نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۴، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۳، ص ۳۴۳-۳۳۵

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 4, No. 2, Fall - Winter 2014, p. 335-343

ارزیابی مزرعه‌ای تلفات انتهای کمباین غلات مجهز به دستگاه نمایشگر تلفات دانه در کمباین‌های JD-955 و JD-1165

محمدرضا مستوفی سرکاری[1*]- میرسعید ولیعهدی[2]- ایرج رنجبر[3]

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۶

چکیده

نمایشگرهای اتلاف دانه وسایلی هستند که با نصب آن‌ها روی کمباین، اندازه‌گیری تلفات دانه در نقاط مختلف میسر می‌شود. این سامانه به کاربر امکان می‌دهد که بیشینه‌ی سرعت پیشروی را انتخاب نماید تا اتلاف دانه را در سطح قابل قبول نگه دارد. این واحدها به‌منظور اندازه‌گیری مقدار دانه‌ای که روی کلش کش‌ها و غربال‌ها می‌رود، یک سامانه‌ی نمایشگر را به‌کار می‌گیرد که به‌طور پیوسته و در حال حرکت میزان تلفات را نشان می‌دهد. طبق گزارش دفتر مجری گندم، افت انتهای کمباین به‌طور متوسط بین ۱/۷۲ تا ۲/۱۴ درصد بوده، که از نظر استاندارد ASAE دور از انتظار است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است. در این تحقیق نمایشگر تلفات دانه در قسمت‌های مختلف کمباین‌های JD-955 و JD-1165 مانند غربال‌ها وکلش‌کش‌ها نصب شد و کلیه تلفات کمباینی اندازه‌گیری شد. این تحقیق در دو مرحله به انجام رسید: الف) اندازه‌گیری تلفات کلی و ب) تلفات فرآوری. به منظور بررسی صحت و دقت ابزار اندازه‌گیری، افت ثبت شده با روش اندازه‌گیری معمول مقایسه و ارزیابی شده است. نتایج تجزیه‌ی مرکب داده‌های دو سال اجرای پروژه نشان داد در رطوبت ۱۲-۱۰ درصد دانه و سرعت کوبنده‌ی ۷۵۰ دور بر دقیقه افت انتهایی در هر دو کمباین در حد استاندارد بوده و ۰/۸۲٪ است. همچنین براساس فرض صفر، اختلافی بین افت اندازه‌گیری شده با روش معمول و دستگاه نمایشگر تلفات دانه مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: افت دانه، برداشت، کمباین، گندم، نمایشگر

مقدمه

فن‌آوری حاضر در برداشت کمباینی قابلیت کاهش شکستگی دانه را تأمین می‌نماید و مواد خارجی را کاهش داده و اتلاف قابل قبولی را ارائه می‌کند. مشکل باقی‌مانده این است که کاربر ماشین را با حداقل افت و شکستگی دانه هدایت نماید. در این زمینه رویکرد به طرف سامانه‌های جدید کنترل و اتوماسیون است. یکی از این رویکردها توسعه‌ی برداشت توسط کمباین‌هایی مجهز به نمایشگر تلفات دانه است. به نتایج تعدادی از تحقیقات انجام شده در زیر اشاره می‌گردد.

نتایج تحقیقی نشان داد اگر کمباین برای برداشت محصول‌های مختلف استفاده می‌شود نمایشگرها نه تنها بیشینه‌ی سرعت پیشروی و اتلاف را محدود نخواهند نمود بلکه می‌توانند به‌منظور تغذیه صحیح کمباین برای کسب ظرفیت بهینه استفاده شوند (Hofman *et al.*, 1978). کمباین‌های مدرن که مجهز به نمایشگرهای تلفات می‌باشند قابلیت برداشت محصول از ۹۷ تا ۹۸ درصد دانه را دارا می‌باشند (Tyson *et al.*, 2001). در تحقیقی که استفاده از نمایشگرهای تلفات در زمان برداشت محصول برنج آبی و نتایج آن در کاهش افت‌ها به‌منظور انجام تنظیم‌های فوری در کمباین‌ها بررسی شد، گزارش شده است که نمایشگرهای تلفات، کمباین‌ها را مطابق شرایط محصول، مجاز به کار با بهترین تنظیم می‌نمایند. این بدین معنی است که تنظیم‌های جدید می‌تواند به محض بروز افزایش افت در برداشت صورت بگیرد و دوباره افت را کاهش دهد (Ferreira *et al.*, 2001).

بررسی افت کمباینی در برداشت گندم با استفاده از نمایشگرهای تلفات دانه توسط مستوفی سرکاری (۲۰۰۸) در کشور نشان داد که استفاده از نمایشگرهای تلفات در جهت اندازه‌گیری دقیق افت‌های کمباینی مؤثر بوده و در افزایش عملکرد و ظرفیت آن حائز اهمیت است.

