بررسی کمباین جدید برداشت ذرت بذری جهت کاهش تلفات در منطقه مغان

رضا ادیبان [*۱]، مختار اسد پور اصل [۲]، یاور کیومرثی متعلق [۳]، فرزین پرچمی عراقی [۱]

۱. بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل (مغان)، ایران (r.adiban@areeo.ac.ir)
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی بیوسیستم، ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

اهمیت و کاشت محصول ذرت به‌عنوان محصولی کلیدی در زنجیره محصولات تغذیه‌ای بر کسی پوشیده نیست. یکی از ارکان تولید ذرت با بهره‌وری بالا، دسترسی به بذر ذرت با خلوص ژنتیکی، فیزیکی و قدرت جوانه‌زنی بالا می‌باشد و منطقه مغان به‌عنوان قطب اصلی تولید بذر ذرت در کشور مطرح است. تولید ذرت بذری در منطقه مغان سبب ورود ماشین‌آلات برداشت بروز شده است. این کمباین‌ها ازلحاظ فنی بر سامانه‌های برداشت سابق ترجیح داده می‌شوند. به‌منظور تعیین بهترین شرایط برداشت ذرت بذری (بر اساس تلفات کلی) طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تلفات کلی در قالب سه تیمار اصلی موردبررسی قرار گرفت. تیمارها شامل میزان رطوبت محصول قبل از برداشت (شرایط محیطی) در سه سطح ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد، سرعت پیشروی ۱۰، ۱۱ و ۱۲ کیلومتر بر ساعت و سرعت برش ۸۹۰، ۹۱۰ و ۹۴۰ دور در دقیقه بود. نتایج بررسی‌ها نشان داد که مناسب‌ترین سطح رطوبت هنگام برداشت ۳۰ درصد، سرعت پیشروی ۱۰ کیلومتر بر ساعت و سرعت برش ۹۱۰ دور بر دقیقه بودند. بهترین ترکیب نسخه برداشت در رطوبت ۳۰ درصد با سرعت پیشروی ۱۰ کیلومتر بر ساعت و سرعت برش ۹۱۰ دور بر دقیقه جهت استفاده صاحبان کمباین ارائه شد.

