تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲٤/ شماره ۸۵/بهار ۱٤۰۲/ص ٥٦-۳۹
سایت مجله: https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله علمی– پژوهشی

اثر آب‌پاشی روی یونجه پیش از بسته‌بندی بر تلفات کمی و کیفی علوفهٔ بسته‌بندی شده (مطالعهٔ موردی – استان فارس)

صادق افضلی‌نیا [۱*]، علیداد بوستانی [۲]، عبدالحمید کریمی [۳]، دادگر محمدی [٤]،
سیدمنصور علوی‌منش [٥]، ماشاءاله زارع [٦] و علی نوروزی [۷]

۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷- به ترتیب: استاد بخش تحقیقات فنی و مهندسی؛ استادیاران بخش تحقیقات علوم دامی؛ مربی پژوهش بخش تحقیقات اقتصادی-اجتماعی و ترویجی؛ کارشناس ارشد؛ کارشناس بخش تحقیقات فنی و مهندسی؛ و کارشناس ارشد ایستگاه آموزش مرودشت، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۴

چکیده

در این تحقیق، اثر مرطوب کردن لایهٔ سطحی یونجه بر مقدار تلفات کمی و کیفی آن بررسی شد. پژوهش در قالب آزمایش یک بار خرد شده با ۱۲ تیمار و سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۹ تا ۱٤۰۱) اجرا شد. تیمارها شامل مقدار آب پاشش شده در چهار سطح ۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ٤۵۰ لیتر در هکتار به عنوان فاکتور اصلی و فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی علوفه در سه سطح بلافاصله، نیم ساعت و یک ساعت بعد از آب‌پاشی به عنوان فاکتور فرعی بود. تلفات کمی یونجه شامل تلفات در قسمت بردارنده و محفظهٔ تراکم، تلفات حمل و نقل و تلفات کل و فاکتورهای کیفی علوفه شامل مادهٔ خشک، پروتئین خام، چربی، مادهٔ آلی، خاکستر، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی اندازه‌گیری و مقدار آفلاتوکسین بعد از شش ماه انبارمانی تعیین شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که آب‌پاشی روی یونجه به مقدار ٤۵۰ لیتر آب در هکتار نسبت به تیمار بدون آب‌پاشی (تیمار شاهد)، تلفات بردارنده بیلر، تلفات محفظهٔ تراکم بیلر، تلفات حمل و نقل و تلفات کل را به ترتیب به مقدار ۲۰/٤، ۳٤/۳، ٤/۷ و ۲۱/۱ درصد کاهش داد. فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه اثر معنی‌داری بر تلفات کمّی یونجه در مرحله بسته‌بندی و حمل و نقل نداشت. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که آب‌پاشی روی یونجه، خواص کیفی یونجهٔ بسته‌بندی شده را در مدت انبارمانی (شش ماه) تحت تأثیر منفی خود قرار نمی‌دهد و باعث کاهش کیفیت یونجه بسته‌بندی شده، نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی

آفلاتوکسین، ارزش غذایی، برداشت علوفه، بیلر، رطوبت

مقدمه

سطح زیر کشت یونجه در ایران حدود ۶۰۷ هزار هکتار است و سالانه حدود ۶/۳ میلیون تن علوفه تولید می‌شود (Ahmadi *et al.*, 2019). بر اساس آمارهای موجود، ممکن است تا حدود ۲۵ درصد از یونجه تولیدی در دنیا در مراحل برداشت و پس از برداشت تلف شود (Rotz & Abrams, 1988)، هرچند تلفات ۳۰/۹۳ درصد نیز در گزارش نتایج پژوهش‌ها دیده می‌شود (Al-Gaadi, 2018). عملیات مکانیکی روی یونجهٔ درو شده نیز تأثیر زیادی بر مقدار تلفات یونجه در زمان بسته‌بندی دارد به طوری‌که حدود ۱۷/۳۵ درصد از تلفات یونجه ممکن است مربوط به ریک‌زنی قبل از بسته‌بندی باشد (Al-Gaadi, 2018). قسمتی از این تلفات به دلیل اختلاف رطوبت لایهٔ سطحی یونجهٔ بریده و ردیف

*نگارنده مسئول: Email: sja925@mail.usask.ca
http://doi:10.22092/AMSR.2023.362561.1455

شده با لایه‌های زیرین در هنگام بسته‌بندی، اتفاق می‌افتد. لایهٔ سطحی یونجه درو و ردیف شده به دلیل اینکه در معرض گرمای خورشید و هوای آزاد قرار دارد، زودتر از لایهٔ زیرین خشک می‌شود بنابراین، زمانی‌که لایه‌های زیرین به رطوبت مناسب بسته‌بندی می‌رسد، لایه سطحی بیش از اندازه خشک شده و برگ‌های آن‌که مغذی‌ترین بخش یونجه است در اثر برخورد با قسمت‌های مختلف بیلر ریزش می‌کند و از دسترس خارج می‌شود. بنابراین، پژوهش‌های کاربردی در این زمینه برای کاهش تلفات یونجه ضروری است و به حفظ منابع تولید و افزایش منافع اقتصادی کشور کمک می‌کند. یکی از راه‌های کاهش این نوع تلفات، افزودن مقداری رطوبت به لایه سطحی یونجه قبل از بسته‌بندی است. افزودن رطوبت به صورت آب‌پاشی، مه‌پاشی و تزریق بخار آب امکان‌پذیر است که به نظر می‌رسد آب‌پاشی، کاربردی‌تر از روش‌های دیگر است.

در یک مزرعه با عملکرد علوفه حدود پنج تن در هکتار، در روش آب‌پاشی پاشش ۳۷۵ تا ۴۷۵ لیتر آب در هکتار با فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی ۱۰ تا ۳۰ دقیقه توصیه شده است (Orloff *et al.*, 1997). بررسی اثر رطوبت پاشی روی یونجه ردیف شده بر تلفات کمی و کیفی یونجه در دامنه دمایی ۱۷ تا ۳۷ درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی ۹ تا ۴۰ درصد نشان داد که با پاشش حدود ۳۷۵ لیتر آب در هر هکتار روی ردیف‌های یونجه و بسته‌بندی آن بعد از ۱۰ تا ۱۲ دقیقه، ماده خشک ۱۳ درصد افزایش می‌یابد (Orloff, 1988). نتایج تحقیقات نشان داده است که مرطوب‌سازی علوفه با استفاده از بخار آب، در مقایسه با مرطوب شدن آن با شبنم طبیعی در دامنه دمایی ۸ تا ۳۵ درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۱ تا ۸۷ درصد، تلفات بسته‌بندی یونجه با بیلرهای مکعبی بزرگ و بیلرهای مکعبی کوچک را به ترتیب ۵۸ و ۴۳ درصد کاهش و جرم حجمی بسته را در این بیلرها به ترتیب ۲۰ و ۳۰ درصد افزایش می‌دهد (Shinners & Schlesser, 2014). بر اساس نتایج تحقیقات موجود، مه‌پاشی یونجهٔ درو و ردیف شده پیش از بسته‌بندی نیز تلفات مادهٔ خشک را کاهش و ارزش غذایی یونجه را افزایش می‌دهد (Anderson & Mickelsen, 1973). نتایج پژوهش‌های گذشته نیز نشان می‌دهد که هوادهی مصنوعی یونجه ردیف شده نیز می‌تواند به کاهش تفاوت رطوبت لایهٔ سطحی و لایه‌های زیرین کمک کند و تلفات زمان بسته‌بندی یونجه را کاهش دهد (Masoumi *et al.*, 2011).

