نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

پیشنهاد مدل ریاضی برای تلفات دستگاه تمیزکننده کمباین John Deere 955

غیبعلی آقا جعفرپور[۱*] شمس اله عبداله‌پور[۲] ، مسعود زابلستانی[۳] کاظم ساسانی مغانلو[٤] فرزاد ناصری مغانلو[۱]

۱– به ترتیب فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲ و ۳ – به ترتیب دانشیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. استادیار و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات جهاد کشاوزی استان آذربایجان شرقی

٤– فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

ایمیل مکاتبه کننده: jafarpoor1354@yahoo.com

چکیده

گندم مهم‌ترین عامل درالگوی مصرف غذایی می‌باشد. نظر به این که غلات نقش اساسی در تامین نیازمندی‌های غذایی مردم دارند، به کارگیری ماشین‌های مناسب همراه با معرفی فاکتورهای موثر آن‌ها می‌تواند موجب کاهش تلفات این محصولات در مرحله برداشت گردد. لذا اولین قدم در کاهش تلفات، بهینه سازی مراحل مرتبط با برداشت از جمله برش، کوبیدن، جداسازی و تمیز کردن می باشد.در مرحله بعدی معادله رفتاری مرتبط را می‌توان بسط داد.تلفات تمیز کننده کمباین توسط ارتفاع برش، سرعت پیشروی و محتوی رطوبتی محصول متاثر می‌گردد. از این‌رو یک سری آزمایش‌های بر اساس بلوک‌های کامل تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تکرار با استفاده از کمباین جاندیر۹۵۵ به اجرا درآمد. متغیرهای مستقل عبارتند از ارتفاع برش، سرعت پیشروی و محتوی رطوبت محصول. افت سیستم تمیز کننده، به عنوان عامل وابسته در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی هر سه عامل همراه با اثر متقابل ارتفاع برش و سرعت پیشروی در سطح احتمال ۱٪ بر تلفات سیستم تمیز کننده معنی دارمی‌باشند. برای بیان مدل ریاضی بین متغیر های مستقل و وابسته از رگرسیون خطی چند متغیره استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس رگرسیون نشان داد رابطه معنی‌داری بین متغیرهای مستقل و وابسته در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. ضریب تبیین حاصله برابر با۹۳ درصد حاصل شد. لذا می‌توان اظهار داشت متغیر های مستقل مورد نظر بخش اعظمی از تغییرات افت دستگاه تمیزکننده کمباین را توجیه می‌کند.

واژه‌های کلیدی: گندم، کمباین، مدل ریاضی، افت دستگاه تمیز کننده.

مقدمه

گندم مهم‌ترین عامل درالگوی مصرف غذایی‌کشورمی‌باشد و براساس مشاهده‌ها و گزارش‌ها و تحقیقات انجام شده بالغ بر ۵۰٪ انرژی هر فرد از نان تامین می‌گردد. کاهش تلفات گندم در برداشت آن می تواند موجب افزایش پایداری در تولید آن گردد. در چند سال گذشته به دلیل تأکید بر نقش و اهمیت گندم به عنوان یک محصول استراتژیک و لزوم خودکفایی در تولید آن، توجه به مسأله کاهش تلفات به طور جدی‌تری مطرح گردیده است. مسأله افزایش تولید و قطع وابستگی به واردات گندم موجب شده است، دولت توجه ویژه‌ای به راهکارهای افزایش تولید و کاهش تلفات این محصول استراتژیک داشته باشد.طبق آمارهای منتشره، سطح زیرکشت گندم در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ حدود ۷ میلیون هکتار و میزان تولید آن حدود ۱۳/۵ میلیون تن با عملکرد گندم آبی برابر ۳/۰۹۷۲ تن و عملکرد گندم دیم برابر۱/۲٤تن در هکتار بوده است (بی‌نام، ۱۳۸۸). سطح زیرکشت گندم آبی در استان آذربایجان‌شرقی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ برابر با ۱۰۰٦٤۱ هکتار و گندم دیم برابر ۳٦۵۹۰۰ هکتار با میزان تولید ۲۷۲۳۹۳ تن گندم آبی و ٤۲۱۸۳۸ تن گندم دیم بوده وبراین اساس عملکرد گندم آبی ۲۷۰٦/۵۸ کیلوگرم و از آن گندم دیم ۱۱۵۲/۸۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۸).

برداشت محصول با کمباین و افت آن به عواملی مانند رطوبت دانه، وضعیت مزرعه (تراکم)، نوع گیاه، خوابیدگی محصول، وضعیت قسمت‌های مختلف کمباین (نو یا فرسوده بودن آن) ارتفاع برش، سرعت پیشروی، دور کوبنده، سرعت پروانه و تجربه راننده بستگی دارد (سریواستاوا وهمکاران[1]، ۱۹۹۰).

مجموعه‌ی این عوامل و یا هر کدام از آن‌ها قادر است میزان افت‌ها را به شدت افزایش دهد.

به منظور بهره‌برداری از حداکثر ظرفیت کمباین دستگاه باید دقیقاً مطابق با شرایط مزرعه تنظیم شود. به علاوه تجربه و دانش راننده در کاهش تلفات کمباین بسیار موثرخواهد بود (بام گارتن[2] و همکاران۲۰۰٤).

نتایج تحقیقی که توسط پدرسون[3] (۲۰۰٦) انجام شد نشان دادکه کمباین برداشت می‌تواند تلفات برداشت را بدون تغییر در نرخ تغذیه کاهش دهد که این کار فقط با تنظیم دقیق قسمت‌های مختلف با شرایط مزرعه امکان‌پذیر است.