کلمات کلیدی: *افت، رطوبت، سامانه برداشت، سرعت برش، سرعت پیشروی، کمباین بورگوین.*

[*]نویسنده مسئول: r.adiban@areeo.ac.ir

بررسی کمباین جدید برداشت ذرت بذری جهت کاهش تلفات در منطقه مغان

مقدمه

ذرت یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین محصولات کشاورزی در جهان است. سطح زیر کشت ذرت در دنیا ۱۴۰ میلیون هکتار و در ایران حدود ۶۰ هزار هکتار گزارش‌شده است [۱]. ازنظر تولید بعد از گندم و برنج، ذرت سومین محصول در میان غلات می‌باشد و با توجه به افزایش کاشت این محصول، پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۰ تولید دانه ذرت در میان محصولات دیگر مقام اول را کسب کند [۲]. ذرت گیاهی است با دوره رویشی نسبتاً کوتاه که میزان عملکرد محصول دانه آن در واحد سطح نسبت به گیاهان مشابه به‌مراتب بیشتر بوده و می‌تواند قسمتی از نیاز جامعه بشری را پاسخگو باشد. درواقع، بالا بودن سطح زیر کشت ذرت به علت قدرت تطابق آن با شرایط گوناگون اقلیمی می‌باشد، لذا این محصول جزء عمده‌ترین محصولات مناطق معتدله، معتدله گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب بشمار می‌رود [۴-۳]. به‌جز قدرت سازگاری بالا با شرایط اقلیمی، عوامل دیگری شامل مقاومت نسبت به خشکی و ورس، مقاومت به گرما و سرما، عملکرد زیاد در هکتار، قابلیت مکانیزه کردن کاشت و داشت و برداشت، قابلیت وارد شدن به‌تناوب، پذیرش کشت‌های متوالی و مصارف متنوع در گسترش کشت این محصول مؤثر بوده‌اند. طی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در ایران از ۴۱۹۶۰ هکتار به ۲۹۵۰۰۰ هکتار افزایش‌یافته است [۳]. طی همین دوره متوسط عملکرد ذرت دانه‌ای کشور از ۴۵۰۰ به حدود ۷۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ارتقاءیافته است [۱]. همچنین اساس زراعت ذرت بر مبنای استفاده از ارقام هیبرید ذرت بنانهاده شده است و به‌موازات آن با تقویت امکانات بالقوه داخل کشور، زمینه تولید بذر نیز در داخل فراهم گردیده است.عملیات برداشت، یکی از مهم‌ترین مراحل تولید بذر ذرت می‌باشد. برداشت مکانیزه ذرت سبب توسعه تولید این محصول در جهان شده است و استقبال از برداشت مکانیزه ذرت بذری روزبه‌روز در حال افزایش است [۵]. از مهم‌ترین مزایای روش مکانیزه برداشت می‌توان به افزایش بهره‌وری، انجام به‌موقع عملیات برداشت و کاهش نیروی کارگری در فصلی که تقاضا به‌شدت بالا است، می‌توان اشاره کرد. روش و تجهیزات برداشت به الگوی کاشت، نوع زراعت، و شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد [۶]. زمان برداشت، سامانه برش، جدایش ساقه از بلال و سامانه انتقال ماشین برداشت ذرت بذری نقش بسزایی در جنبه‌های کیفیت بذر خواهد داشت. در حال حاضر حدود ۸۰ درصد از ذرت بذری کشور در دشت مغان تولید می‌شود [۳]. در این راستا، تولید بذر باکیفیت بالا هدف کلیه تولیدکنندگان بذر هیبرید ذرت در دشت مغان محسوب می‌شود. قابلیت جوانه‌زنی، بنیه، قابلیت ماندگاری و سلامت بذر، ازجمله مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر محسوب می‌گردد. برداشت بذر ذرت در دشت مغان با روش‌های مکانیکی و دستی انجام می‌شود که تأثیر این روش‌ها بر کیفیت بذر متفاوت می‌باشند. در حال حاضر به علت هزینه و نبود نیروی کارگری برداشت دستی در حال منسوخ شدن است. از طرفی برداشت با کمباین می‌تواند به بذر آسیب وارد کند و جداسازی بذرهای آسیب‌دیده و از توده بذر در این روش دشوار می‌باشد. آسیب مکانیکی بذرها ممکن است به علت سایش و ضربه ایجاد شود. سایش از طریق خراش پوسته بذر و اندام‌های عمده خارجی، موجب خسارت دیدن بذر می‌شود. از طرفی، ضربه ممکن است سبب کوفتگی (داخلی یا خارجی) و یا تخریب بافت شود. لذا سامانه برداشت ذرت بذری با چالش آسیب دیدن و کاهش کیفیت بذر روبرو است[۷]. درواقع صدمات مکانیکی باعث کاهش قابلیت نگهداری، کاهش درصد جوانه‌زنی و قدرت رویشی بذر و درنتیجه کاهش عملکرد محصول می‌شود. در کشورهای صنعتی برداشت ذرت با پیکرهاسگرهای با ظرفیت بالا انجام می‌شود. این روش برداشت سبب کوتاه‌تر شدن زمان برداشت ذرت و کاهش افت‌های طبیعی می‌شود [۸]. دومانویچ و همکاران (۱۹۹۵) به ارزیابی کمباین خودگردان شرکت بورگوین پرداختند. نتایج

