

بررسی زیان اقتصادی تلفات گندم طی فرآیند تولید در مزارع تولید بذر داخل

ایستگاه‌های تحقیقاتی

رویا فردوسی*، غلامرضا قهرمانیان، مظفر روستایی

موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

چکیده مبسوط

مقدمه: سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مناسب در زمینه کاهش ضایعات گندم مستلزم داشتن آمار و اطلاعات درست در خصوص میزان و ارزش تلفات این محصول در طول فرآیند تولید و همچنین شناخت عوامل مؤثر بر آن است. در این پژوهش سعی شد عوامل مؤثر بر ضایعات گندم دیم با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی شناسایی و رتبه‌بندی شده و براساس آن میزان تلفات گندم دیم طی فرآیند تولید اندازه‌گیری و زیان اقتصادی ناشی از آن ارزیابی گردد. در نهایت بر اساس عوامل شناسایی شده، راهکارهایی جهت کاهش ضایعات ارائه شود.

روش‌شناسی پژوهش: در سال‌های زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقاتی مراغه از مزارع تکثیر بذر گندم در مراحل مختلف تولید به صورت تصادفی نمونه‌گیری شد و ارزش اقتصادی آن‌ها محاسبه گردید. برای تعیین عوامل مهم و مؤثر بر ضایعات، از پرسشنامه مقیسات زوجی که توسط کارشناسان و افراد خبره در این زمینه تکمیل گردید، استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel و Expert Choice بهره گرفته شد.

یافته‌های پژوهش: سالانه، در هر هکتار به طور متوسط ۱/۱۲ درصد گندم به صورت ریزش طبیعی، ۲/۴۶ درصد در مرحله برداشت و ۱/۳۲ درصد به صورت مواد خارجی جامد و علف هرز و کاه هدر می‌روند و ۸/۹۵ درصد نیز به صورت دانه شکسته به مصرف خوراک دام و طیور می‌رسد. در کل، ۱۳/۸۴ درصد معادل ۲۳۳ کیلوگرم در هکتار گندم به صورت ضایعات از چرخه مصرف انسانی خارج می‌شود. این حجم از ضایعات، معادل محصول تولید شده در سطحی حدود ۱۳۸۷ مترمربع است. اگر هر کیلوگرم از این میزان ضایعات حدود ۱۶۰۰۰۰ ریال ارزش داشته باشد، خسارت ناشی از آن سالانه ۳۷۲۸۰ هزار ریال در هر هکتار خواهد بود. نتایج فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی نشان داد عوامل فنی به ترتیب شامل واحد جداکننده، واحد کوبنده، سکوی برش کمباین و بستر نامناسب بذر به عنوان مهمترین عوامل ایجاد تلفات هستند و آموزش تنظیمات درست کمباین به عنوان راهکار اصلی برای کاهش میزان ضایعات شناسایی گردید.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری چندمعیاره، ضایعات، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی.

مقدمه

۱۵ درصد آن یعنی معادل ۲۳ میلیون هکتار مستعد فعالیت‌های کشاورزی است. از این رقم حدود ۱۸/۷ میلیون هکتار هم اکنون در چرخه تولید محصولات کشاورزی قرار دارد و سالانه به طور متوسط ۱۳/۹۱ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی در کشور به زیر کشت می‌رود. به عبارتی در حال حاضر، ۶۰/۵ درصد از اراضی

گندم به‌عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی که حدود ۶۰ درصد انرژی موردنیاز بشر را تأمین می‌کند عامل بسیار مهمی برای پایداری سیاسی و اقتصادی و همچنین شاخصی اثرگذار در بهبود درآمد کشاورزان محسوب می‌گردد. از مجموع مساحت ۱۶۵ میلیون هکتار اراضی کشور حدود

دارای قابلیت کشاورزی کشور سالانه زیر کشت می‌رود (Statistics of the Land Affairs Organization of the country, 2022).

در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ سطح محصولات زراعی حدود ۱۱/۰۹ میلیون هکتار بوده که از این مقدار معادل ۷۶/۲ درصد یعنی حدود ۸/۴۵ میلیون هکتار به غلات اختصاص داشته که ۵۰/۳۹ درصد آن مربوط به اراضی با کشت آبی و ۴۹/۶۱ درصد به صورت کشت دیم است. بیشترین سطح زیر کشت غلات مربوط به گندم (۷۲/۴ درصد) است (Agricultural statistics, 2022). بنابراین، سهم بزرگی از پتانسیل کشاورزی کشور یعنی معادل ۴۹/۴۵ درصد از کل تولیدات زراعی به تولید گندم اختصاص دارد. براساس مطالعه‌ای که اسدی و همکاران در سال ۱۳۸۴ برای سنجش اثرات اقتصادی ضایعات گندم انجام دادند، میزان ضایعات گندم از قبل از کاشت تا پس از برداشت، ۳۴ درصد برآورد گردید. در واقع ۳/۵۸ میلیون هکتار از اراضی زراعی مستعد کشور با صرف کلیه نهاده‌های زراعی، ضایع می‌شود که رقم قابل توجهی است و اگر بحث خانوار را نیز به این مجموعه اضافه کنیم مسأله بحرانی‌تر می‌شود و این با هدف کشاورزی در رسیدن به خودکفایی کامل در تضاد است. هزینه بالای ضایعات نه تنها بخش کشاورزی را رنج می‌دهد بلکه به دلیل سهم ۷ درصدی این بخش در تولید ناخالص داخلی، بر اقتصاد کشور و منابع ملی نیز مؤثر است به این ترتیب تولید ناخالص داخلی نیز در معرض خطر خواهد بود. از طرف دیگر با توجه به ارزآوری این بخش، کاهش ضایعات می‌تواند ارزآوری این بخش را افزایش دهد. علی‌رغم وجود قابلیت‌های غیرقابل انکار در بخش کشاورزی، مشکل عمده ساختار کشاورزی، فقدان سازماندهی مناسب در مدیریت جامع و عدم ایجاد انگیزه در بهره‌برداری بهینه از منابع است. عوامل ایجاد ضایعات گندم در کشور: ۱- عامل جوی و محیطی: کمبود آب، دمای متغیر، سیل، طوفان، خشکسالی و تگرگ. ۲- عامل دانش و تخصص: نبود علم و تخصص کافی در حوزه علوم کشاورزی و

ماشین‌آلات کشاورزی موجب شده تا تولید به طور مطلوب محقق نگردد و عملکرد در بخش کشاورزی کاهش یابد. ۳- عامل سیاست: نبود نظارت کافی بر روند الگوی کشت، عدم مصرف نهاده‌های با کیفیت کشاورزی و عدم هدایت صحیح کشاورزان به بازارهای معتبر، نبود توجه کافی متولیان به امر آموزش و ترویج و نبود یک استراتژی جامع و مشخص در برنامه کشاورزی کشور. ۴- عامل اقتصاد: بالا بودن هزینه مبادله (شکاف قیمتی زیاد بین قیمت سرخرمن و قیمت خرده فروشی) که باعث تأخیر در تحویل محصول و در نتیجه فساد و ضایع شدن آن می‌شود. مشکل دیگر عدم توانایی مالی در خرید نهاده‌های با کیفیت و استخدام نیروی انسانی مناسب و متخصص و تجهیزات مدرن و پیشرفته است (Shadan, 2005).

ضایعات گندم در چند مرحله اتفاق می‌افتد: ضایعات گندم در «مرحله کاشت» بیشتر به دلیل استفاده از روش‌های قدیمی و سنتی و تهیه نامناسب بستر بذر است. در این روش حدود ۲۰ درصد بذر بیشتری مصرف می‌شود که این کار باعث زیاد شدن هزینه کاشت می‌شود در حالی که در بیشتر شدن محصول اثری ندارد. ضایعات گندم در «مرحله داشت» بطور خلاصه به ضعف مدیریت مزرعه مربوط بوده و شامل خسارت پرنندگان، خوابیدگی محصول، جوانه‌زنی روی سنبله و تأخیر در برداشت، بادزدگی، عدم آبیاری به موقع و کمبود آب، عدم مدیریت صحیح آفات، بیماری‌ها و تغذیه گیاهی و علف هرز در مرحله داشت است (Salem & Fazel, 2007). ضایعات در «مرحله برداشت» شامل ضایعات تأخیر در برداشت و یا افت ناشی از استفاده از ماشین‌آلات و وسایل برداشت است. ضایعات در «مرحله پس از برداشت» معمولاً به علت ریخت و پاش، بوجاری و ضد عفونی است (Erfanian, 2016).

