پژوهش در علوم باغبانی
Journal of Reserch in Horticultural Science
جلد ۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۱ (ص ۲۹۰-۲۷۷)
Vol. 1, No.2 Autumn and Winter 2022 (277-290)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir
مقاله علمی مروری
10.22092/rhsj.2023.360751.1039

جایگاه مدیریت محصول در ضایعات پس از برداشت محصولات باغبانی و امنیت غذایی: چالش‌ها و راهکارها

زهره پناهی زاده[1*]، سهیل کریمی[2]، سیده سمانه حسینی[3]

۱- کارشناس ارشد، گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه باغبانی، دانشکدگان ابوریحان، دانشگاه تهران، ایران

۳- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۱۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۱/۱۵

چکیده

ایران یک کشور پیشرو از نظر تولید محصول‌های کشاورزی به‌ویژه محصول‌های باغی است. محصول‌های باغی سهم بسزایی از صادرات غیرنفتی کشور را به خود اختصاص داده‌اند. فسادپذیری این محصول‌ها در کنار مدیریت تولید، برداشت و پس از برداشت نامطلوب سبب شده تا میزان ضایعات پس از برداشت در کشور چشم‌گیر باشد. میزان ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی بسته به نوع، فصل و منطقه، بین ۵ تا ۵۰ درصد می‌باشد. ارتقای سطح مدیریت محصول و فرآورده در کاهش ضایعات پس از برداشت که از نگرانی‌ها و چالش‌های مهم در زمینه امنیت غذایی است، مؤثر است. با توجه به افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای غذا و هم‌چنین کاهش مناطق مستعد کشت به‌عنوان پیامد منفی تغییر اقلیم، مدیریت ضایعات پس از برداشت یک راه‌کار کلیدی برای ارتقای امنیت غذایی در ایران و جهان است. مدیریت نامطلوب تولید، برداشت، درجه‌بندی، انبار کردن و بازار رسانی و توزیع و تحویل نامناسب مسائلی هستند که نه‌تنها اثرات اقتصادی نامطلوبی بر تأمین میوه‌ها و سبزی‌ها در کشور می‌گذارند، بلکه می‌توانند صادرات و ارزآوری از این منابع را نیز تحت تأثیر قرار دهند. حجم بالای ضایعات پس از برداشت سبب افزایش قیمت مواد غذایی در جامعه نیز می‌شود. در هر استراتژی که برای افزایش دسترسی به غذا در نظر گرفته می‌شود، کاهش ضایعات محصول‌های باغبانی یک فاکتور ضروری است که می‌تواند بدون افزایش فشار مضاعف به منابع و تخریب محیط زیست موجب دست‌یابی به اهداف امنیت غذایی شود. حل کردن مشکلات مدیریتی در رابطه با ضایعات محصول‌های باغبانی نیازمند همکاری و ارتباط مؤثر بین بخش‌های تحقیقات، ترویج، بخش تولید، سیستم بازار رسانی و فروش و نهادهای نظارتی و سیاست‌گذار است. این مقاله به بررسی عوامل بیولوژیک و اقتصادی- اجتماعی دخیل بر ایجاد حجم بالای ضایعات محصول‌های کشاورزی در کشور می‌پردازد و عوامل و استراتژی‌های مدیریتی جهت کاهش حجم ضایعات را پیشنهاد می‌کند.

واژگان کلیدی: امنیت غذایی، تغییر اقلیم، مدیریت تولید، پس از برداشت، افت کیفیت.

Role of management in reducing postharvest waste of horticultural crops and food security: Challenges and solutions

Zohreh Panahizadeh[1*], Soheil Karimi[2], Seyedeh Samaneh Hosseini[3]

1- -M. Sc, Department of Public Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

2-Assistance Professor، Department of Horticulture, College of Aburaihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran

3- Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Iran is one of the top countries in relations of agricultural production, especially horticultural crops. Horticultural crops account for a large portion of the non-oil exports of the country. However, the perishability of these crops along with low production, harvest and postharvest management has led to a considerable postharvest loss of these crops. Depending on the crop, season, and region, the amount of postharvest losses of horticultural crops is between 5 to 50 percent. Improving the level of management at production and after-production stages can effectively reduce postharvest waste, which is one of the most important concerns and challenges in the field of food security. According to the increase in population and the consequent increase in demand for food as well as the reduction of cultivated areas as a negative consequence of climate change and urban development, a key strategy to improve food security in Iran and the world is postharvest waste management. Unsuitable management of production, harvesting, sorting, storage, and marketing, and inappropriate distribution and delivery are issues that not only have adverse economic effects on the supply of fruits and vegetables in the country but also can affect the export of these crops. Additionally, the high volume of postharvest losses also increases the price of food. In each strategy considered to increase food access, reducing waste of horticultural crops is an essential factor that can achieve food security goals, without increasing the double pressure on resources and environmental degradation. Solving management problems related to horticultural waste requires effective cooperation and communication between the research, extension, production, marketing and sales systems, and regulatory and policy-making bodies. This paper investigates biological and socio-economic factors involved in creating a high volume of agricultural waste in the country and proposes possible strategies to reduce the volume of waste.

Keywords: Climate change, Food security, Postharvest, Production management, Quality loss.