حاکی از این بود که ازلحاظ زمان صرف شده برای برداشت نسبت به روش‌های مرسوم عملکردی بهتری ارائه کرد. از طرفی میزان پوست‌کنی برای ارقام مختلف بین ۸۱ تا ۹۸ درصد و میزان افت بین ۲/۸ تا ۷/۴ درصد بود [۹]. در منطقه مغان برداشت مکانیکی اکثراً توسط کمباین‌های برداشت غلات با تعویض هد (شامل جان دیر۹۵۵، نیوهلند و کلاس) و نسل جدید پیکرهاسکرهای خودگردان (بورگوین) انجام می‌شود. در حال حاضر اقبال کشاورزان نسبت به برداشت ذرت بذری با پیکرهاسکر خودگردان بسیار بالا است. مبصر و نیا منش (۱۳۹۶) در تحقیقی به بررسی ماشین‌های برداشت ذرت بذری پرداختند. در این مطالعه چهار روش برداشت شامل برداشت با دست، برداشت با کمباین ویژه غلات، برداشت با پیکرهاسگر خود کششی و برداشت با پیکر هاسکر پشت تراکتوری در دشت مغان بررسی شد. نتایج نشان داد که در پارامترهای ضایعات، درصد جوانه‌زنی و شکستگی‌های بذر، روش دستی عملکرد بهتری از خود نشان داد[۱۰]. با توجه به سیستم‌های مختلف برداشت، هدف اصلی این پژوهش ارزیابی کمباین جدید بورگوین خودگردان پیکرهاسکر و تعیین بهترین پارامترها در جهت نیل به کمترین افت با نگرش قابلیت اجرا توسط صاحبان کمباین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور اجرای تحقیق مزارع کشت ذرت بذری شرکت کشت و صنعت مغان واقع در شهرستان پارس‌آباد انتخاب و عملیات داده-برداری از کمباین جدید در سال ۱۳۹۷ انجام شد (شکل ۱). آزمایش‌ها در قالب طرح آماری فاکتوریل ۳×۳ بر پایه کرت‌های کاملاً تصادفی و به‌صورت تحلیل واریانس انجام شد. متغیرهای مستقل پژوهش شامل میزان رطوبت محصول در زمان برداشت در سه سطح ۲۰ ، ۲۵ و ۳۰ درصد، سرعت پیشروی در سه سطح ۱۰ ۱۱ و ۱۲ و سرعت دورانی برش در سه سطح ۸۹۰ و ۹۱۰، ۹۶۰ بود. اندازه‌گیری‌ها از روز اول برداشت آغاز و تا اتمام برداشت ادامه یافت. به‌منظور یکسان‌سازی در انتخاب نمونه آماری، از روش نمونه‌گیری حذفی و به‌صورت کاملاً تصادفی استفاده شد. بدین صورت که، از بین جامعه آماری تحقیق (کلیه مزارع ذرت بذری شرکت کشت و صنعت) مزارعی که واریته، عملکرد ، شیب ، شکل هندسی و ....تقریباً یکسانی داشتند، شناسایی گردیده و به طور تصادفی، نمونه‌ها از بین این مزارع انتخاب شدند. پس از بررسی مزارع، با توجه به تمام شرایط و حذف مزارع ناهمگن، دو مزرعه با سه تکرار انتخاب گردید. متغیرهای وابسته این پژوهش شامل بازده مزرعه‌ای، افت دماغه و افت واحد انتقال و افت کلی می‌باشد. جهت تعیین مقدار واقعی ضایعات ذرت بذری در هر روز مزرعه تلفات برداشت به تفکیک افت دماغه و افت کیفی واحد انتقال محاسبه گردید. علاوه برافت کمباین عوامل دیگر مثل رطوبت محصول، سرعت پیشروی و سرعت برش (سرعت انتقال تابعی از سرعت برش دماغه بود) که در افت دانه‌ها مؤثرند اندازه‌گیری شدند. در هرکدام از تیمارها مقدار افت دماغه و افت واحد انتقال محاسبه شد.

شکل ۱:کمباین جدید بورگوین

نحوه محاسبه پارامترهای مورد نیاز:

افت طبیعی(PHL): در هر مزرعه در گام اول افت طبیعی قبل از ورود کمباین به مزرعه برآورد شد. این افت شامل بلال‌های افتاده و خارج از دسترس کمباین را شامل می‌شد. برای محاسبه مقدار این افت، قبل از اینکه کمباین وارد مزرعه شود با انداختن قاب چوبی به ابعاد ۵۰*۵۰ متر در ۱۰ نقطه از هر مزرعه به‌طور تصادفی و جمع‌آوری دانه‌ها و بلال‌های افتاده بر زمین و ساقه‌های خوابیده ذرت که از دسترس خارج‌شده بود اندازه‌گیری شد.

افت دماغه(DL): برای محاسبه افت دماغه، سطحی که توسط کمباین برداشت‌شده بود را مورد پایش قراردادیم و افت‌های ناشی از آن‌که روی زمین به‌صورت بلال یا دانه برداشت شد.

افت واحد انتقال (TL): واحد انتقال به دلیل جابه‌جایی ذرت، ممکن بود که دانه را از بلال جدا کرده و موجب آسیب دهی فیزیکی دانه گردد. لذا برای به دست آوردن افت در این واحد به‌صورت تصادفی از مقدار دانه‌ها و بلال‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. افت واحد انتقال بر اساس دانه‌های غیرقابل‌دسترس شامل دانه‌های خردشده و آسیب‌دیده محاسبه شد.

افت کلی(HL): برابر حاصل جمع افت دماغه و افت واحد انتقال.

