ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲٤ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

بررسی و تعیین میزان تلفات برداشت گندم توسط کمباین های جان دیر و کلاس

سعید مینایی[۱]، سید علی شهرستانی[۲]، سامان آبدانان مهدی‌زاده[۳]

۱. دانشیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. کارشناس مکانیزاسیون کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان

۳. دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
saman_abdanan@yahoo.com

چکیده

گندم در زندگی مردم ایران به عنوان اصلی ترین ماده غذایی مطرح است و مهمترین محصول استراتژیک در کشور به شمار می رود. از این رو هرگونه تلاش در راه افزایش تولید این محصول و نیل به خود کفایی در زمینه تولید گندم از دیرباز مورد توجه بوده است. در مراحل مختلف تولید گندم، موارد بسیاری از تلفات و ضایعات محصول قابل مشاهده است که ضایعات در هنگام برداشت توسط کمباین از عمده ترین گلوگاه‌های موجود در فرآیند تولید گندم محسوب می شود. لذا شناخت و تعیین میزان ضایعات برداشت از گام‌های ضروری به منظور دستیابی به راهکارهای کاهش تلفات در این بخش به حساب می آید. در این پژوهش، با بهره گیری از ویژگی‌های مثبت روش‌های متداول اندازه گیری تلفات و ضایعات برداشت، یک روش پیشنهادی با قابلیت اجرایی در شرایط عملی مزرعه برای این منظور ارائه شده و به کمک این روش ضایعات واقعی برداشت گندم دیم توسط ۳٦ دستگاه کمباین در حوزه عمل شرکت‌های تعاونی تولید روستایی شهرستان خدابنده در استان زنجان اندازه گیری شد. تلفات طبیعی دانه (پیش از برداشت) و تلفات سکوی برش، واحد کوبنده و واحد جدا کننده برای دو رقم گندم در دو نوع کمباین (جاندیر و کلاس) اندازه گیری شد. نتایج حاصل از اندازه گیری های مزرعه ای به کمک روش‌های آماری مورد مطالعه قرار گرفت. بیشترین میزان تلفات مربوط به سکوی برش و نزدیک به ٪۵۵ کل تلفات بود. تلفات واحدهای کوبنده و جدا کننده به ترتیب ٪۱٦ و ٪۱٤ بدست آمد. تلفات پیش از برداشت در حدود ٪۱۵ بود. تلفات واحدهای مختلف در کمباین جان دیر بیشتر از کمباین کلاس بود؛ اگرچه بجز سکوی برش، این عامل در مورد واحدهای دیگر معنی دار نبود. میانگین تلفات محصول در سکوی برش کمباین جان دیر ۱۱٤/۷ kg/ha و برای کمباین کلاس ۸۹/۳ kg/ha بدست آمد که در سطح احتمال ٪۵ دارای اختلاف معنی دار می باشند. میانگین تلفات گندم رقم سرداری در همه موارد کمتر از رقم محلی بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود. میانگین تلفات کل در مورد رقم سرداری ۱۷۳/٦ kg /ha و برای رقم محلی ۲۰۲/۱ kg /ha بود. درصد این میانگین ها نسبت به عملکرد ناخالص محصول به ترتیب ٪۱۰/۹ و ٪۱۲/۱ می باشد.

کلمات کلیدی: گندم، تلفات برداشت، کمباین کلاس و جاندیر

۱. مقدمه

براساس داده‌های موجود، از مجموع ۱٦٤۸۲۰۰۰۰ هکتار وسعت کشور حدود ۱۸ میلیون هکتار از اراضی در چرخه تولید قرار می گیرند که با نرخ بهره‌وری ۵۰ تا ٦۰ درصد تنها جوابگوی نیازهای ۷۵ درصد از جمعیت کشور است. اما از همین میزان تولید نیز در فاصله بین مرحله «تولید» تا مرحله «مصرف» مقدار زیادی از محصول ضایع می گردد. در این خصوص عواملی موجب می شوند تا مقداری از ظرفیت‌های بالقوه تولید به صورت بالفعل درنیاید. به منظور دستیابی به هدف «خود کفایی در محصولات کشاورزی» تاکنون بر «چگونگی افزایش تولید محصول» تاکید شده است، اما یافته‌های اخطار دهنده مبنی بر وجود تلفات زیاد محصولات کشاورزی راهکار جدیدی را مبتنی بر «کاهش ضایعات محصول» جایگزین راهکار قبلی نموده است [۷].

در این میان گندم به عنوان عمده‌ترین ماده غذایی و مهمترین محصول استراتژیک در کشور مطرح است. کشت و کار گندم در سطوحی بیش از ٦ میلیون هکتار (دیم ٤ میلیون و آبی ۲/۳ میلیون هکتار) در کشور انجام می شود [٦] که در مورد گندم نیز همانند سایر محصولات کشاورزی شاهد تلفات و ضایعات زیاد محصول در مراحل تولید تا مصرف هستیم. البته در دو دهه اخیر در این زمینه تلاش‌هایی آغاز شده است که به عنوان مثال از سال ۱۳۷۲ پروژه‌ای تحت عنوان طرح کاهش ضایعات برداشت غلات از سوی معاونت زراعت وزارت کشاورزی با همکاری بنگاه توسعه ماشین‌های کشاورزی به مورد اجرا گذاشته شد [۱]. همچنین از سال ۱۳۸۲ قطب علمی مهندسی بازیافت و کاهش ضایعات محصولات استراتیژیک کشاورزی، کنفرانس دو سالانه بررسی ضایعات محصولات کشاورزی را در سطح ملی برگزار می‌نماید.

