



# Journal of Environmental Studies

Vol. 46, No. 1, Spring 2020

Journal Homepage: [www.Jes.ut.ac.ir](http://www.Jes.ut.ac.ir)

Print ISSN: 1025-8620 Online ISSN 2345-6922

## Investigation of Seasonal Variation Effects on Household Hazardous Waste Composition and Generation Rate in Tehran and Proposing Environmental Solutions to Prevent and Reduce

Houman Gholampour Arbastan, Saeid Gitipour\*

Department of Environmental Engineering, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

DOI: [10.22059/JES.2020.79329](https://doi.org/10.22059/JES.2020.79329)

Document Type  
Research Paper

Received  
August 3, 2019

Accepted  
June 1, 2019

### Abstract

Household waste, which is any waste generated from domestic source, represents over two-thirds of the municipal solid waste (MSW) stream. A small portion, typically 1% by weight is defined as household hazardous waste (HHW). Household hazardous waste (HHW) is a heterogeneous waste category that is usually defined as “flammable, corrosive, reactive, caustic, and toxic”. Quantification and characterization HHW is an important and meaningful step for the promotion of appropriate HHW management and source separation of this kind of waste in Tehran. In this research, for investigating the effect of seasonal variation on generation rate and composition of HHW, A four-stage systematic tracking survey of 600 households was conducted in 22 municipal districts in Tehran to determine the characteristics of household hazardous waste (HHW) generated by the city. The results indicate that the rate of HHW generation was (6.26– 8.25) g/person/day, which accounted for (1.22-1.58) % of the household solid waste stream. The largest category in this fraction was home cleaning products. The highest rate of HHW generation of 8.25 g/person/day was observed in winter, which was most likely caused by the celebration of Nowruz.

**Keywords:** Generation rate, Household hazardous waste, Seasonal variation, Special waste, Waste composition.

---

\* Corresponding author

Email: [Gitipour@ut.ac.ir](mailto:Gitipour@ut.ac.ir)

## Expanded Abstract

### Introduction

Household waste, which is any waste generated from domestic source, represents over two-thirds of the municipal solid waste (MSW) stream and internationally a large part ends up at landfills. A small portion, typically 1% by weight is defined as household hazardous waste (HHW). In US legislation, HHW is described as “Leftover household products that contain corrosive, toxic, ignitable, or reactive ingredients.” In Europe, the term HHW is defined as “Such wastes that could potentially increase the hazardous properties of municipal solid waste when landfilled, incinerated or composted.” A broader definition is provided by the UK National Household Hazardous Waste Forum (NHHWF): “Any material discarded by a household, which is difficult to dispose of, or which puts human health or the environment at risk because of its chemical or biological nature.”

According to Article 2, Paragraph 3 of Iran Waste Management Act, any wastes requiring special care due to containing at least one of the hazardous components of poisonous, pathogenesis, explosiveness, inflammability, corrosiveness and the likes. Those medical wastes, as well as some part of ordinary, industrial, and agricultural wastes which needs to special management, are included as specific wastes. Furthermore, based on Executive Regulation of Waste Management Act, the special component of domestic and agricultural waste, is not considered domestic waste but the responsibility of its executive management is for the domestic waste executive management which is municipality. According to World Bank report in 2018, about 87% of the produced wastes are being buried with different methods in Iran like other Middle Eastern and North African countries. Based on this report, 52.7% is related to open dumping, 14.1% to controlled landfilling, 10.8% to sanitary landfill and 9.4% to unspecified landfill sites. Leachate contains inorganic and organic elements. Xenobiotic organic compounds (XOCs) and heavy metals are generally classified as the hazardous substances occurring in leachate. Hazardous XOCs and heavy metals can be toxic, corrosive, flammable, reactive, carcinogenic, teratogenic, mutagenic and ecotoxic, among other hazards, and can also be bioaccumulative and/or persistent. MSW landfill leachate analyses permit identification of the commonly found XOCs and heavy metals derived from waste with a domestic origin. Moreover, cosmetic wastes, lotions, detergents, batteries and fluorescent lamps which are all categorized as HHW in municipal waste stream, may noticeably increase siloxane and mercury-containing vapors in the gases emitted from the disposal sites and landfills. Apart from the mentioned environmental effects, the significant costs of transportation, pre-treatment and dispose of the HHW can be pointed out as the economic effects of these wastes. Workplace accidents and work-related illnesses of household waste collectors and job dissatisfaction are the social effects of HHW management. Quantification and characterization HHW is an important and meaningful step for the promotion of appropriate HHW management and source separation of this kind of waste

Material & Methods

### Sampling

Environmental problems associated with waste generation are among the societal changes in which the household plays an important role. Consumption patterns and life-style influence a household's waste generation. Therefore, we used the household as the basic unit of analysis, one year as the large cycle, and weeks of various seasons as the small cycles in this study, household's waste generation. Therefore, we used the household as the basic unit of analysis, one year as the large cycle, and weeks of various seasons as the small cycles in this study. In each season, to obtain statistically significant results, we investigated 600 households in all over the 22 districts of Tehran. All of households participating in the study, 600 (from 22 different districts of Tehran) participated in all four stages of the survey.

### Study area

Tehran, the capital city of Iran and the center of the province of Tehran, located in north-central Iran at the foot of the Elburz mountain range. Tehran is Iran's largest city and one of the most populous cities of the world. The center of the city is on latitude 35°41' N and longitude 51°26' E. Tehran is located on the steep southern slopes of the Elburz mountain range, which traces an arc along the coast of the

Caspian Sea in northern Iran. The metropolis of Tehran is divided into 22 municipal districts, each with its own administrative center. 20 of the 22 municipal districts are located in Tehran County's Central District, while the districts 1 and 20 are respectively located in the counties of Shemiranat and Ray. Although administratively separate, the cities of Ray and Shemiran are often considered part of Greater Tehran. According to the last nationwide census in 2016, population of Tehran is 8,693,706 persons and the families living in this city is determined to be 2,911,065. Based on these results, the average size of family in Tehran is about 2.99 persons.

### **HHW classification**

Once the generation analysis was obtained, materials, packages, and containers were separated according to the classification suggested by literature. Waste categories were: (1) home cleaning, (2) automotive maintenance, (3) batteries, (4) medicines, (5) biological-infectious (syringes, dialysis equipment, used bandages, and etc.), (6) gardening, (7) self-care products, (8) home maintenances, (9) fluorescent lamps, (10) miscellaneous. The last category included all containers and packaging that could not be categorized in the other nine. The HHW classification included the number of packages or containers found in each category. Also, the total weight of each category was recorded, and whether the container still had some material left in it or not. According to previous studies, to mark any leftover as positive, it should represent at least 1% of the product.

### **Sample size determination**

Since covering the whole metropolitan area with 9 million people is almost impossible, a representative sample with similar characteristics to Tehran's population is randomly selected and studied. Therefore, Cochran Equation is used to determine the size of a finite sample from the infinite society of Tehran. Assuming the maximum variability, which is equal to 50% ( $p=0.5$ ) and taking 95% confidence level with  $\pm 4\%$  precision, and the population size is 2,948,446. So sample size is calculated 600 households in all over the 22 districts in Tehran.

### **Determination of domestic solid waste generation rate and HHW composition**

Solid waste sampling was carried out during the summer of 2018. Bags were collected daily for seven consecutive days. Once the bags were gathered from the area, each bag was individually weighed. Refuse was hand sorted and individual components were also weighed. Categories and sub-categories corresponded to the format described elsewhere. Once each part was categorized, each tray was weighed, taking care to note if the final sum corresponded to the total weight (kg) of the bin bag. The procedure was performed for each individual bin bag. For each household, the weight of solid waste was averaged throughout the whole period. The result indicated the average solid waste generation per household (kg/ household). Parallel to the solid waste generation analysis, packaging and containers of hazardous wastes were selected and sorted, according to the classification proposed by previous studies. HHW was classified according to ten categories, as mentioned before. After categorization, each group was weighed, including the weight of the containers per product plus any product remaining inside the container. Finally, average generation rate and the composition of HHW in different seasons was calculated which will be presented in this paper.

### **Statistical analysis**

SPSS Statistics 25<sup>©</sup> software was used for statistical analysis of the data. Skewness and kurtosis of the graphs of data are utilized as the criteria for normalization evaluation using Shapiro-Wilk techniques of normalization evaluation.

### **Discussion of results**

Shapiro-Wilk analysis showed that the household hazardous waste generation in different season in Tehran are normally distributed with no significant statistical deviation ( $\text{sig}>0.05$ ). During the sampling period, 6473.56, 6863.05, 6530.29, and 6097.61 kg mixed solid wastes were collected from 600 households in Tehran in Spring, Summer, Autumn and, Winter, respectively. The most tendency for producing HHW is in summer with 105.33 kg and the less is for autumn by 79.98 kg. The results

indicate that the rate of HHW generation was 6.26– 8.25 g/ person/ day, which accounted for 1.22-1.58% of the household solid waste stream. The largest category in this fraction was home cleaning products.

