

Research Paper

Ranking of counties in West Azerbaijan province in terms of quantitative and qualitative decline in wheat using the hierarchical method

Himan khodkam¹, Razieh Pourdarbani ^{2*}, Ehsan Bagheri ³

¹PhD candidate, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

²Prof., Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

³M.Sc., Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Article information

Received: 2025/02/20

Accepted: 2025/07/09

Keywords:

Losses
Supply Chain
Analytic Hierarchy Process (AHP)
Combine Harvester
Wheat

*Corresponding author:
r_pourdarbani@uma.ac.ir

ORCID: 
0000-0003-0766-8305



Extended Abstract

Reducing agricultural losses presents a valuable opportunity to enhance food security without requiring additional production resources. A significant portion of grains is wasted annually due to a lack of knowledge, unconscious management practices, low technical efficiency, and inadequate infrastructure. Losses occur in both quantitative and qualitative forms, which are quantitatively expressed in terms of volume and quantity and qualitatively expressed in terms of marketability and low sales rates. In developed countries, the highest amount of grain losses occurs in the consumption sector, while in developing countries, they occur mainly in the in-field stages. Mechanized harvesting plays a key role in reducing losses, and with systematic regulation and engineering, the amount of losses will be minimized. Combine harvesters are used to accelerate wheat harvesting and reduce losses, and the accumulation of losses of each of its components is acceptable up to 7%. For this purpose, in this study, the amount of combine harvester losses was examined in three stages before harvesting, during harvesting, and after harvesting in 5 southern counties of West Azerbaijan Province. The analytic hierarchy process was used to prioritize the factors involved in losses. The most important parameter in increasing losses is related to the transportation system (weight = 0.222), and the weather factor (weight = 0.011) was the least important. Among the studied counties, Miandoab (weight = 0.484) and Takab (weight = 0.072) were assigned the highest and lowest priority, respectively. Considering the loss rates of different factors, the total loss percentage was calculated to be 42.43 percent of the wheat production in the previous crop year, which can be reduced with monitoring and the proposed solutions.

<https://dx.doi.org/10.22034/jrmam.2025.15102.742>

Introduction

Population expansion and the disparity between food supply and demand are significant issues, with an anticipated 9.7 billion individuals inhabiting Earth by 2050 (Østergaard et al., 2024). To address this issue, it may be necessary to reduce food waste, particularly concerning grains, which constitute 30% of total food loss (FAO, 2022). The primary causes of on-farm losses are pests, adverse weather conditions, poor agricultural practices, and insufficient financial resources (Mesterházy et al., 2020).

Shewry and Hey (2015) assert that wheat is a significant cereal crop that provides calories and essential micronutrients. Nath et al. (2024) assert that reducing post-harvest losses in wheat production can significantly enhance food security and economic stability. The wheat supply chain comprises numerous stages, both on-farm and off-farm, each of which may exhibit diminished profitability or productivity (Ekepu et al., 2017; Nawi et al., 2010). Iran's unsustainable practices, such as the exclusive cultivation of wheat and excessive dependence on agrochemicals, have exacerbated environmental degradation and health hazards (Hashemi Nejad et al., 2020).

This study employs the Analytic Hierarchy Process (AHP) to ascertain the principal factors leading to wheat post-harvest losses in the southern areas of Iran's West Azerbaijan Province and to devise economic strategies for their alleviation.

Results

The southern counties of West Azerbaijan Province, namely Bukan, Takab, Shahin Dej, Miandoab, and Mahabad, are pivotal in wheat production owing to their fertile soil and conducive climate. However, there are losses that happen between planting, harvesting, and delivering the product to customers. Given the size of the production, these losses add up to a lot.

This study carefully looks at the reasons for these losses and, with the help of farmers and agricultural experts, comes up with effective and specific ways to resolve the problem. Field and desk research conducted in these countries identified the causes and percentages of losses at each stage. Thereafter, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was utilized to conduct pairwise comparisons among factors, identifying the most significant causes and the highest loss rates in wheat production. Consequently, requisite corrective actions were advised. The study also identified the counties with the greatest and least wheat losses based on the analyzed factors. The viewpoints of agricultural engineers, cooperatives, farmers, and combine harvester proprietors concerning loss factors, their root causes, and suggested remedies are delineated in the subsequent sections. Expert Choice software enables decision-making via the Analytic Hierarchy Process (AHP). The Analytic Hierarchy Process (AHP) relies on pairwise comparisons and is termed a hierarchical methodology, as it commences with an organization's objectives and strategies, subsequently broadening to discern and assess diverse decisions. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is a mathematical and subjective methodology designed to evaluate intricate issues across various tiers. Field and operational investigations examined several key factors contributing to increased losses in all studied counties. The factors

influencing product losses, as documented through expert and farmer feedback, were analyzed and assessed utilizing the AHP method.

Conclusions

The consistency ratio must be maintained at or below 0.1 to obtain valid results from the Analytic Hierarchy Process (AHP). The pairwise comparison methodology in this study demonstrated an optimal level of precision and consistency, as evidenced by a calculated consistency ratio of 0.04. The transportation system was the most significant factor in causing more losses, as indicated by the analysis of expert opinions and recorded data (weight = 0.222). The weather, transportation system, and type of combine harvester were the first and second most significant factors, collectively accounting for 0.425 (42.5%) of the total losses. Given that these two factors account for over 40% of the total losses, they necessitate special consideration when developing strategies to mitigate them.

The countries that were examined were compared based on specific factors that resulted in a higher number of losses. Among the neighboring counties, Miandoab County (weight=0.484) possessed the most favorable conditions for wheat cultivation. In second place was Bukan County (weight=0.278).

This implies that these counties are superior to others due to their superior locations and increased resources. Organizing training workshops and granting agricultural extension officials more authority could prevent numerous crop losses. On the other hand, Takab County's isolation from the provincial center and other counties puts it at a disadvantage. For instance, it has a reduced number of agricultural service centers and combine harvesters. Consequently, it had the lowest net wheat yield in relation to the area in which it was cultivated.

Author Contributions

Himan Khodakam: Conceptualization; Writing

Razieh Pourdarbani: Supervision; Revision

Ehsan Bagheri: Data Collection; Methodology

Data Availability Statement

"Not applicable"

Ethical Considerations

It is confirmed the avoidance of data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper

Funding Statement

The author(s) received no specific funding for this research

How to cite this paper:

Khodkam, H., pourdarbani, R., Bagheri, E., (2025). Ranking of counties in West Azerbaijan province in terms of quantitative and qualitative decline in wheat using the hierarchical method. Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery. 35: 119-139.
<https://dx.doi.org/10.22034/jrmam.2025.15102.742>



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by [Shahrekord University](#). This article is an open access article licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](#)



رتبه‌بندی شهرستان‌های جنوب استان آذربایجان غربی از نقطه نظر میزان افت کمی و کیفی گندم با استفاده از روش سلسله‌مراتبی

هیمن خودکام^۱، راضیه پوردربانی^{۲*} و احسان باقری^۳

۱- دانشجوی دکتری، مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- استاد، مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- کارشناس ارشد، مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

کاهش تلفات محصولات کشاورزی، فرصت خوبی را برای افزایش امنیت غذایی بدون نیاز به منابع تولید اضافی به وجود می‌آورد. سالانه بخش قابل توجهی از غلات به دلیل فقدان دانش، شیوه‌های مدیریت ناخودآگاه، کارایی فنی پایین و زیرساخت‌های ناکافی هدر می‌رود. تلفات به دو شکل کمی و کیفی اتفاق می‌افتد که کمی، به شکل حجم و مقدار و کیفی، به شکل بازارپسندی و نرخ فروش پایین نمود می‌یابد. در کشورهای توسعه‌یافته، بیش‌ترین میزان تلفات غلات در بخش مصرف صورت می‌گیرد؛ درحالی‌که در کشورهای درحال توسعه، تلفات عمدتاً در مراحل داخل مزرعه رخ می‌دهد. برداشت مکانیزه در کاهش تلفات نقش اساسی ایفا می‌کند و هم‌چنین با تنظیم اصولی و مهندسی، میزان تلفات به حداقل مقدار ممکن خواهد رسید. برای تسریع در انجام امور برداشت گندم و کاهش تلفات از کمباین استفاده می‌شود که انباشت تلفات هر یک از اجزای آن تا ۷ درصد قابل قبول است. به همین منظور، در این تحقیق، میزان تلفات کمباین در سه مرحله قبل از برداشت، حین برداشت و پس از برداشت در ۵ شهرستان جنوب استان آذربایجان غربی مورد بررسی قرار گرفت. از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای اولویت‌بندی عوامل دخیل در تلفات استفاده شد. مهم‌ترین عامل در افزایش تلفات مربوط به سامانه حمل‌ونقل (وزن=۰/۲۲۲) است و عامل شرایط آب‌وهوایی (وزن=۰/۰۱۱) کم اهمیت‌ترین بود. در بین شهرستان‌های مورد مطالعه، شهرستان میاندوآب (وزن=۰/۴۸۴) و تکاب (وزن=۰/۰۷۲) به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین اولویت را به خود اختصاص دادند. با توجه به میزان تلفات عوامل مختلف، درصد تلفات کل برابر ۴۲/۴۳ درصد میزان تولید گندم در سال زراعی گذشته محاسبه شد که با نظارت و راه‌کارهای ارائه شده می‌توان آن را کاهش داد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸

واژه‌های کلیدی:

تلفات

زنجیره تأمین

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

کمباین

گندم

*پست الکترونیکی نویسنده

مسئول:

r_pourdarbani@uma.ac.ir

ORCID: 

۰۰۰۰-۰۰۰۳-۰۷۶۶-۸۳۰۵



مقدمه

عدم تطابق عرضه و تقاضای غذا به دلیل رشد روزافزون جمعیت عامل نگرانی بشر شده است. جمعیت امروز جهان برابر با ۸/۲ میلیارد نفر است که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۷ میلیارد برسد (Østergaard *et al.*, 2024)؛ با این حال با افزایش تولید یا کاهش ضایعات می‌توان بر افزایش تقاضا غلبه کرد.

غلات، پس از میوه‌ها و سبزیجات، بیشترین ضایعات جهانی را در زنجیره تأمین مواد غذایی دارند و برآوردها نشان می‌دهد حدود ۳۰ درصد از تولید آن‌ها به هدر می‌رود (FAO, 2022). عوامل متعددی از جمله آفات و بیماری‌ها (Hollaway *et al.*, 2013)، شرایط نامساعد آب‌وهوایی، شیوه‌های کشاورزی ناکارآمد، دسترسی محدود به انبار ذخیره‌سازی، کمبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل و محدودیت‌های مالی، در تلفات مزرعه نقش دارند (Mesterházy *et al.*, 2020).

