

تلفات کمباینی برداشت گندم در استان زنجان

هومن شریف‌نسب^{۱*} و محمود صفری^۲

چکیده

در این تحقیق میزان تلفات کمباینی، تلفات طبیعی، ظرفیت مزرعه‌ای، درجه خلوص دانه و عملکرد محصول گندم در حین برداشت توسط کمباین‌های رایج در استان زنجان مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. تعداد کل کمباین‌های فعال بومی ۴۱۲ دستگاه و تعداد نمونه‌های مورد بررسی ۲۰ دستگاه بود. از این کمباین‌ها، ۲۵ درصد آنها New Holland TC5080، ۵۰ درصد John Deere JD1055، ۲۰ درصد John Deere JD955 و ۵ درصد باقیمانده مربوط به سایر کمباین‌ها بود، نتایج نشان داد که متوسط میزان تلفات طبیعی گندم در این منطقه، ۱/۸۳ درصد و تلفات کمباینی ۱/۴۷ درصد است. مقایسه سه مدل کمباین غالب، JD955، JD1055 و TC5080 نشان داد که بین کمباین‌ها از نظر تلفات دانه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود ندارد. بین کمباین‌ها از نظر ظرفیت مزرعه‌ای و سن کمباین‌ها، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشت. متوسط ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های JD955، JD1055 و TC5080 به ترتیب ۰/۹۴، ۰/۹۶ و ۱/۳۹ هکتار بر ساعت بود. با توجه به تلفات پایین و قیمت تمام شده کمباین‌ها، به ترتیب استفاده از کمباین‌های JD955، JD1055 و TC5080 قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، تلفات، گندم، ماشین برداشت، محصول.

ارجاع: شریف‌نسب ه. و صفری م. ۱۴۰۰. تلفات کمباینی برداشت گندم در استان زنجان. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۲۰: ۶۵-۷۴.

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 ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* نویسنده مسئول: hsharifnasab@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۰

مقدمه

کاهش تلفات، در حقیقت نوعی افزایش بهره‌وری منابع تولید است. بنابراین از طریق آن می‌توان تا حد قابل ملاحظه‌ای بر چالش امنیت غذایی غلبه نمود (Mir Majidi *et al.*, 2015). در سال زراعی ۹۵، از حدود ۱۱۷۷ میلیون هکتار سطح برداشت محصولات زراعی در کشور، حدود ۸۴۴ میلیون هکتار معادل ۷۱/۷۵ درصد به غلات اختصاص داشته که از این مقدار ۴۲/۶ درصد آن، مربوط به اراضی با کشت آبی و ۵۷/۴ درصد بقیه به صورت کشت دیم بوده است. سطح زیرکشت گندم در کشور ۷۰/۲۲ درصد از کل سطح برداشت غلات است. سطح زیرکشت گندم آبی و دیم استان زنجان (سال زراعی ۹۶-۹۵) به ترتیب ۱۹۰۰۰ و ۲۵۵۰۰۰ هکتار بوده است و میزان متوسط عملکرد آن به ترتیب ۴۰۹۰ و ۶۴۴ کیلوگرم در هکتار بوده است (Ahmadi *et al.*, 2017). رشد جمعیت و افزایش تقاضا باعث شده که مقداری از نیاز کشور از طریق واردات این محصول تأمین شود و این در حالی است که بخش عظیمی از این محصول از طریق تلفات از دسترس خارج می‌شود. بر اساس آخرین برآوردهای وزارت جهاد کشاورزی، حدود ۱۶ درصد از محصولات زراعی در مراحل مختلف تولید تا مصرف به علت تلفات از بین می‌روند. گندم از جمله محصولات زراعی است که توسط کمباین برداشت می‌شود ولی هر ساله رقم‌های مختلفی از تلفات برداشت گزارش می‌شود. در تحقیقی، متوسط میزان تلفات برداشت گندم برای ۲۰۰ کمباین، در مناطق مختلف استان فارس، ۵/۶ درصد گزارش شده است. در این گزارش آمده است که ۴۲ درصد از کمباین‌های مورد آزمایش، بالای ۱۰ سال عمر داشته‌اند (Jafari *et al.*, 1998). تلفات برداشت گندم دیم توسط ۳۶ دستگاه کمباین در حوزه عمل شرکت‌های تعاونی تولید روستایی شهرستان خدابنده اندازه‌گیری شد. تلفات طبیعی دانه و تلفات سکوی برش، واحد کوبنده و واحد جداکننده برای دو رقم گندم در دو نوع کمباین (John Deere و Claas) اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان تلفات مربوط به سکوی برش و نزدیک به ۵۵ درصد کل تلفات بود. تلفات طبیعی و واحدهای کوبنده و جداکننده به ترتیب ۱۵، ۱۶ و ۱۴ درصد بود. تلفات واحدهای مختلف در کمباین John Deere بیشتر از کمباین Claas بود؛ اگرچه به جز سکوی برش، این عامل در مورد

