اثر سرعت پیشروی و رطوبت محصول در کاهش تلفات کمباین برنج مدل آلفا 4LZ-2.5A

نورعلی خانپور لهی[1*]، محمد امین آسودار[2]، محمود قاسمی‌نژاد[3]، حمید آقاگل‌زاده[4]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲. دانشیار گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳. عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۴. کارشناس مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز مازندران (آمل)

*Email: Ali.khanpour65@gmail.com

چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین غلات پرمصرف ایران است و نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی دارد. با توجه به جمعیت کشور کاهش ضایعات در مرحله برداشت ضروری است. یکی از عوامل اصلی در افزایش این ضایعات سرعت پیشروی و رطوبت محصول می‌باشد که تلفات در بخش‌های مختلف را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جهت اندازه‌گیری اثر سرعت و رطوبت در ضایعات برنج یک طرح در سه سطح سرعت پیشروی ۲، ۳، ۴ کیلومتر بر ساعت و میزان رطوبت ۲۰، ۲۵، ۳۰ درصد در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز استان مازندران (آمل) در سال زراعی ۹۱-۹۰ مورد بررسی قرار گرفت و از آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. نتایج نشان داد کاهش رطوبت از ۳۰، ۲۵ و ۲۰ درصد در سرعت چهار کیلومتر بر ساعت میزان تلفات در پلاتفرم کمباین به ترتیب از ۱/۰۱، ۰/۷۹، ۱/۳۸ درصد افزایش یافت. با کاهش سرعت پیشروی از چهار کیلومتر بر ساعت به دو کیلومتر بر ساعت میزان تلفات خوشه‌های نیم‌کوب از ۰/۱۹ به ۰/۰۸ درصد کاهش یافته است. کاهش میزان رطوبت در برداشت برنج باعث افزایش زیادی در میزان دانه شکسته در قسمت‌های مختلف کمباین شد. میانگین دانه شکسته شده در سرعت ۲، ۳، ۴ به ترتیب ۷/۶۶، ۶/۱، ۵/۶ اندازه‌گیری شد. میزان تلفات در سکوی برش کمباین در سرعت دو کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۳۰ درصد با مقدار ۰/۱۴ از سایر سرعت‌ها و رطوبت کمتر بود. میزان شلتوک شکسته شده و ترک دار در سرعت سه کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۲۵ درصد با میانگین تلفات ۵/۶ درصد کمترین میزان تلفات را به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: خوشه نیم‌کوب، رطوبت برداشت، سرعت کمباین، شکستگی شلتوک، تلفات الک

