ارزیابی مزرعه ای تلفات انتهای کمباین غلات مجهز به دستگاه نمایشگر تلفات دانه در کمباین های JD-955 وJD-1165

محمدرضا مستوفی سرکاری[۱]، میر سعید ولیعهدی[۲] و ایرج رنجبر[۳]

۱- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی m.mostofi@aeri.ir، ۲- کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، ۳- دانشیار دانشگاه تبریز

چکیده

نمایشگرهای اتلاف دانه وسائلی هستند که با نصب آن ها روی کمباین، اندازه گیری تلفات دانه در نقاط مختلف میسر می شود. این سامانه به کاربر امکان می دهد که بیشینه‌ی سرعت پیش‌روی را انتخاب نماید تا اتلاف دانه را در سطح قابل قبول نگه دارد. این واحدها به منظور اندازه گیری مقدار دانه ای که روی کلش کش ها و غربال ها می رود یک سامانه‌ی نمایشگر را به کار می گیرد که به طور پیوسته و در حال حرکت میزان تلفات را نشان می دهد. طبق گزارش دفتر مجری گندم، افت انتهای کمباین بطور متوسط بین ۱/۷۲ تا ۲/۱۴ در صد 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 قسمت های مختلف کمباین های JD-955 و JD-1165 مانند غربال ها وکلش کش ها نصب شده و کلیه تلفات کمباینی اندازه گیری شد. این تحقیق در دو مرحله به انجام رسید: الف- اندازه گیری تلفات کلی و ب- تلفات فرآوری. به منظور بررسی صحت و دقت ابزار اندازه گیری، افت ثبت شده با روش اندازه گیری معمول مقایسه و ارزیابی شده است. نتایج تجزیه‌ی مرکب داده های دو سال اجرای پروژه نشان داد در رطوبت ۱۰-۱۲ در صد دانه و سرعت کوبنده‌ی ۷۵۰ دور بر دقیقه افت انتهایی در هر دو کمباین در حد استاندارد بوده و ۰/۸۲٪ است. هم چنین بر اساس فرض صفر، اختلافی بین افت اندازه گیری شده با روش معمول و دستگاه نمایشگر تلفات دانه مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: افت دانه، برداشت، کمباین، گندم، نمایشگر.

مقدمه

فنآوری حاضر در برداشت کمباینی قابلیت کاهش شکستگی دانه را تامین می نماید و مواد خارجی را کاهش داده و اتلاف قابل قبولی را ارائه می کند. مشکل باقی مانده این است که کاربر ماشین را با حداقل افت و شکستگی دانه هدایت نماید. در این زمینه رویکرد به طرف سامانه های جدید کنترل و اتوماسیون است. یکی از این رویکرد ها توسعه‌ی برداشت توسط کمباین هایی مجهز به نمایشگر تلفات دانه است. به نتایج تعدادی از تحقیقات انجام شده در زیر اشاره می گردد.

نتایج تحقیقی نشان داد اگر کمباین برای برداشت محصول های مختلف استفاده می شود نمایشگر ها نـه تنهـا بیشـینه‌ی سـرعت پیش روی و اتلاف را محدود نخواهند نمود بلکه می توانند به منظور تغذیه صحیح کمباین برای کسب ظرفیت بهینه استفاده شوند (Hofman et al., 1978). کمباین های مدرن که مجهز به نمایشگر های تلفات می باشند قابلیت برداشت محصول از ۹۷ تـا ۹۸ در صد دانه را دارا می باشند (Tyson et al., 2001). در تحقیقی با عنوان "اسـتفاده از نمایشـگر هـای تلفـات در زمـان برداشـت محصول برنج آبی و نتایج آن در کاهش افت ها به منظور انجام تنظیم های فوری در کمباین ها" گزارش شده است کـه نمایشـگر های تلفات، کمباین ها را مطابق شرایط محصول، مجاز به کار با بهترین تنظیم می نمایند. این بدین معنی است کـه تنظـیم هـای جدید می تواند 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 نمایشگر های تلفات دانه توسط مستوفی سرکاری (2008) در کشـور نشـان داد که استفاده از نمایشگر های تلفات در جهت اندازه گیری دقیق افت های کمباینی موثر بوده و در افزایش عملکرد و ظرفیت آن حائز اهمیت است (Mostofi, M.R., 2008).