عموماً منابع تلفات کمباین عبارتنداز (کویک[4] وهمکاران، ۲۰۰٤):

۱- تلفات قبل از برداشت (طبیعی) ۲- تلفات سکوی برش ۳- تلفات کوبنده ٤- تلفات واحد جدا کننده ۵- تلفات تمیزکننده ٦- تلفات بدنه

[1] -Sirvastava et al
[2] -Bumgarten
[3] -Pederson
[4] -Quick

نوید و همکاران (۱۳۸۳) نشان دادند که کارکرد کمباین با سه عامل توان کوبش، تلفات کمینه و میزان مصرف سوخت قابل سنجش است و میزان تلفات مهم‌ترین عامل از عوامل فوق هستند.میرزا زاده و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که برای داشتن حداقل افت، باید فرآیند عمل آوری محصول (برش، انتقال، کوبش، جداسازی و...) بهینه گردد.و بهینه سازی یعنی تفکیک فرآیندها و تقسیم آن به اجزای کوچک تا بتوان با افزایش کارکرد داوری و مدیریت مناسبی صورت داد. بیان معادلات رفتاری قسمتهای مختلف و کارکرد آن اولین قدم در عملی شدن موضوع فوق می‌باشد. فرآیند تمیزکننده از علوم مختلفی بهره می‌گیرد که از آن جمله، علم مکانیک، آیرودینامیک، ارتعاشات و تقابل این علوم و احتمالات.

عملکرد تمیز کن تابعی از (سریواستاوا و همکاران، ۱۹۹۵):

۱- عوامل طراحی (اندازه الک، ارتفاع و فرکانس لرزش).

۲- عوامل کاری (سرعت یا شدت تغذیه مواد،شیب الک‌ها،شدت جریان هوا و گشادگی سوراخ‌های‌الک رویی).

۳- شرایط محصول((نسبت دانه به مواد غیردانه‌ای (MOG))و ویژگی‌های محصول).

جی یانگ[1] و همکاران در سال (۱۹۸٤) جداسازی کاه و کلش از گندم را به‌وسیله جریان شدید هوایی آنالیز نمودند. آن‌ها اعلام کردند که نیروهای ایرودینامیکی نقش مهمی در جداسازی دانه و فرآیند تمیز کردن دارند.

سریوستاوا و همکاران (۲۰۰٦) گزارش دارند که با افزایش نرخ تغذیه (گندم و...) و افزایش نسبت (کاه کلش/ دانه) میزان تلفات سیستم تمیز کننده هم افزایش می‌یابد.

کراسارتس و همکاران[2] (۲۰۰۸) رابطه بین تنظیمات بخش تمیز کننده (مانند سرعت بادزن و سوراخ‌های الک رویی و زیری و محتوای MOG (مواد غیردانه‌ای) در مخزن دانه و تأثیر آنها بر عملکرد سیستم تمیز کننده کمباین را بررسی کردند، آن‌ها به منظور تخمین مواد غیردانه‌ای (MOG) در مخزن دانه از رگرسیون پیمایشی چند جمله‌ای غیرخطی استفاده کردند و نتایج نشان داد که تنظیمات قسمت تمیز کننده مانند سوراخ‌های الک رویی و زیری غربال در مقایسه با سرعت بادزن، حجم کاه وکلش و میزان دانه در الک رویی تأثیر کم‌تری بر میزان ناخالصی‌ها دارند.

کوتز باخ و همکاران،[3] (۱۹۹٦) گزارش دادند که توزیع اولیه دانه‌ها در سیستم تمیز کننده کمباین بستگی به درجه جداسازی اولیه در زمان خرمنکوبی دارد و نتیجه گرفتند که عدم این اتفاق،اعمال فشار بر سیستم تمیز کننده کمباین را به دنبال خواهد داشت.

سیمونیان و همکاران[4](۲۰۰۸) تأثیر فرکانس نوسان الک و نرخ تغذیه بر تلفات سیستم تمیز کننده کمباین را بررسی کردند. آن ها به این نتیجه رسیدند که با افزایش فرکانس نوسان الک در دامنه (۱۲-٦) نوسان در ثانیه تلفات سیستم تمیزکننده کمباین

[1] -Jiang
[2] -Craessarts et al
[3] -Kutsbach et al
[4] - Simonyan et al

افزایش می‌یابد در ٦ و ۱۲ نوسان الک برای هر ثانیه تلفات سیستم تمیز کننده کمباین به ترتیب ۹/۷۳ درصد و ٥٤ درصد افزایش یافت و با افزایش نرخ تغذیه کمباین کارایی سیستم تمیز کننده کاهش و تلفات نیز افزایش یافت.

جرمان[1] و لی[2] در سال (۱۹٦۹) تأثیر حجم هوا را روی عملکرد تمیز کننده مطالعه کردند و رابطه‌ای را بین حجم هوا و مواد زاید یافته‌شده در نمونه‌ی دانه، به صورت زیر ارائه دادند:

$$Z = 2 - 50\times10^{-6} + 0/4\times0/10^{-9}Q^2 \qquad (۱)$$

که در آن:

$Z =$ مقدار مواد زاید، $kg/\min$

$Q =$ بده هوا، $m^3/\min$

نوید و همکاران (۱۳۸٥) نیز در راستای کمّی کردن تأثیر شدت تغذیه و سرعت محیطی کوبنده بر افت عقب کمباین جاندیر ۱۱٦٥مدل ریاضی ارائه کردند: مدل ارائه شده به قرار زیر می‌باشد:

$$loss\% = a_1 + a_2.a_3 e^{(xa_2 + ya_3)} \qquad (۲)$$

که در آن:

X= شدت تغذیه محصول به دماغه(kg/min)

y= سرعت محیطی کوبنده(m/s)

a_3, a_2, a_1 ضرایب ثابت می‌باشد.