بخش مهمی از تلفات کلی تولید گندم در کشور، در مرحله برداشت با کمباین رخ می‌دهد که در منابع از ۴/۸۱ تا ۱۸/۱ درصد

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
(*- نویسنده مسئول: Email: mostofi08@gmail.com)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد تاکستان
۳- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تبریز

Archive of SID
www.SID.ir

ذکر شده است (Anon., 2003). با استفاده از نمایشگرهای تلفات که در مکان‌های مختلف کمباین نصب شده و میزان افت آن قسمت را اندازه می‌گیرند اولاً می‌توان افت کلی کمباین را کاهش داده و در وضعیت استاندارد تنظیم نمود، ثانیاً افت هر قسمت را جداگانه اندازه‌گیری کرده و در حد قابل قبولی کنترل نمود. همچنین دلایل کارایی ضعیف کمباین می‌تواند زیاد باشد و بایستی به‌وسیله کاربر ماهر تشخیص داده شود. به‌عنوان مثال تنظیم‌های غربال‌ها، سرعت نامناسب کوبنده و پنکه، تغذیه‌ی ناصحیح، مسیر نامناسب باد غربال‌ها از آن موارد است. افت بیش از حد به‌علت اضافه باری ماشین اتفاق می‌افتد، اما بی‌تأثیر از سرعت بالای پیشروی کمباین نیست (Rahimi *et al*., 2003; Tavasoli *et al*., 2002; Mansouri *et al*., 2003; Yavari *et al*., 2003). قبل از این که تنظیم‌های کمباین در مورد تعدادی از محصولات منطقه بررسی شده و امتحان شود، کاهش سرعت پیشروی کمباین نباید به‌عنوان راه‌حل سریع مورد پذیرش قرار بگیرد (Mohd et al., 1997). وقتی که کمباین در حالت عبور از تپه یا سرازیری بوده و یا در مسیر مستقیم حرکت می‌کند ممکن است اضافه باری پیش بیاید و نمایشگر میزان افت را نشان می‌دهد. این دستگاه کارکرد کوبنده با بیشینه‌ی ظرفیت خود در همه‌ی وضعیت‌ها را ممکن می‌سازد. با اعمال روش‌های مناسب و با استفاده از ابزار فن‌آوری کشاورزی دقیق، افت و ضایعات حین برداشت را می‌توان کنترل نمود و به کم‌ترین مقدار کاهش داد.

ظرفیت مزرعه‌ای ماشین با استفاده از کمباین‌های موجود ۱ تا ۱/۱۵ هکتار بر ساعت بوده در حالی‌که با استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه این ظرفیت برابر با ۱/۳ تا ۱/۵ هکتار بر ساعت است. بنابراین عملکرد و افزایش ظرفیت مزرعه‌ای کمباین با ده ساعت کار در روز ۱/۵ تا ۲ هکتار در روز خواهد بود. با توجه به این‌که متوسط عملکرد گندم در کشور ۳۴۵۵ کیلوگرم بر هکتار با ارزش ریالی ۹۰۰۰ ریال و با احتساب کارکرد حداقل ۵۰۰ هکتار برای هر کمباین برابر با ۲۳۳۲۱ تا ۳۱۰۹۵ میلیون ریال افزایش عملکرد و ظرفیت کمباینی خواهد بود. این در حالی است که قیمت دستگاه نمایشگر تلفات دانه ۳۰۰۰ دلار (برابر با ۱۲۰ میلیون ریال) است. از طرف دیگر تعداد کمباین‌های فعال در برداشت سال زراعی ۹۰-۸۹، ۹۲۸۹ دستگاه بوده و سطح برداشت شده با کمباین برای گندم و جو ۶/۴ میلیون هکتار است (Anon., 2003).

به‌طوری‌که در بالا اشاره شد استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه، عملکرد و ظرفیت کمباین‌های برداشت را ۳۰ تا ۳۵٪ افزایش خواهد داد. لذا افزایش سطح برداشت به‌میزان ۳۲/۸ تا ۶۴/۸ هکتار و نیازمند به ۲۴۳۵ تا ۲۹۰۶ دستگاه کمباین خواهد بود. به بیان دیگر نیازمند تأمین اعتباری معادل با ۱۹۵ تا ۲۳۳ میلیارد تومان است که ضرورت و اهمیت اجرای این تحقیق را نشان می‌دهد. اهداف تحقیق حاضر عبارت بودند از: الف) ارزیابی مزرعه‌ای عملکرد نمایشگر تلفات دانه، ب) کنترل شرایط کاری کمباین برای کمینه نمودن تلفات در انتهای کمباین و افت کلی آن.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو فاز به انجام رسید: فاز اول- اندازه‌گیری تلفات کلی کمباین، فاز دوم- اندازه‌گیری تلفات انتهای کمباین.

