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی در شرایط مزرعه‌ای کاملاً یکسان و در رطوبت ۱۴درصد اجرا و پارامترهای مختلف شامل تلفات در بخش‌های مختلف کمباین اعم از واحد برش، کوبش و جدایش، مخزن و MOG و نیز درصد جوانه‌زنی بذر اندازه‌گیری شدند. کمباین‌های مورد آزمایش نوع معمولی و کاه‌کوب از دو شرکت سازنده جاندیر (هپکو) و کلاس انتخاب شدند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد 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 و به میزان ٤/١٦ درصد و در کمباین کاه‌کوب کلاس در واحد کوبش و جدایش، به‌میزان ۸/۱۳ درصد دیده شد که در هر دو مورد با کمباین معمولی مورد مقایسه خود اختلاف معنی‌دار دارند. بیشترین میزان مصرف سوخت اندازه‌گیری شده نیز در کمباین‌های کاه‌کوب به‌میزان ۵۵ لیتر در هکتار برای کمباین کاه‌کوب کلاس و ٦٩/٤٤ لیتر در هکتار برای کمباین کاه‌کوب جاندیر دیده شد.

واژه‌های کلیدی

تلفات مخزن، گندم، واحد برش، واحد جدایش، واحد کوبش

مقدمه

گندم مهم‌ترین محصول زراعی و مادهٔ غذایی در الگوی مصرف خوراک کشور است به‌طوری‌که بیش از ۵۰ درصد انرژی غذایی مورد نیاز هر فرد در ایران از نان تأمین می‌شود. به‌دلیل اهمیت گندم در تأمین مواد غذایی، خودکفایی گندم و افزایش تولید آن در کشور از برنامه‌های مهم دولت‌ها نیز بوده است. سطح زیر کشت و میزان تولید گندم در کشور در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بیش از شش میلیون هکتار و ده میلیون تن بوده است. استان‌های خوزستان، فارس و کردستان به‌ترتیب بیشترین سطح زیر کشت این محصول را داشته‌اند و بیشترین حجم تولید در همان سال نیز به‌ترتیب متعلق به استان‌های فارس، خوزستان و گلستان است (Anon, 2015).

با کاهش ضایعات گندم در مرحلهٔ برداشت، امکان افزایش قابل توجه در تولید از مزارع کشور وجود دارد. بنابراین، مطالعه برای کاهش تلفات و هزینه‌های مرتبط با

* نگارنده مسئول: rostami.sajad@yahoo.com
http://doi: 10.22092/erams.2018.107988.1140

Archive of SID
www.SID.ir

تولید این محصول ضروری است. لازم خواهد بود مقدار دقیق افت و علل آن مشخص شود تا برای کاهش آن با اصلاح و بهینه‌سازی کمباین‌ها گام‌هایی برداشته شود.

نظر به اهمیت ماشین‌های کشاورزی به‌عنوان منبع توان در کشاورزی مکانیزهٔ عصر حاضر، ارزیابی و انتخاب این ادوات از اولویت‌های اجتناب‌ناپذیر مدیریت واحدهای کشاورزی است زیرا اتخاذ تصمیم صحیح و به‌موقع می‌تواند تأثیر بسزایی در زندگی انسان‌ها داشته باشد.

خسروانی و رحیمی (Khosravani & Rahimi, 2006) در یک طرح نمونه‌گیری 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 بررسی کردند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که میانگین کل ضایعات گندم در مرحلهٔ برداشت در استان فارس ۴/۸ درصد تولید است. بیشترین مقدار این ضایعات (۶۸ درصد) به افت دماغهٔ کمباین ارتباط دارد و بعد از آن به‌ترتیب به افت طبیعی، افت الک و غربال، افت کوبنده و افت کیفی.

یاوری و پورداد (Yavari & Pourdad, 2003) در یک تحقیق، ۶۱ دستگاه کمباین جاندیر ۹۵۵ را به‌صورت تصادفی در مزارع گندم استان کرمانشاه ارزیابی و ۱۷ صفت شامل مشخصات کمباین، ریزش گندم و وضعیت کمی و کیفی محصول را بررسی کردند. این محققان گزارش دادند که به‌طور متوسط ۱۰۵/۴۲ کیلوگرم در هکتار، برابر با ۷/۲ درصد ریزش، حاصلِ برداشت با کمباین بوده است و رعایت نکات فنی و مسائل زراعی می‌تواند تلفات برداشت را به ۳/۳۱ درصد کاهش دهد.

صبیر و همکاران (Sabir *et al.*, 2005) تأثیر پارامترهای ماشین و محصول را بر تلفات گندم بررسی کردند. این محققان سه سطح رطوبت، سه سطح فاصلهٔ کوبنده و ضد کوبنده از یکدیگر و سه سطح میزان تغذیه (خوراک‌دهی به دستگاه) را انتخاب کردند و نشان دادند که با کاهش رطوبت، میزان تغذیه و فاصلهٔ کوبنده و ضد کوبنده از یکدیگر، شکستگی دانه بیشتر می‌شود.

شاکر (Shaker, 2008) تأثیر نوع کمباین و سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده را بر تلفات و ضایعات گندم در حین برداشت بررسی کرد. نوع کمباین در چهار سطح (نیوهلند، کلاس، جاندیر ۹۵۵ و جاندیر ۱۱۶۵) به‌عنوان تیمار اصلی و سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده در سه سطح (۶۵۰، ۷۵۰ و ۸۵۰ دور در دقیقه) به‌عنوان تیمارهای فرعی انتخاب گردیدند. سرعت پیشروی کمباین‌ها در مزرعه در محدودهٔ سرعت توصیه شده، ۲/۵ تا ۳ کیلومتر در ساعت، بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد که بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به کمباین کلاس با ۱/۰۲ هکتار در ساعت و پس از آن به‌ترتیب کمباین‌های نیوهلند، جاندیر ۱۱۶۵ و جاندیر ۹۵۵ با ۰/۸۱ و ۰/۶۲ و ۰/۲۶ هکتار در ساعت است. بیشترین تلفات کیفی در کمباین جاندیر ۱۱۶۵ با ۵/۵۷ درصد و کمترین آن در کمباین کلاس با ۳/۶۹ درصد دیده شده است.