### Conclusions

The results of the present study, which determine the composition and production rate of hazardous household waste in Tehran, indicate that the per capita rate of hazardous domestic waste production in Tehran is higher than the per capita values obtained in all domestic studies such as Isfahan, Amirkola. Based on the comparison HHW generation in Japan, Switzerland, China, Indonesia, Malaysia, Mexico, and Denmark, indicating generation HHW in Tehran higher than in the country of Japan, Switzerland, China, and Indonesia, but is smaller when compared to the generation HHW in Malaysia, Mexico, and Denmark. Indeed, a notable difference exists among the results, which can be explained by differences in the time the investigations were conducted, country characteristics, methodology and proposed objectives. Seasonal rates of HHW generation are summarized in this paper. On average, a higher rate of HHW generation of 8.25 g/ person/ day was observed in winter, which was most likely caused by the celebration of Iranian ancient Nowruz. Most household follow the custom of cleaning their houses to give a warm welcome to their family members, relatives and friends before the new year Festival. Finally, this study found a high disposal rate for used home cleaning containers in the winter survey period (e.g., oven cleaners, all-purpose cleaners, laundry detergent, powder or liquid). Generally, most Iranian households do not throw low value items away except when important events. As noted above, it can be concluded that the most part of the household's hazardous waste can be significantly reduced by increasing the awareness of citizen to consume the product entirely and also clean the containers. Given the results of the present study and the possible effects of these substances on landfill sites, further studies on leachate compounds and emitted gas from landfill sites are strongly recommended.

# بررسی تأثیر فصول مختلف بر ترکیب و سرانه پسماند خطرناک خانگی تولیدی شهر تهران و ارائه راهکارهای زیست‌محیطی به شهروندان با رویکرد اجتناب و کاهش تولید

هومن غلامپور ارباستان<sup>۱</sup>، سعید گیتی‌پور\*

گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰

## چکیده

در میان پسماندهای خانگی که به واسطه فعالیت‌های روزمره خانوارها تولید می‌شوند، پسماندهایی حضور دارند که به دلیل نشان دادن یکی از خواص سمیت، اشتعال‌زایی، واکنش‌پذیری و خوردگی در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌شوند. نخستین گام به منظور برنامه‌ریزی برای کاهش و مدیریت این دسته از پسماندها، شناخت ترکیب، سرانه تولید و تأثیرات عوامل مؤثر نظیر تغییرات فصلی بر میزان این پسماندهاست. در پژوهش حاضر، به منظور بررسی تأثیر تغییرات فصلی بر ترکیب و میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی، پسماند تولیدی توسط ۶۰۰ خانوار تهرانی از مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در فصول مختلف، جمع‌آوری شده و بررسی و آزمایش شده است. بر اساس نتایج این بررسی، ۳۷/۷ درصد از پسماند خطرناک تولیدی توسط خانوارهای تهرانی را پسماند پاک‌کننده‌های خانگی تشکیل می‌دهند. نتایج دیگر این پژوهش حاکی از آن است که میزان سرانه تولید در بازه (۶/۲۶-۸/۲۵) گرم در روز برای هر شهروند تهرانی بر آورد شده است که این میزان (۱/۲۲-۱/۵۸) درصد از سهم کل پسماند خانگی جامعه نمونه را به خود اختصاص داده است. علاوه بر این، بیشترین سهم درصد پسماندهای خطرناک خانگی از جریان پسماند، مربوط به فصل زمستان، و کمترین آن مختص به فصل پاییز است.

**کلیدواژه‌ها:** تأثیرات فصلی، ترکیب پسماند، جزء ویژه خانگی، سرانه تولید.

## ۱. سرآغاز

افزایش مقدار و تنوع پسماند تولیدی توسط منابع خانگی و دیگر منابع تولید شده است. پسماندهای خانگی، آن دسته از مواد زائد را گویند که توسط خانوارها طی فعالیت معمول روزمره تولید می‌شود که بیشتر از دو سوم پسماند شهری تولیدی در کل دنیا را شامل می‌شود (Inglezakis & Moustakas, 2015). در میان این دسته از پسماندها، مواد و پسماندهای متعدد و متنوعی

شهرهای ایران امروزه با مشکلات عدیده زیست‌محیطی و بهداشت و سلامت عمومی مواجه‌اند. در سالیان اخیر با افزایش جمعیت و تمایل مردم به مهاجرت به شهرها، این مشکلات رنگ جدی‌تری به خود گرفته‌اند. از سویی دیگر، بالارفتن معیارهای زندگی و رشد مصرف‌گرایی و همچنین پیشرفت سریع فناوری‌ها در نیمه دوم قرن بیستم باعث

به چشم می‌خورند که در ترکیبات آنها موادی استفاده شده است، که برای سلامت انسان و محیط‌زیست زیان‌آور و خطرناک هستند. بر اساس تعریف ارائه شده توسط آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده آمریکا (EPA) به آن دسته از پسماندهای خانگی که محتوی مواد خورنده، سمی، واکنش‌پذیر و قابل اشتعال باشند، پسماندهای خطرناک خانگی گفته می‌شود (USEPA 2005). بر اساس قانون حفاظت و بازیابی منابع (RCRA) پسماندهای خطرناک خانگی به همراه ۱۴ پسماند دیگر از قانون مدیریت پسماندهای خطرناک زیر بخش C مستثنی شده و پسماند غیرخطرناک محسوب شده‌اند و می‌بایست مطابق با قوانین مندرج در زیر بخش D مدیریت و دفع شوند (Conservation & Act, 2014). براساس ماده ۲ بند ۳ قانون مدیریت پسماند ایران به تمامی پسماندهایی که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری‌زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خوردگی و مشابه آن، به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و همچنین آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای خانگی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند، جز پسماندهای ویژه محسوب می‌شوند (قانون مدیریت پسماندها، ۱۳۸۳). همچنین با توجه به ماده ۴ و تبصره ۲ از آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند مصوب ۱۳۸۴ می‌توان این‌گونه استنباط کرد که جزء ویژه پسماندهای خانگی، پسماند غیر خطرناک محسوب نمی‌شود اما مدیریت آن بر عهده مدیریت‌کنندگان پسماندهای غیرخطرناک یعنی شهرداری‌ها است (آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها، ۱۳۸۴) بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۸ در ایران همانند دیگر کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا، ۸۷ درصد از پسماندهای تولیدی به روش‌های مختلف در زمین دفن می‌شوند. بر اساس این گزارش سهم دفن در فضای باز ۵۲/۷ درصد، دفن کنترل شده ۱۴/۱ درصد، خاکچال بهداشتی ۱۰/۸ درصد و محل‌های دفن غیر مشخص ۹/۴ درصد است. (Kaza et al., 2018). بنابر بررسی‌های صورت گرفته وجود برخی فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی در شیرابه‌های مراکز دفن پسماند شهری می‌تواند ناشی از حضور پسماندهای خطرناک خانگی در جریان پسماند شهری باشد (Slack et al., 2005). علاوه بر این حضور پسماندهای مواد آرایشی، لوسیون‌ها، و دترجنتها و همچنین باتری‌ها و لامپ‌های فلورسنت در جریان پسماند شهری که همگی در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌شوند، باعث افزایش میزان سیلوکسان‌ها و بخارات حاوی جیوه در گازهای منتشره از مراکز دفن پسماند می‌شوند (Narros et al., 2017; Tao et al., 2009). علاوه بر آثار زیست‌محیطی گفته شده، از هزینه‌های بسیاری که به واسطه وجود پسماندهای خطرناک خانگی در جریان پسماند شهری به مدیریت‌کنندگان زباله برای حمل‌ونقل، پیش تصفیه، و دفن تحمیل می‌شود می‌توان به‌عنوان آثار اقتصادی مدیریت این گروه از پسماندها اشاره کرد (Slack et al., 2009). آسیب دیدن جمع‌آوری‌کنندگان پسماندهای خانگی و ایجاد نارضایتی شغلی نیز از آثار اجتماعی حاصل از مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی است (Jeong et al., 2016). نخستین گام در زمینه مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی به‌منظور کاهش میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی، جمع‌آوری اطلاعات در زمینه میزان و نرخ تولید این دسته از پسماندها و شناخت ترکیبات آن است. انجام نمونه‌گیری‌های فصلی و متوالی به‌منظور انجام آنالیز فیزیکی برای تعیین ترکیب پسماندهای شهری امری رایج بوده، که در اقصی نقاط دنیا انجام پذیرفته و نتایج آن نیز به‌صورت پژوهش‌ها و گزارش‌های تخصصی در اختیار متخصصان و تصمیم‌گیران قرار گرفته است. در این‌گونه گزارش‌ها تنها به برآورد درصد کلی پسماندهای خطرناک خانگی (جزء ویژه خانگی) اکتفا شده است. برای مثال در پژوهشی میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران ۰/۶ درصد برآورد شده است. (Rupani et al., 2019) اما در طرف مقابل، تعداد پژوهش‌های انجام گرفته روی

