طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه اندازه‌گیری برخط افت دماغه کمباین غلات

شمس‌اله عبداله‌پور [۱*]، نگین سهرابی [۲]، راحله فدوی [۳]

۱. دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه تبریز
۲. دانش‌آموخته دکتری مهندسی بیوسیستم دانشگاه تبریز
۳. دانش‌آموخته دکتری مهندسی بیوسیستم دانشگاه تبریز

چکیده

در سامانه پایش عملکرد محصول غلات در ایران، کنترل و شناسایی افت دماغه به یکی از مشکلات اساسی کشاورزان تبدیل شده است. بنابراین در مطالعه حاضر یک سیستم خودکار برای اندازه‌گیری برخط افت هد کمباین غلات طراحی و ساخته شد. سیستم ساخته شده متشکل از یک بخش جمع‌آوری، انتقال، اندازه‌گیری وزن و نمایشگر است. سیستم شامل دو واحد دقیقاً یکسان از تجهیزات ذکر شده است که در دو محل متفاوت از عرض شانه برش نصب گردید. به‌منظور ارزیابی نحوه عملکرد سیستم پایش ساخته شد نتایج آن با روش‌های مرسوم مقایسه شد. به منظور ارزیابی میزان افت هد کمباین غلات تأثیر سرعت پیشروی کمباین و سرعت محیطی چرخ و فلک (به‌عبارت دیگر شاخص چرخ و فلک) بر میزان افت بررسی شد. به منظور استفاده از نتایج اندازه‌گیری بر خط بازخورد آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای کاهش افت در اختیار راننده قرار گرفت. نتایج نشان داد میانگین افت دو سامانه نصب شده در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار بوده، بنابراین افت در نواحی مختلف هد کمباین متغیر است. مقایسه اندازه‌گیری افت به دو روش مذکور نشان داد که اختلاف بین این دو اندازه‌گیری معنی‌دار نبوده اما بیش‌ترین اختلاف میانگین‌ها در شاخص چرخ‌فلک ۱/٦ و ۰/۷۸ مشاهده گردید که بیانگر این است دقت دستگاه در این دو شاخص به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. دامنه بهینه سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ و فلک به‌ترتیب km/h ۵-۲ و m/s ۲-۰/۵ و سطوح بهینه برای شاخص چرخ و فلک ۰/۹٦، ۱/۰۲، ۱/۱۵۲، ۱/۲ و ۱/٤٤ تخمین زده شد.