مقدمه

اهمیت ضرورت و توجه به کاهش ضایعات محصولات کشاورزی باید به‌عنوان یکی از اصول اساسی دست‌یابی به ارزش افزوده بالاتر در کشور در قلمرو سیاست‌های کلان کشاورزی می‌باشد. توجه به این مقوله به دلیل افزایش بی‌رویه جمعیت، کاهش منابع طبیعی، امکانات و منابع محدود حائز اهمیت می‌باشد. متأسفانه نیمی از محصولات کشاورزی در ایران در فاصله مراحل کاشت تا برداشت از چرخه مصرف خارج می‌شود و این مسأله متأثر از کمبود تجهیزات و فرسودگی ماشین آلات کشاورزی در مرحله کاشت تا برداشت و نقصان در مرحله فرآوری و بسته بندی استاندارد در این زمینه است. دلیل اصلی ریزش در کمباین عدم تطابق قسمت‌های مختلف کمباین چه از لحاظ تکنولوژی ساخت و چه از لحاظ تنظیمی با شرایط محصول می‌باشد (نوید و همکاران، ۱۳۸۱). عوامل مختلفی بر میزان تلفات در کمباین اثر می‌گذارد. رطوبت دانه، درجه حرارت هوا، نوع گیاه و ژنتیک محصول وضعیت محصول از نظر خوابیدگی محصول و نو و فرسوده بودن کمباین و تجربه راننده بستگی دارد (سراویستاوا و همکاران، ۱۹۹۵). مجموعه این عوامل و یا هر یک از این عوامل به تنهایی می‌تواند میزان افت کمباین را به شدت بالا ببرد. با افزایش نرخ تغذیه در کمباین میزان تلفات در بخش‌های مختلف افزایش می‌یابد که دلیل آن افزایش میزان بار روی کامبرها و افزایش مواد در داخل کوبنده می‌باشد (فلانی و استون ۱۹۸۳). یکی از عوامل اصلی که باعث اضافه بار در واحدهای مختلف کمباین می‌شود سرعت پیشروی دستگاه می‌باشد. برای کاهش بار بر روی کمباین می‌توان سرعت پیش روی کمباین را کاهش داد یا با افزایش ارتفاع یلاتفرم کمباین امکان‌پذیر می‌باشد. سرعت پیشروی نمی‌توان از یک حدی پایین‌تر باشد. این به خاطر این است که فرایند جدا سازی شلتوک در کوبنده نیاز به مقدار معینی محصول در واحد جدا کننده دارد که در غیر این صورت باعث افزایش ضربات وارده به شلتوک شده و ترک خوردگی را افزایش می‌دهد. این ترک خوردگی در فرایند تبدیل شلتوک به برنج باعث شکستگی دانه برنج در واحد شالی‌کوبی می‌شود. میزان تلفات در کمباین معمولاً ۲ تا ۳/۴۳ درصد می‌باشد. که این میزان با عوامل مانند تنظیم بودن کمباین و سرعت پیشروی و شرایط محصول تغییر می‌کند (جانسری و چینسوان، ۲۰۰۹). خوابیدگی برنج و رطوبت برداشت یکی از پارامترهای است که باعث افزایش میزان تلفات برداشت توسط کمباین می‌شود. در بررسی روی کمباین برداشت برنج انجام شده با تغییر میزان رطوبت برداشت میزان تلفات در قسمت‌های مختلف دستگاه تغییر می‌کند به نوعی که با کاهش میزان رطوبت از ۲۳٪ به ۱۷٪ باعث افزایش میزان شکستگی دانه به ترتیب از ۱۷/۳ درصد به ۳۷ درصد در سرعت ۸۵۰ دور بر دقیقه می‌شود (علی‌زاده و خدابخشی‌پور، ۲۰۱۰). رطوبت برداشت برای برنج باید در یک گستره‌ی نرمالی باشد. رطوبت کم به دلیل اینکه در حین عملیات خرمن‌کوبی دانه‌ها در حالت خشک

قرار دارند در اثر ضربه‌ای واحدهای مختلف به دانه وارد می‌کنند باعث ایجاد شکستگی و ترک در دانه می‌شود. رطوبت بالا نیز به دلیل اینکه دانه حالت ژلاتینی دارد باعث له شدن دانه برنج می‌شود. از عوامل مؤثری که میزان تلفات را در کمباین را تحت تأثیر قرار می‌دهد سرعت کوبنده، نرخ تغذیه و سرعت پیشروی کمباین می‌باشد که در نرخ تغذیه ۸/۷ تن و سرعت کوبنده ۵۵۰ دور بر دقیقه میزان دانه شکسته شده دو درصد می‌باشد که با افزایش سرعت کوبنده و میزان تغذیه به ترتیب به ۹۵۰ و نرخ تغذیه ۱۲/۱ تن در هکتار این میزان به شش درصد افزایش یافته است (صابر و همکاران، ۱۳۹۰). تمام موارد بالا می‌تواند در میزان تلفات محصول در کمباین را تحت تأثیر قرار دهد با توجه به اینکه در بین ماشین‌های کشاورزی، کمباین یکی از پیچیده‌ترین ماشین‌ها از نظر تعداد عملکرد و تنظیمات می‌باشد بایستی برای بهبود عملکرد آن در زمینه طراحی‌های جدید و تنظیمات بهینه تلاش شود. انجام تنظیمات دقیق که بتواند جریان محصول را در داخل کمباین تسهیل نماید و باعث کاهش میزان تلفات شلتوک در حین برداشت بسیار مهم می‌باشد. این تنظیمات برای محصول با شرایط مختلف متفاوت می‌باشد. برای کاهش میزان ضایعات در واحدهای مختلف کمباین و هم چنین حفظ کیفیت محصول برداشتی و یا ایجاد اصلاحاتی در این کمباین ضروری است این اصلاحات باید به نحوی باشد که روی ناوگان فعلی برداشت عملی بوده و در کل سیستم برداشت کشور نیز تأثیرگذار باشد. در بررسی انجام شده روی کمباین برنج انجام شده میزان تلفات برای هد کمباین ۰/۵ و برای واحد جداکننده ۱/۳ درصد و برای واحد دمنده ۱/۲ درصد دانه‌های کوبیده نشده ۰/۲ درصد و برای قسمت بدنه کمباین ۰/۳ درصد و میزان تلفات کل برای کمباین ۳/۵ درصد بیان شده است (بی نام، ۲۰۰۵).

