Tarbiyat Modares University

Winter. 2025. Vol 28. Num 4

The Journal of Spatial Planning & Geomatics

Research Paper

The Effect of Fare Changes and Other Price Shocks on Passenger Behavior and Distribution in Urban Transportation Systems: (Case Study, Mashhad Metropolis)

Rostam Saberifar*

Associate Professor in Geography & Urban Planning, Payam –e– Noor University, Tehran, Iran.

Received: 2025/01/18
Accepted:2025/03/16

ABSTRACT

Navigating urban environments, regardless of the mode of transport employed, incurs a variety of both tangible and intangible expenditures. Consequently, any fluctuations in these expenditures are promptly reflected in the behavioral patterns of travelers. A particularly salient variable that is readily quantifiable and whose impact is swiftly observable in the responses of commuters is the alteration in fare structures. Typically, when there are modifications in fare rates or fuel costs, residents tend to make decisions that minimize their financial outlay. Should urban planners possess comprehensive insights into the potential decisions made by residents, they are better equipped to implement requisite strategic planning. To this end, the present research was conducted through a descriptive and analytical framework. The objective was to ascertain the extent to which variations in fares and associated costs influence passenger behavior and to evaluate the corresponding responses of the public transportation system to such behaviors. The requisite data was acquired from the Mashhad Municipality Transportation Organization and subsequently subjected to analysis utilizing the comprehensive vector auto regression methodology. The outcomes of the study indicated that the elimination or reduction of fare significantly alters the utilization patterns of public transportation. It is pertinent to note that, amidst these alterations, various modes of transport do not accommodate identical passenger loads. Furthermore, should fare adjustments occur concurrently with external shocks, such as fluctuations in gasoline prices or alterations in parking fees, there will be a marked increase in passenger density within public transportation systems. In this context, each transportation system (e.g., bus, subway, etc.) is likely to garner a distinct proportion of passengers. Consequently, it is imperative that policies are instituted in such a manner that they effectively address the needs of citizens while simultaneously preventing any disruption to the urban transportation infrastructure.

Keywords:

Public Transportation; Fare Elimination; External Shocks; Traffic; Mashhad..

***Corresponding Author:** Associate Professor in Geography and Urban Planning, Payam –e– Noor University, Tehran, Iran.

ORCID: 0000 0002 1523 0293

r_saberifar@pnu.ac.ir

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

Extended Abstract

Introduction

Navigating within urban environments, through any modality or mechanism, incurs a plethora of both tangible and intangible expenditures. Consequently, any fluctuations in these expenses are promptly manifested in the behavioral patterns of travelers. A salient factor that is readily quantifiable and whose impact is swiftly observable in passenger responses is the alteration of fare structures. Typically, when fare rates or fuel costs undergo modification, citizens endeavor to make decisions that yield the minimal financial outlay. Hence, the prevailing circumstances necessitate meticulous discussion and examination to facilitate the formulation of appropriate policies, grounded in existing capacities and aligned with the distribution of travelers across diverse transportation modalities. Consequently, this research endeavor aims to elucidate the following inquiries: What impact does a modification in fare structures or any form of perturbation to the transportation framework exert upon the commuting preferences of individuals in Mashhad? Additionally, in what manner can this mechanism be directed to minimize disturbances to the transportation system?

Research Method

This investigation was executed in a descriptive and analytical framework within the urban context of Mashhad. To achieve this objective, the initial step involved the compilation of necessary statistics and data from credible sources, particularly the Mashhad Municipality, which holds primary responsibility for the provision and maintenance of the urban transportation fleet. Alongside extensive correspondence with various accountable institutions and organizations to gather and furnish the requisite information, the predominant reliance was on data and details accessible in documents such as the Mashhad City Statistics, the report from the Mashhad Transportation, Traffic and Traffic Organization, and the National Oil Products Distribution Company of the Khorasan Razavi Region. The principal estimation and analysis methodology employed was the comprehensive vector autoregressive model.

