Quality and Durability of Agricultural Products and Food Staffs

e ISSN: 2783-3410

Journal Homepage: https://sanad.iau.ir/journal/qafj/

Research Paper

Study of Feedstuff Weight Loss During Storage

Ali Asghar Sadeghi[1], Zohreh Rahnamaei[2], Morteza Naddafi[3*]

[1]Associate Professor, Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[2]Associate Professor, Department of Mathematics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran

[3]M.Sc., State Livestock Affairs Logistics (S.L.A.L) Inc., Tehran, Iran

Received: 28/03/2023, **Accepted:** 20/09/2024

Abstract

The corn, barley and soybean meal are the three widely used feeds in animal nutrition in Iran. During the storage of feedstuffs in warehouses, there is some weight loss, which is because of type of storage (silo, niches, and open warehouse), as well as the duration of storage. Estimation of weight loss during storage is important for the owners of the feedstuffs. In this research, the weight loss of corn, barley and soybean meal estimated according to the type of storage, duration and the province in which the storage is located. The data of weight loss supplied by the State Livestock Affairs Logistics from 2015 to 2023. The effect of the type of storage and duration of storage, on corn and barley weight loss were significant ($P<0.01$). The highest weight loss in terms of storage type was seen in silo storage and the lowest in open storage. The effect of climate and storage time of soybean meal on weight loss was significant ($P<0.01$). The weight loss in terms of storage time in all three feeds was highest in 12 months and more. The highest weight loss of soybean meal was in hot and dry climate and then in hot and humid climate and the lowest was in rainy region. To optimize storage and minimize economic losses, farmers and warehouse managers should utilize appropriate storage facilities and take climatic conditions into account when selecting storage locations and durations for food products. These findings can enhance warehouse management practices and lower costs associated with product weight loss.

Keywords: Feedstuffs, Weight loss, Storage

Citation: Sadeghi AA, Rahnamaei Z, Naddafi M. Study of feedstuff weight loss during storage, *Quality and Durability of Agricultural Products and Food Stuffs*, 2024; 4(1): 102-115.

© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Kerman, Iran

DOI: https://doi.org/10.71516/qafj.2024.1105913

[*]**Corresponding author:** Morteza Naddafi, **Email:** mnaddafi88@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Storage of agricultural products is essential for ensuring food security, market stability, and price regulation. In Iran, the primary livestock feedstuffs corn, barley, and soybean meal are either domestically produced or imported to meet the high demand from livestock farms and poultry industries. However, during storage, these feedstuffs experience weight loss due to multiple factors, including the type of storage facility (silo, warehouse, open storage), environmental conditions, and storage duration. The estimation of weight loss is crucial for warehouse managers and feedstuff owners to manage inventory efficiently and minimize economic losses. This study evaluates the weight loss of corn, barley, and soybean meal based on different storage conditions and climatic factors across Iran using data from 2015 to 2023.

Methods

This study analyzed data from 31 provinces across Iran, incorporating various climatic conditions and storage durations (3, 6, 9, and 12 months or more). The dataset was collected from the State Livestock Affairs Logistics (S.L.A.L) Inc. and examined weight loss variations in different storage types (silo, warehouse, open storage). The independent variables included storage type, duration, and climate, while the dependent variable was the weight loss of feedstuffs. Statistical analysis was conducted using SPSS software, and mean comparisons were performed using ANOVA models:

Model 1 for corn and barley:
$Yijkl=\mu+Si+Tj+Ck+\varepsilon ijklY_\{ijkl\} = \mu + S_\{i\} + T_\{j\} + C_\{k\} + \varepsilon_{ijkl}$

Model 2 for soybean meal:
$Yijk=\mu+Ti+Cj+\varepsilon ijkY_\{ijk\} = \mu + T_\{i\} + C_\{j\} + \Var epsilon_\{ijk\}$

Where YY represents weight loss (kg per ton), μ\mu is the overall mean, SS is the storage type effect, TT is the storage duration effect, CC is the climate effect, and ε\Var epsilon is the error term.

Results and Discussion

The study found significant differences in weight loss across different storage conditions and climates ($P < 0.01$). The highest weight loss occurred in silos, while the lowest was observed in open storage. This could be attributed to the ventilation and aeration systems in silos, which facilitate moisture evaporation, leading to weight reduction. Warehouses exhibited intermediate weight loss values, likely due to moderate environmental exposure and better protection compared to open storage. Weight loss increased with storage duration, with the highest losses recorded for feedstuffs stored for 12 months or longer. The initial three-month period showed significant weight reduction, particularly for corn, due to moisture evaporation after importation and transportation. Soybean meal showed the most significant weight loss in hot and dry climates, followed by hot and humid conditions. The lowest weight loss was recorded in rainy regions, where humidity levels may contribute to reduced dehydration. Corn and barley stored in cold regions exhibited moderate weight loss compared to those in hot and dry climates. Handling and processing activities, such as loading, unloading, and aeration, contributed to additional weight loss. Differences in calibration of weighing systems and environmental exposure during transport also played a role in observed variations. These findings highlight the importance of optimizing storage management strategies to mitigate weight loss. Proper selection of storage facilities and climate-aware management

techniques can significantly reduce economic losses for livestock feedstuff suppliers.

Conclusion

The study underscores the importance of effective storage management in minimizing feedstuff weight loss. The selection of appropriate storage types, reduction of prolonged storage durations, and adaptation to regional climatic conditions can help mitigate weight loss and associated financial losses. Future research should explore innovative storage technologies, such as controlled-atmosphere storage and improved aeration techniques, to further enhance feedstuff preservation. By implementing these strategies, stakeholders in the livestock industry can enhance inventory efficiency and maintain the nutritional quality of stored feedstuffs.

Keywords: Feedstuffs, Weight loss, Storage

Funding: There was no external funding in this study.

Authors' contribution: All authors contributed equally to the writing and preparation of this manuscript.

