

بررسی و تعیین تلفات برداشت کمباینی ذرت دانه‌ای به منظور ارائه راهکارهای لازم کاهش تلفات

محمد رضا مستوفی سرکاری^۱

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۵

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۲

چکیده

برداشت ذرت با کمباین دارای تلفاتی است. این تلفات منجر به کاهش سود می‌گردد. اگرچه نمی‌توان تلفات را به صفر رساند ولی می‌توان آن را در حد قابل قبولی کنترل نمود. در این تحقیق با استفاده از یک روش استاندارد (ASAE S396.2) مقدار افت در قسمت‌های مختلف کمباین اندازه‌گیری و مورد ارزیابی قرار گرفته و سپس راهکارهایی به منظور کاهش افت‌ها و تلفات ارائه می‌گردد. تلفات برداشت به دو دسته قبل از برداشت (طبیعی) و حین برداشت که شامل افت خوشه در دماغه، افت دانه در دماغه، افت قسمت کوبش و نهایتاً افت قسمت جدا کننده می‌باشند، تقسیم می‌شود. این تحقیق در منطقه قزوین در زمین زارع که غالب کشت ذرت دانه ای می‌باشد به انجام رسید. بررسی‌های زراعی مربوط به صفات عملکرد و اجزاء آن مانند ارتفاع بوته، بلال، تعداد برگ، قطر بلال، قطر چوب بلال و تعداد بلال بصورت تصادفی در چند نقطه مزرعه در سطح مشخص برداشت انجام گرفت. کلیه تلفات در قالب سه تیمار اصلی مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارها عبارتند از: میزان رطوبت محصول قبل از برداشت ۱۹ درصد، ۲۳ درصد و ۲۷ درصد، سرعت پیشروی کمباین ۰/۸، ۱/۲ و ۱/۶ متر بر ثانیه و سرعت سیلندر کوبنده ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ دور بر دقیقه. تیمارها با طرح آزمایشی کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج بررسی‌های سال اول و دوم نشان داد که مناسب‌ترین سطح رطوبت دانه هنگام برداشت ۲۳ درصد، سرعت کوبنده ۴۰۰ دور بر دقیقه و سرعت پیشروی کمباین ۱/۲ متر بر ثانیه بودند که پائین‌ترین افت کلی دانه به ترتیب ۱/۵۵، ۲/۶۵ و ۲/۳۴ درصد حاصل گردید. دلایل دیگری از قبیل عدم مهارت کافی راننده در تنظیم و کاربرد صحیح کمباین برای برداشت، انجام نشدن بموقع عملیات کاشت و برداشت محصول در رطوبت ناصحیح و یکنواخت نبودن رطوبت دانه در قسمت‌های مختلف مزرعه باعث افت‌های زیادی می‌شود که با راهکارهای ارائه شده قابل کنترل می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: افت کمباینی، اندازه‌گیری، تلفات، ذرت دانه ای

مقدمه

۱۷۶۳۵۴ تن افت وجود داشته و مبلغی بالغ بر ۵۲۹ میلیون ریال به ضرر کشور می‌باشد. لذا با هدف ارزیابی روش معرفی شده تعیین تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین برداشت ذرت، تعیین اثر عوامل تیمارهای اصلی بر میزان تلفات و ارائه راهکارهای لازم برای انجام تنظیمات به منظور کاهش تلفات کمباین برداشت ذرت این تحقیق به انجام رسید. میزان افت در مقایسه با مقادیر استاندارد موجود در منابع (۵ - ۳ درصد) بررسی شده (Modarres Razavi, 1996) و در صورت قابل قبول بودن می‌توان برداشت کمباینی را ادامه داد در غیر این صورت بایستی در پی علت بود و راهکار مناسب در جهت کاهش افت‌ها در قسمت‌های مختلف کمباین و در نتیجه کاهش اتلاف کل ارائه نمود که در این مقاله به آن‌ها پرداخته شده و اهمیت اجرای آن توجیه پذیر است.

وضعیت میزان افت در برداشت محصول در مناطق دیگر دنیا را می‌توان بر اساس مطالعات زیر بررسی نمود:

در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ سطح زیر کشت ذرت در کشور ۲۳۹۶۶۳ هکتار بوده است که بالغ بر ۱۷۶۳۵۳۹ تن محصول (دانه) داشته است (Agricultural statistics, 2007). بر اساس طرح جامع افزایش عملکرد ذرت که اخیراً تدوین شده است سطح زیر کشت در سال ۱۳۹۰ به حدود ۳۶۰۰۰۰ هکتار خواهد رسید که امید است بالغ بر ۲۸۸۰۰۰۰ تن ذرت تولید گردد. بنابراین توجه به کاهش افت در کمباین‌های برداشت و ارائه راهکارهای اساسی در رابطه با کاهش افت بسیار مهم است. طبق گزارشات ارائه شده توسط دفتر طرح ذرت میزان افت کمباین‌های موجود کشور حداقل ۱۰ درصد بوده که با عنایت به میزان تولید ذرت دانه ای در کشور سالانه حداقل

^۱ - استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج
(Email: mostofi08@gmail.com) * - نویسنده مسئول:

(Tolera et al., 1998).