بخش مهمی از تلفات کلی تولید گندم در کشور، در مرحله برداشت با کمباین رخ می دهد که در منابع از ۴/۸۱ تا ۱۸/۱ درصد ذکـر شده است (Anonymous, 2003). با استفاده از نمایشگرهای تلفات که در مکان‌های مختلف کمباین نصب شده و میزان افت آن قسمت را اندازه می‌گیرند اولا می‌توان افت کلی کمباین را کاهش داده و در وضعیت استاندارد تنظیم نمود، ثانیا افت هـر قسـمت را جداگانه اندازه‌گیری کرده و در حد قابل قبولی کنترل نمود. هم چنین دلایل کارائی ضعیف کمباین می تواند زیاد باشد و بایستی به-وسیله کاربر ماهر تشخیص داده شود. به‌عنوان مثال تنظیم‌های غربال ها، سرعت نامناسب کوبنده و پنکه، تغذیه‌ی نا صحیح، مسیر نامناسب باد غربال ها از آن موارد است. افت بیش از حد به علت اضافه باری ماشین اتفاق می افتد، اما بی تـاثیر از سـرعت بـالای پـیش روی کمبـاین نیسـت (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 امتحـان شـود، کـاهش سـرعت پـیش‌روی کمباین نباید به‌عنوان راه حل سریع مورد پذیرش قرار بگیرد. وقتی که کمباین در حالت عبور از تپه یا سرازیری بوده و یا در مسـیر مستقیم حرکت می کند ممکن است اضافه باری پیش بیاید و نمایشگر میزان افت را نشان می دهد. این دستگاه کارکرد کوبنده بـا بیشینه‌ی ظرفیت خود در همه‌ی وضعیت‌ها را ممکن می سازد. با اعمال روش‌های مناسب و با استفاده از ابزار فن آوری کشـاورزی دقیق، افت و ضایعات حین برداشت را می توان کنترل نمود و به کم‌ترین مقدار کاهش داد.

ظرفیت مزرعه ای ماشین با استفاده از کمباین های موجود ۱ تا ۱/۱۵ هکتار بر سـاعت بـوده در حـالی‌کـه بـا اسـتفاده از دسـتگاه نمایشگر تلفات دانه این ظرفیت برابر با ۱/۳ تا ۱/۵ هکتار بر ساعت است. بنابر این عملکرد و افزایش ظرفیت مزرعه ای 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 هکتـار با ارزش ریالی ۹۰۰۰ریال و با احتساب کارکرد حداقل ۵۰۰ هکتار برای هر کمباین برابر با ۲۳۳۲۱ تا ۳۱۰۹۵ میلیون ریال افـزایش

عملکرد و ظرفیت کمباینی خواهد بود. این در حالی است که قیمت دستگاه نمایشگر تلفات دانه 3000 دلار (برابر با 120 میلیون ریال) است. از طرف دیگر تعداد کمباین های 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 کمباین های برداشت را ۳۰ تا ۳۵٪ افزایش خواهد داد. لذا افزایش سطح برداشت به میزان ۳۲/۸ تا ۶۴/۸ هکتار و نیازمند به ۲۴۳۵ تا ۲۹۰۶ دستگاه کمباین خواهد بود. به بیان دیگر نیازمند تامین اعتباری معادل با ۱۹۵ تا ۲۳۳ میلیارد تومان است که ضرورت و اهمیت اجرای این تحقیق را نشان می دهد. 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.