حیدری و همکاران (Heydari *et al.*, 2011) مطالعه‌ای به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین کمباین را با توجه به این پنج معیار بررسی کردند: میزان تلفات، قیمت، ایمنی و راحتی، هزینهٔ تعمیر و نگهداری و ترافیک جاده‌ای. با توجه به دیدگاه‌های جمع‌آوری شده از کشاورزان، رانندگان و فروشندگان ماشین‌آلات کشاورزی و تحلیل نتایج نرم‌افزار Expert Choice، کمباین کلاس مناسب‌ترین کمباین معرفی گردید. همچنین، کمباین دروگر کردستان، با توجه به خرد کردن کاه باقیماندهٔ محصول و وجود انبار کاه، در بین کشاورزان رایج شده است اما به‌دلیل تلفات بالای آن، نسبت به دیگر کمباین‌ها، رتبهٔ پایین‌تری کسب کرده است.

Archive of SID

www.SID.ir

میرزازاده و همکاران (Mirzazadeh *et al*., 2011) اثر پارامترهای طراحی را بر جدا شدن مواد در کوبنده برای کمینه کردن افت جداکننده در کمباین بررسی کردند. یکی از فرآیندهای مهم در برداشت غلات با کمباین، فرآیند کوبش است که تأثیر بیشتری بر عملکرد کمباین دارد. حداکثر جداسازی دانه‌های کوبیده شده از طریق ضد کوبنده مهم است زیرا با افزایش جداسازی از طریق شبکه‌ها، بار روی غربال یا انواع دیگر واحدهای جداسازی پایین می‌آید و در نتیجه افت غربال نیز کاهش می‌یابد. یک آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار با کمباین سهند s68 اجرا شد. متغیرهای مستقل در این آزمایش عبارت بودند از: ارتفاع ساقه، میزان تغذیه و نسبت لقی کوبنده. بازده جدا شدن مواد در کوبنده نیز به‌عنوان پارامتر وابسته در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس نشان داد که اثر هر چهار فاکتور روی میزان جداسازی و در نتیجه افت واحد جداکننده در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار و اثر متقابل فاکتورها غیر معنی‌دار است.

شیخ‌داودی و هوشیار (Sheikhdavoodi & Houshyar, 2010) تلفات گندم در برداشت با کمباین نیوهلند tc56 را در استان فارس بررسی کردند. در این تحقیق اثر سرعت پیشروی، سرعت چرخو فلک و اثر متقابل آنها روی تلفات سکوی برش بررسی و نشان داده شد که سطوح مختلف سرعت پیشروی، سطوح مختلف سرعت چرخ و فلک و اثرهای 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 چرخ و فلک و بیشترین آن در سرعت پیشروی چهار کیلومتر در ساعت و سرعت 35 دور در دقیقهٔ چرخ و فلک گزارش شده است.

تقی‌نژاد و مستوفی‌سرکاری (Taghinazhad & Mostofi-Sarkari, 2013) در مراحل مختلف رسیدگی کلزا به ارزیابی فنی و اقتصادی تلفات واحد برش کمباین با سه دماغهٔ متداول پرداختند. این پژوهش برای بررسی فنی و اقتصادی تلفات برداشت کلزا در واحد برش کمباین به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در منطقه مغان اجرا شد. تیمار اصلی درصد قهوه‌ای شدن دانه‌ها (۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد) نشان‌دهندهٔ میزان رسیدگی است، تیمار فرعی سرعت پیشروی (۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ کیلومتر بر ساعت) و تیمار فرعی سه دماغه برای کلزا (مکانیکی، هیدرولیکی جویبار و هیدرولیکی اتریشی (Biso) بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد از نظر تلفات واحد برش در بین انواع دماغه‌ها، دماغهٔ مکانیکی با ۵/۳۶ درصد بیشترین و دماغهٔ هیدرولیکی جویبار و اتریشی به‌ترتیب با ۴/۲۸ و ۴/۱۳ درصد کمترین میزان ریزش دانه را داشته‌اند. از نظر تأثیر زمان برداشت، تیمار ۸۰ درصد با ۵/۲۸ درصد بیشترین ریزش دانه را از واحد برش کمباین داشته ولی تیمار ۷۰ درصد با در نظر گرفتن سایر شرایط، مناسب‌ترین زمان برداشت تشخیص داده شد. بررسی‌ها همچنین نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی در هر مرحله، میزان ریزش افزایش می‌یابد.

قاری و همکاران (Ghari *et al*., 2013) با توجه به وجود مشکلات فراوان در برداشت گندم، بالا بودن تلفات در زمان برداشت، اهمیت انتخاب کمباین‌های مناسب و کنترل ریزش در آنها به‌عنوان راهکاری برای جلوگیری از تلفات، عملکرد دو نوع کمباین متداول جاندیر ۱۰۵۵ و جاندیر ۱۱۶۵ را بررسی کردند. تلفات در قسمت‌های مختلف در حال کار شامل سکوی برداشت، کوبنده، الک‌ها و کاه‌برها اندازه‌گیری شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که تلفات در زمان برداشت محصول بیش از ۴ درصد است که اتلاف نسبتاً بالای محصول را نسبت به کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد. پس از آن، تلفات در دو کمباین با یکدیگر مقایسه گردید. نتایج این مقایسه نشان داد که از نظر

www.SID.ir

ریزش سکوی برداشت و ریزش واحد کوبنده، بین دو نوع کمباین تفاوت زیادی وجود ندارد اما تلفات الک‌ها و کاه‌برها در کمباین ۱۱۶۵، نسبت به کمباین ۱۰۵۵، کمتر است. به‌طور کلی بین این دو کمباین تفاوت ناچیزی در میزان تلفات دیده شد. در نهایت استفاده از کمباین جاندیر ۱۱۶۵ نسبت به کمباین ۱۰۵۵ ارجح دانسته شد.