واحدهای دیگر معنی‌دار نبود (Minaei *et al.*, 2010). نوسازی کمباین‌ها در سال ۲۰۰۶ موجب کاهش چشمگیر تلفات گندم به میزان ۱۳۶۸ هزار تن به ارزش ۲۴۶۲۴۰۰ میلیون ریال در کشور شد. طرح جایگزینی کمباین‌های فرسوده (با وجود حذف یارانه‌های حمایتی)، طرحی مناسب بوده و برای کمباین داران دارای توجیه اقتصادی است (Amirnejad *et al.*, 2009). طبق آمار منتشر شده، سطح زیرکشت گندم در ایران ۶۱/۶ میلیون هکتار و میزان تولید آن ۵۷/۱۴ میلیون تن با متوسط عملکرد ۸/۳ تن برای کشت آبی بوده است؛ قسمت قابل توجهی از این محصولات در زمان برداشت توسط کمباین به زمین ریخته شده و تلف می‌شوند. طبق گزارش مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی، میانگین تلفات کمباینی برداشت گندم در کشور در سال ۱۳۹۶ برابر ۵/۷ درصد بوده است. جدای از تنظیمات قسمت‌های مختلف کمباین، نوع کمباین نیز در این امر نقش قابل توجهی داشته است و بسته به ساعت برداشت، عملکرد مزرعه، سال ساخت و نوع محصول، این مقادیر در انواع مختلف کمباین متفاوت بوده است. در تحقیقی، دو نوع کمباین متداول JD955 و سهند S68، جهت برداشت گندم، مورد بررسی قرار گرفت. تلفات قسمت‌های مختلف کمباین‌های در حال کار، شامل تلفات شانه برش، کوبنده، الک‌ها و کاه‌برها در نقاط مختلف استان خراسان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بین تلفات انتهای کمباین در دو کمباین John Deere و سهند، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد اما تلفات سکوی برش، معنی‌دار بوده و کمباین سهند، ریزش کمتری داشته است (Mehdi Nia *et al.*, 2008). میانگین تلفات کمباین در استان‌های فارس، ۴/۵ درصد، همدان ۷ درصد، خراسان ۸/۷ درصد، اصفهان ۲/۳ درصد و گرگان ۶ تا ۷ درصد گزارش شده است که مهم‌ترین عوامل مؤثر در تلفات، تنظیم نبودن کمباین، مناسب نبودن زمان برداشت، رطوبت نسبی هوا و ساعت برداشت بوده است (Behroozi *et al.*, 2016). تلفات برداشت در دو نوع کمباین و در سه سطح عمر و دو سطح مالکیت در شهرستان خرم‌آباد بررسی گردید که میانگین تلفات ۵/۲۱ درصد گزارش شده است. از این میزان ۰/۶۵ درصد ریزش طبیعی و ۴/۵۶ درصد ریزش کمباینی بوده است (Rahmati, 2014). در منطقه ورامین، مطالعاتی در زمینه تلفات برداشت گندم توسط کمباین غلات انجام شد، میانگین کل تلفات، ۷

کمباین، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد اما تلفات الک‌ها و کاه‌برها در کمباین ۱۱۶۵، نسبت به کمباین ۱۰۵۵، کمتر است. به‌طورکلی بین این دو کمباین از نظر میزان تلفات، تفاوت ناچیز بود. درنهایت، استفاده از کمباین John Deere 1165 نسبت به کمباین ۱۰۵۵ توصیه شده است (Qari et al., 2014). در تحقیقی کمباین‌های معمولی و کاه کوب از دو شرکت سازنده John Deere و Claas به‌منظور برداشت گندم مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد مجموع تلفات برداشت کمباین کاه کوب در مقایسه با کمباین معمولی در هر دو نوع کمباین Claas و John Deere، اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. بیشترین تلفات کمباین کاه کوب John Deere در بخش مخزن و به میزان ۴/۱۶ درصد و در کمباین کاه کوب Claas در واحد کوبش و جدایش، به میزان ۸/۱۳ درصد است که در هر دو مورد با کمباین معمولی اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند (Rostami et al., 2018). در تحقیقی به تأثیر شرایط مزرعه و محصول گندم بر عملکرد مزرعه‌ای برداشت با کمباین New Holland TC5070 بررسی شد، برداشت در مزارع با الگوی کشت متفاوت (مسطح و جوی و پشته‌ای) و سه میزان رطوبت دانه بررسی گردید. متغیرهای وابسته شامل ظرفیت مزرعه‌ای، بازده مزرعه‌ای و تلفات محصول و متغیرهای هم‌پراش شامل عملکرد محصول، درصد ورس (خوابیدگی گیاه) و طول مزرعه بودند. نتایج نشان داد که الگوی کشت مزارع بر ظرفیت مزرعه‌ای، بازده مزرعه‌ای و تلفات محصول در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. ظرفیت مزرعه‌ای (جرمی) کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح ۷/۲۶ تن در ساعت و در مزارع جوی و پشته‌ای، ۶/۷۳ تن در ساعت بود. بازده مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح ۸۳/۷۰ درصد و در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای ۸۲/۴۲ درصد محاسبه شد. تلفات دانه در مزارع با الگوی کشت مسطح ۲۴/۲ کیلوگرم در هکتار و در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای ۲۳/۷ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد (Ghasemi Nejad Raeini et al., 2018). میانگین تلفات برای ۶۰ دستگاه کمباین، برای دو سال متوالی در منطقه سودان به ترتیب ۹ و ۱۲ درصد گزارش شده است. رطوبت بهینه برای برداشت بین ۹-۱۴ درصد و کمترین تلفات سکوی برش در سرعت ۵/۵ کیلومتر بر ساعت حاصل شد. نتایج نشان داد که حداقل