تلفات شانه برش به صورت بریده نشدن محصول به دلیل خراب بودن تیغه و انگشتی، ریزش دانه به دلیل سرعت نامناسب چرخ و فلک و سرعت زیاد پیشروی و ریزش خوشه از قسمت برش بر روی زمین می‌باشد (هانت، ۱۹۹۵). هنگامی‌که شاخص چرخ و فلک کمتر از یک باشد و چرخ و فلک به آهستگی می‌چرخد و سبب افزایش تلفات شانه برش می‌شود زیرا انگشتی‌ها قادر نیستند تا تمام خوشه‌ها را به سمت شانه برش هدایت کنند. از طرف دیگر هنگامی‌که شاخص چرخ و فلک بیشتر از ۱/۵ باشد به دلیل افزایش ضربات دندانه‌ها به سرخوشه‌ها سبب افزایش تلفات سکوی برش تا دو درصد می‌شوند (چینسوان، ۱۹۹۷). با افزایش سرعت دورانی کوبنده این میزان شکستگی شلتوک افزایش یافته و در سرعت ۱۷ متر بر ثانیه میزان تغییرات در تلفات کم می‌باشد. در سرعت ۲۰ متر بر ثانیه و ۲۰ درصد میزان تلفات ۰/۶۳ درصد که با افزایش میزان رطوبت به میزان ۲۴ درصد افزایش یابد میزان تلفات ۰/۳۲ کاهش می‌یابد (چینسوان و جوانودوم، ۲۰۱۱). بنابراین، با توجه به موارد مطرح شده هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر سرعت پیشروی و رطوبت حصول در کاهش تلفات کمباین برنج (مدل آلفا 4LZ-2.5A) بود.

مواد و روش‌ها

اثر میزان رطوبت و سرعت‌های مختلف پیشروی در برداشت برنج بر میزان تلفات در کمباین برنج آلفا با مدل 4LZ-2.5A با عرض کار ۲ متر و با ظرفیت مخزن ۰/۲۵ متر مکعب در شهرستان محمود آباد با موقعیت جغرافیایی ۲۱ دقیقه و ۵۲ درجه طول جغرافیائی و ۲۵ دقیقه و ۳۶ درجه عرض جغرافیایی و در ارتفاع ۴۰۰ متری از سطح دریا انجام شد. این پژوهش با سه سطح رطوبتی ۲۰٪، ۲۵٪، ۳۰٪ و سه سطح سرعت (دو، سه و چهار کیلومتر بر ساعت) به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. با استفاده از رطوبت‌سنج دیجیتال در پنج نقطه از مزرعه در زمان برداشت در سه قسمت خوشه برنج نمونه‌های گرفته شد و میزان رطوبت محصول ثبت گردید. درصد تلفات در هر بخش با اندازه گیری میزان تلفات در قسمت‌های کمباین اعلام شد. با استفاده از دستگاه ترک سنج تعداد بذرهای شکسته شده و ترک‌دار محاسبه گردید. داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS نسخه‌ی ۹/۱ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تلفات پلاتفرم