مستوفی‌سرکاری و همکاران (Mostofi-Sarkari *et al.*, 2012) تأثیر نوع کمباین و سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده را بر افت و ضایعات گندم در حین برداشت بررسی کردند. نوع کمباین در چهار سطح (کلاس، جاندیر ۹۵۵، جاندیر ۱۱۶۵ و نیوهلند)، به‌عنوان تیمار اصلی و سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده در سه سطح (۶۵۰، ۷۵۰ و ۸۵۰ دور در دقیقه) به‌عنوان تیمار فرعی انتخاب شدند. ارزیابی نتایج از نظر تلفات برداشت و مسائل اقتصادی نشان داد که کمباین کلاس، نسبت به دیگر کمباین‌ها، ظرفیت مزرعه‌ای بالاتری دارد. همچنین مشخص گردید که کمباین کلاس، نسبت به دیگر کمباین‌ها، کمترین تلفات کیفی را دارد. از نظر تلفات کلی نیز معلوم شد کمباین نیوهلند، نسبت به دیگر تیمارها، کمترین تلفات را نشان می‌دهد. ضمناً، مناسب‌ترین سرعت دورانی استوانهٔ کوبنده جهت کمباین‌های مورد ارزیابی، ۷۵۰ دور در دقیقه تعیین گردید.

یکی از تغییراتی که در کمباین‌های برداشت غلات و به‌وفور در حال تکمیل شدن است، تبدیل کمباین‌های مرسوم به کمباین‌های کاه‌کوب است. با توجه به بروز خشک‌سالی‌های اخیر و بالا رفتن قیمت کاه برای مصرف در خوراک دام، کمباین‌داران بر آن شده‌اند تا برای برآورده ساختن نیاز کشاورزان، تغییراتی در کمباین خود بدهند. این تغییرات به شرح زیر است:

- کاهش عرض کار واحد برش جهت کاهش فشار به موتور که برای نرم کردن کاه متحمل می‌شود (عرض کار نباید از عرض چرخ‌ها کمتر باشد).
- تغییر کوبنده از نوع سوهانی به چکشی و ضد کوبنده نیز مشبک است.
- حذف کاه‌برها.
- تعبیه شدن مخزن کاه در انتهای کمباین جهت ذخیره‌سازی کاه.

تبدیل کمباین‌های مرسوم به کمباین‌های کاه‌کوب و استفاده از این نوع کمباین‌ها در برداشت غلات به‌ویژه گندم در حال افزایش است. ولی تاکنون تحقیقی به‌منظور ارزیابی عملکرد این کمباین‌ها در مقایسه با کمباین‌های مرسوم دیده نشده است. در این تحقیق، با توجه به اهمیت موضوع، این مسئله بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

برای مقایسهٔ روش‌های مختلف برداشت گندم (استفاده از کمباین کاه‌کوب و کمباین معمولی شکل‌های ۱ و ۲) از روش T-test استفاده شده است. این آزمایش در شهرستان آباده، شمالی‌ترین نقطهٔ استان فارس اجرا شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل تعیین میزان سوخت مصرفی، ظرفیت مزرعه‌ای، ضایعات و تلفات قسمت‌های مختلف کمباین و درصد جوانه‌زنی بذرها بود. تیمارهای مورد ارزیابی در آزمایش اول عبارت بودند از: ۱- کمباین کاه‌کوب کلاس و ۲- کمباین کلاس مدیون، و در آزمایش دوم: ۱- کمباین کاه‌کوب جاندیر و ۲- کمباین جاندیر ۹۵۵. دلایل انتخاب این کمباین‌ها در دسترس بودن آنها و افزایش استقبال کشاورزان از کمباین‌های کاه‌کوب است. مهم‌ترین هدف این آزمایش مقایسهٔ دو روش برداشت کمباین معمولی و کمباین کاه‌کوب بود.

آزمایش اول در مزرعهٔ گندم رقم زرین با عملکرد ۸۱۴۸ کیلوگرم در هکتار در سطح ۳ هکتار اجرا شد. کمباین‌های مورد استفاده هر دو از نوع کلاس مدل ۷۶ با سال ساخت ۱۳۶۱ بودند که یکی از آنها با تغییراتی در واحد برش، کوبش و جدایش به کمباین کاه‌کوب تبدیل

www.SID.ir

شده بود. آزمایش دوم نیز رقم روشن با عملکرد ۴۰۶۴ کیلوگرم در هکتار در سطح ۴ هکتار اجرا شد. کمباین‌های مورد استفاده کمباین جاندیر ۹۵۵ و کاه‌کوب (جاندیر ۹۵۵ تغییر یافته) به‌ترتیب با سال‌های ساخت ۸۳ و ۸۰ بود. روش آبیاری هر دو مزرعه غرقابی و از نوع نواری بود.

برای محاسبهٔ سوخت مصرفی، مخزن سوخت کمباین، قبل از شروع برداشت کاملاً پر شد و پس از برداشت محصول از سطح معینی از مزرعه، سوخت‌گیری تکرار گردید. میزان سوخت اضافه شده به مخزن در مرحلهٔ دوم میزان سوخت مصرفی برای آن سطح معین در نظر گرفته شد. در طول برداشت قطعه مشخص شده زمان صرف شده جهت برداشت نیز توسط کورنومتر اندازه‌گیری شد. متوسط میزان سوخت مصرفی در ساعت، پس از سه تکرار در سوخت‌گیری، محاسبه شد. میزان سوخت بر هکتار نیز با تقسیم مصرف سوخت بر حسب لیتر بر ساعت به ظرفیت مزرعه‌ای محاسبه شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت مزرعه‌ای کمباین، قبل از شروع به کار در قطعهٔ مورد نظر، زمان شروع کار با زمان‌سنج ثبت شد. با استفاده از دستگاه GPS و ثبت مختصات زمین، مساحت کل قطعه به‌دست آمد. بعد از پایان کار برداشت نیز زمان اتمام کار ثبت گردید. با در دست داشتن مدت زمان برداشت محصول و همچنین مساحت قطعه، ظرفیت مزرعه‌ای کمباین با واحد هکتار بر ساعت به‌دست آمد.

