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

ارائه‌ی مدل ریاضی افت عقب کمباین متداول غلات برای محصول سویا

غیبعلی آقا جعفرپور[1*]، شمس اله عبداله‌پور[2]، ابراهیم کلاهی گیگلو[1]، کاظم ساسانی[3]، مغانلو فرزاد ناصری[1]
۱ و۳و ۵ – به ترتیب فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲ و ٤ – به ترتیب استادیار و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات جهاد کشاوزی استان آذربایجان‌شرقی، فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
ایمیل مکاتبه کننده: jafarpoor1354@yahoo.com

چکیده

تلفات برداشت محصول یکی از مشکلات مهم در کشاورزی است. برداشت سویا در مغان بیش‌تر به‌صورت مستقیم یعنی با کمباین غلات انجام می‌گیرد. برای داشتن حداقل افت باید فرآیند عمل‌آوری محصول (برش، کوبش، جدایش و ...) بهینه گردد. بیان رفتار کمباین و بخش‌های آن به صورت ریاضی و اصطلاحاً ارایه‌ی مدل رفتاری آن، اولین قدم در عملی شدن موضوع فوق می‌باشد. بدین منظور مطالعه‌ای در این راستا انجام شد. به طوری‌که تاثیر فاکتورهای سرعت پیشروی، رطوبت محصول در هنگام برداشت و تراکم محصول بر افت عقب کمباین جاندیر ۹۵۵ روی برداشت محصول سویا بررسی شده و مدل ریاضی مناسب برای پیش‌بینی افت عقب کمباین با در نظر گرفتن فاکتورهای مورد مطالعه ارایه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر هر سه عامل روی میزان افت عقب کمباین معنی‌دار است. به طوری که میزان افت با افزایش سرعت پیشروی کمباین، تراکم محصول و محتوای رطوبتی محصول افزایش یافت. با وجود معنی‌دار بودن برخی از اثرات متقابل عوامل، این اثرات غالباً از نوع تغییر در مقدار بودند. با توجه به معنی دار بودن اثر این سه عامل روی افت عقب محصول و برای بیان رابطه ریاضی متغیرهای مستقل(سرعت پیشروی، رطوبت محصول در هنگام برداشت و تراکم محصول) با متغیر وابسته (افت عقب) از رگرسیون‌خطی‌استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس رگرسیون نشان داد که یک رابطه معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۰۱ بین متغیرهای مستقل و وابسته وجود دارد.

کلید واژه‌ها: کمباین، سویا، افت، سرعت پیشروی، تراکم بوته، محتوای رطوبتی محصول

مقدمه

تلفات برداشت محصول یکی از مشکلات مهم در کشاورزی است. برداشت سویا در مغان بیشتر به صورت مستقیم یعنی با کمباین غلات انجام می‌گیرد. برای داشتن حداقل افت باید فرآیند عمل‌آوری محصول (برش، کوبش، جدایش و ...) بهینه گردد.

بیان رفتار کمباین و بخش‌های آن به صورت ریاضی و اصطلاحاً ارایه‌ی مدل رفتاری آن، اولین قدم در عملی شدن موضوع فوق می‌باشد. ارائه‌ی مدل ریاضی مناسب مزیت‌های زیر را دارد:

ایجاد درک جامع از روابط اساسی پدیده‌های فیزیکی

کاهش موثر هزینه‌ها و زمان آزمایش

پیش‌بینی دقت عملکرد واحد در طی گستره‌ی وسیعی از تغییرات پارامترها

کلیدهای برنامه‌ریزی برای شبیه‌سازی فرآیند دینامیکی و بهینه سازی پارامترهای طراحی و عملیاتی واحد کاری

محاسبه اجزاء برای توسعه سیستم کنترل خودکار کمباین برای بهبود عملکرد کلی در عملیات مزرعه ای

ابزار تحقیقاتی

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اکثر محققین از توابع نمایی برای بیان درصد افت محصول و مشخصه‌های عملکردی کمباین استفاده می‌نمایند که شاید ناشی از طبیعت رفتاری آن باشد. برای بهبود بیشتر طراحی و توسعه واحدهای جدید(میو وهمکاران، ۲۰۰۸).

در این پژوهش سعی بر آن است که تاثیر فاکتورهای سرعت پیشروی، رطوبت محصول در هنگام برداشت و تراکم محصول بر افت عقب کمباین جاندیر مدل ۹۵۵ در برداشت محصول سویا بررسی شده و مدل ریاضی مناسب برای پیش‌بینی افت عقب کمباین با در نظر گرفتن فاکتورهای مورد مطالعه ارایه گردد.

