

زودآیند ویرایش نشده

علل ایجاد ضایعات در زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در استان کرمانشاه

مصطفی مرادی^۱، حسین شعبانعلی فمی^۲، علی اکبر براتی^۳، رضا صالحی محمدی^۴

چکیده

امروزه ضایعات مواد غذایی به یک نگرانی جهانی برای سامانه‌های کشاورزی-غذایی پایدار تبدیل شده است. بر اساس بررسی‌های میدانی، سالانه بخش زیادی از سبزیجات برگی در استان کرمانشاه در نتیجه‌ی ناکارآمدی زنجیره‌ی تأمین به ضایعات تبدیل می‌شوند. با این حال، هیچ آمار و اطلاعات دقیقی از میزان ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین و محرک‌های آن ارائه نشده است. این مطالعه با هدف اندازه‌گیری میزان ضایعات در زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در استان کرمانشاه و شناسایی علل آن انجام شده است. ابزار جمع‌آوری داده‌های تحقیق، پرسشنامه بود. جامعه‌ی آماری این مطالعه، شامل دو گروه از متخصصان موضوعی و کنشگران زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در سال ۱۴۰۰ بود. در مجموع، ۶۰ نفر متخصص و ۷۲۸ نفر از کنشگران در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که مراحل تولید (با ۲۴ درصد ضایعات) و مصرف خانوار (با ۲۱ درصد ضایعات)، مهم‌ترین نقاط ورود برای مداخله و اعمال راهبردهای کاهش ضایعات سبزیجات برگی هستند. نتایج بررسی علل و محرک‌های تولید ضایعات نشان داد که کیفیت نامناسب محصول عرضه‌شده به هر یک از مراحل زنجیره‌ی تأمین به دلیل اقدامات نامطلوب و رفتارهای کنشگران در مراحل پیشین، یکی از مهمترین علل ایجاد ضایعات سبزیجات برگی به شمار می‌رود؛ بنابراین، به‌کارگیری اقدامات و راهبردهای مقابله با علل ایجاد ضایعات در مراحل پیشین زنجیره‌ی تأمین،

۱- دانشجوی دکتری توسعه کشاورزی، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- نویسنده مسئول و استاد گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (hfami@ut.ac.ir)

۳- استادیار گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴- استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

ضمن کاهش ضایعات در این مراحل، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش میزان ضایعات در مراحل نهایی زنجیره‌ی تأمین دارد.

کلمات کلیدی: پسماند غذا، سبزیجات برگی، امنیت غذایی، زنجیره‌ی غذا، فرآیند تحلیل

شبکه

مقدمه

امروزه ضایعات مواد غذایی به یک نگرانی جهانی برای سامانه‌های کشاورزی-غذایی پایدار تبدیل شده است. پیش از بررسی دقیق ضایعات مواد غذایی لازم است که دو مفهوم مرتبط با ضایعات مواد غذایی یعنی تلفات غذا و ضایعات غذا مورد بررسی قرار گیرد؛ تلفات غذا به کاهش جرم (ماده خشک) یا ارزش غذایی (کیفیت) مواد غذایی در مراحل تولید، پس از برداشت و فرآوری زنجیره‌ی تأمین اشاره دارد که عمدتاً به ناکارآمدی در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی مانند فقدان زیرساخت‌های مناسب تولید، حمل و نقل و فرآوری، مهارت‌های ناکافی، دانش و ظرفیت مدیریت بازیگران زنجیره‌ی تأمین و عدم دسترسی به بازار مربوط می‌شود. درحالی‌که ضایعات غذا به کاهش کمیت و کیفیت مواد غذایی مناسب برای مصرف انسان در مراحل انتهایی زنجیره‌ی تأمین (خرده‌فروشی و مصرف) اشاره دارد که اغلب به رفتارها و تصمیمات آگاهانه افراد وابسته است (Parfitt et al., 2010; FAO, 2014). این مطالعه به بررسی ضایعات از مرحله پیش از برداشت تا مصرف می‌پردازد و با توجه به اینکه تمایز بین رفتارهای مبتنی بر اسراف و سایر علل ایجاد ضایعات به‌آسانی امکان‌پذیر نیست (Beausang et al., 2017)، بین این دو اصطلاح تفاوتی قائل نمی‌شود. بر این اساس، در این مطالعه اصطلاح «ضایعات سبزیجات برگی» به آن بخش از سبزیجات برگی اشاره دارد که با هدف مصرف انسان تولید شده‌اند، اما در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین به دلایل مختلف از چرخه مصرف خارج می‌گردد.

بر اساس گزارش سازمان خواربار کشاورزی ملل متحد (فائو) سالانه تقریباً ۱/۳ میلیارد تن مواد غذایی در جهان هدر می‌رود (FAO, 2011) که ۳۵ میلیون تن (معادل ۲/۷ درصد) از آن مربوط به ایران است (FinancialTribune, 2017). ضایعات محصولات کشاورزی تأثیر منفی بر اقتصاد، محیط‌زیست و جامعه دارد (Irani et al., 2018). در سطح مزرعه، ضایعات منجر به افزایش هزینه‌ها و درآمدهای از دست رفته برای کشاورزان می‌شود و درعین حال، هزینه‌های بیشتری را به ازای هر واحد غذا به مصرف‌کنندگان تحمیل می‌کند (Lipinski et al., 2013). علاوه بر این، ضایعات مواد غذایی به مفهوم افزایش فشار بر منابع آب، خاک، انرژی، تنوع زیستی و انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای است (Amicarelli et al., 2021). علاوه بر

انگیزه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی برای کاهش ضایعات مواد غذایی، یک ضرورت اخلاقی برای بهبود کارایی تولید مواد غذایی به‌منظور برآورده کردن تقاضای روزافزون مواد غذایی جمعیت در دهه‌های آینده وجود دارد. با توجه به پیش‌بینی‌های افزایش جمعیت در کشور ما این موضوع از اهمیت بیشتری برخوردار است. مطابق پیش‌بینی‌های جمعیت‌شناختی، جمعیت ایران در سال ۱۴۳۰ به ۹۲ تا ۹۴ میلیون نفر خواهد رسید که این به مفهوم نیاز به تولید حداقل ۲۵ میلیون تن محصول کشاورزی بیشتر است (Rastegari & Tifori, 2015). در حالی که بخش کشاورزی ایران به‌عنوان تولیدکننده اصلی غذای جمعیت با چالش‌های بسیاری از جمله کمبود و بحران آب (Barati et al., 2019)، شرایط نامناسب اقلیمی (Vaghefi et al., 2019)، تغییر کاربری و خردی و پراکندگی اراضی (Barati et al., 2021)، شیوه‌های سنتی تولید، استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات قدیمی و ضعف در سیستم بازاریابی مواجه است (Bartolini et al., 2017). با توجه به شرایط پیش‌رو، تغذیه جمعیت فزاینده بدون افزایش اثرات زیست‌محیطی کشاورزی مستلزم اجرای ترکیبی از راهبردی‌های مؤثر در هر دو طرف تقاضا و عرضه از جمله کاهش ضایعات و بهبود مدیریت زنجیره‌ی تأمین محصولات کشاورزی است (Bajželj et al., 2014).

سبزیجات برگی از جمله محصولاتی هستند که یکی از بالاترین نرخ‌های ضایعات را در طول زنجیره‌ی تأمین دارند. چالش عمده در زنجیره‌های تأمین این محصولات این است که باید از زمان برداشت تا رسیدن به دست مصرف‌کننده نهایی در یک حالت تازه توزیع شوند (Hugos, 2018)؛ بنابراین، هرگونه ضعف و ناکارآمدی در زنجیره‌ی تأمین موجب خارج شدن بخش زیادی از این محصولات از چرخه مصرف می‌شود. مطابق بررسی‌های انجام‌شده در استان کرمانشاه، به دلیل ماهیت فسادپذیر این محصولات در کنار مشکلات زنجیره‌ی تأمین از جمله روش‌های قدیمی تولید، شبکه‌های توزیع ناکارآمد، ضعف سیستم حمل‌ونقل، ذخیره‌سازی محصولات در دما و شرایط نامناسب و بسته‌بندی نامناسب و غیره سالانه بخش زیادی از سبزیجات برگی به ضایعات تبدیل می‌شوند (Abadi et al., 2021). علی‌رغم اینکه بالا بودن میزان ضایعات سبزیجات برگی یک واقعیت عینی است، دانش دقیقی در مورد مکان و بزرگی ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین این محصولات وجود ندارد. شواهد نشان داده است که رویکردها و فناوری‌های به کار گرفته‌شده برای کاهش ضایعات مواد غذایی در سطح جهان تأثیر چندانی بر کاهش آن نداشته است؛ زیرا یکی از موانع بزرگ در تلاش برای دستیابی به کاهش ضایعات مواد غذایی در زنجیره‌ی تأمین، عدم آگاهی صریح از بزرگی واقعی ضایعات است که اندازه‌گیری پیشرفت در زمینه اهداف کاهش ضایعات را غیرممکن می‌کند (Affognon et al., 2015). برآوردهای غیردقیق از میزان ضایعات همراه با درک نادرست از نقاطی از زنجیره‌ی تأمین که در

آن ضایعات اتفاق می‌افتد، می‌تواند منجر به بروز خطاهای سیاست‌گذاری و مداخلات غیر مؤثر برای کاهش ضایعات مواد غذایی گردد (Affognon et al., 2015). بنابراین، اولین گام اساسی در جهت حل مسئله، تعیین مکان و بزرگی ضایعات است (Caldeira et al., 2019). علاوه بر این، به‌کارگیری هرگونه راهبرد با هدف کاهش ضایعات مستلزم درک علل اصلی آن است.