کلمات کلیدی: *افت دماغه کمباین، اندازه‌گیری برخط، طراحی، ساخت.*

***دکتر شمس‌اله عبداله‌پور،** shams@tabrizu.ac.ir

مقدمه

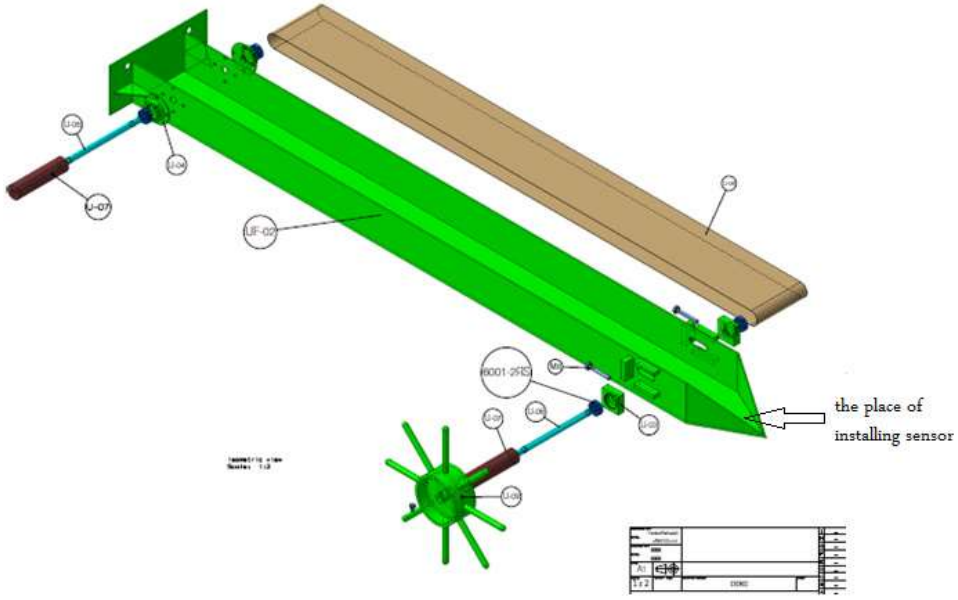
گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول کشاورزی نقش بسیار مهمی در تأمین غذا برای انسان داشته و از منظر اقتصادی- سیاسی ارزشی هم‌پای نفت دارد [۱]. در تولید هر محصول کشاورزی مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت نقش اصلی و حیاتی در عملکرد و میزان تولید آن دارند. در فرآیند تولید گندم، مرحله برداشت از مهم‌ترین و انرژی‌برترین مراحل زراعی می‌باشد که اگر در طی آن دقت و حساسیت کافی صرف نگردد، خسارت بالایی متوجه کشاورزان و متعاقب آن اقتصاد کشور خواهد شد، زیرا مقدار افت در مرحله تولید و فرآوری گندم عددی چشم‌گیر است [۳]. متداول‌ترین ماشین برداشت گندم، کمباین غلات است، مطابق با استانداردها و منابع موجود متوسط افت کلی کمباین غلات در کشورهای پیشرفته ۲ تا ۵٪ حال آنکه این افت در کشور ایران تا ۳۰٪ نیز می‌باشد. زیرا برخلاف مزارع کشورهای پیشرفته که غالباً کشاورزی مکانیزه دارند، مزارع ایرانی دارای سطوحی ناصاف و در کشت آبی توأم با جوی و پشته است که کارکرد دستگاه‌های برداشت را با مشکل مواجه کرده است [٤]. شرایط و عوامل مختلفی از جمله عوامل محیطی مانند ویژگی‌های محصول، سیستم زراعی و عوامل ماشینی بر تلفات برداشت تأثیر می‌گذارند. به‌طور کلی تلفات کمباین در هنگام برداشت محصول را به پنج گروه تقسیم می‌کنند که عبارتند از افت واحد برش، افت واحد کوبنده، افت واحد جداکننده، افت واحد تمیزکننده و افت واحد جابجایی [۲]. آگاهی راننده و بهره‌برداران از افت لحظه‌ای هر یک از این واحدها، عامل مهمی در رابطه با تنظیمات صحیح و کنترل افت آن خواهد بود و متعاقباً می‌توان علل افت را در کشور دریافت، برنامه‌ریزی و اقداماتی در جهت رفع آن انجام داد؛ از این رو سامانه‌ای که بتواند افت را به صورت برخط و لحظه به لحظه به نمایش گذاشته و در اختیار اپراتور قرار دهد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۵]. در این پژوهش جمع‌آوری و اندازه‌گیری دانه و خوشه‌هایی که از دسترس شانه برش خارج می‌شوند (افت هد)، در یک سطح مشخص مدنظر است. دانه‌ها و خوشه‌ها با حسگر مقتضی تخمین زده شد. برای تعیین سطح موردنظر بایستی بازه زمانی اندازه‌گیری جرم را ثبت نمود، سپس زمان ثبت شده را در سرعت پیشروی کمباین و عرض مؤثر سامانه ضرب نمود تا مساحت تعیین شود؛ سپس افت را در این مساحت اندازه‌گیری نموده و درنهایت این مقدار به یک هکتار بسط داده خواهد شد. نکته مهم این‌که مقدار افت اندازه‌گیری شده توسط سامانه با مقدار واقعی نیز مقایسه شد. سپس سامانه به نحوی برنامه‌ریزی شد که نتایج مربوط به افت به منظور تنظیم صحیح سرعت پیشروی و سرعت چرخ و فلک به‌صورت برخط در اختیار راننده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