گندم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین غلات در جهان شناخته می‌شود که منبعی غنی از فیبر، پروتئین و سایر ریزمغذی‌های ضروری است و نقش حیاتی در حفظ سلامت انسان ایفا می‌کند (Shewry & Hey, 2015). بیش از ۵۰ درصد کالری مورد نیاز روزانه بشر از مصرف مستقیم غلات دریافت می‌شود (Laskowski *et al.*, 2019)؛ به همین دلیل حفظ محصولات غلات یک راهکار مؤثر برای برآوردن نیازهای غذایی و به حداقل رساندن فشار اقتصادی به شمار می‌آید (Nath *et al.*, 2024).

زنجیره عرضه غلات به دو زیربخش اصلی با رویکردهای داخل مزرعه و خارج از مزرعه ارزیابی می‌شوند (Ekepu *et al.*, 2017) که فعالیت‌های داخل مزرعه شامل فعالیت‌های برداشت (به دو صورت نیمه مکانیزه و کاملاً مکانیزه)، خرمن‌کوبی، تمیزکردن، خشک‌کردن، ذخیره‌سازی و حمل به بازار است و همچنین فعالیت‌های خارج از مزرعه عمدتاً شامل جابه‌جایی، زیرساخت‌های نگهداری مانند انبار و سیلوها، سامانه‌های بازاریابی و مصرف است (Nawi *et al.*, 2010). هر مرحله از زنجیره تولید (برداشت تا مصرف) شامل تلفات است که با اقدامات آگاهانه درصدی از این میزان تلفات قابل‌پیشگیری است و می‌توان اذعان داشت که میزان تولید محصول گندم افزایش پیدا کرده است. این اقدام بدون هزینه، به امنیت غذایی و اقتصاد جامعه کمک می‌کند.

در ایران گندم به‌عنوان یک غذای اصلی به شمار می‌رود و نقش مهمی در ابعاد اقتصادی، فرهنگی و غذایی کشور ایفا می‌کند. به همین دلیل برای خودکفایی در زمینه تولید گندم اقدامات مختلفی صورت گرفته است؛ اما کشت پی-درپی و استفاده بیش از حد از سموم و آفت‌کش‌ها پیامدهای جبران‌ناپذیری همچون تخریب محیط‌زیست، تخلیه خاک، مقاومت آفات نسبت به سموم و آفت‌کش‌ها و تهدید سلامت بشر را به همراه دارد (Hashemi Nejad *et al.*, 2020).

یک بررسی جامع برای درک کامل وضعیت تلفات در تمام مراحل کشت تا مصرف لازم است. در این بررسی علل زمینه‌ای، فناوری‌های در حال استفاده و اقدامات بالقوه برای کاهش میزان تلفات ارزیابی و راهکارهای پیشنهادی جهت رفع یا بهبود مشکل مطرح می‌شود. این پژوهش به بررسی عمیق وضعیت تلفات محصول گندم، شناسایی عوامل اصلی ایجاد تلفات و همچنین ارائه راهکارهای مؤثر برای کاهش هدررفت محصول در داخل و خارج از مزرعه برای شهرستان‌های جنوبی استان آذربایجان غربی (شامل بوکان، تکاب، شاهین‌دژ، میاندوآب و مهاباد) می‌پردازد.

افت کمی و کیفی در زنجیره عرضه‌ی گندم در تمامی مراحل مورد بررسی قرار گرفته و عوامل مؤثر بر آن شناسایی می‌شود. سپس راهکارهای اساسی، کم‌هزینه و کاربردی برای رفع این چالش‌ها ارائه می‌گردد. تمامی عامل‌های دخیل در تلفات با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) مورد بررسی قرار گرفتند تا بر اساس درجه اهمیت آن‌ها، اقدامات لازم برای رفع مشکلات انجام شود. همچنین، از میان شهرستان‌های مورد مطالعه بهترین و بدترین شهرستان از نظر میزان تلفات شناسایی شد.

مواد و روش‌ها

شهرستان‌های جنوب استان آذربایجان غربی (شهرستان بوکان، تکاب، شاهین‌دژ، میاندوآب و مهاباد) به دلیل خاک حاصل‌خیز و آب‌وهوای مساعد سهم بسزایی در تولید گندم دارند. آمار واصله از جهاد کشاورزی هر یک از شهرستان‌ها در خصوص مزارع دیم و آبی سطح زیر کشت گندم و میزان تولید در سال زراعی ۱۴۰۳ گذشته در جدول ۱ ثبت شده است.

جدول ۱- سطح زیر کشت و میزان تولید گندم در شهرستان-

های انتخابی					
بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد	
۷۵۰۰۰	۳۹۰۰۰	۵۰۰۰۰	۷۱۰۰۰	۷۰۰۰۰	سطح زیر کشت (هکتار)
۱۴۵۰۰۰	۶۵۰۰۰	۸۵۰۰۰	۱۳۰۰۰۰	۱۲۵۰۰۰	گندم برداشت شده (تن)

موافق استفاده از واریته‌های اصلاح شده یا استفاده از بعضی از ارقام پر محصول هستند؛ اما هر یک از این ارقام نیاز به شرایط ویژه‌ای دارند که باید با منطقه کشت همخوانی داشته باشد. عدم برگزاری کلاس‌های توجیهی توسط تعاونی‌ها و جهاد کشاورزی عامل اصلی استفاده از ارقام نامناسب و نامرغوب و همچنین عدم آگاهی کشاورزان از ارقام اصلاحی است.

در این تحقیق نظر ۱۰۰ کشاورز در هر شهرستان جمع شد. در جدول ۲، سن و سواد کشاورزان ثبت گردید. کشاورزان زیر دیپلم در دسته بی‌سواد و افراد دارای مدرک دیپلم و بالاتر باسواد تلقی شد. با جمع اطلاعات جامعه آماری مورد مطالعه در این ۵ شهرستان مشخص گردید که ۸۳ درصد کشاورزان بی‌سواد و تنها ۱۷ درصد آنان دارای سواد دیپلم و بالاتر هستند. به طور کلی سن ۷۰ درصد کشاورزان بالای ۵۵ سال بود.

جدول ۲- سن و سواد جامعه آماری

سطح سواد	سن (سال)				
	زیر ۲۵	۲۵ تا ۳۵	۳۵ تا ۴۵	۴۵ تا ۵۵	بالای ۵۵
بوکان	۶۰	۳۰	۱۰	۱۰	۲۰
تکاب	۸۵	۱۵	۰	۰	۱۰
شاهین‌دژ	۷۵	۲۰	۵	۰	۵
میاندوآب	۷۰	۲۰	۱۰	۱۰	۱۰
مهاباد	۶۰	۲۵	۱۵	۵	۱۵
درصد کل	۷۰	۲۲	۸	۵	۱۲

سن بالا، عدم سواد کافی کشاورزان، عدم توجه و آگاهی کشاورزان توسط جهاد کشاورزی و تعاونی‌ها دلیل اصلی عدم استفاده از ارقام اصلاح شده در این شهرستان‌ها است. در سنین بالا قدرت خطرپذیری به شدت کاهش می‌یابد. همچنین، عدم سواد کافی و عدم دسترسی به تحقیقات و فناوری‌های جدید، باعث محرومیت کشاورزان از علوم نوین به شمار می‌رود.

تنها ۱۷ درصد جامعه آماری سواد کافی خواندن، نوشتن و تحقیق (فوق دیپلم و بالاتر) داشتند. این افراد از

از مرحله‌ی کاشت تا برداشت و تحویل محصول به مصرف‌کننده، درصدی از تلفات رخ می‌دهد که باتوجه به حجم تولید، این میزان تلفات قابل توجه است. در این مطالعه، علل تلفات به طور دقیق بررسی شده و بر اساس نظرات کشاورزان و کارشناسان حوزه‌ی کشاورزی راهکارهای مؤثر و ویژه‌ای برای حل این معضل ارائه گردید. باتوجه به تحقیقات میدانی و کتابخانه‌ای صورت گرفته در این شهرستان‌ها، علل و درصد تلفات در هر بخش شناسایی شد. سپس با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، مقایسات زوجی بین عامل‌ها انجام گرفت تا مهم‌ترین عامل و بیش‌ترین میزان تلفات در تولید گندم مشخص شود و بر اساس اولویت‌بندی، اقدامات لازم برای رفع آن‌ها صورت پذیرد. همچنین، باتوجه به عامل‌های بررسی شده در تمامی شهرستان‌ها، شهرستان‌های با بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تلفات گندم نیز مشخص گردید. نظرات مهندسين حوزه کشاورزی، تعاونی‌ها، کشاورزان و مالکان کمباین در خصوص عامل‌های تلفات و علل هر یک و ایجاد راهکارها در ادامه آورده شده است.

تلفات قبل از برداشت

عوامل زیستی و محیطی به عنوان عامل اصلی تلفات محصول قبل از برداشت توسط حشرات، آفات و بیماری‌ها به وجود می‌آید و همچنین رویدادهای شدید محیطی (مانند خشکسالی، سیل و طوفان) می‌توانند منجر به تلفات قبل از برداشت شوند (Barbosa et al., 2020).

امکان افزایش بهره‌وری با واریته‌های پرمحصول وجود دارد؛ اما به دلیل سنگینی سنبله‌ها بیش‌تر مستعد شکستن هستند که به طور بالقوه منجر به تلفات پس از برداشت می‌شود (Tetiana et al., 2021). مهندسی ژنتیک دارای قابلیت قابل توجهی برای کاهش تلفات و جلوگیری یا کاهش آسیب‌پذیری در برابر آلودگی میکوتوکسینی است (Kiaya et al., 2014). مهندسين حوزه کشاورزی

باتوجه به مساحت زیر سطح کشت گندم و میانگین بذر کشت شده نسبت به میانگین استاندارد می‌توان بذر هدر رفته در مرحله کشت را برای هر شهرستان با استفاده از رابطه ۱ محاسبه نمود که در جدول ۴ آمده است.

(۱) (میانگین بذر استاندارد - میانگین بذر کشت شده) × مساحت سطح زیر کشت = بذر هدر رفته در مرحله کشت

جدول ۴- میزان تلفات ناشی از کشت بیش‌تر از اندازه استاندارد

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میان‌دوآب	مهاباد
۲۲۵۰	۱۹۵۰	۲۰۰۰	۱۴۲۰	۲۱۰۰
میزان تلفات (تن)				
۱/۵۵	۳/۰۰	۲/۳۵	۱/۰۹	۱/۶۸
نسبت به کل گندم تولیدی شهرستان (درصد)				

تلفات به دلیل عدم رعایت جدول زمانی و عمق کشت

زمان کشت بذر باتوجه به آب‌وهوای هر منطقه متفاوت است و باید در بازه تخصیص‌یافته توسط کارشناسان انجام گیرد که بعضی از کشاورزان به دلیل داشتن شغل دوم، نبود دستگاه و ادوات یا عدم پیش‌بینی بارش باران، کشت را در خارج از برنامه زمانی انجام می‌دهند. همین امر مسبب عدم رشد یا از بین رفتن بذور خواهد شد. کشت زود هنگام باعث بیدار شدن زودتر بذر می‌شود. بذر در اثر سرما از بین خواهد رفت و در کشت دیر هنگام اگر به اندازه کافی خواب نداشته باشد دیرتر رشد می‌کند.