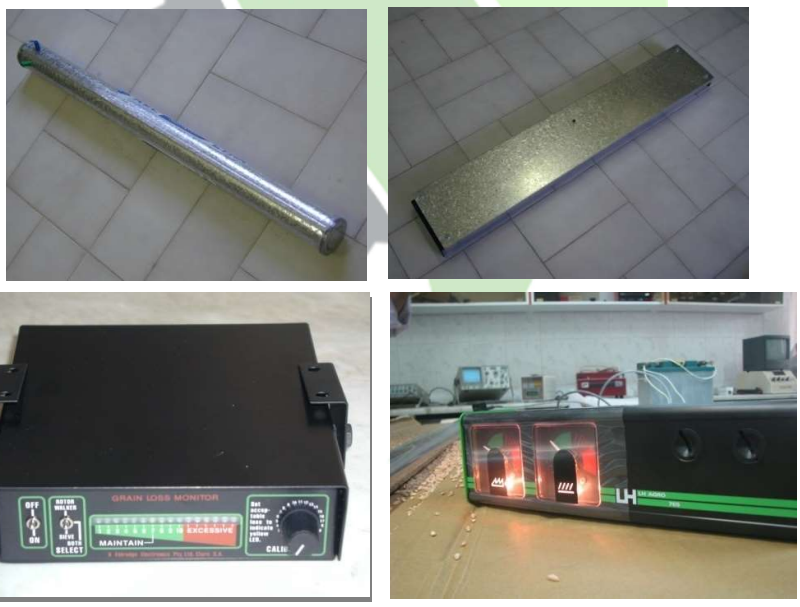
مواد و روش ها

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

فاز اول- اندازه گیری تلفات کلی کمباینی. مواد و تجهیزات مورد استفاده در این پژوهش در زیر ارایه شده است:

۱. نمایشگر تلفات دانه مدل KEE و TeeJet ساخت شرکت فناوری های KEE و TeeJet

در شکل‌های زیر دستگاه اصلی و حسگرهای آن نشان داده شده است.



شکل ۱- دستگاه نمایشگر تلفات دانه و حسگر های مربوطه شرکت های KEE (چپ) و TeeJet (راست)

به‌طوریکه در شکل ۱ نیز مشخص است دستگاه شرکت KEE تشکیل شده از دو حسگر که در انتهای کلش‌کش‌ها و غربال‌ها نصب می شوند و حسگر آن بر اساس ضربه کار کرده و از طریق سیم کشی به نمایشگر وصل می شوند. نمایشگر توسط یک

باطری ۱۲ ولت که در زیر صندلی راننده جای می گیرد میزان تلفات دانه روی کلش ها و غربال ها را به‌صورت انفرادی و توام برای افت کلی کمباینی با روشن شدن تعداد مشخصی دیود نورانی نشان می دهد. تفاوت دستگاه نمایشگر شرکت TeeJet با این دستگاه در تنظیم حساسیت دستگاه مذکور در سه حالت حساسیت کم، متوسط و بالا است. هم‌چنین میزان تلفات روی کلش‌کش‌ها و غربال‌ها توسط عقربه ای بوده و چون هدف اندازه گیری دقیق افت انتهای کمباینی بوده برای افت بیش از ۵٪ زنگ هشدار دهنده تعبیه نشده است.

۲. رطوبت سنج دانه مدل اگروفارم
۳. قاب چوبی ۲۵×۲۵ سانتی متر
۴. قاب چوبی ۵۰×۸۰ سانتی متر به ارتفاع ۱۰ سانتی متر با پوشش زیری چوبی
۵. ترازوی دقیق ۰/۰۱ گرم مدل ANB200i

در این تحقیق حسگر های نمایشگر در قسمت غربال ها وکلش کش های کمباین های 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 اندازه گیری شد. سپس کمباین با نمایشگرهای تلفات واسنجی شده و در یک مزرعه‌ی گندم مورد ارزیابی قرار گرفت. با برداشت پلات آزمایشی وزن دانه های تلف شده توسط حسگر اندازه گیری شده و جمع کل افت در این قسمت ها، افت کلی کمباین را نشان می دهد. حین عملیات برداشت، زنگ هشدار دهنده (نمایشگر تلفات دانه شرکت KEE) به کاربر اعلام می کند که کدام قسمت دارای افت بیش از حد معمول می باشد که می توان تنظیم نمود و به برداشت ادامه داد. به منظور بررسی دقت ابزار اندازه گیری، افت ثبت شده در قسمت های مختلف کمباین با روش اندازه گیری که در زیر تشریح شده، مقایسه و ارزیابی شده است .(Downs, H.W. and M.L. Stone. 1988, LH500C, 2003)

تیمارهای آزمایشی عبارتند از:

۱- 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
۲- سرعت کوبنده در سه سطح (۶۵۰، ۷۵۰ و ۸۵۰ دور در دقیقه) – کرت فرعی

طرح آزمایشی کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. پارامترهای اندازه گیری شده عبارت بودند از: ۱- رطوبت محصول در موقع برداشت حدود ۱۲-۱۴٪.

