



Analysis of Consumer Perspectives in End-of-Life Management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Using Twitter Data

Sara Shafahi^{ID}
Akbar Alem-Tabriz^{ID}
Sajjad Shokouyar^{ID}

Extended Abstract

Introduction: In today's digital age, the rapid increase in the use of electrical and electronic devices has led to massive production of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). This trend poses serious challenges for solid waste management, making proper disposal of such waste a critical issue. According to global reports, the volume of WEEE is steadily increasing, emphasizing the need for effective waste management practices. Studies have shown that the rise in WEEE not only harms the environment but also has negative impacts on public health and natural resources. Consumers, as primary generators of this waste, play a pivotal role in its management. Therefore, understanding consumers' perspectives and behaviors regarding the disposal of WEEE is crucial for developing effective waste management strategies. This study aims to identify appropriate options for managing electrical and electronic equipment at their end-of-life stage. It seeks to analyze and identify best practices for managing such waste.

Methods: This research adopts a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative methods. In the quantitative phase, data collected from Twitter (approximately 2,905,579 tweets) between May 2019 and April 2022 were analyzed. These data included consumers' opinions and perspectives on WEEE management. Furthermore, the study employed the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) to evaluate different end-of-life options. This technique enables a more precise analysis of factors influencing consumer choices and identifies the best options. Based on the findings, various factors—such as accessibility to recycling centers, awareness of disposal methods, distrust in governments, financial incentives, charitable contributions, and concerns about data security—directly influence consumers' decisions.

Received: Nov. 29, 2023; Revised: May. 09, 2024; Accepted: Oct. 12, 2024; Published Online: Nov. 27, 2024.

* Ph. D Candidate, Management & Accounting Faculty, Shahid Beheshti University.

** Professor, Management & Accounting Faculty, Shahid Beheshti University.

Corresponding Author: a-tabriz@sbu.ac.ir

*** Assistant Professor, Management & Accounting Faculty, Shahid Beheshti University.

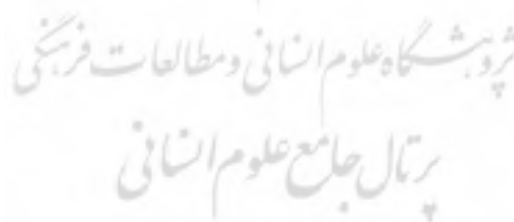


These factors significantly shape consumer behavior regarding WEEE and, consequently, their end-of-life choices. Additionally, the analyses reveal that awareness of proper disposal methods and the availability of suitable recycling infrastructure can significantly impact consumer decision-making.

Results and discussion: The study identifies four end-of-life options for WEEE: reuse, repair, recycling, and disposal. Using the FAHP technique, the relationships between these factors were examined, and the most suitable end-of-life option was identified based on factors influencing consumer participation in waste management. The results serve as a valuable tool for managing WEEE and contribute to the development of effective end-of-life strategies. These strategies will foster a more sustainable approach to WEEE management.

Conclusions: Finally, the research recommends that policymakers and relevant stakeholders design comprehensive educational and awareness programs to enhance consumer knowledge about WEEE management methods. Such initiatives can help promote a culture of sustainable waste management and encourage consumers to adopt more environmentally friendly options. These efforts will play a key role in reducing the negative impacts of WEEE on the environment and public health.

Keywords: Waste Electrical and Electronic Equipment; WEEE Management; Fuzzy Analytical Hierarchy Process; Recycling; Consumer Behavior.



How to Cite: Shafahi, Sara; Alem-Tabriz, Akbar; shokouyar, Sajjad (2024). Analyzing Consumer Perspectives on End-of-Life Management Strategies for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Using Twitter Data. *Ind. Manag. Persp.*, 14(4), 37-67 (*In Persian*).



تحلیل دیدگاه مصرف‌کننده در طرح‌های مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در مرحله پایان عمر با استفاده از داده‌های تویتر

سارا شفاهی

اکبر عالم تبریز

سجاد شکوهار

چکیده گسترده

مقدمه و اهداف: در عصر دیجیتال کنونی، افزایش سریع استفاده از وسایل الکتریکی و الکترونیکی منجر به تولید انبوه ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی شده است. این روند به چالش‌های جدی در مدیریت ضایعات جامد دامن زده و دفع صحیح آن‌ها را به یک موضوع حیاتی تبدیل کرده است. براساس گزارش‌های جهانی، حجم ضایعات الکتریکی و الکترونیکی به‌طور مداوم در حال افزایش است و این امر ضرورت توجه به شیوه‌های مدیریت این نوع ضایعات را دوچندان کرده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که افزایش ضایعات الکتریکی و الکترونیکی نه تنها به محیط‌زیست آسیب می‌رساند، بلکه تأثیرات منفی بر سلامت عمومی و منابع طبیعی دارد. در این زمینه، مصرف‌کنندگان به‌عنوان تولیدکنندگان اصلی این ضایعات، نقش کلیدی در مدیریت آن‌ها ایفا می‌کنند. بنابراین، درک دیدگاه‌ها و رفتارهای مصرف‌کنندگان در رابطه با دفع ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی برای توسعه استراتژی‌های مؤثر مدیریت ضایعات ضروری است. هدف این مطالعه شناسایی گزینه‌های مناسب در مرحله پایان عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی است. در این راستا، تلاش می‌شود تا بهترین شیوه‌های مدیریت این نوع ضایعات شناسایی و تحلیل شوند.

روش‌ها: این تحقیق از یک رویکرد ترکیبی، شامل روش‌های کمی و کیفی استفاده می‌کند. در بخش کمی، داده‌های جمع‌آوری شده از شبکه اجتماعی تویتر (با حدود ۲,۹۰۵,۵۷۹ توییت) از ماه می ۲۰۱۹ تا آوریل ۲۰۲۲ تحلیل شده است. این داده‌ها شامل نظرات و دیدگاه‌های مصرف‌کنندگان درباره نحوه مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی است. همچنین، در این تحقیق از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای ارزیابی گزینه‌های مختلف استفاده شده است. این تکنیک، این امکان را فراهم می‌آورد که عوامل مؤثر بر انتخاب‌های مصرف‌کنندگان به‌طور دقیق‌تر تحلیل و بهترین گزینه‌ها شناسایی شوند. با توجه به بررسی‌های انجام شده، عوامل مختلفی از جمله سهولت دسترسی به مراکز بازیافت، آگاهی از روش‌های دفع، عدم اعتماد به دولت‌ها، مشوق‌های مالی، کمک‌های خیریه و نگرانی‌های مربوط به افشای اطلاعات، به‌طور مستقیم بر تصمیمات مصرف‌کنندگان تأثیرگذار هستند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۸، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۱، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۰۷.

* دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
** استاد، گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: a-tabriz@sbu.ac.ir

*** استادیار، گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.



نوع مقاله: پژوهشی

این عوامل می‌توانند در شکل‌گیری رفتار مصرف‌کنندگان در قبال ضایعات الکتریکی و الکترونیکی نقش بسزایی داشته باشند و در نتیجه، بر انتخاب‌های آن‌ها در مرحله پایان عمر تأثیر بگذارند. همچنین، تحلیل‌های انجام شده نشان می‌دهد که آگاهی از روش‌های صحیح دفع ضایعات و وجود زیرساخت‌های مناسب برای بازیافت می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر تصمیم‌گیری مصرف‌کنندگان داشته باشد.

یافته‌ها: یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که چهار گزینه پایان عمر شامل استفاده مجدد، تعمیر، بازیافت و دفع برای ضایعات الکتریکی و الکترونیکی وجود دارد. این مطالعه با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی، روابط بین این عوامل را بررسی کرده و بهترین گزینه پایان عمر را براساس عوامل مؤثر بر مشارکت مصرف‌کننده در مدیریت ضایعات شناسایی می‌نماید. همچنین، نتایج به‌دست آمده می‌تواند به‌عنوان ابزاری ارزشمند در فرآیند مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی عمل کند و به توسعه استراتژی‌های مؤثر در مرحله پایان عمر کمک نماید. این استراتژی‌ها به رویکردی پایدارتر برای مدیریت ضایعات الکترونیکی منجر خواهد شد.

نتیجه‌گیری: در نهایت، این تحقیق توصیه می‌کند سیاست‌گذاران و مدیران ذی‌ربط با توجه به نتایج به‌دست آمده، برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی جامعی را برای افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان درباره روش‌های مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی تدوین کنند. چنین اقداماتی می‌تواند به تقویت فرهنگ مدیریت پایدار ضایعات کمک کرده و مصرف‌کنندگان را به اتخاذ گزینه‌های زیست‌محیطی تر ترغیب کند. این تلاش‌ها نقشی کلیدی در کاهش تأثیرات منفی این ضایعات بر محیط‌زیست و سلامت عمومی ایفا خواهد کرد.

کلیدواژه‌ها: ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی؛ مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی؛ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی؛ بازیافت؛ رفتار مصرف‌کننده.

استناددهی: شفاهی، سارا؛ عالم‌تبریز، اکبر؛ شکوهیار، سجاد (۱۴۰۳). تحلیل دیدگاه مصرف‌کننده در طرح‌های مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در مرحله پایان عمر با استفاده از داده‌های توییت. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴(۴)، ۳۷-۶۷.



۱. مقدمه

در سال های اخیر، توجه به محیط زیست و پایداری فعالیت های تولیدی به مسئله ای اصلی برای بسیاری از کشورها تبدیل شده است. این توجه باعث شده تا شرکت ها، چه به دلیل فشارهای وارده و چه در راستای ایفای مسئولیت های اجتماعی خود، تمرکز بیشتری بر مسائل زیست محیطی داشته باشند [۲۶]. امروزه، با توجه به رشد سریع جمعیت و افزایش استفاده از وسایل الکترونیکی، دفع صحیح ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی امری حیاتی است. ضایعات الکترونیکی به هرگونه تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی آسیب دیده یا نبوده ای اطلاق می شود که دیگر برای کاربر کاربردی ندارند [۳]. حجم تولید ضایعات الکترونیکی نسبت به سایر کالاها در مرحله پایان عمر، مانند خودروهای فرسوده که تولید سالانه آنها فقط ۸ تا ۹ میلیون تن است، بیشتر است [۱۷]. انتظار می رود تولید ضایعات الکترونیکی در چند سال آینده به طور چشمگیری افزایش یافته و از ۵۳۶ میلیون تن در سال ۲۰۱۹ به ۷۴۰۷ میلیون تن در سال ۲۰۳۰ برسد [۹]. این مسئله نیاز به تلاش بیشتر برای اجراء قوانین محکم و تشویق مصرف کنندگان به بازیافت و دفع صحیح ضایعات الکترونیکی را برجسته می کند [۳۹]. در صنعت بازیافت ضایعات تجهیزات الکتریکی، حلقه های اصلی شامل شرکت های تولید کننده، بازیافت کننده و پردازش کننده هستند. با توجه به آسیب هایی که ضایعات تجهیزات الکترونیکی به محیط زیست و سلامت انسان وارد می کنند، باید به درستی آنها را پردازش کنیم [۲۷، ۳۴]. یکی از مهم ترین چالش های زیست محیطی که به طور فزاینده ای مورد توجه قرار گرفته است، "مدیریت ضایعات الکترونیکی" است. مدیریت ضایعات الکترونیکی به فرآیند جمع آوری، حمل و نقل، پردازش، بازیافت و دفع صحیح تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی پس از پایان عمر مفید آنها اطلاق می شود [۲]. هدف اصلی این فرآیند، کاهش اثرات منفی این ضایعات بر محیط زیست و حفظ منابع طبیعی است. این مقاله به بررسی عواملی که بر مشارکت مصرف کنندگان در طرح های مدیریت ضایعات الکترونیکی در مرحله پایان عمر تأثیر می گذارند، می پردازد. در کنار مدیریت صحیح ضایعات، "مشارکت مصرف کنندگان در طرح های مدیریت ضایعات الکترونیکی" به عنوان عاملی کلیدی در موفقیت این فرآیند شناخته می شود. مشارکت مصرف کنندگان شامل آگاهی، همکاری و رفتارهایی است که از سوی مصرف کنندگان برای جمع آوری، بازیافت و دفع صحیح ضایعات الکترونیکی صورت می گیرد [۸]. تجربه نشان داده است که موفقیت در مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی^۱ به همکاری همه ذینفعان مرتبط است، چرا که حتی با تخصص فنی بالا، بدون همکاری ذینفعان که نماینده یک مشکل اجتماعی، اخلاقی، سیاسی و فنی هستند، مدیریت ضایعات الکترونیکی با شکست مواجه خواهد شد [۱۶، ۱۲]. در نتیجه، مدیران باید عواملی را که از عملکرد مدیریت آنها پشتیبانی می کند به طور واضح درک کنند [۲۸]. زنجیره تأمین به عنوان زنجیره ای ترکیبی از فرایندها با هدف پاسخگویی به درخواست های مشتری و شامل نهادهای مختلفی نظیر تأمین کنندگان، تولید کنندگان، حمل و نقل، انبارها، خرده فروشان و مشتریان تعریف می شود. هدف اصلی این زنجیره، رضایت مشتری با صرف حداقل هزینه است [۱]. در این میان، زنجیره تأمین معکوس به عنوان بخشی از مدیریت زنجیره تأمین^۲ که به بازیافت و بازگرداندن محصولات پایان عمر^۳ به چرخه تولید می پردازد، اهمیت ویژه ای دارد [۱۶]. طبق گفته شورای اجرایی لجستیک معکوس آمریکا^۴، لجستیک معکوس^۵ فرآیندی سیستماتیک است که شامل برنامه ریزی استراتژیک، اجرای کارآمد و کنترل هزینه های حرکت مواد، موجودی کالا و محصولات استفاده شده از نقطه مصرف به نقطه تولید می شود. هدف اصلی این فرآیند، استخراج ارزش از این مواد یا اطمینان از دفع صحیح آنها است [۳۳]. لجستیک معکوس با وضع قوانین زیست محیطی، بازیابی منابع با ارزش برای بازار ثانویه و اصول توسعه پایدار^۶، مورد پذیرش قرار گرفته و به طور گسترده در بخش تولید جهانی به کار گرفته می شود. افزایش آگاهی عمومی، تشدید نگرانی های زیست محیطی، تمایل روزافزون به شیوه های تجاری پایدار و اهمیت بازیابی مواد با ارزش و خطرناک، منجر به پذیرش روزافزون مفهوم زنجیره تأمین معکوس در صنعت و دانشگاه شده است. این امر، منجر به شکل گیری مفهوم "زنجیره تأمین حلقه بسته"^۷ شده است که نه تنها زنجیره تأمین پیشرو^۸ بلکه زنجیره تأمین معکوس را نیز دربرمی گیرد [۱۷]. با توجه به افزایش فشارهای قانونی و نگرانی های فزاینده زیست محیطی، اخیراً زنجیره تأمین حلقه بسته با توجه به اهمیت رو به رشد منافع اقتصادی و تأثیرات محیطی بازیافت محصولات مورد توجه بیشتر صنایع قرار گرفته است [۱۰]. زنجیره تأمین معکوس و زنجیره تأمین حلقه بسته اجزای اساسی یک استراتژی جامع مدیریت ضایعات هستند و

1. Waste of Electrical and Electronic Equipment (WEEE)
 2. Supply Chain Management
 3. End-of-Life (EOL)
 4. American Reverse Logistics Executive Council
 5. Reverse Logistics
 6. Sustainable Development Principles
 7. Closed-Loop Supply Chain (Clsc)
 8. Forward Supply Chain

همه این مفاهیم با اصل اساسی اقتصاد دایره‌ای^۱ مرتبط هستند [۵]. گرایش فزاینده به سوی اقتصاد دایره‌ای، فرصت‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بی‌نظیری را در حوزه تولید نمایان می‌سازد. تمرکز بر استراتژی‌های پایان عمر مانند استفاده مجدد^۲، بازسازی^۳ و بازیافت^۴ و دفع^۵ نقشی کلیدی در تحقق این رویکرد ایفا می‌کند. این امر به ویژه با توجه به خطرات زیست‌محیطی بالقوه‌ای که تجهیزات الکترونیکی در پایان عمر ایجاد می‌کنند، بسیار مهم است. شرکت‌های مدیریت ضایعات برای توانمندسازی تعاملات بین ذینفعان مختلف، سیاست‌های راهبردی را برای عملیات مدیریت ضایعات خود اتخاذ می‌کنند [۱۱].

اثر بخشی فرآیندهای لجستیک معکوس برای ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی به طور قابل توجهی به طراحی یک شبکه بهینه بستگی دارد [۱۳]. شبکه‌های اجتماعی^۶ نیز می‌توانند با ترغیب مردم به مشارکت در قوانین و تشویق به بازیافت زباله، مشارکت ذینفعان را افزایش دهند [۲۲]. با رشد اینترنت اشیاء^۷، پلتفرم‌های شبکه‌های اجتماعی به شکلی خلاقانه برای مدیریت زباله‌های خانگی، مانند جمع‌آوری زباله‌های الکترونیکی در وی‌چت^۸ و ویبو^۹، مورد استفاده قرار می‌گیرند [۴۱]. با این حال، برای اندازه‌گیری تأثیر تبلیغات شبکه‌های اجتماعی در مدیریت زباله به تحقیقات بیشتری نیاز است [۲۱]. شبکه اجتماعی توییتر نیز به دلیل داشتن ۳۳۰ میلیون کاربر فعال و ۵۰۰ میلیون توییت روزانه در سه ماهه اول سال ۲۰۲۰ [۳۵]، به عنوان منبع اصلی داده در این پژوهش انتخاب شد. این پژوهش با هدف شناسایی عواملی که بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی تأثیر می‌گذارند، انجام شده است. با وجود مطالعات متعددی که در این زمینه انجام شده است، هنوز خلأهای پژوهشی قابل توجهی در درک عمیق عوامل موثر بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت این ضایعات وجود دارد. این پژوهش به دنبال پر کردن این خلأ پژوهشی و ارائه درکی عمیق‌تر از عواملی است که بر رفتار مصرف‌کنندگان در قبال ضایعات الکترونیکی تأثیر می‌گذارند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به نهادهای متولی در صنعت و محیط زیست کمک کند تا سیاست‌های کارآمدتر و موثرتری برای مدیریت این ضایعات و کاهش اثرات مخرب آن بر محیط زیست تدوین کنند.