به چشم می‌خورند که در ترکیبات آنها موادی استفاده شده است، که برای سلامت انسان و محیط‌زیست زیان‌آور و خطرناک هستند. بر اساس تعریف ارائه شده توسط آژانس حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده آمریکا (EPA) به آن دسته از پسماندهای خانگی که محتوی مواد خورنده، سمی، واکنش‌پذیر و قابل اشتعال باشند، پسماندهای خطرناک خانگی گفته می‌شود (USEPA 2005). بر اساس قانون حفاظت و بازیابی منابع (RCRA) پسماندهای خطرناک خانگی به همراه ۱۴ پسماند دیگر از قانون مدیریت پسماندهای خطرناک زیر بخش C مستثنی شده و پسماند غیرخطرناک محسوب شده‌اند و می‌بایست مطابق با قوانین مندرج در زیر بخش D مدیریت و دفع شوند (Conservation & Act, 2014). براساس ماده ۲ بند ۳ قانون مدیریت پسماند ایران به تمامی پسماندهایی که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری‌زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خوردگی و مشابه آن، به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و همچنین آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای خانگی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند، جز پسماندهای ویژه محسوب می‌شوند (قانون مدیریت پسماندها، ۱۳۸۳). همچنین با توجه به ماده ۴ و تبصره ۲ از آیین‌نامه اجرایی مدیریت پسماند مصوب ۱۳۸۴ می‌توان این‌گونه استنباط کرد که جزء ویژه پسماندهای خانگی، پسماند غیر خطرناک محسوب نمی‌شود اما مدیریت آن بر عهده مدیریت‌کنندگان پسماندهای غیرخطرناک یعنی شهرداری‌ها است (آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها، ۱۳۸۴) بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۸ در ایران همانند دیگر کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا، ۸۷ درصد از پسماندهای تولیدی به روش‌های مختلف در زمین دفن می‌شوند. بر اساس این گزارش سهم دفن در فضای باز ۵۲/۷ درصد، دفن کنترل شده ۱۴/۱ درصد، خاکچال بهداشتی ۱۰/۸ درصد و محل‌های دفن غیر مشخص ۹/۴ درصد است. (Kaza et al., 2018). بنابر بررسی‌های صورت گرفته وجود برخی فلزات سنگین و آلاینده‌های آلی در شیرابه‌های مراکز دفن پسماند شهری می‌تواند ناشی از حضور پسماندهای خطرناک خانگی در جریان پسماند شهری باشد (Slack et al., 2005). علاوه بر این حضور پسماندهای مواد آرایشی، لوسیون‌ها، و دترجنتها و همچنین باتری‌ها و لامپ‌های فلورسنت در جریان پسماند شهری که همگی در دسته پسماندهای خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌شوند، باعث افزایش میزان سیلوکسان‌ها و بخارات حاوی جیوه در گازهای منتشره از مراکز دفن پسماند می‌شوند (Narros et al., 2017; Tao et al., 2009). علاوه بر آثار زیست‌محیطی گفته شده، از هزینه‌های بسیاری که به واسطه وجود پسماندهای خطرناک خانگی در جریان پسماند شهری به مدیریت‌کنندگان زباله برای حمل‌ونقل، پیش تصفیه، و دفن تحمیل می‌شود می‌توان به‌عنوان آثار اقتصادی مدیریت این گروه از پسماندها اشاره کرد (Slack et al., 2009). آسیب دیدن جمع‌آوری‌کنندگان پسماندهای خانگی و ایجاد نارضایتی شغلی نیز از آثار اجتماعی حاصل از مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی است (Jeong et al., 2016). نخستین گام در زمینه مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی به‌منظور کاهش میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی، جمع‌آوری اطلاعات در زمینه میزان و نرخ تولید این دسته از پسماندها و شناخت ترکیبات آن است. انجام نمونه‌گیری‌های فصلی و متوالی به‌منظور انجام آنالیز فیزیکی برای تعیین ترکیب پسماندهای شهری امری رایج بوده، که در اقصی نقاط دنیا انجام پذیرفته و نتایج آن نیز به‌صورت پژوهش‌ها و گزارش‌های تخصصی در اختیار متخصصان و تصمیم‌گیران قرار گرفته است. در این‌گونه گزارش‌ها تنها به برآورد درصد کلی پسماندهای خطرناک خانگی (جزء ویژه خانگی) اکتفا شده است. برای مثال در پژوهشی میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران ۰/۶ درصد برآورد شده است. (Rupani et al., 2019) اما در طرف مقابل، تعداد پژوهش‌های انجام گرفته روی

ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی و تأثیرات فصول مختلف، موقعیت جغرافیایی، آداب و رسوم و عوامل اقتصادی- اجتماعی منطقه مورد مطالعه، روی میزان تولید و ترکیب این دسته از پسماندها، بسیار اندک است. در داخل کشور چهار پژوهش در زمینه بررسی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در شهرهای امیرکلاهی بابل (Amouei et al. 2014)، اصفهان (Pourzamani et al., 2019) و اهواز (تکدستان و همکاران، ۱۳۹۱) و منطقه ۲ شهرداری تهران (Ziaee et al., 2012) انجام پذیرفته است که تفاوت عمده این پژوهش‌ها با بررسی حاضر در محل نمونه‌گیری، تداوم آن در چهار فصل سال و همچنین نوع طبقه‌بندی این دسته از پسماندها است. در این پژوهش، برای نخستین بار در سطح کلان‌شهر تهران؛ بررسی میزان تولید و ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی، با نمونه‌گیری از درب منازل (مبادی تولید) در مدت ۴ فصل سال بر اساس طبقه‌بندی‌های انجام گرفته در دیگر مطالعات انجام گرفته در سطح دنیا انجام پذیرفته است.

#### ۱-۱. پیشینه پژوهش

در بررسی‌های انجام شده در پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه تعیین ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی، که در دو منطقه مکزیکالی (Mexicali) و دریاچه کویتزئو (Cuitzeo Basin) به منظور تعیین ترکیب و میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی انجام شد، نشان داده شد که ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی تولیدی در این دو منطقه با یکدیگر تفاوت محسوسی داشته و میزان تولید این دسته از پسماندها با میزان درآمد ساکنین نسبت عکس دارد. نتایج این پژوهش نشانگر آن است که بخش عمده پسماند خطرناک خانگی تولیدی در منطقه مکزیکالی را پسماند مواد تعمیر و نگهداری منزل با ۲۹/۲ درصد تشکیل می‌دهد. در صورتی که در منطقه دریاچه کویتزئو پسماند خطرناک غالب، پسماند پاک‌کننده‌های خانگی با ۳۹ درصد است (Delgado et al., 2007).

Gu و همکارانش (۲۰۱۴) در شهر سوژوی چین به بررسی تأثیر فصول مختلف بر میزان تولید پسماند خطرناک خانگی پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان‌گر آن است که میزان تولید پسماند خطرناک خانگی در زمستان بیشتر از سایر فصول سال است. در داخل کشور نیز پژوهش‌ها و آزمایش‌هایی در زمینه ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی صورت پذیرفته است. در ایران نیز به بررسی ترکیب این پسماندها در منطقه ۲ شهرداری تهران، در دو مقطع زمانی در فصل تابستان و زمستان پرداختند. بر اساس بررسی‌های انجام شده میزان تولید در فصل زمستان از تابستان بیشتر بوده و سهم این دسته از پسماندها از جریان پسماند شهری در حدود ۱۰ درصد برآورد شده است (Ziaee et al., 2012).