سیستم طراحی و ساخته شده به منظور اندازه‌گیری بر خط افت دماغه کمباین دارای دو بخش مکانیکی (واحد انتقال و جمع‌آوری افت دماغه) و الکتریکی (حسگر) می‌باشد. در ابتدا سیستم انتقال و جمع‌آوری افت دماغه و سپس مدارات الکترونی مناسب برای اندازه‌گیری برخط افت طراحی و پیکربندی شدند. سیستم جمع‌آوری کننده با مدارات مجتمع گردیده و در مکان‌های مناسب روی کمباین سوار شد. سپس سامانه ساخته شده برای آزمون مزرعه‌ای در مزرعه گندم شهرستان ارومیه، منطقه امامزاده و روستای حیدرلو در سال زراعی ۹۵-۹٤ استفاده شد. مزرعه آزمایشی با بافت لومی

(pH=٦/٥)، کشت قبلی آن گندم، در عمق ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شده بود و سپس از دیسک برای خرد کردن کلوخه و در نهایت ماله برای تسطیح نسبی زمین استفاده شده بود. کشت آبی بوده و مزرعه به‌طور منظم (شش مرحله آبیاری) آبیاری شده بود؛ واریته گندم کشت شده رقم پیشگام با عملکرد حدود ٤/٢٧ تن در هکتار بود.

سامانه طراحی شده در شکل ۱ نشان داده شده است. در طراحی این بخش دقت شد مکانیزم جمع‌آوری و انتقال افت روی تسمه نقاله (جنس تسمه نقاله از پلی‌ترا فلوئورواتیلن انتخاب شد.) به‌نحوی باشد که دانه‌ها و خوشه‌هایی را که از دسترس سکوی برش خارج می‌شوند، دریافت کرده و به نقاله تحویل دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، به‌منظور تأمین توان مورد نیاز برای حرکت تسمه نقاله از چرخ خورشیدی استفاده شد.



شکل ۱- سیستم طراحی شده برای جمع‌آوری و انتقال مواد

به‌منظور اندازه‌گیری وزن دانه‌ها و خوشه‌های جمع‌آوری شده (دبی جرمی افت دماغه) از سلول نیرو برای اندازه‌گیری استفاده شد. علت انتخاب این حسگر خطای کم‌تر نسبت به سایر حسگرها، امکان حذف و تشخیص داده‌های معیوب پس از اخذ و عدم حساسیت آن به گرد و غبار زیاد (شرایط برداشت گندم) می‌باشد. بدین منظور و با توجه به شرایط کاری و حجم فضای جمع‌آوری از یک سلول نیرو بر پایه پل وتستون و دامنه اندازه‌گیری ۰ تا ۳۰۰ گرم استفاده شد. به منظور نمایش بر خط خروجی حسگر از یک میکروکنترلر ATMega8، منبع تغذیه آی سی رگلاتور ۷۸۰۵ و صفحه نمایش ۳۲ کاراکتری استفاده شد.

کمباین مورد استفاده در آزمایشات مزرعه‌ای در شکل ۲ نشان داده شده و مشخصات آن در

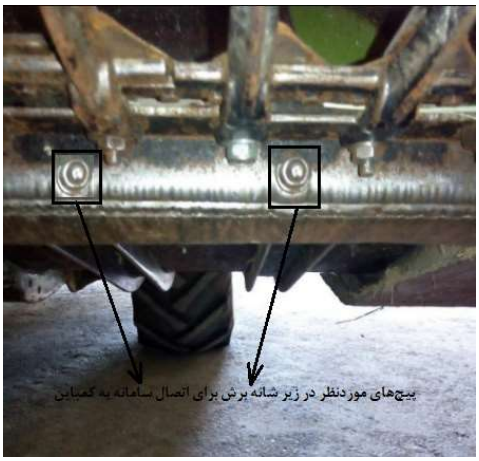
جدول ۱ بیان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات کمباین موردآزمون

اجزاء	مشخصات
موتور	Perkins مدل ٦/٣٥٤٤
سیلندر (Turbo)	٦
توان (BHP)	۱۰۰
مخزن سوخت (L)	۲۰۰
دنده ها	۳
سرعت (km/s)	۲۱- ۱/۹
عرض کار (cm)	شانه‌برش شامل ۵۷ تیغه ۷/٦۲ سانتی‌متری یا سه اینچی (عرض کار حدود ٤/٥ متر)
قطر چرخ‌فلک (cm)	١٤٥
مکانیزم تنظیم ارتفاع برش	جک هیدرولیک

شکل ۲-کمباین Dominator 68s استفاده شده در آزمایش مزرعه‌ای

هدف از طراحی سیستم مورد نظر، اندازه‌گیری پیوسته بار دینامیکی حاصل از دانه‌ها و خوشه‌های جمع آوری شده می‌باشد. بنابراین باید مواد جمع شده بعداز اندازه‌گیری توسط لودسل، تخلیه شوند بدین منظور از شیب به سمت زمین شانه‌ی برش بهره گرفته شد (شکل ۳).