درصد عملکرد در هکتار و تلفات سکوی برش، کیفی، کوبنده، الک و غربال به ترتیب ۴/۲، ۱/۶، ۰/۶ و ۰/۶ درصد عملکرد در هکتار گزارش شده است. یکپارچگی اراضی و کشت مکانیزه، آموزش رانندگان کمباین، تنظیم اجزای مختلف کمباین بر کاهش تلفات، از عوامل تأثیرگذار بوده است (Chenarban, 2007). با بررسی ۳۶ کمباین در شهرستان کوه‌دشت لرستان، تأثیر مدل، عمر و نوع مالکیت کمباین بر روی تلفات در حین برداشت گندم اندازه‌گیری شد. میانگین تلفات گندم در این منطقه، ۱۲ درصد بود که ۱/۸ درصد آن، تلفات طبیعی و ۱۰/۲ درصد، تلفات کمباینی بوده است. همچنین تلفات کمباین سهند بیشتر از John Deere بوده و عمر زیاد در تلفات تأثیر داشته است. در این تحقیق، تلفات کمباین‌های مهاجر بیشتر از کمباین‌های بومی بوده است (Fereyduni, 2009). در تحقیقی، ۶۱ دستگاه کمباین John Deere 955 به‌صورت تصادفی در مزارع گندم استان کرمانشاه ارزیابی و ۱۷ صفت، شامل مشخصات کمباین، ریزش گندم و وضعیت کمی و کیفی محصول بررسی شد. به‌طور متوسط ۱۰۵/۴۲ کیلوگرم در هکتار، معادل ۷/۲ درصد (عملکرد در هکتار) تلفات، به دلیل برداشت با کمباین بوده است و رعایت نکات فنی و مسائل زراعی می‌تواند تلفات برداشت را به ۳/۳۱ درصد کاهش دهد (Yavari et al., 2003). تلفات گندم در برداشت با کمباین New Holland TC56 در استان فارس بررسی شد. سطوح مختلف سرعت پیشروی، سرعت چرخ‌وفلک و اثرهای متقابل این دو عامل روی تلفات سکوی برش معنی‌دار بود. کمترین تلفات سکوی برش (در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر در ساعت و سرعت ۲۵ دور در دقیقه چرخ‌وفلک)، ۰/۸۹ درصد و بیشترین آن (در سرعت پیشروی چهار کیلومتر در ساعت و سرعت ۲۵ دور در دقیقه چرخ و فلک)، ۳/۴۳ درصد گزارش شده است (Sheikh Davoodi & Hoshyar., 2010). در تحقیقی، عملکرد دو نوع کمباین متداول John Deere 1055 و 1165 بررسی شد. تلفات در قسمت‌های مختلف، شامل سکوی برش، کوبنده، الک‌ها و کاه‌برها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تلفات کل بیشتر از ۴ درصد است که در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته، رقم بیشتری را نشان می‌دهد. پس از آن، تلفات در دو کمباین با یکدیگر مقایسه گردید، نتایج این مقایسه نشان داد که از نظر تلفات سکوی برش و واحد کوبنده، بین دو نوع

۲/۹۵ درصد رسیده است. از این مقدار تلفات، ۳۵ درصد به صورت تلفات کمباینی و ۶۵ درصد به صورت تلفات طبیعی هدر رفته است (Dehghan *et al.*, 2019).
 با توجه به تحقیقات انجام شده، تاکنون در استان زنجان شاخص‌های عملکردی برداشت با کمباین غلات به صورت علمی مورد بررسی قرار نگرفته است و نتایجی که در سال‌های قبل توسط کارشناسان کشاورزی گرفته شده است قابل اطمینان نیست و وزارت جهاد کشاورزی به دنبال نتایج تحقیقاتی در این زمینه بدون جانب‌داری و اعمال نظرهای شخصی بوده است. لذا در این تحقیق، درصد تلفات کمباین، درصد خلوص و ظرفیت سه نوع کمباین TC5080، JD1055 و JD955 در مزارع کشاورزان مورد بررسی قرار گرفت تا بتوان به استناد به این نتایج، در صورت بالا بودن تلفات نسبت به کنترل آن اقدام شود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۹۷ در سطح مزارع گندم آبی در شرایط میدانی، به منظور تعیین عملکرد کمباین‌های رایج در استان زنجان انجام شد. تعداد کل کمباین‌های بومی در سال ۱۳۹۶ در این استان ۴۱۲ دستگاه بوده است. در این تحقیق تعداد کمباین‌های مورد بررسی برای برداشت گندم آبی ۲۰ دستگاه و شامل کمباین‌های New Holland TC5080، John Deere JD1055 و JD955 بود که سه مدل کمباین غالب شامل TC5080، JD955 و JD1055 از نظر شاخص‌های تلفات کمباینی، ظرفیت مزرعه‌ای، درجه خلوص دانه، میزان تلفات طبیعی و عملکرد محصول گندم در مزرعه با یکدیگر مقایسه شدند. در مناطق مختلف استان، کمباین‌های در حال کار در مزارع گندم که به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شده بودند مورد بازدید، بررسی و نمونه‌برداری قرار گرفت. نمونه‌برداری‌ها شامل اندازه‌گیری تلفات طبیعی، تلفات سکوی برش، تلفات انتهای کمباین (مجموع تلفات واحد کوبش، واحد جداکننده، واحد تمیزکننده) و تلفات کیفی (میزان دانه‌های شکسته و ناخالصی) در مخزن کمباین بود. علاوه بر این به منظور کسب اطلاعات تکمیلی از عوامل جانبی مؤثر بر کارکرد کمباین‌ها و تلفات دانه در مزارع، شاخص‌هایی مانند عرض کرت‌ها، سن کمباین‌ها،