کشت بذر در عمق مشخصی انجام می‌شود که بنا به نوع خاک و آب‌وهوای منطقه متفاوت است. باتوجه به نظر کارشناسان جهاد کشاورزی منطقه، در صورتی که به هر دلیلی کشت بذر به تعویق افتاد، جهت جلوگیری از یخ‌زدگی باید عمق کشت مقداری بیش‌تر از حد مجاز تعیین شود.

تنظیم عمق شخم باتوجه به تأخیر انجام شده درصدی از خسارات را پیشگیری می‌نماید؛ زیرا این تأخیر در زمان‌های کوددهی، سم‌پاشی و برداشت تأثیر بسزایی دارد. برداشت زود هنگام سبب کاهش کیفیت و کمیت محصول و در صورت جبران تأخیر کشت با مشکلات برداشت و تغییرات جوی مواجه خواهد شد (Amer &

دانش روز و ارقام جدید در صنعت کشاورزی استفاده می‌کردند و تمایل به آزمایش ارقام جدید در سال زراعی جدید داشتند؛ ولی کشاورزان بی‌سواد و سن بالا آماده پذیرش چنین خطرهایی نبودند و تمایل داشتند که کشاورزی را به همان روش سنتی یا با اندکی تغییرات ادامه دهند.

تلفات به دلیل استفاده بیش از حد از بذر

کشاورزان برای جلوگیری از ضرر اقتصادی ناشی عدم رشد بذر و قوه‌نامیه پایین با رویکرد محتاطانه اقدام به کشت بیش‌تر از حد مجاز می‌کنند. از نظر تئوری، حدود ۱۲۰ تا ۱۴۰ کیلوگرم بذر برای کشت گندم مورد نیاز است. نتایج پژوهش‌های اخیر نشان داد که تراکم بالاتر بذر لزوماً منجر به عملکرد بالاتر نمی‌شود و تراکم بذر بهینه بسته به شرایط آب‌وهوایی و جغرافیایی متفاوت است (Kühling *et al.*, 2017) که با افزایش دما میزان بذر مورد نیاز کاهش و با کاهش دما، افزایش می‌یابد.

جنوب استان آذربایجان غربی به دلیل داشتن اقلیم نیمه‌خشک (اقلیم استپ)، نیاز به بذر بیش‌تری نسبت به حد استاندارد دارد. کشاورزان در این شهرستان‌ها برای اطمینان خاطر، معمولاً بیش از مقدار استاندارد بذر کشت می‌کنند. بر اساس نظر کارشناسان حوزه‌ی کشاورزی، مقدار بذر استاندارد برای مزارع دیم و آبی جنوب استان آذربایجان غربی به ترتیب ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم تعیین شده است که در جدول ۳، میزان بذر کشت‌شده در هر شهرستان ثبت گردیده است.

جدول ۳- میزان بذر مورد نیاز برای هر هکتار در هر شهرستان

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میان‌دوآب	مهاباد
۲۰۰-۱۸۰	۲۰۰-۲۲۰	۱۹۰-۲۱۰	۱۷۰-۱۹۰	۱۸۰-۲۰۰
۲۴۰-۲۶۰	۲۴۰-۲۶۰	۲۵۰-۲۸۰	۲۷۰-۲۹۰	۲۵۰-۲۶۰

هم‌چنین توصیه می‌گردد که بذور دارای شناسنامه و اصلاح شده جهت کشت استفاده شود تا کم‌ترین مقدار بذر کشت گردد و بیش‌ترین عملکرد حاصل شود. برای این کار توصیه می‌شود که بذور از مراکز معتبر خریداری گردند.

شاهین‌دژ، تکاب و مهاباد به ترتیب دارای ۲۵، ۱۵ و ۱۰ درصد زمین تک کشت دارند که میزان کاهش تولید ناشی از کشت تک محصول ۱۲ درصد اعلام شده است.

(۳) میانگین تلفات $\times$ درصد زمین‌های تک کشت $\times$

میزان تولید کل = کل تلفات در شهرستان

جدول ۶- میزان تلفات ناشی از تناوب کشت

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میان‌دوآب	مهاباد
میزان تلفات (تن)	۰	۱۹۵۰	۱۵۳۰	۰
نسبت به کل	۰	۳/۰۰	۱/۸۰	۰
گندم تولیدی شهرستان (درصد)	۰	۱/۸۰	۳/۰۰	۱/۲۰

تلفات ناشی از علف‌های هرز و آفات

آفات و علف‌های هرز به عنوان یکی از چالش‌های اصلی در کشاورزی، با جذب مواد معدنی و آلی خاک، با محصولات کشاورزی رقابت کرده و می‌توانند تأثیر منفی چشمگیری بر عملکرد و تولید محصول داشته باشند. برای مدیریت این مشکل، باید یکی از روش‌های پایش یا ترکیبی از آن‌ها، از جمله کشت تناوب (Shahzad et al., 2021)، پایش زیستی (Alarcón-Segura et al., 2022) و مدیریت تلفیقی آفات (Menegat & Nilsson, 2019) را به کار گرفت.

در سطح جهانی به دلیل کاهش عملکرد ناشی از عوامل بیماری‌زا، حیوانات و علف‌های هرز، کاهش ۲۰ تا ۴۰ درصدی محصولات مشهود است (Oerke, 2006) که این ارقام برای محصول گندم باتوجه به موقعیت جغرافیایی از حدود ۱۴ تا بالای ۳۵ درصد گزارش شده است (Oerke & Dehne, 2004).

بر اساس اظهارات کشاورزان و کارشناسان کشاورزی، در شرایط کاملاً یکسان، در بخشی از زمین‌های کشاورزی مجاور که از آفت‌کش‌های تکراری (بیش از ۴ سال) استفاده کرده‌اند یا در زمین‌هایی که سم‌پاشی با تأخیر انجام شده است، میزان برداشت محصول از نظر کمی ۵ تا ۷ درصد کاهش گزارش شد. در جدول ۷ میزان تلفات ناشی از این بخش ثبت شده است. باتوجه به میزان تولید شهرستان و درصد تلفات این بخش می‌توان میزان تلفات را با استفاده از رابطه ۴ برای کل شهرستان محاسبه نمود.

(Swain, 2021). در جدول ۵ عمق کشت در شهرستان‌ها مشخص شده است.

جدول ۵- عمق کشت معمول در شهرستان‌های مورد مطالعه

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میان‌دوآب	مهاباد
عمق کشت (cm)	۵-۳	۷-۵	۶-۴	۵-۳
میزان تلفات (تن)	۱۴۵۰۰	۶۵۰۰	۸۵۰۰	۱۳۰۰۰
	۱۲۵۰۰			

باتوجه به میزان تولید در هر شهرستان و درصد تلفات این بخش، می‌توان میزان تلفات را با استفاده از رابطه ۲ محاسبه نمود.

(۲) میانگین تلفات $\times$ میزان تولید کل = کل تلفات در

شهرستان

تأثیر تناوب کشت بر میزان تولید

کشت مداوم در زمین زراعی امکان کاهش مواد مغذی ضروری در خاک را به همراه دارد که نتیجه آن کاهش حاصل خیزی خاک و عملکرد محصول در طول زمان است (Ghaziani et al., 2023) زیرا منجر به از بین رفتن مواد آلی و افزایش فرسایش خاک می‌شود. تنوع کشت علاوه بر بهبود عملکرد می‌تواند بر سلامت و بهبود ساختار خاک، کاهش حضور پاتوژن‌های مضر در خاک و کارایی استفاده از مواد مغذی را افزایش دهد (Barbieri et al., 2019).

سال‌های قبل کشاورزان هر چند سال یک سال را آیش در نظر می‌گرفتند که متأسفانه چند سالی هست که به دلیل نبود الزام و قانون، آیش زمین حذف شده و کشاورزان به صورت متناوب کشت انجام می‌دهند که کمبود مواد آلی و معدنی خاک را با کود جبران می‌نمایند. تناوب رایج مزارع دیم شهرستان‌های مورد مطالعه معمولاً گندم و نخود است و در زمین‌های آبی معمولاً چغندر قند و گندم است. باتوجه به جامعه آماری و آمارهای اکتسابی مهندسی حوزه کشاورزی تناوب زراعی هر ساله انجام می‌شود و خوشبختانه محصولات کشت شده هیچ آسیبی به خاک و مواد آلی خاک وارد نمی‌کنند. در این خصوص هیچ تلفات و کاهش محصولی در شهرستان‌های میان‌دوآب و بوکان مشهود نیست. میزان تلفات این بخش با استفاده از رابطه ۳ محاسبه و در جدول ۶ ثبت شده است. باتوجه به آمارهای اکتسابی از جهاد کشاورزی شهرستان‌های

سامانه‌ای ارزیابی شد. برای تضمین اعتبار داده‌ها، هر یک از اندازه‌گیری‌های مربوط به کمباین‌ها در دو تکرار مجزا صورت پذیرفت.

جدول ۸- مدل‌های مختلف کمباین به تفکیک میزان تلفات

هر بخش				
میزان تلفات	تمیزکننده (درصد)	جداکننده واحد (درصد)	سکوی برش (درصد)	
نیوهلند	۰/۲	۰/۱	۱	۳/۷
دروگر	۰/۷	۰/۵	۱/۴	۴/۴
کردستان				
جاندر ۹۵۵	۰/۷	۰/۶	۱/۵	۴/۶
جاندر ۱۰۵۵	۰/۴	۰/۴	۱/۳	۴/۲
درصد کل	۰/۵	۰/۴	۱/۳	۴/۲

میزان تلفات به صورت میانگین برای ارقام مختلف کمباین برابر ۶/۴ درصد ثبت گردید که بالای ۶۵ درصد آن مربوط به نحوه عملکرد سکوی برش است که در اثر تنظیم ارتفاع نامناسب، سرعت نامناسب، زاویه ورود به محصول، تیغه‌ها و... به وجود می‌آید. با توجه به آمار ثبت شده، مالکان ملزم به بهینه‌سازی عملکرد سکوی برش کمباین هستند. همان‌طور که بیان شد، تلفات کمباین تا ۷ درصد عادی محسوب شده ولی می‌توان آن را بهینه نمود و مقدار آن را به حداقل مقدار ممکن رساند که این امر سبب افزایش تولید خواهد شد. تلفات ثبت شده در حالت طبیعی بود که در محاسبات لحاظ نشد.

کمباین‌های کاه‌کوب و کمباین‌های معمولی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین تلفات دانه در مخزن برای کمباین‌های کاه‌کوب ۱/۱ درصد و برای کمباین‌های معمولی ۰/۳ درصد بود. با مشخص بودن درصد کمباین کاه‌کوب می‌توان میزان افزایش تلفات ناشی از این بخش را با استفاده از رابطه ۵ محاسبه نمود که در جدول ۹ ثبت گردید.