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 سانتی مترمربعی روی خطوط برداشت انداخته شده و تعداد دانه های ریخته شـمارش و وزن شده و میانگین مقادیر بر حسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه شده است.

سه نوع افت دانه محاسبه می شود:

۱- افت قبل از برداشت (PHL): افتی است که قبل از برداشت رخ می دهد و توسط عوامل خارجی ماننـد بـاد، حیوانـات و باران بوجود می آید.

۲- افت جمع آوری (GL): تلفات ناشی از همه مکانیزم های دماغه‌ی کمباین که در ارتباط با محصول می باشند.

۳- افت فرآوری (PL): توسط سیستم‌های جدا کننده و تمیز کننده‌ی کمباین باعث می شوند.

افت برداشت مساوی است با مجموع تلفات جمع آوری و فرآوری.

- مقدار افت قبل از برداشت یا افت طبیعی در پلات‌های آزمایشی با استفاده از قـاب ۵۰×۵۰ سـانتی متـر مربـع نمونـه گیری شده، جمع آوری، توزین و ثبت گردید.
- برای تعیین افت جمع آوری (افت دماغه)، بعد از برداشت کمباین، از طرفین هد برداشت، نمونه گرفته شد.
- برای تعیین افت فرآوری (افت کوبنده و تمیز کننده)، حین عبور کمباین قاب ۵۰×۸۰ سانتی متر مربع بین چـرخ هـای عقب کمباین قرار گرفته و افت انتهای کمباین اندازه گیری شد. در صورت قرار دادن قاب ۵۰×۵۰ سانتی متر مربع زیر قاب مذکور می توان افت دماغه را در وسط کمباین نیز اندازه گیری نمود.

برای محاسبه‌ی افت‌ها معادله‌های زیر مورد استفاده قرار می گیرند:

۱- افت قبل از برداشت $$PHL = PHC \times 10 = \text{Pre-Harvest Loss, kg/ha} \quad (۱)$$

PHC = گرم بر متر مربع، میانگین دانه های شمرده شده در نمونه های افت قبل از برداشت

۲- افت جمع آوری $$GL = (GLC - PHC) \times 10 = \text{Gathering Loss, kg/ha} \quad (۲)$$

GLC = گرم بر متر مربع، میانگین دانه های شمرده شده در نمونه های افت جمع آوری

۳- افت فرآوری $$PL = [(PLC - GLC)/f] \quad 100 = \text{Processing Loss, kg/ha} \quad (۳)$$

PLC = گرم بر متر مربع، میانگین دانه های شمرده شده در نمونه های افت فرآوری

f = ارتباط بین عرض جمع آوری و عرض نوار کلش های به‌جا مانده از کمباین، به‌عنوان مثال عرض جمع آوری تقسیم بر عرض نوار کلش

۴- افت برداشت $$HL = GL + PL \quad (۴)$$

همانگونه که توضیح داده شد افت در قسمت‌های مختلف کمباین شامل افت قبل از برداشت، افت جمع آوری (دماغه) و افت فرآوری (کوبنده و تمیز کننده) اندازه گیری می شود که افت برداشت برابر خواهد بود با مجموع افت جمع آوری و فرآوری (Ferreira, et al., 2001). داده های به‌دست آمده با داده های نمایشگر تلفات مقایسه شده و دقت سیستم اندازه گیر 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.

شکل ۲ – نمایش افت فرآوری با روشن شدن دیودهای نمایشگر تلفات دانه

جدول ۱- جدول آنالیز واریانس مرکب بر اساس نتایج دو سال

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
S.O.V.	df	SS	MS	
سال	1	1084.89	1084.89	2.36 ns
خطای سال	16	7336.64	458.54	
BS	2	408.07	204.04	13.74**
Y * BS	2	631.11	315.56	21.26**
خطای آزمایش	32	475.04	14.85	
جمع کل	53	9935.75		