در تحقیقی که در دانشگاه میسوری انجام شد محدوده ای برای افت در قسمت‌های مختلف کمباین و نهایتاً بصورت درصدی از افت کل توصیه گردید. ماشین‌های با افت بیش از این محدوده مناسب برداشت تشخیص داده نشد. این محدوده ها عبارتند از:

افت قبل از برداشت و طبیعی	کمتر از ۱ درصد
افت خوشه در دماغه	۱ درصد
افت دانه در دماغه	حدود ۰/۴ درصد
افت سیلندر کوبنده	کمتر از ۰/۳ درصد
افت قسمت جداکننده	۰/۱ درصد

افت کلی قابل قبول برای برداشت کمباینی ذرت ۵-۳ درصد اعلام شده که بیش از آن نیاز به بررسی در جهت کاهش اتلاف دارد (Shay et al., 1999).

هانا و همکاران در تحقیقی اعلام کردند افت کلی کمباینی با دماغه برداشت ذرت با فاصله ردیف های ۷۶ و ۳۸ سانتی متری مشابه بودند. در صورتیکه یکسال افت کلی کمباینی در فاصله ردیف ۷۶ سانتی متری از نظر آماری کمتر بوده است. افت خوشه از کمباین در محدوده ۰/۹ تا ۱/۳ تن در هکتار بوده و بیشترین افت در سرعت ۴/۸ کیلومتر بر ساعت اتفاق افتاد. افت دماغه بعلافت خوشه در برداشت با تاخیر اتفاق افتاد و افت کوبنده در محدوده ۱٪ بوده است (Hanna et al., 2002).

اسپنگلر و همکاران در تحقیقی نشان دادند افت دانه با روند مطلوب برداشت، افت کلی دانه را در کشور کاهش داد و به حدود ۴ تا ۶٪ و تقریباً میانگین ۵ درصد رساند. از پایشگر تلفات دانه برای کنترل افت فرآوری (افت کوبنده و تمیز کننده) استفاده شد و به ضرورت واسنجی ابزار اندازه گیری تلفات در کمباین تاکید گردید (Spengler et al., 2003).

زنگ و همکاران در تحقیقی اثر فاصله ردیف‌های کاشت متفاوت را روی عملکرد ذرت و نتایج برداشت ماشینی در مزرعه مورد مطالعه قرار دادند. سه فاصله ردیف ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی متر بعنوان سطوح مختلف تیمار فاصله ردیف کاشت در نظر گرفته شد. عملکرد سه سطح به ترتیب ۹/۲۴، ۹/۲۹ و ۹/۲۹ تن در هکتار بوده و افت کلی کمباینی برای سه سطح به ترتیب ۱۲/۲۳، ۷/۴۹ و ۷/۸۸ درصد بدست آمد. بنابراین توصیه شد فاصله ردیف بعنوان یک روش در هد کمباین اعمال گردد تا افت برداشت کمینه شود (Zhang Dongxing et al., 2009).

در حال حاضر بیشترین افت های موجود در قسمت دماغه (غلتک‌های جمع آوری کننده ذرت)، که با تنظیم نبودن صحیح باعث بیرون پریدن بلال‌ها حین برداشت می‌شوند، و قسمت کوبش می‌باشد که باعث ترک خوردگی، شکستگی، خرد شدگی و در تراکم های بالا و سرعت پیش روی نامناسب بیرون ریختن دانه ها از پشت کمباین بوجود می‌آید. مدارکی مبنی بر اندازه گیری تلفات در قسمت‌های

برداشت کمباینی با هد شش ردیفه مجهز به ادوات بردارنده برای برداشت ذرت مورد آزمون قرار گرفت و عملکرد ذرت در رطوبت ۳۲ درصد برابر با ۱۱ تن در هکتار بود. سرعت پیشروی ۱/۶۷ متر بر ثانیه و دبی محصول ۱۳/۳ کیلوگرم بر ثانیه حاصل شد و میزان دانه های شکسته ۶/۲۷ درصد بوده و جمع کل تلفات برداشت ۲/۲۸ درصد برآورد گردید (Sek et al., 1994).

