



## Food Loss and Waste: Prospect Challenges and Future Perspectives (Review Paper)

Received: 2024.06.04

Accepted: 2024.08.20

Elham Ebrahimi Sarindizaj,\*  Mehdi Ghanbarzadeh Lak

Department of Civil  
Engineering, Urmia  
University, Urmia, Iran

### EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** The increase in food demand, in line with the ever-increasing population growth along with climate change, has made the reduction of "food loss and waste (FLW)", which is one of the most important issues in the world today, a fundamental and wicked challenge. Due to the adverse effects of FLW on food security and the environmental impacts of greenhouse gases produced by agricultural operations, processing, distribution, and waste disposal, high values of FLW are recognized as a key indicator in limiting societal movement towards sustainability. Therefore, the growing increase in FLW by agricultural operations, processing, and distribution of products or waste produced after consumption has become a significant concern on a global scale in recent years and is now on the agenda of the United Nations Sustainable Development Goals. Access to reliable FLW data is considered a prerequisite in the evaluation of the orientation of societies towards sustainable development goals, and the determination of the management interventions' effectiveness in FLW reduction depends on the identification of the patterns and driving factors in this context.

**Materials and Methods:** The Scopus database was employed to retrieve studies on Food Loss and Waste. Due to the nascent nature of this area of research, substantial investigations have not yet been undertaken in Iran. About 7000 articles about FLW in the field of waste management were found in the databases, and after the initial screening based on the keywords of food loss and waste, the selection of studies was limited based on the objectives of the present study. Among 3700 studies, 201 studies (between 2009 and 2023) were collected from different databases.

**Results:** In this article, focusing on the concept of losses and food waste, the measurement methods and different patterns used in this regard have been summarized. Challenges relevant to FLW, including food security, resource sustainability, and climate change, were evaluated and future research directions were introduced regarding waste reduction and increasing the productivity of agricultural activities with the correct use of limited available resources. Due to the direct relationship between FLW reduction and increased food sustainability and resource use, it is necessary to prioritize studies on FLW in developing economies and to examine food loss and waste generally throughout the food supply chain. In this regard, to reduce food loss and waste and its effects, hierarchical measures, from the highest priority to the lowest, including source reduction, use as animal feed, industrial uses, anaerobic digestion, composting, and biofuel production; and landfilling and incineration of food waste, having the lowest priority, are suggested.

**Conclusion:** Major gaps in available global FLW data include non-comprehensive spatial coverage, unbalanced focus on different stages along the food supply chain, lack of sufficient data, and non-uniformity of system boundaries, methods, and definitions of FLW. Coherent studies based on primary data, along with the experiences of leading countries in FLW management, can pave the way for the adoption of proper FLW reduction policies and their principled implementation in the region, and at the same time, provide the basis for possible adverse environmental effects reduction.

**Keywords:** Environment, Waste Reduction, Food Security, Sustainability.

### How to cite this article:

Ebrahimi Sarindizaj, E. and Ghanbarzadeh Lak, M., 2025. Food loss and waste: prospect challenges and future perspectives (Review Paper). *Adv. Environ. Sci.* 23(2): 377-392.

\* Corresponding Author Email Address: e.ebrahimi@urmia.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1405



## تلفات و دورریز محصولات غذایی: چالش‌های پیش رو و چشم‌انداز آتی (مقاله مروری)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۳۰

الهام ابراهیمی سرین دی‌جی\*، مهدی قنبرزاده لک

گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی  
و مهندسی، دانشگاه ارومیه، ارومیه،  
ایران

### چکیده مبسوط

**سابقه و هدف:** افزایش نیازهای غذایی متناسب با رشد روزافزون جمعیت در کنار تغییرات اقلیمی، کاهش «تلفات و دورریز محصولات غذایی (FLW)» را که یکی از مهم‌ترین مسائل جهان امروز به شمار می‌رود، به چالشی اساسی و بفرنج تبدیل کرده است. با تأثیر نامطلوب FLW بر امنیت غذایی و تأثیرات گازهای گلخانه‌ای ناشی از عملیات کشاورزی، پردازش، توزیع و دفع ضایعات بر محیط‌زیست؛ مقادیر بالای FLW به‌عنوان شاخصی کلیدی در محدود نمودن حرکت جوامع به سمت پایداری، شناخته می‌شود. از این رو، افزایش روبه‌رشد FLW ناشی از عملیات کشاورزی، پردازش و توزیع محصولات یا پسماند تولیدشده پس از مصرف، در سالیان اخیر به یک نگرانی مهم در سطح جهانی تبدیل گشته و در دستور کار اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد قرار گرفته است. دسترسی به داده‌های قابل‌اعتماد FLW، به‌عنوان پیش‌نیازی در جهت‌گیری به سمت اهداف توسعه پایدار محسوب شده و تعیین اثربخشی مداخلات مدیریتی در کاهش FLW، به شناسایی الگوها و عوامل محرک در این زمینه، وابسته است.

**مواد و روش‌ها:** جهت استخراج مطالعات مربوط به تلفات محصولات غذایی و دورریز مواد غذایی، از پایگاه اطلاعاتی Scopus استفاده شد. به دلیل نوپایی این زمینه مطالعاتی، مطالعات قابل‌توجهی در ایران روی آن انجام نشده است. مجموعاً حدود 7000 مقاله در خصوص FLW در زمینه مدیریت پسماند در پایگاه‌های اطلاعاتی یافت شد که پس از غربالگری اولیه بر اساس کلمات کلیدی تلفات محصولات غذایی و دورریز مواد غذایی، انتخاب مطالعات بر مبنای اهداف مطالعه حاضر محدود شد. از میان ۳۷۰۰ مطالعه، 201 مطالعه (بین ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳) از پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف جمع‌آوری شد.

**نتایج و بحث:** در مقاله حاضر با تمرکز بر مفهوم تلفات و پسماند مواد غذایی، به جمع‌بندی روش‌های اندازه‌گیری و الگوهای مختلف مورد عمل در این خصوص، پرداخته شد. چالش‌های متناسب با FLW، شامل امنیت غذایی، پایداری منابع و تغییر اقلیم، مورد ارزیابی قرار گرفته و مسیرهای تحقیقات آتی در خصوص کاهش پسماند و افزایش بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی با استفاده صحیح از منابع محدود موجود، معرفی شد. به دلیل ارتباط مستقیم کاهش FLW و افزایش پایداری غذا و استفاده از منابع، لازم است که مطالعات مربوط به FLW در اقتصادهای در حال توسعه در اولویت قرار گیرد و تلفات غذا و پسماند مواد غذایی به طور کلی در سراسر زنجیره تأمین مواد غذایی بررسی شود. در همین راستا، برای کاهش تلفات و پسماند مواد غذایی و اثرات آن، اقدامات سلسله مراتبی که از بالاترین اولویت به کمترین شامل کاهش از مبدأ و منبع، استفاده به‌عنوان خوراک دام، مصارف صنعتی، هضم بی‌هوازی، کمپوست‌سازی و تولید سوخت زیستی بوده و دفن و سوزاندن پسماند غذایی کمترین اولویت را دارند، پیشنهاد می‌شود.

**نتیجه‌گیری:** شکاف‌های عمده در داده‌های جهانی FLW در دسترس، شامل پوشش مکانی نامناسب، تمرکز نامتوازن بر مراحل مختلف در طول زنجیره تأمین مواد غذایی، عدم وجود داده‌های کافی و واحد نبودن مرز سیستم، روش‌ها و همچنین تعریف FLW، هستند. در این زمینه مطالعات منسجم مبتنی بر داده‌های اولیه در کنار استفاده از تجربیات کشورهای پیش‌تاز در مدیریت FLW، می‌تواند راه‌گشای اتخاذ سیاست‌های صحیح کاهش FLW در کشور و اجرای اصولی آنها بوده و در عین حال، زمینه را جهت کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی محتمل، فراهم آورد.

**واژه‌های کلیدی:** محیط زیست، کاهش پسماند، امنیت غذایی، پایداری.

*استناد به این مقاله: ابراهیمی  
سرین‌دی‌جی، ا. و قنبرزاده لک، م.  
۱۴۰۴. تلفات و دورریز محصولات  
غذایی: چالش‌های پیش رو و  
چشم‌انداز آتی (مقاله مروری).  
فصلنامه علوم محیطی نوین. ۲۳(۲):  
۳۹۲-۳۷۷.*

\* Corresponding Author Email Address: e.abrahimi@urmia.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1405



## مقدمه

و دسترسی، لازم است تلفات در سراسر زنجیره تأمین مهار شود.

FLW در سالیان اخیر به یک نگرانی جهانی تبدیل شده است. به دلیل تأثیرات نامطلوب FLW بر امنیت غذایی و اتلاف منابع طبیعی زمین، آب و انرژی؛ و از طرف دیگر، تأثیرات سوء گازه‌های گلخانه‌ای تولید شده حین عملیات کشاورزی، پردازش، توزیع و دفع زایدات حاصله بر محیط زیست و سلامت انسان؛ مقادیر بالای FLW به عنوان شاخصی کلیدی در محدود نمودن حرکت جوامع به سمت پایداری، شناخته می‌شود. میزان تلفات مواد غذایی بر اساس گروه‌های مختلف، در جدول ۱ ارائه شده است.