در این مدل افت عقب کمباین، مجموع افت‌های کوبنده و جدا کننده در نظر گرفته شده است.

میرزازاده و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که برای داشتن حداقل افت، باید فرآیند عمل آوری محصول(برش، انتقال، کوبش، جداسازی و...) بهینه گردد. بهینه‌سازی یعنی تفکیک فرآیندها و تقسیم آن به اجزای کوچک تا بتوان با افزایش کارکرد، داوری و مدیریت مناسبی صورت داد. بیان معادلات رفتاری قسمت‌های مختلف و کارکرد آن اولین قدم در عملی شدن این موضوع می‌باشد.

سیرواستاوا و همکاران(۱۹۹۰) تأثیر خصوصیات بیوفیزیکی محصول بر ظرفیت تمیز کننده را مدل نمودند.

[1] -German
[2] -Lee

$$y = a x_1^{-1/93} \times x_2^{-0/63} \times x_3^{-0/53} \quad (۳)$$

که‌درآن:

y ظرفیت جداسازی (t/hr)

x_1 زاویه استقرار (deg)

x_2 جرم مخصوص کلش (kg/m^3)

x_3 جرم مخصوص دانه (kg/m^3)

a اشنایدر[1] برای افت کاه‌پران بر اساس نرخ عبور مواد مدل دینامیکی را به صورت زیر ارائه کرده است(به نقل از مصری،۱۳۸۸).

$$R_G(t) = e^{au(t)} - 1 \quad (۴)$$

$R_G(t)$ افت در کاه پران(t/hr)

u(t) نرخ عبور مواد از کمباین (t/hr)

a پارامتر مدل

ضریب ثابت

گزارشات مربوط به افت عقب کمباین که توسط خبرگان تنظیمات مربوطه صورت گرفته، رقمی بین ۷/۵ تا ۱۳ درصد است .در صورتی‌که دراستانداردهای ماشین برداشت این رقم بیش‌تر از ۵ درصد نیست. اگر افت کیفی که مشتمل است بر کزل‌های کوبیده نشده، دانه‌های شکسته و ترک برداشته و وجود علف هرز و مخزن نیز به این رقم اضافه گردد رقم افت بزرگ‌تر خواهد شد (مصری گندیشمن، ۱۳۸۸).

با توجه به مطالب و پژوهش‌های عنوان شده، به نظر می‌رسد افت عقب کمباین بخش قابل توجهی از تلفات برداشت ماشینی(با کمباین) را به خود اختصاص داده است. هر اقدام در راستای کاهش آن می‌تواند ارزشمند باشد که مطالعه حاضر با این دیدگاه در ارتباط با شناخت برخی متغیرهای موثر بر افت تمیز کننده کمباین جاندیر۹۵۵ انجام شده است.

[1]-Schneider

مواد و روش‌ها

محل اجرای طرح

این طرح در مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی که در ۱۵ کیلومتری شهر تبریز، با میانگین بارش ۲۸۵ میلی‌متر در فصل زراعی ۹۲-۱۳۹۱ دراواسط تیر در شرایط جوی پایدار در مزرعه‌ای به مساحت ۵ هکتار و در یک قطعه ۲ هکتاری که در آن گندم رقم الوند کشت شده بود به اجرا درآمد.

جمع آوری اطلاعات قبل از آزمایش:

با توجه به این که در این تحقیق ارتفاع برش یکی از متغیر ها می‌باشد بر این اساس ارتفاع برش از طریق پرسش از کشاورزان، مشاهده و اندازه‌گیری در مزارع ذکر شده، در سه سطح انتخاب شد. ارتفاع‌اول، ارتفاع رایج در منطقه که اکثر کشاورزان محصول را در آن ارتفاع برداشت می‌کردند وبرابر ۲۵سانتی متر بودانتخاب گردید. ارتفاع دوم درحالتی بودکه برداشت کاه بیشتر، برای کشاورز اهمیت داشت و اقدام به برش محصول از ارتفاع پایین‌تر می‌کرد که این ارتفاع نیز ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای به دست آوردن ارتفاع سوم متناظر که برداشت از زیر پایین‌ترین خوشه بود ابتدا از مزرعه‌ای که قرار بود طرح در آن انجام شود در حدود ۱۰۰۰ بوته از نقاط مختلف مزرعه توسط قیچی باغبانی از سطح خاک بریده شد، سپس ارتفاع ساقه‌ها تا زیر خوشه اندازه گیری شد و میانگین آن‌ها محاسبه گردید که حدود ٥٦ سانتی متر به دست آمد. سپس با توجه به این که توزیع فراوانی پدیده‌های طبیعی (مانند ارتفاع بوته یک مزرعه) که با رعایت اصول صحیح آماری و به طور تصادفی مورد تحقیق قرار گیرد، غالبا به صورت نرمال است (رضایی، ۱۳۸٤). ۹۹ درصد داده‌ها در فاصله $\bar{X} \pm 3\sigma$ قرار دارد انحراف معیارطول بوته‌ها محاسبه شد (۷ سانتی متر) و با کم کردن سه برابر انحراف معیار از میانگین، ارتفاع پایین‌ترین خوشه ۳۵سانتی‌متر بدست آمد (مک مستر[1] ۲۰۰۰).