نوید و همکاران (۱۳۸۸)، طی پژوهشی نشان دادند که عملکرد کوبنده با دو معیار کوبش (درصد دانه های کوبیده شده نسبت به کل دانه های ورودی به کوبنده) و جداسازی (درصد دانه های جداشده در کوبنده نسبت به کل دانه های کوبیده شده) سنجیده می‌شود.

بررسی‌های انجام شده توسط جیمز و همکاران (۱۹۹۷) در دانشگاه کنتاکی نشان می‌دهد که افت برداشت سویا به طور میانگین حدود ۱۰ درصد است که این مقدار در بدترین حالت می‌تواند به بالاتر از ۲۰ درصد و در کم‌ترین مقدار خود به ۱ تا ۲ درصد برسد. در این مطالعه تنظیمات صحیح کمباین مهم‌ترین عامل در کاهش میزان افت کل شناخته شد .هم‌چنین پژوهش اخیر نشان داد که بیش از ۸۰ درصد میزان افت کل برداشت سویا مربوط به هد و مابقی به اندام‌های درونی کمباین (واحد کوبنده، واحد جداکننده و واحد تمیزکننده) مربوط می‌گردد(جیمز،۲۰۰۹).

نوید و همکاران (۱۳۸۵) جهت کمی‌کردن اثر شدت تغذیه و سرعت محیطی کوبنده بر افت عقب کمباین جاندیر ۱۱٦۵، مدل ریاضی به صورت معادله‌ی به صورت زیر ارایه کردند:

$$loss\%=a_1+a_2a_3e^{(xa_2+ya_3)} \quad (1)$$

که در آن:

x_1= شدت تغذیه‌ی محصول به دماغه (کیلوگرم بر دقیقه)

x_2 – سرعت محیطی کوبنده (متر بر ثانیه)

a_1، a_2، a_3 ضرایب ثابت

در این مدل افت عقب کمباین، مجموع افت‌های واحد کوبنده و جداکننده و تمیز کننده در نظر گرفته شده است (نوید و همکاران، ۱۳۸۵).

میرزازاده و همکاران (۱۳۸۹) مدل ریاضی میزان جداسازی مواد در کوبنده برای کمینه کردن افت جداکننده را به شکل معادله‌ی ۲ ارایه نمودند:

$$y = b_0 \; e^{(b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4)} \qquad (۲)$$

که در آن:

y = میزان جداسازی مواد (گرم)

x_1= ارتفاع ساقه‌ی محصول (سانتی‌متر)

x_2 = شدت تغذیه‌ی محصول (کیلوگرم)

x_3 = لقی کوبنده (بدون بعد)

x_4 = سرعت کوبنده (دور بر دقیقه)

b_0، b_1، b_2، b_3 **و** b_4 ضرایب ثابت می‌باشند.

محل اجرای طرح:

آزمایشات در مزارع روستای بابک از توابع شهرستان بیله‌سوار مغان که از نواحی عمده سویا کاری استان اردبیل و کشور می‌باشد، در آبان ماه ۱۳۹۱ انجام شد. برای این منظور از یک دستگاه کمباین جاندیر مدل ۹۵۵ ساخت کارخانه کمباین-سازی اراک استفاده شد.

طرح‌ریزی آزمایش:

به منظور انجام آزمایشات سه مزرعه مجزا با تراکم های ٤۰، ۵۰ و ٦۰ بوته در متر مربع توسط دستگاه عمیق کار هاسیای ۱۱ ردیفه که در مغان متداول می باشد در تیر ماه ۱۳۹۱ مورد کشت قرار گرفت.

اندازه‌گیری سرعت پیشروی:

به منظور مطمئن شدن از سرعت پیشروی ثابت کمباین در طول برداشت کرت‌ها، در وسط هر نوار برداشت به طول ۱۰ متر تعیین شد. سرعت کمباین در مقادیر از قبل تعیین شده (۱/۸، ۲/۵ و ۳/۲) تنظیم شد. برای اندازه‌گیری رطوبت محصول، از یک رطوبت سنج دیجیتالی سیار، استفاده شد. رطوبت مزارع به مدت ۱۵ روز به صورت ممتد یادداشت شده و آزمایشات روی هر مزرعه در رطوبت مورد نظر انجام شد.

اندازه‌گیری افت عقب:

برای اندازه‌گیری افت عقب کمباین که در این آزمایش مجموع افت های کوبنده، جداکننده و تمیز کننده به عنوان افت عقب در نظر گرفته شده، از یک پارچه برزنتی به ابعاد سه در چهار مترمربع استفاده شد. به طوری که همزمان با برداشت محصول

توسط کمباین که به حالت پایدار و سرعت مورد نظر رسیده بود، به مسافت ۱۰ متر، تمام خروجی کمباین از عقب در این پارچه جمع آوری شد. مواد جمع‌آوری شده روی پارچه از هر آزمایش تفکیک شده و دانه‌های جمع‌آوری شده در کیسه-های پلاستیکی با یک ترازوی حساس دیجیتالی توزین گردید.