در بخش اول این پژوهش، با انجام یک بررسی دقیق، فهرستی از عوامل تأثیرگذار بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی با بررسی ادبیات تحقیق و تحلیل داده‌های توییتر تهیه شد. سپس ارتباط بین نتایج بدست آمده با گزینه‌های پایان عمر مناسب، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتب فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. هدف نهایی این پژوهش ارائه راه‌حلی جامع برای این موضوع با پاسخ به سوالات زیر است:

- سوال ۱: با تحلیل داده‌های توییتر، چه عواملی بیشترین تأثیر را بر مشارکت مصرف‌کنندگان در برنامه‌های مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی دارند؟
- سوال ۲: کدام گزینه‌های پایان عمر برای ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی بیشتر مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد؟
- سوال ۳: براساس نظر کارشناسان و خبرگان، چه گزینه‌های پایان عمری برای تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی بهترین گزینه‌ها هستند؟

با پاسخ به این سوالات، این پژوهش به درک عمیق‌تری از عواملی که بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی تأثیر می‌گذارند، دست پیدا کرد. در ادامه مقاله در بخش ۲ به مرور ادبیات مربوطه در این زمینه پرداخته شده است. در بخش ۳ و ۴ توضیح روش تحقیق و یافته‌های تحقیق بیان شده و در بخش ۵ نتایج، محدودیت‌های تحقیق و پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در فناوری‌های مدیریت ضایعات، مدیریت ضایعات الکترونیکی همچنان یک چالش عمده باقی مانده است. تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی به تجهیزاتی گفته می‌شود که برای عملکرد صحیح به جریان‌های الکترونیکی یا الکترومغناطیسی نیاز دارند

1. circular economy
2. reuse
3. remanufacturing
4. recycling
5. Disposal
6. Social media
7. Internet of Things (IoT)
8. WeChat
9. Weibo

و شامل تمامی وسایل، قطعات و تجهیزاتی است که حاوی اجزای الکترونیکی نظیر کابل‌ها، سیم‌پیچ‌ها، تخته‌های مدار و نمایشگرها هستند و برای استفاده از برق بکار می‌روند. بیش از ۹۰۰ نوع تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در جهان توسعه یافته وجود دارد. ضایعات الکترونیکی به ابزارها و لوازم الکترونیکی اطلاق می‌شود که عمر مفیدشان به پایان رسیده و هزینه نگهداری و تعمیرات آنها بیش از ارزش فعلی‌شان است. بازیافت این ضایعات به حفظ محیط زیست، کاهش مواد خطرناک موجود در آنها و بهره‌مندی از مزایای اقتصادی کمک می‌کند. اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۲ تقسیم‌بندی جدیدی از ضایعات و وسایل الکترونیکی انجام داد که در جدول ۱ این تقسیم‌بندی ۱۰ گانه بیان می‌شود:

جدول ۱. تقسیم‌بندی ده گانه اتحادیه اروپا در مورد ضایعات الکتریکی و الکترونیکی [۴۵]

ردیف	نوع کاربرد	نوع وسایل
۱	وسایل خانگی بزرگ	یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی، وسایل پخت و پز
۲	وسایل خانگی کوچک	جاروبرقی، آسیاب برقی
۳	تجهیزات فناوری ارتباطات و اطلاعات	کامپیوترهای شخصی، پرینترها، تلفن‌ها
۴	تجهیزات مصرف کننده	تلویزیون، رادیو، دوربین فیلمبرداری، باند و بلندگو
۵	تجهیزات روشنایی	لامپ‌های سدیمی
۶	ابزار الکترونیکی و الکتریکی	مته، اره برقی، چرخ خیاطی
۷	تجهیزات ورزشی و تفریحی	بازی‌های کامپیوتری، قطار برقی
۸	وسایل پزشکی	همه ابزارهای پزشکی بجز وسایل و تجهیزات عفونی، تجهیزات پرتو درمانی، دیالیز، کاردیولوژی، ابزار پزشکی هسته‌ای
۹	ابزار کنترل و دیده‌بانی	شناساگر دود، تنظیم کننده‌های گرما، ترموستات‌ها
۱۰	توزیع کننده‌های خودکار	عابر بانک‌ها، دستگاه‌های تولید نوشیدنی گرم و بطری‌های سرد و گرم

بازیافت و استفاده مجدد برای حفظ محیط زیست و سلامت عمومی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ زیرا بخش قابل توجهی از جریان رو به رشد ضایعات را تشکیل می‌دهند [۱۴]. مرور ادبیات نشان می‌دهد که عوامل مختلف و مرتبط بر سیستم‌های مدیریت ضایعات و عادات بازیافت مردم تأثیر می‌گذارد [۹]. مصرف کنندگان هنگام تصمیم‌گیری درباره پایان عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی گزینه‌های مختلفی دارند، از جمله: خرید تجهیزات جدید یا دست دوم، تعمیر یا تعویض تجهیزات خراب، یا جایگزینی زود هنگام آن‌ها و دور انداختن دستگاه‌های قدیمی [۱۷]. پایان عمر محصول به دوره‌ای اطلاق می‌شود که در آن یک محصول یا تجهیزات دیگر به‌طور عمدی یا از نظر تجاری غیرقابل استفاده می‌شود و برای کنار گذاشتن یا دور انداختن آن تصمیم‌گیری می‌شود. در این مرحله، محصول معمولاً عملکرد مطلوب خود را از دست داده است یا به دلایلی همچون پیشرفت فناوری، تغییر نیازهای بازار، یا عوامل مشابه، با گزینه‌های جدیدتر جایگزین شده است. در این مرحله، سازمان‌ها و تولیدکنندگان باید تصمیماتی در مورد چگونگی مدیریت پایان عمر محصول خود بگیرند. این تصمیمات می‌توانند شامل انتخاب گزینه‌هایی نظیر تخریب، بازیافت، بازار ثانویه، یا ترکیبی از این گزینه‌ها باشد. مدیریت پایان عمر محصولات اهمیت زیادی از دیدگاه محیط زیست، اقتصاد و اجتماع دارد. استفاده بهینه از منابع، کاهش تأثیرات زیست‌محیطی، ایجاد فرصت‌های اقتصادی از طریق بازیافت مواد و ایجاد مسئولیت اجتماعی^۱ به عنوان بخشی از استراتژی کسب و کار^۲ از جمله مزایای مدیریت پایان عمر محصولات است. با وابستگی بیشتر جهان به محصولات الکترونیکی و الکتریکی، تصمیمات پایان عمر برای این تجهیزات اهمیت فزاینده‌ای پیدا می‌کند. برای محافظت از محیط زیست و حفظ منابع، مهم است که مصرف کنندگان و تولیدکنندگان در مورد نحوه دفع محصولات الکتریکی در پایان عمر تصمیمات آگاهانه بگیرند [۲۴]. بنابراین، تحلیل رفتار مصرف کننده در قبال کنترل ضایعات الکترونیکی بسیار مهم است. در این راستا، عناصر کلیدی که مصرف کنندگان را به مشارکت در برنامه‌های مناسب مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی ترغیب می‌کنند، برای تعیین بهترین استراتژی پایان عمر ضروری هستند. با بررسی ادبیات مرتبط با مدیریت صحیح ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی، چهار گزینه ایده‌آل برای پایان عمر این نوع ضایعات بدست آمد، انتخاب هر یک از این گزینه‌ها به عوامل مختلفی مانند وضعیت محصول، هزینه‌های مرتبط و در دسترس بودن امکانات بستگی دارد:

- بازسازی: این فرآیند شامل جداسازی قطعات، تمیز کردن، بازرسی، تعمیر و مونتاژ مجدد یک محصول برای بازگرداندن آن به وضعیت اولیه می‌شود. محصولات بازسازی شده از نظر کیفیت اغلب با محصولات نو قابل قیاس هستند، اما با قیمت پایین‌تری به فروش می‌رسند [۱۷].

- استفاده مجدد: به معنای استفاده دوباره از یک محصول برای همان کاری است که در ابتدا برای آن طراحی یا تولید شده است. تجهیزات الکتریکی قابل استفاده مجدد را می‌توان به خیریه‌ها، مدارس یا سازمان‌های دیگر اهدا کرد یا به افراد دیگر فروخت [۲۵].

- بازیافت: فرآیندی است که مواد زائد را به مواد و اشیاء جدید تبدیل می‌کند. تجهیزات الکتریکی را می‌توان برای بازیابی مواد با ارزش مانند فلزات، پلاستیک و شیشه بازیافت کرد [۱۲].

- دفع: فرآیندی است که به موجب آن، مواد زائد به شیوه‌ای ایمن و سازگار با محیط زیست دفع می‌گردد. تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی نباید در محل‌های دفن زباله دفع شوند، زیرا ممکن است حاوی مواد خطرناک باشند [۱۷].

مدیریت ضایعات الکترونیکی به یکی از دغدغه‌های اصلی در حوزه محیط زیست و سلامت عمومی تبدیل شده است. با رشد سریع تولید این ضایعات، چالش‌های متعددی در این زمینه ظهور کرده که نیاز به راهکارهای مدیریتی مؤثر را برجسته می‌کند. این چالش‌ها شامل فقدان تعریف واحد و دقیقی از ضایعات الکترونیکی، باقی‌ماندن مواد خطرناک مانند فلزات سنگین و مواد شیمیایی، افزایش مستمر حجم ضایعات، روش‌های ناکارآمد بازیافت و تجارت غیرقانونی این ضایعات است. به علاوه، بخش رسمی بازیافت الکترونیکی با مشکلات زیرساختی مواجه است که نیاز به توجه بیشتری دارد [۳، ۵، ۳۹]. تنسل^۱ (۲۰۱۷) به درستی اشاره کرده است که بازارهای مواد بازیافتی با وجود رشد تدریجی، همچنان با مشکلاتی چون فقدان زیرساخت‌های مناسب برای جمع‌آوری و جداسازی، عدم مکانیسم‌های حسابداری برای حمل و نقل مرزی و کمبود آگاهی و آموزش در زمینه بازیافت مواجه هستند [۳۶]. مطالعات نشان می‌دهند که در برنامه‌های بازیافت، توجه کافی به «جنبه انسانی» و رفتار مصرف‌کنندگان نشده است. تمرکز بیشتر تحقیقات پیشین بر درک نیازها و منافع طراحان خدمات و ارائه‌دهندگان خدمات بازیافت بوده است، در حالی که در سال‌های اخیر، توجه بیشتری به مصرف‌کنندگان و رفتار آنها معطوف شده است [۷، ۴۱]. برای دستیابی به نرخ‌های بالای بازیافت، لازم است تا به مشارکت فعال مصرف‌کنندگان توجه ویژه‌ای شود. در این راستا، یلاملا^۲ و همکاران (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیدند که مصرف‌کنندگان در کشورهای توسعه‌یافته معمولاً تجهیزات الکتریکی پایان عمر را در خانه نگهداری می‌کنند و افزایش آگاهی به‌تنهایی برای تغییر رفتار آن‌ها در بازیافت کافی نیست [۴۰]. کومار^۳ (۲۰۲۳) نیز بر اهمیت درک بهتر رفتار نسل جوان در مصرف تجهیزات الکتریکی تأکید کرده و نشان داده است که آگاهی از پیامدهای بازیافت و راحتی دسترسی به مراکز بازیافت بر رفتارهای بازیافت تأثیرگذار است [۲۱]. سلیمانی و همکاران (۲۰۱۷) با انجام نظرسنجی، مشخص کردند که حتی در غیاب مشوق‌های کافی، حدود ۵۸.۷ درصد از شرکت‌کنندگان در برنامه‌های بازیافت مشارکت خواهند کرد و عواملی مانند درآمد خانوار، اندازه خانوار و سطح تحصیلات تأثیرگذارند [۳۱]. وانگ^۴ و همکاران (۲۰۲۲) استراتژی‌های تخصیص یارانه‌های دولتی را بررسی کرده و آگاهی زیست‌محیطی، نگرش به بازیافت و سطح درآمد را به‌عنوان عوامل مؤثر بر بازیافت معرفی کردند [۳۸]. وارتو و اسپاگنولی^۵ (۲۰۱۷) با متاآنالیز ۳۶ مطالعه به این نتیجه رسیدند که مدل‌سازی اجتماعی و تغییرات محیطی از عوامل کلیدی برای ترویج بازیافت خانگی و جداسازی زباله هستند [۳۷]. مطالعه‌ای که توسط برنستد^۶ و همکاران (۲۰۱۱) در سوئد انجام شده است، نشان داد که بهبود دسترسی به مراکز جمع‌آوری، تأثیر مثبتی بر تمایل خانوارها به جداسازی زباله‌های خطرناک دارد [۴]. نیکمیر^۷ (۲۰۲۰) نیز به بررسی عوامل مؤثر بر رفتار بازیافت خانوارها پرداخته و تأکید کرده است که اطلاعات، آموزش، مشوق‌های اقتصادی و مقررات سختگیرانه می‌تواند نرخ بازیافت را افزایش دهد [۲۰]. در مطالعه اخیر شوچنکو^۸ و همکاران (۲۰۱۹)، انگیزه‌های اقتصادی به‌ویژه برای ضایعات کوچک در کشورهای توسعه‌یافته مورد بررسی قرار گرفت و به نقش اساسی این انگیزه‌ها در افزایش مشارکت مصرف‌کنندگان اشاره شد [۲۹].

1. Tansl

2. Ylä-Mella

3. Kumar

4. Wang

5. Varotto & Spagnolli

6. Bernstad

7. Knickmeyer

8. Shevchenko

در سطح جهانی، مطالعات متعددی به مشکلات مدیریت ضایعات الکترونیکی و راهکارهای پیشنهادی پرداخته اند. به عنوان مثال، جایاسیری^۱ و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به تحلیل وضعیت و چالش های مدیریت ضایعات کوچک الکترونیکی و الکترونیکی در استرالیا پرداختند و مشکلاتی نظیر اختلاط ضایعات با زباله های شهری و کمبود مشارکت دولت های محلی را شناسایی کردند [۱۸]. در تحقیق دیگری که توسط جایاسیری و همکارانش (۲۰۲۴) انجام شده است به بررسی روند جهانی و استرالیایی در تولید ضایعات کوچک الکترونیکی و الکترونیکی پرداخته و پیش بینی کرده اند که این ضایعات تا ۹۰ درصد در استرالیا در ۲۵ سال آینده افزایش خواهند یافت. این مطالعه مدل هایی را برای ارزیابی مناسب ترین استراتژی های اقتصاد مدور در مدیریت این زباله ها توسعه داده و نشان داده است که تنها تعمیر و استفاده مجدد از محصولات، بدون کاهش محصولات وارداتی، تاثیر اندکی بر کاهش ضایعات کوتاه مدت دارد. نتیجه گیری ها بر لزوم رویکردی هم افزا تاکید دارد که ترکیبی از افزایش استفاده مجدد و کاهش محصولات وارداتی تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی کوچک باشد [۱۹]. تحقیقی توسط لی^۲ و همکارانش (۲۰۲۳) انجام شده است که به بررسی سیستم مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی در چین پرداخته است. این مطالعه نشان می دهد که در چین، واردکنندگان و تولیدکنندگان تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی مسئول پرداخت هزینه های درمان برای تسهیل بازیافت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی هستند، اما هزینه های درمان بر اساس تعداد مجموعه ها و نه وزن ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی تعیین می شود. همچنین، بازیافت مواد خنک کننده از یخچال ها الزامی نیست و فعالیت های بازیافت عمدتاً در نواحی میانه و شرقی چین متمرکز است. یافته ها نشان می دهد که میزان بازیافت هر استان با جمعیت استان نسبت به محصول ناخالص داخلی^۳ سرانه و نرخ بازیافت سبز ارتباط مثبت بیشتری دارد و بازیافت کولرهای گازی در همه استان ها در پایین ترین سطح است، که نیاز به تلاش بیشتر برای افزایش بازیافت این تجهیزات را نشان می دهد [۲۲]. تحقیقی توسط لاما^۴ و همکاران (۲۰۲۴) انجام شده است که به ارزیابی مدیریت کنونی ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی در جمهوری ساحل عاج پرداخته است. این مطالعه بر اساس نظرسنجی میدانی از ذینفعان مختلف، شامل واردکنندگان، توزیع کنندگان، مصرف کنندگان، تعمیرکاران، جمع آوران و بازیافت کنندگان ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی و همچنین وزارتخانه ها و سازمان های دولتی انجام شده است. نتایج مطالعه به چالش های متعددی در این بخش اشاره دارد، از جمله کمبود فناوری های مناسب برای درمان ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی و مشکلات ردیابی تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی مرتبط با واردات. این تحقیق همچنین بر اهمیت اجرای یک برنامه ملی برای مدیریت پایدار ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی و توسعه فناوری های دوستدار محیط زیست و اقتصادی تاکید می کند [۲۳]. این نتایج بیانگر آن است که انگیزه های اقتصادی مانند سیستم بازپرداخت سپرده می تواند به ویژه در زمینه ضایعات کوچک مؤثر باشد. این مرور نشان می دهد که عوامل مختلف به طور هم زمان بر سیستم های مدیریت ضایعات و رفتارهای بازیافت تأثیر می گذارند [۶].