فاز اول- اندازه گیری تلفات کلی کمباینی

مواد و تجهیزات مورد استفاده در این پژوهش در زیر ارایه شده است:

- نمایشگر تلفات دانه مدل KEE و TeeJet ساخت شرکت فناوری‌های KEE و TeeJet که در شکل ۱ نشان داده شده است. حسگرهای آن‌ها نیز در شکل ۲ نشان داده شده است.

(a)

(b)

شکل ۱- دستگاه نمایشگر تلفات دانه؛ (a) شرکت KEE، (b) شرکت TeeJet

Fig.1. Grain Loss Monitor from KEE (a) And TeeJet (b) Companies

Archive of SID

www.SID.ir

(b) (a)

شکل ۲- حسگر دستگاه نمایشگر تلفات دانه؛ (a) شرکت KEE، (b) TeeJet

Fig.2. Sensors of grain Loss Monitor from (a) KEE and (b) TeeJet Companies

شکل ۳- نمایش افت فرآوری با روشن شدن دیودهای نمایشگر تلفات دانه

Fig.3. Processing loss monitoring with optic diodes using grain loss monitor

- رطوبت‌سنج دانه مدل اگروفارم
- قاب چوبی ۲۵×۲۵ سانتی‌متر
- قاب چوبی ۵۰×۸۰ سانتی‌متر به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با پوشش زیری چوبی
- ترازوی دقیق ۰/۰۱ گرم مدل ANB200i

در این تحقیق حسگرهای نمایشگر در قسمت غربال‌ها و کلش‌کش‌های کمباین‌های مذکور (جان دیر ۹۵۵ و ۱۱۶۵) نصب شده و پارامترهای عملکرد محصول و کمباین مانند رطوبت دانه، عملکرد محصول و سرعت کوبنده و تلفات انتهای کمباین اندازه‌گیری شد. سپس کمباین با نمایشگرهای تلفات واسنجی شده و در یک مزرعه‌ی گندم مورد ارزیابی قرار گرفت. با برداشت پلات آزمایشی وزن دانه‌های تلف شده توسط حسگر اندازه‌گیری شده و جمع کل افت در این قسمت‌ها، افت کلی کمباین را نشان می‌دهد. حین عملیات برداشت، زنگ هشدار دهنده (نمایشگر تلفات دانه شرکت KEE) به کاربر اعلام می‌کند که کدام قسمت دارای افت بیش از حد معمول می‌باشد که می‌توان تنظیم نمود و به برداشت ادامه داد. به‌منظور بررسی دقت ابزار اندازه‌گیری، افت ثبت شده در قسمت‌های مختلف کمباین با روش اندازه‌گیری که در زیر تشریح شده، مقایسه و ارزیابی شده است (Downs and Stone, 1988; LH500C, 2003).

آزمون مربع کای به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده و استاندارد (مورد انتظار) تلفات انتهای کمباین انجام می‌گیرد. در این آزمون فرض صفر؛ اختلافی بین افت اندازه‌گیری شده (نشان داده شده توسط دستگاه نمایشگر تلفات دانه) و مورد انتظار وجود ندارد، و فرض یک: افت اندازه‌گیری شده با مورد انتظار متفاوت است، در نظر گرفته شده است.

فاز دوم- اندازه‌گیری تلفات انتهای کمباینی با استفاده از نمایشگر تلفات دانه شرکت TeeJet

تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

- سرعت پیشروی کمباین متناسب با تراکم محصول به‌طور متوسط در سه سطح (۲/۵ تا ۳، ۳ تا ۳/۵ و ۳/۵ تا ۴ کیلومتر بر ساعت) – کرت اصلی
- سرعت کوبنده در سه سطح (۶۵۰، ۷۵۰ و ۸۵۰ دور در دقیقه) – کرت فرعی
- طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده عبارت بودند از:

۱- رطوبت محصول در موقع برداشت حدود ۱۴-۱۲٪

۲- مسافت طی شده برای برداشت محصول ۲۵ متر (مساحت پلات‌های آزمایشی در هر تکرار با عرض ۴ متر، ۱۰۰ متر مربع بوده است)

۳- مساحت محصول برداشت شده

۴- عرض کار مفید کمباین مورد استفاده

لازم به‌ذکر است سیستم نمایشگر اتلاف دانه در وضعیت سرعت متوسط پنکه و سرعت پیشروی ذکر شده تنظیم گردید.

