

Comparison of dry land wheat grain harvest losses in different types of chaff collector combine harvesters in Kurdistan province

M.Safari and M.A, Rostami

*Corresponding Author: Assistant Professor, Department Farm Machinery and Mechanization, Agriculture Engineering, Agricultural

Education and Extension Research Organization, Karaj, Iran.

Email: email2safari@yahoo.com.

Introduction

In conventional combine harvesters, wheat chaff is removed from the end of the combine and dumped on the field surface. The amount of wheat chaff production, depending on its cultivar, type of cultivation and growing conditions, is about 0.8 to 1.5 times the amount of grain production per hectare (Tavakoli, 2012). Therefore, on average, equivalent to grain production (13.7 million tons) of chaff is produced (about 14 million tons per year) and according to the price of chaff in the region (1000 Tomans per kg) in 2018-2019, about 12 trillion tomans are out of reach annually. According to the need, if these residues collected, it can be used as animal feed in livestock. In addition, the presence of long stems protruding from the back of conventional combine harvesters interferes with subsequent cultivation. Chaff combine harvesters are structurally similar to conventional combine harvesters, except that the end of the combine has changed. In these combines, a tank is added at the end of the combine, through which a blower pours the crushed chaff into the tank and after filling, it is emptied in a suitable place. In these combine harvesters, except threshing unit; the other components of the combine are similar to conventional combine harvesters.

Materials and methods

This study was conducted in 1398 in dryland wheat fields, in order to determine the performance of Chaff combine harvesters in Kurdistan province. In this study, the number of combine harvesters for harvesting of the wheat crop was 15 and included John Deere combine harvesters equipped with chaff threshers (Shiraz, Bookan and Hamedan) and Hamedan Barzegar specific chaff collector combine. In this study, these combines were evaluated and compared in terms of natural losses, head and chaff storage losses, field capacity, purity percentage and yield in field conditions in Kurdistan province. The total number of combines was 15 which evaluated based on completely randomized design. 33% of the evaluated combines belonged to Shiraz company (5 samples), 33% Bookan (5 samples), 20% Hamedan (3 samples) and 14% Hamedan Barzegar (2 samples). Sampling included measuring natural losses, header losses, threshing tank losses (losses of threshing unit, separating unit and cleaning unit) and quality losses (broken grains and impurities) in the combine tank.

Results and Discussion

Results showed average yield, natural loss and combine loss, were 1,698.14 kg.ha⁻¹, 2.39% and 4.92% respectively. In terms of losses rates in different parts of the combine, 43.49% was related to the chaff storage of the combine and 56.50% of it was related to the combine head. The natural loss rate was 2.39% in this province; the total combine loss was 5.18% that 40.44% of that was related to chaff storage and rest was related to combine head. The results showed that there was significant difference between the treatments in terms of field capacity and chaff storage loss and purity percentage in probability level of 5%. The total loss of Hamedan Barzegar combine was 6.67% that was more than the other combines. The chaff storage loss of Shiraz, Bookan, Hamedan and Hamedan Barzegar combines were 0.87%, 2.64%, 0.78% and 4.28% respectively that showed significant difference in 5% level. There was significant difference between treatments in terms of total grain loss. With these results, using of Hamedan, Bookan, Shiraz and Hamedan Barzegar combines with total losses of 4.33%, 4.33%, 4.52% and 6.56% recommended respectively.

Conclusion

1- The average purity of harvested grains was 96.62% and there was no significant difference in this case between combine harvesters.

2. There was significant difference between the combines in terms of field capacity at the probability level of 5%. The field capacity of Bookan, Hamedan Barzegar, Hamedan and Shiraz combine harvesters were 0.83, 0.87, 0.83 and 0.73 hectares per hour, respectively.

3- In Kurdistan province, the average grain combine loss in dryland wheat harvesting with Chaff combine harvesters was 4.92%, which indicates that it is higher than other provinces.

4- The loss in the Chaff tank of Shiraz, Bookan, Hamedan and Hamedan Barzegar combine harvesters was 0.87, 2.64, 0.78 and 4.28 percent, respectively, which regardless of head losses, loss in Hamedan combine was less than other combine harvesters.

5- The total losses of Hamedan Barzegar, Bookan, Shiraz and Hamedan combine harvesters were 6.56, 4.32, 4.52 and 4.30 percent, respectively, and Hamedan Barzegar and Hamedan combine harvesters had the highest and lowest losses, respectively.

According to the results obtained from this study, due to low losses, high purity and field capacity, using of Hamedan combine is recommended in Kurdistan dryland conditions.

Acknowledgement

Thanks from Agricultural Jihad Organization of Kurdistan Province (deputy of Plant Production and Mechanized Technologies Department) for their assistance and cooperation in the implementation of the project.

Keywords: Chaff collector combines; Combine losses, Harvesting, Losses, Wheat

مقایسه میزان تلفات برداشت دانه گندم در انواع کمباین‌های کاه کوب در استان کردستان

محمود صفری^{۱*} و محمد علی رستمی^۲

۱- استادیار بخش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

چکیده

گندم یکی از محصولات مهم کشور است که در سال‌های اخیر، به دلیل بالا بودن ارزش اقتصادی کاه تولیدی برای خوراک دام، توسط کمباین‌های کاه کوب برداشت می‌شود. در این تحقیق میزان تلفات طبیعی، تلفات کمباینی، ظرفیت مزرعه‌ای، درجه خلوص دانه و عملکرد محصول گندم در حین برداشت، توسط کمباین‌های کاه کوب در استان کردستان مورد بررسی قرار گرفت. از بین کمباین‌های فعال در برداشت گندم در منطقه، تعداد ۱۵ دستگاه کمباین کاه کوب در حین برداشت گندم به صورت طرح کاملاً تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. از این تعداد، ۴ دستگاه ساخت کارگاه‌های محلی شیراز، ۴ دستگاه ساخت کارگاه‌های محلی بوکان، ۴ دستگاه ساخت کارگاه‌های محلی همدان و ۳ دستگاه نیز ساخت شرکت همدان برزگر بود. نتایج نشان داد که متوسط عملکرد گندم دیم ۱۶۹۸/۱۴ کیلوگرم بر هکتار، تلفات طبیعی ۲/۳۹ درصد و تلفات کمباینی ۴/۹۲ درصد بود. ۴۳/۵ درصد از تلفات کمباینی مربوط به عقب کمباین (مخزن کاه) و ۵۶/۵ درصد آن مربوط به هد کمباین بود. مقایسه کمباین‌ها نشان داد که تلفات دانه در کمباین همدان برزگر با ۶/۵۶ درصد از دیگر کمباین‌ها بیشتر است. تفاوت بین کمباین‌ها از نظر ظرفیت مزرعه‌ای و درصد خلوص، معنی‌دار نبود. میزان تلفات دانه در مخزن کاه کمباین‌های کاه کوب شیراز، بوکان، همدان و همدان برزگر در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و به ترتیب ۰/۸۷، ۲/۶۴، ۰/۷۸، ۴/۲۸ درصد بود. از نظر تلفات کل کمباینی نیز تفاوت

بین کمباین‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج بدست آمده، کمباین‌های کاه کوب همدان، بوکان، شیراز و همدان برزگر به ترتیب با تلفات کل ۴/۳۲، ۴/۳۳، ۴/۵۲ و ۶/۵۶ درصد در اولویت بکارگیری در مزارع گندم دیم استان کردستان قرار دارند.