برای دستیابی به درصد جوانه‌زنی بذر، نمونه‌های تصادفی از بذر مورد نظر برداشته شد. از هر نمونه ۱۰۰ عدد بذر جدا و به آنها رطوبت داده شد. بعد از گذشت مدت زمان لازم، با در اختیار داشتن تعداد بذرهای جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی به‌دست آمد.

اندازه‌گیری ضایعات برداشت در قسمت‌های مختلف

ریزش طبیعی: این ریزش ارتباطی به کار کمباین ندارد، ولی محاسبهٔ مقدار آن در اندازه‌گیری ریزش‌های دیگر ضروری است. دانه و خوشه که تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی و عوامل جوی قبل از شروع کار کمباین در مزرعه در سطح زمین ریخته شده‌اند به اضافهٔ خوشه‌های غیرعادی که روی ساقه‌های کوتاه تشکیل می‌شوند و کمباین عملاً قادر به برداشت آنها نیست در زمرهٔ ریزش طبیعی محسوب می‌شوند. برای این منظور، قاب چوبی به ابعاد یک در یک متر در نقاط مختلف کرت مورد آزمایش انداخته شد. پس از تفکیک بوته‌های داخل و خارج فضای کادر، دانه‌های سالم ریخته شده بر زمین در فضای داخل کادر و قبل از حرکت کمباین در جلو کمباین، جمع‌آوری و توزین شد. خوشه‌های کوتاه، که کمباین قادر به برداشت آنها نیست، نیز بریده و توزین شدند. برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری، کادرها در مسیر کمباین قرار داده شد تا بعد از عملیات، درست در همان منطقه، ضایعات دیگر نیز بررسی شوند (Behroozi-Lar, 2000).

تلفات واحد برش: کمباین در حین کار طبیعی متوقف و برخلاف جهت پیشروی، ۴ متر به عقب هدایت شد. در فضای بین محصول درو نشدهٔ واقع در جلو کمباین و فضایی که هنوز قسمت تخلیهٔ کاه و کلش کمباین به این محدوده نرسیده است قاب چوبی انداخته شد و دانه و خوشه‌های ریخته شده روی زمین در داخل کادر چوبی جمع‌آوری و وزن گردید. برای اندازه‌گیری تلفات این قسمت، مقدار ریزش قبل از برداشت از عدد به‌دست آمده کسر شد (Behroozi-Lar, 2000).

تلفات کوبنده و جداکننده: برای تعیین افت، بعد از عبور کمباین از مواد خارج‌شده از عقب کمباین، ۵ نمونه روی زمین گرفته شد. در حالی‌که کمباین مشغول برداشت محصول است یک قاب چوبی که کف آن با توری سیمی یا برزنت پوشیده شده است (تا دانه‌های گندم و خرده‌های آن نتوانند از سوراخ‌های توری خارج شوند) در زیر

Archive of SID

www.SID.ir

کمباین، بین دو چرخ عقب، قرار داده شد تا به هنگام برداشت به طول یک متر، چرخ‌های عقب کمباین از کنار قاب عبور کنند. با جمع‌آوری خوشه‌های کوبیده نشده و نیم‌کوب موجود در قاب و توزین دانه‌های حاصل از آن، مقدار افت کوبنده مشخص می‌گردد (Bougari *et al.*, 2013).

تلفات واحد جداکننده و تمیزکننده نیز با جمع‌آوری دانه‌های موجود در قاب توری دار و توزین آنها مشخص گردید. در کمباین کاه‌کوب، از مخزن کاه کمباین به اندازهٔ ۱۰ کیلوگرم کاه به‌طور تصادفی انتخاب و دانه‌های سالم و شکستهٔ موجود در آن جدا و جرم آنها تعیین شد. نسبت جرم دانه‌های جدا شده از ۱۰ کیلوگرم کاه به جرم کل کاه داخل مخزن کاه کمباین تعمیم داده‌شد. با تعیین مساحت مزرعهٔ برداشت شده، تلفات واحدهای کوبنده، جداکننده و تمیزکننده محاسبه گردید. همچنین ۱۰ کیلوگرم کاه در ظرف پرشده از آب ریخته و دانه‌های کاملاً خرد شدهٔ غیر قابل رؤیت با چشم، با استفاده از اختلاف وزن جدا شدند. با محاسبهٔ وزن آنها و تعمیم دادن به سطح یک هکتار، به‌میزان تلفات واحد کوبش به‌صورت دانه‌های شکسته اضافه گردید.

تلفات خرمن‌کوب در مخزن: تلفات این واحد شامل خوشه‌های نکوبیده، دانه‌های شکسته و ترک‌دار است. برای اندازه‌گیری این نوع تلفات، نمونه‌هایی (هر یک به اندازهٔ ۵ کیلوگرم) از داخل مخزن کمباین برداشته شد. نمونه‌های کوچک‌تری از آنها (۰/۵ کیلوگرمی) به‌صورت تصادفی انتخاب و دانه‌های شکسته و ترک‌دار، کزل و خوشه‌های نکوبیدهٔ آن جدا و هر یک جداگانه وزن گردید (Behroozi-Lar, 2000).