تلفات واحد کوبنده در سرعت ۹۰۰ دور در دقیقه حاصل می‌شود (Rahama & Ali., 1990). در تحقیقی، کمترین تلفات کمی در رطوبت ۱۹ درصد، فاصله کوبنده و ضد کوبنده ۳۰ میلی‌متر و نرخ تغذیه ۵/۶۴ تن در هکتار گزارش شده است. از طرفی با کاهش رطوبت، نرخ تغذیه و فاصله کوبنده و ضد کوبنده، خسارت وارد شده به دانه بیشتر گردید (Sabir *et al.*, 2005). اثر سه سطح رطوبت محصول (۹، ۱۰ و ۱۱) و سه سطح سرعت (۱، ۱/۵ و ۲ کیلومتر بر ساعت)، بر تلفات کمباین نمونه آزمایشی گندم بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت و کاهش رطوبت، میزان تلفات سکوی برش، افزایش می‌یابد. در سه رطوبت ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد و سه سرعت پیشروی ۱، ۲ و ۲/۵ کیلومتر بر ساعت مناسب ترین شرایط از نظر کاهش تلفات برداشت در رطوبت ۹/۱۶ درصد و سرعت پیشروی ۱/۵ کیلومتر بر ساعت بود (Patel & Varsheny, 2007, 2014). در یک بررسی، میزان تلفات کمباین‌های JD955 و JD1055 با دو رقم الوند و امید در استان چهارمحال و بختیاری بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین تلفات در رقم امید و توسط کمباین John Deere JD955 با میزان ۶/۸۳ درصد است که ۱۰/۵ درصد آن‌ها مربوط به تمیز کردن، ۳۴ درصد در سکوی برش، ۱۶/۵ درصد در کوبنده، ۲۱ درصد ناخالصی و ۱۸ درصد دانه شکسته است. کمترین تلفات مربوط به کمباین JD1165 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، ۲۲ درصد ناخالصی و ۱۷ درصد، دانه شکسته بوده است. همچنین، میانگین تلفات طبیعی ۹/۸ درصد بود (Mirasi *et al.*, 2014). در یک پروژه ملی در ۲۱ استان کشور میزان تلفات کمباینی در حین برداشت گندم اندازه‌گیری شد، نتایج نشان داد که میانگین کل تلفات برداشت گندم در کشور ۶/۶۵ درصد بود که ۴/۲۳ درصد آن تلفات طبیعی و ۲/۹۵ درصد آن تلفات کمباینی بود. میانگین کل تلفات دانه در مزارع آبی ۶/۶۹ درصد و در مزارع دیم کشور ۹/۹۴ درصد بود. میانگین تلفات کمباینی در مزارع آبی و دیم به ترتیب ۲/۶۴ و ۲/۸۳ درصد بود. میانگین تلفات طبیعی در گندم آبی و دیم نیز به ترتیب ۴/۴۹ و ۴/۵۹ درصد برآورد شد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تلفات کمباینی در کشور در طی مدت ۴۶ سال گذشته ۴/۸۸ درصد کاهش یافته و به

به‌عنوان تلفات طبیعی و مجموع دانه‌های درون خوشه‌های 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 (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 اندازی

A_k : مساحت کادر نمونه‌برداری (m^2)

تلفات سکوی برش

تلفات سکوی برش، شامل خوشه‌ها و دانه‌هایی است که قبل از این که 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 پره‌ها یا انگشتی‌های چرخ‌وفلک در بین خوشه‌ها، فاصله نامناسب عمودی یا افقی چرخ‌وفلک از تیغه برش و غیره بر روی زمین ریخته می‌شوند. در چهار نقطه از مزرعه که توسط کمباین، برداشت‌شده و کاه و کلش انتهای کمباین بر روی آن ریخته نشده، کادر چوبی 50×50 سانتی‌متر را به‌صورت تصادفی انداخته شد و سپس دانه‌ها و خوشه‌هایی 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 انتهای کمباین (واحد کوبنده، جداکننده و تمیزکننده)

تلفات واحد کوبنده، شامل دانه‌های موجود در خوشه‌های سالم و نیم‌کوب است که همراه با کاه و کلش از انتهای کمباین خارج می‌شوند. برخی از عوامل ایجاد این تلفات،

سرعت کوبنده، سرعت محیطی دوران چرخ‌وفلک، با استفاده از پرسش نامه‌هایی که به این منظور در نظر گرفته شده بودند مورد اندازه‌گیری کمی یا کیفی قرار گرفت. همچنین کشاورزان و مالکان 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 رطوبت‌سنج قابل حمل مدل KIMO HD110 از طریق نمونه دانه داخل مخزن اندازه‌گیری شد. به کمک سرعت‌سنج (کیلومتر شمار) کمباین، سرعت پیشروی از روی آن قرائت و ثبت گردید (در مواردی که کیلومتر شمار خراب و مطمئن نبود با در نظر گرفتن زمان مورد نیاز برای طی مسافت ۳۰ متر، سرعت پیشروی تعیین گردید). با بستن یک‌تکه روبان رنگی بر روی چرخ‌وفلک و قرار دادن در بالاترین نقطه چرخ‌وفلک و به کمک زمان‌سنج، زمان مورد نیاز برای ۱۰ دور تعیین و در نهایت دور بر دقیقه تعیین شد. برای تعیین ارتفاع برداشت، ارتفاع بقایای (ساقه‌های) ایستاده گندم از زمین اندازه‌گیری شد. سرعت دورانی سیلندر کوبنده از طریق دور سنج قرار داده شده در اطاقک راننده کمباین قرائت شد. زمان لازم برای برداشت یک هکتار اندازه‌گیری 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 چهار نقطه‌ی تصادفی از سطح برداشت نشده از مزرعه، به کمک کادر چوبی 50×50 سانتی‌متر و در مجاورت مسیر ارزیابی کمباین، دانه‌ها و خوشه‌های ریخته شده (که نمی‌توانستند توسط کمباین برداشت شوند) جمع‌آوری شد. همچنین خوشه‌های ایستاده نیز به‌عنوان عملکرد محصول در واحد سطح مزرعه برداشت و دانه‌های آنها توزین شد. مجموع وزن دانه‌های درون خوشه‌های ریخته شده بر زمین و دانه‌های تلف‌شده

