

مطالعه تلفات برداشت گندم توسط کمباین در منطقه ورامین

حسین احمدی چناربن^۱، محمدرضا ابراهیمزاده^۲، رمضان روحی^۳

چکیده

گندم مهم‌ترین محصول زراعی کشور است که نقش عمده‌ای در تأمین مواد غذایی مردم دارد. در مورد گندم نیز همانند سایر محصولات کشاورزی شاهد تلفات و ضایعات زیاد محصول در مراحل تولید تا مصرف هستیم. مطابق شواهد موجود، در هنگام برداشت محصول گندم توسط کمباین، تنظیم نبودن کمباین‌ها و یا کهنه و فرسوده بودن آن‌ها می‌تواند درصد قابل توجهی از دانه را شکسته یا همراه کاه بیرون دهد. به منظور اجرای تحقیق، بخش‌های مختلفی از شهرستان ورامین مانند جوادآباد، قلعه سین و خاوه که دارای بیش‌ترین سطح زیر کشت گندم می‌باشند انتخاب شدند. میانگین کل ضایعات در منطقه‌ی ورامین ۷ درصد در هکتار محاسبه گردید، که میزان آفت‌ها به ترتیب عبارت بودند از: آفت دماغه به میزان ۴/۲ درصد، آفت کیفی به میزان ۱/۶ درصد، آفت کوبنده به میزان ۰/۶ درصد، آفت الک و غربال به میزان ۰/۶ درصد. عمده دلایل آفت‌های نام برده را می‌توان به شرح زیر عنوان کرد: عمر کمباین، سرعت چرخ و فلک، ارتفاع شانه‌ی برش، نوع کشت، عدم تناسب سرعت دورانی چرخ و فلک با سرعت پیشروی، عدم آشنایی کشاورز با کار کمباین، عدم سرعت دورانی مناسب پنکه، آلودگی مزارع به علف‌های هرز نامناسب بودن رطوبت دانه هنگام برداشت و عدم تنظیم مناسب الک‌ها. با توجه به موارد یاد شده می‌توان توصیه‌هایی به شرح زیر ارائه نمود: تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی، تعیین عمر مفید کمباین‌ها و تعیین بهترین زمان جایگزینی، آموزش رانندگان کمباین، تنظیم مناسب اجزای عملگر کمباین، اتخاذ روش مناسب کاشت و آبیاری.

کلمه‌های کلیدی: کمباین - تلفات گندم - منطقه ورامین.

۱- مربی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا (E-Mail: ahmadi292@yahoo.com)

۲- استادیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

۳- مربی آموزشی گروه فنی مهندسی کشاورزی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: پاییز ۱۳۸۷

گندم مهم‌ترین محصول زراعی کشور است که نقش عمده‌ای در تأمین مواد غذایی مردم دارد. کشت گندم در کشور در دوره‌ی پنج ساله ۸۰ - ۱۳۷۵ به طور متوسط ۵/۹۷ میلیون هکتار بوده است که در مجموع نیمی از اراضی زیر کشت کشور را شامل می‌شود. میزان تولید این محصول در سال‌های مختلف با توجه به مقدار بارندگی متغیر است. در این دوره‌ی پنج ساله تولید گندم به طور متوسط به میزان ۹/۹ میلیون تن در هر سال تقریباً تثبیت شده است ولی رشد سریع جمعیت و افزایش تقاضا موجب شده که هر ساله بخش قابل توجهی از گندم مورد نیاز کشور از خارج تأمین شود. در مورد گندم نیز همانند سایر محصولات‌های کشاورزی شاهد تلفات و ضایعات زیاد محصول در مراحل تولید تا مصرف هستیم. امروزه برداشت دستی به دلیل هزینه‌های زیاد و محدودیت زمان برداشت محصول تقریباً غیر ممکن است و باید برداشت را ماشینی نمود که عملاً نیز این گونه شده است. ولی کاربرد ماشین نیازمند راننده‌ی ماهر، ماشین مناسب، مدیریت صحیح ماشین و ارقام مناسب محصول است. مطابق شواهد موجود در هنگام برداشت گندم توسط کمباین، تنظیم نبودن کمباین‌ها و یا کهنه و فرسوده بودن آن‌ها می‌تواند درصد قابل توجهی از دانه را شکسته یا همراه کاه بیرون دهد. در برخی موارد تلفاتی بین ۱۰ تا ۲۰ درصد در نتیجه استفاده از کمباین‌های فرسوده در برداشت گندم در نقاط مختلف کشور گزارش شده است. عواملی که در افزایش و یا کاهش ضایعات کمباین مؤثر می‌باشند شامل سرعت پیشروی کمباین، ارتفاع برداشت، سرعت دورانی چرخ فلک، ارتفاع محور چرخ فلک، فاصله طولی محور چرخ فلک از شانه برش، تطابق تیغه و انگشتی، فاصله‌ی لبه هلیس از کف و پشت سکوی برش، نوع چرخ فلک، دور کوبنده، فاصله‌ی کوبنده و ضد کوبنده، دور پنکه، تنظیم غربال‌های کمباین، وضعیت کاه پراش، مدت زمان کارکرد کمباین، سلامت قطعات کمباین، انتخاب مسیر صحیح حرکت کمباین، وضعیت مزرعه و عملکرد محصول است. به منظور اصلاح تنظیم‌ها، رفع عیب و بهینه‌سازی عوامل بوجود آورنده ضایعات در کمباین ضروری است که سهم ضایعات هر واحد از کمباین مشخص گردد. سپس نسبت به رفع نقص، اصلاح تنظیمات و در نهایت بهینه‌سازی واحد مورد اشکال اقدام شود.