مطالعات زیادی در زمینه ضایعات گندم در داخل کشور انجام شده است. بوگری و همکاران (Bogari et al., 2012)، با استفاده از رگرسیون چند متغیره، اثر عوامل سرعت پیشروی کمباین، درصد رطوبت دانه و عملکرد

میزان تلفات برداشت گندم ۸/۷۲ درصد است که ۲/۳۱ درصد ریزش طبیعی و ۶/۴۱ درصد ریزش کمباینی است که ریزش کمباینی شامل ریزش هد، ۲/۷۱ درصد، ریزش بدنه، ۰/۴۸ درصد و ریزش انتها، ۳/۲۲ درصد بوده است. عابدی (Abedi, 2018)، به بررسی اقتصادی ضایعات گندم از تولید تا مصرف در شهرستان شهرکرد پرداخته است. نتایج نشان داد که بین ضایعات نان و درآمد خانوار، میزان مصرف روزانه افراد و تعداد افراد خانوار رابطه مستقیم و بین ضایعات نان و سطح تحصیلات سرپرست خانوار، دفعات مراجعه به نانواپی و ساعات صرف شده برای خرید نان رابطه معکوس وجود دارد. رستمی و همکاران (Rostami *et al.*, 2018)، به بررسی میزان تلفات کمباین‌های معمولی و کمباین‌های کاه‌کوب از نوع جان‌دیر ۹۵۵ و کلاس ۷۶ پرداختند. نتایج نشان داد که مجموع تلفات برداشت کمباین کاه‌کوب بیشتر است و با تلفات برداشت کمباین معمولی اختلاف معنی‌داری دارد. بیشترین تلفات کمباین کاه‌کوب جان‌دیر در بخش مخزن و به میزان ۴/۱۶ درصد و در کمباین کاه‌کوب کلاس در واحد کوبش و جدایش به میزان ۸/۱۳ درصد دیده شد. بختیاری و اسدیان (Bakhtiyari & Asadiyan, 2019)، اثر سه نوع سیستم بوجاری، ۱- ماشین بوجاری به همراه ماشین پیش بوجاری آر، ۲- ماشین بوجاری به همراه ماشین پیش بوجاری رام صنعت و ۳- ماشین بوجاری به همراه ماشین پیش بوجاری گلدسات را بر فاکتورهای توانایی سیستم در تمیزسازی بذر گندم و درصد تلفات دانه سالم مورد بررسی قرار دادند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های درصد خلوص نهایی سه ماشین وجود ندارد. کمترین میزان تلفات گندم به ماشین بوجاری رام صنعت تعلق گرفت.

از جمله مطالعاتی که در خارج از کشور انجام شده عبارتند از: گراور و سینگ (Grover & Singh, 2013)، میزان خسارت‌های وارد شده در مرحله پس از برداشت گندم را براساس تجربه ۱۲۰ کشاورز گندم‌کار در

محصول در هکتار روی تلفات کمباین جان‌دیر ۹۵۵ در شهرستان اهواز را بررسی کردند. نتایج نشان داد که رابطه معنی‌داری بین عوامل فوق و تلفات گندم وجود دارد. مستوفی سرکاری و همکاران (Mostofi Sarkari *et al.*, 2014)، در تحقیقی، نمایشگر تلفات دانه را در قسمت‌های مختلف کمباین مانند غربال‌ها و کلش‌کش‌ها نصب کردند و کلیه تلفات کمباینی را اندازه گرفتند. نتایج نشان داد که اختلافی بین افت اندازه‌گیری شده با روش معمول و دستگاه نمایشگر تلفات دانه مشاهده نشد. پروانلو و همکاران (Parvanlou *et al.*, 2014)، میزان ریزش گندم در سه کمباین برداشت گندم (کلاس، جان‌دیر و نیوهلند) در شهرستان فریمان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کمترین میزان ریزش مربوط به کمباین کلاس با میانگین ریزش در قسمت‌های درو و انتهای ۲/۰۱ درصد و بیشترین میزان ریزش مربوط به کمباین جان‌دیر با میانگین ریزش در قسمت‌های درو و انتهای ۴/۶۱ درصد است. فریدی و همکاران (Faridi *et al.*, 2014)، دو خصوصیت فیزیکی اندازه هندسی و ضریب اصطکاک استاتیکی دانه‌های گندم روی سطوح مختلف برای چهار رقم گندم را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه به ترتیب متعلق به رقم الوند و آذر بود. براساس نتایج، قطر مناسب سوراخ‌های غربال برای رقم الوند، ۴/۶۹۴ میلی‌متر، رقم سرداری، ۴/۱۶۷ میلی‌متر، رقم آذر، ۳/۸۷۸ میلی‌متر و رقم سیلان، ۳/۹۲۸ میلی‌متر بود. همچنین شیب مناسب غربال برای رقم آذر، ۲۵/۱۷ درجه، رقم سیلان، ۲۸/۹۵ درجه، رقم الوند، ۱۹/۷۷ درجه و رقم سرداری، ۲۳/۹۶ درجه بود.

مطیعی و همکاران (Motiei *et al.*, 2016)، به بررسی سه فاکتور نوع کمباین (مدل ۹۵۵ و ۱۰۵۵)، زمان برداشت (صبح و عصر) و رقم بذر (آذر ۲ و سرداری) بر میزان تلفات کمباین به مدت پنج سال زراعی در اراضی دیم شهرستان بروجرد پرداختند. نتایج نشان داد که

رتبه‌بندی شد و در نهایت راهکارهای مناسب برای کاهش میزان ضایعات گندم دیم و زیان اقتصادی ناشی از آن‌ها اولویت‌بندی شدند. اهدافی که در این مطالعه مدنظر قرار گرفت شامل: ۱- شناسایی عوامل مؤثر بر تلفات گندم در مراحل مختلف تولید محصول گندم و سنجش میزان اهمیت هر یک از آن‌ها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ۲- اندازه‌گیری میزان تلفات گندم و تعیین زیان اقتصادی ناشی از آن‌ها و ۳- اولویت‌بندی راهکارها جهت کاهش تلفات گندم با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است.

مواد و روش‌ها

از دیدگاه سازمان جهانی غذا، فائو، هر تغییری که کاهش ارزش اقتصادی و غذایی محصول را در پی داشته باشد، عامل ضایعات تلقی می‌شود. ضایعات شامل ضایعات کمی، کیفی، مستقیم یا غیرمستقیم است. با کاهش ضایعات گندم علاوه بر بازگرداندن حجم قابل توجهی از محصول جدید به چرخه مصرف بدون وارد آوردن فشار اضافی به منابع و نهاده‌های کشاورزی، گام‌های بلندی نیز در راستای افزایش بهره‌وری منابع تولید، از جمله خاک، کود، سم، سوخت، و انرژی می‌توان برداشت. اولین گام برای تعدیل و کاهش ضایعات، تعیین میزان ضایعات براساس اصول علمی و مستند است. در پژوهش حاضر، در سال اول مطالعه، یعنی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، پنج قطعه از قطعات ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی دیم مراغه به ابعاد ۲۰، ۷، ۱۸، ۷ و ۱۴ هکتار و در سال دوم، یعنی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ سه قطعه از قطعات ایستگاه تحقیقاتی مراغه با ابعاد ۱۸، ۲۰ و ۲۲ هکتار که گندم کشت شده بودند به عنوان مناطق مورد بررسی در نظر گرفته شد. مشخصات این قطعات در جدول (۱) ارائه شده است. هر پنج قطعه‌ای که در سال اول مورد مطالعه قرار گرفتند در سال قبل به صورت آیش بودند و در هر سه قطعه مورد مطالعه در سال دوم در سال قبل نخود کشت شده بود. ارقام کشت شده در قطعات همانطور

پنجاب برآورد کرده‌اند. نتایج نشان داد که تلفات به دلیل برداشت دیر هنگام و خرد شدن دانه‌ها بوده است، در حالی که ضرر و زیان هنگام حمل و نقل و حمله جوندگان در مورد دانه‌های ذخیره شده ناچیز و حدود ۱/۸۴ است. گانگوار و همکاران (Gangwar et al., 2014)، اثر تلفات محصولات کشاورزی در امنیت غذایی هند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که سالانه یک سوم تولیدات غذایی هدر می‌روند که با افزایش بهره‌وری به ازای هر واحد منابع اولیه تولید می‌توان تلفات غذایی را کاهش داده و از بحران گرسنگی جلوگیری کرد. محمدخلیل و همکاران (Mohamed Khalil et al., 2016)، به بررسی تأثیر عوامل مختلفی در ضایعات گندم در دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۵ در مصر پرداختند. نتایج نشان داد که زمان برداشت محصول، برداشت مکانیکی گندم و جدا شدن بذر تأثیر اندکی در ضایعات گندم دارد. کومار و کالیتا (Kumar & Kalita, 2017)، اثر کاهش ضایعات پس از برداشت در طول دوره انبارداری محصولات دانه‌ای را بر تقویت امنیت غذایی در کشورهای در حال توسعه بررسی نمودند. نتایج نشان داد که ۶۰-۵۰ درصد غلات در انبار ضایع می‌شوند که با استفاده از روش‌های انبارداری علمی می‌توان مقدار ضایعات را به ۲-۱ درصد کاهش داد.