در تحقیقی که در دانشگاه آیووا انجام شد اعلام کردند بیشترین افت در قسمت جلو کمباین اتفاق می‌افتد که شامل خوشه های افتاده توسط ماشین برداشت و افت دانه ها توسط غلتک‌های کشنده در قسمت دماغه کمباین می‌باشند اتلاف برداشت وقتی که رطوبت دانه بین ۱۹ تا ۲۳ درصد بوده کمترین مقدار گزارش شد. اتلاف زمانی که میزان خم شدگی ساقه ها زیاد است و مزرعه دارای علف هرز بیشتری بوده افزایش می‌یابد. مقادیر اتلاف در قسمت های مختلف برای ۸۴ کمباین که بطور تصادفی در برداشت ذرت انتخاب شده اند به ترتیب زیر می‌باشند:

افت خوشه در دماغه	۱۲۹/۷۵ kg.ha-1
افت دانه در غلتک کشنده	۷۷/۸۵ kg.ha-1
افت سیلندر کوبنده	۵۱/۹۰ kg.ha-1
افت قسمت جدا کننده	۶۰/۵۵ kg.ha-1
جمع افت در حین برداشت	۳۲۰/۰۵ kg.ha-1
اتلاف خوشه های افتاده قبل از برداشت	۱۸۱/۶۵ kg.ha-1
جمع کل افت	۵۰۱/۷۰ kg.ha-1

در این تحقیق ۱۰ درصد از کمباین‌های مورد مطالعه دارای افت کلی ۱۲۹/۷۵ کیلوگرم بر هکتار بودند (Hanna et al., 1995).

در تحقیقی دیگر اعلام شد برای برداشت ذرت دانه ای در رطوبت ۳۵٪ سرعت سیلندر کوبنده می‌بایستی ۱۰۰۰ دور بر دقیقه باشد. فاصله بین سیلندر کوبنده و ضد کوبنده ۱۹ میلی متر، بین شبکه های غربال بالائی ۱۲ میلی متر و بین شبکه های غربال پائینی ۸ میلی متر است. وقتی که کمباین با سرعت ۲/۸ کیلومتر بر ساعت کار می‌کرد، جمع کل افت دانه ذرت از حد مجاز تجاوز نمود. اگر کمباین در رطوبت بالاتری برای برداشت محصول استفاده شود میزان اتلاف دو برابر حد مجاز خواهد بود (Spokas, 1996).

در گزارش تحقیقاتی اعلام نمود رسیدن فیزیولوژیکی ذرت زمانی می‌باشد که رطوبت دانه به حدود ۳۰ درصد برسد. از رطوبت ۲۰ درصد دانه ذرت می‌توان برداشت را شروع نمود که نیاز به خشک کن‌های مزرعه ای خواهد بود. رطوبت انبارداری ایمن بین ۱۳ تا ۱۴ درصد می‌باشد (Price, 1997).

در انجام تحقیقی با عنوان بررسی اثر مرحله رسیدگی روی عملکرد و کیفیت ذرت دانه ای و کاه ذرت در سه سطح رطوبت ۳۰-۲۸، ۲۰-۲۳ و ۱۰-۱۲ درصد نتیجه گرفتند در میزان رطوبت ۱۲-۱۰ درصد عملکرد دانه روند افزایشی را نشان داده در حالی که چوب بلال، کاه ذرت، کل بقایای گیاهی و کل ماده خشک عملکرد روند کاهشی با بالا رفتن مراحل رسیدگی محصول نشان می‌دهد

بر گرفته از منابع مورد مطالعه بوده و درخصوص رطوبت دانه، سطوح رطوبتی انتخاب شده اند که ایستگاه‌های ذرت خشک کنی حاضر به دریافت ذرت‌ها در این رطوبت‌ها بوده و به کشاورز مبلغ لازم را پرداخت می‌نمایند.

نحوه اعمال تیمارها در سطوح مختلف در مراحل متفاوت بررسی و تعیین تلفات

مزرعه مورد آزمون انتخاب گردید و رطوبت دانه توسط رطوبت‌سنج دیجیتالی و مکانیکی اندازه‌گیری شد. در صورت قرارگیری رطوبت اندازه‌گیری شده در محدوده سطوح انتخابی عملیات برداشت صورت می‌گرفت. دور کوبنده توسط تاکومتر (دور سنج) اندازه‌گیری گردید و ثابت نگه داشته شد. سرعت پیشروی بر اساس اندازه‌گیری دور موتور در زمان ثابت و مسافت معین سطوح سرعت پیشروی در یک راستا اعمال گردید.

پارامترهای مورد ارزیابی و اندازه‌گیری در هر پلات آزمایشی بشرح زیر می‌باشند

اندازه‌گیری رطوبت محصول قبل از برداشت:

این اندازه‌گیری توسط دستگاه رطوبت‌سنج انجام شد. مقدار مشخصی از دانه در داخل دستگاه ریخته شد و با فشار دادن دکمه مربوطه رطوبت دانه اندازه‌گیری گردید. در مکان‌های مختلف این اندازه‌گیری تکرار و متوسط رطوبت مزرعه بدست آمد. اگر در رطوبت اندازه‌گیری شده محدوده تعریف شده در طرح بود فاکتورهای آزمایشی به مورد اجرا درآمد.

اندازه‌گیری دور کوبنده:

دور کوبنده توسط دستگاه تاکومتر یا دور سنج بطور مستقیم اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری سرعت پیشروی:

توسط کورنومتر زمان پیشروی کمباین در مسافت مشخص ثبت شده و سرعت پیشروی محاسبه گردید و دور موتور و دنده انتخابی برای این سرعت یادداشت شد.

