

Original Article

Investigating the factors affecting the monthly and seasonal production of urban waste and determining the index factors

Maryam Abbasi,* Mohammad Javad Nasibi

Faculty of Civil Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

One of the important problems of urbanization is the growing trend of waste production. The lack of information related to waste production and little research in the country has made waste management systems a challenge. To evaluate the urban solid waste management program, identifying the factors that affect the production of urban waste plays a vital role. Knowing the factors affecting the production of urban waste and determining the importance of each factor allows the decision makers to take the necessary measures. The purpose of this research is to investigate the factors affecting waste production, including geographical, social, meteorological, cultural, and economic parameters and to find their relationship with waste production. Also, finding the factors that have the greatest impact on waste production and getting to know them more is one of the goals of this research. In this regard, information on urban waste production was collected in the city of Tehran in a thirty-year period, and monthly and seasonal waste time series were prepared. Then, different factors affecting the production of urban waste were identified and the correlation of each of these factors with production waste was estimated using Python software, and seasonal and monthly heat maps were obtained. The results showed that household income, GDP per capita, temperature and population factors have a direct relationship on monthly and seasonal urban waste production, and according to the correlation coefficient, GDP per capita, population and income have the greatest effect on waste production. At the same time, the unemployment rate and the population of educated people in Tehran have an inverse effect with waste production. The study of the population of educated women, as part of the innovation of this research, the importance of which had not been investigated until now, showed that as the number of educated women increases, the amount of waste production decreases. Also, in the monthly production of waste, educated women have the highest correlation coefficient and impact compared to other factors. Due to the climatic conditions of the region, such as the lack of rainfall, the rainfall variable has the lowest correlation with waste production in Tehran. In general, seasonal correlation coefficients were higher than monthly. The results of this study can be used in making decisions to reduce waste production.

Keywords: Urban waste, Effective factors, Solidarity, Women

* Corresponding Author Email Address: mary_abbasi@sbu.ac.ir

بررسی عوامل موثر بر تولید ماهانه و فصلی پسماند شهری و تعیین فاکتورهای شاخص

(مطالعه موردی: شهر تهران)

مریم عباسی[†]، محمد جواد نصیبی

دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

سابقه و هدف: یکی از معضلات مهم شهرنشینی روند رو به رشد تولید پسماند می‌باشد. اطلاع از کمیت و کیفیت پسماندها و عوامل موثر بر تولید آنها، برای مدیریت صحیح پسماندها ضروری است. با توجه به اهمیت این موضوع، باید تلاش شود تا مطالعات مرتبط با آنالیز کمی و کیفی پسماند به‌روزرسانی و بهینه‌سازی شوند. کمبود اطلاعات مرتبط با تولید پسماند و تحقیقات اندک در کشور، سیستم‌های مدیریت پسماند را با چالش روبرو ساخته است. برای ارزیابی برنامه مدیریت پسماند جامد شهری، شناسایی عواملی که بر تولید پسماند شهری تأثیر می‌گذارد، نقش حیاتی دارد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی عوامل موثر بر تولید پسماند شامل پارامترهای جغرافیایی، اجتماعی، هواشناسی، فرهنگی، اقتصادی و یافتن ارتباط آن‌ها با تولید پسماند در شهر تهران و نیز اولویت‌بندی این عوامل براساس میزان تأثیر آن‌ها در تولید پسماند می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این راستا، اطلاعات تولید پسماند شهری در دوره سی ساله از شهر تهران جمع‌آوری گردید و سری زمانی ماهانه و فصلی پسماند تهیه شد. پارامترهای مورد ارزیابی در این تحقیق شامل سال، ماه و فصل تولید، دمای میانگین، بارندگی، تولید ناخالص داخلی، درآمد، جمعیت تحصیل کرده، نرخ بیکاری، جمعیت دانشجوی، جمعیت، اندازه خانوار، جمعیت مرد و زن در نظر گرفته شد. سپس فاکتورهای مختلف اثرگذار بر تولید پسماند شهری شناسایی گردید و میزان همبستگی غیر خطی هر کدام از این عوامل با پسماند تولیدی برآورد شد و نقشه حرارتی فصلی و ماهانه تهیه شد. در نهایت، روند تغییرات فصلی و ماهانه پسماند مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که پارامتر درآمد مهم‌ترین پارامتر اقتصادی است و بیشترین تأثیر را در بلندمدت بین پارامترها دارد. نرخ بیکاری در کوتاه مدت بر تولید پسماند تأثیر دارد اما در بلندمدت اثری ندارد. جمعیت دانش‌آموزان در بلندمدت کمترین اثر را در بین پارامترها دارد و ضریب همبستگی آن تقریباً صفر است اما در کوتاه مدت و میان مدت بدلیل اینکه یک پارامتر جمعیتی است، با تغییر ناگهانی می‌تواند اثر زیادی بر تولید پسماند بگذارد. پارامتر جمعیت دانشجویان اثر بسیار زیادی بر تولید پسماند دارد و تأثیر آن از کوتاه‌مدت به بلندمدت بیشتر می‌شود. مقایسه پارامتر زمان، هواشناسی، اجتماعی و اقتصادی نشان داد که درآمد خانوار، سرانه تولید ناخالص داخلی، دما و عوامل جمعیتی رابطه

[†] Corresponding Author Email Address: mary_abbasi@sbu.ac.ir

مستقیم بر تولید ماهانه و فصلی پسماند شهری دارد و به ترتیب سرانه تولید ناخالص داخلی، جمعیت و درآمد بیشترین ضریب همبستگی و در نتیجه بیشتر تأثیر را بر تولید پسماند دارند. با این وجود نرخ بیکاری و جمعیت افراد تحصیل کرده در شهر تهران رابطه معکوس با تولید پسماند دارد. بررسی جمعیت زنان تحصیل کرده، به عنوان جزئی از نوآوری این پژوهش که تاکنون اهمیت آن بررسی نشده بود، نشان داد با افزایش تعداد بانوان تحصیل کرده، میزان تولید پسماند کاهش می‌یابد. همچنین در تولید ماهانه پسماند، زنان تحصیل کرده نسبت به سایر عوامل بیشترین ضریب همبستگی و در نتیجه بیشتر اثر را دارد. به دلایل شرایط جوی منطقه مانند کمبود بارش، متغیر بارندگی با تولید پسماند در شهر تهران دارای کمترین همبستگی است. بطور کلی در این پژوهش ضرایب همبستگی فصلی از ماهانه بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: پارامترهای اجتماعی و اقتصادی به‌عنوان موثرترین عامل روی تولید پسماند در شهر تهران شناسایی گردید. همچنین پارامترهای زمان و هواشناسی تأثیر کمی روی کمیت پسماند دارند. نتایج این مطالعه می‌تواند در اتخاذ تصمیمات جهت کاهش تولید و مدیریت بهینه پسماند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: پسماند شهری، عوامل موثر، همبستگی، بانوان

مقدمه

آمارها نشان می‌دهد که بیش از ۴ میلیارد تن پسماند جامد که تقریباً نیمی از آن پسماند جامد شهری است، هر ساله در سراسر جهان تولید می‌شود [۱]. با این حال، افزایش میزان پسماند جامد شهری تهدیدی بزرگ برای محیط زیست است. در ایران، تقریباً ۷۰ درصد پسماندها تولیدی در کلان‌شهرهای کشور دفن می‌شوند که پیرامون ۱۰ هزار و ۷۰۰ تن در روز می‌شوند. از این پسماندهای دفنی، میانگین، ۶ میلیون تن گازهای گلخانه‌ای و ۱۱۰۰ متر مکعب شیرابه در روز تولید می‌شود. هم‌اکنون هر روزه پیرامون ۱۵۰۰ متر مکعب شیرابه، با نرخ آلودگی بسیار بالا، حدود ۸۰ تا ۱۱۰ هکتار از مساحت زمین‌های مرغوب حاشیه‌ی شهرها را به زمین‌های آلوده شده به پسماند تبدیل می‌کند و هر روزه پیرامون ۱۵۰۰ متر مکعب شیرابه، با نرخ آلودگی بسیار بالا، حدود ۸۰ تا ۱۱۰ هکتار از مساحت زمین‌های مرغوب حاشیه‌ی شهرها را به زمین‌های آلوده شده به پسماند تبدیل می‌کند [۲]. مدیریت پسماند یکی از چالش‌های کشورهای در حال توسعه است که منجر به توسعه و اجرای برنامه‌های مدیریتی یکپارچه شده است [۳]. بطور کلی، مدیریت پسماند شامل مراحل تولید، مدیریت پسماند در محل، جمع‌آوری، پردازش، انتقال و دفع است. اولین گام در طراحی سیستم صحیح مدیریت پسماند، شناسایی عوامل و تعیین میزان تأثیر هر یک از این عوامل می‌باشد. میزان تأثیر هر کدام از عوامل مؤثر بر تولید پسماند شهری در هر منطقه و مکانی تفاوت دارد، زیرا در هر منطقه، شرایط محلی از جمله آب و هوا، استاندارد زندگی، سطح تکنولوژی، آداب و رسوم و عوامل اقتصادی و فرهنگی متفاوت می‌باشد. بنابراین عوامل مؤثر در تولید پسماند شهری در هر منطقه

باید به صورت مجزا مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گیرد و استفاده از نتایج تحقیقات انجام شده در مکان‌های دیگر نمی‌تواند قابل اعتماد باشد، زیرا ممکن است باعث تصمیم‌گیری‌های نادرست گردد [۴].