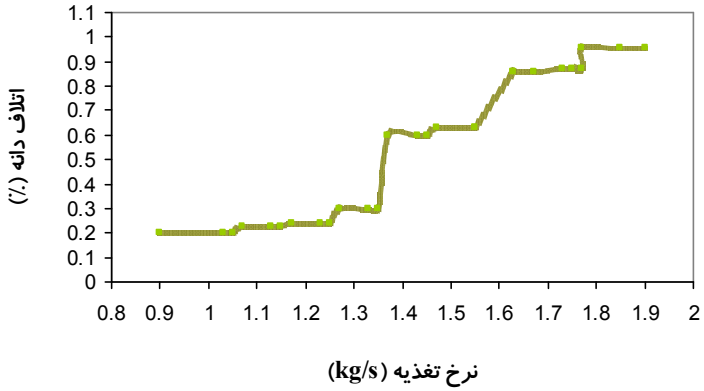
** تفاوت معنی دار بین میانگین تیمارها در سطح یک درصد وجود دارد. ns معنی دار نیست.

نتایج نشان می دهد که سرعت کوبنده در سه سطح با سه تکرار در هر سطح با ۱٪ احتمال معنی دار بوده است. جدول مقایسه‌ی میانگین داده ها (جدول ۲) نشان دهنده‌ی معنی داری سطح ۷۵۰ دور بر دقیقه است.

جدول ۲– جدول مقایسه‌ی میانگین داده ها بر اساس آزمون دانکن

سرعت کوبنده (دور در دقیقه)	تعداد تکرار	گروه	
		(٪)1	(٪) 2
750	18	24.3 a	
850	18	24.9 a	
650	18		30.4 b

مقایسه‌ی میانگین ها بر اساس آزمون دانکن انجام گرفته و نتایج نشان می دهد که سرعت کوبنده ۷۵۰ دور بر دقیقـه دارای کـم-ترین افت فرآوری بوده و هم گروه با ۸۵۰ دور بر دقیقه شده و در گروه a معنی داری قرار می گیرد.



شکل ۲– نرخ تغذیه‌ی محصول ورودی نسبت به افت انتهای کمباین با استفاده از نمایشگر افت دانه

به‌طوریکه در شکل ۲ مشاهده می شود با استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه، افت انتهای کمباین توسط کاربر کنترل شده و بـا استفاده از سرعت پیش‌روی مناسب نرخ تغذیه‌ی محصول ورودی به کمباین از حدود ۰/۹ به ۱/۹ کیلوگرم بر ثانیه افزایش پیدا می کند. در صورتی‌که میزان تلفات انتهایی به مقدار ۱٪ اندازه گیری شد که در حد قابل قبول استاندارد ASAE 343.3 است.

با استفاده از نتایج اخذ شده از تجزیه و تحلیل داده ها در رطوبت برداشت ۱۰ تا ۱۲ در صد، 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 کـه بـه دلیـل خشک بودن دانه این سرعت کوبنده مناسب برای کوبیدن محصول بوده و سیستم تمیز کننده نیز قادر به جدایش دانه از کاه است و در نتیجه مقدار خیلی کمی دانه از انتهای کمباین به زمین می ریزد که این افت در حد استاندارد است. این موضوع باعـث افـزایش

کارائی و ظرفیت کمباین شده و کاربر را قادر می سازد که با انتخاب سرعت پیش‌روی مناسب بیش‌ترین نرخ تغذیه‌ی محصول ورودی را داشته باشد.

هم‌چنین نتایج تجزیه‌ی مرکب داده های دوسال نشان می دهد که فاکتور سال در عملکرد دستگاه نمایشگر و افت انتهای کمباین تاثیر معنی داری ندارد و به‌طور مستقل در هر سال عملکرد دستگاه می تواند مورد آزمون و ارزیابی قرار گیرد. اثر متقابل سال و سرعت کوبنده کمباین معنی دار بوده است و این به‌دلیل تغییر عملکرد محصول در سال های مختلف و در مزارع متفاوت است که روی میزان نرخ تغذیه موثر بوده و در عملکرد های مختلف میزان دانه و کاه و کلش عبوری از روی مبدل های اندازه گیر در قسمت های غربال ها و کلش کش ها متفاوت می باشند.

آزمون مربع کای به منظور تجزیه و تحلیل داده های اندازه گیری شده و استاندارد (مورد انتظار) تلفات انتهای کمباین

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

فرض یک: افت اندازه گیری شده با مورد انتظار متفاوت است.

