Quarterly Journal of Urban and Regional Development Planning
Vol. 9, No.28, Spring 2024
urdp.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/urdp.2023.70326.1482

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 2/9/2023
Revised: 217/6/2023
Received: 2/9/2023
ISSN: 2476-5864
eISSN: 2476-6402

The Relationship between Urban Solid Waste and Citizens' Income in 22 Districts of Tehran

Hamid Amadeh * — Associate Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abdolrasoul Ghasemi — Associate Professor of EconomicsAllameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Amir Mohamad Jirsaraee — Master of Environmental Economy, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

As societies grow and develop, pollution has emerged as a fundamental management challenge in the contemporary world. This issue holds particular significance in developing countries where economic growth and environmental quality often clash in policy-making. Urban solid waste is a prevalent form of pollution afflicting cities, including Tehran. The pivotal question is whether the production of urban solid waste increases in tandem with citizens' incomes. This article delves into the relationship between the per capita income of Tehran residents and the volume of urban solid waste they generate within the Environmental Kuznets Curve (EKC) framework. Given that household activities directly drive municipal solid waste production, the findings of this study shed light on citizens' environmental preferences. Utilizing panel data from 2007 to 2016 across 22 districts of Tehran, the study confirms that the quadratic model hypothesis of the EKC adequately analyzes this relationship based on Wald's test. Additionally, utilizing the fixed effects method, the study demonstrates the significant impact of per capita income on waste generation. Moreover, the analysis includes population density and household size as control variables, revealing a negative correlation between population density and waste production, while the impact of household size remains statistically insignificant.

Keywords: Solid Urban Waste, EKC, Panel Data, Tehran.

* Corresponding Author: amadeh@atu.ac.ir

How to Cite: Amadeh, H., Ghasemi, A., Jirsaraee, A. M. (2024). The Relationship between Urban Solid Waste and Citizens' Income in 22 Districts of Tehran, *Journal of Urban and Regional Development Planning* , 9(28), 49 -76.

Introduction

The escalating population growth, urbanization expansion, and industrial development witnessed in recent decades have significantly elevated environmental concerns. A paramount issue among these concerns is the discharge of diverse pollutants, posing a pressing challenge for contemporary societies and garnering considerable attention from governmental entities, academia, and researchers. Waste, as a by-product of human endeavors, manifests in various dimensions and necessitates thorough examination. This study delves into the production of municipal solid waste (MSW) and its correlation with citizen income.

The primary focus of this research is to scrutinize the interplay between citizens' income levels and waste generation, particularly waste directly emanating from households. The underlying research hypothesis posits that as citizens' income rises, there is an initial upsurge in consumption and subsequent waste production. However, as per capita income levels advance, it is anticipated that individuals' preferences will undergo a transformation. This evolution is envisaged to manifest as a heightened environmental conscientiousness, leading to a shift towards prioritizing environmental quality and consequently diminishing waste generation.

Literature Review

Within the realm of environmental economics, scholarly attention has been directed towards exploring the intricate relationship between waste generation and per capita income through the lens of the Environmental Kuznets Curve theory. This hypothesis posits an inverted U-shaped association between per capita income and environmental degradation, with a specific focus on urban solid waste within the scope of the present study. Over the recent years, the Environmental Kuznets Curve theory has been employed as a theoretical framework to elucidate the link between per capita income levels and the proliferation of diverse environmental pollutants.

The term "Environmental Kuznets Curve" (EKC) was coined by (Dasgupta and Maler, 1994) owing to the resemblance of this curve to the fundamental Kuznets curve. Subsequently, (Shafik and Bandyopadhyay, 1992) posited, under the assumption of technological stability, consistent consumer preferences, and continued investment in environmental conservation, that escalating economic activities

serve as a catalyst for environmental deterioration. Expounding on this notion, (Beckerman, 1992) delineated the presence of evidence showcasing environmental pollution during the early stages of economic advancement. Ultimately, Beckerman advocated for the augmentation of societal income as the paramount and most effective strategy to safeguard and ameliorate the environment.

Methodology

The focal point of this study revolves around the interplay between the income levels of Tehran's residents and the volume of solid waste generated by them. Urban solid waste emanates directly from household sources or urban establishments, indicative of the significant influence citizens possess over the production of this particular form of pollution. This investigation draws upon panel data encompassing 22 districts within Tehran. Specifically, the study incorporates data from the 22 districts under the purview of Tehran Metropolitan Municipality over a temporal span stretching from the year 2006 to 2016, totaling a duration of 10 years. The principal dependent variable under scrutiny pertains to the per capita quantity of waste generated by individuals, with this data sourced from official statistics released by the Municipality of Tehran through the Information and Communication Technology Organization.

Results

To initiate the model estimation process, the F-Limer's test was employed to ascertain the distinct impacts of individual sections. The test results unequivocally rejected the null hypothesis with complete certainty, signifying the inadequacy of assuming uniform origins across all regions. Consequently, the data conveys a nuanced perspective by embracing the notion of unique regional effects as opposed to a homogeneous data distribution. Subsequently, the Hausman test was utilized to discern the most appropriate estimation method between fixed effects and random effects.

Upon a thorough examination of the statistical values within the table and the associated probabilities, it was determined that the random effect estimator should be disregarded with a probability exceeding 95%, thereby endorsing the utilization of the fixed effects method. Subsequently, the quadratic model was estimated employing the fixed effects approach.

The estimated coefficients for the variables exhibit significance, barring the household dimension variable. Remarkably, the coefficient of the squared per capita income variable is not only negative but also statistically significant, underscoring the presence of an inverse U-shaped correlation between per capita income and urban solid waste production. This observation aligns with the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, indicating that as the income of citizens in the 22 districts of Tehran rises, the initial surge in solid waste generation eventually plateaus and diminishes beyond a certain threshold. Moreover, the estimated coefficient for population density displays a negative and statistically significant relationship with urban solid waste production, elucidating that heightened population density inversely correlates with the amount of solid waste yielded by inhabitants.

Discussion

In specific districts within Tehran, the initiation of efforts to diminish urban waste generation has been spurred by income escalations, while in alternate areas; a decline in waste output is projected to transpire once a particular threshold of per capita income is reached. It is imperative to emphasize that these outcomes should not be construed to imply a passive reliance on income augmentation alone to address urban waste management issues, thereby underscoring the continued significance of espousing efficient policies within this domain.

فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای
سال نهم، شماره ۲۸، بهار ۱۴۰۳، ص ۴۹ تا ۷۶
www.urdp.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/urdp.2023.70326.1482

مقاله پژوهشی
تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۷/۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۱
ISSN: 2476-5864
eISSN: 2476-6402

رابطه پسماند جامد شهری و درآمد شهروندان در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

حمید آماده * دانشیار اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

عبدالرسول قاسمی دانشیار اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

امیرمحمد جیرسرایی کارشناسی‌ارشد اقتصاد محیط‌زیست، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

با رشد و توسعه جوامع، آلودگی به یکی از چالش‌های اساسی مدیریتی در دنیای امروز تبدیل شده است. این موضوع در کشورهای درحال‌توسعه بیشتر موردبحث می‌باشد، زیرا رشد و کیفیت محیط‌زیست در سیاست‌های اقتصادی در تضاد با یکدیگر قرار دارند. یکی از آلودگی‌هایی که امروزه گریبان‌گیر شهرها و ازجمله تهران است، پسماند جامد شهری است. این سؤال مطرح است که آیا با افزایش درآمد شهروندان، میزان تولید پسماند جامد شهری افزایش می‌یابد؟ در این مقاله رابطه‌ی بین درآمد سرانه شهروندان تهرانی و میزان تولید پسماند جامد شهری در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس موردبررسی قرار گرفت. با توجه به این‌که تولید پسماند جامد شهری توسط خانوارها تولید می‌شود، نتایج حاصل‌شده از این پژوهش می‌تواند وضعیت ترجیحات شهروندان برای کیفیت محیط‌زیست را به‌خوبی توضیح دهد. داده‌های تابلویی برای سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶ در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران استفاده شده است. نتایج نشان داد بر اساس آزمون والد مدل درجه دوم فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای تحلیل رابطه موردنظر مناسب است. همچنین برآورد الگو با روش اثرات ثابت، اثر معنادار درآمد سرانه بر تولید پسماند را نشان داد. در این پژوهش از اثر تراکم جمعیت و بُعد خانوار بر تولید پسماند به‌عنوان متغیرهای کنترلی استفاده شد که نتایج برآورد نشان داد اثر تراکم جمعیت بر تولید پسماند منفی است و ضریب برآورد شده متغیر بُعد خانوار معنادار نیست.