طی دو دههٔ اخیر، مصرف محصولات آلودهٔ کشاورزی و مسمومیت ناشی از سموم قارچی که باعث بروز عوارض زیان‌باری در انسان و دام می‌شود، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. مهم‌ترینِ انواع سموم قارچی آفلاتوکسین‌ها هستند که بسیار سمی‌اند و بیشترین میزان بیماری‌زایی را دارند. به دلیل اجتناب‌ناپذیر بودن آلودگی محصولات دامی و کشاورزی با مایکوتوکسین‌ها، کشورهای مختلف بر اساس شرایط خاص جغرافیایی و اقتصادی خود، مقادیری را به صورت قراردادی به عنوان حد مجاز و قابل اغماض در نظر گرفته‌اند که این حدود در جیرهٔ غذایی دام و طیور از ۰ تا ۵۰ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم جیره غذایی در کشورهای مختلف متغیر است (Taimoornejad, 2000). از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آلودگی یونجه به آفلاتوکسین در انبار، رطوبت و جرم حجمی بسته‌های یونجه است. چنانچه یونجه با رطوبت بالا و با جرم حجمی زیاد بسته‌بندی شود، احتمال آلودگی آن افزایش

می‌یابد. بررسی اثر رطوبت و جرم حجمی بستهٔ یونجه بر ارزش غذایی و انبارمانی یونجه نشان داده است که جرم حجمی تا ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب و رطوبت زمان بسته‌بندی تا ۲۳ درصد، بر ارزش غذایی و انبارمانی یونجه اثر منفی ندارد (Afzalinia & Karimi, 2018). ممکن است رطوبت یونجه در زمان بسته‌بندی ارزش غذایی بسته‌های یونجهٔ انبارشده را تحت تأثیر قرار دهد. بررسی اثر رطوبت زمان بسته‌بندی و رسیدگی یونجه بر قابلیت هضم و حفظ ارزش غذایی بسته‌های یونجه با جرم حجمی بالا در دورهٔ انبارداری نشان داد که قابلیت هضم و ارزش غذایی یونجه با افزایش رطوبت کاهش می‌یابد (Nelson, 1968). از سوی دیگر، تلفات کمی و کیفی علوفهٔ بسته‌بندی شده بر ارزش اقتصادی آن و در نتیجه بر درآمد کشاورزان تأثیر می‌گذارد. بررسی‌های اقتصادی نشان می دهد که تلفات یونجه در مراحل برداشت و پس از برداشت باعث می شود درآمد کشاورزان به شکلی چشمگیر کاهش یابد (Buckmaster *et al.*, 1990). ضمن این که روش‌های پیشنهادی برای کاهش تلفات کمی و کیفی معمولاً هزینه‌هایی نیز به کشاورز تحمیل می‌کند، بنابراین اثرهای اقتصادی استفاده از این روش‌ها نیز باید بررسی شود.

هدف از این تحقیق بررسی اثر پاشش مقادیر مختلف آب روی علوفهٔ درو و ردیف شده پیش از بسته‌بندی و همچنین بررسی فاصله بین آب‌پاشی و بسته‌بندی بر تلفات کمی و کیفی علوفه و عمر انبارمانی آن است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر مرطوب کردن لایهٔ سطحی یونجهٔ درو و ردیف شده پیش از بسته‌بندی بر مقدار تلفات کمی و کیفی یونجه، این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شد. آزمایش‌ها در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی علی‌آباد کمین (سال ۱۴۰۰) واقع در شهرستان پاسارگاد (با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۸ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴ دقیقه، ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا، میانگین بیشینه و کمینهٔ دمای ۲۶ و ۷ درجهٔ سلسیوس) و ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی مرودشت (سال ۱۴۰۱) واقع در شهرستان مرودشت (با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۸ دقیقه، عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه، ارتفاع ۱۵۹۵ متر از سطح دریا، میانگین بیشینه و کمینهٔ دمای ۴۱ و ۹ درجهٔ سلسیوس) استان فارس اجرا شد.

مقدار آب پاشش شده در چهار سطح ۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ لیتر در هکتار به عنوان فاکتور اصلی و فاصلهٔ مختلف زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی علوفه در سه سطح بلافاصله پس از آب‌پاشی، ۳۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی و ۶۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. بسته‌بندی بدون آب‌پاشی (صفر لیتر در هکتار) و بلافاصله بعد از رسیدن رطوبت یونجه به رطوبت مناسب بسته‌بندی (۲۰ تا ۲۳ درصد بر پایهٔ تر) (زمان صفر) به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. در تحقیقاتی در آمریکا، پاشش آب روی علوفهٔ یونجه در دامنه ۳۷۵ تا ۴۷۵ لیتر در هکتار (به طور متوسط ۴۲۵ لیتر در هکتار) برای مزرعه‌ای با عملکرد حدود پنج تن در هکتار توصیه شده است (Orloff *et al.*, 1997). با توجه به اینکه عملکرد

مزرعه در نظر گرفته شده برای این پروژه حدود ۴ تن در هکتار بود، بنابراین دامنه فوق با حدود ۲۰ درصد کاهش و گرد کردن کرانه بالا، ۳۰۰ تا ۴۰۰ لیتر در نظر گرفته شد. متوسط این دامنه یعنی ۳۵۰ لیتر در هکتار به عنوان مقدار آب بهینه فرض شد و ۱۰۰ لیتر کمتر و ۱۰۰ لیتر بیشتر از این مقدار، به عنوان دیگر تیمارهای مقدار آب پاشش شده در نظر گرفته شد. زمانی‌که رطوبت یونجهٔ درو شده در دامنهٔ ۲۰ تا ۲۳ درصد (بر پایهٔ تر) قرار گرفت (Afzalinia *et al.*, 2012) آب‌پاشی اجرا شد. آب‌پاشی از حدود ساعت ۱۰ صبح که اثر شبنم صبحگاهی کاملاً از بین رفته شروع شد. برای پاشش آب روی یونجه از سمپاش استفاده شد و آهنگ پاشش آب طوری تنظیم شد تا با توجه به طول ردیف یونجه در هر تیمار (حدود ۴۰ متر) و سرعت پیشروی، مقدار حجم آب لازم در هر تیمار پاشش شود. این تنظیمات پیش از آغاز آزمایش اصلی و با طراحی آزمایش‌های مقدماتی اجرا شد. تلفات یونجه در قسمت‌های مختلف بیلر مانند قسمت بردارنده و محفظهٔ تراکم، تلفات حمل و نقل و تلفات کل اندازه‌گیری شد. فاکتورهای کیفی علوفه شامل مادهٔ خشک، پروتئین خام[1] (CP)، چربی، مادهٔ آلی، خاکستر، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی[2] (NDF) و الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی[3] (ADF) و مقدار آفلاتوکسین بعد از شش ماه انبارمانی علوفه بسته‌بندی شده اندازه‌گیری شد.

مقایسهٔ اقتصادی تیمارها نیز با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی صورت گرفت. برای افزایش دقت آزمایش و کاهش خطای آن، تیمارهای تحقیق در دو چین یونجه در دو سال مختلف و دو مکان انتخاب شدند. از نرم‌افزار SAS برای تجزیهٔ واریانس یک طرفهٔ داده‌های تحقیق بهره‌گیری شد و با استفاده از آزمون دانکن، میانگین تیمارها با هم مقایسه شدند.

رطوبت نمونه‌های یونجه با استفاده از استاندارد ASAE (5358.2DEC98) تعیین شد (Anon, 2001). در این روش، نمونه‌هایی با حداقل وزن ۲۵ گرم از علوفهٔ تر در دمای ۱۰۳ درجهٔ سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک شدند و با استفاده از رابطهٔ ۱ درصد رطوبت بر پایهٔ وزن تر محاسبه شد:

$$mc = \frac{M_w - M_D}{M_w} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن،

M_w= وزن نمونهٔ تر (گرم)؛ M_D= وزن نمونهٔ خشک (گرم)؛ و mc= درصد رطوبت نمونه بر اساس وزن تر.