طرح آزمایش مورد استفاده:

آزمون‌های مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آزمایش فاکتوریل انجام گرفت.بدین منظور سرعت پیشروی (درسه سطح)، ارتفاع برش (در سه سطح) و رطوبت محصول در زمان برداشت (درسه سطح) به عنوان تیمار در نظر گرفته و هر آزمایش‌با سه تکرارانجام شد. سطوح فاکتورهای مورد آزمون در جدول۲-۲ آورده شده است

[1]-Mc Master, G S.,et.al

جدول۱- سطوح مختلف فاکتورهای مورد استفاده در طرح

فاکتور	سطح
ارتفاع	$(A_1) = 35cm$ $(A_2) = 25cm$ $(A_3) = 15cm$
سرعت پیشروی	$(B_1) = 3.5km/h$ $(B_2) = 2.5km/h$ $(B_3) = 1.5km/h$
رطوبت	$(C_1) = \%10.6$ $(C_2) = \%10.4$ $(C_3) = \%9.8$

آماده سازی مزرعه:

برای انجام طرح بعد از بررسی مزرعه قسمتی از مزرعه که تراکم آن یکنواخت و از لحاظ ظاهری در شرایط خوبی بود انتخاب گردید، سپس جهت حذف اثر حاشیه‌ای از هر طرف زمین ۱۰ متر به عنوان حاشیه رها شد. سپس مزرعه از طول به قطعات ۱۰ متری و از عرض نیز با توجه به عرض شانه برش کمباین جاندیر مورد آزمایش (٤/۲۵) تقسیم شد و توسط میخ‌های چوبی ۲ متری نشانه‌گذاری شد. و برای دید بهتر راننده پارچه‌های رنگی به هر چوب بسته شد. پس از آن بر اساس ترکیبات تیماری مختلف سرعت پیشروی و ارتفاع برش نمونه برداری انجام شد.

ابزار و وسایل مورد نیاز:

کمباین جاندیر مدل ۹۵۵

کرنومتر (زمان‌سنج) متر

پاکت پلاستیکی ایزوله شوند

میخ چوبی ۲ متری،

ترازوی دقیق ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱،

گونی،کادر با ابعاد داخلی ٦۵×۳۸ سانتی متر (مساحت داخلی ۰/۲۵ متر مربع) و ۱۰۰×۵۰ سانتی‌متر (۰/۵ متر مربع).

تعیین عملکرد مزرعه:

عملکرد مزرعه (کیلوگرم در هکتار) با جمع آوری خوشه‌های درون کادر چوبی ۰/۲۵ متر مربعی که به طورتصادفی از چندین نقطه مزرعه برداشت شد، به دست آمد. بدین صورت که پس از جمع آوری خوشه‌ها در درون کیسه‌های پلاستیکی و انتقال

آن‌ها به آزمایشگاه، گندم خالص آن‌ها را جدا کرده و با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و سپس میانگین‌گیری شد.که مطابق اندازه گیری‌ها میانگین وزن دانه‌های حاصل۵۷/۵گرم در۰/۲۵ مترمربع بود. با تبدیل مساحت برداشت شده به هکتار عملکرد مزرعه ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتارتعیین شد.

تجزیه وتحلیل آماری داده‌ها:

در این تحقیق پس از اتمام داده برداری، تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط دو نرم افزار Spss و Mstatc صورت گرفت. برای مقایسات میانگین از آزمون LSD در سطح ۱و۵ درصد استفاده گردید.

نتایج وبحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرپارامترهای (ارتفاع برش، سرعت پیشروی و رطوبت محصول) بر تلفات دستگاه تمیزکننده کمباین.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ارتفاع برش، سرعت پیشروی و رطوبت محصول بر تلفات دستگاه تمیزکننده کمباین در جدول۲ نشان داده شده است.

اثرهرسه عامل موردبررسی ارتفاع برش، سرعت پیشروی و رطوبت محصول در زمان برداشت و نیز اثر متقابل ارتفاع و سرعت درسطح احتمال یک درصدمعنی‌دار شد. ولی اثرات متقابل سرعت و رطوبت،ارتفاع ورطوبت، ونیز اثرات متقابل سه گانه معنی‌دار نشد. بدین معنی که ارتفاع و رطوبت، هم چنین سرعت پیش روی و رطوبت اثر متقابل بر هم نداشته و مستقل از هم عمل نموده‌اند.

استقلال ارتفاع برش و رطوبت، هم چنین سرعت و رطوبت را شاید بتوان به اختلاف خیلی کم سطوح آزمایشی مربوط به رطوبت دانست. چرا که با توجه به محدودیت‌های موجود(عدم مالکیت بر مزرعه آزمایشی و نبود زمان کافی برای برداشت) آزمایشات در سه روز متوالی اجراء شدند که اختیار سطوح آزمایشی مرتبط با رطوبت محصول را در واقع نوعی تحمیل می-توان در نظر گرفت و برای بررسی‌های بیش‌تر سطوح بیش‌تری از متغیرها با اختلاف‌های بیش‌تر مورد نیاز است.