ند. مطالعات متفاوتی روی بررسی ارتباط عوامل مختلف بر تولید پسماند صورت گرفته است. مزنتی و زوبلی (۲۰۰۸)، اثربخشی استفاده از ابزارسیاست‌گذاری برای تولیدکننده‌های پسماند را بر تولید پسماند بررسی نمودند و دریافتند که این عامل موجب کاهش تولید پسماندهای در کشورهای پرتغال و اسپانیا شده است. همچنین نتایج نشان داد که سیاست‌های اتخاذ شده در اروپا نقش مهمی در کنترل پسماندهای تولیدی دارد. علاوه بر این، ک اقدامات اقتصادی نظیر عوارض دفع پسماند روی کاهش تولید پسماند موثر است [۶]. در این مطالعات عوامل قانونی به عنوان یکی از عوامل بسیار موثر بر تولید پسماند شناسایی گردید. همچنین، رابطه بین توسعه اقتصادی و رشد کمی پسماند شهری در مطالعات متعدد مورد ارزیابی قرار گرفت. بسیاری از محققان این رابطه را با استفاده از داده‌های بین‌کشوری مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعات ارتباط تولید پسماند جامد شهری با توسعه اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفت. مطالعات نشان داده است که رشد اقتصادی رابطه مستقیم با تولید پسماند دارد. علاوه بر این، تولید پسماند جامد شهری با رشد سریع جمعیت و شهرنشینی افزایش می‌یابد [۷]. شهرنشینی نه تنها جمعیت را در شهرها و کلان‌شهرها متمرکز می‌کند، بلکه بر محیط طبیعی نیز تأثیر می‌گذارد [۸]. میزان جمعیت شهرنشین به طور کلی به عنوان یکی از شاخص‌های مهم برای اندازه‌گیری توسعه اقتصادی و اجتماعی در نظر گرفته می‌شود که تأثیر زیادی بر تولید پسماند دارد [۴]. همچنین برخی متخصصان بر این باورند که آموزش و افزایش آگاهی عمومی به محیط زیست بر کنترل تولید پسماند کمک می‌کند. با این حال، پژوهش‌های صورت‌گرفته، نتایج یکسانی دربر نداشته است و پژوهشگران این حوزه در مورد تأثیر آموزش بر پسماند جامد شهری اتفاق نظر ندارند. برخی از این محققان بر این باورند که آموزش برای کاهش پسماند جامد شهری مفید است [۹]. در حالی که مطالعه علمی جامعی روی آن انجام نشده است [۱۰]. برخی از محققان همچنین تولید پسماند در صنایعی مانند جهانگردی و توریسم را مورد مطالعه قرار داده‌اند [۱۱]. با مرور مطالعات صورت‌گرفته می‌توان عوامل موثر بر تولید پسماند شهری را به ۷ دسته طبقه‌بندی نمود. اولین عامل عامل جمعیت‌شناسی که شامل متغیرهای جمعیت و تراکم جمعیت، تعداد خانوار و تراکم خانوار، نوع خانوار و اندازه خانوار، سن، جنس، شغل، هزینه مواد غذایی، مصرف انرژی الکتریکی و سطح درآمد، عامل دوم عامل اقتصادی است و شامل رشد اقتصادی، سرانه تولید ناخالص داخلی، اشتغال، بیکاری و بودجه، شاخص قیمت مصرف‌کننده بوده، عامل سوم، عامل خصوصیات جغرافیایی شامل موقعیت جغرافیایی، منابع طبیعی، عامل چهارم، عامل فناوری شامل استانداردهای تولید، مسائل مهندسی، امکانات و تجهیزات موجود، عامل اجتماعی شامل آگاهی، سطح سواد، همکاری عمومی، مذهب و اقدامات فرهنگی، شهرنشینی، جاذبه گردشگری، ثبات سیاسی، عامل پنجم، عامل رفتار مصرف‌کننده شامل رفتار مصرف‌کننده، فعالیت آشپزی، سبک زندگی، الگوی دفع،

و در نهایت عامل قانون گذاری و مدیریتی شامل استراتژی‌ها، سیاست‌ها، قوانین، سطح اجرا و کارایی نهاد مدیریتی. به عنوان مثال: هزینه‌های دفع، وجود برنامه‌های بازیافت و مقادیر بازیافت شده، طبقه‌بندی عوامل موثر بر تولید پسماند را شامل می‌شود [۱۲]. علاوه بر عوامل مذکور بر کارگیری استراتژی‌های مدیریت پسماند می‌تواند روی تولید پسماند موثر باشد [۱۳]. گرچه مطالعات مختلفی روی بررسی ارتباط عوامل مختلف بر تولید پسماند شده است ولی در خصوص برخی عوامل موثر بر تولید پسماند شهری نظیر سطح تحصیلات، جمعیت و تحصیل بانوان و برخی شاخص‌های اقتصادی، تا بحال مطالعه انجام نشده است.

هدف از این مطالعه، بررسی جامع عوامل موثر بر تولید پسماند شامل پارامترهای جغرافیایی، اجتماعی، هواشناسی، فرهنگی، اقتصادی و یافتن ارتباط آن‌ها با تولید پسماند است. همچنین یافتن عواملی که بیشترین تاثیر را در تولید پسماند دارند و شناخت بیشتر آن‌ها از سایر اهداف این پژوهش است. بدین منظور مطالعات آماری و ضریب همبستگی هر کدام از این عوامل با پسماند تولیدی با استفاده از نرم‌افزار پایتون انجام شده است.

مواد و روش‌ها

مطالعه موردی شهر تهران

در این تحقیق از اطلاعات آماری سی ساله شهر تهران استفاده شده است. تهران پانزدهمین شهر پرجمعیت جهان با مساحت ۷۳۰ کیلومتر مربع است که به همراه توابع خود جمعیتی بالغ بر ۱۴ میلیون نفر دارد. این شهر به لحاظ بزرگی بیست و هشتمین شهر دنیا است که تراکم جمعیت آن بین ده هزار و هفتصد تا بیش از یازده هزار نفر در هر کیلومتر مربع است. حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت تهران ۴۱ تا -۶ درجه سانتی گراد است و میزان بارندگی سالیانه آن در حدود ۳۲۷ میلی متر می‌باشد. تهران در سال ۴۰ روز یخبندان دارد. میزان تولید کل پسماندهای شهر تهران طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ به ترتیب ۳۳۸۹۶۶۲، ۳۳۹۹۳۴۴، ۳۴۴۹۳۳۸ و ۳۲۴۵۱۵۷ تن بوده است که در سه گروه کلی پسماندهای شهری، پسماندهای شرکت‌ها و شهرک‌ها و پسماندهای بیمارستانی تقسیم بندی شده است. در این میان اکثر پسماند تولیدی شهر تهران مربوط به پسماندهای شهری شامل پسماندهای خانگی و تجاری مناطق ۲۲ گانه تهران می‌باشد. با توجه به آخرین اطلاعات جمعیتی مناطق مختلف شهرداری تهران براساس سرشماری نفوس و مسکن که در سال ۱۳۹۰ توسط مرکز آمار ایران به انجام رسیده است و طبق بررسی‌های انجام شده، سرانه تولید پسماند در ۱۱ منطقه شهرداری تهران بین ۵۵۰ تا ۱۰۰۰ و در ۱۱ منطقه دیگر ۱۰۰۰ تا ۱۵۲۱ گرم به ازای هر نفر در روز در سال ۱۳۹۰ بوده است. کمترین سرانه پسماند تولیدی متعلق به منطقه ۱۳ با ۵۵۶ و بیشترین آن متعلق به منطقه ۱۲ با ۱۵۲۱ گرم به ازای هر نفر در روز در سال ۱۳۹۰ بوده است.

پارامترهای مورد ارزیابی

داده‌های استفاده شده در این مطالعه موردی در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ از بایگانی ادارات مربوط و شهرداری گردآوری شده است. در این مطالعه، ارتباط هر یک از فاکتورها و میزان پسماندهای تولیدی به صورت فصلی و ماهانه در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ جداگانه بررسی شده و در هر بخش با تحلیل و ارزیابی داده‌ها، ارتباط بین عامل مربوطه و وزن پسماند با توجه به ضریب همبستگی که در شکل نمایش داده شده؛ ارائه شده است. شناسایی شاخص‌های موثر، به برنامه‌ریزی بهتر جهت کاهش تولید پسماند، افزایش تفکیک پسماند، افزایش کیفیت جمع‌آوری و کاهش هزینه‌های جمع‌آوری کمک شایانی خواهد کرد. در نهایت، ارتباط تولید پسماند توسط توسط نرم افزار پایتون بدست آمد. جدول (۱) پارامترهای مورد ارزیابی ارائه شده است. علت انتخاب این پارامترها دسترسی به اطلاعات و آمار و اهمیت آن با توجه مطالعات پیشین است.

جدول ۱- پارامترهای مورد بررسی جهت شناسایی عوامل شاخص بر تولید پسماند شهری

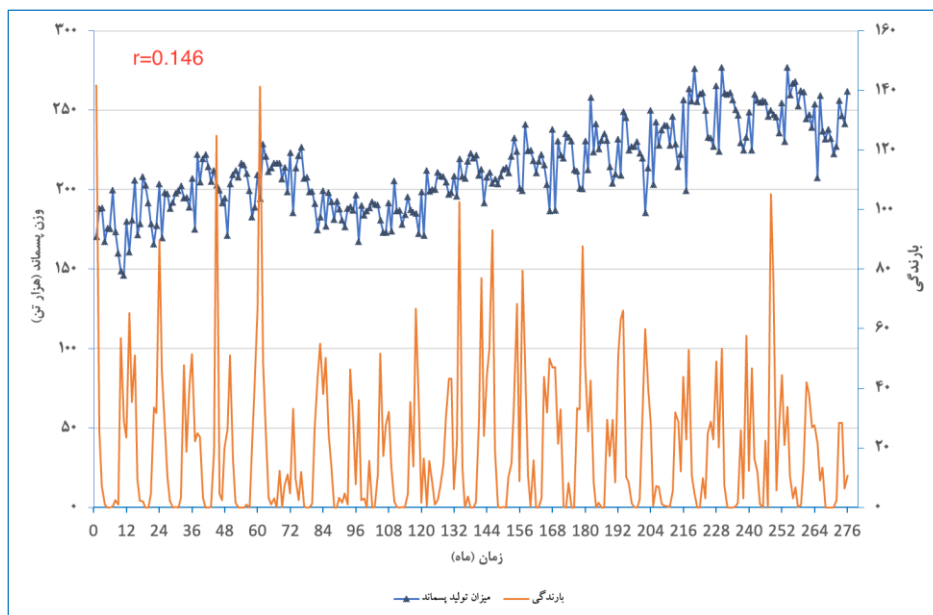
نام عامل موثر بر تولید پسماند	متغیرهای مورد بررسی
زمان	سال، ماه و فصل تولید
جغرافیایی	دمای میانگین، بارندگی
اطلاعات اقتصادی	GDP (تولید ناخالص داخلی)، درآمد
عوامل فرهنگی	جمعیت تحصیل کرده، نرخ بیکاری، جمعیت دانشجوی
عوامل اجتماعی	جمعیت، اندازه خانوار، جمعیت مرد و زن