عملکرد مزرعه‌ای: برای برآورد عملکرد مزرعه‌ای از یک قاب ۵۰ × ۵۰ سانتیمتر در سه تکرار از مزرعه به صورت تصادفی انداخته و نمونه‌برداری شد و سپس بلال‌ها برداشت و عملکرد دانه‌ای محاسبه و درنهایت عملکرد مزرعه در هکتار برآورد گردید.

سرعت پیشروی و سرعت دورانی برش: کمباین مجهز به تنظیم سرعت پیشروی و سرعت دورانی برش بود و تیمارهای سرعت بر اساس تنظیمات تعیین شد.

ظرفیت تئوری: عبارت است از میزان دانه‌ای که کمباین به صورت تئوری در واحد زمان می‌تواند برداشت نماید و از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$Cm_t = \frac{s.w.Y}{10} \qquad (۱)$$

که Cm_t: ظرفیت تئوری کمباین، S: سرعت پیشروی کمباین (کیلومتر بر ساعت)، W: عرض شانه برش (متر) و Y: عملکرد مزرعه (تن در هکتار) است.

ظرفیت مؤثر کمباین: عبارت است از میزان دانه‌ای که کمباین در واحد زمان و با لحاظ نمودن تلفات ناشی از کار کمباین برداشت می‌نماید و با استفاده از رابطه ۲ به دست آمد.

$$Cm_e = \frac{M}{T} \qquad (۲)$$

که Cme: ظرفیت مؤثر کمباین M: میزان دانه برداشت‌شده(تن در هکتار) وT : زمان انجام عملیات (ساعت در هکتار) بود.

بازده مزرعه‌ای کمباین: شاخصی است که بازده کمباین را در استفاده زمان‌های مفید و غیرمفید در برداشت را نشان می‌دهد و از نسبت میزان دانه‌ای که کمباین می‌تواند به‌صورت تئوری برداشته می‌کند به میزان دانه‌ای که کمباین به‌صورت مزرعه‌ای (واقعی) برداشت می‌نماید به دست می‌آید. رابطه ۳ روش محاسبه را بازده را نشان می‌دهد.

$$e = \frac{Cm_e}{Cm_t} \times 100 \qquad (۳)$$

که e بازده مزرعه‌ای کمباین می‌باشد.

برای اندازه‌گیری درصد رطوبت دانه ذرت از دستگاه رطوبت‌سنج مدل FARMEX MT-PRO استفاده گردید. بدین منظور پس از نمونه‌گیری از مخزن، نمونه‌ها در ظروف آب‌بندی‌شده به آزمایشگاه منتقل و رطوبت آن‌ها اندازه‌گیری شد. نظر به این‌که داده‌ها در طول فصل برداشت شد، میزان رطوبت محصول در زمان برداشت در سه سطح ۲۰ ، ۲۵ و ۳۰ درصد متغیر بود. زمان انجام عملیات با کرونومتر اندازه‌گیری و برای هر تکرار با واحد ثانیه ثبت شد. بدین منظور، حرکت کمباین از طریق یک ردیاب GPS ردیابی شد و متعاقب آن کمباین مساحت‌های برداشت‌شده را ارائه داد و برای افزایش دقت، هم‌زمان مساحت برداشت‌شده به‌صورت دستی نیز اندازه‌گیری شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به‌صورت تحلیل واریانس در قالب آزمایش فاکتوریل و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 انجام گرفت. در تمامی آزمون‌های انجام‌شده سطح معنی‌داری ۵ درصد در نظر گرفته شد و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد.