* نویسنده مسئول: panahizadeh@ut.ac.ir

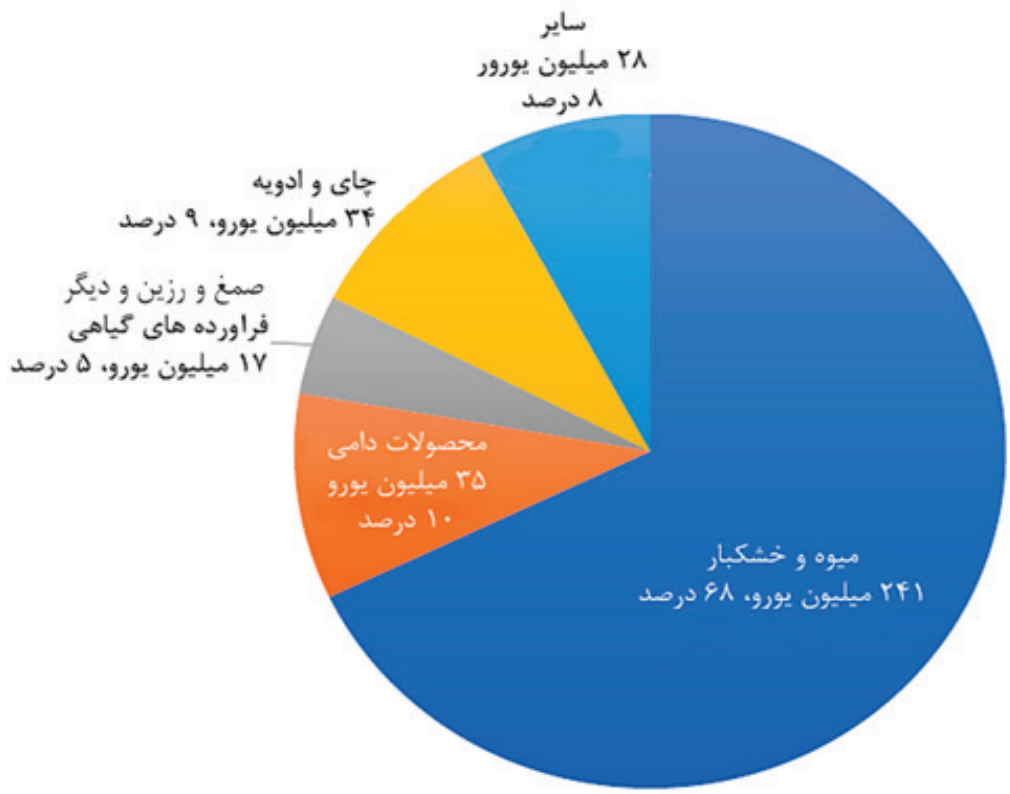
۱- مقدمه

ایران یکی از کشورهای پیشرو در تولید محصول‌های زراعی و باغی است. بر اساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۹، میزان تولید کل محصول‌های زراعی و باغی کشور بالغ بر ۱۱۶/۲ میلیون تن است که از سطحی در حدود ۱۵/۸۹ میلیون هکتار برداشت می‌شود. ۱۸/۷۵ درصد از زمین‌های زراعی در ایران به محصول‌های باغی (۲/۹۸ میلیون هکتار) اختصاص دارد که در حدود ۲۱ درصد از میزان تولید محصول‌های باغی و زراعی (۲۴/۴ میلیون تن) را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۹). در همین سال ایران ۸/۸ میلیون تن محصول کشاورزی به ارزش ۹/۱ میلیارد دلار صادر کرده است. ایران جزء ۵ کشور پیشرو در دنیا از نظر تولید محصول‌های متعددی به‌ویژه محصول‌های باغبانی از جمله پسته، خرما، گردو، زعفران، آلبالو، بادام، بادمجان، سیب و زردآلو است. جدول ۱ جایگاه ایران از نظر تولید و رتبه جهانی در برخی از محصول‌های کلیدی کشاورزی در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد (FAO, 2020). خوشبختانه محصول‌های کشاورزی و در رأس آن محصول‌های باغبانی جایگاه ویژه‌ای در ارزآوری کشور دارند. برای مثال، همواره پسته در رأس صادرات کالای غیرنفتی ایران قرار داشته است. علیرغم وجود خسارت سرمازدگی، از میزان کل صادرات غیرنفتی کشور در سال ۱۴۰۰ (بالغ بر ۴۸۶۱۹ میلیون دلار)، بالغ بر ۹۱۳/۳ میلیون دلار به پسته اختصاص داشته است (بی‌نام، ۱۴۰۰). بررسی صادرات ایران به کشورهای اروپایی نیز حاکی از این است که ۶۸ درصد از صادرات محصول‌های کشاورزی ایران به اروپا در سال ۲۰۲۰، مربوط به میوه‌ها و خشک میوه‌ها بوده است (شکل ۱).

هرچند خوشبختانه جایگاه ایران از نظر تولید بسیاری از محصول‌های باغبانی در حد مطلوب و حتی ایده‌ال است، از نظر تجارت جهانی، ایران از جایگاه واقعی خود فاصله دارد و می‌تواند ارزآوری بسیار بالاتری نسبت به شرایط فعلی داشته باشد. چالش و عوامل متعددی در مراحل تولید، برداشت و پس از برداشت محصولات باغبانی سبب این کاهش سودآوری و ارزآوری شده است که یکی از مهم‌ترین این مسائل، کاهش کیفیت پس از برداشت محصول یا به‌عبارت‌دیگر، مقادیر بسیار بالای ضایعات پس از برداشت است. اهمیت این مسئله زمانی دو چندان می‌شود که از یک طرف جمعیت جهان و تقاضا برای غذا در حال افزایش است و از طرف دیگر، پدیده

جدول ۱- میزان تولید و رتبه جهانی ایران از نظر محصول‌های مهم کشاورزی (FAO, 2020)

محصول	میزان تولید (تن)	رتبه جهانی	محصول	میزان تولید (تن)	رتبه جهانی
زعفران	۵۰۰	۱	سیب	۳.۲۰۰.۰۰۰	۴
پسته	۳۱۵.۰۰۰	۲	گردو	۲۰۰.۰۰۰	۳
خرما	۱.۱۵۰.۰۰۰	۲	انجیر	۸۰.۰۰۰	۴
زردآلو	۳۰۶.۰۰۰	۲	سیب‌زمینی	۵.۱۰۰.۰۰۰	۱۳
گیلاس	۲۲۱.۰۰۰	۳	بادمجان	۷۳۵.۰۰۰	۵
بادام	۲۰۰.۰۰۰	۵	گندم	۱۴.۰۰۰.۰۰۰	۱۴
هندوانه	۳.۸۱۳.۰۰۰	۳	جو	۳.۴۰۰.۰۰۰	۹
خیار	۱.۷۱۰.۰۰۰	۴	چای	۱۰۰.۶۰۰	۷



شکل ۱- میزان صادرات محصول‌های کشاورزی ایران به اتحادیه اروپا به تفکیک نوع محصول (FAO, 2020)

تغییر اقلیم در کنار توسعه شهرنشینی سبب کاهش اراضی مستعد کشاورزی شده است (FAO, 2017). بر اساس پیش‌بینی صورت گرفته، در سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به ۹/۱ میلیارد نفر افزایش خواهد یافت و این بدان معناست که جهان به رشد ۷۰ درصدی در تولید مواد غذایی نیازمند است (Gupta, 2019). لذا یکی از دغدغه‌های مهم در قرن پیش رو، استفاده بهینه، منطقی و پایدار از منابع طبیعی همچون زمین، آب، نفت، نیروی انسانی و سایر نهاده‌های کشاورزی است که تأمین نیاز جهانی به غذا را پشتیبانی می‌کند. هر گونه کاستی در این خصوص می‌تواند سبب بروز ناآرامی‌های اجتماعی، گسترش فقر و گرسنگی در کشورها شود (Tefera, 2012). با توجه به موارد فوق، یکی از مهم‌ترین راه‌کارها برای افزایش امنیت غذایی، تأمین غذای جامعه و حفظ منابع، کاهش ضایعات پس از برداشت محصول‌های کشاورزی است. نظر به اینکه محصول‌های باغی بسیار فسادپذیر هستند، میزان ضایعات پس از برداشت این محصول‌ها در کشورهای در حال توسعه بسته به فصل، نوع محصول و منطقه تا ۶۰ درصد میزان تولید می‌باشد (Hassan *et al.* 2022).