افزایش روزافزون جمعیت و نیازهای غذایی متناسب با آن در کنار تغییرات اقلیم، موضوع کاهش «تلفات و دورریز محصولات غذایی (FLW<sup>1</sup>)» را که یکی از مهم‌ترین مشکلات جهان امروز به شمار می‌رود، به چالشی اساسی تبدیل کرده است. با تعریف «غذا» به عنوان هر ماده‌ای که برای مصرف انسان در نظر گرفته شده است (اعم از فراوری شده، نیمه فراوری شده یا خام) (FAO, 2014a, 2014b)، استفاده بهینه از منابع محدود آب، خاک و سایر منابع طبیعی، وظیفه اساسی پیش روی برنامه‌ریزان جوامع در راستای تأمین پایدار غذا، قلمداد می‌شود. براین اساس، در کنار تلاش برای راندمان بالاتر در تولید و بهبود فرایند توزیع

جدول ۱- میزان تلفات متوسط جهانی بر حسب گروه‌های مختلف مواد غذایی (Ghosh et al., 2015)

Table 1. Global average of food loss in different food groups (Ghosh et al., 2015)

| متوسط تلفات مواد غذایی در جهان<br>Average food losses in the world | گروه مواد غذایی<br>Food Category |
|--|----------------------------------|
| ۳۰ درصد  | غلات                             |
| ۴۰ تا ۵۰ درصد  | محصولات ریشه‌ای، میوه‌ها و سبزی  |
| ۲۰ درصد  | دانه‌های روغنی                   |
| ۳۰ درصد  | فراورده‌های دام، طیور و شیلات    |

آب (مقدار کل آب شیرین مورد استفاده جهت تولید محصول یا خدمات) و منابع (مساحت اشغال شده برای تولید محصولات کشاورزی، کود و منابع آب) در این جدول مدنظر قرار گرفته اند. علل افزایش FLW در طول زمان و در مناطق مختلف جهان، متفاوت بوده و عموماً به رفتار مصرف‌کنندگان و سیاست‌ها و مقررات دولتی، مربوط می‌شود. به طور معمول، FLW در کشورهای کم درآمد در مراحل تولید، حمل و نقل پس از برداشت، ذخیره‌سازی و فرآوری، رخ می‌دهد؛ که عمدتاً ناشی از محدودیت‌های مدیریتی و فنی است. در کشورهای با درآمد متوسط و بالا نیز FLW بیشتر در مراحل توزیع و مصرف رخ می‌دهد، اگرچه ممکن است در مراحل اولیه همچون زمانی که ارائه

مطابق با تصمیم سازمان ملل متحد در راستای اهداف توسعه پایدار (هدف ۱۲.۳)، سرانه دورریز پسماند غذایی در سطح خرده‌فروشی و مصرف‌کننده، می‌بایست به نصف کاهش یافته و تا سال ۲۰۳۰ تلفات غذا در طول زنجیره‌های تولید و عرضه کاهش یابد (Xue et al., 2017). بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد<sup>۲</sup>، سالانه حدود یک سوم مواد غذایی تولیدی برای مصرف انسان (یعنی حدود ۱/۳ میلیارد تن) در جهان تلف شده یا دور ریخته می‌شود (Gustavsson et al., 2011; Xue et al., 2019; Wohner et al., 2017) که آثار مختلفی را به همراه دارد (جدول ۲). مواردی نظیر ردپای کربن (میزان کل گاز گلخانه‌ای منتشر شده توسط یک فعالیت یا محصول)، ردپای

بالا، آموزش مصرف‌کنندگان در راستای تغییر الگوهای مصرف، کلید کاهش FLW است. علاوه بر آن، بهره‌گیری از فرایندهای تولید کود کمپوست و بازیافت انرژی، می‌تواند در مدیریت دور ریزهای تولیدی، مفید باشد. در سالیان اخیر اقدامات قابل توجهی در برخی از کشورها و دولت‌های محلی در راستای کاهش FLW یا مدیریت اصولی دور ریزهای غذایی انجام شده است (Kaza et al., 2018).

یارانه‌های کشاورزی منجر به تولید بیش از حد محصولات کشاورزی می‌شود، اتفاق بیافتد (Kaza et al., 2018). اصلاح و ایجاد هماهنگی‌های بهبود یافته بین مولفه‌های مختلف زنجیره تأمین مواد غذایی، نکته کلیدی در کاهش برخی از مشکلات ناشی از افزایش FLW، به شمار می‌رود. برخی از استراتژی‌های کاهش FLW، در کشورهای کم درآمد شامل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها (ذخیره‌سازی در سردخانه) و حمل و نقل بوده و در کشورهای با درآمد

جدول ۲- آثار اتلاف مواد غذایی تولید شده برای مصرف انسان  
Table 2. Effects of waste of food produced for human consumption

| نوع اثر<br>Effect   | برآورد هدررفت منابع / انتشار آلاینده‌ها ناشی از ۱/۳ میلیارد تن تلفات یا دورریز سالانه مواد غذایی<br>Estimated waste of resources/emission of pollutants caused by 1.3 billion tons of annual food loss or waste  |
|---|--|
| ردپای کربن<br>Carbon footprint  | ۳/۳ میلیارد تن معادل CO <sub>2</sub> * (FAO, 2013; Kummu et al., 2012; Withanage et al., 2021; Wohner et al., 2019) بدون احتساب انتشارات ناشی از تغییر کاربری اراضی*<br>یا ۴/۴ گیگا تن انتشارات سالانه CO <sub>2</sub> در اشل جهانی که معادل ۸٪ کل انتشارات CO <sub>2</sub> در جهان است (Xue et al., 2017) |
| ردپای آب<br>Water footprint   | ۲۵۰ میلیارد مکعب آب آبی (FAO, 2013; Xue et al., 2017; Wohner et al., 2019; Withanage et al., 2021)   |
| مساحت اشغال شده برای تولید کشاورزی<br>The occupied area for agricultural production | ۱/۴ میلیارد هکتار (۲۸٪ کل جهان) کاربری اراضی کشاورزی (Xue et al., 2017; Wohner et al., 2019; Withanage et al., 2021)   |
| توده خشک محصولات کشاورزی<br>Dry mass of agricultural products                       | ۲۳٪ کل زمین‌های تحت کشت محصولات زراعی جهانی (FAO, 2011; Kummu et al., 2012)<br>۴۴٪ (Withanage et al., 2021)  |
| هزینه اقتصادی<br>Economic cost  | ۷۵۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۷ (Xue et al., 2017; Rajeh et al., 2020) و حدود ۲/۶ تریلیون دلار در سال ۲۰۱۲ شامل زیان‌های اقتصادی (۱/۱ تریلیون دلار)، زیست‌محیطی (۶۹۶ میلیارد دلار) و اجتماعی (۸۸۲ میلیارد دلار) (Spang et al., 2019)  |
| منابع آب شیرین<br>Fresh water resources   | ۲۴٪ منابع آب شیرین مورد استفاده در تولید محصولات غذایی (FAO, 2011)   |
| کود<br>Fertilizer   | ۲۳٪ مصرف جهانی کود (FAO, 2011)   |

\* این مقدار ردپای کربن، دورریزهای غذایی را به رتبه سوم در تولید گازهای گلخانه‌ای، پس از ایالات متحده آمریکا و چین، ارتقا داده است (FAO, 2013)

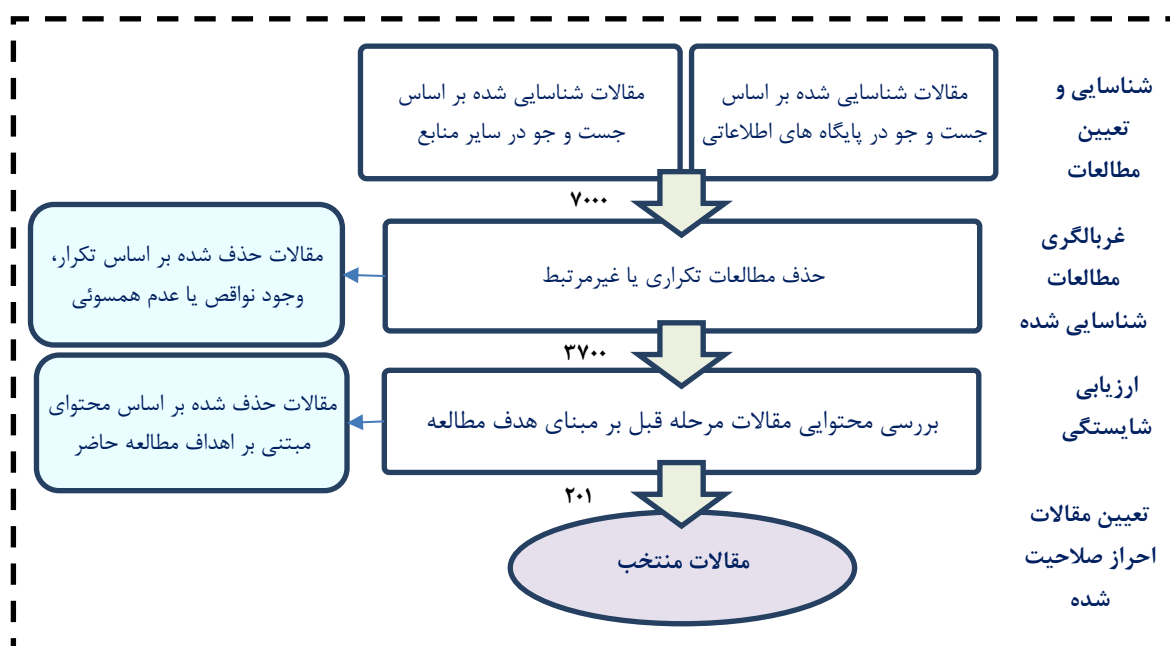
شد. علی‌رغم تلاش‌های فزاینده در تعیین کمیت FLW و استانداردسازی روش‌ها، نگرانی‌هایی در مورد کمبود و ناسازگاری داده‌ها مطرح است. درک روشن از در دسترس بودن و کیفیت داده‌های جهانی FLW، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چراکه این اطلاعات (۱) پیش‌نیازی برای سنجش جهت‌گیری جوامع به سمت اهداف توسعه