Conflict of interest: The authors do not have any conflicts of interest with any commercial or other association with the article.

کیفیت و ماندگاری تولیدات کشاورزی و مواد غذایی

شاپا الکترونیکی: ۳۴۱۰-۲۷۸۳

Journal Homepage: https://sanad.iau.ir/journal/qafj/

واحد کرمان

مقاله پژوهشی

بررسی کاهش وزن خوراک دام در زمان انبارداری

علی‌اصغر صادقی[۱]، زهره رهنمایی[۲]، مرتضی ندافی[۳*]

[۱]دانشیار، گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲]دانشیار، گروه ریاضی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران

[۳] کارشناس ارشد، شرکت پشتیبانی امور دام، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۹ ، **پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۶/۳۰

چکیده

در کشور ایران، ذرت، جو و کنجاله سویا، سه نهاده اصلی و پرمصرف در تغذیه دام می‌باشند. وزن این دانه‌ها در حین ذخیره کردن در انبارها مقداری کاهش می‌یابد که تحت تأثیر عواملی نظیر نوع نهاده، نوع انبار (سیلو، سوله و روباز چادری) و نیز مدت‌زمان نگهداری می‌باشد. در انبارداری نهاده‌های دامی، برآورد مقدار متعارف کاهش وزن در مدت‌زمان نگهداری برای انبارداران و صاحبان کالا اهمیت دارد. در این تحقیق مقدار کاهش وزن دانه ذرت، جو و کنجاله سویا بر اساس نوع انبار، مدت و استان محل نگهداری با استفاده از داده‌های مربوط به انبارهای شرکت پشتیبانی امور دام در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲ بررسی شد. تأثیر نوع انبار و مدت‌زمان نگهداری دانه ذرت و جو در انبار در تغییرات کاهش وزن معنی‌دار بود ($P<0/01$). بیشترین کاهش وزن در انبار سیلو و کمترین آن در انبار روباز بود. تأثیر اقلیم و مدت‌زمان نگهداری کنجاله سویا در انبار در تغییرات کاهش وزن معنی‌دار بود ($P<0/01$). بیشترین کاهش وزن کنجاله سویا در اقلیم گرم و خشک و سپس گرم و مرطوب و کمترین آن در منطقه بارانی بود. بنابراین، به‌منظور بهینه‌سازی نگهداری و کاهش ضررهای اقتصادی، بایستی کشاورزان و مدیران انبارها از انبارهای مناسب استفاده کنند و شرایط اقلیمی را در انتخاب محل انبار و مدت‌زمان نگهداری موادغذایی مدنظر قرار دهند. این نتایج می‌تواند به بهبود مدیریت انبارها و کاهش هزینه‌های ناشی از کاهش وزن محصولات کمک کند.

واژه‌های کلیدی: نهاده‌های دامی، کاهش وزن، انبار

استناد: علی‌اصغر صادقی، زهره رهنمایی، مرتضی ندافی، بررسی کاهش وزن خوراک دام در زمان انبارداری، کیفیت و ماندگاری تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، (۱۴۰۳)، دوره۴، شماره۱، صفحات ۱۱۵-۱۰۲.

DOI: https://doi.org/10.71516/qafj.2024.1105913

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، ایران

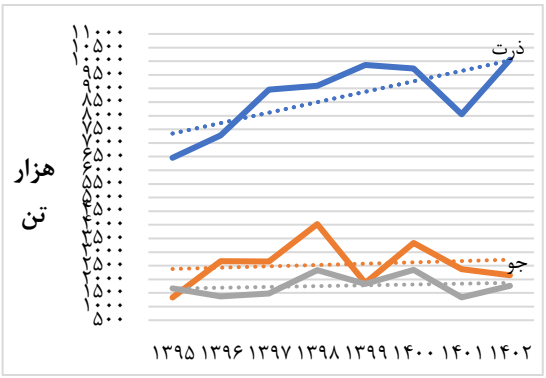
* **نویسنده مسئول:** مرتضی ندافی، **پست الکترونیک:** mnaddafi88@gmail.com

مقدمه

نگهداری محصولات کشاورزی باهدف تأمین نیاز در شرایط بحرانی، کنترل بازار و تثبیت قیمت، در کشورهای مختلف مرسوم است. شرکت پشتیبانی امور دام کشور ایران مسئول تأمین و نگهداری بخش عمده دانه‌های ذرت، جو و کنجاله سویای مصرفی برای تغذیه دام در کشور ایران می‌باشد (۱). به دلیل زیاد بودن تقاضا توسط مراکز دامپروری و مرغداری‌ها، مقدار تولید نهاده‌های دامی در کشور کافی نیست و عموماً توسط بخش خصوصی و مؤسسات دولتی نظیر شرکت پشتیبانی از خارج کشور وارد می‌شود (۲). بر اساس آمار مرکز فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی مقدار واردات هر نهاده در سال‌های مختلف متغیر است ولی روند مقدار آن در سال‌های اخیر، افزایشی بوده است (جدول ۱ و شکل ۱). چون ذرت یکی از اجزای اصلی جیره غذایی طیور است مقدار واردات آن نسبت به جو و کنجاله سویا بیشتر است (۲). نهاده‌های خریداری‌شده پس از ورود به کشور تا زمان عرضه به بازار در انبارهای موجود ذخیره می‌شوند. انواع انبارها شامل سیلو (فلزی و بتنی عمودی)، سوله (انبار افقی ساده) و روباز چادری می‌باشند.

