



Identification Effective Factors on Demolition of Residential Buildings from Owners' Perspective (Case Study: District 2 of Tabriz Metropolitan)

Mohammad Pordel¹ , Mohsen Babaei²

1. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

E-mail: m.pordel@eng.basu.ac.ir.

2. Corresponding author, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

E-mail: m.babaei@basu.ac.ir.

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Objective: Demolition of residential buildings is one of the primary contributors to construction waste, significantly impacting the environment and accounting for a substantial portion of total construction waste. In this context, identifying and analyzing the factors influencing owners' decisions regarding building demolition can improve the estimation of construction waste and, ultimately, aid in better management of such waste.
Article history: Received: 03 December 2024 Revised: 08 March 2025 Accepted: 06 May 2025 Published: 22 October 2025	A review of previous studies reveals that both latent and explicit variables play a role in property owners' preferences for either demolishing or retaining their buildings. This study aims to identify and analyze the factors driving property owners to demolish residential buildings.
Keywords: Demolition waste, Stated Preference (SP), Residential buildings, Urban environment, Tabriz city.	Methods: This study aims to identify and analyze the factors driving property owners to demolish residential buildings. The primary objective of the research is to determine the key factors influencing owners' decisions to demolish residential properties. To achieve this, the study employed multiple linear regression (MLR), analyzing data gathered through structured questionnaires distributed among property owners. Results: The collected data were processed using SPSS statistical software to examine the relationships between various factors and owners' preferences. The findings indicated that factors such as the neighborhood fabric, average property value in the area, property size, building age, adjusted road width, and the number of existing floors significantly impact owners' decisions to demolish their properties. Statistical analysis demonstrated that all identified factors, except the number of existing floors, showed a significance level of 0.0001 in influencing demolition decisions. Among these, building age and neighborhood type had the most pronounced effect on owners' decisions. Conclusions: By identifying the factors influencing demolition decisions, it is possible to pinpoint buildings at risk of demolition and accurately estimate the volume of construction waste generated using established waste production rates.

Cite this article: Pordel, M., Babaei, M. (2025). Identification Effective Factors on Demolition of Residential Buildings from Owners' Perspective (Case Study: District 2 of Tabriz Metropolitan). *Journal of Urban Space and Social Life*, 4 (14), 1-17. <http://doi.org/10.22034/jprd.2025.64848.1164>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22034/jprd.2025.64848.1164>

Publisher: University of Tabriz.

Introduction

Demolition of buildings constitutes a significant share of the total solid waste generated worldwide. Based on this, construction waste management has always been the focus of urban and environmental management activists due to its damage to the environment. On the other hand, the most important step in the practical management of construction waste is to adopt a reliable and accurate method for estimating the volume of construction waste. Many variables are involved in the owners' preferences to demolish the building and can affect the estimated amount of building waste. These wastes not only occupy a lot of space, but also have destructive consequences for the environment. In other words, the excessive accumulation of construction waste in landfills and its lack of proper management leads to soil and water pollution, destruction of natural habitats, and a significant increase in the consumption of natural resources. Besides, burning these wastes releases greenhouse gases and pollutants harmful to the air, which endangers human health. In addition to environmental hazards, construction waste leads to the wastage of natural resources and national assets (Jin et al., 2019). Statistics published in 2021 show that the volume of construction waste worldwide has reached at least 1.3 billion tons (Ma et al., 2023). In Iran, due to the deterioration of urban tissues and the development of cities, a significant amount of construction waste is produced annually from the demolition and renovation of buildings. In 2021, this is about 120 million tons per year (Ghanbary, 2022) and (Shafiei et al. al., 2021) and (Rezaei et al., 2023). According to the published statistics, the correct management of construction waste is an undeniable necessity in order to protect the environment. Achieving this goal requires the adoption of practical and accurate methods to estimate the volume of construction waste (Shafiei et al., 2021) and (Omidi and Miyahi, 2024). Based on this, identifying the effective factors in the destruction of buildings is considered a vital issue for urban management and environmental protection. Since previous studies in estimating the amount of construction waste have only relied on the annual production trend, the present study, considering the owners' preferences as a key variable, seeks to fill the existing gap by using multiple linear regression (MLR) to identify factors influencing destruction. Residential buildings are used from the owners' point of view and calibrated in the SPSS statistical package software.

Materials and Methods

In this research, the Stated Preferences (SP) of owners has been used to identify the effective factors in the destruction of residential buildings. In this method, it is possible to understand the preferences of the owners by designing choice occasions, and then by monitoring the properties in the city, identify the buildings prone to destruction, and then predict the amount of construction waste produced. It is worth mentioning that after identifying properties prone to destruction, the average volume of construction waste for each unit of gross floor area has been used to predict construction waste. Also, in order to investigate each of the influencing variables, multiple linear regression method has been used. This study has been calibrated by distributing a questionnaire among 200 owners in District 2 of Tabriz municipality.

Results

As the building demolition, and, as a result, waste production, depends on the preferences of the owners, the preferences of owners were used to identify properties prone to destruction. Results showed that this method can identify properties prone to destruction in the first step, and then in the last step, using the average volume of construction waste for each unit of gross floor area, an accurate estimate of the waste was reached. The estimations made from the multiple linear regression model in this research showed that variables such as the age of the building, the location of the property in a worn-out context, the width, the price of the area of the property and the size of the property are significant. The age of building, the texture of the area of the property and their width have the greatest effect on the desirability of choosing demolition by the owners. Also, the review of experts' opinions showed that many latent and apparent factors are involved in the owners' decision on demolish or not demolish. However, in this research, we tried to identify the influential variables by interviewing experts in the construction industry and measure the impact of each by using a questionnaire. Although this research was designed considering the cultural conditions of the owners of Tabriz city, it can be useful and practical for other regions by changing the identified variables and collecting area-specific data for any other cities.

Conclusion

Estimation of the amount of construction waste resulted from construction activities is the most important part of construction waste management process and quantification of the construction waste is essential to achieve sustainable urban development. Also, accurate forecasting of construction waste production can provide valuable information for waste planning, design and management. However, the lack of reliable and accurate forecasting

approaches makes it difficult to estimate the quantity of construction waste for long-term or short-term planning. This study suggests a new approach to demolition waste estimation which considers the behavioral aspects of the owners. Results of this research can be very useful for estimating the amount of construction waste for the coming years, because by identifying the factors effective in demolition, it becomes possible to accurately estimate the amount of waste produced by identifying properties prone to demolition. The findings of this study can be useful to planners and policy makers in formulating appropriate strategies for managing construction waste in order to achieve sustainable development and reduce environmental problems.



شناسایی عوامل مؤثر در تخریب ساختمان‌های مسکونی از منظر مالکان (مطالعه موردی: منطقه ۲ کلانشهر تبریز)

محمد پردل^۱، محسن بابائی^۲✉

۱. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: m.pordel@eng.basu.ac.ir
 ۲. نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. رایانامه: m.babaei@basu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	تخریب ساختمان‌های مسکونی یکی از عوامل اصلی تولید ضایعات ساختمانی است که تأثیرات قابل توجهی بر محیط‌زیست دارد و سهم قابل توجهی از کل ضایعات ساختمانی در بر می‌گیرد. در این راستا، شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر تصمیمات مالکان در خصوص تخریب ساختمان‌ها می‌تواند به بهبود تخمین ضایعات ساختمانی و در گام فراتر در مدیریت ضایعات ساختمانی مفید باشد. با بررسی مطالعات پیشین می‌توان دریافت که متغیرهای پنهان و آشکار متعددی در ترجیحات مالکان مبنی بر اقدام به تخریب یا عدم تخریب ساختمان دخیل است. در این پژوهش سعی بر این است تا عواملی که مالکان را به تخریب ساختمان‌های مسکونی سوق می‌دهد، شناسایی و تحلیل شود. هدف اصلی این پژوهش، شناسایی عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری مالکان برای تخریب ساختمان‌های مسکونی است. برای این منظور، از رگرسیون خطی چندگانه (MLR) استفاده شده و داده‌های مربوط به ترجیحات مالکان از طریق پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری شده است. داده‌ها در نرم‌افزار آماری SPSS مورد تحلیل قرار گرفتند تا ارتباطات میان عوامل مختلف با ترجیحات مالکان شناسایی شوند. نتایج نشان داد که عواملی نظیر بافت منطقه ملک، میانگین ارزش منطقه ملک، متراژ ملک، سن بنا، عرض گذر اصلاحی و تعداد طبقات موجود ملک می‌توانند تأثیر مستقیم را در تصمیم مالکان مبنی بر تخریب ساختمان خود القا کنند، و همه این عوامل شناسایی شده به غیر از عامل تعداد طبقات موجود ملک، در سطح معناداری ۰/۰۰۰۱ بر ترجیحات مالکان در خصوص تخریب ساختمان‌ها مؤثر هستند. به طور خاص، سن بنا و نوع بافت منطقه بیشترین تأثیر را در تصمیمات مالکان به تخریب داشته‌اند.
کلیدواژه‌ها:	
ضایعات ساختمانی، ترجیحات بیان‌شده مالکان، ساختمان‌های مسکونی، محیط زیست شهری، شهر تبریز.	

استناد: پردل، محمد؛ بابائی، محسن؛ (۱۴۰۴). شناسایی عوامل مؤثر در تخریب ساختمان‌های مسکونی از منظر مالکان (مطالعه موردی: منطقه ۲ کلانشهر تبریز).