امروزه علی رغم اینکه برداشت دستی نسبت به برداشت ماشینی ضایعات کمتری دارد [٤] به دلیل هزینه های زیاد و محدودیت زمان، برداشت دستی محصول تقریبا غیر ممکن است و عملیات را ماشینی نمود که عملا نیز این‌گونه شده است. ولی کاربرد ماشین نیازمند راننده ماهر، ماشین مناسب، مدیریت صحیح ماشین و ارقام مناسب محصول است [۲]. مطابق شواهد موجود، در هنگام برداشت محصول گندم توسط کمباین، تنظیم نبودن کمباین‌ها و یا کهنه بودن و فرسودگی آنها می‌تواند درصد قابل توجهی از دانه را شکسته، یا به همراه کاه بیرون دهد. در برخی موارد تلفاتی بین ۱۰ تا ۲۰ درصد در نتیجه استفاده از کمباین‌های فرسوده در برداشت محصول گندم در نقاط مختلف کشور گزارش شده است [۸]. این در حالی است که میزان تلفات قابل قبول در برداشت محصول با کمباین بین ۳ تا ۵ درصد از کل محصول است [۱۰].

تلفات و ضایعات محصول غلات در برداشت ماشینی ناشی از تنظیم نادرست ماشین، به موقع نبودن زمان برداشت، نوع ماشین و رقم بذر است. به طور کلی تلفات دانه در برداشت با کمباین شامل تلفات پیش از برداشت[1]، تلفات سکوی برش یا تلفات سرخوشه چین[2] ، تلفات واحد کوبنده[3]، تلفات واحد جدا کننده[1]،

---

[1]- Preharvest losses
[2]- Header losses
[3] -Threshing losses

تلفات واحد تمیز کننده و تلفات ناشی از ریزش از روزنه ها و منافذ کمباین[2] است. علاوه بر اقلام فوق، موارد دیگری همچون رطوبت دانه در هنگام برداشت، سرعت پیشروی کمباین و مقدار علف‌های هرز موجود مزرعه می توانند در میزان تلفات دانه موثر باشند [۹ و۱۱].

با عنایت به موارد فوق، ضرورت تلاش در جهت روشن شدن ابعاد مختلف موضوع و زمینه سازی برای دستیابی به راهکارهای مناسب به منظور کاهش تلفات و ضایعات برداشت کاملا مشخص است. در این پژوهش تلفات برداشت ماشینی محصول گندم توسط کمباین‌های مورد استفاده در مزارع ایران تحت شرایط واقعی است.

۲. مواد و روش‌ها

باعنایت به لزوم اندازه‌گیری سریع و دقیق تلفات دانه در برداشت با کمباین در شرایط عملی مزرعه، روش مورد استفاده برای اندازه گیری تلفات دارای ویژگی‌هایی به شرح زیر است.

۱- نیاز به توقف کمباین و یا عقب و جلو بردن آن در حین کار نبوده و این امر با توجه به بی میلی کشاورزان به توقف در عملیات برداشت (به منظور بررسی و اندازه گیری ریزش کمباین که در روش‌های دیگر لازم است) به عنوان اصلی ترین مشخصه روش پیشنهادی مطرح است.

۲- نیاز به مراجعه به جدول تعیین میزان تلفات در این روش وجود ندارد.

۳- امکان آسیب دیدگی یا تخریب قاب‌ها (به دلیل عبور کمباین از روی قاب در حین برداشت محصول) وجود ندارد.

٤- حمل و نقل قاب‌ها در سطح مزرعه آسان است، چنانچه در ادامه بحث تشریح خواهد شد، به دلیل آنکه قاب کوچکتر درون قاب بزرگتر قرار می گیرد و جابجایی آنها در مزرعه به راحتی صورت می پذیرد.

در روش پیشنهادی وسایلی به شرح زیر مورد نیاز است:

۱- قاب چوبی مستطیل شکل با کف چوبی به ابعاد داخلی ۹۳×۲۷ سانتی متر، ارتفاع ۱۰ سانتی متر و ضخامت ۳ سانتی متر به مساحت داخلی ۰/۲۵ متر مربع.

۲- قاب چوبی مستطیل شکل بدون کف به ابعاد داخلی ۹۹/۵× ۳۳/۵ سانتی متر و ارتفاع ۱۰ سانتی متر و ضخامت ۳ سانتی متر به مساحت داخلی ۰/۳۳ متر مربع.

۳- دستگاه رطوبت سنج دانه.

٤- ترازوی اندازه گیری با دقت ۰/۱ گرم.

۲. ۱. مراحل اندازه گیری تلفات دانه

---

[1]- Separation losses

[2]- Leaking losses

۲. ۱. ۱. تعیین تلفات پیش از برداشت (تلفات طبیعی)

به منظور تعیین تلفات پیش از برداشت، قاب بدون کف را در سه نقطه از مزرعه که از حاشیه زمین فاصله داشته باشند در نواحی برداشت نشده روی زمین قرار می دهیم. سپس به آرامی و بی آنکه دانه یا خوشه ای بر روی زمین ریزش کند محصول درون قاب را به کمک یک قیچی باغبانی یا داس قطع کرده و تمام دانه های ریخته شده درون قاب را جمع آوری می کنیم. محتویات هر یک از سه نمونه را جداگانه در سه کیسه N_1،N_2، N_3 می‌ریزیم. بدین شکل تلفات پیش از برداشت در سطح یک متر مربع (مجموع سه کیسه) جمع آوری شده است. برای تعیین تلفات پیش از برداشت، دانه های موجود در این کیسه ها را به کمک ترازو و با دقت ۰/۱ گرم توزین نموده و وزن آن را به عنوان تلفات پیش از برداشت در سطح یک متر مربع منظور می کنیم. می توان به کمک تناسب این تلفات را برای یک هکتار بدست آورد.