جدول ۱- مقدار واردات نهاده‌های دامی از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲ (هزار تن)

سال	ذرت	جو	کنجاله سویا	جمع
۱۳۹۵	۶۴۵۸	۱۳۳۳	۱۶۷۳	۹۴۶۴
۱۳۹۶	۷۲۸۳	۲۶۷۰	۱۳۷۰	۱۱۳۲۳
۱۳۹۷	۸۹۵۶	۲۶۴۹	۱۴۸۳	۱۳۰۸۸
۱۳۹۸	۹۰۹۶	۴۰۲۶	۲۳۳۵	۱۵۴۵۷
۱۳۹۹	۹۸۶۵	۱۸۶۵	۱۸۲۸	۱۳۵۵۸
۱۴۰۰	۹۷۳۹	۳۳۳۷	۲۳۴۷	۱۵۴۲۳
۱۴۰۱	۸۰۶۰	۲۳۶۹	۱۳۳۸	۱۱۷۶۷
۱۴۰۲	۱۰۰۵۵	۲۱۴۸	۱۷۵۶	۱۳۹۵۹



شکل ۱- مقدار واردات نهاده‌های دامی طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲ (هزار تن)

وزن نهاده‌های دامی در طول مدت نگهداری در انبار کاهش می‌یابد. لذا بعد از گذشت زمان، برآورد مقدار کاهش وزن و موجودی واقعی در انبار، یک امر مهم و موردنیاز است. این امر یکی از دلایل بروز اختلاف حقوقی بین انبارداران و صاحبان کالا می‌باشد که ناشی از مشخص نبودن مقدار متعارف و قابل‌قبول این کاهش وزن در طول مدت انبارداری است. اگر میانگین وزن واردات سالانه نهاده‌های دامی ۱۴ میلیون تن (جدول ۱) و نیز تولید سالانه در کشور دود ۶ میلیون تن باشد حداقل نیمی از این مقدار در انبارها ذخیره گردد (۲) و کاهش وزن آن‌ها ، ۷ کیلوگرم در تن باشد مقدار کاهش وزن نهاده‌ها در هرسال حدود ۷۰ هزار تن است. اگر میانگین قیمت هر کیلوگرم ذرت، جو و کنجاله سویا ۱۵۵۰۰۰ ریال باشد، زیان مالی ناشی از کاهش وزن حدود ۱۱۰۰۰ هزار میلیارد ریال است که به‌طور نسبی زیاد است. لذا برای پیش‌بینی یا برآورد مقدار کاهش وزن و نیز ذخیره مطلوب نهاده‌های دامی لازم است عوامل مؤثر بر کاهش وزن مطالعه شود. پیش‌بینی مقدار کاهش وزن نهاده‌های دامی بر اساس مؤلفه‌های مؤثر نظیر نوع انبار، مدت‌زمان نگهداری و اقلیم محل جغرافیایی انبار می‌تواند برای صاحبان کالا در انتخاب اقلیم آب و هوایی، نوع انبار مناسب و بازه زمانی باصرفه برای نگهداری نهاده‌های دامی با حداقل کاهش وزن مفید باشد. باید توجه نمود که اصولاً پس از برداشت غلات کلیه اعمال حیاتی ظاهری (نظیر تنفس، متابولیسم و رشد) ادامه می‌یابد و ازاین‌رو در این دانه‌ها ازنظر شیمیایی و زیستی نظیر کاهش قوه نامیه، افزایش اسیدیته، کاهش گلوتن، تجزیه

آنزیماتیکی، کاهش مواد مغذی و تغییرات ظاهری (نظیر شکستن و جوانه زدن)، تغییراتی انجام می‌شود (۳،۴). در ضمن، اکسیداسیون چربی در کنجاله سویا بیشتر از جو و ذرت می‌باشد. به‌این‌ترتیب کاهش وزن نهاده ذخیره‌شده، ناشی از اثر متقابل بین متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نیز می‌باشد. از سوی دیگر، متغیرهایی نظیر دما، رطوبت، دی‌اکسیدکربن، اکسیژن، ویژگی‌های دانه، میکروارگانیسم‌ها، حشرات، کنه‌ها، جوندگان، پرندگان، موقعیت جغرافیایی و ساختار انبار نیز در مقدار کاهش وزن، تأثیر دارند (۵). ارتفاع مواد ذخیره‌شده به نوع انبار و نهاده بستگی دارد. ارتفاع ذخیره دانه‌های ذرت و جو در انبار سوله می‌تواند تا حدود ۵ متر باشد. در انبارهای روباز و سیلوهای فلزی به دلیل وجود سیستم هوادهی به داخل دانه‌ها ارتفاع می‌تواند تا حدود ۹ متر برای ذرت و ۱۶ متر برای جو باشد (۶). البته در تعدادی از سیلوها حداکثر ارتفاع ذخیره دانه‌ها تا ۲۵ متر نیز می‌رسد. عموماً دانه باید در شرایط محیطی با رطوبت و دمای کم ذخیره شود. لذا برای حفظ دانه‌ها ازنظر مقدار و کیفیت نظارت دما و رطوبت لازم است. البته وضعیت دانه‌های ذخیره‌شده می‌تواند به دلیل شرایط آب و هوایی متفاوت باشد (۷). در بسیاری از کشورها، غلات (نظیر ذرت، گندم و جو) فقط یک‌بار در سال کشت می‌شوند. لذا باید چند روز تا بیشتر از یک سال ذخیره گردند. به همین دلیل کاهش وزن در زمان ذخیره در انبار اهمیت دارد (۸). در ضمن، انجام عملیات انبارداری (تخلیه، دپو، بارگیری، هوادهی، وزن‌کشی و ...) توسط تجهیزات و ماشین‌آلات باعث خرد شدن دانه، ایجاد گردوغبار و درنهایت کاهش وزن غلات در طول مدت ذخیره کردن می‌شوند (۹). از عوامل مهم کاهش وزن دانه‌ها در زمان ذخیره در انبار عبارتند از:

- نوع انبار و شرایط انبارداری

وضعیت فیزیکی انبار (سیلو، سوله، روباز)، درجه حرارت، رطوبت، نحوه تهویه و نفوذپذیری دیواره‌ها و کف انبار، تماس نهاده‌های دامی و خوراک با دیواره انبار در کاهش وزن مؤثر است. زیاد بودن طول مدت نگهداری محصول و نیز نگهداری آن در محیط گرم باعث افزایش تبخیر خوراک و درنتیجه کاهش وزن آن می‌شود. به‌طورکلی محیط انبار باید بهداشتی و خنک بوده و از تابش مستقیم نور خورشید ممانعت شود همچنین رطوبت محیط انبار باید در حد مطلوب باشد.