عبارت ضایعات پس از برداشت به معنی کاهش قابل اندازه‌گیری محصول‌های کشاورزی در سیستم پس از برداشت است که می‌تواند شامل کاهش کمیت و کیفیت محصول و ضرر و زیان اقتصادی باشد (de Lucia and Assennato 1994; Hodges *et al.* 2010). سیستم پس از برداشت شامل فعالیت‌های به هم پیوسته از زمان برداشت محصول تا فرآوری، بازار رسانی و تهیه غذا و تصمیم نهایی مصرف کننده برای خوردن و یا دور انداختن غذا می‌باشد. اتلاف کمی (وزن یا حجم) و کیفی (تغییر شرایط و ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی) می‌توانند در هر مرحله‌ای از زنجیره پس از برداشت رخ دهند (Hodges *et al.*, 2011). از دست دادن رطوبت و پوسیدگی از عوامل اصلی

تخریب محصول‌های کشاورزی هستند که علل اصلی آن حمل و نقل نامناسب و شرایط نگهداری و فرآوری نادرست است. آگاهی از اینکه این ضرر و زیان در کدام مرحله فرآیند پس از برداشت محصول‌ها رخ می‌دهد، در بهبود زنجیره تأمین مواد غذایی و بهبود رویکرد پس از برداشت بسیار حائز اهمیت است. اتلاف کمی محصول، بیشتر شامل کاهش وزن است که می‌تواند به صورت تبخیر آب محصول و اتلاف در حین ترابری رخ دهد که به‌راحتی قابل اندازه‌گیری است (Tefera, 2012). اتلاف کیفی محصول شامل آسیب دیدن و یا آلودگی محصول است که سبب کاهش و یا از بین بردن ارزش خوراکی و غذایی آن محصول خواهد شد (Tefera, 2012). ضرر اقتصادی نیز شامل افت ارزش محصول در اثر کاهش کمیت و کیفیت و یا هدایت محصول به بازارهای کم ارزش‌تر می‌باشد (FAO 2010). اهمیت ضایعات پس از برداشت، در کنار ظهور و گسترش زنجیره‌های عرضه جهانی و تأکید مجدد بر کارایی و امنیت غذایی سبب شده است که در سال‌های اخیر، در سطح محلی و یا در سطح جهانی، سیستم پس از برداشت به جای عملکرد به صورت افراد یا شرکت‌های مجزا، به شکل یک زنجیره یکپارچه از تولید کننده تا مصرف کننده درآید. سازگار نمودن این راه‌کار و فرصت‌هایی که خلق می‌کند، به صورت چشم‌گیری سلامت و کیفیت مواد غذایی را افزایش داده است و توانسته است تصویر دقیق‌تری در خصوص ارزش هر یک از اجزای سیستم را ترسیم نماید.

با توجه به اهمیت محصول‌های باغبانی در کشور و میزان بالای ضایعات پس از برداشت به دلیل فسادپذیری بالا، در این مقاله ضمن بررسی میزان ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی و علل بالا بودن این ضایعات در کشور، استراتژی‌های مؤثر در کاهش این ضایعات مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

۲- میزان ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی در کشور

یکی از مهم‌ترین و کارآمدترین مواردی که می تواند بهره‌وری تولید را در کشور افزایش دهد، کاهش حجم ضایعات پس از برداشت است. میزان دقیق ضایعات پس از برداشت در کشور مشخص نیست. با این وجود گزارش شده است میزان ضایعات محصول‌های کشاورزی در ایران، بین ۵ تا ۵۰ درصد و به طور متوسط ۳۰ درصد تخمین زده می‌شود. به طور متوسط در ایران ۱۶ درصد از محصول‌های زراعی و ۲۸ درصد از محصول‌های باغی در مرحله پس از برداشت تا زمان رسیدن به دست مصرف کننده از دست می‌رود که به صورت تقریبی منجر به هدر رفت ۱۸ درصد از آب مصرفی در بخش کشاورزی و ۱۸-۱۶ میلیارد دلار از سرمایه کشور می‌شود (Mirmajidi Hashtjin *et al.,* 2016). بیش‌ترین حجم ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی مربوط به توت‌فرنگی (۳۵-۴۰ درصد) و کم‌ترین آن مربوط به زعفران (۲-۳ درصد) است (Shahedi Baghkhandan, 2006). بررسی‌ها حاکی از آن است که نقش عوامل برداشت و پس از برداشت در هدر رفت ضایعات پس از برداشت بسیار پررنگ‌تر است. حمل‌ونقل صحیح، بسته‌بندی مناسب و انبارداری درست در به حداقل رساندن ضایعات پس از برداشت بسیار حائز اهمیت است (Mirmajidi Hashtjin *et al.,* 2016).

۳- مهم‌ترین علل ایجاد حجم بالای ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی

همان‌طور که اشاره شد، بخش عمده هدر رفت محصول‌های باغبانی به دلیل عوامل مرتبط به برداشت و پس از برداشت است. شکل ۲ نمای کلی از عوامل مختلف دخیل در افزایش ضایعات پس از برداشت

محصول‌های باغبانی در مراحل مختلف برداشت تا رسیدن به دست مصرف کننده را نشان می‌دهد. از مهم‌ترین علل حجم بالای ضایعات محصول‌های باغبانی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

– آگاهی محدود تولید کننده از بازار و قیمت محصول‌های تازه

– فن‌آوری نامناسب در مراحل برداشت، فرآوری و انبار

– در دسترس نبودن و عدم استفاده از دستگاه‌های خنک کننده پس از برداشت و کمبود اتاق‌های خنک‌کننده

– محدودیت‌های سامانه‌ای در درجه‌بندی، تفکیک و بسته‌بندی محصول و ترابری نامناسب کالا

– ضعف در رعایت استانداردهای کیفی

– ضعف در استفاده از سیستم شست‌وشو و پاک‌سازی محصول پس از برداشت

– آگاهی ناکافی از روش‌های نگهداری مناسب محصول

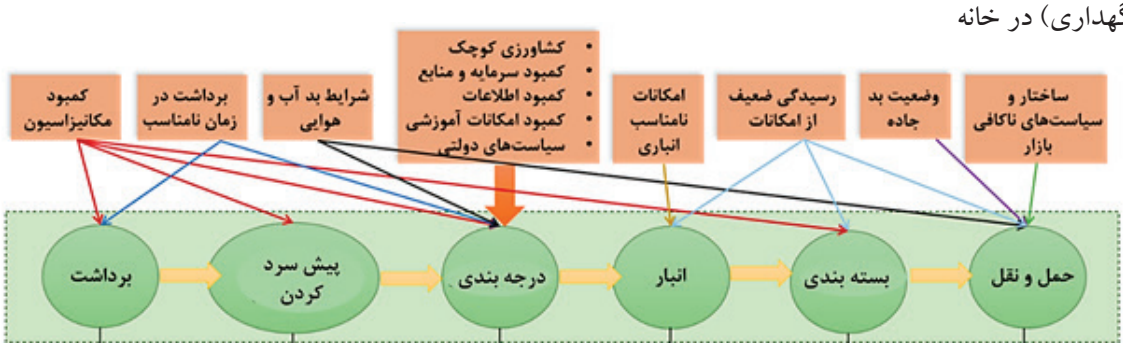
– نبود انسجام کافی زنجیره‌های جامع و یکپارچه برای درجه‌بندی، بسته‌بندی، انبار کردن، ترابری و بازار رسانی