اولین استاندارد جهانی به منظور اندازه‌گیری FLW در سال ۲۰۱۶ و با مشارکت سازمان‌های بین‌المللی پیشرو (World Resources Institute, FAO, Waste and United Nations Resources Action Programme, World Business Environment Programme و Council for Sustainable Development)، توسعه داده

## مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر با تمرکز بر بخش‌های مختلف یک مقاله پژوهشی، مقاله‌ای مروری با استفاده از بیانیه موارد ترجیحی در گزارش مقالات مروری منظم و فراتحلیل‌ها<sup>۳</sup> نگارش شده است. جهت استخراج مطالعات مربوط به تلفات محصولات غذایی و دورریز مواد غذایی، از پایگاه اطلاعاتی Scopus استفاده شد. شایان ذکر است که به دلیل اینکه این زمینه مطالعاتی نسبتاً جوان و نوپا می‌باشد مطالعات قابل توجهی در ایران روی آن انجام نشده است؛ اما با این وجود از پایگاه اطلاعاتی SID برای دسترسی به مقالات به زبان فارسی نیز بهره گرفته شد. در مجموع حدود 7000 مقاله در خصوص FLW در زمینه مدیریت پسماند در پایگاه‌های اطلاعاتی یافت شد که پس از غربالگری اولیه بر اساس کلمات کلیدی تلفات محصولات غذایی و دورریز مواد غذایی و نیز محدودسازی انتخاب مطالعات بر مبنای اهداف مطالعه حاضر، از میان ۳۷۰۰ مطالعه، 201 مطالعه از پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف جمع‌آوری شد که شامل مطالعات بین ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳ هستند. شکل ۱ فلوجارت استفاده از روش مرور ساختاریافته پریزما برای مطالعه حاضر را نشان می‌دهد.

پایدار و کاهش FLW و ارزیابی اثربخشی مداخلات می‌باشد؛ (۲) منجر به افزایش سطح آگاهی، کشف استراتژی‌های کاهش و اولویت‌بندی تلاش‌ها برای پیشگیری و کاهش FLW می‌شود؛ (۳) امکان مقایسه بین کشورها، زنجیره‌های تأمین مواد غذایی و کالاها با وجود داده‌های بهتر، به شناسایی الگوها و عوامل محرک تولید FLW کمک می‌کند؛ و (۴) مبنای لازم برای تحلیل بیشتر اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی متناسب با FLW را فراهم می‌کند (Xue et al., 2017). در همین راستا، با توجه به ضرورت تعیین خلأهای تحقیقاتی برمبنای مطالعات انجام‌یافته در حوزه تلفات و دورریز محصولات غذایی، در مطالعه حاضر مرور ساختاریافته‌ای انجام شده است تا با دسته‌بندی و تعیین کانون تمرکز مطالعات موجود، سیستم علت و معلولی FLW شناسایی شده و پیشنهادها برای تحقیقات آتی ارائه شود. به این منظور به جمع‌بندی روش‌های اندازه‌گیری و الگوهای مختلف تعیین تلفات و دورریزهای محصولات غذایی، پرداخته شده و مسیرهای تحقیقات آتی در خصوص کاهش پسماند و تلفات مواد غذایی معرفی می‌شود.



شکل ۱- فلوجارت استفاده از روش مرور ساختاریافته برای مطالعه حاضر  
Figure 1- Flowchart of using the systematic review method for the present study

خوراکی که مورد اخیر در طبقات قابل اجتناب، تا حدودی قابل اجتناب و غیر قابل اجتناب، قرار می‌گیرد، تقسیم‌بندی نمود (Wang *et al.*, 2021). تعاریف متداول این دسته‌ها در جدول ۴ آورده شده است. لازم بذکر است رویکرد اصلی در دسته‌بندی فوق، توجه به عوامل فرهنگی (Kummu *et al.*, 2012) یا خطرات بالقوه بر سلامت، مانند احتمال حضور مواد شیمیایی کشاورزی در پوست میوه‌ها و محصولات کشاورزی (Beretta *et al.*, 2013)، بوده است. همچنین این موضوع که نوع خاصی از FW به دسته ویژه‌ای تعلق دارد، ممکن است در طول زمان تغییر کند (FAO, 2011). به عنوان یک جمع‌بندی از جدول ۳، می‌توان تلفات محصولات غذایی را چنین تعریف نمود: کاهش کمیت یا کیفیت در توده مواد غذایی خوراکی که منحصراً برای مصرف انسان در نظر گرفته شده است به دلیل عدم مدیریت صحیح در مراحل تولید، پس از برداشت و فراوری. همچنین پسماند مواد غذایی را می‌توان بخش دور ریخته شده غذا در انتهای زنجیره غذایی و مصرف نهایی قلمداد کرد.

در کنار این طبقه‌بندی، روش‌های دیگری بر اساس شاخص‌های مختلف مانند منشأ (حیوانی/گیاهی)، پیچیدگی (تک‌محصول/مخلوط)، پردازش (فراوری‌شده/فراوری نشده)، بسته‌بندی و غیره وجود دارند (Kummu *et al.*, 2012).

تلفات در مراحل مختلف زنجیره تأمین مواد غذایی، ایجاد می‌شوند (Rajan *et al.*, 2017). حدود ۲۴ درصد از FW جهانی در زمان تولید، ۲۴ درصد در هنگام جابه‌جایی و ذخیره‌سازی و ۳۵ درصد در زمان مصرف رخ می‌دهند. این سه مرحله با هم، بیش از ۸۰ درصد FW جهانی را تشکیل می‌دهند (Ghosh *et al.*, 2015). تلفات و تولید پسماند غذایی در مراحل مختلف زنجیره تأمین مواد غذایی در شکل ۲ نشان داده شده است.

در بخش‌های بعدی بررسی و بحث روی نتایج حاصل از این مرور ساختاریافته با تمرکز بر مفاهیم تلفات محصولات غذایی و دورریز مواد غذایی ارائه شده است.

## یافته‌ها

بررسی و مرور ساختاریافته مطالعات پیشین، نشان‌دهنده گستره وسیع عدم قطعیت در مقایسه صحیح و استفاده درست از نتایج مطالعات بوده است. نظر به عدم وجود وحدت کلمه در تعریف، اندازه‌گیری و الگوهای FLW، نتایج حاصل از بررسی‌های مربوطه، در ادامه ارائه شده‌اند.

## تعاریف FLW

در حال حاضر، تعاریف مختلفی برای تلفات محصولات غذایی و دورریز مواد غذایی، در ادبیات فنی موضوع، مورد اشاره قرار گرفته است. در اکثر تحقیقات، تلفات غذا و پسماند مواد غذایی بر اساس زنجیره تأمین مواد غذایی از جمله تولید کشاورزی، حمل و نقل پس از برداشت و ذخیره‌سازی، پردازش و بسته‌بندی و مرحله توزیع و مصرف، تمییز داده می‌شوند (Redlingshöfer *et al.*, 2017). بر اساس تعاریف FAO، هر دوی تلفات غذا و پسماند مواد غذایی که به صورت یکجا، دورریز غذایی نامیده می‌شوند، به بخش‌های خوراکی یک گیاه و/یا محصولات حیوانی اشاره دارند که در نهایت توسط مردم مصرف نمی‌شوند (Spang *et al.*, 2019). برخی مطالعات، غذایی که در ابتدا برای مصرف انسان در نظر گرفته شده بود، اما سپس به عنوان پسماند به مصرف تغذیه حیوانات رسیده می‌شود را در تعریف FLW لحاظ نمی‌کنند (Parfitt *et al.*, 2010). در جدول ۳ تعدادی از تعاریف متعددی که در مورد تلفات غذا و پسماند مواد غذایی در ادبیات فنی موضوع وجود دارد، ارائه شده است.