شکل ۳- نمایی از قسمت زیرین شانه‌برش

به‌منظور بررسی کارآیی سامانه طراحی شده، ابتدا دو واحد از سیستم جمع‌آوری و اندازه‌گیری ساخته شد. سپس یکی از سامانه‌ها در منطقه تقسیم‌کننده کمباین و دیگری به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی هد کمباین نصب شدند (عرض کار کمباین حدودا ٤/٢ متر اندازه‌گیری شد). تفاوت مقدار اندازه‌گیری شده با هر یک از این دو سامانه مورد بررسی قرار گرفت. سپس نتایج تجزیه واریانس داده‌های افت دماغه کمباین تابعی از سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ و فلک با استفاده از سامانه طراحی‌شده به‌روش فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی ۳۲ (نه تیمار و چهار تکرار (هر تکرار شامل میانگین دو سامانه بود)) در محیط نرم‌افزار SPSS19 تحلیل شد. قابل ذکر است که در حین آزمایش سعی بر این بود که سایر عوامل مؤثر ثابت نگه‌داشته شوند که افت بیش‌تر متأثر از شاخص چرخ‌فلک (جدول ۲) باشد.

جدول ۲- سطوح سرعت پیشروی، سرعت محیطی چرخ‌فلک و شاخص چرخ‌فلک

V_r (m/s) / V_c (m/s)	۱/۰۵	۱/۳۱	۱/۵۷
۰/۹۸	RI_1=۱/۰۷	RI_4=۱/۳٤	RI_7=۱/٦
۱/۱۷٦	RI_2=۰/۸۹	RI_5=۱/۱۱٤	RI_8=۱/۳۳۵
۱/۳٤٤	RI_3=۰/۷۸	RI_6=۰/۹۷	RI_9=۱/۱٦۸

Vr، Vc و RI به ترتیب عبارتند از: سرعت محیطی چرخ و فلک، سرعت پیشروی و شاخص چرخ و فلک

نتایج اخذ شده با استفاده از سیستم طراحی شده با نتایج حاصل از روش‌های مرسوم مقایسه شد. داده‌های افت هد کمباین که از دو روش سنتی و سامانه استخراج شده بودند، به دو روش دانکن و t تست باهم مقایسه شدند. اطلاع از میزان افت وابسته به سرعت پیشروی کمباین و سرعت محیطی چرخ و فلک می‌تواند در تنظیم این دو متغیر نقش اساسی داشته باشد. بدین منظور در مطالعه حاضر با استفاده از الگوریتم ژنتیک بازخورد حاصل از میزان افت در جهت تنظیم سرعت پیشروی کمباین و سرعت محیطی چرخ و فلک به کار برده شد.

تحلیل نتایج

نتایج حاصل از آزمون دانکن در جدول ۳ نشان داده شده است است، همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف میانگین بین دو سامانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است و این بدین معناست که افت در ناحیه جداکننده و نواحی دیگر (به‌غیر از منطقه مرکزی) متغیر است. بنابراین، واریانس درون گروهی تغییرات افت در حین اندازه‌گیری افت با شاخص‌های متفاوت چرخ‌فلک، بیش‌تر از واریانس بین گروهی است.