تکدستان و همکارانش (۱۳۹۱) اقدام به بررسی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در شهر اهواز، استان خوزستان کردند. این پژوهش بر اساس روش‌های اسنادی- میدانی صورت گرفته است. این بدان معناست که پس از بررسی و مطالعه تمامی اطلاعات موجود کتابخانه‌ای، بررسی‌های میدانی در هشت منطقه شهرداری شهر اهواز صورت گرفته و نیز ارائه پرسشنامه به شهروندان و نیز مسئولان مدیریت پسماند شهر اهواز برای تعیین ترکیب پسماند خطرناک خانگی در این منطقه در دستور کار قرار گرفت. بر این اساس مشخص شد که میزان تولید این دسته از پسماندها به‌طور میانگین ۰/۰۵ درصد از تمامی پسماند شهری اهواز است. در پژوهشی مشابه که در منطقه امیرکلاهی شهربابل انجام شد، نمونه‌گیری از ۱۵۰ خانواده در ماه‌های میانی فصول تابستان و زمستان صورت پذیرفت که بر اساس نتایج به دست آمده بر خلاف پژوهش پیشین، میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی در تابستان بیشتر از زمستان برآورد شد (Amouei et al., 2014). در آخرین بررسی انجام گرفته در کشور، تحقیقاتی روی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی شهر اصفهان در ۴ فصل سال صورت پذیرفت. نتایج حاصل از این پژوهش که با

کیلومتر مربع است، که بین ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۷۴ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این شهر از شمال به سلسله جبال البرز، از شرق به لواسانات و از غرب به کرج و از جنوب به ورامین محدود است. شهر تهران، از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه و ۱۲۳ ناحیه و ۳۵۵ محله تقسیم شده است. (رضایی و همکاران، ۱۳۹۶)

براساس نتایج آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، شهر تهران (مناطق ۲۲ گانه) دارای جمعیتی بالغ بر ۸۶۹۳۷۰۶ نفر و تعداد خانوارهای ساکن در این شهر بالغ بر ۲۹۱۱۰۶۵ برآورد شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). بر این اساس بعد هر خانوار تهرانی ۲٫۹۹ نفر محاسبه می‌شود. با استفاده از رابطه (۱) جمعیت شهر تهران در زمان انجام پژوهش محاسبه می‌شود (واقعی و همکاران، ۱۳۸۲).

$$P_{Future} = P_{Present} \times (1 + R)^n \quad (1)$$

که در آن  $P_{Future}$  بیانگر میزان جمعیت در سال انجام پژوهش ۱۳۹۷،  $P_{Present}$  جمعیت برآورد شده در سال ۱۳۹۵ (۸۶۹۳۷۰۶ نفر)،  $R$  نرخ رشد جمعیت که بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۰/۶۴ درصد محاسبه شده است و  $n$  که میزان تعدادهای سال‌های گذشته از سال مبدأ است به توضیحات ارائه شده میزان جمعیت شهر تهران در سال انجام پژوهش به ۸۸۰۵۳۴۲ نفر رسیده است که با فرض ثابت ماندن بعد خانوار در سال ۱۳۹۷ (بعد خانوار در شهر تهران در سال ۱۳۹۵ برابر با ۲/۹۹ محاسبه شده است)، تعداد خانوارهای تهرانی به ۲۹۴۸۴۴۶ خانوار افزایش یافته است.

## ۲-۲. طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک خانگی

در پژوهش‌های مشابه انجام گرفته در سایر نقاط دنیا، طبقه‌بندی‌های مختلفی برای این دسته از پسماندها ارائه شده است. در این پژوهش با بررسی تمامی مقالات و مطالعه دستورالعمل‌های مرتبط، پسماندهای خطرناک خانگی در ۱۰ طبقه اصلی دسته‌بندی شده‌اند که هرکدام دارای زیر

نمونه‌گیری از پسماند موجود در کارخانه کمپوست اصفهان در فصول مختلف سال انجام گرفت، بیانگر آن است که بیشترین میزان تولید این دسته از پسماندها به ترتیب مربوط به فصول پاییز، زمستان، بهار و تابستان بوده است. همچنین سرانه تولید این دسته از پسماندها، به صورت میانگین ۲/۷۴ گرم در روز به ازای هر شهروند اصفهانی برآورد شده است (Pourzamani et al., 2019). در پژوهش حاضر برای نخستین بار از جامعه نمونه، بر اساس مشخصات پیشنهاد شده توسط فرمول ککران به عنوان نمونه مورد بررسی استفاده شده است. علاوه بر این با جمع‌آوری پسماند تولیدی توسط خانوارها از درب منازل، امکان تعیین میزان دقیق پسماندهای خطرناک خانگی بدون دخالت عواملی نظیر جداسازی توسط زباله گرد‌ها یا از بین رفتن به واسطه حمل به مرکز پردازش و دفع فراهم شده است. با توجه به این که نمونه‌گیری‌ها در چهار فصل سال انجام گرفته است، نتایج حاصل می‌تواند در بررسی تأثیرات فصلی بر سرانه تولید و تعیین ترکیب این دسته از پسماندها نقش بسزایی ایفا کند.

## ۲. مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، با الگوبرداری از دیگر پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تعیین ترکیب و میزان پسماندهای خطرناک خانگی در سایر نقاط دنیا و همچنین جلوگیری از احتمال ایجاد خطا در نتایج به واسطه شکستن یا از بین رفتن برخی مؤلفه‌های پسماندهای خطرناک خانگی نظیر لامپ‌های فلورسنت در زمان جابه‌جایی و حمل و نقل به ایستگاه‌های انتقال میانی یا مرکز پردازش و دفع، و از سویی دیگر بالاتر بودن دقت آنالیز انجام گرفته در روش نمونه‌گیری از مبدأ تولید (John H. Martin, 1995)، جمع‌آوری نمونه از درب منازل جامعه نمونه در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، در دستور کار قرار گرفته است.

## ۲-۱. ناحیه مورد مطالعه

تهران، پایتخت ایران، شهری با وسعت تقریبی ۷۳۰

گروه‌های مخصوص به خود هستند در جدول (۱) فهرست ۱۰ گروه نام برده شده به همراه زیر گروه‌ها، ارائه شده است. شایان ذکر است در پژوهش حاضر در صورتی که محتویات باقی مانده در داخل ظروف حاوی مواد و گروه‌های مشمول

در جدول زیر در زمان دفع، بیش از ۱ درصد وزنی از گنجایش اولیه ظروف باشد، این ظروف نیز در دسته پسماند خطرناک خانگی طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول ۱. طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک خانگی

پاک‌کننده‌های خانگی	محصولات محافظت فردی	باتری‌ها	مصرفی در تعمیر و نگهداری منزل	داروها	پسماندهای بیولوژیکی و عفونی	سموم، آفت کش ها و کودها	مواد مصرفی در تعمیر خودرو	لامپ‌های فلورسنت	سایر
شوینده لباس و بهداشتی	لوازم آرایشی و بهداشتی	باتری‌های A-	مواد حاوی آزیست	داروهای خوراکی	دیالیز	علف‌کش‌ها	روغن موتور	لامپ‌های مهتابی پایه آب	رنگ‌های
شوینده ظروف	محافظ مو	باتری‌های C-	قیر	داروهای تزریقی	دستکش‌های لاتکسی	آفت کش ها	روغن ترمز	لامپ‌های اسپیرال روغنی	رنگ‌های
شوینده کمکی	لوسیون ها	باتری‌های D-	ابزوگام	لوسیون ها	سرنگ‌ها	سموم	روغن هیدرولیک	لامپ‌های کم مصرف شمع‌ی	حلال‌ها
سفید کننده‌ها	عطر و ادکلن	باتری‌های دکمه‌ای	درزگیرهای پنجره	پماد و کرم‌ها	کاندوم	کودهای شیمیایی	روانکارها	انواع چسب	انواع چسب
نرم کننده‌ها	اسپری بدن	باتری‌های اتومبیل	کیسول‌های آتش‌نشانی	شیاف‌ها	گاز استریل	کننده‌های بارور خاک	مایع برف‌پاک‌کن	واکس کفش	واکس کفش
گاز پاک‌کن‌ها	صابون‌های آرایشی	لوله‌های شکسته PVC		مکمل‌های غذایی	بانداز		فیلتر روغن	لوح فشرده	لوح فشرده
صابون‌ها	پودر بچه			تیغ اصلاح				کارتریج چاپگر مواد مصرفی درعکاسی عکس رادیولوژی دماسنج جیوه‌ای	کارتریج چاپگر مواد مصرفی درعکاسی عکس رادیولوژی دماسنج جیوه‌ای
شوینده سرویس بهداشتی	لاک ناخن								
شوینده‌های چند منظوره	پاک‌کننده لاک								
محافظ‌های چوب	خمیردندان								
بازکننده‌های فاضلاب	شامپو								
خوش بو کننده‌های هوا	شوینده‌های بدن								

(Delgado et al., 2007; Pourzamani et al. 2019)

### ۲-۳. تعیین اندازه جامعه نمونه

با توجه به آنکه این پژوهش در کلان‌شهر تهران با جمعیتی نزدیک به ۹ میلیون نفر انجام گرفته است، و امکان بررسی کل جامعه مقدور نیست، می‌بایست جامعه‌ای

به‌عنوان نمونه مطالعه شود که هم از نظر اندازه متناسب با جامعه کل و هم از دید ویژگی‌ها، نماینده کل جامعه باشد. بدین منظور با استفاده از رابطه (۲) و (۳) استفاده شد که به رابطه ککران (Cochran, 1977) برای تعیین اندازه نمونه‌های

آماري از جوامع متناهي معروف است.

$$n_0 = \frac{Z^2 \times pq}{e^2} \quad (2)$$

که در این رابطه  $Z$  برابر است با مقدار بحرانی انتخاب شده برای سطح اطمینان مورد نظر،  $p$  میزان احتمال این که یک ویژگی مشخص در جامعه اتفاق بیفتد،  $q$  تفاضل احتمال  $p$  از احتمال کل،  $e$  میزان صحت مورد نظر و  $n_0$  نشانگر اندازه نمونه در زمانی است که اندازه جامعه نامحدود باشد.