اندازه‌گیری افت در قسمت‌های مختلف کمباین:

افت بلال قبل از برداشت

شامل بلال‌های کامل و شکسته (افت کلی بلال)، خم شده و افتاده در داخل جوی‌ها (افت بلال قبل از برداشت) که امکان بلند کردن و برداشت آن‌ها توسط هد کمباین وجود ندارد در سطح ۵۰ متر مربع جمع‌آوری و شمارش شد.

افت بلال در دماغه

افت بلال قبل از برداشت را از افت کلی بلال کم می‌کنیم تعداد بلال‌های افتاده در داخل دماغه که به طرف کوبنده هدایت نشده اند محاسبه می‌شوند.

درصد دانه‌های تلف شده توسط بلال‌ها در فاکتورهای مختلف

مختلف کمباین برداشت ذرت در دسترس نمی‌باشد فقط تنظیماتی در صورت مشاهده افت بیش از حد قابل قبول توسط کاربران انجام می‌گیرد.

نهایتاً با مرور منابع می‌توان دریافت که تیمارهای رطوبت محصول در زمان برداشت، سرعت پیشروی کمباین و سرعت سیلندر کوبنده پارامترهای اساسی در اندازه‌گیری افت‌ها می‌باشند که می‌بایستی مورد ارزیابی قرار گیرند. بنابراین این قسمت بر اساس موارد ذکر شده و اهمیت آنها در کاهش افت برداشت با کمباین طراحی و اجرا می‌گردد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از کمباین‌های معمول منطقه (جان دیر و کلاس) استفاده گردید. رطوبت دانه توسط دستگاه رطوبت‌سنج و سرعت کوبنده توسط دورسنج اندازه‌گیری شد. بعد از پلات بندی و انجام تنظیمات لازم روی کمباین تیمارهای طرح اعمال شد. در این تحقیق ابتدا نحوه اندازه‌گیری و بررسی تلفات برداشت کمباین ذرت دانه‌ای تشریح می‌شود. طرح آزمایشی مورد استفاده توضیح داده شده و پارامترهای اندازه‌گیری شده در هر پلات بیان خواهد شد. نتایج حاصل از جدول آنالیز واریانس و آزمون میانگین‌ها نیز شرح داده شده و در خصوص نتایج اخذ شده بحث می‌شود. در خاتمه پس از جمع بندی نتایج سال اول و دوم اجرای طرح، پیشنهادات و راهکارهای لازم ارائه خواهد شد.

نحوه بررسی و تعیین تلفات برداشت کمباینی ذرت دانه‌ای

بررسی و تعیین تلفات توسط اجرای طرح آزمایشی کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. این نوع طرح آزمایشی که برای ارزیابی عملکرد برداشت ذرت دانه‌ای با کمباین در مزرعه مورد استفاده قرار می‌گیرد، آزمون دقیق و کاربردی بوده و دارای نتایج محکم علمی و فنی مهمی است.

طرح آزمایشی بررسی و تعیین تلفات کمباین ذرت دانه‌ای

طرح آزمایشی ارزیابی ماشین، کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بوده است. اندازه پلات‌ها متناسب با عرض کمباین (۳ متر) در طول ۱۶/۷۷ متر برابر با ۵۰ متر مربع (۱/۲۰۰ هکتار) بوده است. فاصله بین پلات‌ها دو متر و آزمایش در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- رطوبت محصول (MC) در زمان برداشت در سه سطح ۱۹٪، ۲۳٪ و ۲۷٪-۲- سرعت کوبنده (CS) کمباین در سه سطح ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه.

۳- سرعت پیشروی (GS) کمباین در سه سطح ۰/۸، ۱/۲ و ۱/۶ متر بر ثانیه.

رقم ذرت سینگل کراس ۷۰۴ (دیررس) بوده که رقم معمول مناطق مختلف در ایران می‌باشد. مبنای انتخاب سطوح تیمارهای فوق

جدول مربوطه ثبت گردید. این عدد افت دانه را در دماغه بیان می‌کند. **افت دانه در قسمت جدا کننده**
 افت کلی دانه (افت دماغه و سیستم جدا کننده) منهای افت دانه در دماغه، افت در قسمت جدا کننده حاصل می‌شود.
جمع کل افت دانه
 مجموع افت دماغه و جدا کننده بعلاوه افت کوبنده، جمع کل افت دانه ها حاصل می‌شود.

نتایج و بحث

داده‌های حاصل از اجرای طرح آزمایشی بوسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با وارد نمودن دو ستون داده‌های مربوط به افت دانه در قسمت کوبنده و جمع کل افت دانه و اثر متقابل تیمارها آنالیز داده ها انجام شد. تیمارهای آزمایشی، سطوح تیمارها و تعداد تکرارها به ترتیب عبارتند از: تیمار رطوبت محصول در سه سطح به ترتیب بیانگر ۱۹، ۲۳ و ۲۷ درصد، سطوح تیمار سرعت کوبنده به ترتیب برابر با ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه و تیمار سرعت پیشروی کمباینی ۰/۸، ۱/۲ و ۱/۶ متر بر ثانیه می‌باشند. تجزیه مرکب داده های دو سال در جدول آنالیز واریانس نشان داده شده است (جدول ۱).