- مشخصات فیزیکی خوراک و توجه به رطوبت در هنگام خرید مواد اولیه

کیفیت نهاده‌های دامی در بدو ورود به انبار شامل رطوبت در زمان تخلیه، میزان آلودگی به آفات، نوع و مشخصات فیزیکی خوراک نظیر تراکم، طبیعت فسادپذیری محموله، اندازه ذرات، تخلخل و... در میزان تبخیر آب و درنتیجه کاهش وزن نهایی خوراک مؤثر هستند. تبخیر و کاهش وزن مواد خوراکی که سطح یکنواخت و بدون خلل و فرج دارند، کمتر است.

- عوامل مربوط به انبار و عملیات انبارداری

کالیبره نبودن باسکول انبار و زین باسکول، ریزش در حین حمل (از باسکول تا انبار)، تخلیه، دپو، توزیع و بارگیری محمولات، ورود دانه‌ها به انبار به‌صورت عمده (تعداد بارکش کم) و حمل آن‌ها برای خروج از انبار به‌صورت جزء (تعداد بارکش زیاد) و نیز عدم رعایت تقدم محمولات به دلیل شرایط خاص انبارها (محدودیت انبار روباز و برخی سوله‌ها با یک در ورودی) و همچنین انجام عملیات دوران، جابجایی، تهویه و هوادهی محموله (توسط فن‌ها یا جابجایی توسط لودر) در مقدار کاهش وزن تأثیر دارند.

- شرایط جغرافیایی و جوی محل انبار

شرایط آب و هوایی و اقلیمی منطقه‌ای که انبار در آن واقع‌شده است (گرمسیر، سردسیر، معتدل، مرطوب)، شرایط جوی هنگام بارگیری در مبدأ، طول مسیر و هنگام تخلیه در انبار (نظیر رطوبت هوا، دما، بارندگی، باد غالب منطقه و سرعت وزش آن) تغییرات دما و رطوبت (رطوبت نسبی هوا، رطوبت سطحی محمولات) در طول و فصل نگهداری محموله در مقدار کاهش وزن مؤثر می‌باشند.

- عوامل مربوط به انباردار

دقت مالک انبار و یا انباردار در عمل به دستورالعمل‌های اجرایی نظیر کنترل ورود پرندگان و جوندگان به انبار، اقدام به انجام عملیات کنترل کیفی لازم (کنترل دما و رطوبت، هوادهی لازم و...)،

جلوگیری از ریخت‌وپاش و درنهایت وقوع حوادث غیرمترقبه در کاهش ضایعات تأثیر دارد.

به‌طورکلی با مدیریت صحیح شرایط انبارداری، استفاده از مواد اولیه با رطوبت مناسب، بهبود کیفیت فیزیکی خوراک و افزودن ترکیبات مناسب می‌توان تا حد زیادی از کاهش وزن خوراک دام در انبار جلوگیری کرد. پهنه‌بندی اقلیمی یعنی مناطقی که آب‌وهوای آن‌ها مشابه است. تغییرات اقلیم ایران، تحت تأثیر گرما، نم و ابر، بارش، باد و غبار، تابش و رعدوبرق است. لذا بر اساس این شش عامل پانزده ناحیه‌ی اقلیمی در ایران شناسایی‌شده است (۱۰). چون اغلب استان‌های کشور در مناطق جغرافیایی خود دارای اقلیم و زیر اقلیم‌های متفاوت می‌باشند لذا تعریف یک اقلیم خاص برای آن‌ها مشکل است (۱۱). به‌هرحال استان‌ها بر اساس عناصر مختلف اقلیمی (شامل دما، رطوبت نسبی هوا، وزش باد و تابش آفتاب شرایط آب و هوایی)، به چهار اقلیم سردسیر، بارانی، گرم و خشک و گرم و مرطوب تقسیم‌شده‌اند (جدول ۲) (۱۲). مقدار کاهش وزن نهاده دامی در طول مدت ذخیره کردن برابر با تفاضل مقدار دانه خارج‌شده از انبار و مقدار دانه واردشده به آن است. این موضوع برای انبارداران و صاحبان کالا اهمیت دارد که بعد از چند ماه ذخیره کردن کالای خود بتوانند مقدار کاهش وزن و موجودی واقعی کالا در انبار را برآورد نمایند. لذا شناخت عوامل مؤثر بر کاهش وزن و کیفیت هر یک از دانه‌های ذرت و جو و نیز کنجاله سویا می‌تواند در مدیریت انبارداری و برنامه‌ریزی برای بهره‌وری بهتر، کمک کند. همچنین پیش‌بینی مقدار کاهش وزن ذرت، جو و کنجاله سویا بر اساس نوع انبار، مدت نگهداری و اقلیم می‌تواند برای صاحبان کالا در انتخاب انبار و بازه زمانی مناسب برای نگهداری نهاده‌های مزبور با حداقل کاهش وزن مفید باشد.