نتایج

تأثیر رطوبت، سرعت پیشروی و سرعت برش بر ظرفیت و بازده مزرعه‌ای

نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌های مربوط به ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در جدول ۱ بیان‌شده است. نتایج نشان داد که اثر سطوح مقدار رطوبت بر ظرفیت مزرعه‌ای و بازده مزرعه‌ای کمباین اثر معنی‌دار نداشت. میانگین ظرفیت مزرعه‌ای در رطوبت ۲۰ درصد معادل ۵/۳۳، در رطوبت ۲۵ درصد ۵/۵۲ و در رطوبت ۳۰ درصد ۵/۴۲ تن در ساعت بود. این نتایج با یافته‌های قاسمی نژاد همخوانی داشت [۱۲]. از طرفی سرعت برش و سرعت انتقال بلال‌ها که تابعی از سرعت برش بودند هم تأثیر معناداری بر ظرفیت مزرعه‌ای نداشت. در این میان سرعت پیشروی در سطح احتمال ۱ درصد روی ظرفیت مزرعه‌ای معنی‌دار بود. ازآنجاکه ظرفیت مزرعه‌ای کمباین ذرت بازمان مورد نیاز برداشت، رابطه معکوس دارد لذا هر عاملی که موجب کاهش زمان مورد نیاز اجرای عملیات برداشت شود، ظرفیت مزرعه‌ای را افزایش خواهد داد. نتایج بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به‌سرعت ۱۲ کیلومتر بر ساعت بود. از طرفی بر اساس نتایج در جدول ۱، اثر سطوح مختلف بر بازده مزرعه‌ای کمباین معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین رطوبت بر بازده مزرعه‌ای نشان داد که بازده مزرعه‌ای در رطوبت ۲۰، ۲۵ و ۳۰ به ترتیب ۸۵/۳۳، ۸۴/۹۱ و ۸۲/۷۶ درصد بود. این نتایج برخلاف نتایج محققی بود که مشابه آزمایش فوق را برای کمباین برداشت گندم انجام داده بودند که در آن پژوهش با کاهش رطوبت گندم بازده افزایش یافت [۱۳]. علت تفاوت نتایج این پژوهش را می‌توان به نوع محصول و سیستم برداشت ذرت بذری ربط داد. در برداشت گندم میزان رطوبت بالا سبب افزایش زمان فرآیند برش ساقه، خرمن‌کوبی و جدایش در کمباین می‌شود درصورتی‌که در برداشت بلال تمرکز بیشتر بر روی برش و انتقال به مخزن کمباین است و عدم معنی‌داری رطوبت در برابر

بازده مزرعه‌ای توجیه‌پذیر است. از طرفی میزان سرعت برش و اثرات متقابل تیمارها هم بر بازده مزرعه‌ای معنی‌دار نشد.بر اساس داده‌های جدول ۱ مشخص شد که اثر سرعت پیشروی بر بازده مزرعه‌ای کمباین معنی‌دار شد. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که بازده مزرعه‌ای یک سامانه برداشت وابسته به ظرفیت مزرعه‌ای تئوری ماشین، قدرت مانور، الگوی کاشت، عملکرد محصول، سرعت پیشروی می‌باشد. بنابراین در این پژوهش عامل مهم تأثیرگذار بر ظرفیت کمباین سرعت پیشروی بود.

جدول ۱: جدول تجزیه واریانس (ANOVA) اثرات سطوح رطوبت سرعت پیشروی و سرعت برش بر ظرفیت و بازده مزرعه‌ای - کمباین

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)	
		ظرفیت مزرعه‌ای (تن/ساعت)	بازده مزرعه‌ای (٪)
رطوبت	۲	۳/۴۰^{ns}	۱۶/۸۰^{ns}
سرعت پیشروی	۲	۱۲/۶۶**	۳۳/۹۷**
سرعت برش	۲	۳/۱۳^{ns}	۵/۸۷^{ns}
رطوبت*سرعت پیشروی	۴	۴/۴۴^{ns}	۷/۱۱^{ns}
رطوبت*سرعت برش	۴	۱/۲۶^{ns}	۶/۱۷^{ns}
سرعت برش*سرعت پیشروی	۴	۲/۲۸^{ns}	۳/۰۸^{ns}
سرعت برش*سرعت پیشروی*رطوبت	۸	۳/۳۴^{ns}	۵/۴۲^{ns}
خطا	۵۴	۶/۰۵	۴/۳۶
کل	۸۰	-	-

تأثیر رطوبت، سرعت پیشروی و سرعت برش بر تلفات مزرعه‌ای کمباین

تأثیر سطوح تیمارها بر تلفات مزرعه‌ای با استفاده از آزمون آنالیز واریانس (F) در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها (رطوبت، سرعت پیشروی و سرعت برش) و اثرات متقابل آن‌ها وجود دارد (جدول ۲). میانگین تیمارها نیز در جدول ۳ نشان داده‌شده است.