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

میزان  $n_0$  از رابطه (۲) محاسبه شده و  $N$  جمعیت کل جامعه، و  $n$  نیز گویای اندازه نمونه است. با فرض اینکه احتمال حضور یا عدم حضور در جامعه نمونه برابر ۵۰ درصد ( $p = q = 0.5$ ) سطح اطمینان ۹۵ درصد و میزان خطای مورد انتظار  $\pm 4$  درصد و همچنین اندازه جامعه مورد

مطالعه برابر با تعداد خانوارهای شهر تهران در سال ۱۳۹۷ (۲۹۴۸۴۴۶ خانوار) اندازه جامعه نمونه، ۶۰۰ خانوار برآورد شد. این خانوارها به صورت تصادفی انتخاب شدند و انجام آزمایشها آنالیز فیزیکی، در طی فصول مختلف روی زباله‌های تولیدی توسط این خانوارها صورت پذیرفت. در ادامه پس از مشخص شدن تعداد خانوارهای کل نمونه برای شهر تهران، بر اساس قاعده نسبت-تناسب، تعداد خانوارهای نمونه در هر یک از مناطق ۲۲ گانه مشخص شد. تعداد اعضای خانوارهایی که به صورت تصادفی برای انجام پژوهش حاضر انتخاب شدند ۱۸۲۴ نفر است. اطلاعات مربوط به تعداد خانوارها و همچنین تعداد افراد خانوارهای شرکت کننده در پژوهش حاضر در جدول (۲) قابل مشاهده است.

جدول ۲. مشخصات و نحوه پراکنش خانوارهای انتخابی در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

منطقه	تعداد خانوارهای تهران	تعداد خانوارهای جامعه نمونه	تعداد اعضای خانوارهای نمونه
۱	۱۶۹۰۲۴	۳۴	۹۰
۲	۲۴۲۸۲۳	۵۰	۱۵۱
۳	۱۲۰۵۸۱	۲۵	۷۱
۴	۳۰۸۰۷۵	۶۳	۱۸۹
۵	۲۹۶۰۱۰	۶۰	۱۷۸
۶	۸۶۱۸۵	۱۸	۴۷
۷	۱۱۷۴۱۹	۲۴	۷۳
۸	۱۵۰۴۹۰	۳۱	۹۴
۹	۵۸۴۲۹	۱۲	۴۳
۱۰	۱۱۸۹۱۲	۲۴	۶۸
۱۱	۱۰۹۰۰۹	۲۲	۶۸
۱۲	۸۴۴۹۹	۱۶	۵۱
۱۳	۸۵۲۴۱	۱۷	۵۳
۱۴	۱۷۳۳۱۸	۳۵	۱۰۹
۱۵	۲۰۶۹۲۹	۴۲	۱۳۱
۱۶	۸۸۷۶۷	۱۸	۵۵
۱۷	۸۹۵۳۳	۱۸	۵۶
۱۸	۱۳۲۲۶۳	۲۷	۸۴
۱۹	۸۰۵۳۶	۱۶	۵۷
۲۰	۱۱۷۲۰۵	۲۴	۸۲
۲۱	۶۱۳۸۰	۱۲	۳۴
۲۲	۵۵۸۱۸	۱۲	۴۰
مجموع	۲۹۴۸۴۴۶	۶۰۰	۱۸۲۴

ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی، با ارائه کیسه‌های جمع آوری زباله بین خانوارهای شرکت کننده در پژوهش حاضر، پسماند تولیدی توسط آنها به صورت فصلی و در ۷ روز

#### ۲-۴. تعیین میزان تولید پسماند و میزان و ترکیب

#### پسماند خطرناک تولیدی در جامعه نمونه

برای تعیین میزان تولید پسماندهای شهری و همچنین

متوالی در سه مقطع زمانی جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه آنالیز فیزیکی، جهت توزین و تعیین ترکیب پسماند خطرناک خانگی انتقال یافت. پیش از بازگشایی کیسه‌ها، میزان پسماند تولیدی توسط هر خانوار توزین و به‌عنوان میزان تولید پسماند خانگی تعیین شد. در گام بعدی پس از باز کردن کیسه‌های پلاستیکی، پسماندهای خطرناک خانگی بر اساس لیست ارائه شده در جدول (۱) تفکیک شده و وزن هر قسمت به‌صورت جداگانه ثبت شد. اطلاعات به دست آمده برای هر خانوار ثبت شده و به ازای بعد هر خانوار، میزان سرانه تولید برآورد شد. در گام نهایی میانگین تولید و ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی در هریک از فصول محاسبه شده و نتایج نهایی در پژوهش حاضر ارائه می‌شود.

## ۲-۵. آنالیز آماری داده‌ها

به‌منظور انجام آنالیز آماری داده‌های به دست آمده در این پژوهش از نرم‌افزار SPSS Statistic 25 استفاده شد. در این راستا منظور سنجش نرمال بودن و همچنین آنالیز داده‌های به دست آمده در پژوهش حاضر، میزان چولگی و کشیدگی منحنی داده‌ها، محاسبه شده و همچنین با روش Shapiro-Wilk نرمال بودن داده آنالیز آماری شد. از سویی دیگر پس از بررسی برابری واریانس داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون لون (Levene test)، آنالیز یک طرفه واریانس داده‌ها به روش بونفرونی (Bonferroni Test) معناداری داده‌ها بررسی شد.

## ۳. نتایج و بحث

نتایج به دست آمده در این پژوهش گویای میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران بوده و علاوه بر آن به بررسی تأثیرات فصول مختلف بر ترکیب و میزان تولید این دسته از پسماندها پرداخته است. با بررسی و انجام تست‌های آماری میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی

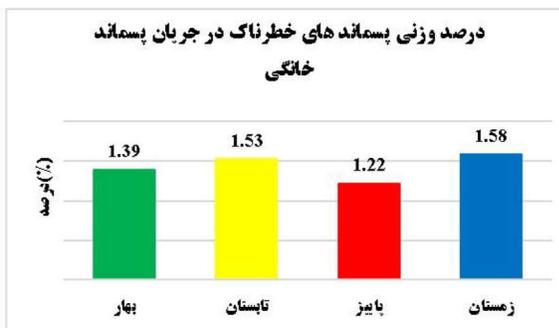
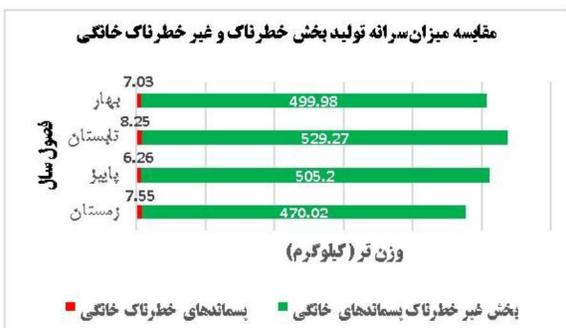
در فصول مختلف مشخص شد که میزان کشیدگی و چولگی داده‌های فصلی در بازه (۲ و ۲-) بوده و با توجه به آنکه میزان سیگمای به دست آمده از روش Shapiro-Wilk برابر با ۰/۹۹۷ بوده است و ( $0/05 < sig$ ) داده‌ها توزیع نرمالی داشته است. علاوه بر این با بررسی آزمون نرمال بودن داده‌ها برای هریک از مؤلفه‌ها، مشخص شد که با وجود نرمال بودن داده‌ها برای هر مؤلفه، میزان تولید پسماندهای تعمیرات منزل، سموم و آفت کش‌ها و همچنین داروها بیشترین تأثیرپذیری را از فصول مختلف داشته و میزان چولگی و کشیدگی منحنی در آن‌ها طی فصول مختلف بیشترین میزان را به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از نمونه‌گیری‌های ادواری در فصول مختلف سال، میانگین میزان کل پسماندهای خانگی جمع‌آوری شده در طول یک دوره ۷ روزه، برای فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۶۴۷۳/۵۶، ۶۸۶۳/۰۵، ۶۵۳۰/۲۹ و ۶۰۹۷/۶۱ کیلوگرم گزارش شده است. در این میان بیشترین سهم تولید پسماندهای خطرناک خانگی متعلق به فصل تابستان با میزان ۱۰۵/۳۳ کیلوگرم و کمترین آن مربوط به فصل پاییز با ۷۹/۹۸ کیلوگرم گزارش شده است. میانگین میزان تولید هر یک از اجزای پسماندهای خطرناک خانگی جمع‌آوری شده از جامعه نمونه در طول مدت نمونه‌برداری در فصول مختلف در جدول (۳) ارائه شده است.