نتایج و بحث

ارتباط ماهانه پارامترهای موثر و کمیت پسماند تولید

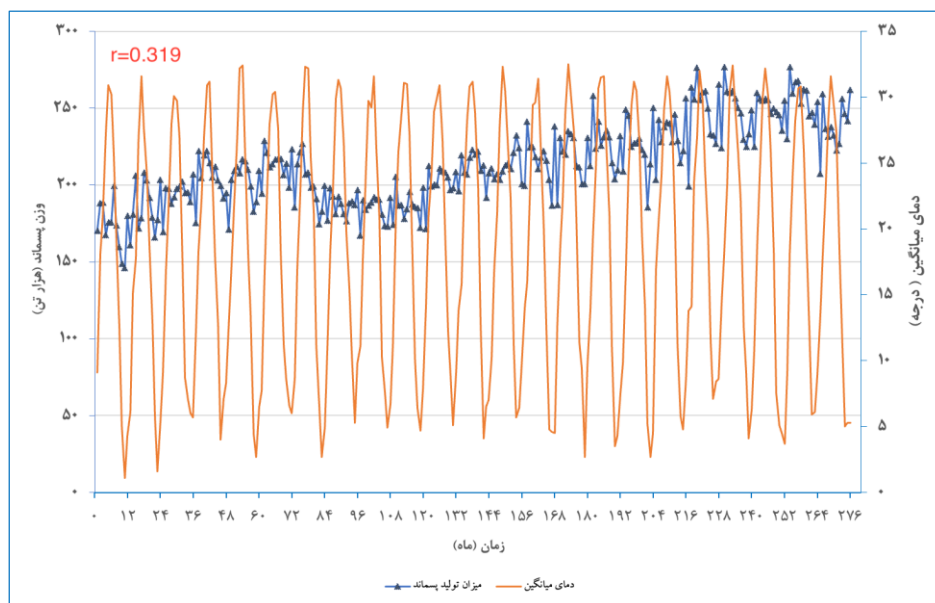
عوامل جغرافیایی

شکل (۱)، ارتباط بارندگی فصلی و وزن پسماند تولیدی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ را به صورت ماهانه نشان می‌دهد. طبق داده‌های بدست آمده در ماه فروردین و اردیبهشت همه‌ی سال‌ها بیشترین مقدار بارندگی وجود دارد و بعد از آن اواخر زمستان و در ماه‌های فصل تابستان در این دوره تقریباً بارشی رخ نداده است. در ماه‌های آبان و آذر نیز بارش قابل توجهی رخ داده است. بارندگی در فروردین سال ۱۳۷۵ از کل ماه‌های سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ بیشتر بوده است. میزان بارندگی سالانه از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ نرخ کاهشی داشته است اما تولید پسماند دارای نرخ افزایشی است. اطلاعات بدست آمده نشان می‌دهد که بارندگی در مقدار تولید پسماند تاثیر زیادی ندارد و مقدار وزن پسماند تولید شده بیشتر متاثر از دیگر عوامل است؛ اگرچه که بارندگی در ایجاد و ترکیبات شیرابه حاصل از پسماند تاثیر زیادی دارد.



شکل ۱- ارتباط ماهانه تولید پسماند و بارندگی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

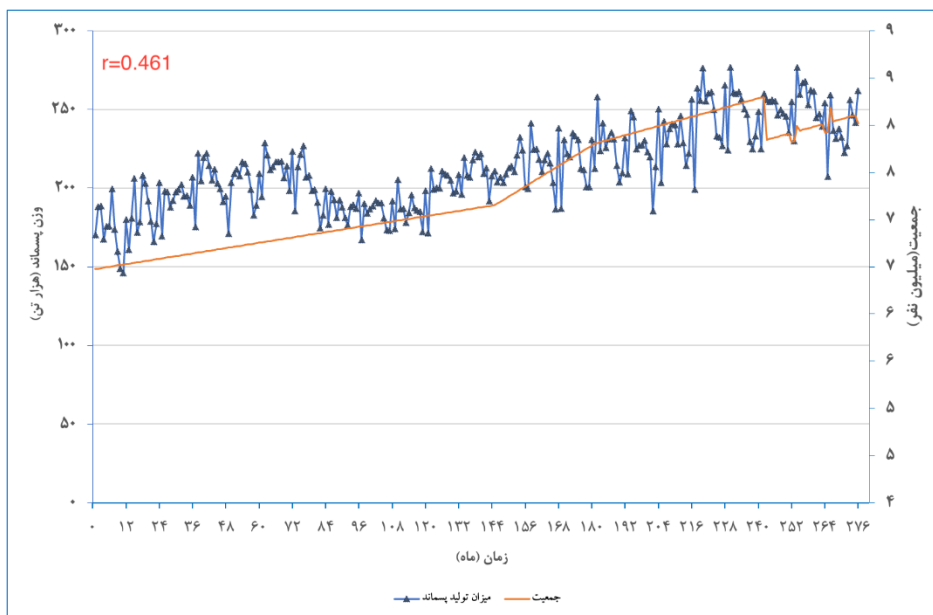
شکل (۲)، ارتباط دمای میانگین و وزن پسماند تولیدی را از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد که در ماه‌های گرم سال به‌ویژه سه ماه تابستان دما بیشینه و در ماه‌های سرد سال به‌ویژه سه ماه فصل زمستان دما کمینه است. کمترین میانگین دما ماه در بهمن ماه سال ۱۳۷۰ بوده و بیشترین میانگین دما در شهریور ماه سال ۱۳۸۵ بوده است. طبق برآیند کلی شکل (۲) در ماه‌های گرم سال به‌ویژه مرداد ماه و گرم سال با افزایش دما، تولید پسماند افزایش می‌یابد همچنین، رخدادهای فرهنگی و اجتماعی در فصول مختلف نظیر تعطیلات رسمی با تولید پسماند بطور غیرمستقیم روی تولید پسماند تاثیر گذاشته است.



شکل ۲- ارتباط ماهانه تولید پسماند و دمای میانگین از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

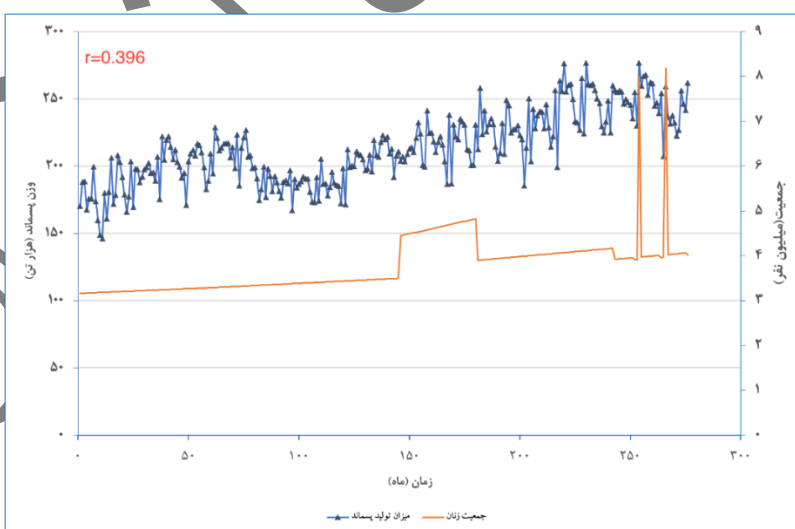
عوامل جمعیتی (اجتماعی)

طبق شکل (۳)، اندازه جمعیت شهر تهران برآیند کاملاً صعودی دارد و با افزایش جمعیت، نیازها، تنوع و مصرف کالاها و مصرف‌گرایی افزایش یافته و در نتیجه تولید پسماند نیز افزایش یافته است. در خرداد سال ۱۳۹۰ کاهش جمعیت قابل مشاهده است، که با ارتباط مستقیم، کاهش تولید پسماند در این ماه از سال ۱۳۹۰ هم مشاهده می‌شود. آریکان و ونگ [۹] هم ارتباط مستقیم جمعیت و تولید پسماند را تایید کرده‌اند و با نتایج بررسی‌های انجام شده بر روی داده‌های همخوانی دارد.

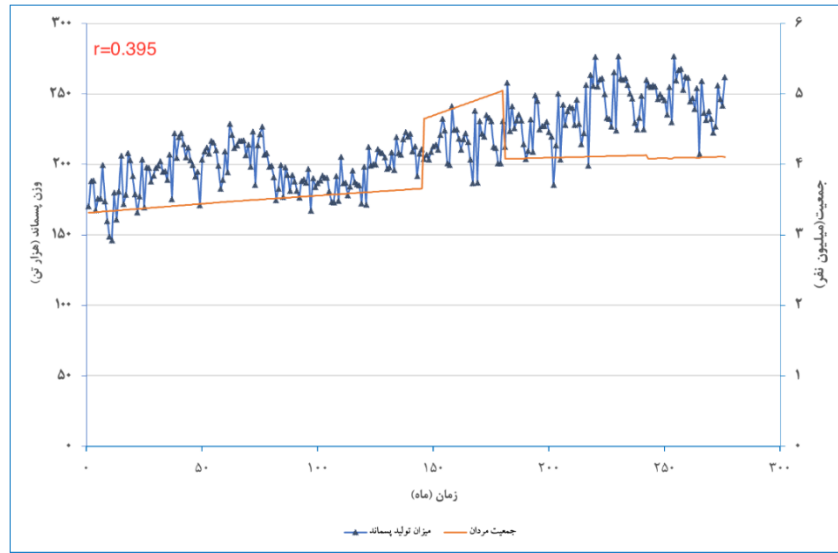


شکل ۳- ارتباط ماهانه تولید پسماند و جمعیت از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

روند شکل (۴) و (۵) که به ترتیب ارتباط جمعیت زنان و مردان شهر تهران با تولید پسماند را نمایش می‌دهد، تقریباً همانند شکل (۳) است نشان‌دهنده ارتباط مستقیم این دو متغیر می‌باشد. جهت بررسی بیشتر اثر کوتاه مدت و بلند مدت تاثیر این دو فاکتور در بخش‌های آبی از ضرایب همبستگی استفاده شده است.

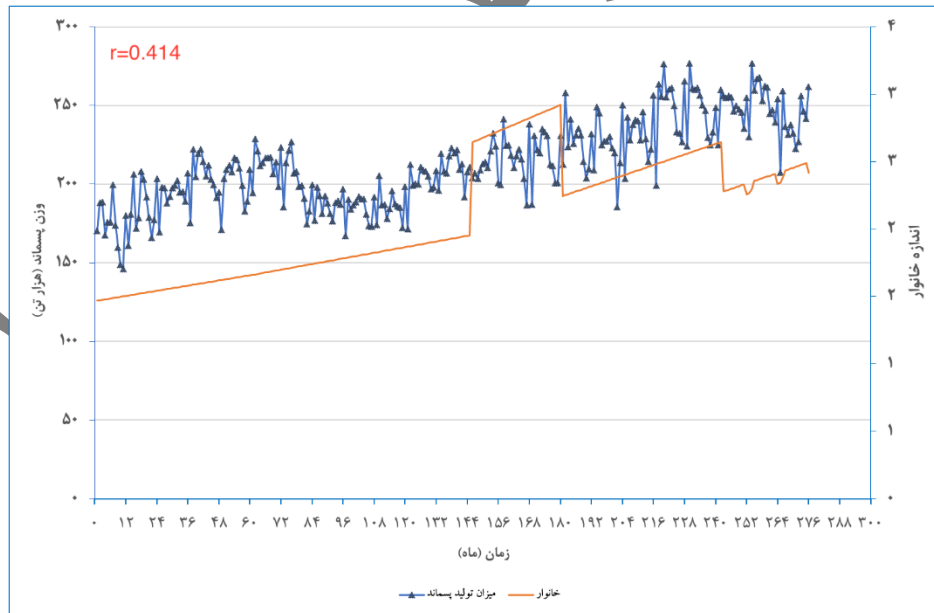


شکل ۴- ارتباط ماهانه تولید پسماند و جمعیت زنان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲



شکل ۵- ارتباط ماهانه تولید پسماند و جمعیت مردان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