۲. ۱. ۲. تعیین تلفات انتهای کمباین (تلفات واحد کوبنده + تلفات واحد جدا کننده)

به منظور تعیین تلفات انتهای کمباین، در حالی که قاب چوبی کف دار را به همراه داریم در کنار کمباین و در پشت چرخ‌های عقب آن حرکت می کنیم. در یک موقعیت مناسب، پس از حصول اطمینان از اینکه تمامی عرض سکوی برش در داخل توده محصول عمل برش را انجام می دهد، قاب کف دار را در ارتفاع ۲ تا ۳ سانتی متری از سطح زمین طوری زیر دریچه خروجی انتهای کمباین نگاه می داریم که انتهای کمباین از روی آن عبور کند و مواد تخلیه شده از انتهای کمباین درون قاب بریزد. پس از قرار گرفتن قاب کف دار در زیر خروجی انتهای کمباین، ضروری است قاب در محل خودش ثابت بماند تا انتهای کمباین از روی آن عبور کند. سپس قاب را درست در همان نقطه ای که آن را در ارتفاع ۲ تا ۳ سانتی متری نگاه داشته بودیم روی زمین قرار می دهیم. سپس قاب بزرگ بدون کف را که دقیقا محیط بر قاب کف دار می باشد طوری بر روی قاب کف دار قرار می دهیم که تمام پیرامون قاب کف دار را در بر گیرد. سپس قاب کوچک را به آرامی از درون قاب بدون کف خارج می سازیم. قاب بزرگ، آنچنان که متعاقبا در تعیین تلفات سکوی برش ذکر خواهد شد مورد استفاده قرار می گیرد. پس از برداشتن قاب کوچک کف دار از زمین، محتویات آن را به تلفات واحد کوبنده (دانه‌های شکسته+ دانه های موجود در خوشه‌های نیم کوب) و تلفات واحد جدا کننده (دانه‌های آزاد) تفکیک می کنیم. سپس دانه های مربوط به تلفات واحد جدا کننده را درون یکی از کیسه‌ها (E_1) و دانه‌ها و خوشه‌های مربوط به تلفات واحد کوبنده را در کیسه دیگر (E_2) می ریزیم. بدین ترتیب تلفات واحدهای کوبنده و جدا کننده را جداگانه در مساحتی معادل ۰/۲۵ متر مربع اندازه گیری می کنیم. این عمل را سه بار تکرار می کنیم تا تلفات واحد کوبنده و جدا کننده در مساحتی معادل یک متر مربع بدست آید. سپس میانگین وزن دانه‌ها در چهار کیسه E_1 و همچنین میانگین وزن دانه ها در چهار کیسه E_2 را تعیین می‌کنیم. در خاتمه با استفاده از تناسب، تلفات واحدهای کوبنده و جدا کننده برحسب کیلوگرم در هکتار بدست می‌آید.

۲. ۱. ۳. تعیین تلفات سکوی برش

قبلا در تعیین تلفات انتهای کمباین گفته شد که قاب بزرگ بدون کف، پس از برداشتن قاب کف دار از داخل آن بر روی زمین باقی می‌ماند. اکنون از درون این قاب دانه‌های آزاد و نیز خوشه های موجود را جمع آوری کرده و مجموعا در کیسه H_1 می‌ریزیم. سپس قاب چوبی را در طرفین چرخ‌های کمباین در قسمت عقب دو انتهای کناری سکوی برش بر روی زمینی که محصول آن برداشت شده است قرار می‌دهیم و دانه-های آزاد و خوشه‌های موجود در محدوده هر قاب در هر یک از دو ناحیه مزبور را جمع آوری کرده، در کیسه H_1 می ریزیم. کلیه دانه‌های موجود در کیسه H_1 را از سایر مواد جدا کرده و توزین می کنیم. این دانه-ها مربوط به سطحی معادل ۱ متر مربع است. برای دقت بیشتر علاوه بر این سه نمونه، تعداد ٦ نمونه‌گیری دیگر که سه به سه مشابه روش فوق خواهند بود جمع آوری شده و مانند روش فوق دانه‌های هر یک از گروه‌های سه تایی را توزین کرده در داخل کیسه‌های H_2 و H_3 می‌ریزیم. بدین ترتیب دانه‌های موجود در کیسه مربوط به تلفات سکوی برش در سطح ۳ متر مربع است. سپس میانگین وزن این سه کیسه را تعیین می‌کنیم که معرف وزن دانه در سطح یک متر مربع باشد. این تلفات را می‌توان به کمک تناسب بر حسب کیلوگرم در هکتار بدست آورد. از عدد بدست آمده، میزان تلفات پیش از برداشت را کم می کنیم تا تلفات سکوی برش کمباین در سطحی معادل یک هکتار حاصل شود.

۲. ۱. ٤. تعیین عملکرد خالص کمباین[1]

برای تعیین عملکرد خالص کمباین، کیسه‌ای را در زیر بالابر ورودی مخزن دانه کمباین قرار می دهیم و اجازه می دهیم تا کمباین یک مسیر مستقیم به طول ۱۰ متر را که از قبل توسط متر نواری مشخص شده است در داخل محصول بپیماید و عمل برداشت را انجام دهد. پس از طی این فاصله، مقدار دانه جمع آوری شده در کیسه را توزین می کنیم. این مقدار دانه معرف عملکرد خالص کمباین در مساحتی خواهد بود که طول آن ۱۰ متر و عرض آن معادل طول تیغه برش است. سپس به کمک تناسب می توان عملکرد خالص کمباین را در سطح یک هکتار تعیین نمود.

با استفاده از روش فوق تلفات واقعی در برداشت محصول گندم دیم توسط کمباین‌های در حال برداشت اراضی حوزه عمل شرکت‌های تعاونی روستایی شهرستان خدابنده در استان زنجان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نمونه‌گیری‌های مزرعه‌ای در مرداد ماه انجام شد. نمونه‌گیری‌ها به صورت کاملا تصادفی و بدون تعیین قبلی زمان و مکان صورت پذیرفت و یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای هر مزرعه یک برگ ثبت مشخصات منظور شد.