FW را می‌توان در دسته‌های جزئی‌تر خوراکی و غیر

جدول ۳- تعریف تلفات غذا و پسماند مواد غذایی

Table 3. Definition of food loss and waste

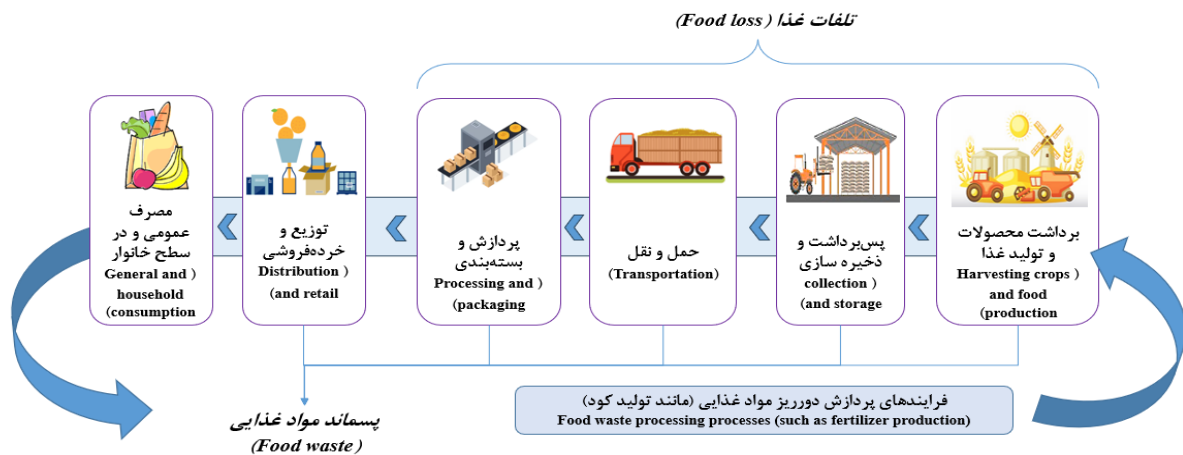
| مرجع<br>Reference  | تعریف<br>Definition   |
|--|---|
|  | <b>تلفات محصولات غذایی (FL<sup>4</sup>)</b>   |
| (van der Werf & Gilliland, 2017)   | کاهش توده غذای خوراکی در زنجیره تأمین که به طور خاص به غذای خوراکی جهت مصرف انسان تبدیل خواهد شد. این کاهش، در مراحل قبل از رسیدن ماده غذایی به دست مشتری، رخ می‌دهد.   |
| (FAO, 2014a)   | ماده غذایی که به دلیل کاهش کیفیت یا کمیت غذا در بخش‌های تولید و توزیع اولیه زنجیره تأمین غذا (FSC <sup>5</sup> )، مصرف نمی‌شود.   |
| (Ghosh <i>et al.</i> , 2015)   | غذایی که در طول زنجیره تأمین ماده غذایی تولید شده برای مصرف انسان، توسط انسان مصرف نمی‌شود یا نمی‌تواند مصرف شود.   |
| (Kummu <i>et al.</i> , 2012; FAO, 2014a)   | غذایی که معمولاً به دلیل ناکارآمدی در زنجیره تأمین مواد غذایی، مصرف نمی‌شود. نمونه‌هایی از ناکارآمدی‌ها عبارتند از: مدیریت ناکافی در تأسیسات ذخیره‌سازی، خرابی‌های تکنولوژیکی در تبرید و زیرساخت‌های ضعیف در حین حمل و نقل.   |
| (Hoehn <i>et al.</i> , 2023)   | کاهش توده مواد غذایی خوراکی در مراحل تولید، پس از برداشت و فراوری.  |
| (Quested & Johnson, 2009; FAO, 2014b)  | کاهش کمیت یا کیفیت در توده مواد غذایی خوراکی که منحصراً برای مصرف انسان در نظر گرفته شده است. این کاهش در مراحل اولیه یک زنجیره تأمین معین (مانند مراحل تولید، پس از برداشت و فراوری) رخ می‌دهد.  |
| (Gustavsson <i>et al.</i> , 2011)  | غذایی که در مراحل اولیه زنجیره تأمین مواد غذایی تلف شده و به مصرف نمی‌رسد.  |
| (Redlingshöfer <i>et al.</i> , 2017)   | اتلاف یا دور ریزی غیرارادی غذا*.  |
|  | <b>پسماند مواد غذایی (FW<sup>4</sup>)</b>   |
| (FAO, 2013)  | تلفات در انتهای زنجیره غذایی (بیشتر مربوط به رفتار انسان).  |
| (Wang <i>et al.</i> , 2021)  | تلفات غذایی.  |
| (Xue <i>et al.</i> , 2017; Withanage <i>et al.</i> , 2021)                         | بخشی از تلفات در تولید اولیه و در مراحل پس از برداشت و جابه‌جایی، می‌تواند به‌عنوان پسماند تلقی شود.  |
| (Kummu <i>et al.</i> , 2012; Xue <i>et al.</i> , 2017; Rajeh <i>et al.</i> , 2020) | غذایی که برای مصرف انسان در نظر گرفته شده است اغلب در هر مرحله از FSC، از تولید کشاورزی تا مصرف نهایی، زمانی که کیفیت خود را از دست می‌دهد یا توسط انسان در طول عمر مفید مصرف نمی‌شود، تبدیل به «پسماند» می‌شود.  |
| (Kummu <i>et al.</i> , 2012)   | بخش مهمی از تلفات غذا، «پسماند مواد غذایی» است و به حذف عمدی مواد غذایی از FSC اشاره دارد که هنوز برای مصرف مناسب هستند. FW اغلب با انتخاب اتفاق می‌افتد (مانند آماده‌سازی اضافی و بی‌توجهی که منجر به فساد، گذشتن تاریخ مصرف یا مازاد شدن غذای خورده نشده می‌شود). |
| (Hoehn <i>et al.</i> , 2023)   | مواد غذایی تلف شده در سطح خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان.   |
| (Quested & Johnson, 2009; FAO, 2014a)  | بخش دور ریخته شده غذا در انتهای زنجیره غذایی (به عنوان مثال، خرده‌فروشی و مصرف نهایی - مربوط به رفتار خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان).  |
| (Gustavsson <i>et al.</i> , 2011)  | دورریز غذا در انتهای زنجیره غذایی (مرحله توزیع و مصرف).   |
| (Redlingshöfer <i>et al.</i> , 2017)   | اتلاف یا دور ریزی داوطلبانه غذا*.   |

\* تعیین اینکه آیا دورریز مشخصی از غذا داوطلبانه است یا خیر، آسان نمی‌باشد (Mladenova & Shtereva, 2009).

جدول ۴- طبقه‌بندی تلفات غذایی  
Table 4. Classification of food losses

| تعاریف<br>Definitions   | دسته<br>Category     |
|---|----------------------|
| غذای قابل خوردن که در مراحل مختلف، تلف / دورریز می‌شود.   | خوراکی<br>edible     |
| غذایی که در مقطعی قبل از دفع، قابل خوردن بوده است (مانند غذاهایی که قبل از اتمام تاریخ مصرف، فاسد شده و دور ریخته شده‌اند) (Kowalska, 2017).                          | قابل اجتناب          |
| غذاهایی که برای برخی افراد مطلوب بوده حال آنکه برخی دیگر آنها را مصرف نمی‌کنند، مانند پوست سیب‌زمینی، کدو، سبزی چغندر و نان خشک (Kummu et al., 2012; Kowalska, 2017). | تا حدودی قابل اجتناب |
| غذاهایی که در شرایط عادی قابل خوردن نیستند، مانند پوست پرتقال، استخوان‌های گوشت و پوسته تخم‌مرغ (Wang et al., 2021).  | غیر قابل اجتناب      |

غیرخوراکی  
non-edible



شکل ۲- تلفات غذا و پسماند مواد غذایی در سراسر زنجیره تأمین مواد غذایی و مصرف

Figure 2- Food loss and waste across the food supply chain and consumption (adapted from (Quested & Johnson, 2009))

## اندازه‌گیری FLW

یکی از رویکردهای کلیدی در مدیریت مسائل مربوط به FW، اندازه‌گیری، ردیابی و ارزیابی مقادیر و ترکیب پسماندهای تولید شده در زنجیره تأمین مواد غذایی است، زیرا امکان مدیریت آنچه که اندازه‌گیری نشده است، وجود ندارد (Chaboud, 2017). بدون این دانش، هدف‌گذاری، اولویت‌بندی و طراحی اقدامات برای جلوگیری و کاهش تلفات و پسماند مواد غذایی دشوار خواهد بود (Kummu et al., 2012; Elimelech et al., 2018; Edjabou et al., 2019). به دلیل عدم قطعیت‌های موجود و نبود یک توافق کلی در مورد آنچه که باید در مفهوم FLW در نظر گرفته

شود، پایگاه‌های اطلاعاتی شفاف و قابل دسترس وجود ندارد. علاوه بر آن، مکانیزم‌های جمع‌آوری داده‌ها بسیار محدود، زمان‌بر و پرهزینه هستند. حتی زمانی که داده‌ها در دسترس باشند نیز، کمی‌سازی همچنان چالش‌برانگیز است و منجر به ایجاد پایگاه‌های داده‌ای می‌شود که به دلیل تعارض در تعریف بخش‌های مختلف FLW توسط مراجع متفاوت، قابلیت مقایسه نداشته و کاملاً شفاف نیستند (Kummu et al., 2012; Xue et al., 2017; Salihoglu et al., 2018; Elimelech et al., 2018).