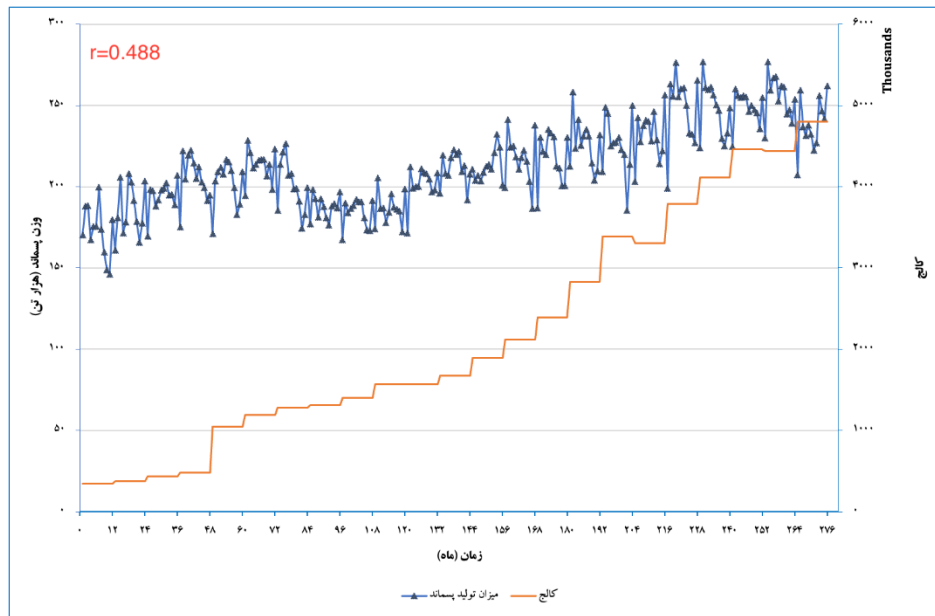
اندازه خانوار به طور متوسط در این ماهها افزایش یافته است و همانند دیگر عوامل جمعیتی رابطه‌ی مستقیمی با تولید پسماند دارد. در نتیجه با کاهش اندازه خانوار، تولید پسماند کاهش خواهد یافت.



شکل ۶- ارتباط ماهانه تولید پسماند و خانوار از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

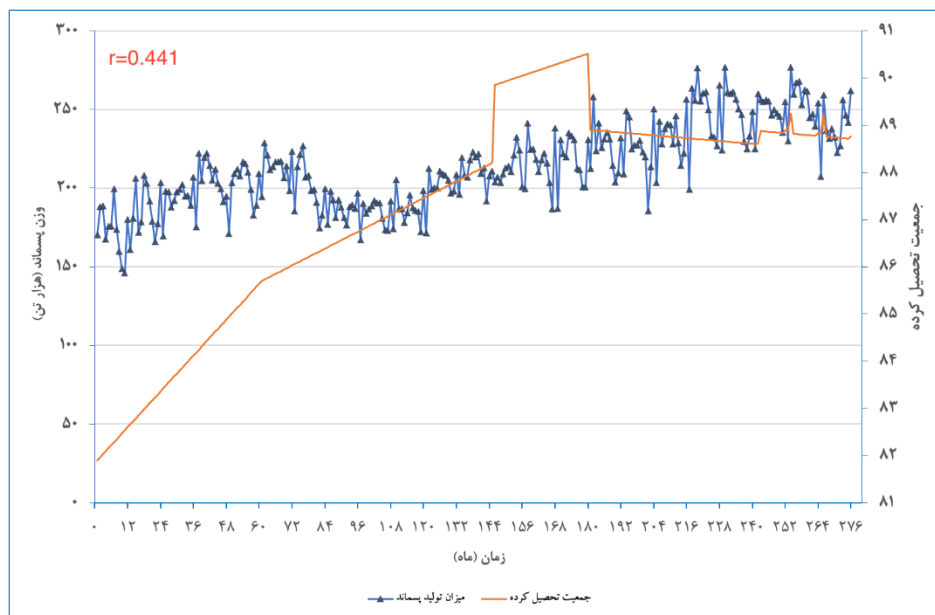
عوامل فرهنگی

شکل (۷) روند کاملاً صعودی افزایش جمعیت دانشجویان را نشان می‌دهد که سال ۱۳۷۰ کمترین تعداد دانشجویان و سال ۱۳۹۲ بیشترین تعداد دانشجویان در شهر تهران حضور دارند. شهر تهران بیشترین دانشگاه‌ها و آموزشگاه‌های کشور را داراست و افزایش دانشجویان و ورود آن‌ها از دیگر شهرها و یا روستاها به شهر تهران باعث افزایش نیازها و تقاضا و مصرف کالا شده است و در نتیجه تولید و افزایش پسماند را ایجاد کرده است.



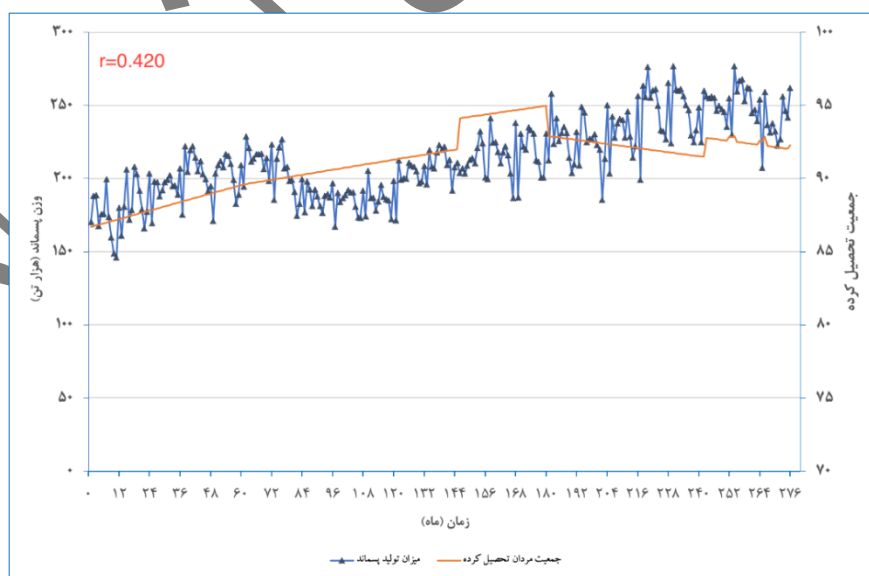
شکل ۷- ارتباط ماهانه تولید پسماند و جمعیت دانشجویان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

در فروردین سال ۱۳۷۰ جمعیت تحصیل کرده کمترین تعداد بوده و در اسفند سال ۱۳۸۵ بیشترین میزان جمعیت تحصیل کرده وجود داشته. در پیک نمودار جمعیت تحصیل کرده که سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ بوده به طور میانگین تولید پسماند کاهش یافته است و در سال ۱۳۸۵ که روند جمعیت تحصیل کرده شروع به کاهش می‌کند، تولید پسماند شروع به افزایش می‌کند. تحصیلات باعث آگاهی بیشتر افراد در رابطه با پسماند و آثار مخرب تولید آن برای محیط‌زیست، دشواری تفکیک، بازیافت و بازیابی می‌شود. بنابراین سطح آگاهی افراد تحصیل کرده در مدیریت و تولید پسماند به کاهش تولید پسماند کمک می‌کند.

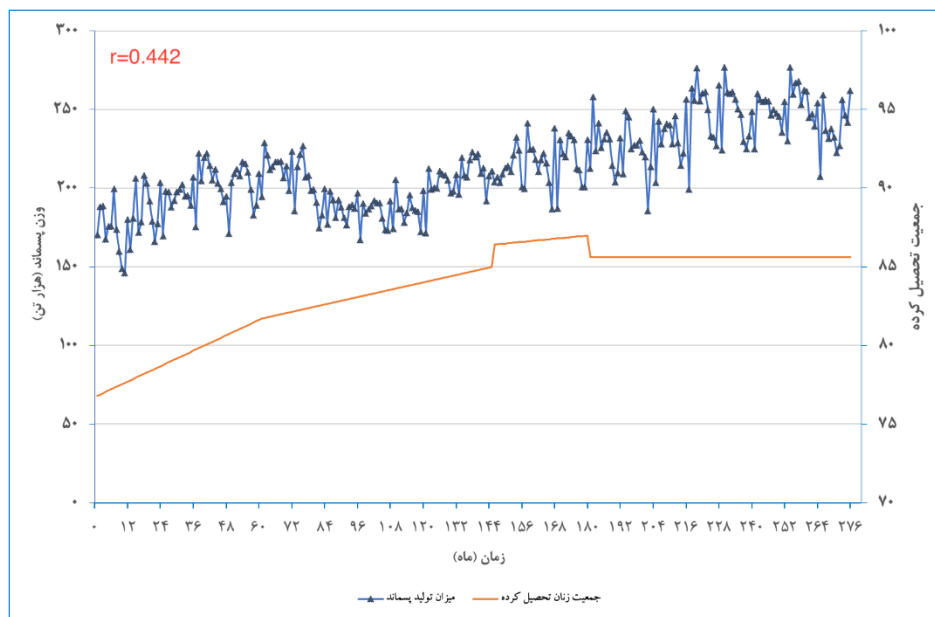


شکل ۸- ارتباط ماهانه تولید پسماند و جمعیت تحصیل کرده از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

طبق شکل‌های (۹) و (۱۰) جمعیت مردان تحصیل کرده از زنان تحصیل کرده بیشتر است. اما تاثیر زنان تحصیل کرده در کاهش تولید پسماند بیشتر از مردان است زیرا تاثیر مستقیم بر تولید پسماند خانگی دارند. بنابراین زنان تحصیل کرده نسبت در کاهش تولید پسماند خانگی نقش پررنگ‌تری دارند.