جدول ۲: : جدول تجزیه واریانس (ANOVA) اثرات سطوح رطوبت سرعت پیشروی و سرعت برش بر تلفات کلی کمباین

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)
		تلفات کلی (درصد)
رطوبت*سرعت پیشروی	۴	۴/۴۴**
رطوبت*سرعت برش	۴	۱/۲۶*
سرعت برش*سرعت پیشروی	۴	۲/۲۸*
سرعت برش*سرعت پیشروی*رطوبت	۸	۳/۳۴*
خطا	۵۴	۶/۰۵
کل	۸۰	-

جدول ۳: میانگین افت کلی در سطوح مختلف تیمارها

تیمار	سطوح			میانگین افت‌ها	
رطوبت محصول(درصد)	۲۰	۲۵	۳۰	۳/۱۰b	۲/۸۵a
سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)	۱۰	۱۱	۱۲	۳/۹۰b	۴/۲۰c
سرعت برش (دور در دقیقه)	۸۹۰	۹۱۰	۹۴۰	۳/۶۴b	۳/۹۴c

کمترین میزان افت کلی دانه با ۲/۸۵ در تیمار رطوبتی ۳۰ درصد محصول رخ‌داده است و افت‌های مربوط به سطوح دیگر رطوبت در کلاس‌بندی دیگر قرارگرفته است. بالاترین میزان افت کلی در تیمار رطوبت ۲۰ درصد به میزان ۳/۷۵ درصد حادث‌شده است. روند کلی مشاهدات نشان داد که با افزایش رطوبت میزان افت کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج کمترین افت در تیمار سرعت پیشروی مربوط به سطح ۱۰ و ۱۱ کیلومتر بر ساعت به ترتیب با افت ۳/۷۷ و ۳/۹۰ درصد بود (جدول ۳). این دو گروه ازلحاظ آزمون اختلاف معنی‌داری میانگین‌ها در یک کلاس‌بندی قرارگرفته‌اند. از طرفی، فاکتور سرعت پیشروی ۱۲ کیلومتر بر ساعت داری بیشترین افت بوده و ازلحاظ اختلاف میانگین با دو سطح قبلی معنی‌دار بود (جدول ۳).

بیشترین میزان افت کلی دانه در تیمار سرعت برش متعلق به‌سرعت ۸۹۰ و ۹۶۰ دور بر دقیقه به ترتیب با ۴/۱۲ و ۳/۹۴ درصد بود. اما کمترین میزان افت کلی مربوط به‌سرعت پیشروی ۹۱۰ دور در دقیقه با ۳/۶۶ درصد مشاهده شد که با دو سطح ۸۹۰ و ۹۶۰ دور بر دقیقه دارای اختلاف معنی‌داری بود.

جدول ٤: اثر متقابل رطوبت محصول و سرعت پیشروی برافت کلی

رطوبت (درصد)	سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)		
	۱۰	۱۱	۱۲
۲۰	۳/۷۴b	۳/۸۰b	۴/۱۴c
۲۵	۳/۵۵b	۳/۸۸b	۴/۱۱c
۳۰	۲/۳۰a	۳/۴۵b	۴/۰۱c

جدول ۵: **اثر متقابل رطوبت محصول و سرعت برش برافت کلی**

رطوبت (درصد)	سرعت برش (دور بر دقیقه)		
	۸۹۰	۹۱۰	۹۶۰
۲۰	۳/۷۴b	۳/۸۰b	۴/۱۴c
۲۵	۳/۵۵b	۳/۸۸b	۴/۱۱c
۳۰	۳/۴۵b	۲/۵۱a	۴/۰۱c

بررسی اثرات متقابل رطوبت و سرعت پیشروی نشان داد که کمترین مقدار افت دانه مربوط به ترکیب ۳۰ درصد رطوبت و ۱۰ کیلومتر بر ساعت سرعت پیشروی با میزان افت کلی ۲/۳۰ درصد بود و ترکیب‌های دیگر در کلاس بعدی قرار می‌گیرند (جدول ۴). بر اساس نتایج در جدول ۵ کمترین مقدار افت کلی دانه در اثر متقابل رطوبت و سرعت برش ۲/۵۱ درصد بود که در ترکیب رطوبت ۳۰ درصد و سرعت برش ۹۱۰ دور بر دقیقه به دست آمد.

جدول ۶: **اثر متقابل رطوبت سرعت پیشروی و سرعت برش برافت کلی**

سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)	سرعت برش (دور بر دقیقه)		
	۸۹۰	۹۱۰	۹۴۰
۱۰	۲/۷۰a	۲/۹۰a	۳/۷۷b
۱۱	۳/۴۶b	۳/۸۱b	۴/۰۲c
۱۲	۳/۵۶b	۳/۶۹b	۴/۱۶c

نتایج مربوط به اثر متقابل سرعت پیشروی و سرعت برش نشان داد که بهترین ترکیب این دو تیمار برای رسیدن به کمترین افت کلی تیمارهای سرعت پیشروی ۱۰ کیلومتر بر ساعت با ۸۹۰ و ۹۱۰ دور بر دقیقه بود.