(۵) درصد اختلاف کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی ×

درصد کمباین کاه‌کوب × میزان تولید کل = کل تلفات در

شهرستان

(۴) میانگین تلفات × میزان تولید کل = کل تلفات در شهرستان

جدول ۷- میزان تلفات ناشی از علف‌های هرز و آفات

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
۸۷۰۰	۳۹۰۰	۵۱۰۰	۷۸۰۰	۷۵۰۰
میزان تلفات (تن)				

* میزان تلفات ۵ تا ۷ درصد گزارش شده است که در انجام محاسبات میانگین تلفات ۶ درصد لحاظ شد.

تلفات در مرحله برداشت

تلفات در حین برداشت ناشی از تنوع ارقام گندم، زمان برداشت، استفاده از ماشین‌آلات فرسوده و قدیمی، تنظیم نادرست ماشین‌آلات و سرعت پیشروی زیاد است. هر یک از اجزای کمباین بر میزان کارایی و تلفات تولیدی نقش کلیدی دارند. هر دستگاه کمباین یک افت طبیعی دارد که این میزان تا ۷ درصد قابل قبول است. البته با کاهش سرعت پیشروی می‌توان مقدار آن را به ۳ درصد کاهش داد؛ اما از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. در فرایند برداشت با کمباین افت دماغه، افت کوبنده، افت الک و کاه پُران و نهایتاً افت کیفی ناشی از عملکرد را شاهد خواهیم بود. (Mokhtor et al., 2020). بر اساس یافته‌های مطالعات اخیر، افزایش سرعت عملکرد کمباین منجر به افزایش معنادار تلفات دانه در حین فرایند برداشت می‌شود.

بیش‌ترین میزان تلفات در کمباین‌ها (بیش از ۶۰ درصد) در قسمت سکوی برش است که در کمباین‌های مختلف این مقدار متفاوت است (Esgici et al., 2016). این اختلاف را می‌توان به سرعت نامناسب چرخ‌وفلک، شکستگی و عدم تنظیم تیغه‌های شانه برش، زاویه ورود انگشتی‌ها در بین سنبله‌های گندم و... نسبت داد (Safari & Rostami, 2023).

چهار مدل کمباین با سال‌های تولید متفاوت در سطح شهرستان‌ها وجود دارد که ۸۰ درصد نوع کمباین‌ها مربوط به شرکت جاندر ۹۵۵، ۱۸ درصد کمباین‌ها از مدل کردستان و کمباین‌های نیوهلند تنها ۲ درصد مجموعه را شامل می‌شوند. از هر نوع به صورت تصادفی چهار دستگاه انتخاب و میزان تلفات بخش‌های مختلف آن سنجیده شد که در جدول ۸ ثبت گردید. برای دستیابی به این هدف، عملکرد کمباین در شرایط عملیاتی واقعی مورد سنجش قرار گرفت و هر بخش از دستگاه به صورت جداگانه و

توجهی از محصولات کشاورزان از بین می‌رود که آمار دقیق آن در جدول ۱۰ ارائه شده است. میزان تلفات ناشی از سرعت پیشروی با استفاده از رابطه ۶ قابل محاسبه است.

(۶) میانگین تلفات $\times$ میزان تولید کل = کل تلفات در شهرستان

جدول ۱۰- میزان تلفات ناشی از سرعت پیشروی

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
۸۷۰۰	۳۹۰۰	۵۱۰۰	۷۸۰۰	۷۵۰۰
میزان تلفات (تن)				

* میانگین کاهش ۴ تا ۸ درصد بود که در در انجام محاسبات میانگین ۶ درصد لحاظ شد.

برداشت در مزارع شیب‌دار توسط کمباین دشت یکی دیگر از عوامل اصلی افزایش میزان تلفات در ایران به شمار می‌رود؛ زیرا در این حالت کوبنده و ضد کوبنده زاویه‌دار خواهند بود و جدایش به صورت کامل صورت نمی‌گیرد و شکستگی دانه نیز بیش‌تر خواهد شد. برای جلوگیری از تلفات حین برداشت در زمین‌های شیب‌دار لازم است از کمباین تپه استفاده شود که کوبنده و ضد کوبنده همیشه در حالت تراز قرار می‌گیرند.

بیش از ۷۵ درصد زمین‌های کشاورزی در شهرستان‌های میاندوآب، مهاباد و بوکان به صورت دشت یا با شیب ملایم هستند؛ اما بیش‌تر زمین‌های شاهین‌دژ و تکاب به صورت شیب‌دار هستند که در اغلب اوقات به صورت یک‌طرفه برداشت انجام خواهد شد (به دلیل شیب زیاد). در زمین‌های شیب‌دار و تپه‌ای میزان تلفات نسبت به زمین‌های صاف از ۵ تا ۱۷ درصد بیش‌تر است و شکستگی دانه خیلی زیاد است که همین امر سبب افت کیفی و کاهش قیمت فروش خواهد شد. لازم به ذکر است که باید از لحاظ کمی و کیفی میزان تلفات محاسبه سود که با تجمیع نظر کشاورزان و مهندسين به عدد ۱۲ درصدی تلفات توافق گردید. با توجه به آمار جهاد کشاورزی شهرستان‌ها، تنها ۱۵ درصد زمین‌های شهرستان بوکان و میاندوآب شیب‌دار هستند؛ ولی در شهرستان مهاباد، تکاب و شاهین‌دژ به ترتیب ۲۵، ۴۵ و ۳۵ درصد زمین‌ها شیب‌دار بوده که در محاسبات لحاظ گردید. در جدول ۱۱ میزان تلفات این بخش با استفاده از رابطه ۷ محاسبه و ثبت گردید.

(۷) میانگین تلفات $\times$ میزان زمین شیب‌دار $\times$ میزان

تولید کل = کل تلفات در شهرستان

جدول ۹- میزان تلفات ناشی از کمباین کاه‌کوب

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
۷۰	۵۰	۵۵	۶۵	۶۰
کمباین‌های کاه کوب (درصد)				
۸۱۲	۲۶۰	۳۷۴	۶۷۶	۶۰۰
میزان تلفات (تن)				
۰/۵۶	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۴۸
نسبت به کل گندم تولیدی شهرستان (درصد)				

در شهرستان‌های منطقه، دستمزد مالکان کمباین به دو صورت پرداخت می‌شود: به صورت هکتاری و یا درصدی از محصول برداشت شده. آن دسته از کمباین‌هایی که به صورت هکتاری حق‌الزحمه می‌گیرند دارای سرعت پیشروی بیش‌تری هستند تا در اسرع وقت کار را به اتمام برسانند و اصلاً به میزان ریزش دانه اهمیت نمی‌دهند. دسته دیگر نسبتاً سرعت متعادلی برای پیشروی انتخاب می‌کنند تا میزان حق‌الزحمه بیش‌تری نصیبشان گردد. نتایج بررسی ۱۰ دستگاه کمباین با دریافت دستمزد به هر دو روش نشان داد که سرعت پیشروی در روش دستمزد هکتاری در تمام کمباین‌ها بیش‌تر بود. در حالت کلی باتوجه به شرایط و نظارت کشاورز از ۴ تا ۸ درصد ریزش بیش‌تر نسبت به حالت عادی مشهود بود. در زمین‌هایی که مالک به صورت دائم بر عملکرد و کیفیت کار کمباین نظارت داشت مقدار تلفات به نسبت کم‌تر بود و تقریباً در حالت استاندارد (۵ تا ۷ درصد) قرار داشت.

راننده‌های کمباین نقش اصلی در مدیریت تلفات دارند که یافته‌های تحقیقاتی نشان داد که بیش‌تر رانندگان کمباین از سطح تجربه و مهارت کافی برخوردار هستند؛ اما به دلیل ماهیت فصلی دستمزدهای بالایی را مطالبه می‌کنند. در مقابل، مالکان ماشین‌آلات تمایل کمی به پرداخت چنین دستمزدهایی نشان می‌دهند و ترجیح می‌دهند با استخدام افراد کم‌تجربه و با دستمزد پایین‌تر، هزینه‌های عملیاتی خود را کاهش داده و سودآوری بیشتری را رقم بزنند.

در شهرستان بوکان، بیش‌تر مالکان کمباین دستمزد خود را بر اساس هکتار دریافت می‌کنند که این شیوه پرداخت موجب افزایش تلفات محصول بیش از حد معمول می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد اکثر کشاورزان با این وضعیت مخالف بوده و از آن ناراضی هستند. به دلیل عدم نظارت کافی و نبود قوانین مشخص، سالانه مقدار قابل

در وضعیت ظاهری، ویژگی‌های بازارپسندی و ارزش غذایی اشاره دارد. غالباً میزان تلفات (کمی و کیفی) در کشورهای در حال توسعه بیش‌تر است. (Lipinski *et al.*, 2013).

شرایط آب‌وهوایی

فعالیت‌های پس از برداشت به شرایط آب‌وهوایی به‌ویژه دما، رطوبت و شدت باران بستگی دارد (Bendito & Twomlow, 2015). نگهداری غلات در محیط خشک (حفظ رطوبت نسبی زیر ۷۰ درصد) برای پیشگیری از رشد کپک در غلات توصیه می‌شود (Sha *et al.*, 2025). اکثر کشاورزان این شهرستان در همان لحظه برداشت، گندم را تحویل سیلوهای شهرستان می‌دهند و تعداد محدودی محصول را در انبار خود نگه می‌دارند تا در زمان اوج قیمت وارد بازار نمایند؛ اما ۸۰ درصد کشاورزان مقداری از همان گندم را برای بذر سال بعد در انبار نگه داشته و در زمان مقرر آن را بوجاری نموده و مواد لازم افزوده خواهد شد. کشاورزان با این کار مبلغ کم‌تری بابت بذر سال بعدی پرداخت می‌کنند. نگهداری غیر اصولی سبب کاهش کیفیت بذر و رشد کپک خواهد شد. همچنین احتمال تهاجم حشرات و جوندگان وجود دارد که سبب آلودگی بذر است. کشاورزان بر این باورند که سال قبل بذر خوبی خریداری نموده‌اند و همین بذر را برای سال بعدی کشت نمایند، این درحالی است که امکان دارد محصول تولیدی بنا به دلایل بیان شده دارای کیفیت پایین‌تری نسبت به بذر اصلی باشد و همین امر عاملی برای کاهش رشد و کیفیت محصول تولیدی است.