## الگوهای مختلف FLW

مصرف غذا تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله وجود و



و مواد غذایی تخریب شده توسط آفات در طول ذخیره‌سازی، ریخته‌شدن مواد غذایی در حین پردازش و/یا بسته‌بندی و محصولات بیش از حد رسیده که برای خرده‌فروشی مناسب نیستند، اما برای خوردن کاملاً ایمن و کاملاً مغذی هستند، اغلب دور انداخته می‌شوند (Ghosh *et al.*, 2015). کشورهای در حال توسعه ۴۰٪ مواد غذایی خود را در طول عملیات پس از برداشت (عمدتاً به دلیل محدودیت‌های تکنولوژیکی و نگهداری و جابه‌جایی نامناسب) از دست می‌دهند؛ اما در کشورهای توسعه یافته، ۴۰٪ پسماند مواد غذایی به مراحل خرده‌فروشی و مصرف‌کننده (به دلیل مصرف بیش از حد و انتظارات کیفیت برآورده نشده) مربوط می‌شود (Raak *et al.*, 2017; Spang *et al.*, 2019). محصولات تازه تولید شده و فرآورده‌های پخته شده، محصولات لبنی، گوشت و سایر اقلام فاسد شدنی، بخش عمده‌ای از FW در مرحله خرده‌فروشی را تشکیل می‌دهند (Ghosh *et al.*, 2015; Xue *et al.*, 2017). FW در کشورهای توسعه یافته، در درجه اول به رفتار مصرف‌کنندگان، خرده‌فروشان و همچنین عدم ارتباط در زنجیره تأمین مواد غذایی مربوط می‌شود (Mladenova & Shtereva, 2009; Thi *et al.*, 2015; Amicarelli *et al.*, 2020). تأسیسات ذخیره‌سازی بیشترین سهم را در تلفات پس از برداشت غلات در چین دارند؛ بگونه‌ای که در کشور چین، ۴۹٪، ۳۰٪ و ۲۱٪ از دانه‌ها در طول ذخیره‌سازی به ترتیب توسط جوندگان، قارچ‌ها و حشرات، تلف می‌شوند. در بخش خرده‌فروشی، میوه‌ها و سبزیجات پرمصرف‌ترین محصولات هستند و در رده بعدی، غلات، ریشه‌ها و غده‌ها، قرار دارند که تولیدی بیش از حد نیاز دارند (Mladenova & Shtereva, 2009). در بسیاری از مطالعات در سطح منطقه‌ای یا کشوری، همچنین در مطالعات در مقیاس بزرگ، تأثیرات قابل توجه FLW بر امنیت غذایی، محیط‌زیست و توسعه اقتصادی، مورد توجه قرار گرفته است (جدول ۵).

امکان دسترسی به غذا، قرار دارد که دارای ارتباط نزدیکی با میزان تولید مواد غذایی در یک کشور می‌باشد. مقدار و ترکیب FLW به طور طبیعی تحت تأثیر الگوهای مصرف مواد غذایی است (Ishangulyyev *et al.*, 2019). بر اساس نتایج مطالعه (Xue *et al.*, 2017)، با افزایش سرانه تولید ناخالص داخلی، سرانه تولید پسماند غذایی در خانوارها افزایش می‌یابد و الگوی FW در کشورهای توسعه یافته با کشورهای در حال توسعه متفاوت است. به بیان دیگر، کشورهای توسعه یافته در آمریکای شمالی، اتحادیه اروپا و آسیای صنعتی (چین، ژاپن و کره جنوبی)، مسئول دورریز ۵۶ درصد از کل FW هستند (Gooch & Felfel, 2014; Ghosh *et al.*, 2015).

در مناطق صنعتی مانند اروپا و آمریکای شمالی، میزان مواد غذایی تلف شده در مرحله مصرف به ویژه در سطح خانوار، به طور قابل توجهی از مناطق در حال توسعه (مانند جنوب صحرای آفریقا، آسیای جنوبی و جنوب شرقی و آمریکای لاتین که در آن اتلاف یا دور ریزی مواد غذایی احتمالاً در مراحل بین تولید اولیه و خرده‌فروشی بیشتر است)، زیادتر می‌باشد (Gustavsson *et al.*, 2011; Kummu *et al.*, 2012; van der Werf & Gilliland, 2017; Magalhães *et al.*, 2021; Withanage *et al.*, 2021). تلفات غذا اغلب نتیجه ناخواسته محدودیت‌های مدیریتی و فنی مانند نامناسب بودن حمل و نقل، ذخیره‌سازی و نگهداری و/یا بسته‌بندی، تکنیک‌های برداشت محدود، فقدان زیرساخت‌های مدرن و مناسب، شرایط اقلیمی مرطوب و سیستم‌های پس‌تولید ناکافی، استانداردهای کیفیت زیباسازی و تزیین در کنار سیستم‌های بازاریابی ناکارآمد و نیز حمل و نقل با تأخیر است و معمولاً در مراحل اولیه زنجیره تأمین مواد غذایی رخ می‌دهد (Berjan *et al.*, 2018; Spang *et al.*, 2019). محصولات لکه‌دار، میوه‌های ضربه دیده در حین چیدن، محصولات دارای برچسب یا بسته‌بندی نامناسب، محصولات که نگهداری یا حمل و نقل نامناسبی داشته اند

جدول ۵- آمار سالانه تلفات و پسماند مواد غذایی در نقاط مختلف جهان

Table 5. Annual statistics of food loss and waste worldwide

| توضیحات<br>Description  | تولید سالانه FLW<br>Annual production of FLW                                    | منطقه<br>Region                                 |
|---|---|---|
| بیش از ۲۰٪ از غذای تولید شده (Ananno <i>et al.</i> , 2021) را شامل می‌شود. ۴۵ تا ۵۰٪ آن مربوط به خانوارها است (FAO, 2011; Xue <i>et al.</i> , 2017)   | Xue <i>et al.</i> , (۱۰۰ الی ۱۰۲/۵ میلیون تن (2017; Spang <i>et al.</i> , 2019) | اتحادیه اروپا<br>European Union                 |
| بیش از ۶۰ درصد آن، جزء مواد غیرخوراکی قابل اجتناب است (Xue <i>et al.</i> , 2017). ۱۵/۵۳٪ کل پسماند تولیدی مربوط به FLW است (Griffin <i>et al.</i> , 2008).  | ۷/۲ میلیون تن (مربوط به سال ۲۰۱۲)   | بریتانیا<br>United Kingdom                      |
| معادل ۱۰٪ زبان اقتصادی اتحادیه اروپا است (Ananno <i>et al.</i> , 2021).   | ۸/۷۸ میلیون تن  | ایتالیا<br>Italy                                |
| ۳۰٪ کل مواد غذایی را شامل می‌شود. ۱۰ تا ۲۰٪ مواد غذایی خریداری شده به FW تبدیل می‌شود (Xue <i>et al.</i> , 2017)  | -   | فنلاند<br>Finland                               |
| ۴۰٪ کل مواد غذایی و معادل ۲٪ تولید ناخالص داخلی (Xue <i>et al.</i> , 2017) است. خانوارها تنها مسئول ۱۴٪ از کل FLW بوده و ۲۱٪ از FW قابل اجتناب است. ۱۸/۱۲٪ کل پسماند را شامل می‌شود (Griffin <i>et al.</i> , 2008). | -   | کانادا<br>Canada                                |
| ۶۰٪ آن مربوط به خانوارها است (Dal' Magro & Talamini, 2019). ۳۵/۱۸٪ کل پسماند را شامل می‌شود (Griffin <i>et al.</i> , 2008).   | ۶۱ میلیون تن در سال (Spang <i>et al.</i> , 2019)                                | ایالات متحده آمریکا<br>United States of America |
| ۲۳٪ کل مواد غذایی و ۱۰ تا ۲۰٪ مواد غذایی خریداری شده را تشکیل می‌دهد (Xue <i>et al.</i> , 2017).  | -   | دانمارک<br>Denmark                              |
| ۲۷/۷۲٪ کل پسماند (Griffin <i>et al.</i> , 2008).  | ۹۲/۴ میلیون تن (Spang <i>et al.</i> , 2019)                                     | چین<br>China                                    |
| ۴۲٪ کل مواد غذایی (Betz <i>et al.</i> , 2015).  | ۸۲/۱ میلیون تن (Betz <i>et al.</i> , 2015)                                      | برزیل<br>Brazil                                 |
| ۳۳٪ کل مواد غذایی و ۲۲٪ مواد غذایی خریداری شده را شامل می‌شود (Brautigam <i>et al.</i> , 2014). ۱۳/۵٪ آن قابل اجتناب است (Kowalska <i>et al.</i> , 2014).   | -   | سوئیس<br>Swiss                                  |
| ۲۰٪ کل مواد غذایی و ۱۰ تا ۲۰٪ مواد غذایی خریداری شده را شامل می‌شود (Xue <i>et al.</i> , 2017).   | -   | نروژ<br>Norway                                  |
| ۶۴/۰۲٪ کل پسماند (Griffin <i>et al.</i> , 2008).  | ۷/۷ میلیون تن (Spang <i>et al.</i> , 2019)                                      | عربستان سعودی<br>Saudi Arabia                   |
| ۱۰-۲۰٪ مواد غذایی خریداری شده (Xue <i>et al.</i> , 2017).   | ۴ میلیون تن (Spang <i>et al.</i> , 2019)  | استرالیا<br>Australia                           |
| ۶۸/۹۳٪ کل پسماند (Griffin <i>et al.</i> , 2008).  | -   | سوئد<br>Sweden                                  |
| بیش از ۸/۶ میلیون تن از پسماندهای زیست‌تخریب پذیر در سال مربوط به بخش توزیع و مصرف است (Ishangulyyev <i>et al.</i> , 2019).   | ۲۶ میلیون تن (Ishangulyyev <i>et al.</i> , 2019)                                | آرژانتین<br>Argentina                           |
| ۷۴/۴٪ کل پسماند (Griffin <i>et al.</i> , 2008).   | ۳/۷۸ میلیون تن  | ترکیه<br>Türkiye                                |
|   |   | بنگلادش<br>Bangladesh                           |