تیمارها محاسبه شده است که برترتیب زیر ارائه می‌گردد:

افت کلی دانه (افت دماغه و سیستم جدا کننده)

دانه‌های افتاده در روی زمین و آن‌هایی که هنوز به چوب بلال خرد شده چسبیده اند را در مساحت ۱ متر مربع برای هر ردیف پشت کمباین می‌شماریم تا افت کلی دانه بدست آید. بمنظور بدست آوردن افت در مساحت ۱ متر مربع، از یک قاب چوبی به همین مساحت استفاده شد. مساحت در نظر گرفته شده عرضی برابر با عرض ردیف‌های کاشته شده دارد. قاب روی هر ردیف پشت سر ماشین قرار داده شد. تعداد دانه‌های افتاده در روی زمین و داخل قاب شمارش گردید. این عدد افت کلی دانه‌های تلف شده را بیان می‌نماید و دانه‌های ریخته شده در کادر ۱ متر مربعی که زیر کمباین قرار گرفته در سه تکرار جمع آوری شده و میانگین آنها محاسبه گردیده است.

افت دانه در قسمت کوبنده

تعداد دانه‌های چسبیده به چوب بلال قبل از جابجا نمودن قاب به ردیف بعدی در پشت سر ماشین، شمارش گردید. دانه‌های کوچک در ابتدا و انتهای چوب بلال را در نظر گرفته نشد. این عدد بیان کننده افت قسمت کوبش می‌باشد.

افت دانه در دماغه

قاب روی هر ردیف برداشت شده در جلوی ماشین جایی که جدا کننده هنوز عبور نکرده است، قرار داده شد. تعداد دانه‌های ریخته شده در داخل قاب شمارش شده و بعد از گرفتن میانگین سه تکرار در

جدول ۱ - جدول آنالیز واریانس (ANOVA) (تجزیه مرکب دو سال)

Table 1- ANOVA table (combination analysis of two years)

F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
۲۶۴/۱	۹۵۸۲۱/۳	۹۵۸۲۱/۳	۱	سال
۱/۲	۴۳۶/۵	۸۷۳	۲	خطای سال (a)
۱۱۶/۷**	۴۲۳۵۲/۹	۸۴۷۰۵/۸	۲	رطوبت محصول
۱/۵	۵۵۰/۷	۱۱۰۱/۴	۲	سال × رطوبت محصول
۱/۸	۶۴۹/۳	۲۵۹۷/۱	۴	خطای سال × رطوبت محصول (b)
۲۶/۳**	۹۵۲۸/۹	۱۹۰۵۷/۸	۲	سرعت کوبنده
۱۱۰*	۳۹۹۰۹/۸	۱۵۹۶۳۹/۱	۴	رطوبت محصول × سرعت کوبنده
۶/۳	۲۲۹۰/۷	۴۵۸۱/۳	۲	سال × سرعت کوبنده
۱۰۷/۴	۳۸۹۶۳	۱۵۵۸۵۲/۱	۴	سال × رطوبت محصول × سرعت کوبنده
۰/۹	۳۳۰/۶	۳۹۶۷/۳	۱۲	خطای سال × رطوبت محصول × سرعت کوبنده (c)
۲۶/۳**	۹۵۳۹/۱	۱۹۰۷۸/۱	۲	سرعت پیشروی
۳۱/۸*	۱۱۵۳۷/۷	۴۶۱۵۰/۶	۴	رطوبت محصول × سرعت پیشروی
۳۲/۳*	۱۱۷۳۳/۸	۴۶۹۳۵/۳	۴	سرعت کوبنده × سرعت پیشروی
۴۷/۲*	۱۷۱۱۰/۶	۱۳۶۸۸۴/۶	۸	رطوبت محصول × سرعت کوبنده × سرعت پیشروی
۶۸/۶	۲۴۸۹۹/۹	۴۹۷۹۹/۸	۲	سال × سرعت پیشروی
۳۱/۸	۱۱۵۴۶	۴۶۱۸۴/۲	۴	سال × رطوبت محصول × سرعت پیشروی
۵۶/۴	۲۰۴۵۶/۲	۲۴۵۴۷۴/۶	۱۲	سال × رطوبت محصول × سرعت کوبنده × سرعت پیشروی
	۳۶۲/۸	۳۱۹۲۶/۷	۸۸	خطای آزمایش (d)
		۱۱۵۲۵۰۴	۱۶۱	جمع کل

*- وجود اختلاف با احتمال ۹۵٪، **- وجود اختلاف با احتمال ۹۹٪

جدول ۳- اثر متقابل رطوبت محصول و سرعت کوبنده بر افت کلی دانه

Table 3- Interaction of moisture content and cylinder speed on total grain loss

سرعت کوبنده (دور بر دقیقه)			رطوبت محصول (درصد)
۸۰۰	۶۰۰	۴۰۰	
۳۳/۷ ^{abc}	۱۳۱/۷	۳۱/۸ ^{ab}	۱۹
۱۲/۴ ^a	۱۶/۶ ^a	۷۶/۱ ^{bcd}	۲۳
۱۱۳	۸۷/۸	۷۲ ^{bcd}	۲۷

در هر سطر و ستون، میانگین هائی که دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی دار دارند.