بررسی میزان تولیدات جامعه آماری در چند سال متوالی حاکی از آن است که کشاورزانی که هر ساله بذر مخصوص و اصلاح‌شده تهیه می‌کنند، در مقایسه با کشاورزانی که از گندم برداشت‌شده خود به‌عنوان بذر استفاده می‌کنند، به طور میانگین ۳ تا ۵ درصد محصول بیش‌تری دارند. بررسی جامعه آماری نشان داد که ۶۵ درصد کشاورزان از گندم برداشت شده به عنوان بذر استفاده می‌کنند و حاضر به پرداخت هزینه بیش‌تر برای بذر اصلاح شده نیستند. با توجه به اطلاعات فوق میزان کاهش محصول نیز نوعی تلفات می‌توان تلقی نمود، زیرا هر کاهش تولید، تلفات به شمار می‌آید. با این وجود میزان کاهش تولید ناشی از استفاده گندم برداشت شده به عنوان بذر برابر است با (جدول ۱۳): (از رابطه ۸ برای محاسبات استفاده شد)

جدول ۱۱- میزان تلفات ناشی از استفاده از کمباین دشت برای زمین‌های شیب‌دار

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
میزان تلفات (تن)	۲۶۱۰	۳۵۱۰	۳۵۷۰	۲۳۴۰
نسبت به کل گندم	۱/۸۰	۵/۴۰	۴/۲۰	۱/۸۰
تولیدی شهرستان (درصد)	۳/۰۰	۱/۸۰		

* بر اساس نظر کشاورزان و مهندسين حوزه کشاورزی، میانگین تلفات ۱۲ درصد در نظر گرفته شد.

از سوی دیگر به دلیل تفکیک اراضی، مساحت زمین‌های کشاورزی در ایران کم است. قطعات کشاورزی این شهرستان‌ها در حدود ۵ هکتار مرسوم است. کوچکی زمین و شیب مزارع از عامل بازدارنده واردات کمباین‌های بزرگ هستند. برداشت با این کمباین‌ها در زمان کم‌تری رخ خواهد داد و از نظر اقتصادی برای مالکان کمباین به صرفه است. برداشت در زمان مورد نظر انجام می‌شود و تلفات ناشی از عدم برداشت به موقع به صفر خواهد رسید. خوشبختانه به دلیل وجود تعداد کمباین‌های زیاد در این شهرستان‌ها تلفات عدم برداشت به موقع در حد صفر است اما در شهرستان‌های شاهین‌دژ و تکاب به دلیل شیب زیاد گاهی اوقات برداشت با داس انجام می‌شود که به دلیل تأخیر در برداشت ۲ درصد تلفات ثبت شده است. میزان تلفات ناشی از عدم برداشت به موقع در جدول ۱۲ مشهود است. تکاب و شاهین‌دژ به ترتیب دارای ۴۵ و ۳۵ درصد زمین شیب‌دار هستند که تلفات تأخیر تنها برای این بخش محاسبه شد.

جدول ۱۲- میزان تلفات ناشی از تأخیر در برداشت

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
میزان تلفات (تن)	۵۸۵	۵۹۵	۰	۰
نسبت به کل گندم تولیدی شهرستان (درصد)	۰/۹۰	۰/۷۰	۰	۰

میزان تلفات پس از برداشت

تلفات پس از برداشت می‌تواند فیزیکی یا مبتنی بر ارزش غذایی باشد که آلودگی و مدیریت نامناسب از مهم‌ترین عوامل هستند (Kiaya, 2014). کمیت به کاهش وزن یا حجم مربوط می‌شود، درحالی‌که کاهش کیفیت به تغییرات

حداکثر و ضرر را به حداقل برسانند. دامنه تغییر تلفات به انتخاب‌های کشاورزان بستگی دارد که خوشبختانه به ندرت در این شهرستان‌ها مشاهده می‌شود.

تلفات ناشی از حمل و نقل

افزایش نرخ حمل و نقل خودسرانه کامیون‌داران به علت نبود نظارت یکی از دغدغه‌های اصلی کشاورزان است به همین دلیل بیش‌تر کشاورزان ناچار به استفاده از روش سنتی (استفاده از تراکتور و تیلر) حمل و نقل به مراکز تحویل گندم هستند. در بسیاری از مواقع به دلیل فاصله زیاد مزرعه با این مراکز کمباین ناچار به تخلیه گندم در گوشه‌های زمین خواهد بود. این عمل سبب افزودن ناخالصی و به‌جاماندن مقداری گندم در زمین می‌شود. همچنین حشرات و پرندگان عامل دیگری از تلفات محسوب می‌شوند و امکان انتقال بیماری از این طریق وجود دارد. ۳۵ درصد نمونه مورد مطالعه از این مشکل رنج می‌برند و با جمع‌آوری دانه‌های به جا مانده در محل تخلیه داخل زمین، ۱ درصد تلفات سنجیده شد. در شهرستان میاندوآب به دلیل وجود شرکت تعاونی و فراوانی کامیون این مشکل کم‌تر است و تنها ۱۰ درصد کشاورزان با این مشکل مواجه هستند. هم‌چنین در بعضی از موارد شاهد قیمت خرید بابت وجود ناخالصی هستند.

به طور کلی، کشاورزانی که حمل و نقل گندم را با تراکتور و تیلر انجام می‌دهند، به دلیل ریزش محصول در هنگام بارگیری، در طول مسیر و همچنین هنگام تخلیه در زمین، با ۲ تا ۴ درصد تلفات بیشتر نسبت به سایر روش‌های حمل و نقل مواجه هستند. این میزان تلفات برای کل شهرستان با استفاده از رابطه ۹ در جدول ۱۴ ارائه شده است.

(۹) میانگین کاهش $\times$ (میزان تولید کل $\times$ درصد جامعه آماری) = کاهش تولید در شهرستان

جدول ۱۴- میزان تلفات در اثر سامانه حمل و نقل سنتی

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
۱۵۲۲/۵	۶۸۲/۵	۸۹۲/۵	۱۳۶۵	۱۳۱۲/۵
(تن)				

* میانگین کاهش ۲ تا ۴ درصد بود که در در انجام محاسبات میانگین ۳ درصد لحاظ شد.

(۸) میانگین کاهش $\times$ (میزان تولید کل $\times$ درصد جامعه آماری) = کاهش تولید در شهرستان

جدول ۱۳- میزان کاهش محصول در اثر استفاده از محصول

سال قبل به عنوان بذر	بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
میزان تلفات (تن)	۳۷۷۰	۱۶۹۰	۲۲۱۰	۳۳۸۰	۳۲۵۰

* میانگین کاهش ۳ تا ۵ درصد بود که در در انجام محاسبات میانگین ۴ درصد لحاظ شد.

بارندگی در مرحله رشد محصول سودمند است؛ اما در طول فصل برداشت می‌تواند نرخ تلفات را افزایش دهد؛ بنابراین، اقداماتی برای کاهش تلفات ناشی از عوامل مرتبط با آب‌وهوا ضروری است. رطوبت زیاد محصول در حین برداشت یا وجود رطوبت در انبار نگهداری زمینه مناسبی برای جوانه‌زنی یا رشد میکروب به شمار می‌رود. خوشبختانه در شهرستان‌های بوکان، میاندوآب و مهاباد به دلیل وجود تعداد زیاد کمباین تأخیری در برداشت وجود ندارد و تلفات ناشی از این موضوع تقریباً برابر صفر است. تلفات این بخش در شهرستان‌های شاهین‌دژ و تکاب در جدول ۱۲ لحاظ شده است.

رسیدگی غلات و عملیات پس از برداشت

بلوغ و رسیدن محصولات بر میزان تلفات پس از برداشت تأثیر می‌گذارد. هر نوع محصول دارای چرخه حیات ویژه‌ای است که به ویژگی‌های بذر و شرایط آب‌وهوای منطقه بستگی دارد. محتوای رطوبت و رنگ‌دانه برای تعیین زمان عملیات پس از برداشت، خشک‌کردن، ذخیره‌سازی و غیره مفید است و به کاهش تلفات کمک می‌کند. دستیابی به بلوغ مطلوب می‌تواند به طور قابل توجهی تلفات را کاهش دهد (Singh et al., 2022).

باین حال، زمان برداشت غلات به شدت تحت تأثیر تقاضای بازار و در دسترس بودن امکانات ذخیره‌سازی است. در برخی از مواقع کشاورز به دلیل مشکلات مالی، تقاضای بازار (فروش با نرخ بالاتر)، کمبود کمباین در اوج برداشت، کشت دیر هنگام بذر یا شرایط آب‌وهوایی مسبب اصلی برداشت محصولات قبل از رسیدن به بلوغ کامل هستند. این عمل منجر به کاهش ارزش غذایی و اقتصادی محصولات می‌شود. در نهایت، کشاورزان تصمیم می‌گیرند چه زمانی و چگونه محصول را برداشت کنند تا سود را به

تلفات خشک کردن

فرایند خشک کردن می‌تواند بر کیفیت محصول تأثیر بگذارد (Maciel *et al.*, 2015). تلفات مرحله خشک کردن برای گندم بین ۱/۵۶ درصد تا ۵ درصد است (Maciel *et al.*, 2015). بیان شد که برداشت محصول قبل از تکامل باعث کاهش کمی و کیفی محصول گندم خواهد شد و از سوی دیگر محصول برداشت شده دارای رطوبت فراتر از حد مجاز خواهد بود که لازم است تحت روش‌های مختلف رطوبت محصول را به حد استاندارد رساند. اگر به هر دلیلی ناچار به برداشت زود هنگام باشیم لازم است تحت روش‌های مختلف رطوبت محصول را به حد استاندارد رساند. خشک کردن در آفتاب در فضاهای باز مستعد مصرف پرندگان و حشرات است و امکان اختلاط با موادی مانند سنگ، گردوغبار و سایر مواد خارجی وجود دارد (Ramírez-Pulido *et al.*, 2021).

خوشبختانه به دلیل برداشت به موقع، این مرحله در شهرستان‌های بوکان، میاندوآب و مهاباد نیاز نیست و در شهرستان‌های شاهین‌دژ و تکاب دیده می‌شود. با تجمیع نظر کشاورزان و مهندسين حوزه کشاورزی میزان تلفات ناشی از این بخش برای ۳۵ درصد جامعه آماری در حد ۱ درصد برآورد شده است که با استفاده از رابطه ۱۰ در جدول ۱۵ ثبت گردید.

$$(۱۰) \text{ میانگین کاهش} \times (\text{میزان تولید کل} \times \text{درصد جامعه آماری}) = \text{کاهش تولید در شهرستان}$$

جدول ۱۵- میزان تلفات ناشی از برداشت محصول به صورت

مرطوب				
بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
میزان تلفات (تن)	۰	۲۲۷/۵	۲۹۷/۵	۰
نسبت به کل گندم تولیدی شهرستان (درصد)	۰	۰/۳۵	۰/۳۵	۰

تلفات تمیز کردن

تمیز کردن به عنوان عملیات میانی فرایندهای خشک کردن و ذخیره‌سازی برای افزایش ارزش افزوده ضروری است. این فرایند شامل جداسازی غلات آسیب‌دیده و مواد خارجی مانند کاه، سنگ، ماسه و بذر علف‌های هرز است. در

کشورهای در حال توسعه، از هوای طبیعی (از طریق ابزارهای دستی یا مکانیکی) برای تمیز کردن غلات استفاده می‌شود (Bala, 2016).