میزان تولید جزء ویژه خانگی به ترتیب در فصول تابستان، زمستان، بهار و پاییز بیشترین میزان را داراست.

همانگونه که در نمودارهای شکل (۱) مشخص است، علی‌رغم میزان تولید بیشتر این دسته از پسماندها در فصل تابستان، سهم درصدی پسماندهای خطرناک خانگی در فصل زمستان میزان بیشتری را به خود اختصاص داده است. بازه تغییرات سهم پسماندهای خطرناک خانگی از کل جریان پسماند خانگی در محدوده ۱/۲۲ تا ۱۵۸/۱ درصد قرار دارد.

جدول ۳. میانگین وزنی تولید هریک از اجزای پسماندهای خطرناک خانگی در طول مدت نمونه برداری در فصول مختلف

طبقه بندی پسماندهای خطرناک خانگی	مجموع میانگین وزنی پسماندهای خطرناک خانگی تولیدی جمع آوری شده در مدت نمونه برداری (کیلوگرم)			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
باتری‌ها	۳/۰۱	۳/۵۹	۲/۳۵	۳/۳۶
محصولات محافظت فردی	۲۲/۲۶	۳۰/۳۴	۱۷/۱۶	۲۲/۷۵
پاک کننده‌های خانگی	۳۳/۸۴	۳۷/۹۶	۲۸/۷۵	۳۹/۶۵
سموم، آفت کش ها و کودها	۳/۶۷	۳/۷۴	۲/۸۷	۳/۵۲
مواد مصرفی در تعمیر خودرو	۱/۶۵	۱/۹۸	۱/۱۷	۲/۰۱
داروها	۶/۵۶	۶/۹۳	۸/۹۵	۸/۸۱
پسماندهای بیولوژیکی و عفونی	۱/۵۷	۱/۳۷	۲/۱۳	۱/۶
مواد مصرفی در تعمیر و نگهداری منزل	۳/۳۷	۳/۸۸	۳/۱۸	۳/۲
لامپ‌های فلورسنت	۲/۲۱	۱/۱۲	۲/۰۴	۰/۹۸
سایر	۱۱/۶۳	۱۴/۴۲	۱۱/۳۹	۱۰/۵۵
مجموع پسماندهای خطرناک خانگی (کیلوگرم)	۸۹/۷۸	۱۰۵/۳۳	۷۹/۹۸	۹۶/۴۲
مجموع پسماند جمع آوری شده (کیلوگرم)	۶۴۷۳/۵۶	۶۸۶۳/۰۵	۶۵۳۰/۲۹	۶۰۹۷/۶۱
درصد پسماند خطرناک خانگی	۱/۳۹	۱/۵۳	۱/۲۲	۱/۵۸
سرانه تولید پسماند خطرناک خانگی (گرم در روز به ازای هر نفر)	۷/۰۳	۸/۲۵	۶/۲۶	۷/۵۵

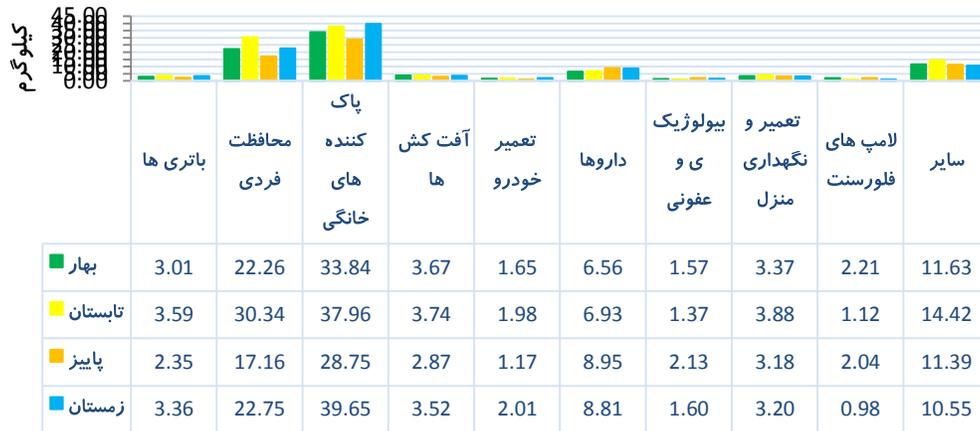


شکل ۱. نمودار مقایسه میانگین وزنی پسماندهای خطرناک و غیر خطرناک تولیدی و درصد پسماند خطرناک خانگی در فصول مختلف

(۳) نحوه چینش درصد تولید پسماندهای خطرناک خانگی در فصول مختلف سال به نمایش درآمده است. علاوه بر این، نتایج نشان دهنده آن است که سرانه تولید پسماندهای خطرناک تهرانی در فصول مختلف در بازه (۶/۲۶-۸/۲۵) گرم در روز به ازای هر نفر قرار می‌گیرد. بر این اساس بیشترین میزان تولید در فصل تابستان و کمترین آن در فصل پاییز به وقوع می‌پیوندد.

همانگونه که در شکل (۲) قابل ملاحظه است، در کلیه فصول سال مؤلفه غالب در جریان پسماندهای خطرناک خانگی پسماندهای ظروف حاوی تمیزکننده‌های خانگیست. رتبه دوم نیز به مواد و محصولات حفاظت فردی اختصاص دارد. دسته سایر که اکثراً شامل رنگ‌های مصرفی در منازل است در این رده بندی در جایگاه سوم قرار دارد. پس از این دسته، تغییرات فصلی تأثیرات عمده خود را بر روی ترکیب پسماندهای خطرناک خانگی نشان می‌دهد و بسته به فصول مختلف رده بندی دچار تغییرات چشم‌گیر می‌گردد. در شکل

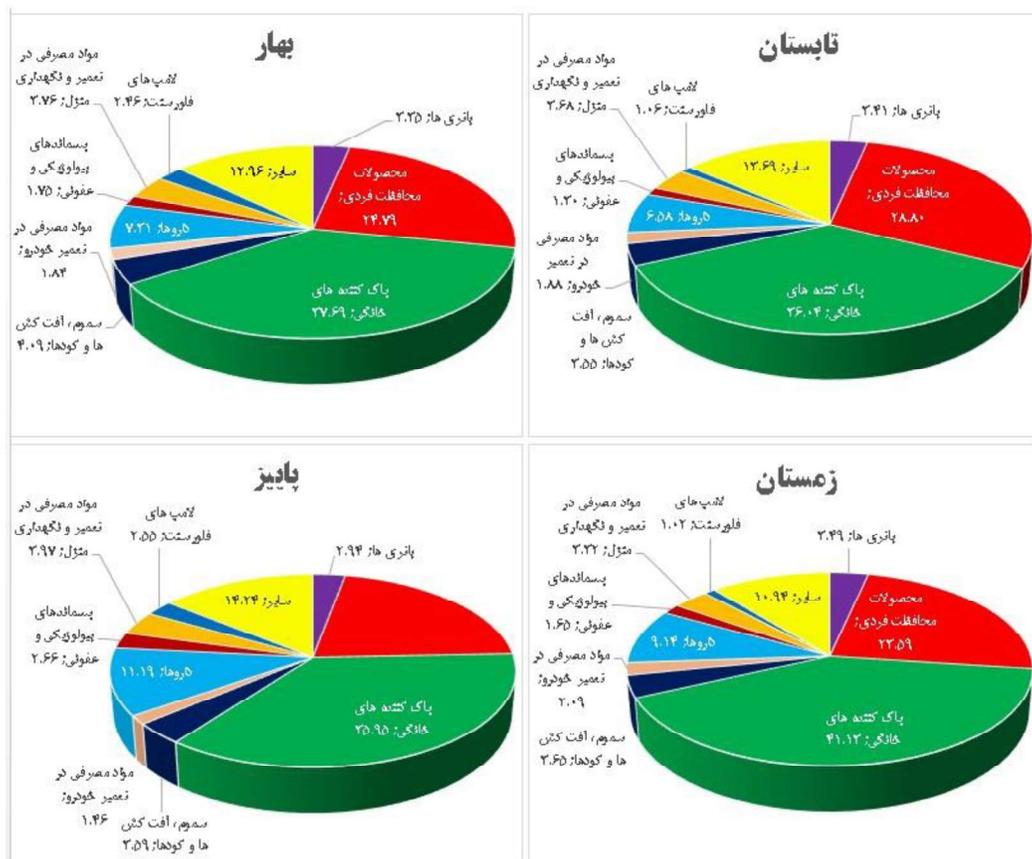
### سهم هریک از پسماندهای خطرناک خانگی در چهار فصل سال بر حسب کیلوگرم