اثر متقابل تیمارهای رطوبت و سرعت پیشروی کمابین نشان داد که به غیر از ترکیب فاکتور MC3GS1 با ۱۳۲/۲ گرم در مترمربع (۲۷/۲۴ کیلوگرم بر هکتار) بقیه ترکیبها در یک کلاس معنی داری بوده و در گروه a قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۴- اثر متقابل رطوبت محصول و سرعت پیشروی بر افت کلی دانه

Table 4- Interaction of moisture content and ground speed on total grain loss

سرعت پیشروی (متر بر ثانیه)			رطوبت محصول (درصد)
۱/۶	۱/۲	۰/۸	
۸۰/۸ ^a	۵۷/۹ ^a	۵۸/۶ ^a	۱۹
۳۷/۷ ^a	۲۶/۲ ^a	۴۱/۱ ^a	۲۳
۶۱/۹ ^a	۷۴/۷ ^a	۱۳۶/۲ ^b	۲۷

در هر سطر و ستون، میانگین هائی که دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی دار دارند.

اثر متقابل تیمارهای سرعت کوبنده و پیشروی کمابین نشان دادند که تنها ترکیب فاکتورهای CS3GS3 (۶/۰۲ کیلوگرم بر هکتار) و CS3GS2 (۵/۴۸ کیلوگرم بر هکتار) در گروه a قرار گرفته و بقیه ترکیبها در گروه های دیگر می باشند (جدول ۵).

جدول ۵- اثر متقابل سرعت کوبنده و سرعت پیشروی بر افت کلی دانه

Table 5- Interaction of cylinder and ground speed on total grain loss

سرعت پیشروی (متر بر ثانیه)			سرعت کوبنده (دور بر دقیقه)
۱/۶	۱/۲	۰/۸	
۶۶ ^{ab}	۵۷/۸ ^{ab}	۵۶ ^{ab}	۴۰۰
۸۴/۳ ^{ab}	۷۳/۶ ^{ab}	۷۸/۳ ^{ab}	۶۰۰
۳۰/۱ ^a	۲۷/۴ ^a	۱۰۱/۷ ^b	۸۰۰

در هر سطر و ستون، میانگین هائی که دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی دار دارند.

با استفاده از آزمون F در سطح ۵٪ و مقدار F محاسبه شده، نتیجه گرفته شده است که اختلاف معنی داری بین تیمارها و اثرات متقابل آنها وجود دارد. میانگین تیمارها در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- میانگین تیمار رطوبت دانه

Table 2- Average of moisture content, cylinder and ground speed treatments

رطوبت محصول (درصد)		میانگین %	
۱۹	۲۳	۲۷	۳۵ ^a
۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۵۹/۹ ^a
۰/۸	۱/۲	۱/۶	۷۸/۷ ^b
۱۹	۲۳	۲۷	۶۵/۸ ^b
۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۳۵ ^a
۰/۸	۱/۲	۱/۶	۶۰/۹ ^c

در هر ستون، میانگین هائی که دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی دار دارند.

کمترین میزان افت کلی دانه با ۳۵ گرم (۷ کیلوگرم بر هکتار) در تیمار رطوبت ۲۳ درصد محصول رخ داده است و افتهای مربوط به رطوبت های محصول در سطوح بالا و پایین در کلاس های بعدی قرار می گیرند. بالا ترین میزان افت کلی دانه با ۹۰/۹ گرم (۱۸/۱۸ کیلوگرم بر هکتار) در تیمار رطوبت ۲۷ درصد محصول حادث شده است.

کمترین افت در تیمار سرعت کوبنده مربوط به فاکتور ۴۰۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه بترتیب با ۵۹/۹ و ۵۳ گرم (۱۱/۹۸ و ۱۰/۶ کیلوگرم بر هکتار) بوده و اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند در حالی که فاکتور بعدی ۶۰۰ دور در دقیقه در گروه b قرار می گیرد و با دو فاکتور قبلی اختلاف معنی داری را نشان می دهد که نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است. بنابراین بایستی از سرعت ۴۰۰ بجای ۸۰۰ دور در دقیقه استفاده شود.

در تیمار سرعت پیشروی کمابین فاکتورهای سرعت ۱/۲ و ۱/۶ متر بر ثانیه بترتیب با ۵۲/۹ و ۶۰/۱ گرم (۱۰/۵۸ و ۱۲/۰۲ کیلوگرم بر هکتار) کمترین افت را نشان دادند در حالی که فاکتور سرعت سطح اول در گروه b قرار گرفت که در جدول ۲ نتایج اخذ شده مشاهده می شود.