لازم به ذکر است که تفکیک دانه‌ها از محتویات کیسه‌ها و توزین دانه‌ها بلافاصله پس از مراجعت از مزرعه صورت گرفت. در محل مزرعه نیز در هنگام رطوبت سنجی، میزان رطوبت دانه در سه نوبت توسط رطوبت

---

[1]- Net Yield

سنج دیجیتال[1] تعیین گردید. این اندازه‌گیری پس از مراجعت از مزرعه و به هنگام توزین دانه‌ها یکبار دیگر تکرار شد تا رطوبت دانه را در هنگام توزین نیز داشته باشیم. با این روش در مدت زمان انجام پژوهش تعداد ۳٦ مزرعه جمعا به مساحت ۱٤۳ هکتار مورد مطالعه قرار گرفت. در هر مزرعه تلفات پیش از برداشت، تلفات سکوی برش، تلفات واحد کوبنده، تلفات واحد جدا کننده، تلفات کل، عملکرد ناخالص، عملکرد خالص و درصد رطوبت دانه اندازه‌گیری شد. همچنین در هر مزرعه مشخصات زیر ثبت گردید: روستای محل اندازه گیری، رقم بذر کشت شده، نوع کمباین برداشت کننده، عرض برش کمباین، مساحت مزرعه مورد مطالعه، شرایط مزرعه از لحاظ خسارت آفت یا بارش تگرگ.

برای تعیین تلفات دانه گندم در برداشت با کمباین از طرح کرت‌های دو بار خرد شده[2] استفاده شد [۵]. در این طرح آزمایشی متغیرهای مستقل عبارت بودند از: رقم بذر شامل گندم دیم در دو سطح سرداری و محلی (A)، - نوع کمباین در دو سطح شامل جان دیر مدل ۹۵۵ و کلاس مدل S ٦۸ (B) و رطوبت دانه (C) در سه سطح شامل ٪۱۲≥ m.c (کمترین رطوبت در این سطح ٪۱۱/۳ بوده است)، ٪۱۳ > m.c >۱۲ و ٪۱۳ ≤ m.c (بیشترین رطوبت در این سطح ٪۱۳/۲ بوده است).

A، B و C به ترتیب اهمیت، در کرت‌های فرعی و کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند و تعداد سه تکرار در نظر گرفته شد. داده‌های حاصل از نمونه گیری‌های مزرعه‌ای به کمک برنامه MSTATC در قالب طرح کرت‌های دو بار خرد شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. بررسی تلفات پیش از برداشت

میانگین تلفات پیش از برداشت در کل مزارع مورد مطالعه kg/ha ۲۸/٤ بود که ۱٤/۵ درصد تلفات (کل) اندازه گیری شده را تشکیل می‌دهد. تلفات گندم رقم سرداری kg/ha ۲۱/۹ و در مورد رقم محلی kg/ha ۳٤/۹ بود. ملاحظه می‌شود که ریزش طبیعی گندم رقم اصلاح شده نزدیک به چهل درصد کمتر از رقم محلی است. این یافته اهمیت استفاده از ارقام مقاوم به ریزش را روشن می سازد.

۳. ۲. بررسی تلفات سکوی برش

براساس نتایج حاصل از نمونه‌گیری‌های مزرعه‌ای، در زمینه تلفات سکوی برش عوامل سه گانه A، B و C آن گونه که قبلا تشریح شده است ملاک عمل قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه و واریانس داده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به تلفات سکوی برش

MS	DF

[1] - رطوبت سنج رسا مدل ۳۰۰۰

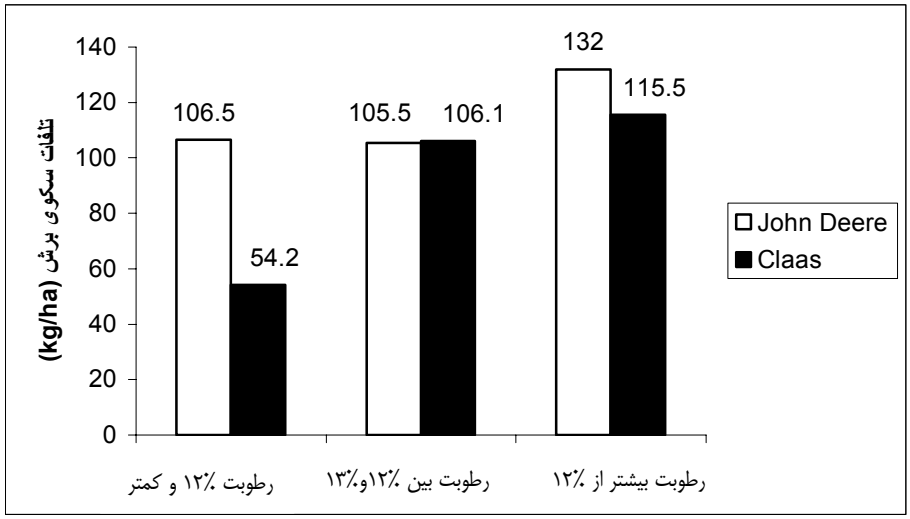
[2] - Split-Splitplot Design

تکرار	۲	۳۸۵/۸۷٤
رطوبت محصول(A)	۲	۹۰۷۲/٦۹۳
خطا	٤	۱٤٥٥/۷٤۳
نوع کمباین (B)	۱	٥۸٤٤/٦۰۳*
$(A\times B)$	۲	۷٦/۲۱۱
خطا	٦	۱۰۰۸/٥٦٤
رقم محصول (C)	۱	۱۰۷۰/۳۸۰
$(A\times C)$	۲	٦۰۹/۲۰۹
$(B\times C)$	۱	٥٦/٥۰۰
$(A\times B\times C)$	۲	۱۸۸۳/۹٥۰
خطا	۱۲	۱۳۰٤/٤۰۱