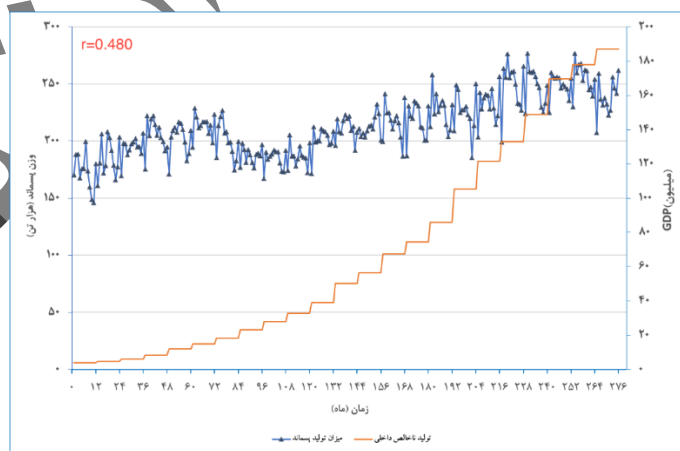
شکل ۹- ارتباط ماهانه تولید پسماند و جمعیت مردان تحصیل کرده از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲



شکل ۱۰- ارتباط ماهانه تولید پسماند و جمعیت زنان تحصیل کرده از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

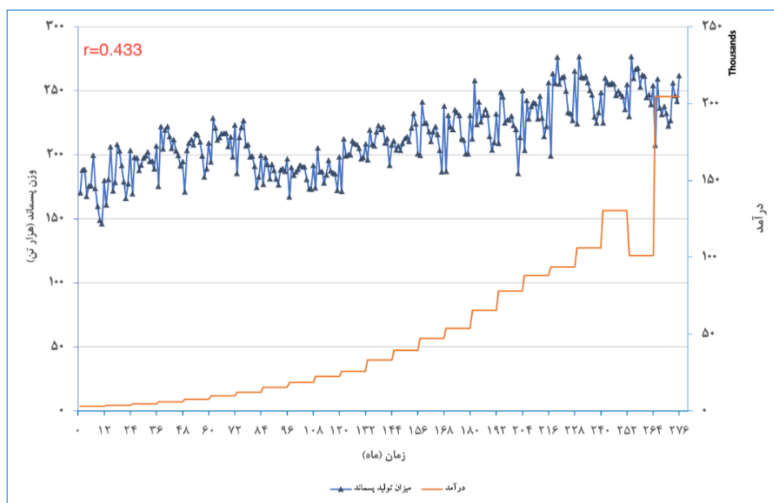
عوامل اقتصادی

شکل (۱۱)، ارتباط تولید ناخالص داخلی و وزن پسماند تولیدی را به صورت ماهانه از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. نمودار سرانه تولید ناخالص داخلی روند کاملاً صعودی دارد و می‌توان تاثیر مستقیم آن را بر تولید پسماند نتیجه گرفت که با افزایش سرانه تولید ناخالص داخلی، تولید پسماند افزایش می‌یابد. این نتیجه منطبق بر مطالعات پیشین است [۲۰].

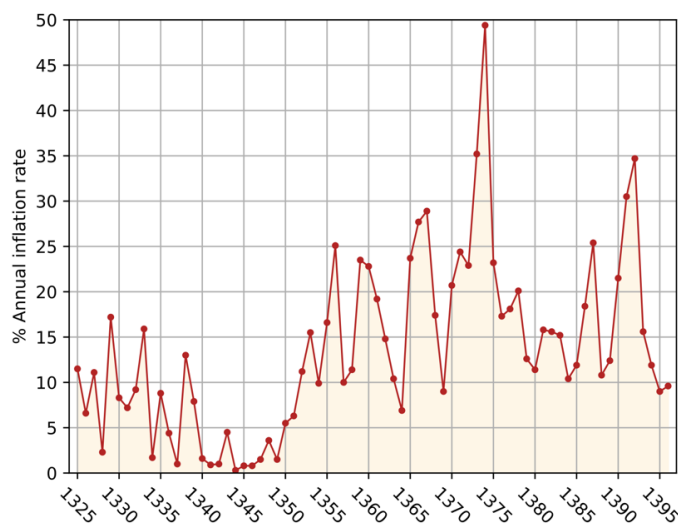


شکل ۱۱- ارتباط ماهانه تولید پسماند و تولید ناخالص داخلی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

شکل (۱۲) رشد صعودی متوسط درآمد را نشان می‌دهد که با افزایش درآمد قدرت خرید مردم بالاتر رفته است و مصرف کالاها افزایش یافته و در نتیجه پسماند بیشتری تولید شده است. اما در شروع سال ۱۳۹۱ کاهش درآمد چشمگیری رخ داده است. این موضوع ناشی از وقایع سیاسی مانند کاهش تولید نفت و افزایش نرخ تورم از ۱۰٪ به ۳۵٪ و باعث ایجاد یک پیک منفی شده است (شکل ۱۳). با این وجود در همین سال افزایش تولید پسماند نیز دیده می‌شود که نشان دهنده تأثیر برخی دیگر از عوامل بر تولید پسماند است.

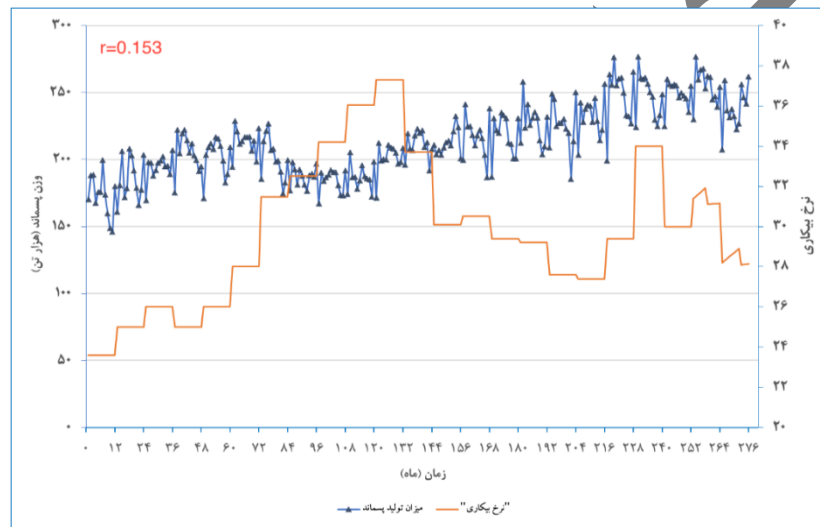


شکل ۱۲- ارتباط ماهانه تولید پسماند و درآمد از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲



شکل ۱۳- نرخ تورم از سال ۱۳۲۵ تا ۱۳۹۵

نرخ بیکاری در سال ۱۳۸۰ بیشترین درصد و در سال ۱۳۷۰ کمترین درصد را دارد. نرخ بیکاری با درآمد دارای رابطه عکس است و با افزایش آن که منجر به کاهش درآمد می‌شود، مصرف‌گرایی کاهش می‌یابد. در نتیجه تولید پسماند نیز کاهش می‌یابد. از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ نرخ بیکاری با شیب کمی تغییر کرده است اما از ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱ که بیشترین نرخ بیکاری وجود دارد، شیب شکل زیاد تغییر می‌کند و افزایش می‌یابد. بعد از سال ۱۳۸۱ نرخ بیکاری به صورت تقریباً ثابت حرکت می‌کند اما به دلیل شوک شش سال قبل آن، که باعث کمبود بودجه مردم شده بود، مصرف‌گرایی افزایش پیدا نمی‌کند و در نتیجه تولید پسماند تغییر محسوسی نکرده است.

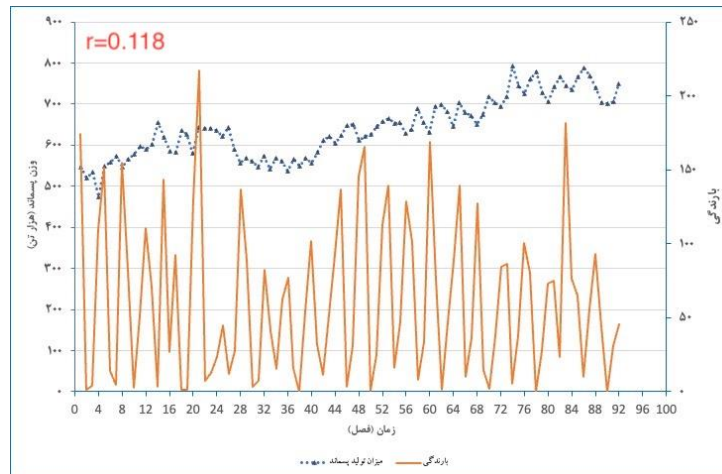


شکل ۱۴- ارتباط ماهانه تولید پسماند و نرخ بیکاری از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

ارتباط زمانی (فصلی) پارامترهای موثر بر تولید پسماند و کمیت پسماند

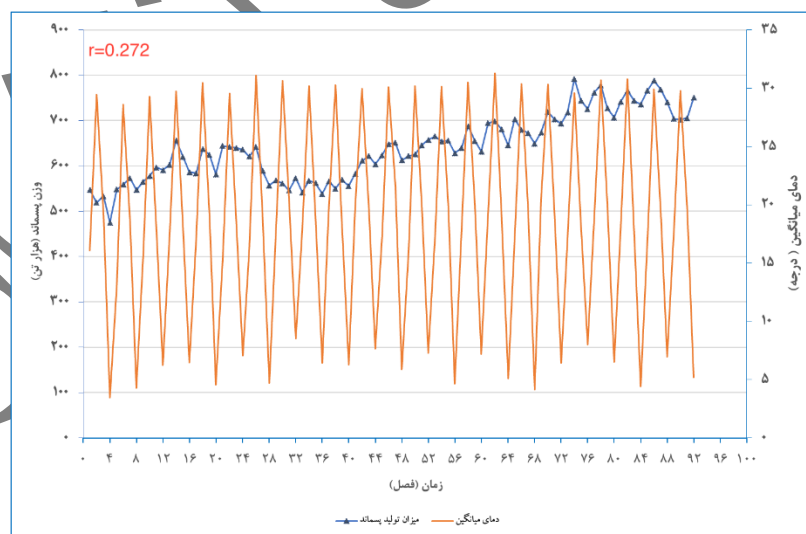
عوامل جغرافیایی

شکل (۱۵)، ارتباط بارندگی فصلی و وزن پسماند تولیدی را از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. به طور کلی طبق داده‌های بدست آمده فصل بهار بیشترین مقدار بارندگی را دارد و بعد از آن زمستان و در فصل‌های تابستان و پاییز بارش کمتری رخ داده است. بارندگی در بهار سال ۱۳۷۵ از کل فصل‌های سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ بیشتر بوده است. میزان بارندگی سالانه از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ نرخ کاهشی داشته است اما تولید پسماند دارای نرخ افزایشی است. بنابراین اطلاعات بدست آمده نشان می‌دهد که بارندگی در تولید پسماند تاثیر زیادی ندارد و وزن پسماند، بیشتر متأثر از دیگر عوامل است.



