Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2024 (01 Jul);21: 3

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Presenting an environmental assessment model of risks caused by electronic waste (Case study of Tehran Municipality, Region 6)

Zahra Rafighi, PhD student of Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Zahra abedi, (*Corresponding author), Assistant Professor, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. zah.abedi@gmail.com

Hanieh nikoomaram, Assisstant professor, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Seyed Alireza Haji mirza hoseini, Associated Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Background and aims: Nowadays, with the advent of the electronics industry in human life, the issue of electronic waste has emerged as one of the most significant concerns for urban management. These wastes pose a substantial environmental risk. Hence, managing the risks associated with electronic waste is a necessity for urban management today. Risk assessment can guide city management on where to invest more resources. The aim of this research is to develop a model for assessing the environmental risks posed by electronic waste.

Methods: In this study, the 3D-Melborn method was employed as the foundational model, and DEMATEL was utilized for risk modeling. Expert opinions were gathered in a fuzzy format, and calculations were performed based on this fuzzy data.

Results: The findings indicated that in risk assessment, three parameters - probability, intensity, and contact - were identified as the primary evaluation parameters. Reversibility and neutralization were determined as corrective parameters.

Conclusion: The results revealed that the most significant environmental risk is soil contamination caused by heavy metals in electronic waste. The reversibility and neutralization indices in environmental risk assessment allow pollutants that can be reversed and removed from the environment to be evaluated at a lower level than substances that persist in the environment.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

E-Waste

Environmental risk assessment

DEMATEL

Heavy metal

Soul pollution

Received: 2024/02/19

Accepted : 2024/04/30

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

One of the most crucial aspects of the environment in urban management is solid waste. It has a significant impact on society, making its management one of the most vital tasks in urban management. Annually, only 8% of the 15 million tons of waste produced in the country is recycled. The dumping and accumulation of garbage can lead to extensive, irreparable losses and land degradation. The short lifespan of computer equipment, coupled with people's desire to diversify their use of new electronic devices, has gradually made electronic waste a major global problem. According to a United Nations report, between 20 and 50 million tons of electronic waste are disposed of worldwide each year, with the United States being the largest producer of this waste.

Bangladesh generates approximately 400,000 tons of e-waste annually, and the accumulation of e-waste is expected to increase by 20% each year. The collection and disposal of garbage, along with addressing the health consequences of leaving garbage in the streets and habitats, are among the primary goals and slogans of urban management that prioritizes the health of citizens and the environment.

The collection, transfer, and disposal of these wastes require special arrangements, which have been given particular attention in urban management. Separating electronic waste at the source simplifies the management of this hazardous waste and reduces the associated risks. On the other hand, electronic waste contains valuable metals such as nickel, chromium, manganese, and silver, which are highly valuable and make recycling economically viable. The question here is how long this waste can remain in the environment. Until now, the usefulness of the recycling process was determined solely based on the quantity of these wastes. However, the environmental risk these wastes pose to the environment and human life is sometimes so high that it is not feasible to focus solely on its economic profitability. Severe environmental crises, along with the acceleration of industrialization in countries and the consequent increase in energy consumption and international trade, are very evident. Based on this, in recent decades, the study of the relationship between economic growth, the exploitation of natural resources, and changes in environmental quality has received serious attention from the world's scientific and managerial circles.

One of the practical definitions of risk is the probability of a failure with a certain severity at a certain time. Risk is a combination of two parameters of severity and probability at a certain time. In other words, risk is the possibility that the risk will cause harm and damage multiplied by the severity of that harm or damage. Therefore, risk is the possibility of a risk becoming actualized. Mathematically, risk is calculated by multiplying the probability of a specific adverse event (such as physical injury, fire, etc.) by the outcome of that event. In many of the presented articles, risk is mentioned as an important and effective tool in decision making. In risk evaluations, the use of decision-making modes and multi-objective models can solve the problems that exist in the evaluation and personal judgments of the evaluators. The risk of regional accidents is considered as the focus and the most difficult challenge of management, which is a serious threat to people's lives and property. Much of the current literature relies on the calculation and assessment of risks from environmental incidents. There is little information about the driving factors of the risks of environmental accidents, and how they affect the level and characteristics of the distribution of risks, especially the inherent links between regions and companies (individuals). Studies on how environmental hazards evolve in abandoned mining areas in the medium term have rarely been conducted. Although the answer to this question is necessary to evaluate the need for immediate control measures in these areas, the justification of these plans is not clear due to the uneconomical nature of their control. This research was carried out with the aim of determining the model of environmental assessment of risks caused by electronic waste. The main research question is to determine the factors affecting the environmental pollution caused by electronic waste.

METHODOLOGY

This research is applied in terms of purpose, and in terms of method, it is a descriptive type of model solution in which the researcher aims to provide a model to analyze the risks of electronic waste. The research method employed in this study is a survey method. In implementing this method, due to the specialized nature of the subject, the views and opinions of experts are utilized. To achieve this goal, it is necessary to use the opinions of experts who have studied solid waste and risk for years and are familiar with urban management. The DEMATEL method was used to compile the model of environmental risk caused by electronic waste and to check the cause-and-effect relationship.

The 3D-Melbourne method was used for risk assessment, and the risk assessment parameters in this method include probability, intensity, and contact.

$RS=E\times L\times C$

In environmental risk assessments, one of the effective parameters is the degree of reversibility, which consists of two factors: reversibility and neutralization. Reversibility illustrates the difference between materials such as plastic and perishable materials such as food or paper.

The neutralization factor indicates the possibility of

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

Table 1. The fuzzy domains used in this research (29)

ردیف	Lingisquec Term	عدد فازی
1	Very High VH	5, 5, 4
2	High H	4.5, 4, 3.5
3	Medium M	4, 3, 2.5
4	Low L	3, 2.5, 2
5	Very Low VL	2.5, 2, 1

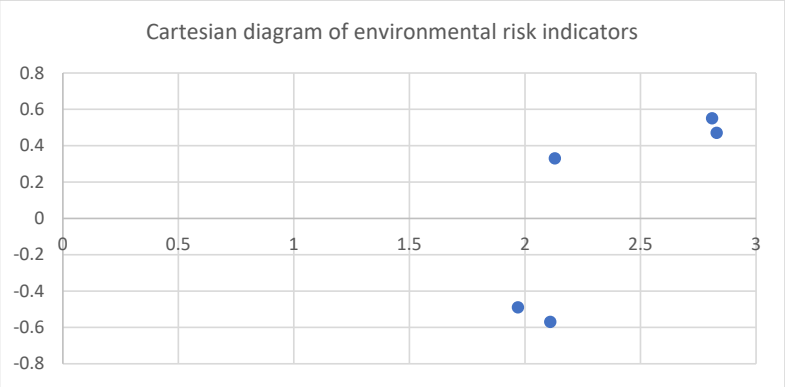


Fig. 1. Cartesian diagram of environmental risk indicators

neutralizing the pollution created in the environment. This index shows the difference between pollution caused by acids and pollution caused by mineral oil substances.

In the first step of implementing the risk assessment method, a team of experts was formed. Experts at this stage are individuals who have environmental expertise (at least a bachelor's degree) and at least 5 years of work experience in municipal waste management, and are familiar with the concept of risk and the 3D-Melbourne method. To familiarize all the selected experts, they participated in the risk assessment workshop that was held for this purpose.

To determine the type of risks, the experts were asked to independently identify the risks associated with electronic waste obtained from the available documents. They used a Likert scale in a fuzzy environment according to the provided checklist and the provided fuzzy domain. This was used in Table 1.

Then, using the COA central limit relationship, the opinions of the experts were diffused, and the values obtained were incorporated into the subsequent calculations.

$$COA = \frac{a + 2b + c}{4}$$

For the risk modeling part, the network model was employed, in which DEMATEL was used to determine the relationship between the elements defined in risk. In this regard, we determined the influence and effectiveness of the elements by using DEMATEL. Subsequently, decision tree models were used to determine the type of connection between elements, thereby establishing the conceptual model.

RESULTS

The results of the DEMATEL section revealed that the elements of probability, intensity, and contact are the factors influencing risk, while the elements of reversibility and neutralization are effective. This portion of the results is depicted in Figure 1.