جدول ۲- استان‌ها و اقلیم‌های آن‌ها

اقلیم	استان
بارانی	مازندران، کهگیلویه و بویراحمد، گیلان
سردسیر	همدان، اردبیل، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، تهران، خراسان شمالی، خراسان رضوی، کردستان، لرستان، زنجان، سمنان، مرکزی، چهارمحال و بختیاری
گرم و مرطوب	ایلام، بوشهر، خوزستان، گلستان، هرمزگان
گرم و خشک	اصفهان، البرز، قزوین، کرمان، کرمانشاه، یزد، فارس، خراسان جنوبی، قم، سیستان و بلوچستان

روش کار

در این پژوهش، از داده‌های مقدار کاهش وزن نهاده‌های دامی (ذرت، جو و کنجاله سویا) در انبارهای شرکت پشتیبانی امور دام کشور استفاده شد این داده‌ها حاصل تفاضل مقدار دانه خارج‌شده از انبار و مقدار دانه واردشده به انبار است که مقدار کاهش وزن محموله در طول نگهداری در انبار را نشان می‌دهد. داده‌های مزبور مربوط به ۳۱ استان کشور با اقلیم‌های مختلف، در ۴ مدت‌زمان انبارداری (۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماه یا بیشتر) و در ۳ نوع انبار (سیلو، سوله، روباز) مربوط به سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲ می‌باشد. متغیرهای مستقل موردبررسی شامل نوع انبار، مدت‌زمان نگهداری در انبار و شرایط اقلیمی (استان محل نگهداری) و متغیر وابسته مقدار کاهش وزن نهاده‌ها بود. برای ویرایش متغیرهای مختلف و محاسبه میانگین‌ها و مقادیر موردنیاز از نرم‌افزارهای اکسل و اس پی اس اس[1] استفاده شد. برای مقایسه آماری متغیرهای مختلف ازنظر تأثیر بر مقدار کاهش وزن از

[1] SPSS

مدل ۱ برای دانه ذرت و جو و برای کنجاله سویا از مدل ۲ استفاده شد. لازم به توضیح است که کنجاله سویا فقط در انبار سوله ذخیره می‌شود.

مدل ۱ $Y_{ijkl} = \mu + S_i + T_j + C_k + \varepsilon_{ijkl}$

مدل ۱ $Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + \varepsilon_{ijk}$

در این دو معادله، Y برابر با کاهش وزن (برحسب کیلوگرم در تن)، μ میانگین کل، S_i اثر انبار، T_i اثر زمان، C_k اثر اقلیم و ε_{ijkl} ، اثر خطا می‌باشند.

نتایج

تأثیر نوع انبار و مدت‌زمان نگهداری بر تغییرات کاهش وزن دانه ذرت و جو معنی‌دار بود ($P <$ ۰/۰۱). مقدار کاهش وزن نهاده‌ها با زیاد شدن مدت نگهداری در انبار افزایش می‌یابد. بیشترین کاهش وزن در انبار سیلو و کمترین آن در انبار روباز بود (جدول ۳). تأثیر اقلیم و مدت‌زمان نگهداری کنجاله سویا در انبار در تغییرات کاهش وزن معنی‌دار بود ($P <$ ۰/۰۱). همچنین بیشترین مقدار کاهش وزن ازنظر مدت‌زمان نگهداری در هر سه نهاده ذرت، جو و کنجاله سویا، در مدت ۱۲ ماه و بالاتر بود. همچنین بیشترین کاهش وزن کنجاله سویا در اقلیم گرم و خشک و سپس گرم و مرطوب و کمترین آن در منطقه بارانی بود (جدول ۳). میانگین مقدار کاهش وزن دانه ذرت و جو در انبارهای سیلو درکل کشور بیشتر از انبارهای سوله و روباز بود. میانگین مقدار کاهش وزن دانه ذرت در انبارهای سیلو و روباز در بازه سه ماه اول نسبت به زمان‌های بعد بیشتر بود. میانگین مقدار کاهش وزن دانه ذرت و جو در انبارهای روباز در بعضی از زمان‌ها کمتر از انبارهای سیلو و سوله بود (جداول ۳ و ۴).

جدول ۳- میانگین کاهش وزن نهاده دامی (کیلوگرم در تن) و خطای استاندارد برحسب نوع انبار، مدت نگهداری و اقلیم

ذرت			جو			کنجاله سویا		
نوع انبار **	N	$\overline{X} \pm SE$	نوع انبار **	N	$\overline{X} \pm SE$	نوع انبار **	N	$\overline{X} \pm SE$
سیلو	۱۲۱	۱۰/۳^{a} ±۰/۷	سیلو	۱۰۰	۱۰/۴^{a} ±۰/۶	-	-	-
سوله	۱۹۷	۶/۹^{b} ±۰/۴	سوله	۱۸۹	۷/۷^{b} ±۰/۵	سوله	۳۲۶	۷/۰ ±۰/۳
روباز	۵۸	۶/۷^{cb} ±۰/۶	روباز	۷۹	۶/۹^{cb} ±۰/۶	-	-	-
مدت‌زمان **	N	$\overline{X} \pm SE$	مدت‌زمان **	N	$\overline{X} \pm SE$	مدت‌زمان **	N	$\overline{X} \pm SE$
۳	۹۱	۶/۳^{a} ±۰/۵	۳	۷۱	۵/۴^{a} ±۰/۶	۳	۸۱	۴/۳^{a} ±۰/۴
۶	۸۸	۵/۶^{a} ±۰/۵	۶	۸۵	۸/۰^{b} ±۰/۷	۶	۵۴	۶/۷^{be} ±۰/۷
۹	۶۱	۸/۲^{b} ±۰/۷	۹	۶۵	۷/۷^{b} ±۰/۷	۹	۵۶	۷/۸^{ce} ±۰/۹
۱۲≥	۱۳۶	۱۰/۴^{c} ±۰/۶	۱۲≥	۱۴۷	۱۰/۰^{c} ±۰/۶	۱۲≥	۱۳۵	۸/۴^{de} ±۰/۵
اقلیم NS	N	$SE \pm \overline{X}$	اقلیم NS	N	$\overline{X} \pm SE$	اقلیم **	N	$\overline{X} \pm SE$
سردسیر	۱۶۱	۷/۵ ±۰/۵	سردسیر	۱۷۳	۷/۵ ±۰/۴۵	سردسیر	۱۳۹	۵/۷^{a} ±۰/۴
بارانی	۳۹	۸/۰ ±۱/۰	بارانی	۲۵	۹/۲ ±۱/۴۹	گرم و خشک	۲۱	۵/۳^{a} ±۱/۱۵
گرم و خشک	۱۴۰	۸/۶ ±۰/۵	گرم و خشک	۱۲۹	۹/۰ ±۰/۵۱	گرم و مرطوب	۱۱۷	۸/۵^{b} ±۰/۵۵
گرم و مرطوب	۳۶	۷/۴ ±۱/۱	گرم و مرطوب	۴۱	۸/۴ ±۱/۱۶	گرم و مرطوب	۴۹	۷/۷^{ab} ±۰/۹۲
میانگین کل		۷/۵ ±۰/۴			۸/۱ ±۰/۵			۶/۵ ±۰/۴

** در هر ستون تفاوت میانگین‌های با حروف غیرمشابه در سطح یک درصد معنی‌دار است ($P<۰/۰۱$).

NS تفاوت میانگین‌ها معنی‌دار نیست ($P>۰/۰۵$).