با توجه به این‌که داده‌های بدست آمده از آزمایشات مزرعه ای دارای توزیع نرمال و یکنواختی درون تیماری بودند. به همین منظور ازآزمون حداقل اختلاف معنی دارLSD برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

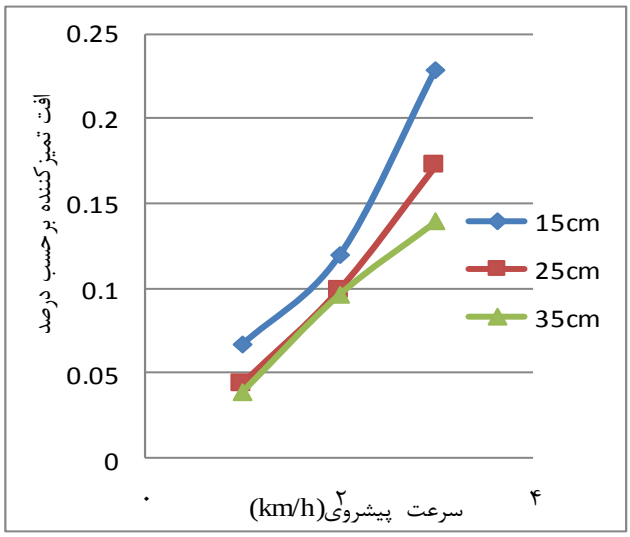
جدول۲- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مختلف بر افت دستگاه تمیز کننده کمباین جاندیر۹۵۵

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
ارتفاع برش(**A**)	۲	۱٤٤/۰۵۰	۲۲٦/۸٤۳**
سرعت پیشروی(**B**)	۲	۱۰۷۷/۳۰٤	۱/٦۹٦**
رطوبت محصول(**C**)	۲	۷/۲٦۵	۱٦۹٦/٤۸۰**
A*B	۴	۲۸/۷۱۶	۴۵/۲۲ **
A*C	۴	۰/۸۷۴	۱/۳۷۷ ns
B*C	۴	۰/۷۸۷	۱/۲۳۹ns
A*B*C	۸	۰/۳۹۳	۰/۶۱۹ ns
خطای آزمایش	۵۲	۰/۶۳۵	

ns و** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال۱ درصد

بررسی نمودار مربوط به اثر متقابل ارتفاع برش، سرعت پیشروی معنی‌دار، نشان داد که این اثرمتقابل از نوع تغییر در مقدارمی‌باشد. ازاین رو با توجه به عدم تغییر در ترتیب و نیز ناچیز بودن تغییرات در مقادیر با پذیرش درصد کمی خطا، نتایج مربوط به اثرات اصلی را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی ارتفاع برش، سرعت پیشروی و رطوبت محصول ونیز اثر متقابل ارتفاع برش وسرعت پیشروی به ترتیب در جدول‌های ۳ الی ٦ آمده است.



شکل ۱- نموداراثرمتقابل سرعت پیشروی وارتفاع برش

جدول۳- میانگین میزان افت دستگاه تمیز کننده در سطوح مختلف ارتفاع برش

عامل	سطوح عامل ها	میانگین
ارتفاع برش(A)	۳۵ cm	۸/۸۳۵**c**
	۲۵ cm	۱۰/۱۳**b**
	۱۵ cm	۱۳/۳۱**a**

در هر سطر وستون میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی‌دار دارند.LSD=%5

همان‌گونه که جدول ۳ نشان می‌دهد بین ارتفاع‌های مختلف ساقه محصول از نظر میزان افت اختلاف معنـی‌داری وجـود دارد. بیش‌ترین میزان افت با میانگین ۰/۱۳۸ درصد (۳/۱٦۹ کیلو گرم بر هکتار) در ارتفاع برش ۱۵ سانتی‌متر و کم‌ترین میزان افـت با میانگین ۰/۰۹۱ درصد (۲/۱۰٤ کیلو گرم بر هکتار) در ارتفاع برش ۳۵ سانتی‌متر اتفاق افتاده است.

یکی از دلایل بالا بودن افت در ارتفاع ۱۵ سانتی متر (کم ترین ارتفاع) کاهش نسبت دانه به مواد غیردانه‌ای (G/MOG)اسـت. یعنی با کاهش ارتفاع برداشت نرخ تغذیه (MOG)به کمباین افزایش یافته دانه‌ها فرصت وشانس کافی برای عبور از توده کاه و جداشدن نداشته‌اند و از پشت کمباین به بیـرون پرتـاب شـده‌انـد.کهایف وهمکـاران(۲۰۰٤) و همچنـین شـعبانلو وهمکـاران (۱۳۸۹) نیز چنین روندی را گزارش کردند.

از طرفی با کاهش ارتفاع برش دماغه به زمین نزدیک گشته و با توجه به وضعیت تسطیح زمین‌های زراعی، از ناهمواری‌های مزرعه بیش‌تر متاثر می‌گردد که مخصوصا در زمین‌های ناهموار این اثر مشهودتر است.

طبق جدول ٤- بین سرعت‌های مختلف پیشروی کمباین از نظر میزان افت تفاوت معنی‌داری وجود داشت بیشترین میزان افت بامیانگین ۰/۱۸۱درصد (٤/۱٤٥کیلو گرم بر هکتار)در سرعت پیشروی ۳/۵ کیلومتر بر ساعت اتفاق افتاده است.