فضای شهری و حیات اجتماعی، ۴ (۱۴)، ۱۷-۱.

<http://doi.org/10.22034/jprd.2025.64848.1164>



مقدمه

رشد جمعیت و نیاز به توسعه شهری، صنعت ساختمان را با چالش‌های متعددی روبرو کرده است. یکی از این چالش‌ها تولید انبوه ضایعات ساختمانی است. افزایش ساخت و ساز، منجر به تولید حجم عظیمی از ضایعات ساختمانی شده است که به عنوان یکی از معضلات بزرگ زیست‌محیطی شناخته می‌شوند (Jin et al., 2019). این ضایعات به مصالح مازاد حاصل از عملیات عمرانی مانند تخریب و نوسازی و تعمیرات بناها اطلاق می‌شود که شامل طیف وسیعی از مصالح از جمله بتن، آجر، گچ، فلز، چوب، پلاستیک و مواد شیمیایی هستند (Kartam et al., 2004) و (Shafiei et al., 2021). این ضایعات نه تنها فضای زیادی را اشغال می‌کنند، بلکه پیامدهای مخربی برای محیط زیست به همراه دارند. به عبارت بهتر، انباشت بی‌رویه ضایعات ساختمانی در محل‌های دفن، منجر به آلودگی خاک و آب، تخریب زیستگاه‌های طبیعی و افزایش چشم‌گیر مصرف منابع طبیعی می‌شود. آمارهای منتشرشده در سال ۲۰۲۱ نشان می‌دهد که میزان حجم ضایعات ساختمانی در سراسر جهان به حداقل ۱/۳ میلیارد تن رسیده است (Ma et al., 2023). در ایران نیز به دلیل فرسودگی بافت‌های شهری و توسعه‌ی شهرها، سالانه حجم قابل توجهی از ضایعات ساختمانی از محل تخریب و نوسازی ساختمان‌ها تولید می‌شود که این رقم در سال ۱۴۰۰ در حدود ۱۲۰ میلیون تن در سال است (Ghanbari, 2022) و (Shafiei et al., 2021) و (رضایی و همکاران، ۱۴۰۲). بر اساس آمارهای منتشر شده، مدیریت صحیح ضایعات ساختمانی، در راستای حفاظت از محیط زیست ضرورتی انکارناپذیر است. اما دستیابی به این مهم، نیازمند اتخاذ روش‌های کاربردی و دقیق برای تخمین حجم ضایعات ساختمانی است (Shafiei et al., 2021) و (امیدی و میاحی، ۱۴۰۳). در این میان، مدیریت صحیح ضایعات ساختمانی و تخمین دقیق حجم آن می‌تواند به کاهش این اثرات منفی کمک کند.

مدیریت ضایعات ساختمانی، راهکاری کلیدی برای کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی صنعت ساختمان است که این امر مستلزم تخمین حجم ضایعات ساختمانی و در نظر گرفتن ترجیحات مالکان در جهت شناسایی عوامل مؤثر در تخریب ساختمان‌ها است. طبق نتایج مطالعات پیشین، تخمین حجم ضایعات ساختمانی نقش حیاتی در مدیریت بهینه‌ی آن ایفا می‌کند و برای دستیابی به توسعه پایدار شهری یک امر ضروری است (Islam et al., 2019) و (امیدی و میاحی، ۱۴۰۳). اغلب مطالعات انجام‌شده در حوزه‌ی تخمین حجم ضایعات ساختمانی برای پیش‌بینی حجم آن برای سال‌های آتی از اطلاعات مجوزهای تخریب و نوسازی و روند پیشین تولید ضایعات ساختمانی استفاده کرده‌اند؛ زیرا این روش‌ها یکی از رایج‌ترین راهکارهای تخمین حجم ضایعات ساختمانی هستند (Lu et al., 2021). در این روش‌ها، با استفاده از تعداد مجوزهای تخریب و نوسازی صادر شده و همچنین متوسط حجم ضایعات تولید شده در هر تخریب یا نوسازی، حجم کل ضایعات ساختمانی برای سال‌های آتی تخمین زده می‌شود و در اغلب آنها ترجیحات و نیازهای ساکنان و ذینفعان در نظر نگرفته شده است که این موضوع می‌تواند دقت تخمین‌های صورت گرفته را کاهش دهد (Ghanbari, 2022). همچنین، پژوهش‌های پیشین به‌طور عمده به آثار اقتصادی و زیست‌محیطی تخریب ساختمان‌ها پرداخته‌اند، اما در اکثر این مطالعات، عامل مهم ترجیحات مالکان در تصمیم‌گیری برای تخریب ساختمان‌ها نادیده گرفته شده است. مالکان به دلایل مختلفی از جمله وضعیت اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و نیازهای شخصی خود، ممکن است تصمیم به تخریب یا نوسازی املاک خود بگیرند که این امر به‌طور مستقیم بر حجم و نوع ضایعات تولیدی تأثیرگذار است (Hwang & Yeo, 2011). این موضوع می‌تواند پیش‌بینی‌های حجم ضایعات ساختمانی را تحت تأثیر قرار دهد و به همین دلیل، درک دقیق‌تر عوامل مؤثر در این تصمیمات و شناسایی ترجیحات مالکان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر این اساس میتوان نتیجه گرفت در اغلب مطالعات پیشین، ترجیحات و تصمیمات مالکان در خصوص تخریب نادیده گرفته شده است. این در حالی است که تصمیمات مالکان بر تخریب یا نوسازی ساختمان‌ها می‌تواند تأثیر زیادی بر نوع و حجم ضایعات تولیدی داشته باشد. بنابراین، دقت تخمین حجم ضایعات ساختمانی زمانی افزایش می‌یابد که این ترجیحات و تصمیمات در نظر گرفته شوند.

با توجه به مطالب پیشین، تغییر شرایط اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و سایر عوامل مؤثر در تصمیم مالکان مبنی بر تخریب یا عدم تخریب، صحت پیش‌بینی‌های انجام شده برای حجم ضایعات ساختمانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Hwang & Yeo, 2011). بر این اساس، در مطالعه حاضر به منظور رفع خلأ پژوهشی موجود به ارائه رویکرد نوین برای تخمین حجم ضایعات ساختمانی پرداخته خواهد شد. هدف اصلی این پژوهش بررسی ترجیحات مالکان در راستای شناسایی عوامل مؤثر در تخریب ساختمان است که در پژوهش‌های آتی از نتایج شناسایی عوامل مؤثر میتوان با پایش املاک موجود در سطح شهر، املاک مستعد تخریب را شناسایی کرده و با در نظر گرفتن نرخ تولید ضایعات ساختمانی، مقدار حجم ضایعات ساختمانی را پیش‌بینی نمود. به عبارت دقیقتر مطالعه حاضر با هدف شناسایی عوامل مؤثر در تخریب ساختمان‌ها از منظر مالکان و تأثیر این عوامل بر تخمین حجم ضایعات ساختمانی طراحی شده است. در این پژوهش، ابتدا عوامل مختلفی که مالکان را به تخریب ساختمان‌ها سوق می‌دهند، شناسایی خواهد شد. این عوامل شامل جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فنی هستند که در تصمیم‌گیری مالکان نقش دارند. سپس با استفاده از این عوامل و تدوین پرسش‌نامه‌ای مبتنی بر معیار طراحی آزمایش، ترجیحات مالکان بررسی شده و به شناسایی عوامل مؤثر در تصمیم به تخریب پرداخته خواهد شد. در واقع، هدف اصلی این مطالعه شناسایی این عوامل تأثیرگذار است و در این روند، نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند به بهبود دقت تخمین حجم ضایعات ساختمانی نیز منجر شود. به عبارت دیگر، شناخت دقیق‌تر عواملی که مالکان را به تخریب و نوسازی سوق می‌دهند، می‌تواند به‌طور غیرمستقیم دقت پیش‌بینی حجم ضایعات را افزایش دهد. از آنجایی که تصمیم مالکان تأثیر مستقیمی بر تخریب ساختمان‌ها و تولید حجم ضایعات ساختمانی دارد. بر این اساس سوال اصلی در این پژوهش به این گونه مطرح می‌شود که چه عواملی بر تصمیم به تخریب یا عدم تخریب ساختمان از نظر ترجیحات مالکان تأثیرگذارند؟ برای پاسخ به سوال پژوهش با استفاده از متغیرهای شناسایی‌شده، حالات انتخاب طراحی در پرسش‌نامه با معیار طراحی آزمایش تدوین خواهد شد، تا با انجام پرسشگری از مالکان، عوامل مؤثر در اقدام به تخریب شناسایی شوند.

در این مطالعه، هدف اصلی شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر در تخریب ساختمان‌ها از منظر مالکان است. در ابتدا، متغیرهای مؤثر در تصمیمات تخریب ساختمان‌ها با نظر خبرگان صنعت ساخت شناسایی خواهد شد. سپس، با استفاده از این متغیرها، از طریق طراحی یک پرسش‌نامه و با استفاده از معیار طراحی آزمایش، ترجیحات مالکان شناسایی می‌شود. این پژوهش سعی دارد مدل جدیدی برای پیش‌بینی حجم ضایعات ساختمانی بر اساس تصمیمات مالکان و با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص منطقه‌ای، ارائه دهد.