تلفات برداشت گندم را در ایران توسط Behrooz Lar & All (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد. این محققین میانگین افت کمباین گندم را در فارس ۴/۵ درصد، در همدان ۷ درصد، در خراسان ۷/۸ درصد، در اصفهان ۲/۳ درصد و در گرگان ۶ تا ۷ درصد گزارش کرده‌اند. در گزارش آن‌ها عوامل مؤثر در افت تنظیم نبودن کمباین، مناسب نبودن زمان برداشت، رطوبت نسبی هوا و ساعت برداشت گزارش گردیده است.

Mohd & All (۱۹۹۷) تلفات گندم به هنگام برداشت با کمباین را در سودان بررسی و سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده، میزان باز بودن الکها، تنظیم بودن پنکه و رطوبت دانه را اندازه گیری کردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که متوسط تلفات در سال اول ۹ درصد و در سال دوم ۱۲/۷ درصد بوده است. آن‌ها کم‌ترین تلفات گندم از ناحیه‌ی دماغه را در سرعت پیشروی ۵/۵ کیلومتر در ساعت و کم‌ترین تلفات کوبنده را در سرعت دورانی ۹۰۰ دور در دقیقه سیلندر گزارش نمودند.

Sheraddin & Ghulan (۱۹۹۱) تأثیر ساعت و تاریخ برداشت را بر تلفات دانه گندم در پاکستان مطالعه کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که کم‌ترین تلفات در ساعت ۸ تا ۱۲ صبح است. آن‌ها گزارش نمودند که تلفات تا ده روز بعد از زمان مناسب کم بوده ولی بعد از آن افزایش می‌یابد. علاوه بر آن رطوبت دانه به طور خطی با تأخیر در برداشت کاهش می‌یابد اما باعث افزایش در تلفات دانه می‌شود. این محققان رطوبت مناسب جهت برداشت به موقع و کاهش در تلفات را حدود ۱۴ تا ۱۵ درصد اعلام کردند.

Fouad & All (۱۹۹۰) مواردی مانند افت دانه در قسمت‌های مختلف کمباین، ظرفیت مزرعه‌ای، هزینه‌ی برداشت و شرایط مناسب کاری کمباین، رقم برنج، رطوبت ساقه برنج و سرعت پیشروی کمباین را برای ارقام مختلف بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سرعت پیشروی کمباین از ۰/۹ به ۲/۳ کیلومتر در ساعت، در تلفات افزایش معنی‌دار دیده نمی‌شود ولی افزایش سرعت پیشروی به ۳/۲ کیلومتر در ساعت موجب افزایش معنی‌دار تلفات دانه می‌گردد. آن‌ها تلفات استوانه کوبنده را در برداشت زود هنگام برنج حدود ۶۶ درصد کل تلفات گزارش نمودند.

Rahama & All (۱۹۹۰) نحوه‌ی کارکرد ۶۰ دستگاه کمباین را در سودان مورد مطالعه قرار داده و تلفات در سکوی برش، واحد کوبنده و جدا کننده را بررسی نمودند. آن‌ها پارامترهایی چون سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده، فاصله‌ی کوبنده، اندازه‌ی سوراخ الکها و تنظیم پروانه‌ی دمنده را حین آزمایش اندازه‌گیری کردند. آن‌ها میانگین تلفات در فصول زراعی ۸۹-۹۰ و ۹۰-۹۱ را به ترتیب ۹ و ۱۲ درصد گزارش نمودند هم‌چنین آن‌ها رطوبت بهینه جهت برداشت با کم‌ترین تلفات را بین ۹ تا ۱۴ درصد گزارش کردند. کم‌ترین میزان تلفات سکوی برش در سرعت پیشروی ۵/۵ کیلومتر بر ساعت مشاهده گردید. نتایج حاکی از آن است که حداقل تلفات واحد کوبنده در شریطی ایجاد می‌گردد که سرعت دورانی کوبنده معادل ۹۰۰ دور در دقیقه باشد.