Result & Discussion

The results of the research indicated that when various external influences, such as fluctuations in gasoline prices or alterations in municipal parking fees, in conjunction with internal variables, such as modifications in fare structures, are examined, the utilization of public transportation systems within the urban environment exhibits significant variability. For instance, an increase in gasoline prices typically correlates with a decrease in the patronage of private vehicles, concurrently accompanied by an upsurge in ridership across nearly all forms of public transportation, including the subway and diverse categories of buses and minibuses operating within the city. While the reduction in the number of passengers utilizing private automobiles is conspicuous and unmistakable, this phenomenon manifests as a more subtle and gradual trend among other modes of transport. For example, the demand for subway services initially demonstrates minimal fluctuation; however, over an extended period, the ridership within this segment experiences a notable increase. Conversely, with respect to buses, the volume of passengers has exhibited a consistent upward trajectory since inception; however, this augmentation has been markedly pronounced within the express bus segment, in contrast to the regular buses and minibuses. Nonetheless, it is anticipated that, over time, the passenger numbers within this domain will also experience growth. Additional developments are poised to similarly influence the distribution and volume of passengers. For instance, an increase in parking fees within urban areas may compel a segment of travelers, who previously relied on private vehicles for commuting, to explore alternative modes of transportation in response to elevated parking costs. In such

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

circumstances, there will be an immediate and significant decline in the usage of private vehicles, prompting a migration of passengers towards other transport modalities, particularly Bus Rapid Transit (BRT) lines. Consequently, during price shocks associated with parking and even fuel, express buses are likely to bear the brunt of the highest passenger loads. Following this segment, one encounters buses and the metro system. However, over time, the fluctuations in passenger numbers across each mode of transportation under consideration have converged towards a state of equilibrium, leading to the resumption of previously established stable trends.

Conclusion

According to the empirical findings of this investigation, it is typically observed that there exists no substantial alteration in the volume of passengers utilizing this sector at the onset of price fluctuations; moreover, even as modifications transpire over time, the resultant increase is effectively managed through a series of minor interventions. One potential explanation for this phenomenon may reside in the fact that subway commuters place a premium on precise timing and strategic planning, exhibiting consistent and predictable behavioral patterns, with the notable exception of significant disruptions. However, this same advantageous characteristic may inadvertently introduce its own set of hazards, as even a minor incident that interrupts traffic flow within this area can provoke severely adverse reactions. The primary rationale for this occurrence is the likelihood of a simultaneous concentration of grievances among commuters within the same temporal and spatial context. For this reason, a substantial population size catalyzes protest behavior that transitions towards collective action. For this reason, a substantial population size catalyzes protest behavior that transitions towards collective action. Essentially, when the community lacks organization, in the ultimate phase of disorganization, it behaves akin to a multicellular organism and resembles a chemical reaction, thus becoming indistinguishable from its original components. Perhaps this phenomenon elucidates the assertion that the assembly should be tasked with activities that demand significant energy yet minimal precision and intelligence. Therefore, when individuals congregate, their errors and deficiencies in knowledge accumulate, whereas their cognitive capabilities do not experience a similar process of aggregation. For this reason, even minor alterations in this domain necessitate accurate and prompt responses. According to the aforementioned characterization, it can be asserted that urban transportation, in addition to its economic, social, and environmental dimensions, is also regarded as a salient security and political issue that has been inadequately addressed in scholarly research to date.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

فصلنامه آمایش فضا و ژئوماتیک
دانشگاه تربیت مدرس
دوره ۲۸، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۳

اثر تغییر کرایه و سایر شوک‌های قیمتی بر رفتار و توزیع مسافران در سیستم‌های حمل و نقل شهری (نمونه مورد مطالعه مشهد)