کلیدواژه‌ها: محیط‌زیست، آلودگی، پسماند جامد شهری، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس.

* نویسنده مسئول: amadeh@atu.ac.ir

۱-مقدمه

با افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن جوامع در چند دهه اخیر نگرانی‌های محیط زیستی افزایش چشم‌گیری داشته است. یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های زیست‌محیطی، انتشار انواع آلاینده‌ها است که به یکی از معضلات جوامع امروز تبدیل شده است و توجه بسیاری از دولت‌ها، دانشمندان و پژوهشگران را به خود جلب کرده است. پسماندها ازجمله محصولات جانبی فعالیت‌های انسانی است که از ابعاد مختلف دسته‌بندی می‌شوند. در این پژوهش تولید پسماند جامد شهری (MSW[1]) مدنظر قرار گرفته است. پسماند جامد شهری به مواد دورریختنی که توسط خانوارها، واحدهای تجاری، مؤسسات و صنایع سبک شهری تولید می‌شود گفته می‌شود (Sedaghatparast, 1387). بر اساس آمار منتشرشده توسط بانک جهانی، پسماند شهری تولیدشده جهان در سال ۲۰۱۶ معادل ۲/۰۱ میلیارد تن بوده که پیش‌بینی می‌شود با رشد جمعیت تا سال ۲۰۳۰ به ۲/۵۹ میلیارد تن و تا سال ۲۰۵۰ به ۳/۴۰ میلیارد تن برسد. این مقدار برای کشور ایران در سال ۲۰۱۸، حدود ۱۷/۹ میلیون تن گزارش شده است (Kaza et al. 2018). مقدار کل پسماند تولیدشده در شهر تهران بر اساس گزارش شهرداری تهران در سال ۱۳۸۷ برابر ۶۸۸۳ تن در روز بوده است که با رشد ۸/۸ درصدی در سال ۱۳۹۶ به ۷۴۸۷ تن در روز رسیده است و همواره یکی از معضلات مدیریت شهری در این کلان‌شهر بوده است.[2]

یکی از مهم‌ترین موضوعات مربوط به بهداشت جوامع شهری مسئله مدیریت پسماند جامد شهری است. بدون تردید هر شهری با معضلات مربوط به پسماند دست‌به‌گریبان است و شهر تهران نیز از این امر مستثنی نیست. گرچه افزایش پسماند شهری اثری قابل‌توجهی بر گرمایش زمین و یا کم شدن غلظت اُزن ندارد، اما تهدیدی جدی برای کیفیت محیط‌زیست و سلامت انسان‌ها است که خوشبختانه امروزه درک بهتری از آن به وجود آمده است و در مقیاس منطقه‌ای لزوم توجه فوری به آن احساس می‌شود. افزایش تولید این پسماندها فشار سنگین اقتصادی را بر دوش دولت‌های محلی می‌گذارد. افزایش

1. Municipal Solid Waste

۲. وبگاه سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران

تولید پسماند دو زیان به همراه دارد، یکی زیان ناشی از هزینه‌های جمع‌آوری، انتقال، دفع، پردازش و بازیافت برای شهرداری‌ها و دیگری زیان حاصل از کاهش کیفیت محیط‌زیست و آلودگی‌های محیط‌زیست شهری. یک نکته مهم این است که این پسماندها خالی از ارزش نیستند و مدیریت صحیح آن‌ها می‌تواند تولید انرژی و تولید نهاده‌های بازیافتی کند که این‌ها ایجاد شغل و ایجاد درآمد را به دنبال خواهد داشت.

یکی از مسائل مهم در مدیریت پسماندهای شهری، تلاش و برنامه‌ریزی برای کاهش آن است. برای کاهش تولید پسماند، ابتدا باید افکار عمومی نسبت به موضوع حساس شود. در این زمینه سؤال مهم این است که این حساسیت چگونه ایجاد می‌شود؟ حساسیت به کیفیت محیط‌زیست شهری و تولید پسماند کمتر می‌تواند درون‌زا یا برون‌زا باشد. یکی از فرایندهای ارتقاء درون‌زای این حساسیت افزایش درآمد شهروندان و تغییر در ترجیحات آن‌هاست. روش‌های برون‌زای ایجاد و ارتقاء این حساسیت موردتوجه این پژوهش نیست. در این راستا این پژوهش به بررسی رابطه بین درآمد شهروندان و میزان تولید پسماند می‌پردازد، پسماندهایی که مستقیماً از کانال خانوارها تولید می‌شوند و نتیجه مصرف آن‌ها است. فرضیه موردنظر در این پژوهش این است که با افزایش درآمد شهروندان، در ابتدا میزان مصرف و درنتیجه تولید پسماند افزایش خواهد یافت، اما با بالاتر رفتن سطح درآمد سرانه، انتظار می‌رود ترجیحات شهروندان به‌گونه‌ای تغییر کند که افراد اهمیت بیشتری برای کیفیت محیط‌زیست قائل شوند و پسماند کمتری تولید کنند. با توجه به این‌که مقاطع بکار رفته در این پژوهش مناطق ۲۲ گانه شهر تهران است، می‌توان این تفاوت در ترجیحات برای کیفیت محیط‌زیست را به شکل مطلوبی در مناطق مختلف مشاهده نمود.

۲-مبانی نظری

در ادبیات اقتصاد محیط‌زیست، رابطه بین تولید پسماند و درآمد سرانه در قالب فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس بررسی می‌شود که بیانگر رابطه‌ای به شکل U معکوس بین درآمد سرانه و آلودگی زیست‌محیطی مطرح می‌شود. در پژوهش حاضر آلودگی زیست‌محیطی موردبررسی، پسماند جامد شهری است. در سال‌های اخیر فرضیه منحنی

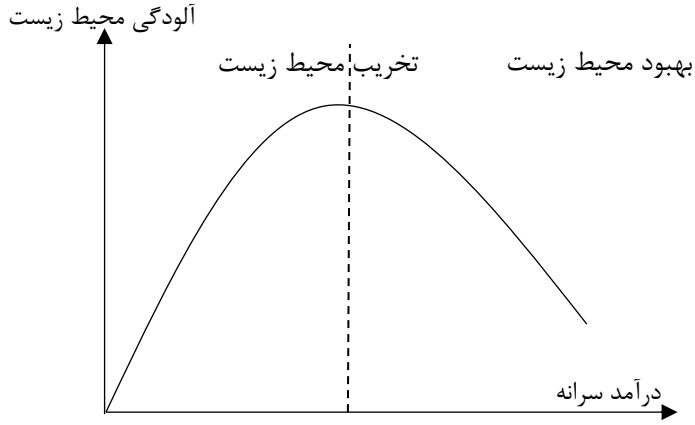
زیست‌محیطی کوزنتس به‌خوبی توانسته رابطه‌ی بین درآمد سرانه و تولید انواع آلاینده‌های زیست‌محیطی را بیان کند. اگرچه فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یک فرضیه قطعی نیست، اما می‌تواند تصویری از وضعیت یک منطقه در زمینه تخریب محیط‌زیست مانند تولید پسماند جامد شهری را آشکارسازد و به سیاست‌گذاری‌های این منطقه کمک بسزایی کند.

مفهوم منحنی زیست‌محیطی کوزنتس اولین بار در دهه ۱۹۹۰ توسط (Grossman and Kruger, 1991) و در مطالعه اثرات بالقوه تشکیل منطقه تجارت آزاد آمریکای شمالی (NAFTA[1]) بر محیط‌زیست مطرح شد. آن‌ها به بررسی اثر دی‌اکسید گوگرد[2] و ذرات معلق در هوا (به‌عنوان شاخص‌های آلودگی) بر تولید ناخالص داخلی (به‌عنوان متغیر وابسته) پرداختند. نتایج این مطالعه، وجود رابطه U معکوس را در منطقه آمریکای شمالی بررسی و تأیید نمود؛ اما این (Dasgupta and Maler, 1994) بودند که نخستین بار اصطلاح منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یا EKC[3] را به دلیل شباهت این منحنی با منحنی پایه‌ای کوزنتس استفاده کردند.