در این تحقیق عواملی مانند عملکرد، رقم، رطوبت دانه، سرعت پیشروی، عمر کمباین و عوامل مرتبط دیگر مطالعه گردید و عوامل مؤثر بر ضایعات در قسمت‌های مختلف کمباین بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام، تحقیق بخش‌های مختلفی از شهرستان ورامین مانند جوادآباد، قلعه سین و ... که دارای بیش‌ترین سطح زیر کشت گندم می‌باشند انتخاب شد. در این مرحله بر اساس طرح نمونه‌گیری، ۷۰ مزرعه به صورت تصادفی در نظر گرفته شد. اطلاعات لازم با پلات‌گذاری در مزارع منتخب در هنگام برداشت گندم با کمباین و تکمیل پرسشنامه از کشاورز و راننده‌ی کمباین جمع‌آوری گردید. تلفات برداشت با کمباین به تفکیک افت دماغه، افت کوبنده، افت الک، افت کیفی، افت طبیعی و افت کل محاسبه شد. ابتدا متغیرها گروه‌بندی گردید سپس جهت مقایسه داده‌ها از آزمون آماری t استفاده شد. این اندازه‌گیری‌ها از قسمت‌های مختلف کمباین در حال برداشت صورت گرفت. تلفات کمباین دانه شامل تلفات پیش از برداشت، تلفات طبیعی (دانه‌هایی که بر زمین ریخته یا به هر طریقی از دسترس شانه برش خارج می‌شوند)، تلفات مربوط به سکوی برش (تلفاتی که در نتیجه‌ی کار شانه‌ی برش حاصل می‌شود)، تلفات واحد کوبنده (دانه‌هایی که در تکه خوشه‌های نکوبیده شده از عقب کمباین بیرون می‌ریزد)، تلفات الک و کاه پران (دانه‌هایی که از عقب کمباین بیرون ریخته می‌شود) و تلفات کیفی (افت کیفی ارزش محصول به سبب وجود ناخالصی‌ها در مخزن کمباین) مورد مطالعه قرار گرفت.

الف) روش تعیین تلفات پیش از برداشت: به منظور تعیین تلفات پیش از برداشت، یک ناحیه برداشت نشده از مزرعه که از کناره‌های مزرعه فاصله‌ی کافی داشت انتخاب شد. چهار چوبی مربع شکل به ابعاد 1×1 مترمربع را در داخل محصول بر روی سطح زمین قرار دادند. تمام دانه سنبله‌هایی که درون چهار چوب روی زمین ریخته بود جمع‌آوری گردید و سپس تمام دانه‌ها شمارش شد. این آزمون چند بار تکرار گردید. با توجه به جدول تلفات محصول پس از برداشت و تلفات سکوی برش کمباین، تلفات پیش از برداشت برحسب کیلوگرم بر هکتار تعیین شد.

ب) روش تعیین تلفات سکوی برش: به منظور تعیین تلفات مربوط به سکوی برش در نقطه‌ای دور از کناره‌های مزرعه یک ناحیه را به صورت نمونه برداشت نموده سپس اجازه داده شد تا کمباین مواد داخل را تمیز و تمام کند پس از آن کمباین را به اندازه‌ی فاصله‌ای که برابر طول آن باشد به عقب رانده و خاموش گردید. سپس قاب چوبی

به ابعاد 1×1 مترمربع را داخل زمینی که محصول آن برداشت شده بود گذاشته و تعداد دانه‌های موجود در ناحیه‌ی محصور در قاب شمارش شد. این کار را چند بار تکرار نموده و میانگین محاسبه شد. سپس باید تعداد دانه‌های ریخته شده پیش از برداشت از این میانگین کم گردد.

ج) روش تعیین تلفات واحد کوبنده: پس از این‌که کمباین به اندازه‌ی طول خود به عقب برگشت توسط همین چهار چوب قسمت پشت واحد جدا کننده کمباین در چند نقطه بازرسی گردید و قاب در چند نقطه بر روی زمین و بر روی مواد ریخته شده قرار داده شد. تمام دانه‌هایی را که در سنبله‌ها و خوشه‌ها نیم‌کوب باقی مانده بود شمارش گردید. بدین ترتیب مقدار تقریبی تلفات واحد کوبنده محاسبه شد.