بعد از برداشت پلات آزمایشی قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربعی روی خطوط برداشت انداخته شده و تعداد دانه‌های ریخته شمارش و وزن‌شده و میانگین مقادیر برحسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه شده

Archive of SID

www.SID.ir

است.

سه نوع افت دانه محاسبه می‌شود:

- افت قبل از برداشت (PHL[1]): افتی است که قبل از برداشت رخ می‌دهد و توسط عوامل خارجی مانند باد، حیوانات و باران به‌وجود می‌آید.
- افت جمع‌آوری (GL[2]): تلفات ناشی از همه مکانیزم‌های دماغه‌ی کمباین که در ارتباط با محصول می‌باشند.
- افت فرآوری (PL[3]): توسط سیستم‌های جدا کننده و تمیزکننده‌ی کمباین باعث می‌شوند.
- افت برداشت (HL[4]): با مجموع تلفات جمع‌آوری و فرآوری مساوی است.

مقدار افت قبل از برداشت یا افت طبیعی در پلات‌های آزمایشی با استفاده از قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربع نمونه‌گیری شده، جمع‌آوری، توزین و ثبت گردید.

برای تعیین افت جمع‌آوری (افت دماغه)، بعد از برداشت کمباین، از طرفین هد برداشت، نمونه گرفته شد.

برای تعیین افت فرآوری (افت کوبنده و تمیزکننده)، حین عبور کمباین قاب ۵۰×۸۰ سانتی‌متر مربع بین چرخ‌های عقب کمباین قرار گرفته و افت انتهای کمباین اندازه‌گیری شد. در صورت قرار دادن قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربع زیر قاب مذکور می‌توان افت دماغه را در وسط کمباین نیز اندازه‌گیری نمود.

برای محاسبه‌ی افت‌ها رابطه‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

افت قبل از برداشت از رابطه‌ی (۱) قابل محاسبه است و واحد آن $kg\ ha^{-1}$ می‌باشد.

$$PHL=PHC\times 10 \quad (۱)$$

PHC: میانگین دانه‌های شمرده شده در نمونه‌های افت قبل از برداشت (گرم بر متر مربع)

افت جمع‌آوری از رابطه‌ی (۲) قابل محاسبه است و واحد آن $kg\ ha^{-1}$ می‌باشد.

$$GL=(GLC-PHC)\times 10 \quad (۲)$$

GLC: میانگین دانه‌های شمرده شده در نمونه‌های افت جمع‌آوری (گرم بر متر مربع)

افت فرآوری از رابطه‌ی (۳) قابل محاسبه است و واحد آن $kg\ ha^{-1}$ می‌باشد.

$$PL=\frac{(PLC-GLC)}{f}\times 100 \quad (۳)$$

PLC: میانگین دانه‌های شمرده شده در نمونه‌های افت فرآوری (گرم بر متر مربع)

f: ارتباط بین عرض جمع‌آوری و عرض نوار کلش‌های به‌جا مانده از کمباین، به‌عنوان مثال عرض جمع‌آوری تقسیم بر عرض نوار کلش

افت برداشت از رابطه‌ی (۴) قابل محاسبه است و واحد آن $kg\ ha^{-1}$ می‌باشد.

$$HL=GL+PL \quad (۴)$$

همان‌گونه که توضیح داده شد افت در قسمت‌های مختلف کمباین شامل افت قبل از برداشت، افت جمع‌آوری (دماغه) و افت فرآوری (کوبنده و تمیزکننده) اندازه‌گیری می‌شود که افت برداشت برابر خواهد بود با مجموع افت جمع‌آوری و فرآوری (Ferreira, *et al*., 2001). داده‌های به‌دست آمده با داده‌های نمایشگر تلفات مقایسه شده و دقت سیستم اندازه‌گیر ارزیابی شده است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس مرکب (ANOVA) در جدول ۱ ارائه شده است. با استفاده از آزمون F در سطح ۱٪ مقدار F محاسبه شده، نتیجه گرفته شده است که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد.

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که سرعت کوبنده در سه سطح با سه تکرار در هر سطح با ۱٪ احتمال معنی‌دار بوده است. جدول مقایسه‌ی میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری سطح ۷۵۰ دور بر دقیقه است.

در جدول ۲ مقایسه‌ی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن انجام گرفته و نتایج نشان می‌دهد که سرعت کوبنده ۷۵۰ دور بر دقیقه دارای کمترین افت فرآوری بوده و هم‌گروه با ۸۵۰ دور بر دقیقه شده و در گروه a معنی‌داری قرار می‌گیرد.