مواد غیر دانه‌ای (MOG): نمونه‌هایی به مقدار معین (۵۰۰ گرم) از دانه‌های موجود در مخزن کمباین‌ها توزین و مواد غیر دانه‌ای از دانه‌ها تفکیک شدند. نسبت مواد غیر دانه‌ای به‌کل مواد به‌عنوان درصد مواد غیر دانه‌ای در نظر گرفته شد (Behroozi-Lar, 2000).

کمباین‌ها از نظر تلفات شانهٔ برش، انتهای کمباین و کل تلفات و نیز تلفات داخل مخزن مقایسه شدند. در خلال آزمایش، رطوبت محصول ۱۴ درصد بود. سرعت کوبنده و سرعت پیشروی بر اساس نوع کمباین و شرایط مزرعه‌ای متفاوت بود. سرعت کوبنده در کمباین معمولی جاندیر و کلاس به‌ترتیب ۷۱۰ و ۱۱۵۰ و برای کمباین کاه‌کوب جاندیر و کلاس به‌ترتیب ۸۲۰ و ۸۶۰ دور در دقیقه بود. سرعت پیشروی نیز برای کمباین جاندیر معمولی و کاه‌کوب به‌ترتیب ۱/۳ و ۰/۸۵ و برای کمباین کلاس معمولی و کاه‌کوب به‌ترتیب ۱/۴ و ۰/۷۱ کیلومتر در ساعت بود. پس از جمع‌آوری داده‌ها، نتایج به کمک نرم‌افزار آماری Minitab تجزیه و تحلیل شدند.

شکل ۱- کمباین کاه‌کوب

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۲- کمباین معمولی جاندیر

نتایج و بحث

مقایسهٔ نتایج به‌دست آمده از کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی کلاس

در این آزمایش، شرایط مزرعه یکنواخت و برای هر دو کمباین مشابه بود و میانگین تلفات طبیعی ۰/۴۸درصد برآورد شد. در مقایسهٔ تلفات واحد برش دو کمباین کاه‌کوب و معمولی، مقادیر به‌دست‌آمده به‌ترتیب عبارت بودند از ۲/۹۳ و ۰/۹۸ درصد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. به‌دلیل تغییر در نوع کوبندهٔ کمباین کاه‌کوب و حجم ورودی بالا به واحد کوبش با توجه به عملکرد مزرعه برگشت بیش از حد متعارف محصول از قسمت تاله‌کش را شاهد بودیم. تلفات واحد کوبش و جدایش در کمباین کاه‌کوب ۸/۱ و در کمباین معمولی ۰/۷۸ درصد بود که در این بخش نیز در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار است. تلفات این قسمت در کمباین کاه‌کوب به‌صورت دانه‌های سالم و دانه‌های شکسته در کاه است. با توجه به اینکه در کمباین کاه‌کوب نسبت به کمباین معمولی محصول مدت‌زمان بیشتری در قسمت کوبش (خرمن‌کوب) باقی می‌ماند، شکستگی دانه بیشتر اتفاق می‌افتد و بخشی از تلفات واحد کوبش و جدایش به‌صورت دانه‌های شکسته در کاه ظاهر می‌شود. از طرفی، در کمباین‌های کاه‌کوب بعد از واحد کوبش و خرد شدن محصول، حجم زیادی از مخلوط کاه و دانه از خرمن‌کوب خارج و به سمت غربال روانه می‌شود. در این شرایط، دانه فرصت جدا شدن از کاه را ندارد و حجم قابل توجهی از دانه‌ها وارد مخزن کاه می‌شوند که در این مزرعه عمکرد بالای محصول نیز باعث افزایش تلفات در این بخش به‌دلیل افزایش بیش‌باری در واحد کوبش و جدایش گردید. در تلفات مخزن نیز بیشتر در کمباین کاه‌کوب با میانگین ۱/۱۹دیده شد که بیشترین آن نیز خوشه‌های نیم‌کوب به‌میزان ۰/۹۳درصد بودند در حالی‌که تلفات مخزن کمباین معمولی ۰/۲۶درصد و بیشترین آن نیز به کزل، به‌میزان ۰/۲۱درصد، ارتباط داشت. میزان MOG نیز در کمباین کاه‌کوب و معمولی به‌ترتیب ۲/۷ و ۰/۵ درصد بود که اختلاف در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. در واحد کوبش کمباین کاه‌کوب، ساقه‌های گندم نیز به‌طور کامل خرد و از زیر سیلندری خارج می‌شوند؛ از طرفی، استحکام و مقاومت میان‌گره ساقه نسبت به بقیهٔ اجزا بالاتر است و در نتیجه این بخش از ساقه کاملاً خرد نمی‌شود و سنگین‌تر نیز هست و از این‌رو این قسمت از بقایای گندم تحت عنوان کروشه یا همان کاه و کلش همراه با دانه به مخزن راه پیدا می‌کند. مجموع تلفات کمباین برای هر دو نوع کمباین معمولی و کاه‌کوب کلاس به‌ترتیب ۲/۳ و ۱۳/۳ درصد برآورد شد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دارند. جدول ۱ و شکل ۳ مقایسهٔ نتایج به‌دست آمده برای کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی کلاس را نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

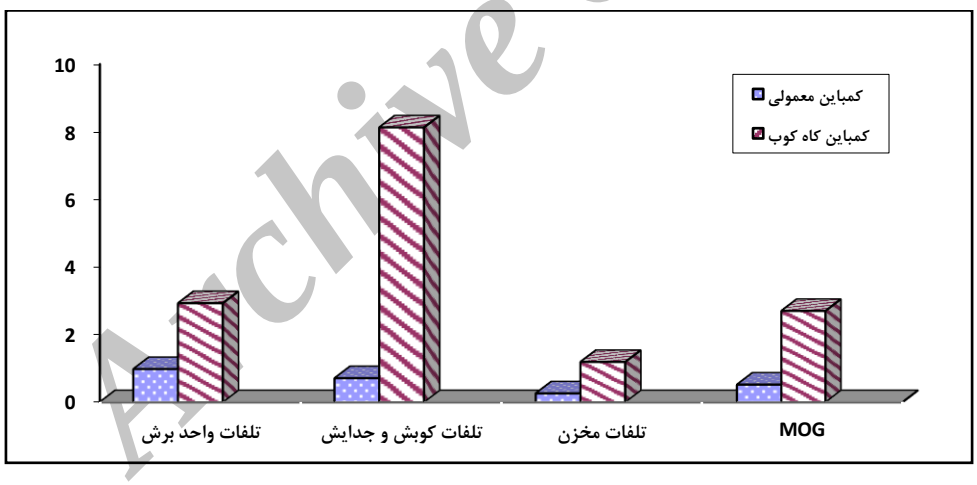
جدول ۱- نتایج آزمون t برای تلفات در دو کمباین کاه‌کوب و معمولی کلاس