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

نتایج و بحث

سن کمباین‌ها

سن کمباین‌ها بین ۳۴-۰ سال متغیر بود که به‌غیر از یک نمونه (۳۴ سال)، بقیه نمونه‌ها در محدوده ۲۸-۰ سال قرار داشتند. با توجه به تعداد کمباین‌های نمونه‌گیری شده، سن کمباین‌ها به‌طور متوسط ۱۲/۵ سال بود که نشان‌دهنده قابل‌قبول بودن ناوگان کمباین‌های برداشت (از نظر نو بودن) در این منطقه است. (Jafari et al., 1998) سن کمباین‌های منطقه فارس را بالای ۱۰ سال گزارش نموده‌اند. مطابق جداول ۱ و ۲، بین تیمارهای آزمایشی از نظر سن کمباین‌ها، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. متوسط بیشترین سن کمباین‌ها مربوط به کمباین‌های JD955 بود که مقدار آن ۲۶/۵ سال و کمترین با ۷/۹ سال، مربوط به کمباین‌های TC1055 بود. یکی از دلایل پایین بودن تلفات کمباین در تعدادی از مناطق کشور را نو شدن ناوگان کمباینی برداشت گزارش کرده‌اند. برخلاف نتایج دیگر محققین، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که علیرغم بالا بودن سن کمباین‌های JD955، میزان تلفات در این کمباین‌ها پایین‌ترین است و کنترل آن توسط کمباین‌داران یکی از عوامل اساسی در کنترل تلفات است. از طرفی اگر عامل اقتصادی نیز مد نظر قرار گیرد، قیمت کمباین‌های JD955، نسبت به کمباین‌های دیگر (به ویژه TC5080) بسیار پایین‌ترین است.

ظرفیت مزرعه‌ای

با توجه به متفاوت بودن عرض کار مؤثر و سرعت پیشروی در کمباین‌های مورد بررسی، بین کمباین‌ها از نظر ظرفیت مزرعه‌ای، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. مطابق جدول ۲، ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های

عبارتند از سرعت دورانی نامناسب کوبنده، فاصله نامناسب کوبنده و ضد کوبنده و سرعت زیاد کمباین که باعث خوراک‌دهی بیش‌ازحد به واحد کوبنده می‌شود. تلفات واحد جداکننده (کاه برها) نیز شامل دانه‌های جداشده‌ای است که همراه با کاه و کلش، از روی کاه‌برها عبور کرده و فرصت فروریختن بر روی الک‌ها را نیافته و درنهایت از انتهای کاه‌برها بیرون می‌ریزند. یکی از عوامل اصلی ایجاد این تلفات، عبارت است از سرعت پیشروی بیش‌ازحد کمباین که باعث خوراک‌دهی زیاد و تجمع بیش‌ازحد توده کاه و کلش بر روی کاه‌برها شده و دانه‌های جداشده در کوبنده به خاطر ضخامت زیاد لایه کاه، فرصت عبور از بین آن‌ها و فروریختن بر روی الک‌ها را پیدا نمی‌کنند و همراه کاه به بیرون ریخته می‌شوند. تلفات واحد تمیزکننده (الک‌ها)، شامل دانه‌های سالم و شکسته‌ای است که از قسمت خروجی الک‌ها به بیرون از کمباین ریخته می‌شوند. برخی عوامل ایجاد این تلفات عبارت‌اند از تنظیم نامناسب (زاویه کم) یا گرفتگی روزنه‌ی الک‌ها، سرعت بیش‌ازحد پنکه دمنده، زاویه و محل نامناسب برخورد باد دمنده به زیر الک‌ها.

در پنج نقطه مزرعه (به‌عنوان پنج تکرار)، درحالی‌که کمباین به‌صورت عادی در حال برداشت محصول بود، کادر چوبی به ابعاد داخلی ۶۱×۳۳ سانتی‌متر که کف آن با تور سیمی ریز پوشیده شده بود زیر کمباین قرار داده شد. پس از عبور کامل کمباین از روی کادر، از داخل کادر، ابتدا خوشه‌های نکوبیده و نیم‌کوب، سپس دانه‌های سالم و پس‌از آن دانه‌های خردشده را به‌طور مجزا، جمع‌آوری و وزن خالص آن‌ها یادداشت شد. این دانه‌ها شامل تلفات انتهای کمباین (کوبنده، کاه برها و الک‌ها) بود و به‌عنوان تلفات انتهای کمباین ثبت گردید.

درصد ناخالصی

ناخالصی‌های محصول برداشت‌شده در مخزن کمباین، شامل بذر علف‌های هرز، خاک، سنگ‌ریزه و کاه و کلش است که درصد آنها محاسبه شد. 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).

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

و سایر عوامل عرض کار، سرعت پیشروی، مهارت راننده، تراکم کشت و خوابیدگی محصول، از عوامل تأثیرگذار بوده است. از نظر بالا بودن ظرفیت مزرعه‌ای، استفاده از کمباین TC5080 قابل توصیه است.

درصد خلوص

ناخالصی‌های محصول برداشت‌شده شامل بذر علف‌های هرز، خاک، سنگریزه و کاه و کلش است. در جریان برداشت محصول توسط کمباین، بخشی از دانه‌ها به صورت 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. این نتایج نشان داد که از نظر کیفی، مرغوبیت دانه‌های موجود در مخزن کمباین‌ها، دارای شرایط یکسانی بوده و کمباین‌داران تنظیمات لازم در خصوص کوبنده و ضد کوبنده، واحدهای جدایش و بوجاری را اعمال نموده‌اند و میزان خلوص از مقبولیت مناسبی برخوردار بوده است.