در ادامه (Shafik and Bandyopadhyay, 1992) با فرض ثبات تکنولوژی، سلایق و سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست، افزایش فعالیت‌های اقتصادی را عامل تخریب محیط‌زیست تلقی کردند. (Beckerman, 1992) در بیان این فرضیه، به وجود شواهدی برای آلودگی محیط‌زیست در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی اشاره کرده است و درنهایت بهترین و تنهاترین راه ممکن برای حفظ و بهبود محیط‌زیست در کشورهای جهان را افزایش درآمد جوامع عنوان کرد. بر پایه این مطالعات، حالت کلی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، به شکل ۱ ارائه می‌شود که در آن، محور عمودی آلودگی محیط‌زیست و محور افقی درآمد سرانه است.

1. North American Free Trade Agreement
2. SO2
3. Environmental Kuznets Curve

شکل ۱. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در حالت بهبود و تخریب محیط‌زیست



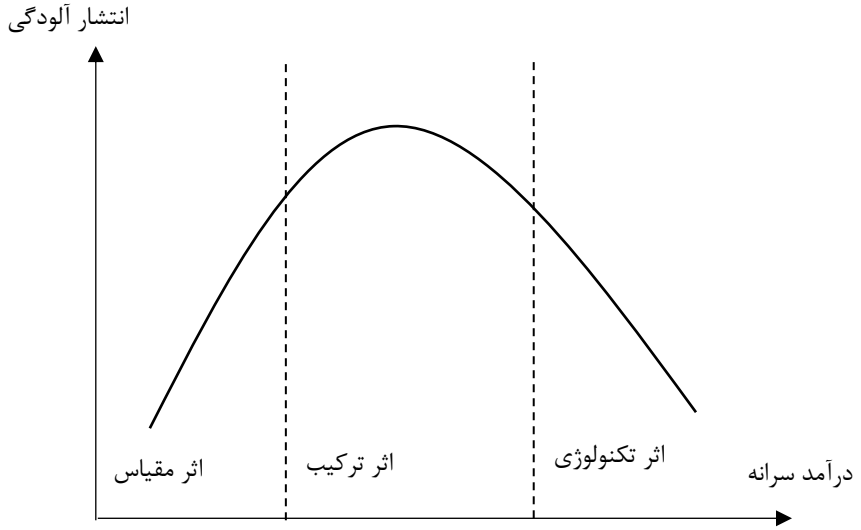
در مقادیر کم‌تر درآمد سرانه، عدم وجود ترجیحات برای محیط‌زیست پاک منجر به تخریب محیط‌زیست و تولید بیشتر آلودگی می‌شود ولی در مراتب بالاتر درآمد سرانه، ترجیحات برای کیفیت محیط‌زیست پاک‌تر افزایش می‌یابد و یک رابطه مثبت بین درآمد و کیفیت محیط‌زیست برقرار می‌شود. ابتدایی‌ترین توجیهات فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس این‌گونه بیان می‌شود که در مراحل اولیه توسعه تقریباً تمام اقتصادها رشد چشم‌گیری در میزان انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی را تجربه می‌کنند، زیرا در مراحل اولیه و به‌خصوص قبل از نقطه بازگشت، مردم برای توسعه اقتصادی اهمیت بیشتری قائل هستند، اما به‌تدریج که اقتصاد به نقطه آستانه (سطح معینی از رفاه و درآمد سرانه) دست پیدا می‌کند، کیفیت محیط‌زیست و نیز حساسیت مردم به آن بهبود می‌یابد. علت آن می‌تواند الگوی در حال تغییر ترجیحات مردم به‌منظور بهره‌مندی از محیط‌زیست پاک‌تر و به‌کارگیری سیاست‌ها و کنترل‌هایی خاص توسط دولت‌ها باشد (Dinda, 2004).

رابطه غیرخطی موجود بین آلودگی و درآمد سرانه می‌تواند با توجه به سه عامل اثر مقیاس[1]، ترکیب[2] و تکنولوژی[3] توضیح داده شود. شکل عمومی منحنی زیست‌محیطی

1. Scale Effect
2. Composition Effect
3. Technological Effect

کوزنتس ترکیبی از این اثرات است. اثر مقیاس نشأت گرفته از این واقعیت است که افزایش رفاه مستلزم مصرف بیشتر نهاده‌ها، منابع طبیعی و انرژی است که این امر منجر به تولید آلودگی‌های مختلف می‌گردد و تخریب محیط‌زیست را به دنبال دارد. اثر ترکیب اشاره به تغییر در ترجیحات مصرف و کیفیت محیط‌زیست دارد که به‌تدریج با افزایش سطوح درآمدی از میزان انتشار آلاینده‌ها کاسته می‌شود. درنهایت رابطه آلودگی و رشد اقتصادی با اثر تکنولوژیکی بیان می‌شود. طبق نظریه (Porter & Linde, 1995) موفقیت در کنترل میزان آلودگی باید مبتنی بر نوآوری باشد. در جمع‌بندی این سه اثر می‌توان اذعان داشت که در سطوح پایین‌تر درآمد سرانه اثرمقیاس بر اثر تکنولوژی و ترکیب غالب است و هم‌زمان با بالاتر رفتن سطح درآمد، کیفیت محیط‌زیست کاهش می‌یابد، اما در ادامه از شدت اثر مقیاس کاسته شده و دو اثر دیگر تقویت می‌شوند که درنتیجه سطح آلودگی کاهش می‌یابد. سه اثر مقیاس، ترکیب و تکنولوژی بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در شکل ۲ قابل مشاهده است (Fallahi et al. 1391).

شکل ۲. اثرهای مقیاس، ترکیب و تکنولوژی در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس



با توجه به شکل ۲ در سطوح پایین درآمد اثرمقیاس اثرگذار است و با بالاتر رفتن سطح

درآمد به ترتیب آثار ترکیب و تکنولوژی یا نوآوری تأثیر اصلی را عهده‌دار هستند. در این چارچوب برای متغیر آلودگی در فرضیه منحنی زیست‌محیطی می‌توان هر نوع آلاینده‌ای را موردتوجه قرار داد. یکی از آلودگی‌هایی که در مطالعات مربوط به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس کم‌تر به آن پرداخته‌شده، پسماند جامد شهری است. از آن‌جاکه پسماند جامد شهری مستقیماً توسط خانوارها منتشر می‌شود و در مناطق مختلف جابجا نمی‌شود و ارتباط کم‌تری با دیگر منابع آلوده‌کننده دارد، می‌تواند به شکل مطلوبی بیان‌گر رفتار محیط زیستی شهروندان در مناطق شهری مختلف باشد که این رفتارها ناشی از ترجیحات متفاوت افراد است. می‌توان منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را این‌گونه توجیه کرد که افرادی که در سطوح بالاتری از درآمد هستند باوجوداینکه در یک شهر یا کشور یا یک منطقه زندگی می‌کنند، ترجیحات و رفتار متفاوتی نسبت به افراد با سطح درآمد کم‌تر خواهند داشت. برای توضیح این موضوع می‌توان گفت که افرادی که سطح درآمد بالاتری دارند اهمیت بیشتری برای کیفیت محیط‌زیست و محل زندگی خود قائل هستند، به‌بیان‌دیگر افراد با سطح درآمد کمتر با توجه به این‌که با مشکلات بیشتر اقتصادی، بهداشتی، فرهنگی و... روبرو هستند، اهمیت کم‌تری برای کیفیت محیط‌زیست قائل هستند.

تولید پسماند می‌تواند نشان‌دهنده ترجیحات افراد برای کیفیت محیط‌زیست باشد. افراد با درآمدهای متفاوت کالاهای متفاوتی را خریداری و مصرف می‌کنند. ممکن است افرادی که اهمیت بیشتری برای محیط‌زیست قائل هستند کالاهایی را خریداری و مصرف می‌کنند که مصرف آن‌ها آلودگی کم‌تری برای محیط‌زیست داشته باشد یا کالاهایی را خریداری می‌کنند که تولید آن‌ها آلودگی کم‌تری برای محیط‌زیست داشته باشد. مثلاً ممکن است افرادی که اهمیت بیشتری برای محیط‌زیست قائل هستند از ظروف پلاستیکی کم‌تری استفاده می‌کنند و به‌جای آن از ظروف و وسایل دوستدار محیط‌زیست استفاده کنند و به همین صورت کالاهایی را به هم معرفی و پیشنهاد می‌کنند که در تولید آن‌ها آسیب کم‌تری به محیط‌زیست واردشده است، مثلاً قطع نشدن درختان یا استفاده از نهاده‌های بازیافتی در فرایند تولید کالا.