به‌طورکلی نتایج حاکی از این بود که مقدار رطوبت ۳۰ درصد موجب کاهش افت کلی شد. علت این امر به‌واسطه این است که در رطوبت ۳۰ درصد امکان جدایش بلال از ساقه بیشتر بوده درحالی‌که در حالت رطوبت‌های کمتر ورود ساقه به بخش برش سبب افزایش افت کلی شد. از طرفی در رطوبت ۳۰ درصد بیشتر بلال‌های متصل به ساقه توسط واحد برش از ساقه جدا می‌شدند درحالی‌که در رطوبت-های پایین‌تر لرزش و ضربه واحد پیش‌رونده و برش سبب جدا شدن و افتادن بر زمین می‌شد که در این حالت بلال بر زمین افتاده سبب افزایش افت می‌شد. از طرفی نکته جالب در خصوص برداشت رطوبت ۳۰ درصد در مقایسه با رطوبت‌های پایین‌تر کاهش دانه شدن بلال بود. به‌طورکلی افزایش دانه شدن بلال در حین برش و واحد انتقال سبب افزایش افت کلی می‌شد. نمونه‌برداری از بلال‌های برداشت‌شده در رطوبت ۳۰ درصد نشان داد که حتی میزان آسیب دیدن دانه در این رطوبت نسبت به سایر تیمارای رطوبت کمتر بود. نتایج حاضر با نتایج پژوهش تقی‌نژاد و همکاران ۱۳۹۷ هم منطبق بود [۱۴]. تحلیل سرعت پیشروی نشان داد که میزان سرعت ۱۰ کیلومتر بر ساعت برای کاهش افت‌های کلی مناسب‌تر بود. در سرعت‌های ۱۱ و ۱۲ کیلومتر بر ساعت به دلیل افزایش خوراک به واحد برش بعضی از بلال‌ها فرصت قرارگیری در واحد انتقال را پیدا نمی‌کردند و موجب افزایش افت کلی می‌گشت. از طرفی کاهش سرعت به زیر ۱۰ کیلومتر بر ساعت ظرفیت مزرعه‌ای را به چالش کشیده و سبب کاهش آن می‌شد. نظر به توجه همه‌جانبه (اقتصادی و فنی) به مسئله برداشت ذرت بذری ایجاب می‌کرد سرعتی به‌عنوان سرعت ایده آل آزمایش و معرفی گردد که ازلحاظ عملی، صاحبان کمباین‌ها آن را پذیرفته و بکار گیرند. تحلیل سرعت برش نشان داد که سرعت برش ۹۱۰ دور بر دقیقه به‌عنوان سرعت دورانی مطلوب دارای کمترین افت کلی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به دنبال ارزیابی کمباین جدید شرکت بورگوین فرانسه و تنظیمات ایده آل فنی بود. طی گزارشات قبلی در خصوص مقایسه این کمباین با انواع کمباین‌های سامانه برداشت ذرت بذری کارایی این نوع کمباین‌ها تصدیق شده بود اما در خصوص تنظیمات ایده آل کمباین پژوهشی صورت نگرفته بود. نتایج پژوهش نشان داد که برای کاهش افت کلی کمباین جدید شرکت بورگوین فرانسه در منطقه مغان بهتر است که کمباین با سرعت پیشروی ۱۰ کیلومتر بر ساعت و با تنظیم سرعت برش ۹۱۰ دور بر دقیقه در رطوبت ۳۰ درصد اقدام به برداشت نماید. نگرش پژوهش حاضر کاربردی محور بود و سعی بر آن شد که نسخه‌ای عملی و قابل‌اجرا تدوین و در اختیار صاحبان کمباین‌های جدید قرار داده شود.

منابع

۱. افلاطونی،م. ۱۳۶۸. اثر کمبود آب بر روی عملکرد دانه ذرت و تعیین تابع تولید آن. مجله علوم کشاورزی ایران. نشریه علمی و فنی دانشکده کشاورزی کرج.۲۲ :۲-۱.

۲. علی‌آبادی ،ح. علیزاده، ا. و عرفانی، ع. ۱۳۹۴. بهره‌وری مصرف آب و انرژی در سامانه‌های مختلف آبیاری (مطالعه موردی ذرت بذری درکشت و صنعت جوین در استان خراسان رضوی). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۴(۹): ۵۸۲-۵۷۱.