گروه های مختلف پسماندهای خطرناک خانگی

بهار تابستان پاییز زمستان

شکل ۲. مقایسه میزان تولید هریک از مؤلفه‌های پسماندهای خطرناک خانگی در فصول مختلف سال



شکل ۳. نمودار مقایسه پراکنش مؤلفه‌های مختلف پسماندهای خطرناک خانگی در فصول مختلف سال

#### ۴. نتیجه گیری

پسماندها در فصول مختلف سال دارای تفاوت معنادار است. در جدول (۴) به مقایسه سرانه تولید و سهم درصدی پسماندهای خطرناک خانگی در دیگر پژوهش‌ها پرداخته شده است. تفاوت‌های موجود در سرانه تولید، می‌تواند علاوه بر عواملی همچون الگوی مصرف، سطح آگاهی جامعه، موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، وضعیت اقتصادی و ... ناشی از تفاوت روش‌های نمونه‌گیری، طبقه‌بندی ترکیبات خطرناک خانگی و چگونگی اطلاق واژه خطرناک به پسماندهای تولید شده توسط خانه‌داران باشد.

نتایج پژوهش حاضر که به تعیین ترکیب و میزان تولید پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران پرداخته است گویای آن است که میزان سرانه تولید پسماند خطرناک خانگی در شهر تهران در بازه (۸/۲۵-۶/۲۶) گرم قرار داشته که این میزان (۱/۵۶-۱/۲۲) درصد از جریان پسماند خانگی شهر تهران را به خود اختصاص داده است. شایان ذکر است، با استفاده از آنالیز آماری داده‌های به دست آمده در فصول مختلف سال مشخص شده است که میزان تولید این دسته از

جدول ۴. مقایسه میزان سرانه تولید و درصد پسماند خطرناک خانگی در پژوهش حاضر و دیگر تحقیقات

منبع	درصد پسماند خطرناک خانگی	مکان پژوهش	منبع	سرانه تولید (گرم در روز)	مکان پژوهش
(Fikri et al., 2018)	۵/۷	سمارانگ اندونزی	(Delgado et al., 2007)	۵۰/۸۹	مکزیکالی، مکزیک
(Delgado et al., 2007)	۳/۷	مکزیک	(Chaib et al., 2014)	۲۵	ایالت جنوبی مالزی
(Adamcová et al., 2016)	۲/۰۴۷	جمهوری چک	(Iswanto et al., 2019)	۱۳/۸۹	دانمارک
پژوهش حاضر	(۱/۵۸ - ۱/۲۲)	تهران	پژوهش حاضر	(۸/۲۵ - ۶/۲۶)	تهران
(Eisted & Christensen, 2011)	۱/۲	گرین لند	(Yasuda & Tanaka., 2006)	۵/۴۸	ژاپن
(Gendebien et al., 2002)	۱	ایتالیا	(Gu et al., 2014)	۶/۱۶	سوژی چین
(Pourzamani et al, 2019)	۰/۶	اصفهان	(Pourzamani et al, ) (2019)	۲/۷۴	اصفهان
(Amouei et al., 2014)	۰/۳	امیرکلا بابل	(Amouei et al., 2014)	۲/۶	امیرکلا بابل
(تکدستان و همکاران، ۱۳۹۱)	۰/۰۵	اهواز	(Iswanto et al., 2019)	۲/۴۴	سلمن اندونزی
(کوهنی و همکاران، ۱۳۹۱)	(۰/۷-۱/۳)	ایران	(Gendebien et al., 2002)	۰/۴	یونان

اصلی پسماندهای خطرناک خانگی (پاک‌کننده‌های خانگی، محصولات حفاظت فردی و همچنین سایر که شامل رنگ‌های مصرفی در منازل هستند) در فصول مختلف سال در بازه (۷۸/۵۳-۷۱/۶۵) درصد قرار داشته و فصلی که بیشترین میزان درصد را داراست (فصل تابستان) دارای سرانه تولید بالاتر و پاییز نیز با کمترین میزان درصد، پایین‌ترین سرانه تولید را به خود اختصاص داده است. در فصل تابستان با گرم شدن هوا میزان استفاده از محصولات

نتایج گزارش شده در جدول (۳) نشان می‌دهد که بیشترین میزان وزنی تولید پسماندهای خطرناک خانگی مختص فصل تابستان بوده، در صورتی که در فصل زمستان، سهم این دسته از پسماندها در قیاس با دیگر فصول سال بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد. از سویی دیگر، تولید پسماندهای خطرناک خانگی در فصل پاییز در قیاس با دیگر فصول سال به حداقل خود می‌رسد. درصدهای ارائه شده در شکل (۳) نشان می‌دهد که مجموع درصدهای سه مؤلفه

حفاظت فردی نظیر شامپوها، اسپری‌ها، لوسیون‌ها و ... افزایش می‌یابد. همچنین تعطیلی مدارس و دانشگاه‌ها و ادارات، افزایش میزان بازسازی‌های منازل و تعمیرات خودرو برای سفرهای تابستانی را به همراه خواهد داشت که این عوامل به تولید بیشترین میزان پسماندهای خطرناک خانگی در تابستان می‌انجامد. در سویی دیگر در فصل زمستان با نزدیک شدن به نوروز باستانی ایرانیان، رسوم خانه‌تکانی و دور انداختن مواد و پسماندهای بی‌استفاده، استفاده گسترده از پاک‌کننده‌های خانگی برای نظافت منازل و همچنین تعمیرات خودرو برای سفرهای نوروزی، باعث رشد قابل توجهی در میزان این دسته از پسماندها در فصل زمستان می‌شود. شایان ذکر است که در فصل تابستان با تشدید گرمای هوا، تعطیلی مدارس و دانشگاه‌ها، افزایش طول روز و فعالیت بیشتر مردم، استفاده شهروندان از سبزیجات و میوه‌هایی نظیر هندوانه و ... و همچنین نوشیدنی‌ها و به‌طور کلی تغییر الگوی مصرف و روند افزایش آن، به افزایش چشم‌گیر میزان تولید پسماند شهری منجر شده و این امر باعث می‌شود که علی‌رغم تولید بیشتر پسماندهای خطرناک خانگی در فصل تابستان، سهم این پسماندها از جریان پسماندهای خانگی، نسبت به فصل زمستان کمتر شود. در ابتدای فصل پاییز بخشی از پسماندهای ناشی از تعمیرات انجام گرفته در پایان فصول گرم در مخازن پسماند شهری قرار می‌گیرند و با ورود به فصل سرما و با بازگشایی مدارس و دانشگاه‌ها به دلیل افزایش ابتلا به بیماری‌های فصلی و واگیردار میزان استفاده از داروها و به‌تبع آن سرنگ‌ها افزایش می‌یابد، اما با کاهش دما، میزان تعرق کاسته شده و نیاز به استحمام روزانه و شستشوی لباس‌های کثیف کاهش یافته، در نتیجه استفاده از محصولات حفاظت فردی و پاک‌کننده‌های خانگی نیز کاهش چشم‌گیری می‌یابد، دلایل ارائه شده در فوق باعث تولید کمترین میزان پسماند خطرناک خانگی در طی سال در فصل پاییز می‌شود.

در حال حاضر به دلیل نبود اطلاعات کافی درباره میزان تولید، مؤلفه‌های موجود در پسماند خطرناک خانگی و

همچنین آثار ناشی از مدیریت نادرست این دسته از پسماندها در شهر تهران، برنامه‌ای برای جمع‌آوری مجزا و مدیریت اصولی این دسته از پسماندها وجود ندارد. در حال حاضر پسماندهای خطرناک خانگی در شهر تهران همراه با سایر پسماندهای تولیدی توسط منازل، جمع‌آوری شده و مانند دیگر پسماندهای شهری مدیریت می‌شود. با استفاده از اطلاعات حاصل از پژوهش حاضر می‌توان اقدام به جمع‌آوری مجزای این دسته از پسماندها با تناوب یک بار در هفته یا ایجاد مراکز تحویل پسماندهای خطرناک خانگی در سطح شهر به‌منظور جداسازی داوطلبانه توسط شهروندان تهرانی اقدام کرد. جمع‌آوری جداگانه، می‌تواند پایه‌گذار مدیریت صحیح این دسته از پسماندها در شهر تهران به‌عنوان الگویی برای دیگر شهرهای کشور باشد. با توجه به این که بخش اعظم پسماندهای خطرناک خانگی شهر تهران شامل ظروف حاوی مواد شیمیایی خطرناک است، تنظیف این دسته از ظروف می‌تواند تأثیر بسزایی بر میزان تولید این دسته از پسماندها بگذارد. از طرفی دیگر، استفاده از مواد محصولات با سمیت کمتر مانند شوینده‌های سازگار با محیط‌زیست یا محصولات دارای امکان استفاده مجدد، نظیر باتری‌های قابل شارژ می‌تواند به کاهش حجم و سمیت پسماندهای خطرناک خانگی کمک شایانی کند. همچنین اصلاح الگوی مصرف داروها، پرهیز از خود درمانی و مصرف کامل داروهای تجویز شده توسط پزشک معالج باعث کاهش تولید پسماند دارویی می‌شود. علاوه بر موارد ذکر شده در فوق، انجام تزریقات در مراکز درمانی و همچنین تعمیر خودرو توسط تعمیرگاه‌ها به علت نظارت بیشتر بر مدیریت اصولی این دسته از پسماندها توسط این واحدهای صنفی، می‌تواند در مدیریت اصولی پسماندهای عفونی - بیولوژیکی و پسماندهای مربوط به تعمیرات خودرو نقش بسزایی را ایفا کند.