کمترین مقدار افت کلی دانه در اثر متقابل تیمارهای رطوبت و سرعت کوبنده در ترکیب های MC2CS3 با ۱۲/۴ گرم (۲/۴۸ کیلوگرم بر هکتار) و MC2CS2 با ۱۶/۶ گرم (۳/۳۲ کیلوگرم بر هکتار) بودند و ترکیب های دیگر در گروه های بعدی قرار می گیرند که به علت اختلاف معنی داری زیاد از نوشتن حروف صرف نظر شده است (جدول ۳).

مناسب‌ترین سطح سرعت پیشروی کمباین توصیه می‌گردد.

نتیجه گیری

مناسب‌ترین سطح رطوبت دانه ۲۳ درصد با ۷ کیلوگرم بر هکتار افت کلی دانه بدست آمد که با بقیه سطوح تیمار اختلاف معنی داری داشت.

سطح‌های CS1 و CS3 (۴۰۰ و ۸۰۰ دور در دقیقه) از تیمار سرعت کوبنده با ۱۱/۳ کیلوگرم بر هکتار افت کلی دانه در یک گروه قرار گرفتند که با در نظر گرفتن متوسط عملکرد استان قزوین در سال زراعی ۸۳-۸۲، ۷۷۳۷ کیلوگرم در هکتار، افت قابل قبولی حاصل شده است.

مناسب‌ترین سرعت پیشروی کمباین ۱/۲ متر بر ثانیه با ۱۰/۵۸ کیلوگرم بر هکتار افت کلی دانه حاصل شد که با فاکتور ۱/۶ متر بر ثانیه در یک گروه قرار گرفتند. همچنین برای رطوبت دانه بالای ۲۷ درصد سرعت پیشروی ۱/۲ متر بر ثانیه توصیه می‌شود.

باعنایت به اینکه تاخیر در برداشت باعث افزایش افت بلال قبل از برداشت می‌شود لذا برداشت می‌بایستی در زمان مناسبی انجام شود تا این افت کمینه گردد و در حقیقت توجه با انجام شدن بموقع عملیات برداشت ضروری است بطوری که در نتایج Hanna و همکاران نیز به آن اشاره شد.

در مواقعی که کشاورز مجبور به برداشت در رطوبت‌های بالای ۲۷ درصد باشد می‌بایستی سرعت کوبنده سطح CS3 (۸۰۰ دور در دقیقه) و سرعت پیشروی سطح GS2 (۱/۲ متر بر ثانیه) استفاده گردد تا میزان افت بلال در دماغه کمینه شده و کوبش محصول بطور کامل انجام شود.

بیشترین مقدار افت زمانی حادث می‌شود که تاخیر در زمان کاشت صورت می‌گیرد. لذا کشاورز به منظور برداشت هر چه سریعتر محصول خود و کاشت محصول بعدی به برداشت با رطوبت بالای ۲۷ درصد اقدام می‌نماید. کاشت و برداشت به موقع به منظور ضرورت به موقع انجام شدن عملیات برداشت در رطوبت ذکر شده توصیه می‌گردد.

آموزش رانندگان کمباین برای انجام برداشت صحیح و تنظیمات مورد نیاز با توجه به رطوبت محصول ضروری می‌باشد. با اندازه گیری دقیق رطوبت محصول در زمان برداشت و انجام تنظیمات مربوطه روی کمباین از افت‌های بوجود آمده کاسته خواهد شد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری‌های بی‌شائبه ریاست محترم بخش و زحمات جناب آقای مهندس ابراهیم نجفی کارشناس محترم بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه

اثر متقابل سه تیمار رطوبت دانه، سرعت کوبنده و سرعت پیشروی کمباین نشان دادند که ترکیب فاکتورهای MC2CS3GS1-3, MC2CS2GS2, MC1CS1GS3 و MC2CS2GS3 در گروه a با کمترین افت کلی دانه (۲/۶ کیلوگرم بر هکتار) قرار می‌گیرند و بقیه ترکیبات در گروه‌های بعدی قرار دارند. آزمون میانگین تیمارها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ انجام گرفت که نتایج در جدول ۶ نشان داده شده است. فاکتورهای MC2، CS3، CS1، GS3 و GS2 به ترتیب از تیمارهای رطوبت دانه، سرعت کوبنده و سرعت پیشروی کمباین دارای کمترین افت کلی دانه می‌باشند.