جدول ۴- میانگین مقدار کاهش وزن نهاده‌ها در اقلیم‌های مختلف کشور (کیلوگرم در تن)

اقلیم و انبار		ذرت				جو				کنجاله سویا				میانگین
		مدت نگهداری (ماه)				مدت نگهداری (ماه)				مدت نگهداری (ماه)				
		۳	۶	۹	≤۱۲	۳	۶	۹	≤۱۲	۳	۶	۹	≤۱۲	
سردسیر	سیلو	۸/۲	۵/۱	۹/۰	۱۳/۴	۸/۳	۶/۲	۷/۵	۱۱/۳	-	-	-	-	۶/۸
	سوله	۵/۵	۳/۶	۷/۱	۶/۸	۴/۴	۷/۸	۱۰/۷	۷/۶	۳/۳	۵/۴	۷/۶	۶/۳	
	روباز	۳/۳	۶/۹	۴/۷	۱۲/۹	۲/۵	۸/۶	۴/۲	۷/۲	-	-	-	-	
بارانی	سیلو	۷/۱	۲/۹	۵/۷	۳/۳	۴/۲	۱/۹	۴/۶	۹/۵	-	-	-	-	۷/۲
	سوله	۶/۱	۱۴/۲	۸/۰	۱۱/۹	۳/۰	۹/۹	۱۰/۷	۱۲/۵	۲/۹	۱/۱	۴/۷	۷/۵	
	روباز	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
گرم و خشک	سیلو	۱۱/۸	۸/۸	۱۱/۷	۱۵/۷	۱۱/۳	۱۳/۹	۹/۹	۱۲/۹	-	-	-	-	۸/۳
	سوله	۵/۱	۳/۵	۱۰/۸	۹/۱	۷/۶	۶/۷	۸/۲	۹/۸	۵/۱	۸/۴	۹/۶	۱۰/۴	
	روباز	۶/۹	۴/۱	۴/۵	۷/۶	۷/۹	۴/۱	۷/۰	۹/۲	-	-	-	-	
گرم و مرطوب	سیلو	۲/۸	۸/۸	۱۱/۷	۱/۰	-	-	-	۱۰/۳	-	-	-	-	۷/۷
	سوله	۵/۸	۴/۷	۱۱/۵	۸/۵	۳/۹	۹/۸	۸/۰	۱۱/۱	۵/۱	۶/۹	۵/۷	۱۰/۹	
	روباز	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
میانگین		۶/۴	۵/۲	۸/۲	۱۰/۰	۶/۱	۸/۳	۷/۸	۱۰/۱	۳/۹	۶/۱	۷/۸	۸/۳	۷/۵

جدول ۵- مقدار کاهش وزن گندم بر مبنای نگهداری شش ماه در انبار (کیلوگرم در تن)

اقلیم	گرم و خشک	گرم و مرطوب	سردسیر	بارانی
حداکثر کاهش وزن	۱۱/۵	۸/۰۰	۶/۵۰	۲/۲

به‌طورکلی اطلاع از تغییرات وزن نهاده‌های دامی در زمان‌های مختلف نگهداری می‌تواند در برآورد موجودی کالا در انبار و مدیریت مناسب برای بهره‌وری بهتر کمک نماید. بر اساس نتایج این تحقیق، دامنه قابل‌قبول برای کاهش وزن نهاده‌های دامی در انبارهای سیلو، سوله و روباز در مدت نگهداری یک سال به شرح جداول (۶) و (۷) پیشنهاد می‌گردد که بیشینه آن بر اساس مدت نگهداری تعریف می‌شود.

جدول ۶- مقدار قابل‌قبول کاهش وزن نهاده‌های دامی برای ذخیره یک سال (کیلوگرم در تن)

	جو			ذرت			کنجاله سویا
انبار	روباز	سوله	سیلو	روباز	سوله	سیلو	سوله
میانگین	۶/۶	۷/۸	۹/۸	۶/۱	۶/۶	۹/۶	۶/۵
دامنه	۵/۱ -۸/۲	۶/۹ -۸/۷	۸/۴ -۱۱/۲	۴/۴ -۷/۸	۵/۷۶ -۷/۵	۸/۵ -۱۰/۸	۵/۷ -۷/۳
میانگین کل	۸/۳			۷/۹			۶/۵

جدول ۷- مقدار قابل‌قبول کاهش وزن کنجاله سویا (کیلوگرم در تن)

مدت	۳ ماه	۶ ماه	۹ ماه	≥ ۱۲ ماه
میانگین	۳/۹	۶/۱	۷/۸	۸/۳
دامنه	۲/۶ -۵/۲	۴/۷ -۷/۶	۶/۳ -۹/۲	۷/۳ -۹/۳