TC5080، JD1055 و JD955 به ترتیب ۱/۳۹، ۰/۹۶ و ۰/۹۴ هکتار بر ساعت بود. با این نتایج، کمباین TC5080 می‌تواند در یک ساعت، سطح بیشتری را برداشت نماید. از نظر ظرفیت مزرعه‌ای بین کمباین TC5080 و دو کمباین دیگر، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ولی بین دو کمباین JD955 و JD1055، اختلاف معنی‌دار نبود. در تعدادی از مزارع، علیرغم عرض کار زیاد کمباین، به دلیل تراکم بودن محصول و یا خوابیدگی آن، راننده کمباین به ناچار عرض کار کمتری را به‌منظور کوبش و تمیزش مناسب، برداشت نموده است. به‌هرحال، شرایط مزرعه از نظر تراکم محصول، رطوبت دانه و ناهمواری زمین، موجب تغییر عرض کار، سرعت پیشروی و درنهایت ظرفیت مزرعه‌ای کمباین می‌شود. برخی از محققین، 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 (Ghasemi Nejad Raeini *et al.*, 2018). در این تحقیق، کلیه مزارع به‌صورت مسطح کشت شده بودند بنابراین الگوی کشت بر روی ظرفیت تأثیری نداشته است

جدول ۱- تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی از نظر صفات موردبررسی

صفات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	احتمال معنی‌دار بودن
خلوص دانه	۲	۱/۱۷	۰/۵	۰/۶۱
تلفات سکوی برش	۲	۰/۳۳	۱/۱۸	۰/۳۳
تلفات انتهای کمباین	۲	۰/۰۰۱	۲/۵۷	۰/۱۰
تلفات کل	۲	۰/۳۷	۱/۲۲	۰/۱۰
سن کمباین	۲	۴۹۶/۱۲	۲۰/۳۱	۰/۰۰۰
ظرفیت مزرعه‌ای	۲	۰/۳۴	۳۰/۲۱	۰/۰۰۰
عملکرد محصول	۲	۵۴۷۶۴۴۳/۲۴	۱/۵۵	۰/۲۴

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

تیمار	خلوص دانه (%)	تلفات سکوی برش (%)	تلفات انتهای کمباین (%)	تلفات کل کمباینی (%)	سن کمباین (سال)	ظرفیت مزرعه‌ای ha.h ⁻¹	عملکرد محصول kg.ha ⁻¹
JD955	۹۷/۶۷ ^a	۱/۱۹ ^a	۰/۰۳ ^a	۱/۲۲ ^a	۲۶/۵ ^a	۰/۹۴ ^b	۶۶۹۷/۰۷ ^a
JD1055	۹۸/۰۲ ^a	۱/۳۸ ^a	۰/۰۳ ^a	۱/۴۱ ^a	۷/۹ ^c	۰/۹۶ ^b	۶۸۲۰/۸۸ ^a
TC5080	۹۸/۶۶ ^a	۱/۷۲ ^a	۰/۰۵ ^b	۱/۷۷ ^a	۱۲/۲ ^b	۱/۳۹ ^a	۵۰۶۴/۷۴ ^a

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

تلفات سکوی برش

بیشترین میزان تلفات در کمباین‌ها، در قسمت سکوی برش آن‌ها بوده است (شکل ۱). برخلاف تلفات طبیعی،

این عامل تابعی از عملکرد کمباین است. مطابق جداول ۱ و ۲، بین تیمارهای آزمایشی از نظر تلفات در سکوی برش کمباین، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بیشترین تلفات

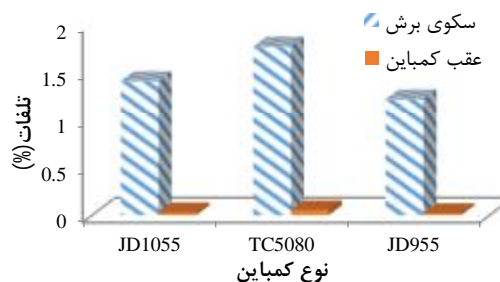
بسیار پایین و ناچیز بوده است (شکل ۱). مطابق جدول ۱، متوسط تلفات انتهای کمباین ۰/۰۳ درصد است که در مقایسه با نتایج گرفته شده در منطقه بروجرد (۳/۲۲ درصد)، منطقه زنجان رقم پایینی را نشان می‌دهد (Motiei et al., 2016).

تلفات کل کمباینی

تلفات کلی برداشت دانه گندم در این استان، ۳/۳ درصد بود که ۱/۴۷ درصد آن مربوط به تلفات کمباین و ۱/۸۳ درصد باقیمانده، مربوط به تلفات طبیعی بوده است. از ۱/۴۷ درصد تلفات کمباین، ۰/۰۴ درصد آن مربوط به انتها و ۱/۴۳ درصد باقیمانده، مربوط به سکوی برش بوده است. در تحقیقی، میانگین تلفات کمباین در استان‌های فارس، همدان، خراسان، اصفهان و گرگان را به ترتیب ۸/۴، ۷/۵، ۲/۳ و ۷ درصد گزارش شده است (Behroozi et al., 2016) که مهم‌ترین عوامل مؤثر در تلفات، تنظیم نبودن کمباین، مناسب نبودن زمان برداشت، رطوبت نسبی هوا و ساعت برداشت بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که تلفات کمباین در این استان، نسبت به سایر استان‌ها از رقم قابل قبولی برخوردار بوده است. (Motiei et al., 2016)، میزان تلفات گندم در برداشت با کمباین‌های John Deere 955 و 1055، در شهرستان بروجرد را ۸/۷۲ درصد گزارش کرده‌اند که از این مقدار، ریزش طبیعی ۲/۳۱ درصد و ریزش کمباینی ۶/۴۱ درصد بوده است. در ریزش کمباینی، بیشترین ریزش‌ها به ترتیب تلفات انتها ۳/۲۲ درصد، تلفات سکوی برش ۲/۷۱ درصد و تلفات بدنه ۰/۴۸ درصد بوده است. این نتایج نشان می‌دهد تلفات طبیعی و کمباینی در استان زنجان نسبت به شهرستان بروجرد به مراتب پایین تر بوده است و روند درصد تلفات در سکوی برش و انتهای کمباین با نتایج این تحقیق متفاوت است.