X^2 محاسبه شده = ۴/۲۶

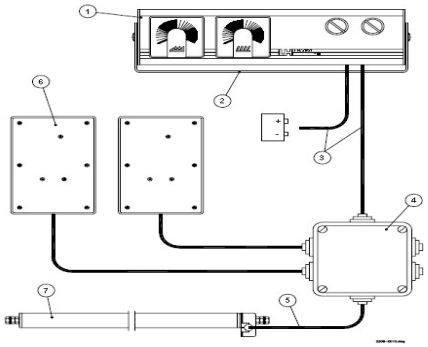
X^2 جدول =۴۵/۶۴ (در سطح احتمال ۱٪)

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

از نظر ارزیابی کارائی سیستم نمایشگر تلفات دانه، فرض صفر مبنی بر نشان دادن عدم وجود اختلاف بین افت اندازه گیری 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 نشان دهنده‌ی عدم اختلاف بین افت اندازه گیری شده و مورد انتظار است. به بیان دیگر برای اندازه گیری افت انتهای کمباین در حد استاندارد، دستگاه نمایشگر تلفات دانه در سطح احتمال ۱٪ قابل استفاده بوده و میزان این افت با روشن شدن دیود های نورانی در دستگاه نمایشگر قابل کنترل است. معمولا روشن شدن دو عدد دیود مشخص کننده‌ی حد استاندارد این میزان افت ۱٪ است.

فاز دوم– اندازه گیری 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 می دهد. 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 می گردد.



شکل ۳-ساختار نصب دستگاه نمایشگر تلفات دانه

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

شکل ۴-حسگرهای کلش‌کش‌ها (بالا) و غربال‌ها (پایین) در نمایشگر تلفات دانه شرکت TeeJet

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 جمعا ۲۷ کرت در نظر گرفته شد.

داده‌های حاصل از اجرای طرح آزمایشی به‌وسیله نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارتند 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 مشخص کننده‌ی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی بودند.

منابع تغییرات	*درجه آزادی*	*مجموع مربعات*	*میانگین مربعات*	*F*
سرعت کوبنده	2	34.44	17.23	74.44**
سرعت پیشروی	2	11.79	5.89	25.48**
اثر متقابل سرعت کوبنده و سرعت پیشروی	4	1.64	0.41	1.78 ns
خطای آزمایش	18	4.16	0/23	cv
جمع کل	26	52.07		

جدول ۳- جدول آنالیز واریانس تیمارهای سرعت پیش‌روی و کوبنده‌ی کمباین

سرعت کوبنده (دور بر دقیقه)	*تعداد تکرار*	*گروه*		
		(%)1	(%)2	(%)3
850	9	1/78 b		
750	9		2 b	
650	9			4/27 a

جدول ۴- مقایسه‌ی میانگین داده های سرعت کوبنده و میزان تلفات کمباینی

مقایسه‌ی میانگین ها بر اساس آزمون دانکن (جدول ۴) انجام گرفته و نتایج نشان می دهد 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 معنی داری قرار دارد. لذا می توان به‌منظور استفاده بهینه از توان کمباینی از سرعت کوبنده‌ی ۷۵۰ بجای ۸۵۰ دور بر دقیقه استفاده نمود.

میانگین در صد افت (٪)	سرعت کوبنده (دور بر دقیقه)	انحراف معیار	
4/27 a	650	1.06	
2/00 b	750	0.93	
1/77 b	850	0.44	
میانگین در صد افت (٪)	سرعت پیش‌روی (دور بر دقیقه)	انحراف معیار	
1/77 b	2.5	1.14	
2/94 a	3.5	1.26	
3/33 a	4	1.45	
میانگین در صد افت (٪)	سرعت پیش‌روی (دور بر دقیقه)	سرعت کوبنده (دور بر دقیقه)	انحراف معیار
3/16 b	2.5	650	0.76
4/5 a	3.5	650	0.5
5/16 a	4	650	0.76
0/83 e	2.5	750	0.28
2/5 bc	3.5	750	0.5
2/66 bc	4	750	0.28
1/33 de	2.5	850	0.28
1/83 cd	3.5	850	0.28
2/16 cd	4	850	0.28

جدول ۵- اثر متقابل سرعت پیش‌روی و سرعت کوبنده در تلفات انتهای کمباین

جدول ۵ اثر متقابل سرعت پیش‌روی و سرعت کوبنده، روی تلفات انتهای کمباینی نشان می دهد با سرعت پیش‌روی ۲/۵ کیلومتر بر ساعت و سرعت کوبنده ی ۷۵۰ دور بر دقیقه و میانگین افت انتهای کمباین ۰/۸۳ درصد بوده و طبق استاندارد ASAE کم‌تر از ۱٪ است که می تواند به عنوان مناسب ترین گزینه انتخاب شود.