نوع کمباین		معمولی (درصد)	کاه‌کوب (درصد)
تلفات مزرعه‌ای		۰/۴۸	۰/۴۸
تلفات واحد برش		۰/۹۸± ۰/۰۰۰۹۹	۲/۹۳ ± ۰/۰۳۰۹**
تلفات واحد کوبش و جدایش		۰/۷۱ ± ۰/۰۲۰۶	۸/۱۳ ± ۰/۰۶۴۸**
تلفات مخزن کمباین	دانه شکسته	۰/۰۶ ± ۰/۰۰۳۹	۰/۲۶ ± ۰/۰۰۵۸**
	نیم‌کوب	۰/۲۱ ± ۰/۰۰۱۹	۰/۹۳ ± ۰/۰۱۳۰**
	جمع	۰/۲۸ ± ۰/۰۰۴۵	۱/۱۹ ± ۰/۰۱۱۸**
MOG		۰/۵۲ ± ۰/۰۰۶۸	۲/۷ ± ۰/۰۳۰۲**

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

میزان مصرف سوخت برای کمباین معمولی در این آزمایش ۱۷/۰۸ لیتر در هکتار و برای کمباین کاه‌کوب ۵۵ لیتر در هکتار به‌دست آمد. ظرفیت مزرعه‌ای نیز برای کمباین معمولی ۰/۵ هکتار در ساعت و برای کمباین کاه‌کوب ۰/۲ هکتار در ساعت برآورد شد.

از آنجا که تعداد زیادی از کشاورزان بخشی از محصول تولیدی خود را به‌عنوان بذر مصرف می‌کنند، درصد جوانه‌زنی در هر دو کمباین اندازه‌گیری شد که ارقام در کمباین کاه‌کوب و معمولی به‌ترتیب ۹۸ و ۹۹ درصد بودند و اختلاف معنی‌دار بین این دو مشاهده نمی‌شود.



شکل ۳- مقایسهٔ تلفات کمباین معمولی و کاه‌کوب کلاس

مقایسهٔ نتایج کمباین کاه‌کوب و معمولی جاندیر

در این آزمایش نیز مانند آزمایش قبل شرایط مزرعه یکنواخت و برای هر دو کمباین مشابه بود و میانگین تلفات مزرعه‌ای ۰/۹۸ درصد برآورد شد. در مقایسهٔ بین کمباین کاه‌کوب و معمولی جاندیر بیشترین تلفات برداشت مربوط به تلفات واحد برش در کمباین کاه‌کوب با میانگین ۳/۷۱ درصد و کمترین تلفات برداشت نیز مربوط به واحد کوبش در کمباین معمولی به‌میزان ۰/۹۳ درصد بود. در مقایسهٔ تلفات برداشت در هر دو کمباین در بخش‌های مجزا، میانگین تلفات برداشت واحد برش در کمباین کاه‌کوب ۳/۷۱ درصد و در کمباین معمولی ۱/۰۹ درصد بود که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار است. مشاهدات مزرعه‌ای حاکی از برگشت محصول بریده شده از قسمت تاله‌کش کمباین بود که منجر به تلفات برداشت در این

Archive of SID
www.SID.ir

بخش به‌صورت خوشه‌پرانی می‌گردید. شاید بتوان دلیل این کار را در تغییر قسمت کوبنده از سوهانی به چکشی دانست. همچنین، تغییر در قسمت جداسازی در کمباین کاه‌کوب مواد وارد شده واحد کوبش تا آن‌گاه که به‌طور کامل خرد و از قسمت زیر سیلندری خارج شود در واحد کوبش باقی می‌ماند در حالی‌که در کمباین معمولی بعد از جدا شدن دانه، کاه به سمت کاه‌پران‌ها هدایت و دانه نیز از زیر سیلندری به سینی دانه منتقل می‌شود. از این‌رو در کمباین کاه‌کوب مدت‌زمان بیشتری محصول در واحد کوبش باقی می‌ماند و همین مسئله باعث بیش‌باری در خرمن‌کوب و افزایش برگشت محصول بریده شده از قسمت تاله‌کش‌ها می‌شود. البته سازندگان این نوع کمباین به‌منظور کاهش این مشکل عرض برش کمباین معمولی را در هنگام تبدیل به کمباین کاه‌کوب کاهش می‌دهند ولی با وجود کاهش عرض‌کار در کمباین کاه‌کوب، همچنان تلفات بیشتری در این قسمت مشاهده می‌شود.