شکل ۱۵- ارتباط فصلی تولید پسماند و بارندگی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

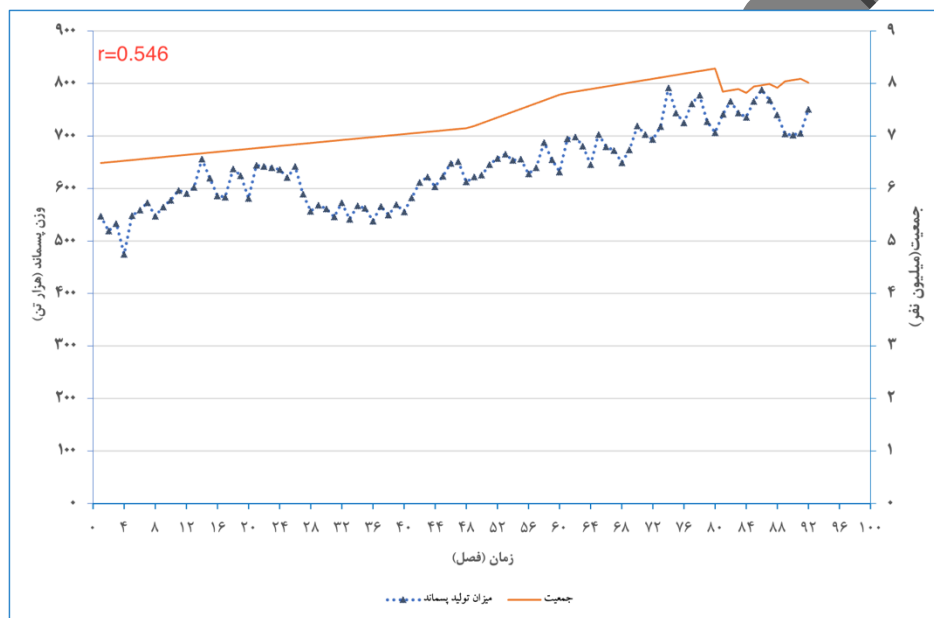
شکل (۱۶)، ارتباط دمای میانگین و وزن پسماند تولیدی را از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد که در فصل تابستان دما بیشینه و در فصل زمستان کمینه است. سال ۱۳۷۰ سردترین زمستان و سال ۱۳۸۵ گرم‌ترین تابستان را دارا بوده است. در نهایت، در فصل‌های تابستان و گرم سال با افزایش دما، تولید پسماند افزایش می‌یابد زیرا عواملی مثل رفت و آمد و یا زمان کار اداره‌ها زیادتیر از فصل‌های سرد است و در نتیجه تولید پسماند بیشتر است. اما در فصل زمستان بدلیل سرما و کوتاه بودن روزها فعالیت کمتر شده و تولید پسماند کمتری وجود دارد.



شکل ۱۶- ارتباط فصلی تولید پسماند و دمای میانگین از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

عوامل جمعیتی[‡]

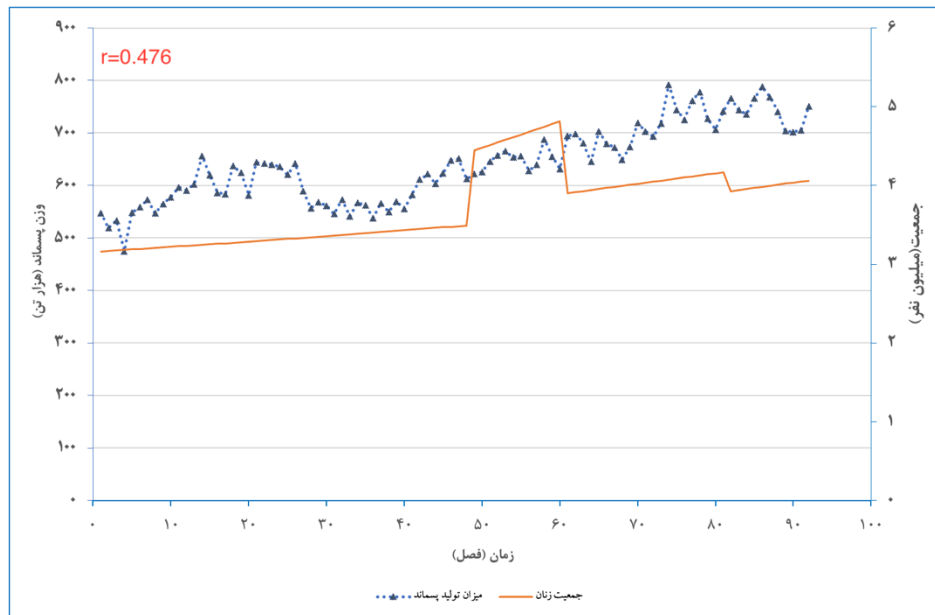
با توجه به شکل (۱۷)، سال ۱۳۹۰ بیشترین جمعیت را به تعداد ۸۲۸۴۹۸۵ و سال ۱۳۷۰ با تعداد ۶۴۹۹۱۳۶ کمترین جمعیت را دارد. شکل جمعیت شهر تهران برآیند صعودی دارد و با افزایش جمعیت، نیازها، تنوع و مصرف کالاها و مصرف‌گرایی افزایش یافته و در نتیجه تولید پسماند نیز افزایش یافته است. طبق مطالعات گذشته و تحقیقاتی که در فصل دوم به آن اشاره شد، محققان دیگر مانند آریکان و ونگ [۹] هم ارتباط مستقیم جمعیت و تولید پسماند را تایید کرده‌اند و با اطلاعاتی که بدست آورده شده منطبق است. بعد از روند صعودی شکل تا سال ۱۳۸۹، پیک کاهش جمعیت ناگهانی رخ داده است که با ارتباط مستقیم کاهش تولید پسماند در پیک کاهش جمعیت قابل مشاهده است.



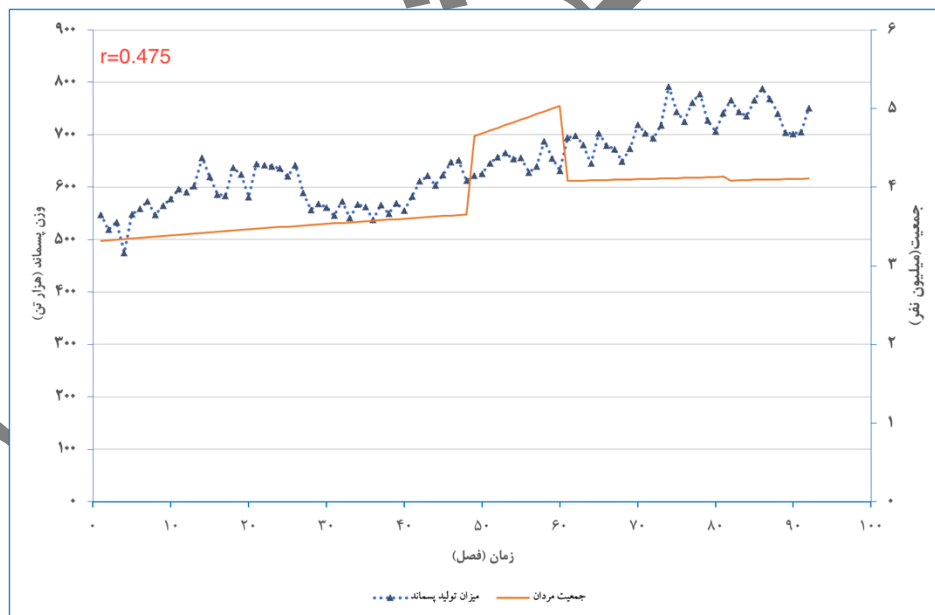
شکل ۱۷- ارتباط فصلی تولید پسماند و جمعیت از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

روند شکل (۱۸) و (۱۹) که به ترتیب ارتباط جمعیت زنان و مردان شهر تهران با تولید پسماند را نشان می‌دهد، ارتباط مستقیم دارد. جمعیت مردان همواره در این سال‌ها از زنان بیشتر بوده و می‌توان نتیجه گرفت سهم بیشتری در تولید پسماند داشته‌اند.

[‡] Demographic

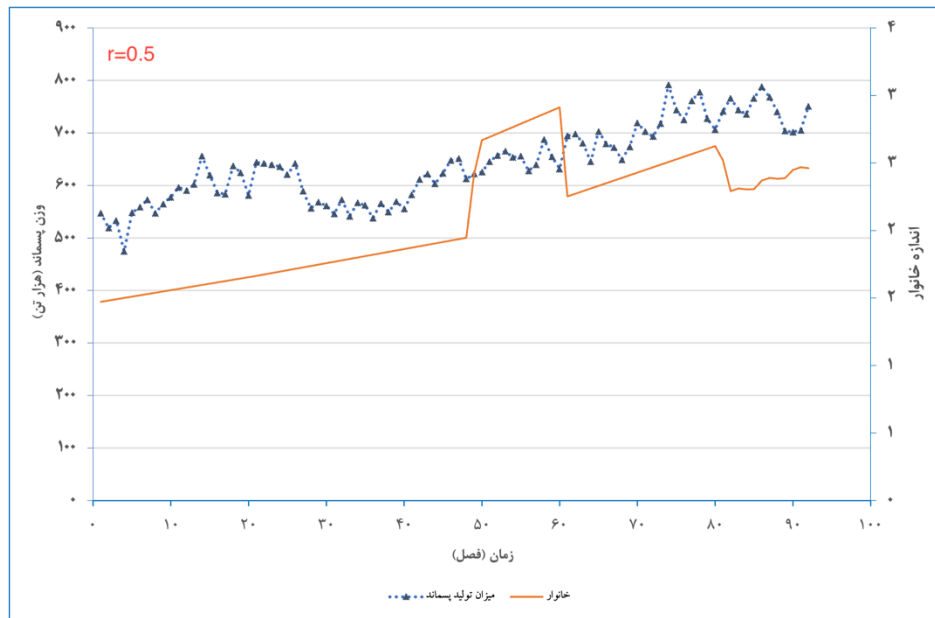


شکل ۱۸- ارتباط فصلی تولید پسماند و جمعیت زنان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲



شکل ۱۹- ارتباط فصلی تولید پسماند و جمعیت مردان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

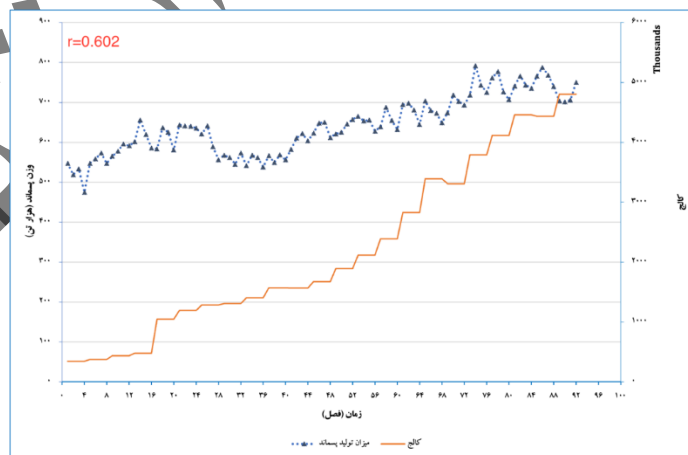
اندازه خانوارهمانند دیگر عوامل جمعیتی رابطه‌ی مستقیمی با تولید پسماند دارد و شیب آن‌ها تقریباً به یک اندازه است.



شکل ۲۰- ارتباط فصلی تولید پسماند و اندازه خانوار از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

عوامل فرهنگی

شکل (۲۱) روند کاملاً صعودی افزایش جمعیت دانشجویان را نشان می‌دهد که سال ۱۳۷۰ کیمنه دانشجویی به تعداد ۳۴۴۰۴۵ نفر و سال ۱۳۹۲ بیشینه دانشجویی به تعداد ۴۸۰۴۰۳۷ نفر را دارد. افزایش دانشجویی و ورود آن‌ها از دیگر شهرها و یا روستاها به شهر تهران باعث افزایش نیازها و تقاضا و مصرف کالا شده است و در نتیجه تولید و افزایش پسماند را ایجاد کرده است.