روش پیشنهادی در این مطالعه، برای شناسایی املاک مستعد تخریب جهت تخمین حجم ضایعات ساختمانی در هر کشوری قابل استفاده است. اما باید توجه داشت که شرایط اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی در کشورهای مختلف ممکن است متفاوت باشد و به این دلیل ممکن است برخی از متغیرها نیاز به تعدیل یا تغییر وجود داشته باشد. انتظار می‌رود انجام تحقیقات و بررسی‌های مشابه در کشورها و شهرهای مختلف بتواند در بهبود دقت تخمین و اعتبارسنجی روش پیشنهادی مفید باشد. این مقاله برای طیف وسیعی از مخاطبان از جمله متخصصان محیط زیست، مهندسان عمران، معماران، شهرسازان دانشجویان رشته‌های مرتبط نگاشته شده است و انتظار می‌رود به سازمان‌هایی که دغدغه‌ی محیط‌زیستی دارند در راستای مدیریت بهتر ضایعات ساختمانی و توسعه پایدار شهری یاری رساند.

مروری بر ادبیات پیشین

ضایعات ساختمانی از دیرباز یکی از دغدغه‌های اصلی سازمان‌های ذیربط برای حفاظت از سلامت انسان، محیط زیست و حفظ منابع طبیعی بوده است. بر این اساس، تحقیقات متعددی در این حوزه انجام شده است که هر یک از مطالعات روش‌های مختلفی را در بحث مدیریت و تخمین پیشنهاد کرده‌اند. در این بخش، به گزیده‌ای از پژوهش‌های حوزه ضایعات ساختمانی پرداخته خواهد شد.

انتخاب روش صحیح برای تخمین حجم ضایعات ساختمانی با توجه به شرایط فیزیکی ساختمان، داده‌های قابل دسترسی و قابل اعتماد یک اصل بسیار مهم است؛ در این راستا، Paulauskaite-Taraseviciene et al., (2022)، دریافتند که پیش‌بینی تولید ضایعات ساختمانی می‌تواند نقش اساسی در مدیریت مؤثر، تصمیم‌گیری سیاست‌گذاری و فرآیند بازیافت آن‌ها ایفا کند. نتایج

پژوهش آنان نشان داد که مدل‌های هوش مصنوعی عملکرد پیش‌بینی خوبی در حوزه‌ی تخمین حجم ضایعات ساختمانی دارند. در نتیجه می‌توان دریافت با استفاده از مدل‌سازی‌های دقیق می‌توان تولید ضایعات ساختمانی را به‌طور قابل اعتماد پیش‌بینی کرد. در مطالعه‌ای، (Abbasi & El Hanandeh, 2016) از چهار روش مدل‌سازی ماشین بردار پشتیبان^۱، سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی^۲، شبکه عصبی مصنوعی و نزدیک‌ترین انتخاب^۳ در پیش‌بینی تولید حجم ضایعات ساختمانی ماهانه استفاده کردند. آنان دریافتند که استفاده از روش یادگیری ماشین با آموزش سری‌های زمانی جهت پیش‌بینی تولید حجم ضایعات ساختمانی ماهانه قابل اعتماد است. علاوه بر این، نتایج این تحقیق نشان داد که سیستم استنتاج عصبی فازی تطبیقی توانایی پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به سایر روش‌های مذکور دارد؛ درحالی‌که شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی مقادیر میانگین ماهانه تولید ضایعات ساختمانی موفق است. در نهایت، آنان روش‌های تخمین حجم ضایعات ساختمانی را در پنج دسته کلی تقسیم‌بندی کردند که عبارت‌اند از: روش‌های آماری توصیفی^۴، تحلیل رگرسیون^۵، مدل جریان مصالح^۶، تجزیه و تحلیل سری زمانی^۷، و مدل‌های هوش مصنوعی^۸؛ با این حال، می‌توان به این مورد اشاره کرد که همه رویکردهای مدل‌سازی نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند و بسته به شرایط می‌توان از روش مناسب استفاده کرد. (Akanbi et al., 2020)، با استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق^۹ و به‌کارگیری آن در محیط برنامه‌نویسی R توانستند میزان حجم ضایعات ساختمانی حاصل از عملیات تخریب ساختمان‌ها را برای کشور استرالیا برآورد کنند. در پژوهش آنان، چهار نوع اسکلت ساختمانی شامل فولادی، بتنی، چوبی و بتنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعات آنان نشان داد که از مدل‌های پیشنهادی آن‌ها می‌توان برای تخمین حجم ضایعات ساختمانی استفاده کرد و این روش می‌تواند پیش‌بینی نسبتاً دقیقی نسبت به سایر مدل‌ها ریاضی به همراه داشته باشد.

مطالعه‌ی اطلاعات به‌دست‌آمده از سوی سازمان‌های دولتی یکی دیگر از روش‌های تخمین نسبتاً دقیق ضایعات ساختمانی است. در این راستا، (Kamma & Jha, 2022)، با استفاده از اطلاعات مجوزهای صادرشده برای تخریب و نوسازی و مساحت ناخالص آن‌ها برای تخمین حجم ضایعات ساختمانی در کشور هند اقدام کردند. آنان برای تحقق اهداف خود از روش تجزیه و تحلیل رگرسیون^{۱۰} استفاده کردند و دریافتند که به‌طور میانگین میزان حجم ضایعات ساختمانی برای هر واحد مساحت ناخالص طبقه برابر با ۴۶/۹ کیلوگرم بر مترمربع است. همچنین، آنان به این نتیجه رسیدند که ضایعات ساخت و تخریب تولید شده از پروژه‌های ساختمانی در صورت عدم مدیریت صحیح بر محیط زیست تأثیر منفی می‌گذارد. همچنین، آنان دریافتند که شناسایی عوامل مؤثر در تخریب ساختمان‌ها می‌تواند در راستای شناسایی ساختمان‌های مستعد تخریب و تخمین حجم ضایعات ساختمانی آن‌ها کاربردی باشد. علاوه بر این، آنان نشان دادند که ویژگی ذاتی ساختمان‌های موجود، مانند سن بنا و کیفیت ابنیه، از عوامل اصلی اقدام به تخریب مالکان به حساب می‌آیند. (Li et al., 2013) مدلی را برای تخمین حجم ضایعات ساختمانی، با استفاده از مساحت ناخالص طبقه بر اساس اصل تعادل جرم برای ساخت و تخریب ساختمان در چین ارائه دادند. بررسی آنان نشان داد که در ساختمان‌های مسکونی در شهر شنژن در جنوب چین میزان حجم ضایعات ساختمانی برای هر واحد مساحت ناخالص طبقه برابر با ۴۰/۷ کیلوگرم بر مترمربع است.

یکی از روش‌های تخمین حجم ضایعات ساختمانی، مدل جریان مصالح است. در مطالعه‌ای (Ding & Xiao, 2014)، با فرض بر این که ضایعات ناشی از فرآیند تخریب ساختمان برابر با کل مصالح ساختمانی مصرف شده در طول فرآیند ساخت اولیه آن است؛ توانستند با استفاده از حجم و ترکیبات ضایعات ساختمانی تولید شده در سال ۲۰۱۲، که شامل مصالحی همچون چوب، آهن،

1-Support Vector Machine

2-Adaptive Fuzzy Neural Inference System

3- Closest Choice

4-Descriptive Statistics

5-Regression Analysis

6-Material Flow Model

7-Time Series Analysis

8-Models Of Intelligence

9-Deep Learning

10-Regression Analysis

بتن، گچ و بلوک و آجر بود، میزان حجم تولید ضایعات ساختمانی را برای یک دوره یک ساله در کشور چین به دست آوردند. همچنین، (Ram & Kalidindi, 2017) توانستند علاوه بر تخمین حجم ضایعات ساختمانی حاصل از عملیات ساخت و تخریب، امکان تخمین حجم ضایعات ساختمانی بازسازی را نیز وارد معادلات خود کنند.

شناسایی متغیرهای تأثیرگذار در تخریب ساختمان‌ها نقشی کلیدی در تخمین دقیق حجم ضایعات ساختمانی ایفا می‌کند. بر این اساس، Datta et al., 2022 مطالعه‌ای را با هدف شناسایی عوامل مؤثر در تولید ضایعات ساختمانی با استفاده از یک نظرسنجی گسترده در کشور بنگلادش انجام دادند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که عوامل اقتصادی (ارزش زمین، هزینه نگهداری و تعمیرات) و عوامل فنی (وضعیت سازه، عمر مفید ساختمان) مهم‌ترین عامل در رفتار مالکان برای اقدام به تخریب ساختمان‌ها و تولید ضایعات ساختمانی است. این تحقیق بر اساس مقیاس لیکرت^۱ انجام شد و عوامل مولد ضایعات با استفاده از شاخص اهمیت نسبی^۲ (R.I.I) اولویت‌بندی شد. اما، خلا در نظر گرفتن ترجیحات مالکان در مطالعه آنان، مانند سایر مطالعات قبلی، حس می‌شود. رابطه مستقیم ترجیحات مالکان در تخمین حجم ضایعات ساختمانی توسط Huang et al., (2018) بررسی و اثبات گردیده است. آنان دریافتند که تصمیم مالکان در رابطه با تخریب یا عدم تخریب ملک خود، می‌تواند پیش‌بینی‌های صورت گرفته در راستای تخمین حجم ضایعات ساختمانی برای آینده را تحت تأثیر قرار دهد.