تلفات مرحلهٔ بسته‌بندی علوفه در دو قسمت بیلر شامل بردارندهٔ بیلر و محفظهٔ تراکم آن و همچنین تلفات انتقال از مزرعه به انبار اندازه‌گیری شد. پیش از درو یونجه، با استفاده از قاب چوبی مربعی با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر، علوفهٔ مساحت معینی از مزرعه در چند نقطه برداشت و عملکرد علوفهٔ مزرعه در رطوبت زمان بسته‌بندی تعیین گردید. برای تعیین تلفات درو و ریک‌زنی، بلافاصله بعد از ریک زدن علوفهٔ درو شده با استفاده از قاب چوبی مربعی با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر نمونه‌هایی از علوفه ریزش کرده روی زمین جمع‌آوری و به عنوان درصدی از محصول تولید شده ثبت شد. تلفات این مرحله هر چند تحت تأثیر آب‌پاشی قرار نمی‌گیرد، اما در محاسبهٔ تلفات کل برداشت یونجه مؤثر است. برای اندازه‌گیری تلفات قسمت بردارندهٔ بیلر، بلافاصله پس از بسته‌بندی علوفه توسط بیلر، با استفاده از قاب چوبی مربعی نمونه‌هایی از علوفهٔ

1- Crude Protein
2- Neutral Detergent Fiber
3- Acid Detergent Fiber

ریزش کرده روی زمین جمع‌آوری و به عنوان درصدی از محصول تولید شده ثبت شد. برای اندازه‌گیری تلفات در قسمت محفظهٔ تراکم بیلر، پارچه‌ای مناسب (برزنتی) در زیر محفظهٔ تراکم نصب شد تا تلفات محفظه تراکم در آن جمع‌آوری شود و با تلفات قسمت بردارنده مخلوط نشود. در ضمن پیش از بسته‌بندی هر ردیف (پلات)، محفظه تراکم کاملاً تمیز می‌شد تا علوفه‌ای در آن باقی نمانده باشد. تلفات این قسمت نیز به صورت درصدی از محصول تولیدی ثبت شد. برای اندازه‌گیری تلفات حمل و نقل، بسته‌ها درست لحظه قبل از بارگیری با ترازوی دقیق وزن شدند و پس از آن بلافاصله بعد از تخلیه در انبار نیز وزن گردیدند. تفاوت بین این دو وزن با در نظر گرفتن تغییرات رطوبت به عنوان تلفات انتقال علوفه از مزرعه به انبار در نظر گرفته شد.

علوفه پس از بسته‌بندی به مدت یک روز در مزرعه نگهداری و پس از آن به انبار در ایستگاه منتقل شد. مدت نگهداری بسته‌ها در انبار، از زمان بسته‌بندی به مدت شش ماه در نظر گرفته شد. بعد از شش ماه، نمونه‌های مرکب از بسته‌های انبار شده تهیه شد تا در آزمایشگاه مقدار آفلاتوکسین موجود در علوفه، که شاخصی از کپک‌زدگی نمونه است، مشخص گردد. در این تحقیق حد مجاز آفلاتوکسین در نمونه ها، میانگین دامنه ارائه شده در منابع (۰-۵۰ میکروگرم در یک کیلوگرم جیرهٔ غذایی) یعنی ۲۵ میکروگرم در یک کیلوگرم جیرهٔ غذایی در نظر گرفته شد. در آزمایشگاه نیز از نمونه‌های تهیه شده، فاکتورهای کیفی علوفه شامل ماده خشک، پروتئین خام (CP)، چربی، مادهٔ آلی، خاکستر، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی (ADF) و الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) به عنوان معیارهای حفظ ارزش غذایی و قابلیت هضم علوفه با استفاده از استاندارد AOAC (Horwitz, 2000) تعیین شد.

برای ارزیابی و مقایسهٔ اقتصادی تیمارهای تحقیق، با استفاده از روش تحلیل نهایی منفعت به هزینه، نرخ بازده نهایی هر یک از تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد به دست آمد. در این روش، ابتدا تفاوت هزینه‌ها که ناشی از مصرف آب، آب‌پاشی و نیروی‌کار در تیمارهای تحقیق نسبت به تیمار شاهد است محاسبه گردید. پس از آن، تفاوت درآمد حاصل از تیمارهای مختلف، که ناشی از مقدار تلفات محصول در هنگام بسته‌بندی محصول است، محاسبه شد. مراحل محاسبات مربوط به ارزیابی اقتصادی تیمارها به شرح زیر بود:

الف) تفاضل بین میانگین منافع تیمار شاهد و میانگین منافع هر یک از تیمارها با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه شد:

$$\Delta\overline{\pi}_i = \overline{\pi}_i - \overline{\pi}_0 \qquad (۲)$$

که در آن،

$\Delta\overline{\pi}_i$ = تفاضل میانگین منافع تیمار iام و تیمار شاهد؛ $\overline{\pi}_i$ = میانگین منافع تیمارiام؛ و $\overline{\pi_0}$ = میانگین منافع تیمار شاهد.

ب) تفاضل میانگین هزینه‌های تیمار شاهد و هر یک از تیمارها با استفاده از رابطهٔ ۳ به دست آمد:

$$\Delta\overline{C}_i = \overline{C}_i - \overline{C_0} \qquad (۳)$$

که در آن،

$\Delta\overline{C}_i$ = تفاضل میانگین هزینه‌های تیمارiام و تیمار شاهد؛ $\overline{C}_i$ = میانگین هزینه‌های تیمار iام؛ و

$\overline{C_0}$= میانگین هزینه‌های تیمار شاهد.

ج) بازده نهایی منفعت به هزینهٔ هر تیمار نسبت به شاهد نیز با استفاده از رابطهٔ ۴ محاسبه شد:

$$B = (\frac{\Delta\overline{\pi}_i - \Delta\overline{C}_i}{\Delta\overline{C}_i}) \times ۱۰۰ \qquad (۴)$$

که در آن،

B= بازده نهایی منفعت به هزینه هر تیمار.

با توجه به اینکه منافع و هزینه‌های تیمارهای مختلف در این پژوهش از نظر زمان متفاوت و برای دو سال ادامه داشته، نمی‌توان ارقام هزینه و منافع آنها را مستقیماً جمع کرد. از این‌رو لازم است تا ارقام فوق با استفاده از یکی از روش‌های برابرسازی گردش نقدی، تنزیل و به یک مبدأ مشترک تبدیل شود. برای این منظور با استفاده از روش ارزش کنونی و نرخ تنزیل (معادل نرخ تسهیلات کشاورزی) درآمدها و هزینه‌ها در سال‌های اجرای پژوهش به سال شروع آورده شد (رابطهٔ ۵).

$$P = F * \left[\frac{1}{(1+r)^n}\right] \qquad i = 1,2,\dots,n. \qquad (۵)$$

که در آن،

P= ارزش حال درآمد یا هزینه؛ F= ارزش درآمد یا هزینه در پایان دوره؛ $\left[\frac{1}{(1+r)^n}\right]$= فاکتور ارزش فعلی یک بار پرداخت؛ r= نرخ تنزیل؛ و n= طول دوره.