تحلیل داده‌ها: داده‌های به دست آمده از آزمایشات مختلف در نرم افزار SPSS نسخه ۱٦ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

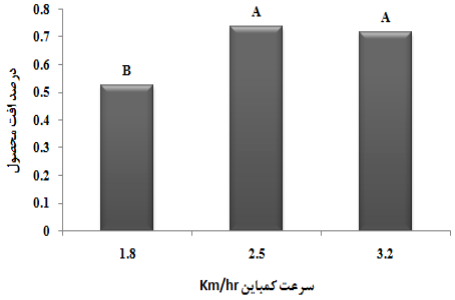
نتایج و بحث

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس افت محصول

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
سرعت(A)	۲	۰/۳۷۷	**٤۰۲/۹۳۷***
رطوبت(B)	۲	۰/۳٦٥	۳۹۰/۲۲۳*
تراکم کاشت(C)	۲	۰/۲۹۷	۳۱۷/۹٦۲*
A*B	٤	۰/۰۰٥	٥/٦۹۸*
A*C	٤	۰/۰۰۹	۹/٦۳۹*
B*C	٤	۰/۰۰۷	۷/۷٤٥*
A*B*C	۸	۰/۰۱۸	۱۸/۹۹۱*
خطا	٥٤	۰/۰۰۱	

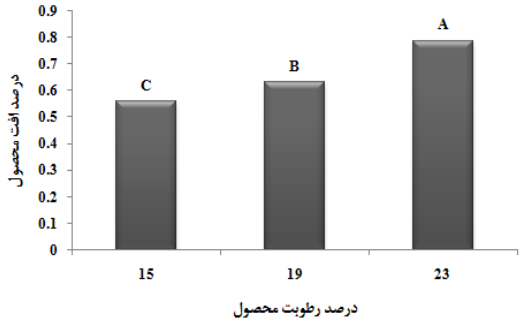
*،معنی داردرسطح احتمال ٥درصد

مطابق جدول اثرات اصلی فاکتورهای مورد مطالعه همراه با اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه در سطح احتمال ٥٪ معنی‌دار می‌باشند. نمودارهای شکل‌های ۱و۲ و ۳ مقایسه میانگین اثرهای اصلی سه فاکتور سرعت کمباین، درصد رطوبت و تراکم کاشت در میزان افت محصول سویا را نشان می دهند.

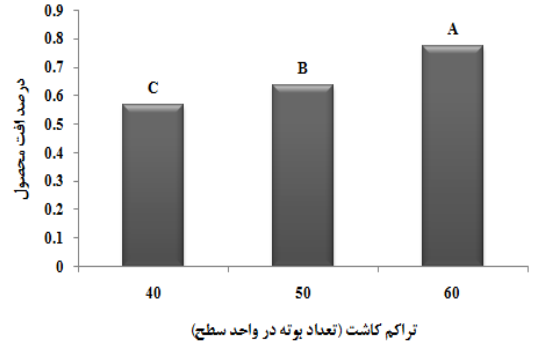


شکل۱. مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف سرعت کمباین در درصد افت محصول

نمودار شکل ۱ مقایسه میانگین درصد افت محصول سویا در سطوح مختلف سرعت پیشروی را نشان می دهد که میانگینتفاوت افت محصول در سطح اول با دو سطح بعد سرعت از نظر آماری (در سطح ۵ درصد) معنی‌دار می‌باشد و از نظر مقدار عددی بیشترین میزان افت در سطح دوم مشاهده می‌شود و این درحالی است که کمترین میزان افت در سطح اول سرعت مشاهده گردید.همان‌طور که از این نمودار قابل فهم است میزان تلفات با افزایش سرعت افزایش پیدا می‌کند. از جمله دلایل افزایش تلفات در سرعت‌های بالای پیشروی کمباین می‌توان بیش‌بارشدن اندام‌های داخلی آن در اثر افزایش سرعت پیشروی اشاره کرد که به موجب این بیش‌باری، فرصت جداشدن دانه از مواد غیردانه‌ای کمتر می‌شود. نمودارشکل ۲ رابطه میان میزان افت محصول با درصد رطوبت را نشان می‌دهد. درصد افت محصول با افزایش میزان رطوبت به طور معنی‌داری (در سطح آماری ۵ درصد) افزایش پیدا کرده است. از جمله دلایل احتمالی افزایش میزان افت با افزایش محتوای رطوبتی محصول می‌توان به ازدیاد محصول کوبیده نشده اشاره کرد.