Based on the results obtained, it was discovered that there is a one-way relationship between probability, intensity, and contact, and all three factors influence risk. As for the parameters of reversibility and neutralization, there are network relationships, and they are interconnected. Therefore, the conceptual model of environmental risk assessment can be depicted as Figure 2.

We use the following relationship to determine the reversibility parameter:

$$Re = re + ne$$

Re : Reversibility Factor
re: reversibility index
ne: Neutralization index
The presented mathematical model is:

$$\begin{cases} RS = P \times SE \\ Re = re + ne \\ RS_c = RS \times Re \end{cases}$$

According to the opinions of experts and fuzzy calculations, it was determined that the most significant pollution caused by electronic waste is

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

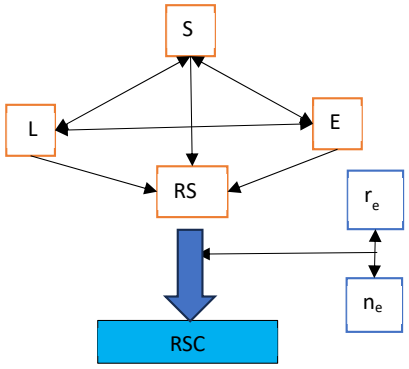


Fig. 2. Conceptual model of environmental risk assessment

Table 1. The results of the calculations of the risk level of the determined aspects in electronic waste

سطح ریسک	RSc	Re	ne 1-5	re 1-5	RS	E 1-10	S 1-10	P 0-1	Environmental Aspects
High	121.42	8	4.4	3.6	15.17	1.6	10.2	0.93	soil-heavy metals
medium	99.44	7.6	3.8	3.8	13.8	2.4	9.4	0.58	Water – Heavy metals
Low	84.87	7.6	3.6	4	11.16	1.8	9.4	0.6	Air – Heavy metals

related to soil pollution, water pollution, and air pollution, all caused by heavy metals. In accordance with the presented model, the risk levels of aspects of soil-heavy metals, water-heavy metals, and air-heavy metals were evaluated. The results of this evaluation are presented in Table 1.

DISCUSSION

The results indicated that the most significant source of pollution in electronic waste is the presence of heavy metals, a finding that aligns with the results of Kazancoglu. In Kazancoglu's article, it is stated that the main board of computer systems is the primary source of heavy metal pollution in the environment. In this research, decision-making models were utilized to prioritize the environmental aspects of electronic waste, with soil pollution caused by heavy metals being identified as the most critical environmental aspect.

Furthermore, the results showed that the most significant environmental aspect caused by electronic waste is soil pollution due to heavy metals. These findings are consistent with the results presented by Okeki et al. in their article, in which they also stated that soil pollution caused by heavy metals is the most significant risk associated with electronic waste.

CONCLUSION

Environmental risk assessment should be capable of predicting and evaluating the effects that a factor can bring to the environment. In the environmental assessment, two parameters are defined: reversibility (for the long-term effects of a pollution agent) and neutralization (for the ability to remove from the environment). In many existing articles on environmental risk assessment, only two parameters, probability and intensity, have been used, which may not provide the required accuracy in environmental risk assessment. According to the results obtained, it is concluded that with regard to electronic waste, it is necessary to consider the indicators of reversibility and neutralization in the risk assessment process and incorporate them as corrective parameters in the risk assessment. These indicators enable substances that are reversible in the environment to have a more accurate assessment of the pollution created.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this manuscript.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

In this article, the environmental risk assessment model is developed so that more accurate assessments can be made. In this model, two parameters reversibility and neutralization were entered into the model as two independent parameters

OPEN ACCESS

©2024 The author(s). This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ETHICAL CONSIDERATION

There is not Ethical consideration

CODE OF ETHICS

There is not code of ethics

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

How to cite this article:
Zahra Rafighi, Zahra abedi, Haniyeh nikoomaram, Seyed Alireza Haj mirza hoseini. Presenting an environmental assessment model of risks caused by electronic waste (Case study of Tehran Municipality, Region 6). Iran Occupational Health. 2024 (01 Jul);21:4.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

سلامت کار ایران
دوره ۲۰۲۱ - ۳/۱۴۰۳

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

ارائه الگوی ارزیابی ریسک محیط زیستی خطرات ناشی از زباله های الکترونیکی (مطالعه موردی شهرداری تهران منطقه۶)

زهرا رفیقی: دانشجوی دکترا، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم تحقیقات تهران.
زهرا عابدی: (* نویسنده مسئول) استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
abedi2015@yahoo.com
هانیه نیکو مرام: استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
سید علیرضا حاجی میرزا حسینی: دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم تحقیقات ، تهران ، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: امروزه با ورود صنعت الکترونیک در زندگی انسان بحث زباله های الکترونیکی یکی از مهم ترین دغدغه های مدیریت شهری شده است. این زباله ها دارای ریسک محیط زیستی بالایی می باشند. لذا کنترل ریسک های زباله های الکترونیکی امروز از الزامات مدیریت شهری است. ارزیابی ریسک می تواند به مدیریت شهری کمک کند که در چه حوزه ای باید بیشتر سرمایه گذاری کند. هدف از این تحقیق تدوین الگوی ارزیابی محیط زیست خطرات ناشی از زباله های الکترونیکی می باشد.
روش بررسی: در این تحقیق از روش 3D-Melborn جهت الگوی پایه و از DEMATEL جهت مدل سازی ریسک استفاده شده. در این تحقیق نظر خبرگان بصورت فازی بدست آمده و محاسبات آن بر اساس فازی انجام گرفت.
یافته ها: نتایج نشان داد که در ارزیابی ریسک ۳ پارامتر احتمال ، شدت و تماس بعنوان پارامتر های اصلی ارزیابی و برگشت پذیری و خنثی سازی بعنوان پارامتر های اصلاحی تعیین گردید. نتایج نشان داد که مهمترین ریسک زیست محیطی آلودگی خاک ناشی از فلزات سنگین زباله های الکترونیکی می باشد.
نتیجه گیری: شاخص برگشت پذیری و خنثی سازی در ارزیابی ریسک های محیط زیستی این امکان را ایجاد می کند که آلودگی هایی که قابلیت برگشت و حذف از محیط زیست را دارند نسبت به موادی که دارای شاخص ماندگاری در محیط زیست را دارند در سطح پایین تری ارزیابی شود.
تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها
زباله الکترونیکی
ارزیابی ریسک محیط زیستی
DEMATEL
فلزات سنگین
آلودگی خاک

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۱۱

شیوه استناد به این مقاله:
Zahra Rafighi, Zahra abedi, Haniyeh nikoomaram, Seyed Alireza Haj mirza hoseini. Presenting an environmental assessment model of risks caused by electronic waste (Case study of Tehran Municipality, Region 6). Iran Occupational Health. 2024 (01 Jul);21:4.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

مقدمه

یکی از مهم ترین جنبه های محیط زیستی در مدیریت شهری پسماند جامد می باشد که تاثیرات زیادی را در جامعه ایجاد می کند و به همین دلیل مدیریت آن از مهم ترین وظایف تعریف شده در مدیریت شهری است. سالانه از ۱۵ میلیون تن زباله تولید شده در کشور فقط ۸ درصد آن بازیافت می شود. دفن زباله ها و انباشتن آن ها سبب بروز زیان های جبران ناپذیر فراوان و از دست دادن زمین ها در سطح گسترده خواهد شد. زباله ها در حالی که می توانند برای محیط زیست مخرب باشند می توانند با استفاده از روشی درست به عنوان جایگزین مهم معادنی که امروزه محتوایشان رو به اتمام است، در نظر گرفته شوند. زباله ها به ویژه زباله های الکترونیکی، فلزات مضری همچون آرسنیک، جیوه، کادمیوم، سرب و غیره دارند که با دفن شدن آنها، وارد چرخه غذایی انسان می شوند و در نهایت سلامتی انسان را تهدید می کنند.

عمر کوتاه تجهیزات کامپیوتری از یک طرف و تنوع طلبی مردم به استفاده از تجهیزات الکترونیکی جدید سبب شده است که رفته رفته بحث زباله های الکترونیکی به مشکل بزرگ دنیا تبدیل شود. بر اساس گزارش سازمان ملل بین ۲۰ تا ۵۰ میلیون تن زباله الکترونیکی در سال در کل دنیا دفع شده و کشور آمریکا بزرگ ترین تولید کننده این زباله ها در جهان محسوب می شود. (۱).