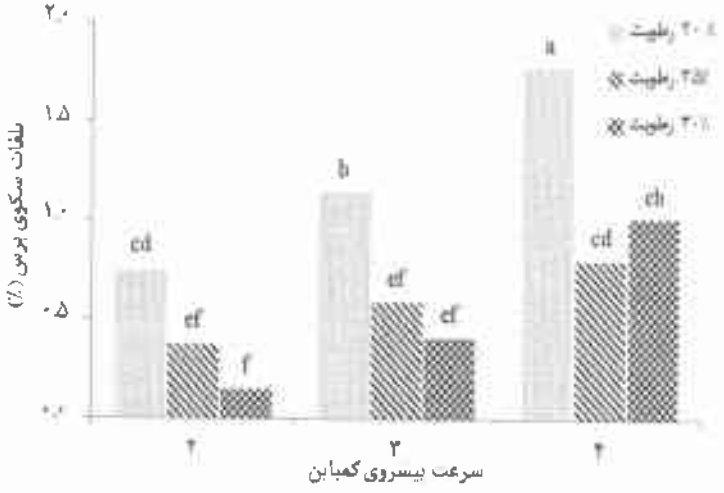
تجزیه واریانس اثر رطوبت و سرعت پیشروی بر میزان تلفات در پلاتفورم کمباینر جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثر رطوبت محصول و سرعت پیشروی و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. با افزایش در میزان رطوبت محصول میزان تلفات کاهش یافت. در مقایسه میانگین تأثیر سرعت پیشروی بر میزان تلفات بیشترین تلفات در رطوبت ۲۰ درصد میزان ۱/۲۵ درصد و کمترین میزان تلفات با میزان ۰/۵۲ درصد در رطوبت ۳۰ درصد به‌دست آمد. افزایش رطوبت محصول از ۲۵ به ۳۰ درصد در هر یک از سرعت پیشروی از ۳ و ۴ به خاطر افزایش مقاومت شلتوک به جدا شدن از ساقه میزان تلفات معنی‌دار نمی‌باشد.

برهمکنش سرعت پیشروی و رطوبت محصول بر میزان تلفات پلاتفرم کمباین در شکل ۱ نشان داده شده است. در رطوبت ۲۰ درصد افزایش سرعت از ۲، ۳ و ۴ کیلومتر برساعت با میزان تلفات به ترتیب ۰/۷۵، ۱/۱۴ و ۱/۷۷ درصد معنی‌دار می‌باشد. با این وجود، در رطوبت‌های ۲۵ و ۳۰ درصد افزایش سرعت از سه به چهار کیلومتر بر ساعت اثر معنی‌داری بر میزان تلفات پلاتفرم کمباین نداشت. افزایش سرعت در رطوبت‌های پایین به دلیل اینکه باعث افزایش شدت ضربه وارده شده از طرف شانه برش و چرخ فلک به ساقه شده که باعث افزایش تلفات شانه برش گردید. افزایش رطوبت از ۲۵ درصد به ۳۰ درصد در سرعت چهار کیلومتر بر ساعت باعث افزایش تلفات در واحد سکوی برش شد؛ که به دلیل رطوبت بالا ساقه، ساقه توسط شانه برش جویده شده و باعث افزایش ضربات به ساقه می‌شود و همزمان با ورود حجم بالا به واحد سکوی برش افزایش میزان تلفات را به دنبال داشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس رطوبت محصول و سرعت پیشروی بر تلفات سکوی برش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
تکرار	۲	۲/۱۸	۲/۸۴
رطوبت محصول (W)	۲	۵۵/۲۶	۷۱/۸۷**
سرعت پیشروی (S)	۲	۱۳/۸	۱۷/۸۹**
W×S	۴	۲/۷۲	۳/۵۳**
خطای ازمایشی	۱۲	۰/۷۶	

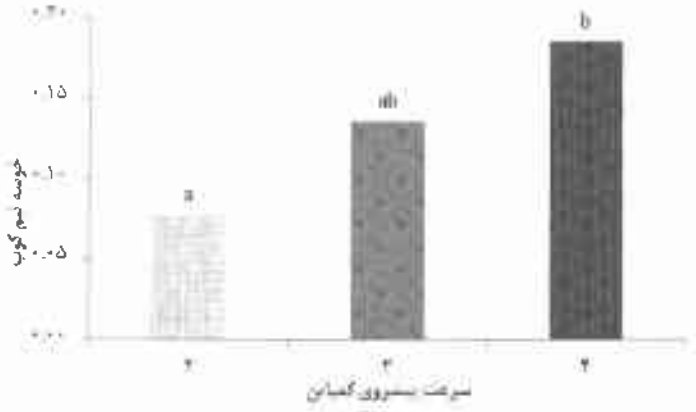
** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد



شکل ۱- اثر متقابل سرعت پیشروی و رطوبت محصول بر تلفات سکوی برش کمباین

خوشه‌های نیم‌کوب

اثر سرعت پیشروی بر میزان تلفات در واحد سکوی برش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین تلفات سکوی برش در شکل ۲ آورده شده است. با افزایش سرعت پیشروی میزان تلفات سکوی برش نیز افزایش می‌یابد. کم‌ترین میزان تلفات در سرعت پیشروی دو کیلومتر بر ساعت برابر با ۰/۰۸ درصد و بیشترین آن مربوط سرعت چهار کیلومتر بر ساعت به مقدار ۰/۱۹ درصد می‌باشد. با بالا رفتن سرعت پیشروی کمباین، افزایش شدت نرخ تغذیه اضافه باری کوبنده را به دنبال داشت که در نتیجه خوشه برنج به خوبی کوبیده نشده و عقب کمباین خارج شد.