با بررسی‌های صورت گرفته می‌توان دریافت عواملی که در پژوهش‌های گذشته به منظور عوامل مؤثر در تخریب شناسایی شده‌اند با شرایط اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی آن منطقه سازگار بوده‌اند و این امکان وجود دارد که در سایر مناطق عوامل متفاوتی تأثیرگذار باشد. علاوه بر این، با بررسی ادبیات پژوهش می‌توان دریافت شناسایی عوامل مؤثر در تخریب از دید مالکان چندان محور مطالعات نبوده و تاکنون مطالعات اندکی در این حوزه صورت گرفته است. از آن جا که عوامل آشکار و پنهان متعددی می‌تواند در تصمیم مالکان مبنی بر اقدام به تخریب تأثیرگذار باشد، پژوهش حاضر سعی دارد با شناسایی عوامل مؤثر در تخریب ساختمان‌ها، میزان تأثیر هر کدام از عوامل را با در نظر داشتن سیاست‌های توسعه و مدیریت شهری در شرایط سازگار با قلمرو پژوهش بررسی کند. از فرضیات این پژوهش می‌توان به عدم تأثیر وضعیت مالی/ شرایط مالی قرارداد ساخت در مدل به علت گستردگی مطالعه و عدم دسترسی به اطلاعات اشاره نمود.

موارد و روش‌ها

در این پژوهش در راستای دستیابی به اهداف پژوهش از رگرسیون خطی چندگانه به عنوان روش آماری انتخاب شده است، زیرا این مدل مزایای خاصی در تحلیل داده‌های پیچیده و شناسایی روابط میان متغیرهای مختلف دارد. رگرسیون خطی چندگانه به‌ویژه زمانی که چندین متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شوند و تأثیر آن‌ها بر یک متغیر وابسته (در این پژوهش بررسی تأثیر متغیرهای مستقل بر تصمیمات مالکان در مورد تخریب ساختمان‌ها به عنوان متغیر وابسته) باید تحلیل شود، ابزاری بسیار مناسب است. این مدل قابلیت شبیه‌سازی روابط خطی میان متغیرها را دارد و می‌تواند تأثیرات هر یک از متغیرهای مستقل را به‌طور جداگانه و معنادار نشان دهد، که در شناسایی عوامل مؤثر بر تخریب ساختمان‌ها ضروری است. همچنین، در مقایسه با سایر روش‌های آماری مانند مدل‌های غیرخطی یا الگوریتم‌های پیچیده‌تر، مدل رگرسیون خطی چندگانه به دلیل سادگی در پیاده‌سازی، قابلیت تفسیر بالا و عدم نیاز به پیش‌فرض‌های پیچیده در این پژوهش ارجحیت یافت. علاوه بر این، استفاده از این مدل در تحقیقات مشابه در زمینه تخمین ضایعات ساختمانی و شناسایی عوامل تأثیرگذار در تخریب نیز موفقیت‌آمیز بوده است. با توجه به داده‌های مورد استفاده در این تحقیق و نیاز به بررسی روابط بین متغیرهای مختلف، این مدل به عنوان روشی مناسب برای تحلیل داده‌ها و شناسایی عوامل مؤثر بر تخریب ساختمان‌ها انتخاب گردید.

۱. داده‌های ترجیحات مالکان

1 -Likert Scale

2 -Relative Importance Index

داده‌های اصلی مطالعات شامل اطلاعات ساختمان‌ها مانند نوع کاربری، سن بنا، متراژ ملک، تعداد طبقات و عرض گذر می‌باشد که با استفاده از سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) و سیستم یکپارچه شهرسازی شهرداری تبریز (ESUP) جمع‌آوری شد. همچنین، تجزیه و تحلیل داده‌ها در این پژوهش با استفاده از روش‌های آماری بررسی و تحلیل و سپس عوامل مؤثر در تخریب و نوسازی ساختمان‌ها از نظر مالکان شناسایی و دسته‌بندی شده و در نهایت نتایج ارائه می‌شود.

به‌طور کلی دو نوع ترجیحات شناخته‌شده در علوم اقتصاد و تحلیل انتخاب‌ها وجود دارد که با نام‌های ترجیحات بیان‌شده^۱ (SP) و ترجیحات مشاهده‌شده^۲ (RP) شناخته می‌شوند (Louviere et al., 2010). ترجیحات بیان‌شده به این معنی است که محقق با ارائه حالات طراحی شده به افراد، میزان تأثیر هر یک از عوامل را به‌دست می‌آورد. در این حالت، مشاهدات به‌صورت فیزیکی وجود ندارد و صرفاً ترجیحات افراد هستند که از طریق پرسش‌نامه به‌دست می‌آیند. اما، در ترجیحات مشاهده‌شده، براساس رفتار و انتخاب‌های فرد که در واقعیت به وقوع پیوسته است می‌توان به ترجیحات و نیازهای او پی برد (Louviere et al., 2010). همچنین، ترجیحات بیان‌شده بیشتر در مطالعات نظری و تئوری کاربرد دارد و ترجیحات مشاهده‌شده بیشتر در مطالعات عملی و تحلیل داده‌های واقعی استفاده می‌شود. در این پژوهش، با توجه به ماهیت پژوهش و نوع داده‌ها از ترجیحات بیان‌شده استفاده شده است. به‌نحوی که در ابتدا حالات مختلف با در نظر گرفتن تمامی جوانب طراحی شده‌اند و سپس توسط پرسش‌نامه در اختیار افراد قرار گرفته‌اند تا با قراردادن خود در شرایط طراحی شده و تجربیات قبلی‌شان، از بین گزینه‌های تخریب و یا عدم تخریب، گزینه‌ای دارای بیشترین مطلوبیت را انتخاب کنند.

۲. رگرسیون خطی چندگانه

رگرسیون خطی چندگانه یک مدل آماری است که برای پیش‌بینی حالات یک متغیر وابسته بر اساس چندین متغیر مستقل و بررسی رابطه بین متغیرها استفاده می‌شود (Uyanık & Güler, 2013). در رابطه (۱) معادله رگرسیون خطی چندگانه ارائه شده است (Marill, 2004):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن مقدار متغیر وابسته (Y) با توجه به چندین متغیر مستقل ($x_1, x_2, \dots, x_n$) تخمین زده می‌شود. ($\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$) نیز ضرایب رگرسیون هستند و ε نماینده خطاهای موجود در پیش‌بینی است. هدف اصلی معادله رگرسیون خطی چندگانه، برآورد مقادیری برای متغیرهای مستقل است تا بتواند دقیق‌ترین پیش‌بینی را برای حالت متغیر وابسته ارائه دهند (Aiken et al., 2003).

در این پژوهش متغیر وابسته نماینده متغیرهای تأثیرگذار بر ترجیحات مالکان را در خصوص اقدام به تخریب یا عدم تخریب (متغیر مستقل) ساختمان نشان می‌دهد که به‌عنوان متغیر پاسخ در پرسش‌نامه در نظر گرفته می‌شود. مدل سازی رگرسیون خطی به نحوی است که ابتدا باید امکان مصداق استفاده از این مدل برای بررسی ترجیحات مالکان در خصوص تخریب یا عدم تخریب بررسی شود و در صورت معنی‌دار بودن مدل سایر مراحل انجام شوند. به عبارت دیگر، باید بررسی شود که آیا تمام عوامل مستقل که در مدل قرار می‌گیرند، بر ترجیحات مالکان تأثیر دارند یا خیر؟ سپس، با استفاده از تحلیل رگرسیونی، میزان تأثیر هر یک از عوامل مستقل بر ترجیحات مالکان بررسی می‌شود.

۳. شناسایی متغیرها و سطوح آن‌ها

1 - Stated Preference

2 - Revealed Preference

اولین گام انجام پژوهش، شناسایی متغیرها و سطوح آنها است. در واقع، این متغیرها و سطوح آنها، هسته‌ی اصلی تحقیقات علمی را شکل می‌دهند و همچنین، شناسایی دقیق آنها باعث بازدهی بالایی نتایج پژوهش خواهد شد و قابلیت اعتبار و درستی نتایج را پایدارتر می‌کند (Louviere et al., 2000). شایان ذکر است طبق محدودیت‌هایی که در مطالعات پژوهشی وجود دارد نمی‌توان به کلیه متغیرهای آشکار و پنهان تأثیرگذار بر رفتار مالکان اشاره کرد و در مدل استفاده کرد (Louviere et al., 2010) و (طالبی، ۱۴۰۲). در این پژوهش به منظور شناسایی متغیرهای اصلی، از ۵۶ نفر از خبرگان و صاحب‌نظر (متخصصان حوزه‌ی صنعت ساختمان) نظر خواهی شد. سپس نظر آنان در خصوص متغیرهای اثرگذار در رفتار و ترجیحات مالکان در تخریب یا عدم تخریب اخذ گردید. مصاحبه با آنان نیز به صورت حضوری انجام شد. سؤال مصاحبه نیز به شرح زیر بود:

* به نظر شما چه عواملی باعث اقدام مالکان به تخریب ساختمان خود می‌شوند؟

پس از اخذ نظرات و پایش متغیرها، شش متغیر به‌عنوان متغیرهای مهم و اثرگذار در تصمیم مالکان مبنی بر تخریب یا عدم تخریب ملک خود (با فرض ثبات اقتصادی) مورد شناسایی قرار گرفت. سپس، در گام بعدی تخصیص سطوح به متغیرهای شناسایی شده، انجام شد. بنا به اهمیت این بخش رعایت دو نکته ضروری به نظر می‌رسد:

الف) سطوح در نظر گرفته شده برای پاسخ‌دهندگان قابل تجسم و منطقی باشد.