به‌طوری‌که در شکل ۴ مشاهده می‌شود با استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه، افت انتهای کمباین توسط کاربر کنترل شده و با استفاده از سرعت پیشروی مناسب نرخ تغذیه‌ی محصول ورودی به کمباین از حدود ۰/۹ به ۱/۹ کیلوگرم بر ثانیه افزایش پیدا می‌کند. در صورتی‌که میزان تلفات انتهایی به‌مقدار ۱٪ اندازه‌گیری شد که در حد قابل قبول استاندارد ASAE 343.3 است.

با استفاده از نتایج اخذ شده از تجزیه و تحلیل داده‌ها در رطوبت برداشت ۱۰ تا ۱۲ درصد، سرعت کوبنده ۷۵۰ دور بر دقیقه دارای کمترین افت انتهای کمباین بوده و با مقدار مورد انتظار (استاندارد) مطابقت دارد. این مطلب بیانگر این حقیقت است که به‌دلیل خشک بودن دانه این سرعت کوبنده مناسب برای کوبیدن محصول بوده و سیستم تمیزکننده نیز قادر به جدایش دانه از کاه است و در نتیجه مقدار خیلی کمی دانه از انتهای کمباین به زمین می‌ریزد که این افت

1- Pre-Harvest Loss
2- Gathering Loss
3- Processing Loss
4- Harvest Loss

Archive of SID

www.SID.ir

در حد استاندارد است. این موضوع باعث افزایش کارایی و ظرفیت کمباین شده و کاربر را قادر می‌سازد که با انتخاب سرعت پیشروی مناسب بیشترین نرخ تغذیه‌ی محصول ورودی را داشته باشد.
همچنین نتایج تجزیه‌ی مرکب داده‌های دوسال نشان می‌دهد که فاکتور سال در عملکرد دستگاه نمایشگر و افت انتهای کمباین تأثیر معنی‌داری ندارد و به‌طور مستقل در هر سال عملکرد دستگاه می‌تواند مورد آزمون و ارزیابی قرار گیرد.

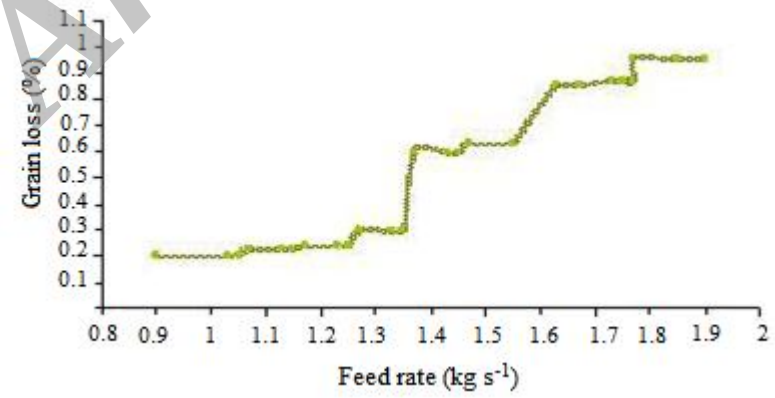
جدول ۱- جدول آنالیز واریانس مرکب بر اساس نتایج دو سال
Table 1- ANOVA table for analysis of two years

منبع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of square	میانگین مربعات Mean of square	F
سال Year	1	1084.89	1084.89	2.36 ns
خطای سال Year error	16	7336.64	458.54	
سرعت کوبنده Beater speed (BS)	2	408.07	204.04	13.74**
Y * BS	2	631.11	315.56	21.26**
خطای آزمایش Experimental error	32	475.04	14.85	
جمع کل Total	53	9935.75		

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns غیرمعنی‌دار
** Significant at 1% of probability levels, ns Non. Significant

جدول ۲- جدول مقایسه‌ی میانگین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن
Table 2- Table of mean comparison based on Duncan test

سرعت کوبنده (دور در دقیقه) Drum speed (rpm)	تعداد تکرار No. of replication	گروه Class (%) 1	(%) 2
750	18	24.3 a	
850	18	24.9 a	
650	18		30.4 b



شکل ٤- نرخ تغذیه‌ی محصول ورودی نسبت به افت انتهای کمباین با استفاده از نمایشگر افت دانه
Fig.4. Processing loss vs. input feed rate using grain loss monitor

Archive of SID

www.SID.ir

اثر متقابل سال و سرعت کوبنده کمباین معنی‌دار بوده است و این به‌دلیل تغییر عملکرد محصول در سال‌های مختلف و در مزارع متفاوت است که روی میزان نرخ تغذیه مؤثر بوده و در عملکردهای مختلف میزان دانه و کاه و کلش عبوری از روی مبدل‌های اندازه‌گیر در قسمت‌های غربال‌ها و کلش‌کش‌ها متفاوت می‌باشند (Mostofi Sarkari, 2008a; Mostofi Sarkari, 2008b).