مطالعات گسترده‌ای در ایران و سراسر جهان در زمینه علل ضایعات مواد غذایی در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین انجام شده است که در ادامه به برخی از مرتبط‌ترین مطالعات به موضوع تحقیق اشاره می‌گردد. برخی از این مطالعات به بررسی علل ضایعات در بخش تولید و مراحل پس از برداشت پرداخته‌اند. در این زمینه بوسانگ و همکاران (Beausang et al., 2017)، عواملی مانند نگرش کشاورزان نسبت به ضایعات محصولات کشاورزی، آفات و بیماری‌ها، استانداردهای کیفیت ظاهری محصول، تغییرات اقلیمی، عدم تطابق عرضه و تقاضا، روش‌های نامناسب برداشت و کمبود امکانات پردازش و ذخیره‌سازی را به عنوان مهم‌ترین علل ضایعات در مرحله تولید محصولات باغی در اسکاتلند معرفی نمودند. بالاجی و آرشیندر (Balaji & Arshinder, 2016) نشان دادند که عمده ضایعات مواد غذایی فسادپذیر در هندوستان متأثر از عواملی نظیر بالا بودن تعداد واسطه‌ها و فقدان روش‌های علمی برداشت است. گارداس و همکاران (Gardas et al., 2018) با ارزیابی علل ضایعات پس از برداشت در زنجیره‌ی تأمین میوه و سبزیجات در هندوستان با استفاده از روش DEMATEL، کمبود امکانات مناسب بسته‌بندی، کمبود امکانات ذخیره‌سازی مناسب و زیرساخت‌های ناکافی را به عنوان مهم‌ترین علل ضایعات میوه و سبزیجات معرفی کردند. ابرا و همکاران (Abera et al., 2020) نشان دادند که میزان و علل تلفات پس از برداشت گوجه‌فرنگی در منطقه شرق شیوا در اتیوپی نتیجه عواملی مانند نوسانات بازار، عدم مدیریت دما، بسته‌بندی ضعیف و جایجایی مخلوط و بی‌احتیاطی است. ماگالهایس و همکاران (Magalhaes et al., 2021) نیز علل ضایعات در زنجیره‌ی تأمین میوه و سبزیجات در پرتغال را با استفاده از روش مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) بررسی کرده و سیستم‌های حمل‌ونقل ناکافی، بسته‌بندی ناکافی، کمبود امکانات ذخیره‌سازی، ضعف تکنیک‌های جایجایی و عدم هماهنگی و اشتراک اطلاعات را به عنوان مهم‌ترین علل ضایعات معرفی نمودند.

برخی مطالعات نیز به بررسی علل ضایعات در سطح رستوران‌ها و واحدهای خدمات غذایی پرداخته‌اند. به عنوان نمونه، اوفی و میکلسن (Ofei & Mikkelsen, 2011) به این نتیجه رسیدند که شایع‌ترین دلایل هدر رفتن مواد غذایی در رستوران‌های دانمارک عبارت‌اند از: نگهداری نامناسب پس‌مانده‌های غذایی، آماده‌سازی بیش‌ازحد غذا، دشواری در پیش‌بینی تعداد مشتری، عدم آگاهی از میزان ضایعات غذایی و هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی آن، باقی

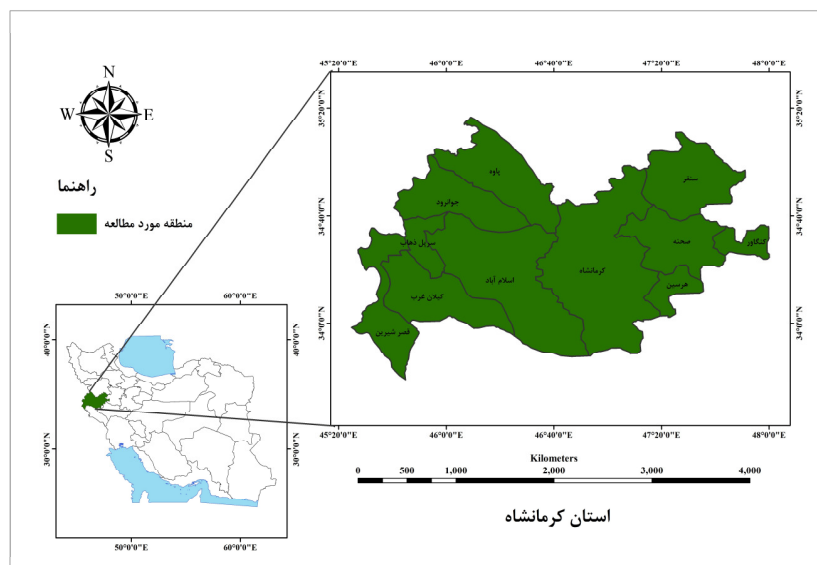
ماندن غذا در بشقاب مشتری و ترجیحات غذایی متفاوت مشتریان. فیلیمونای و همکاران (Filimonau & Delysia, 2019) عواملی نظیر استفاده از تجهیزات آشپزی منسوخ و عدم آموزش کارکنان را تعیین کننده ضایعات مواد غذایی در بخش خدمات غذایی بلغارستان دانسته‌اند. پیرانی و عرفات (Pirani & Arafat, 2016) نیز بر نقش عواملی نظیر پیش‌بینی تقاضای ضعیف و مدیریت ناکارآمد مواد غذایی از سوی مدیران رستوران به‌عنوان مهمترین علل ایجاد ضایعات مواد غذایی در صنعت مهمانداری کشور امارات متحده عربی تأکید کردند.

برخی مطالعات نیز، ضایعات مواد غذایی در سطح خانوارها را مورد بررسی قرار داده‌اند. برای مثال، استانکو و همکاران (Stancu et al., 2016) نشان دادند که کنترل رفتاری درک شده، عادات‌های مربوط به خرید و استفاده مجدد از باقیمانده‌های غذا، محرک‌های اصلی ضایعات مواد غذایی مصرف‌کنندگان در دانمارک هستند. فمی و همکاران (Fami et al., 2019) نیز مدیریت مصرف غذا را به‌عنوان تعیین‌کننده رفتار ضایعات مواد غذایی در خانوارهای شهر تهران معرفی می‌کنند.

مروری بر مطالعات انجام‌شده در این زمینه چندین شکاف دانش را مشخص می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که دانش فعلی در زمینه میزان ضایعات و اقدامات منجر به کاهش ضایعات مواد غذایی در کشورهای درحال توسعه محدود است (UNEP, 2021). همچنین، اغلب مطالعات انجام‌شده در زمینه ضایعات مواد غذایی، تنها بخش کوچکی از زنجیره‌ی تأمین این محصولات را مورد بررسی قرار داده است (Buzby et al., 2015; Calvo-Beausang et al., 2017; Parizeau et al., 2015; Porral et al., 2017). و تاکنون پژوهشی به‌صورت جامع علل ایجاد ضایعات را در کل زنجیره‌ی تأمین مورد مطالعه قرار نداده است. علاوه بر این، علل ایجاد ضایعات در مناطق و محصولات مختلف باهم متفاوت است (Hodges et al., 2011). همچنین، ممکن است علل ضایعات در یک مرحله خاص در مرحله دیگری پنهان شود (Raak et al., 2017). شناسایی علل و محرک‌های ایجاد ضایعات محصولات کشاورزی در ایران نیز حاکی از کمبود مطالعات در این زمینه است و تاکنون پژوهشی علل ایجاد ضایعات را در سراسر زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی مورد بررسی قرار نداده است. برای بررسی شکاف‌های تحقیقاتی اشاره شده، مطالعه حاضر سعی دارد ضمن تعیین مکان و بزرگی ضایعات، علل ایجاد ضایعات در زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در استان کرمانشاه را شناسایی نموده و با ارائه راهکارهای بهینه به اعضای مختلف زنجیره‌ی تأمین و تصمیم‌گیرندگان در جهت کاهش ضایعات و بهبود عملکرد کلی زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در استان کرمانشاه کمک نماید.