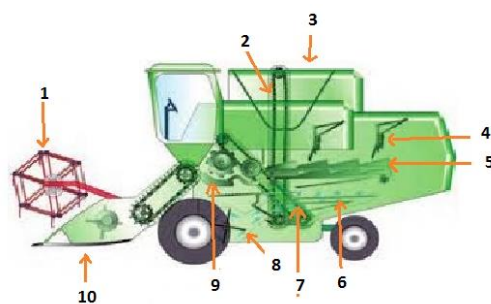
واژه‌های کلیدی: برداشت، تلفات، کاه کوب، کمباین، گندم

مقدمه

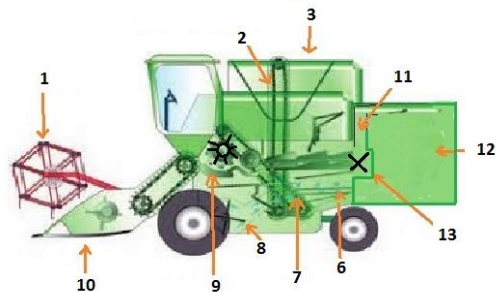
در سال زراعی ۹۸-۹۷، سطح زیر کشت گندم در کشور ۵/۸۶۴۵۵۴ میلیون هکتار با میزان تولید ۱۳/۷۱۵۲۵۸ میلیون تن بوده است (Ahmadi *et al.*, 2020). عملیات برداشت گندم با کمباین‌های رایج انجام می‌گیرد. در این کمباین‌ها، کاه و کلش گندم از انتهای کمباین خارج شده و در سطح مزرعه ریخته می‌شود. مقدار تولید کاه گندم بسته به رقم آن، نوع کشت و شرایط رشد حدود ۰/۸ تا ۱/۵ برابر مقدار تولید دانه در هر هکتار است (Tavakoli, 2012). بنابراین (با در نظر گرفتن رقم یک)، بطور متوسط معادل با تولید دانه (۱۳/۷ میلیون تن) کاه تولید می‌شود (حدود ۱۴ میلیون تن در سال) و با توجه به قیمت کاه در منطقه (۱۰۰۰ تومان) در سال زراعی ۹۸-۹۷، سالیانه ۱۲ تریلیون تومان از دسترس خارج می‌شود. با توجه به نیاز دامداری‌های کشور، این بقایا در صورت جمع‌آوری می‌تواند به‌عنوان خوراک دام، مورداستفاده قرار گیرد. علاوه بر این، وجود ساقه‌های بلند بیرون ریخته شده از پشت کمباین‌های رایج، باعث ایجاد مزاحمت در کشت بعدی می‌گردد.

کمباین‌های کاه کوب از نظر ساختاری، مشابه کمباین‌های رایج هستند، با این تفاوت که انتهای کمباین و اجزای داخلی آن تغییر یافته است. در این کمباین‌ها مخزنی در انتهای کمباین تعبیه شده است که از طریق یک مکند، کاه‌های خرد شده به داخل مخزن ریخته می‌شود و پس از پر شدن، در محل مناسب، تخلیه می‌گردد. در این کمباین‌ها بجز واحد کوبنده و بوجاری، دیگر اجزاء تشکیل‌دهنده کمباین، مشابه کمباین‌های مرسوم است (شکل ۱-ا). در این کمباین‌ها، کوبنده مرسوم سوهانی به چنگکی تغییر یافته است و در قسمت بوجاری نیز یک واحد دمنده اضافی نصب شده است تا کاه را به سمت مخزن کاه هدایت کند. اجزای اصلی این کمباین‌ها شامل واحدهای برش، کوبنده، تمیزکننده و مخزن جمع‌آوری کاه می‌باشد (شکل ۱-ب).

در سال‌های اخیر کارگاه‌های محلی در شیراز، همدان و بوکان با اضافه کردن مخزن کاه، تغییر واحد کوبنده از سوهانی به چنگکی و اضافه نمودن واحد دمنده، اقدام به تغییر کمباین‌های رایج به کاه کوب نموده‌اند. تعدادی از شرکت‌های داخلی نظیر همدان برزگر و کردستان اقدام به ساخت کمباین کاه کوب نموده‌اند که از نظر ساختاری و اصول کاری (بجز مخزن کاه و واحد انتقال کاه به داخل مخزن) مشابه کمباین‌های رایج هستند با این تفاوت که از اول تمامی اجزاء کمباین‌های کاه کوب نظیر هد، واحد کوبنده، واحد تمیزکننده، انتقال قدرت، موتور و غیره بازطراحی و ساخته شدند (Safari *et al.*, 2019).



(a)



(b)

شکل ۱- کمباین رایج (a) و کمباین کاه کوب (b)

۱- چرخ و فلک، ۲- الواتور دانه به مخزن، ۳- مخزن دانه، ۴- کاه پران، ۵- غربال کاه، ۶- غربال دانه، ۷- الواتور برگشت، ۸- واحد دمنده، ۹- واحد کوبش ۱۰- واحد برش ۱۱- کانال کاه، ۱۲- مخزن کاه، ۱۳- دمنده کاه

Fig. 1- Conventional combine (a) and chaff collector combine (b)

1-Reel, 2-Grain elevator to tank, 3-Grain tank, 4-Chaff walker, 5-Chaff sieve, 6-Grain sieve, 7-Return elevator, 8-Blower unit, 9-Threshing unit 10, Cutting unit 11- Chaff channel, 12- Chaff tank, 13- Chaff blower

در تحقیقی در منطقه فارس، میزان ضایعات کمباین‌های کاه کوب در دو نوع کمباین جان‌دیر ۹۵۵ و کلاس بررسی شد. نتایج نشان داد که کمباین معمولی و کاه کوب در افت طبیعی و دماغه در هر دو رطوبت ۱۲ و ۱۹ درصد تفاوت معنی‌داری داشته است و افت انتهای کمباین در رطوبت ۱۲ و ۱۹ درصد برای کمباین‌های معمولی به ترتیب ۴/۰۲ و ۴/۲۰ درصد و در کمباین کاه کوب به ترتیب ۲ و ۳/۵ درصد بود. میزان دانه‌های شکسته در مخزن در رطوبت ۱۲ و ۱۹ درصد برای کمباین‌های معمولی ۴/۷۵ و ۴/۴۶ درصد و در کمباین کاه کوب به ترتیب ۲/۶ و ۱/۱ درصد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که این کمباین‌ها قادر به برداشت گندم در رطوبت‌های بالاتر (۱۹ درصد) و با ریزش کمتر می‌باشند (Agheshkhani, 2017).