جدول ۳- نتایج آزمون T-test مستقل بین دو سامانه

	t-test for Equality of Means				
	t	درجه آزادی	Sig. (2-tailed)	اختلاف میانگین‌ها	Std. Error Difference
با فرض برابری واریانس‌ها	-۲/۵۵۳	۷۰	۰/۰۱۳	-۲/۲۳۸۸۹	۰/۸۷۶۹۲
بدون فرض برابری واریانس‌ها	-۲/۵۵۳	٦٦	۰/۰۱۳	-۲/۲۳۸۸۹	-۲/۲۳۸۸۹

نتایج تجزیه واریانس داده‌های افت دماغه کمباین با استفاده از سامانه طراحی‌شده در جدول ٤ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد اثر متغیرهای مستقل بر افت اندازه‌گیری شده توسط دستگاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. نتایج نشان می‌دهد که در این آزمایش متغیر مستقل شاخص چرخ‌فلک، در میزان افت نقش بسزایی داشته است. برطبق جدول ٤ تکرار نیز اثر معنی‌داری بر افت دماغه داشته است و این از شرایط مزرعه و آزمایش ناشی شده است. اثرات متقابل سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ‌فلک نیز اثر معنی‌داری نشان داده است و این نتیجه نشان می‌دهد که سرعت پیشروی و سرعت محیطی باهم تنظیم می‌شوند.

جدول ٤- تجزیه واریانس افت هد کمباین در سه سرعت پیشروی و سه سرعت محیطی چرخ‌فلک

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Sig
مدل	۱۱	٤۳۸/۲٤٤	۳۹/۸٤۰	۲۸/۲۹	۰/۰۰۰
$V_c \times V_r$	٤	۲٦۱/۱٦۱	٦٥/۲۹۰	٤٦/۳٦۳	۰/۰۰۰
V_c	۲	۸۰/۷۳۷	٤۰/۳٦۹	۲۸/٦٦٦	۰/۰۰۰
V_r	۲	٤۸/۲٦٤	۲٤/۱۳۲	۱۷/۱۳٦	۰/۰۰۰
بلوک (تکرار)	۳	٤۸/۰۸۲	۱٦/۰۲۷	۱۱/۳۸۱	۰/۰۰۰
خطا	۲٤	۳۳/۷۹۸	۱/٤۰۸	-	-

رابطه بین ورودی‌ها (متغیرهای مستقل که شامل سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ‌فلک است) و خروجی (افت دماغه کمباین gr/ha) با رگرسیون دو متغیره تخمین زده شد؛ نتایج مدل رگرسیون

چندمتغیره را می‌توان در معادله ۱ و معادله ۲ مشاهده نمود. چنان‌چه در جدول ۵ و جدول ٦ ملاحظه می‌شود با توجه به مقدار R^2 هر دو مدل رگرسیون تخمینی قابل قبول هستند.

معادله ۱ $$\hat{Y} = 110.944 - 113.244RI + 48.120RI^2$$

معادله ۲ $$\hat{Y} = 89.5 - 56.735RI + 13.2520RI^3$$

در جدول ۵ و جدول ٦ ضرایب تخمینی معادله رگرسیون مدل بیان شده و در ادامه ۰/۷۱= R^2 و ۰/٦۹۱= R^2 به‌ترتیب محاسبه گردید و این بدان معناست که به‌طور تقریبی ۷۰ درصد تغییرات افت مربوط به سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ‌فلک است.

جدول ۵- ضرایب مدل ۱

مدل	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
RI	-۱۱۳/۲٤٤	۱۲/۷۸۷	-۷/٤۷۰	-۸/۸٥٦	۰/۰۰۰
RI^2	٤۸/۱۲۰	٥/۳٦۰	۷/٥۷۲	۸/۹۷۷	۰/۰۰۰
مقدار ثابت	۱۱۰/۹٤٤	۷/٤۰٤	-	۱٤/۹۸٤	۰/۰۰۰

جدول ٦- ضرایب مدل ۲

مدل	Unstandardized Coefficients		standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
RI	٥٦/۷۳٥	٦/۸٦۸	-۳/۷٤۲	-۸/۲٦۰	۰/۰۰۰
	-				
RI^3	۱۳/۲٥۲	۱/٥٤٤	۳/۸۸۷	۸/٥۸۰	۰/۰۰۰
مقدار ثابت	۸۹/٥۲۱	٥/۳۳٥	-	۱٦/۷۸۱	۰/۰۰۰