نتایج و بحث

ارزیابی تلفات کمّی

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب (جدول ۱) نشان داد که اثر سال بر تلفات یونجه در محفظهٔ تراکم بیلر و تلفات حمل و نقل در سطح یک درصد معنی‌دار است، ولی بر تلفات یونجه در قسمت بردارنده بیلر و تلفات کل معنی‌دار نیست. اثر مقدار آب پاشش شده روی یونجه بر تلفات در قسمت بردارنده و محفظهٔ تراکم بیلر، تلفات حمل و نقل و تلفات کل و اثر فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه فقط بر تلفات در محفظهٔ تراکم بیلر در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). اثر متقابل سال و مقدار آب پاشش شده فقط بر تلفات در محفظهٔ تراکم بیلر در سطح یک درصد و تلفات کل در سطح پنج درصد اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل سال و فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه بر هیچ‌یک از تلفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نشد. اثر متقابل مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه بر تلفات یونجه در محفظه تراکم بیلر و تلفات حمل و نقل معنی‌دار بود در حالی‌که اثر متقابل سال، مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه فقط بر تلفات یونجه در محفظهٔ تراکم بیلر معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج مقایسهٔ میانگین تلفات یونجه در دو سال مختلف (جدول ۲) نشان داد که تلفات یونجه در قسمت بردارندهٔ بیلر و تلفات کل به ترتیب در سال اول با ۶/۲۸ و ۱۱/۳۵ درصد و در سال دوم با ۶/۶۹ و ۱۱/۰۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند ولی تلفات یونجه در محفظهٔ تراکم بیلر و تلفات حمل و نقل در دو سال مختلف با هم اختلاف معنی‌دار دارند. اختلاف جزئی موجود بین دو سال تحقیق از نظر تلفات یونجه در محفظهٔ تراکم و تلفات حمل و نقل احتمالاً به دلیل تفاوت در شرایط جوی دو سال مختلف و اجرای آزمایش سال دوم در فصل خنک‌تر سال بوده است (آزمایش‌ها در سال اول اواخر خردادماه و در سال دوم اوایل مهرماه بوده است). میزان تلفات کل به دست آمده از این پژوهش در هر دو سال، به میزان تلفات گزارش شده توسط محققان دیگر (Al-Gaadi, 2018) بسیار نزدیک است.

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس اثر سال، مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی بر تلفات یونجه (اعداد ذکر شده در این جدول، مقادیر F هستند)

Table 1- Variance analysis of effect of year, spryed water amount, and time interval between water sprying and baling on alfalfa losses (F values are presented in this table)

تلفات کل Total losses	تلفات حمل و نقل Transportation losses	تلفات محفظه تراکم Compression chamber losses	تلفات بردارنده Pickup losses	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییر Source of variation
1.89 ns	1.33 ns	0.50 ns	3.06 ns	2	تکرار Replication
0.86 ns	12.17**	73.49**	1.48 ns	1	سال Year
11.26**	8.82**	304.61**	4.80**	3	مقدار آب پاشش شده Sprayed water amount
1.55 ns	0.36 ns	323.65**	0.17 ns	2	زمان بین آب‌پاشی و بسته‌بندی Time interval between water sprying and balinig
3.27*	0.12 ns	60.87**	2.51 ns	3	اثر متقابل سال و مقدار آب Intraction between year and water amount
1.46 ns	0.00 ns	13.86 ns	2.61 ns	2	اثر متقابل سال و زمان Intraction between year and baling time
2.24 ns	2.49*	16.59**	1.65 ns	6	اثر متقابل مقدار آب و زمان Intraction between water amount and baling time
1.38 ns	0.03 ns	31.65**	1.64	6	اثر متقابل سال، مقدار آب و زمان Intraction between year, water amount and baling time

**: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns: نبود اختلاف معنی‌دار .

**: Significant difference at α<0.01, *: significant difference at α<0.05, and ns: no significant difference

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین تلفات یونجه در دو سال

Table 2- Comparing average alfalfa losses in two years

تلفات کل Total losses (%)	تلفات حمل و نقل Transportation losses (%)	تلفات محفظه تراکم Compression chamber losses (%)	تلفات بردارنده Pickup losses (%)	سال Year
11.35 a	2.39 a	2.68 a	6.28 a	First اول
11.01 a	1.89 b	2.43 b	6.69 a	Second دوم

در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Averages with different letters in each column are statistically different at α<0.01.

نتایج مقایسهٔ میانگین تلفات یونجه در مقادیر مختلف آب پاشش شده روی یونجه (جدول ۳) نشان داد که پاشش آب روی یونجه در مقایسه با تیمار بدون آب‌پاشی (تیمار شاهد)، تلفات را کاهش می‌دهد و با افزایش مقدار آب پاشش شده روی یونجه، تلفات در اکثر قسمت‌ها کاهش می‌یابد. آب‌پاشی روی یونجه به مقدار ۴۵۰ لیتر آب در هکتار نسبت به تیمار بدون آب‌پاشی (تیمار شاهد)، تلفات در قسمت بردارنده بیلر، تلفات در محفظهٔ تراکم بیلر، تلفات مرحلهٔ حمل و نقل و تلفات کل را به ترتیب به مقدار ۲۰/۴، ۳۴/۳، ۴/۷ و ۲۱/۱ درصد کاهش می‌دهد. بیشترین تلفات کل با ۱۲/۷۳ درصد در تیمار بدون آب‌پاشی (تیمار شاهد) و کمترین آن با ۱۰/۰۴ درصد در تیمار آب‌پاشی به مقدار ۴۵۰ لیتر آب در هکتار اتفاق افتاده است اما به دلیل معنی‌دار نبودن اختلاف تلفات کل در دو تیمار آب‌پاشی با ۳۵۰ لیتر آب در هکتار و آب‌پاشی با ۴۵۰ لیتر آب در هر هکتار، تیمار

آب‌پاشی با ۳۵۰ لیتر آب در هکتار به دلیل مصرف آب کمتر، قابل توصیه خواهد بود. این تیمار تلفات یونجه را از ۱۲/۷۳ درصد در حالت بدون آب‌پاشی به ۱۰/۳۴ کاهش داده است که به معنای کاهش تلفات کل یونجه در مرحلهٔ بسته‌بندی و حمل و نقل به مقدار ۲/۳۹ درصد است. با توجه به تولید سالانهٔ یونجه در ایران (۶/۳ میلیون تن)، این مقدار کاهش در تلفات یونجه می‌تواند از تلفات بیش از ۱۵۰ هزار تن علوفهٔ یونجه در سال جلوگیری کند. کاهش تلفات یونجه در اثر مرطوب کردن آن پیش از بسته‌بندی در تحقیقات گذشته نیز گزارش شده است (Anderson & Mickelsen, 1973; Orloff, 1988; Shinners & Schlesser, 2014).

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین تلفات یونجه در اثر مقدار آب پاشش شده

Table 3- Comparing average alfalfa losses affected by spryed water amount

تلفات کل Total losses (%)	تلفات حمل و نقل Transportation losses (%)	تلفات محفظه تراکم Compression chamber losses (%)	تلفات بردارنده Pickup losses (%)	مقدار آب پاشش شده Spryed water amount (L/ha)
12.73 a	2.11 b	3.06 a	7.56 a	0
11.65 b	2.73 a	2.94 b	5.98 b	250
10.34 c	1.71 b	2.23 c	6.40 b	350
10.04 c	2.01 b	2.01 d	6.02 b	450

در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Averages with different letters in each column are statistically different at $\alpha<0.01$.

فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه اثر معنی‌داری بر تلفات یونجه در قسمت‌های مختلف ندارد (جدول ۴). به ویژه، تلفات کل یونجه در تیمارهای مختلف فاصله زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه با هم اختلاف معنی‌دار ندارند و در یک گروه آماری قرار دارند، هرچند با افزایش فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه، تلفات کل هم افزایش یافته است. بنابراین، بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی بهترین گزینه است. برای این منظور می‌توان آب‌پاش مناسبی را طراحی کرد و در جلو تراکتوری که بیلر بسته‌بندی یونجه به پشت آن بسته شده، سوار کرد تا یونجه آب‌پاشی شده بلافاصله با بیلر بسته‌بندی شود. در تحقیقات گذشته فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی ۱۰ تا ۳۰ دقیقه توصیه شده است (Orloff *et al.*, 1997)، در حالی‌که در پژوهش حاضر بسته‌بندی بلافاصله بعد از آب‌پاشی بهترین نتیجه را به دست داد. به نظر می‌رسد تفاوت در شرایط آب و هوایی به ویژه دما و وزش باد باعث این تفاوت شده است.