## تجهیزات خشک کردن، آبیگری و ذخیره سازی غالب است. چالش های متناسب با تلفات و دورریز محصولات غذایی

موضوع تلفات و دورریز محصولات غذایی، نه تنها از نقطه نظر کمبود مواد غذایی در جهان مورد توجه است، بلکه اگر به درستی مدیریت نشود، می تواند منجر به بروز مشکلات زیست محیطی و اقتصادی تأثیرگذار بر جوامع گردد. با این وجود، زمانی که به موضوع FLW به عنوان یک منبع بالقوه نگریسته می شود، می توان برخی از خواسته های جامعه را پاسخ گفت (به عنوان مثال، بهره گیری از FW در تغذیه دام و طیور). به طور کلی، تأثیرات FW می تواند شامل دسته های اصلی اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی باشد که در قالب انتشارات زیست محیطی و تهدید امنیت غذایی، نمایان می شوند (FAO, 2014b; Ghosh *et al.*, 2015).

### اثرات زیست محیطی

اثرات نامطلوب زیست محیطی ناشی از FW، گسترده و متنوع بوده و می تواند شامل انتشار غیر ضروری گازهای گلخانه ای و ناکارآمدی استفاده از منابع آب، زمین، کود، انرژی، تهدید تنوع زیستی و تغییر اقلیم در سراسر جهان، باشد (Ishangulyyev *et al.*, 2019). برای تولید غذای تلف شده (۱/۳ میلیارد تن - به جدول ۱ رجوع کنید)، سالانه حدود ۱۹۸ میلیون هکتار زمین زراعی، ۱۷۳ میلیارد متر مکعب آب و ۲۸ میلیون تن کود کشاورزی مصرف می شود. تلفات مواد غذایی همچنین مسئول انتشار مقادیر قابل توجهی از گازهای گلخانه ای<sup>۷</sup> است. انتشار مقادیر زیادی از گازهای گلخانه ای ناشی از FLW، یکی از منابع نگرانی اساسی است. اگر بتوان تلفات مواد غذایی را همانند یک کشور قلمداد نمود، پس از چین و ایالات متحده، سومین تولیدکننده گازهای گلخانه ای در جهان خواهد بود (Spang *et al.*, 2019). انتشار گاز متان از پسماند حدود ۱۸٪ از انتشار گاز متان انسانی را در سطح جهان تشکیل می دهد. گازهای گلخانه ای منتشر شده در محل های دفن پسماند، به ویژه متان و دی اکسید کربن، تقریباً ۳٪ از کل انتشارات گازهای گلخانه ای جهانی را شامل

همان طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، به طور کلی در کشورهای توسعه یافته، غذا بیشتر در سطح خانواده هدر می رود. با توجه به اینکه مقادیر زیاد FW در بخش خانگی، منجر به تحمیل هزینه های بالایی در مراحل جمع آوری و حمل و نقل و نیز جداسازی و پردازش پسماند خواهد شد (Brautigam *et al.*, 2014)، تمرکز بر FW خانگی مهم است؛ زیرا نقش مهمی در تحقق اهداف کاهش FLW ایفا می کند (Kummu *et al.*, 2012).

### بحث

مقیاس تلفات مواد غذایی و منابع آن در مناطق مختلف متفاوت است. آداب و رسوم فرهنگی، درآمد، صنعتی شدن و وضعیت توسعه، عوامل اصلی در تنوع میزان FLW در نقاط مختلف جهان هستند. همچنین تلفات قبل از برداشت در برخی کشورها، به طور دوره ای به دلیل شرایط آب و هوایی شدید؛ مانند خشکسالی و یا هجوم آفات، ایجاد می شود (Ghosh *et al.*, 2015). در کشورهای در حال توسعه قبل از اینکه غذا به دست مصرف کننده برسد، تلفات در زنجیره تأمین بسیار بالا بوده و نسبت به پسماند تولیدی پس از برداشت یا قبل از مصرف، آسیب پذیرتر هستند.

تلفات تقریباً در هر مرحله از زنجیره غذایی ممکن است با استفاده از بسته بندی مناسب کاهش یابد و تلفات بیشتر در مراحل قبل و بعد از برداشت در کشورهای در حال توسعه، نیاز به تمرکز بر راه حل های بسته بندی را نشان می دهد (Withanage *et al.*, 2021). در کشورهای در حال توسعه، دلیل وقوع FLW در درجه اول، زوال محصولات فاسد شدنی در مناطق گرم و مرطوب می باشد. در رواندا، موزامبیک، مالاوی، غنا، بنین و هند، کشاورزان حدود ۳۰ تا ۸۰ درصد از ارزش محصول برداشت شده خود را قبل از رسیدن به دست مصرف کننده نهایی به دلیل دمای بالا، بسته بندی های بی کیفیت، بهداشت نامناسب مزرعه و زمان طولانی مورد نیاز برای رسیدن به بازار، از دست می دهند. در مناطق کم درآمد نیز FLW غلات عمدتاً به دلیل عملکرد ضعیف زراعی و فقدان

می‌شوند (Godfray *et al.*, 2010).

در میان استراتژی‌های مختلف، کاهش FLW بواسطه صرفه‌جویی در مصرف منابع و جلوگیری از دورریز غیر منطقی کالاهای غذایی، مطلوب‌ترین گزینه مدیریتی از نظر زیست‌محیطی می‌باشد (Schott & Canovas, 2015). تخمین زده شده است که پیشگیری از FLW می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای را از ۸۰۰ تا ۴۴۰۰ کیلوگرم معادل CO<sub>2</sub> در هر تن پسماند غذایی کاهش دهد (European Commission, 2018). در این راستا، به‌عنوان مثال، کشورهای اروپایی ملزم به اجرای طرح‌های پیشگیری از تولید بی‌رویه پسماند هستند تا پسماند غذایی خود را به ترتیب تا سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۳۰ به میزان ۳۰ و ۵۰ درصد کاهش دهند (Martinez-Sanchez *et al.*, 2016). با این حال، پیشگیری از FLW ممکن است از نقطه نظر زیست‌محیطی شرایط بدتری را ایجاد نماید. تعطیلی فناوری‌های جایگزین که اثرات غیر مستقیم و مثبتی در جامعه دارند (مانند تأثیر بر درآمد و تغییرات غیرمستقیم کاربری زمین)، نمونه‌ای از تنزل وضعیت زیست‌محیطی است (Berenji *et al.*, 2021). این وضعیت زمانی اتفاق می‌افتد که صرفه‌جویی مالی ناشی از عدم خرید کالاهای غذایی برای کالاها/خدماتی که تولید آن‌ها اثرات زیست‌محیطی بزرگ‌تری نسبت به مواد غذایی دورریز نشده دارند، استفاده شود (Mladenova & Shtereva, 2009). از این رو، پیشنهاد می‌شود کاهش FLW با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سراسر چرخه اقتصادی همراه شود تا بتواند تأثیر قابل‌توجهی در کاهش گازهای گلخانه‌ای داشته باشد.

### امنیت غذایی و پایداری منابع

امنیت غذایی طبق تعریف بانک جهانی، عبارت از دسترسی مستمر تمام مردم به غذای کافی برای داشتن یک زندگی سالم است. بر این اساس، موجود بودن غذا، دسترسی به غذا و پایداری در دریافت غذا ارکان اصلی امنیت غذایی را تشکیل می‌دهند (FAO, 2015). مطابق با آمار سال ۲۰۱۵ میلادی، حدود ۷۹۵ میلیون نفر در سراسر جهان (معادل ۱۱ درصد از کل جمعیت جهان)، دچار سوء‌تغذیه بوده اند (FAO, 2015).