شکل ۲. مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف رطوبت محصول در درصد افت



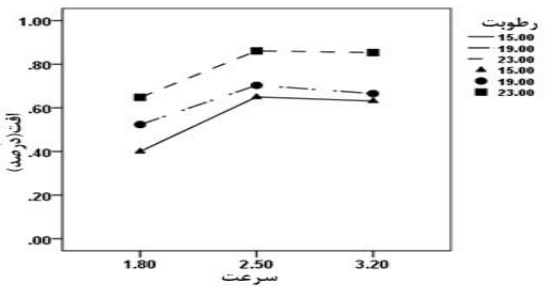
شکل ۳. مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف تراکم کاشت در درصد افت محصول

شکل ۳ بیان کننده رابطه میان تراکم کاشت و درصد افت محصول می‌باشد که با انجام مقایسه میانگین مشخص گردید بین سطوح مختلف تراکم کاشت اختلاف معنی‌داری (در سطح آماری ۵ درصد) از نظر تاثیر بر میزان افت محصول وجود دارد. بیشترین افت محصول در تراکم ٦۰ بوته در واحد سطح صورت گرفته است.ازجمله‌ی دلایل مهم افزایش افت محصول با ازدیاد تراکم بوته، می‌توان به افزایش مقدار دانه‌ی ورودی در واحد زمان به داخل کمباین (افزایش شدت تغذیه) اشاره داشت. هم‌چنین با در نظر گرفتن این موضوع که نسبت مواد غیردانه‌ای به مواد دانه‌ای در محصول سویا بالا می‌باشد،

افزایش تراکم بوته سبب ازدیاد مواد غیردانه‌ای در داخل کمباین شده که این موضوع باعث می‌شود تا تلفات به صورت صعودی افزایش یابد.

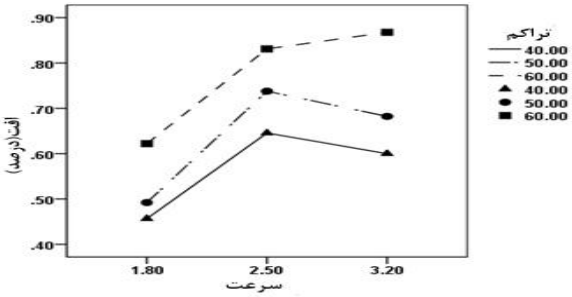
اثرات متقابل

نمودارهای شکل‌های ٤ تا ٦ ترکیبات تیماری دو فاکتور را بر میزان افت محصول سویا نشان می‌دهند. شکل ٤ بیان کننده ترکیبات تیماری سرعت و رطوبت دانه سویا را بر میزان افت محصول می‌باشد. در یک سطح از سرعت حرکت کمباین با افزایش درصد رطوبت دانه سویا میزان افت محصول افزایش پیدا می‌کند. این افزایش در هر سه سطح رطوبتی مشاهده می‌شود. افزاش درصد افت محصول در بین دو سرعت ۲/۵ و ۳/۲ کیلومتر بر ساعت در هر سه سطح رطوبتی چندان مشهود نیست ولی افزایش شدید افت در زمان انتقال از سرعت ۱/۸ به ۲/۵ کیلومتر بر ساعت مشاهده می‌شود. بررسی سطوح مختلف تیمارها نشان می‌دهد که اثرات متقابل رطوبت و سرعت از نوع تغییر در مقدار می‌باشد و در همه‌ی رطوبت‌ها، تغییرات همگی افزایشی است ولی با رطوبت‌های متفاوت.دلیل نامحسوس بودن تغییرات افت از ۲/۵ تا ۳/۲ کیلومتر بر ساعت را می‌توان به رفتار مشابه مواد روی جداکننده و الک دانست. یعنی در این محدوده‌ی سرعتی رفتار نفوذ مواد تقریباً یکسان می‌باشد.

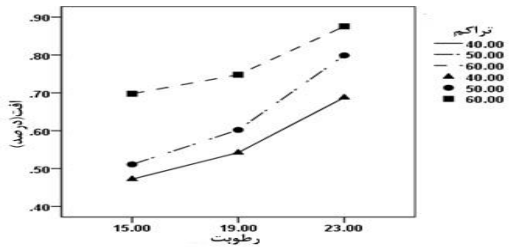


شکل ٤. ترکیبات تیماری سرعت و رطوبت در میزان افت محصول سویا

در شکل ۵ تاثیر روابط متقابل سرعت حرکت کمباین و تراکم کشت بر میزان افت سویا آورده شده است. این نمودار به وضوح نشان می‌دهد که در سطوح مختلف تراکم، تغییرات همگی از نوع تغییر در مقدار بوده و به صورت افزایشی است به طوری که با افزایش سرعت از ۱/۸ به ۲/۵ در هر سه سطح تراکم کشت، افزایش شدید میزان افت محصول در زمان برداشت مشاهده می‌شود ولی در طی افزایش سرعت از ۲/۵ به ۳/۲ کیلومتر بر ساعت در دو سطح تراکم کاشت ٤۰ و ۵۰ بوته در واحد سطح از درصد افت سویا در زمان برداشت کاسته می‌شود و در تراکم کاشت ٦۰ بوته در واحد سطح بر میزان افت افزوده می‌شود.