– شکاف قابل‌توجه بین قیمت میوه و سبزی‌ها در مزرعه و قیمت عرضه‌شده به مصرف‌کنندگان

– ضایعات مصرف‌کننده به دلایل خرید بیش از حد، عدم برنامه‌ریزی، مدیریت ضعیف انبارداری (نگهداری) در خانه

(افت تخمین زده شده در این مرحله برای مصرف کننده حدود ۵/۸ درصد است (Moghaddasi, 2006; Shahedi Baghkhandan, 2006; Tefera *et al.* 2011a; Thamaga-Chitja *et al.* 2004). بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO, 2011) و WRAP[1] (۲۰۰۸)، ۳۹ تا ۴۰ درصد از کل زباله‌های خانگی را میوه و سبزیجات تشکیل می‌دهند. البته در کشورهای فقیر، درحال توسعه و توسعه یافته عدد زباله خانگی متفاوت است.

امنیت غذایی زمانی حاصل خواهد شد که تمام مردم جهان در هر زمان به مواد غذایی سالم، مکفی و مغذی برای تأمین نیازهای تغذیه‌ای یک زندگی سالم و فعال دسترسی داشته باشند (Pinstrup-Andersen, 2009). حجم بالای ضایعات محصول‌های افزون بر ضرر و زیان اقتصادی و آسیب‌های زیست محیطی، می‌تواند یک تهدید بالقوه و جدی برای امنیت غذایی جامعه باشد. کاهش ضایعات پس از برداشت می‌تواند با کاهش افت فیزیکی و افزایش درآمد از طریق رشد فرصت‌های ناشی از بازار بهبود یافته، باعث افزایش قدرت خرید غذا شده و میزان دسترسی به غذا را افزایش دهد (World Bank 2010). در سیاست‌گذاری‌های امنیت غذایی، برای اخذ تصمیمات صحیح و راهگشا، دسترسی به داده‌های شفاف در خصوص ضایعات پس از برداشت اهمیت حیاتی دارد.



شکل ۲- عوامل مؤثر بر افزایش ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی (برگرفته از Kumar and Kalita, 2017)

1-Waste and Resources Action Program

در ادامه، مهم‌ترین علل دخیل در حجم بالای ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی از منظر عوامل بیولوژیک و عوامل اقتصادی-اجتماعی مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۳-۱- عوامل بیولوژی

بخش قابل‌توجهی از محصول‌های کشاورزی ممکن است بدون اینکه مورد مصرف قرار گیرد، دچار فساد شده و در نهایت دور ریخته شوند. باقی ماندن محصول در فروشگاه‌ها برای طولانی‌مدت سبب افت کیفیت و فساد محصول شده و آن را از بین می‌برد یا با ایجاد نقص کیفی، بر ارزش غذایی و ارزش ریالی محصول تأثیر می‌گذارد (Nukenine, 2010). در این راستا دلایل بیولوژی که سبب اتلاف می‌شوند شامل حشرات و قارچ‌ها هستند. سرعت تکثیر این عوامل، به‌ویژه قارچ‌ها، تحت تأثیر شرایط محیطی است. ازاین‌رو، گسترش فساد و ضایعات در نواحی گرم بیش‌تر است زیرا شرایط برای فعالیت عوامل بیولوژیک بیش‌تر است. کشورهای توسعه‌یافته سیستم زنجیره‌ای سردکننده و تأثیرگذار برای تولیدات خود دارند تا بتوانند با کاهش فعالیت عوامل بیولوژیک، محصول را در دراز مدت در قفسه‌ها نگهداری کنند. افزون بر این، فن‌آوری‌های جدید و مدیریت پیچیده‌تر برای بهتر کردن شرایط نگهداری محصول‌های باغبانی در فروشگاه‌ها نیز گسترش یافته است که به امر فروش و نگهداری فرآورده کمک شایانی می‌کند (Lewis *et al.* 2005).

۳-۲- عوامل اجتماعی-اقتصادی

گرچه عوامل بیولوژی که به هدر رفتن مواد غذایی کمک می‌کنند به خوبی شناسایی شدند و فن‌آوری هم برای کاهش این نقص‌ها گسترش و بهبود یافته است، ولی این راهبرد و راه‌کارها، بدون یک یا چند عامل اجتماعی- اقتصادی تکمیل نمی‌شوند. عوامل اجتماعی-اقتصادی که به‌ویژه در کشور ایران مورد توجه است را می‌توان در دو بعد دانش ناکافی تولیدکنندگان، عرضه‌کنندگان و مصرف‌کنندگان و قوانین و برنامه‌های دولتی بررسی کرد. به دلیل کشاورزی سنتی، بسیار از باغداران با اصول اولیه مدیریت صحیح باغ و برداشت آگاه نیستند. به‌عنوان مثال، زمان برداشت در طول روز و خنک-سازی محصول (Pre-cooling) به‌محض برداشت، دو عامل کلیدی در تعیین عمر پس از برداشت است (Paull, 1999) که گهگاه به دلیل عدم وجود دانش کافی توسط باغداران مورد توجه قرار نمی‌گیرد و سبب افزایش ضایعات پس از برداشت محصولات باغبانی می‌شود. البته این موضوع فقط در خصوص پرورش‌دهندگان محصولات باغبانی صادق نمی‌باشد؛ عرضه کنندگان این محصول و حتی مصرف کنندگان نیز با اصول صحیح جابه‌جایی و نگهداری این محصول‌ها آشنایی نداشته و همین موضوع سبب می‌شود تا بخشی قابل توجهی از ضایعات پس از برداشت مربوط به بازه حمل و نقل تا مصرف باشد. به‌طوری که گزارش شده است از کل ضایعات پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها، ۳۰ و ۹ درصد به‌ترتیب به مرحله توزیع و مصرف اختصاص دارد (Hailu and Derbew, 2015). در بعد دوم می‌توان به عدم برنامه کشت منظم، حمایت ویژه از مکانیزاسیون در مرحله تولید و پس از برداشت، حمایت از احداث سردخانه‌ها و سیستم حمل و نقل مجهز به سردخانه، نظام خرید تضمینی و ترویج و آشنایی باغداران و عرضه‌کنندگان با اصول و فناوری‌های پس از برداشت اشاره کرد.