همچنین تولید آلودگی کم‌تر در درآمدهای بالا می‌تواند به‌نوعی نشان‌دهنده نوع

مصرف افراد باشد؛ مثلاً در مناطق با میزان درآمد بالا، مصارف خوراکی عموماً به‌صورت بسته‌بندی‌شده و شسته شده می‌باشد که طبیعتاً میزان تولید پسماند کم‌تری دارد، درصورتی‌که تهیه و بسته‌بندی این اقلام در مناطق با درآمد کم‌تر صورت گرفته است که این خود موجب تولید پسماند بیشتر در این مناطق می‌شود؛ اما مصارف در مناطق کم‌درآمد به شکلی است که افراد کالاهای موردنیاز خود را به شکل کلی و پاک نشده و با قیمت ارزان‌تر خریداری می‌کنند و خودشان در منازل اقدام به شستن و پاک‌سازی این کالاها می‌کنند که انتشار آلودگی به‌ویژه پسماند را به همراه دارد. یک نکته قابل‌توجه این است که اندازه‌گیری انتشار این نوع آلودگی در مناطق مختلف و در طول زمان بسیار آسان‌تر از انواع دیگر آلودگی‌ها است و می‌تواند متغیری مناسب برای شاخص کیفیت محیط‌زیست در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس باشد. در این پژوهش نیز با توجه به دلایل بالا از این نوع آلودگی برای شاخص کیفیت محیط‌زیست در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس استفاده شده است.

۲-۱- پیشینه پژوهش

در مطالعات منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، مطالعات اندکی از پسماند به‌عنوان شاخص آلودگی استفاده کرده‌اند. ازجمله پژوهش‌های مربوط به بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با در نظر گرفتن پسماند جامد شهری به‌عنوان شاخص آلودگی یا کیفیت محیط‌زیست می‌توان به مطالعه (Arabmazar and Sedaghatparast, 1388) اشاره کرد. آن‌ها با در نظر گرفتن سرانه پسماند جامد شهری برحسب کیلوگرم به‌عنوان شاخص آلودگی برای سال‌های ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۸۵ به بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای ۲۰ منطقه از شهر تهران پرداختند. متغیر دیگری که در این پژوهش استفاده شد طرح تفکیک از مبدأ شهرداری تهران بود که در سال ۱۳۸۳ انجام گرفت. برای برآورد مدل اقتصادسنجی از روش اثرات ثابت[1] استفاده شد که نتایج نشان داد، فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس رد می‌شود؛ اما اثر طرح تفکیک از مبدأ که در سال ۱۳۸۳ توسط

1. Fixed Effect

شهرداری تهران انجام شد، بر روی شیب منحنی برآورد شده ظاهر گردید.

(Mazzanti et al. 2006) شواهدی تجربی در مورد پاک‌سازی[1] و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، برای تولید پسماندهای شهری در ایتالیا ارائه دادند. دو مجموعه داده‌های تابلویی برای مناطق مختلف ایتالیا (۲۰ منطقه طی ۱۹۹۶-۲۰۰۴) و استان‌های این کشور (۱۰۳ استان طی ۱۹۹۶-۲۰۰۴) برای برآورد میزان پاک‌سازی که بسته به تولید پسماند و محرک‌های اقتصادی نشان داده‌شده، به کار گرفته شده است. در سطح داده‌های استانی که همگنی داده‌ها بسیار پایین است، EKC به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای ازنظر آماری معنی‌دار است. در سطح منطقه‌ای، شواهد مبهم است و حتی رابطه مثبتی بین تولید زباله و جمع‌آوری تفکیکی دیده می‌شود که با تفاوت درآمدی و عملکرد سیاست پسماندها در شمال و جنوب ایتالیا قابل توجیه است. همچنین معرفی متغیرهای جدیدی مثل نظام تعرفه پسماندها در سطح محلی و توانایی خدمات عمومی در تأمین هزینه‌های خدمات پسماند، این را روشن ساخت که در حال حاضر بر تولید پسماند تأثیر چندانی ندارد. به اعتقاد این محققان، برای کاهش نقطه بازگشت و شکاف فزاینده بین مناطق جغرافیایی می‌باید نوآوری‌ها (بازار محور) و ابزارهای سیاستی کارایی به خدمت گرفته شوند. اگرچه ادبیات موضوع تأکید بر این دارد که شاخص‌های مربوط به پسماندهای شهری عموماً با درآمد یا سایر محرک‌های اقتصادی افزایش می‌یابند، ولی در مورد منحنی زیست‌محیطی کوزنتس داده‌های به‌خوبی با شکل مفروض خوانایی نداشتند. نقطه بازگشت منحنی برای سرانه ارزش‌افزوده استانی، بین ۲۲۸۱۵ تا ۲۵۹۱۷ یورو بود. با لحاظ مخارج خانوار در سطح منطقه‌ای، کشش تولید پسماند با توجه به درآمد ۰/۱۷ تا ۰/۳۵ بود. نتیجه سیاستی این کار، تأکید بیشتر بر تغییر رفتاری برای اجتناب از تولید پسماندها در مدیریت پسماندهای جامد شهری است.

در مطالعه‌ای در شهر شانگهای، (Yang et al. 2003) به بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با در نظر گرفتن پسماند به‌عنوان شاخص آلودگی پرداختند. پسماند مورد ملاحظه در این مطالعه پسماندهای ساختمانی و پسماند شهری شامل پسماند خانگی، تجاری و

1. Decoupling (شاخصی برای کیفیت محیط زیست)

اداری شهر شانگهای و متغیر درآمدی استفاده‌شده تولید ناخالص داخلی (GDP) بود. این مطالعه برای سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ انجام گرفت و بر اساس آن فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در این زمینه رد نشد. حد آستانه‌ای محاسبه‌شده برای GDP سرانه در این مطالعه ۳۳۴۴۱ یوان محاسبه شد که مقدار محاسبه‌شده برای تولید پسماند در این مقدار GDP برابر با ۷/۹ میلیون تن بود. در سال ۲۰۰۰ مقدار GDP سرانه شهر شانگهای ۳۴۵۴۷ یوان بوده است که نشان می‌دهد شهر شانگهای در قسمت نزولی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار دارد و مقدار پسماند دفنی در این سال برابر با ۷/۴۱ میلیون تن گزارش شده است. این مطالعه بیان می‌کند در سال ۲۰۰۰ شانگهای وارد دوره جدیدی شده است که مقدار پسماند تخلیه‌شده تمایل به نزول با شیب ملایمی دارد. همچنین این مطالعه پیشنهاد می‌کند ایجاد بازار و سرمایه‌گذاری برای جمع‌آوری و دفن پسماند می‌تواند برای کنترل پسماند مفید باشد.

در مطالعه‌ای که توسط (Gnonlofin et al. 2017) بر روی ۱۹ کشور مدیترانه‌ای انجام گرفت پسماند جامد شهری به‌عنوان شاخص کیفیت محیط‌زیست استفاده شد. این مطالعه برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ انجام شد و در آن از داده‌های تابلویی بهره گرفته شد. از متغیرهای میزان زنان شاغل، آموزش، فناوری و آب‌وهوا نیز در این پژوهش استفاده گردید. در این مطالعه نیز فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس رد نشد و نقطه عطف برآورد شده در این مطالعه برای کشورهای توسعه‌یافته بسیار بالاتر از دیگر کشورها بود. نتایج پژوهش مذکور بیان می‌کند که کشورهای خاورمیانه نمی‌توانند با رشد و توسعه به‌سرعت کیفیت محیط‌زیست را بهبود دهند و باید سریعاً سیاست‌های جاه‌طلبانه برای کاهش MSW اتخاذ کنند. همچنین این پژوهش ذکر می‌کند که افزایش شهرنشینی، افزایش سهم صنعت و افزایش زنان شاغل بر افزایش پسماند مؤثر است.