د) روش تعیین تلفات الک و کاه پران: تلفات جداکن را می‌توان به دو نوع تقسیم نمود. تلفات الک‌ها و تلفات غربال‌ها. نوع تلفات اخیر را که در مجموع تلفات غربال می‌نامند باید کم‌تر از یک درصد عملکرد باشد در غیر این صورت معلوم می‌شود که جدا کن بیش بار است. جهت اندازه‌گیری میزان تلفات الک و کاه پران، پس از این‌که کمباین به اندازه طول خود به عقب برگشت قاب چوبی را درست در پشت قسمت خروجی کمباین بر روی زمین قرار داده شد. در داخل قاب چوبی سنبله‌ها و خوشه‌های شکسته و نیم‌کوب را محاسبه نشد. تنها دانه‌هایی را که به صورت آزاد در داخل قاب وجود داشتند شمرده شد و سپس تعداد دانه‌های مربوط به تلفات قبل از برداشت و نیز تعداد دانه‌های مربوط به سکوی برش را از آن کم گردید. عدد حاصل معرف تعداد دانه‌هایی بود که در واحد جداکننده و تمیز کننده تلف شده بود.

ه) روش تعیین تلفات کیفی: تلفات کیفی مربوط به الک‌های کمباین است ولی متأسفانه این تلفات مورد نظر قرار نگرفته و به صورت کاه، علف هرز و ... در مخزن کمباین ظاهر می‌شود. در کمباینی که درست تنظیم شده باشد تلفات کیفی را می‌توان با تنگ کردن سوراخ‌های الک رویی یا زیری کاهش داد. در صورت عدم کاهش تلفات کیفی ممکن است این تلفات ناشی از زیاد کوبیده شدن محصول در واحد کوبنده باشد. جداسدن دانه از مواد غیر دانه‌ای در صورتی که طول خرده کاه‌ها بلندتر باشد بهتر صورت می‌گیرد. جهت اندازه‌گیری عملکرد واحد تمیز کن، همزمان با سایر اندازه‌گیری‌ها مقداری گندم از مخزن کمباین برداشته شد و پس از توزین، دانه‌های خرد شده آن جدا و وزن شدند با توجه به میزان دانه‌های خرد شده افت کیفی محصول محاسبه شد. علاوه بر اندازه‌گیری افت کمباین عوامل دیگری مانند سرعت پیشروی، سرعت دورانی کوبنده، پنکه و سرعت دورانی چرخ و فلک که بر تلفات برداشت مؤثرند، اندازه‌گیری شد.

و) عوامل مؤثر در عملکرد بهینه کمباین: سرعت پیشروی مهم‌ترین تنظیم در عملکرد بهینه یک کمباین است. نتایج محققان نشان داده است که افت کل کمباین با افزایش سرعت پیشروی فزونی می‌یابد یکی از اثرهای این ازدیاد سرعت، بیش باری واحد جداکن است که به افت بیش‌تر می‌انجامد. برای تنظیم دقیق سرعت پیشروی ماشین، از چرخ تسمه‌های دور متغیر در کمباین‌های خود گردان بهره گرفته می‌شود. محتوای رطوبت محصول یکی از عوامل بسیار مهم در تعیین زمان برداشت کمباین است. محصول را می‌توان در محتوای رطوبت زیاد برداشت نمود و آنگاه با وسایل مصنوعی خشک نمود. با این کار، مدیریت، فرصت کافی برای برداشت تمام محصول را خواهد داشت. ولی تلفات مزرعه‌ای و کمباین برای بسیاری از محصولات، در محدوده‌ی باریکی از محتوای رطوبت، به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد. به علاوه، در رطوبت بالا، ممکن است صدمه فیزیکی به دانه وارد نماید. علاوه بر این، عوامل دیگر مانند سرعت دورانی کوبنده و پنکه و سرعت دورانی چرخ و فلک که بر تلفات برداشت مؤثرند اندازه‌گیری شد. با استفاده از یک زمان‌سنج، یک متر و دو عدد میخ چوبی که ابتدا و انتهای مسیر با آن مشخص شد، سرعت پیشروی کمباین اندازه‌گیری شد، به کمک یک دورسنج نوری مکانیکی سرعت دورانی کوبنده و نیز پنکه اندازه‌گیری گردید. با بستن یک تکه پارچه و بستن آن به یکی از پره‌های چرخ و فلک و با استفاده از زمان‌سنج تعداد دور در دقیقه چرخ و فلک شمارش و با استفاده از یک دستگاه رطوبت سنج مدل GNK303 کراهی، رطوبت نمونه برداشت شده از مخزن کمباین تعیین شد.

نتایج

- عوامل مؤثر بر افت دماغه کمباین در زمان برداشت گندم: در جدول ۱ اثر متغیرها بر افت دماغه کمباین آورده شده است. افت دماغه کمباین در مزارع کشاورزانی که دارای حداکثر سه هکتار گندم هستند نسبت به کشاورزانی که سطح زیر کشت آن‌ها بیش از سه هکتار است کم‌تر می‌باشد. علت آن است که با زیاد شدن وسعت کشت، نظارت کشاورز کم‌تر می‌شود. از جدول ۱ مشخص می‌شود، کشاورزانی که زمین‌های یکپارچه داشتند نسبت به گروهی که زمین‌های آن‌ها چند قطعه بود، هنگام برداشت گندم ضایعات کم‌تری داشتند. با توجه به جدول معلوم شد کشاورزانی که زمان کاشت گندم آن‌ها طبق توصیه‌ی کارشناسان بود افت دماغه هنگام برداشت کم‌تر بود که علت آن سبز شدن یکنواخت مزرعه در کشت به موقع است. روش‌های مختلف کاشت روی تلفات گندم اثر معنی‌دار داشت به گونه‌ای که در کشت کرتی میزان تلفات بیش از کشت خطی بود که دلیل آن وجود پشته‌های بلند در