3. John F. MacRobert, Peter Setimela, James Gethi and Mosisa Worku Regasa May 2014. Maize Hybrid Seed Production Manual. CIMMYT Institutional Multimedia Publications Repository. International Maize and Wheat Improvement Center.

4. .Dumanovic, Z.; Misovic, M.M.; Sukovic, I.. Mechanized picking of seed maize by self-propelled picker husker Bourgoin GX-406-A Selekcija i Semenarstvo 2(1): 143-145.

5. Tolera A., F. Sundstool & Said, .AN. (1998). The effect of stage of maturity on yield and quality of maize grain and stover, animal-Feed-Science-and Technology.
6. Srivastava A K, Goering C E, Rohrbach R P, Buckmaster D R. Engineering Principles of Agricultural Machines, 2nd Edition, 2006; pp.1–4, 403–435. ASABE, St. Joseph, Michigan, USA.
7. Li, Y., Tao, C., Zhe, Q., Kehong, L., Xiaowei, Y., Dandan, H., Bingxin, Y., Dongyue, Z. and Dongxing, Z., 2016. Development and application of mechanized maize harvesters. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 9(3), pp.15-28.
8. Adesọla Ajayi, S., Rühl, G. and Greef, J.M., 2006. Impact of mechanical damage to hybrid maize seed from harvesting and conditioning. *Seed Technology*, pp.7-21.
9. Dumanovic, z., mi~ovicm, . M. Sukovic, 1995. Mehanizovano ubiranje semenskog kukuruza samohodnim bera~emk omusacem ,,bourgoin gx-406-a. selekcija i semenarstvo" vol. 11. broj 1 f 199.5) str 1-152.
10. Mobasser,S. & Niamanesh, H.(2017). An analytical survey on the most efficient hybrid maize seed harvest and processing method emphasizing on economic value added method. Iranian journal of seed science and technology. 6(1): 113-130. (In Persian).
11. Bougari, E., Zaki Dizaj, H. and Khorasani, M. E. (2013). Evaluation some affecting factors on John Deere combine 955series losses during harvest by mathematical models (case study Ahvaz city). Elixir Agriculture 58: 15209-15213.
12. Raeini, M.G.N., Faramehr, M. Abdeshahi, A. 2018. Investigating the effect of field and crop conditions on combine performance in wheat harvesting. Iranian Journal of Biosystem Engineering. 49(3): 513-524. (In Persian).
13. Nazmi, M. W., Chen, G. and Zare, D. 2010. The effect of different climatic conditions on wheat harvesting strategy and return. Biosystems Engineering . 106: 493 – 502.
14. Taghinazhad, J., Esmaeily, V., Ranjbar, F. 2018. Effect of suitable time for harvesting hybrid maize with new picker husker to improve and solution. 11th Iranian National Congress on Biosystems Engineering and Mechanization. Hamadan.

Investigation of new combine harvesters to reduce mortality in Moghan region

Reza Adiban[1*], Mokhtar Asadpour Asl[2], Yavar kiomarsi Motalegh and Farzin Parchami-Araghi[1]

1. Agricultural Engineering Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil (Moghan), Iran
2. Master of Science in Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Science Research Branch of Tehran, Iran
3. Master of Science in Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz,Tabriz, Iran

Abstract

The importance and planting of corn crop as a key product in the nutrition supply chain is not covered. One of the pillars of high productive maize production is access to maize seed with high genetic, physical purity and germination ability and Moghan region is considered as the main center of maize seed production in the country. The production of seed maize in Moghan region has caused the arrival of harvesting machines. These combines are technically preferable to former harvesting systems. In order to determine the best conditions for harvesting of maize (based on total losses) a completely randomized experimental design was conducted in three replications. Overall mortality was evaluated in three main treatments. Treatments included pre-harvest moisture content (ambient conditions) at three levels of 20, 25 and 30%, forward speed of 10, 11 and 12 km/h and cutting speed of 890, 910 and 940 rpm. The results showed that optimum moisture level at harvest was 30%, 10 km / h and 910 rpm. The best combination of the harvest version was provided at 30% moisture content with a forward speed of 10 km/h and a cutting speed of 910 rpm.

Key words: Loss, Moisture, Harvesting System, Cutting Speed, Forward Speed, Bourgogne Combine.

*Corresponding author
E-mail: R.adiban@areeo.ac.ir