این آمار با پیش‌بینی جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۰ میلیارد نفر (Li *et al.*, 2022)، لزوم پرداختن به موضوع دسترسی به غذا را پر واضح نموده و فوریت کاهش پسماندهای غذایی را تذکر می‌دهد (Withanage *et al.*, 2021). وضعیت تشریح شده حاکی از وجود نابرابری بین دورریز مواد غذایی و فقر غذایی بوده و سطح امنیت غذایی را به مراتب بحرانی‌تر خواهد داد (Godfray *et al.*, 2010). به طور مثال، به عنوان بزرگ‌ترین اقتصاد نوظهور جهان، امنیت غذایی چین یک نگرانی بزرگ است (Larson, 2013)؛ خصوصاً با توجه به اینکه کشور چین تقریباً ۲۰٪ جمعیت جهان را شامل می‌شود، اما تنها ۷٪ زمین‌های قابل کشت جهان را دارا است، دغدغه‌ها افزایش می‌یابد (Zhang *et al.*, 2020). البته کاهش اراضی قابل کشت به دلیل صنعتی‌شدن و شهرنشینی، معضل را دوچندان نموده است (Chen *et al.*, 2020). علاوه بر این، با افزایش قابل توجه تولیدات کشاورزی در چین، افزایش ثروت و توسعه بخش تهیه غذا منجر به افزایش چشمگیر FW شده است (Xue *et al.*, 2017). تولید مواد غذایی، با مصرف قابل‌توجهی از منابع همراه است. امروزه تقریباً ۳۰ درصد از زمین و ۷۰ درصد از کل آب شیرین مورد استفاده، برای کشت محصولات زراعی اختصاص داده می‌شود. علاوه بر این، تولید و استفاده از آفت‌کش‌ها و کودها می‌تواند هوا، آب و خاک را آلوده کرده و نهایتاً سلامت انسان و اکوسیستم را تهدید نماید. حتی بدتر از آن، زمانی که غذا هدف نهایی خود یعنی مصرف انسانی را از دست داده و تلف یا دور ریخته می‌شود، احساس عبث بودن اقدامات تولیدی در جامعه اشاعه خواهد یافت.

تحقیقات در مورد رابطه آب - انرژی - غذا، ارتباط مشخصی بین غذا و کاهش منابع را نشان می‌دهد (Shafiee-Jood & Wunderlich, 2021; Cai, 2016)؛ بنابراین، کاهش FLW در مناطقی مانند شمال آفریقا و بخش‌های غربی و مرکزی آسیا که آب و زمین کمیاب است، از اهمیت بالایی برخوردار است (Wu *et al.*, 2016). تحقیقات کمی در خصوص تعیین ارتباط بین تلفات و قیمت غذا، وجود ندرت؛ اما بر اساس برخی

بیشتر بر مسئله تلفات و دورریز محصولات غذایی و ارائه راهکارهای متناسب ملی، منطقه‌ای و جهانی برای آنها می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش تقاضا برای غذا به دنبال افزایش جمعیت و لحاظ تغییر اقلیم، تلفات و پسماند غیرضروری غذا دیگر مقرون به صرفه و قابل تحمل نیست (Galford *et al.*, 2020). همبست آب - انرژی - غذا، ارتباط مشخصی بین غذا و کاهش منابع را نشان می‌دهد. در این راستا داده‌های جهانی FLW موجود، دارای شکاف‌های عمده‌ای نظیر پوشش مکانی نامناسب، تمرکز نامتوازن بر مراحل مختلف در طول زنجیره تأمین مواد غذایی، عدم وجود داده‌های کافی و واحد نبودن مرز سیستم، روش‌ها و همچنین تعریف FLW، می‌باشند (Xue *et al.*, 2017). این عوامل سبب می‌شود تا (۱) مسائل حل نشده‌ای در کشورهای کم‌درآمد، (مانند نپال، فیلیپین، مصر) و کشورهایی که در حال تغییر سریع رژیم غذایی هستند (مانند چین، برزیل و هند) باقی بماند؛ (۲) با تمرکز بر سطوح خرده‌فروشی و مصرف‌کننده، تلفات پس از برداشت، مغفول بماند؛ (۳) تعدادی از مطالعات (به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه) باید بر داده‌های موجود در منابع کتابخانه‌ای تکیه کنند که احتمالاً مناسب یا دقیق نیستند؛ و (۴) هرگونه برون‌یابی بر اساس داده‌های موجود و بحث در مورد رابطه بین FLW و جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و تکنولوژیکی مرتبط نیز با عدم قطعیت قابل توجهی همراه خواهد بود. به دلیل ارتباط مستقیم کاهش FLW و افزایش پایداری غذا و استفاده از منابع، لازم است که تحقیقات در مورد FLW در اقتصادهای در حال توسعه در اولویت قرار گیرد (Xue *et al.*, 2017). تلفات غذا و پسماند مواد غذایی به طور کلی در سراسر زنجیره تأمین مواد غذایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در همین راستا، برای کاهش تلفات و پسماند مواد غذایی و اثرات آن، آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده<sup>۸</sup> اقدامات سلسله‌مراتبی را پیشنهاد کرد که از بالاترین اولویت به کمترین شامل کاهش از مبدأ و منبع، استفاده

مطالعات نظری، FLW بالاتر ممکن است به قیمت‌های بالاتر مواد غذایی منجر شود. از منظر تأثیر بر امنیت غذایی، کاهش FLW می‌تواند به بهره‌وری بالاتر در استفاده از منابع کمک کرده و با کاهش قیمت مواد غذایی، تأثیر مثبتی بر دسترسی به غذا بگذارد. در کشورهای توسعه یافته، زیان‌های اقتصادی ناشی از FLW در سطح مصرف‌کننده لزوماً بر معیشت آنها تأثیر نمی‌گذارد؛ اما در کشورهای در حال توسعه که هزینه غذا بخش قابل توجهی از متوسط بودجه داخلی را تشکیل می‌دهد، FLW می‌تواند تأثیر نامطلوبی داشته باشد (Mladenova & Shtereva, 2009).

از سوی دیگر، امنیت و کمبود فسفر، در آینده نگرانی‌هایی را به دلیل روندهای فعلی در رشد جمعیت و ترجیحات رژیم غذایی، ایجاد خواهد نمود (Liu *et al.*, 2016; Yuan *et al.*, 2018). فسفر یک جزء ساختاری و عملکردی برای جانداران است و بنابراین برای وجود بشریت حیاتی است. انسان‌ها با استخراج سنگ فسفات، استفاده از کودها و تلفات فسفر، چرخه جهانی فسفر را تغییر داده‌اند. تلفات فسفر می‌تواند عوارض کوتاه و بلندمدت در پی داشته باشد. به عنوان مثال می‌توان به بروز پدیده تغذیه‌گرایی در بدن‌های آبی که منجر به شکوفایی جلبک‌ها و بسیاری از اثرات نامطلوب دیگر مانند کاهش کیفیت آب و تلف شدن آبزیان می‌شود، اشاره نمود. تغییر چرخه فسفر، با ایجاد و تشدید خطرات اکولوژیکی و زیست‌محیطی در کوتاه‌مدت، بر پایداری و چالش‌های امنیت غذایی تأثیر می‌گذارد (Yuan *et al.*, 2018). بنابراین، بازیابی و استفاده مجدد از فسفر FLW، یک عامل کلیدی در عین تضمین پایداری منابع و امنیت غذایی خواهد بود (Galford *et al.*, 2020).

با توجه به مطالب فوق‌الذکر، ضمن بررسی چالش‌های متناسب با تلفات و دورریز محصولات غذایی و اثرات زیست‌محیطی متناظر با آنها، تأثیر این چالش‌ها بر امنیت غذایی و پایداری منابع مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که ارزیابی‌های انجام‌یافته در نقاط مختلف جهان (اعم از کشورهای توسعه‌یافته، توسعه‌نیافته و در حال توسعه)، متمرکز بر توجه

"۱۱۶۷۷۱۰۵۲۲/ع" است.

### سیاسگزاری

در انجام تحقیق حاضر، از هیچ سازمان یا نهادی کمک مالی دریافت نشده و این تحقیق به صورت مستقل توسط نویسندگان مقاله انجام شده است.

### پی‌نوشت‌ها

<sup>1</sup> Food Loss and Waste (FLW)

<sup>2</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

<sup>3</sup> Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)

<sup>4</sup> Food Loss (FL)

<sup>5</sup> Food Supply Chain (FSC)

<sup>6</sup> Food Waste (FW)

<sup>7</sup> Greenhouse Gases (GHGs)

<sup>8</sup> United States Environmental Protection Agency (US EPA)

### References

Amicarelli, V., Bux, C., & Lagioia, G. (2020). How to measure food loss and waste? A material flow analysis application. *British Food Journal*, 123(1), 67-85. <https://doi.org/10.1108/bfj-03-2020-0241>

Ananno, A. A., Masud, M. H., Chowdhury, S. A., Dabnichki, P., Ahmed, N., & Arefin, A. M. E. (2021). Sustainable food waste management model for Bangladesh. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 35-51. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.022>

Berenji, S., Ghafouri Nam, Z., & Tavassoli Kojani, F. (2021). Reducing the waste of agricultural products, the main strategy in improving food security. *Food Processing and Safety*, 1(4), 361-374. [In Persian].

Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Manag*, 33(3), 764-773. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>

Berjan, S., Capone, R., Debs, P., & Bilali, H. (2018). Food losses and waste: A global overview with a focus on Near East and North Africa region. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 8(1047-2019-3414), 1-16.

Betz, A., Buchli, J., Gobel, C., & Muller, C. (2015). Food waste in the Swiss food service industry - Magnitude and potential for reduction. *Waste Manag*, 35, 218-226. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.015>

به‌عنوان خوراک دام، مصارف صنعتی، هضم بی‌هوازی، کمپوست‌سازی و تولید سوخت زیستی بوده و دفن و سوزاندن پسماند غذایی کمترین اولویت را دارند (Spang *et al.*, 2019). با توجه به چالش‌های FLW شامل امنیت غذایی، پایداری منابع و تغییر اقلیم، به نظر می‌رسد که ارائه راهکارها و استراتژی‌های مدیریت مناسب پسماند به عنوان یکی از مسیرهای تحقیقات آتی در خصوص کاهش پسماند و افزایش بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی با استفاده صحیح از منابع محدود موجود، معرفی می‌شود.

### ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق این پژوهش

### منابع

Brautigam, K. R., Jorissen, J., & Priefer, C. (2014). The extent of food waste generation across EU-27: different calculation methods and the reliability of their results. *Waste Manag Res*, 32(8), 683-694. <https://doi.org/10.1177/0734242X14545374>

Chaboud, G. (2017). Assessing food losses and waste with a methodological framework: Insights from a case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 125, 188-197. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.008>

Chen, C., Chaudhary, A., & Mathys, A. (2020). Nutritional and environmental losses embedded in global food waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104912>

Dal' Magro, G. P., & Talamini, E. (2019). Estimating the magnitude of the food loss and waste generated in Brazil. *Waste Manag Res*, 37(7), 706-716. <https://doi.org/10.1177/0734242X19836710>

Edjabou, M. E., Faraca, G., Boldrin, A., & Astrup, T. F. (2019). Temporal and geographical patterns of solid waste collected at recycling centres. *J Environ Manage*, 245, 384-397. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.059>

Elimelech, E., Ayalon, O., & Ert, E. (2018). What gets measured gets managed: A new method of measuring household food waste. *Waste Manag*, 76, 68-81. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.031>

- European Commission. (2018). Directive (EU) 2018/851 amending directive 2008/98/EC on waste Brussels.
- FAO. (2011). Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention.
- FAO. (2013). Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources Summary Report.
- FAO. (2014a). DEFINITIONAL FRAMEWORK OF FOOD LOSS (SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction).
- FAO. (2014b). Food wastage footprint: full-cost accounting: final report. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO, I., WFP. (2015). The state of food insecurity in the world 2015. (In: Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress. , Issue.
- Galford, G. L., Pena, O., Sullivan, A. K., Nash, J., Gurwick, N., Pirolli, G., Richards, M., White, J., & Wollenberg, E. (2020). Agricultural development addresses food loss and waste while reducing greenhouse gas emissions. *Sci Total Environ*, 699, 134318. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134318>
- Ghosh, P. R., Sharma, S. B., Haigh, Y. T., Evers, A. L. B., & Ho, G. (2015). An Overview of Food Loss and Waste: Why Does It Matter? *Cosmos*, 11(01), 89-103. <https://doi.org/10.1142/s0219607715500068>
- Godfray, H. C., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Gooch, M., & Felfel, A. (2014). "\$27 Billion" Revisited.
- Griffin, M., Sobal, J., & Lyson, T. A. (2008). An analysis of a community food waste stream. *Agriculture and Human Values*, 26(1-2), 67-81. <https://doi.org/10.1007/s10460-008-9178-1>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, Van Otterdijk R, Meybeck A, Global food losses and food waste. Extent, Causes and Prevention. Food and Agricultural Organization, Rome, Italy.
- Hoehn, D., Vázquez-Rowe, I., Kahhat, R., Margallo, M., Laso, J., Fernández-Ríos, A., Ruiz-Salmón, I., & Aldaco, R. (2023). A critical review on food loss and waste quantification approaches: Is there a need to develop alternatives beyond the currently widespread pathways? *Resources, Conservation and Recycling*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106671>
- Ishangulyyev, R., Kim, S., & Lee, S. H. (2019). Understanding Food Loss and Waste-Why Are We Losing and Wasting Food? *Foods*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/foods8080297>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). Kaza S, Yao L, Bhada-Tata P, Van Woerden F, What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. .
- Kowalska, A. (2017). The issue of food losses and waste and its determinants. . *LogForum*. , 13(1).
- Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., & Ward, P. J. (2012). Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Sci Total Environ*, 438, 477-489. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.092>
- Larson, C. (2013). Losing arable land, China faces stark choice: adapt or go hungry. *Science* 339 (6120), 644–645.
- Li, C., Bremer, P., Harder, M. K., Lee, M. S., Parker, K., Gaugler, E. C., & Miroso, M. (2022). A systematic review of food loss and waste in China: Quantity, impacts and mediators. *J Environ Manage*, 303, 114092. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114092>
- Liu, X., Sheng, H., Jiang, S., Yuan, Z., Zhang, C., & Elser, J. (2016). Intensification of phosphorus cycling in China since the 1600s. . *Proceedings of the National Academy of Sciences*. , 113(10)(2609-14).
- Magalhães, 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124574>
- Martinez-Sanchez, V., Tonini, D., Møller, F., & Astrup, T. (2016). Life-cycle costing of food waste management in Denmark: importance of indirect effects. *Environmental Science & Technology*, 50(8), 4513-4523.
- Mladenova, R., & Shtereva, D. (2009). Pesticide residues in apples grown under a conventional and integrated pest management system. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 26(6), 854-858. <https://doi.org/10.1080/02652030902726060>
- Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 365(1554), 3065-3081. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- Quested, T., & Johnson, H. (2009). Household food and drink waste in the UK. .
- Raak, N., Symmank, C., Zahn, S., Aschemann-

- Witzel, J., & Rohm, H. (2017). Processing- and product-related causes for food waste and implications for the food supply chain. *Waste Manag*, 61, 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.027>
- Rajan, J., Fredeen, A. L., Booth, A. L., & Watson, M. (2017). Measuring food waste and creating diversion opportunities at Canada's Green UniversityTM. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition*, 13(4), 573-586. <https://doi.org/10.1080/19320248.2017.1374900>
- Rajeh, C., Saoud, I. P., Kharroubi, S., Naalbandian, S., & Abiad, M. G. (2020). Food loss and food waste recovery as animal feed: a systematic review. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 23(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01102-6>
- Redlingshöfer, B., Coudurier, B., & Georget, M. (2017). Quantifying food loss during primary production and processing in France. *Journal of Cleaner Production*, 164, 703-714. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.173>
- Salihoglu, G., Salihoglu, N. K., Ucaroglu, S., & Banar, M. (2018). Food loss and waste management in Turkey. *Bioresour Technol*, 248(Pt A), 88-99. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.083>
- Schott AB, C. A. (2015). Current practice, challenges and potential methodological improvements in environmental evaluations of food waste prevention—A discussion paper. *Resources, Conservation and Recycling*, 101, 132-142.
- Shafiee-Jood, M., & Cai, X. (2016). Reducing Food Loss and Waste to Enhance Food Security and Environmental Sustainability. *Environ Sci Technol*, 50(16), 8432-8443. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01993>
- Spang, E. S., Moreno, L. C., Pace, S. A., Achmon, Y., Donis-Gonzalez, I., Gosliner, W. A., Jablonski-Sheffield, M. P., Momin, M. A., Queded, T. E., Winans, K. S., & Tomich, T. P. (2019). Food Loss and Waste: Measurement, Drivers, and Solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 44(1), 117-156. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033228>
- Thi, N. B., Kumar, G., & Lin, C. Y. (2015). An overview of food waste management in developing countries: Current status and future perspective. *J Environ Manage*, 157, 220-229. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.022>
- UN, D. o. E. a. S. A., Population Division. *World Population Prospects*. (2017). The 2017 Revision: Key Findings and Advance Tables; Working Paper No. EDA/P/WP/248.
- van der Werf, P., & Gilliland, J. A. (2017). A systematic review of food losses and food waste generation in developed countries. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 170(2), 66-77. <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00026>
- Wang, Y., Yuan, Z., & Tang, Y. (2021). Enhancing food security and environmental sustainability: A critical review of food loss and waste management. *Resources, Environment and Sustainability*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100023>
- Withanage, S. V., Dias, G. M., & Habib, K. (2021). Review of household food waste quantification methods: Focus on composition analysis. *Journal of Cleaner Production*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123722>
- Wohner, B., Pauer, E., Heinrich, V., & Tacker, M. (2019). Packaging-Related Food Losses and Waste: An Overview of Drivers and Issues. *Sustainability*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010264>
- Wu, H., Zhang, Y., Yuan, Z., & Gao, L. (2016). A review of phosphorus management through the food system: identifying the roadmap to ecological agriculture. *Journal of Cleaner Production*, 114, 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.073>
- Wunderlich, S. M. (2021). Food Supply Chain During Pandemic: Changes in Food Production, Food Loss and Waste. *International Journal of Environmental Impacts: Management, Mitigation and Recovery*, 4(2), 101-112. <https://doi.org/10.2495/ei-v4-n2-101-112>
- Xue, L., Liu, G., Parfitt, J., Liu, X., Van Herpen, E., Stenmarck, Å., O'Connor, C., Östergren, K., & Cheng, S. (2017). Missing food, missing data? A critical review of global food losses and food waste data. *Environmental Science & Technology* 51(12), 6618-6633. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00401>
- Yuan, Z., Jiang, S., Sheng, H., Liu, X., Hua, H., Liu, X., & Zhang, Y. (2018). Human Perturbation of the Global Phosphorus Cycle: Changes and Consequences. *Environ Sci Technol*, 52(5), 2438-2450. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03910>
- Zhang, C., Kuang, W., Wu, J., Liu, J., & Tian, H. (2020). Industrial land expansion in rural China threatens environmental securities. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 15(2). <https://doi.org/10.1007/s11783-020-1321-2>