روش پژوهش

مطالعه حاضر بر اساس هدف، کاربردی و از نظر تجزیه و تحلیل داده‌ها در دسته تحقیقات توصیفی (غیرآزمایشی) قرار می‌گیرد. منطقه جغرافیایی مورد مطالعه استان کرمانشاه بود (نقشه ۱).



نقشه ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری تحقیق شامل دو دسته از افراد بودند: دسته اول، متشکل از متخصصان موضوعی ملی و منطقه‌ای (شامل اعضای هیئت‌علمی گروه مدیریت و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران و پژوهشکده سبزی و صیفی مرکز تحقیقات باغبانی کشور و مدیران و کارشناسان کشاورزی جهاد کشاورزی استان کرمانشاه) و تعدادی از کنشگران^۱ دارای سابقه اجرایی مرتبط با موضوع پژوهش بودند. از دیدگاه این گروه از پاسخگویان برای کنترل کیفیت پرسشنامه و همچنین وزن دهی به علل ایجاد ضایعات استفاده شد. تعداد کل نمونه‌های مورد مطالعه در این بخش ۶۰ نفر بودند که به شکل هدفمند انتخاب شدند (جدول ۱).

جدول ۱- جامعه آماری و حجم نمونه کارشناسان تخصصی

حجم نمونه‌ها	تعداد	جامعه آماری	مراحل زنجیره‌ی تأمین
--------------	-------	-------------	----------------------

۱. کنشگران به آن دسته از افراد اشاره دارد که در بخش‌های مختلف زنجیره تأمین سبزیجات برگی شامل تولید، بازار رسانی، فروش، فرآوری و مصرف سبزیجات برگی فعالیت می‌کنند.

	۴	اعضای هیئت علمی دانشگاه و مؤسسات تحقیقاتی	
۱۵	۸	کارشناسان کشاورزی	تولید
	۳	کشاورزان	
	۳	اعضای هیئت علمی دانشگاه و مؤسسات تحقیقاتی	
۱۴	۷	کارشناسان کشاورزی	بازاریابی و توزیع
	۴	کنشگران بازار	
۷	۷	فرآوری کنندگان	فرآوری
	۱	اعضای هیئت علمی دانشگاه	
۱۱	۱۰	مدیران واحدهای خدمات غذایی	خدمات غذایی
	۱	اعضای هیئت علمی دانشگاه	
۱۳	۱۲	فرد مسئول تدارک و آماده سازی غذا در خانوار	خانوار
۶۰			جمع کل

دسته دوم، کنشگران فعال در بخش های مختلف زنجیره ی تأمین شامل کشاورزان، بخش بازاریابی و توزیع، بخش فرآوری و مصرف کنندگان (خانوارها و خدمات غذایی) در استان کرمانشاه بودند. داده های جمع آوری شده از این گروه برای اندازه گیری مقدار ضایعات و تعیین وضعیت موجود هریک از علل ایجاد ضایعات در هریک از مراحل زنجیره ی تأمین استفاده شد. انتخاب نمونه ها در بخش کشاورزان و خانوارها به صورت طبقه ای با انتساب متناسب انجام شد. حجم نمونه در مورد این گروه ها با استفاده از فرمول کوکران تعیین شد. حجم نمونه در بخش خانوارها، با توجه به نامشخص بودن تعداد جامعه آماری با استفاده از رابطه کوکران برای حجم جامعه نامشخص (رابطه ۱) ۳۸۴ تعیین شد.

$$n = \frac{t^2 pq}{d^2} = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2} = \frac{0.9604}{0.0025} = 384 \quad (1)$$

در بخش کشاورزان، تعداد جامعه آماری ۷۵۰ نفر بود. برآورد اولیه از میزان ضایعات در مرحله تولید (۳۰ پرسشنامه) نشان داد که میانگین و انحراف معیار ضایعات در سطح مزرعه به ترتیب ۲۵ و ۵ درصد بود. با فرض میزان دقت اندازه گیری ۰/۵ (۱۰ درصد انحراف معیار) و سطح خطای ۵ درصد، انجام شد (t=۱/۹۶) (رابطه ۲).

$$n = \frac{Nt^2s^2}{Nd^2 + t^2s^2} = \frac{750 \times 1.96^2 \times 5^2}{750 \times 5^2 + 1.96^2 \times 5^2} = 254 \quad (2)$$

با توجه به کوچک بودن اندازه جامعه (اندازه نمونه اولیه بزرگتر از ۵ درصد جامعه بود)، حجم نمونه از طریق فرمول تصحیح حجم نمونه کوکران تصحیح شد. حجم نمونه در این بخش ۱۹۰ نفر محاسبه شد (رابطه ۳) که در نهایت ۱۷۲ پرسشنامه جمع آوری شد.

$n =$ حجم نمونه تصحیح شده

n_0 = حجم نمونه در فرمول اصلی کوکران

N = حجم جامعه

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} = \frac{254}{1 + \frac{254 - 1}{750}} \approx 190 \quad (3)$$

در مورد سایر گروه‌ها تمام شماری انجام شد. در مجموع ۷۲۸ نمونه انتخاب و مطالعه شدند (جدول ۲).

جدول ۲- جامعه آماری و حجم نمونه کنشگران فعال در زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی

حجم نمونه‌ها	جامعه آماری	مراحل زنجیره‌ی تأمین
۱۷۲	کشاورزان	تولید
۸۳	خرده‌فروشی‌ها و عمده‌فروشی‌ها	بازاریابی و توزیع
۱۶	واحدهای فرآوری	فرآوری
۷۳	رستوران‌ها و غذاخوری‌ها	خدمات غذایی
۳۸۴	خانوارهای شهری	مصرف کننده
۷۲۸		جمع کل

فرآیند جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این مطالعه پرسشنامه بود. برای اندازه‌گیری مقدار ضایعات در هریک از مراحل زنجیره‌ی تأمین، پرسشنامه‌ای در اختیار هر گروه از کنشگران قرار گرفت که بر مبنای آن درصد ضایعات در هریک از مراحل زنجیره‌ی تأمین محاسبه شد. سپس، به منظور شناسایی مهمترین علل ایجاد ضایعات فرآیند زیر طی شد. ۱- شناسایی علل ایجاد ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی ۲- تعیین اهمیت نسبی علل ایجاد ضایعات با استفاده از نظرات کارشناسان ۳- تعیین وضعیت موجود هریک علل ایجاد ضایعات از دیدگاه کنشگران ۴- محاسبه وزن نهایی علل ایجاد ضایعات.

در گام اول، با استفاده از مرور ادبیات موضوع و مصاحبه‌های نیمه ساختارمند با ۱۴ نفر از متخصصان و کنشگران دارای تجربه پیرامون موضوع پژوهش، فهرستی از علل ایجاد ضایعات در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی تازه جمع‌آوری گردید. شایان ذکر است که به‌طور میانگین با هریک از پاسخگویان حدود ۴۵ دقیقه مصاحبه نیمه ساختارمند انجام گرفت. نظر به تنوع و گستردگی علل ایجاد ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین، از تعدادی از خبرگان و متخصصان خواسته شد تا نسبت به مشخص نمودن مهمترین علل ایجاد ضایعات در هر مرحله اقدام کنند. پس از جمع‌بندی نظرات متخصصان در نهایت ۳۹ مورد از علل ایجاد ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی شناسایی شد.

در گام دوم، با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی و روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، وزن نسبی هر یک از علل ایجاد ضایعات با استفاده از دیدگاه متخصصان تعیین شد. تحلیل شبکه‌ای (ANP) شکل تعمیم‌یافته روش تحلیل سلسله مراتبی است که بر اساس مقایسه‌های زوجی برای تعیین اولویت معیارها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Saaty & Vargas, 2013). تفاوت عمده این روش با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در ساختار تعریف مدل و روابط بین عناصر هریک از خوشه‌ها است. برخلاف روش تحلیل سلسله مراتبی که در آن روابط بین عناصر موجود در یک خوشه مستقل فرض شده است، در روش تحلیل شبکه امکان تحلیل روابط بین عناصر درون یک خوشه هم به صورت مستقل و هم به صورت وابسته فراهم است. در واقع، ساختار این روش با در نظر گرفتن وابستگی معیارها و گزینه‌های انتخاب به هم به صورت شبکه‌ای تعریف می‌گردد. استفاده از روش تحلیل شبکه در این مطالعه از این نظر اهمیت دارد که برخی از علل ایجاد ضایعات از یکدیگر مستقل نیستند و همدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ بنابراین، استفاده از این روش امکان در نظر گرفتن ارتباطات متقابل علل ایجاد ضایعات در هر مرحله را نسبت به هم فراهم می‌آورد. جدول (۳) ساختار سوپر ماتریس اولیه یک مدل تحلیل شبکه را نشان می‌دهد که در آن W_{21} بردار تأثیر معیارها بر هدف اصلی، W_{22} نشان‌دهنده ماتریس وابستگی داخلی بین معیارها، W_{23} ماتریس تأثیر زیر معیارها بر معیارها و W_{33} ماتریس وابستگی داخلی بین زیر معیارها است.