جهت عمود بر مسیر حرکت کمباین بود که سبب بالا و پایین رفتن دماغه کمباین می‌شد. با افزایش ارتفاع شانه برش، تلفات گندم بیش‌تر شد و تسطیح نبودن زمین و ناهمواری‌های مزرعه سبب می‌شد راننده شانه‌ی کمباین را در ارتفاع بالاتر تنظیم کند که این امر سبب شد تعدادی از خوشه‌های کوتاه قد برداشت نشده یا اگر برداشت شدند استوانه حلزونی نمی‌توانست آن‌ها را تحویل سیستم تغذیه دهد. سرعت چرخ و فلک در هنگام برداشت از عوامل مؤثر بر افت دماغه کمباین بود. سرعت چرخ فلک تا ۲۱ دور در دقیقه نسبت به کمباین‌هایی که سرعت چرخ فلک آن‌ها بیش از ۲۱ دور در دقیقه بود ریزش کم‌تری داشتند. با توجه به سرعت متوسط پیشروی کمباین‌ها که حدود دو کیلومتر در ساعت بود، عدم هماهنگی سرعت دورانی چرخ فلک با این سرعت پیشروی سبب افزایش افت گردید زیرا چرخ فلک سریع‌تر به محصول برخورد می‌کرد. افت دماغه در مزارعی که رانندگان باسواد و آموزش دیده بودند کم‌تر بود. سرعت پیشروی تا حدود دو کیلومتر بر ساعت تأثیر چندانی بر میزان افت دماغه نداشت. مقدار رطوبت دانه اثر معنی‌دار بر افت دماغه نشان داد. Fouad & All (۱۹۹۰) در تحقیق‌های خود به این نتیجه رسیدند که تغییرهای کم در سرعت پیشروی اثر معنی‌داری روی تلفات ندارد هم‌چنین وضعیت تسطیح زمین نیز تأثیر معنی‌داری در میزان افت دماغه نشان نمی‌دهد.

- عوامل مؤثر بر افت کوبنده در زمان برداشت: جدول ۲ نشان می‌دهد، افزایش عملکرد گندم در هکتار سبب افزایش افت کوبنده گردید به گونه‌ای که با افزایش عملکرد محصول از توانایی کوبنده کاسته شد بنابراین اصلاح و تنظیم صحیح کوبنده کمباین ضرورت دارد. آموزش کشاورزان در زمینه‌ی ضایعات گندم از عوامل مؤثر بر افت کوبنده است. ساعت برداشت گندم با کمباین در طول روز روی ضایعات کوبنده اثری معنی‌دار داشت. رطوبت دانه از عوامل مؤثر بر افت کوبنده است در این تحقیق هنگامی که برداشت در رطوبت کم‌تر از ۱۱ درصد صورت گرفت، تلفات کم‌تری مشاهده گردید با افزایش رطوبت محصول ضرورت دارد سرعت دورانی کوبنده نیز متناسب با آن افزایش و هم‌چنین فاصله کوبنده کاهش یابد. سرعت دورانی کوبنده از عوامل مؤثر بر افت کوبنده است. این سرعت در هنگام برداشت گندم حدود ۹۰۰ دور در دقیقه تعیین شده است. Mohd & All (۱۹۹۷) نیز کم‌ترین تلفات کوبنده را در سرعت دورانی ۹۰۰ دور در دقیقه عنوان نمودند. Sheraddin & Gholan (۱۹۹۱) نیز کم‌ترین تلفات برداشت را از لحاظ رطوبت از ۸ تا ۱۲ صبح گزارش کرده‌اند.

- عوامل مؤثر بر افت الک و غربال کمباین در زمان برداشت گندم: افت الک و غربال، مربوط به دانه‌های گندمی است که در خروجی پشت کمباین دیده می‌شود با توجه به جدول ۳ معلوم شد کشاورزانی که تاریخ کاشت گندم آنان طبق توصیه کارشناسان بود افت کم‌تری متحمل شدند از سوی دیگر آشنایی کشاورز با کار کمباین سبب شد در هنگام برداشت میزان ضایعات گندم در قسمت الک و غربال به مقدار قابل توجهی کاهش یابد. از سوی دیگر زمان کاشت مناسب، رقابت گندم در مبارزه با علف‌های هرز را افزایش می‌دهد و از این طریق موجب بالا بردن کارایی الک‌ها می‌شود. رطوبت دانه هنگام برداشت از عوامل مؤثر بر افت الک و غربال است. بر طبق مطالعه در مناطقی که رطوبت دانه‌ها کم‌تر از ۱۱ درصد بود تلفات الک و غربال اختلاف معنی‌دار را نسبت به مزارعی که رطوبت دانه‌ها در آن بیش از ۱۱ درصد بود نشان داد.