بر اساس مرور مطالعات ملاحظه گردید که در اغلب مطالعات به بررسی میزان ضایعات در مرحله برداشت و میزان تلفات کمباین پرداخته شده است. در استان آذربایجان شرقی و شهرستان مراغه پژوهشی در رابطه با اندازه‌گیری میزان ضایعات گندم دیم در مراحل مختلف تولید و زنجیره تأمین آن و همچنین اندازه‌گیری زیان اقتصادی آن‌ها انجام نشده است. لذا در این پژوهش ضمن اندازه‌گیری میزان زیان اقتصادی ناشی از ضایعات گندم دیم در ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات دیم کشور واقع در شهرستان مراغه، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ایجاد ضایعات نیز با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس اهمیتشان

اندازه‌گیری تلفات در زمان کاشت: عواملی همچون نوع آماده‌سازی زمین، اختلاط و ناخالصی بذر، روش بذرپاشی، عمق کشت بذر، زمان کشت و غیرمسطح بودن زمین، در زمان کاشت ممکن است باعث تلفات گندم دیم شوند، با در نظر گرفتن این عوامل در چندین مزرعه می‌توان تا حدودی اثر این عوامل را در میزان تلفات گندم مورد بررسی قرار داد. به عنوان مثال، برای بررسی اثر نوع آماده‌سازی زمین در میزان تلفات، چند مزرعه با انواع خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) و جهت بررسی تأثیر الگوی کشت در تلفات، تناوب‌های مختلف با گندم در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری میزان تلفات در اثر دستگاه‌های بذرکار از دستگاه‌های مختلف برای بذرکاری استفاده شد. همچنین، برای بررسی اثر عمق کاشت روی میزان تلفات گندم، از مزارع مورد مطالعه در فواصل مختلف، یک خط یک متری در نظر گرفته شد و عمق کشت‌ها اندازه‌گیری و یادداشت گردید و در نهایت عملکرد مزارع با هم مقایسه شد.

اندازه‌گیری میزان تلفات در زمان داشت: عواملی که در زمان داشت ممکن است منجر به تلفات گندم شود مانند: بادزدگی، عدم مدیریت صحیح آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفتند. از نقاط مختلف مزرعه به وسیله یک کادر چوبی به مساحت یک مترمربع میزان افت اندازه‌گیری شد که با انداختن کادر و جمع کردن دانه‌ها و سنبله‌های داخل کادر و جدا نمودن دانه از سنبله‌ها و توزین آن‌ها براساس میانگین عملکرد دانه در هر مترمربع از مزرعه انجام شد. میزان افت در هر هکتار از نسبت میانگین وزن دانه جمع‌آوری شده در کادر به عملکرد دانه در هر مترمربع محاسبه گردید که به عنوان تلفات طبیعی تلقی می‌شوند.

اندازه‌گیری میزان تلفات در مرحله برداشت: در مرحله برداشت عواملی همچون زمان برداشت، رطوبت دانه هنگام برداشت، نوع کمباین، مهارت راننده کمباین، سرعت حرکت کمباین، ارتفاع شانه برش و زاویه انگشتی‌های چرخ‌فلک می‌توانند در ایجاد تلفات گندم

که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود شامل ارقام باران، واران و هشترود هستند. در سال اول، قطعات مذکور قبل از کشت سمپاشی شده‌اند و برای آماده‌سازی زمین خاک‌ورزی مرکب انجام شده است. اما در سال دوم قبل از کاشت عملیات سمپاشی انجام نشده است و زمین شخم زده نشده است بلکه به صورت کشت مستقیم توسط بذرکار آسکه سه محوره انجام گردیده است. این پژوهش بر پایه مطالعات میدانی در ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و نمونه‌گیری از مزارع و تکمیل پرسشنامه‌های مقایسات زوجی انجام شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه دارای طول جغرافیایی ۱۵/۴۶ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۵/۳۷ درجه شمالی بوده و در ارتفاع ۱۷۳۰ متری از سطح دریا قرار دارد که از یک اقلیم نیمه خشک سرد هم مرز با فرا سرد برخوردار است. بافت خاک آن از نوع لومی و لومی رسی است. میزان بارندگی بلند مدت ایستگاه مراغه ۳۵۰/۷۸ میلی‌متر و میانگین بلند مدت دمای آن ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد است. مجموع روزهای زیر صفر بلند مدت، ۱۳۱ روز و تعداد روز زیر صفر در بهار ۱۱ روز است.

اطلاعاتی همچون سطح زیر کشت، نوع ماشین بذرکار، تناوب زراعی، ارقام مورد نظر برای کشت و سایر اطلاعات مورد نیاز برای پژوهش حاضر استخراج شدند. در مراحل مختلف تولید به مزارع منتخب مراجعه شد و به کمک کادرهای چوبی به مساحت یک مترمربع، از قسمت‌های مختلف مزرعه (بسته به یکنواختی مزرعه) با استفاده از روش تصادفی نمونه‌برداری شد و میزان تلفات اندازه‌گیری گردید و در نهایت متوسط میزان تلفات گندم در هر مترمربع محاسبه شد. در ضمن، در تمامی مراحل کشت گندم عوامل اقلیمی و طبیعی نظیر زمان بارندگی، وزش یا عدم وزش بادهای گرم، زمان بارش تگرگ در صورت وجود، وجود یا عدم وجود خشکسالی، وجود تغییرات شدید دمایی و وجود آفات یا بیماری خاص در سال زراعی یادداشت برداری شد.

مساحتی به اندازه طول و عرض به اندازه عرض کمباین در عقب کمباین در نظر گرفته شد و دانه‌ها و سنبله‌های داخل مساحت مورد نظر جمع‌آوری و دانه آن‌ها توزین گردید و به این صورت میزان افت سکوی برش مشخص شد.

ضایعات به دو صورت ۱- دانه شکسته و ۲- وجود ضایعات فیزیکی مانند علف‌هرز، کلش و خاک و غیره در بین دانه‌ها ملاحظه می‌شود. برای اندازه‌گیری ضایعات فیزیکی که به آن افت غیرمفید نیز گفته می‌شود، از دانه‌های موجود در مخزن برداشته نمونه برداشته شد و مواد غیر دانه‌ای به کل مواد به عنوان درصد مواد غیردانه‌ای در نظر گرفته شد. همچنین میزان دانه‌های شکسته که افت مفید یا افت کیفی نیز نامیده می‌شود به این طریق اندازه‌گیری شدند. سپس ارزش مجموع تلفات با توجه به قیمت خرید گندم در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ برآورد و هزینه‌های تولید محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری افت مفید و غیر مفید علاوه بر روشی که عنوان شد در دستگاه بوجاری نیز دانه ضعیف، دانه شکسته و ضایعات فیزیکی در کیسه‌های جدا، سوا شده بودند که با توزین آنها میزان افت مفید و غیر مفید و دانه سالم مشخص شد.

محاسبه ارزش تلفات گندم: ضایعات گندم، شامل کاهش وزنی گندم و کاهش قیمتی بر اساس درصد افت کیفیت ناشی از شکستگی دانه یا آلودگی به آفات و بیماری‌های گندم است. کاهش وزنی در بردارنده ریزش طبیعی و تلفات برداشت است. ارزش تلفات ابتدا در هر هکتار محاسبه شد و سپس براساس سطح زیرکشت در هر قطعه، ارزش تلفات کل قطعه حساب گردید. هزینه برداشت به وسیله کمباین به طور عمده براساس درصدی از گندم برداشت شده محاسبه می‌شود (۷ درصد). کاه و کلش به جا مانده در زمین به دامداران فروخته می‌شود. گندم ضعیف و شکسته به عنوان افت مفید و درصد علف‌های هرز و مواد جامد به عنوان افت غیرمفید در نظر گرفته می‌شوند.

مؤثر باشند. برای اندازه‌گیری میزان این تلفات، عملیات برداشت در زمان‌های مختلف و میزان رطوبت‌های متفاوت دانه انجام گرفت و میزان تلفات در هر مورد، بررسی گردید. تأثیر زمان برداشت در مقدار ریزش هم مهم بوده و مزارعی که در ساعات مختلف برداشت می‌شوند با هم مقایسه شدند. دانه و خوشه که تا این مرحله از عملیات تولید گندم در اثر عوامل جوی، ژنتیکی و مدیریتی قبل از شروع کار کمباین در سطح مزرعه ریخته می‌شوند به اضافه خوشه‌ها با ساقه کوتاه که کمباین قادر به برداشت آن‌ها نیست در زمره ریزش طبیعی محسوب می‌شوند. این ریزش ارتباطی به کار کمباین ندارد ولی محاسبه مقدار آن در اندازه‌گیری تلفات ضروری است. جهت اندازه‌گیری تلفات ناشی از کمباین از کمباین‌های مختلف، کمباین (با و بدون پروانه چنگالی) و رانندگان با مهارت‌های مختلف برای برداشت استفاده شد و میزان تلفات در هر کدام اندازه‌گیری گردید.

روش اندازه‌گیری تلفات دانه در قسمت کوبنده و جداکننده: قبل از شروع به کار کمباین دوپارچه بزرگ کیسه‌ای آماده گردید که یکی را در قسمت خروجی واحد کوبنده و دیگری در قسمت خروجی واحد جداکننده (جایی که پس‌مانده‌های الک‌ها و غربال‌ها از آن قسمت بیرون می‌ریزند) قرار داده شد. سپس با تعیین مسافت معینی، کمباین شروع به حرکت کرد و بعد از توقف کمباین کل مواد خروجی از انتهای کمباین در داخل پارچه‌ها در دویخ‌ش جمع شدند. با جمع‌آوری خوشه‌های کوبیده نشده و نیم‌کوب موجود در داخل پارچه و توزین دانه‌های حاصل از آن، مقدار افت واحد کوبنده مشخص شد تلفات واحد جداکننده نیز با جمع‌آوری دانه‌های موجود در پارچه دیگر و توزین آن‌ها معین گردید.