در همین ارتباط (Amadeh and Ziraki, 1392) با استفاده از روش تحلیل پوششی دادها کارایی فنی شهرداری‌های مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را در دوره زمانی ۱۳۸۶-۸۹ در زمینه تفکیک پسماند در مبدأ بررسی کردند. ورودی‌های الگوی آن‌ها جمعیت، خانوار، تعداد وسایل موتوری مورداستفاده، تعداد کارگران و تعداد غرفه‌های بازیافت موجود در

هر منطقه بود. ستانده مدنظر در الگو نیز میزان پسماند خشک جمع‌آوری‌شده از محل تولید بود. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد مناطق ۲۲، ۱۶، ۱۲، ۸، ۵ و ۲ کارایی نی واحد دارند و بنابراین در این زمینه به‌صورت کارا عمل می‌کنند. شهرداری منطقه ۱۸ نیز کمترین کارایی را داراست.

(Nourbakhsh, Fami and Amadeh, 2021) منافع کمی و کیفی خشک‌کردن پسماند در مبدأ را بررسی کردند. طبق این پژوهش شهرداری‌ها می‌توانند از پتانسیل جغرافیایی و فرهنگی هر منطقه به‌عنوان فرصتی برای بهبود وضعیت استفاده کنند. نکته قابل‌ذکر این است که مدیریت کارآمد پسماند بدون مشارکت مردم غیرممکن خواهد بود. در ایران تلاش زیادی برای افزایش مشارکت مردم صورت نگرفته است. همچنین سیاست‌های مناسبی برای افزایش میزان بازیافت در مبدأ اعمال نشده است. نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به اقلیم گرم و خشک ایران و الگوی مصرف مواد غذایی، خشک‌کردن پسماندهای غذایی در مبدأ می‌تواند جرم آن‌ها را تا ۸۰ درصد کاهش دهد و درنتیجه هزینه و دفعات جمع‌آوری را به‌شدت کاهش دهد. علاوه بر این، اجرای این روش مسئولیت شهروندان در قبال پسماند تولیدی را افزایش می‌دهد.

۳- روش‌شناسی

الگوی موردنظر در این مطالعه بیانگر رابطه‌ی بین درآمد شهروندان شهر تهران و میزان آلودگی تولیدشده توسط آن‌ها می‌باشد. آلودگی در نظر گرفته‌شده پسماند جامد شهری است که مستقیماً از کانال خانوارها و یا بنگاه‌های شهری تولید می‌گردد و این به این معنی است که شهروندان کنترل نسبتاً کاملی روی تولید این نوع آلودگی دارند. برخلاف برخی کارهای تجربی که ارتباط روشنی را بین ترجیحات مصرف‌کننده خرد و آلودگی‌های در سطح ملی مانند انتشار گاز دی‌اکسید سولفور، برقرار نمی‌کنند، با معرفی پسماند جامد شهری به‌عنوان آلودگی، تحلیل روابط زیست‌محیطی کوزنتس با وضوح بیشتری قابل‌ارائه است. داده‌های مناطق شهری ناهمگنی نسبتاً کمتری در مقایسه با داده‌های بین‌المللی و حتی ملی دارد و در مناطق شهری شهر تهران ناهمگنی به‌صورت تفاوت‌های درآمدی نمایان

می‌شود (Sedaghatparast, 1372).

مطابق الگوی نظری انتظار می‌رود خانوارهایی که درآمد بالاتری دارند به دلیل مصرف بیشتر در ابتدا تولید پسماند بیشتری داشته باشند؛ اما با بالا رفتن سطح درآمد و افزایش توجه آن‌ها به مسائل زیست‌محیطی و تغییر در الگوی مصرف، به‌گونه‌ای رفتار می‌کنند که یا کالاهای کم‌تر آلوده‌کننده مصرف می‌کنند و یا کالاهایی با فرآوری بیشتر که درنتیجه پسماند کم‌تری ایجاد می‌کنند، مصرف می‌کنند. بر این اساس انتظار این است که با افزایش سطح درآمد افراد، تولید پسماند ابتدا افزایش و پس از رسیدن به حد آستانه‌ای، شروع به کاهش کند. بر این اساس و با توجه به ساختار الگوسازی فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، فرم کلی معادله رگرسیونی پژوهش به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\left(\frac{\boldsymbol{MSW}}{\boldsymbol{POP}}\right)_{it} = \boldsymbol{\beta_0} + \boldsymbol{\beta_1}\left(\frac{\boldsymbol{Income}}{\boldsymbol{POP}}\right)_{it} + \boldsymbol{\beta_2}\left(\frac{\boldsymbol{Income}}{\boldsymbol{POP}}\right)^{2}_{it} + \boldsymbol{e_{it}} \quad (۱)$$

که در آن MSW مقدار پسماند جامد شهری تولیدشده در سال برحسب کیلوگرم، POP جمعیت و Income درآمد محاسبه‌شده خانوار و e جزء خطای الگو می‌باشد. با اضافه کردن دو متغیر کنترلی بُعد خانوار و تراکم جمعیت به معادله ۱ معادله ۲ به فرم زیر به دست می‌آید.

$$\left(\frac{\boldsymbol{MSW}}{\boldsymbol{POP}}\right)_{it} = \boldsymbol{\beta_0} + \boldsymbol{\beta_1}\left(\frac{\boldsymbol{Income}}{\boldsymbol{POP}}\right)_{it} + \boldsymbol{\beta_2}\left(\frac{\boldsymbol{Income}}{\boldsymbol{POP}}\right)^{2}_{it} + \boldsymbol{\beta_3 HPOP_{it}} + \boldsymbol{\beta_4 PD_{it}} + \boldsymbol{e_{it}} \quad (۲)$$

که در آن PD تراکم جمعیت و HPOP بُعد خانوار را نشان می‌دهند.

در این پژوهش از داده‌های تابلویی مربوط به ۲۲ منطقه تهران استفاده شد. مزیت داده‌های تابلویی، این است که امکان استفاده از اطلاعات مقطعی و اطلاعات سری زمانی را به‌طور هم‌زمان فراهم می‌آورد. مقاطع بکار رفته در این پژوهش ۲۲ منطقه شهرداری کلانشهر تهران (۲۲ مقطع) و محدوده زمانی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶ (۱۰ سال) می‌باشد.

متغیر وابسته میزان سرانه پسماندهای تولیدشده توسط شهروندان می‌باشد که این اطلاعات از آمارنامه‌های شهر تهران که توسط سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران منتشر می‌شود اخذ شد. این اطلاعات برای ۲۲ منطقه و ده سال (۱۳۸۷-۱۳۹۶) در جداول ضمیمه آورده شده است. متغیر مستقل درآمد که به‌عنوان محرک اقتصادی در نظر گرفته شده است درآمد سرانه شهروندان برحسب ریال می‌باشد. برای محاسبه اطلاعات درآمد خانوارها، متوسط اجاره‌بهای یک مترمربع واحد مسکونی آپارتمانی در هر منطقه و در هر سال برحسب ریال، در متوسط مساحت زیربنای واحد مسکونی در اختیار خانوار در هر منطقه برحسب مترمربع ضرب شد و بر سهم ارزش اجاری مسکن شخصی (مالک نشین) از درآمد ناخالص یک خانوار شهری ایرانی در هرسال تقسیم گردید. مقدار درآمد محاسبه‌شده برای یک خانوار بر میانگین بُعد خانوار در هر منطقه و در هرسال تقسیم شد تا درآمد ناخالص سرانه در هر منطقه از شهر تهران برای سال‌های موردنظر برحسب ریال محاسبه گردد.

(۳)

$$\text{متغیر جانشین درآمد خانوار} = \frac{\text{متوسط مساحت زیربنای واحد مسکونی} \times \text{متوسط اجاره بهای یک متر مربع واحد آپارتمانی}}{\text{سهم اجاری مسکن از درآمد}}$$

اطلاعات مربوط به متوسط اجاره بهای یک مترمربع واحد مسکونی آپارتمانی از قسمت اطلاعات و آمار مسکن وبگاه وزارت راه و شهرسازی جمهوری اسلامی ایران قابل‌دسترس می‌باشد. اطلاعات متوسط مساحت زیربنای واحد مسکونی در اختیار خانوار در هر منطقه در گزارش ویژگی‌های جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی مناطق ۲۲ گانه تهران در سرشماری سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵، توسط مرکز آمار ایران منتشرشده که به‌صورت بازه‌های متفاوت از مساحت زیربنای مسکونی است که میانگین کل هر منطقه به‌صورت میانگین وزنی محاسبه شد. اطلاعات سهم ارزش اجاری مسکن شخصی (مالک نشین) از درآمد ناخالص یک خانوار شهری ایرانی از گزارش‌های نتایج بررسی بودجه خانوار در مناطق شهری ایران

توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران اخذ گردید. همچنین اطلاعات بعد خانوار در مناطق ۲۲ گانه تهران در هرسال از آمارنامه‌های شهر تهران که توسط سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران منتشر می‌شود اخذ گردید.