بحث

نتایج این پژوهش، نشان داد که میانگین مقدار کاهش وزن دانه ذرت در انبارها در بازه سه ماه اول نسبت به زمان‌های بعد بیشتر بوده و با افزایش مدت‌زمان نگهداری، روند کاهش وزن تا حدودی عادی می‌شود. رطوبت استاندارد و موردنظر برای خرید و واردات ذرت و جو، حداکثر ۱۴ درصد است و عموماً محموله خریداری‌شده از طریق دریا و کشتی فله‌بر به کشور وارد می‌شود. توقف بیش‌ازحد کشتی‌ها در لنگرگاه و بندرها و تأخیر در تخلیه محموله آن‌ها در بارانداز و انبارهای محوطه بندر سبب می‌شود دانه مقداری رطوبت از محیط جذب نماید. با بارگیری، انتقال و تخلیه محموله در انبارهای استان‌ها (بالأخص سیلو و روباز)، این رطوبت در ماه‌های اول دپو تبخیر شده و وزن محموله کاهش می‌یابد. این موضوع در دانه ذرت به علت وجود شکستگی و بیشتر بودن حالت آردی آن نسبت به جو، بیشتر مشهود است. با توجه به اینکه کنجاله سویا فقط در انبارهای سوله ذخیره می‌شود و در طول مسیر ورود و نگهداری در بندر، رطوبت کمتری جذب می‌نماید زیاد بودن مقدار کاهش وزن در ماه‌های اول در مورد آن صادق نیست و روند کاهش وزن در طول مدت نگهداری، تدریجی و افزایشی می‌باشد. در این تحقیق، مقدار کاهش وزن در انبارهای سیلو بیشتر بود. در قسمت پایین هر یک از کندوهای انبارهای سیلو فن‌جت‌هایی نصب‌شده که با سرعت و فشار زیاد هوای بیرون را به داخل کندو منتقل می‌کنند. این هوا از بین دانه‌ها عبور کرده و ضمن ممانعت از افزایش دما و رطوبت حاصل از تنفس دانه، توسط اگزوز فن‌های مکنده مستقر در بالای کندوها، از انبار خارج می‌شود. این عمل رطوبت دانه را

کاهش داده و می‌تواند یکی از دلایل زیاد بودن مقدار کاهش وزن غلات در انبار سیلو نسبت به دیگر انبارها باشد. هرچند در صورت روشن نبودن سیستم تهویه عملکرد دودکشی کندوها به‌طور طبیعی (جریان هوا از پایین به بالا) نیز باعث دم کردن محوطه خالی بالای کندو و درنهایت خروج رطوبت از اگزوز فن‌ها یا دریچه‌های بالای سیلوها می‌شود. در این تحقیق میانگین مقدار کاهش وزن ذرت و جو در انبارهای روباز نسبت به انبارهای سیلو و سوله کمتر بود. در فرایند تخلیه، دپو و بارگیری دانه‌ها در انبارهای روباز علی‌رغم اینکه ریخت‌وپاش بیشتر است و عملیات ذخیره کردن، در معرض شرایط جوی انجام می‌گیرد ولی چون سطح‌رویی محموله دپو شده با چادر پوشانده می‌شود رطوبت (به‌خصوص در قسمت خط‌الرأس) باقی می‌ماند و لذا به نظر می‌رسد تبخیر رطوبت دانه و کاهش وزن آن نسبت به انبارهای سیلو و سوله کمتر باشد. این موضوع خصوصاً در فصول سرد و نیز وجود نقطه شبنم به دلیل اختلاف دمای بالای چادر و زیر آن سبب کپک‌زدگی سطح محموله می‌گردد. ماهیت کنجاله سویا پرک، آردی و کمتر پلیت می‌باشد لذا علاوه بر ریخت‌وپاش بیشتر و کاهش وزن به‌صورت گردوغبار، تأثیری پذیری آن از شرایط جوی و محیطی نسبت به دانه ذرت و جو بیشتر است لذا در این پژوهش مشخص شد که اثر اقلیم بر کاهش وزن کنجاله سویا معنی‌دار است؛ یعنی بیشترین کاهش وزن در اقلیم گرم و خشک و سپس گرم و مرطوب و کمترین آن در منطقه بارانی بود. مرکز پژوهش‌های غلات شرکت مادر تخصصی بازرگانی دولتی ایران تحقیقاتی در مورد دانه گندم دارد. بطوریکه در هرسال که خرید تضمینی گندم از کشاورزان توسط ادارات غله و خدمات بازرگانی در سطح کشور انجام می‌شود مرکز مزبور مقدار قابل‌قبول کاهش وزن گندم در چهار اقلیم را بر مبنای ذخیره‌سازی به مدت شش ماه در انواع انبارها محاسبه و به ادارات غله ابلاغ می‌نماید (جدول شماره ۵) تا در متن قراردادهای انبارداری با انبارداران منظور شود (۱۳). ازآنجاکه دانه گندم یک کالای استراتژیک و ماندگاری آن کمتر است زودتر از انبارها بارگیری می‌شود، لذا در مقایسه با دانه‌های ذرت و جو، مقدار دانه آردی کمتر و مقاومت آن در مقابل کاهش رطوبت بیشتر است. ولیکن دانه ذرت به‌راحتی ممکن است در فرآیند تخلیه، بارگیری و نگهداری شکسته و آردی شود. در مورد کنجاله سویا نیز با توجه به پرک و آردی بودن بسیاری از محموله‌ها و بالا بودن احتمال خود گرمایی، نگهداری دشوار بوده و کاهش وزن در آن بیشتر است. بر اساس یافته‌های به‌دست‌آمده، مطالعه حاضر، چندین عامل مهم را برجسته نمود که بر کاهش وزن نهاده‌های دام، به‌ویژه دانه‌های ذرت و جو و همچنین کنجاله سویا در طول ذخیره‌سازی تأثیر می‌گذارد. انواع مختلف تأسیسات ذخیره‌سازی (مانند سیلوها، انبارها، سوله‌ها) اثرات متفاوتی بر حفظ بذر و خوراک دارند. به‌عنوان‌مثال، یک انبار تحت کنترل آب‌وهوا ممکن است رطوبت و آفات را بهتر از یک سوله معمولی کاهش دهد و منجر به کاهش وزن کمتر شود. مدت‌زمان نگهداری دانه‌ها و خوراک نقش مهمی در کاهش وزن دارد. دوره‌های نگهداری طولانی‌تر اغلب با کاهش وزن قابل‌توجهی به دلیل عواملی مانند جذب رطوبت، هجوم آفات و تخریب طبیعی همراه است. عوامل محیطی مانند دما و رطوبت به‌طور قابل‌توجهی بر کیفیت ذخیره‌سازی محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد. رطوبت بالا می‌تواند منجر به رشد کپک و فساد شود، درحالی‌که دمای شدید می‌تواند بر یکپارچگی دانه‌ها و خوراک تأثیر بگذارد. انبارداران را می‌توان راهنمایی کرد تا انواع انبارهای مناسب را بر اساس محصولات خاصی که در حال کار هستند انتخاب کنند. به‌عنوان‌مثال، سرمایه‌گذاری در سیلوهایی با آب‌بندی بهتر و کنترل آب‌وهوا می‌تواند منجر به کاهش وزن کمتر برای ذخیره‌سازی طولانی‌مدت شود (۱۴،۱۵). این مطالعه نشان می‌دهد که به حداقل رساندن مدت‌زمان ذخیره‌سازی در صورت امکان می‌تواند به کاهش افت وزن کمک کند. انبارداران باید شیوه‌های مدیریت موجودی بهتری را توسعه دهند تا اطمینان حاصل شود که محصولات قبل از کاهش وزن قابل‌توجه، استفاده یا فروخته می‌شوند. همچنین، اجرای اقدامات کنترل آب‌وهوا، مانند رطوبت‌گیر یا تنظیم دما، در انبارها می‌تواند کاهش وزن را به میزان قابل‌توجهی