ب) سطوح ویژگی‌ها باید به نحوی باشند که مالکان بتوانند با مطلوبیت خود و حالات طراحی شده انتخاب خود را داشته باشند. در ادامه، به توصیف متغیرهای استفاده شده در انجام پژوهش حاضر و سطوح متناظر با آنها اشاره می‌شود:

متغیر اول که با عنایت به نظرات خبرگان صنعت ساخت به عنوان متغیر تأثیرگذار در تصمیم مالکان مبنی بر اقدام به تخریب شناسایی شد، نوع بافت منطقه‌ی ملک است. این متغیر دارای دو سطح ("بافت جدید" و "بافت فرسوده") می‌باشد. همچنین، در این متغیر عوامل تأثیرگذار غیر آشکار بر ترجیحات مالکان، مانند تسهیلات اعطایی از طرف ارگان‌های ذیربط به مالکان در نظر گرفته شده است. شایان ذکر است بافت فرسوده به بافت‌هایی گفته می‌شود که در محدوده‌ی قانونی قرار دارند و از مالکیت رسمی و قانونی برخوردارند. اما چنین بافت‌هایی از لحاظ برخورداری از ایمنی، استحکام و خدمات شهری دچار کمبود هستند.

متغیر دوم تأثیرگذار بر ترجیحات مالکان، ارزش منطقه‌ی ملک بعد از ساخت شناسایی شد. این متغیر در دو سطح ("ارزش هر مترمربع ملک به طور میانگین ۴۵ میلیون تومان و یا کمتر است" و "ارزش هر مترمربع ملک به طور میانگین بالای ۴۵ میلیون تومان است.") طراحی شده است. لازم به ذکر است به علت گستردگی شهر و متفاوت بودن ارزش املاک در مناطق مختلف شهری، در این پژوهش سعی شد با استفاده از تجربیات مشاورین املاک سطوح متغیر مذکور به نحوی انتخاب گردد که بتواند اغلب مناطق شهری را در بر بگیرد. همچنین، در این متغیر از ارزش املاک به جای قیمت املاک استفاده شده است. زیرا قیمت ملک شامل نوسان و تورم می‌شود؛ اما ارزش ملک ثابت است و می‌تواند معیار مناسبی برای مقایسه و انتخاب باشد.

متغیر سوم تأثیرگذار بر ترجیحات مالکان، میزان متراژ مفید ملک بعد از تخریب و ساخت است. طبق بررسی‌های صورت‌گرفته متراژ مفید ملک بعد از ساخت را می‌توان به‌عنوان یکی از مولفه‌های مهم و تأثیرگذار نام برد که گستردگی و تنوع بسیار بالایی در بین املاک شهری دارد. اما در این پژوهش سعی بر این بود تا سطوح این متغیر به نحوی انتخاب شوند که علاوه بر برآورده کردن نیازهای پژوهش، به واقعیت نیز نزدیک‌تر باشد. از این‌رو، با مشورت با خبرگان صنعت ساخت، متغیر مذکور با دو سطح ("مساحت زیربنای ساختمان به طور میانگین بیشتر از ۱۵۰ مترمربع است." و "مساحت زیربنای ساختمان به طور میانگین ۱۵۰ مترمربع و یا کمتر است.") در نظر گرفته شد.

متغیر چهارم، شامل سن بنا قبل از تخریب ملک است. طبق نظرات خبرگان صنعت ساخت، سن بنا قبل از تخریب ملک به عنوان یکی از عوامل بالقوه دیگر تأثیرگذار بر تخریب شناخته شد. بر این اساس، متغیر مذکور در دو سطح ("سن ساختمان موجود به طور تقریبی ۳۰ سال و یا کمتر است." و "سن ساختمان موجود، به طور تقریبی بیشتر از ۳۰ سال است.") طراحی شد.

در ادامه طبق نظرات خبرگان صنعت ساخت، عرض گذر نیز به عنوان پنجمین متغیر و یکی از مؤلفه‌های تأثیرگذار شناسایی شد. عرض گذر در مناطق شهری بسیار متفاوت و گسترده است. از جایی که هدف این پژوهش بررسی و پایش مناطق شهری مستعد تخریب است، این متغیر در به دو سطح ("ملک، در عرض معبر ۸ متر و یا کمتر قرار دارد." و "ملک، در عرض معبر بیشتر

از ۸ متر قرار دارد." تفکیک شده است تا اغلب مناطق شهری را شامل شود. همچنین، باید توجه داشت که عرض گذر رابطه‌ی مستقیمی با حداکثر تراکم ساختمانی و تعداد طبقات مجاز قابل ساخت دارد. لازم به ذکر است به این علت که احتمال می‌رفت اغلب افراد از قوانین شهرسازی اطلاعی نداشته باشند، از متغیر عرض گذر به جای حداکثر تراکم ساختمانی در پرسش‌نامه استفاده شد. همچنین، جهت سهولت در انتخاب و افزایش دقت در پرسش‌نامه از جدول ضوابط تعداد طبقات مجاز جهت ساخت در تراکم‌های مختلف قرار داده شد.

در نهایت، طبقات موجود ملک قبل از تخریب به‌عنوان ششمین متغیر تأثیرگذار در ترجیحات مالکان شناخته شد. متغیر مذکور نیز با بررسی ویژگی اغلب ملک‌های تخریب شده در ۲ سال اخیر با دو سطح ("ملک بدون بنا یا دارای بنای ۱ یا ۲ طبقه است." و "ملک دارای بنای ۳ یا بیشتر از ۳ طبقه است.") طراحی شد.

شایان ذکر است در نگارش متغیرها ترتیب خاصی وجود ندارد و میزان اثرگذاری و اهمیت هر یک از متغیرها در بخش‌های آتی مشخص خواهد شد. همچنین، در جدول ۱، به متغیرهای انتخاب‌شده و سطوح آنها اشاره شده است.

جدول ۱. متغیرها و سطوح آن‌ها

ردیف	متغیرها	سطوح متغیرها	کد سطوح متغیرها
۱	بافت منطقه‌ی ملک	بافت جدید	۰
		بافت فرسوده	۱
۲	میانگین ارزش منطقه‌ی ملک (بعد از ساخت)	ارزش هر مترمربع ملک به طور میانگین ۴۵ میلیون تومان و یا کمتر است	۰
		ارزش هر مترمربع ملک به طور میانگین بالای ۴۵ میلیون تومان است	۱
۳	متراژ ملک (بعد از ساخت)	مربع است. مساحت زیربنای ساختمان به طور میانگین بیشتر از ۱۵۰ متر	۰
		مساحت زیربنای ساختمان به طور میانگین ۱۵۰ مترمربع و یا کمتر است.	۱
۴	سن بنا (قبل از تخریب)	سن ساختمان موجود، به طور تقریبی بیشتر از ۳۰ سال است	۰
		سن ساختمان موجود به طور تقریبی ۳۰ سال و یا کمتر است	۱
۵	عرض گذر اصلاحی (بعد از ساخت)	ملک، در عرض معبر بیشتر از ۸ متر قرار دارد.	۰
		ملک، در عرض معبر ۸ متر و یا کمتر قرار دارد.	۱
۶	تعداد طبقات موجود ملک (قبل از تخریب)	ملک دارای بنای ۳ یا بیشتر از ۳ طبقه است.	۰
		ملک بدون بنا یا دارای بنای ۱ یا ۲ طبقه است	۱

۵. طراحی مجموعه انتخاب

در این بخش، بعد از نهایی‌شدن متغیرهای اصلی پژوهش، تعداد سطوح آن‌ها با ۶۴ ترکیب یا جایگزین ممکن برای سناریوهای انتخاب به دست آمد. اما واضح است که به علت محدودیت‌های موجود در پروژه‌های تحقیقاتی امکان جمع‌آوری اطلاعات به این تعداد وجود ندارد. از این رو، در مطالعه‌ی حاضر برای حل محدودیت مذکور از تئوری طراحی آزمایش با روش غربالگری عاملی کسری با استفاده نرم‌افزار Minitab، برای کمینه کردن ترکیبات آماری و صفات طراحی شده استفاده شده است ("Minitab, 2010).

شایان ذکر است که غربالگری دارای سطوح وضوح مختلفی است که در این پژوهش از سطح وضوح نوع چهار جهت کمینه‌کردن تعداد حالات انتخاب استفاده شده است. همچنین، در وضوح نوع چهار، علاوه بر لحاظ‌شدن اثرات مستقیم متغیرهای مستقل، اثرات روابط متقابل نیز لحاظ می‌شود. براین اساس، در این سطح وضوح اثرات اصلی و برهم‌کنشی فقط در حالت سه‌تایی تداخل دارد و برای غربالگری مناسب است (Hensher et al., 2015). از این رو، پرسش‌نامه از ۶۴ ترکیب به ۱۶ ترکیب کاهش یافت و با در نظر گرفتن جایگزین‌های ممکن طراحی شد. علاوه بر این، برای سهولت پاسخ‌دهی و افزایش دقت اطلاعات و رعایت حال پرسش‌گران، ۱۶ ترکیب به دو سری مختلف که هر کدام دارای ۸ حالت است، تقسیم‌بندی شد تا افراد بدون مشکلاتی مانند خستگی ذهن و کمبود زمان بتوانند حالات طراحی شده را تصور کرده و سپس پاسخ خود را مبنی بر تخریب یا عدم تخریب انتخاب کنند.