۳-۳- پوشش‌ها و سیستم‌های بسته بندی

بر اساس گزارش‌های صورت گرفته حدود ۴۵ درصد از کل ضایعات پس از برداشت به مرحله فراوری و بسته بندی اختصاص دارد. هم‌چنین بخشی از هدر رفت پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها در

مرحله حمل و نقل (۳۰ درصد) و مصرف (۹ درصد) نیز متأثر از نحوه بسته بندی و پوشش‌هایی است که برای افزایش عمر پس از برداشت این محصولات استفاده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، بسته‌بندی در کاهش تلفات و ضایعات پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌های تازه و نگهداری آن‌ها از چند ساعت تا چند هفته در محیط نقش کلیدی دارد. میوه‌ها و سبزی‌ها موجودات زنده‌ای هستند و حتی به فعالیت‌های فیزیولوژی و بیوشیمیایی خود پس از برداشت ادامه می‌دهند. محصول‌های تازه حاوی بیش از ۸۰ درصد رطوبت هستند که به‌سرعت پس از برداشت، طی تعرق از دست می‌دهند. هدر رفت آب این محصولات را می‌توان با بسته‌بندی مناسب به میزان قابل‌توجهی کاهش داد (Werma, 2000). به‌علاوه، بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته[1] (MAP) و به‌طورکلی بسته‌بندی فعال[2] نه‌تنها در کاهش هدر رفت آب محصول نقش کلیدی ایفا می‌کنند، بلکه به دلیل تغییر اتمسفر بسته‌ها به سمت کاهش تنفس سبب افزایش عمر پس از برداشت می‌شوند (Sedighi, 2016; Siddiqui *et al.,* 2018). در سال‌های اخیر استفاده از ساشه‌های حاوی جاذب اتیلن[3] از قبیل پرمنگنات پتاسیم، دی اکسید تیتانیوم و غیره در بسته‌بندی فعال توانسته است با تجزیه و کاهش غلظت اتیلن به‌طور معنی‌داری عمر پس از برداشت محصولات باغبانی را افزایش دهد (Hanumantharaju *et al.*, 2022). با این وجود، سهم سیستم‌های بسته‌بندی فعال در ماندگاری محصول‌های تازه به‌ویژه در ایران بسیار کم است.

۳-۴- امکانات حمل و نقل و بازار

اگر سیستم حمل و نقل مناسب برای عرضه محصول وجود نداشته باشد، بی‌شک میزان ضایعات پس از برداشت به صورت چشم‌گیری گسترش خواهند یافت. به‌عنوان مثال کشورهای حوزه صحرای آفریقا، پایین‌ترین سطح سرمایه‌گذاری حمل و نقل را نسبت به تمام دنیا دارند و تنها ۲۹ درصد جاده‌ها برای ترابری محصولات کشاورزی مناسب است. این موضوع کشاورزان خرده‌پا را مجبور کرده که برای بازرگانی محلی یا صادرات به کشورهای دیگر، محصول خود را با قیمت بسیار پائین (در حد یا پائین‌تر از قیمت تولید) به واسطه‌گران بفروشند (Tefera, 2012). هرچند در ایران زیرساخت‌های اساسی برای ترابری محصول وجود دارد، اما به‌دلیل دور بودن مراکز تولید از بازارهای بزرگ مصرف و عدم توسعه ناوگان تخصصی حمل و نقل محصولات باغبانی شامل کامیون‌ها و تریلرهای یخچال‌دار سبب شده تا عمده سود بخش کشاورزی و به‌ویژه باغبانی نصیب واسطه‌گران شود. شاید بهترین راه‌کار برای حل این مشکل، فعالیت گروهی تولیدکنندگان در قالب شرکت‌های تعاونی باشد. همکاری مؤثر پرورش‌دهندگان کوچک محصولات باغبانی می‌تواند منجر به توسعه یک سیستم ترابری تخصصی در یک مناطق شود و نه‌تنها راه را برای دسترسی به بازارهای جهانی هموار نماید، بلکه دست واسطه‌گران را نیز کوتاه نماید. علاوه بر توسعه شرکت‌ها تعاونی، در این خصوص نیاز به سرمایه گذاری بخش خصوصی در توسعه شرکت‌های حمل و نقل تخصصی است که البته این مهم بدون حمایت دولت میسر نمی‌شود.

۳-۵- اطلاعات بازاریابی و فروش

افزون بر ایجاد و گسترش شبکه ترابری، اطلاعات بازرگانی و ارتباطات بین تولیدکنندگان محصول و مصرف‌کنندگان نقش چشم‌گیری در بازار رسانی مؤثر، مدیریت محصول برداشت شده و امنیت غذایی ایفا می‌کند (Chapoto and Jayne 2010). ولی اغلب کشاورزان و نهادهای بخش خصوصی و حتی واسطه‌ها، به‌ویژه در نواحی روستایی، در دسترسی به چنین اطلاعاتی محدودیت دارند

1-Modified Atmosphere Packaging (MAP)
2-Active packaging
3-Ethylene Scavengers

(Klutse, undated; Ferris and Robbins 2004).
بیش‌تر دست‌اندرکاران بازار که به صورت مستقیم درگیر برداشت، حمل و نقل و بازرگانی می‌شوند، در زمینه چگونگی نگهداری محصول و حفظ کیفیت آن‌ها، اطلاعات محدودی دارند (CIMMYT, 2009). این مشکل یک چالش بزرگ در ایران است که برای رفع آن، نیازمند یک برنامه‌ی مؤثر بلند مدت، ترویجی و توسعه‌ای می باشد. به‌عبارت دیگر برای کاهش ضایعات محصولات باغبانی از دیدگاه اطلاعات بازاریابی و فروش در کشور، دولت باید از چند جنبه برنامه‌های خود را توسعه دهد. در گام اول و همان‌طور که در بخش حمل و نقل گفته شد، برای حذف واسطه‌ها از این بخش، لازم است دولت با حمایت و توسعه شرکت‌های تعاونی، باغداران خرد را در کنار هم قرار داده تا بتوانند به‌عنوان یک مجموعه بزرگ، محصول خود را بهتر عرضه نموده و ارتباط بیشتر با عرضه‌کنندگان و مصرف‌کنندگان داشته باشند. در گام دوم، سازمان‌های ذی‌ربط می‌توانند با گسترش و ترویج صحیح اطلاعات و برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی، به صورت چشم‌گیری دانش تولیدکننده و بازرگانان فعال در این بخش را ارتقای داده و به کاهش ضایعات پس از برداشت کمک نمایند. در گام سوم، باید از ظرفیت فناوری‌های جدید فراهم نمودن امکانات جدید ارتباطی گردیده و کشاورزان را قادر نموده است در سطح کشوری و حتی بین‌المللی، ارتباط آسان و مؤثری در جنبه‌های مختلف محصول‌های تولیدی خود داشته باشند.

٤- استراتژی‌های مؤثر در کاهش ضایعات محصول‌های باغبانی

کاهش ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی مستلزم تلاش همه جانبه از سمت دولت، تولید کننده، فعالین بخش توزیع و مصرف کنندگان است. مهم‌ترین و اولین قدم در این راستا، آموزش تولیدکنندگان و توزیع کنندگان، بهبود امکانات ترابری، آشنا نمودن مصرف کننده با روش‌های صحیح ذخیره‌سازی محصول در خانه، توسعه زنجیره‌ی مناسب خنک سازی میوه و سبزیجات و ترابری، درجه‌بندی و تفکیک، انبار کردن، بسته‌بندی و بازاریابی میوه و سبزی‌ها در نواحی مختلف کشور و حمایت دولت از توسعه روش‌های نوین انبار کردن و نگهداری محصول مانند توسعه انبارهای اتمسفر کنترل شده در مناطق مختلف کشور و هم‌چنین تأمین منابع برای پژوهش در زمینه فیزیولوژی و فن‌آوری‌های پس از برداشت هستند.