شکل۵–ترکیبات تیماری سرعت و تراکم کاشت در میزان افت محصول سویا

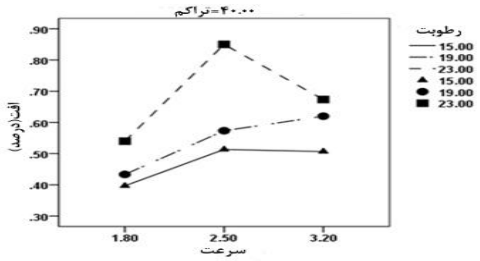


شکل ٦. ترکیبات تیماری رطوبت و تراکم کاشت در میزان افت محصول سویا

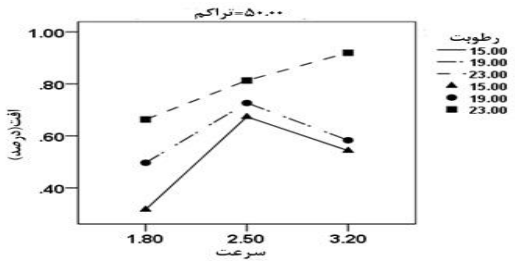
شکل٦ اثرهای متقابل رطوبت و تراکم کاشت بر درصد افت محصول را نشان می‌دهد که با افزایش تراکم و درصد رطوبت دانه سویا میزان افت محصول به شدت افزایش پیدا می‌کند و این روند در تمام سطوح رطوبتی و تراکم کاشت مشاهده می‌شود. همان طور که نمودار نشان می دهد حداکثر میزان افت در بیشترین مقدار رطوبت و متراکم ترین کاشت رخ می‌دهد که آن را می‌توان به بیش بار شدن اندام‌های کاری نسبت داد. با ازدیاد تراکم و رطوبت به علت غالب بودن نسبت مواد غیردانه‌ای به دانه و افزایش ضریب اصطکاک این فاز، جریان یافتن‌شان روی جداکننده و الک رویی افزایش پیدا می‌کند. شکل‌های ۷ تا ۱۵ اثرهای متقابل سه فاکتور رطوبت، تراکم کاشت و سرعت حرکت کمباین بر میزان افت سویا را نشان می‌دهند. نمودارهای شکل‌های ۷ تا ۹ اثرهای متقابل سرعت و رطوبت در سطوح مختلف تراکم کاشت را به طور جداگانه نشان می‌دهد. در شکل ۷، روند تغییرات افت محصول در سطوح رطوبتی ۱۵ و ۱۹ درصد در سطوح مختلف سرعت تقریبا مشابه روند مشاهده شده در نمودار شکل ٤ می‌باشد که نشان دهنده تاثیر ناچیز تراکم مذکور در این سطوح رطوبتی می‌باشد و یا به عبارت دیگر نشان دهنده اهمیت بیشتر سطوح رطوبتی و سرعت در میزان افت می‌باشد. در بررسی تکمیلی این آثار سه‌گانه، همان‌گونه که مشاهده می‌شود در دو سطوح ابتدائی سرعت، اثرات متقابل از نوع تغییر در مقدار هستند. لیکن در گذران سطح دوم به سوم، هردو نوع تقابل دیده می‌شود. یعنی هم تغییر در مقدارو هم تغییر در جهت که قضاوت و صدور رای نهایی مستلزم مطالعات تکمیلی است که با اجرای آزمایشات بیشتر محقق می‌یابد.