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین تلفات یونجه در اثر فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی

Table 4- Comparing average alfalfa losses affected by time interval between water sprying and baling

تلفات کل Total losses (%)	تلفات حمل و نقل Transportation losses (%)	تلفات محفظه تراکم Compression chamber losses (%)	تلفات بردارنده Pickup losses (%)	فاصله زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی Time interval between water sprying and baling (min)
10.93 a	2.21 a	2.14 c	6.58 a	0
10.99 a	2.15 a	2.48 b	6.35 a	30
11.65 a	2.06 a	3.05 a	6.53 a	60

در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Averages with different letters in each column are statistically different at $\alpha<0.01$.

تلفات یونجه در محفظهٔ تراکم بیلر در تیمار بدون آب‌پاشی (تیمار شاهد) و بسته‌بندی یونجه به فاصلهٔ ۶۰ دقیقه از زمان آب‌پاشی، بیشترین مقدار را داشته و در تیمار آب‌پاشی با ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (صفر دقیقه) کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است (جدول ۵). دو تیمار آب‌پاشی ۳۵۰ و ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی از نظر تلفات یونجه در محفظه تراکم بیلر اختلاف معنی‌دار ندارند و بنابراین استفاده از تیمار آب‌پاشی با ۳۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی بر تیمار آب‌پاشی با ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی اولویت دارد.

جدول ۵- مقایسه میانگین تلفات یونجه در محفظهٔ تراکم بیلر تحت اثر متقابل مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی

Table 5- Comparing average alfalfa losses affected by intraction effect of spryed water amount and time interval between water sprying and baling

مقدار آب پاشش شده	فاصله زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی	تلفات محفظه تراکم
Spryed water amount (L/ha)	Time interval between water sprying and baling (min)	Compression chamber losses (%)
0	0	2.61 c
0	30	2.27 de
0	60	3.80 a
250	0	2.48 cd
250	30	3.15 b
250	60	3.18 b
350	0	1.84 ef
350	30	2.14 d
350	60	2.70 c
450	0	1.63 f
450	30	1.87 ef
450	60	2.53 cd

در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Averages with different letters in each column are statistically different at $\alpha<0.01$.

ارزیابی تلفات کیفی

نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌های مربوط به مادهٔ خشک، خاکستر، مادهٔ آلی، پروتئین، چربی، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) و الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی (ADF) در تیمارهای مختلف بعد از شش ماه انبارمانی بسته‌های یونجه (جدول ۶) نشان داد که اثر مقدار آب پاشش شده روی یونجه فقط بر مقدار چربی و الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) در سطح یک درصد معنی‌دار است و بر بقیه فاکتورهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار نیست. اثر فاصلهٔ زمانی بین آب‌پاشی و بسته‌بندی یونجه نیز فقط بر مادهٔ خشک در سطح یک درصد و چربی نمونه‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار است ولی مقدار خاکستر، مادهٔ آلی، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF)، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی (ADF) و پروتئین نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار نشان نداده‌اند. اثر متقابل مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی یونجه نیز بر مادهٔ خشک، چربی، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) در سطح یک درصد و الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی (ADF) تیمارها بعد از شش ماه انبارمانی در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده‌اند و فاکتورهای

مقدار خاکستر، مادهٔ آلی و پروتئین نمونه‌ها تحت تأثیر معنی‌دار اثر متقابل مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی یونجه قرار نگرفتند.

جدول ٦- تجزیه واریانس داده‌های ویژگی‌های کیفی یونجه بعد از شش ماه انبارمانی تحت مقدار آب پاشش شده و فاصله زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی (اعداد ذکر شده در این جدول، مقادیر F هستند)

Table 6- Variance analysis of alfalfa quality data after six months storing as affected by spryed water amount and time interval between water sprying and baling (F values are presented in this table).

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	ماده خشک Dry matter	خاکستر Ash	ماده آلی Organic matter	پروتئین Protein	چربی Fat	الیاف نامحلول در پاک کننده خنثی NDF	الیاف نامحلول در پاک کننده اسیدی ADF
تکرار Replication	2	0.04 ns	1.31 ns	1.31 ns	0.35 ns	7.95**	2.53 ns	1.14 ns
مقدار آب پاشش شده Sprayed water amount	3	1.58 ns	1.80 ns	1.80 ns	1.97 ns	33.77**	6.72**	1.03 ns
زمان بین آب‌پاشی و بسته‌بندی Time interval between water sprying and balinig	2	20.73 **	0.07 ns	0.07 ns	0.95 ns	4.48*	0.76 ns	0.001 ns
اثر متقابل مقدار آب و زمان Intraction between water amount and baling time	6	19.31**	0.59 ns	0.59 ns	0.70 ns	13.73**	13.80**	3.33*

**: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns: نبود اختلاف معنی‌دار

**: Significant difference at α<0.01, *: significant difference at α<0.05, and ns: no significant difference

مقایسهٔ میانگین مادهٔ خشک، خاکستر، مادهٔ آلی، الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی (ADF) و پروتئین نمونه‌ها در تیمارهای مختلف مقدار آب پاشش شده روی یونجه (جدول ۷) نشان داد که همهٔ تیمارها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند و اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. نمونه‌های یونجه در تیمار آب‌پاشی با ۴۵۰ لیتر آب در هکتار بیشترین چربی را داشته است و کمترین مقدار چربی در نمونه‌های تیمار بدون آب‌پاشی (تیمار شاهد) دیده شده است. افزایش مقدار چربی در جیرهٔ غذایی، خوش‌خوراکی جیره را افزایش می‌دهد، جذب ویتامین‌های انحلال‌پذیر در چربی را تسهیل می‌کند و به تأمین انرژی لازم برای دام کمک می‌کند. تیمار بدون آب‌پاشی بیشترین مقدار الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) را دارد که این تیمار با تیمار آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در هکتار اختلاف معنی‌دار ندارد. کمترین مقدار الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) نیز مربوط به تیمار آب‌پاشی با ۳۵۰ لیتر آب در هکتار است که از این نظر با تیمار آب‌پاشی با ۴۵۰ لیتر آب در هکتار تفاوت معنی‌دار نشان نمی‌دهد. کاهش مقدار الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) در تیمارهای آب‌پاشی با ۳۵۰ و ۴۵۰ لیتر آب در هکتار می‌تواند بر جویدن خوراک در نشخوارکنندگان اثر منفی بگذارد و قابلیت هضم خوراک را در شکمبهٔ دام قدری کاهش دهد. با توجه به اینکه بین تیمار شاهد و تیمار آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در هکتار از نظر مقدار الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، استفاده از تیمار آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در

هکتـار مشـکلی از ایـن نظـر ایجـاد نمی‌کنـد و قابـل توصـیه اسـت. بنـابراین پاشـیدن مقـدار مناسـبی آب روی یونجـۀ ردیـف شـده پـیش از بسـته‌بندی آن خـواص کیفـی یونجـۀ بسـته‌بندی شـده را در مـدت انبارمـانی (شش ماه) تحت تـأثیر منفـی خـود قـرار نمی‌دهـد و بـه‌کاهش کیفیت یونجه بسته‌بندی شده نمی‌انجامد.

جدول ۷- مقایسۀ میانگین ویژگی‌های کیفی یونجه بعد از شش ماه انبارمانی تحت تأثیر مقدار آب پاشش شده

Table 7- Comparing average alfalfa quality properties after six months storing affected by spryed water amount

ADF (%)	NDF (%)	چربی Fat (%)	پروتئین Protein (%)	ماده آلی Organic matter (%)	خاکستر Ash (%)	ماده خشک Dry matter (%)	مقدار آب پاشش شده Spryed water amount (L/ha)
25.92 a	37.50 a	2.35 c	15.14 a	90.76 a	9.24 a	94.67 a	0
26.61 a	36.50 a	2.75 b	16.61 a	89.30 a	10.70 a	94.54 a	250
24.48 a	34.05 b	2.36 c	14.79 a	89.33 a	10.67 a	94.52 a	350
26.17 a	35.03 b	3.21 a	15.39 a	89.36 a	10.64 a	94.61 a	450

در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Averages with different letters in each column are statistically different at $\alpha<0.01$.