٤-١- آموزش و ترویج باغداران، عرضه‌کنندگان و مصرف کنندگان

همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد، یکی از دلایل بالا بودن ضایعات پس از برداشت به‌ویژه در کشورهایی مثل ایران، عدم آگاهی کافی مصرف‌کننده، توزیع‌کننده و تولیدکننده محصولات باغبانی از نحوه نگهداری و اصول پس از برداشت است. لازم است این آموزش در سطوح مختلف انجام گیرد. آموزش کشاورزان برای بهبود کیفیت و کاهش ضایعات محصول‌های از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. در این راستا فعالیت‌های ارزنده‌ای توسط وزارت جهاد کشاورزی انجام شده است. برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت در رابطه با روش‌های مدیریت محصول و نگهداری، درجه‌بندی و بسته‌بندی محصول برای کارشناسان و باغداران قدم بزرگی برای کاهش ضایعات بوده است. با این وجود لازم است این برگزاری این دوره‌های آموزشی افزایش یابد. افزون بر این، برگزاری گردهمایی‌های ویژه‌ای با عنوان روز مزرعه، فرصت مناسبی برای تبادل نظر و ارائه دستاوردهای پژوهشگران به کشاورزان فراهم

می‌آورد (Shahedi Baghkhandan, 2006). علاوه بر آموزش باغداران، کارشناسان و توزیع‌کنندگان محصولات باغبانی، لازم است دولت با استفاده از ظرفیت موجود در فضای مجازی، تلویزیون و رادیو، اقدام به ارتقای دانش مصرف‌کنندگان در خصوص نحوه نگهداری و کاهش ضایعات این محصولات نماید.

٤-٢- حمایت از توسعه فناوری‌های نوین پس از برداشت

با توسعه فناوری‌های نوین انقلابی بزرگ در همه حوزه‌ها مختلف از جمله صنعت باغبانی به‌عنوان یکی از زیربخش‌های ارزآور بخش کشاورزی با مزیت نسبی بالا به وجود آمد. این فناوری‌ها توانسته‌اند به‌طور معنی‌داری کارایی تولید محصولات باغبانی و امنیت غذایی را افزایش و هزینه‌های تولید، آلودگی ناشی از فعالیت‌های باغی و ضایعات پس از برداشت را کاهش دهند (Deng et al., 2015). حسگرها از جمله حسگرهای تشخص آفات و بیماری، حسگرهای تعیین وضعیت آبی و تغذیه‌ای و حسگرهای تعیین شاخص برداشت (Guo *et al*., 2015; Zhang *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2017)، ربات‌های برداشت (Jia *et al.*, 2020)، سردخانه‌ها با اتمسفر کنترل شده، نانوتکنولوژی و بیوتکنولوژی از جمله این فناوری‌های نوین هستند که سبب تحول بزرگی در دنیا و مدیریت بهتر محصولات کشاورزی و به دنبال آن افزایش امنیت غذایی و کاهش ضایعات پس از برداشت شده‌اند. سردخانه‌های با اتمسفر کنترل شده، ماشین‌های مکانیزه شستشو، درجه-بندی و بسته‌بندی محصولات باغبانی از جمله دستاوردهای اختصاصی فناوری نوین در پس از برداشت است که با سرعت فزاینده‌ای در حال توسعه است. به‌عنوان مثال، گزارش شده است که بازار جهانی بسته‌بندی غذا و میوه‌ها و سبزی‌های تازه خوری بالغ بر ۷۹/۸ میلیارد دلار است که تا سال ۲۰۲۵ با نرخ رشد سالانه ۳/۵ درصد افزایش و به بیش از ۹۵/۲ میلیارد دلار خواهد رسید. توسعه این صنعت باعث شده است که نه‌تنها هزینه نگهداری کاهش یابد، بلکه میزان ضایعات پس برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها به‌طور معنی‌داری کمتر شود (Anonymous, 2020). این مهم برای کشورهای در حال توسعه از جمله ایران که میزان ضایعات پس برداشت آن‌ها تا ۵۰ درصد از تولید می‌باشد، بسیار حائز اهمیت است. خوشبختانه مطالعات وسیعی در زمینه استفاده از این فناوری‌ها به‌ویژه بسته‌بندی میوه‌ها و سبزی‌ها در اتمسفر تغییر یافته (MAP) و استفاده از انبارهای با اتمسفر کنترل شده (CA) در کشور صورت گرفته است (فخاریان و همکاران، ۱۳۸۷؛ گنجه، ۱۳۸۹؛ کاشانی نژاد و صداقت، ۱۳۹۲؛ دوستی و صداقت، ۱۳۹۶؛ صفی زاده، ۱۳۹۸). با این وجود، با توجه به حجم بالای تولید میوه در کشور، میزان توسعه این فناوری‌ها با میزان تولید کشور مطابقت ندارد و همین امر باعث شده تا میزان ضایعات پس از برداشت در کشور هنوز بالاتر از میانگین جهانی باشد؛ بنابراین ضرورت دارد تا بخش اجرا با به‌کارگیری استراتژی-های مختلف تشویقی و حمایتی نسبت به توسعه این فناوری‌ها گام مؤثرتری بردارد.

٤-٣- سیاست‌گذاری مؤثر در سطوح مختلف

کنترل قیمت‌ها توسط دولت می‌تواند نقش بسزایی در کاهش میزان ضایعات و حفظ فراورده‌های باغبانی داشته باشد (Gruère and Sengupta 2008; Chapoto and Jayne 2010). اگر کنترل قیمت‌ها فقط بر حمایت از مصرف-کننده متمرکز باشد، نمی‌تواند در حفظ کیفیت فرآورده‌ها و تأمین محصول‌های تأثیر چندانی داشته باشد (Jayne and Argwings-Kodhek 1997). در حالی که اگر مقررات به نحوی وضع و اجرا شود که انبارداری و امنیت غذایی را نیز پوشش دهد، نقش مؤثرتری در حمایت از مصرف کننده و

هم‌چنین حفظ محصول خواهد داشت (Jayne and Rubey 1993).