نمودارهای شکل‌های ۱۰ تا ۱۲ اثرهای متقابل سرعت و تراکم کاشت در سطوح مختلف رطوبت را به طور جداگانه نشان می‌دهد. در شکل ۱۰ در سطح رطوبتی ۱۵ درصد با افزایش تراکم کاشت در هر سطح از سرعت اعمال شده، درصد افت سویا افزایش پیدا می‌کند و بالاترین درصد افت مربوط به تراکم ٦۰ بوته در واحد سطح می‌باشد. در تراکم کاشت ۵۰ بوته در واحد سطح با افزایش سرعت از ۱/۸ به ۲/۵ کیلومتر بر ساعت میزان افت سویا تشدید می‌شود ولی این روند در سرعت ۳/۲ کیلومتر برساعت معکوس می‌گردد. شکل‌های ۱۳ تا ۱۵ اثرهای متقابل تراکم کاشت و درصد رطوبت در سطوح

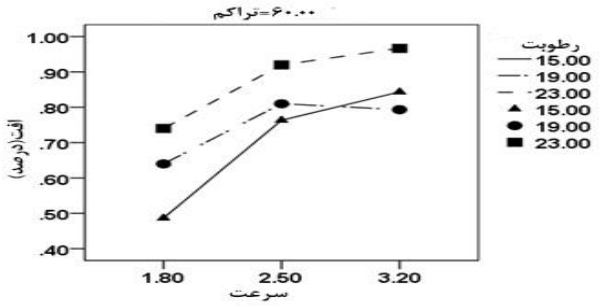
مختلف سرعت را به طور جداگانه نشان می‌دهد. در هر سه نمودار روند کلی افزایش میزان افت محصول در سطوح مختلف رطوبت و تراکم کاشت مشاهده می‌شود.



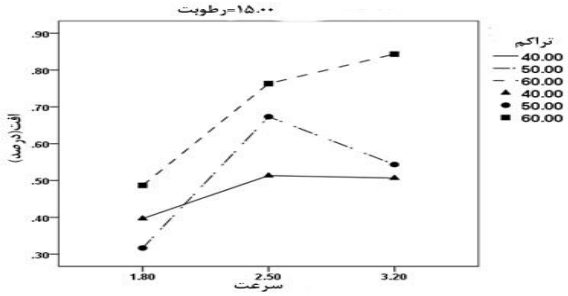
شکل ۷. ترکیبات تیماری سرعت و رطوبت در سطح ثابت تراکم کشت ٤۰ بوته در واحد سطح



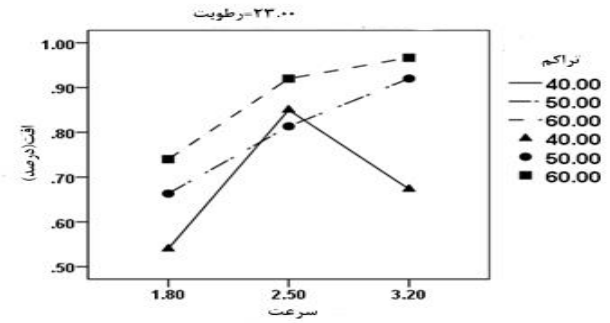
شکل ۸. ترکیبات تیماری سرعت و طوبت در سطح ثابت تراکم کشت ۵۰ بوته در واحد سطح



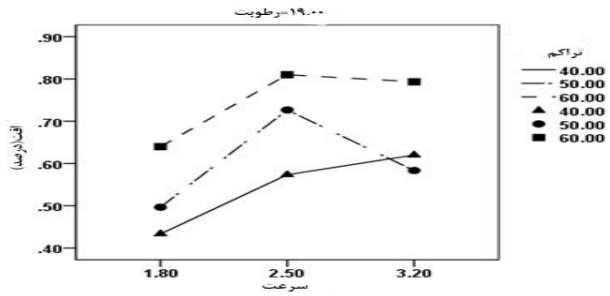
شکل ۹. ترکیبات تیماری سرعت و طوبت در سطح ثابت تراکم کشت ٦۰ بوته در واحد سطح



شکل ۱۰. ترکیبات تیماری سرعت و تراکم‌کشت در سطح ثابت رطوبت ۱۵ درصد محصول



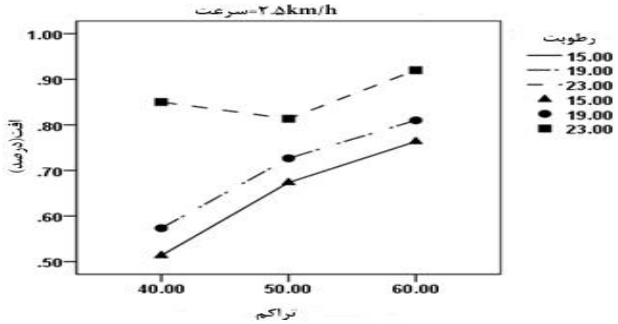
نمودار ۱۱. ترکیبات تیماری سرعت و تراکم کشت در سطح ثابت رطوبت ۱۹ درصد بر میزان افت