کاهش دهد. انبارداران باید از اهمیت حفظ شرایط آب و هوایی بهینه برای انواع مختلف بذر و خوراک آگاه شوند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش بر اهمیت تصمیم‌گیری استراتژیک در ذخیره‌سازی نهاده‌های دام تأکید می‌کند. با درک تأثیر متقابل بین نوع ذخیره‌سازی، مدت‌زمان نگهداری و شرایط آب و هوایی، انبارداران می‌توانند اقدامات پیشگیرانه‌ای را برای به حداقل رساندن کاهش وزن انجام دهند که درنهایت منجر به صرفه‌جویی در هزینه و محصولات باکیفیت بهتر برای دام می‌شود. این اطلاعات می‌تواند برای ذینفعان کشاورزی باهدف افزایش کارایی و کاهش ضایعات در عملیات خود حیاتی باشد. تحقیقات بیشتر در مورد راه‌حل‌ها و فن‌آوری‌های ذخیره‌سازی خاص می‌تواند به کاهش وزن در شرایط مختلف آب و هوایی کمک کند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری کارکنان محترم شرکت پشتیبانی امور دام کشور و همچنین سرکار خانم دکتر پروین شورنگ در انجام این تحقیق تشکر می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی ندارند.

References

1. Miandoabchi E, Aghajani Z. Strategic reserves of agricultural products: a comparative study of the experiences of Asian countries and offering suggestions for Iran. Commercial Surveys. 2021;19(106):91-102.
2. Alizadeh P, Mohammadi H, Shahnoushi N, Saghaian Nejad SH, Pooya A. Investigating factors affecting import demand of meat and livestock inputs in Iran. Agricultural Economics. 2019 ;13(3):1-28.
3. Ziegler V, Paraginski RT, Ferreira CD. Grain storage systems and effects of moisture, temperature and time on grain quality-A review. Journal of Stored Products Research. 2021; 91:101770.
4. Bhardwaj S, Sharma R. The challenges of grain storage: A review. International Journal of Farm Sciences. 2020;10(2):18-22.
5. Tilley DR, Casada ME, Subramanyam B, Arthur FH. Temporal changes in stored-product insect populations associated with boot, pit, and load-out areas of grain elevators and feed mills. Journal of Stored Products Research. 2017; 73:62-73.
6. Molenda M, Montross MD, Horabik J, Ross IJ. Mechanical properties of corn and soybean meal. Transactions-American Society of Agricultural Engineers. 2002 ;45(6):1929-36.
7. Omodara MA, Montross MD, McNeill SG, Bessin R. Impact of storage environment on the micro-climate and grain moisture in polypropylene storage bags. In2020 ASABE Annual International Virtual Meeting 2020 (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
8. Sugri I, Yeboah O-A, Bidzakin JK, Naanwaab C, Nutsugah SK, Kombiok JM. Participatory on-farm evaluation of some storage methods and grain protectants on quality characteristics of maize (*Zea mays* L.). American Journal of Experimental Agriculture. 2014;4(11):1268.
9. Zorya S, Morgan N, Diaz Rios L, Hodges R, Bennett B, Stathers T, Mwebaze P, Lamb J. Missing food: the case of postharvest grain losses in sub-Saharan Africa.
10. Masoudian SA. Climatic regions of Iran. Geography and development. 2003; 2: 171-184 [In Persian].

11. Ailbakhshi H, Dourandish A, Sabouhi M. Investigating the Effects of Climate Change on Agricultural Market in Semi-arid Regions. Journal of Agricultural Economics and Development. 2020 ;34(2):127-48 [In Persian].
12. Kasmai M. Climate Architecture: Khak Publications;2003.
13. https://gtc.ir/index.aspx?fkeyid=&siteid=1&pageid=1104&p=1&showitem=23
14. Alabi JO, Fafiolu AO, Oso AO, Jegede AV, Dada ID, Teniola AA, Oluwatosin OO. Physico-chemical and compositional changes in proprietary finished feeds stored under different conditions. Archivos de zootecnia. 2017;66(256):535-41.
15. Cheng M, McCarl B, Fei C. Climate change and livestock production: a literature review. Atmosphere. 2022 ;13(1):140.