با احتساب ریزش طبیعی، به ترتیب استفاده از کمباین‌های JD955 با ۱/۷۲ درصد، TC5080 با ۲/۲۹ درصد و JD1055 با ۴/۴۳ درصد تلفات کل قابل توصیه است (شکل ۲). این نتایج با نتایج محققین دیگر همخوانی داشت (Ghari et al., 2014 و Mirasi et al., 2014). این محققین، میزان تلفات کل کمباین JD955 را ۳/۹۷ درصد و میزان تلفات کمباین JD955 را نسبت به سایر کمباین‌ها کمتر گزارش نموده‌اند.

با ۱/۷۲ درصد مربوط به کمباین TC5080 است و کمباین‌های JD1055 و JD955 با ۱/۳۸ و ۱/۱۹ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند که به ترتیب ۹۷/۱، ۹۷/۸ و ۹۷/۵ درصد از تلفات کل کمباینی را تشکیل می‌دهد. اختلاف تلفات سکوی برش در کمباین‌های مختلف می‌تواند به دلایل احتمالی نامناسب بودن اجزای سکوی برش، مانند شکستگی تیغه‌های سکوی برش، سرعت دوران کم یا زیاد چرخ‌وفلک، زاویه نامناسب ورود انگشتی‌های چرخ‌وفلک در بین خوشه‌ها 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 پایین بودن تلفات سکوی برش، کمباین JD955 بوده است (شکل ۱). در تحقیقی بیشترین میزان تلفات کمباین را در سکوی برش و به میزان ۵۵ درصد کل تلفات گزارش نموده‌اند (Minaei et al., 2010) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد (در این تحقیق بطور متوسط ۹۷ درصد تلفات کل مربوط به سکوی برش است) و نشان می‌دهد برای کاهش تلفات کمباین، می‌بایست بیشتر تلفات در این قسمت را کاهش داد.



شکل ۱- تلفات در سکوی برش و انتهای کمباین‌ها

تلفات انتهای کمباین

این تلفات، شامل دانه‌های موجود در خوشه‌های سالم و نیم کوب، دانه‌های ریخته شده در عقب کمباین (ریخته شده بر روی توری) است و شامل تلفات طبیعی و سکوی برش نمی‌شود. مطابق جدول ۱، بین کمباین‌های آزمایشی TC5080 و کمباین‌های JD1055 و JD955 از نظر تلفات انتهای کمباین، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی بین کمباین‌های JD1055 و JD955 اختلاف معنی‌دار نبود. از طرفی میزان تلفات انتهای کمباین در کلیه کمباین‌ها

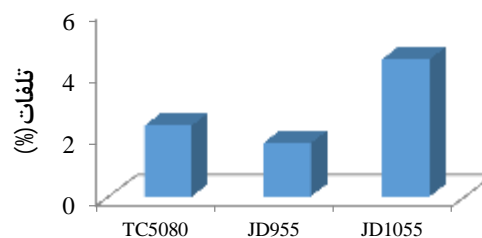
سپاس‌گزاری

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

منابع

- Ahmadi, K., Qolizadeh, H., Ebadzadeh, H.R., Hosseinpour, R., Abdul Shah, e; Kazemian, A. & Rafiei, M. (2017). Agricultural Statistics, Ministry of Jihad for Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, 48-49. (In Persian).
- Amirnejad, H., Rafiei, H. & Atai, K. (2009). Investigating the effect of combine modernization on reducing wheat losses in Iran. *Agriculture Paper*, 11(1): 13-20. (In Persian).
- Behrooz Lar, M. (2016). Grain Combine Losses, National project. *Agricultural Education Research Organization. Agricultural Engineering Research Institute. Final report of the research project*, 1(1):1-30. (In Persian).
- Chenarban, A. (2007). Study of wheat harvest losses by combine in Varamin region. *Journal of Plant and Ecology*, 5: 17: 70-57.
- Dehghan, A., Afzali, M. J., Alizadeh, M., Salehi, & Odibaji, A. (2009). Investigation of grain loss and reasons in wheat harvesters in Khuzestan province. *Final report of Technical and Engineering Research Institute with registration number*, 88/947: 1-25 (In Persian).
- Dehghan, A., Eivani, A., Hedayatipour, A., Asadi khoshoei, A., Taghinejad Gigloo, G., Chaji, H., Sadeghenejhad, H., Omidmehr, Z., Zarifneshat, S., Abbasi, S., Afzali, M. J., Vahedi, A., Mahdunia, A., Gerami, K., Shaker, M., Saeedirad, M. H., Mostofisarkari, M. R., Rostami, M. A., Safari, M., Zabolestani, M., & Sharifnasab, H. (2019). Measurement of combine harvesting losses of wheat in Iran to introduce their reduction solutions. *Final Research Report; No. 56539:1-133*. (In Persian).
- Fereyduni, B. (2009). Comparison of grain loss and reasons in wheat harvest by two types of combine harvesters in Kuh-e Dasht region, *Tehran Azad University of Science and Research* (In Persian).
- FMO. Fundamentals of Machine Operation. (1981). Combine harvesting. Published by *JOHN DEERE technical services. Chapter5*, pp: 152-162.

میزان تلفات کمباین حاصل از نتایج این تحقیق از نتایج محققین دیگر کمتر است. در تحقیقی میانگین کل تلفات برداشت گندم در کشور را ۶/۶۵ درصد گزارش شده است که ۴/۲۳ درصد آن تلفات طبیعی و ۲/۹۵ درصد آن تلفات کمباینی بوده است (Dehghan et al., 2019).