جدول٤- میانگین میزان افت دستگاه تمیزکننده کمباین درسطوح مختلف سرعت پیشروی

عامل	سطوح عامل ها	میانگین
سرعت پیشروی کمباین(B)	۳/۵	**۱۷/۴۱a**
	۲/۵	**۱۰/۰۹b**
	۱/۵	**۴/۷۸۱c**

در هر سطر وستون میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی‌دار دارند. LSD=%5

دلیل این امر افزایش نرخ تغذیه کمباین و بیش بار شدن واحدهای کاری است. با ازدیاد سرعت ضخامت لایه‌ای ازمخلوط موادی که روی الک رویی کارمی‌کنند،افزایش یافته ودر تنظیمات معین احتمال جدا شدن دانه از مواد غیردانه‌ای کم می‌شود.

کمترین میزان افت در سرعت ۱/۵ کیلو متر به میزان ۰/۰٤۹درصد(۱/۱۳۹کیلو گرم بر هکتار)رخ داده است. باکاهش سرعت پیشروی کمباین بار روی الک کاهش یافته (کاهش نرخ تغذیه کمباین) و نیروهای مکانیکی‌و آیرودینامیکی موثرترعمل کرده واحتمال جداشدن دانه افزایش پیدا می‌کند.

نتایج این بخش با نتایج به دست‌آمده ازمطالعات توسلی و مینایی(۱۳۸۱) تحت عنوان بررسی تلفات عقب کمباین جاندیر و تاثیر سرعت پیشروی برآن مطابقت داشت.که به نظر می رسد افزایش سرعت پیشروی کمباین سبب افزایش نرخ تغذیه و افزایش بار روی کاه پران‌ها شده و بذرها فرصت کافی برای عبور از بین توده کاه را نداشته و از پشت کمباین به بیرون پرتاب می شوند ازطرفی سرعت پیشروی زیاد فرصت جدا شدن دانه ازمواد غیردانه‌ای راکم‌ترمی‌کند و به واسطه آنافت سیر صعودی به خود می‌گیرد.

طبق جدول ٤- بین سرعت‌های مختلف پیشروی کمباین از نظر میزان افت تفاوت معنی‌داری وجود داشت.بیش-ترین میزان افت بامیانگین ۰/۱۸۱درصد (٤/۱٤٥کیلو گرم بر هکتار)در سرعت پیشروی ۳/۵ کیلومتر بر ساعت اتفاق افتاده است.

دلیل این امر افزایش نرخ تغذیه کمباین و بیش بار شدن واحدهای کاری است. با ازدیاد سرعت ضخامت لایه‌ای ازمخلوط موادی که روی الک رویی کارمی‌کنند،افزایش یافته ودر تنظیمات معین احتمال جدا شدن دانه از مواد

غیردانه‌ای کم می‌شود.

کمترین میزان افت در سرعت ۱/۵ کیلو متر به میزان ۰/۰٤۹درصد(۱/۱۳۹کیلو گرم بر هکتار)رخ داده است. باکاهش سرعت پیشروی کمباین بار روی الک کاهش یافته (کاهش نرخ تغذیه کمباین) و نیروهای مکانیکی و آیرودینامیکی موثرترعمل کرده واحتمال جداشدن دانه افزایش پیدا می‌کند.

جدول۵- میانگین افت دستگاه تمیزکننده کمباین درسطوح مختلف رطوبت

عامل	سطوح عامل ها (درصد)	میانگین(گرم)
	۱۰/۶	۱۰/۶۹**a**
رطوبت محصول	۱۰/۴	۱۱/۲۴**a**
(C)	۹/۸	۱۰/۳۵**a**

در هر سطر وستون میانگین ها دارای حروف غیر مشترک هستند ،اختلاف معنی دار دارند.LSD=%5

از نظر تئوری، رطوبت محصول در افت دستگاه تمیز کننده مؤثر است، ولی نتایج این آزمایش حاکی از نبود اختلاف معنی‌دار در رطوبت‌های مختلف است که دلیل آن می‌تواند پایین بودن رطوبت دانه گندم در زمان برداشت و کم بودن دامنه تغییرات آن باشد.

خسروانی و همکاران،۱۳۸٤در بررسی تلفات برداشت گندم در فارس چنین روندی را، در افت دماغه کمباین گزارش کردند. با نگاهی به جدول۵دیده می شود که درصد افت در سطوح مختلف رطوبت اختلاف معنی‌داری ندارد. اختیار سطوح این فاکتور(رطوبت) همان گونه که قبلا نیز عنوان گردید ناشی از محدودیت‌های موجود بر سر راه این پژوهش بوده است. انتظار می‌رود با اختیار سطوح دیگر از رطوبت(طوری‌که بین سطوح تیماری اختلاف معنی‌داری موجود باشد)نتایج جداگانه‌ای حاصل می‌گردد.

طبق جدول ٦ اثر متقابل سرعت پیشروی وارتفاع برش نشان می‌دهد.که با افزایش ارتفاع، تاثیر سرعت پیشروی بر تلفات تمیزکننده کاهش یافته است.و در ارتفاع‌های پایین‌تر اثر افزایش افت تشدید گشته است.

کاهش ارتفاع برش و همچنین افزایش سرعت پیشروی سبب افزایش نرخ تغذیه کمباین شده و واحدهای کاری(کوبنده، جداکننده و تمیزکننده)بیش بارمی‌گردند و در نتیجه کمباین به راحتی قادر به کوبیدن وجداکردن محصول نیست.

بنابراین در هنگام برداشت در ارتفاع ۳۵ سانتی‌مترمی‌توان سرعت را نسبت به دو ارتفاع ۱۵سانتی‌مترو ۲۵سانتی‌متر، افزایش داد.

کم‌ترین ریزش در ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر وسرعت۱/۵کیلومتربرساعت و به میزان۰/۰۳۹ درصد(۰/۹۰کیلوگرم بر هکتار) می باشد.