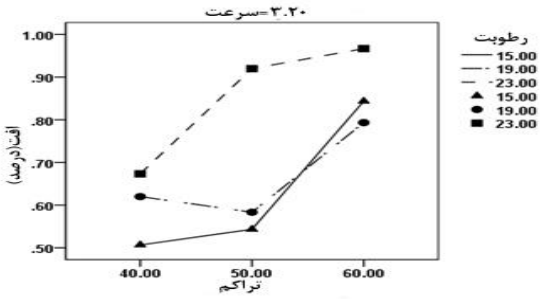
شکل۱۲ ترکیبات تیماری سرعت و تراکم کشت درسطح ثابت رطوبت ۲۳ درصد بر بر میزان افت محصول سویا

درشکل ۱۳ بالاترین افت مربوط به سطح نمودار ۱۱. ترکیبات تیماری سرعت و تراکم کشت در سطح ثابت رطوبت ۱۹ درصد بر میزان افت محصول سویا رطوبتی ۲۳درصد در هر سه سطح تراکم کاشت می‌باشد. حداقل مقدار افت محصول در حداقل درصد رطوبتی و سطح تراکم کاشت ۵۰ بوته در واحد سطح دیده می‌شوددر سطح سرعت حرکت کمباین ۲/۵ کیلومتر بر ساعت، سطوح رطوبتی ۱۵ و ۱۹ روند یکنواخت افزایش درصد افت محصول با افزایش سطوح تراکم کاشت نشان می‌دهند ولی در سطح رطوبتی ۲۳ درصد و میزان تراکم ۵۰ بوته در واحد سطح، کاهش افت محصول نسبت به سطح اول و دوم تراکم دیده می‌شود (شکل ١٤).

روندهای کلی افزایشی افت محصول سویا در سطح ثابت سرعت ۳/۲ کیلومتر و سطوح مختلف رطوبت و تراکم کاشت نیز مشاهده می‌شود (شکل ۱۵). بیشترین مقدار افت محصول در بالاترین سطح رطوبتی (۲۳ درصد) و سطح تراکم کاشت (٦٠ بوته در واحد سطح) و کمترین مقدار افت محصول در در پایین ترین سطح رطوبتی (۱۵) و سطح تراکم کاشت (٤٠ بوته در واحد سطح) به‌دست آمد. از روی نمودار استنباط می‌گردد که میزان افت گیاه سویا در تراکم کاشت ٦٠ بوته در واحد سطح و رطوبت ۱۵ درصد بیشتر از رطوبت ۱۹درصد می‌باشد. جهت بررسی میزان تاثیر هر یک از فاکتورهای سرعت حرکت کمباین، درصد رطوبت دانه سویا و تراکم کاشت سویا بر درصد افت محصول سویا در زمان برداشت توسط کمباین، رابطه رگرسیونی چند متغیره بین فاکتورهای مورد نظر و میزان افت محصول برقرار گردید. در این معادله رگرسیونی اثرهای اصلی سطوح مختلف فاکتورهای مورد بررسی بر میزان افت محصول نشان داده شده است.



شکل ١٤. ترکیبات تیماری تراکم کشت و رطوبت در سطح ثابت سرعت ۲/۵ بر میزان افت



شکل ١٥. ترکیبات تیماری تراکم کشت و رطوبت در سطح ثابت سرعت ۳/۲ بر میزان افت محصول سویا

مدل میزان افت عقب با متغیرهای مستقل مورد آزمایش

مدل های مختلفی برای میزان افت عقب کمباین مورد استفاده قرار گرفته اند. در اکثر این مدل ها از یک رابطه نمایی برای نشان دادن میزان افت عقب استفاده شده است. اما در این پژوهش برای مدل سازی افت عقب و ارتباط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته (افت عقب) از عبارت جبری استفاده شد. در نهایت مدل زیر برای بیان و محاسبه میزان افت عقب بر اساس سرعت پیشروی کمباین، تراکم محصول و میزان محتوای رطوبت محصول بدست آمد:

$$Loss=-.752+.138X_1+.029X_2+.01X \quad (3)$$

که در آن:

y = میزان افت عقب کمباین جاندیر ۹۵۵ (٪)

x_3 = تراکم محصول (تعداد بوته در متر مربع)

x_2 = محتوای رطوبتی محصول (٪)

x_1 = سرعت پیشروی کمباین (km/h)

ضرایب رگرسیون استاندارد شده و استاندارد نشده نیز به ترتیب اهمیت در جدول ۳ آمده اند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس رگرسیونی مدل ریاضی ارائه شده در جدول ۲ آورده شده است. بین میزان افت عقب کمباین و متغیرهای مستقل مورد مطالعه یک رابطه خطی در سطح احتمال کمتر از ۰/۰۰۱ مشاهده شد. به عبارت دیگر می توان با استفاده از مدل فوق، میزان افت عقب کمباین مورد نظر بر اساس مقادیر متفاوت سرعت پیشروی کمباین، محتوای رطوبتی محصول و تراکم

محصول پیش بینی نمود. هم چنین نتایج حاصل از تجزیه رگرسیونی مدل نشان می دهد که حدود ۷٤٪ میزان افت عقب کمباین توسط سه متغیر مورد بررسی در این پژوهش قابل توجیه است. به عبارت دیگر ۷٤٪ میزان افت عقب کمباین جاندیر ۹۵۵ در برداشت محصول سویا وابسته به تغییرات سه متغیر مذکور بوده و تنها ۲٦٪ باقیمانده مربوط به سایر عوامل می باشد که در این آزمایش لحاظ نشده است.