جدول ۳- ساختار سوپر ماتریس اولیه (Saaty & Vargas, 2013)

	هدف	معیارها	زیر معیارها
هدف	0	0	0
معیارها	W_{21}	W_{22}	0
زیر معیارها	0	W_{32}	W_{33}

با توجه به اینکه در این مطالعه تنها معیارها بر اساس هدف اصلی (W_{21}) و وابستگی معیارها به یکدیگر (W_{22}) مورد مقایسه قرار می‌گیرند، ماتریس‌های مقایسه‌ای آنها تشکیل شد. برای انجام مقایسات زوجی، مقادیر اهمیت نسبی هر یک از علل ایجاد ضایعات بر مبنای مقیاس ۱-۹ تعیین شد (جدول ۴).

جدول ۴- تعیین اهمیت مقایسات زوجی بر اساس نظرات کارشناسان

اولویت‌ها	ارزش عددی
ترجیح یا اهمیت یکسان	۱
کمی مرجح	۳
خیلی مرجح	۵
خیلی زیاد مرجح	۷

۹	کاملاً مرجح
۸.۶،۴.۲	ترجیحات بین فواصل فوق

مأخذ: (Saaty & Vargas, 2013).

به منظور محاسبه مقادیر عناصر ماتریس مقایسات زوجی از روش میانگین هندسی استفاده شد. همچنین، نظر به احتمال عدم همگنی بین دیدگاه پاسخگویان شاخص نرخ ناسازگاری محاسبه گردید. محاسبه نرخ ناسازگاری از طریق فرآیند زیر انجام می‌گیرد (Saaty & Vargas, 2013):

۱- محاسبه بردار مجموع وزنی (AW): ضرب مقادیر اهمیت نسبی (W) در ماتریس مقایسات زوجی

$$AW = \lambda_{\max} W \quad (4)$$

۲- محاسبه بردار سازگاری: تقسیم عناصر بردار مجموع وزنی بر بردار وزن نسبی شاخص‌ها

$$\lambda_{\max} i = (\lambda_{\max} W)_i / W_i \quad (5)$$

۳- محاسبه بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی (λ_{\max}): برای محاسبه بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی از طریق محاسبه میانگین عناصر بردار سازگاری

$$\lambda_{\max} = \sum \lambda_{\max} i / n \quad (6)$$

N = بعد ماتریس

۴- محاسبه شاخص سازگاری (II):

$$II = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

N = تعداد شاخص‌ها

۵- محاسبه نرخ ناسازگاری (IR): تقسیم شاخص سازگاری (II) بر نسبت تصادفی (IRI) (جدول ۵).

$$IR = \frac{II}{IRI} \quad (8)$$

جدول ۵- مقدار IRI برای ماتریس‌های با اندازه‌های مختلف

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IRI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.41	1.45	1.49

مأخذ: (Saaty & Vargas, 2013).

در صورتی که مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی علل ایجاد ضایعات کمتر از ۰/۱ باشد، همگنی نظرات پاسخگویان مطلوب ارزیابی می‌گردد. نرم‌افزار مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در این بخش Super Decisions بود. در گام سوم، وضعیت موجود هر یک علل ایجاد ضایعات از دیدگاه کنشگران با استفاده از پرسشنامه‌ای در قالب طیف لیکرت (۱ = خیلی کم تا ۵ = خیلی زیاد) سنجیده شد. در نهایت، مهمترین علل ایجاد ضایعات در هر یک از مراحل زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی از طریق محاسبه میانگین وزنی مشخص شدند.

یافته‌ها و بحث

همان‌گونه که اشاره شد، مطالعه حاضر با هدف تعیین مقدار ضایعات و شناسایی مهمترین علل ایجاد ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در استان کرمانشاه انجام شد. به منظور نیل به اهداف تحقیق، در ابتدا به ارائه نتایج مقادیر ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی پرداخته می‌شود. سپس، مهمترین علل ایجاد در هر یک از مراحل زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی مورد شناسایی قرار می‌گیرد.

مقدار ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی

یافته‌های تحقیق در رابطه با مقدار ضایعات در هر یک از مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در استان کرمانشاه در جدول ۶ ارائه شده است. مقادیر ضایعات ارائه شده در جدول مذکور، میزان ضایعات سبزیجات برگی در هر یک از مراحل زنجیره تأمین را نشان می‌دهد. برای مثال، در مرحله بازاریابی و توزیع ۱۱ درصد از حجم سبزیجات برگی که به این مرحله وارد می‌شود به دلایل مختلف از چرخه مصرف خارج می‌شود. در سایر مراحل زنجیره تأمین نیز مقادیر ضایعات بدین طریق محاسبه شده است. شایان ذکر است که به دلیل تفاوت جریان کالا در هر یک از مراحل زنجیره تأمین، محاسبه مقدار ضایعات کل امکان‌پذیر نیست و برآورد آن مستلزم به‌کارگیری رویکردهای سیستمی از جمله استفاده از رویکرد سیستم‌های پویا است. بر اساس نتایج، بیشترین مقدار ضایعات به ترتیب در مراحل تولید و مصرف خانوار اتفاق می‌افتد. یافته‌های این مطالعه از گزارش‌های اخیر برنامه محیط‌زیست ملل متحد از مقادیر ضایعات در کشورهای در حال توسعه یعنی بالا بودن مقدار ضایعات در مراحل تولید و مصرف، پشتیبانی می‌کند (UNEP, 2021). با این حال، نرخ ضایعات مرحله فرآوری در این مطالعه بسیار کمتر از آنچه در ادبیات برای ضایعات فرآوری سبزیجات مطرح شده است، بود. یک دلیل برای این عدم تطابق این است که عمده سبزیجات برگی در واحدهای فرآوری به صورت فرآوری شده

برای عرضه به بازار آماده می‌شود؛ بنابراین، دورریز محصولات کم کیفیت و بخش‌هایی از محصول مثل ساقه‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

جدول ۶- میزان ضایعات در مراحل مختلف زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی (درصد)

مراحل زنجیره‌ی تأمین	میانگین ضایعات	انحراف معیار
تولید	۲۴	۴/۲۸
بازاریابی و توزیع	۱۱	۴/۱۴
فرآوری	۶/۵	۲/۴۲
خدمات غذایی	۱۸	۱/۵۳
مصرف کننده	۲۱	۳/۸۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شناسایی مهمترین علل ایجاد ضایعات در مرحله تولید

پس از تقلیل علل ایجاد ضایعات در این مرحله به نه مورد، وزن نهایی هریک از این علل محاسبه و اولویت‌بندی شد. بر اساس نتایج عدم دسترسی کشاورزان به خدمات آموزشی ترویجی به‌عنوان مهمترین عامل ایجاد ضایعات در مرحله تولید شناسایی شد (جدول ۷). مرور تحقیقات پیشین در بسیاری از کشورهای درحال توسعه تأیید می‌کند که در نتیجه تداوم استفاده از روش‌های سنتی، عدم توجه به بحث آموزش کشاورزان و عدم آشنایی آن‌ها با شیوه‌های نوین تولید، سالانه بخش عمده‌ای از محصولات کشاورزی در سطح مزرعه به ضایعات تبدیل می‌شود (Lipinski et al., 2013). علاوه بر این، عدم دسترسی کشاورزان به خدمات آموزشی ترویجی مناسب اثرات سایر علل تأثیرگذار بر ایجاد ضایعات در این مرحله را تشدید می‌کند (Beausang et al., 2017; Negi & Anand, 2015). بنابراین، همسو با پیشنهاد (Bajželj et al., 2020)، که معتقدند اجرای مداخلات کاهش ضایعات در سطح مزرعه، به‌ویژه برای خرده‌مالکان، به ارائه آموزش‌های موردنیاز در این زمینه‌ها بستگی دارد، این مطالعه نشان می‌دهد که بهبود دسترسی به خدمات ترویجی می‌تواند زمینه را برای پرداختن به سایر علل ایجاد ضایعات در این مرحله فراهم نماید. علاوه بر این، آفات و بیماری‌ها به‌عنوان دومین عامل مهم ایجاد ضایعات در مرحله تولید شناخته شد. این عامل ویژگی‌های ظاهری محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهند و موجب کاهش بازارپسندی محصول می‌گردد (Beausang et al., 2017). این اثرات اهمیت پروتکل‌های کنترل آفات را در افزایش ماندگاری و جلوگیری از هدر رفتن سبزیجات برگ‌دار برجسته می‌کند. عدم دسترسی کشاورزان به نهاده‌های باکیفیت دیگر عامل مهم ایجاد ضایعات در مرحله تولید شناسایی شد. مطالعات دیگر در مناطق درحال توسعه نیز عدم دسترسی کشاورزان به نهاده‌های مناسب به دلیل عواملی نظیر عدم وجود مراکز معتبر به‌منظور توزیع نهاده‌های استاندارد و افزایش قیمت این نهاده‌ها را یک عامل کلیدی در کاهش کیفیت و ماندگاری

محصول معرفی کرده‌اند (Balaji & Arshinder, 2016). در نتیجه، مداخله مؤثر برای بهبود دسترسی کشاورزان به نهاده‌های باکیفیت نقش مؤثری در کاهش ضایعات دارد.