بیش‌ترین ریزش با میانگین ۰/۲۳۰درصد(۵/۲۸٤کیلوگرم برهکتار)در ارتفاع۱۵ سانتی‌متر و سرعت ۳/۵ کیلومتربرساعت می‌باشد. نتایج این بخش نیزبا نتایج شعبانلوو همکاران(۱۳۸۹) در رابطه با بررسی اثر سرعت پیشروی و ارتفاع برش بر تلفات

گندم درهمدان مطابقت داشت.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل ارتفاع برش و سرعت پیشروی بر میزان تلفات دستگاه تمیزکننده کمباین.

سرعت پیشروی (km/h)	ارتفاع برش(cm)		
	۱۵	۲۵	۳۵
۱/۵	۶/۳۸۹**f**	۴/۱۷۱**g**	۳/۷۸۳**g**
۲/۵	۱۱/۴۲**d**	۹/۵۹۲**e**	۹/۲۴۹**e**
۳/۵	۲۲/۱۱۹**a**	۱۶/۶۳۰**b**	۱۳/۴۷۳ **c**

در هر سطر وستون میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی‌دار دارند.LSD=%5

رابطه‌ریاضی بین افت دستگاه تمیز کننده کمباین با متغیرهای‌های مستقل مورد آزمایش :

دراین پژوهش برای مدل سازی ریاضی افت دستگاه تمیز کننده کمباین و ارتباط بین متغیرهای مستقل(AوBوC)و وابسته (افت دستگاه تمیز کننده کمباین) از رگرسیون خطی چند متغیره استفاده شد.

ودر نهایت رابطه‌ای برای بیان و محاسبه میزان تلفات سیستم تمیز کننده کمباین بر اساس ارتفاع برش محصول و سرعت پیشروی کمباین بدست آمد.

$$y_1 = -0.224\ x_1 + 6.313\ x_2 \qquad (۴)$$

y_1، میزان تلفات دستگاه تمیز کننده کمباین (gr)

x_1، ارتفاع برش(cm)

x_2 ، سرعت پیشروی $\left(\frac{km}{h}\right)$

تحلیل رگرسیونی:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس رگرسیونی مدل ریاضی ارائه شده در جدول۷ آورده شده است.

جدول۷- تجزیه واریانس رگرسیونی مدل ریاضی افت دستگاه تمیز کننده کمباین

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
ناشی از رگرسیون	۳	۲۶۹/۷۰۶ **
باقیمانده	۲۳	۲/۴۵۸
کل	۲۶	

**:معنی داردر سطح احتمال یک درصد

بین میزان افت دستگاه تمیز کننده کمباین و متغیرهای مستقل مورد مطالعه یک رابطه خطی در سطح احتمال ۰/۰۱ مشاهده شده به عبارت دیگر می‌توان با استفاده از مدل فوق، میزان تلفات دستگاه تمیز کننده کمباین مورد نظررا بر اساس مقادیر متفاوت ارتفاع برش و سرعت پیشروی پیش بینی نمود. ضریب تبیین حاصله برابر با ۹۳ درصد بود که بیانگر دقت قابل قبولی

است. می توان اظهار داشت متغیر های مستقل مورد نظر بخش بزرگی از تغییرات افت دستگاه تمیزکننده کمباین را توجیه می‌کنند. ضرایب رگرسیون استاندارد شده و استاندارد نشده نیز به ترتیب اهمیت در جدول۸آمده است.

جدول۸- ضرایب رگرسیون استاندارد نشده واستاندارد شده مدل ریاضی مربوط به میزان افت تمیز کننده کمباین جاندیر۹۵۵

ضرایب رگرسیون		ضرایب استاندارد نشده	ضرایب استاندارد شده
عرض از مبدأ	(b0)	-٦/٤١٠	
ارتفاع برش	(b1)	-۰/۲۲٤	-۰/۳۲۳
سرعت پیشروی	(b2)	٦/۳۱۳	۰/۹۱۰

ضریب استاندارد شده متغیر سرعت پیشروی بیش‌ترین مقدار را دارد. این موضوع حاکی از آن است که از بین متغیرهای مستقل مورد نظر، متغیر سرعت پیشروی، بیش‌ترین تأثیر را روی افت دستگاه تمیز کننده داشته است و در رتبه بعدی ارتفاع برش قرار دارد. به خاطر این قضیه است که معمولا در همه کمباین‌ها به محض مشاهده تلفات غیر معمول، اولین اقدامی که می‌کنند یا باید انجام دهند کم کردن سرعت پیش روی است.

نتیجه‌گیری

۱- اثرات اصلی ارتفاع برش، سرعت پیشروی و رطوبت محصول و نیز اثرمتقابل(ارتفاع برش و سرعت پیشروی)بر تلفات تمیزکننده در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود.

۲- بیش‌ترین میزان افت با میانگین۰/۱۳۸ درصد(۳/۱٦۹ کیلو گرم بر هکتار) و ۰/۱۸۱ درصد(٤/۱٤٥ کیلو گرم بر هکتار) به ترتیب در ارتفاع برش ۱۵ سانتی‌متر و سرعت پیشروی۳/۵ کیلو متر بر ساعت رخ داده است.