- عوامل مؤثر بر افت کیفی گندم در زمان برداشت با کمباین: مقدار گندم خرد شده و شکسته شده و سایر مواد خارجی نسبت به کل دانه گندم، نشان دهنده‌ی افت کیفی گندم است. جهت تعیین این افت نمونه‌ای با وزن مشخص از مخزن کمباین برداشت و دانه‌های شکسته پس جدا شدن، توزین و نسبت به کل نمونه محاسبه گردیدند. میانگین افت کیفی گندم در منطقه ورامین ۱/۲۱ کیلوگرم در هکتار معادل ۰/۰۳۰ درصد برآورد گردید.

- عوامل مؤثر بر افت طبیعی گندم قبل از برداشت با کمباین: عوامل مؤثر بر این افت عبارتند از ارتفاع گندم، دسترسی به موقع به کمباین و رقم گندم. میزان ریزش دانه‌های گندم قبل از ورود کمباین به مزرعه ناچیز بود.

- عوامل مؤثر بر افت کل گندم در زمان برداشت با کمباین: افت کل شامل جمع افت‌های دماغه، کوبنده، الک و غربال و طبیعی است. تعداد قطعات زمین از جمله عوامل مؤثر بر مقدار ضایعات کل گندم بود. کشاورزانی که دارای یک یا دو قطعه زمین زیر کشت بودند ضایعات کم‌تری نسبت به دیگر کشاورزان داشتند. زمان کاشت گندم بر ضایعات کل در مرحله برداشت مؤثر بود با افزایش عملکرد در هکتار ضایعات کل گندم بیش‌تر گردید به گونه‌ای که در مزارعی که عملکرد گندم بیش از چهار تن در هکتار بود میانگین کل ضایعات بیش‌تر از مزارعی بود که عملکرد گندم در آن‌ها کم‌تر از چهار تن در هکتار بود دلیل آن است که کمباین‌های فعلی مناسب ارقام پر محصول نیستند (جدول ۴).

آشنایی کشاورزان با کار کمباین سبب می‌شود ضایعات گندم کاهش یابد که ضایعات گندم کشاورزان آموزش دیده اختلاف معنی‌داری نسبت به ضایعات گندم کشاورزان آموزش ندیده نشان داد.

بحث

براساس جدول ۵ مشخص می‌شود که بیش‌ترین سهم ضایعات مربوط به افت دماغه به میزان ۴/۱۷۷ درصد و سپس افت کیفی به میزان ۱/۵۹۸ درصد و سپس افت کوبنده به میزان ۰/۶۴۳ درصد و سپس افت الک و غربال به میزان ۰/۵۸۲ درصد می‌باشد.

میانگین کل ضایعات در منطقه‌ی ورامین ۷ درصد در هکتار محاسبه گردید، که در این میان افت دماغه به میزان ۴/۱۷۷ درصد بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد که از عوامل مؤثر بر این افت می‌توان به عواملی چون عمر کمباین، سرعت چرخ و فلک، ارتفاع شانه برش، نوع کشت، عدم تناسب سرعت دورانی چرخ و فلک با سرعت پیشروی و عدم آشنایی کشاورز با کار کمباین اشاره کرد. پس از آن افت کیفی به میزان ۱/۵۹۸ درصد در هکتار بیش‌ترین میزان افت را به خود اختصاص داد که عمده دلایل آن عبارتند از: عدم سرعت مناسب کوبنده و چرخ و فلک، عدم سرعت دورانی مناسب پنکه و آلودگی مزارع به علف‌های هرز می‌باشد. پس از آن افت کوبنده به میزان ۰/۶۴۳ درصد در هکتار بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد که عمده دلایل آن شامل عدم رعایت زمان برداشت مناسب، نامناسب بودن رطوبت دانه هنگام برداشت و همچنین عدم آموزش مناسب رانندگان می‌باشد. پس از موارد یاد شده افت الک و غربال به میزان ۰/۵۸۲ درصد در هکتار بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد که عمده دلایل آن نامناسب بودن سرعت دورانی پنکه، مناسب نبودن رطوبت دانه در هنگام برداشت، عدم تنظیم مناسب الک‌ها و عدم آموزش مناسب می‌باشد. با توجه به موارد یاد شده می‌توان توصیه‌هایی از قبیل تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی، تعیین عمر مفید کمباین‌ها و تعیین بهترین زمان جایگزینی، آموزش رانندگان کمباین، تنظیم مناسب اجزای عملگر کمباین و اتخاذ روش مناسب کاشت و آبیاری را ارائه نمود.