در Error! Reference source not found.، نتایج تحلیل به روش دانکن و آزمون t مربوط به داده‌های افت هد کمباین به دو روش سنتی و سامانه طراحی شده، گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ریزش مواد به‌صورت پیوسته در حین برداشت منجر به کاهش دقت سامانه شده است. در شاخص‌های چرخ‌فلک ۱/٦ و ۰/۷۸، اختلاف بین روش سنتی و سامانه طراحی شده بیش‌تر معنی‌دار شده است؛ آزمون T-test مستقل نشان داد که اختلاف بین دو روش اندازه‌گیری افت دماغه معنی‌دار نشده است اما برطبق نتایج، این سامانه هنگامی‌که شدت ریزش مواد بالا باشد، قادر به اندازه‌گیری صحیح نبوده و دقت آن کاهش یافته است. با کاهش سرعت محیطی چرخ‌فلک و سرعت پیشروی بالا، انگشتی‌های چرخ‌فلک قادر نخواهند بود که مواد را به‌خوبی جمع‌آوری نموده و به سمت هد هدایت کنند و در نتیجه افت دماغه به شدت افزایش می‌یابد و از طرفی سرعت پیشروی بالا نیز ضربه به خوشه‌ها

را به‌دنبال خواهد داشت؛ با افزایش سرعت محیطی و کاهش سرعت پیشروی، در نتیجه ضربات شدید انگشتی‌ها به خوشه‌های گندم نیز افت دماغه افزایش می‌یابد.

جدول ۷- نتایج آزمون t جفت‌شده

تیمار (RI)	حالت	t-test for Equality of Means				
		t	درجه آزادی	Sig. (2-tailed)	اختلاف میانگین‌ها	Std. Error Difference
۱/۱۱٤	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۳۷۲	٦	۰/۷۲۳	۰/۲۰۰۰۰	۰/۵۳۸۱۳
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	۰/۳۷۲	۳/٦۵۹	۰/۷۳۱	۰/۲۰۰۰۰	۰/۵۳۸۱۳
۱/۰۷	با فرض برابری واریانس‌ها	۰/۷۷۵	٦	۰/٤٦۸	-۰/۱۵۰۰۰	۰/۱۹۳٦۵
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	-۰/۷۷۵	۵/۹۲۷	۰/٤٦۸	-۰/۱۵۰۰۰	۰/۱۹۳٦۵
۱/٦۸	با فرض برابری واریانس‌ها	۱/۵۳۸	٦	۰/۱۷۵	۲/۲۵۰۰۰	۱/٤٦۳۳۰
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	۱/۵۳۸	۳/۰۳۹	۰/۲۲۱	۲/۲۵۰۰۰	۱/٤٦۳۳۰
۰/۹۷	با فرض برابری واریانس‌ها	۱/٤۰۳	٦	۰/۲۱۰	۲/۰۰۰۰۰	۱/٤۲۵۹۵
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	۱/٤۰۳	۳/۰۷۲	۰/۲۵۳	۲/۰۰۰۰۰	۱/٤۲۵۹۵
۱/۳۳۵	با فرض برابری واریانس‌ها	۱/۹۷٤	٦	۰/۰۹٦	۰/۹۰۰۰۰	۰/٤۵۵۹۸
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	۱/۹۷٤	۵/۱۱۲	۰/۱۰٤	۰/۹۰۰۰۰	۰/٤۵۵۹۸
۱/۳٤	با فرض برابری واریانس‌ها	۲/۷۱۷	٦	۰/۰۳۵	۰/۵۷۵۰۰	۰/۲۱۱٦٤
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	۲/۷۱۷	۵/۲۸٦	۰/۰٤۰	۰/۵۷۵۰۰	۰/۲۱۱٦٤
۰/۸۹	با فرض برابری واریانس‌ها	۳/۰٤٦	٦	۰/۰۲۳	-۱/٤۰۰۰۰	۰/٤۵۹٦۲
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	-۳/۰٤٦	۳/۹۸۹	۰/۰۳۸	-۱/٤۰۰۰۰	۰/٤۵۹٦۲
۱/٦۰	با فرض برابری واریانس‌ها	/۸۲٤ ۱۳	٦	۰/۰۰۰	٤/۰۵۰۰۰	۰/۲۹۲۹۷