۶. طراحی و توزیع پرسش‌نامه

جهت دستیابی به ترجیحات مالکان مبنی بر عوامل مؤثر در اتخاذ تصمیم تخریب یا عدم تخریب مالکان در مناطق مختلف شهری تبریز با اصول طراحی آزمون‌های انتخاب طراحی شد. پرسش‌نامه طراحی شده شامل سه بخش است. در بخش اول، مشخصات فردی مانند سن جنسیت و سطح تحصیلات فرد مورد پرسش قرار گرفت. در بخش دوم، مشخصات ملکی که فرد در حال حاضر در آن سکونت دارد مورد پرسش قرار گرفت و در انتها در بخش سوم سری‌های انتخاب طراحی شده به پاسخ‌دهندگان ارائه و از آن‌ها خواسته شد تا از بین دو گزینه انتخابی (تخریب، عدم تخریب) یک گزینه را که بیشترین مطلوبیت را برای هر فرد ایجاد می‌کند، انتخاب کند. شایان ذکر است نمونه‌ی پرسش‌نامه در پیوست مقاله (جدول پ-۱) ارائه شده است.

در انتخاب افراد جهت تکمیل پرسش‌نامه سعی بر این شد افرادی که بیشترین سابقه‌ی تخریب و نوسازی را داشتند و یا در مراحل گرفتن مجوز برای تخریب بودند استفاده شود. تکمیل پرسش‌نامه در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول پس از توزیع ۱۰ عدد پرسش‌نامه اولیه (متخصصان حوزه‌ی صنعت ساختمان) و اعمال بازخوردهای دریافت شده در پرسش‌نامه‌ی تکمیلی، تعداد ۱۰۰ عدد پرسش‌نامه که در مجموع شامل ۸۰۰ حالت بود تهیه و در میان جامعه‌ی هدف توزیع شد و در مجموع ۸۰۰ مشاهده به دست آمد. قابل ذکر است، در این مرحله به دلیل ضرورت مبادله‌ی ذهنی بین گزینه‌ها توسط پرسش‌شوندگان و همچنین، برای اجتناب از تورش احتمالی، در ابتدا هر یک از پرسش‌شوندگان در مورد ابعاد و چگونگی پاسخ‌دهی به پرسش‌نامه توجیه شدند. به‌منظور سنجش معناداری متغیرهای ویژگی افراد در الگوی تخمین، آزمون سطح معناداری مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به خروجی‌های حاصل شده از نرم‌افزار SPSS سطح معناداری برابر با ۰/۰۰۰ حاصل شد و لذا فرضیه معناداری معادله‌ی رگرسیونی مورد تأیید قرار گرفت.

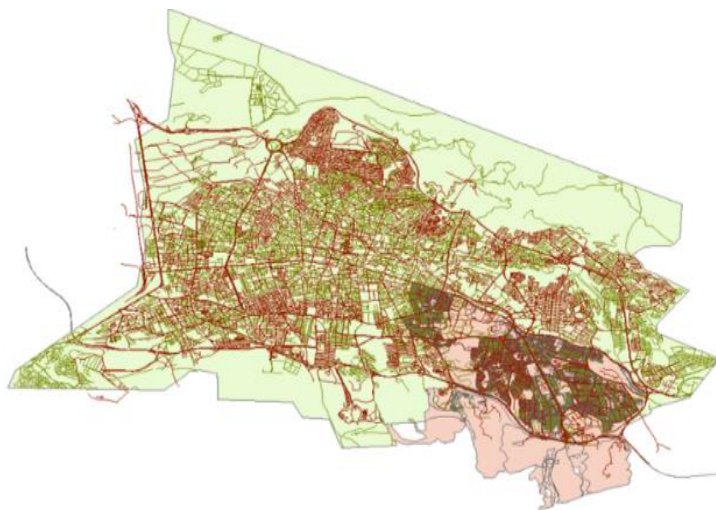
در این مرحله آزمون‌شوندگان باید به مقایسه بین حالات (مبادله‌ی ذهنی بین جایگزین‌ها و حالات) می‌پرداختند و در ادامه حالات طراحی شده را برای خود فرض می‌کردند و طبق آن پاسخ خود را علامت می‌زدند. اما، چون احتمال می‌رفت آزمون‌شوندگان با روش اتخاذشده آشنایی نداشته باشند، در راستای حل این مسئله، در ابتدا، هر یک از پرسش‌شوندگان در مورد اهمیت موضوع و کاربردی بودن آن، ابعاد پرسش‌نامه و چگونگی پاسخ‌دهی به آن توجیه شدند و سپس پرسش‌نامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت. در بازه‌ی زمانی تکمیل کردن پرسش‌نامه‌ها، سؤالات و شبهات پرسش‌شوندگان پاسخ داده شد. همچنین، سعی شد برای افزایش دقت نتایج در مرحله‌ی قبل از توزیع پرسش‌نامه‌ها و انتخاب افراد، ویژگی اشخاص همچون (بافت منطقه سکونت و ارزش منطقه ملک) مدنظر باشد و پرسش‌نامه‌ی هر شخص متناسب با شرایط ملک و منطقه‌ی محل سکونت خود در اختیارش قرار گیرد. لازم به ذکر است در این پژوهش از روش ترجیحات بیان شده جهت پرسش‌گری و جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است؛ زیرا در روش مذکور، افراد حالات طراحی شده را تصور کرده و سپس گزینه‌ای که بیشترین مطلوبیت را برای آنها ایجاد می‌کند انتخاب می‌کنند. همچنین، برای قابل اعتماد بودن نتایج پژوهش در انتخاب افراد جهت پاسخ به پرسش‌نامه دقت بسیاری انجام شده است به نحوی که کسانی برای پاسخ‌گویی به پرسش‌نامه انتخاب شدند که در پروژه‌ی آنها در مرحله‌ی تخریب بود و یا در پروسه‌ی دریافت مجوز برای تخریب بودند.

تحلیل آماری و ارزیابی مدل

۱. معرفی مطالعه موردی

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، کلان‌شهر تبریز، مرکز استان آذربایجان شرقی در شمال غرب ایران است. این شهر جمعیتی بالغ بر ۲ میلیون نفر دارد. مساحت این شهر در حدود ۲۵۰ کیلومترمربع است و بافت‌های تاریخی غنی و متنوعی را مانند ساختمان‌های مسکونی، تجاری، صنعتی و مذهبی با قدمتی متفاوت در خود جای داده است. شهر تبریز با توجه به توسعه شهری سهم قابل توجهی از حجم ضایعات ساختمانی در ایران را دارد (شرقی و همکاران ۱۴۰۲). به منظور ارزیابی و صحت‌سنجی نتایج به‌دست آمده از پژوهش، منطقه ۲ شهرداری تبریز به عنوان پایلوت انتخاب شد. عواملی همچون تنوع و تعداد عملیات ساخت و تخریب، دسترسی به داده‌ها و وجود پیمانکاران و پروژه‌های ساختمانی فعال در حوزه ساخت و تخریب در انتخاب این منطقه از دلایل اصلی بود. شایان ذکر است نتایج حاصل از پژوهش حاضر در منطقه ۲ شهرداری تبریز می‌تواند به سایر مناطق تبریز و حتی

سایر شهرهای ایران و سایر کشورها با در نظر گرفتن متغیرهای تأثیرگذار تعمیم داده شود. در شکل ۱، نقشه شهر تبریز ارائه شده است.



شکل ۱. نقشه شهر تبریز

بعد از تهیه و توزیع ۱۰۰ مورد پرسش‌نامه میان جامعه‌ی هدف، با نظارت به روند پاسخ‌گویی و ارائه نظرات جهت افزایش درک پرسش‌شوندگان از منظور سؤالات، در نهایت پرسش‌نامه‌ها جمع‌آوری شد. باتوجه‌به این که پرسش‌نامه در دو سری طراحی شده بود و هر یک از پرسش‌شوندگان به ۸ مجموعه انتخاب (سناریو) دوگزینه‌ای پاسخ دادند؛ در مجموع ۸۰۰ مشاهده (داده) به دست آمد. در نهایت، مشاهده‌ها جمع‌آوری و شماره‌گذاری گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل شد (Bryman & Cramer, 2004)، که در ادامه‌ی مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

۲. بررسی پایایی پرسش‌نامه

در سال ۱۹۵۱، کرونباخ، ضریب کرونباخ را به‌عنوان یک روش برای ارزیابی پایایی مقیاس‌ها در پژوهش‌های روان‌شناسی معرفی کرد (Cronbach, 1951). این روش، بر اساس مفهوم همبستگی بین حالات مختلف انتخاب بود. ضریب کرونباخ و پایایی دو مفهوم وابسته به یکدیگر هستند که در روش‌های تحقیقاتی، به منظور ارزیابی ویژگی‌های مطالعه به کار می‌روند. ضریب کرونباخ نسبت به مقیاس‌های پویا بر اساس رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته محاسبه می‌شود. اگر ضریب کرونباخ بین ۰ تا ۱ باشد، نشان‌دهنده پایایی قابل قبول است (Cronbach, 1951). نتایج بررسی پایایی پرسش‌نامه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج ضریب کرونباخ

تعداد متغیرها	ضریب کرونباخ استاندارد شده	ضریب کرونباخ
۶	۰/۸۲۶	۰/۷۵

۳. نتایج آزمون نکویی برازش

نتایج مدل‌سازی در خروجی رگرسیون خطی چندگانه، شامل اطلاعات اصلی درباره‌ی نتایج کلی مدل است که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج مدل‌سازی

Nagelkerke R Square	Cox & Snell R Square	-2Log likelihood
۰/۴۱۵	۰/۲۸۱	۶۳۹/۹۶۶

در جدول ۳، ضرایب تعیین Cox & Snell R Square و Nagelkerke R Square به ترتیب برابر با ۰/۲۸۱ و ۰/۴۱۵ به دست آمده است. این اعداد تا حدی بیانگر، خوب و مناسب بودن مدل رگرسیونی است. در تفسیر این نتیجه می‌توان گفت تناسب مدل حاضر از بین سه سطح متوسط، خوب و عالی، ضریب Cox & Snell R Square در سطح متوسط و ضریب Nagelkerke R Square در سطح خوب بوده است (Colin Cameron & Windmeijer, 1997).