اخیراً در شهرستان‌های هم‌جوار مالکان کمباین خواستار کاه و کلش محصول به عنوان دستمزد هستند که به مرور به سایر شهرستان‌ها سرایت خواهد نمود. اپراتور کمباین برای افزایش میزان درآمد خود سعی بر این دارند که هد دستگاه را در پایین‌ترین حد ممکن تنظیم کنند که امکان ورود ناخالصی به مخزن وجود دارد. همچنین با تغییر تنظیمات کوبنده و ضد کوبنده و الک‌ها در صدد افزایش ورود دانه‌های گندم به مخزن کاه هستند تا با نرخ بالاتری بفروشند و سود بیشتری حاصل آنان گردد. این نوع دستمزد به ضرر کشاورز است و میزان تولید خالص شهرستان کاهش پیدا می‌کند. مصاحبه نیمه ساختاریافته با ۱۲ کشاورز پذیرنده روش پرداخت مذکور انجام شد که مشارکت کنندگان بدون استثناء پشیمانی خود را ابراز کردند.

باتوجه به اظهارات این کشاورزان میزان کاهش کمیت و کیفیت محصول بین ۲ تا ۶ درصد اعلام شد. در جدول ۱۶ میزان خسارت ناشی از نوع پرداخت دستمزد به مالکان کمباین ثبت شده است. این میزان کاهش با استفاده از رابطه ۱۱ محاسبه گردید.

$$(۱۱) \text{ میانگین کاهش} \times (\text{میزان تولید کل} \times \text{درصد جامعه آماری}) = \text{کاهش تولید در شهرستان}$$

جدول ۱۶- میزان تلفات ناشی از نوع پرداخت دستمزد

بوکان	تکاب	شاهین‌دژ	میاندوآب	مهاباد
میزان تلفات (تن)	۰	۳۹۰	۵۱۰	۷۸۰
۷۵۰				

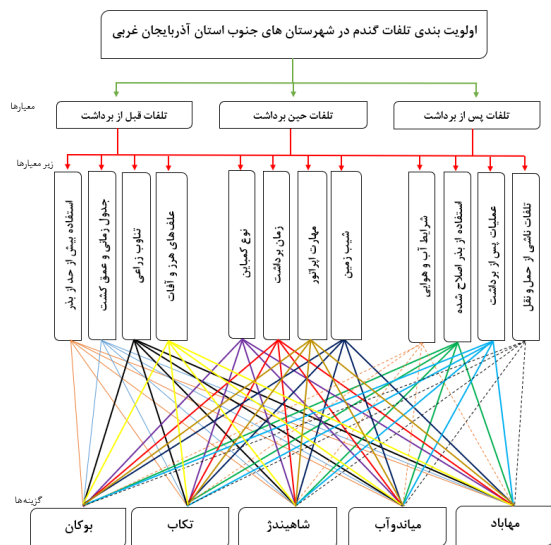
* میانگین کاهش ۲ تا ۶ درصد بود که در انجام محاسبات میانگین ۴ درصد لحاظ شد.

تلفات ذخیره‌سازی

در کشورهای کم‌تر توسعه یافته، نبود زیرساخت‌های اولیه پس از برداشت به عنوان عامل اصلی در تلفات پس از برداشت به شمار می‌رود (Omotajo *et al.*, 2018). در این کشورها، این نرخ حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد برای غلات معمول است (Tadesse Dessalegn *et al.*, 2017).

باتوجه به اظهارات صاحبان سیلو، ناظران و مهندسين حوزه کشاورزی میزان تلفات در این سیلوها در حد ۱

محصول که داده‌های آن بر اساس نظرات کارشناسان و کشاورزان ثبت و با استفاده از روش تحلیل AHP مقایسه و ارزیابی شد (شکل ۱).



شکل ۱- سلسه مراتب پیشنهادی برای بررسی میزان تلفات گندم در مناطق مختلف استان آذربایجان غرب

با استفاده از مقایسه‌های صورت گرفته می‌توان عامل‌ها را بر اساس شدت افزایش تلفات اولویت‌بندی نمود و همچنین شهرستان‌های مورد مطالعه را با توجه به عامل‌های انتخابی با همدیگر مقایسه نمود. اعداد ذکر شده در این مقایسه بر اساس داده‌های اکتسابی در این مطالعه و نظرات کارشناسان بود که در شکل ۲ انجام گرفته است.

در روش AHP، نرخ سازگاری باید کمتر از ۰/۱ باشد. در این مطالعه، نرخ سازگاری محاسبه شده ۰/۰۴ به دست آمد که نشان‌دهنده سطح مطلوب سازگاری و دقت انجام فرآیند مقایسات زوجی است. این عدد نشان دهنده میزان دقت کار انجام شده که در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به نظرات و اعداد ثبت شده، مهم‌ترین عامل در افزایش تلفات مربوط به سامانه حمل و نقل (وزن=۰/۲۲۲) است. کم اهمیت‌ترین عامل در افزایش تلفات در شهرستان‌های مورد مطالعه مربوط به شرایط آب‌وهوایی (وزن=۰/۰۱۱) است.

درصد بیان شد که در جدول ۱۷ ثبت شده است. میزان این تلفات با استفاده از رابطه ۱۲ محاسبه گردید.

(۱۲) میانگین کاهش $\times$ میزان تولید کل = کاهش تولید در شهرستان

جدول ۱۷- میزان تلفات ناشی از ذخیره‌سازی

میزان تلفات (تن)	بوکان	تکاب	شاهیندژ	میاندوآب	مهاباد
	۱۲۵۰۰	۱۳۰۰۰	۸۵۰۰	۶۵۰۰	۱۴۵۰۰

نقش تعاونی‌های کشاورزی در کاهش تلفات مزرعه

تعاونی‌ها می‌توانند نقش مهمی در کمک به کشاورزان برای برنامه‌ریزی تناوب زراعی خود ایفا کنند که در حفظ پایداری بلندمدت شیوه‌های کشاورزی ضروری است (Cai et al., 2021). البته تعاونی‌ها هیچ همکاری با همدیگر نداشته و متأسفانه جهاد کشاورزی نظارتی بر اعمال آنها ندارد و همین امر سبب دلسردی کشاورزان و عدم اعتماد آنان شده است. با فعال نمودن چند تعاونی فعال زیر نظر ادارات ذی‌ربط، قانونمند بودن آنها و تضمین عملیات می‌توان به جامعه کشاورز کمک شایانی نمود.

مساحت کم زمین‌های شهرستان بوکان امکان اجرای مکانیزاسیون را محدود نموده است و همچنین به دلیل عدم آگاهی و نبود نظارت، کسی حاضر به تجمیع زمین خود با دیگران نیست. کشاورزان همیشه بر سر این موضوع مشکل اساسی داشتند.

تحلیل سلسله‌مراتبی

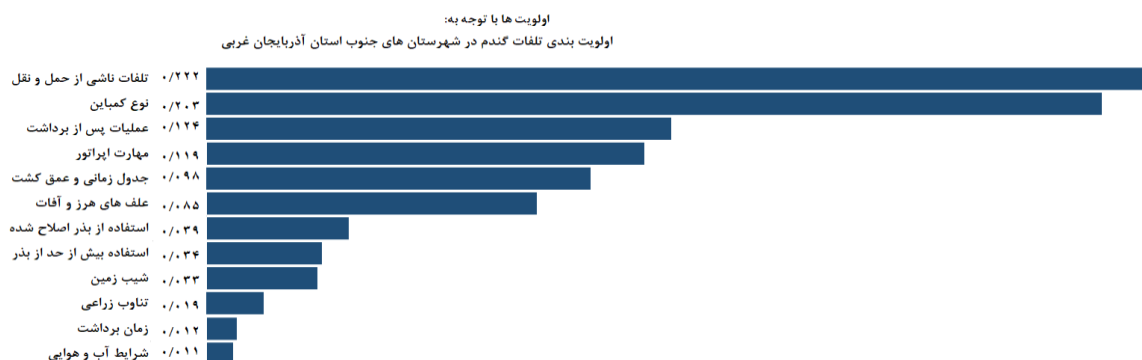
نرم‌افزار Expert choice 11، برای تصمیم‌گیری فرایند سلسله‌مراتبی^۱ یا AHP کاربرد دارد که اولین بار توسط توماس ال در ۱۹۸۰ مطرح شد و بر اساس مقایسه‌های زوجی پی‌ریزی شده است؛ به این فرایند، سلسله‌مراتبی گفته می‌شود؛ زیرا روند تصمیم‌گیری را از اهداف و راهبردهای سازمان شروع و با گسترش آن‌ها تصمیمات مختلف را شناسایی و ارزیابی خواهد نمود. AHP یک ابزار ریاضی و ذهنی که برای تجزیه و تحلیل مسائل پیچیده در سطوح مختلف توسعه یافته است. با بررسی‌های صورت گرفته به صورت میدانی و عملیاتی چندین عامل اصلی دخیل در افزایش تلفات در همه شهرستان‌های مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. عوامل مؤثر در تلفات

^۱ Analytical Hierarchy Process

هدف: اولویت بندی تلفات گندم در شهرستان های جنوب استان آذربایجان غربی

تلفات ناشی از حمل و نقل	تلفات ناشی از برداشت	جدول زمانی و عمق کشت	علف های هرز و آفات	استفاده از بذر اصلاح شده	استفاده بیش از حد از بذر	شیب زمین	تناوب زراعی	زمان برداشت	شرایط آب و هوایی
تلفات ناشی از حمل و نقل	۷/۰	۳/۰	۵/۰	۹/۰	۵/۰	۳/۰	۱/۰	۳/۰	۵/۰
نوع کمباین		۵/۰	۱/۰	۷/۰	۹/۰	۱/۰	۵/۰	۳/۰	۷/۰
عملیات پس از برداشت		۵/۰	۷/۰	۳/۰	۷/۰	۳/۰	۳/۰	۵/۰	۹/۰
مهارت اپراتور			۳/۰	۹/۰	۱/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۷/۰
جدول زمانی و عمق کشت				۹/۰	۱/۰	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۱/۰
علف های هرز و آفات					۷/۰	۳/۰	۱/۰	۵/۰	۷/۰
استفاده از بذر اصلاح شده						۵/۰	۵/۰	۱/۰	۱/۰
استفاده بیش از حد از بذر							۵/۰	۵/۰	۹/۰
شیب زمین							۷/۰	۹/۰	۹/۰
تناوب زراعی								۵/۰	۵/۰
زمان برداشت									۱/۰
شرایط آب و هوایی									

شکل ۲- مقایسه زوجی روش سلسله مراتبی پیشنهادی



شکل ۳- ارجح بودن زیرمعیارها بر اساس وزن دهی

شهرستان‌های مورد مطالعه را باتوجه به عامل‌های انتخابی و دخیل در میزان افزایش تلفات با استفاده از مقایسه زوجی مورد بررسی قرار گرفت. شهرستان میان‌دوآب (وزن=۰/۴۸۴) بهترین حالت ممکن را در بین شهرستان‌های هم‌جوار برای کشت گندم به خود اختصاص داد. همچنین شهرستان بوکان (وزن=۰/۲۷۸) در اولویت دوم قرار گرفت که در شکل ۴ و ۵ مشهود است.