نتـایج مقایسـۀ میـانگین تیمارهـا از نظـر ویژگی‌هـای کیفـی نمونـه‌های یونجـۀ تحـت تـأثیر تیمـار فاصـلۀ زمـانی بـین آب‌پاشـی و بسـته‌بندی یونجـه (جـدول ۸) نشـان مـی‌دهـد کـه فقـط میـانگین درصـد مـادۀ خشـک و چربـی تیمارهـا در گروه‌هـای آمـاری مختلـف قـرار گرفتنـد و تیمارهـا از نظـر ایـن عوامـل بـا هـم اخـتلاف معنـی‌دار داشـتند و میـانگین مقـدار خاکسـتر، مـادۀ آلـی، پـروتئین، الیـاف انحـلال‌نـاپـذیر در پاک‌کننـدۀ خنثـی (NDF) و الیـاف انحـلال‌نـاپـذیر در پاک‌کننـدۀ اسـیدی (ADF) در تیمارهـای مختلـف در یک گروه آماری قرار گرفتند.

مـادۀ خشـک بـا افـزایش فاصـلۀ زمـانی بـین آب‌پاشـی و بسـته‌بندی یونجـه افـزایش یافـت بـه طوری‌کـه تیمـار بسـته‌بندی بلافاصـله بعـد از آب‌پاشـی (زمـان صـفر) کمتـرین مقـدار مـادۀ خشـک را داشـت و بیشـترین مقـدار مـادۀ خشـک متعلـق بـه تیمـار بسـته‌بندی یونجـه بعـد از ۶۰ دقیقـه از آب‌پاشـی بـود. اخـتلاف بـین تیمـار بسـته‌بندی یونجـه بلافاصـله بعـد از آب‌پاشـی و تیمـار بسـته‌بندی یونجـه بعـد از ۶۰ دقیقـه از زمـان آب‌پاشـی از نظـر مـاده خشـک یونجـه فقـط ۰/۴۳ درصـد بـود کـه مقـدار نـاچیزی اسـت و اخـتلاف چشـمگیری را بـین ایـن دو تیمـار ایجـاد نمی‌کنـد، ضـمن اینکـه تلفـات کمّـی (تلفـات کـل) تیمـار بسـته‌بندی یونجـه بلافاصـله بعـد از آب‌پاشـی قـدری کمتـر از تلفـات کمّـی (تلفـات کـل) تیمـار بسـته‌بندی یونجـه بعـد از ۶۰ دقیقـه از زمـان آب‌پاشـی اسـت (جـدول ۴) و بنـابراین کـاهش مـادۀ خشـک در ایـن تیمـار جبـران می‌شـود. مقـدار چربـی نمونـه‌های یونجـه نیز با افـزایش فاصـلۀ زمـانی بـین آب‌پاشـی و بسـته‌بندی یونجـه افـزایش یافـت بـه طوری‌کـه نمونـۀ مربـوط بـه تیمـار بسـته‌بندی یونجـه بلافاصـله بعـد از آب‌پاشـی کمترین و نمونۀ مربـوط بـه تیمـار بسـته‌بندی یونجـه بـه فاصـلۀ زمـانی ۶۰ دقیقـه بعـد از آب‌پاشـی بیشـترین چربی را داشت.

جدول ۸- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های کیفی یونجه بعد از شش ماه انبارمانی تحت تأثیر فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی

Table 8- Comparing average alfalfa quality properties after six months storing affected by time interval between water sprying and baling

ADF (%)	NDF (%)	چربی Fat (%)	پروتئین Protein (%)	مادهٔ آلی Organic matter (%)	خاکستر Ash (%)	مادهٔ خشک Dry matter (%)	فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی Time interval between water sprying and baling (min)
25.76 a	35.83 a	2.54 b	14.94 a	89.55 a	10.46 a	94.39 c	0
25.78 a	36.19 a	2.66 ab	15.85 a	89.75 a	10.26 a	94.56 b	30
25.85 a	35.30 a	2.80 a	15.65 a	89.77 a	10.23 a	94.82 a	60

در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Averages with different letters in each column are statistically different at $\alpha<0.01$.

نتایج مقایسهٔ میانگین مادهٔ خشک و چربی نمونه‌ها تحت تأثیر اثر متقابل مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی یونجه (جدول ۹) نشان می‌دهد بیشترین مقدار مادهٔ خشک و چربی مربوط به ترکیب تیمار آب‌پاشی به مقدار ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بعد از ۶۰ دقیقه از زمان آب‌پاشی است. باید توجه داشت که تفاوت مادهٔ خشک دو تیماری که بیشترین و کمترین ماده خشک را دارند فقط ۱/۲۶ درصد است که مقدار ناچیزی است. بیشترین مقدار الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ خنثی (NDF) و الیاف انحلال‌ناپذیر در پاک‌کنندهٔ اسیدی (ADF) مربوط به ترکیب تیمار آب‌پاشی به مقدار ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بعد از ۳۰ دقیقه از زمان آب‌پاشی است. مقدار آفلاتوکسین نمونه‌های یونجه بعد از شش ماه انبارمانی (جدول ۱۰) نشان می‌دهد این ماده در تمام نمونه‌ها کمتر از یک میکروگرم در کیلوگرم است و مقدار دقیق آن قابل اندازه‌گیری نبود. با توجه به اینکه بیشینهٔ مقدار مجاز آفلاتوکسین در علوفه ۲۰ میکروگرم در کیلوگرم است، بنابراین تیمارهای آب‌پاشی باعث آلودگی بسته‌های یونجه به آفلاتوکسین در دوره انبارمانی نمی‌شوند. نتایج تحقیقات گذشته نیز نشان می‌دهد که افزایش رطوبت لایه سطحی یونجه در زمان بسته‌بندی نه تنها کیفیت یونجه را کاهش نمی‌دهد بلکه باعث بهبود آن نیز می‌شود.

جدول ۹- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های کیفی یونجه بعد از شش ماه انبارمانی تحت تأثیر اثر متقابل مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی

Table 9. Comparing average alfalfa quality properties after six months storing affected by intraction effect of spryed water amount and time interval between water sprying and baling

ADF (%)	NDF (%)	چربی Fat (%)	مادهٔ خشک Dry matter (%)	فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی Time interval between water sprying and baling (min)	مقدار آب پاشش شده Spryed water amount (L/ha)
26.85 bc	41.00 a	2.05 ef	94.45 de	0	0
23.80 d	35.00 c	2.50 d	94.54 d	30	0
27.10 b	36.50 bc	2.50 d	95.04 b	60	0
24.64 cd	31.40 e	2.50 d	94.31 e	0	250
30.40 a	42.10 a	2.50 d	94.54 d	30	250
24.80 cd	36.00 bc	3.25 b	94.77 bc	60	250
23.85 d	33.80 cd	2.90 c	94.53 d	0	350
22.20 d	34.95 c	2.23 e	94.92 b	30	350
27.40 b	33.40 d	1.95 f	94.11 f	60	350
27.70 b	37.10 b	2.73 cd	94.24 ef	0	450
26.70 bc	32.70 de	3.40 ab	94.23 ef	30	450
24.10 d	35.30 c	3.50 a	95.36 a	60	450

در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Averages with different letters in each column are statistically different at $\alpha<0.01$.