در تحقیقی در هندوستان سه سطح رطوبت ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد دانه گندم و سه سرعت پیشروی ۱، ۲ و ۲/۵ کیلومتر بر ساعت برای برداشت گندم با کمباین مورد بررسی قرار گرفت، نتایج تحقیق نشان داد ترکیب سرعت پیشروی ۱/۵ کیلومتر بر ساعت و محتوی رطوبت محصول ۹/۱۶ درصد برای برداشت گندم با کمباین آزمایشی مناسب‌ترین بوده است (Patel and Varshney, 2014). در تحقیقی دیگر در منطقه فارس، تلفات برداشت کمباین‌های کاه کوب و معمولی از نوع جان‌دیر ۹۵۵ و کلاس ۷۶ پرداخته شد. آزمایش کمباین‌های کاه کوب و معمولی در شرایط مزرعه‌ای کاملاً یکسان و در رطوبت ۱۴ درصد دانه گندم اجرا و پارامترهای مختلف شامل تلفات در بخش‌های مختلف کمباین اعم از واحد برش، کوبش و تمیزکننده، اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که مجموع تلفات برداشت کمباین کاه کوب با تلفات برداشت کمباین معمولی در هر دو نوع کمباین کلاس و جان‌دیر اختلاف معنی‌داری داشتند. متوسط تلفات مخزن در کمباین‌های کاه کوب ۱/۱۹ درصد و در کمباین‌های معمولی ۰/۲۶ درصد بود که بین کمباین‌های کاه کوب و معمولی ۰/۹۳ درصد اختلاف وجود داشت. بیشترین میزان مصرف سوخت اندازه‌گیری شده در کمباین‌های کاه کوب کلاس به میزان ۵۵ لیتر در هکتار و در کمباین‌های کاه کوب جان‌دیر ۶۹/۴۴ لیتر در هکتار بود (Rostami et al., 2018).

نوسازی کمباین‌ها در بازه زمانی ۱۰ ساله تا سال ۱۳۸۵ موجب کاهش چشمگیر تلفات گندم از ۱۵ به ۳ درصد شد و به تبع آن از هدر رفتن ۱۳۶۸ هزار تن به ارزش ۲۴۶۲۴۰۰ میلیون ریال در سال در کشور جلوگیری شد (Amirnejad et al., 2008). طبق آمار منتشر شده، مجموع سطح زیر کشت گندم آبی و دیم در سال ۹۸-۹۹ برابر ۶ میلیون هکتار، میزان تولید آن ۱۳/۶ میلیون تن و میانگین عملکرد آبی و دیم به ترتیب ۴/۲ تن و ۱/۳ تن بوده است (Ahmadi et al., 2020). قسمت قابل توجهی از این محصول در زمان برداشت توسط کمباین به زمین ریخته شده و تلف می‌شوند. پروژه تحقیقاتی ملی با عنوان سنجش تلفات کمباینی برداشت دانه گندم در کشور به منظور ارائه راهکارهای کاهش آن در سال زراعی ۹۷-۹۶ به منظور تعیین نوع و سهم هر کدام از عوامل انسانی، فنی و زراعی مؤثر بر میزان تلفات دانه در برداشت مکانیزه گندم با انواع کمباین‌های جان‌دیر، نیوهلند و کلاس متداول و جدید، در ۲۴ استان

کشور اجرا شد. تعداد کمباین‌های موردبررسی ۵۶۳ دستگاه بود که به روش نمونه‌گیری تصادفی و در حال کار در مزارع زارعین مورد بازدید، بررسی و نمونه‌برداری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین کل تلفات برداشت گندم در کشور ۳/۷۵ درصد بود که ۱/۲۶ درصد آن تلفات طبیعی و ۲/۴۹ درصد آن تلفات کمباینی بود. میانگین کل تلفات دانه در مزارع آبی ۳/۳۴ درصد و در مزارع دیم کشور ۴/۴ درصد بود. میانگین تلفات کمباینی (بدون تلفات طبیعی) در مزارع آبی و دیم به ترتیب ۲/۳ و ۲/۸۶ درصد بود. میانگین تلفات طبیعی در گندم آبی و دیم نیز به ترتیب ۱/۰۴ و ۱/۵۴ درصد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تلفات کمباینی در کشور در طی مدت ۱۳ سال گذشته ۰/۸۸ درصد کاهش یافته و به ۲/۴۹ درصد رسیده است (Dehghan *et al.*, 2018).

در یک تحقیق، میزان تلفات کمباین‌های جان‌دیر ۱۱۶۵ و ۹۵۵ در برداشت دو رقم گندم آبی الوند و امید در استان چهارمحال و بختیاری بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین تلفات دانه در رقم امید و توسط کمباین جان‌دیر ۹۵۵ با میزان ۶/۸۳ درصد بود که از این مقدار، ۱۰/۵ درصد آن مربوط به تمیز کردن، ۳۴ درصد در سکوی برش، ۱۶/۵ درصد در کوبنده، ۲۱ درصد ناخالصی و ۱۸ درصد دانه شکسته بود. کمترین تلفات مربوط به کمباین جان‌دیر ۱۱۶۵ و رقم الوند با ۳/۹۷ درصد بود که ۱۰ درصد آن مربوط به واحد تمیزکننده، ۳۸ درصد در سکوی برش، ۱۳ درصد در واحد کوبنده بود و میزان ناخالص و دانه شکسته نیز به ترتیب ۲۲ و ۱۷ درصد بود (Mirasi *et al.*, 2014).