روش اندازه‌گیری تلفات سکوی برش: باتوجه به اینکه کل مواد خروجی از انتهای کمباین داخل پارچه‌ها جمع‌آوری شده است بنابراین پس از برش محصول توسط سکوی برش و برداشت محصول و عبور کمباین،

مناسب‌ترین روش برای این کار استفاده از میانگین هندسی است. $\bar{a}_{ij}^{(k)}$ مولفه‌های متناظر به صورت رابطه (۱) محاسبه می‌شود (Mehrgan, 2004).

$$\bar{a}_{ij} = \left(\prod_{k=1}^N a_{ij}^{(k)} \right)^{\frac{1}{N}} \quad (1)$$

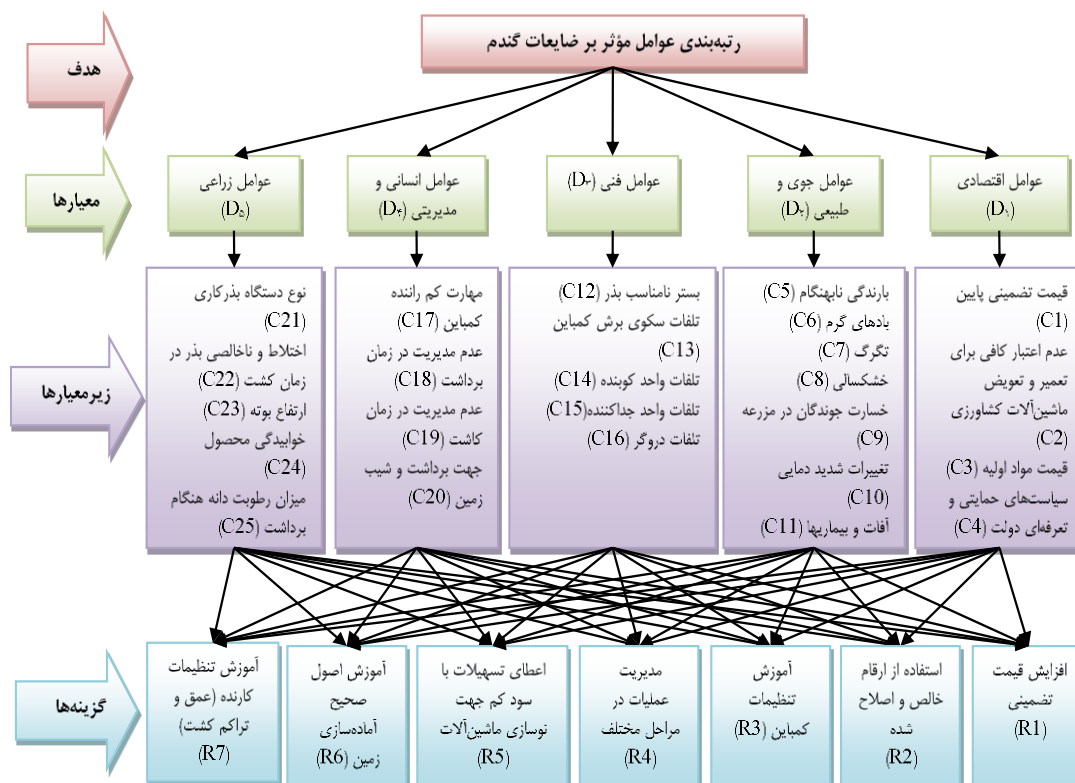
در مرحله سوم اولویت‌ها صرفاً از جدول‌های مقایسه‌ای گروه‌ها استخراج می‌شوند. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال‌سازی اعداد جدول‌های مقایسه‌ای از رابطه (۲) استفاده می‌شود:

$$r_{ij} = \frac{\bar{a}_{ij}}{\sum_{i=1}^n \bar{a}_{ij}} \quad (2)$$

که در آن r_{ij} مولفه نرمال شده است. پس از نرمال‌سازی از مقادیر هر سطر میانگین وزنی با ضریب $\frac{1}{N}$ گرفته می‌شود. مقادیر حاصل از میانگین موزون نشان‌دهنده اولویت هر متغیر می‌باشد. در مرحله آخر، نرخ سازگاری (CR) تعیین می‌شود. این مکانیزم میزان اعتماد به اولویت‌های حاصل از جدول‌های ترکیبی را نشان می‌دهد. تجربه نشان داده است که اگر نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، سازگاری مقایسات پذیرفته می‌شود. در غیر این صورت باید مقایسات مجدد انجام شود.

جامعه آماری مورد مطالعه در این پژوهش، مزارع گندم ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور واقع در شهرستان مراغه است که به علت تعداد محدود مزارع، به صورت تمام شماری از همه مزارع با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی ساده متناسب نمونه‌برداری شد و مقدار تلفات گندم دیم محاسبه گردید. برای شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ضایعات گندم پرسشنامه‌های مقایسات زوجی توسط کارشناسان و خبرگان در این زمینه تکمیل شد و داده‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Expert Choice تجزیه و تحلیل شدند.

به‌منظور رتبه‌بندی میزان اهمیت عوامل ایجاد ضایعات، پس از شناسایی و تعیین عوامل با استفاده از مرور مطالعات گذشته و تکمیل پرسشنامه توسط متخصصان، به مقایسه زوجی معیارهای مختلف و مقایسه زوجی گزینه‌ها براساس معیارها پرداخته شد. این پرسشنامه‌ها در اختیار تیم تصمیم‌گیری قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا نسبت به مقایسه زوجی عوامل و تعیین میزان اهمیت آن‌ها نسبت به یکدیگر اقدام نمایند. عوامل شناسایی شده با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی که یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط‌های پیچیده است، مورد پردازش قرار گرفت. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل هدف‌ها، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های احتمالی هستند که در اولویت‌بندی به‌کار گرفته می‌شوند. سلسله مراتبی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌گیری (گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری) را می‌توان در سطوح مختلف مقایسه کرد. بنابراین، اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن اهداف، معیارها و گزینه‌ها و ارتباط بین آن‌ها نشان داده می‌شود. چهار مرحله بعدی در این فرآیند محاسبه وزن (ضریب اهمیت) معیارها و زیرمعیارها در صورت وجود، محاسبه وزن (ضریب اهمیت) گزینه‌ها، محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها است. با توجه به فرضیات و معیارهای مطرح شده فوق، ساختار درختی اولیه برای فرآیند AHP جهت رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ضایعات گندم و انتخاب بهترین راهکارهای کاهش ضایعات طراحی گردید (شکل ۱). در مرحله بعد مقایسه دو به دو با استفاده از مقیاسی که ترجیح یکسان تا بی اندازه مرجح، طراحی شده است، انجام می‌گیرد. پس از اینکه جدول‌های مقایسه‌ای کلیه افراد تهیه شد، بایستی این نظریات را به یک نظر واحد تبدیل کرد تا بر اساس آن تصمیم بهینه حاصل آید.



شکل ۱- ساختار درخت سلسله مراتبی پیشنهادی
Figure 1- Proposed hierarchical tree structure

نتایج و بحث

همان‌طور که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود متوسط عمق کشت در مزارعی که با بذرکار آسکه سه محوره کشت شده‌اند بیشتر از سایر بذرکارها است و تراکم بوته نیز در این مزارع به صورت یکنواخت‌تر و در حد بالاتر نسبت به سایر مزارع است. طبق نتایج ستون «تعداد بوته در یک خط یک متری» در جدول (۱) ملاحظه می‌شود در سال اول، دو قطعه‌ای که با استفاده از بذرکار همدان کشت شده بودند نسبت به قطعاتی که با دستگاه بذرکار جان‌دیر کشت شده‌اند دارای تعداد بوته کمتری در هر متر بودند و تراکم مزرعه کم بود. در سال دوم هر سه قطعه توسط بذرکار آسکه سه محوره کشت شدند و تعداد بوته در هر متر در قطعات مشابه هم حدود ۳۷ بوته است. همچنین طبق نتایج جدول (۱) تعداد بوته در قطعات کشت شده با دستگاه آسکه سه محوره بیشتر از دستگاه بذرکار جان‌دیر و آن هم بیشتر

از تعداد بوته در قطعات کشت شده با دستگاه بذرکار بزرگ همدان است. در فصل بهار با مراجعه به مزارع مورد مطالعه میزان ریزش طبیعی اندازه‌گیری شد. مطابق جدول (۲) نتایج نشان می‌دهد که در سال اول متوسط ریزش طبیعی در گندم رقم واران حدود ۲۷/۳۳ کیلوگرم در هکتار است که این مقدار معادل ۱/۸۱ درصد عملکرد گندم رقم واران است. در گندم رقم باران متوسط ریزش طبیعی ۱۹/۱۸ کیلوگرم در هکتار است که حدود ۱/۱ درصد عملکرد این رقم است. همچنین، متوسط ریزش طبیعی در گندم رقم هشت‌رود حدود ۷/۴۴ کیلوگرم در هکتار یعنی حدود ۰/۴۵ درصد عملکرد گندم رقم هشت‌رود است. در کل، بدون توجه به نوع رقم، به طور متوسط میزان ریزش یا تلفات طبیعی در سال اول مطالعه، ۲۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد گندم ۱۶۳۹ کیلوگرم در هکتار است. به عبارتی، تلفات طبیعی ۱/۲۸ درصد عملکرد است.