جدول ۲. خلاصه پژوهش های انجام شده مرتبط با موضوع پژوهش حاضر

نویسندگان و هدف پژوهش	محورهای پژوهش				حل مساله	منبع اطلاعاتی
	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}		
توسعه روشی برای تجزیه و تحلیل کلان داده های زنجیره تامین سینگ و به منظور اطلاع رسانی به تصمیم گیرندگان و تحلیل بازخورد مشتریان همکاران (۲۰۱۸) و مسائل احتمالی آنها در جریان محصولات غذایی در شبکه های اجتماعی	☒	☒	☒	☒	غیر مقطعی	متن کاوی با تحلیل احساسات روش وبسایت های تجاری و شبکه های اجتماعی
فرناندز ویلیاس ^۵ و همکاران (۲۰۱۹) استفاده از روش های متن کاوی برای تحلیل نظرات و مطلوبیت های مشتریان در شبکه های اجتماعی به منظور بهبود مدیریت چرخه عمر محصول تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی	☒	☒	☒	☒	غیر مقطعی	متن کاوی در نظرات مشتریان در رسانه های اجتماعی

متن کاوی شبکه‌های اجتماعی، روش‌شناسی نمونه تصادفی و کمی برای تجزیه مشکل از توثیت و تحلیل توثیت‌ها	مقطعی	✓	✓	✓	میشرا و سینگ ^۱ بررسی احساسات، افکار و نظرات مشتریان در رسانه‌های اجتماعی با استفاده از روش‌های متن‌کاوی و ارزیابی احساس و شکایت‌های مشتریان نسبت به فروشگاه‌ها (۲۰۱۸)
متن کاوی و تحلیل مقالات دانشگاهی	غیر مقطعی	✓	✓	✓	تنسل و همکاران ^۲ بررسی فقدان زیرساخت برای جمع‌آوری و جداسازی زباله‌های الکترونیکی با استفاده از روش‌های متن‌کاوی و تحلیل داده‌های بزرگ (۲۰۱۷)
متن کاوی در رسانه‌های نمونه تصادفی و مشکل از توثیت	غیر مقطعی	✓	✓	✓	بهاتاچاریا ^۳ و همکاران بررسی اثربخشی تعاملات خدمات مشتری از طریق توییت در مورد خدمات لجستیکی خرده‌فروشان الکترونیکی با استفاده از روش‌های متن‌کاوی در رسانه‌های اجتماعی (۲۰۱۶)
متن کاوی در رسانه‌های فیس بوک و توییت	غیر مقطعی	✓	✓	✓	هی ^۳ و همکاران جستجوی روش‌های مختلف متن‌کاوی برای تحلیل محتوای تولید شده توسط کاربران در شبکه‌های اجتماعی به منظور دسترسی به ابرداده‌های مربوط به کاربران، مانند موقعیت مکانی، علایق و زمان (۲۰۱۵)
تکنیک‌های مختلف متن کاوی برای مجموعه شبکه‌های اجتماعی داده‌های غیر ساختاری در توییت و فیسبوک شبکه‌های اجتماعی	غیر مقطعی	✓	✓	✓	چنگ ^۴ و همکاران درک کاملی از تکنیک‌های مختلف متن‌کاوی و کاربرد آنها در وبسایت‌های شبکه‌های اجتماعی برای تحلیل داده‌های رسانه‌های اجتماعی شرکت‌ها به منظور جمع‌آوری نظرات مشتریان در مورد محصولات خود (۲۰۱۹)
خریدن توییت و طبقه‌بندی توییت‌ها	غیر مقطعی	✓	✓	✓	پورعباسی و شکوهیار ^۵ استفاده از داده‌های رسانه‌های اجتماعی، به عنوان منبعی برای حل مشکلات مدیریت ضایعات، به ویژه با استفاده از داده‌های توییت برای ایجاد یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای مدیریت ضایعات تلفن همراه در مرحله پایان عمر (۲۰۲۲)
متن کاوی در شبکه‌های اجتماعی با روش معادلات داده‌های موجود در ساختاری تفسیری و شبکه اجتماعی توییت فراترکیب	مقطعی	✓	✓	✓	پژوهش حاضر ارائه الگوی تحلیل مشارکت مصرف‌کننده در طرح‌های مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی در مرحله پایان عمر با محوریت شبکه‌های اجتماعی، با تمرکز بر یافتن ابعاد اساسی مدیریت این ضایعات از نظر مصرف‌کنندگان و استخراج مضامین مورد بحث در هشتگ‌های مرتبط با ضایعات الکترونیکی در توییت به منظور کمک به بهینه‌سازی اتلاف‌ها

در جدول ۲، خلاصه‌ای از پژوهش‌های پیشین مرتبط با مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی به تصویر کشیده شده است. این جدول به وضوح نشان می‌دهد که اکثر تحقیقات پیشین در این حوزه عمدتاً بر استفاده از یک روش تحلیلی خاص مانند متن‌کاوی یا تحلیل کلان‌داده‌ها تمرکز کرده‌اند و کمتر به بررسی ترکیبی و چندبعدی داده‌ها پرداخته‌اند. به‌ویژه، بیشتر این پژوهش‌ها به تحلیل داده‌ها در سطح کلان و با استفاده از روش‌های تحلیل احساسات و بررسی توییت‌ها محدود بوده‌اند. مطالعات پیشین، مانند سینگ^۶ و همکاران (۲۰۱۸) با تمرکز بر متن‌کاوی و تحلیل نظرات مشتریان در شبکه‌های اجتماعی، به تحلیل بازخوردها و مسائل مرتبط با محصولات و خدمات پرداخته‌اند، اما تمرکز اصلی آن‌ها بر روی تحلیل احساسات و نظرات مشتریان بوده است [۳۰]. سایر مطالعات مانند تنسل و همکاران (۲۰۱۷) و شکوهیار و همکاران (۲۰۲۲) نیز به بررسی زیرساخت‌ها و تحلیل کلان‌داده‌ها پرداخته‌اند [۳۶، ۱۴]. اما کمتر به بررسی عمیق محتوای هشتگ‌های مرتبط و تحلیل دقیق‌تری از ابعاد مختلف مشارکت مصرف‌کننده پرداخته‌اند. پژوهش حاضر به‌طور خاص به بررسی ارتباط عوامل موثر بر مشارکت مصرف‌کننده در مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی با گزینه‌های پایان عمر مناسب پرداخته است. این تحقیق با استفاده از روش‌های ترکیبی متن‌کاوی و تحلیل سلسله مراتب فازی، به تحلیل عمیق محتوای هشتگ‌ها در شبکه اجتماعی توییت پرداخته است تا ابعاد مختلف رفتار مصرف‌کنندگان و ارتباط آن‌ها با گزینه‌های مدیریت پایان عمر را مورد بررسی قرار دهد. این رویکرد به شناسایی و تحلیل دقیق‌تری از مضامین و نگرش‌های مصرف‌کنندگان کمک می‌کند و دیدگاه جامع‌تری از چالش‌ها و فرصت‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی ارائه می‌دهد، با تمرکز بر تحلیل عمیق و ترکیبی به شناسایی نقاط قوت و ضعف روش‌های موجود و ارائه راهکارهای بهینه برای افزایش مشارکت مصرف‌کننده در مدیریت ضایعات و بهبود گزینه‌های پایان عمر لوازم الکترونیکی پرداخته است. این تحقیق می‌تواند به توسعه استراتژی‌های مدیریتی کارآمدتر و بهبود سیاست‌های بازیافت در مرحله پایان عمر لوازم الکترونیکی کمک کند و به رفع نقصان‌های موجود در پژوهش‌های قبلی بپردازد.

1. Mishra & Singh
2. Bhattacharjya
3. He
4. Chang
5. Pourabbasi & Shokouhyar
6. Singh

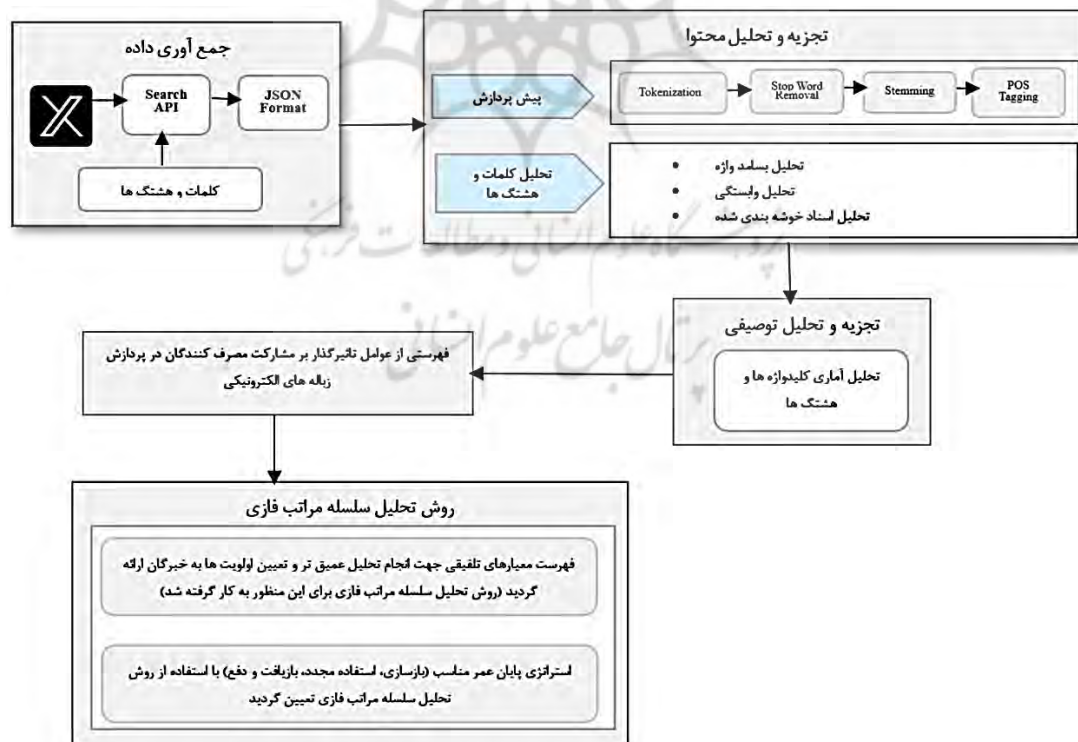
۳. روش‌شناسی پژوهش

هدف این تحقیق شناسایی عوامل مؤثر بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی و پیشنهاد بهترین گزینه‌های پایان عمر برای این ضایعات با تحلیل داده‌های توییتر است. در این پژوهش، از یک روش ترکیبی شامل تکنیک‌های کمی و کیفی استفاده شده است [۳۷]. بخش اول شامل بررسی جامع برای گردآوری فهرستی از عوامل مؤثر بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکتریکی است. سپس داده‌های توییتر با استفاده از تکنیک‌های تحلیل توصیفی و تحلیل محتوا مورد بررسی قرار گرفت و نتایج با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتب فازی، تجزیه و تحلیل شد. از آنجایی که این چارچوب پیشنهادی توسط کسب‌وکارهایی با هدف اصلی مدیریت ضایعات به کار گرفته می‌شود، تکنیک‌های زیر برای دفع نهایی در نظر گرفته خواهند شد: بازسازی، استفاده مجدد، بازیافت و دفع نهایی که همگی می‌توانند به پیشبرد شیوه‌های مدیریت ضایعات کمک کنند. با توجه به اینکه ساختار داده‌های شبکه‌های اجتماعی با داده‌های سنتی متفاوت است، به کارگیری رویکردهای مختلف تحقیق و روش‌های استخراج اطلاعات از داده‌های توییتر امری ضروری است [۳۸]. استفاده از داده‌های شبکه‌های اجتماعی برای دریافت بازخورد مشتری می‌تواند اطلاعات مفیدی برای وظایف تجاری و تصمیم‌گیری‌های سازمانی به همراه داشته باشد [۱۵]. با توجه به اهمیت تحلیل داده‌های شبکه‌های اجتماعی در کسب‌وکارها و تصمیم‌گیری‌های سازمانی، روش‌های کارآمدی برای استخراج اطلاعات ارزشمند از توییتر مورد نیاز است. در این پژوهش، رویکردی ترکیبی مبتنی بر تکنیک‌های داده‌کاوی برای بررسی عمیق داده‌های توییتر استفاده شده است. در این بخش، ضمن تشریح فرایند پژوهش، به جمع‌آوری و به کارگیری داده‌ها پرداخته می‌شود. مراحل این رویکرد پژوهشی در شکل ۱ خلاصه شده است:

۱. جمع‌آوری توییت‌های مرتبط

۲. بررسی محتوای توییت‌ها برای تعیین عواملی که بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکتریکی تأثیر می‌گذارد.

۳. روش تحلیل سلسله مراتب فازی برای تعیین گزینه‌های پایان عمر به منظور مدیریت بهتر ضایعات الکتریکی و الکترونیکی.



شکل ۱. فرایند روش تحقیق

۱.۳. جمع‌آوری داده‌ها

توییتر به دلیل دسترسی جهانی قابل توجه و نفوذ چشمگیرش در فضای رسانه‌های اجتماعی، به عنوان منبع اصلی داده برای این پژوهش انتخاب شد. توییتر با ۳۳۰ میلیون کاربر فعال در سراسر جهان، گنجینه‌ای از داده‌ها را برای رصد افکار عمومی، تجزیه و تحلیل روندهای

اجتماعی و شناسایی موضوعات داغ تحقیقاتی ارائه می‌کند. محبوبیت و وسعت این پلتفرم، آن را به منبعی ایده‌آل برای جمع‌آوری داده‌ها تبدیل کرده است. روزانه حدود ۵۰۰ میلیون توییت در توییتر ارسال می‌شود، که معادل ۶۰۰۰ توییت در هر ثانیه است (منبع: InternetLiveStats). این حجم عظیم از محتوای تولید شده توسط کاربر^۱، فرصتی بی‌نظیر برای سنجش علایق مصرف‌کننده و شناسایی موضوعات مورد توجه مردم در سراسر جهان فراهم می‌کند. علاوه بر وسعت، تنوع مخاطبان توییت نیز از مزایای این پلتفرم به شمار می‌رود. توییت‌ر میزبان میلیون‌ها کاربر از سراسر دنیا با زبان‌ها و فرهنگ‌های مختلف است. این تنوع، امکان مطالعه علایق و رفتار افراد در جوامع گوناگون را فراهم می‌کند. بنابراین توزیع جمعیت‌شناسی و زبان کاربران توییت ممکن است به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد، اما این مطالعه برای حفظ انسجام و امکان انجام تجزیه و تحلیل عمیق، بر بخش‌های انگلیسی زبان تمرکز می‌کند. با استفاده از داده‌های توییت، می‌توان به درک عمیق‌تری از افکار عمومی، روندهای اجتماعی و موضوعات مورد توجه مردم دست یافت. این داده‌ها می‌توانند برای اهداف مختلفی از جمله تحقیقات علمی، بازاریابی، سیاست‌گذاری و مدیریت بحران مورد استفاده قرار گیرند. در این پژوهش، با هدف شناسایی و تمرکز بر موضوع عوامل موثر بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی، از طریق هشتگ‌ها و کلمات کلیدی، داده‌ها از توییت‌ر جمع‌آوری شده است. دسترسی به توییت‌های عمومی از طریق رابط برنامه‌نویسی کاربردی^۲ و با استفاده از کتابخانه‌های پایتون^۳ انجام می‌شود. برای بازیابی توییت‌های قدیمی‌تر که با معیارهای از پیش تعیین‌شده مانند کلمات کلیدی، هشتگ‌ها، کاربران و مکان مطابقت دارند، از رابط برنامه‌نویسی کاربردی جستجو استفاده می‌شود [۳۵]. درنهایت، داده‌های استخراج‌شده از توییت‌ر به فرمت JSON^۴ دانلود می‌شوند تا سازگاری و سهولت ادغام در فرآیند تجزیه و تحلیل را تضمین کنند. انتخاب توییت‌ر به عنوان منبع اصلی داده برای این مطالعه بر دو پایه استوار بود:

- پایگاه جهانی کاربران: توییت‌ر دارای تعداد قابل توجهی از کاربران فعال در سراسر جهان است که آن را به منبعی غنی از داده‌های مرتبط با موضوعات مختلف تبدیل می‌کند. این تنوع کاربران به ما امکان می‌دهد تا دیدگاه‌ها و نظرات مختلفی را در مورد موضوع مورد مطالعه خود جمع‌آوری کنیم.
- دسترسی به رابط کاربری: توییت‌ر از طریق API قدرتمند خود، به محققان امکان می‌دهد به‌طور جامع به انبوهی از اطلاعات شامل توییت‌ها، هشتگ‌ها و مشخصات کاربران دسترسی یابند. این امر، جمع‌آوری مجموعه داده‌های حجیم را تسهیل می‌کند. برای اطمینان از کیفیت و انسجام داده‌ها، معیارهای انتخابی خاصی برای حساب‌های توییت‌ر اعمال شد. این معیارها بر روی حساب‌هایی متمرکز بودند که در بازه زمانی یک ساله حداقل ۱۰۰ توییت، ریتوییت یا پاسخ ارسال کرده بودند. این آستانه تضمین می‌کند که مجموعه داده‌ها شامل کاربران فعال باشد که به‌طور مداوم در پلتفرم مشارکت می‌کنند. هدف از این معیارها ایجاد مجموعه داده‌ای بود که نشان‌دهنده سطح پایه‌ای از مشارکت کاربر باشد. با تعیین این آستانه، هدف فیلتر کردن حساب‌های غیرفعال یا کم‌فعال و تمرکز بر روی حساب‌هایی بود که به‌طور فعال در بحث‌ها و تعاملات توییت‌ر شرکت می‌کنند. این رویکرد با اهداف مطالعه همسو بود، زیرا به محققان امکان داد تا روندها، علایق مصرف‌کنندگان و موضوعات نوظهور را در میان کاربران فعال توییت‌ر در حوزه مرتبط با ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بررسی کنند. همچنین به حفظ کیفیت و قابلیت اطمینان داده‌ها در طول تجزیه و تحلیل کمک کرد.