در یک پژوهش ملی به سفارش معاونت امور زراعت وزارت جهاد کشاورزی (دفتر طرح گندم) میزان تلفات دانه در برداشت گندم (دیم و آبی) با کمباین‌های کاه‌کوب، در ۹ استان کشور اندازه‌گیری شد. در این تحقیق ۱۰۰ دستگاه کمباین کاه‌کوب، شامل ۸۸ دستگاه انواع جان‌دیر (۹۵۵، ۱۰۵۵ و ۱۱۶۵)، ۶ دستگاه کردستان، ۳ دستگاه برزگر همدان و ۳ دستگاه انواع دیگر کمباین به روش نمونه‌گیری تصادفی و در حال کار در مزارع زارعین موردبررسی قرار گرفتند. از این تعداد ۹۱ دستگاه کمباین‌های معمولی بودند که به کاه‌کوب تبدیل شده بودند و ۹ دستگاه کمباین‌هایی بودند که اساساً به‌صورت کاه‌کوب طراحی و ساخته شده بودند که میانگین سن کمباین‌ها بر اساس نتایج بدست آمده ۱۶/۹ سال بود. ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌ها ۰/۳۸ هکتار بر ساعت؛ میانگین کل تلفات گندم در مرحله برداشت ۵/۰۵ درصد بود که سهم تلفات طبیعی و کمباینی به ترتیب ۱/۲۸ و ۳/۷۷ درصد بود. از این میزان تلفات کمباینی ۱/۸۶ درصد آن توسط هد و ۱/۹۱ درصد آن توسط واحدهای فرآوری کمباین ایجاد شد. بر اساس نتایج این تحقیق، به‌طور کلی استفاده از کمباین‌های کاه‌کوب به‌جای کمباین‌های معمولی موجب افزایش درآمد خالص کشاورزان و کمباین‌داران به ترتیب به میزان ۳۱۷۵۲۲ و ۲۴۴۸۸۴ تومان در هکتار شد. همچنین این جایگزینی موجب برداشت کاه بیشتر، افزایش ارزش ریالی کاه، حذف هزینه‌های جمع‌آوری، بسته‌بندی و خرد کردن کاه گردید (Rostami.M.A *et al.*, 2021).

کمباین‌های کاه‌کوب فعال در برداشت گندم در استان کردستان جمعاً ۸۵۴ دستگاه بود که شامل ۳۰۳ دستگاه کمباین بوکان، ۲۰۸ دستگاه شیراز، ۳۴۰ دستگاه همدان و ۳ دستگاه برزگر همدان بود. لذا به دلیل نبود اطلاعات دقیق از میزان تلفات کمی و کیفی دانه گندم در برداشت با کمباین‌های کاه‌کوب غلات در استان کردستان و میزان تلفات دانه توسط هر کدام از انواع کمباین‌های کاه‌کوب در دسترس کشاورزان اجرای این تحقیق ضروری بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۹۸ در سطح مزارع گندم دیم در شرایط میدانی، برای تعیین عملکرد کمباین‌های کاه‌کوب در استان کردستان انجام شد. در این تحقیق تعداد کمباین‌های موردبررسی برای برداشت گندم آبی ۱۵ دستگاه و شامل کمباین‌های جان‌دیر مجهز به کاه‌کوب (شیراز، بوکان و همدان) و کمباین اختصاصی کاه‌کوب همدان برزگر بود. از این کمباین‌ها، ۴ دستگاه آن شیراز، ۴ دستگاه بوکان، ۴ دستگاه همدان و ۳ دستگاه همدان برزگر بود که در شهرستان‌های دیوان دره، سقز، بیجار، دهگلان و قروه موردبررسی قرار گرفتند. در این تحقیق کمباین‌ها از نظر شاخص‌های تلفات کمباینی، ظرفیت مزرعه‌ای، درجه خلوص دانه، میزان تلفات طبیعی و عملکرد محصول گندم در مزرعه با یکدیگر مقایسه شدند. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد. در تیمارهایی نظیر کمباین همدان برزگر که تعداد نمونه‌ها کمتر بوده است از روش کرت‌های گمشده استفاده شده است.

نمونه‌برداری‌ها شامل اندازه‌گیری تلفات طبیعی، تلفات سکوی برش، تلفات در مخزن کاه‌کوب (مجموع تلفات واحد کوبش، واحد جداکننده، واحد تمیزکننده) و تلفات کیفی (میزان دانه‌های شکسته و ناخالصی) در مخزن کمباین بود. علاوه بر این، به‌منظور کسب

اطلاعات تکمیلی از عوامل جانبی مؤثر بر کارکرد کمباین‌ها و تلفات دانه در مزارع، شاخص‌هایی مانند سن کمباین‌ها، سرعت کوبنده، سرعت محیطی دوران چرخ‌وفلک اندازه‌گیری شده و در فرم‌هایی که به‌منظور ارزیابی کمی و کیفی کمباین‌ها تهیه شده بودند، ثبت گردید. همچنین کشاورزان، مالکین و رانندگان کمباین‌ها مورد مصاحبه قرار گرفته و پرسشنامه‌هایی در خصوص اطلاعات فنی و مشکلات آن‌ها در امر برداشت گندم تکمیل گردید. در پایان، میزان تلفات طبیعی و کمباینی، میزان تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین‌ها و منشأ آن‌ها در منطقه تعیین شد.

رطوبت دانه در زمان برداشت به کمک گرفتن نمونه‌های ۱۵۰ گرمی از مخزن دانه و در آزمایشگاه تعیین شد. سرعت پیشروی با تعیین زمان طی شده برای مسافت ۱۵ متر برحسب متر بر ثانیه و در نهایت برحسب کیلومتر بر ساعت تعیین گردید. با بستن یک‌تکه روبان رنگی بر روی چرخ‌وفلک و قرار دادن در بالاترین نقطه چرخ‌وفلک، زمان صرف شده برای ۱۰ دور چرخ‌وفلک تعیین و میزان دور بر دقیقه محاسبه گردید. برای تعیین ارتفاع برداشت، ارتفاع بقایای (ساقه‌های) ایستاده گندم از زمین اندازه‌گیری شد. زمان لازم برای برداشت یک هکتار تعیین و ظرفیت مزرعه‌ای محاسبه شد. روش اندازه‌گیری و محاسبه انواع تلفات طبیعی و کمباینی دانه به شرح زیر بود:

تلفات طبیعی دانه و عملکرد در هکتار

تلفات طبیعی شامل دانه‌هایی است که قبل از ورود کمباین به مزرعه و در اثر وزش باد، خوابیدگی و ریزش محصول و شرایط جوی از دسترس کمباین خارج می‌شوند (FMO, 1981). در ۴ نقطه تصادفی از سطح برداشت‌نشده از مزرعه، به کمک کادر فلزی ۵۰×۵۰ سانتیمتر و در مجاورت مسیر ارزیابی کمباین، دانه‌ها و سنبله‌های ریخته شده (که نمی‌توانستند توسط کمباین برداشت شوند) جمع‌آوری شد. همچنین سنبله‌های ایستاده نیز به‌عنوان عملکرد محصول در واحد سطح مزرعه برداشت و دانه‌های آنها توزین شد. مجموع وزن دانه‌های درون سنبله‌ها و دانه‌های ریخته شده بر زمین به‌عنوان تلفات طبیعی و مجموع دانه‌های درون سنبله‌های ایستاده درون کادر به‌عنوان عملکرد واقعی محصول در واحد سطح در نظر گرفته شد (Dehghan *et al.*, 2009).