این بدین معنا است که این شهرستان‌ها باتوجه به امکانات و موقعیت جغرافیایی نسبت به سایر شهرستان‌های دیگر اولویت دارند. با تشکیل کلاس‌های توجیهی و نظارت دقیق‌تر مسئولین جهاد کشاورزی شهرستان، می‌توان درصد زیادی از تلفات و کاهش محصول را جبران نمود. شهرستان تکاب باتوجه به موقعیت جغرافیایی و دورافتادگی نسبت به شهرستان‌های دیگر و مرکز استان

باتوجه به شکل ۳ دو عامل سامانه حمل‌ونقل و نوع کمباین به ترتیب اولویت اول و دوم افزایش تلفات را به خود اختصاص دادند که به صورت تجمیعی ۰/۴۲۵ تلفات را شامل می‌شود. برای کاهش میزان تلفات لازم است که به این دو عامل اهمیت ویژه‌ای داد، زیرا بالای ۴۰ درصد میزان تلفات را به خود اختصاص داده‌اند.

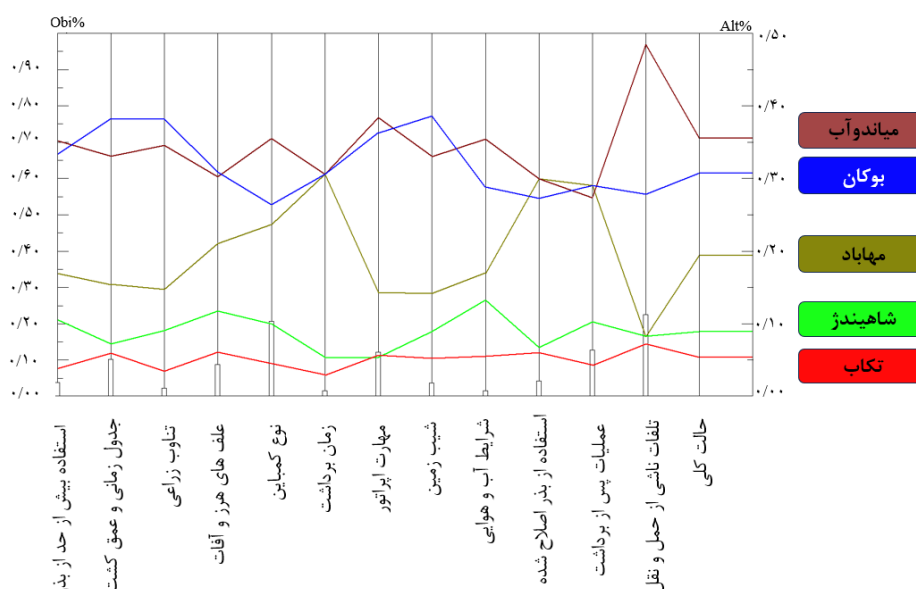
شهرستان‌های مورد مطالعه را باتوجه به عامل‌های انتخابی و دخیل در میزان افزایش تلفات با استفاده از مقایسه زوجی مورد بررسی قرار گرفت. شهرستان میان‌دوآب (وزن=۰/۴۸۴) بهترین حالت ممکن را در بین شهرستان‌های هم‌جوار برای کشت گندم به خود اختصاص داد. همچنین شهرستان بوکان (وزن=۰/۲۷۸) در اولویت دوم قرار گرفت که در شکل ۴ و ۵ مشهود است.

دارای محرومیت (از نظر تعداد کمباین، مراکز خدمات کشاورزی و...) است و کم‌ترین میزان تولید گندم خالص نسبت به زمین‌های زیر کشت را به خود اختصاص داد.

هدف: اولویت بندی تلفات گندم در شهرستان های جنوب استان آذربایجان غربی
Overall inconsistency=0.04



شکل ۴- مقایسه شهرستان‌های مورد مطالعه



شکل ۵- مقایسه گزینه‌ها بر اساس هر یک از زیر معیارها

نتیجه‌گیری

نرخ مثبت رشد جمعیت، تقاضا برای تأمین مواد غذایی را به طور چشمگیری افزایش داده است. برای پاسخگویی به این تقاضای رو به رشد، دو راهکار اصلی وجود دارد: افزایش بهره‌وری کشاورزی و کاهش ضایعات. افزایش بهره‌وری مزرعه می‌تواند از طریق گسترش سطح زیر کشت، بهبود روش‌های کشاورزی و به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند اصلاحات ژنتیکی در محصولات کشاورزی محقق نمود. از سوی دیگر، کاهش ضایعات در مراحل مختلف زنجیره تأمین مواد غذایی، شامل برداشت،

ذخیره‌سازی، فرآوری و توزیع، می‌تواند نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی ایفا نماید. در میان راهکارهای متعدد ارائه‌شده برای مقابله با چالش تغذیه جهانی، کاهش تلفات به‌عنوان یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش‌ها شناخته می‌شود. این روش نه تنها نیاز به افزایش تولید را کاهش می‌دهد، بلکه فشار بر منابع طبیعی مانند آب و خاک را نیز کم می‌کند. با بهبود سیستم‌های برداشت، ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل می‌توان ضایعات را به طور قابل‌توجهی کاهش داد و امنیت غذایی را در سطح جهانی تقویت کرد؛ بنابراین، تمرکز بر کاهش

افزایش تلفات دارد، اما لزوماً به معنای ایجاد بیشترین میزان تلفات در عمل نیست.

عوامل عمق کشت، بازه زمانی کشت و ذخیره‌سازی بیشترین میزان تلفات را به خود اختصاص داده‌اند. این بدان معناست که این عوامل در عمل بیشترین حجم تلفات را ایجاد کرده‌اند، اما لزوماً از نظر اهمیت نسبی در تحلیل AHP رتبه‌ی اول قرار ندارند. ممکن است سیستم حمل‌ونقل به دلیل مشکلات زیرساختی یا مدیریتی در منطقه، از نظر اهمیت نسبی بالاتر باشد؛ اما در عمل، عوامل دیگری مانند عمق کشت یا ذخیره‌سازی به دلیل اجرای نادرست یا شرایط محیطی، تلفات بیشتری ایجاد کنند.

تولید کل محصول گندم در شهرستان‌های مورد مطالعه برابر ۵۵۰۰۰۰ تن است و باتوجه به بررسی‌ها و محاسبات صورت گرفته، میزان کل تلفات و کاهش محصول در این شهرستان‌ها برابر ۲۳۳۴۱۲ تن محاسبه شد. باتوجه به آمار موجود می‌توان به این موضوع دست یافت که ۴۲/۴۳ درصد از محصول گندم در مراحل قبل از برداشت تا رسیدن به دست مصرف کننده تلف می‌شود که رقم چشمگیری است. با اجرای راهکارهای ارائه‌شده و تنظیم قوانین برای عوامل مؤثر در تولید این محصول، می‌توان میزان تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد.

جدول ۱۸- میزان تلفات هر عامل برای کل شهرستان‌های مورد

مطالعه

تلفات ناشی از ذخیره‌سازی	
میزان تلفات ناشی از افزایش سرعت پیشروی	۳۳۰۰۰ (تن)
میزان تلفات ناشی از سامانه حمل‌ونقل	۵۷۷۵ (تن)
میزان تلفات ناشی از برداشت محصول به‌صورت مرطوب	۵۲۵ (تن)
میزان تلفات ناشی از نحوه پرداخت دستمزد	۲۴۳۰ (تن)
میزان تلفات ناشی از استفاده از کمباین دشت در زمین‌های	۱۵۷۸۰ (تن)
میزان تلفات ناشی از تأخیر در برداشت	۱۱۸۰ (تن)
میزان تلفات ناشی از کمباین کاه کوب	۳۷۲۲ (تن)
میزان تلفات ناشی از تناوب کشت	۴۹۸۰ (تن)
میزان تلفات ناشی از علف‌های هرز و آفات	۳۳۰۰۰ (تن)
میزان تلفات ناشی از کشت بیشتر از اندازه	۹۷۲۰ (تن)
میزان تلفات ناشی از عمق و بازه زمانی کشت	۵۵۰۰۰ (تن)

تلفات، نه تنها یک راهکار اقتصادی و زیست‌محیطی مؤثر است، بلکه گامی اساسی در جهت تضمین دسترسی پایدار به مواد غذایی برای جمعیت روبه‌رشد جهان به شمار می‌رود. سالیانه مقدار زیادی بذر گندم مازاد در زمین کشت می‌شود که این افزایش تراکم بذر در زمین باعث بروز مشکلاتی خواهد شد و کاهش کمی و کیفی گندم دور از انتظار نیست. کشت بیش از اندازه توصیه شده، تلفات محسوب می‌شود. عدم رعایت تناوب زراعی و آیش سبب بروز رشد علف‌های هرز خواهد شد که ناخالصی برداشت را به همراه دارد و همچنین علف‌های هرز با مصرف مواد معدنی و آلی در کمیت و کیفیت گندم تولیدی تأثیر دارد.

رطوبت و زمان برداشت تأثیر مستقیمی بر میزان تلفات دارند. در صورتی که برداشت در زمان مقرر انجام نگیرد به دلیل ازدست‌دادن رطوبت مقداری از محصول در حین برداشت تلف می‌شود. برداشت زود هنگام باعث افت کیفیتی و بازارپسندی محصول خواهد شد و همچنین از نظر مقدار نیز کاهش چشمگیری مشهود خواهد بود. در برداشت مکانیزه تنظیمات دستگاه‌ها بر میزان کاهش تلفات تأثیر مستقیم دارند.

میزان تلفات ناشی از جابه‌جایی‌های داخل مزرعه و خارج از آن را مهم‌ترین عامل تلفات محسوب می‌گردد. عوامل مختلفی از جمله شرایط اقتصادی یک کشور، موقعیت جغرافیایی، شیوه‌های فناوری و شرایط آب‌وهوایی بر میزان تلفات غلات تأثیر دارند. شرایط شهرستان‌ها یکسان نیست و همین امر باعث عدم پاسخ قاطع در مورد میزان تلفات در مراحل مختلف شده است. در کشور ایران بیشترین میزان تلفات در مزرعه مشهود است که استفاده از کمباین دشت در زمین‌های شیب‌دار، استفاده از کمباین‌های قدیمی، عدم تنظیم درست، عدم توجه اپراتورها با شرایط بهینه برداشت از دلایل اصلی این تلفات هستند. در جدول ۱۸ میزان تلفات کل برای پارامترهای مورد بررسی در تمامی شهرستان‌ها ثبت شده است. بیشترین میزان تلفات مربوط به دو پارامتر عمق و بازه زمانی کشت و ذخیره‌سازی است که برابر ۵۵۰۰۰ تن می‌باشد (جدول ۱۸).

در تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) عوامل مؤثر بر میزان تلفات بر اساس وزن‌های نسبی اولویت‌بندی می‌شوند. این وزن‌ها نشان‌دهنده‌ی اهمیت نسبی هر عامل در ایجاد تلفات محسوب می‌گردند. در این تحلیل، سیستم حمل‌ونقل با وزن ۰/۲۲۲ به‌عنوان مهم‌ترین عامل شناسایی گردید. این بدان معناست که سیستم حمل‌ونقل از نظر اهمیت نسبی بیشترین تأثیر را در

مشارکت نویسندگان

نحوه و میزان مشارکت نویسندگان در انجام این پژوهش به صورت زیر است:

- هیمن خودکام: مفهوم سازی، نگارش اولیه
- نام نویسنده دوم: نظارت؛ ویرایش ثانویه
- نام نویسنده سوم: جمع آوری داده

دسترسی به داده‌ها

همه اطلاعات و نتایج در متن مقاله ارائه شده است.

اصول اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تایید همه آنها است.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ گونه منافع مالی رقابتی یا روابط شخصی شناخته شده‌ای که ممکن است بر کار گزارش شده در این مقاله تأثیر گذاشته باشد، ندارند.

حمایت مالی

نویسنده(ها) هیچ حمایت مالی خاصی برای انجام این پژوهش دریافت نکرده‌اند.

منابع

- Bendito, A., & Twomlow, S. (2015). Promoting climate smart approaches to post-harvest challenges in Rwanda. *International journal of agricultural sustainability*, 13(3), 222-239. DOI: 10.1080/14735903.2014.959329
- Cai, Z., Li, S., Du, G., & Xue, R. (2021). Linking smallholder farmers to the heilongjiang province crop rotation project: Assessing the impact on production and well-being. *Sustainability*, 14(1), 38. <https://doi.org/10.3390/su14010038>
- Costa, S. J. (2014). Reducing food losses in sub-saharan Africa. *An 'Action research'evaluation trial from Uganda and Burkina Faso*. DOI: 10.1016/j.foodpol.2017.03.012
- Ekepu, D., Tirivanhu, P., & Nampala, P. (2017). Assessing farmer involvement in collective action for enhancing the sorghum value chain in Soroti, Uganda. *South African Journal of Agricultural Extension*, 45(1), 118-130. DOI: 10.17159/2413-3221/2017/v45n1a444
- Esgici, R., Sessiz, A., & Bayhan, Y. (2016). The relationship between the age of combine harvester and grain losses for paddy. *Mechanization in agriculture & Conserving of the resources*, 62(1), 18-21.
- FAO. (2022). *World Food and Agriculture Statistical Yearbook 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>
- Ghaziani, S., Dehbozorgi, G., Bakhshoodeh, M., & Doluschitz, R. (2023). Unraveling On-Farm Wheat Loss in Fars Province, Iran: A Qualitative Analysis and Exploration of Potential Solutions with Emphasis on Agricultural Cooperatives. *Sustainability*, 15(16), 12569. DOI: 10.3390/su151612569
- Hashemi Nejad, A., Abdeslahi, A., Ghanian, M., & Khosravipour, B. (2020). Analyzing factors affecting wheat production risk in Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 33(4), 329-338. DOI: 10.22067/jead2.v33i3.66850
- Hollaway, G. J., Evans, M. L., Wallwork, H., Dyson, C. B., & McKay, A. C. (2013). Yield loss in cereals, caused by *Fusarium culmorum* and *F. pseudograminearum*, is related to fungal DNA in soil prior to planting, rainfall, and cereal type. *Plant Disease*, 97(7), 977-982. DOI: 10.1094/PDIS-09-12-0867-RE
- Kiaya, V. (2014). Post-harvest losses and strategies to reduce them. *Technical Paper on Post-harvest Losses, Action Contre la Faim (ACF)*, 25(3), 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2025.04.013>
- Kühling, I., Redozubov, D., Broll, G., & Trautz, D. (2017). Impact of tillage, seeding rate and seeding depth on soil moisture and dryland spring wheat yield in Western Siberia. *Soil and Tillage Research*, 170, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.02.009>
- Laskowski, W., Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Czczotko, M., & Zwolińska, J. (2019). How important are cereals and cereal products in the average polish diet?. *Nutrients*, 11(3), 679. DOI: 10.3390/nu11030679
- Alarcón-Segura, V., Grass, I., Breustedt, G., Rohlf, M., & Tschardt, T. (2022). Strip intercropping of wheat and oilseed rape enhances biodiversity and biological pest control in a conventionally managed farm scenario. *Journal of applied ecology*, 59(6), 1513-1523. DOI: 10.1111/1365-2664.14161
- Amer, K. Z., & Swain, K. H. (2021). The impact of plowing depth and soil moisture on some technical indicators at using disk plow. *International Journal of Agricultural & Statistical Sciences*, 17(1). <https://connectjournals.com/03899.2021.17.177>
- Bala, B. K. (2016). *Drying and storage of cereal grains*. John Wiley & Sons. DOI:10.1002/9781119124207
- Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., & Nesme, T. (2019). Changes in crop rotations would impact food production in an organically farmed world. *Nature Sustainability*, 2(5), 378-385. DOI:10.1038/s41893-019-0259-5
- Barbosa, E. J. A., Alessio, D. R. M., Velho, J. P., Costa Filho, J., & Costa, N. L. (2020). Pre-harvesting, harvesting, and transport of soybean to brazilian ports: Bioeconomic losses. *Research, Society and Development*, 9(9), e744997878-e744997878. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7878

- Eurosurveillance*, 29(12), 2300590. doi: [10.2807/1560-7917.ES.2024.29.12.2300590](https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2024.29.12.2300590)
- Ramírez-Pulido, B., Bas-Bellver, C., Betoret, N., Barrera, C., & Seguí, L. (2021). Valorization of vegetable fresh-processing residues as functional powdered ingredients. A review on the potential impact of pretreatments and drying methods on bioactive compounds and their bioaccessibility. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 654313. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.654313>
- Safari, M., & Rostami, M. A. (2023). Comparison of Dry Land Wheat Grain Harvest Losses in Different Types of Chaff Collector Combine Harvesters in Kurdistan Province. *Journal of Agricultural Machinery*, 13(3), 309-319. (in Persian). <https://doi.org/10.22067/jam.2022.75175.1091>
- Sha, T., Lu, Y., He, P., Hassan, M. M., & Tong, Y. (2025). Recent Advances in Physicochemical Control and Potential Green Ecologic Strategies Related to the Management of Mold in Stored Grains. *Foods*, 14(6), 961. <https://doi.org/10.3390/foods14060961>
- Shahzad, M., Hussain, M., Jabran, K., Farooq, M., Farooq, S., Gašparović, K., ... & Zuan, A. T. K. (2021). The impact of different crop rotations by weed management strategies' interactions on weed infestation and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*, 11(10), 2088. DOI: [10.3390/agronomy11102088](https://doi.org/10.3390/agronomy11102088)
- Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. *Food and energy security*, 4(3), 178-202. DOI: [10.1002/fes3.64](https://doi.org/10.1002/fes3.64)
- Singh, A., Vaidya, G., Jagota, V., Darko, D. A., Agarwal, R. K., Debnath, S., & Potrich, E. (2022). Recent advancement in post-harvest loss mitigation and quality management of fruits and vegetables using machine learning frameworks. *Journal of Food Quality*, 2022(1), 6447282. DOI: [10.1155/2022/6447282](https://doi.org/10.1155/2022/6447282)
- Tadesse Dessalegn, T. D., Tesfaye Solomon, T. S., Tesfaye Gebre Kristos, T. G. K., Abiy Solomon, A. S., Shure Seboka, S. S., Yazie Chane, Y. C., ... & Mahroof, R. (2017). Post-harvest wheat losses in Africa: an Ethiopian case study. DOI: [10.19103/AS.2016.0004.18](https://doi.org/10.19103/AS.2016.0004.18)
- Tetiana, T. M., Serhii, C. I., Larysa, JI. M., & Svitlana, C. O. (2021). The growing factors impact the productivity of new soft winter wheat varieties. *Plant varieties studying and protection*, 18(4), 55. DOI: [10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989](https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989)
- Lipinski, B., Hanson, C., Waite, R., Searchinger, T., & Lomax, J. (2013). Reducing food loss and waste. <http://www.worldresourcesreport.org>
- Maciel, G., De La Torre, D., Bartosik, R., Izquierdo, N., & Cendoya, G. (2015). Effect of oil content of sunflower seeds on the equilibrium moisture relationship and the safe storage condition. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(2).
- Menegat, A., & Nilsson, A. T. (2019). Interaction of preventive, cultural, and direct methods for integrated weed management in winter wheat. *Agronomy*, 9(9), 564. DOI: [10.3390/agronomy9090564](https://doi.org/10.3390/agronomy9090564)
- Mesterházy, Á., Oláh, J., & Popp, J. (2020). Losses in the grain supply chain: Causes and solutions. *Sustainability*, 12(6), 2342. DOI: [10.3390/su12062342](https://doi.org/10.3390/su12062342)
- Mokhtor, S. A., El Pebrian, D., & Johari, N. A. A. (2020). Actual field speed of rice combine harvester and its influence on grain loss in Malaysian paddy field. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(6), 422-425. DOI: [10.1016/j.jssas.2020.07.002](https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.07.002)
- Nath, B., Chen, G., O'Sullivan, C. M., & Zare, D. (2024). Research and Technologies to Reduce Grain Post-harvest Losses: A Review. *Foods*, 13(12), 1875. DOI: [10.3390/foods13121875](https://doi.org/10.3390/foods13121875)
- Nawi, N. M., Chen, G., & Zare, D. (2010). The effect of different climatic conditions on wheat harvesting strategy and return. *Biosystems Engineering*, 106(4), 493-502. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2010.05.015>
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of agricultural science*, 144(1), 31-43. DOI: [10.1017/S0021859605005708](https://doi.org/10.1017/S0021859605005708)
- Oerke, E. C., & Dehne, H. W. (2004). Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. *Crop protection*, 23(4), 275-285. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.001>
- Omotajo, O. R., Olaniyan, O., & Mudahunga, J. C. (2018). *Effects of Agribusiness Investments on Post-harvest Losses and Food Security in Sub-Saharan Africa: Evidence from Maize and Beans Value Chains in Nyagatare District, Rwanda* (pp. 1-16). IFAD Working papers.
- Østergaard, A. A., Lillebaek, T., Petersen, I., Fløe, A., Bøkan, E. H. W., Hilberg, O., ... & Johansen, I. S. (2024). Prevalence estimates of tuberculosis infection in adults in Denmark: a retrospective nationwide register-based cross-sectional study, 2010 to 2018.