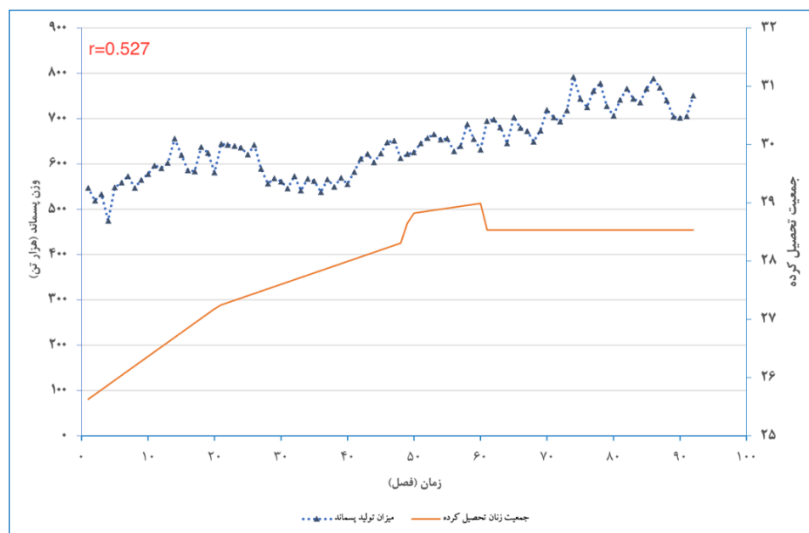
شکل ۲۱- ارتباط فصلی تولید پسماند و جمعیت دانشجویان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

در سال ۱۳۷۰ جمعیت تحصیل کرده کمینه بوده و در سال ۱۳۸۵ بیشترین تعداد جمعیت تحصیل کرده وجود داشته. در پیک شکل جمعیت تحصیل کرده که سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ بوده به طور میانگین تولید پسماند کاهش یافته است و در سال ۱۳۸۵ که روند جمعیت تحصیل کرده شروع به کاهش می کند، تولید پسماند شروع به افزایش می کند. تحصیلات باعث آگاهی بیشتر افراد در رابطه با پسماند و آثار مخرب تولید آن برای محیط زیست، دشواری تفکیک، بازیافت و بازیابی می شود. بنابراین سطح آگاهی افراد تحصیل کرده در مدیریت و تولید پسماند به کاهش تولید پسماند کمک می کند.



شکل ۲۲- ارتباط فصلی تولید پسماند و جمعیت تحصیل کرده از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

طبق شکل های (۲۳) و (۲۴) جمعیت مردان تحصیل کرده از زنان تحصیل کرده بیشتر است. اما تاثیر زنان تحصیل کرده در کاهش تولید پسماند بیشتر از مردان است زیرا منبع اولیه پسماند خانگی زنان هستند بنابراین زنان تحصیل کرده نسبت به کاهش تولید پسماند خانگی اهمیت بیشتری نسبت به کسانی که تحصیل نکرده اند می دهند.



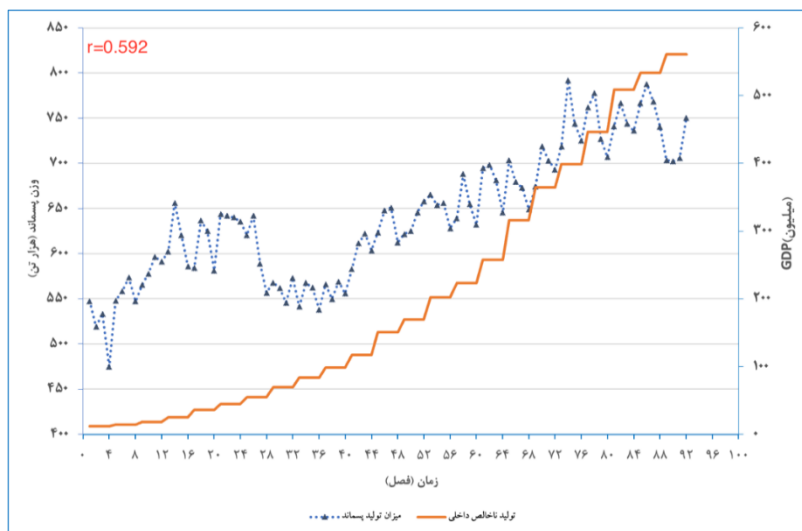
شکل (۲۳): ارتباط فصلی تولید پسماند و جمعیت زنان تحصیل کرده از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲



شکل ۲۴- ارتباط فصلی تولید پسماند و جمعیت مردان تحصیل کرده از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

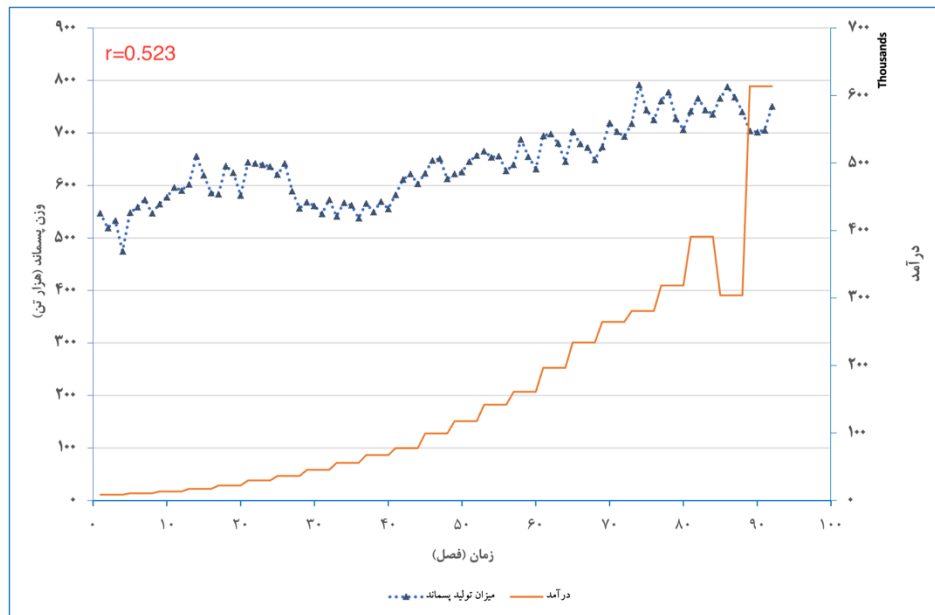
عوامل اقتصادی

شکل (۲۵)، ارتباط تولید ناخالص داخلی و وزن پسماند تولیدی را از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۷۰ کمترین و در سال ۱۳۹۲ بیشترین مقدار را دارد و می‌توان تاثیر مستقیم آن را بر تولید پسماند نتیجه گرفت که با افزایش سرانه تولید ناخالص داخلی، تولید پسماند افزایش می‌یابد.

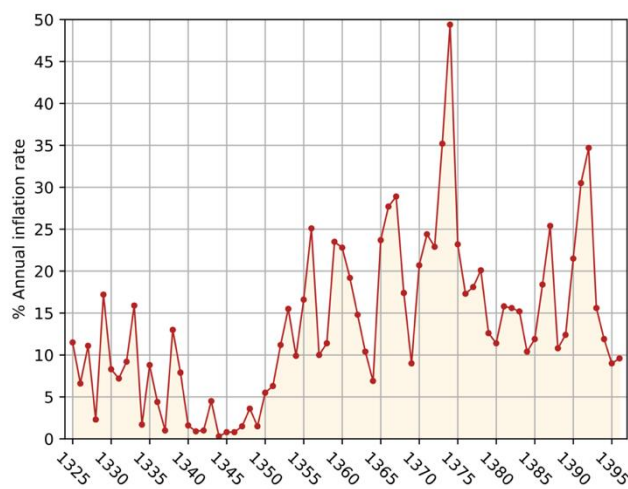


شکل ۲۵- ارتباط فصلی تولید پسماند و تولید ناخالص داخلی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

شکل (۲۶) رشد صعودی متوسط درآمد را نشان می‌دهد که با افزایش قدرت خرید مردم بالاتر رفته است و مصرف کالاها افزایش یافته و در نتیجه پسماند بیشتری تولید شده است. اما در شروع سال ۱۳۹۱ کاهش درآمد چشمگیری رخ داده است که حاکی از وقایع سیاسی مانند کاهش تولید نفت و افزایش نرخ تورم از ۱۰٪ به ۳۵٪ باعث یک پیک منفی شده است. با این حال در همین سال افزایش تولید پسماند وجود دارد که نشان دهنده بیشتر بودن اثر عوامل دیگر بر تولید پسماند است.



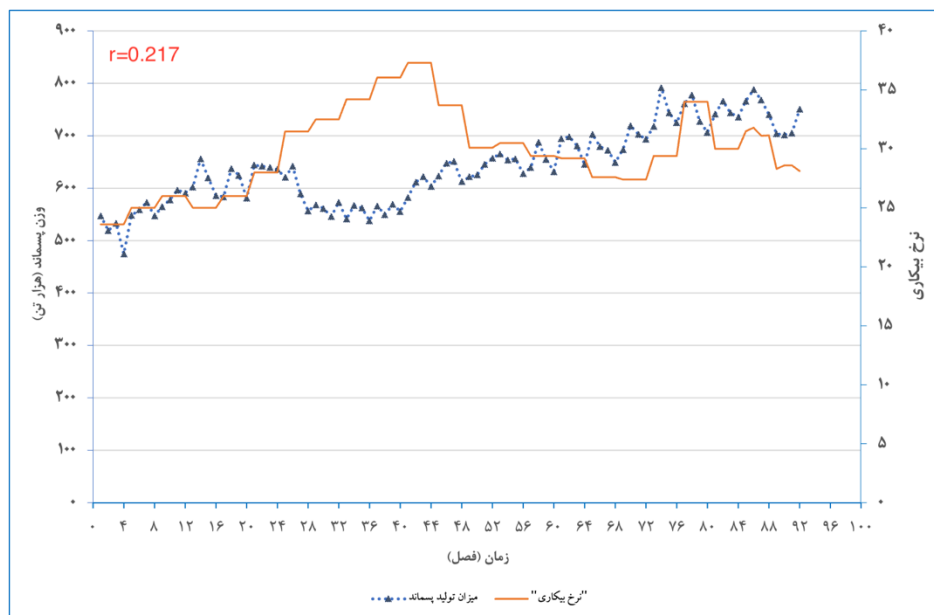
شکل ۲۶- ارتباط فصلی تولید پسماند و درآمد از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲



شکل ۲۸- نرخ تورم از سال ۱۳۲۵ تا ۱۳۹۵

شکل فصلی و ماهانه نرخ بیکاری همانند یکدیگر هستند. نرخ بیکاری در سال ۱۳۸۰ بیشترین درصد و در سال ۱۳۷۰ کمترین درصد را دارد. نرخ بیکاری با درآمد دارای رابطه عکس است و با افزایش آن که کم شدن درآمد را در پی دارد، مصرف‌گرایی کاهش می‌یابد در نتیجه تولید پسماند نیز کاهش می‌یابد. از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ نرخ بیکاری با شیب کمی تغییر کرده است اما از ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱

که بیشترین نرخ بیکاری وجود دارد، شیب شکل زیاد تغییر می‌کند و افزایش می‌یابد. بعد از سال ۱۳۸۱ نرخ بیکاری به صورت تقریباً ثابت حرکت می‌کند اما به دلیل شوک شش سال قبل آن، که باعث کمبود بودجه مردم شده بود، مصرف‌گرایی افزایش پیدا نمی‌کند و در نتیجه تولید پسماند تغییر محسوسی نکرده است.