کشور بنگلادش هر سال حدود ۴۰۰۰۰۰ تن زباله الکترونیکی تولید می کند و انتظار می رود انباشت زباله های الکترونیکی سالانه ۲۰ درصد افزایش یابد (۲و۳). جمع آوری و دفن اصولی زباله و توجه به عواقب بهداشتی رها سازی زباله در معابر و زیستگاه ها، از اهداف و شعارهای اساسی مدیریت شهری است که به حفظ سلامت شهروندان و محیط زیست می اندیشد. وضعیت ساماندهی زباله در هر بخش از کشور، وضعیت ویژه خود را دارد. برای مثال در استان یزد با توجه به اراضی کویری حاشیه شهر ، حساسیت کمتری ایجاد می کند. اما در استان های شمالی کشور که از یک سو به جنگل و از سوی دیگر به دریا محدود شده اند، مشکلات فراوانی ایجاد می کند. لذا باید برای هر استان کشور، الگوی دفن و بازیافت خاصی طراحی و اجراء شود (۴).

امروزه با ورود صنعت الکترونیک در زندگی انسان بحث زباله های الکترونیکی یکی از مهم ترین دغدغه های مدیریت شهری شده است (۵). بر اساس گزارش EPA در هر سال بیش از ۷۰ تن زباله الکترونیکی تولید می شود (۶). در همین گزارش اشاره شده که در سال ۲۰۱۰ به تنهایی در کشور امریکا ۲۵۸،۲ میلیون قطعه الکترونیکی جمع آوری شده است که این تعداد فقط مربوط به ۳۱٪ از قطعات پیش بینی شده جمع آوری شده در این کشور است. (۷). در سایت EPA آمده که سالانه این مقدار با روند بسیار فزاینده ای روبرو است (۸). این زباله ها نه تنها دارای ریسک محیط زیستی بالایی می باشند بلکه مدیریت آن ها نیز دارای ارزش افزوده بسیار بالایی است. (۹). مهم ترین زباله هایی که در این سرفصل قرار می گیرند عبارتند از دستگاه‌ها و قطعات الکترونیکی مصرف شده مانند تلفن‌ها و کامپیوترها، لوح فشرده، کیت های الکترونیکی و... که حاوی فلزات خطرناکی مانند کادمیوم ، مس ، نیکل ، روی ، باریم ، برلیوم ، انواع پلاستیک ، آلومینیوم ، نقره ، پلاتین که اگر در طبیعت رها شوند پس از پایان عمر مفید و عدم بازیافت صحیح ، آلوده کننده خطرناک محیط زیست به شمار می‌روند (۱۰). یکی از دلایلی که زباله های الکترونیکی به مرور زمان تبدیل به یک معضل بزرگ می شوند کوتاه بودن عمر تجهیزات الکترونیکی و متنوع بودن سلیقه مردم و همچنین تغییرات ایجاد شده در صنایع می باشد (۱۱). جمع آوری و انتقال و دفع این زباله ها نیاز به تمهیدات خاصی دارد که در مدیریت شهری به آن توجه ویژه ای شده است. تفکیک زباله های الکترونیکی از مبدا سبب می شود که مدیریت این زباله های خطر ناک راحت تر و با ریسک کمتری صورت بگیرد. از طرفی زباله های الکترونیکی دارای فلزات ارزشمندی مانند نیکل، کرم، منگنز وطلاو نقره ... بوده که ارزش بالایی داشته و بازیافت آن ها را مقرون به صرفه می کند. (۱۲). سئوال اینجا است که این زباله ها تا چه میزان می تواند در محیط زیست باقی بماند. تا امروز فقط به سودمند بودن فرایند بازیافت با توجه به میزان موجودیت این زباله ها تصمیم گیری می شد. در حالی که میزان ریسک محیط زیستی که این زباله ها به محیط زیست و زندگی انسان وارد می کند گاها آنقدر زیاد است که نمی توان فقط به سود آوری اقتصادی آن توجه کرد. بحران های شدید محیط زیستی همراه با تسریع در روند صنعتی شدن کشورها و به تبع آن افزایش تقاضا برای مصرف انرژی و تجارت بین الملل بسیار مشهود است که بر این اساس، در دهه های اخیر بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و بهره برداری از منابع طبیعی و تغییر در کیفیت محیط زیست مورد توجه جدی محافل علمی و مدیریتی دنیا قرار گرفته است . (۱۳)

مدیریت آلودگی های خطرناک و ارائه برنامه های کنترلی مستلزم شناخت محیط و سازمان است که بتوان با استفاده از توان آن سازمان برنامه های کنترلی مناسبی را

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

تعریف نمود. (۱۴) مهمترین خطرات زباله های الکترونیک عبارت است از: (۱۵)

- کادمیوم موجود در یک باطری گوشی موبایل می تواند ۶۰۰ متر مکعب آب را آلوده کند.
- استفاده از اسیدهای قوی جهت بازیافت فلزات گرانبها مانند طلا.
- پلی کربنات ها (PCBs) در خازن ها و تقویت کننده ها.
- پلی ونیل کلراید (PVC) حاصل از پوشش های پلاستیکی و کابل ها.
- دیواکسین ها و فوران های حاصل از سوزاندن کابل ها و پوشش های عایق .
- CU , PD ,PB , BFRو Mercury در بردها و مدارهای الکتریکی.
- اکسید سرب و کادمیوم در باطریهای کامپیوتر.
- CU,PVC , BFR در سیم ها .
- سرب استفاده شده جهت اتصال و لحیم .
- زباله الکترونیک شامل : ۲۰ ٪ یخچال – ۱۰٪ مانیتور ۱۰- ٪ تلویزیون – ۱۵ ٪ کامپیوتر ، فکس ، تلفن و پرینتر – ۱۵٪ رادیو و ضبط صوت ها- ۳۰٪ ماشین های ظرف شویی ، قهوه ساز – چای ساز – سرخ کن.

طبق قراردادی از سوی سازمان ملل در سال ۱۹۸۹ برای کنترل زباله های خطرناک که از کشورهای ثروتمند به کشورهای فقیر وارد می شود، هر کشوری می تواند به صورت یک جانبه واردات این زباله ها را ممنوع کند، و صادر کنندگان نیز قبل از فرستادن زباله باید موافقت کشور مقصد را کسب کنند. اما آمریکا که مهم ترین منبع تولید زباله دیجیتال و سمی محسوب می شود، هرگز این قرارداد را امضا نکرد و کشورهایی مانند چین نیز به خاطر پول، مقادیر زیادی از این ضایعات را وارد می کنند. هم اکنون ۷۰درصد کامپیوترها و موبایل های جهان در چین بازیافت می‌شود. اجزاء یک کامپیوتر شخصی عبارتند از؛ ۲۶٪ شیشه – ۲۳٪پلاستیک – ۲۰ ٪ فلزات – ۱۴٪ آلومینیوم – ۱۷٪ اجزاء دیگر (شامل : مس – سرب – کادمیوم و روی). برای ساخت یک مانیتور ساده علاوه بر مواد اولیه ی مورد نیاز در حدود ۲۴۰ کیلوگرم سوخت، ۲۲کیلوگرم مواد شیمیایی، ۱۵۰۰ لیتر آب نیاز است و با توجه به این مساله به نظر می‌رسد استفاده ی مجدد از وسایل کامپیوتری می‌تواند تا حد زیادی در مصرف مواد طبیعی صرفه‌جویی به وجود آورد. بسیاری از قطعات دستگاه های رایانه ای "الکترومگنتیک" هستند که اگر به صورت درست و کارشناسانه دفع نشوند با تشعشعاتی که از خود بروز می دهند سلامتی انسان ها را با خطر جدی روبرو خواهند کرد. (۱۵)