شکل ۲- اثر سرعت پیشروی بر خوشه‌های نیم‌کوب خروجی در عقب کمباین

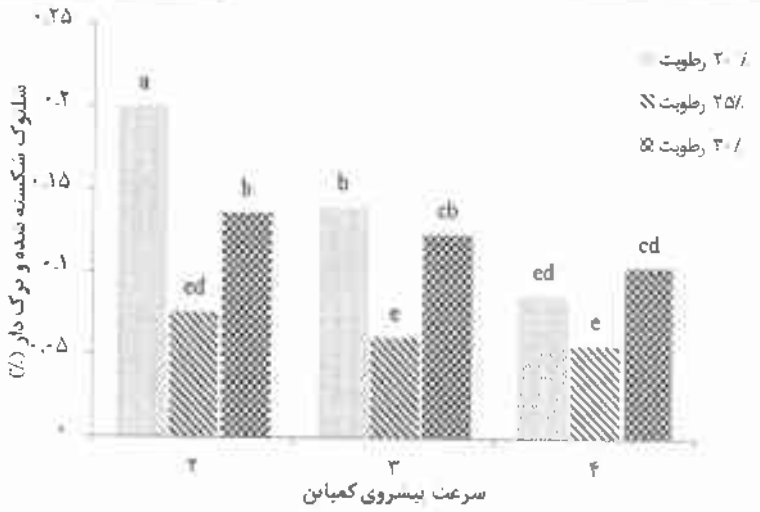
شکستگی دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثرات اصلی رطوبت محصول و سرعت پیشروی کمباین و اثرات متقابل آن‌ها در میزان شکستگی و ترک شلتوک در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد. تغییرات رطوبت بر میزان شکستگی برنج تأثیر گذاشت به‌طوری‌که در سرعت سه کیلومتر بر ساعت با تغییر میزان رطوبت از ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد میزان تلفات دانه شکسته شده و ترک-دار به ترتیب ۱۴، ۶/۱ و ۱۲/۳ درصد تغییر کرد.

جدول ۲- تجزیه واریانس رطوبت محصول و سرعت پیشروی بر درصد شکستگی و ترک شلتوک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
تکرار	۲	۰/۲۳۱	۲/۸۴
رطوبت محصول (w)	۲	۱۳۰/۸۴	۴۹/۴۱**
سرعت پیشروی (S)	۲	۷۶/۲۳	۴۴/۷۴**
w×s	۴	۲۲/۷۲	۱۳/۳۴**
خطای ازمایشی	۱۲	۱/۷۰	

** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد



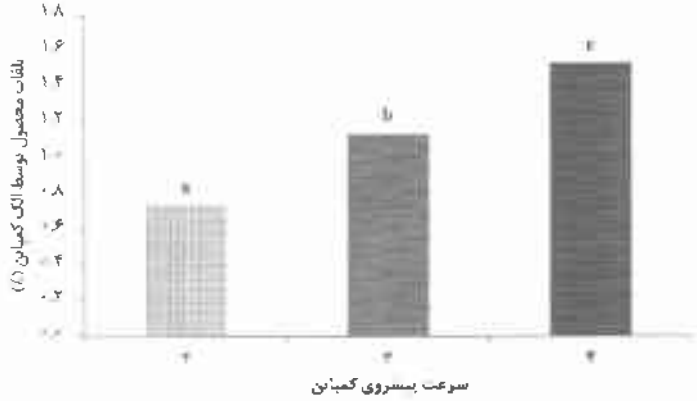
شکل ۳- اثر متقابل سرعت پیشروی و رطوبت محصول بر تلفات سکوی برش کمباین