شکل ۲۹- ارتباط فصلی تولید پسماند و نرخ بیکاری از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲

همبستگی پارامترهای موثر بر تولید پسماند در طی زمان

ضریب همبستگی پارامترهای موثر بر تولید پسماند به صورت فصلی و ماهانه نشان می‌دهد که بدلیل شرایط جوی و کمبود بارش در شهر تهران پارامتر بارندگی در کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت تاثیری بر تولید پسماند نداشته است و ضریب همبستگی آن در طول تمام مدت تقریباً نزدیک به صفر است. پارامتر سرانه تولید ناخالص داخلی اثر بسیار زیادی بر تولید پسماند دارد، به خصوص در طی بلند مدت و بعد از آن در مطالعات کوتاه مدت. پارامتر جمعیت همانند پارامتر سرانه تولید ناخالص داخلی به خصوص در بلند مدت تاثیر زیادی بر تولید پسماند دارد. تاثیر جمعیت زن و مرد و تحصیلات آن‌ها در تولید پسماند، نشان می‌دهد جمعیت زنان در تولید پسماند اثر بیشتری از جمعیت مردان دارد به خصوص در بلند مدت. بدلیل اینکه داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به پسماند شهری است و زنان در تولید پسماندهای خانگی نقش دارند که همبستگی قابل توجهی با تولید پسماندهای شهری را دارند. اندازه خانوار همچون دیگر پارامترهای جمعیتی بر روی تولید پسماند موثر است و در کوتاه مدت اثر بیشتری دارد زیرا اندازه آن در بلند مدت کمتر تغییر می‌کند.

پارامتر جمعیت تحصیل کرده ضریب همبستگی بالایی دارد و تا کنون محققى به اثر این پارامتر بر تولید پسماند اشاره نکرده است. در این پارامتر نیز می‌توان مانند جمعیت به تفکیک جنسیت اشاره کرد که زنان تحصیل کرده چون آگاهی بیشتری دارند به تولید پسماند بخصوص پسماند خانگی که مبدا اولیه آن هستند توجه بیشتری می‌کنند و اثر بسیار قابل توجه‌تری نسبت به مردان تحصیل کرده دارند.

پارامتر درآمد مهمترین پارامتر اقتصادی است و بیشترین تاثیر را در بلند مدت بین پارامترها دارد که دلیل آن را می‌توان این طور بیان کرد که با داشتن درآمد بیشتر، قدرت خرید بالاتر و تمایل به مصرف‌گرایی کالا و تولید پسماند بیشتر است. نرخ بیکاری در کوتاه مدت بر تولید پسماند تاثیر دارد اما در بلند مدت اثری ندارد. جمعیت دانش‌آموزان در بلند مدت کمترین اثر را در بین پارامترها دارد و ضریب همبستگی آن تقریباً صفر است اما در کوتاه مدت و میان مدت بدلیل اینکه یک پارامتر جمعیتی است، با تغییر ناگهانی می‌تواند اثر زیادی بر تولید پسماند بگذارد. پارامتر جمعیت دانشجویان اثر بسیار زیادی بر تولید پسماند دارد و از کوتاه مدت به بلند مدت تاثیرش بیشتر می‌شود. زیرا متشکل از دانشجویانی است که بیشتر افراد از دیگر شهرها به شهر تهران برای تحصیل آمده‌اند و یک پارامتر جمعیتی را تغییر داده‌اند.

مقایسه این مطالعه در تایید مطالعات مشابه نشان داد که تولید سرانه ناخالص داخلی و جمعیت موثرترین عامل در تولید پسماند شهری است. گرچه، مطالعه حاضر جمعیت زنان تحصیل‌کرده به عنوان یک عامل بر تولید پسماند شناسایی نمود.

نتیجه گیری

شناخت عوامل موثر بر تولید پسماند شهری و تعیین اهمیت هریک از عوامل، امکان تصمیم‌گیری صحیح‌تر و مدیریت بهینه‌تر پسماند شهری را فراهم می‌کند. عوامل اقتصادی-اجتماعی و آب و هوا در هر منطقه می‌تواند اثر مستقیم در تولید پسماند داشته باشد، لذا در این تحقیق عوامل مختلف موثر بر تولید پسماند شهری شناسایی شد و میزان اهمیت هر کدام بر تولید پسماند با استفاده از داده‌های مربوط به میزان درآمد هر خانوار، سرانه تولید ناخالص داخلی، جمعیت، بعد خانوار، دما و دیگر عوامل موثر و وزن پسماند تولیدی در شهر تهران جمع‌آوری شده بود، ارزیابی شد و میزان همبستگی هر کدام از این عوامل با پسماند تولیدی شهر تهران بدست آمد. طبق شکل‌های ارتباط زمانی عوامل موثر بر تولید پسماند و کمیت پسماند، عوامل جمعیتی، فرهنگی و همچنین نرخ بیکاری و سرانه تولید ناخالص داخلی و درآمد در دوره فصلی اثر بیشتری بر کمیت پسماند داشته و عوامل هواشناسی مانند میزان بارندگی و دمای میانگین در دوره ماهانه بیشتر تاثیر داشته‌اند. نتایج به دست آمده از شکل‌های حرارتی که از کد نویسی پایتون بدست آمده نشان دهنده تأثیر مستقیم درآمد خانوار، سرانه تولید ناخالص داخلی، دما و عوامل جمعیتی بر تولید پسماند شهری شهر تهران است و

بیشترین اثر را با توجه به ضریب همبستگی و شکل حرارتی به ترتیب سرانه تولید ناخالص داخلی، جمعیت و در آخر درآمد بر تولید پسماند دارند. در عین حال نرخ بیکاری و جمعیت افراد تحصیل کرده در شهر تهران اثر معکوس با تولید پسماند دارد. تفکیک جنسیتی در جمعیت و افراد تحصیل کرده، که جزیی از نوآوری این پژوهش بود و تا کنون محقق اهمیت آن‌ها را بررسی نکرده بود، نشان داد با بیشتر شدن آگاهی افراد مانند افراد تحصیل کرده، اهمیت‌دهی به تولید و یا کاهش پسماند بیشتر می‌شود؛ به خصوص در زنان تحصیل کرده زیرا تاثیر مستقیم بر تولید پسماند خانگی دارند. همچنین در کوتاه‌مدت زنان تحصیل کرده بیشترین ضریب همبستگی در بین فاکتورها را دارند. فاکتور دمای میانگین در کوتاه مدت اثر بیشتری بر تولید پسماند می‌گذارد و به دلایل شرایط جوی منطقه مانند کمبود بارش، متغیر بارندگی با تولید پسماند در شهر تهران دارای کمترین همبستگی می‌باشد. نرخ بیکاری در کوتاه مدت و میان مدت اثر قابل توجهی دارد؛ ولیکن در بلند مدت اثر آن بسیار کاهش می‌یابد. فاکتور جمعیت، تولید سرانه ناخالص داخلی و درآمد بیشترین ضریب همبستگی را با تولید پسماند شهری فصلی و ماهانه در بلند مدت دارند.

منابع

- Gutberlet, J., Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. *Waste Management*, 2015. 45: p. 22-31. DOE, I. <https://www.doe.ir/portal/home/?1037110>. 2017.
- Rubio, S., et al., Effectiveness of extended producer responsibility policies implementation: The case of Portuguese and Spanish packaging waste systems. *Journal of Cleaner Production*, 2019. 210: p. 217-230.
- Keser, S., S. Duzgun, and A. Aksoy, Application of spatial and non-spatial data analysis in determination of the factors that impact municipal solid waste generation rates in Turkey. *Waste management*, 2012. 32(3): p. 359-371.
- Ali Abdoli, M., et al., Longterm forecasting of solid waste generation by the artificial neural networks. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2012. 31(4): p. 628-636.
- Mazzanti, M., A. Montini, and R. Zoboli, 5 Municipal waste generation, socio-economic drivers and waste management instruments. *Waste and Environmental Policy*, 2009: p. 107.
- Asongu, S.A., et al., The criticality of growth, urbanization, electricity and fossil fuel consumption to environment sustainability in Africa. *Science of the Total Environment*, 2020. 712: p. 136376.
- Cui, X., et al., Assessing sustainability of urbanization by a coordinated development index for an Urbanization-Resources-Environment complex system: A case study of Jing-Jin-Ji region, China. *Ecological Indicators*, 2019. 96: p. 383-391.
- Mattar, L., et al., Attitudes and behaviors shaping household food waste generation: Lessons from Lebanon. *Journal of Cleaner Production*, 2018. 198: p. 1219-1223.
- Ilakovac, B., et al., Quantification and determination of household food waste and its relation to sociodemographic characteristics in Croatia. *Waste Management*, 2020. 102: p. 231-240.
- Pirani, S.I. and H.A. Arafat, Reduction of food waste generation in the hospitality industry. *Journal of cleaner production*, 2016. 132: p. 129-145.

Jalili, G.Z.M. and R. Noori, Prediction of municipal solid waste generation by use of artificial neural network: A case study of Mashhad. *International Journal of Environmental Research*, 2008. 2(1): p. 13-22.

Abbasi, M. and A. El Hanandeh, Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence modelling approaches. *Waste Management*, 2016. 56: p. 13-22.

Abbasi, M., et al., Forecasting Municipal Solid waste Generation by Hybrid Support Vector Machine and Partial Least Square Model. (7): p. 27-33.

Aqil, M., et al., Analysis and prediction of flow from local source in a river basin using a neuro-fuzzy modeling tool. *Journal of Hydrology Environmental Management*, 2007b. 85: p. 215-223.

Noori, R., et al., Results uncertainty of solid waste generation forecasting by hybrid of wavelet transform-ANFIS and wavelet transform-neural network. *Expert Systems with Applications*, 2009. 36(6): p. 9991-9999.

Zeng, C., et al., Public perceptions and economic values of source-separated collection of rural solid waste: A pilot study in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 2016. 107: p. 166-173.

Weng, Y.-C. and T. Fujiwara, Examining the effectiveness of municipal solid waste management systems: An integrated cost-benefit analysis perspective with a financial cost modeling in Taiwan. *Waste management*, 2011. 31(6): p. 1393-1406.

Arkan, E., Z.T. Şimşit-Kalender, and Ö. Vayvay, Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 2017. 142 :p. 403-412.

Abbasi, M., M.N. Rastgoo, and B. Nakisa, Monthly and seasonal modeling of municipal waste generation using radial basis function neural network. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2019. 38(3): p. e13033.