۲.۳. پیش‌پردازش و آماده‌سازی داده‌ها

با استفاده از API جستجو، مجموعه قابل توجهی از ۲,۹۰۵,۵۷۹ توییت را که از ماه می ۲۰۱۹ تا آوریل ۲۰۲۲ در بر می‌گرفت، به صورت سیستماتیک جمع‌آوری شد. روش‌های به دست آوردن توییت‌ها، از جمله لیست جامع کلیدواژه‌ها و هشتگ‌های مورد استفاده، با جزئیات دقیق در جدول ۳ آمده است که شفافیت و تکرارپذیری را در فرآیند جمع‌آوری داده‌ها تضمین می‌کند. تحلیل محتوا، که سنگ بنای رویکرد روش‌شناختی در این پژوهش است، تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی^۵ را با روش‌های کاوش متن ادغام می‌کند. این رویکرد چندوجهی برای استخراج بینش‌های معنادار از ماهیت اساساً بدون ساختار داده‌های رسانه‌های اجتماعی ضروری است. تکنیک‌های NLP، مانند تحلیل احساسات و مدل‌سازی موضوعی، به ما امکان می‌دهند تا احساسات ظریف، نظرات و ساختارهای موضوعی تعبیه شده در تک تک توییت‌ها را تشخیص دهیم. پیش‌پردازش دقیق داده‌ها با توجه به اختصار و ماهیت غیررسمی محتوای توییت که اغلب شامل URL ها، هشتگ‌ها و سایر عناصر زمینه‌ای است، اهمیت اساسی دارد [۷]. رویه‌های پیش‌پردازش متن، از جمله عادی‌سازی^۶، حذف کاراکترهای اضافی و حذف

1. User Generated Content
 2. Application programming interface (API)
 3. Python libraries
 4. JavaScript Object Notation
 5. Natural Language Processing (Nlp)
 6. Normalization

کلمات توقف، برای اطمینان از صحت و اعتبار تحلیل های بعدی ضروری هستند. یک گام اساسی در چارچوب تحلیلی این پژوهش، تقسیم بندی و کدگذاری داده های متنی به واحدهای منسجم موضوعی است. این فرآیند، که به عنوان کدگذاری موضوعی شناخته می شود، شناسایی سیستماتیک الگوها و موضوعات مکرر را در کل مجموعه تسهیل می کند. با سازماندهی توییت ها در این کدهای موضوعی، زمینه ای را برای کاوش و تفسیر عمیق چشم انداز رسانه های اجتماعی ایجاد می کنیم. این رویکرد به ما امکان می دهد تا فراتر از شمارش های اولیه کلمات حرکت کنیم و عمیق تر به ابعاد اجتماعی، فرهنگی و احساسی منعکس شده در داده های توییت بپردازیم. داده های توییت به دلیل ماهیت پیچیده و غیرساختارمندشان، چالش هایی را برای تحلیلگران و پژوهشگران ایجاد می کنند. برای استخراج اطلاعات مرتبط و انجام تحلیل های عمیق، مرحله پیش پردازش ضروری است. این مرحله بر پاکسازی، آماده سازی و ساختاردهی داده ها متمرکز دارد تا برای تحلیل های بعدی مناسب شوند [۳۸]. در این پژوهش، مراحل پیش پردازش زیر برای تحلیل عمیق داده های توییت انجام شد:

۱. پاکسازی داده ها:

- شناسایی زبان: توییت های انگلیسی با استفاده از تکنیک های تشخیص زبان انتخاب شدند.
- حذف نویز: علائم نگارشی، ارقام، URL ها و سایر عناصر غیرضروری از متن توییت ها حذف شدند.
- تبدیل به حروف کوچک: برای رفع حساسیت به حروف بزرگ و کوچک در زبان انگلیسی، تمام متن توییت ها به حروف کوچک تبدیل شد.

۲. آماده سازی داده ها برای تحلیل:

- توکنایز کردن^۱: جریان پیوسته متن هر توییت به کلمات و اصطلاحات مجزا تفکیک شد.
- حذف کلمات توقف: کلمات کم محتوا و پرتکرار مانند "a", "the" و غیره از مجموعه داده ها حذف شدند.
- تبدیل کلمات به ریشه آنها^۲: ریشه کلمات به فرم پایه آنها تبدیل شد (مثلاً "running" به "run" تبدیل شد).

۳. استخراج و نمایش ویژگی:

- تگ گذاری اجزای گفتار^۳: نوع دستوری هر کلمه (اسم، فعل، صفت و غیره) با استفاده از تگ گذاری POS مشخص شد.
- استخراج ویژگی: تکنیک های مختلف استخراج ویژگی برای شناسایی و رمزگذاری^۴ ویژگی های اطلاعاتی اضافی از محتوای توییت ها به کار گرفته شد.

۴. ذخیره سازی داده ها:

- داده های پیش پردازش شده و آماده شده در قالب ساختار یافته مانند فایل CSV^۵ ذخیره شدند.
- با انجام مراحل پیش پردازش دقیق و جامع، داده های توییت برای تحلیل های عمیق آماده شدند. این مراحل به موارد زیر کمک کرد:
- کاهش نویز و افزایش انسجام داده ها: با حذف نویز و ساختاردهی داده ها، انسجام و وضوح آنها برای تحلیل های بعدی افزایش یافت.
- استخراج اطلاعات کلیدی: با استفاده از تکنیک های پیش پردازش، اطلاعات کلیدی و معنادار از محتوای توییت ها استخراج شد.
- آماده سازی داده ها برای تحلیل های پیشرفته: داده های پیش پردازش شده برای کاربرد روش های مختلف تحلیل مانند یادگیری ماشین^۶ و تحلیل آماری^۷ آماده شدند.

در نتیجه، پیش پردازش نقش اساسی در تحلیل عمیق داده های توییت ایفا می کند. با انجام این مراحل، می توان از داده های پیچیده و غیرساختارمند توییت اطلاعات ارزشمندی استخراج کرد و به درک عمیق تر پدیده های اجتماعی و فرهنگی در دنیای امروز دست یافت [۲۷].

۳.۳. تحلیل کلمات و هشتگ ها: کاوش عمیق در محتوای توییت

1. Tokenized
2. Stemming
3. Parts-Of-Speech (Pos)
4. Encode
5. Comma-Separated Values
6. Machine Learning
7. Statistical Methods

برای کشف بینش‌های عمیق‌تر از داده‌های متنی توییت‌ها مرتبط با #e-waste، از مجموعه‌ای از تکنیک‌های قدرتمند پردازش زبان طبیعی در این پژوهش بهره گرفته شد. این فرآیند شامل خوشه‌بندی کلمات^۱، تحلیل بسامد واژه‌ها^۲، استخراج قاعده‌محور^۳ و غنی‌سازی واژگان بود [۳۵].

۱. خوشه‌بندی کلمات: دسته‌بندی موضوعات هم‌معنا. با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی کلمات، اصطلاحات مرتبط با #e-waste براساس معنای مشابه دسته‌بندی شد. این فرآیند کمک می‌کند تا موضوعات کلیدی و مفاهیم غالب در گفتگوی توییت‌ها حول محور ضایعات الکترونیکی شناسایی شود.

۲. تحلیل بسامد اصطلاح: شناسایی واژگان کلیدی برجسته. با تحلیل بسامد اصطلاح، میزان استفاده از هر کلمه و هشتگ در مجموعه داده‌های توییت‌ها مرتبط با ضایعات الکترونیکی بررسی شد. به این ترتیب واژگان کلیدی و عبارات برجسته‌ای که به طور مکرر توسط کاربران توییت‌ها در بحث‌های مربوط به ضایعات الکترونیکی به کار می‌روند، شناسایی شد.

۳. استخراج قاعده‌محور: کشف ارتباطات بین هشتگ‌ها. برای درک عمیق‌تر چگونگی ارتباط هشتگ‌ها با یکدیگر، تکنیک‌های استخراج قاعده‌محور استفاده شد. این فرآیند منجر به کشف الگوها و ارتباطات معنی‌داری بین هشتگ‌های انگلیسی مختلف مرتبط با ضایعات الکترونیکی شد.

۴. غنی‌سازی واژگان: جهت گسترش دامنه واژگان و هشتگ‌های مرتبط با ضایعات الکترونیکی، از دو استراتژی کلیدی استفاده شد:

- شناسایی اصطلاحات پرتکرار: ابتدا، اصطلاحات مرتبط با ضایعات الکترونیکی که به‌طور مکرر در مجموعه داده‌های توییت‌ها استفاده می‌شد، شناسایی گردید.

- استفاده از WordNet: سپس، پایگاه داده آنلاین لغات WordNet برای یافتن مترادف‌ها و اصطلاحات مرتبط با این واژگان کلیدی استفاده شد. این فرآیند مجموعه واژگان در حوزه ضایعات الکترونیکی را به طور قابل توجهی غنا بخشید و درک عمیق‌تر و جامع‌تری از این موضوع به دست آورد.

با اعمال این تکنیک‌های NLP، مجموعه‌ای از توییت‌های مرتبط با ضایعات الکترونیکی استخراج و دسته‌بندی شد. این فرآیند بینش‌های عمیقی در مورد موضوعات کلیدی، واژگان کلیدی و ارتباطات بین هشتگ‌ها در حوزه ضایعات الکترونیکی به دست آورد. این دانش می‌تواند برای اهداف مختلفی مانند تحلیل احساسات، کشف روندها و توسعه استراتژی‌های بازاریابی مرتبط با ضایعات الکترونیکی مورد استفاده قرار گیرد.

۴.۳. تحلیل توصیفی

این پژوهش با هدف بررسی جامع رفتار کاربران و محتوای توییت‌ها در توییت‌ها، از تحلیل توصیفی به عنوان روشی اساسی بهره می‌برد. تحلیل توصیفی مجموعه‌ای از تکنیک‌های آماری است که برای سازماندهی، خلاصه‌سازی و توصیف ویژگی‌های کلیدی مجموعه داده‌ها به کار می‌رود [۳۵]. در این مطالعه، از معیارهای مختلفی برای بررسی عمیق‌تر تعامل کاربران با پلتفرم توییت‌ها استفاده می‌شود که شامل موارد زیر است:

- بسامد انتشار توییت‌ها: این معیار تعداد دفعات انتشار توییت‌ها را در یک دوره زمانی مشخص اندازه‌گیری می‌کند. با تحلیل بسامد انتشار توییت‌ها در طول روز، هفته، ماه یا حتی سال، می‌توان دوره‌های اوج فعالیت کاربران را شناسایی کرد. این الگوهای زمانی می‌تواند به درک بهتر رفتار و عادات کاربران توییت‌ها کمک کند.
- شیوع هشتگ‌ها و کلیدواژه‌ها: هشتگ‌ها و کلیدواژه‌ها کلمات یا عباراتی هستند که کاربران برای دسته‌بندی و کشف محتوای مرتبط در توییت‌ها استفاده می‌کنند. با بررسی میزان استفاده از هشتگ‌ها و کلیدواژه‌های خاص، می‌توان موضوعات غالب و ترندهای روز را در توییت‌ها شناسایی کرد. همچنین، با تحلیل الگوهای استفاده از این هشتگ‌ها و کلیدواژه‌ها در طول زمان، می‌توان روند تکامل بحث‌ها و گفتگوها را در جامعه توییت‌ها ردیابی کرد [۳۴].
- توزیع انواع توییت‌ها: در این بخش، انواع مختلف توییت‌ها از نظر ماهیت و محتوا مورد بررسی قرار می‌گیرند. این انواع می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- توییت های اصلی^۱: این توییت ها محتوای جدیدی را به پلتفرم اضافه می کنند و نشان دهنده تولید محتوای اصیل توسط کاربران هستند.
- بازنشرها^۲: این توییت ها محتوای منتشر شده توسط کاربران دیگر را به اشتراک می گذارند و نشان دهنده انتشار مجدد محتوا است.
- پاسخ ها^۳: این توییت ها در پاسخ به توییت های دیگر کاربران منتشر می شوند و نشان دهنده شکل گیری گفتگوها و تعاملات در توییت است.
- لایک ها^۴: لایک ها نشان دهنده علاقه یا موافقت ضمنی کاربر با محتوای یک توییت خاص است.

با بررسی توزیع این انواع مختلف توییت ها، می توان پویایی تعاملات کاربران را درک کرد. برای مثال، اگر درصد بالایی از توییت ها را بازنشرها تشکیل دهند، ممکن است نشان دهنده تمایل کاربران به انتشار مجدد محتوای تأثیرگذار باشد. از سوی دیگر، درصد بالای توییت های اصلی می تواند نشان دهنده تولید محتوای اصیل و خلاقانه توسط کاربران باشد. این پژوهش با استفاده از تکنیک های تحلیل توصیفی، حجم عظیم داده های توییت را به بینش های معنادار و قابل فهم تبدیل می کند. این بینش ها کاربردهای متنوعی در حوزه های مختلفی مانند توسعه استراتژی محتوا برای برندها و سازمان ها، مدیریت بحران و واکنش سریع به رویدادهای مهم، تحقیقات افکار عمومی و سنجش نگرش های جامعه، درک بهتر رفتار مصرف کنندگان و مخاطبان و بسیاری از زمینه های دیگر دارند. با ارائه یک بررسی دقیق از رفتار کاربران و پویایی محتوا، این پژوهش مقدمات لازم را برای کاوش های عمیق تر و تحقیقات هدفمند در حوزه تحلیل شبکه های اجتماعی فراهم می کند.

۵.۳. روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

برای ارزیابی چارچوب توصیفی بر اساس معیارهای خاص، از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شد. روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، ترکیبی از تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی است که به منظور مدیریت عدم قطعیت و ابهام در تصمیم گیری ها به کار می رود. روش تحلیل سلسله مراتبی به طور سنتی برای تصمیم گیری های پیچیده به کار می رود و شامل مراحل ساختاردهی مسئله به صورت سلسله مراتبی شامل هدف و معیارها و گزینه ها، انجام مقایسه های زوجی برای تعیین اولویت ها و وزن دهی به معیارها و در نهایت محاسبه وزن نهایی معیارها برای انتخاب بهترین گزینه است. در تحلیل سلسله مراتبی فازی، این فرآیند با منطق فازی توسعه یافته است تا نظرات کارشناسان که ممکن است با ابهام و عدم قطعیت همراه باشند، بهتر مدیریت شود. منطق فازی به جای استفاده از مقادیر دقیق، از اعداد فازی برای بیان ترجیحات و قضاوت های کارشناسان استفاده می کند. این امر باعث می شود این روش به طور موثرتری بتواند ابهامات موجود در قضاوت های انسانی را مدیریت کند. در این پژوهش، از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی برای جمع آوری و تحلیل داده های مربوط به ارزیابی چارچوب توصیفی استفاده شد. این روش شامل نظرسنجی سه مرحله ای از ۳۹ متخصص برجسته در حوزه مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی بود. متخصصان بر اساس جستجو در پروفایل های لینکدین و بررسی نویسندگان مقالات مرتبط انتخاب شدند. انتخاب آنها بر مبنای مشارکت های علمی قابل توجه در زمینه مدیریت ضایعات، شرکت در کنفرانس ها، یا حداقل پنج سال سابقه عملی در این حوزه یا زمینه های مرتبط انجام گرفت.

پیش از آغاز فرآیند، به شرکت کنندگان اطمینان داده شد که پاسخ هایشان ناشناس و محرمانه باقی خواهد ماند [۳۸] و برای آشنایی بیشتر با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، اطلاعات جامعی ارائه گردید. پرسشنامه ها به صورت آنلاین و از طریق پلتفرم دیجیتال Google Forms در ژانویه ۲۰۲۳ تهیه و ارسال شد. پرسشنامه طراحی شده شامل مقایسه زوجی معیارها با استفاده از اعداد فازی مثلثی بود که به منظور انجام تحلیل سلسله مراتب فازی مورد استفاده قرار گرفت. سؤالات پرسشنامه به گونه ای طراحی شد که از خبرگان خواسته می شد معیارهای مختلف مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی را به صورت زوجی و با بهره گیری از مقیاس فازی مقایسه کنند. علاوه بر این، دستورالعمل های دقیقی در مورد نحوه تکمیل پرسشنامه و استفاده از اعداد فازی در ابتدای آن ارائه شد تا شرکت کنندگان به خوبی با نحوه ارائه پاسخ ها آشنا شوند. شرکت کنندگان اطلاعات کاملی درباره هدف نظرسنجی و اهمیت نتایج به دست آمده دریافت کردند. مراحل تهیه پرسشنامه به شرح زیر بود:

- تعیین هدف: هدف از نظرسنجی مشخص و سوالات مرتبط با آن طراحی شد.