	بدون فرض برابری واریانس‌ها	/۸۲٤ ۱۳	٥/٤٤۱	۰/۰۰۰	٤/۰٥۰۰۰	۰/۲۹۲۹۷
۰/۷۸	با فرض برابری واریانس‌ها	٤/۲۲۷	٦	۰/۰۰٦	٥/۱۲٥۰۰	۱/۲۱۲۳٥
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	٤/۲۲۷	۳/۲۲۱	۰/۰۲۱	٥/۱۲٥۰۰	۱/۲۱۲۳٥
حالت کلی	با فرض برابری واریانس‌ها	۱/۹۹۱	۷۰	۰/۰٥۰	۱/۳۹٤٤٤	۰/۷۰۰٥۰
	بدون فرض برابری واریانس‌ها	۱/۹۹۱	/۷۸٦ ٥٤	۰/۰٥۲	۱/۳۹٤٤٤	۰/۷۰۰٥۰

حال اگر میزان افت دماغه از مقدار قابل قبول آن بیشتر شد، کاربر بایستی تنظیمات صحیح را اعمال کند تا میزان افت به‌نحوی کنترل شود، برای رسیدن به این هدف از الگوریتم ژنتیک استفاده شد. در پروژه حاضر تابع هدف موردنظر از برازش معادله رگرسیونی چندمتغیره (Error! Reference source not found.) بر داده‌های حاصل از آزمایش‌های مزرعه‌ای حاصل شد؛ لازم به ذکر است که اگر نتایج آزمایش حداقل با دو تابع هدف پردازش می‌شدند، مانوردهی بیش‌تر و گسترده‌تری روی نتایج ممکن می‌شد ولی به‌دلیل شرایط محدود تنها به یک تابع هدف (معادله رگرسیون) اکتفا گردید.

مشخصات پارامترهای الگوریتم ژنتیک به‌کار رفته با استفاده از سعی و خطا به‌دست آمده و در جدول ۸ ذکر گردید. نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک با نرم‌افزار MATLAB تحلیل شدند؛ دامنه سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ‌فلک به‌ترتیب km/h ۵-۲ و m/s ۲-۰/۵ تخمین زده شد. نتایج حاصل از مقدار بهینه شاخص چرخ‌فلک و میزان کمینه مقدار افت در

جدول ۸ نشان داده شده است؛ نتایج حاکی از آن است که دامنه بهینه شاخص چرخ‌فلک با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک، ۰/۹٦-۱/٤٤ محاسبه شده است.

جدول ۸- نتایج مقادیر بهینه سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ‌فلک و مقدار کمینه افت دماغه کمباین

V_c (km/h)	V_r (m/s)	مقدار افت هد کمباین (gr/ha)	Reel Index
۳	۱	۳٤/۳۷	۱/۲
۲/٥	۱	۳۰/۸۳	۱/٤٤
۳	۰/۸	۲۷/۸۲	۰/۹٦
۳/٥	۱	۳۷/۹۲	۱/۰۲
۲/٥	۰/۸	۲٤/۲۷	۱/۱٥۲

نتیجه‌گیری

در این پژوهش سامانه برخط اندازه‌گیری افت دماغه به‌منظور آگاهی کاربر درحین برداشت از میزان افت ارائه گردید؛ هم‌چنین از دو واحد برای بررسی تغییرات افت در عرض شانه‌برش بهره گرفته شد. از

بین عوامل مؤثر بر میزان افت دماغه، سرعت پیشروی و سرعت محیطی چرخ‌فلک برای بررسی افت دماغه بر دقت دستگاه و مقایسه اطلاعات سامانه با روش دستی انتخاب شدند. تحقیق حاضر شامل آزمون آزمایشگاهی و مزرعه‌ای می‌شد که در آزمایشگاه سامانه و حسگر مربوطه طراحی و ساخته شدند. آزمون‌های مزرعه‌ای برای ارزیابی سامانه و تعیین اثر تغییرات شاخص چرخ‌فلک بر دقت سامانه مطابق با طرح‌های آزمایشی آماری و الگوریتم ژنتیک انجام شد. در حین آزمون سعی بر این بود که سایر عوامل موثر بر افت دماغه ثابت نگه داشته شوند تا بتوان اثر متغیر شاخص چرخ‌فلک را بررسی نمود. مقدار ضریب تبیین نتایج حاصل از آزمون مزرعه‌ای ۰/۸۱ محاسبه گردید که با توجه به آن، می‌توان ادعا نمود که ۰/۷۱ از تغییرات افت دماغه مربوط به تیمار شاخص چرخ‌فلک است. نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری نشان داد که اختلاف بین دو اندازه‌گیری (با قاب چوبی و سامانه مذکور) معنی‌دار نبوده اما بیش‌ترین اختلاف میانگین‌ها در شاخص چرخ‌فلک ۱/٦ و ۰/۷۸ مشاهده گردید که بیانگر این است دقت دستگاه در این دو شاخص به‌علت تشدید ریزش به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است؛ از طرفی تغییرات افت در عرض شانه‌برش نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار مشاهده گردید..