طی آمار بدست آمده از مقالات مختلف از سال۱۳۷۱رایانه وارد ایران شده و اولین محموله تقریباً شامل ۱۰ هزار رایانه بوده است، طبق برآوردها طی چند سال اخیر هر ساله یک میلیون و ۲۰۰هزار تا یک میلیون و ۵۰۰ هزار رایانه در ایران مونتاژ شده است. مطابق با آمار بدست آمده می توان ابراز نمود که؛ در ایران بیش از ۴ میلیون رایانه از دور مصرف خارج می شود؛ عمر مفید رایانه ها در دنیا ۳ سال است؛ زباله های الکترونیکی سومین منبع بزرگ تولید سرب درزباله های جامد شهری است. گر چه زباله های الکترونیکی تنها ۲ درصد از حجم کل زباله های جمع آوری شده در کشورهای مختلف را تشکیل می دهد؛ اما این حجم ناچیز شامل ۷۰ درصد زباله های حاوی مواد سمی است. مانیتور رایانه بین ۴ تا ۸ پوند و یک تلویزیون رنگی قدیمی به طور متوسط ۸ پوند سرب دارد که ازجمله زیان های آن، ایجاد آسیب های مغزی در کودکان است. در کامپیوتر CPU نیز شامل مقادیری جیوه و کادمیوم است . (۱۶)

طبق بررسی انجام شده توسط کنوانسیون بازل در سال ۲۰۰۶ : در هر ثانیه حدود ۲۳ عدد گوشی تلفن تولید می شود.که در سال ۲۰۰۳ میزان فروش ۵۱۵ میلیون ،در سال ۲۰۰۴ ،۶۶۵ میلیون ، در سال ۲۰۰۵ ، ۸۷۰ میلیون بوده که عمر مفید آنهابطور متوسط ۱ سال بوده است (۱۷). مطالعات در امریکا نشان می دهد که ۱-۲ درصد از زباله های شهری را زباله های الکترونیک تشکیل می دهند.این تحقیق نشان می دهد که میزان رشد تولید زباله های الکترونیک ۳ برابر سایر زباله هاست. (۱۷)

اگر چه که زباله های رایانه ای به خاطر داشتن بعضی فلزات گران بها مثل طلا و پلاتین ارزشمند هستند، ولی بازیافت آن ها به علت وجود فلزات سنگین و سمی مثل سرب و کادمیوم به فناوری پیشرفته ای نیاز دارد. بنابراین در ایران انجام این کار به ظاهر اقتصادی نیست و فقط قطعات پلاستیکی و بعضی از فلزات آن مانند آلومینیوم و آهن توسط زباله جمع کن ها جداسازی و برای استفاده مجدد فروخته می شود ولی قطعات مداری پس از چندین بار استفاده دور انداخته و با بقیه زباله ها دفن می شود. این مسئله می تواند سبب تحمیل ریسک محیط زیستی به مدیریت شهری شود. (۱۹)

مسلماً دفن یا سوزاندن این مواد که به طور وسیعی انجام می شود راه حل مناسبی نیست یا حداقل آخرین راه حلی است که باید بدان اندیشید. زیرا با دفن این زباله

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

ها یا تلنبار کردن شان در محیط خرد و شکسته می شوند و بنابراین مواد سمی موجود در آن ها ریسک الودگی های آب زیرزمینی و سوزاندن آن ها نیز ریسک گازهای سمی خطرناک را وارد محیط زیست می سازد. امروزه با ورود صنعت الکترونیک در زندگی انسان بحث زباله های الکترونیکی یکی از مهم ترین دغدغه های مدیریت شهری شده است (۵) سئوال اینجا است که این زباله ها تا چه میزان می تواند در محیط زیست باقی بماند و از نظر اقتصادی در چه حدی قابل بازیافت است. تا امروز فقط به سودمند بودن فرایند بازیافت با توجه به میزان موجودیت این زباله ها تصمیم گیری می شد در حالی که میزان ریسک محیط زیستی که این زباله ها به محیط زیست و زندگی انسان وارد می کند گاها انقدر زیاد است که نمی توان فقط به سود آوری اقتصادی آن توجه کرد. بحران های شدید محیط زیستی همراه با تسریع در روند صنعتی شدن کشورها و به تبع آن افزایش تقاضا برای مصرف انرژی و تجارت بین الملل بسیار مشهود است که بر این اساس، در دهه های اخیر بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و بهره برداری از منابع طبیعی و تغییر در کیفیت محیط زیست موردتوجه جدی محافل علمی و مدیریتی دنیا قرار گرفته است. (۱۳)

یکی از تعاریف کاربردی در ریسک، احتمال بروز یک شکست با شدتی مشخص در زمانی مشخص. ریسک ترکیبی از دو پارامتر شدت و احتمال در زمانی مشخص می باشد (۲۰). به عبارت دیگر ریسک عبارتست از احتمالی که مخاطره باعث صدمه و خسارت شود ضربدر شدت آن صدمه یا خسارت. بنابراین ریسک احتمال بالفعل شدن یک خطر است. بصورت ریاضی ریسک را از حاصل ضرب احتمال یک واقعه نامطلوب خاص(مانند صدمه جسمانی،حریق و غیره) در پیامد آن واقعه. (۲۰)

در بسیاری از مقالات ارائه شده از ریسک به عنوان ابزاری مهم و موثر در تصمیم گیری یاد شده است. در ارزیابی های ریسک ،استفاده از مدهای تصمیم گیری و مدل های چند هدفه می تواند مشکلاتی که در ارزیابی و قضاوت های شخصی ارزیابی ها وجود دارد را رفع نماید. (۲۲) خطر حوادث منطقه ای به عنوان کانون و سخت ترین چالش مدیریت تلقی می شود که تهدیدی جدی برای جان و مال مردم است .بسیاری از ادبیات فعلی بر محاسبه و ارزیابی خطرات ناشی از حوادث محیط زیستی متکی است .اطلاعات کمی در مورد عوامل محرک خطرات حوادث محیط زیستی ، و چگونگی تأثیر آن ها بر سطح و ویژگی های توزیع خطرات، به ویژه پیوندهای ذاتی بین مناطق و شرکت (افراد) وجود دارد (۲۳). مطالعات در مورد چگونگی تکامل خطرات محیط زیستی در مناطق معدنی متروک در میان مدت به ندرت انجام شده است. پاسخ به این سوال با وجود اینکه برای ارزیابی نیاز به اقدامات کنترلی فوری در این مناطق ضروری است ولی به دلیل عدم اقتصادی بودن کنترل آنها توجیه این طرح ها واضح نیست (۲۴).

این تحقیق با هدف تعیین الگوی ارزیابی محیط زیستی خطرات ناشی از زباله های الکترونیکی به اجرا در آمد. سئوال اصلی تحقیق تعیین عوامل موثر بر آلودگی های محیط زیستی ناشی از زباله های الکترونیکی می باشد .

روش کار

این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر روش از نوع توصیفی حل مدل است که در آن پژوهش گر سعی می کند که الگویی را جهت تجزیه و تحلیل ریسک های زباله های الکترونیکی ارائه نماید. روش تحقیق به کار رفته دراین پژوهش، روش پیمایشی می‌باشد. در انجام این روش نظربه ماهیت تخصصی بودن موضوع از آراء و نظرات خبرگان و متخصصان امر استفاده می شود. برای دستیابی به این هدف لازم است از نظرات متخصصانی که سال‌ها در حوزه پسماند جامد و ریسک مطالعه داشته و با حوزه مدیریت شهری آشنایی دارند، استفاده شود. برای تدوین الگوی ریسک محیط زیستی ناشی از زباله های الکترونیکی و بررسی روابط علت ومعلولی ازروشDEMATEL استفاده شد. از نظر بازه زمانی این پژوهش از شهریور ماه ۱۴۰۱ الی بهمن ۱۴۰۲و از نظر قلمروی مکانی پژوهش حاضردر منطقه ۶ شهرداری تهران انجام شد. مراحل انجام این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.

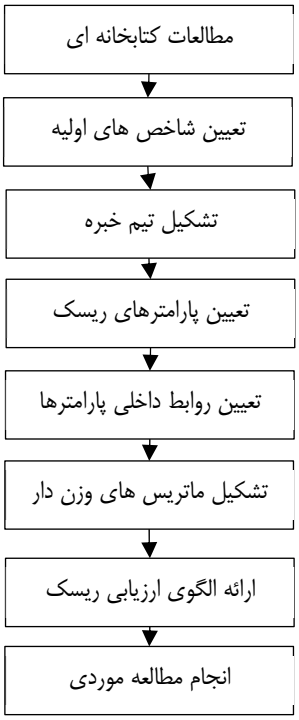
برای ارزیابی ریسک از روش 3D-Melbourne استفاده گردید که پارامترهای ارزیابی ریسک در این روش شامل احتمال، شدت و تماس می باشد.