جدول ۷- علل ایجاد ضایعات سبزی برگی در مرحله تولید

رتبه	وزن نسبی نهایی	اهمیت نسبی	وضع موجود	متغیر
۱	۰/۷۲۰	۰/۱۶۷	۴/۳۱	عدم دسترسی کشاورزان به خدمات آموزشی- ترویجی
۲	۰/۵۷۸	۰/۱۵۵	۳/۷۳	آفات و بیماری‌ها
۳	۰/۴۶۹	۰/۲۰۵	۲/۲۹	عدم دسترسی کشاورزان به بذور و سایر نهاده‌های باکیفیت
۴	۰/۴۴۴	۰/۱۷۴	۲/۵۶	تنش‌های غیر زیستی مثل تنش آبی، تنش دمایی و تغذیه‌ای
۵	۰/۳۸۵	۰/۱۱۰	۳/۵۰	خسارت علف‌های هرز
۶	۰/۱۹۷	۰/۰۶۷	۲/۹۴	تکنیک‌های نامناسب برداشت و جابجایی در سطح مزرعه
۷	۰/۱۴۴	۰/۰۳۹	۳/۶۷	فقدان امکانات مناسب ذخیره‌سازی
۸	۰/۰۶۵	۰/۰۵۵	۱/۱۷	تولید محصول بیش از ظرفیت بازار
۹	۰/۰۳۶	۰/۰۲۸	۱/۲۷	نوسانات شدید قیمت محصول در بازار

IR: 0.090

Optimal: IR ≤ 0/1

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شناسایی مهمترین علل ایجاد ضایعات در مرحله بازاریابی و توزیع

در این مطالعه نه عامل به‌عنوان مهمترین علل تأثیرگذار بر ایجاد ضایعات در مرحله بازار شناسایی شد که از میان آنها عوامل فقدان امکانات مناسب بسته‌بندی، کیفیت محصول عرضه شده به بازار و عدم هماهنگی و به اشتراک گذاری اطلاعات بین ذینفعان، بیشترین تأثیر را بر ایجاد ضایعات سبزیجات برگی داشتند (جدول ۸). مطالعات مختلف ضعف امکانات بسته‌بندی را به‌عنوان مهمترین علل ضایعات محصولات تازه در زنجیره‌ی تأمین معرفی نموده‌اند (Gardas et al., 2018; Magalhaes et al., 2021a). بسته‌بندی مناسب، ضمن افزایش ماندگاری محصول، احتمال آسیب‌های فیزیکی و فاسدشدن بیولوژیکی آن را در وسایل حمل‌ونقل، در فروشگاه‌های خرده‌فروشی یا در بازارهای آزاد را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. دومین عامل مهم ایجاد ضایعات در مرحله بازار، کیفیت محصول عرضه‌شده به این مرحله بود. گزاره مذکور نشان می‌دهد که بخشی از ضایعات سبزیجات برگی در بازار به اقدامات و تصمیم‌گیری‌های کنشگران در مرحله قبلی (مرحله تولید) مرتبط می‌شود. در تأیید این موضوع Siddiqui (۲۰۱۸) نشان داد که شرایط برداشت و پیش از برداشت محصولات میوه و سبزیجات بیش از ۷۰ درصد در کیفیت و ماندگاری آنها در مراحل بعدی زنجیره‌ی تأمین اثرگذار است.

عامل مهم دیگر ایجاد ضایعات در مرحله بازار، عدم هماهنگی و به اشتراک گذاری اطلاعات بین ذینفعان است. این یافته در مطالعه Magalhães et al. (۲۰۲۲) در پرتغال نیز مورد تأیید قرار گرفته است. ارتباط مؤثر بین مراحل مختلف زنجیره تأمین ضمن کاهش عدم اطمینان، زنجیره را قادر می‌سازد تا فوراً به اختلالات موجود پاسخ مناسب دهند (Kaipia et al., 2013). هماهنگی و به اشتراک گذاری اطلاعات بین ذینفعان زنجیره تأمین شکاف عرضه و تقاضا را به عنوان یکی دیگر از عوامل مهم ایجاد ضایعات در این مطالعه کاهش می‌دهد. مطالعات نشان داده است که فقدان اطلاعات در مورد تقاضا و قیمت در بازار می‌تواند منجر به عدم تحقق قیمت مناسب و عدم فروش محصولات تازه قبل از فاسد شدن آنها شود (Calvo-Porrá et al., 2015; Negi & Anand, 2017).

جدول ۸- علل ایجاد ضایعات سبزی برگی در مرحله بازاریابی و توزیع

رتبه	وزن نسبی نهایی	اهمیت نسبی	وضع موجود	متغیر
۱	۰/۹۱۶	۰/۲۴۸	۳/۷۰	فقدان امکانات مناسب بسته‌بندی
۲	۰/۶۲۷	۰/۲۰۵	۳/۰۶	کیفیت نامناسب محصول عرضه شده به بازار
۳	۰/۴۶۷	۰/۱۲۸	۳/۶۵	عدم هماهنگی و به اشتراک گذاری اطلاعات بین ذینفعان
۴	۰/۳۲۶	۰/۰۹۶	۳/۴۰	ماندگاری کوتاه محصول
۵	۰/۲۹۱	۰/۰۹۷	۲/۹۹	ضعف پیش‌بینی تقاضا
۶	۰/۱۵۹	۰/۰۶۵	۲/۴۶	کمبود امکانات ذخیره‌سازی مناسب
۷	۰/۱۴۰	۰/۰۸۶	۱/۶۳	مدیریت ناکارآمد عرضه
۸	۰/۱۱۵	۰/۰۴۰	۲/۸۵	زیرساخت‌های نامناسب حمل‌ونقل و توزیع از مزرعه تا بازار
۹	۰/۰۶۶	۰/۰۳۵	۱/۸۹	جابجایی نامناسب در بازار

IR: 0.073

Optimal: IR ≤ 0/1

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شناسایی مهمترین علل ایجاد ضایعات در مرحله فرآوری

بخش فرآوری سبزیجات برگی شامل بسته‌بندی سبزی تازه و فرآوری سبزی (سبزیجات برگی منجمد) است. در این مرحله، سه متغیر کیفیت نامناسب محصول عرضه شده به واحدهای فرآوری، کمبود امکانات و فناوری‌های نوین فرآوری و بسته‌بندی ناکارآمد محصول نهایی به ترتیب به عنوان مهمترین علل ایجاد ضایعات معرفی شدند (جدول ۹). بررسی علل ایجاد ضایعات در این مرحله نیز بیانگر تأثیر اقدامات و رفتار کنشگران در مراحل قبلی زنجیره تأمین بر کاهش کیفیت و ایجاد ضایعات در این بخش است. سایر علل مهم تأثیرگذار بر ایجاد ضایعات در این مرحله حاکی از ضعف زیرساخت‌های فنی بخش فرآوری و عدم تکامل زنجیره تأمین این محصول است که باعث ایجاد بخشی از ضایعات محصول می‌گردد. Rais and Sheoran

(۲۰۱۵) استفاده محدود از تکنیک‌ها و فن‌آوری‌های پیشرفته برای فرآوری محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه را یک عامل مهم ایجاد ضایعات در این کشورها معرفی می‌کند.

جدول ۹- علل ایجاد ضایعات سبزیجات برگی در مرحله فرآوری

رتبه	وزن نهایی به	اهمیت نسبی	وضع موجود	متغیر
۱	۱/۳۵۷	۰/۳۶۲	۳/۷۵	کیفیت نامناسب محصول عرضه شده به واحدهای فرآوری
۲	۱/۰۳۳	۰/۳۹۰	۲/۶۵	کمبود امکانات و فناوری‌های نوین فرآوری
۳	۰/۲۱۲	۰/۱۱۷	۲/۸۱	بسته بندی ناکارآمد محصول نهایی
۴	۰/۱۵۲	۰/۰۷۳	۲/۰۶	به کارگیری شیوه‌های نامناسب فرآوری
۵	۰/۱۱۸	۰/۰۵۷	۲/۰۶	عدم دسترسی به امکانات نگهداری محصول نهایی
IR: 0.051				Optimal: IR≤ 0/1

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شناسایی مهمترین علل ایجاد ضایعات در بخش خدمات غذایی

در بخش خدمات غذایی، هشت عامل ایجادکننده ضایعات مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱۰). محاسبه وزن نهایی علل ایجاد ضایعات در این بخش نشان داد که در این بخش نیز کیفیت نامناسب محصول عرضه شده به واحدهای خدمات غذایی مهمترین عامل ایجاد ضایعات در این بخش است که به تصمیمات و اقدامات کنشگران در حلقه‌های قبلی مربوط می‌شود. الگوی مصرف نامناسب مواد غذایی توسط مشتریان دیگر علل مهم ایجاد ضایعات در بخش خدمات غذایی بود. در تأیید این موضوع، بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که بخش عمده‌ای از ضایعات مواد غذایی در رستوران‌ها به باقیماندن غذا در بشقاب مشتریان و رفتارهای غیرمسئولانه آنها در نتیجه تلاش برای برآورده نمودن رضایت شخصی مرتبط است (Filimonau et al., 2019)؛ تأثیرگذار بر کاهش ضایعات در این مرحله است. بررسی‌های پیشین نشان داده است که ضعف مدیریت تأمین و عرضه مواد غذایی در این مراکز باعث می‌شود که بخش زیادی از این محصولات در نتیجه عدم مصرف به موقع آن به ضایعات تبدیل شود (Pirani & Arafat, 2016).