جدول ۱- مشخصات قطعات مورد بررسی

Table 1- Specifications of the examined parts

تعداد بوته در یک خط یک‌متری The number of plants in a one-meter line	متوسط عمق کشت Average planting (cm) depth	متوسط فاصله بوته‌ها Average distance (cm) between plants	زمان کاشت planting time	دستگاه بذرکار Seeder machine	رقم Variety	قطعه part	سال year
35	2	3	2020/9/27	جان‌دیر John Deere	واران varan	1	اول First
14	3	6	2020/9/28	همدان hamedan	واران varan	2	
13	3	6	2020/9/28	همدان hamedan	باران baran	3	
34	3	4	2020/9/28	جان‌دیر John Deere	باران baran	4	
30	3	5	2020/9/26	جان‌دیر John Deere	هشترود hashtrud	5	
35	4.6	4	2021/10/8	آسکه سه محوره Aske	واران varan	1	دوم Second
39	4.8	3	2021/10/10	آسکه سه محوره Aske	باران baran	2	
38	5.3	5	2021/10/12	آسکه سه محوره Aske	هشترود hashtrud	3	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲- مقدار ریزش طبیعی

Table 2- Amount of natural fall

درصد ریزش طبیعی به عملکرد گندم Percentage of natural fall to wheat yield	عملکرد گندم در هکتار (کیلوگرم) Wheat yield per hectare (kg)	ریزش طبیعی (کیلوگرم) Natural weight loss (kg)	رقم Variety	قطعه piece	سال year
2.25	1418.5	32	واران Varan	1	اول First
1.42	1596.83	22.65	واران Varan	2	
1.32	1416.04	18.7	باران Baran	3	
0.95	2080.42	19.65	باران Baran	4	
0.45	1680.95	7.44	هشترود Hashtrud	5	
1.28	1638.54	20.1	متوسط پنج قطعه Average of five pieces		
1.09	1625	17.7	واران Varan	1	دوم Second
0.8	1785	14.25	باران Baran	2	
1.006	1740	17.5	هشترود Hashtrud	3	
0.96	1716.67	16.48	متوسط سه قطعه Average of three pieces		
1.12	1681.1	18.29			کل Total

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳- اطلاعات مربوط به قطعات مورد بررسی در مرحله برداشت
Table 3- Information about the examined parts in the harvesting stage

ارتفاع شانه برش Cutting shoulder (cm) height	سرعت کمباین The speed of the combine (km/h)	نوع کمباین Combine type	رطوبت دانه هنگام برداشت (درصد) Seed moisture at harvest (%)	ساعت برداشت harvest time	تاریخ برداشت harvest date	رقم variety	قطعه piece	سال year
20	3.5	جاندیر ۱۰۵۵ با پروانه بدون چنگال	7	13:20	2021/7/12	واران varan	1	
20	3.9	جاندیر ۱۰۵۵ با پروانه بدون چنگال	6	16:30	2021/7/24	واران varan	2	
20	3.3	جاندیر ۱۰۵۵ با پروانه بدون چنگال	6	13:30	2021/7/18	باران baran	3	اول First
15	3.5	جاندیر ۹۵۵ با پروانه بدون چنگال	7	18:00	2021/8/6	باران baran	4	
20	3.8	جاندیر ۱۰۵۵ با پروانه بدون چنگال	7	19:00	2021/7/28	هشترود hashtrud	5	
20	3.6	جاندیر ۱۰۵۵ با پروانه بدون چنگال	8.81	12:00	2022/8/18	واران varan	1	
15	4	جاندیر ۹۵۵ با پروانه بدون چنگال	6.41	13:00	2022/8/16	باران baran	2	دوم Second
10	2	کاهکوب	6.2	14:00	2022/8/4	هشترود hashtrud	3	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

(*et al.*, 2016) که میزان ریزش طبیعی را ۲/۳۱ درصد تعیین کرده‌اند همخوانی دارد. طبق مطالعات انجام شده پیشین توسط سایر محققین، بخش زیادی از ضایعات گندم در مرحله برداشت اتفاق می‌افتد. این ضایعات حاصل ریزش گندم از سه قسمت کمباین شامل شانه برش، واحد کوبنده و واحد جداکننده است که اطلاعات مربوط به مرحله برداشت در جدول (۳) آمده است. همان‌طور که از نتایج جدول (۳) مشاهده می‌شود، رطوبت دانه در ساعات ۱۳:۳۰ الی ۱۷ نسبت به ساعات دیگر کمتر است. همچنین اطلاعات جدول (۳) بیانگر این است که سرعت حرکت کاهکوب نسبت به کمباین کمتر است بعلاوه، ارتفاع شانه برش در کاهکوب کمتر و حدود ۱۰ سانتیمتر تنظیم شده است. مقدار ضایعات در قسمت‌های مختلف دستگاه کمباین در هر قطعه و متوسط کل قطعات محاسبه شده که در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج در جدول (۴) بیانگر

نتایج به دست آمده از ریزش طبیعی در سال دوم نشان می‌دهد که متوسط ریزش طبیعی در گندم رقم واران حدود ۱۷/۷ کیلوگرم در هکتار است که این مقدار معادل ۱/۰۹ درصد عملکرد گندم رقم واران است. در گندم رقم باران متوسط ریزش طبیعی ۱۴/۲۵ کیلوگرم در هکتار است که حدود ۰/۸ درصد عملکرد این رقم است. همین‌طور، متوسط ریزش طبیعی در گندم رقم هشترود حدود ۱۷/۵ کیلوگرم در هکتار یعنی حدود ۱/۰۰۶ درصد عملکرد گندم رقم هشترود است. در کل، بدون توجه به نوع رقم، به طور متوسط میزان ریزش یا تلفات طبیعی در سال دوم مطالعه، ۱۶/۴۸ کیلوگرم در هکتار است و در طی دو سال مطالعه، متوسط عملکرد گندم ۱۶۸۱ کیلوگرم در هکتار و میزان ریزش طبیعی به طور متوسط ۱۸/۳ کیلوگرم در هکتار یا عبارتی ۱/۱۲ درصد عملکرد گندم محاسبه گردید که تا حدودی با نتایج مطالعه مطیعی و همکاران (Motiei)

کیفی محصول است نه افت کمی. همچنین در هر کیلوگرم گندم کیلگیری شده در سال اول به طور متوسط ۱۶/۸۱ گرم و یا ۱/۶۸ درصد و در سال دوم به طور متوسط ۹/۵۲ گرم و یا ۰/۹۵ درصد آلوده به علف هرز، کاه و کلش و یا اجسام جامد مثل سنگ است که افت غیرمفید محسوب می‌شود. به طور کلی در هر کیلوگرم گندم میزان افت مفید به طور متوسط برابر با ۸۹/۵ گرم و میزان افت غیرمفید به طور متوسط ۱۳/۱۷ گرم محاسبه گردید. با توجه به اینکه به ازای هر یک درصد افت مفید ۱۰ درصد و به ازای هر یک درصد افت غیرمفید ۲۰ درصد از ارزش محصول کاسته می‌شود، میزان زیان اقتصادی ناشی از آن چشمگیر خواهد بود.

بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان ضایعات در ایستگاه تحقیقاتی دیم مراغه، سالانه در هر هکتار به طور متوسط ۱/۱۲ درصد گندم به صورت ریزش طبیعی، ۲/۴۶ درصد در مرحله برداشت به واسطه دستگاه کمباین و ۱/۳۲ درصد به صورت مواد خارجی جامد و علف هرز و کاه از چرخه مصرف خوراک انسانی خارج شده و ۸/۹۵ درصد نیز به صورت دانه شکسته است که به مصرف دام و طیور می‌رسد. در کل، ۱۳/۸۴ درصد معادل ۲۳۳ کیلوگرم در هکتار گندم به صورت ضایعات از چرخه مصرف انسانی خارج می‌شود. این حجم از ضایعات، معادل محصول تولید شده در سطحی حدود ۱۳۸۷ متر مربع است.

اگر هر کیلوگرم از این میزان ضایعات حدود ۱۶۰۰۰۰ ریال ارزش داشته باشد، خسارت ناشی از آن سالانه ۳۷۲۸۰ هزار ریال در هر هکتار خواهد بود. علاوه بر خسارات مشهود ناشی از ضایعات گندم، دولت سالانه میلیون‌ها دلار ارز جهت واردات موادی مثل خوراک دام، کاغذ، مقوا، مواد شیمیایی و بهداشتی و آرایشی و ... هزینه می‌کند در حالی که این مواد در کشورهای دیگر از ضایعات گندم (به کمک صنایع تبدیلی) تولید

این است که تلفات قسمت شانه برش بیشتر از قسمت‌های دیگر دستگاه کمباین و برابر با ۳۲/۴۴ کیلوگرم در هکتار است. همچنین تلفات قسمت جداکننده کمباین به طور متوسط برابر با ۵/۲۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد که بیشتر از تلفات قسمت کوبنده با متوسط مقدار ۰/۷۲ کیلوگرم در هکتار است. مطابق نتایج ارائه شده در جدول (۴)، در رقم هشتروند ملاحظه می‌شود میزان ریزش در قسمت شانه برش در سال اول که با کمباین جان‌دیر ۱۰۵۵ برداشت شده بود نسبت به میزان ریزش شانه برش در سال دوم که با دستگاه کاه کوب برداشت شد به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر است. در رقم باران، مشاهده می‌شود میزان ریزش شانه برش در ساعات ظهر با رطوبت دانه کمتر و سرعت بالای کمباین نسبت به ساعات عصر با رطوبت دانه بیشتر و سرعت پایین کمباین، کمتر است. بعلاوه طبق نتایج بدست آمده میزان تلفات کمباین در رقم واران بیشتر از ارقام باران و هشتروند است.