روش ارزیابی ریسک 3D-Melbourne توسط دانشگاه ملبورن استرالیا ارائه‌شده است. در این روش سه فاکتور تماس (E)[1]، احتمال (L)[2]، پیامد (S)[3] مدنظرقرار می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر رتبه ریسک در این روش از ترکیب سه پارامتر فوق به دست می‌آید که به‌صورت زیر تعریف می‌شود. (۲۵)

$$RS=E\times L\times C$$

1- Exposure
2- Likelihood
3- Consequence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]



شکل.۱ مراحل انجام تحقیق

جدول ۱. رتبه تماس درروش 3D-melbourne (۲۵و۲۰)

تماس (E)	امتیاز
پیوسته	۱۰
مکرر	۶
گاها	۳
منقطع	۲
به ندرت	۱

جدول ۲. رتبه احتمال درروش 3D-melbourne (۲۵و۲۰)

احتمال (L)	امتیاز
تقریباً قطعی	۱
محتمل	۰/۶
ممکن	۰/۳
نامحتمل	۰/۱
به ندرت	۰/۰۵

جدول ۳. رتبه پیامد درروش 3D-Melbourne (۲۵و۲۰)

پیامد (C)	رتبه
فاجعه	۲۰
عمده	۱۰
متوسط	۵
خفیف	۲
جزئی	۱

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

جدول۴. جدول تصمیم‌گیری رتبه ریسک درروش 3D-Melbourne (۲۵و۲۰)

رتبه ریسک	سطح ریسک
۲۰<	شدید
۱۰ – ۲۰	بالا
۳ – ۱۰	متوسط
۳ >	کم

جدول ۵. تعریف استراتژی ها بر اساس رتبه ریسک

سطح ریسک	تعریف استراتژی
شدید	نیاز فوری به کنترل ریسک الزامی است، مدیریت باید طرح کنترلی آن را سریعا تصویب و به اجرا گذارد.
بالا	مدیریت ارشد باید به آن توجه نماید، تحقیات لازم در این خصوص باید به اجرا گذاشته شده و در جلسات هیئت‌مدیره نسبت به آن تصمیم‌گیری شود
متوسط	کنترل آن باید با توجه به هزینه‌های ان اقدام گردد. پایش ریسک الزامی است
کم	نیاز به روش کنترل خاصی نداشته و فقط لازم است خطر مورد پایش قرار گیرد.

جدول ۶. مدل تصمیم‌گیری در ارزیابی ریسک 3D-melbourne (۲۵و۲۰)

تماس (E)	احتمال (L)	پیامد (C)	امتیاز ریسک	سلسله مراتب کنترل ریسک
۱۰	۱	۲۰	۲۰<	حذف[1]: حذف کامل عامل و پارامتر خطرناک
۶	۰/۶	۱۰	۲۰-۱۰	جایگزینی[2]: جابجایی پارامتر خطرناک با یک پارامتر خطر ناک دیگر
۳	۰/۳	۵	۱۰-۳	مهندسی[3]: ایجاد موانع فیزیکی یا تغییر در ساختار و فرآیند
۲	۰/۱	۲		اداری[4]: ایجاد روش‌های کنترل نرم‌افزاری مانند ساختار سازمانی و آموزش
۱	۰/۰۵	۱	۳>	تجهیزات حفاظت فردی[5]: به‌عنوان آخرین روش کنترلی به‌صورت موقت برای زمان محدود

[1] - Elimination
[2] -Substitution
[3] - Engineering
[4] - Administration
[5] - PPE(personal protection equipment)

که در آن:
E: تماس
L: احتمال
C: پیامد
RS: امتیاز ریسک[1]

در این روش میزان امتیاز هرکدام از پارامترها بر اساس جداول ۱و۲و۳ تعیین می‌گردد.

با توجه به رتبه پارامترهای ریسک، میزان امتیاز ریسک (RS) بر اساس مدل ارائه‌شده محاسبه می‌شود. با توجه به جداول مشخص می‌گردد که؛ شاخص احتمال بروز، یک خطر می‌تواند، هم اثرات خنثی و هم اثرات کاهنده داشته باشد که بیان‌کننده این مسئله است که درصورتی‌که احتمال بروز خطری قطعی باشد پیامد و تماس فقط در رتبه ریسک اثر دارد. تصمیم‌گیری در خصوص رتبه ریسک در این روش بر اساس جدول ۴ انجام می‌شود.

با توجه به رتبه ریسک، استراتژی بر اساس جدول ۵ تعریف می‌گردد:

به‌طور خلاصه می‌توان مدل ارزیابی ریسک 3D-Melbourne را در جدول ۶ خلاصه نمود:

فرم جمع‌آوری اطلاعات درروش 3D-Melbourn در جدول ۷ نشان داده شده است.

در ارزیابی های ریسک محیط زیستی یکی از پارامترهای اثر گذار میزان برگشت پذیری است که از دو عامل قابلیت برگشت و قابلیت خنثی سازی تشکیل شده است. برای تعیین میزان شاخص برگشت پذیری از جدول ۸-۳ استفاده می گردد. این شاخص تفاوت بین موادی مانند پلاستیک و مواد قابل فساد مانند مواد غذایی را نشان می دهد.

1- Risk Score

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

جدول ۷. شاخص قابلیت برگشت پذیری(۲۰)

برگشت پذیری (r_e)	شاهد تصمیم	امتیاز
قابلیت برگشت سریع در محیط زیست	کمتر از ۱ سال اثرات آن در محیط زیست از بین می رود	۰.۵
قابلیت برگشت متوسط در محیط زیست	بین ۱ – ۱۰ سال اثر آن از بین می رود	۱
قابلیت برگشت کم در محیط زیست	بین ۱۰ ۵۰ سال از بین می رود	۲
قابلیت برگشت خیلی کم در محیط زیست	بیش از ۱۰۰ سال اثرات آن در محیط باقی می ماند	۳
غیر قابل برگشت از محیط زیست	اثرات آن برای مدتهای طولانی در محیط باقی می ماند	۵

جدول ۸. شاخص قابلیت خنثی سازی (۲۰)

خنثی سازی (n_e)	شاهد تصمیم	امتیاز
قابلیت خنثی سازی کامل در محیط زیست	دانش و تکنولوژی خنثی سازی در دسترس است	۰.۵
قابلیت خنثی سازی متوسط در محیط زیست	دانش و تکنولوزی قابلیت دسترسی دارد	۱
قابلیت خنثی سازی کم در محیط زیست	دانش و تکنولوژی به سختی در دسترس سازمان می باشد	۲
قابلیت خنثی سازی خیلی کم در محیط زیست	دسترسی به دانش و تکنولوژی برای سازمان هزینه زیادی دارد	۳
غیر قابل خنثی سازی از محیط زیست	دانش آن وجود ندارد و یا در اختیار سازمان نمی باشد	۵

جدول ۹. معیارهای رتبه بندی اقدامات کنترلی

ردیف	معیار	منبع	سال
۱	میزان شاخص ریسک	۱۵	۲۰۱۸
		۹	۲۰۲۱
		۲۵	۲۰۱۹
۲	میزان قابلیت برگشت پذیری	۲۶	۲۰۲۳
		۲۷	۲۰۲۲
		۲۸	۲۰۰۵
		۲۰	۲۰۱۹
۳	میزان سمیت ماده	۱۵	۲۰۱۸
		۶	۲۰۲۲
		۹	۲۰۲۱
		۱۴	۲۰۲۱
۴	میزان ارزش ماده	۳۰	۲۰۲۰
		۲	۲۰۲۳
۵	به تکنولوژی	۲۷	۲۰۲۲
۶	زمان	۹	۲۰۲۱

در خصوص شاخص خنثی سازی اشاره به امکان خنثی سازی آلودگی ایجاد شده در محیط زیست می باشد. این شاخص تفاوت بین آلودگی های ناشی از اسید ها با آلودگی های ناشی از مواد روغنی معدنی را نشان می دهد. برای ارزیابی شاخص قابلیت خنثی سازی از جدول ۸ استفاده می گردد. از نکاتی که در خصوص خنثی سازی باید به آن اشاره نمود این نکته است که این بخش وابستگی زیادی به تکنولوژی و دانش فنی در دسترس دارد. لذا مواد آلاینده با توجه به پیشرفت تکنولوژی ممکن است در زمان تغییر سطح دهند.