جدول ۱ - عوامل مؤثر بر افت دماغه کمباین در برداشت گندم

نام متغیر	گروه بندی	تعداد نمونه	میانگین ضایعات (بر حسب کیلوگرم در هکتار)	میانگین ضایعات (بر حسب درصد در هکتار)
سطح زیر کشت	تا ۳ هکتار	۲۷	۹۰	۲*
	بیش از ۳ هکتار	۴۵	۱۳۵	۳
تعداد قطعات	تا ۳ قطعه	۴۹	۱۳۵	۳*
	بیش از ۳ قطعه	۲۰	۱۸۰	۴
آشنایی کشاورز با کار کمباین	دارد	۲۱	۴۵	۱*
	ندارد	۵۰	۱۳۵	۳
زمان کاشت گندم	با توجه به توصیه تحقیقات	۵۰	۱۳۵	۳*
	بدون توجه به توصیه تحقیقات	۲۵	۱۶۲	۳/۶*
نوع کاشت گندم	خطی	۳۰	۹۴/۵	۲/۱*
	کرتی	۳۱	۱۷۵/۵	۳/۹
عمر کمباین	تا ۱۰ سال	۲۰	۱۱۲/۵	۲/۵*
	بیش از ۱۰ سال	۳۹	۲۰۲/۵	۴/۵
ارتفاع شانه برش	حداکثر ۳۰ سانتی متر	۲۷	۱۲۶	۲/۸*
	بیش از ۳۰ سانتی متر	۲۷	۱۷۵/۵	۳/۹
سرعت چرخ فلک هنگام برداشت	تا ۲۱ دور در دقیقه	۳۰	۱۰۸	۲/۴*
	بیش از آن	۳۰	۱۶۲	۳/۶
سواد راننده کباین	تا دیپلم	۴۰	۱۷۱	۳/۸*
	بیش از آن	۲۵	۹۰	۲
آموزش راننده	نداشته	۵۱	۱۶۶/۵	۳/۷*
	داشته	۳۱	۹۰	۲
سرعت کمباین	تا ۱/۵ کیلومتر در ساعت	۳۰	۱/۸	۰/۰۴
	بیش از ۱/۵ کیلومتر در ساعت	۳۱	۱۲۱/۵	۲/۷*
تسطیح زمین	مناسب	۲۴	۵/۸۵	۰/۱۳
	نامناسب	۳۲	۱۳۵	۳*
رطوبت دانه گندم	تا ۱۱ درصد	۳۸	۵/۴	۰/۱۲
	بیش از ۱۱ درصد	۳۱	۱۳۵	۳*

* معنی دار در سطح ۵ درصد

جدول ۲- عوامل مؤثر بر افت کوبنده در زمان برداشت گندم

نام متغیر	گروه‌بندی متغیر	تعداد نمونه	میانگین ضایعات (بر حسب کیلو گرم در هکتار)	میانگین ضایعات (بر حسب درصد در هکتار)
عملکرد در هکتار	کم تر یا مساوی ۴/۵ تن	۴۰	۱۳/۵	۰/۳*
	بیش تر از ۴/۵ تن	۲۵	۲۷	۰/۶
آموزش کشاورز در خصوص ضایعات برداشت	دید	۲۰	۴/۵	۰/۱*
	ندیده	۴۳	۱۸	۰/۴
زمان برداشت	۸ صبح تا ۷ عصر	۴۸	۱۳/۵	۰/۳*
	خارج از این محدوده زمانی	۱۵	۲۲/۵	۰/۵
رطوبت دانه	تا ۱۱ درصد	۵۱	۹	۰/۲*
	بیش از ۱۱ درصد	۳۱	۲۲/۵	۰/۵
سرعت دورانی کوبنده	از ۸۵۰ تا ۹۵۰ دور در دقیقه (دور توصیه نشده)	۱۷	۱۸	۰/۴*
	خارج از این محدوده سرعت	۴۸	۱۳/۵	۰/۳
سرعت پیشروی کمباین	تا ۱/۵ کیلومتر در ساعت	۴۵	۱۸	۰/۴
	بیش از ۱/۵ کیلومتر در ساعت	۳۸	۱۸	۰/۴

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۳- عوامل مؤثر بر افت الك و غربال کمباین در زمان برداشت گندم