تلفات در واحد کوبش و جدایش در کمباین کاه‌کوب ۳/۲۱ درصد و در کمباین معمولی ۰/۹۳ درصد است که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار است. دلیل این امر نیز، همان‌طور که قبلاً هم گفته شد، بیش باری الک‌ها در اثر تخلیهٔ کل محصولات برداشت شده به‌صورت مخلوط کاه و دانه روی الک‌های کمباین کاه‌کوب است. در تلفات مخزن نیز بیشترین تلفات مربوط است به کمباین کاه‌کوب با میانگین ۱/۴۵ درصد که بیشترین آن نیز به وجود کزل و یا خوشه‌های نیم‌کوب در مخزن (به‌میزان ۱/۲۹ درصد) ارتباط دارد در حالی‌که تلفات مخزن کمباین معمولی ۱/۲۲ درصد و بیشترین آن نیز مانند کمباین کاه‌کوب مربوط به کزل به‌میزان ۱/۹۴ درصد است. بیشترین میزان MOG نیز متعلق بود به کمباین کاه‌کوب به‌میزان ۱/۱ درصد که با کمباین معمولی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارد. مجموع تلفات کمباین برای هر دو نوع کاه‌کوب و معمولی ۹/۴ و ۴/۴ درصد محاسبه شده است که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند. جدول ۲ و شکل ۴ مقایسهٔ نتایج به‌دست آمده برای کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی جاندیر را نشان می‌دهند.

جدول ۲- نتایج آزمون t برای تلفات در دو کمباین کاه‌کوب و معمولی جاندیر

نوع کمباین		معمولی (درصد)	کاه‌کوب (درصد)
تلفات مزرعه‌ای		۰/۹۹	۰/۹۹
تلفات واحد برش		۰/۰۳۸۵ ± ۱/۰۹	۰/۰۴۶۴ ± ۳/۷**
تلفات واحد کوبش و جدایش		۰/۰۳۰۳ ± ۰/۹۴	۰/۰۷۲۱ ± ۳/۲**
تلفات مخزن کمباین	دانه شکسته	۰/۰۰۳۵ ± ۰/۱۲	۰/۰۱۱۷ ± ۰/۱۶**
	نیم کوب	۰/۰۳۱۱ ± ۱/۱	۰/۰۵۳۵ ± ۱/۲۹**
	جمع	۰/۰۰۴۵ ± ۱/۲۲	۰/۰۱۸۰ ± ۱/۴۵**
MOG		۰/۰۰۶۸ ± ۲/۰۳	۰/۰۳۰۲ ± ۲/۹۹**

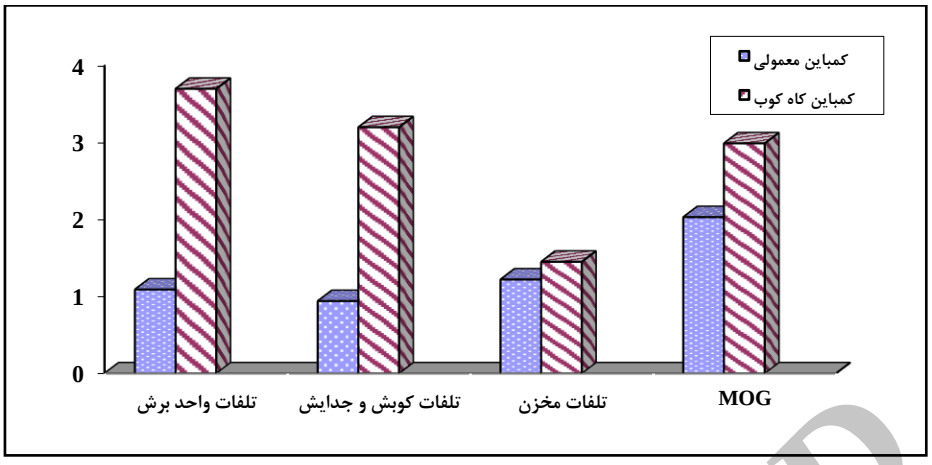
** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

میزان مصرف سوخت برای کمباین معمولی در این آزمایش ۲۲/۷۳ لیتر در هکتار و ظرفیت مزرعه‌ای نیز ۰/۴ هکتار در ساعت برآورد شد که این ارقام برای کمباین کاه‌کوب به‌ترتیب ۶۹/۴۴ و ۰/۲ است. با توجه به کاهش عرض کار در کمباین کاه‌کوب، ظرفیت مزرعه‌ای کاهش و به‌تبع آن، مدت زمان کارکرد در یک هکتار افزایش یافته و منجر به افزایش مصرف سوخت شده است.

جوانه‌زنی برای کمباین معمولی ۹۵ درصد و برای کمباین کاه‌کوب ۹۳ درصد به‌دست آمد که با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- مقایسهٔ تلفات کمباین معمولی و کاه‌کوب جاندیر

نتیجه‌گیری

- در هر دو آزمایش، مجموع تلفات کمباین کاه‌کوب بیشتر است و با تلفات کمباین معمولی اختلاف معنی‌داری دارد. مجموع تلفات کمباین در کمباین کلاس ۲/۳ و برای کمباین جاندیر ۴/۴ درصد برآورد شده است که این مقادیر برای کمباین کاه‌کوب کلاس و جاندیر به‌ترتیب ۹/۴ و ۱۳/۳ درصد است. میانگین تلفات برداشت گندم در استان فارس ۴/۸ درصد تولید اعلام شده است (Khosravani & Rahimi, 2006) که با توجه به این گزارش افت برداشت در کمباین‌های کاه‌کوب در هر دو نوع کلاس و جاندیر چشمگیر است

- در کمباین کاه‌کوب کلاس، بیشترین تلفات مربوط به واحد کوبش و جدایش به‌میزان ۸/۱۳ درصد است.

- در کمباین کاه کوب جاندیر، بیشترین تلفات برداشت در واحد برش و به‌میزان ۳/۷ درصد دیده می‌شود.

- در کمباین‌های کاه‌کوب، به‌دلیل پایین بودن ظرفیت مزرعه‌ای، مصرف سوخت بیشتراست تا در کمباین معمولی. با توجه به محدودیت در واحد کوبش کمباین کاه‌کوب، عملکرد مزرعه‌ای و تناژ محصول تأثیر بسزایی در میزان تلفات برداشت در این نوع کمباین دارد.