شکل ۲- تلفات کلی (مجموع تلفات طبیعی و کمباینی) برداشت دانه گندم

نتیجه‌گیری

تلفات کلی برداشت دانه گندم در استان زنجان، ۳/۳ درصد است که رقم پایینی را نسبت به سایر مناطق نشان می‌دهد. از دلایل پایین بودن تلفات در این منطقه، وجود کاربر ماهر و با تجربه، به روز شدن قطعات کمباین‌ها، نظارت کافی از سوی تعاونی کمباین داران استان و در نظر گرفتن اجرت کمباین دار برحسب محصول برداشت شده (بجای اجرت هکتاری یا ساعتی) بوده است. همچنین از نظر تلفات کمباینی بین کمباین‌های مورد استفاده در این منطقه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و این بیانگر کنترل میزان تلفات توسط کمباین‌داران است. هرچند در کمباین‌های JD955 میزان سن کمباین‌ها بالاست باز با این حال میزان تلفات پایین است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، کمباین JD955 نسبت به سایر کمباین‌ها از تلفات پایینی برخوردار است (هر چند اختلاف تلفات کمباینی معنی‌دار نشده است) و استفاده از آن توصیه می‌شود و کمباین JD1055 در رتبه بعد قرار دارد. از دلایل پایین بودن تلفات در این کمباین‌ها، وجود راننده ماهر و با تجربه و بروز شدن قطعات مستهلک این کمباین‌ها بوده است. چنانچه قیمت تمام شده کمباین‌ها نیز مدنظر قرار گیرد (قیمت تمام شده کمباین‌های JD1055 و JD955 حدود ۱/۳ برابر کمباین TC5080 است)، استفاده از کمباین JD955 نسبت به سایر کمباین‌ها (به‌ویژه TC5080) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

- and 1165 in wheat harvest. *Sixth Conference on Agricultural Research Finding*, <https://civilica.com/doc/262385>.
- Rahama, A. M. & Ali. M. E. (1990). On farm evaluation combine harvester losses in the gomin in Sudan *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 20(2): 27-31.
- Rahmati, M. (2014). Investigation and comparison of wheat harvest losses of two common combine harvesters in Khorramabad city. *Journal of Agricultural Machinery Mechanics Research, Volume 3* (In Persian).
- Rostami, S., Lotfalian, M. & Hosseinzadeh Samani, B. (2018). Evaluation and comparison of harvest losses of straw and conventional combine harvesters in Fars province. *Agricultural Systems and Mechanization Research*, 19: 70:96-85 (In Persian).
- Sabir, M. S., Iqbal, M. & Ysin, M. (2005). Influence of selected combine and crop parameters on kernel damage and thresh ability of wheat. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 42: 3-14.
- Sheikh Davoodi, M. J., & Hoshyar, E. (2010). Evaluation of wheat loss in New Holland combine. *American-Asian Journal of Agricultural Environment*, 8(1): 108-104 (In Persian).
- Ghasemi Nejad Raeini, M., Faramehr, M., & Abdshahi, A. (2018). Investigating the Effect of Farm and Crop Conditions on Combine Field Yield in Wheat Harvesting. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 49(3) (In Persian).
- Yavari, A., & Poor Dad, P. (2003). Evaluation of Loss in different parts of combine harvester in wheat harvest in Kermanshah province. *First Conference on Agricultural Product Losses, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University*: 57-56 (In Persian).
- Jafari, S., Omidi, M. A., Hashemi, M Shabani, V. & Maghsoudzadeh, M. (1998). Measurement of fall and crop yield in different wheat cultivars. Fars Province Agricultural Organization. *Technical Department of Technology. Mechanization unit*: 1-25 (In Persian).
- Motiei, M. R., Shahbazi, F. & Hezbavi, A. (2016). Five-year study of the effect of various factors on the amount of dryland wheat waste in combine harvesters. *10th National Congress of Mechanical Biosystems Engineering (Agricultural Machinery) and Mechanization of Iran, Ferdowsi University of Mashhad*: 1-14. (In Persian).
- Mehdi Nia, A. S., Kurdistan, M., Parhizgar, A. & Sajjadi, S. (2008). Comparison and evaluation of losses in two common domestically made combine harvesters (John deer 955 and Sahand), *5th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Mashhad, Iranian Association of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Ferdowsi University of Mashhad*, https://www.civilica.com/Paper-NCAMEM05-NCAMEM05_283.html (In Persian).
- Minaei, S., Shahrestani, A. & Mehdizadeh, S.A. (2010). Investigation and Determination of Wheat Harvest Losses by Jan Deir and Class Combines, *6th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Tehran, University of Tehran*. https://www.civilica.com/Paper-NCAMEM06-MEM06_231.html (In Persian).
- Mir Majidi, A., & Pardis Kian, P. (2015). Reduction of agricultural waste by optimizing conversion processes and post-harvest technologies. *Institute of Agricultural Technical Research and Engineering, Agricultural Research, Education and Extension Organization*, 50875: 8-28. (In Persian).
- Mirasi, A., Asoodar, M. A., Samadi, M & Kamran, E. (2014). The Evaluation of wheat losses harvesting in two conventional combine (John Deere1165, 955) in Iran. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(5): 1417-1425.
- Patel, S. K. & Varshney, B. P. (2007). Modeling of wheat crop harvesting losses. *Agric Eng Int: CIGR Journal Open access at http://www.cigrjournal.org*, 16(2): 97.
- Qari, M., Par Mah, A., Choghasfidi, A., & Yeganeh, R. (2014). Determination and evaluation of two combine harvesters 1055