نقش بخش خصوصی در توسعه بازار فن‌آوری‌های مرتبط با پس از برداشت محصول‌های باغبانی محدود است و عدم دسترسی کشاورزان به چنین فن‌آوری‌هایی، سبب کاهش تقاضا و توسعه آن‌ها شده است (Ferris and Wheatley 2001; FAO 2010). این عوامل با اثرات متقابلی که بر هم می‌گذارند سبب کاهش تأمین فن‌آوری و افزایش هزینه‌های فرآوری و نگهداری محصول می‌شود (Mylene *et al*. 2002). سیاست‌گذاری‌هایی که انگیزه لازم برای انجام پژوهش‌های مرتبط و هم‌چنین ورود بخش خصوصی به توسعه و گسترش فن‌آوری‌های پس از برداشت را ایجاد می‌نمایند، می‌توانند این مشکلات را بهبود بخشند (Chapoto and Jayne 2010). در ایران و در بسیاری از دیگر کشورها تلاش و سرمایه گذاری عظیمی برای افزایش تولید انجام می‌شود، ولی مشوق‌های مبتنی بر سیاست‌گذاری‌های کلان برای توسعه فن‌آوری‌های پس از برداشت و کاهش ضایعات محصول کم‌رنگ هستند. لذا با توجه به مزایای متعددی که در این خصوص وجود دارد، نیاز است تا با اخذ تصمیمات جدی در راستای فراهم آوردن مشوق‌های اقتصادی و هم‌چنین اختصاص یارانه برای واردات، توسعه و بومی‌سازی فن‌آوری‌های پس از برداشت، ضمن کاهش هزینه‌های استقرار و استفاده از این فن‌آوری‌ها، هزینه برای گسترش آن‌ها در کشور فراهم شود.

٤-٣- بازاریابی کارآمد

بررسی‌های متعددی روی بازاریابی و فروش محصول‌های باغبانی در ایران انجام شده است. تحقیق روی گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی نشان داده است که سهم تولید کننده از قیمت نهایی محصول در حدود ۳۶ تا ۴۰ درصد است (Moghaddasi, 2006). سهم محدود کشاورز از فروش فرآورده سبب کاهش انگیزه برای بهبود کیفیت فرآورده در جهت افزایش عمر پس از برداشت آن با روش‌های مدیریت تغذیه و داشت محصول می‌شود؛ زیرا چنین روش‌هایی هزینه‌بردار هستند و از طرفی روی عملکرد و ظاهر میوه تأثیر چندانی ندارند. افزون بر این، درآمد محدود تولیدکننده امکان توسعه تجهیزات مزرعه‌ای مانند دستگاه‌های خنک‌کننده محصول و دستگاه‌های دسته‌بندی و درجه‌بندی آن را در مزرعه را فراهم نمی‌آورد. با توجه به اهمیت چنین دستگاه‌هایی، افت شدید کیفیت محصول و حجم بالای ضایعات پس از برداشت غیرقابل اجتناب است (Kimenju *et al*. 2009). از طرف دیگر همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد، سود بیش از حد واسطه‌گران سبب شده تا به توسعه روش‌های بهبود کیفیت و ماندگار محصول چندان توجه نشود؛ بنابراین به نظر می‌رسد توسعه تعاونی‌های کشاورزی، ضمن اینکه سود کشاورز را از محصول تولید شده افزایش می‌دهد که فرآیند بازار رسانی محصول را بهینه نموده و میزان ضایعات را به صورت چشم‌گیری محدود می‌سازد.

٥- نتیجه‌گیری کلی

ضایعات پس از برداشت محصولات باغبانی از نظر میزان محصولی که از بین می‌رود و یا کاهشی که در کیفیت محصول ایجاد می‌شود، قابل‌توجه است. همچون سایر کشورها، در ایران نیز دلایل متعددی از قبیل عوامل بیولوژیک، عوامل اقتصادی-اجتماعی، عدم توسعه فناوری‌های نوین پس از برداشت و مسائل مرتبط با سیاست‌گذاری در این زمینه دخیل هستند. این مشکلات را می‌توان با شناسایی عوامل بیولوژیک اصلی ایجاد کننده فساد در هر فرآورده، تدوین سیاست‌های کمک کننده به بخش تحقیقات و مشوق بخش خصوصی برای دخیل شدن در مبحث

توسعه فن‌آوری‌های پس از برداشت و ترویج آن، کمک به دانش افزایی محققین، فعالان حوزه ترویج و کشاورزان و توسعه راه‌کارها و برنامه‌هایی جهت انتقال دانش از بخش تحقیق به کشاورزان کاهش داد. در این میان آموزش تولیدکنندگان و فعالان امر و هم‌چنین مصرف‌کنندگان می‌تواند سنگ بستر مقابله با ضایعات محصول‌های باغبانی در کشور باشد. در این راستا به برنامه‌های متمرکز و بلند مدتی در مزارع برای آشنا نمودن کشاورزان با روش‌ها و فنون مدیریت صحیح محصول و استفاده بهینه از سموم آفت‌کش، علف‌کش و کودهای شیمیایی و هم‌چنین آشنایی با روش‌های برداشت و نگهداری محصول نیاز است. هم‌چنین لازم است با استفاده از ظرفیت موجود در فضای مجازی و رسانه ملی، اقدام به ارتقای دانش مصرف‌کنندگان در خصوص نحوه نگهداری و کاهش ضایعات محصولات باغبانی نمود. در نهایت، نظارت دولتی بیش‌تری بر بازار سبزی‌ها و میوه‌ها نیاز است تا ضمن حصول اطمینان از سلامت محصول، بر

تضاد و تعارض منافع: نویسنده هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می نمایند.

منابع

آمارنامه کشاورزی. (۱۳۹۹). آمارنامه کشاورزی ایران. جلد سوم: محصولات باغبانی. مرکز آمار ایران، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی ایران: ۱۶۴ ص.

بی‌نام. (۱۴۰۰). آمارنامه تجارت خارجی جمهوری اسلامی ایران. دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات گمرک جمهوری اسلامی ایران.

دوستی، ز. و صداقت، ن. (۱۳۹۶). بسته بندی های نوین در حفظ میوه ها و سبزی های تازه برش خورده. اولین همایش ملی تکنولوژی های نوین در علوم و صنایع غذایی و گردشگری ایران، بابلسر، ایران.

صفی زاده، م. (۱۳۹۸). اثر بسته بندی با اتمسفر تغییر داده شده فعال و غیرفعال بر کیفیت میوه های انار رقم رباب نی ریز در طی دوره انبارمانی سرد. مجله علوم و فنون باغبانی ایران؛ ۲۰ (۱)، ۵۱-۶۴.

فخاریان، ن.، حسن پوراصیل، م؛ و عسگری، م. (۱۳۸۷). تاثیر بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته (MAP) و انبار سرد بر صفات کمی و کیفی دو رقم کاهو (*Lactuca sativa* L.). علوم و صنایع غذایی ایران؛ ۵(۱)، ۳۷-۵۰.

کاشانی نژاد، م. و صداقت، ن. (۱۳۹۲). تکنولوژی بسته بندی میوه ها و سبزیجات برش خورده، دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان، ایران.

گنجه، م. (۱۳۸۹). بسته بندی اتمسفر تغییر یافته در میوه و سبزی، فصلنامه علوم و فنون بسته بندی، ۱(۴)، ۴۰.