جدول ۱۰- علل ایجاد ضایعات سبزی برگی در بخش خدمات غذایی

رتبه	وزن نهایی به	اهمیت نسبی	وضع موجود	متغیر
۱	۱/۱۷۲	۰/۳۰۹	۳/۷۹	کیفیت نامناسب محصول عرضه شده به واحدهای خدمات غذایی
۲	۰/۷۰۵	۰/۱۹۲	۳/۶۷	الگوی مصرف نامناسب مواد غذایی توسط مشتریان
۳	۰/۲۴۰	۰/۱۰۸	۲/۲۱	مدیریت ناکارآمد تأمین و عرضه مواد غذایی

۴	۰/۱۸۰	۰/۱۴۶	۱/۲۴	کمبود امکانات و فناوری‌های مناسب برای ذخیره‌سازی
۵	۰/۱۷۱	۰/۰۵۲	۳/۲۶	چالش‌های ناشی از حفظ استانداردهای بالای کیفیت غذا و خدمات
۶	۰/۱۴۹	۰/۰۵۱	۲/۹۴	ضعیف پیش‌بینی تقاضا
۷	۰/۱۳۲	۰/۱۱۳	۱/۱۷	فقدان مهارت‌های آماده‌سازی غذا
۸	۰/۰۹۹	۰/۰۲۸	۳/۴۷	عدم ارائه خدمات بسته‌بندی غذای مازاد به مشتری
IR: 0.090			Optimal: IR ≤ 0/1	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شناسایی مهمترین علل ایجاد ضایعات در بخش مصرف کننده

در بخش مصرف خانوار نیز تعداد هشت مورد از مهمترین علل ایجادکننده ضایعات در این بخش مورد مطالعه قرار گرفت (جدول ۱۱). محاسبه وزن نهایی عوامل نشان داد که کیفیت نامناسب محصول عرضه‌شده به مصرف‌کننده به‌عنوان مهمترین عامل ایجاد ضایعات در بخش خانوار شناسایی شد. تفاوت بین مقدار ضایعات سبزیجات تازه در سطح خانوار (۲۱ درصد) و مقدار ضایعات سبزیجات فرآوری شده (۵ درصد) گزاره فوق را تأیید می‌کند. بر اساس این یافته، بخشی از تفاوت دو نرخ ضایعات مصرف (سبزیجات تازه و فرآوری شده) را می‌توان به کیفیت نامناسب سبزیجات تازه نسبت داد که باعث می‌شود مصرف‌کنندگان بخش زیادی از سبزیجات برگی تازه فاقد کیفیت مناسب را دور بریزند. علاوه بر این، برنامه‌ریزی ناکافی قبل از خرید به‌عنوان دومین عامل ایجاد ضایعات در سطح خانوار در این مطالعه شناسایی شد. برنامه‌ریزی خرید مواد غذایی با متغیرهای نوشتن لیست خرید، چک کردن موجودی مواد غذایی قبل از خرید و برنامه‌ریزی بیش از حد خرید مواد غذایی مشخص می‌شود. در تأیید این یافته Aschemann-Witzel et al. (۲۰۱۷) در مطالعه خود سطح پایین ضایعات مواد غذایی را با برنامه‌ریزی خرید دقیق مواد غذایی مرتبط دانسته‌اند. اگرچه برخی مطالعات ارتباط مستقیمی بین برنامه‌ریزی مناسب و کاهش سطح ضایعات مواد غذایی پیدا نکرده‌اند، با این حال، برنامه‌ریزی قوی‌تر با گزارش کمتر از خرید کالاهای برنامه‌ریزی نشده همراه است (Visschers et al., Stancu et al., 2016)؛ خرید بیشتر از حد نیاز یک عامل مهم دیگر ایجاد ضایعات در این مطالعه بود. مطالعات مختلف حاکی از تمایل بسیاری از افراد به خرید مواد غذایی بیش از حد نیاز به‌خصوص برای مواجهه با موقعیت‌های پیش‌بینی نشده است (Graham-Rowe et al., Evans, 2012)؛ همچنین، رفتارهای تبلیغی خرده‌فروشان به‌عنوان پاسخی برای جلوگیری از انبار بیش از حد موجودی این محصولات، می‌تواند مازاد میوه و سبزیجات مغازه‌های خرده‌فروشی و خطرات از دست رفتن کیفیت این محصولات را به خانه‌های مصرف‌کنندگان منتقل نماید (Porat et al., 2018).

جدول ۱۱- علل ایجاد ضایعات سبزی برگی در بخش مصرف خانوار

رتبه	وزن نهایی	اهمیت نسبی	وضع موجود	متغیر
۱	۱/۰۸۰	۰/۲۵۵	۴/۲۴	کیفیت نامناسب محصول عرضه شده به مصرف کننده
۲	۰/۵۷۷	۰/۳۱۶	۲/۶۸	برنامه ریزی ناکافی قبل از خرید
۳	۰/۴۶۳	۰/۱۴۲	۳/۲۵	خرید بیشتر از حد نیاز
۴	۰/۲۸۷	۰/۱۰۵	۲/۷۲	آماده سازی بیش از حد غذا
۵	۰/۲۲۷	۰/۱۱۴	۱/۹۹	ضعف مهارت های آماده سازی غذا
۶	۰/۱۶۷	۰/۰۷۶	۲/۳۱	الگوهای نامناسب مصرف غذا
۷	۰/۱۳۳	۰/۰۵۷	۲/۳۳	عدم مصرف غذاهای باقیمانده
۸	۰/۰۴۶	۰/۰۳۵	۱/۳۱	مدیریت نامناسب ذخیره سازی مواد غذایی

IR: 0.093

Optimal: IR ≤ 0/1

مأخذ: یافته های پژوهش

نتیجه گیری و پیشنهادها

مقابله با ضایعات محصولات کشاورزی موجب بهبود کارایی اقتصادی و جلوگیری از هدر رفت مقادیر زیادی از زمین، انرژی و آب و سایر نهاده های مورد استفاده در مراحل مختلف زنجیره ی تأمین این محصولات می شود. با این حال، بررسی ها در کشور ما حاکی از کمبود مطالعات دسته اول در زمینه اندازه گیری میزان ضایعات محصولات کشاورزی و شناسایی علل و محرک های آن است. در مطالعه حاضر، ضمن اندازه گیری ضایعات در مراحل مختلف زنجیره ی تأمین سبزیجات برگی (از کشاورز تا مصرف کننده) در استان کرمانشاه، ۳۹ عامل ایجاد ضایعات مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج مطالعه نشان داد که بخش زیادی از سبزیجات برگی در فرآیند زنجیره ی تأمین این محصولات به ضایعات تبدیل می شود و ادامه روند فعلی این سطح از ضایعات خسارت های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی عمده ای برای کنشگران زنجیره ی تأمین و جامعه به همراه دارد. در این بین، مراحل تولید (با ۲۴ درصد ضایعات) و مصرف خانوار (با ۲۱ درصد ضایعات) مهم ترین نقاط برای مداخله و اعمال راهبرد های کاهش ضایعات هستند. نتایج بررسی علل و محرک های ضایعات نشان داد که کیفیت نامناسب محصول عرضه شده به هریک از مراحل زنجیره ی تأمین به دلیل اقدامات نامطلوب و رفتارهای کنشگران در مراحل پیشین یکی از مهمترین علل ایجاد ضایعات سبزیجات برگی به شمار می رود؛ بنابراین، به کارگیری اقدامات و راهبرد های مقابله با علل ایجاد ضایعات در مراحل پیشین زنجیره ی تأمین ضمن کاهش ضایعات در این مراحل تأثیر بسیار زیادی بر کاهش میزان ضایعات در مراحل نهایی زنجیره ی تأمین دارد. در ادامه با توجه شناسایی مهمترین علل و محرک های ایجاد ضایعات در مراحل مختلف

زنجیره‌ی تأمین سبزیجات برگی در استان کرمانشاه، پیشنهادهای زیر به‌منظور کاهش ضایعات ارائه می‌شود:

عدم دسترسی کشاورزان به خدمات آموزشی و ترویجی به‌عنوان مهمترین عامل ایجاد ضایعات در مرحله تولید شناخته شد. فقدان دانش و آگاهی کافی در کشاورزان می‌تواند موجب به‌کارگیری عملیات کشاورزی و یا فناوری‌های نامطلوب ایجادکننده ضایعات شود. در این راستا، بهبود دسترسی کشاورزان به این دسته از خدمات از طریق استفاده از منابع و کانال‌های ارتباطی-اطلاعاتی، مشارکت کشاورزان در کلاس‌های آموزشی و ارتباط با مروجین کشاورزی می‌تواند در کاهش میزان ضایعات سبزیجات برگی تأثیرگذار باشد.