- طراحی پرسشنامه: سوالات به گونه‌ای تنظیم شد که اطلاعات دقیقی از شرکت‌کنندگان دریافت شود. پرسشنامه شامل سوالات دموگرافیک و سوالات تخصصی مرتبط با مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بود.
 - آزمون اولیه: پرسشنامه در یک گروه کوچک از کارشناسان آزمایش شد تا اطمینان حاصل شود که سوالات واضح و قابل درک هستند.
 - انتشار: پس از نهایی شدن پرسشنامه، لینک آن به ۳۹ نفر از خبرگان ارسال شد.
- در این مطالعه، برای ارزیابی سازگاری و اعتبار پرسشنامه از دو شاخص نسبت روایی محتوایی^۱ و نرخ سازگاری^۲ استفاده شد. این دو شاخص کمک می‌کنند تا میزان سازگاری و همخوانی پاسخ‌های شرکت‌کنندگان را تحلیل کنیم. نمرات بین ۱ تا ۹ برای هر جفت شاخص در نظر گرفته شد. میانگین (μ) نمرات برابر با ۵ و انحراف استاندارد (σ) برابر با ۲.۵ محاسبه گردید. با استفاده از این مقادیر، نسبت روایی محتوایی به صورت رابطه زیر محاسبه شد:

$$CVR = \frac{\sigma}{\mu} = \frac{2.5}{5} = 0.5 \quad \text{رابطه (۱)}$$

مقدار نسبت روایی محتوایی برابر با ۰.۵ نشان‌دهنده تنوع نسبتاً بالا در پاسخ‌ها است. این بدان معناست که شرکت‌کنندگان در ارزیابی خود نسبت به برخی شاخص‌ها، نظرات متفاوتی را ارائه داده‌اند. این تنوع می‌تواند اطلاعاتی درباره تفاوت‌های درک شده و اولویت‌های مختلف افراد ارائه دهد. برای ارزیابی سازگاری پاسخ‌های پرسشنامه، ابتدا شاخص سازگاری^۳ و شاخص تصادفی^۴ محاسبه شد. شاخص سازگاری کمک می‌کند تا میزان سازگاری و همخوانی پاسخ‌ها مورد تحلیل قرار گیرد. برای دستیابی به یک نرخ سازگاری قابل قبول، که معمولاً کمتر از ۰.۱ است، شاخص سازگاری باید به گونه‌ای محاسبه شود که به شاخص تصادفی نزدیک‌تر باشد. در این پژوهش شاخص سازگاری برابر با ۰.۰۷۱ و شاخص تصادفی برابر با ۱.۴۵ بدست آمد. با توجه به اعداد بدست آمده، نرخ سازگاری برابر شد با:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.071}{1.45} = 0.049 \quad \text{رابطه (۲)}$$

مقدار CR برابر با ۰.۰۴۹ نشان‌دهنده این است که پاسخ‌ها به‌طور مطلوب سازگار هستند و کمتر از ۰.۱ می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که پاسخ‌دهندگان در ارزیابی‌های خود به یکدیگر نزدیک بوده و نظرات مشابهی را بیان کرده‌اند. این مقادیر می‌تواند به درک بهتر اولویت‌ها و نگرش‌های پاسخ‌دهندگان کمک کند و اعتبار پرسشنامه را تایید نماید. فرآیند جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت آنلاین طی یک ماه صورت گرفت و از مجموع ۳۹ نفر متخصصی که دعوت به شرکت در نظرسنجی شده بودند، ۲۰ نفر پرسشنامه را تکمیل کردند. این ۲۰ نفر شامل ۱۲ (۷۵٪) فرد با تحصیلات عالیه در مقطع کارشناسی ارشد، مدیران برنامه و روسای بخش، به همراه ۸ (۲۵٪) متخصص فعال در صنعت بودند. یک نفر از شرکت‌کنندگان هم سابقه دانشگاهی و هم صنعتی داشت. در طول مطالعه، هر شرکت‌کننده دارای ۵ تا ۲۵ سال سابقه حرفه‌ای یا دانشگاهی در حوزه مدیریت ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بود. از میان شرکت‌کنندگان، ۷ نفر خانم و ۱۳ نفر آقا بودند. کارشناسان از ایالات متحده، کانادا، آلمان، چین، ترکیه، مالزی، ایران، استرالیا، فرانسه و هند در این نظرسنجی شرکت کردند.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

تولیدکنندگان در زمان رسیدن محصولات به مرحله پایان عمر آن‌ها، گزینه‌های مختلفی را برای عملیات بازیابی محصول در نظر می‌گیرند، از جمله استفاده مجدد، بازسازی، بازیافت و دفع. هر گزینه با هزینه‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی متفاوتی همراه است. بنابراین، این پژوهش یک چارچوب چندهدفه را برای کاهش کلی هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی در کل فاز پایان عمر تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی پیشنهاد می‌کند. با افزایش حجم ضایعات الکتریکی و الکترونیکی، تجزیه و تحلیل مرحله پایان عمر مفید محصول برای بهبود بازیافت و به حداقل رساندن تأثیر زیست‌محیطی آن ضروری است [۲۷]. در این مطالعه از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی فازی برای تعیین گزینه‌های مرحله پایان عمر که باعث بهبود مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی می‌شود، استفاده شده است. هدف این بود که از یافته‌ها برای ایجاد مقرراتی استفاده شود که با انتخاب بهترین گزینه‌های پایان عمر به کاهش آسیب‌های ناشی از ضایعات الکتریکی و الکترونیکی کمک کند. در این بخش، چگونگی کمک چارچوب پیشنهادی به انتخاب مناسب‌ترین گزینه‌های پایان عمر برای کل فاز انتهای عمر مفید بیان می‌شود. فرآیند پیشنهادی تصمیم‌گیری گزینه‌های پایان عمر، به دو مرحله تقسیم می‌شود:

1. Coefficient of Variation Ratio (CVR)
 2. Consistency Ratio (CR)
 3. Consistency Index (CI)
 4. Random Index (RI)

- تحلیل داده های توئیتر برای شناسایی عوامل مؤثر بر مشارکت مصرف کنندگان در برنامه های مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی.
 - استفاده از روش تحلیل سلسله مراتب فازی برای توسعه یک استراتژی پایان عمر مناسب برای مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی بر اساس نظر خبرگان.
- برای جمع آوری داده ها در مورد عوامل مؤثر بر مشارکت مصرف کنندگان در برنامه های مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی، از توئیتر به عنوان منبع داده استفاده شد. با استفاده از ابزارها و API های زبان برنامه نویسی پایتون، جستجوی کلیدواژه و هشتگ ها انجام شد، که شامل اصطلاحاتی مانند «WEEE» و «e-waste» بود تا توئیتهای مرتبط با مسائل ضایعات الکترونیکی جمع آوری شود. در طول بازه زمانی می ۲۰۱۹ تا آوریل ۲۰۲۲، مجموعاً ۲,۹۰۵,۵۷۹ توئیتهای متن از توئیتر جمع آوری شد که اطلاعات ارزشمندی را برای مطالعه در حوزه مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی ارائه داد. در این پژوهش، فقط توئیتهای انگلیسی در نظر گرفته شد تا اطمینان حاصل شود که توئیتهای مرتبط با هدف مطالعه، یعنی شناسایی عوامل مؤثر بر مشارکت مصرف کنندگان در برنامه های مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی به درستی پوشش داده می شود. جدول ۳ فهرست کلیدواژه و هشتگ های مرتبط با ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی را که در این مطالعه با کمک منابع علمی مرتبط و یک فرهنگ لغت آنلاین در نظر گرفته شده است به همراه فراوانی آنها در توئیتهای جمع آوری شده، نشان می دهد. این لیست در صورت نیاز، قابلیت گسترش برای استفاده در پژوهش های آینده را دارد. از این لیست برای فیلتر کردن مجموعه کامل توئیتهای جمع آوری شده از توئیتر در طول دوره مطالعه (می ۲۰۱۹ تا آوریل ۲۰۲۲) و بررسی مسائل مرتبط با ضایعات الکترونیکی که توسط کاربران مطرح شده است، استفاده شد.

جدول ۳. کلمات کلیدی و هشتگ های استفاده شده برای استخراج توئیتهای مصرف کننده

کلمات و هشتگ	فراوانی کلمات و هشتگ	کلمات و هشتگ	فراوانی کلمات و هشتگ
#WEEE	۱۰۰۳۹۴	ewaste#	۴۲۱۱۷۰
#electronic recycling	۳۳۶۵	recycling#	۵۸۲۳۲۵
electronicsrecycling#	۱۲۰۰	sustainability#	۳۲۲۰۲۳
#EPEAT	۹۸۶	circulareconomy#	۵۷۲۲۶۵
#Sustainableelectronics	۳۳۶۵۴	techwaste#	۱۶۲۵۳
#Upcyclingelectronics	۱۵۴۲	reducereuserecycle#	۱۱۲۳
#Hazardouswaste	۹۲۱۵	upcycling#	۲۲۳۲۵۶
#ewaste day	۴۸۶۵	circularelectronics#	۲۱۶۵
#DigitalClutter	۲۵۶۳	#epr	۱۳۲۳
greentechnology#	۱۷۶۵	responsibleelectronics#	۱۷۵۶
#Electronicwastedisposal	۲۳۵۶	ewasterecycling#	۲۶۵۲۳
#Eco-friendlyelectronics	۱۹۸۶	electronicwaste#	۴۴۲۳
sustainabletech#	۱۲۴۷	recycleelectronics#	۲۳۶۵
#Mobile recycling	۴۴۸۵۶	eWasteManagement#	۶۵۶۲
#ewaste junk	۹۸۶	ITrecycling#	۲۰۸۶۶۵
#Cellphone recycling	۲۹۸۷۵	GreenIT#	۹۳۲۶
#ewaste disposal	۶۵۸	#goGreen	۴۳۳۸۴۵
#EarthDay	۳۶۵۴۱۱	CircularElectronicsDay#	۴۳۲۱

۱.۴. پیش پردازش داده و تحلیل توصیفی

برای پردازش داده های توئیتر و استخراج اطلاعات مرتبط، پیش پردازش ضروری است؛ زیرا ارائه خروجی بدون ساختار و تحلیل آن چالش برانگیز به نظر می رسد. برای پاکسازی داده ها در این مطالعه، مراحل زیر انجام شد:

۱. فیلترینگ: حذف لینک های URL، شکلهای، کلمات خاص توئیتر و نام های کاربری (مثال: @Ella که علامت @ نشان دهنده نام کاربری است).

۲. توکنایز کردن^۱: با شکستن متن به فواصل و علائم نگارش، یک مجموعه کلمات^۲ تشکیل می‌شود. با این حال، اطمینان حاصل شد که مخفف‌هایی مانند «doesn't»، «I'm» و «she'd» به عنوان کلمات واحد شناخته شوند.
۳. حذف کلمات توقف^۳: حروف تعریف «a»، «an» و «the» و غیره از مجموعه کلمات حذف شدند.
- شکل ۲، سه نمونه از توییتهای بررسی شده با هشتگ #e-waste را نشان می‌دهد. توییتهای متن هستند و برای تجزیه و تحلیل نیاز به تبدیل به واحدهای قابل پردازش دارند. طبق مراحل که در بخش پیش پردازش توضیح داده شد، عملیات زیر روی توییتهای اعمال شد:
 ۱. تبدیل به حروف کوچک^۴
 ۲. حذف نامهای کاربر^۵
 ۳. حذف آدرس وبسایت^۶
 ۴. حذف علائم نگارش^۷
 ۵. حذف کلمات کوچک^۸
 ۶. حذف کلمات توقف^۹
 ۷. ریشه‌یابی^{۱۰} (فرآیندی برای کاهش کلمات به ریشه اصلی آنها)
 ۸. توکنایز کردن^{۱۱}



شکل ۲. نمونه‌هایی از توییتهای جمع‌آوری شده

پیش‌پردازش داده‌های توییت‌ها برای استخراج اطلاعات مفید حیاتی است، زیرا خروجی بدون ساختار و پردازش آن دشوار به نظر می‌رسد. اگر اطلاعات به درستی تمیز نشوند، نتایج مطالعه تحت تأثیر قرار می‌گیرند. مراحل پیش‌پردازش انجام شده روی توییتهای همراه مثال به تفصیل در جدول ۴ شرح داده شده است. از آنجایی که داده‌های متنی روان ساختاریافته نیستند، پیش‌پردازش بسته به زمینه و اهداف مطالعه شامل مراحل مختلفی است. مراحل آماده‌سازی داده در این مطالعه شامل علامت‌گذاری متن با تبدیل هر جمله به مجموعه‌ای از کلمات است. به عنوان مثال:

From #AI to #ewaste, a different ball game altogether. Secretary @Gol_MeitY inaugurated the 1000T PCB recycling equipment at #coe #ewaste, CMET, Hyderabad. Well, on a mission to save the planet #Earth! @jayesh_ranjan@Gol_MeitY@EmergingTechTS
 pic:https://pbs.twimg.com/media/FnFLQsKakAAEyWK.jpg

پس از آن، کلمات و کاراکترهای غیرانگلیسی مانند تگ‌های HTML، علائم نگارش، URLها و همچنین کلمات توقف حذف می‌شوند (این کلمات مانند «when»، «but»، «at»، «if»، «will» و ... به وفور در متن استفاده می‌شوند. حروف اضافه از نظر گرامری درست هستند، اما در تحلیل ما ارزش اطلاعاتی کمی دارند یا اصلاً ارزش اطلاعاتی ندارند). در مرحله بعد، کلماتی مانند «recycled» و

1. Tokenization
2. bag of words
3. Stop Word Removal
4. Lowercase
5. Remove Usernames
6. Remove the website
7. Remove punctuation
8. Remove small words
9. Remove stop words
10. Stemming
11. Tokenization

«recycling» که اشکال مختلف کلمه «recycle» هستند، با استفاده از الگوریتم ریشه‌یابی Ports به شکل ساده و پایه «recycle» تبدیل می‌شوند. این فرآیند برای تحلیل دقیق‌تر و یکپارچه‌سازی داده‌ها انجام می‌شود. پس از ریشه‌یابی هر کلمه، برای حذف نویز و جلوگیری از انحراف نتایج توسط موارد پرت، کلماتی که در کمتر از ۲ درصد از داده‌ها یافت می‌شوند، از تحلیل خارج می‌شوند. عبور از این مراحل پیش‌پردازش، به مجموعه‌ای منجر می‌شود که در آن با هر توییت به عنوان یک سند واحد رفتار می‌شود. آگاهی زیست‌محیطی، زباله‌های الکترونیکی، بازیافت تلفن همراه و ضایعات الکترونیکی از اصطلاحات پرکاربرد برای توصیف مشکلات، نگرانی‌ها و موانع بالقوه دفع صحیح ضایعات الکترونیکی است. با مطالعه و تجزیه و تحلیل مطالعات قبلی و ادبیات پژوهش، مضامین توییت در حوزه عوامل موثر بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی در مجموعه داده به شش حوزه اصلی گروه‌بندی و سپس تجزیه و تحلیل کلمات انجام شد:

- دسترسی به مراکز بازیافت^۱ [۲۵، ۲۱]
- افزایش آگاهی از اثرات منفی ضایعات الکترونیکی^۲ [۳۱]
- عدم اعتماد^۳ به سیستم به دلیل نارضایتی مصرف‌کنندگان از سیاست‌های دولت در مورد بازیافت ضایعات الکترونیکی و صادرات به کشورهای در حال توسعه [۲۷، ۳۲]
- تشویق‌های مالی^۴ (مانند سیستم‌های کارت پاداش الکترونیکی) برای فروش ضایعات الکترونیکی [۲۷، ۲۸، ۳۲]
- اهدای لوازم الکترونیکی کارکرده برای امور خیریه^۵ [۳۷]
- نگرانی در مورد افشای داده‌ها^۶ (روی هارد دیسک‌ها، تبلت‌ها، لپ‌تاپ‌ها و سایر دستگاه‌های ذخیره‌سازی) [۳۲]

جدول ۴. مراحل پیش‌پردازشی انجام شده بر روی یک نمونه از توییت‌ها به طور کامل توضیح داده شده است:

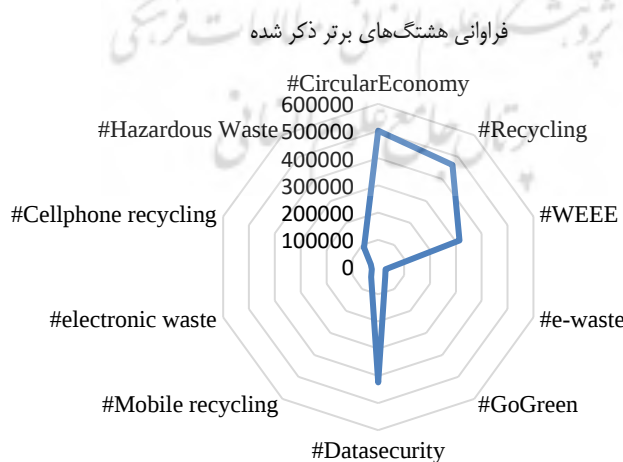
متد	نمونه توییت انگلیسی
Tweet	From #AI to #ewaste, a different ball game altogether. Secretary @Gol_Meity inaugurated the 1000T PCB recycling equipment at #coe #ewaste, CMET, Hyderabad. Well, on a mission to save the planet #Earth! @jayesh_ranjan @Gol_Meity @EmergingTechTS pic.https://pbs.twimg.com/media/FnflQsKakAAEyWK.jpg
Lowercase	from #ai to #ewaste, a different ball game altogether. secretary @gol_meity inaugurated the 1000t pcb recycling equipment at #coe #ewaste, cmet, hyderabad. well, on a mission to save the planet #earth! @jayesh_ranjan @gol_meity @emergingtechs pic.https://pbs.twimg.com/media/FnflQsKakAAEyWK.jpg
Remove usernames	from #ai to #ewaste, a different ball game altogether. secretary inaugurated the 1000t pcb recycling equipment at #coe #ewaste, cmet, hyderabad. well, on a mission to save the planet #earth! pic.https://pbs.twimg.com/media/FnflQsKakAAEyWK.jpg
Remove the website	from #ai to #ewaste , a different ball game altogether. secretary inaugurated the 1000t pcb recycling equipment at #coe #ewaste , cmet, hyderabad. well, on a mission to save the planet #earth!
Remove punctuation	from ai to ewaste a different ball game altogether secretary inaugurated the 1000t pcb recycling equipment at coe ewaste cmet hyderabad on a mission to save the planet earth
Remove small words	from ewaste different ball game altogether secretary inaugurated the recycling equipment ewaste hyderabad mission save planet earth
Remove stop words	ewaste different ball game secretary inaugurated recycling equipment ewaste hyderabad mission save planet earth
Stemming	ewaste differ ball game secret inaugurate recycle equip ewaste hyderabad mission save planet earth
Tokenization	'ewaste', 'u'differ', 'u'ball', 'u'game', 'u'secret', 'u'inaugurate', 'u'recycle', 'u'equip', 'u'ewaste', 'u'hyderabad', 'u'mission', 'u'save', 'u'planet', 'u'earth'

یافته‌های دقیق در جدول ۵ نشان داده شده است. توییت‌های جمع‌آوری شده حاوی چندین هشتگ بود. در مجموع، ۵۵۶۸۱ هشتگ در بررسی‌های پاکسازی کشف شد. پرکاربردترین هشتگ‌ها عبارتند از #e-waste، #WEEE، #electronicwaste و غیره. داده‌ها نشان می‌دهد که سه هشتگ برتر کلی برای توییت‌ها عبارتند از «افزایش آگاهی»، «تشویق‌های مالی» و «عدم اعتماد به سیستم».