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

P_n : تلفات طبیعی دانه (%)

W_a : وزن دانه‌های موجود در بوته‌های ایستاده قابل برداشت با کمباین (gr)

W_b : وزن دانه‌هایی که قبل از ورود کمباین به مزرعه ریزش کرده‌اند (gr)

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

Y_t : کل دانه تولیدشده در واحد سطح ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

n : تعداد دفعات کادر اندازه‌گیری

A_k : مساحت کادر نمونه‌برداری (m^2)

تلفات سکوی برش

تلفات سکوی برش شامل سنبله‌ها و دانه‌هایی است که قبل از این‌که به واحد کوبنده کمباین منتقل شوند، به علت کارکرد نامناسب اجزای سکوی برش، مانند شکستگی تیغه‌های شانه برش، سرعت دوران کم یا زیاد چرخ‌وفلک، زاویه نامناسب ورود پرها یا انگشتی‌های چرخ‌وفلک در بین سنبله‌ها، فاصله نامناسب عمودی یا افقی چرخ‌وفلک از تیغه برش و غیره بر روی زمین ریخته می‌شوند. در ۴ نقطه از مزرعه که توسط کمباین برداشت‌شده و کاه و کلش انتهایی کمباین بر روی آن ریخته نشده، کادر فلزی ۵۰×۵۰ سانتی‌متر به‌صورت تصادفی انداخته شد و سپس دانه‌ها و سنبله‌هایی که در درون کادر قرار داشتند جمع‌آوری شد (Dehghan *et al.*, 2009).

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

P_i : درصد تلفات دانه در سکوی برش (%)

n : تعداد دفعات کادر اندازی

W_q : وزن مجموع دانه‌های جمع شده در کادر (gr)

تلفات کاه کوب

تلفات واحد کوبنده شامل دانه‌های موجود در سنبله‌های سالم و نیم کوب است که همراه با کاه و کلش وارد مخزن کاه می‌شود. برخی از عوامل ایجاد این تلفات عبارتند از سرعت دورانی نامناسب کوبنده، فاصله نامناسب کوبنده و ضد کوبنده، مکش زیاد فن و سرعت زیاد کمباین که باعث خوراک‌دهی بیش از حد به واحد کوبنده می‌شود. تلفات کاه کوب و واحد تمیزکننده (الک‌ها) شامل دانه‌های سالم و شکسته‌ای است که در مخزن کاه ریخته می‌شوند. برخی عوامل ایجاد این تلفات عبارتند از تنظیم نامناسب (زاویه کم) یا گرفتگی روزنه الک‌ها، سرعت بیش از حد پنکه دمنده، زاویه و محل نامناسب برخورد باد دمنده به زیر الک‌ها.

در کمباین کاه کوب برای اندازه‌گیری میزان افت دانه در واحد کوبنده که به صورت دانه‌های سالم یا شکسته وارد مخزن کاه می‌شوند، ابتدا مخزن کاه کاملاً تخلیه شده و سپس کمباین به میزان ۱۵ متر اقدام به برداشت محصول نمود. پس از انجام آزمون، به منظور جلوگیری از خطای آزمایش، طول پیشروی مجدداً اندازه‌گیری شد. عرض کار مؤثر کمباین در حین برداشت ثبت شد. با پایان یافتن کار برداشت، کمباین متوقف شده و یک گونی به ابعاد ۳ متر در ۳ متر در عقب کمباین پهن شد و محتویات (کاه) داخل مخزن روی آن ریخته شد، سپس کاه و دانه توسط جریان باد و پنکه از یکدیگر جدا شدند و دانه‌های سالم و شکسته توزین شد (این کار با الک کردن در چند مرحله و در صورت نیاز مرحله نهایی جداسازی با باد انجام شد). از این آزمون دو داده اصلی به شرح ذیل بدست آمد:

۱- مساحت زمین برداشت شده حین آزمایش که با ضرب طول پیشروی در عرض کار مؤثر کمباین (عرض کار مؤثر سکوی برش) حاصل گردید.

۲- میزان دانه جداسازی شده از کاه (گرم)

پس از تعیین تلفات کمی، تلفات کل که برابر با مجموع تلفات کمباینی و طبیعی است، محاسبه گردید.

افت کیفی

در آزمایشگاه از نمونه یک کیلوگرمی که از مخزن دانه کمباین برداشته شده بود نمونه‌های ۱۰۰ گرمی بدون هرگونه مواد خارجی و کاه و کلش انتخاب شد. پس از توزین نمونه، دانه‌های شکسته شده یا ترک برداشته و به‌طور کلی به لحاظ ظاهری آسیب‌دیده جدا شد و افت کیفی بر اساس درصد دانه‌های خرد شده محاسبه شد. نسبت درصد وزن دانه‌های آسیب‌دیده به وزن کل نمونه به‌عنوان درصد خرد شدن دانه‌ها تعیین شد.

درصد ناخالصی

ناخالصی‌های محصول برداشت شده در مخزن کمباین شامل بذر علف‌های هرز، خاک، سنگریزه و کاه و کلش است که می‌بایست درصد آنها محاسبه گردد. این درصد، از نسبت وزن مجموع ناخالصی‌ها (بذر علف‌های هرز، خاک، سنگریزه و کاه و کلش) به وزن کل نمونه و مطابق رابطه ۴ محاسبه گردید (Dehghan *et al.*, 2009).

$$P_z = \frac{K + M + N + R}{T} \times 100 \quad (4)$$

P_z : درصد ناخالصی‌ها (%)

T : وزن کل نمونه (gr)

K: وزن دانه‌های شکسته موجود در نمونه (gr)

M: وزن کاه و کلش موجود در نمونه (gr)

N: وزن علف‌های هرز موجود در نمونه (gr)

R: وزن سنگ‌ریزه و خاک موجود در نمونه (gr)

با کسر میزان ناخالصی از ۱۰۰ درصد، میزان درصد خلوص دانه محاسبه گردید.