جدول ۱۰- میانگین مقدار آفلاتوکسین نمونه‌های یونجه بعد از شش ماه انبارمانی تحت تأثیر اثر متقابل مقدار آب پاشش شده و فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی

Table 10- Average aflatoxin of alfalfa samples after six months storing affected by intraction effect of spryed water amount and time interval between water sprying and baling

مقدار آب پاشش شده Spryed water amount (L/ha)	فاصله زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی Time interval between water (min) sprying and baling	مقدار آفلاتوکسین Aflatoxin amount (µg/kg)	بیشینه مقدار مجاز Maximum allowed (µg/kg) amount
0	0	<1	20
0	30	<1	20
0	60	<1	20
250	0	<1	20
250	30	<1	20
250	60	<1	20
350	0	<1	20
350	30	<1	20
350	60	<1	20
450	0	<1	20
450	30	<1	20
450	60	<1	20

نتایج ارزیابی اقتصادی

با کسر هزینه‌های متغیر غیرمشترک از درآمد ناخالص، سود ناخالص (بازده برنامه‌ای) هر تیمار در سال‌های اول و دوم به دست آمد (جداول ۱۱ و ۱۲). با محاسبهٔ این معیار، امکان مقایسهٔ تیمارها از نظر اقتصادی فراهم گردید. بررسی هم‌زمان مقدار آب پاشش شده و زمان آب‌پاشی نشان می‌دهد در سال اول به جز تیمارهای آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه ۳۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی و آب‌پاشی با ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه ۳۰ و ۶۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی، سایر تیمارها دارای بازده ناخالص مثبت هستند. در این سال، بیشترین بازده ناخالص به تیمار آب‌پاشی با ۳۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر) اختصاص دارد و در اولویت تحقیق است. تیمارهای آب‌پاشی با ۴۵۰ و ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر) به ترتیب در اولویت‌های بعد قرار دارند (جدول ۱۱). در سال دوم به جز تیمارهای ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه ۳۰ و ۶۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی و آب‌پاشی با ۳۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه ۶۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی، سایر تیمارها نسبت به تیمار شاهد دارای بازده ناخالص مثبت هستند. در این سال، بیشترین سود ناخالص به تیمار آب‌پاشی با ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه ۳۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی اختصاص دارد و در اولویت قرار دارد. تیمارهای آب‌پاشی با ۲۵۰ و ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر) به‌ترتیب در اولویت‌های بعد قرار دارند (جدول ۱۲).

جدول ۱۱- افزایش بازده ناخالص در اثر کاهش تلفات نسبت به تیمار شاهد در سال اول

Table 11- Increase in gross return by decreasing alfalfa losses compared to control treatment in the first year

اولویت Priority	افزایش بازده ناخالص نسبت به تیمار شاهد Increase in gross return compared to the control treatment (Rial/ha)	هزینهٔ تیمارها Costs of treatments (Rial/ha)	افزایش درآمد ناخالص نسبت به تیمار شاهد Increase in gross income compared to the control treatment (Rial/ha)	فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی Time interval between water sprying and baling (min)	مقدار آب پاشش شده Spryed water amount (L/ha)
-	0.00	0.00	0.00	0	0
-	0.00	0.00	0.00	30	0
-	0.00	0.00	0.00	60	0
3	2225.82	3.04	2228.86	0	250
8	-458.39	1638.04	1224.65	30	250
6	521.33	1638.04	2204.37	60	250
1	2445.04	4.26	2449.30	0	350
5	1329.69	2344.26	3673.95	30	350
4	1746.08	2344.26	4090.33	60	350
2	2260.13	5.47	2265.60	0	450
7	-176.53	3005.47	2828.94	30	450
9	-1866.55	3005.47	1138.93	60	450

جدول ۱۲- افزایش بازده ناخالص در اثر کاهش تلفات نسبت به تیمار شاهد در سال دوم

Table 12- Increase in gross return by decreasing alfalfa losses compared to control treatment in the second year

اولویت Priority	افزایش بازده ناخالص نسبت به تیمار شاهد Increase in gross return compared to the control treatment (Rial/ha)	هزینهٔ تیمارها Costs of treatments (Rial/ha)	افزایش درآمد ناخالص نسبت به تیمار شاهد Increase in gross income compared to the control treatment (Rial/ha)	فاصلهٔ زمانی آب‌پاشی تا بسته‌بندی Time interval between water sprying and baling (min)	مقدار آب پاشش شده Spryed water amount (L/ha)
-	0.00	0.00	0.00	0	0
-	0.00	0.00	0.00	30	0
-	0.00	0.00	0.00	60	0
2	4518.90	3.79	4522.68	0	250
9	-7783.62	2093.79	-5689.83	30	250
8	-5473.64	2093.79	-3379.86	60	250
5	1769.73	5.30	1775.03	0	350
6	960.86	2905.30	3866.17	30	350
7	-3051.20	2905.30	-145.89	60	350
3	2838.10	6.82	2844.91	0	450
1	5241.29	3706.82	8948.10	30	450
4	2299.11	3706.82	6005.93	60	450

به منظور تعیین تیمار برتر بر اساس میانگین بازده ناخالص سال‌های اول و دوم پژوهش، ارزش فعلی هزینه‌ها و درآمدها با نرخ تنزیل ۱۸ درصد (معادل نرخ تسهیلات کشاورزی) برآورد شد. با کسر ارزش فعلی هزینه‌ها از ارزش فعلی درآمد ناخالص، افزایش بازده ناخالص (سود ناخالص) در نتیجه کاهش تلفات نسبت به تیمار شاهد محاسبه گردید (جدول ۱۳). بازده ناخالص محاسبه شده در تیمارهای آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه ۳۰ و ۶۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی و تیمارهای آب‌پاشی با ۳۵۰ و ۴۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه ۶۰ دقیقه بعد از آب‌پاشی، منفی و در سایر تیمارها مثبت است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد از نظر اقتصادی تیمار آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر) در اولویت قرار دارد. تیمارهای آب‌پاشی با ۴۵۰ و ۳۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان

صفر) به ترتیب در اولویت‌های بعد قرار دارند. بنابراین، بررسی هم‌زمان میزان آب پاشش شده و زمان آب‌پاشی بر اساس ارزش فعلی درآمد ناخالص و هزینه تیمارها در سال‌های اول و دوم تحقیق نشان می‌دهد که تیمار آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر) دارای بیشترین بازده ناخالص و برترین تیمار از نظر اقتصادی است.

جدول ۱۳- افزایش بازده ناخالص در اثر کاهش تلفات نسبت به تیمار شاهد براساس ارزش فعلی درآمد و هزینه در سال‌های اول و دوم

Table 13- Increase in gross return by decreasing alfalfa losses compared to control treatment based on present value of income and cost in the first and second years

تیمارها Treatments		سال اول First year		سال دوم Second year		ارزش فعلی درآمد ناخالص Present value of gross income (Rial/ha)	ارزش فعلی هزینه‌ها Present value of costs (Rial/ha)	افزایش بازده ناخالص نسبت به تیمار شاهد Increase in gross return with respect to control treatment (Rial/ha)	اولویت Priority
مقدار آب پاشش شده Spryed water amount (L/ha)	فاصله زمانی Time interval (min)	هزینه‌ها Costs (Rial/ha)	افزایش درآمد ناخالص Increase in gross income (Rial/ha)	هزینه‌ها Costs (Rial/ha)	افزایش درآمد ناخالص Increase in gross income (Rial/ha)				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
250	0	3.04	2216.62	3.79	4522.68	5369.41	5.67	5363.74	1
250	30	1638.04	1334.87	2093.79	-5689.83	-2726.37	3136.97	-5863.33	9
250	60	1638.04	2547.27	2093.79	-3379.86	-142.60	3136.97	-3279.57	8
350	0	4.26	2461.55	5.30	1775.03	3681.88	7.94	3673.94	3
350	30	2344.26	3784.17	2905.30	3866.17	6358.62	4361.70	1996.92	5
350	60	2344.26	4445.48	2905.30	-145.89	3989.02	4361.70	-372.68	7
450	0	5.47	2265.60	6.82	2844.91	4241.11	10.21	4230.90	2
450	30	3005.47	2926.91	3706.82	8948.10	9042.51	5579.49	3463.02	4
450	60	3005.47	1494.07	3706.82	6005.93	5309.44	5579.49	-270.05	6