نتیجه گیری و پیشنهادات

۱. اختلافی بین افت اندازه گیری شده با حسگر ها و روش استاندارد مشاهده نشد.

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

۳. استفاده از دستگاه نمایشگر تلفات دانه موجب کاهش هزینه و افزایش دقت اندازه گیری تلفات کمباینی (افت فـرآوری) و افزایش تولید و ظرفیت کمباین ها در کشور را موجب خواهد شد.

۴. طرح تحقیقی-ترویجی با روش مدرسه در مزرعه (FFS) در مناطق عمده تولید گندم کشـور و اجبـاری نمـودن نصـب نمایشگر تلفات دانه روی کمباین های غلات انجام شود.

۵. امکان ساخت داخل و بومی کردن دستگاه نمایشگر تلفات دانه میسر شود.

منابع

1.Anonymous. 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, Trans. ASAE 31(2): March-April, 1988.

3.Ferreira, D.B., O.O. Ferreira, A.S. Alonco and H. Bley. 2001. Grain loss monit during all harvest se (gathering and processing losses), in the irrigated r , and its result in reduction lo to immediate adjustments in the combine , paper No. 011075, ASAE, Annual International Meeting, Sacramento, California, USA, July 30-August, 2001.

4.Hofman, V., J. Wiersma and T. Allrich. 1978. Grain harvest . University of Minnesota, North Dakota State. Available at: http://www.smallgrains.org/Techfile/Sept78.htm. Accessed 8 August 2005.

5.LH500C Grain loss monitors. 2004. Available at: 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. AMA. 28(2): 23-25.

8.Mostofi Sarkari, M.R. 2008. Field Evaluation of grain loss monitor in different harvesting condition 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. 2008. Field evaluatio of grain loss mo in different harvesting conditions on combine JD 955. In: Proceedings of 10th International Congress on Mechanization a Energy in Agriculture, 14-17 Oct., 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 2002. pp. 61-64. (In Farsi)

12.Tyson, B., and W.C. Hammond. 2001. Harvesting, dryin & stora . Available at: http://www.ces.uga.edu/pubcd/B1190.htm

13.Yavari, A. and S.S. Poordad. 2003. Assessment loss rate on different parts of combine in wheat harvesting on Kermanshah province. In: Proceedings o First National Symposium on Losses of Agricultural Production. Agriculture Faculty. Tarbiat Modaress University. Tehran. pp. 56-57.(In Farsi)

Field Evaluation of Cereal Combine Harvesters Processing Losses on JD-955 an JD-11 Combines Equipped With Grain Loss Monitor

Mostofi Sarkari[1], M.R., S. Valiahdi[2], I. Ranjbar[3]

1- Assistant Professor in Agricultural Engineering Research Institute, m.mostofi@aeri.ir, 2- MSc in Agricultural Mechanization, 3- Associate Professor in Tabriz University

Abstract

Grain loss monitors are instruments that are installed on combine and make it possible to measure grain loss on different parts of a combine harveste . The instrument permits combine operator to adjust a proper ground speed to keep grain loss with in an acceptable range. A loss monitoring system was implemented to measure grain losses on straw walker and sieves continuously.

In this study, grain loss monitors (KEE and TeeJet) were installed behind the straw walker and sieves of JD-955 and JD-1165 combine harvesters. Harvesting performance parameters such as combine total and processing losses were then measured.

To evaluate the instruments precision and accuracy, measured and monitored losses were compared and investigated.

The results of a two-year research showed that the processing loss of the combine harvesters was 0.82% which is in the acceptable range recommended by ASAE Standard No. S343.3 on 10-12% grain moisture content and 750 rpm drum speed.

Furthermore, there was no significant difference between measured and expected processing loss.

Key word: combine, grain loss, harvesting, monitor, wheat.