نتایج و بحث

ظرفیت مزرعه‌ای

با توجه به متفاوت بودن عرض کار مؤثر و سرعت پیشروی (به علت شرایط محصول) در کمباین‌های مورد بررسی، بین کمباین‌ها از نظر ظرفیت مزرعه‌ای، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. مطابق جدول ۲، ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های بوکان، همدان برزگر، همدان و شیراز، به ترتیب ۰/۸۳، ۰/۸۷، ۰/۸۳ و ۰/۷۳ هکتار بر ساعت بود. با این نتایج، کمباین‌های همدان برزگر در یک ساعت سطح بیشتری را برداشت نمودند. در غالب مزارع، علیرغم عرض کار زیاد کمباین، به دلیل متراکم بودن محصول، خوابیدگی آن و برش محصول از قسمت‌های تحتانی (برای ورود کاه بیشتر)، راننده کمباین به‌ناچار برای کاهش خوراک‌دهی (جلوگیری از انسداد سامانه‌های کوبش و تمیزش)، عرض کار کمتری را برداشت می‌کرد. به‌رحال شرایط مختلف مزارع آزمایشی از نظر تراکم محصول، رطوبت دانه و ناهمواری زمین موجب تغییر عرض کار، سرعت پیشروی و در نهایت ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌ها می‌شد. قاسمی نژاد و همکاران یکی از دلایل اختلاف ظرفیت و بازده مزرعه‌ای را متفاوت بودن الگوی کشت گزارش نموده‌اند و در مزارع با کشت مسطح، ظرفیت و بازده مزرعه‌ای نسبت به جوی پشته‌ای بیشتر بوده است (Ghaseminejad *et al.*, 2018). در این تحقیق کلیه مزارع به‌صورت مسطح کشت شده بودند بنابراین الگوی کشت بر روی ظرفیت تأثیری نداشته است و سایر عوامل نظیر عرض کار مؤثر، مهارت راننده، تراکم کشت و خوابیدگی محصول باعث اختلاف در ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌ها شده‌اند. از نظر عرض کار، با توجه به بالا بودن توان کمباین ماشین برزگر همدان، عرض کار بیشتری تحت پوشش قرار گرفت و ظرفیت مزرعه‌ای آن نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. در مزارعی که تراکم محصول زیاد بود به‌منظور کنترل میزان ورودی کمباین قسمتی از عرض هد کمباین در کار برداشت محصول بکار گرفته نشد.

درصد خلوص

ناخالصی‌های محصول برداشت شده شامل بذر علف‌های هرز، خاک، سنگ‌ریزه و کاه و کلش است. در جریان برداشت محصول توسط کمباین، بخشی از دانه‌ها به‌صورت شکسته شده به مخزن کمباین منتقل می‌شوند که به‌عنوان افت کیفی شناخته می‌شود. مطابق جدول ۱، بین تیمارهای آزمایشی از نظر درجه خلوص، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. نتایج مقایسه میانگین‌های خلوص دانه در جدول ۲ نشان داد که درصد خلوص کمباین‌های همدان برزگر نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود و بین کمباین‌های همدان، شیراز و بوکان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ بنابراین از نظر کیفی، مرغوبیت دانه‌های موجود در مخزن کمباین‌ها دارای شرایط یکسانی بوده و میزان خلوص از مقبولیت مناسبی برخوردار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی از نظر صفات مورد بررسی

Table 1- Analysis of variance of experimental treatments in terms of studied traits

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	خلوص دانه Seed purity (%)	سکوی برش Head losses (%)	تلفات مخزن کاه Chaff tank losses (%)	تلفات کل Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity ha.h ⁻¹	عملکرد محصول Crop Yield kg.ha ⁻¹
تکرار Replication	3	6.49	1.37	4.48	4.67	0.002	7739.75
نوع کمباین Combine type	3	15.57ns	3.79*	11.03*	4.77*	0.01*	111774.14*

Error خطا	9	6.94	4.2	1.44	5.66	0.0002	5560.89
ضریب تغییرات (CV)		2.72	21.6	25.93	28.25	2.03	4.39

ns: بی معنی بودن اختلافات
* اختلاف معنی دار در سطح ۵٪

جدول ۲ - مقایسه میانگین تیمارها* (در سطح ۵٪)

Table 2 - Comparison of average treatments * (at 5% level)

تیمار Treatment	خلوص دانه (%) Seed purity (%)	تلفات سکوی برش (%)Head losses (%)	تلفات مخزن کاه (%) Chaff tank losses (%)	تلفات کل (%) Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار بر ساعت) Field capacity ha.h ⁻¹	عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) Crop Yield kg.ha ⁻¹
بوکان Bookan	96.36 ^{ab}	1.66 ^b	2.64 ^{ab}	4.33 ^b	0.83 ^b	1673.7 ^b
شیراز Shiraz	97.49 ^{ab}	3.65 ^a	0.87 ^b	4.52 ^b	0.73 ^c	1915.7 ^a
همدان Hamedan	94.00 ^b	3.54 ^a	0.78 ^b	4.32 ^b	0.83 ^b	1695.5 ^b
همدان برزگر Hamedan Barzegar	98.62 ^a	2.28 ^b	4.28 ^a	6.56 ^a	0.87 ^a	1508.6 ^c

*: میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک گروه آماری قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری ندارند.

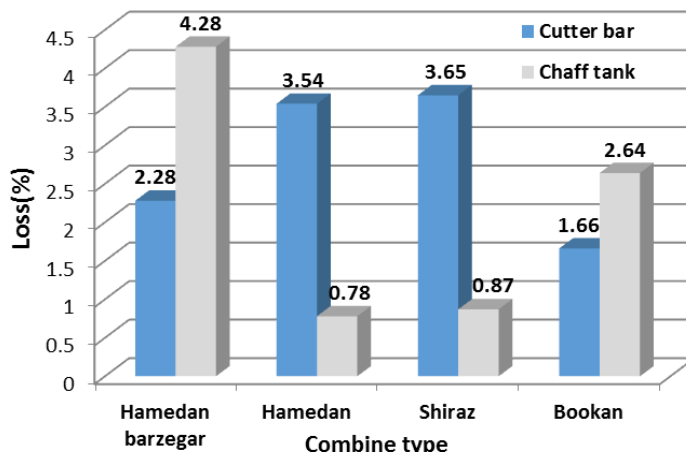
*Means with similar letters are in a statistical group and there is no significant difference.