اطلاعات متوسط اجاره‌بهای یک مترمربع واحد مسکونی آپارتمانی در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶، اطلاعات متوسط مساحت زیربنای واحد مسکونی در اختیار خانوار در هر منطقه، اطلاعات سهم ارزش اجاری مسکن شخصی (مالک نشین) از درآمد ناخالص یک خانوار شهری ایرانی، اطلاعات مربوط به بُعد خانوار در هر منطقه از شهر تهران در هرسال و اطلاعات محاسبه‌شده‌ی درآمد خانوارها و درآمد سرانه به تفکیک مناطق برای سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶ در جداول ضمیمه آورده شده.

متغیرهای کنترلی که در این پژوهش مورداستفاده قرار گرفت بُعد خانوار و تراکم جمعیت در مناطق مختلف است که اطلاعات تراکم جمعیت با تقسیم جمعیت هر منطقه به مساحت همان منطقه برحسب مترمربع محاسبه شد. این اطلاعات از آمارنامه‌های شهرداری تهران اخذ گردید.

برای محاسبه حد آستانه‌ای درآمد می‌توان از روش بهینه‌سازی برای معادله برآورد شده فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس بهره گرفت. محاسبه این حد بحرانی از درآمد سرانه مشخص می‌کند که مناطق مختلف در کدام قسمت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار دارند و همچنین می‌تواند نشان دهد که به‌طور متوسط شهروندان تهرانی در کدام قسمت منحنی مذکور قرار دارند. اگر رابطه منحنی برآورد شده به شکل رابطه (۳) باشد، می‌توان با مشتق‌گیری جزئی از پسماند سرانه برحسب درآمد سرانه و در نظر گرفتن آن برابر با صفر، مقدار درآمد سرانه آستانه‌ای را محاسبه کرد. در ادامه به روش محاسبه حد آستانه‌ای درآمد سرانه پرداخته می‌شود:

$$\left(\frac{\boldsymbol{MSW}}{\boldsymbol{POP}}\right)_{it} = \boldsymbol{\beta_0} + \boldsymbol{\beta_1}\left(\frac{\boldsymbol{Income}}{\boldsymbol{POP}}\right)_{it} + \boldsymbol{\beta_2}\left(\frac{\boldsymbol{Income}}{\boldsymbol{POP}}\right)^{2}_{it} + \boldsymbol{\beta_3 HPOP_{it}} + \boldsymbol{\beta_4 PD_{it}} + \boldsymbol{e_{it}} \qquad (۳)$$

معادله بالا همان معادله اصلی الگوی پژوهش است که از آن نسبت به درآمد سرانه مشتق

جزئی گرفته می‌شود:

$$\partial\left(\frac{MSW}{POP}\right)_{it} \Big/ \partial\left(\frac{Income}{POP}\right)_{it} = 0$$

$$\Rightarrow \beta_1 + 2\beta_2\left(\frac{Income}{POP}\right)_{it} = 0$$

$$\left(\frac{Income}{POP}\right)_{it}^{*} = -\beta_1/2\beta_2$$

مقدار محاسبه‌شده برای درآمد سرانه، همان حد آستانه‌ای درآمد سرانه می‌باشد.

٤- نتایج و بحث

الگوی اقتصادسنجی موردنظر برای برآورد یک معادله درجه‌دو است که متغیر وابسته آن تولید سرانه پسماند جامد شهری به‌عنوان شاخص آلودگی و متغیر مستقل اصلی درآمد سرانه شهروندان مناطق مختلف شهر تهران طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶ و متغیرهای بُعد خانوار و تراکم جمعیت به‌عنوان متغیرهای کنترلی هستند. برای برآورد الگو ابتدا از آزمون F-لیمر برای تشخیص اثرات مجزای مقاطع استفاده شد. تابع آزمون F-لیمر به‌صورت ذیل تعریف می‌شود.

$$F = \frac{\left(R_{fe}^2 - R_{pool}^2\right)/(N-1)}{\left(1 - R_{fe}^2\right)/(nt - n - k)}$$

نتیجه آزمون F-لیمر در جدول ۱ قابل‌مشاهده است.

جدول ۱. نتایج آزمون F-لیمر

	آماره F	احتمال
آزمون F-لیمر	۲۹/۸۵۶۴۷۴	۰/۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول ۱ مقدار آماره F برآورد شده از مقدار موردنظر در جدول F بزرگ‌تر

می‌باشد که نشان می‌دهد با احتمال ۱۰۰ درصد فرضیه صفر رد می‌شود؛ بنابراین در نظر گرفتن یک عرض از مبدأ برای همه مناطق یا به عبارتی یک کاسه کردن داده‌ها مناسب نیست و فرضیه رقیب که در نظر گرفتن اثرات ویژه مناطق است پذیرفته می‌شود. در ادامه از آزمون هاسمن برای تشخیص روش برآورد از بین اثرات ثابت و اثرات تصادفی استفاده شد که نتایج حاصل از این آزمون در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. نتایج آزمون هاسمن

	آماره χ^2	احتمال
آزمون هاسمن	۳/۲۰۵۸۴۹	۰/۰۰۵۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس جدول ۲، مقدار آماره χ^2 برابر (۱۴/۶۶۵۰۲۰) برآورد شده، که با توجه به مقدار آماره جدول و احتمال محاسبه‌شده، فرضیه صفر با احتمال بالای ۹۵ درصد رد می‌شود که به این معنی است که باید از روش اثرات ثابت استفاده شود. ازنظر الگوسازی برای برازش بهترین الگو باید از بین الگوی درجه دوم و الگوی درجه سوم در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، یکی را برگزید. الگوهای درجه دوم و درجه سوم در معادلات زیر قابل‌مشاهده است:

$$\left(\frac{MSW}{POP}\right)_{it} = \beta_0 + \beta_1\left(\frac{Income}{POP}\right)_{it} + \beta_2\left(\frac{Income}{POP}\right)^2_{it} + \beta_3 HPOP_{it} + \beta_4 PD_{it} + e_{it}$$

$$\left(\frac{MSW}{POP}\right)_{it} = \beta_0 + \beta_1\left(\frac{Income}{POP}\right)_{it} + \beta_2\left(\frac{Income}{POP}\right)^2_{it} + \beta_3\left(\frac{Income}{POP}\right)^3_{it} + \beta_4 HPOP_{it} + \beta_5 PD_{it} + e_{it}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در الگوی درجه سوم، توان سوم متغیر درآمد سرانه نیز وارد الگو شده است. برای انتخاب بهترین الگو از آزمون والد[1] استفاده می‌شود. آزمون والد یک آزمون فرضیه پارامتری است که کاربرد آن تصمیم‌گیری در مورد اضافه یا حذف کردن یک متغیر جدید به معادله رگرسیونی است. به کمک این آزمون می‌توان مقدار

1. Wald Test

برآورد ($\hat{\theta}$) به‌دست‌آمده از طریق حداکثر راست نمایی را با مقدار پیشنهادی (θ_0) مقایسه کرد. در حالت تک متغیره، آزمون والد به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$W = \frac{(\hat{\theta} - \theta_0)^2}{var(\hat{\theta})}$$

بر این اساس اگر مقدار W بیشتر از مقدار چندک α ام توزیع χ^2 با یک درجه آزادی باشد، فرضیه صفر که به‌صورت زیر نوشته می‌شود، در سطح خطای α رد خواهد شد.

$H_0: \theta = \theta_0$
$H_1: \theta \neq \theta_0$

در الگوی موردنظر در این پژوهش فرضیه صفر این آزمون بیان می‌کند که ضریب توان سوم متغیر درآمد سرانه صفر است و بنابراین بهتر است از الگو حذف شود؛ به‌عبارت‌دیگر فرضیه صفر بیان می‌کند که الگوی درجه دوم بر الگوی درجه سوم برتری دارد. فرضیه صفر آزمون والد بر اساس معادلات الگوهای ارائه‌شده به‌قرار ذیل است.

$H_0: \beta_3 = 0$
$H_0: \beta_3 \neq 0$

در صورت رد شدن فرضیه صفر این آزمون، الگوی درجه سوم الگوی و در صورت رد نشدن فرضیه صفر آزمون، الگوی درجه دوم انتخاب خواهد شد. نتایج حاصل از آزمون والد در جدول ۳ قابل‌مشاهده است.