همان‌طور که گفته شد، ضایعات گندم، کاهش وزنی گندم و همچنین کاهش قیمتی براساس درصد افت مفید و غیرمفید را دربرمی‌گیرد. کاهش وزنی دربردارنده ریزش طبیعی و ضایعات مرحله برداشت است. در تحقیق حاضر، درصد گندم دانه شکسته که آسیاب‌پذیر بوده و از الک دو میلیمتری می‌گذرد به عنوان افت مفید و درصد علف‌های هرز و مواد خارجی جامد که آسیاب‌پذیر نیستند به عنوان افت غیرمفید در نظر گرفته شده‌اند. در هر کیلوگرم گندم کیلگیری شده از قطعات مورد نظر، از نظر وزنی در سال اول به طور متوسط ۱۰۲/۶ گرم و یا ۱۰/۲۶ درصد و در سال دوم به طور متوسط ۷۶/۴ گرم و یا ۷/۶۴ درصد به صورت دانه شکسته هستند و به عنوان افت مفید در نظر گرفته می‌شوند که در واقع این افت به دلیل افت

می‌شود. از طرفی، ضایعات گندم علاوه بر اتلاف غذا و محصول تولید شده موجب هدر رفتن منابع خاک و سایر نهاده‌های یارانه‌ای که هزینه بالایی برای دولت دارد، خواهد شد.

جدول ۴- مقدار ضایعات در قسمت‌های مختلف دستگاه کمباین (واحد: کیلوگرم در هکتار)

Table 4- The amount of waste in different parts of the combine machine (unit: kg/h)

درصد ریزش کمباین به عملکرد Combine harvest percentage to yield	درصد کل ریزش کمباین The total fall of the combine	درصد ریزش جداکننده به عملکرد Separator drop percentage to yield	درصد ریزش جداکننده Separator drop	درصد ریزش کوبنده به عملکرد The percentage of knockdown to yield	درصد ریزش کوبنده crushing fall	درصد ریزش شانه برش به عملکرد The percentage of cutting edge loss to performance	ریزش شانه برش Shoulder cutting fall	عملکرد گندم Wheat yield	رقم variety	قطعه piece	سال year
2.76	68.3	0.27	3.79	0.3	4.22	4.25	60.28	1418.5	واران varan	1	
4.11	65.57	0.86	13.73	0.004	0.07	3.24	51.78	1596.83	واران varan	2	
3.55	50.3	0.08	1.15	0.01	0.15	3.46	49	1416.04	باران baran	3	اول First
2.66	55.31	0.22	4.52	0.045	0.94	2.4	49.85	2080.42	باران baran	4	
1.67	28.14	0.32	5.37	0.045	0.75	1.31	22	1680.95	هشترود hashtrud	5	
3.27	53.52	0.35	5.71	0.075	1.23	2.85	46.58	1638.54	متوسط پنج قطعه Average of five pieces		
1.4	22.6	0.12	2	0.01	0.2	1.25	20.4	1625	واران varan	1	
1.5	27	0.47	7.6	0.01	0.2	1.08	19.2	1785	باران baran	2	دوم Second
2.05	35.7	-	-	-	-	2.05	35.7	1740	هشترود hashtrud	3	
1.65	85.3	0.3	4.8	0.01	0.2	1.46	18.3	1716.67	متوسط سه قطعه Average of three pieces		
2.46	69.41	0.33	5.25	0.0425	0.72	2.16	32.44	1681.1	کل total		
11105.6		840		115.2		5190.4		ارزش زیان اقتصادی (هزار ریال در هکتار) Value of economic loss (1000 Rials/ha)			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اولویت‌بندی عوامل ایجاد ضایعات طی فرآیند تولید گندم

در مطالعه حاضر به منظور شناسایی مهمترین عوامل ایجاد ضایعات گندم و همچنین اولویت‌بندی راهکارهای کاهش ضایعات گندم از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. طبق نتایج حاصل از نظرسنجی کارشناسان و خبرگان در زمینه زراعت و ماشین‌آلات کشاورزی و با استفاده از رویکرد مذکور معیارهای مؤثر در ایجاد ضایعات گندم وزندهی شدند. جهت رتبه‌بندی عوامل مؤثر در ایجاد ضایعات گندم، با توجه به وزن‌های محاسبه شده در جدول (۵) مشخص گردید

که معیار «عوامل فنی» با وزن ۰/۳۶ از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. معیارهای «زراعی» و «جوی و طبیعی» به ترتیب با وزن‌های ۰/۲۷ و ۰/۱۳۶ در رتبه دوم و سوم قرار دارند. از آنجا که در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به طور استاندارد میزان نرخ ناسازگاری قابل تحمل کمتر از ۰/۱ تعیین شده است، بنابراین با توجه به مقدار نرخ ناسازگاری در این مقایسات که کمتر از ۰/۱ به دست آمده، نتیجه می‌شود که مقایسه‌ها قابل اطمینان هستند.

وزن زیرمعیارهای مربوط به هر معیار نیز با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه گردید که در

جوی که می‌تواند اثر بسزایی در افزایش ضایعات گندم داشته باشد عامل خشکسالی است و بعد از آن، «تغییرات شدید دما» عامل مؤثر بر افزایش ضایعات محسوب می‌شود.

جهت تعیین مهم‌ترین عوامل فنی در ایجاد ضایعات گندم، مطابق وزن‌های به دست آمده توسط کارشناسان و خبرگان ملاحظه می‌شود که «واحد جداکننده کمباین» به عنوان عاملی که می‌تواند مسبب ایجاد بیشترین ضایعات گندم باشد، شناسایی گردید.

جدول (۶) آمده است. با توجه به وزن‌های محاسبه شده برای زیرمعیارهای اقتصادی در جدول (۶)، می‌توان نتیجه گرفت که از نظر کارشناسان پاسخ‌دهنده، هنگام لحاظ معیار اقتصادی در تصمیم‌گیری برای کاهش ضایعات گندم، «سیاست‌های حمایتی و تعرفه‌ای دولت» بیشترین اهمیت را دارا است. در مورد معیار عوامل جوی و طبیعی، زیرمعیار «خشکسالی» دارای وزن بیشتری نسبت به زیرمعیارهای دیگر است. نتیجه به دست آمده نشان می‌دهد که از نظر کارشناسان ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی دیم مراغه، مهم‌ترین عامل

جدول ۵ - وزن یا ضریب اهمیت معیارها در ارتباط باهدف کاهش ضایعات گندم

Table 5 - The weight or importance coefficient of the criteria in relation to the goal of reducing wheat waste

اقتصادی Economic	جوی و طبیعی Atmospheric and natural	فنی technical	انسانی و مدیریتی Human and managerial	زراعی agricultural	
0.063	0.171	0.36	0.136	0.27	وزن Weight
5	3	1	4	2	رتبه Rank
نرخ ناسازگاری = 0.04 incompatibility rate					

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۶- وزن یا ضریب اهمیت زیر معیارها

Table 6- Weight or importance coefficient of sub-criteria

معیارها Criteria	زیرمعیارها Sub-criteria	وزن Weight	رتبه Rank	نرخ ناسازگاری incompatibility rate
اقتصادی Economic	قیمت تضمینی پایین Guaranteed low price	0.207	3	0.07
	عدم اعتبار کافی برای تعمیر و تعویض ماشین‌آلات کشاورزی Lack of sufficient credit to repair and replace agricultural machinery	0.288	2	
	قیمت نهاده‌ها The price of inputs	0.175	4	
	سیاست‌های حمایتی و تعرفه‌ای دولت Support and tariff policies of the government	0.330	1	
جوی و طبیعی Atmospheric and natural	بارندگی نابهنگام untimely rain	0.043	6	0.08
	بادهای گرم warm winds	0.093	4	
	تگرگ hail	0.059	5	
	خشکسالی Drought	0.441	1	
	خسارت جوندگان در مزرعه Rodent damage in the field	0.028	7	
	تغییرات شدید دمایی Extreme temperature changes	0.177	2	

جدول ۶-ادامه
Table 6- Continued

	3	0.158	آفات و بیماری‌ها Pests and diseases	
	4	0.105	بستر نامناسب بذر Improper seed bed	
	3	0.16	تلفات سکوی برش کمباین Losses of the combine cutting platform	
0.06	2	0.3	تلفات واحد کوبنده Losses of the crushing unit	فنی technical
	1	0.33	تلفات واحد جداکننده Separator unit losses	
	4	0.105	تلفات دروگر Harvester losses	
	3	0.162	مهارت راننده کمباین The skill of the combine driver	
0.06	1	0.487	عدم مدیریت در زمان برداشت Lack of management at harvest time	انسانی و مدیریتی Human and managerial
	4	0.127	عدم مدیریت در زمان کاشت Lack of management during planting	
	2	0.223	جهت برداشت و شیب زمین Harvest direction and land slope	
	5	0.052	نوع دستگاه بذرکاری Type of sowing machine	
	4	0.077	اختلاط و ناخالصی بذر در زمان کاشت Mixing and impurity of seed at the time of sowing	
0.06	3	0.128	ارتفاع بوته Bush height	زراعی agricultural
	2	0.326	خوابیدگی محصول product dormancy	
	1	0.418	میزان رطوبت دانه هنگام برداشت Seed moisture content at harvest	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- اولویت‌بندی راهکارهای کاهش ضایعات گندم
Table 7- Prioritizing strategies to reduce wheat waste