آزمون مربع کای به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه‌گیری شده و استاندارد (مورد انتظار) تلفات انتهای کمباین

فرض صفر: اختلافی بین افت اندازه‌گیری شده (نشان داده شده توسط دستگاه نمایشگر تلفات دانه) و مورد انتظار وجود ندارد.

فرض یک: افت اندازه‌گیری شده با مورد انتظار متفاوت است.

X^2 محاسبه شده = ۴/۲۶

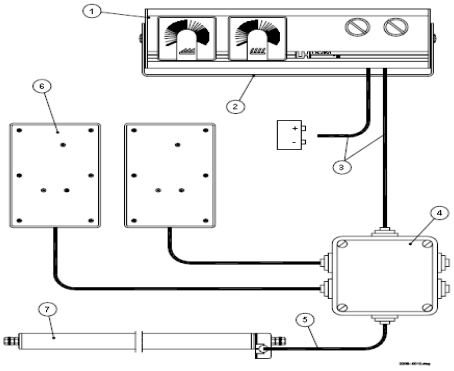
X^2 جدول =۴۵/۶۴ (در سطح احتمال ۱٪)

X^2 معنی دار نیست، یعنی فرض صفر رد نشده است.

از نظر ارزیابی کارایی سیستم نمایشگر تلفات دانه، فرض صفر مبنی بر نشان‌دادن عدم وجود اختلاف بین افت اندازه‌گیری شده با مورد انتظار در نظر گرفته شد. آزمون مربع کای نشان داد با توجه به مربع کای محاسبه شده و مقدار موجود در جدول، فرض صفر رد نشده است و این نشان‌دهنده‌ی عدم اختلاف بین افت اندازه‌گیری شده و مورد انتظار است. به بیان دیگر برای اندازه‌گیری افت انتهای کمباین در حد استاندارد، دستگاه نمایشگر تلفات دانه در سطح احتمال ۱٪ قابل استفاده بوده و میزان این افت با روشن شدن دیودهای نورانی در دستگاه نمایشگر قابل کنترل است. معمولاً روشن شدن دو عدد دیود مشخص‌کننده‌ی حد استاندارد این میزان افت ۱٪ است.

فاز دوم- اندازه‌گیری تلفات انتهای کمباینی با استفاده از نمایشگر تلفات دانه شرکت TeeJet

نمایشگر تشکیل شده است از دو عدد حسگر کلش‌کش‌ها و یک عدد حسگر غربال‌ها و قسمت نمایشگر که به‌صورت مجزا تلفات دانه را در قسمت‌های کلش‌کش‌ها و غربال‌ها نشان می‌دهد. هر دوی این حسگرها دارای کلید تنظیم حساسیت در سه سطح کم، متوسط و زیاد است که به نسبت ابعاد و اندازه‌ی دانه بزرگ، متوسط و ریز انتخاب می‌گردد.



شکل ۵- ساختار نصب دستگاه نمایشگر تلفات دانه و حسگرها

Fig.5. Installation diagram of the grain loss monitor system

دستگاه نمایشگر تلفات دانه روی کمباین جان دیر ۱۱۶۵ نصب گردید و پس از واسنجی در قالب طرح آزمایشی مشخص، برای اندازه‌گیری تلفات انتهای کمباینی مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای اجرای فاز دوم پروژه، زمینی به مساحت یک هکتار با محصول گندم با متوسط عملکرد ۴/۵ تن در هکتار در نظر گرفته شد. تعداد کرت‌ها در سه سطح برای هر فاکتور جمعاً ۲۷ کرت در نظر گرفته شد.

داده‌های حاصل از اجرای طرح آزمایشی به‌وسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: سرعت پیشروی کمباین با سطوح ۲/۵ تا ۳ و ۳ تا ۳/۵ و ۳/۵ تا ۴ کیلومتر برساعت و سرعت کوبنده با سطوح ۶۵۰، ۷۵۰ و ۸۵۰ دور بر دقیقه. جدول آنالیز واریانس (جدول ۳) در سطح احتمال ۱٪ و نیز اثر متقابل تیمارها با استفاده از آزمون مقایسه‌ی میانگین دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج مشخص‌کننده‌ی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بودند.

مقایسه‌ی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن (جدول ۴) انجام گرفته و نتایج نشان می‌دهد که سرعت کوبنده ۷۵۰ و ۸۵۰ دور بر دقیقه و سرعت پیشروی ۲/۵ کیلومتر بر ساعت دارای کمترین افت فرآوری (انتهای کمباینی) بوده (۱/۷۸٪) و در یک گروه معنی‌داری قرار دارد. لذا می‌توان به‌منظور استفاده بهینه از توان کمباینی از سرعت کوبنده‌ی ۷۵۰ به‌جای ۸۵۰ دور بر دقیقه استفاده نمود.