همان طوری که از جدول ۳ ملاحظه می گردد ضریب استاندارد شده مربوط به رطوبت محصول بیشترین مقدار را در بین ضرایب داشت. بنابراین از بین عوامل مستقل فرض شده در این پژوهش، متغیر رطوبت بیشترین تاثیر را روی میزان افت عقب کمباین داشت. ضرایب استاندارد شده بقیه متغیرهای مستقل به ترتیب متعلق به سرعت پیش‌روی و تراکم می‌باشد. این بدین معنی است که مثلا افزایش سرعت پیش‌روی به میزان ۱٤/. کیلومتر بر ساعت به اندازه یک درصد واحد محصول به افت اضافه می‌کند.

جدول۲. تجزیه واریانس رگرسیونی مدل ریاضی میزان افت عقب کمباین جاندیر ۹۵۵

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
ناشی از رگرسیون	۳	۰/۱۹۹***
باقیمانده	۲۳	۰/۰۰۸
کل	۲٦	

***: معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۰۱

جدول ۳. ضرایب رگرسیون استاندارد نشده و استاندارد شده مدل ریاضی افت عقب کمباین جاندیر ۹۵۵

ضرایب رگرسیون	ضرایب استاندارد نشده	ضرایب استاندارد شده
سرعت پیشروی	/۱۳۸	/٤٦۵
تراکم محصول	/۰۱۰	/٤۹۷
محتوای رطوبتی	/۲۹	/۵۵۳

منابع ومآخذ:

۱. طباطبایی کلور، ر. شم‌آبادی، ز. و نجات لرستانی، ع. ۱۳۹۰. اصول ماشین‌های کشاورزی(ترجمه) جلد دوم، انتشارات علم کشاورزی ایران.

۲. میرزازاده، ع. عبداله‌پور، ش. مقدم، م. اثر پارامترهای طراحی بر جداشدن مواد در کوبنده برای کمینه‌کردن افت جداکننده در کمباین. نشریه‌ی دانش کشاورزی و تولید پایدار، شماره ۳، جلد ۲۱.

۳. نوید، ح. بهروزی لار، م. محتسبی، س. و سهرابی، م. ۱۳۸۵. تعیین مدل ریاضی تاثیر شدت تغذیه و سرعت محیطی کوبنده بر افت عقب کمباین جاندیر ۱۱٦۵. مجله‌ی دانش کشاورزی، شماره ۲، جلد ۱٦ صفحه‌های ۲۷۷–۲۸٤.

٤. نوید، ح. بهروزی لار، م. و محتسبی، س. ۱۳۸۸. مدل‌سازی ریاضی نرخ کوبش در کمباین ۱۱٦۵ جاندیر. مجله‌ی دانش کشاورزی، شماره ۲، جلد ۱۹.

5. James, B. and wills, J. 2009. Combining soybeans efficiently agricultural extension service, the University of Tennessee.
6. Miu, P.I. and Kutzbach, H.D. 2008. Modeling and simulation of grain threshing and separationin threshing units-Part I. Computers and Electronics in Agriculture. 60: 96–104.

Mathematical modeling of conventional combines rear loss (soybean)

Abstract

Harvesting losses is one of the major problems in agriculture. Soybean harvesting in Moghan by grain combine. For ainimum loss, product processes (cutting, threshing, separating…) must be optimized. Determining the equation of ent parts of harvesting is the first step. For this purpose a study was done in this along. So that, the influence of travel speed, moisture content and plant density factors on john deere955 combine rear loss was studying and suitable mathematical model for anticipation of combine rear loss with consideration of case study factors be provided. An experiment was conducted using a 3×3×3 factorial pattern based on randomized complete block design. ANOVA results showed that the effect of all three factors on rear loss is significant. As loss rate increased with increasing of forward speed, plant density and moisture content. Despite the significance of the some interactions effects of factors, these effects type was mainly change in magnitude. Linear regression was used to determine relationship between dependent and independent parameters.

Keywords: combine, soybean, loss, forward speed, plant density, moisture content.