تلفات هد (شانه برش)

با در نظر گرفتن متوسط عملکرد گندم در تیمارهای آزمایشی (۱۶۹۸/۳۷ کیلوگرم بر هکتار) و جمع‌آوری دانه‌های ریخته شده در داخل کادرهای آزمایشی، میزان تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین تعیین شد. بیشترین میزان تلفات در کمباین‌ها در قسمت سکوی برش آن‌ها بود و برخلاف تلفات طبیعی، این عامل تابعی از عملکرد کمباین بود. مطابق جداول ۱ و ۲، بین انواع کمباین‌های مورد بررسی از نظر تلفات در سکوی برش کمباین، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. تلفات کمباین‌های همدان، شیراز، بوکان و همدان برزگر به ترتیب ۳/۵۴، ۳/۶۵، ۱/۶۶ و ۲/۲۸ درصد بود که بیشترین تلفات مربوط به کمباین‌های شیراز و کمترین تلفات هد مربوط به کمباین‌های بوکان بود. این اختلاف می‌تواند به دلیل نامناسب بودن اجزای سکوی برش مانند شکستگی تیغه‌های شانه برش، سرعت دوران کم یا زیاد چرخ‌وفلک، زاویه نامناسب ورود انگشتی‌های چرخ‌وفلک در بین سنبله‌ها و فاصله نامناسب عمودی یا افقی چرخ‌وفلک از تیغه برش باشد. چنانچه بتوان این تلفات را به حداقل رساند، میزان تلفات کلی کمباین به نحو چشمگیری کاهش خواهد یافت. با توجه به این نتایج، مناسب‌ترین کمباین از نظر پائین بودن تلفات هد، کمباین بوکان بود (شکل ۲). این یافته با نتایج پژوهش‌های قبلی مبنی بر ایجاد بیشترین میزان تلفات کمباینی در سکوی برش مطابقت داشت (Dehghan *et al.*, 2018). این نتیجه نشان داد که یکی از قسمت‌های مهم برای کنترل تلفات کمباین، هد برداشت است که بایستی مورد توجه قرار گیرد.

تلفات عقب کمباین (مخزن کاه)

این تلفات، شامل دانه‌های موجود در سنبله‌های سالم و نیم کوب و دانه‌های موجود در مخزن کاه است (با فرض اینکه هیچ دانه‌ای به صورت پودر همراه با باد از کمباین خارج نشوند). بین کمباین‌های مورد بررسی از نظر تلفات مخزن کاه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). تلفات مخزن کاه در کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به ترتیب ۴/۲۸، ۲/۶۴، ۰/۸۷ و ۰/۷۸ درصد بود (جدول ۲).



شکل ۲- تلفات در شانه برش و مخزن کاه

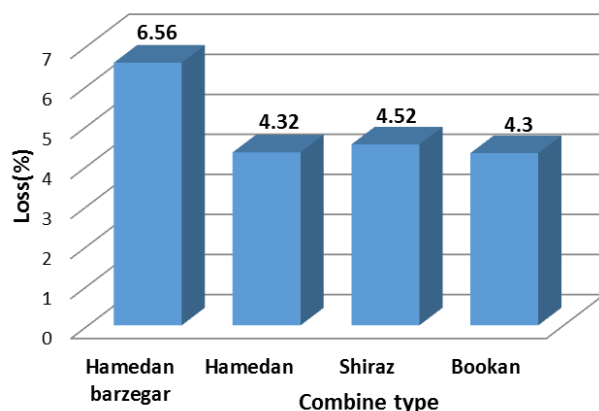
Fig. 2- Losses in the head of combine (cutter bar) and chaff tank

از نظر میزان تلفات در مخزن کاه، بین کمباین‌های بوکان و همدان برزگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. از طرفی بین کمباین‌های بوکان، شیراز و همدان نیز اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید ولی بین همدان برزگر و کمباین‌های شیراز و همدان اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد. رستمی و همکاران متوسط تلفات مخزن کاه در کمباین‌های جان‌دیر (همدان، بوکان و شیراز) را ۴/۱۶ درصد گزارش نمودند (Rostami *et al.*, 2018) در صورتی که در این تحقیق متوسط تلفات این سه نوع کمباین ۲/۱۴ درصد بوده است. در تحقیقی، متوسط درصد تلفات در مخزن کاه کمباین جان‌دیر در رطوبت ۱۲ درصد ۲ درصد گزارش شد که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد (Aghelshkhani, 2017). در این تحقیق نیز میزان تلفات کاه در قسمت مخزن کاه کمباین‌های کاه کوب جان‌دیر، بین ۲/۶۴-۰/۷۸ درصد بود و به‌طور معنی‌داری کمتر از کمباین همدان برزگر (۴/۲۸ درصد) بود. (شکل ۲).

کمباین همدان برزگر به دلیل موتور قویتر (۲۴۰ اسب بخار) دارای دمنده قوی تری نیز می‌باشد که هرچند با کنترل دریچه‌ها می‌توان میزان بده خروجی را کنترل نمود ولی به دلیل بالا بودن میزان خروجی دمنده، کنترل کامل دانه‌ها امکان‌پذیر نیست و یکی از دلایل احتمالی بالا بودن میزان تلفات در مخزن کاه، همین عامل است. عامل دیگر بیشتر بودن عرض کار شانه برش دستگاه است که میزان خوراک دهی را به کوبنده با ظرفیت ثابت افزایش داده است که باعث بیش باری و افزایش تلفات شده است. کمباین‌های رایج ساخت شرکت کمباین سازی دارای تنظیماتی است که غالب کمباین داران به آن تسلط دارند ولی در کمباین محلی همدان برزگر کمباین داران به تنظیمات آن تسلط کافی ندارند.

تلفات کل کمباینی

بین کمباین‌های کاه کوب مورد آزمایش از نظر کل تلفات کمباینی (مجموع تلفات هد و عقب کمباین) اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. میزان تلفات کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به ترتیب ۶/۵۶، ۴/۳۳، ۴/۵۲ و ۴/۳۲ درصد بود که کمباین‌های همدان برزگر و همدان به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تلفات بودند (شکل ۳). متوسط تلفات کل در این استان برای برداشت دانه گندم، ۴/۹۲ درصد بود که از این میزان ۲/۱۴ درصد مربوط به محصول منتقل شده به مخزن و ۲/۷۸ درصد به سکوی برش تعلق داشت. در این منطقه متوسط ریزش طبیعی ۲/۳۹ درصد بود. بهروزی لار و همکاران، میانگین تلفات کمباین در استان‌های فارس، همدان، خراسان، اصفهان و گرگان را به ترتیب ۸/۴، ۷/۵، ۲/۳ و ۷ درصد گزارش نمودند (Behrooz Lar, 1995) که مهم‌ترین عوامل مؤثر در تلفات، تنظیم نبودن کمباین، مناسب نبودن زمان برداشت، رطوبت نسبی هوا و ساعت برداشت بوده است. میزان تلفات کل (شانه برش و مخزن کاه) در کمباین‌های کاه کوب در مناطق فارس و زنجان به ترتیب ۷/۸۶ و ۵/۴ درصد گزارش شده است. متوسط تلفات دانه در این تحقیق (۴/۹۲ درصد) با نتایج منطقه زنجان هم‌خوانی داشت (Rostami *et al.*, 2018). نتایج این تحقیق بیانگر بالا بودن میزان کل تلفات کمباینی (۲/۷۸ درصد تلفات سکوی برش و ۲/۱۴ درصد تلفات مخزن کاه) در این استان بود. هرچند در این مناطق از کمباین‌های نو استفاده شده است ولی عوامل مختلفی نظیر درصد رطوبت دانه، خوابیدگی محصول، میزان تراکم محصول، سرعت پیشروی و سرعت چرخ‌وفلک از عوامل تأثیرگذار بر تلفات کمباین بوده است.