با توجه به جدول ۲، اثر متقابل رطوبت محصول و سرعت پیشروی بر میزان شکستگی بذر معنی‌دار می‌باشد. شکل ۳ نشان می‌دهد بیشترین میزان شکستگی و ترک شلتوک با مقدار ۲۰ درصد در سرعت دو کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۲۰ درصد بود. سرعت پیشروی معمولا داری یک حد معینی می‌باشد. افزایش و یا کاهش بیش از هد آن باعث عدم ورود مقدار استاندار مواد به واحد کوبنده می‌شود و افزایش میزان تلفات را به دنبال دارد. اثر متقابل سرعت پیشروی و رطوبت محصول در تغیر سرعت از دو، سه و چهار کیلومتر بر ساعت در رطوبت ۲۰ درصد در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در سرعت دو کیلومتر بر ساعت به دلیل کم بودن حجم مواد ورودی به کوبنده شلتوک در معرض ضربات مستقیم کوبنده قرار می‌گیرد و چون دارای رطوبت پایین است در اثر ضربات وارده شکسته یا ترک بر می‌دارد و با میزان تلفات ۲۰ درصد بیشترین تلفات را به خود اختصاص داد. تغییرات سرعت در رطوبت ۲۵ درصد در میزان شکستگی دانه اثر معنی‌دار نداشت. در رطوبت ۳۰ درصد تغییرات سرعت از دو به سه بر میزان تلفات معنی‌دار نمی‌باشد. در رطوبت ۳۰ درصد به دلیل رطوبت بالا، شلتوک حالت ژلاتینی دارد و به خاطر اینکه در سرعت‌های بالاتر حجم مواد ورودی به داخل کوبنده بیشتر بوده باعث له شدن شلتوک در اثر فشار وارده می‌شود.

تلفات الک

در تجزیه واریانس اثر سرعت پیشروی و رطوبت محصول بر میزان تلفات شلتوک توسط واحد الک کمباین، اثر سرعت پیشروی با سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد. همان طور که در شکل ۴ قابل مشاهده است با افزایش سرعت پیشروی میزان تلفات الک افزایش پیدا کرد. افزایش سرعت پیشروی

باعث کاهش نسبت دانه به مواد غیر دانه‌ای (G/MOG) می‌شود که بنابراین باعث افزایش مواد روی الک کمباین شده و محصول فرصت کمتری برای خروج از روزنه‌های الک کمباین می‌یابد و از عقب کمباین به زمین می‌ریزد. این موضوع باعث افزایش تلفات انتهای در کمباین می‌شود. کمترین میزان تلفات در سرعت دو کیلومتر بر ساعت و بیشترین مقدار آن در سرعت چهار کیلومتر بر ساعت به ترتیب با مقدار ۰/۷۴ و ۱/۵۳ درصد به‌دست آمد.