* معنی دار در سطح احتمال ٪۵

بدون علامت= بدون اثر معنی دار در سطح ٪۵

تاثیر نوع کمباین بر تلفات سکوی برش در سطح ٪۵ معنی‌دار بوده است. براساس نتایج نمونه‌گیری‌های مزرعه‌ای میانگین این تلفات در کمباین جان‌دیر ۱۱٤/۷ kg/ha و در کمباین کلاس ۸۹/۳ kg/ha بود. به عبارت دیگر تلفات سکوی برش کمباین کلاس نسبت به کمباین جان دیر ٪۲۲ کمتر بوده است. با عنایت به این نکته که چرخ فلک در سکوی برش کمباین‌های جان‌دیر تماما از نوع پره‌ای و در کمباین کلاس از نوع انگشتی‌دار بود و با درنظر گرفتن خوابیدگی محصول، تلفات نسبتا پایین سکوی برش در کمباین کلاس در مقایسه با کمباین جان‌دیر بیشتر مربوط به این عامل است. در شکل ۱ میانگین تلفات سکوی برش به تفکیک نوع کمباین ارائه شده است.



شکل ۱: میانگین تلفات سکوی برش در برداشت محصول برای سطوح مختلف رطوبت دانه به تفکیک نوع کمباین

در خصوص تلفات سکوی برش بین دو رقم بذر مورد مطالعه اختلاف معنی دار در سطح ٪۵ مشاهده نشد. نتایج حاکی از آن است که میانگین تلفات سکوی برش در مورد رقم سرداری kg/ha ۹۶/۵ و در مورد رقم محلی kg/ha ۱۰۷/۵ بود. در بررسی اندرکنش[1] بین عوامل سه گانه A، B و C در زمینه تلفات سکوی برش اختلاف معنی دار در سطح ٪۵ مشاهده نشد. میانگین نسبت تلفات سکوی برش به کل تلفات معادل ٪۵۴/۴ بود. این امر نشانگر آن است که بیشترین میزان تلفات سکوی برش اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ مشاهده نشد.

میانگین نسبت تلفات سکوی برش به کل تلفات ٪۵۴/۴ بود. این امر نشانگر آن است که بیشترین میزان تلفات برداشت توسط کمباین مربوط به تلفات سکوی برش است. براساس تحقیقاتی که در ایران انجام شده است، حدودا ٪۵۰ کل تلفات برداشت با کمباین مربوط به سکوی برش است [۲]. نتایج مشابهی توسط نویسندگان دیگر نیز ذکر شده است [۸].

۳. ۳. بررسی تلفات واحد کوبنده

نتایج حاصل از نمونه گیری های مزرعه ای در زمینه تلفات واحد کوبنده مطابق جدول ۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مربوط به تلفات واحد کوبنده

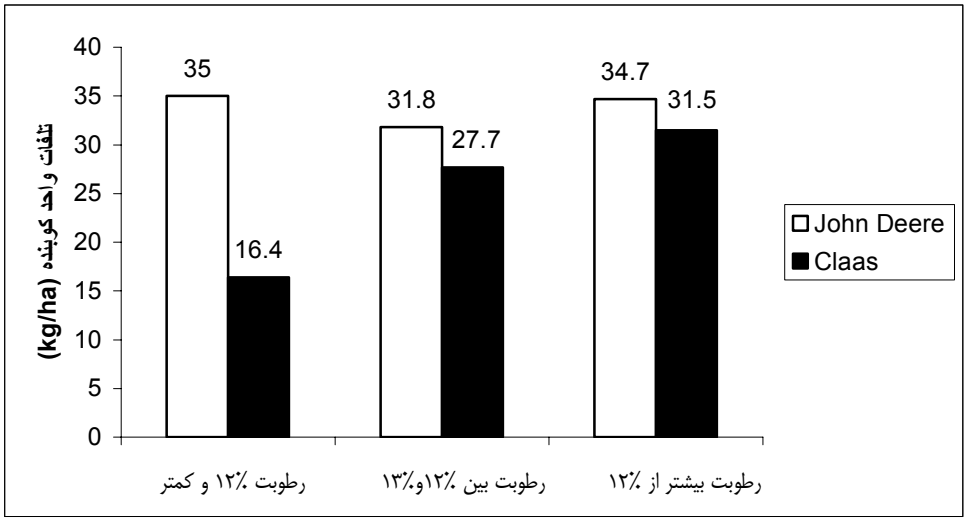
	DF	MS
تکرار	۲	۲۱/۴۷۱
رطوبت محصول (A)	۲	۳۷۱/۷۵۴
خطا	۴	۸۹/۴۷۹
نوع کمباین (B)	۱	۵۹۵/۳۶۰
$(A\times B)$	۲	۹۹/۹۴۳
خطا	۶	۱۴۸/۹۹۹
رقم محصول (C)	۱	۳۰/۹۸۸
$(A\times C)$	۲	۲۵۵/۲۰۴
$(B\times C)$	۱	۹/۶۱۰
$(A\times B\times C)$	۲	۴۷/۲۹۳
خطا	۱۲	۱۶۲/۶۸۲

* معنی دار در سطح احتمال ٪۵

بدون علامت= بدون اثر معنی دار در سطح ٪۵

1- Interaction

براساس مندرجات این جدول، سطوح مختلف عوامل A (رطوبت دانه)، B (نوع کمباین) و C (رقم محصول) بر تلفات واحد کوبنده تاثیر معنی‌دار نداشته اند. نتایج حاکی از آن است که میانگین تلفات واحد کوبنده کمباین جان‌دیر معادل ٣٤ kg/ha و در کمباین کلاس ٢٥/٩ kg/ha می‌باشد. اگرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در این زمینه مشاهده نشد، لیکن میانگین تلفات واحد کوبنده کمباین کلاس ٢٤٪ کمتر از کمباین جان‌دیر بوده است. نمودار شکل ٢ تلفات واحد کوبنده را به تفکیک نوع کمباین نشان می دهد.