شکل ۳- تلفات کلی (مجموع تلفات طبیعی و کمباینی) برداشت دانه گندم با کمباین‌های کاه کوب
Fig. 3 - Total losses (natural and combine losses) of wheat harvesting by chaff walker combines

نتیجه‌گیری

- متوسط درصد خلوص دانه‌های برداشت‌شده ۹۶/۶۲ درصد بود و بین ماشین‌های برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.
 - بین کمباین‌ها از نظر ظرفیت مزرعه‌ای، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های بوکان، همدان برزگر، همدان و شیراز، به ترتیب ۰/۸۳، ۰/۸۷، ۰/۸۳ و ۰/۷۳ هکتار بر ساعت بود.
 - در استان کردستان متوسط تلفات کمباینی دانه در برداشت گندم دیم با کمباین‌های کاه کوب، ۴/۹۲ درصد بود که بیانگر بالا بودن آن نسبت به سایر استان‌ها است. بالا بودن تلفات کمباینی در این استان ناشی از بالا بودن تلفات در کمباین‌های کاه کوب طراحی شده محلی (نه اصلاح‌شده رایج) بوده است. در کمباین‌های ساخت شرکت کمباین سازی، به علت اینکه چندین سال است که توسط کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گیرد، کمباین داران با تنظیمات و اصول کار با آن آشنایی کامل دارند ولی در کمباین محلی هرچند اصول کار یکی است ولی کمباین دار با تنظیمات آن آشنایی کافی ندارد.
 - میزان تلفات عقب کمباین (دانه منتقل شدن به مخزن کاه) در کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به ترتیب ۴/۲۸، ۲/۶۴، ۰/۸۷ و ۰/۷۸ درصد بود که نشان می‌دهد تلفات کمباین کاه کوب همدان برزگر از سایر کمباین‌ها بیشتر بوده است.
 - میزان تلفات کل کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به ترتیب ۶/۵۶، ۴/۳۲، ۴/۵۲ و ۴/۳۰ درصد بود که کمباین‌های همدان برزگر و همدان به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تلفات بودند.
- با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، استفاده از کمباین همدان و در رتبه بعد استفاده از کمباین شیراز به دلیل پائین بودن تلفات، بالا بودن درصد خلوص و ظرفیت مزرعه‌ای مناسب، در شرایط کشت دیم استان کردستان قابل توصیه است.

قدردانی

از مدیریت و همکاران سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان (معاونت تولیدات گیاهی و اداره فناوری‌های مکانیزه) به دلیل مساعدت و همکاری در اجرای پروژه صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- Agheleshkhani, A. R. 2017. Wheat Harvesting Performance of the Chaff Mounting Compare with a Usual Type. Biosystems Engineering 7: 1-9 (In Persian).
- Ahmadi, K., H. Alizadeh, H. R. Ebadzadeh, R. Hosseinpour, E. Abdul Shah, A. Kazemian and M. Rafiei. 2020. Agricultural statistics. Ministry of Agriculture-Jahad, Deputy for planning and economy, information and communication technology center (In Persian).

3. Amirnejad, H. and R. H and K. Atai. 2008. Investigating the effect of combine modernization on reducing wheat losses in Iran. *Agriculture Journal* 11: 13-20 (In Persian).
4. Behroozi Lar, M. 1995. Grain Combine losses. National Project of Agricultural Education Research Organization. Agricultural Engineering Research Institute. Final report of the research project (In Persian).
5. Dehghan, E., M. J. Afzali, M. Alizadeh, S. Salehi and A. Dibaji. 2009. Investigation of grain loss and causes in wheat harvesters in Khuzestan province. Final report of Agriculture Engineering Research Institute with registration Number 88/947 (In Persian).
6. Dehghan, E., Ayvani, A., Hedayatipoor, A., Asadi, A., Taghinejad, J., Chaji, H., Omodmehr, Z., Zarifneshat, S., Abbasi, S., Afzali, J., Vahedi, A., Mahdinia, A., Gearmi, K., Shaker, M., SaeediRad, M. H., Mostoofi, M. R., Rostami, M. A., Safari, M., Zabolostani, M., H. Sharifnasab. 2018. Assessing combine losses of wheat grain harvest in order to provide solutions to reduce it in Iran. Agricultural Engineering Research Institute Registration number 56539 (In Persian).
7. FMO. 1981. Combine harvesting. Published by John deer technical Services
8. Ghaseminejad, M. and M. Faramehr and A. Abdshahi. 2018. Investigating the effect of farm and crop conditions on combine field yield in wheat harvesting. *Iranian Journal of Biosystem* (In Persian).
9. Mirasi, A., M. A. Asoodar, M. Samadi and E. Kamran. 2014. The Evaluation of wheat losses harvesting in two Conventional Combine (John Deer 1165, 955) in Iran. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2: 1417-1425 (In Persian).
10. Patel, S. K. and B. P. Varshney. 2014. Modeling of wheat crop harvesting losses. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 16: 97-102.
11. Rostami, S. and M. Lotfalian and B. Hosseinzadeh Samani. 2018. Evaluation and comparison of harvest losses of chaff and conventional combine harvesters in Fars province. *Agricultural Systems and Mechanization Research* 19: 85-96 (In Persian).
12. Rostami, M. A., A. Asadi, M. R. Bakhtiari, M. Jafari, F. Ranjbar, M. Zabolostani, H. Sharifnasab, M. Safari and K. Gerami. 2021. Measuring the amount of wheat loss during harvesting with chaff combine harvesters in Iran. Final Report of Agricultural Engineering Research Institute.
13. Safari, M. and M. A. Rostami and J. Salehi. 2019. Introduction of wheat chaff combine harvesters. *Journal of Agricultural Waste and Waste Management Promotion* 1: 26-34 (In Persian).
14. Tavakoli, A. R. 2012. Effect of Planting Date and Limited Irrigation on Yield and Yield Components of Five Wheat Cultivars in Maragheh. *Journal of Production and Processing of Crops and Horticultural Products* Second year.