برای بخش مدل سازی ریسک از مدل شبکه استفاده شد که در آن با استفاده از DEMATEL اقدام به تعیین ارتباط بین عناصر تعریف شده در ریسک گردید. در این رابطه با استفاده از مدل دیمتل تاثیر گذاری و تاثیر پذیری عناصر مشخص شد. سپس با استفاده از مدل های درخت تصمیم اقدام به نوع ارتباط بین عناصر برای تعیین مدل شد. (۲۱)

در خصوص رتبه بندی اقدامات کنترلی بر اساس نتایج ریسک بدست آمده مرتبط با زباله های الکترونیکی استخراج شد، لیست معیارهای رتبه بندی در جدول ۹ نشان داده شده است.

با توجه به اصلاح امتیاز ریسک با استفاده از شاخص برگشت پذیری جدول تصمیم گیری در خصوص سطح ریسک به صورت جدول ۱۰ ارائه شده است.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

جدول ۱۰. جدول تصمیم گیری در خصوص سطح ریسک

تماس (E)	احتمال (L)	پیامد (C)	RS	برگشت پذیری (Re)	RSc	سطح ریسک
۱۰	۱	۲۰	۲۰<	۱۰	۲۰۰<	بحرانی
۶	۰/۶	۱۰	۲۰-۱۰	۱۰-۶	۲۰۰-۱۰۰	بالا
۳	۰/۳	۵	۱۰-۳	۶-۴	۱۰۰-۹۰	متوسط
۲	۰/۱	۲		۲-۱	۹۰-۳۰	پایین
۱	۰/۰۵	۱	۳>	۱	۳۰<	جزئی

جدول ۱۰. مشخصات خبره ها

ردیف	خبره	تحصیلات	تجربه	آموزش
۱	خبره ۱	لیسانس	۶ سال	دیده
۲	خبره ۲	دکتری	۱۵ سال	دیده
۳	خبره ۳	فوق لیسانس	۱۲ سال	دیده
۴	خبره ۴	دکتری	۱۸ سال	دیده
۵	خبره ۵	لیسانس	۱۳ سال	دیده

نحوه اجرای روش ارزیابی ریسک

برای پیاده سازی روش ارزیابی ریسک در قدم اول تیم خبره ها تشکیل شد. خبره در این مرحله به افرادی گفته می شود که دارای تخصص محیط زیست (حداقل لیسانس) و حداقل ۵ سال تجربه کاری در اداره پسماند شهرداری و آشنایی با مفهوم ریسک و روش 3D-Melbourn باشند. جهت آشنایی تمام خبره های انتخاب شده در کارگاه ارزیابی ریسک که به همین منظور برگزار شد شرکت کردند. مشخصات خبره های انتخاب شده در جدول ۱۰ نشان داده شده است.

برای تعیین نوع ریسک ها از خبره ها خواسته شد تا بصورت مستقل خطرات شناسایی شده مرتبط با زباله های الکترونیکی را که از مستندات موجود بدست آمده اند را با استفاده از طیف لیکرت در محیط فازی مطابق با چک لیست ارائه شده مطابق با دامنه فازی ارائه شده در جدول ۱۱ استفاده شد. سپس با استفاده از رابطه حد مرکزی COA نظرات خبره ها دیفازی شده و میزان های بدست آمده در محاسبات بعدی وارد گردید.(۳۰)

$$COA = \frac{a + ۲b + c}{۴}$$

a: حد بالا، b:حد وسط، c:حد پایین

از طرفی از خبره ها خواسته شد که اگر بجزء خطرات عنوان شده ریسک دیگری در ارتباط با زباله های الکترونیکی وجود دارد در انتهای چک لیست وارد نمایند. با محسوب نمودن خطرات عنوان شده توسط خبره ها چک لیست نهایی لیکرت در محیط فازی آماده شد و دوباره از خبره ها نسبت به امتیاز بندی آنها سئوال پرسیده شد. با توجه به امتیاز متوسط ۵ خبره، آن خطراتی که دارای امتیاز بیش از ۳ را کسب کردند بعنوان خطر پذیرفته شده و در فرایند ارزیابی ریسک وارد شد.

نتایج

نتایج بخش DEMATEL نشان داد که عناصر احتمال و شدت و تماس بصورت عناصر تاثیر گذار بر ریسک می باشند و عناصر قابلیت برگشت و خنثی سازی بصورت تاثیر پذیر می باشند . این بخش از نتایج در جدول ۱۲ نشان داده شده است.

نمودار دکارتی این بخش از نتایج در شکل ۲ نشان داده شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که بین احتمال و شدت و تماس روابط یکطرفه برخوردار است و هر سه عامل بر روی ریسک اثر گذارند در حالی که در خصوص پارامتر های برگشت پذیری و خنثی سازی روابط شبکه برخوردار بوده و با یکدیگر ارتباط دارند. لذا می توان مدل مفهومی ارزیابی ریسک محیط زیستی را به صورت شکل ۳ نشان داد.

برای تعیین پارامتر قابلیت برگشت از رابطه زیر استفاده می کنیم: (۲۰)

$$Re = re + ne$$

که در آن :

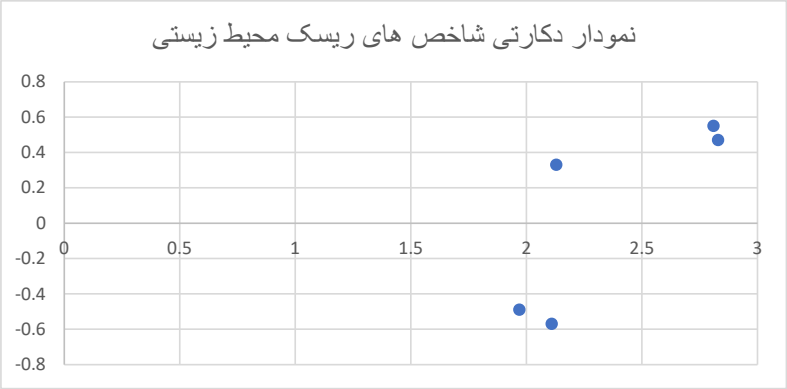
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

جدول ۱۱. دامنه های فازی مورد استفاده در این تحقیق(۳۰)

ردیف	ترم زبانی	عدد فازی
۱	خیلی زیاد VH	۴، ۵، ۵
۲	زیاد H	۳/۵، ۴، ۴/۵
۳	متوسط M	۲/۵، ۳، ۴
۴	کم L	۲، ۳، ۳/۵
۵	خیلی کم VL	۱، ۲، ۲/۵

جدول ۱۲. نتایج بخش DEMATELپارامتر های موثر بر ریسک محیط زیستی

پارامترهای محاسباتی	L	S	E	r_e	n_e
R	۱.۱۸	۱.۱۳	۰.۹	۱.۳۴	۱.۲۳
D	۱.۶۵	۱.۶۸	۱.۲۳	۰.۵۷	۰.۵۴
D+R	۲.۸۳	۲.۸۱	۲.۱۳	۱.۹۱	۱.۷۷
D-R	۰.۴۷	۰.۵۵	۰.۳۳	۰.۷۷-	۰.۶۹-
حالت	اثر گذار	اثر گذار	اثر گذار	اثر پذیر	اثر پذیر



شکل ۲. نمودار دکارتی شاخص های ریسک بر اساس نتایج DEMATEL

Re : پارامتر برگشت پذیری
re : شاخص قابلیت برگشت
ne : شاخص قابلیت خنثی سازی

در مدل ارائه شده برای ارزیابی ریسک پارامتر قابلیت برگشت پذیری بصورت ضریب اصلاح در میزان امتیاز ریسک(RS) وارد می شود. (۲۰)

$$RS_c = RS \times Re$$

که در آن RSc میزان امتیاز ریسک تصحیح شده بر اساس پارامتر قابلیت برگشت پذیری است.