شکل ٢: میانگین تلفات واحد کوبنده در سطوح مختلف رطوبت دانه به تفکیک نوع کمباین

در بررسی اندرکنش بین عوامل سه گانه A، B و C در زمینه تلفات واحد کوبنده اختلاف معنی‌داری در سطح ٥٪ مشاهده نشد. همچنین میانگین تلفات واحد کوبنده نسبت به تلفات کل معادل ١٥/٩٪ بود که کمتر از $\frac{1}{3}$ تلفات سکوی برش است.

٣. ٤. بررسی تلفات واحد جدا کننده

براساس نتایج حاصل از نمونه گیری های مزرعه ای در زمینه تلفات واحد جدا کننده، تاثیر عوامل سه گانه A، B و C مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج تجزیه و تحلیل آماری در جدول ٣ ارائه شده است.

جدول ٣: نتایج تجزیه واریانس مربوط به تلفات جدا کننده

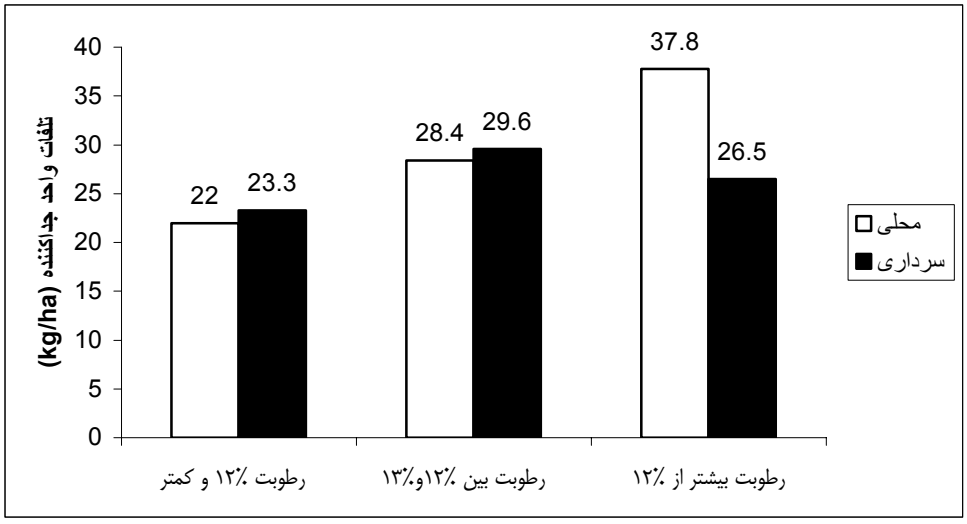
	DF	MS
تکرار	٢	٠/٦٧٤
رطوبت محصول (A)	٢	٦٩٦/٩٢٤
خطا	٤	١٣٨/٦٧٤
نوع کمباین (B)	١	٩١٥/٠٦٣
$(A \times B)$	٢	١٧/٦٤٦
خطا	٦	٣٢٦/٥٣٥
رقم محصول (C)	١	١١٩/١٧٤

$(A\times C)$	۲	۲۶۳/۶۷٤
$(B\times C)$	۱	۹۵/۰۶۳
$(A\times B\times C)$	۲	۲۱/۳۹۶
خطا	۱۲	۸۵/۶۰٤

* معنی دار در سطح احتمال ٪۵

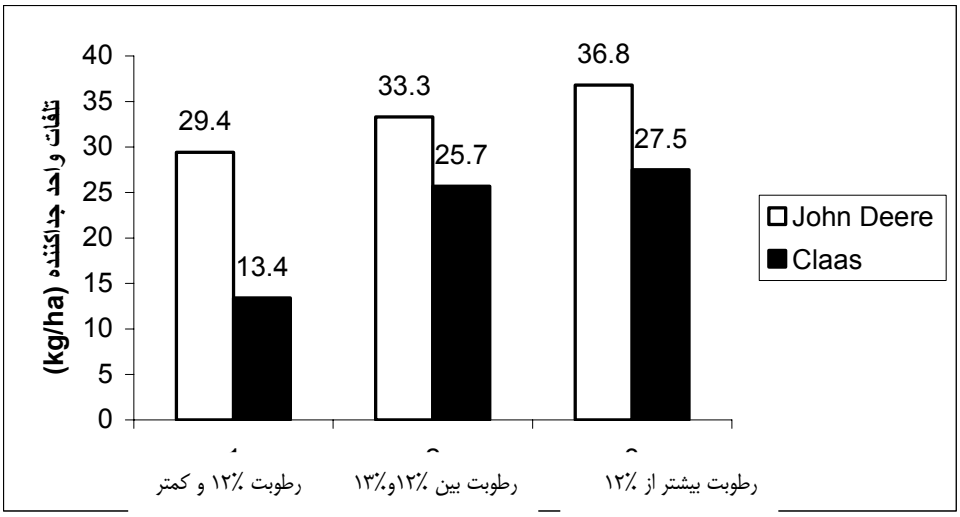
بدون علامت= بدون اثر معنی دار در سطح ٪۵

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که هیچ یک از عوامل A، B و C در سطوح مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر میزان تلفات واحد جداکننده (در سطح احتمال ٪۵) نداشتند. میانگین تلفات واحد جدا کننده در مورد رقم سرداری kg/ha ۲۶/۱ و در مورد رقم محلی kg/ha ۲۶/۷ است.



شکل ۳: میانگین تلفات واحد جدا کننده در برداشت محصول در سطوح مختلف رطوبت دانه به تفکیک رقم بذر

مشاهده می‌شود که تلفات واحد جداکننده با افزایش رطوبت دانه اندکی افزایش یافته است که معنی‌دار نیست. این موضوع احتمالا در نتیجه خوابیدگی و پیچیدگی محصول بدلیل بارندگی نابهنگام ایجاد شد. این امر در کنار سرعت پیشروی نسبتا زیاد موجب تغذیه بیش از حد محصول خوابیده و پیچیده و نهایتا باعث جداسازی ناقص و ایجاد تلفات بیشتر در واحد جدا کننده شده است. میانگین تلفات واحد جداکننده در کمباین جان‌دیر معادل kg/ha ۳۳ و در کمباین کلاس معادل kg/ha ۲۲/۹ بود. به عبارت دیگر تلفات واحد جداکننده کمباین کلاس ٪۳۰ کمتر از کمباین جان‌دیر بوده است. درشکل ٤ تغییرات تلفات واحد جداکننده به ازاء تغییرات رطوبت دانه به تفکیک نوع کمباین ارائه شده است.