جدول ۶ اثر متقابل سرعت پیشروی و سرعت کوبنده، روی تلفات انتهای کمباین جان دیر ۱۱۶۵ نشان می‌دهد با سرعت پیشروی ۲/۵ کیلومتر بر ساعت و سرعت کوبنده‌ی ۷۵۰ دور بر دقیقه و میانگین افت انتهای کمباین ۰/۸۳ درصد بوده و طبق استاندارد ASAE کمتر از ۱٪ است که می‌تواند به‌عنوان مناسب‌ترین گزینه انتخاب شود.

Archive of SID

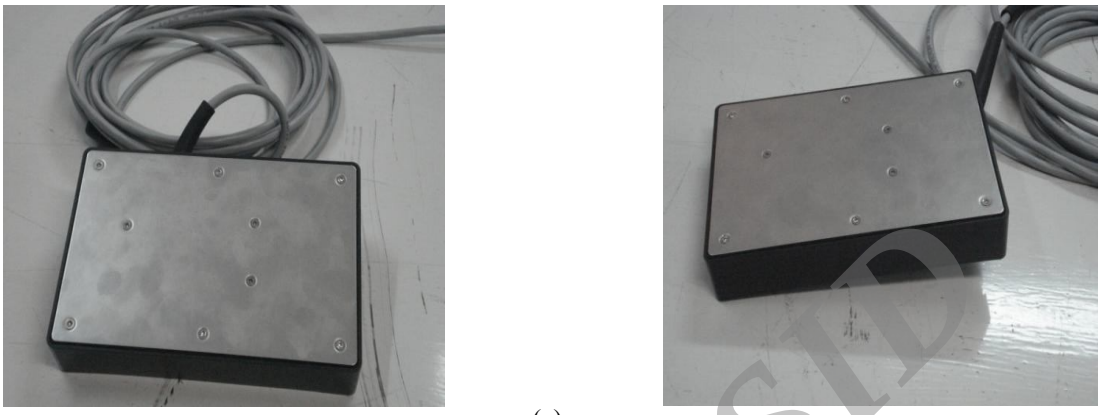
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

اختلافی بین افت اندازه‌گیری شده با حسگرها و روش استاندارد مشاهده نشد.

تلفات انتهای کمباین در حد استاندارد ASAE بوده و کمتر از ۱٪ است.

استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه موجب افزایش دقت اندازه‌گیری تلفات کمباینی (افت فرآوری) و افزایش تولید و ظرفیت کمباین‌ها در کشور را موجب خواهد شد.



(a)

(b)

شکل ٦– (a) حسگرهای کلش‌کش‌ها، (b) غربال‌ها در نمایشگر تلفات دانه شرکت TeeJet

Fig.6. (a) Straw walker and (b) Sieve's sensors in grain loss monitor of TeeJet Company

جدول ۳– جدول آنالیز واریانس تیمارهای سرعت پیشروی و کوبنده‌ی کمباین بر میزان تلفات کلی کمباین

Table 3- ANOVA table of ground speed and drum speed on combine total loss

F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of square	درجه آزادی df	منبع تغییر Source of variation
74.44**	17.23	34.44	2	سرعت کوبنده Drum speed
25.48**	5.89	11.79	2	سرعت پیشروی Ground speed
1.78 ns	0.41	1.64	4	اثر متقابل سرعت کوبنده و سرعت پیشروی Interaction of drum speed and ground speed
	0.23	4.16	18	خطای آزمایش Experimental error
		52.07	26	جمع کل Total

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns غیرمعنی‌دار

** Significant at 1% of probability levels, ns Non. Significant

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه‌ی میانگین داده‌های سرعت کوبنده و میزان تلفات کلی کمباین جان دیر ۱۱۶۵

Table 4- Comparison of mean of drum speed on combine total loss (JD-1165)

سرعت کوبنده (دور بر دقیقه) Drum speed (rpm)	تعداد تکرار No. of replication	گروه Class (%) 1	(%) 2	(%) 3
850	9	1.78 b		
750	9		2 b	
650	9			4.27 a

جدول ٥- مقایسه میانگین افت در تیمار سرعت کوبنده و سرعت پیشروی بر افت کلی کمباین جان دیر ۱۱۶۵

Table 5- Comparison of mean of drum speed and ground speed on combine total loss (JD-1165)