#### یادداشت‌ها

1. Market failure
2. Public Goods
3. Externality

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 4. Revealed Preference Methods | 14. Status quo                      |
| 5. Stated Preference Methods   | 15. Lancaster                       |
| 6. Willingness to Pay          | 16. random utility theory           |
| 7. Willingness to Accept       | 17. Indirect Utility Function       |
| 8. Starting Point Bias         | 18. Extreme- value Distribution     |
| 9. yeasaying                   | 19. Weibull distribution            |
| 10. Free Riding                | 20. Nested Logit                    |
| 11. Multi-attribute valuation  | 21. Generalized extreme value       |
| 12. Choice Experiment          | 22. Alternative Sppecified Constant |
| 13. Baseline Alternative       |                                     |

## منابع

- آیین‌نامه اجرایی قانون مدیریت پسماندها، هیئت محترم وزیران، ۱۳۸۴
- تکدستان، ا.، سراج، م.، علوی، ن. و جعفرزاده، ن. ۱۳۹۱. «ارائه الگوی مناسب مدیریتی جهت ساماندهی زائدات خطرناک موجود در پسماندهای شهری ایران (مطالعه موردی شهر اهواز)»، نخستین همایش بین‌المللی و ششمین همایش ملی مدیریت پسماند، سازمان شهرداری‌ها و دهرداری‌های کشور، اردیبهشت ۱۳۹۱، مشهد، ایران
- رضایی، م.، بخشنده نصرت، ع. و دریاباری، ج. ۱۳۹۶. «کاربرد برنامه‌ریزی استراتژیک در مدیریت و برنامه‌ریزی کلان‌شهر تهران»، مدیریت شهری، شماره ۴۷.
- قانون مدیریت پسماندها، مصوب مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۳
- کوهنی، م.، حسینی، ع.ا. و هویدی، ح. ۱۳۹۱. «بررسی نحوه مدیریت پسماندهای خطرناک خانگی و چگونگی بازیافت در کلان شهرها و پیشنهاد راهکارهای اجرایی»، ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی محیط‌زیست، انجمن مهندسی محیط‌زیست ایران، تهران، ایران
- مرکز آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵.
- واقعی، ی.، بلادی موسوی، ص. و روحانی، م.ف. ۱۳۸۲. «ارائه روشی برای برآورد میزان رشد متغیر جمعیت»، علوم انسانی دانشگاه الزهراء(س)، ۱۲ و ۱۳ (۴۴ و ۴۵)
- Adamcová, D., Vaverková, M. D., Stejskal, B. and Břoušková, E. 2016. Household solid waste composition focusing on hazardous waste. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(2): 487–493. <https://doi.org/10.15244/pjoes/61011>
- Amouei, A., Hoseini, R., Asgharnia, H., Fallah, H., Faraji, H. and Aghalari, Z. 2014. Investigation of household hazardous wastes production in the amirkola township, Iran, in 2012-2013. *Iranian Journal of Health Sciences* 2(3): 8–14.
- Chaib, H., Hamouda, A. and M.A, M. 2014. Household hazardous waste management in malaysia. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 3(12): 13517–13523.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*, 3rd Edition.
- Conservation, R. and Act, R. 2014. *Orientation Manual* 2014. October.
- Delgado, O.B., Ojeda-Benítez, S. and Márquez-Benavides, L. 2007. Comparative analysis of hazardous household

- waste in two Mexican regions. *Waste Management*, 27(6), 792–801. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.022>
- Eisted, R. and Christensen, T. H. 2011. Characterization of household waste in Greenland. *Waste Management*, 31(7), 1461–1466. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.018>
- Fikri, E., Purwanto, P. and Sunoko, H. R. 2018. Characteristics and Generation of Household Hazardous Waste (HHW) in Semarang City Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 31, 3–6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183109026>
- Gendebien, A., Leavens, A., Blackmore, K., Godley, A., Lewin, K., Franke, B. and Franke, A. 2002. Study on Hazardous Household Waste (HHW) with a main emphasis on Hazardous Household Chemicals (HHC). July, 150.
- Gu, B., Zhu, W., Wang, H., Zhang, R., Liu, M., Chen, Y. and et al. 2014. Household hazardous waste quantification, characterization and management in China's cities: A case study of Suzhou. *Waste Management*, 34(11): 2414–2423. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.002>
- Inglezakis, V. J. and Moustakas, K. 2015. Household hazardous waste management: A review. *Journal of Environmental Management*, 150: 310–321. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.11.021>
- Iswanto, Sudarmadji, Wahyuni, E. T. and Sutomo, A. H. 2019. Household Hazardous Solid Waste (HHSW) Management Schemes in Sleman Regency for Future. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 256(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/256/1/012049>
- Jeong, B. Y., Lee, S. and Lee, J. D. 2016. Workplace accidents and work-related illnesses of household waste collectors. *Safety and Health at Work*, 7(2): 138–142. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2015.11.008>
- John H. Martin, A. R. C. and R. G. D. P. E. 1995. A sampling protocol for composting, recycling, and re-use of municipal solid waste. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 45(11), 899–901. <https://doi.org/10.1080/10473289.1995.10467416>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-tata, P. and Van Woerden, F. 2018. What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 (English). Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/697271544470229584/What-a-Waste-2-0-A-Global-Snapshot-of-Solid-Waste-Management-to-2050>
- Narros, A., Del Peso, M. I., Mele, G., Vinot, M., Fernández, E. and Rodríguez, M. E. 2009. Determination of Siloxanes in Landfill Gas By Adsorption on Tenax Tubes and TD-GC-MS. *Proceedings Sardina 2009, 12th International Waste Management and Landfill Symposium*, October 2009, 8.
- Otoniel, B. D., Liliana, M. B. and Francelia, P. G. 2008. Consumption patterns and household hazardous solid waste generation in an urban settlement in México. *Waste Management*, 28(SUPPL. 1), 2–6. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.019>
- Pourzamani, H., Rohollah, F., Heidari, Z., Puralaghebandan, H., Fadaei, S., Karimi, H. and Talebi, P. 2019. Comparative Analysis of Household Hazardous Waste in Different Seasons of Year ( Case Study ). *Arch Hyg Sci* 2019;8(1):27-34
- Rupani, P. F., Maleki Delarestaghi, R., Asadi, H., Rezani, Sh., Park, J., Abbaspour, M. and Shao W. 2019. Current Scenario of the Tehran Municipal Solid Waste Handling Rules towards Green Technology. *International Journal of Environmental Research and Public Health* <https://doi.org/10.3390/ijerph16060979>
- Slack, R.J., Gronow, J.R. and Voulvoulis, N. 2005. Household hazardous waste in municipal landfills: Contaminants in leachate. *Science of the Total Environment*, 337(1–3), 119–137. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.07.002>
- Slack, R. J., Gronow, J. R. and Voulvoulis, N. 2009. The management of household hazardous waste in the United Kingdom. *Journal of Environmental Management*, 90(1), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.03.007>
- Tao, Z., Dai, S. and Chai, X. 2017. Mercury emission to the atmosphere from municipal solid waste landfills: A

- brief review. *Atmospheric Environment*, 170, 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.09.046>
- USEPA, 2005. United States Environmental Protection Agency, Municipal Solid Waste e Household Hazardous Waste, Office of Solid Waste, US-epa, Washington D.C., USA.
- Yasuda, K. and Tanaka, M. 2006. Report on hazardous household waste generation in Japan. *Waste Manage. Res.* 24, 397e401.
- Ziaee, Sh., Ghasemali Omrani, Gh., Makie Ale Agha, M. and Mansouri, N. 2012. Qualitative and Quantitative Examination of Household Hazardous Waste in Tehran. *Advances in Environmental Biology*, February 2012, 676–683.