نام متغیر	گروه‌بندی متغیر	تعداد نمونه	میانگین ضایعات (بر حسب درصد در هکتار)	میانگین ضایعات (بر حسب درصد در هکتار)
زمان کاشت گندم	به توصیه تحقیقات	۵۱	۱۴/۴	۰/۳۲*
	خارج از توصیه تحقیقات	۳۲	۳۱/۹۵	۰/۷۱
آشنایی کشاورز با کار کمباین	دارد	۱۰	۱۰/۶۲	۰/۲۳۶*
	ندارد	۴۹	۲۴/۱۶۵	۰/۵۳۷
رطوبت دانه گندم	تا ۱۱ درصد	۵۱	۱۵/۷۰۵	۰/۳۴۹
	بیش از ۱۱ درصد	۲۹	۳۲/۹۴	۰/۷۳۲*
سرعت پنبکه	بین ۵۷۵ تا ۶۲۵ دور در دقیقه (دور توصیه شده)	۳۲	۶۲/۰۱	۱/۳۷۸
	خارج از این محدوده سرعت	۳۹	۱۸/۹۴۵	۰/۴۲۱
سرعت پیشروی کمباین	تا ۱/۵ کیلومتر در ساعت	۴۰	۱۸	۰/۴
	بیش از ۱/۵ کیلومتر در ساعت	۲۶	۱/۱۲۵	۰/۰۲۵
عملکرد در هکتار	تا ۴/۵ تن	۵۱	۱۰/۳۰۵	۰/۲۲۹
	بیش از ۴/۵ تن	۲۹	۴/۷۷	۰/۱۰۶

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۴- عوامل مؤثر بر افت کل کمباین در زمان برداشت گندم

نام متغیر	گروه‌بندی متغیر	تعداد نمونه	میانگین ضایعات (بر حسب درصد در هکتار)
تعداد قطعات	تا ۳ قطعه	۴۰	۴,۶۷۴*
	بیش از ۳ قطعه	۲۸	۶,۶۳۴
زمان کاشت گندم	با توجه به توصیه تحقیقات	۴۵	۴,۷۰۵*
	بدون توجه به توصیه تحقیقات	۳۱	۵,۳۸۰
عملکرد در هکتار	تا ۴/۵ تن	۴۸	۴/۸۲۶*
	بیش از ۴/۵ تن	۳۱	۵/۱۲۸
آشنایی کشاورز با کار کمباین	دارد	۱۷	۲/۷۰۱*
	ندارد	۵۱	۴/۸۱۱
عمر کمباین	تا ۱۰ سال	۳۸	۴/۷۴۲*
	بیش از ۱۰ سال	۳۹	۴/۹۵۶
سرعت چرخ فلک	تا ۲۱ دور در دقیقه	۳۷	۳/۸۵۲*
	بیش از آن	۳۷	۵/۹۳۷
ارتفاع شانه برش	تا ۳۰ سانتی‌متر	۲۹	۴/۸۱۷*
	بیش از آن	۳۰	۵/۵۳۴
نوع کشت	خطی	۳۵	۴/۵۲۹*
	کرتی	۳۵	۵/۳۴۵
سواد راننده کمباین	تا دیپلم	۳۰	۵/۵۷۳*
	بیش از دیپلم	۲۹	۴/۳۸۱
آموزش راننده کمباین	نداشته	۳۴	۴/۸۱۸*
	داشته	۲۱	۴/۷۱
رطوبت دانه گندم هنگام برداشت	تا ۱۱ درصد	۳۸	۰/۰۵۴
	بیش از ۱۱ درصد	۲۰	۴/۷۴۵

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۵- میانگین تلفات برداشت بر حسب کیلوگرم در هکتار

منطقه مورد مطالعه	افت دماغه	افت کوبنده	افت الک و غربال	افت کیفی	افت کل
جواد آباد	۲/۶۴۵	۰/۳۵۸	۰/۴۵۳	۱/۲۱	۴/۶۶۶
قلعه سین	۴/۵۲۴	۱/۰۲۳	۰/۵۴۲	۱/۵۸	۷/۶۶۹
پاکدشت	۵/۳۶۴	۰/۵۴۸	۰/۷۵۲	۲/۰۰۴	۸/۶۶۸

بهروزی لار، م.، ۱۳۷۴، تلفات کمباین غلات (طرح ملی)، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مؤسسه تحقیقات مهندسی کشاورزی، گزارش پایانی طرح پژوهشی.

Fouad, H. A., Tayel, S. A. and Hadad. Z. E. 1990. Performance of two different types of combine in harvesting rice in Egypt. AMA. 21(3): 17-22.

Mohd, A. A., Omar, A. R., Mutasim, E. A. and Mamou, I. D. 1997. On farm evaluation of combine harvester losses in the Gezira Scheein Sudan. AMA. 28(2): 23-25.

Rahama, A. M., Ali, M. E. 1990. On farm evaluation combine harvester losses in the Gomin in Sudan. AMA. Agricultural Mechanization In Asia, Africa and Latin America. 20(2): 27-31.

Sheraddin, B. and Ghulan, J. 1991. Influence of timing and date of harvest on wheat grain losses. AMA. 22(2): 56-62.