- به‌دلیل کوبیده شدن کاه، حجم مواد خروجی از زیر سیلندری بالاست و از این‌رو نصب یک پردهٔ ضربه‌گیر در بالای غربال و در مسیر حرکت به سمت مخزن کاه می‌تواند در کاهش ورود دانه به مخزن کاه مؤثر باشد. با برخورد دانه به این صفحه، حرکت دانه متوقف می‌شود، روی غربال پایین می‌افتد، و از ورود دانه به مخزن کاه جلوگیری می‌کند.

- با توجه به بالا بودن تلفات کمباین در کمباین‌های کاه‌کوب و از طرفی استقبال زیاد کشاورزان در استفاده از این نوع کمباین‌ها، به‌نظر می‌رسد ایجاد تغییرات لازم در کمباین‌های کاه‌کوب برای به حداقل رساندن تلفات برداشت ضروری است. افزایش فاصلهٔ بین فن و غربال یا تقسیم کردن باد فن روی غربال‌ها می‌تواند مانع از ورود دانه به مخزن کاه شود. با توجه به اینکه مدت‌زمان زیادی محصول در خرمن‌کوب باقی می‌ماند و این امر منجر به افزایش برگشت محصول از تاله‌کش می‌گردد، با به حداقل رساندن عرض شانهٔ برش می‌توان تلفات واحد برش را کاهش داد.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع

Anon. 2015. Check the statistics of harvested area and production for 36 crops (1978-2013). Ministry of Agriculture-Jahad. Tehran, Iran. (in Persian)

Behroozi-Lar, M. 2000. Principles of Design of Agricultural Machinery. Scientific Publish Center of Islamic Azad University. Tehran, Iran. (in Persian)

Bougari, E., Zaki-Dizeji, H., Khorasani-Fardavani, H. and Mirshekari, S. 2013. Evaluation of some affecting factors on New Holland TC56 Combine losses during harvest by mathematical models in Ahvaz. Proceeding of the 6th National Conference Losses on Agricaltural Products. Nov. 20. Iran. (in Persian)

Ghari, M., Parmah, A., Choghasefidi, A. and Yeganeh, R. 2013. Determination and evaluatiation of losses in two John Deere 1055 and John Deere 1165 wheat harvest combine at the harvest time. Proceeding of the 6th Congress of Agricultural Research Findings. May 15-16. Iran. (in Persian)

Heydari, M. D., Pishgarkomole, S. H. and Omid, M. 2011. Selection the most appropriate harvesting combine with analytical hierarchy process technique. Proceeding of the Fifth National Conference on New Ideas in Agriculture. Feb. 16-17. Iran. (in Persian)

Khosravani, A. and Rahimi, H. 2006. Evaluation of wheat losses for a combine harvesting in Fars province. J. Agric. Eng. Res. 6(25): 113-130. (in Persian)

Mirzazadeh, A., Abdollahpour, Sh. and Moghadam, M. 2011. Effect of design parameters on separation of grainin thresher to minimize separation loss of combine. Agric. Sci. Sustain. Prod. 21(3): 1-11. (in Persian)

Mostofi-Sarkari, M. R., Asadi, H., Shaker, M. and Zare, A. 2012. Evaluation of techno-economic performance of the new harvester wheat combines with conventional combines to modify and optimize them. Proceeding of the 7th National Conference on Agricultural Machinery Engineering & Mechanization. Sep. 4-6. Shiraz, Iran. (in Persian)

Sabir, M. S., Iqbal, M. and Ysin, M. 2005. Influence of selected combine and crop parameters on kernel damage and thresh ability of wheat. Pakistan J. Agr. Sci. 42(3-4): 112-116.

Shaker, M. 2008. Evaluating and technical compering the performance of the new wheat combines harvester with conventional combines. Third International Conference of Agricultural Machinery Engineering. Iran. (in Persian)

Sheikhdavoodi, M. J. and Houshyar, E. 2010. Evaluation of wheat loss using new Holland combine harvester in Iran. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 8(1): 104-108. (in Persian)

Taghinazhad, J. and Mostofi-Sarkari, M. R. 2013. Technical and economical evaluations of canola harvesting losses in different maturity stages using three different combine harverster heads. J. Agric. Mach. 2(2): 154-162. (in Persian)

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

Archive of SID

www.SID.ir

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.19/No.70/Spring & Summer 2018/P:85-96

Assessment and Comparison of Conventional and Straw Walker Combines Harvesting Losses in Fars Province

S. Rostami*, M. Lotfalian and B. Hosseinzadeh-Samani

* Corresponding Author: Associate Professor, Biosystem Engineering Department, Agriculture Faculty, Shahrrekord University, Shahrekord, Iran. Email: rostami.sajad@yahoo.com
Received: 15 October 2016, Accepted: 3 January 2018

Wheat is the most important staple crop in Iran. By reducing losses of wheat at harvest stage, a significant increase of wheat fields production is possible. In view of increasing acceptance and the demand for straw walker combine, especially for harvesting the wheat, under present present investigation, the harvesting losses rate of the conventional combine and the straw walker combine of John Deere 955 and Class 76 were compared. The straw walker and the conventional combines were tested under quite the same field conditions with 14% moisture content. Further losses at different parts of combine such as cutting unit, threshing and separation, tank, MOG and seed germination percentage were also measured. The tested straw walker and the conventional combines were selected from Jandier (Hepko) and class companies. The results showed that the total harvest losses of the straw walker combine and the conventional combine in both Claas and John Deere, had a significant difference. The losses of John Deere straw walker combine mostly occurred at combine wheat storage tank at the value of 4.16%, whereas the losses in straw walker Class combine was mostly occurred at threshing and cleaning units which was about 8.13%. It should be noted that losses of both of tested combine had a significant difference as copared with losses in conventional combine. Finally, it was observed that fuel consumption in case of straw walker Class combine was 55 litres per hectare and 69.44 litres per hectare for straw walker John Deere combine.

Keywords: Cleaning Unit, Cutting Unit, Tank Losses, Threshing Unit, Wheat

Archive of SID

www.SID.ir