نتیجه‌گیری

نتایج نهایی این پژوهش نشان داد که آب‌پاشی روی یونجه پیش از بسته‌بندی، در مقایسه با تیمار بدون آب‌پاشی (تیمار شاهد)، تلفات کمّی یونجه را کاهش می‌دهد و با افزایش مقدار آب پاشش شده روی یونجه، تلفات کمّی یونجه در اکثر قسمت‌های بیلر نیز کاهش می‌یابد. تیمار آب‌پاشی به مقدار ۴۵۰ لیتر آب در هکتار تلفات یونجه را از ۱۲/۷۳ درصد در حالت بدون آب‌پاشی به ۱۰/۳۴ درصد کاهش می‌دهد که به معنای کاهش تلفات کل یونجه در مرحلهٔ بسته‌بندی و حمل و نقل به مقدار ۲/۳۹ درصد است و با توجه به تولید سالانه ۶/۳ میلیون تن یونجه در ایران، سالانه می‌تواند از تلفات بیش از ۱۵۰ هزار تن علوفهٔ یونجه جلوگیری کند. بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی توصیه می‌شود، در این صورت امکان اجرای هم‌زمان آب‌پاشی و بسته‌بندی فراهم می‌شود که در کاهش هزینه‌های تولید مؤثر است. آب‌پاشی روی یونجهٔ ردیف شده پیش از بسته‌بندی آن، بر خواص کیفی یونجهٔ بسته‌بندی شده در دورهٔ انبارمانی (شش ماه) اثر منفی ندارد و کیفیت یونجهٔ بسته‌بندی شده را کاهش نمی‌دهد. مقدار آفلاتوکسین همهٔ نمونه‌ها هم

کمتر از یک میکروگرم بر کیلوگرم برآورد شده که بسیار کمتر از حد مجاز این ماده در علوفه (۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم) است.

نتایج ارزیابی اقتصادی تیمارها نیز نشان داد که تیمار آب‌پاشی با ۲۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر) در اولویت قرار دارد و تیمارهای آب‌پاشی با ۴۵۰ و ۳۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر) در اولویت‌های بعد قرار دارند. بنابراین، با توجه به اینکه آب‌پاشی اثر منفی بر کیفیت یونجهٔ بسته‌بندی شده ندارد، تیمارهای آب‌پاشی با ۲۵۰، ۴۵۰ و ۳۵۰ لیتر آب در هکتار و بسته‌بندی یونجه بلافاصله بعد از آب‌پاشی (زمان صفر)، به‌ترتیب به عنوان تیمارهای مناسب برای استفادهٔ توسط بهره‌برداران در مناطق معتدل کشور توصیه می‌شود.

قدردانی

از مسئولان سازمان جهاد کشاورزی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس بابت حمایت مالی از این تحقیق، صمیمانه قدردانی می‌شود.

مراجع

Afzalinia, S., & Karimi, A. H. (2018). Baled alfalfa losses, nutrient values, and storability affected by bale density and alfalfa moisture content. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, *4*(6), 1-7. https://doi.org/10.9734/AJAAR/2018/41724.

Afzalinia, S., Masoumi, A., Karimi, A. H., & Mohammadi, D. (2012). Bale density and moisture content effects on the losses of baled alfalfa. *Journal of Agricultural Science and Technology, USA*, *2*, 667-672.

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. M., Hatami, F., Abdshah, H., & Kazemian, A. (2019). *Agricultural statistics of 2017-2018 growing season,* Vol. 1, *Crops and horticulture products*. Information and Technology Office of Jehad-e-Agriculture Ministry, Tehran, Iran. (in Persian)

Al-Gaadi, K. A. (2018). Impact of raking and baling patterns on alfalfa hay dry matter and quality losses. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *25*, 1040-1048. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.009.

Anderson, M. J., & Mickelsen, C. H. (1973). Spraying alfalfa hay with water before baling to minimize harvesting losses. *Agronomy Journal*, 65(4), 662-664. https://doi.org/10.2134/agronj1973.00021962006500040040x.

Anon. (2001). S358.2-Moisture measurement-forage. ASAE Standards, 47th Ed. 579. St. Joseph, Mich. ASAE.

Buckmaster, D. R., Rotz, C. A. & Black, J. R. (1990). Value of alfalfa losses on dairy farms. *Transactions of the ASAE*, 33(2), 351- 360. https://doi.org/10.13031/2013.31337.

Horwitz, W. (2000). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemist*. 17th Ed. Association Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Masoumi, A. Rezaei, H. & Sadeghi, M. (2011). Effect of alfalfa fluffers on drying rate, baling loss, and nutrient value of alfalfa during baling. *Journal of Agricultural Engineering Research, 12*(4), 103-114. https://doi.org/10.22092/jaer.2012.100337. (in Persian)

Nelson, L. F. (1968). Spontaneous heating, gross energy retention and nutrient retention of high-density alfalfa hay. *Transactions of the ASAE*, *11*(3), 595- 600. https://doi.org/10.13031/2013.39476.

Orloff, S. B. (1988). *Artificial dew to improve baling: Can you beat Mother Nature? Proceedings of the 18th California Alfalfa Symposium*, Dec. 7–8, Modesto, CA.

Orloff, B., Carlson, H. L., & Teuber, L. R. (1997). *Intermountain alfalfa management*. University of California, Oakland, California.

Rotz, C. A., & Abrams, S. M. (1988). Losses and quality changes during alfalfa hay harvest and storage. *Transactions of the ASAE*, *31*(2), 350-355. https://doi.org/10.13031/2013.30713.

Shinners, K. J., & Schlesser, W. M. (2014). Reducing baler losses in arid climates by steam re-hydration. *Applied Engineering in Agriculture*, *30*(1), 11-16. https://doi.org/10.13031/aea.30.10115.

Taimoornejad, N. (2000). Nutritive value of fruit and vegetable wastes using in vivo, in vitro, and in situ methods in ruminants (M. Sc. Thesis), Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran. (in Persian)

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.24/No.85/Spring 2023/P:39-56
Journal Home Page: https://amsr.areeo.ac.ir

Research Paper

Effect of Water Spraying on Alfalfa Hay Before Baling on the Quantitative and Qualitative Losses of Baled Hay

(Case Study in Fars Province)

S. Afzalinia*, A. Boostani, A. H. Karimi, D. Mohammadi, S. M. Alavimanesh, M. Zare and A. Nouroozi

*Corresponding Author: Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Fars Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources, AREEO, Shiraz, Iran. Email: sja925@mail.usask.ca
Received: 12 June 2023, Accepted: 29 September 2023
http://doi: 10.22092/AMSR.2023.362561.1455

Abstract

In this research, effects of water sprayed over the upper layer of the mowed and rowed alfalfa (before baling) on quantitative and qualitative losses of alfalfa during baling process were evaluated. The study was conducted in the form of split plot experiment with 12 treatments and three replications from 2020 to 2022. Main plots were the amount of water sprayed on the alfalfa with four levels of water (0, 250, 350, and 450 liters per hectare). Subplots were the time interval between spraying water on alfalfa and baling operation (0, 30, and 60 minutes after spraying water). Alfalfa losses at the baler pickup and compression chamber, during transportation, and total losses were measured. Alfalfa dry matter, crude protein, fat, organic matter, ash, acid detergent fiber, neutral detergent fiber was measured, and amount of aflatoxin were also detected after six months of storage. Results showed that spraying 450 L water per hectare decreased alfalfa losses at baler pickup and compression chamber, transportation, and total losses by 20.4, 34.3, 4.7, and 21.1% respectively, compared to the control treatment. Time interval between spraying water on alfalfa and baling time had no significant effect on alfalfa losses during baling operation and transportation. Results also indicated that spraying water on alfalfa before baling operation had no significant negative effects on alfalfa quality after six months storing and did not reduce alfalfa quality during storing time.

Keywords: Aflatoxin, Baler, Hay Harvesting, Moisture Content, Nutrient Values

© 2023 Agricultural Mehanization and Systems Research, Karaj, Iran. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)