انحراف معیار Standard deviation	سرعت کوبنده (دور بر دقیقه) Drum speed (rpm)	میانگین درصد افت کلی (٪) Mean total loss (%)
1.06	650	4.27 a
0.93	750	2.00 b
0.44	850	1.77 b
انحراف معیار	سرعت پیشروی (دور بر دقیقه)	میانگین درصد افت کلی (٪)
Standard Deviation	Drum speed (rpm)	Mean total loss (%)
1.14	2.5	1.77 b
1.26	3.5	2.94 a
1.45	4.0	3.33 a

جدول ٦- اثر متقابل سرعت پیشروی و سرعت کوبنده در تلفات انتهای کمباین جان دیر ۱۱۶۵

Table 6- Interaction of ground speed and drum speed in combine processing loss

انحراف معیار Standard deviation	سرعت کوبنده (دور بر دقیقه) Drum speed (rpm)	سرعت پیشروی (دور بر دقیقه) Ground speed (rpm)	میانگین درصد افت (٪) Mean loss (%)
0.76	650	2.5	3.16 b
0.50	650	3.5	4.50 a
0.76	650	4.0	5.16 a
0.28	750	2.5	0.83 e
0.50	750	3.5	2.50 bc
0.28	750	4.0	2.66 bc
0.28	850	2.5	1.33 de
0.28	850	3.5	1.83 cd
0.28	850	4.0	2.16 cd

پیشنهادات

پیشنهاد می‌گردد طرح تحقیقی-ترویجی با روش مدرسه در مزرعه (FFS) در مناطق عمده تولید گندم کشور و اجباری نمودن نصب نمایشگر تلفات دانه روی کمباین‌های غلات انجام شود.

امکان‌سنجی ساخت داخل و بومی‌کردن دستگاه نمایشگر تلفات دانه بررسی گردد.

منابع

1. Anon. 2003. Wheat losses before and after harvesting and during consumption. Iranian Inspection Organization. (In Farsi).
2. Downs, H. W., and M. L. Stone. 1988. Determining accuracy of combine loss monitors. Transactions of the ASABE. 31 (2): 0396-0401.
3. Ferreira, D. B., O. O. Ferreira, A. S. Alonco, and H. Bley. 2001. Grain loss monitoring during all harvest season (gathering and processing losses), in the irrigated rice crop, and its results in reduction losses due to immediate adjustments in the combines. paper No. 011075. ASAE, Annual International Meeting, Sacramento, California, USA.
4. Hofman, V., J. Wiersma, and T. Allrich. 1978. Grain harvest losses. University of Minnesota, North Dakota State. Available from: http://www.smallgrains.org/Techfile/Sept78.htm. Accessed 8 August

Archive of SID

www.SID.ir

2005.
5. LH500C Grain loss monitors. 2004. Available from: http://www.lh-agro.com/MS/LHAgro/ product_ Detail.asp.
6. Mansouri, H., and S. Minaei. 2003. Assessment effect of machine parameters on wheat losses in combine JD 955. In: Proceedings of first national symposium on losses of agricultural production. Agriculture Faculty. Tarbiat Modaress University. Tehran. pp. 92-94. (In Farsi).
7. Mohd, A. A., A. R. Omar, E. A. Mutasim, and I. D. Mamou. 1997. On farm evaluation of combine harvester losses in the Gezira sche in the Sudan. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 28 (2): 23-25.
8. Mostofi Sarkari, M. R. 2008a. Field Evaluation of grain loss monitor in different harvesting conditions on combine JD 955. In: Proceedings of 5th National Conference of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization .Agriculture Faculty. Mashhad University. pp. 946-956. (In Farsi).
9. Mostofi Sarkari, M. R. 2008b. Field evaluation of grain loss monitor in different harvesting conditions on combine JD 955. In: Proceedings of 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Akdeniz University, Antalya, Turkey, pp. 140-145.
10. Rahimi, H. A., and A. Khosravani. 2003. Assessment methods of wheat losses reduction during harvesting in Fars province. In: Proceedings of first national symposium on losses of agricultural production. Agriculture Faculty. Tarbiat Modaress University. Tehran. pp. 22-23. (In Farsi).
11. Tavasoli, A., and S. Minaei. 2002. Assessment on processing losses of JD 955 combine and effect of ground speed on it. In: Proceedings of Second National Conference of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Karaj. pp. 61-64. (In Farsi).
12. Tyson, B., and W. C. Hammond. 2001. Harvesting, drying and storage. Dept. of Biological and Agricultural Engineering. University of Georgia. Athens, GA 30601.
13. Yavari, A., and S. S. Poordad. 2003. Assessment loss rate on different parts of combine in wheat harvesting on Kermanshah province. In: Proceedings of First National Symposium on Losses of Agricultural Production. Agriculture Faculty. Tarbiat Modaress University. Tehran. pp. 56-57. (In Farsi).

Archive of SID

www.SID.ir