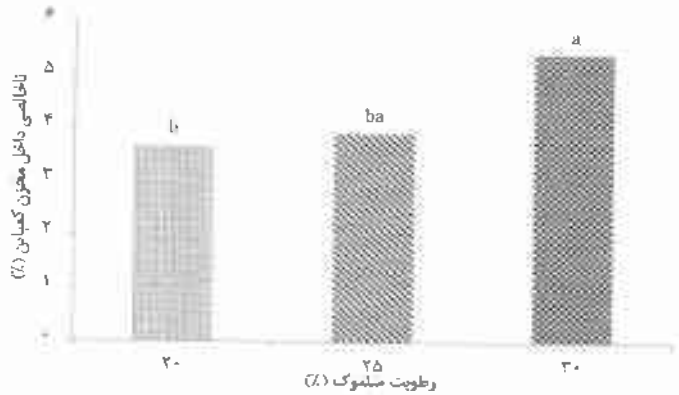


شکل ۴- اثر سرعت پیشروی بر تلفات محصول توسط الک کمباین

ناخالصی (کاه و کزل) در مخزن

اثر رطوبت بر روی ناخالصی

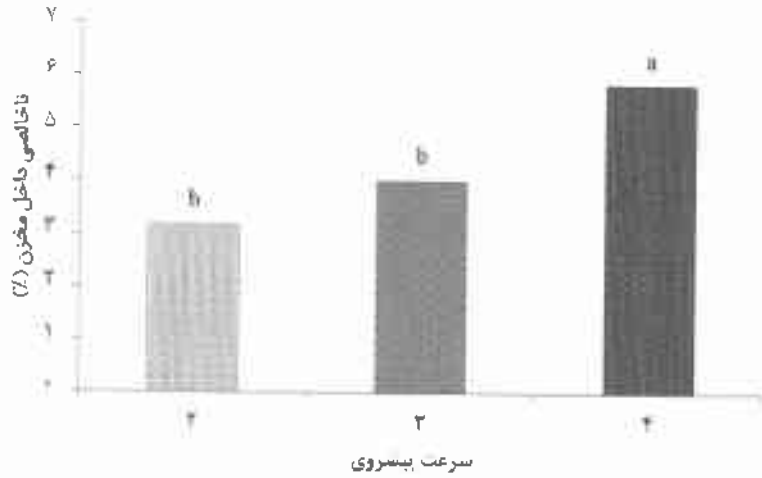
اثر رطوبت محصول و سرعت پیشروی بر میزان تلفات به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین داده‌ها در شکل ۵ آورده شده است. در رطوبت ۲۰ درصد با میانگین ناخالصی ۳/۶۵ درصد و رطوبت ۳۰ درصد با میانگین ۵/۴ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان ناخالصی در مخزن می‌باشد و از لحاظ آماری نیز در دو گروه مختلف قرار دارد. اما بین رطوبت ۲۰ و ۲۵ و همچنین رطوبت ۲۵ و ۳۰ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و در یک گروه قرار گرفته است. چنین به نظر می‌رسد که افزایش رطوبت محصول خرده کاها و پوشال‌های برنج که دارای رطوبت بالاتری هستند. از سوراخ های الک عبور کرده و همراه با شلتوک وارد مخزن کمباین می‌شود و همچنین وزن زیاد آن‌ها باعث می‌شود که فن کمباین نتواند آن‌ها را به سمت بیرون کمباین هدایت کند.



شکل ۵- اثر رطوبت شلتوک بر ناخالصی در مخزن کمباین

اثر سرعت بر میزان ناخالصی

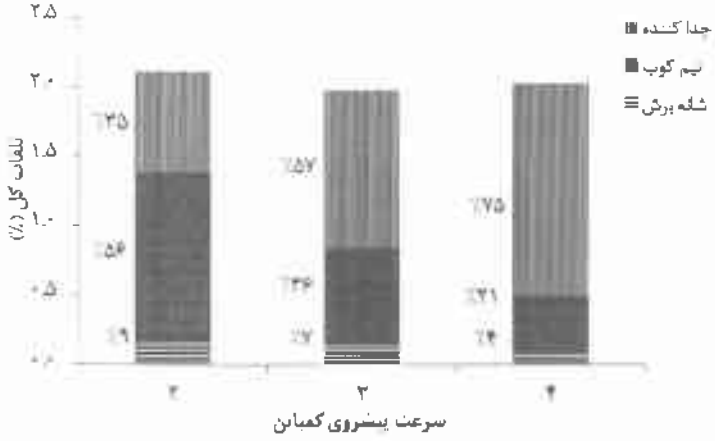
با توجه به شکل ۶ با افزایش سرعت پیشروی میزان ناخالصی در داخل مخزن افزایش می‌یابد به طوری که کمترین ناخالصی در مخزن به میزان ۳/۲ درصد مربوط به سرعت پیشروی دو کیلومتر بر ساعت و بیشترین میزان ناخالصی با میانگین ۵/۸۵ درصد در سرعت چهار کیلومتر بر ساعت که از لحاظ آماری نیز در دو گروه متفاوت قرار دارند. دلیل آن را می‌توان افزایش نرخ تغذیه و عبور حجم بیشتر از مواد از خرمنکوبی و کاه پرآن‌ها و افزایش بار بر الک‌ها با افزایش سرعت پیشروی دانست.



شکل ۶- اثر سرعت پیشروی بر میزان ناخالصی در مخزن کمباین

تلفات کل

با توجه به شکل ۷ بین سرعت پیشروی و تلفات کل رابطه مستقیم وجود دارد. با افزایش سرعت میزان ریزش کل افزایش می‌یابد و بین تمام سطوح از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. به‌طوری‌که کمترین تلفات کل در سرعت پیشروی سه کیلومتر بر ساعت به میزان ۱/۹۸ درصد که از این مقدار ۷ درصد مربوط به شانه برش، ۳۴ درصد مربوط به خوشه‌های نیم‌کوب و ۵۷ درصد آن مربوط به واحد جداکننده می‌باشد. بیشترین میزان تلفات مربوط به سرعت پیشروی دو کیلومتر بر ساعت به میزان ۲/۱۲ درصد می‌باشد که ۹ درصد آن مربوط به شانه برش، ۵۶ درصد مربوط به خوشه‌های نیم‌کوب و ۳۵ درصد آن مربوط به واحد جداکننده می‌باشد.