Anonymous. (2020). Agricultural sensor market - growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2021 - 2026). Mordor Intelligence. Available at: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/agricultural-sensors-market.

Chapoto, A., & Jayne, T. S. (2010). Maize Price Instability in Eastern and Southern Africa: The Impact of Trade Barriers and Market Interventions. Prepared for the COMESAOMESA policy seminar on "Variation in staple food prices: Causes, consequence, and policy options", Maputo, Mozambique, 25–26 January 2010 under the COMESAOMESA-MSU-IFPRI African Agricultural Markets Project (AAMP).

CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center). (2009). Annual Report. Effective Grain Storage for Better Livelihoods of African Farmers Project. CIMMYT-Nairobi, Kenya, p. 35.

de Lucia, M., & Assennato, D. (1994). Agricultural Engineering in Development: Post-harvest Operations and Management of Food grains. FAO Agricultural Services Bulletin No. 93.

Deng, L., Lyu, Q. & Yang, S.X., (2015). Intelligent information technologies in fruit industry. Intelligent Automation & Soft Computing, 21(3), 265-267.

FAO. (2010). Reducing post-harvest losses in grain supply chains in Africa: Lessons learned and practical guidelines. FAO/World Bank Work. FAO Headquarters, Food and Agricultural Organization of the United Nations. 154 pp.

FAO. (2017). The future of food and agriculture – Trends and challenges. 180 pp.

FAO. (2020). FAO statistical yearbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC).

Ferris, S., & Robbins, P. (2004). Developing marketing information services in Eastern Africa: The FOODNET experience. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.

Ferris, S., & Wheatley, C. (2001). FAO/GFAR Global Initiative on Post-harvest Technology, Phase 1. Report on the Regional Workshop for Africa, Held at Entebbe, Uganda, 17–19 September 2001.

Gruère, G., & D., Sengupta (2008). Biosafety at the Crossroads: An Analysis of South Africa's Marketing and Trade Policies for Genetically Modified Products. IFPRI Discussion Paper 00796, Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

Guo, D., Xie, R., Qian, C., Yang, F., Zhou, Y. & Deng, L., (2015). Diagnosis of CTV-infected leaves using hyperspectral imaging. Intelligent Automation & Soft Computing, 21(3): 269-283.

Gupta, G. S. (2019). Land degradation and challenges of food security. Review of European Studies; 11: 63.

Hailu, G., & Derbew, B. (2015). Extent, causes and reduction strategies of postharvest losses of fresh fruits and vegetables–A review. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 5(5), 49-64.

Hanumantharaju, K. N., Chaithradeepa, G. M., Avinash, V. P., David Elisha Henry, S. A., & Lokesh, A. C. (2022). Development of eco-friendly low-cost package for shelf-life enhancement of fruits and vegetable.

Hassan, J., Khan, M. N. E. A., Rajib, M. M. R., Suborna, M. N., Akter, J., & Hasan, M. F. A. (2022). Sustainable horticultural waste management: industrial and environmental perspective. In: Masuelli, M.A. (Ed.), Pectins. Intech Open press.

Hodges, R. J., Bernard, M., Knipschild, H., & Rembold, F. (2010). African Postharvest Losses Information System – a network for the estimation of cereal weight losses. In Proceedings of the 10th

International Working Conference on Stored Products Protection, 27 June to 2 July 2010, Estoril, Portugal (Ed. M. O. Carvalho), pp. 958–964. Lisbon: IICT.

Hodges, R.J., Buzby, J.C., & Bennett, B. (2011). Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use. The Journal of Agricultural Science, 149, 37-45.

Jayne, T. S., & Argwings-Kodhek, G. (1997). Consumer response to maize market liberalization in urban Kenya. Tegemeo Institute for Agricultural Policy and Development, Egerton University, Kenya.

Jayne, T. S., & Rubey, L. (1993). Maize milling, market reform and urban food security: The case of Zimbabwe. World Development, 21, 575–988.

Jia, W., Zhang, Y., Lian, J., Zheng, Y., Zhao, D. & Li, C., (2020). Apple harvesting robot under information technology: A review. International Journal of Advanced Robotic Systems, 17(3): 1-16.

Kimenju, S. C., De Groote, H., & Hellin, H. (2009). Preliminary Economic Analysis: Cost effectiveness of the use of improved storage methods by small scale farmers in east and southern Africa countries. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). p. 17.

Kumar, D., & Kalita, P. (2017). Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. Foods 6, 8.

Mirmajidi Hashtjin, A., Famil Momen, R., & Goodarzi, F. (2016). Reducing agricultural waste: The main strategy in promoting food security. Center of Planning and Monitoring Research, Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran: 1-44.

Moghaddasi, R. (2006). Chapter 9. In: Postharvest management of fruit and vegetables in the Asia-Pacific region. Ed. R.S., Rolle. Asian Productivity Organization. pp. 164-168.

Mylene, K., Christopher, L. D., Gabre-Madhin, E. Z., Nicholas, M., & Michael, J. (2002). Reforming agricultural markets in Africa. Washington: International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Nukenine, E. N. (2010). Stored product protection in Africa: Past, present and future. Julius-Kühn-Archiv, 425, 26–4.

Paull, R. (1999). Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. Postharvest biology and technology, 15(3), 263-277.

Pinstrup-Andersen, P. (2009). Food security: Definition and measurement. Food Security, 1, 5–7.

Shahedi Baghkhandan, M. (2006). Chapter 10. In: Postharvest management of fruit and vegetables in the Asia-Pacific region. Ed. R.S., Rolle. Asian Productivity Organization. pp. 169-174.

Tefera, T., (2012). Post-harvest losses in African maize in the face of increasing food shortage. Food Security, 4(2), pp.267-277.

Tefera, T., Mugo, S., Likhayo, P., & Beyene, Y. (2011). Resistance of three-way cross experimental

maize hybrids to postharvest insect pests, the larger grain borer (Prostephanus truncatus) and maize weevil (Sitophilus zeamais). International Journal of Tropical Insect Sciences, 31, 3–12.

Thamaga-Chitja, J. M., Hendriks, S. L., Ortmann, G. F., & Green, M. (2004). Impact of maize storage on rural household food security in Northern Kwazulu-Natal. Tydskrif vir Gesinsekologie en Verbruikerswetenskappe, 32, 8–15.

World Bank (2010). Missing Food: The case of post-harvest grain loss in sub-Saharan Africa. Report No. 60371-AFR. NW Washington, DC.

Zhang, B., Peng, B., Zhang, C., Song, Z., & Ma, R. (2017). Determination of fruit maturity and its prediction model based on the pericarp index of absorbance difference (IAD) for peaches. PloS One, 12(5): e0177511.

Zhang, Y., Zheng, L., Sun, H. & Yang, W., (2015). An optical detector for determining chlorophyll and nitrogen concentration based on photoreaction in apple tree leaves. Intelligent Automation & Soft Computing, 21(3): 409-421.