نتایج بخش شناسایی خطرات محیط زیستی مرتبط با زباله های الکترونیکی نشان داد که خطرات محیط زیستی زباله های خطرناک در جدول ۱۲ نشان داده شده است.

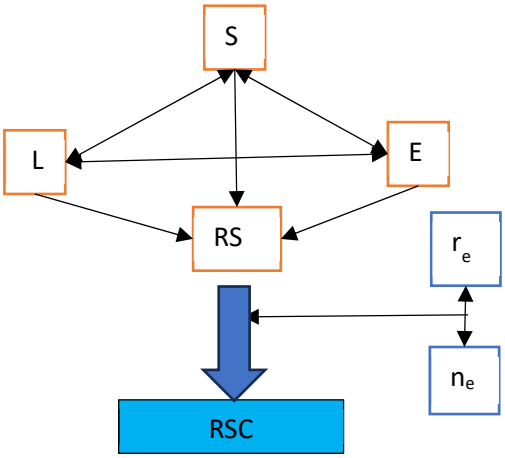
با توجه به نظر خبره ها و محاسبات فازی انجام گرفته مشخص شد که مهمترین آلودگی های ایجاد شده در خصوص زباله های الکترونیکی مربوط به آلودگی های خاک ناشی از فلزات سنگین و آلودگی آب ناشی از فلزات سنگین بوده است.

با توجه به مدل ارائه شده میزان ریسک جنبه های خاک- فلزات سنگین، آب – فلزات سنگین، هوا فلزات سنگین مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱۴ ارائه شده است

بحث و نتیجه گیری

برای ارزیابی ریسک های محیط زیستی در مقاله ای که در سال در سال ۲۰۲۰ توسط Hameed و همکاران ارائه شد از مدل سه پارامتری FMEA جهت ارزیابی ریسک استفاده گردید. در تعریف پارامترها شاخص D بعنوان احتمال شناسایی جنبه محیط زیستی در نظر گرفته شده است که با مفاهیم برگشت پذیری و خنثی سازی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]



شکل ۳. مدل مفهومی ارزیابی ریسک محیط زیستی

جدول ۱۲. نتایج نظرات خبره ها در خصوص جنبه ها بر اساس محاسبات فازی

ردیف	نوع آلودگی	خبره					فازی	دیفازی
		۱	۲	۳	۴	۵		
۱	آلودگی خاک ناشی از فلزات سنگین	VH	VH	H	VH	H	۴.۸,۴.۶,۳.۸	۴.۴۵
۲	آلودگی خاک ناشی از حلال های آلی	H	H	H	M	L	۳,۳.۵,۴.۱	۳.۳۵
۳	آلودگی خاک ناشی از مواد رادیواکتیو	M	M	L	L	L	۲.۲,۲.۷,۳.۴	۲.۷۵
۴	آلودگی آب ناشی از فلزات سنگین	VH	VH	H	H	H	۳.۷,۴.۴,۴.۷	۴.۳
۵	آلودگی آب ناشی از حلال های آلی	M	M	M	H	M	۲.۷, ۳.۲,۴.۱	۳.۳
۶	آلودگی آب ناشی از مواد رادیواکتیو	L	L	L	L	L	۲,۲.۵,۳	۲.۵
۷	آلودگی هوای ناشی از گرد و غبارفلزات سنگین	H	H	H	H	M	۳.۳, ۳.۸, ۴.۴	۳.۸۲۵
۸	آلودگی هوای ناشی از بخارات حلال های آلی	M	M	M	M	M	۲.۵, ۳. ۴	۳.۱۲۵
۹	آلودگی هوای ناشی از مواد رادیواکتیو	L	L	L	L	L	۲, ۲.۵ , ۳	۲.۵

جدول ۱۴. نتایج محاسبات میزان ریسک جنبه های تعیین شده در زباله های الکترونیکی

جنبه	احتمال	شدت	تماس	RS	برگشت پذیری	خنثی سازی	Re	RSc	سطح ریسک
خاک - فلزات سنگین	۰.۹۳	۱۰.۲	۱.۶	۱۵.۱۷	۳.۶	۴.۴	۸	۱۲۱.۴۲	بالا
آب- فلزات سنگین	۰.۵۸	۹.۴	۲.۴	۱۳.۸	۳.۸	۳.۸	۷.۶	۹۹.۴۴	متوسط
هوا - فلزات سنگین	۰.۶	۹.۴	۱.۸	۱۱.۱۶	۴	۳.۶	۷.۶	۸۴.۸۷	پایین

در محیط زیست که در این تحقیق مد نظر قرار گرفته است همخوانی دارد. در این تحقیق برای تعیین وزن تاثیر هر پارامتر از مدل های تصمیم گیری استفاده شده است. (۳۲)

نتایج نشان داد که مهمترین منبع آلودگی در زباله های الکترونیکی وجود فلزات سنگین در زباله های الکترونیکی است که این نتایج با نتایج Kazancoglu مشابهت دارد . در مقاله Kazancoglu قید شده است که برد اصلی سیستم های کامپیوتری بیشترین آلودگی فلزات سنگین را در محیط زیست ایجاد می کند که در این تحقیق با استفاده

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

از مدل های تصمیم گیری نسبت به اولویت بندی جنبه های محیط زیستی زباله های الکترونیکی اقدام گردید که مهمترین نوع جنبه محیط زیستی را آلودگی های خاک ناشی از فلزات سنگین بیان نمود. (۳۳) همچنین نتایج نشان داد که مهمترین جنبه ای محیط زیستی که از طرف زباله های الکترونیکی ایجاد می شود، آلودگی های خاک ناشی از فلزات سنگین می باشد . این نتایج با نتایجی که Okekiو همکاران در مقاله خود ارائه داده اند همخوانی دارد بطوریکه در این مقاله هم آلودگی های خاک ناشی از فلزات سنگین را مهمترین ریسک در ارتباط با زباله های الکترونیکی بیان نمودند. (۳۴)

ارزیابی ریسک محیط زیستی باید بتواند اثراتی که می تواند یک عامل در محیط زیست وارد می کند را پیش بینی و ارزیابی نماید. در ارزیابی محیط زیستی دو پارامتر برگشت پذیری (به منظور اثرات دراز مدت یک عامل آلودگی) و خنثی سازی (به منظور قابلیت حذف از محیط زیست) را تعریف نمود. در بسیاری از مقالات موجود در ارزیابی ریسک های محیط زیستی فقط اکتفاء به دو پارامتر احتمال و شدت شده است که در ارزیابی های ریسک های محیط زیستی نمی تواند از دقت لازمی برخوردار. با توجه به نتایج بدست آمده نتیجه گیری می شود که در خصوص زباله های الکترونیکی لازم است شاخص های برگشت پذیری و خنثی سازی در فرایند ارزیابی ریسک مورد توجه قرار گیرد و بعنوان یک پارامتر اصلاحی در ارزیابی ریسک وارد شود. این شاخص ها سبب می شود که موادی که قابلیت برگشت پذیری در محیط زیست را دارد تاثیر ان روی میزان ریسک وارد شده تا ارزیابی های دقیقتری را از آلودگی ایجاد شده داشته باشیم.

نتایج ریسک این واقعیت را بیان می کند که بالا بودن ریسک به دو دلیل می باشد که یکی شدت بالا و دیگری بالابودن شاخص برگشت پذیری است که این مسئله بیان کننده این مسئله است که برگشت پذیری ریسک های محیط زیستی از میزان بالایی برخوردار است که نشان گر این مسئله است که آلودگی های ناشی از زباله های الکترونی قابلیت حذف و خنثی سازی در محیط زیست را نداشته و زمان زیادی را برای حذف در محیط زیست دارد.

نتایج محاسبات دیمتل نشان داد که جمع آوری زباله های الکترونیکی از مبدا تولید به عنوان تنها شاخص اثرگذار بود. شاخص های "تفکیک آن ها از زباله های شهری و مکانیزم بازیافت زباله های الکترونیکی" و "شاخص فرهنگ سازی در تولید کننده های زباله های الکترونیکی" و شاخص آموزش سرمایه گذاران در خصوص زباله های الکترونیکی" به عنوان شاخص های اثر گذار تعیین گردید. در ارتباط با معیارهای ارزیابی ریسک تمامی شاخص ها به عنوان شاخص های اثر پذیر به دست آمدند که شامل هزینه، اثربخشی و در دسترس بودن به عنوان معیارهای اثر گذار می باشند.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

حمایت مالی

این طرح دارای حمایت مالی نمی باشد.