آفات و بیماری‌ها دیگر عامل مهم ضایعات سبزیجات برگی در سطح مزرعه بود. به‌منظور اطمینان از کنترل آفات و بیماری‌ها و جلوگیری از ضایعات سبزیجات برگی، لازم است که پروتکل‌های کنترل آفات در کلیه مراحل تولید پیاده‌سازی و دنبال شوند. استفاده از بذره‌های تمیز و عاری از آفت و بیماری‌ها و ضدعفونی آنها قبل از کاشت و پایش مزرعه در فرآیند تولید و مبارزه اصولی با آفات و بیماری‌ها از جمله اقدامات مؤثر در این زمینه است. در این راستا اجرای عملیات خوب کشاورزی و رعایت قواعد تولید محصول سالم مبتنی بر تقلیل مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌تواند علاوه بر ارتقاء کیفیت، ماندگاری محصول در طول زنجیره‌ی را بهبود بخشد.

با توجه به محدودیت دسترسی کشاورزان به نهاده‌های باکیفیت لازم است که سیاستگذاران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی زمینه دسترسی کشاورزان به ارقام اصلاح‌شده دارای ماندگاری بالا و مقاوم در مقابل آفات و بیماری‌ها و همچنین نهاده‌های زیستی و فناوری‌های کاهنده ریسک ضایعات را از طریق مراکز معتبر و با قیمت مناسب فراهم نمایند.

با توجه به اینکه یکی از عوامل مهم ایجاد ضایعات در مرحله بازار رسانی و توزیع فقدان امکانات مناسب بسته‌بندی است، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و فناوری‌های حمل و نقل (ایجاد زنجیره‌ی سرد) و بسته‌بندی یکی از راهکارهای عملیاتی از سوی ذینفعان برای حفظ طراوت و ماندگاری سبزیجات برگی تازه است. بسته‌بندی و تمیز نمودن سبزیجات در سر مزرعه و انجام عملیات تکمیلی در کارگاه‌های بهداشتی نزدیک محل تولید ریسک افزایش ضایعات در زنجیره‌ی را می‌کاهد. بازاریابی این محصولات در اندازه‌های مختلف بسته‌بندی نیز می‌تواند از طریق کمک به خانوارهای کوچکتر برای خرید مقادیر موردنیاز واقعی خود به کاهش ضایعات در سطح خانوار نیز کمک کند.

عدم هماهنگی و به اشتراک‌گذاری اطلاعات در میان ذینفعان زنجیره‌ی تأمین موجب عدم تطابق عرضه و تقاضا در بازار و در نتیجه ضایعات بخشی از محصول در بازار می‌گردد. ایجاد و

حمایت از تشکل های محلی سبزیکاران برگی و توسعه جریان اطلاعاتی بین ذینفعان از طریق هماهنگی و همکاری اعضای زنجیره‌ی تأمین و ایجاد شبکه تخصصی ارتباطی در محیط مجازی یا شبکه های اجتماعی می‌تواند در کاهش ضایعات تأثیرگذار باشد. در این زمینه، توسعه تولید مبتنی بر تقاضا (برای مثال، کشاورزی قراردادی) می‌تواند از مازاد عرضه و تبدیل شدن بخشی از محصول در بازار به ضایعات جلوگیری نماید.

بخش مهمی از ضایعات سبزیجات برگی در بخش خدمات غذایی متأثر از رفتارهای غیرمسئولانه مصرف‌کنندگان است؛ بنابراین، لازم است که آگاهی بخشی و آموزش مصرف‌کنندگان از طریق کمپین‌های آگاهی مصرف‌کنندگان در مورد تولید ضایعات مواد غذایی و پیامدهای منفی آن مورد توجه قرار گیرد. ایجاد امکان بسته بندی غذای مصرف نشده و افزایش نظارت دستگاه های دولتی با رویکرد مدیریت ضایعات می‌تواند موجب بهبود عملکرد این مراکز گردد.

مدیریت ناکارآمد تأمین و عرضه مواد غذایی در بخش خدمات غذایی یک عامل مهم دیگر ضایعات در رستوران‌ها بود. آموزش کارکنان و انتشار دستورالعمل‌های توصیه‌شده برای نگهداری و ذخیره‌سازی مناسب این محصولات در بخش خدمات غذایی از اهمیت زیادی در جلوگیری از کاهش ماندگاری آنها برخوردار است.

با توجه به نقش فقدان برنامه‌ریزی خرید مواد غذایی و خرید بیش‌ازحد در ضایعات سبزیجات برگی در سطح خانوار، راهکار پیشنهادی جهت جلوگیری از خرید بیش‌ازحد و افزایش ضایعات سبزیجات برگی در سطح خانوار شامل نوشتن لیست خرید، تدوین برنامه‌های وعده‌های غذایی از قبل و چک کردن موجودی‌ها قبل از خرید است. در ضمن ایجاد امکان فروش بسته های کوچک سبزیجات نیز می‌تواند مفید باشد.

با توجه به پایین بودن حجم ضایعات سبزیجات به‌صورت فرآوری شده، پیشنهاد می‌شود که اقدامات و برنامه‌های سیاستی دولت در زمینه مبادله سبزیجات برگی بر توسعه صنایع فرآوری در قالب رویکرد کشاورزی قراردادی و تشویق کشاورزان به مشارکت در این طرح‌ها متمرکز شود. شایان‌ذکر است که پیاده‌سازی این الگوی تولید، تغییرات رفتاری قابل توجهی را به‌ویژه از سوی مصرف‌کنندگان می‌طلبد. برای مثال، از دیدگاه تقاضا توسعه صنایع فرآوری سبزیجات برگی مستلزم تغییر تمایل مصرف‌کنندگان به خرید محصولات فرآوری و بسته‌بندی شده است.

اگرچه در سال‌های اخیر در نتیجه برخی روندها مانند افزایش نرخ مشارکت زنان در فعالیت‌های اقتصادی، تقاضا برای سبزیجات برگی فرآوری شده افزایش یافته است. با این حال، لازم است که از طریق ارائه آموزش‌های همگانی در زمینه مزایای استفاده از محصولات فرآوری شده (در این

مطالعه سبزیجات برگی) این روند در آینده بیشتر تقویت شود و توانمند سازی زنان برای ایفای نقش موثرتر در تامین و عرضه سبزیجات برگی مورد توجه نهاد های حاکمیتی قرار گیرد.

علاوه بر این، با توجه به اینکه کشاورزی قراردادی برای تولید سبزیجات برگی هنوز در منطقه مورد مطالعه توسعه پیدا نکرده است و پیاده سازی این الگو مستلزم آماده سازی بسترهای لازم برای شکل گیری این الگوی تولید است. این مطالعه یک دستور کار تحقیقاتی در زمینه توسعه یک الگو برای استقرار کشاورزی قراردادی برای تولید سبزیجات برگی متناسب با زمینه منطقه مورد مطالعه و با در نظر گرفتن مطلوبیتها و دیدگاههای تمامی ذینفعان زنجیره ای تأمین پیشنهاد می کند.

سپاسگزاری

این پژوهش از حمایت و پشتیبانی مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران در قالب طرح رساله دکتری در رشته توسعه کشاورزی به انجام رسیده است. لذا بدین وسیله نویسندگان مقاله از همکاری و مساعدت این نهاد محترم تشکر و قدردانی بعمل می آورند.

منابع

- Abadi, B., Mahdavian, S., & Fattahi, F. (2021). The waste management of fruit and vegetable in wholesale markets: Intention and behavior analysis using path analysis. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123802.
- Abera, G., Ibrahim, A.M., Forsido, S.F., & Kuyu, C.G. (2020). Assessment on post-harvest losses of tomato (*Lycopersicon esculentem* Mill.) in selected districts of East Shewa Zone of Ethiopia using a commodity system analysis methodology. *Heliyon*, 6(4), e03749.
- Affognon, H., Mutungi, C., Sanginga, P., & Borgemeister, C. (2015). Unpacking postharvest losses in sub-Saharan Africa: a meta-analysis. *World development*, 66, 49-68.
- Amicarelli, V., Lagioia, G., & Bux, C. (2021). Global warming potential of food waste through the life cycle assessment: An analytical review. *Environmental Impact Assessment Review*, 91, 106677.
- Aschemann-Witzel, J., De Hooge, I.E., Rohm, H., Normann, A., Bossle, M.B., Grønhøj, A., & Oostindjer, M. (2017). Key characteristics and success factors of supply chain initiatives tackling consumer-related food waste—A multiple case study. *Journal of Cleaner Production*, 155, 33-45.