۳- همچنین کم‌ترین میزان افت با میانگین ۰/۰۹۱ درصد(۲/۱۰٤ کیلو گرم بر هکتار) و ۰/۰٤۹ درصد(۱/۱۳۹ کیلو گرم بر هکتار) به ترتیب در ارتفاع برش ۳۵ سانتی‌متر و سرعت پیشروی ۱/۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد

٤- میزان رطوبت دانه در سطوح مورد بررسی، بدلیل پایین بودن رطوبت محصول در زمان برداشت و دامنه تغییرات کم‌تر تاثیر معنی‌داری بر تلفات گندم نداشت.

پیشنهادات

۱- رطوبت محصول به صورت جداگانه با سطوح قابل توجه مورد پژوهش قرار گیرد(از نقطه نظر تاثیر بر افت).

۲- با توجه به تعدد متغیرهای دخیل در افت محصول کارآیی روش‌های نظیر تحلیل ابعادی و تشابه در برآورد افت دستگاه تمیز کننده کمباین بررسی گردد.

تشکروقدر دانی:

از صمیم قلب سپاس و تشکر خالصانه‌ی خود را از استاد راهنمای فرزانه‌ام جناب آقای دکتر شمس اله عبداله پوروهمچنین استاد مشاورم جناب آقای دکترمسعود زابلستانی ومدیریت محترم مرکزتحقیقات کشاورزی استان آذربایجان شرقی (شهرتبریز) که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند ابراز می‌کنم، که آموزه‌هایشان چراغ راهی است برای دیروز و فرداهایی که در راهند.

منابع و مآخذ:

۱. بهروزی لار، م. ۱۳۷۹. اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی (ترجمه)؛ انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.

۲. بی نام. ۱۳۸۸. نتایج طرح آمارگیری نونمونه‌ای گندم و جو، ۸۹-۱۳۸۸. وزارات جهاد کشاورزی معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

۳. مصری گندیشمن، ت. ۱۳۸۸. بهینه سازی افت کمباین با استفاده ازسیستم های هوشمند. رساله دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

٤. میرزا زاده، ع. عبداله‌پور، ش. و مقدم، م. ۱۳۸۹. اثر پارامترهای طراحی بر جدا شدن مواد در کوبنده برای کمینه کردن افت جدا کننده در کمباین نشریه دانش کشاورزی و تولید پایداری شماره ۳، جلد ۲۱.

۵. مینایی، س. شهرستانی، س.ع. و آبدانان مهدیزاده، س. ۱۳۸۹. بررسی و تعیین میزان تلفات برداشت گندم توسط کمباین‌های جان دیر و کلاس. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ۱۵ ص.

٦. نوید، ح. بهروزی‌لار، م. و سهرابی، م. ۱۳۸۵. مدل ریاضی افت کمباین، سومین کنگره‌ی ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، ۱۰ الی ۱۲ شهریور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۵۲-۱۵۹.

7. Baumgarten, j. Behnk, W. Diekhans, N. and Harsewinkel, A. 2004. Kerneldetection Sensor in the Return of Improved Combine Harvester Adjustment Journal of Agriculture, Res. 55: 87-99.
8. Craessaerts, G. Saeys, W. Missotten, B. and De Baerdemaeker, J. 2008. Identification of the cleaning process on combine harvesters. Part I: a fuzzy model for prediction of the material other than grain (MOG) content in the grain bin. Biosysterms Engineering, 101 (1), 42-49.
9. Lee, J. H. A. and Winfield, R. G. 1969. Influence of oscillating frequency on separation of wheat on a sieve in an air stream. Transactions of the ASAE 12(3): 886-888.
10. Ouick, G. R. 2004. Combine sweet yield, integrating harvested yield, grain damage and losses. American society of agricultural and biological engineers. Press, st. Joseph, Michigan, 223-229.
11. Pedersen, P. 2006. Set Platform For Soybean Yield Now. Iowa frame bureau spokesman. 30: 11-20.
12. Simonyan K. J. and Yiljep Y. D. 2008. Investigating Grain Separation and Cleaning Efficiency Distribution of Conventional Stationary Rasp- bar Sorghum Thresher. Agricultural Engineering International: the CIGR EjournalManuscriptPM07 028. Vol. X.
13. Srivastava, A. K. Goering, C. E. Rohrbach, R. P. and Buckmaster, D. R. 2006. Engineering Principles of Agricultural Machines. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASAE) St Joseph, MI, USA.
14. Srivastava, A.K. Mahoney, W.T. and West, N. I. 1990. The effect of crop properties on Combine performance. Trans, of ASAE, VOl. 33(1). P.

Proposal of mathematical model to combine cleaning system losses of John Deere 955

Abstract

Wheat is the most important in food consumption patterns. According to Important role of cerecals in providing food reguirements of people Application of Suitable machines in addition to introducing of their affeeting parameters cand reduce the amount of loss at harvesting of these productions. So the first step in loss reduction ,is optimization of processes which concern with it such as cutting, threshing, separation and cleaning . In next step a behavioral functions Could be expressed. The loss of combine cleaning system coud be affected by forward speed , cutting height , grain moisture content . In this regard, a factorial experiment based on randomised complete block with three replications was carried out with john deere 955 combine . Independent variables were cutting height , forward speed , grain moisture content. The loss of combine cleaning system considered as dependent variable. The results of the analysis of variance showed that The effect of main factors combine cleaning system loss were significant at the%1 level of probability .Interaction effeet of cutting height and forward speed on loss was significant too at the same levele.In order to expressing a mathematical model between independent variables and loss, multivariate linear regression was used. Results of regression analysis of variance showed a significant relationship between independent and dependent variables at the%1 level of probability.

Keywords: Wheat, combine, the mathematical model, loss cleaning, machines.