جدول ۳. نتایج آزمون والد

آزمون والد	مقدار	احتمال
t-statistic	۱/۵۱۲۰	۰/۱۳۲۸
F-statistic	۲/۲۸۶۲	۰/۱۳۲۸
Chi-square	۲/۲۸۶۲	۰/۱۳۰۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به احتمال‌های برآورد شده فرضیه صفر رد نمی‌شود و بنابراین الگوی درجه سوم مطلوب نیست و باید از الگوی درجه دوم برای برازش الگو استفاده کرد.

بدین ترتیب الگوی درجه دوم با استفاده از روش اثرات ثابت برآورد شد که نتیجه در جدول ۴ ملاحظه می‌شود. در برآورد الگو برای رفع مشکل خودهمبستگی از روش GLS استفاده شد.

جدول ٤. نتایج برآورد الگوی درجه دوم

نماد	متغیر	ضرایب	آماره t	احتمال
INCOME	درآمد سرانه	۱/۵۶E-۶	۱/۹۵۴۱۰۱	۰/۰۵۲۷
INCOME^2	مجذور درآمد سرانه	-۹/۸۹E-۱۵	-۲/۱۱۹۰۸۰	۰/۰۳۵۸
HPOP	بعد خانوار	۳۰/۶۴۰۰۳	۱/۵۵۸۰۷۵	۰/۱۲۱۵
PD	تراکم جمعیت	-۲/۰۳۲۸۸۷	-۷/۰۸۱۳۶۳	۰/۰۰۰۰
C	جزء ثابت	۵۵۴/۲۸۷۱	۵/۳۹۳۹۹۳	۰/۰۰۰۰
AR(1)		۰/۷۵۰۵۹۵	۸/۳۷۷۲۳۵	۰/۰۰۰۰
AR(2)		-۰/۲۹۵۰۲۸	-۳/۸۶۷۱۶۲	۰/۰۰۰۲
	R-squared		۰/۸۹۶۷۱۸	
	adjusted R-squared		۰/۸۷۷۶۷۴	
	F-statistic		۴۷/۰۸۴۵۹	
	Prob(F-Statistic)		۰/۰۰۰۰۰	
	Durbin-Watson stat		۲/۱۶۸۶۲۲	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

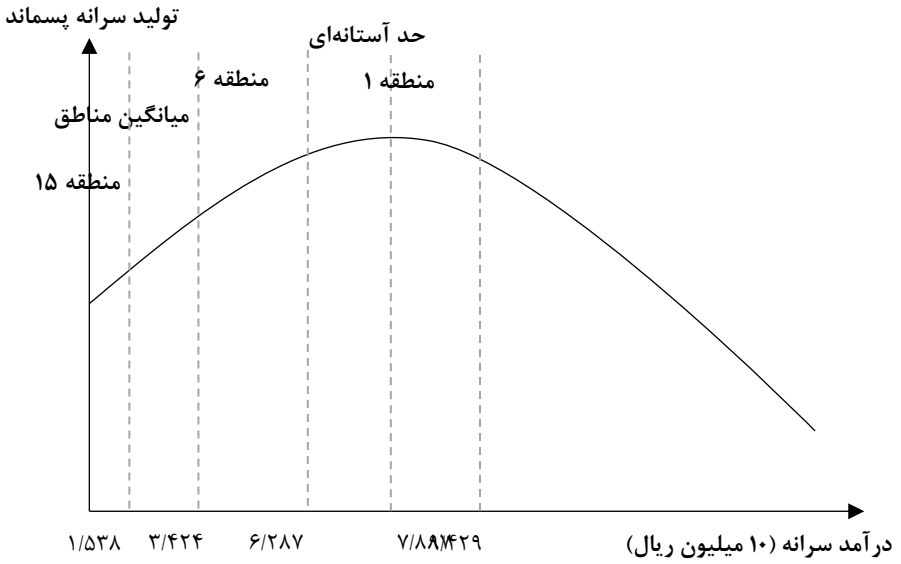
همان‌طور که ملاحظه می‌شود در برآورد الگوی درجه دوم با روش اثرات ثابت، ضرایب برآورد شده متغیرها به‌جز متغیر بُعد خانوار معنادار هستند. ضریب متغیر مجذور درآمد سرانه منفی و معنادار است که نشان‌دهنده رابطه U معکوس بین درآمد سرانه و پسماند جامد شهری است یا به عبارت ساده‌تر می‌توان گفت که فرضیه EKC برای رابطه بین درآمد سرانه و پسماند سرانه در شهر تهران تأیید می‌شود. این به این معنی است که با افزایش درآمد سرانه شهروندان مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران، ابتدا مقدار تولید پسماند جامد افزایش می‌یابد، اما این افزایش دائمی نیست بلکه بعد از حدی، افزایش درآمد شهروندان به کاهش تولید پسماند جامد منجر می‌شود. ضریب متغیر بعد خانوار مثبت اما

غیرمعنادار است که نشان می‌دهد با افزایش بعد خانوار میزان تولید پسماند جامد شهروندان افزایش می‌یابد که نتیجه‌ای منطقی و قابل‌انتظار است. ضریب برآورد شده تراکم جمعیت منفی و معنادار است که نشان از رابطه معکوس این متغیر با تولید پسماند جامد شهری دارد؛ به‌عبارت‌دیگر مطابق برآورد با افزایش تراکم جمعیت میزان پسماند خشک تولیدی شهروندان کاهش می‌یابد که در نگاه اول خلاف انتظار به نظر می‌رسد. در این موردتوجه به این نکته ضروری است که در مناطق شهری با درآمد بالا، تراکم جمعیت نیز بالاست و برعکس در بسیاری از مناطق کم‌درآمد شهر تهران تراکم جمعیت نیز کمتر از مناطق پردرآمد است. با این توضیح می‌توان ضریب منفی این متغیر را نیز پذیرفت. از طرف دیگر این امکان نیز وجود دارد که بالارفتن تراکم جمعیت، ترجیحات افراد به گونه‌ای تغییر می‌کند که میزان تولید پسماند توسط آن‌ها کاهش یابد.

ضریب تعیین الگو نشان‌دهنده قدرت توضیح دهندگی مناسب الگوی برآورد شده است. سطح معناداری آزمون F نیز نشان می‌دهد قدرت توضیح دهنگی محاسبه‌شده از اعتبار کافی و مناسبی برخوردار است. شاخص (Durbin-Watson) برآورد شده برابر با (۲/۱۶۸۶۲۲) نشان می‌دهد مشکل خودهمبستگی الگو رفع شده است و معادله برآوردشده اعتبار لازم را دارد.

در ادامه سطح درآمد سرانه نقطه چرخش منحنی زیست‌محیطی کوزنتس مطابق روش توضیح داده‌شده در قسمت روش‌شناسی محاسبه شد. این درآمد معادل ۷۸,۸۷۰,۰۰۰ ریال در ماه به دست آمد. مطابق این محاسبه با افزایش درآمد سرانه شهروندان تا حد ۷۸,۸۷,۰۰۰ ریال در ماه، میزان پسماند تولیدی افزایش می‌یابد اما با افزایش درآمد سرانه به بیشتر از این حد، حساسیت شهروندان بیشتر شده و درنتیجه تولید پسماند جامد شهری توسط خانوارها رو به کاهش می‌رود. بر این اساس در سال ۱۳۹۶ تنها مناطق ۱ و ۳ در قسمت نزولی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار داشته‌اند و مناطق ۲ و ۶ در قسمت صعودی و نزدیک به نقطه چرخش قرار داشته‌اند. دیگر مناطق شهر تهران نیز در قسمت صعودی منحنی قرار داشتند. جایگاه چند منطقه نمونه از شهر تهران، نقطه چرخش و میانگین درآمد سرانه مناطق شهر تهران در شکل ۳ نشان داده شده است.