جدول ۵. تحلیل تفصیلی کلمات

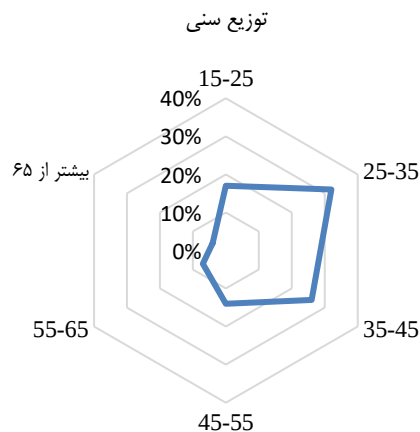
نگرانی در مورد افشای داده‌ها	کمک‌های خیریه	تشویق‌های مالی	عدم اعتماد	افزایش آگاهی و حساس‌سازی	دسترسی به مراکز بازیافت
قطعات حاوی داده و اطلاعات	بازسازی محصولات بازیافتی	فاقد بودن طرح‌های بازیافت با ارزش‌گذاری عادلانه	شک مصرف‌کنندگان به دولت‌ها در مورد دفع صحیح زباله	افزایش آگاهی از ارزش ضایعات الکترونیکی	تعداد محدود و دوری مراکز بازیافت الکترونیکی
حفظ امنیت داده‌ها	استفاده مجدد از محصولات بازیافت شده	مشوق‌های اقتصادی مناسب	نگرش منفی مصرف‌کنندگان نسبت به طرح‌های بازیافت زباله‌های الکترونیکی در مورد دفع صحیح زباله	افزایش دانش زیست محیطی	مراکز بازیافت الکترونیک
دفع ایمن و مناسب خدمات امن	توزیع مجدد بازیافت الکترونیکی	بازیافت رایگان پس‌گرفتن وجه لوازم	کمبود سیستم‌های جمع‌آوری رسمی مناسب	دفع و بازیافت صحیح مواد الکترونیکی خطرناک	
پاک‌سازی داده‌ها	بخشیدن عمر دوباره	آسیب به سلامت انسان	برنامه بازیافت		
پاک کردن داده‌ها	جلوگیری از رفتن به محل دفن زباله	آسیب به محیط زیست			
	بازاستفاده				

پس از بررسی تک تک توییت‌های اصلی، به چند مورد از ریتوییت‌ها و پاسخ‌ها اشاره شد. در نتیجه، در این مرحله روی موضوعاتی که کاربران بیشتر در مورد آنها بحث کرده‌اند تمرکز شد و همچنین بینش‌های ضروری از داده‌ها به دست آمد. در همین رابطه، شکل ۳ محبوب‌ترین اصطلاحات و هشتگ‌هایی را نشان می‌دهد که بیشتر از سایر موارد استفاده می‌شوند. پرکاربردترین هشتگ‌ها عبارتند از #WEEE، #recycling و #e-waste. با وجود استفاده از هشتگ‌های مرتبط در کمپین‌های آگاهی‌رسانی، هنوز شکاف قابل توجهی بین آگاهی و اقدام مصرف‌کنندگان در زمینه مشارکت در طرح‌های مدیریت صحیح ضایعات الکتریکی و الکترونیکی وجود دارد. این موضوع نشان می‌دهد که برای ترغیب مصرف‌کنندگان به مشارکت فعال در طرح‌های بازیافت و دفع صحیح این نوع ضایعات، اقدامات بیشتری لازم است.



شکل ۳. فراوانی هشتگ‌های برجسته مذکور

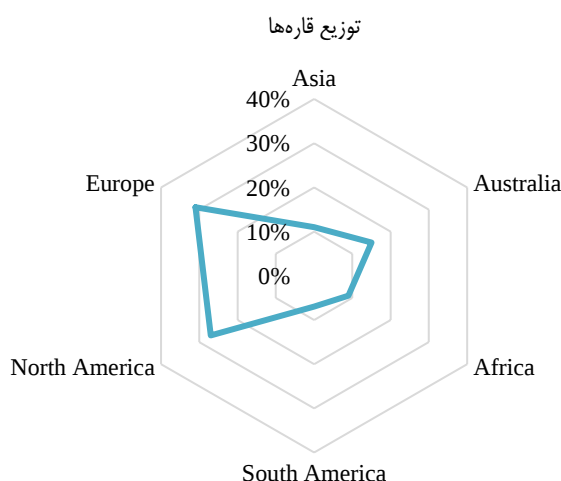
در شکل ۴ مشاهده می‌شود که اکثر کاربران توییت‌ها در بحث ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی مشارکت دارند، در بازه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال قرار گرفته‌اند. این مسئله بیانگر علاقه‌مندی نسل جوان به موضوعات زیست‌محیطی و تمایل آنها به استفاده از شبکه‌های اجتماعی برای به اشتراک‌گذاری نگرانی‌ها و ایده‌های خود در این زمینه است. با این حال، باید توجه داشت که این آمار ممکن است کاملاً دقیق نباشد، زیرا بسیاری از کاربران تمایلی به افشای اطلاعات شخصی، مانند سن، در شبکه‌های اجتماعی ندارند.



شکل ۴. توزیع سنی افرادی که درباره WEEE توییت می‌کنند

در شکل ۵، میزان مشارکت کاربران توییت در بحث ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در قاره‌های مختلف جهان نمایش داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین مشارکت مربوط به کاربران قاره اروپا است، در حالی که کمترین مشارکت به قاره‌های آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقا اختصاص دارد. این اختلاف می‌تواند به عوامل مختلفی مرتبط باشد، از جمله:

- تفاوت در سطح آگاهی عمومی: ممکن است در قاره‌های آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقا سطح آگاهی عمومی از مخاطرات ضایعات الکتریکی و الکترونیکی کمتر باشد.
 - دسترسی به اینترنت: دسترسی به اینترنت در این قاره‌ها ممکن است کمتر باشد، که این موضوع مشارکت کاربران در شبکه‌های اجتماعی و بحث در مورد مسائل زیست‌محیطی را نیز محدود می‌کند.
 - زیرساخت‌های بازیافت: ممکن است در این قاره‌ها زیرساخت‌های مناسب برای بازیافت زباله‌های الکتریکی و الکترونیکی وجود نداشته باشد، که این موضوع می‌تواند انگیزه مردم را برای بحث در مورد این مسئله کاهش دهد.
- با توجه به موارد ذکر شده، واضح است که در قاره‌های آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقا نیاز به اقدامات بیشتر برای افزایش آگاهی عمومی از مخاطرات ضایعات الکتریکی و الکترونیکی و تشویق مردم به بازیافت این نوع زباله‌ها وجود دارد. برخی از اقدامات که می‌توان در این راستا انجام داد عبارتند از:
- برگزاری کمپین‌های آموزشی: کمپین‌های آموزشی می‌توانند به افزایش آگاهی عمومی از مخاطرات ضایعات الکتریکی و الکترونیکی و راه‌های کاهش آنها کمک کند.
 - توسعه زیرساخت‌های بازیافت: توسعه زیرساخت‌های بازیافت می‌تواند دسترسی مردم به امکانات بازیافت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی را افزایش دهد و آنها را به بازیافت این نوع زباله‌ها تشویق کند.
 - حمایت دولتی از برنامه‌های بازیافت و وضع قوانین و مقررات مربوطه نیز می‌تواند به کاهش میزان زباله‌های الکتریکی و الکترونیکی که به محیط زیست آسیب می‌رساند، کمک کند.



تصویر ۵. توزیع قاره‌ها در توییت‌های مربوط به WEEE

۲.۴. نتایج روش تحلیل سلسله مراتب فازی و مباحث مرتبط

با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتب فازی، نتایج حاصل از تحلیل داده‌های توییت در اختیار گروه‌های متخصص بازیافت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی قرار می‌گیرد. هدف از این مرحله، جلب نظر کارشناسان برای تعیین راه‌حل‌های مناسب پایان عمر برای ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی است. با در نظر گرفتن رفتار مصرف‌کنندگان در قبال مدیریت مسئولانه این نوع ضایعات، این روش‌شناسی، گردآوری نظرات کارشناسان و پالایش چارچوب توصیفی را تسهیل می‌کند. همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده است، پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های کارشناسی، مقایسه‌های دودویی محاسبه شده و سپس وزن نرمال شاخص‌ها به دست می‌آید.

میانگین هندسی، عملیاتی ریاضی برای محاسبه میانگین یک مجموعه داده، در فرایند تحلیل سلسله مراتبی اهمیت ویژه‌ای دارد. تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان چارچوبی برای تصمیم‌گیری در مواجهه با انتخاب‌های پیچیده عمل می‌کند. میانگین هندسی به دلیل ویژگی‌هایی مانند سازگاری، ثبات مقیاس و سهولت محاسبه، به گردآوری ترجیحات در تحلیل سلسله مراتبی فازی کمک می‌کند. مراحل محاسبه میانگین هندسی در تحلیل سلسله مراتبی فازی به شرح زیر است:

- ایجاد ماتریس مقایسات دودویی: این ماتریس، نسبت‌های ترجیحی بین معیارها را نشان می‌دهد.
- نرمال‌سازی ماتریس مقایسات دودویی: هر سلول ماتریس بر مجموع مقادیر سطر مربوطه تقسیم می‌شود تا حاصل جمع هر ستون برابر با یک شود.
- محاسبه میانگین هندسی برای هر سطر: حاصل ضرب مقادیر هر سطر به دنبال محاسبه ریشه n ام، که در آن n تعداد اعضای آن سطر است.
- نرمال‌سازی میانگین‌های هندسی: هر میانگین هندسی بر مجموع کل میانگین‌های هندسی تقسیم می‌شود تا حاصل جمع آن‌ها برابر با یک شود.

جدول ۶. مقایسه زوجی شاخص‌ها با اعداد فازی مثالی

معیار	سهولت دسترسی	افزایش آگاهی	فقدان اعتماد	مشوق‌های اقتصادی	اهدای به خیریه	نگرانی افشای اطلاعات
سهولت دسترسی	(۱,۱,۱)	(۱,۳,۱,۲,۱)	(۱,۵,۱,۳,۱,۲)	(۱,۳,۱,۲,۱)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۲,۱,۲)
افزایش آگاهی	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۱,۳,۱,۲,۱)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۳,۱,۲,۱)
فقدان اعتماد	(۲,۳,۵)	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۲,۱,۲)
مشوق‌های اقتصادی	(۱,۲,۳)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۱,۱)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۳,۱,۲,۱)
اهدای به خیریه	(۱,۳,۱,۲,۱)	(۱,۳,۱,۲,۱)	(۱,۳,۱,۲,۱)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۱,۱)	(۱,۳,۱,۲,۱)
نگرانی افشای اطلاعات	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۲,۳)	(۱,۲,۱,۲)	(۱,۲,۳)	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)

مقادیر S_i در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان شاخص هایی برای اندازه گیری میزان اهمیت نسبی معیارها بر اساس مقادیر فازی مورد استفاده قرار می گیرند. در این روش، S_i برای هر معیار به شرح زیر محاسبه می شود:

$$\frac{a_{ij}}{a_{ij} + a} \sum_{j=1}^m \frac{1}{m} = S_i \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن، m تعداد شاخص ها است؛ a_{ij} مقدار فازی برای مقایسه شاخص i با شاخص j است و a_{ji} مقدار فازی برای مقایسه شاخص j با معیار i است. سپس با توجه به مقادیر S_i نسبت به همدیگر، وزن نرمال نشده و وزن نرمال شده شاخص ها در ماتریس های مقایسه زوجی برابر با جدول ۷ بدست آمد:

جدول ۷. وزن نرمال نشده و نرمال شده شاخص ها

شاخص ها	وزن نرمال نشده	وزن نرمال شده
سهولت دسترسی	۰.۴۷۸	۰.۱۱۸
افزایش آگاهی	۰.۷۲۲	۰.۱۷۸
فقدان اعتماد	۰.۹۱۷	۰.۲۲۶
مشوق های اقتصادی	۰.۶۳۹	۰.۱۵۷
هدا به خیریه	۰.۴۷۲	۰.۱۱۶
نگرانی افشای اطلاعات	۰.۸۳۳	۰.۲۰۵

جدول ۸ وزن های نهایی اختصاص یافته به هر شاخص را براساس دیدگاه تلفیقی حاصل از نظرات کارشناسان ارائه می کند و امکان مقایسه اهمیت شاخص ها را فراهم می سازد. برای مثال، وزن نرمال برای شاخص "فقدان اعتماد" که برابر با ۰.۲۲۶ است، نشان دهنده اهمیت فوق العاده آن در رفتار مصرف کنندگان نسبت به مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی است. برعکس، وزن نرمال برای "هدا به خیریه" ۰.۱۱۶ است که نشان دهنده اهمیت نسبتاً پایین تر آن در مقایسه با عواملی مانند دسترسی به امکانات بازیافت و تلاش های آگاهی سازی است. این وزن ها به عنوان راهنمایی ارزشمند برای سیاستگذاران، ذینفعان صنعت و طرفداران محیط زیست در اولویت دهی به مداخلات و استراتژی هایی عمل می کند که هدف آن ها ترویج شیوه های پایدار مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی است. با درک اهمیت نسبی هر شاخص، تصمیم گیرندگان می توانند اقدامات خود را برای رسیدگی به مهم ترین عوامل مؤثر بر رفتار مصرف کنندگان و در نهایت دستیابی به نتایج مثبت در ابتکارهای مدیریت این ضایعات تنظیم کنند.

روش تحلیل سلسله مراتب فازی با کمک نرم افزار "EXPERT CHOICE 11" امکان تحلیل سیستمی مقایسه های دودویی توسط گروه های متخصص را فراهم می کند. این روش، به تعیین اهمیت نسبی شاخص های مختلف مرتبط با مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی منجر می شود که بازتاب دهنده رفتار مصرف کنندگان در قبال مدیریت ضایعات الکترونیکی است. جدول ۸ وزن هایی را نشان می دهد که کارشناسان براساس ارزیابی های خود به گزینه های مختلف پایان عمر نسبت به شاخص های مرتبط با رفتار مصرف کنندگان در مشارکت در طرح های مدیریت ضایعات الکتریکی اختصاص داده اند. این وزن ها بیانگر نظر کارشناسان درباره تأثیر هر شاخص بر رفتار مصرف کنندگان در انتخاب مناسب ترین گزینه پایان عمر برای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی است، به عنوان نمونه:

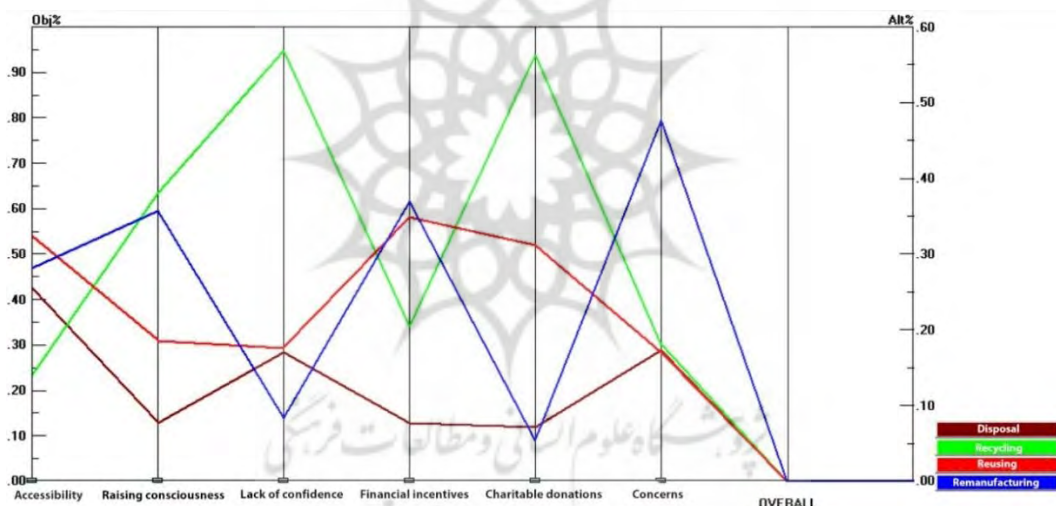
- دسترسی به مراکز بازیافت: این شاخص در تمامی راه حل های پایان عمر محصول، وزن نسبتاً بالایی دریافت می کند که نشان دهنده نقش حیاتی آن در تصمیم گیری مصرف کنندگان است. در صورتی که گزینه های راحتی و در دسترس برای بازیافت وجود داشته باشد، احتمال بیشتری وجود دارد که مصرف کنندگان در شیوه های دفع مسئولانه مشارکت کنند.
- بالا بردن آگاهی و شناخت: به طور مشابه، این شاخص نیز حیاتی تلقی می شود و بر اهمیت کمپین های آموزشی و برنامه های آگاهی سازی در شکل دهی نگرش مصرف کنندگان نسبت به مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی تأکید می کند.
- عدم اعتماد: در حالی که وزن این شاخص به اندازه دسترسی و آگاهی بالا نیست، اما وجود آن نیاز به راه اندازی ابتکارهایی برای ایجاد اعتماد در مصرف کنندگان در قبال شیوه های صحیح مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی را برجسته می سازد.

- مشوق‌های مالی و اهدای خیریه: این عوامل، درجات مختلفی از اهمیت را نشان می‌دهند. این موضوع حاکی از آن است که اگرچه مشوق‌های مالی ممکن است برخی رفتارها را ترغیب کنند؛ اما به نظر می‌رسد در این زمینه، کمک‌های خیریه تأثیر کمتری بر انتخاب‌های مصرف‌کنندگان داشته باشد.
- نگرانی‌های مربوط به افشای داده‌ها: این شاخص، اگرچه وزن نسبتاً کمتری دریافت می‌کند، اما اهمیت فزاینده‌ی محرمانگی داده‌ها و نگرانی‌های امنیتی را در تأثیرگذاری بر برداشت‌های مصرف‌کنندگان از ابتکارهای بازیافت و مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی برجسته می‌سازد.