جدول ۶- نتایج آزمون میانگین تیمارها با آزمون دانکن
Table 6- Results of treatments average test using Donkan test

تیمار	رطوبت محصول (درصد)			میانگین (درصد)		
	۲۳	۱۹	۲۷	۳۵ ^a	۶۵/۸ ^b	۹۰/۹ ^c
دور کوبنده (دور در دقیقه)	۸۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۵۳ ^a	۵۹/۹ ^a	۷۸/۷ ^b
سرعت پیشروی (متر بر ثانیه)	۱/۲	۱/۶	۰/۸	۵۲/۹ ^a	۶۰/۱ ^a	۷۸/۷ ^b

در هر سطر و ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف غیر مشترک هستند، اختلاف معنی دار دارند.

بطور کلی، در تیمار رطوبت دانه سطوح MC1 (۱۹ درصد) و MC3 (۲۷ درصد) در گروه‌های b و c قرار گرفته و با سطح MC2 (۲۳ درصد) اختلاف معنی داری دارند که با نتایج تحقیقات Hanna و همکاران نیز مطابقت دارد. در تیمار سرعت کوبنده با در نظر گرفتن افت کلی دانه سطوح CS1 (۴۰۰ دور در دقیقه) و CS3 (۸۰۰ دور در دقیقه) در یک گروه (a) قرار گرفته و سطح CS2 (۶۰۰ دور در دقیقه) در گروه دیگر جای دارد و این موضوع به این دلیل می‌باشد که برای رطوبت‌های حدود ۱۹ تا ۲۳ درصد مناسب‌ترین سرعت کوبنده ۴۰۰ دور در دقیقه بوده و افزایش سرعت کوبنده باعث افزایش افت آن خواهد بود که در نتایج این روند مشاهده می‌شود. ولی در سطح ۸۰۰ دور در دقیقه در محدوده رطوبت ۱۹ تا ۲۳ درصد افت کوبنده کم شده و با سرعت ۴۰۰ دور در دقیقه در یک کلاس معنی داری قرار می‌گیرند لذا می‌توان از رطوبت بالای ۲۷ درصد محصول، سرعت ۸۰۰ دور در دقیقه را پیشنهاد نمود که در این صورت دانه‌ای به چوب بلال نچسبیده و کوبش بطور کامل انجام خواهد شد. در نهایت سطح GS2 (۱/۲ متر بر ثانیه) در تیمار سرعت پیشروی کمباین، که Sek و همکاران نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیده‌اند، با سطوح GS3 (۱/۶ متر بر ثانیه) در یک گروه قرار گرفته و با GS1 (۰/۸ متر بر ثانیه) اختلاف معنی داری را نشان می‌دهد و

منابع

- 1- Agricultural statistics. 2006-2007. Agricultural Ministry. Planning & economical deputy. Statistics and information technology office. Farming database. Available on site: <http://www.agri-jahad.ir>.
- 2- Hanna H.M., and Fossen L.V. 1995. Profitable Corn Harvesting, Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University.
- 3- Hanna H.M., Kohl K.D., and Haden D.A. 2002. Machine losses from conventional versus narrow row corn harvest. Applied engineering in agriculture_ Vol. 18(4):405-409. ASABE.
- 4- Karpenko V.D. 1997. New method of harvesting maize, Tekhnika-V-Sel'skom-Khozyaistive.
- 5- Modarres Razavi M. 1996. Grain Harvesting Equipment-Binders, Threshers, Combine Harvesters. Emam reza university. Astan ghods razavi publication.
- 6- Mostofi Sarkari M.R. 2005. Investigation & Determination of Corn Combine Harvester Losses to Introduce an Appropriate Methods to Reduce Losses. Research project report. Agricultural Engineering Research Institute. Published No. 84/1406.
- 7- Price T. 1997. Growing dryland maize, Agricultural Extension Office, Northern Territory, Australia.
- 8- Sek T., Przybyl J., and Kowalik I. 1994. Energy inputs and operational efficiency of Claas Commandor 228 CG combine when harvesting maize, Zeszyty-Problemy-Postepow-Nauk-Rolniczych.
- 9- Shay C., Ellis L.V., and Hires W. 1999. Measuring and Reducing Corn Harvesting Losses, Departement of Agricultural Engineering, University of Missouri-Columbia.
- 10- Singh V., Yang P., Moreau R.A., Hicks K.B., and Eckhoff S.R. 2001. Effect of Harvest Moisture Content and Ambient Air Drying on Maize Fiber Oil Yield and its Phytosterol Composition, WILEY-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Fed. Rep. of Germany.
- 11- Spengler A., Mehne S., Feiffer A., and S.B. 2003. Combine harvesting at large scale enterprises in Europe. Electronic proceedings of the international conference on crop harvesting and processing, 9-11 Feb. 2003. ASAE Pub. # 701P1103e.
- 12- Spokas L. 1996. Analysis of harvesting very wet wheat. Zemes-Ukio-Inzinerija, -Mokslo-Darbai.
- 13- Tolera A., Sundstool F., and AN. Said. 1998. The effect of stage of maturity on yield and quality of maize grain and stover, animal-Feed-Science-and Technology.
- 14- Zang Dongxing J. Liu, Tao Cui and Yan Long Li. 2009. Effects of different row space on corn yield and machinery harvesting losses. ASABE paper No: 096178.