ملاحظات اخلاقی

از آن جایی که این طرح شامل نمونه حیوانی و انسانی نمی باشد، شامل ملاحظات اخلاقی علوم پزشکی نمی گردد.

کد اخلاق

کد اخلاق ندارد.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در اجرای پژوهش و تدوین و نگارش مقاله همکاری داشته اند.

دسترسی آزاد

کپی‌رایت نویسنده(ها) ©2024: این مقاله تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 اجازهٔ استفاده، اشتراک‌گذاری، اقتباس، توزیع و تکثیر را در هر رسانه یا قالبی مشروط بر درج نحوهٔ دقیق دسترسی به مجوز CC، منوط به ذکر تغییرات احتمالی بر روی مقاله می‌داند. لذا به استناد مجوز یادشده، درج هرگونه تغییرات در تصاویر، منابع و ارجاعات یا سایر مطالب از اشخاص ثالث در این مقاله باید در این مجوز گنجانده شود، مگر اینکه در راستای اعتبار مقاله به اشکال دیگری مشخص شده باشد. در صورت درج نکردن مطالب مذکور و یا استفادهٔ فراتر از مجوز بالا، نویسنده ملزم به دریافت مجوز حق نسخه‌برداری از شخص ثالث است.

به‌منظور مشاهدهٔ مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 به نشانی زیر مراجعه شود:

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

REFRENCES

1. Talebzadeh Z, Mehdizadeh H, electronic waste management in Iran, 5th National Conference on Environmental Engineering, Tehran,1390 . https://civilica.com/doc/121969
2. Shakil S, Nawaz K, Sadef Y, Evaluation and environmental risk assessment of heavy metals in the soil released from e-waste management activities in Lahore, Pakistan. Environmental Monitoring and Assessment, 2023, 195. 89.
3. Imran M, Haydar S, Kim J, Awan MR, E-waste flows, resource recovery and improvement of legal framework in Pakistan, Resources, Conservation and Recycling, 2017, 125, 131-138.
4. Kohan Hoosh nejad R, Al-Tamimi MH, The basis of environmental requirements in Iran's oil contracts, environmental economics and natural resources, 2018, (3) 4, 73-92. [Persian]
5. Shah Nazari A, Prioritization of energy recovery technologies from urban solid waste (Mashhad city case study), Environmental Research and Technology, 2019, (7) 5, 67-76. [Persian]
6. EPA, Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste), 2022, https://www.epa.gov/international-cooperation/cleaning-electronic-waste-e-waste
7. MSL, World's first e-waste map reveals national volumes, international flows. 2013. https://www.terrycollinsassociates.com/2013/worlds-first-e-waste-map-reveals-national-volumes-international-flows/
8. EPA, Cleaning Up Electronic Waste (E-Waste) , EPA, 2019.
9. Rautela R, Arya S, Vishwakarma S, Lee J, E-waste management and its effects on the environment and human health, Science of the Total, 2021, 15,773. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145623.
10. Aboelmaged M, E-waste recycling behaviour: An integration of recycling habits into the theory of planned behaviour, cleaner production, 2021, 278. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124182
11. Kishore M, Kishore J, E-Waste Management: As a Challenge to Public Health in India, Indian J Community Med., 2011,35(3): 382–385. doi: 10.4103/0970-0218.69251
12. Zabelizadeh A, Meshkini A, Yousefzadeh Z, Fatahi N, Analysis of effective factors in the separation from the source of solid wastes in the urban environment of District 3, District 1, Tehran. Journal of Environmental Education and Sustainable Development, 2015, (5)4, 45-62. [Pearsian]
13. Tarzkar MH, Keshavarz A, Farajzadeh Z, Indicators for Natural Capital: Trends in Change and Forecasting, Agricultural Economics Research, 1400, 49, 235-260. [Persian]
14. Salimian S, Mousavi SM, A Healthcare Assessment for Recycling Hazardous Waste by a New Intuitionistic Fuzzy Decision Method Based On an Assembled Proportionate Evaluation Approach, Advances in industrial engineering, 2021,55(3), 267-284.
15. Gundupalli SP, Hait S, Thakur A, Classification of metallic and non-metallic fractions of e-waste using thermal imaging-based technique, Process Safety and Environmental, 2018,118; 32-39.
16. Koshki E, Rezaei H, Electronic waste management. National Conference on Natural Resources Management. 2012. SID. https://sid.ir/paper/884781/fa [Persian]
17. 17.Basal, Basel Convention on Hazardous Wastes - Department of State, Department of State (.gov), 2006. https://www.state.gov › basel-convention-on-hazardous
18. Environmental health, waste management in America and several European countries, 2019. environmentalhealth.ir . http://www.environmentalhealth.ir [Persian]
19. Urban waste management, comprehensive waste management plan of Tehran city, 1400. approved on 01/22/1400 [Persian]
20. Omidvari M, Risk management in HSE, Qazvin Branch Islamic Azad University Publications, Chapter 2, 2018. [persian]
21. Motaghifard A, Omidvari M, Kazemi A, Identification and Ranking of Factors Affecting HSE Performance by Fuzzy Dimensional Combined Approach and Interpretive Structural Modeling. ioh 2020; 17 (1) :734-751 URL: http://ioh.iums.ac.ir/article-1-2924-fa.html
22. Pahlevan A, Miri Lavasani, SMR, Omidvari M, Arjmandi R, Fuzzy analyses of adverse consequences resulted from offshore pipeline failure, International journal of environmental science and technology, 2019,16(10), 5643-5656.
23. Yang M, Shi L, Liu B, Risks assessment and driving forces of urban environmental accident, Journal of Cleaner Production, 2022, 340,
24. Rodríguez L, González-Corrochano B, Alonso-Azcárate J, Does environmental risk really change in abandoned mining areas in the medium term when no control measures are taken? Chemosphere, 2021, 291(3).
25. Melbourn, Risk Assessment 3D-Melbourne , EHS manual, 2004.
26. Zhou C, Zhang B, Sun L, Multi-objective optimization considering cost-benefit ratio for the placement of gas detectors in oil refinery installations, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2019, 62. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2019.103956
27. Yildrim R, Gugor A, Akyuz A, Dogus turcer A, A new approach for environmental analysis of vapor compression refrigeration systems: Environmental

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]

impact index, Thermal Science and Engineering Progress, 2023, 42. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.101871

28. Su Z, Yang Zhao N, Multi-criteria assessment of an environmentally-friendly scheme integrating solid oxide fuel cell hybrid power and renewable energy auxiliary supply, Journal of Cleaner Production, 2022, 369. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133410
29. Crains CN, E-waste and the consumer: improving options to reduce, reuse and recycle, Proceedings of the 2005 IEEE International.
30. Omidvari M, Lavasani SMR, Mirza, S, Presenting of failure probability assessment pattern by FTA in Fuzzy logic (case study: Distillation tower unit of oil refinery process), Journal of chemical health and safety, 2014 DOI: 10.1016/j.jchas.2014.06.003.
31. Shaikh S, Thomas K, Zuhair S, Magalini F, A cost-benefit analysis of the downstream impacts of e-waste recycling in Pakistan, Waste Management, 2020, 118, 302-312.
32. Hameem Bin H, Yousaf A, Antonella P, Environmental risk assessment of E-waste in developing countries by using the modified-SIRA method, Science of The Total Environment, 2020, 733.
https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138525.
33. Kazancoglu Y, Ozkan-Ozen YD, Mangla SC, Ram M, Risk assessment for sustainability in e-waste recycling in circular economy, Clean Technologies and Environmental Policy, 2022, 24, 1145-1157.
34. Okeke ES, Adebisi Enochoghene A, Wu X, A review of heavy metal risks around e-waste sites and comparable municipal dumpsites in major African cities: Recommendations and future perspectives, Toxicology, 2023, 501. https://doi.org/10.1016/j.tox.2023.153711

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-12-01]