رتبه‌بندی گزینه‌ها Ranking options	وزن نهایی Final weight	راهکارهای کاهش ضایعات گندم Strategies to reduce wheat waste
3	0.098	افزایش قیمت تضمینی Guaranteed price increase
6	0.059	استفاده از ارقام خالص و اصلاح شده Using pure and modified figures
1	0.322	آموزش تنظیمات دستگاه کمباین و دستگاه بوجاری Training on the settings of the combine and the plowing machine
5	0.082	مدیریت عملیات در مراحل مختلف Management of operations at different stages
2	0.299	اعطای تسهیلات با سود کم جهت نوسازی ماشین‌آلات کشاورزی Granting facilities with low interest for the renovation of agricultural machinery
7	0.055	آموزش اصول صحیح آماده‌سازی زمین Teaching the correct principles of land preparation
4	0.087	آموزش تنظیمات کارنده (عمق و تراکم کشت) Teaching the settings of the operator (depth and density of planting)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با این حال در عملکرد گندم رقم واران تفاوت معناداری مشاهده نشده است. در صورتی که تفاوت عملکرد در گندم رقم باران در دو حالت کشت با بذرکار برزگر همدان و جانشین محسوس است. همچنین، نتایج نشان داد که بین رطوبت دانه هنگام برداشت و تلفات گندم رابطه مستقیمی وجود دارد. رطوبت دانه در ساعات ۱۳:۳۰ الی ۱۷ نسبت به ساعات دیگر کمتر است. بنابراین مناسب‌ترین زمان برداشت در این ساعات است. همچنین مشاهده شد در سرعت‌های بالای کمباین میزان تلفات تا حدودی کاهش می‌یابد. لذا انتخاب راننده ماهر که بتواند سرعت کمباین را به درستی تنظیم نماید اثر مثبت در کاهش تلفات گندم دارد.

در کل در طی دو سال مطالعه، میزان ریزش طبیعی (قبل از برداشت محصول) به طور متوسط ۱۸/۳ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان تلفات در مرحله برداشت نشان می‌دهد که تلفات قسمت شانه برش بیشتر از قسمت‌های دیگر دستگاه کمباین و برابر با ۳۲/۴۴ کیلوگرم در هکتار است. همچنین تلفات قسمت جداکننده کمباین به طور متوسط برابر با ۵/۲۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد که بیشتر از تلفات قسمت کوبنده با متوسط مقدار ۰/۷۱۵ کیلوگرم در هکتار است. میزان ریزش شانه برش در کمباین نسبت به کاه کوب کمتر است. در ساعات ظهر که رطوبت دانه کمتر است میزان ریزش شانه برش کمتر است. زمانی که کمباین با سرعت بیشتری حرکت می‌کند میزان ریزش شانه برش کمتر می‌شود. به طوری که بیشترین ریزش شانه برش در کاهکوب که دارای سرعت کمتری است دیده شد. میزان تلفات کمباین در رقم واران بیشتر از ارقام باران و هشتگرد است.

در هر کیلوگرم گندم کیل‌گیری شده از قطعات موردنظر، از نظر وزنی در سال اول به طور متوسط ۱۰۲/۶ گرم و یا ۱۰/۲۶ درصد و در سال دوم به طور متوسط ۷۶/۴ گرم و یا ۷/۶۴ درصد به صورت دانه

در حالی که نتایج عملی به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که میزان تلفات قسمت شانه برش بیشتر از قسمت‌های دیگر کمباین است. مطابق نتایج به دست آمده در جدول (۶)، زیرمعیار «عدم مدیریت در زمان برداشت» دارای وزن بیشتری نسبت به زیرمعیارهای دیگر است. لذا متخصصان امر معتقدند اگر مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه بخواهد میزان ضایعات گندم را کاهش دهد بایستی برداشت محصول را در زمان مناسب انجام دهد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد مناسب‌ترین زمان برداشت فاصله زمانی بین ساعت ۱۳:۳۰ تا ساعت ۱۷ است. در نهایت در نظرسنجی که از کارشناسان زراعی در مورد عوامل زراعی به عمل آمد نشان داد که از نظر خبرگان امر، عامل «رطوبت دانه هنگام برداشت» نسبت به سایر عوامل زراعی دارای اهمیت بیشتری در ایجاد ضایعات گندم دارد.

بعد از تعیین اهمیت معیارها و زیرمعیارها، ضریب اهمیت گزینه‌ها (راهکارهای کاهش ضایعات گندم) نیز تعیین گردید. در این مرحله، ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با هدف، مورد قضاوت و داوری قرار گرفت. مبنای این قضاوت نیز همان مقیاس ۹ کمیتی ساعتی است با این تفاوت که در مقایسه گزینه‌ها بحث کدام گزینه مهم‌تر است؟ مطرح نیست، بلکه کدام گزینه ارجح است؟ و چقدر؟ مطرح است.

نتایج به دست آمده بیانگر این است که اولین راهکار برای کاهش ضایعات گندم آموزش تنظیمات صحیح دستگاه کمباین و دستگاه بوجاری است. همچنین، اعطای تسهیلات با سود کم جهت نوسازی ماشین‌آلات کشاورزی و افزایش قیمت تضمینی در اولویت‌های بعدی برای رسیدن به هدف کاهش ضایعات گندم است.

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج حاصل از مطالعه حاضر، فاصله بین بوته‌ها در مزارعی که با دستگاه بذرکار برزگر همدان کشت شده‌اند در مقایسه با سایر مزارع که با دستگاه‌های جان‌دیر و آسکه سه محوره کشت شده بودند بیشتر است و به عبارتی تعداد بوته‌ها در این مزارع کمتر است. اما

کشاورزی نسبت به تدوین یک راهبرد بلند مدت اقدام جدی نماید.

- مشارکت بخش خصوصی در صنایع تبدیلی کوچک جهت فرآوری و تبدیل ضایعات به موادی با ارزش افزوده بالا مانند خوراک دام، مواد آرایشی و بهداشتی، کاغذ و غیره می‌تواند اثر مثبت در کاهش ضایعات داشته باشد. دولت نیز با اعطای تسهیلات کم بهره می‌تواند موجبات انگیزه مشارکت بخش خصوصی را در این امر فراهم نماید.

- دولت سازمان‌هایی را که وظیفه آنها واپایش کیفی محصولات و نظارت بر استاندارد بودن محصول، نظارت بر انبارها و سردخانه‌ها، تعمیر و نگهداری جاده و نظارت بر تولید ماشین آلات است الزام به انجام وظایف کند.

- برای کاهش ضایعات گندم در زمان کاشت لازم است در آماده‌سازی زمین دقت شود، وقتی زمین خوب آماده نشده باشد، تعدادی از بذرها در آن جوانه نمی‌زنند. بعلاوه تعدادی هم که جوانه می‌زنند نمی‌توانند از زمین خارج شوند در نتیجه مقداری از بذرها سبز نمی‌شوند و تعداد بوته‌های مزرعه کم خواهد شد.

- بذریابی با دست یا کودپاش گردان باعث می‌شود مقدار زیادی از بذرها در واحد سطح ریخته شود و تراکم کاشت افزایش یافته و در نهایت منجر به رقابت درون بوته‌ای و تهی شدن زودتر رطوبت خاک در مرحله داشت شود. در کاشت سطحی هم مقداری از بذرها روی خاک می‌مانند و خوراک پرندگان می‌شوند. بهترین روش برای کاشت گندم استفاده از کارنده‌ها است.

- در انتخاب زمان کاشت گندم دقت شود. اگر گندم دیرتر از زمان معمول کشت شود، بایستی بذر بیشتری استفاده شود و محصول کمتری نیز برداشت خواهد شد.

- جهت کاهش ضایعات گندم در زمان داشت لازم است از ارقام مقاوم به ریزش استفاده شود. عملیاتی همچون آبیاری، کوددهی، واپایش آفات و بیماری‌ها و علف هرز به موقع و با مدیریت مناسب انجام شود.