شکل ۷- اثر سرعت پیشروی کمباین بر میزان تلفات کل

نتیجه‌گیری

بیشترین میزان تلفات در هد کمباین در سرعت پیشروی چهار کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۲۰ درصد و کمترین آن در سرعت پیشروی دو کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۳۰ درصد به ترتیب برابر با ۱/۷۷ و ۰/۱۴ درصد بود. کمترین میزان تلفات کل در سرعت سه کیلومتر بر ساعت با مقدار تلفات کل ۱/۹۳ درصد و بیشترین مقدار آن به میزان ۲/۱۲ درصد در سرعت دو کیلومتر بر ساعت بدست آمد. بیشترین تلفات انتهای در سرعت چهار کیلومتر بر ساعت با مقدار ۱/۵۳ درصد و کمترین مقدار آن ۰/۷۴ در سرعت دو کیلومتر بر ساعت می‌باشد. در سرعت پیشروی دو کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۲۰ درصد بیشترین میزان شکستگی و ترک در شلتوک برنج با مقدار ۲۰ درصد و کمترین میزان آن در سرعت چهار کیلومتر بر ساعت و رطوبت ۲۵ درصد بدست آمد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات و مساعدت مسئولان شرکت خزر الکتریک و مرکز ترویج و آموزش تکنولوری هراز و مهندس پودینه، مسئول ماشین‌آلات مرکز خوشه زیتون تشکر و قدردانی می‌گردد.

برخی از منابع مورد استفاده

بی نام، ۱۳۸۳. ماشین‌های کشاورزی- تجهیزات برداشت محصول-کمباین و اجزای کاری آن، ارزیابی خصوصیات و عملکرد. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره ۶۵/۰۶۰/۵۰.

رحیمی ه ا و خسروانی ع، ۱۳۸۴. تعیین ضایعات گندم در مرحله برداشت و بررسی برخی عوامل مؤثر بر آن در استان فارس. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. ۶۸: ۱۰-۱.

توید ح، بهروزی لار م و سهرابی م، ۱۳۸۳. مدل ریاضی افت کمباین. مجموعه مقالات سومین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، ۱۰-۱۱ شهریور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۵۹-۱۵۲.

Alizadeh MR and Khobabakhshipour, 2010. Effect of threshing drum speed and crop moisture content on the paddy grain damage in axlal- flow thresher. Agronomical Research in Moldavia. 18(4): 144.

Anonymous, 2005. Philippine Agricultural Engineering. page 1-11

Chinsuwan W, Mongpraneet S and Panya N, 1997. Optimum Harvest Period for Hommali Rice Using Combine Harvester. KKU Research Journal. 2(1), 54-63.

Chuanudom S, Chinsuwan W, 2011. Effects of operating factors of an axial flow rice combine harvesteron grain breakage. Songklanakarin Journal of Science and Tecknology. 33(2): 221-225.

Ferreira B, Ferreira O, Henrique B and Santos AAD, 2001. Grain loss monitoring during all harvest season (gathering and processing losses), in the irrigated rice grop, and its results in reducing losses due to immediate adjustments in the combines. ASAE. Number. 01-1075.

Flufy MJ and Stone G.T, 1983. Speed control of a combine harvester to maintaine apecific level of measured threshing grain loss. Journal of Agricultural engineering research. 28: 537-543.

Hunt, D. 1995. Form Power and Machinery Management, 9 th edition. Iowa State University Press, Iowa, USA. P.450

Junsiri CH and Chinsuwan W, 2009. Prediction equations for header losses of combine harvesters when harvesting Thai Hom Mali rice. Songklanakarin Journal of Science and Tecknology. 31 (6): 613-620.

Sabir M, Lqbal M and Yasin M, 2005. Influence of selected combine and crop parameters on kernel damage and threshability of wheat. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 42(3-4): 112-16.

Srivastava A, Goering C and Rohrbach R, 1995. Engineering Principles of Agricultural Machinery, Second edition with revision. ASAE textbook Number 6.