- Bajželj, B., Quested, T.E., Röö, E., & Swannell, R.P.J. (2020). The role of reducing food waste for resilient food systems. *Ecosystem Services*, 45, 101140.
- Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E., & Gilligan, C.A. (2014). Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change*, 4(10), 924-929.
- Balaji, M., & Arshinder, K. (2016). Modeling the causes of food wastage in Indian perishable food supply chain. *Resources, Conservation and Recycling*, 114, 153-167.
- Barati, A.A., Azadi, H., & Scheffran, J. (2019). A system dynamics model of smart groundwater governance. *Agricultural Water Management*, 221, 502-518.
- Barati, A.A., Azadi, H., & Scheffran, J. (2021). Agricultural land fragmentation in Iran: Application of game theory. *Land Use Policy*, 100, 105049.
- Bartolini, F., Brunori, G., & Ardakani, Z. (2017). Food and nutrition security in Iran: Application of TOPSIS technique. *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment= Revue Méditerranéenne d'Economie Agriculture et Environment*, 16(1), 18.
- Beausang, C., Hall, C., & Toma, L. (2017). Food waste and losses in primary production: Qualitative insights from horticulture. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 177-185.
- Buzby, J.C., Bentley, J.T., Padera, B., Ammon, C., & Campuzano, J. (2015). Estimated fresh produce shrink and food loss in US supermarkets. *Agriculture*, 5(3), 626-648.
- Caldeira, C., De Laurentiis, V., Corrado, S., van Holsteijn, F., & Sala, S. (2019). Quantification of food waste per product group along the food supply chain in the European Union: A mass flow analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 479-488.
- Calvo-Porrá, C., Medín, A.F., & Losada-López, C. (2017). Can marketing help in tackling food waste?: proposals in developed countries. *Journal of food products marketing*, 23(1), 42-60.
- Evans, D. (2012). Beyond the throwaway society: Ordinary domestic practice and a sociological approach to household food waste. *Sociology*, 46(1), 41-56.
- Fami, H.S., Aramyan, L.H., Sijtsema, S.J., & Alambaigi, A. (2019). Determinants of household food waste behavior in Tehran city: A structural model. *Resources, Conservation and Recycling*, 143, 154-166.
- FAO. (2011). Global food losses and food waste—Extent, causes and prevention. *SAVE FOOD: An Initiative on Food Loss and Waste Reduction*.

- FAO. (2014). Food Losses and Waste in the Latin America and the Caribbean.
- Filimonau, V., & Delysia, A. (2019). Food waste management in hospitality operations: A critical review. *Tourism management*, 71, 234-245.
- Filimonau, V., Krivcova, M., & Pettit, F. (2019). An exploratory study of managerial approaches to food waste mitigation in coffee shops. *International Journal of Hospitality Management*, 76, 48-57.
- FinancialTribune. (2017). Iran's Annual Food Waste at 25m Tons. Retrieved from <https://financialtribune.com/articles/economy-domestic-economy/70344/iran-s-annual-food-waste-at-25mtons>
- Gardas, B.B., Raut, R.D., & Narkhede, B. (2018). Evaluating critical causal factors for post-harvest losses (PHL) in the fruit and vegetables supply chain in India using the DEMATEL approach. *Journal of Cleaner Production*, 199, 47-61.
- Graham-Rowe, E., Jessop, D.C., & Sparks, P. (2015). Predicting household food waste reduction using an extended theory of planned behaviour. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 194-202.
- Hugos, M.H. (2018). *Essentials of supply chain management*: John Wiley & Sons.
- Irani, Z., Sharif, A.M., Lee, H., Aktas, E., Topaloğlu, Z., van't Wout, T., & Huda, S. (2018). Managing food security through food waste and loss: Small data to big data. *Computers & Operations Research*, 98, 367-383.
- Kaipia, R., Dukovska-Popovska, I., & Loikkanen, L. (2013). Creating sustainable fresh food supply chains through waste reduction. *International journal of physical distribution & logistics management*, 43, 262-276.
- Lipinski, B., Hanson, C., Waite, R., Searchinger, T., & Lomax, J. (2013). Reducing food loss and waste.
- Magalhaes, V.S.M., Ferreira, L.M.D.F., & Silva, C. (2021). Using a methodological approach to model causes of food loss and waste in fruit and vegetable supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124574.
- Magalhães, V.S.M., Ferreira, L.M.D.F., & Silva, C. (2022). Prioritising food loss and waste mitigation strategies in the fruit and vegetable supply chain: A multi-criteria approach. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 569-581.
- Negi, S., & Anand, N. (2015). Supply chain of fruits & vegetables agribusiness in Uttarakhand (India): Major issues and challenges. *Journal of Supply Chain Management Systems*, 4(1), 43-57.
- Ofei, K., & Mikkelsen, B.E. (2011). Food waste food service. *FoodServInSPRIe Project. Meal. Sci. Public Health Nutr.*
- Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050.

Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences, 365(1554), 3065-3081.

- Parizeau, K., von Massow, M., & Martin, R. (2015). Household-level dynamics of food waste production and related beliefs, attitudes, and behaviours in Guelph, Ontario. *Waste management*, 35, 207-217.
- Pinto, R.S., dos Santos Pinto, R.M., Melo, F.F.S., Campos, S.S., & Cordovil, C.M.-d.-S. (2018). A simple awareness campaign to promote food waste reduction in a University canteen. *Waste management*, 76, 28-38.
- Pirani, S.I., & Arafat, H.A. (2016). Reduction of food waste generation in the hospitality industry. *Journal of Cleaner Production*, 132, 129-145.
- Porat, R., Lichter, A., Terry, L.A., Harker, R., & Buzby, J. (2018). Postharvest losses of fruit and vegetables during retail and in consumers' homes: Quantifications, causes, and means of prevention. *Postharvest biology and technology*, 139, 135-149.
- Rais, M., & Sheoran, A. (2015). Scope of supply chain management in fruits and vegetables in India. *Journal of Food Processing and Technology*, 6(3).
- Rastegari, M., & Tifori, A. (2015). Waste of agricultural products in Iran. . *First International Congress on Healthy Agriculture, Nutrition and Society. Tehran. (Persian)*.
- Saaty, T.L., & Vargas, L.G. (2013). The analytic network process. In *Decision making with the analytic network process* (pp. 1-40): Springer.
- Siddiqui, M.W. (2018). *Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality*. London: Academic Press.
- Stancu, V., Haugaard, P., & Lähteenmäki, L. (2016). Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite*, 96, 7-17.
- UNEP. (2021). Food Waste Index Report 2021. Nairobi.
- Vaghefi, S.A., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., & Abbaspour, K.C. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific reports*, 9(1), 1-11.
- Vischers, V.H.M., Wickli, N., & Siegrist, M. (2016). Sorting out food waste behaviour: A survey on the motivators and barriers of self-reported amounts of food waste in households. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 66-78.

Causes of waste in the leafy vegetable supply chain in Kermanshah province

Mostafa Moradi¹, Hossein Shabanali Fami^{2*}, Aliakbar Barati³, Reza Salehi Mohammadi⁴

Abstract

Today, food waste has become a global concern for sustainable agri-food systems. According to field investigations, a considerable portion of leafy vegetables in Kermanshah province are wasted each year due to inefficiencies in the supply chain. However, no precise statistics or information on the amount of waste generated across the leafy vegetable supply chain or its drivers were provided. This study aimed to determine the amount of waste in the leafy vegetable supply chain in Kermanshah province and its causes. The research data collection tool was a questionnaire. The statistical population of this study included two groups of subject experts and leafy vegetable supply chain stakeholders in 1400. In total, 60 experts and 728 stakeholders were investigated across the leafy vegetable supply chain. The study results indicate that the stages of production (with 24% of waste) and household consumption (with 21% of waste) are the most important entry points for the intervention and implementation of leafy vegetable waste reduction strategies. The results of investigating the causes of waste showed that the inappropriate quality of the product supplied to each stage of the supply chain is one of the most important causes of leafy vegetable waste

¹. PhD scholar of Agricultural Development, University of Tehran, Iran

². Professor, Department of Agricultural Development and Management, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran; Corresponding author, e-mail: hfami@ut.ac.ir

³. Assistant Professor, Department of Agricultural Development and Management, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran

⁴. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran

due to the undesirable actions and behaviors of actors in the previous stages; thus, applying measures and strategies to deal with the causes of waste in the earlier stages of the supply chain while reducing waste in these stages has a significant effect on reducing the amount of waste in the subsequent stages.

Keywords: Food waste, Leafy vegetables, Food security, Food chain, Network analysis process