جدول ۸. میانگین نسبی هر گزینه پایان عمر نسبت به شاخص‌ها

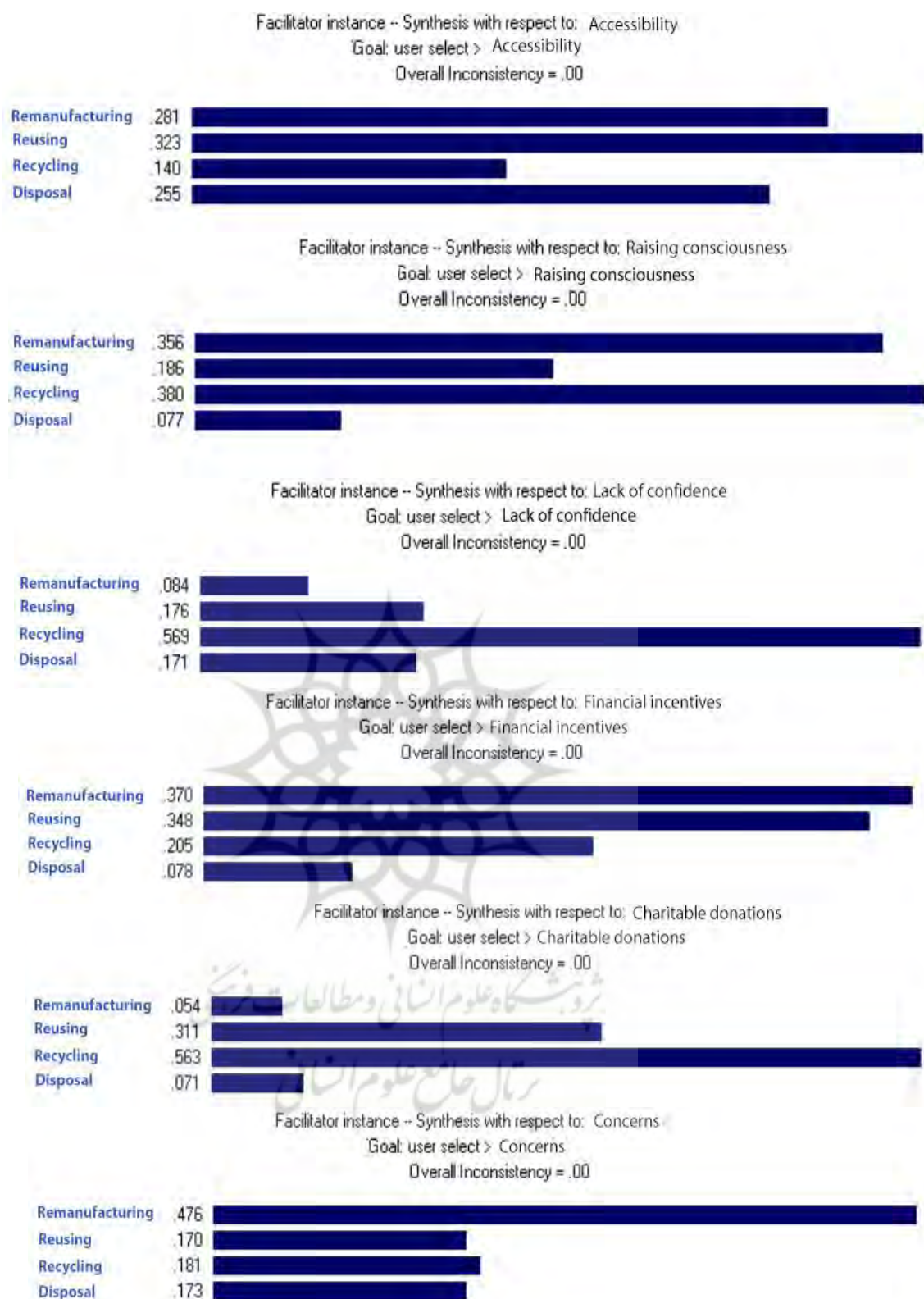
وزن (w)	معیار	نگرانی افشای اطلاعات	اهدا خیریه‌ها	به مشوق‌های اقتصادی	فقدان اعتماد	افزایش آگاهی	سهولت دسترسی	میانگین
بازسازی	۰.۴۷۶	۰.۱۶۶	۰.۰۵۴	۰.۱۵۷	۰.۰۸۴	۰.۱۷۸	۰.۱۱۸	۰.۳۷۶
استفاده مجدد	۰.۱۷۰	۰.۳۱۱	۰.۳۷۰	۰.۳۴۸	۰.۱۷۶	۰.۳۵۶	۰.۲۸۱	۰.۲۳۷
بازیافت	۰.۱۸۱	۰.۵۶۳	۰.۲۰۵	۰.۵۶۹	۰.۳۸۰	۰.۱۴۰	۰.۳۴۷	۰.۱۳۸
دفع	۰.۱۷۳	۰.۰۷۱	۰.۰۷۸	۰.۱۷۱	۰.۰۷۷	۰.۲۵۵	۰.۱۳۸	۰.۱۳۸

خروجی حاصل از تحلیل نتایج در نرم‌افزار EXPERT CHOICE 11 در شکل ۶ نشان داده شده است.



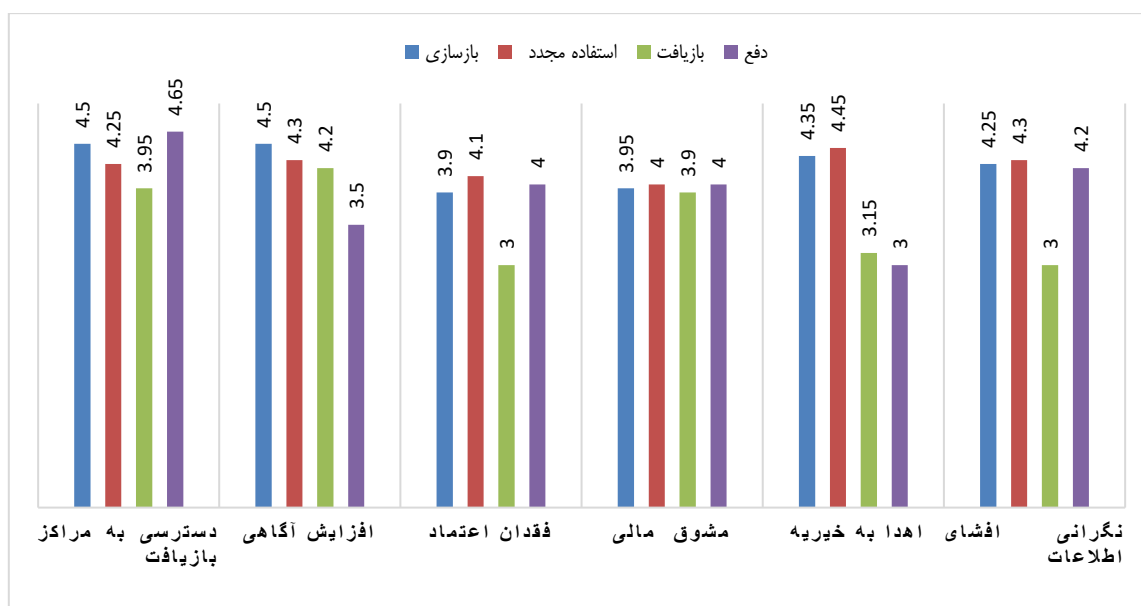
شکل ۶. خروجی تحلیل نتایج

خروجی‌های دیگر این نرم‌افزار برای تجزیه و تحلیل نتایج، در شکل ۷ آمده است.



شکل ۷. خروجی های نرم افزار برای تجزیه و تحلیل نتایج

شکل ۸، نتایج پیاده سازی روش تحلیل سلسله مراتب فازی را به منظور تحلیل عمیق تر نتایج، به نمایش می گذارد. با اتکا به این نتایج و در نظر گرفتن متغیرهای مؤثر بر رفتار مصرف کننده، می توان راه حل های پایان عمر مناسب برای ضایعات الکتریکی و الکترونیکی را انتخاب کرد.

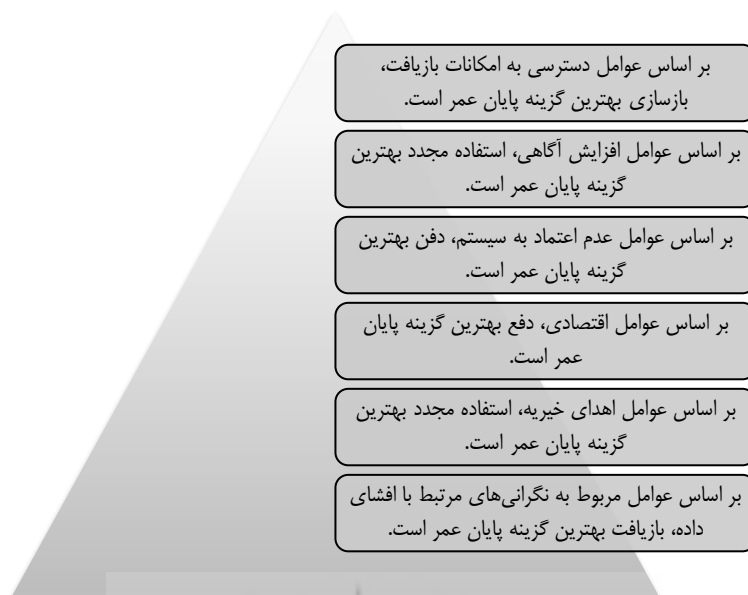


شکل ۸. نتایج حاصل از روش تحلیل سلسله مراتب فازی

پس از انجام تحلیل سلسله مراتب فازی، نتایج زیر برای این پژوهش به دست آمد:

- بازسازی: این گزینه پایان عمر، در صورت در نظر گرفتن عواملی که به دسترسی به امکانات بازیافت مربوط هستند، به عنوان راه حل ترجیحی مطرح می شود. به عبارت دیگر، زمانی که امکانات بازیافت به راحتی در دسترس مصرف کنندگان قرار داشته باشد، احتمال بیشتری وجود دارد که آن ها بازسازی را انتخاب کنند. این موضوع نشان می دهد که دسترسی آسان به زیرساخت های بازیافت، نقش اساسی در شکل دهی رفتار مصرف کنندگان به سمت شیوه های پایدار مدیریت ضایعات الکترونیکی ایفا می کند. بازسازی شامل فرآیند مرمت محصولات استفاده شده به مشخصات اولیه آن ها است که در نتیجه آن، طول عمر آن ها افزایش یافته و نیاز به مواد خام جدید کاهش می یابد.
 - استفاده مجدد: تحلیل ها نشان می دهد که استفاده مجدد، زمانی که بالا بردن آگاهی و شناخت به عنوان عامل ارزیابی در نظر گرفته شود، به راه حل مناسب پایان عمر تبدیل می شود. این موضوع حاکی از آن است که تلاش های مبدول برای افزایش آگاهی عمومی در مورد اهمیت استفاده مجدد از محصولات الکترونیکی می تواند منجر به پذیرش بیشتر این شیوه ی پایدار شود. استفاده مجدد شامل تمدید عمر محصولات با تغییر کاربری یا نوسازی آن ها است که در نتیجه آن، میزان تولید زباله کاهش یافته و منابع حفظ می شوند.
 - دفع: دفع زمانی که عواملی مانند عدم اعتماد به سیستم و مشوق های مالی را در نظر بگیریم، به عنوان راه حل ترجیحی پایان عمر مطرح می شود. این موضوع نشان می دهد که اعتماد مصرف کنندگان به اثربخشی سیستم های مدیریت ضایعات و وجود مشوق های مالی، نقش مهمی در شکل دهی رفتارهای مرتبط با دفع ایفا می کنند. روش های صحیح دفع، تضمین کننده ایمنی جمع آوری و پردازش ضایعات الکترونیکی هستند و خطرات زیست محیطی و بهداشتی ناشی از شیوه های دفع نادرست را به حداقل می رساند.
 - بازیافت: بازیافت هنگام ارزیابی عواملی که به نگرانی های مربوط به افشای داده ها مربوط هستند، به عنوان راه حل بهینه پایان عمر شناخته می شود. این موضوع حاکی از آن است که نگرانی های مصرف کنندگان در مورد حریم خصوصی و امنیت داده هایشان در طول فرآیند بازیافت، بر انتخاب آن ها در گزینه های پایان عمر تأثیر می گذارد. بازیافت شامل بازیابی مواد با ارزش از ضایعات الکترونیکی به کمک فرآیندهایی مانند جداسازی، خرد کردن و پالایش است که در نتیجه آن، منابع حفظ شده و اثرات زیست محیطی کاهش می یابد.
- این یافته ها ماهیت چندوجهی تصمیم گیری مصرف کنندگان در مدیریت ضایعات الکترونیکی را برجسته می کند. با درک عواملی که ترجیحات مصرف کنندگان را در قبال گزینه های مختلف پایان عمر هدایت می کند، سیاستگذاران و ذینفعان می توانند مداخلات و ابتکارات هدفمندی را برای ترویج رفتارهای پایدار و ارتقای کلی شیوه های مدیریت ضایعات، توسعه دهند. شکل ۹ یافته های نظرسنجی را نشان

می دهد. چارچوب توسعه یافته، ابزاری مفید برای انتخاب روش مناسب پایان عمر نهایی برای ضایعات تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی بر اساس یافته های تحقیق است.



شکل ۹. نتایج تحقیق

۵. نتیجه گیری و پیشنهادها

این پژوهش از رویکردی دوگانه بهره می گیرد. در مرحله نخست، مرور دقیقی بر منابع موجود در ادبیات علمی انجام شد. سپس، این مرور با تحلیلی جامع از داده های شبکه های اجتماعی، به ویژه توییتر، تکمیل گردید که شامل بررسی کلمات کلیدی و هشتگ های مرتبط بود. این تحلیل طیف گسترده ای از عوامل کلیدی مؤثر بر مشارکت مصرف کنندگان در مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی را آشکار کرد. از جمله این عوامل می توان به دسترسی به امکانات بازیافت، سطح آگاهی زیست محیطی، اعتماد مصرف کنندگان به سیستم، مشوق های مالی، فرصت های مشارکت در امور خیریه و نگرانی های امنیت داده ها اشاره کرد. این یافته ها درک عمیق تری از انگیزه های بنیادی شکل دهنده رفتار مصرف کنندگان در قبال دفع ضایعات الکتریکی و الکترونیکی ارائه می دهد. این مطالعه چهار گزینه متمایز برای پایان عمر ضایعات الکتریکی و الکترونیکی پیشنهاد می دهد: بازسازی، استفاده مجدد، بازیافت و دفع. با تحلیل داده های به دست آمده از شبکه های اجتماعی و استفاده از روش تحلیل سلسله مراتب فازی، روابط میان این گزینه های پایان عمر و عوامل تأثیرگذار بر رفتار مصرف کنندگان شناسایی و ترسیم شدند.

این تحلیل بینش هایی درباره مناسب ترین گزینه های پایان عمر برای هر عامل ارائه می دهد. همان طور که در شکل ۹ نشان داده شده است، بازسازی با توجه به دسترسی به امکانات بازیافت به عنوان راه حل برتر شناخته می شود، در حالی که بازیافت در شرایطی که بر افزایش آگاهی زیست محیطی تأکید شود، اهمیت بیشتری پیدا می کند. در سناریوهایی که اعتماد مصرف کنندگان کم است یا مشوق های مالی ناکافی وجود دارد، دفع به عنوان گزینه مناسب تر مطرح می شود. در نهایت، زمانی که مشارکت های خیریه و نگرانی های امنیت داده ها نقش کلیدی داشته باشند، استفاده مجدد بهینه ترین گزینه محسوب می شود. این پژوهش دو سهم اصلی به دانش موجود ارائه می کند. نخست، به شناسایی عواملی می پردازد که بر مشارکت مصرف کنندگان در مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی تأثیر می گذارند. دوم، مفهوم گزینه های بهینه پایان عمر برای این نوع ضایعات را از دیدگاه مصرف کنندگان بررسی می کند. در حالی که مطالعات پیشین عمدتاً بر مشارکت مصرف کنندگان در مناطق مختلف متمرکز بوده اند، شکاف مهمی در درک گزینه های بهینه پایان عمر از منظر مصرف کنندگان وجود دارد. رویکرد این تحقیق، با استفاده از کاوش داده های شبکه های اجتماعی برای تحلیل احساسات مصرف کنندگان در توییتر، دیدگاه تازه ای در این حوزه ارائه می دهد. نتایج این پژوهش نه تنها با یافته های تحقیقات قبلی همخوانی دارد، بلکه از طریق تحلیل رفتار مصرف کنندگان در مقیاس وسیع طی دو سال، اطلاعات غنی تری ارائه می کند و درک عمیق تری از رفتار و ترجیحات آنها فراهم می سازد.

لازم به ذکر است که این یافته‌ها ایستا نیستند و نیازمند پایش و ارزیابی مداوم هستند. روش‌شناسی به کار گرفته‌شده در این مطالعه را می‌توان برای بررسی گزینه‌های مناسب پایان عمر طیف وسیع‌تری از وسایل الکترونیکی، از جمله تلفن‌های همراه، لپ‌تاپ‌ها و تلویزیون‌ها، گسترش داد و بدین ترتیب گفتمان علمی در مورد این موضوع حیاتی را غنی‌تر ساخت. جهان ما با یک مشکل رو به افزایش مواجه است: ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی. رفتار مصرف‌کنندگان نقش مهمی در این موضوع ایفا می‌کند و بر ضرورت اولویت دادن به مشارکت مصرف‌کنندگان در برنامه‌های مدیریت و پردازش ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی از سوی دولت‌ها و شرکت‌ها تأکید می‌کند. این تمرکز برای حفاظت از محیط زیست و کاهش خطرات ناشی از افزایش مداوم ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی ضروری است. تحقیقات نشان می‌دهند که در نبود مشوق‌های مالی، سیستم دفع همچنان رایج‌ترین گزینه در چارچوب سلسله مراتب مدیریت ضایعات باقی می‌ماند. این یافته برای درک رفتار مصرف‌کنندگان مرتبط با مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی حیاتی است. این موضوع نشان می‌دهد که مصرف‌کنندگان در صورت نبود انگیزه‌های اقتصادی، به احتمال زیاد در پایان عمر دستگاه‌های الکترونیکی خود، آن‌ها را دور می‌اندازند. این یافته با تحقیقات موجود که بر اهمیت مشوق‌های مالی در ترویج بازیافت و رفتار مسئولانه زیست‌محیطی تأکید می‌کند، همسو است. این یافته همچنین بر تأثیر انکارنشدنی ملاحظات اقتصادی بر انتخاب‌های مصرف‌کنندگان در قبال مدیریت این نوع ضایعات صحنه می‌گذارد. شیوه‌های عملکردی و سیاست‌های صنعت باید این تأثیر قوی را به رسمیت بشناسند. بنابراین، ارتقای بازیافت پایدار و مدیریت مسئولانه ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی نیازمند استراتژی‌هایی است که به جنبه‌های مالی انگیزاننده رفتار مصرف‌کنندگان می‌پردازد. با درک این انگیزه‌ها و اجرای مشوق‌های هدفمند، می‌توانیم آینده پایدارتری برای مدیریت ضایعات الکترونیکی رقم بزنیم.