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بدین ترتیب مراتب سپاس و قدردانی خود را از مدیریت پژوهشی دانشگاه تبریز ابراز می‌دارند.

۱ شده ۱- ٤ شده ۲- ۲ شده ۳- ۳ شده ٤ و ٥ تغییر نکرده

منابع

۱. خسروانی، ع. و رحیمی، ا. ۱۳۸٤. بررسی تلفات برداشت گندم با کمباین در استان فارس، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ٦ (۲۵): ۱۱۳-۱۳۰.

۲. منصوری‌راد، د.۱۳۹۳. تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

3. R.K. Chaab, S.H. Karparvarfard, H. Rahmanian-Koushkaki, A. Mortezaei, M. Mohammadi. 2020. Predicting header wheat loss in a combine harvester, a new approach, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 19(2):179-184.

4. Z. Zhao, Y. Li, J. Chen, J. Xu. 2011. Grain separation loss monitoring system in combine harvester, Computers and electronics in agriculture 76(2): 183-188.

5. M. Omid, M. Lashgari, H. Mobli, R. Alimardani, S. Mohtasebi, R. Hesamifard. 2010. Design of fuzzy logic control system incorporating human expert knowledge for combine harvester, Expert systems with applications 37(10) 7080-7085.

Design, Construction and Evaluation of Online Measuring System For Grain Harvester Combine 's Header Loss

Shamsollah Abdollahpour [1*] and Negin Sohrabi[2], Raheleh Fadavi[3]

1. Biosystems Engineering Department, University Of Tabriz, Tabriz, Iran
2. Biosystems Engineering Department, University Of Tabriz, Tabriz, Iran
3. Biosystems Engineering Department, University Of Tabriz, Tabriz, Iran

Abstract

In the system of grain yield monitoring in Iran, control and identification of header loss have been the main problems of farmers. Therefore, in the present study, an automated system for online measurement of grain harvester Combine 's header loss was designed and built. This system consists of a collection, transmission, weight measurement and display sections. The system consists of two exactly identical units of equipment that were installed in two different locations of the cutting bar width. For evaluating the system, loss would be estimated in two ways and different reel indices: one by traditional method and second by this system, then obtained data would be compared by statistical methods. In order to evaluate the header loss of grain harvester Combine 's, the effect of combine speed (Vc) and peripheral speed of reel's tip (Vr) were also studied on header loss (reel index= Vr/Vc). In order to use the measurement results on the feedback line, it was provided to the driver using a genetic algorithm to reduce the header loss. The result of the Duncan's test found that the differences between means of two trails are significant at 5% probability level; This means shattering in different regions of cutter bar is varied. Header loss data which have been obtained from traditional method and two systems were analyzed by T test (paired samples) and Duncan that results revealed the difference between means of two equipment's and traditional method is not significant; However in RI 1.6 and 0.78, difference between traditional method and two systems were more significant. As a result of high level of loss in RI 1.6 and 0.78, the accuracy of the system decreased. In this research, objective function was obtained by fitting the Multiple regression equation to determine the specifics of AG's parameters by MATLAB software. During running AG by MATLAB, 2-5 km/h and 0.5-2 m/s was estimated as minimum and maximum ranges of the Vc and Vr, respectively; the optimization levels of RI were determined 0.96, 1.02, 1.152, 1.2 and 1.44.

Key words: Header Loss of Combine, Online Measurement, Designing, Construction

*Corresponding author
E-mail: shams@tabrizu.ac.ir