آزمون نکویی برازش^۱ یک آزمون آماری است که برای نخستین بار توسط اندرسون^۲ در سال ۱۹۵۷ بیان شد (Andersen, 1973). هدف از انجام آزمون نکویی برازش، منطبق بودن داده‌ها بر روی مدل برآورد شده است. همچنین، با استفاده از آزمون نکویی برازش، می‌توان به قابل تعمیم بودن داده‌ها به جمعیت نیز پی برد. به طوری که اگر نتایج آزمون نکویی برازش قابل قبول (سطح معناری در بازه قابل قبول باشد) باشد، یعنی مدل برآورد شده از داده‌ها به درستی استفاده می‌کند و نتایج آن قابل تعمیم به جمعیت است. اما اگر نتایج آزمون نکویی برازش قابل قبول (سطح معناری در بازه قابل قبول نباشد) نباشد، به این معنی است که مدل از داده‌ها به درستی استفاده نمی‌کند و نتایج آن قابل تعمیم به جمعیت نیست. همچنین، این آزمون برای بررسی همبستگی بین متغیرهای دوگانه، یعنی متغیرهای جفت شده، استفاده می‌شود که نتایج آن در جدول ۴ بیان شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون نکویی برازش

Chi-square	درجات آزادی	سطح معناداری
۹۸/۱۸۵	۶	۰/۰۰۰

مانند سایر آزمون‌های نیکویی برازش، فرض صفر، نیکو بودن برازش (مناسب بودن مدل) و فرض مقابل عدم نیکو بودن برازش (مناسب نبودن مدل) است. فرض اول که فرض صفر نامیده می‌شود، بیانگر این است که معادله و مدل رگرسیونی ایجاد شده مناسب است. فرض دوم نیز که فرض مقابل نام دارد، بیانگر این است که معادله و مدل رگرسیونی ایجاد شده مناسب نیست. آماره‌ی این آزمون دارای توزیع کای-دو است که مقدار آن برابر با ۹۸/۱۸۵ به دست آمده است. همچنین، مقدار احتمال به دست آمده ۰/۰۰۰ نشان می‌دهد که فرض نیکو و مناسب بودن مدل رگرسیون خطی چندگانه برازش شده بر داده‌ها، پذیرفته می‌شود.

۴. ضرایب رگرسیون متغیرها

بعد از تحلیل داده‌ها و بررسی نتایج می‌توان ادعا کرد که مدل حاضر از لحاظ آماری مورد تأیید است و الگوی اولیه میزان تأثیر عوامل مؤثر در تصمیم مبنی بر تخریب مالکان بر اساس جدول ۸ تصریح و با استفاده از مدل رگرسیونی برآورد شده است.

در مدل رگرسیونی اگر چه اندازه‌ی ضرایب قابل تفسیر نیست، اما در مقابل علایم ضرایب (مثبت یا منفی بودن) را می‌توان تفسیر کرد، زیرا جهت اثر تغییر متغیر را بر تغییر مطلوبیت افراد را نشان می‌دهد. طبق داده‌های خروجی نرم‌افزار مدل معنادار است و می‌تواند شرایط متغیرهای تخریب یا عدم تخریب را به درستی پیش‌بینی کند. در ادامه جدول ۵ نتایج برآورد آماری متغیرهای مدل به همراه سایر آماره‌ها را نشان می‌دهند.

جدول ۵. ضرایب رگرسیون متغیرها

ردیف	متغیرها	ضرایب β	انحراف معیار	Wald آزمون	درجات آزادی	سطح معناداری	Exp β
۱	بافت منطقه‌ی ملک	۱/۲۰۳	۰/۲۶۷	۲۰/۳۲۵	۱	۰/۰۰۰	۳/۳۳۱
۲	میانگین ارزش منطقه‌ی ملک (بعد از ساخت)	۰/۳۰۲	۰/۰۲۹	۱۰۶/۴۸۸		۰/۰۰۰	۱/۳۵۲
۳	مترائ ملک (بعد از ساخت)	-۰/۰۲۴	۰/۰۰۹	۶/۳۸۲		۰/۰۱۲	۰/۹۷۶

1 - Goodness Of Fit

2 - Anderson

۴	سن بنا (قبل از تخریب)	۱/۴۵۱	۰/۳۴۱	۱۸/۱۵۱	۴/۲۶۷	۰/۰۰۰
۵	عرض‌گذر اصلاحی (بعد از ساخت)	۰/۸۵۱	۰/۱۳۹	۳۷/۵۴۱	۲/۳۴۱	۰/۰۰۰
۶*	تعداد طبقات موجود ملک (قبل از تخریب)	۰/۱۹۴	۰/۱۳۶	۲/۰۱۹	۱/۲۱۴	۰/۱۵۵
۷	ضریب ثابت مدل	-۶۰/۳۶۶	۹/۸۹۸	۳۷/۳۴۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

*: متغیر معنادار نیست.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطالعه حاضر با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری مالکان در خصوص تخریب ساختمان‌های مسکونی در منطقه ۲ کلان‌شهر تبریز انجام شد. این پژوهش با استفاده از رویکردی علمی و مبتنی بر طراحی آزمایش و تحلیل رگرسیون خطی چندگانه (MLR) به بررسی نقش متغیرهای مختلف بر ترجیحات مالکان پرداخته است. از جمله متغیرهای بررسی‌شده می‌توان به بافت منطقه ملک، میانگین ارزش منطقه‌ای ملک، متراژ ملک، سن بنا، عرض‌گذر اصلاحی و تعداد طبقات اشاره کرد. از یافته‌های کلیدی پژوهش می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- سن بنا و نوع بافت منطقه مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر تصمیم مالکان برای تخریب ساختمان هستند. این متغیرها تأثیری معنادار بر فرآیند تصمیم‌گیری دارند و می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های کلیدی در مطالعات آینده مورد استفاده قرار گیرند.

۲- عوامل دیگری مانند میانگین ارزش منطقه‌ای ملک، متراژ ملک، و عرض‌گذر اصلاحی نیز در این تصمیم‌گیری نقش دارند، اما تأثیر آن‌ها در مقایسه با سن بنا و نوع بافت منطقه کمتر است.

۳- تعداد طبقات ساختمان برخلاف انتظار، تأثیر معناداری بر تصمیم مالکان نداشت، که این یافته نیازمند بررسی بیشتر در پژوهش‌های آینده است.

یکی از دستاوردهای مهم این پژوهش، بهره‌گیری از طراحی آزمایش برای کاهش تعداد ترکیب‌های بررسی‌شده (از ۶۴ به ۱۶) بود که ضمن حفظ دقت تحلیل، کارایی و قابلیت اجرایی پژوهش را افزایش داد. این رویکرد می‌تواند در پژوهش‌های مشابه به‌عنوان یک روش مؤثر مورد استفاده قرار گیرد.

از لحاظ کاربردی بودن پژوهش، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌طور مستقیم به برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری شهری کمک کند. به‌طور خاص:

۱- شناسایی عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری مالکان، ابزاری برای پیش‌بینی دقیق‌تر حجم ضایعات ساختمانی فراهم می‌کند. این پیش‌بینی می‌تواند برای بهینه‌سازی مدیریت ضایعات، تخصیص منابع، و کاهش اثرات زیست‌محیطی مفید باشد.

۲- نتایج این مطالعه می‌تواند به شناسایی ساختمان‌های مستعد تخریب کمک کند و از طریق تخمین دقیق‌تر حجم ضایعات ساختمانی، راهکاری عملی برای کاهش هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی ارائه دهد.

۳- مدیران شهری و سازمان‌های مرتبط می‌توانند از این نتایج برای تدوین استراتژی‌های موثرتر در بازسازی شهری و توسعه پایدار استفاده کنند.

از پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی می‌توان موارد ذیل اشاره نمود:

- ۱- گسترش این مطالعه به سایر مناطق شهری ایران و بررسی تأثیر متغیرهای فرهنگی، اجتماعی، و اقتصادی بر تصمیم‌گیری مالکان، می‌تواند به افزایش تعمیم‌پذیری نتایج کمک کند.
- ۲- ارزیابی تأثیر سیاست‌های دولتی، مانند مشوق‌های اقتصادی یا محدودیت‌های قانونی، بر تصمیم مالکان برای تخریب یا نوسازی ساختمان‌ها می‌تواند بینش‌های جدیدی برای مدیریت شهری ارائه دهد.
- ۳- ترکیب یافته‌های این پژوهش با داده‌های مرتبط با ضایعات ساختمانی، به‌ویژه نرخ تولید ضایعات در انواع تخریب‌ها، می‌تواند به بهبود مدل‌های پیش‌بینی حجم ضایعات ساختمانی کمک کند.
- ۴- شناسایی متغیرهای پنهان در تخریب ساختمان‌ها به همراه متغیرهای آشکار و ارزیابی و مقایسه این متغیرها با نتایج پژوهش حاضر.
- ۵- شناسایی عوامل مؤثر در ترمیم و مرمت ساختمان‌ها از نظر مالکان

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که پژوهش حاضر سعی بر این بوده است تا با تمرکز بر شناسایی عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری مالکان در تخریب ساختمان‌های مسکونی، گامی مهم در درک بهتر روابط بین متغیرهای تأثیرگذار بر این فرآیند و بهینه‌سازی مدیریت ضایعات ساختمانی برداشته شود. از نتایج کلیدی می‌توان به اهمیت متغیرهای سن بنا، نوع بافت منطقه و ارزش منطقه‌ای ملک اشاره کرد که هرکدام نقش مهمی در ترجیحات مالکان ایفا می‌کنند. مطالعه نشان داد که تصمیم‌گیری برای تخریب ساختمان‌ها یک فرآیند پیچیده و چندبعدی است. به‌ویژه، نتایج حاکی از آن است که ساختمان‌های قدیمی‌تر، واقع در مناطقی با ارزش بالاتر یا با بافت فرسوده، بیشترین احتمال تخریب را دارند. این نتایج نشان‌دهنده ضرورت تمرکز برنامه‌ریزی شهری بر مناطق پرریسک و اولویت‌بندی اقدامات بازسازی و نوسازی در این مناطق است. از جنبه مدیریتی، شناسایی ساختمان‌های مستعد تخریب می‌تواند به تخمین ضایعات ساختمانی با دقت بالا و مدیریت بهینه آن‌ها کمک کند. این امر نه تنها منجر به کاهش هزینه‌های اقتصادی و آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود، بلکه به ایجاد الگوهای پایدارتر در مدیریت شهری نیز کمک می‌کند. نتایج این مطالعه می‌تواند به‌عنوان مرجعی برای سیاست‌گذاران و محققان در توسعه مدل‌های پیشرفته‌تر برای مدیریت پایدار شهری و کاهش اثرات زیست‌محیطی به‌کار گرفته شود.

منابع

- امیدی فریدون؛ و میاحی محمد امین. (۱۴۰۳). طراحی مدل مدیریت پسماند شهری مبتنی بر فناوری های نوین (مورد مطالعه: شهرستان دزفول). فضای شهری و حیات اجتماعی، ۳(۹): ۳۰-۴۶.
- رضایی محمد رضا؛ قاسمی مسلم؛ و رستم زاده، میترا. (۱۴۰۲). تحلیل فضایی کاربری ها در مناطق شهری (مطالعه موردی: منطقه تاریخی شهر یزد). فضای شهری و حیات اجتماعی، ۲(۴): ۱-۲۰.
- شرقی محمود رضا؛ حیدری چپانه رحیم؛ و روستایی، شهرپور. (۱۴۰۲). بررسی و تحلیل نگرش شهروندان نسبت به توسعه گردشگری شهری (نمونه موردی: کلانشهر تبریز). فضای شهری و حیات اجتماعی، ۲(۷): ۷۵-۹۴.
- طالبی محمد صادق. (۱۴۰۲). مکان یابی محل دفن پسماند شهرداریکان با استفاده از مدل سازی تصمیم گیری چند معیاره در محیط GIS. فضای شهری و حیات اجتماعی، ۲(۴): ۳۷-۵۵.
- Omidi, F, & Miyahi, M. (2024). Designing an Urban Waste Management Model Based on Modern Technologies (Case Study: Dezful County). Urban Space and Social Life, 3(9), 30-46. [In Persian]
- Rezaei, M, Ghasemi, M, & Rostamzadeh, M. (2023). Spatial Analysis of Urban Land Uses (Case Study: Historical Area of Yazd City). Urban Space and Social Life, 2(4), 1-20. [In Persian]

- Sharghi, M., Heidari Chiane, R., & Roustaei, S. (2023). Examining and Analyzing Citizens' Attitudes toward Urban Tourism Development (Case Study: Tabriz Metropolis). *Urban Space and Social Life*, 2(7), 75–94. [In Persian]
- Talebi, M. (2023). Landfill Site Selection for Ardakan City Using Multi-Criteria Decision-Making Modeling in a GIS Environment. *Urban Space and Social Life*, 2(4), 37–55. [In Persian]
- Abbasi, M., & El Hanandeh, A. (2016). Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence modelling approaches. *Waste Management*, 56, 13–22. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2016.05.018>
- Aiken, L. S., West, S. G., & Pitts, S. C. (2003). Multiple Linear Regression. In *Handbook of Psychology* (pp. 481–507). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0471264385.wei0219>
- Akanbi, L. A., Oyedele, A. O., Oyedele, L. O., & Salami, R. O. (2020). Deep learning model for Demolition Waste Prediction in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122843. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.122843>
- Andersen, E. B. (1973). A goodness of fit test for the rasch model. *Psychometrika*, 38(1), 123–140. <https://doi.org/10.1007/BF02291180>
- Bryman, A., & Cramer, D. (2004). Quantitative Data Analysis with SPSS 12 and 13. In *Quantitative Data Analysis with SPSS 12 and 13*. <https://doi.org/10.4324/9780203498187>
- Colin Cameron, A., & Windmeijer, F. A. G. (1997). An R-squared measure of goodness of fit for some common nonlinear regression models. *Journal of Econometrics*, 77(2), 329–342. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(96\)01818-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(96)01818-0)
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Datta, S. D., Rana, M. J., Assafi, M. N., Mim, N. J., & Ahmed, S. (2022). Investigation on the generation of construction wastes in Bangladesh. <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2050977>
- Ding, T., & Xiao, J. (2014). Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai. *Waste Management*, 34(11), 2327–2334. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.07.029>
- Ghanbari, M. (2022). Dynamic Analysis of Construction and Demolition Waste Management System (A Case Study of Tehran, Iran). *Advances in Civil Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9348027>
- Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2015). Applied choice analysis. In *Applied Choice Analysis*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1007/9781316136232>
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., & Ren, J. (2018). Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 36–44. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.09.029>

- Hwang, B. G., & Yeo, Z. B. (2011). Perception on benefits of construction waste management in the Singapore construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 18(4), 394–406. <https://doi.org/10.1108/09699981111145835>
- Islam, R., Nazifa, T. H., Yuniarto, A., Shanawaz Uddin, A. S. M., Salmiati, S., & Shahid, S. (2019). An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling. *Waste Management*, 95, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.049>
- Jin, R., Yuan, H., & Chen, Q. (2019). Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 175–188. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.029>
- Kamma, R. C., & Jha, K. N. (2022). Quantifying Building Construction and Demolition Waste Using Permit Data. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(9). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002357](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002357)
- Kartam, N., Al-Mutairi, N., Al-Ghusain, I., & Al-Humoud, J. (2004). Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. *Waste Management*, 24(10), 1049–1059. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.06.003>
- Li, J., Ding, Z., Mi, X., & Wang, J. (2013). A model for estimating construction waste generation index for building project in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 74, 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.02.015>
- Louviere, J. J., Hensher, D. A., Swait, J. D., & Adamowicz, W. (2000). Stated Choice Methods. In *Stated Choice Methods*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511753831>
- Louviere, J. J., Hensher, D. A., Swait, J. D., & Adamowicz, W. (2010). Stated Choice Methods: Analysis and Applications. In *Stated Choice Methods* (Issue May 2014). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511753831.008>
- Lu, W., Lou, J., Webster, C., Xue, F., Bao, Z., & Chi, B. (2021). Estimating construction waste generation in the Greater Bay Area, China using machine learning. *Waste Management*, 134, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.08.012>
- Ma, Z., Hu, R., Shen, J., Wang, C., & Wu, H. (2023). Chloride diffusion and binding capacity of sustainable cementitious materials with construction waste powder as cement replacement. *Construction and Building Materials*, 368, 130352. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130352>
- Marill, K. A. (2004). Advanced Statistics: Linear Regression, Part II: Multiple Linear Regression. *Academic Emergency Medicine*, 11(1), 94–102. <https://doi.org/10.1197/j.aem.2003.09.006>
- Minitab. (2010). In *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics* (Vol. 2, Issue 6, pp. 723–727). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/wics.113>

- Paulauskaite-Taraseviciene, A., Raudonis, V., & Sutiene, K. (2022). Forecasting municipal solid waste in Lithuania by incorporating socioeconomic and geographical factors. *Waste Management*, 140, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.004>
- Ram, V. G., & Kalidindi, S. N. (2017). Estimation of construction and demolition waste using waste generation rates in Chennai, India. *Waste Management and Research*, 35(6), 610–617. <https://doi.org/10.1177/0734242X17693297>
- Shafiei, I., Eshtehardian, E., & Azizi, M. (2021). Management of waste generated by construction and demolish in construction industry projects using the dynamics of systems approach. *Journal of Structural and Construction Engineering*, 8(4), 164–184. <https://doi.org/10.22065/JSCE.2019.190757.1886>
- Uyanık, G. K., & Güler, N. (2013). A Study on Multiple Linear Regression Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 106, 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.027>
- Omidi, F., & Miyahi M.A. (1403). Designing urban waste management model based on modern technologies (case study: Dezful city). *Urban space and social life*, 3(9), 41-55. (in persian) <https://doi.org/10.22034/jprd.2024.60916.1092>
- Rezai, M.R., Ghasem, M., & Rostamzadeh, M. (1402). Spatial analysis of uses in urban areas (case study: historical area of Yazd city). *Urban space and social life*, 2(4), 1-20. (in persian) <https://doi.org/10.22034/jprd.2023.16425>