شکل ٤: میانگین تلفات واحد جدا کننده در برداشت محصول در سطوح مختلف رطوبت دانه به تفکیک نوع کمباین

در بررسی اندرکنش بین عوامل سه گانه A، B و C در زمینه تلفات واحد جدا کننده، اختلاف معنی‌داری در سطح ٪۵ مشاهده نشد. میانگین نسبت تلفات واحد جداکننده به تلفات کل نزدیک به ٪۱۵ بدست آمد.

۳. ۵. بررسی تلفات کل

به منظور تعیین میزان تاثیر عوامل A، B و C بر تلفات کل محصول، تجزیه واریانس انجام گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری در جدول ۳ ارائه شده است.

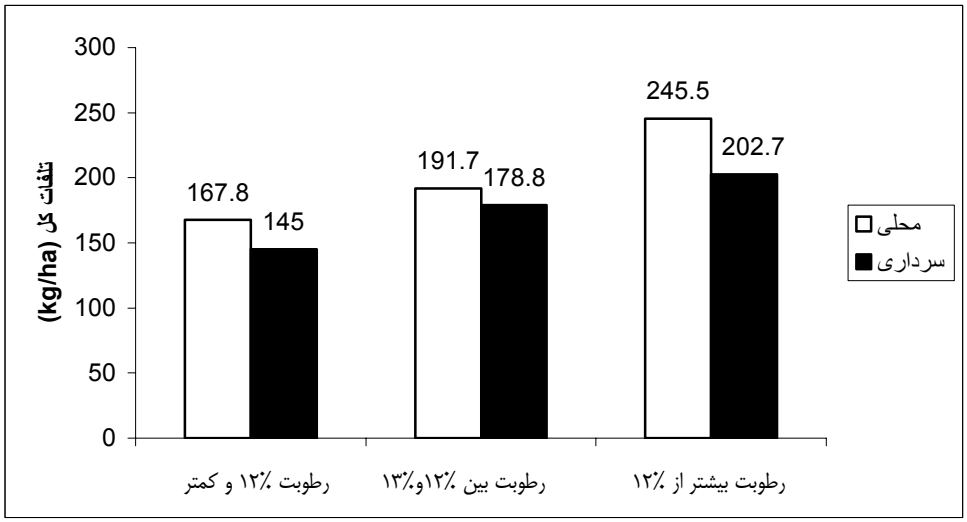
جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس تلفات کل

	DF	MS
تکرار	۲	۹٤۲/۸۵۸
رطوبت محصول (A)	۲	۲٦٦٤۳/۳۸۲
خطا	٤	٤٦۳٦/۳۰٤
نوع کمباین (B)	۱	۲۰٥٤۹/۲۲۳
$(A\times B)$	۲	۲۳۸/٥٦۱
خطا	٦	٤۸۹۷/۸۸٦
رقم محصول (C)	۱	۷۳۲٤//٥۰۷
$(A\times C)$	۲	۳۰۲۸/۳٤٤
$(B\times C)$	۱	۱۱۳۲/۳۲۲
$(A\times B\times C)$	۲	۱۳٥٤/٦۱۱
خطا	۱۲	۳۸٦٥/۹٦٥

* معنی دار در سطح احتمال ٪۵

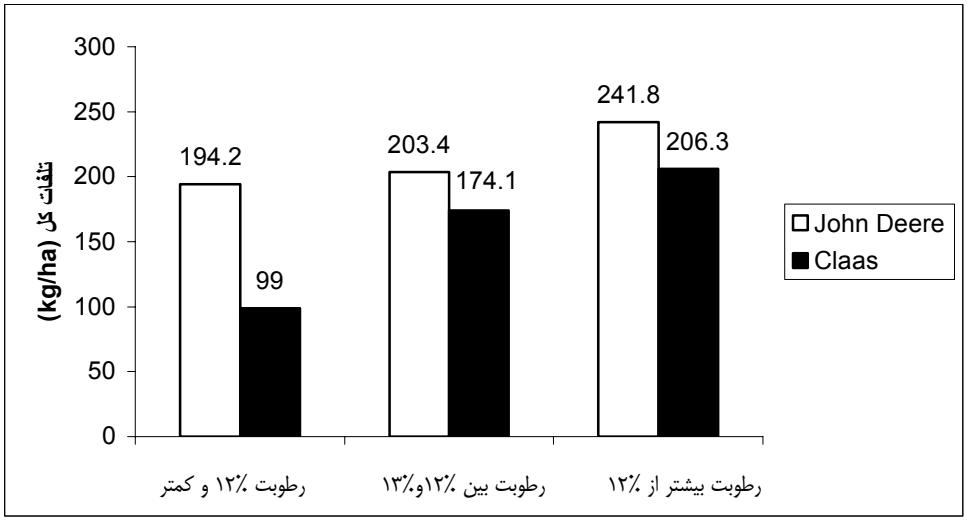
بدون علامت= بدون اختلاف معنی دار در سطح ٪۵

براساس مندرجات این جدول بین سطوح مختلف عوامل سه گانه A، B و C در زمینه تلفات کل برداشت محصول اختلاف معنی‌دار در سطح ٪۵ مشاهده نشد. در این زمینه تلفات واحد کوبنده به ازاء تغییرات رطوبت دانه در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵: میانگین تلفات کل در سطوح مختلف رطوبت دانه به تفکیک رقم بذر