شکل ۳. جایگاه مناطق ۱، ٦ و ۱۵ بر روی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برآورد شده



با توجه به شکل ۳ می‌توان دریافت که اکثر مناطق در قسمت صعودی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برآورد شده قرار دارند و مناطقی هم که در قسمت نزولی قرار دارند (مناطق ۱ و ۳)، در ابتدای مسیر نزولی تولید پسماند جامد شهری قرار دارند. در سال ۱۳۹۶ میانگین درآمد سرانه شهروندان تهرانی **۳۴,۲۴۲,۹۵۶** ریال در ماه بوده است؛ بنابراین برای ورود به منطقه نزولی منحنی EKC لازم است درآمد سرانه شهروندان حدوداً **۲,۳** برابر شود که افزایش قابل‌توجهی است. انتظار می‌رود روند تولید پسماند جامد شهری در اغلب مناطق شهری تهران در سال‌های پیش رو به افزایش باشد که این موضوع ضرورت برنامه‌ریزی برای مدیریت کارآمد پسماند شهری در اغلب مناطق شهر تهران را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج برآورد الگوی موردنظر در این پژوهش نشان داد میزان تولید پسماند جامد شهری با درآمد سرانه رابطه‌ای معنادار دارد. مهم‌ترین و اصلی‌ترین نتایج به‌دست‌آمده رد نشدن

فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای شهر تهران در زمینه پسماند جامد شهری به‌عنوان شاخص آلودگی است. پذیرش این فرضیه بیان می‌کند که در حال حاضر در برخی مناطق موردمطالعه روند کاهش تولید پسماند شهری به دلیل افزایش درآمد آغاز شده است و در سایر مناطق نیز با گذار از سطحی مشخص از درآمد سرانه، میزان تولید پسماند شروع به کاهش خواهد کرد. ذکر این نکته ضروری است که این نتیجه نباید به این تعبیر شود که برای مدیریت پسماندهای شهری انتظار برای افزایش درآمد کافی است و نیازی به اتخاذ سیاست‌های کارآمد در این زمینه وجود ندارد.

به‌کارگیری سیاست‌ها و اقدامات اجراشده در بخش‌های مختلف اقتصادی چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت نیازمند وجود اطلاعات کافی و دقیق از شرایط آن بخش می‌باشد. هرچه اثرات اقتصادی بر متغیرهای محیط زیستی دقیق‌تر اندازه‌گیری و بیان گردد، بدون تردید نتایج بهتری از نحوه سیاست‌گذاری و اقدامات اجرای آن‌ها تحقق می‌یابد. ازآنجاکه تغییر در ترجیحات افراد باعث کاهش تولید پسماند توسط آن‌ها می‌شود، پس ضروری است با سیاست‌گذاری‌های مناسب ترجیحات افراد را برای محیط زیستی با کیفیت‌تر تغییر داد. ازاین‌رو سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای افزایش سطح آگاهی افراد از مسائل و مشکلات محیط‌زیستی با استفاده از روش‌های مناسب و کارآمد توصیه می‌شود.

نتایج این پژوهش نشان داد که انتظار می‌رود با افزایش درآمد میزان تولید آلودگی کاهش یابد. پس هر برنامه یا سیاست اقتصادی که باعث کاهش درآمد واقعی شهروندان شود با کیفیت محیط‌زیست در تضاد است و باعث آسیب به محیط‌زیست و نگرش‌های زیست‌محیطی شهروندان می‌شود و باید به‌شدت از این سیاست‌ها و برنامه اجتناب کرد.

ORCID
Hamid Amadeh **http://orcid.org/0000-0002-6904-2626**
Abdolrasoul Ghasemi **http://orcid.org/0000-0002-6466-1137**
Amir Mohamad Jirsaraee **http://orcid.org/00090008-0284-6962**

References

Beckerman, W. (1992). Economic Growth and the Environment: Whose Growwth? Whose Environment? *World Development*: 20, 481-496.

Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., & Wheeler, D. (2001). Confronting the Environmental Kuznets Curve. *journal of Economics Perspectives:* Vol. 16, No. 1, 147-168.

Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*: 49,.341-455.

Gnonlonfin, A., Kocoglu, Y., & Peridy, N. (2017). Municipal Solid Waste and Development: The Environmental Kuznets Curve Evidence for Mediterranean Countries. *Region et Development*, Vol. 45, 113-130.

Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Econom Research*, Vol. 3914.

Grossman, G., & krueger, a. (1995). Economic Growth and the Environmental. *Quarterly Jornal of Economics*, Vol. 110.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-tata, P., & Van Worden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.* Washington DC: World Bank.

Mazzanti, M., Montini, A., & Zoboli, R. (2006a). Decoupling Emission Trends and the EKC Hypothesis: New Evidance Using Sector and Provincial Panel Data fo Italy. Economic Department of Pavia University.

Mazzanti, M., Montini, A., & Zoboli, R. (2006b). Municipal Waste Production Economic Drivers and New Wast Policies: EKC Evidence from Italiam Regional and Provincial Pandel Data. *Zoboli Fondazione Eni Enrico Mattei: 155.*

Nourbakhshsamani, N; H. S. Fami and H. Amadeh (2021). Quantitative and Qualitative Benefits of Household Efforts to Dry Food Waste at Source. *International Journal of Science and Tecnology*, Aug. 2021.

Porter, M. E., & Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environmental-Competitiveness Relationship. *Economic Perspectives:* Vol. 9, No. 4, 97-118.

Shafik, N., & Bandopadhay S. (1992). E*conomic Growth and Environmental Quality*, Background Paper for World Development Report.

Yang, K., YE, M., & XU, Q. (2003). Environmental Kuznets Characteristics of Municipal Solid Waste Growth in Shanghai. Department of Environmental sciences, Urban & Environmental Open Laboratory, East China Normal Universiy.

References [In Persian]

Amadeh, Hamid and Ziraki Faezeh. Evaluation of the Technical Efficiency of the Municipalities of 22 Districts of Tehran in Household Waste Management. *The Second National Conference on Environmental Protection and Planning*, August 2012. [In Persian]

Central Bank of Islamic Republic of Iran. (1397) The Results of Household Budget Survey in Urban Areas of Iran in 2016. Department of Household Budget Review, Department of Economic Statistics, General Management of Economic Statistics, Central Bank of the Islamic Republic of Iran. [In Persian]

Habibi, S. Mohsen and Bernard Hurkad. (1384) Atlas of Tehran Metropolis. Tehran: *Urban Processing and Planning Company* (Tehran Municipality), 218 pages. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1387) Statistics of Tehran city 1387, statistical yearbook of Tehran city. Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1388) *Statistics of Tehran city 1388, statistical yearbook of Tehran city.* Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1389) *Statistics of Tehran city 1389, statistical yearbook of Tehran city.* Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1390) *Statistics of Tehran city 1390, statistical yearbook of Tehran city.* Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1391) *Statistics of Tehran city 1391, statistical yearbook of Tehran city*. Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1392) *Statistics of Tehran city 1392, statistical yearbook of Tehran city*. Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1393) *Statistics of Tehran city 1393, statistical yearbook of Tehran city.* Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1394) *Statistics of Tehran city 1394, statistical*

yearbook of Tehran city. Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1395) *Statistics of Tehran city 1395, statistical yearbook of Tehran city*. Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1396) *Statistics of Tehran city 1396, statistical yearbook of Tehran city*. Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. (1397) *Statistics of Tehran city 1397, statistical yearbook of Tehran city*. Tehran: Publications of Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality. [In Persian]

Sedaghatparast, Eldar. (1387) *Investigation of the Kuznets Environmental Curve Hypothesis Considering the Solid Wastes of Tehran city*. Master's thesis. Faculty of Economic and Political Sciences, Shahid Beheshti University. [In Persian]

Arabmazar, A. Akbar and Eldar Sedaghatparast. (1388) Investigation of Kuznets Environmental Curve process Considering Tehran's Solid Wastes. *Economic Research Quarterly*: 1-20-1. [In Persian]

Falahi, Firoz, Asgharpour; Hossein, Behbodhi Davood and Simin Pournazmi. (1391) Kuznets environmental curve test in Iran using LSTR method. *Energy Economy Studies*: 32 73-94. [In Persian]

Statistical Center of Iran. (13990 *Demographic, Social and Economic Characteristics of the 22 Districts of Tehran in the census of 2010 and 2015*. Tehran: National Program and Budget Organization. [In Persian]

استناد به این مقاله: آماده، حمید.، قاسمی، عبدالرسول.، جیرسرایی، امیرمحمد. (۱۴۰۳). رابطه پسماند جامد شهری و درآمد شهروندان در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، *فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای*، ۹(۲۸)، ۴۹ -۷۶.
DOI: 10.22054/urdp.2023.70326.1482

Urban and Regional Development Planning is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License...