شکسته هستند و به عنوان افت مفید در نظر گرفته می‌شوند که در واقع این افت به دلیل افت کیفی محصول است نه افت کمی. همچنین در هر کیلوگرم گندم کیلگیری شده در سال اول به طور متوسط ۱۶/۸۱ گرم و یا ۱/۶۸ درصد و در سال دوم به طور متوسط ۹/۵۲ گرم و یا ۰/۹۵ درصد آلوده به علف هرز، کاه و کلش و یا اجسام جامد مثل سنگ است که افت غیرمفید محسوب می‌شود. به طور کلی در هر کیلوگرم گندم میزان افت مفید به طور متوسط برابر با ۸۹/۵ گرم و میزان افت غیرمفید به طور متوسط ۱۳/۱۷ گرم محاسبه گردید. با توجه به اینکه به ازای هر یک درصد افت مفید ۵ درصد و به ازای هر یک درصد افت غیرمفید ۱۰ درصد از ارزش محصول کاسته می‌شود، میزان زیان اقتصادی ناشی از آن چشمگیر خواهد بود. نتایج فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت رتبه‌بندی عوامل مؤثر در ایجاد تلفات گندم نیز نشان داد با توجه به وزن‌های محاسبه شده، معیار «عوامل فنی» با وزن ۰/۳۶ از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. معیارهای «زراعی» و «جوی و طبیعی» به ترتیب با وزن‌های ۰/۲۷ و ۰/۱۳۶ در رتبه دوم و سوم قرار دارند. بعلاوه نتایج فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت اولویت‌بندی راهکارهای کاهش تلفات گندم بیانگر این است که اولین راهکار برای کاهش ضایعات گندم آموزش تنظیمات صحیح دستگاه کمباین و دستگاه بوجاری است. همچنین، اعطای تسهیلات با سود کم جهت نوسازی ماشین‌آلات کشاورزی و افزایش قیمت تضمینی در اولویت‌های بعدی برای رسیدن به هدف کاهش ضایعات گندم است.

پیشنهادات

بر اساس نتایج تحقیق، پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:
- دولت و وزارت جهاد کشاورزی در راستای ارتقای سطح آگاهی کشاورزان، با تقویت آموزش و ترویج کشاورزی مدرن، ارائه الگوهای کشت اقتصادی، و حمایت منابع مالی جهت نوسازی ماشین‌آلات

جمله وام با سود کم و کمک بلاعوض جهت نوسازی دستگاه‌های کمباین انجام شود.

- از رانندگان ماهر که می‌دانند چگونه کمباین را تنظیم کنند تا ریزش گندم کم شود استفاده شود.

- سرعت حرکت کمباین مناسب باشد. هنگام برداشت چند بار کاهی که از پشت کمباین بیرون می‌ریزد امتحان شود، اگر تعداد خوشه‌های سالم یا دانه‌های گندم در کاه زیاد باشد، باید کمباین دوباره تنظیم شود.

- برداشت محصول در رطوبت بالاتر و با استفاده از کمباین‌هایی که پروانه چنگالی داشته و واحد درو آن‌ها ضربه و ارتعاش کمتری دارد، انجام شود.

- برداشت محصول در جهت خواب سنبله‌ها باشد.

- سرعت چرخ‌فلک بیشتر از سرعت پیشروی کمباین باشد.

توجه شود که زمان برداشت گندم بر حسب رقم گندم و زمان کاشت متفاوت است که می‌توان با کارشناسان کشاورزی مشورت کرده و با یک برنامه‌ریزی برای برداشت به موقع یعنی زمانی که دانه‌ها اولاً کاملاً رسیده باشد ثانیاً مقاومت کافی در برابر ضربه‌های ناشی از کار کمباین داشته باشد (رطوبت مناسب برداشت ۸-۱۲ درصد) میزان ضایعات را کاهش داد، برداشت دیرهنگام گندم، باعث شل شدن دانه در خوشه می‌شود در نتیجه دانه‌ها با اولین ضربه از خوشه جدا می‌شوند و روی زمین می‌ریزند. در صورت تأخیر بهتر است برداشت در زمانی که رطوبت هوا بالاتر است انجام شود.

- از کمباین‌های سالم و جدید استفاده شود. معاینه فنی دستگاه‌های کمباین و اعطای بسته‌های تشویقی از

منابع

- Abedi, A. 2017, wheat waste from production to consumption and study of economic factors. Mashhad, Payam Noor Khorasan Razavi University, the first national conference on management and economics with a resistance economy approach, May 19, 2017. (In Persian).
- Agricultural land specialized statistics. 2022. Land Affairs Organization of the country. <https://www.laoi.ir>. (In Persian).
- Agricultural statistics. 2022. Ministry of Agricultural Jihad, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center. (In Persian).
- Bugari, I., Zaki Dizji, H, and Khorasani Fardwani, I. 2013. Investigating some factors affecting wheat harvesting losses by Jandir 955 combine using mathematical models to reduce combine losses (a case study of Ahvaz city). The first national conference on strategies to achieve sustainable development in the fields of agriculture, natural resources and environment, Tehran, March 20, 2013. (In Persian).
- Central Bank, 2016. <https://www.cbi.ir>
- Erfaniyan, A. 2015. Reduction of wheat waste. Uploaded on the website <http://www.resanesabz.ir/posts/244872>. (In Persian).
- Faridi, H., Ravaji, M., Safarzadeh, D., Sarian, M. and Qureyshi, B. 2013. The effect of the physical properties of wheat grain on causing losses in crop machines. Agricultural Mechanization Journal, 1 (2): 79-87. (In Persian).
- Gangwar, R.K., Atityagi, S., Kumar, V., Singh, K. and Singh, G. 2014. Food Production and Post Harvest Losses of Food Grains in India. Food Science and Quality Management, 31:48-53.
- Grover, D.K. and Singh, J.M. 2013. Post-Harvest Losses in Wheat Crop in Punjab: Past and Present. Agricultural Economic Research Review. 26 (2): 293-297.
- Kannan, E. 2014. Assessment of Pre and Post-Harvest Losses of Important Crops in India. Agricultural Development and Rural Transformation Center Institute for Social and Economic Change, Bangalore- 560 072.
- Kumar, D. and Kalita, P. 2017. Reducing Postharvest Losses During Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries. Foods review. Page number?

- Mohamed Khalil, Y., Mohamed Ali, E., Yassin Abd Elfatah, H. and Mohamed Awad, K. 2016. An Economic Analysis of the Wheat Crop Wastes in Egypt. *International Journal of Chem Tech Research*, 9 (12):134-140.
- Mostofi Sarkari, M.R. Valiahdi, M. and Ranjbar, I. 2013. Field evaluation of the losses at the end of the grain combine equipped with the grain loss indicator device in JD-955 and JD-1165 combines. *Agricultural machinery magazine*, 4 (2): 343-335. (In Persian).
- Motiei, M, Shahbazi, F. and Hezbavi, I. 2016, a five-year study of the effect of various factors on the amount of dry wheat waste in harvest with a combine, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad. 10th National Congress of Biosystem Mechanical Engineering (Agricultural Machines) and Mechanization of Iran, September 9 and 10, 2015. (In Persian).
- Parwanlu, M., Asodar, M.A. and Biyabani, H. 2014. Investigating the amount of wheat shedding in all types of wheat harvesting combines in Fariman City. The first national conference on new technologies for harvesting and post-harvest agricultural products. Razavi Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center, Holy Mashhad, 29th and 30th of Bahman 2014. (In Persian)
- Rostami, S., Lotfaliyan, M. and Hosseinzadeh Samani, B. 2018. Evaluation and comparison of harvesting losses of straw threshing and ordinary combines in Fars province. *Agricultural Systems and Mechanization Research Journal*, Volume 19, Number 70, Page: 85-96. (In Persian)
- Shadan, A. And Mihankhah, N. 2014, Study on economic methods of reducing the waste of agricultural products. *Journal of Prevention of bread and other food waste*, 205-216. (In Persian)

DOI: 10.22092/IDAJ.2023.360839.388

Investigating the economic loss of dryland wheat losses during the production process in the seed production fields inside the research stations

Roya Ferdowsi*, Gholam Reza Ghahramaniyan, Mozaffar Rustayi

Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran.

Extended abstract

Introduction: Appropriate policymaking and planning in the field of wheat waste reduction requires the availability of correct statistics and information regarding the amount and value of losses of this product during the production process, as well as knowing the factors affecting it. Therefore, in this research, it was tried to identify and rank the factors affecting dry wheat losses using the analytical hierarchical process, and the number of losses of dry wheat during the production process was measured and the economic loss caused by it was evaluated, and finally, based on the identified factors, solutions were suggested to reduce waste.

Materials & Methods: Wheat fields at the Maragheh research station during 2020-2021 and 2021-2022 years, were sampled in the form of proportional random sampling and their economic values were calculated in different stages of production. To determine the most important factors affecting damage, a paired comparison questionnaire was used, which was completed by experts in this field. Excel and Expert Choice software used for data analysis.

Research findings: Every year, on average, 1.12% of wheat in each hectare in the form of natural fall, 2.46% in the harvesting stage by the combined machine and 1.32% in the form of solid foreign materials, weeds and straw are lost from the production cycle. The consumption of human feed is removed and 8.95% is in the form of broken grains, which are consumed by livestock and poultry. In total, 13.84% equivalent to 233 kg/hectare of wheat is removed from the human consumption cycle as waste material. Also, the results of the hierarchical analysis process showed this amount of waste is equivalent to the production on an area of about 1387 square meters. If each kilogram of this amount of waste is worth about 160,000 Rials, the resulting damage will be 37,280 thousand Rials per hectare showed that the technical factors including the separating unit, threshing unit, combine cutting platform and unsuitable seed bed are the most important factors in causing losses. The main solution to reduce the amount of waste was the training of combined machine operators.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making (MCDM), Waste, Analytical Hierarchy Process (AHP).

* Corresponding author: roya.ferdosi@yahoo.com Submit date: 2022/12/10 Accept date: 2023/05/01