در این خصوص بارندگی‌های نابهنگام در فصل برداشت موجب خوابیدگی و پیچیدگی محصول گندم شده و عمل برش و کوبیدن و جداسازی محصول را با اختلال مواجه ساخته و نهایتا موجب افزایش تلفات کل برداشت محصول گردید. در رابطه با نوع کمباین، میانگین تلفات کل در کمباین کلاس ١٦٤ kg/ha بود که نسبت به کمباین جان‌دیر (٢١٢ kg/ha) در حدود ٪٢٣ کمتر است. از آنجا که همین میزان اختلاف (٪٢٢) در تلفات سکوی برش دو کمباین مشاهده شد، چنین نتیجه گیری می شود که اختلاف در تلفات کل، ناشی از اختلاف در تلفات سکوی برش دو کمباین است. شکل ٦ نشانگر میانگین تلفات کل به تفکیک نوع کمباین است.



شکل ٦: میانگین تلفات کل در سطوح مختلف رطوبت دانه به تفکیک نوع کمباین

میانگین تلفات کل برداشت محصول در مورد رقم سرداری ۱۷۳/٦ kg/ha بود که نسبت به تلفات رقم محلی (۲۰۲/۱ kg/ha) در حدود ٪۱٤ کمتر است.

٤. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در نمونه‌گیری‌های مزرعه‌ای، تلفات مختلف شامل تلفات پیش از برداشت، سکوی برش، واحد کوبنده و واحد جداکننده کمباین اندازه گیری شد. متغیرهای مستقل عبارت بودند از: نوع کمباین (جان‌دیر و کلاس)، رقم گندم (سرداری و محلی) و میزان رطوبت محصول (٪۱۲≥mc، ٪۱۳> mc > ٪۱۲ و ٪۱۳≤mc). نتایج زیر از نظر تجزیه و تحلیل آماری داده ها حاصل شده است.

۱- بیشترین میزان تلفات مربوط به سکوی برش و میانگین آن نزدیک به ٪۵۵ کل تلفات بود. بقیه قسمتها شامل واحد کوبنده، واحد جداکننده و تلفات پیش از برداشت، هر یک در حدود ٪۱۵ از تلفات کل را به خود اختصاص دادند.

۲- تلفات سکوی برش کمباین جان دیر در سطح ٪۵ احتمال، بیشتر از تلفات سکوی برش کمباین کلاس بود.

۳- اگرچه تلفات برداشت گندم رقم سرداری در همه قسمتهای کمباین کمتر از رقم محلی بود، لیکن تاثیر رقم محصول بر تلفات از نظر آماری در سطح ٪۵ معنی دار نشد.

٤- میزان رطوبت دانه در سطح مورد بررسی، تاثیر معنی داری بر تلفات گندم نداشت.

۵- به دلیل تلفات کمتر، کاربرد چرخ فلک انگشتی دار بجای چرخ فلک پره ای توصیه می شود.

٦- با توجه به محدودیت های موجود در بخش کشاورزی از لحاظ کاربرد صحیح و اصولی کمباین، حتی الامکان تلاش شود تا از ارقام اصلاح شده بذور همچون سرداری که از مقاومت خوبی نسبت به ریزش برخوردار هستند استفاده شود.

۷- در فصل برداشت با ایجاد شبکه های کنترل ضایعات کمباین و سرکشی‌های مرتب، کشاورزان در خصوص اهمیت کاهش تلفات برداشت با کمباین آگاه گردند.

سپاسگزاری

از آقای مهندس سید محسن شهرستانی و آقای دکتر سید علی محمد مدرس ثانوی برای همکاری و همفکری شان سپاسگزاری می شود.

فهرست منابع

۱- بنگاه توسعه ماشینهای کشاورزی (۱۳۷۲). گزارش ضایعات برداشت غلات. وزارت کشاورزی.

۲- بهروزی لار، م. (۱۳۷٤). گزارش نهایی پژوهش افت کمباینی غلات نشریه شماره ۳۷. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، وزارت کشاورزی.

۳- پیغمبری، ع. (۱۳۷۳). طرح آزمایشات کشاورزی دو درس‌نامه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

٤- حمید نژاد، م، ج. سالم و م. شاکری (۱۳۸۰). تعیین میزان و ارزیابی اقتصادی ضایعات گندم در زمان برداشت و خرمنکوبی در مناطق هرات، مرودشت و ابرکوه. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۳٤ ص ۱۲۵- ۱٦٦

۵- رضایی. ع. (۱۳۷۳). مفاهیم آمار و احتمالات نشر مشهد.

٦- راسخ، م.، توکلی، ت.، کیانمهر، م. ح. و فیروز آبادی، ب. (۱۳۸٤). بررسی و ارائه روش جداسازی گندم سن زده توسط میز ثقلی(gravity table). گزارش پژوهشی، مندرج در گزارش پروژه ملی تحقیقات ویژه توسعه کشور: بررسی نقش ماشین ها و ادوات در میزان ضایعات گندم. کمیسیون کشاورزی، شورای پژوهش‌های علمی کشور.

۷- کریمیان، ج. و فکوریان، ط. (۱۳۷۷). نگاهی به ضایعات محصولات کشاورزی و نقش زنان روستایی در کاهش آن. مروج، فصلنامه شماره .۳

۸- مظاهری، د. (۱۳۷٦). گزارش نهایی طرح آینده غذا، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران گروه علوم کشاورزی.

۹- مینائی، س.، آبدانان مهدی‌زاده، س. و مهاجران، س. ج. (۱۳۸۵). تلفات ماشینی گندم در ایران و روش های مهندسی مقابله با آن دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

10- Hunt, D. (1989). Farm power and machinery management. Iowa state Univ. Press, Ames, Iowa.
11- Jacobs, C.O., Harrell, W.R., and shinn, G.C. (1983). Agricultural Power and Machinery. Mc Graw Hill book Co. N.Y.