تحقیقات به طور قطعی اثرات مخرب ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی بر محیط زیست را نشان داده‌اند. دولت‌ها باید با حمایت از ابتکارات بازیابی ضایعات الکترونیکی و تشویق تولیدکنندگان به اتخاذ شیوه‌های بازیافت مسئولانه، موضعی پیشگیرانه اتخاذ کنند. عدم رسیدگی به این موضوع منجر به افزایش تصاعدی این نوع ضایعات خواهد شد که تهدیدی جدی برای سلامت بوم‌شناختی به شمار می‌رود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که عوامل مختلفی مانند دسترسی به امکانات بازیافت، سطح آگاهی زیست‌محیطی، اعتماد مصرف‌کنندگان به سیستم، مشوق‌های مالی، و نگرانی‌های مربوط به امنیت داده‌ها تأثیر بسزایی در رفتار مصرف‌کنندگان نسبت به مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی دارند. برای اینکه این یافته‌ها به طور عملی در سیاست‌گذاری‌ها و عملکردهای صنعتی و مصرفی مورد استفاده قرار گیرند، توصیه می‌شود که سیاست‌گذاران و صنعتگران این عوامل را در طراحی و اجرای برنامه‌های مدیریت ضایعات در نظر بگیرند. به عنوان مثال، سیاست‌گذاران می‌توانند از این داده‌ها برای توسعه طرح‌های مشوق مالی بهره ببرند که مصرف‌کنندگان را به بازیافت و استفاده مجدد از تجهیزات الکترونیکی ترغیب کند. همچنین، ایجاد کمپین‌های آگاهی‌بخشی با هدف افزایش شناخت عمومی از اهمیت مدیریت پایدار ضایعات الکترونیکی، می‌تواند به تغییر رفتار مصرف‌کنندگان کمک کند. صنعتگران نیز می‌توانند با بهبود زیرساخت‌های بازیافت و ارائه گزینه‌های بازیافت مطمئن و آسان، اعتماد مصرف‌کنندگان را جلب کرده و مشارکت آن‌ها را افزایش دهند. در نهایت، برای ارتقای اثربخشی این سیاست‌ها، لازم است که دولت‌ها و شرکت‌ها از رویکردهای داده‌محور برای پایش و ارزیابی مداوم تأثیرات این اقدامات استفاده کنند. این امر نه تنها به بهبود مداوم برنامه‌ها کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی نیز منجر شود. مصرف‌کنندگان نقش محوری در تولید ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی ایفا می‌کنند. درک عواملی که بر مشارکت آن‌ها در برنامه‌های بازیافت تأثیر می‌گذارد، برای تدوین استراتژی‌های مؤثر مدیریت پایان عمر ضروری است. این پژوهش با بررسی مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی، به این درک حیاتی کمک می‌کند. در این پژوهش به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر مشارکت مصرف‌کنندگان در طرح‌های مدیریت ضایعات الکترونیکی پرداخته شد و توییت، به عنوان یک منبع غنی و پرکاربرد اطلاعات، به عنوان منبع داده برای تجزیه و تحلیل عمل کرد. با بهره‌گیری از تکنیک‌های کاوش داده، توییت‌های مرتبط با بازیافت تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی استخراج و از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای تعیین گزینه‌های مناسب پایان عمر برای تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی استفاده شد. چارچوب پیشنهادی چهار استراتژی کلیدی پایان عمر را در نظر می‌گیرد: استفاده مجدد، بازسازی، بازیافت و دفع. این استراتژی‌ها رویکردی جامع برای مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی ارائه می‌دهند. یافته‌های این تحقیق، راه را برای بهبود مدیریت ضایعات تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی، شناسایی روش‌های مناسب مدیریت ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی در پایان عمر و کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی هموار می‌کند.

محدودیت‌های پژوهش

چارچوب تصمیم‌گیری پیشنهادی، تولیدکنندگان تجهیزات الکترونیکی و الکترونیکی را قادر می‌سازد تا استراتژی‌های بلندمدت پایدار برای مدیریت ضایعات الکترونیکی تدوین کنند. با وجود رشد مثبت در تحقیقات مربوط به ضایعات الکترونیکی و الکترونیکی، هنوز شکاف‌هایی

وجود دارد، به ویژه در زمینه ایجاد شبکه های بازیافت قوی برای این دسته از ضایعات. مطالعات بیشتری برای بررسی ویژگی های انواع مختلف تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی و فرآیندهای بازیافت مربوط به آنها مورد نیاز است. تحقیقات آتی می تواند با استفاده از روش های متنوعی مانند مدل سازی نرم افزاری، تئوری بازار یا تکنیک های اکتشافی، به عمق بیشتری در تعامل مصرف کننده بپردازند. همچنین، گسترش دامنه داده ها فراتر از توییت های انگلیسی زبان و ادغام سایر پلتفرم های رسانه های اجتماعی مانند فیس بوک و اینستاگرام می تواند درک جامع تری از رفتار مصرف کننده در قبال مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی ارائه دهد. این پژوهش بستری را برای آینده ای فراهم می کند که در آن مدیریت مسئولانه تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی و شیوه های پایدار مصرف کننده همگام با هم به حفاظت از محیط زیست برای نسل های آینده کمک می کنند. در خصوص محدودیت های پژوهش حاضر، نکات زیر قابل توجه است:

- زبان داده ها: در این پژوهش، از توییت ها و هشتگ های انگلیسی برای تحلیل رفتار مصرف کنندگان بهره گرفته شده است. برای تعمیم نتایج به سایر زبان ها، ضروری است که مطالعات آتی داده های مربوط به زبان های دیگر را نیز مورد بررسی قرار دهند.
- سوگیری داده ها: این تحقیق از داده های توییت برای درک رفتار مصرف کنندگان استفاده می کند. با وجود اینکه توییت ابزاری قدرتمند برای جمع آوری داده های مربوط به افکار عمومی است، ممکن است دارای سوگیری باشد و تمام گروه های جمعیتی را به طور یکسان پوشش ندهد. برای رفع این محدودیت، پیشنهاد می شود از روش های تحقیقاتی دیگری مانند نمونه گیری تصادفی یا مطالعات موردی در مطالعات آینده استفاده شود.
- تمرکز بر گزینه های مدیریت: این پژوهش بر روی چهار گزینه اصلی پایان عمر برای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی تمرکز دارد. با وجود اینکه این روش ها در حال حاضر رایج ترین گزینه های مدیریت ضایعات الکتریکی هستند، سایر گزینه های پایان عمر مانند ارتقا، اجاره و اشتراک گذاری نیز وجود دارند که می توانند در تحقیقات آتی مورد بررسی قرار گیرند.

پیشنهادهای برای تحقیقات آتی

- برای ارتقای مدیریت پایدار ضایعات الکتریکی و الکترونیکی و دستیابی به اهداف توسعه پایدار، تحقیقات در زمینه های مختلف ضروری است. در این راستا، پیشنهادات زیر می تواند به تحقیقات آتی کمک کند:
- بررسی نقاط ضعف: مطالعه بیشتر در مورد نقاط ضعف موجود در این پژوهش و ارائه راهکارهایی برای غلبه بر آنها می تواند به بهبود کیفیت تحقیقات آینده کمک کند. این شامل تحلیل دقیق تر روش های جمع آوری داده ها و شناسایی نقاط ضعف در تحلیل های انجام شده است.
- درک عمیق تر از رفتار مصرف کننده: بررسی انگیزه ها، نگرش ها و موانع مرتبط با رفتار مصرف کننده در قبال مدیریت ضایعات الکتریکی در کشورهای مختلف و زمینه های فرهنگی گوناگون. تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر تصمیم گیری مصرف کننده در رابطه با دفع، بازیافت و ارتقای ضایعات الکتریکی. همچنین، توسعه مدل های رفتاری برای پیش بینی و هدایت رفتار مصرف کننده به سمت اقدامات پایدارتر در قبال این نوع ضایعات.
- نوآوری در بازیافت تجهیزات الکتریکی: مطالعه ویژگی ها، مواد و چالش های بازیافت انواع مختلف تجهیزات الکتریکی، از جمله لوازم خانگی، لوازم الکترونیکی مصرفی و تجهیزات صنعتی. همچنین، توسعه و بهینه سازی فرآیندهای بازیافت تجهیزات الکتریکی برای دستیابی به بالاترین نرخ بازیافت و حداقل ضایعات.
- تحلیل سیاست های مالی: بررسی تأثیر سیاست های مالی و مشوق های اقتصادی بر رفتار مصرف کننده و تولید کننده در زمینه مدیریت ضایعات الکتریکی. شناسایی راهکارهای مالی که می تواند مصرف کنندگان را به مشارکت بیشتر در برنامه های بازیافت ترغیب کند.
- توسعه فناوری های نوین: تحقیق در زمینه فناوری های نوین و نوآورانه برای بازیافت و مدیریت ضایعات الکتریکی، مانند استفاده از روباتیک و هوش مصنوعی در فرآیندهای بازیافت.
- آموزش و آگاهی رسانی: بررسی تأثیر برنامه های آموزشی و کمپین های آگاهی رسانی بر رفتار مصرف کننده در زمینه مدیریت ضایعات. ارزیابی اثربخشی روش های مختلف آموزش و آگاهی رسانی برای ترویج رفتارهای پایدار.
- تحلیل مقایسه ای بین کشورها: انجام مطالعات مقایسه ای بین کشورها و مناطق مختلف به منظور شناسایی بهترین شیوه ها و چالش های مشترک در مدیریت ضایعات الکتریکی.
- توسعه استراتژی های مشارکت: بررسی روش های جدید برای ترویج مشارکت جامعه و سازمان های غیرانتفاعی در برنامه های بازیافت و مدیریت ضایعات.

- مطالعه تأثیرات زیست‌محیطی: ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی ناشی از روش‌های مختلف مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی به منظور شناسایی استراتژی‌های پایدارتر.

با انجام تحقیقات جامع و متمرکز در این زمینه‌های کلیدی، می‌توان به‌طور قابل توجهی مدیریت ضایعات الکتریکی و الکترونیکی را ارتقا داده، به حفظ منابع ارزشمند کمک کرد و به اهداف توسعه پایدار دست یافت.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافع ندارند.

منابع

- Aslani Liayi, V., Abedi, S., Iradjpour, A., Ehtesham, R. (2021). Proposing a Model for Evaluating Multi-Capabilities of Sustainable Supply Chain Based on Artificial Intelligence. *Journal of Industrial Management Perspective*, 11(3), 107-129. doi: 10.52547/jimp.11.3.107 (In persian).
- Agrawal, S., Singh, R. K., Murtaza, Q. (2018). Reverse supply chain issues in Indian electronics industry: a case study. *Journal of Remanufacturing*, 8(3), 115-129.
- Awasthi, A. K., Cucchiella, F., D'Adamo, I., Li, J., Rosa, P., Terzi, S., Zeng, X. (2018). Modelling the correlations of e-waste quantity with economic increase. *Science of the Total Environment*, 613, 46-53.
- Bernstad, A., la Cour Jansen, J., Aspegren, H. (2011). Property-close source separation of hazardous waste and waste electrical and electronic equipment—A Swedish case study. *Waste Management*, 31(3), 536-543.
- Bhattacharjya, J., Ellison, A., Tripathi, S. (2016). An exploration of logistics-related customer service provision on Twitter: The case of e-retailers. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(6/7), 659-680.
- Chae, B. K. (2015). Insights from hashtag# supplychain and Twitter Analytics: Considering Twitter and Twitter data for supply chain practice and research. *International Journal of Production Economics*, 165, 247-259.
- Corsini, F., Gusmerotti, N. M., Frey, M. (2020). Consumer's circular behaviors in relation to the purchase, extension of life, and end of life management of electrical and electronic products: A review. *Sustainability*, 12(24), 10443.
- Farokh, M. (2023). Designing a Sustainable Closed-Loop Supply Chain Model Considering Carbon Tax and Technology Selection in the Battery Industry. *Journal of Industrial Management Perspective*, 13(4), 46-84. <https://doi.org/10.48308/jimp.13.4.46> (In persian).
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). The global e-waste monitor 2020. *Quantities, flows, and the circular economy potential*, 1-119.
- Frempong, J., Chai, J., Ampaw, E. M., Amofah, D. O., Ansong, K. W. (2020). The relationship among customer operant resources, online value co-creation and electronic-word-of-mouth in solid waste management marketing. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119228.
- Galante, A. M. S., Campos, L. L. (2012). Mapping radiation fields in containers for industrial γ -irradiation using polycarbonate dosimeters. *Applied Radiation and Isotopes*, 70(7), 1264-1266.
- Guo, J., Tang, B., Huo, Q., Liang, C., Gen, M. (2021). Fuzzy programming of dual recycling channels of sustainable multi-objective waste electrical and electronic equipment (WEEE) based on triple bottom line (TBL) theory. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46(10), 10231-10244.
- Govindan, K., Darbari, J. D., Agarwal, V., Jha, P. C. (2017). Fuzzy multi-objective approach for optimal selection of suppliers and transportation decisions in an eco-efficient closed loop supply chain network. *Journal of Cleaner Production*, 165, 1598-1619.
- Ghanadpour, S. H., Shokouhyar, S., Pourabbasi, M. (2022). Effective end of life (EOL) products management in mobile phone industry with using Twitter data analysis perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 1-30. <http://dx.doi.org/10.1007/s10668-022-02529-7>
- Huisman, J. (2012). Eco-efficiency evaluation of WEEE take-back systems. *Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook*, Woodhead Publishing, 93-119.
- Islam, M. T., Huda, N. (2018). Reverse logistics and closed-loop supply chain of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)/E-waste: A comprehensive literature review. *Resources, Conservation and Recycling*, 137, 48-75.
- Jiang, P., Van Fan, Y., Klemeš, J. J. (2021). Data analytics of social media publicity to enhance household waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105146.
- Jayasiri, G., Herat, S., Kaparaju, P. (2023). Management of Small WEEE: Future Directions for Australia. *Sustainability*, 15(18), 13543.

19. Jayasiri, G., Herat, S., Kaparaju, P. (2024). Repair and Reuse or Recycle: What Is Best for Small WEEE in Australia? *Sustainability*, 16(7), 3035.
20. Knickmeyer, D. (2020). Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. *Journal of cleaner production*, 245, 118605.
21. Kumar, A., & Chandrahasan, R. (2023). Impact of heavy metals from electronic waste on bird species concerning biodiversity: A case study in Bellandur lake, Bengaluru, India. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 10(3): 267-272. <http://dx.doi.org/%2010.34172/EHEM.2023.30>.
22. Lee, L. C., Zhang, L., Chen, X., Gui, S., Zhou, S. (2023). An overview study on management and implementation of WEEE in China. *Environment, Development and Sustainability*, 25(9), 10285-10300.
23. Lamah, L., Degny, B. F., Yable, D. D., Haba, C. T. (2024). Critical analysis of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) management in Côte d'Ivoire: Challenges and prospects. *Journal of Mater Environment Science*, 15(3), 427, 440.
24. Mintz, K. K., Henn, L., Park, J., Kurman, J. (2019). What predicts household waste management behaviors? Culture and type of behavior as moderators. *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 11-18.
25. Miliute-Plepiene, J., Hage, O., Plepys, A., Reipas, A. (2016). What motivates households recycling behaviour in recycling schemes of different maturity? Lessons from Lithuania and Sweden. *Resources, Conservation and Recycling*, 113, 40-52.
26. Narimaani Gh., Issa F., Faghfari Farahmand, N., Pilevari, N., Rahmani, K., Motedal, M. R., (2021). Design of a fuzzy inference system for evaluating the green supply chain of export-oriented manufacturing companies, *Journal of Industrial Management Perspective*, 11(3), 125-144. (In persian).
27. Nnorom, I. C., Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. *Resources, conservation and recycling*, 52(6), 843-858.
28. Rompf, S. A. (2014). System trust and cooperation: the case of recycling behavior.
29. Shevchenko, T., Laitala, K., Danko, Y. (2019). Understanding consumer E-waste recycling behavior: introducing a new economic incentive to increase the collection rates. *Sustainability*, 11(9), 2656.
30. Singh, A., Shukla, N., Mishra, N. (2018). Social media data analytics to improve supply chain management in food industries. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 114, 398-415.
31. Soleimani, H., Govindan, K., Saghafi, H., Jafari, H. (2017). Fuzzy multi-objective sustainable and green closed-loop supply chain network design. *Computers & industrial engineering*, 109, 191-203.
32. Sun, Y. (2022). Social Media and Influence Detection: A Literature Review on Twitter.
33. Sun, Y., Leng, K., Xiong, H. (2022). Research on the influencing factors of consumers' green purchase behavior in the post-pandemic era. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 69, 103118.
34. Shokouhyar, S., Shahrabi, A. (2021). Revealing the reality behind consumers' participation in WEEE treatment schemes: a mixed method approach. *Journal of Environmental Planning and Management*, 1-32.
35. Shoukoohyar, S., Seddigh, M. R. (2020). Uncovering the dark and bright sides of implementing collaborative forecasting throughout sustainable supply chains: An exploratory approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 158, 120059.
36. Tansel, B. (2017). From electronic consumer products to e-wastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges. *Environment international*, 98, 35-45.
37. Varotto, A., Spagnolli, A. (2017). Psychological strategies to promote household recycling. A systematic review with meta-analysis of validated field interventions. *Journal of Environmental Psychology*, 51, 168-188.
38. Wang, Q., Wang, X. (2022). An Expert Decision-Making System for Identifying Development Barriers in Chinese Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Recycling Industry. *Sustainability*, 14(24), 16721. <https://doi.org/10.3390/su142416721>.
39. Wath, S. B., Vaidya, A. N., Dutt, P. S., Chakrabarti, T. (2010). A roadmap for development of sustainable E-waste management system in India. *Science of the Total Environment*, 409(1), 19-3.
40. Ylä-Mella, J., Keiski, R. L., Pongrácz, E. (2015). Electronic waste recovery in Finland: Consumers' perceptions towards recycling and re-use of mobile phones. *Waste management*, 45, 374-384.
41. Zuo, L., Wang, C., Sun, Q. (2020). Sustaining WEEE collection business in China: The case of online to offline (O2O) development strategies. *Waste Management*, 101, 222-230.