رستم صابری فر*

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

چکیده

جا به جایی در شهر در هر شکل و وسیله‌ای که انجام شود، هزینه‌های مادی و غیر مادی مختلفی به همراه دارد. به همین دلیل، هر تغییری در این هزینه‌ها، سریعا در رفتار مسافران خود را نشان می‌دهد. یکی از عواملی که به راحتی قابل سنجش بوده و اثر آن به سرعت در واکنش مسافران دیده می‌شود، تغییر نرخ کرایه‌ها است. معمولا در هنگام تغییر نرخ کرایه و یا قیمت سوخت، شهروندان تلاش می‌کنند انتخاب‌های خود را به نحوی انجام دهند که کمترین هزینه را متحمل شوند. چنانچه مدیران شهری از انتخاب‌های احتمالی شهروندان آگاهی کاملی داشته باشند، می‌توانند برنامه‌ریزی‌های لازم را به انجام برسانند. هدف این تحقیق آن است که مشخص کند تغییر کرایه و سایر هزینه‌ها، رفتار مسافران را چگونه جهت‌دهی کرده و سیستم حمل و نقل عمومی چه واکنشی به این رفتار نشان می‌دهد. به همین منظور، این بررسی به شیوه توصیفی و تحلیلی انجام شده است. داده‌های مورد نیاز از سازمان حمل و نقل شهرداری مشهد اخذ شده و با استفاده از روش خودرگرسیون برداری جامع، تجزیه و تحلیل گردیده است. یافته‌های مطالعه نشان داد که حذف و یا کاهش هزینه، استفاده از حمل و نقل عمومی را به شکل معناداری تغییر می‌دهد. البته با این تغییرات، انواع روش‌های حمل و نقل، بار یکسانی را پذیرا نمی‌شوند. علاوه بر آن، چنانچه تغییر کرایه‌ها همزمان با شوک‌های بیرونی مثل تغییر قیمت بنزین، هزینه پارکینگ و ... باشد، تراکم مسافران در حمل و نقل عمومی با رشد زیادی همراه خواهد شد. در این شرایط، هر نوع سیستمی (اتوبوس، مترو و ...)، سهم متفاوتی از مسافران را به سوی خود جلب خواهند کرد. در این صورت، بایستی سیاست‌گذاری‌ها به نحوی انجام شود که ضمن پاسخگویی مناسب به شهروندان، در سیستم رفت و آمد شهری اختلالی ایجاد نشود.

واژگان کلیدی:

حمل و نقل عمومی، حذف کرایه، شوک‌های بیرونی، ترافیک، مشهد.

۱. مقدمه

توسعه اقتصادی شهر و رفاه شهروندان، ارتباط مستقیمی با حمل و نقل سالم و پایدار دارد. حمل و نقل، به خصوص از نوع درون شهری آن، زمانی دارای این خصیصه‌ها خواهد بود و در شمار ارکان اصلی توسعه پایدار

* نویسنده مسئول r_saberifar@pnu.ac.ir

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

قلمداد می‌شود که در قالب سیستم‌های عمومی و همگانی صورت گیرد. ساماندهی چنین سیستمی که اجزا و عناصر آن به خوبی در کنار هم قرارگیرند، بهره‌مندی از منابع طبیعی و سرمایه‌های انسانی را به بهترین شکل، ممکن خواهد ساخت. اما اگر همین سیستم دچار اختلال گردد، مشکلات و نگرانی‌های بسیاری را زمینه‌سازی می‌کند (Zhao, 2010: 236). در حقیقت، اگر سیستم‌های حمل و نقل عمومی کارآمد و ایمن در دسترس نباشند، گرایش به سمت بهره‌گیری از خودروهای شخصی، افزایش پیدا کرده و این امر، اتلاف چشمگیر زمان و سوخت (Aljoufie, 2016: 535)، آلودگی شدید هوا و صدا و همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای را درپی خواهد داشت (Wang et al., 2019: 1245). برای رسیدن به حمل و نقل عمومی پایدار و کارآمد، بایستی توجه داشت که این سیستم از عوامل بیرونی و درونی اثرپذیری مستقیمی دارد. به همین دلیل، بایستی زمینه‌ها و پارامترهای اثرگذار در این زمینه شناسایی و به درستی مدیریت شوند تا سیستم مورد اشاره در کارآمدترین شکل خود، ایفای نقش کند. یکی از مهمترین پارامترهایی که در این زمینه اهمیت چشمگیری دارد، نوسانات مربوط به هزینه‌های مرتبط با جا به جایی است. این هزینه‌ها، می‌تواند مربوط به تغییرات کرایه جا به جایی، هزینه پارکینگ و یا قیمت سوخت باشد (Yatskiv et al., 2017: 82). هر نوع کاهش و یا افزایشی در این موارد، رفتار مسافران را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد و آنان به شکل معناداری انتخاب‌های خود را تغییر خواهند داد. در نتیجه، مدیران و مسئولین بایستی بدانند واکنش شهروندان به این شوک‌ها چیست تا بتوانند به نحوی برنامه‌ریزی کنند که به موقع و به شکلی متناسب، به این واکنش‌ها پاسخی دقیق دهند. بنابراین، قبل از هر نوع تغییری در هزینه‌های اصلی جابه‌جایی، بایستی ظرفیت‌های موجود سیستم‌های عمومی رفت و آمد، در مقاطع بلند و کوتاه مدت، شناسایی گردد (Bell et al., 2019: 1054).

برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در ارتباط با تحولات بخش حمل و نقل عمومی شهری، در همه شهرها و به خصوص کلانشهرها، ضرورتی غیرقابل انکار است؛ اما این شرایط در شهری که جمعیت شناور و مسافران آن گاها از جمعیت ساکن بسیار بیشتر می‌شود، اهمیت دوچندانی دارد. شهر مشهد، به عنوان دومین کلانشهر ایران و یکی از بزرگترین کلانشهرهای مذهبی جهان، چنین شرایطی دارد. این شهر هم اکنون قریب به یک میلیون مهاجر افغانستانی، عراقی، پاکستانی و ... را در خود جای داده و روزانه پذیرای بالغ بر ۲/۵ میلیون نفر زائر و مسافر است (شهرداری مشهد، ۱۴۰۳). بنابراین، هر نوع تغییری در هزینه‌ها و انتخاب شهروندان برای جا به جایی، می‌تواند کل سیستم حمل و نقل و حتی سایر عملکردهای شهری را دچار اختلال اساسی کند. به همین جهت، بایستی وضعیت موجود به دقت مورد بحث و تحلیل قرار گیرد تا از آن طریق، سیاست‌گذاری‌های مورد لزوم بر اساس ظرفیت‌های در دسترس و مطابق با توزیع مسافران در انواع وسایل حمل و نقل انجام شود. از همین‌رو، این مطالعه به دنبال آن است که به این پرسش‌ها پاسخ دهد، تغییر کرایه و یا هر نوع شوک وارده به سیستم حمل و نقل، چه اثری بر انتخاب برای جا به جایی شهروندان در مشهد دارد و چگونه می‌توان این روند را هدایت کرد که کمترین اختلال را در سیستم جا به جایی وارد کند.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

مطالعات صورت گرفته در ارتباط با مقوله حمل و نقل عمومی، سابقه‌ای دیرینه داشته و البته بسیار متنوع است. به همین دلیل، در این بخش تنها به تعدادی از معروف‌ترین آنها اشاره شده است. در مطالعات حوزه حمل و نقل از نوع شهری آن، مک فادن[1] (۱۹۷۴)، در شمار اولین افرادی بود که نشان داد هر نوع اعمال هزینه‌ای بر خودروهای شخصی، بهره‌مندان از این نوع وسایل را به سوی استفاده از وسایل نقلیه شخصی سوق می‌دهد. در پژوهش صورت گرفته توسط ریتولد[2] و همکاران (۲۰۰۱) سیاست‌گذاری و مدیریت صحیح حمل و نقل عمومی، بهترین ابزار برای کاهش آلودگی و ترافیک عنوان شده است. لیتمن[3] (۲۰۰۴)، در مطالعات مربوط به اثر تغییرات قیمتی بنزین بر سیستم‌های حمل و نقل عمومی دریافت که تاثیرات این تغییرات بر اتوبوس و مترو کاملا متفاوت است. کوری و فونگ[4] (۲۰۰۸) در بررسی خود به این یافته مهم دست یافتند که هر افزایشی در قیمت بنزین و پارکینگ، استفاده‌کنندگان از وسایل نقلیه شخصی را به سوی سیستم حمل و نقل عمومی سوق می‌دهد. در همین سال، ماتسون[5] (۲۰۰۸)، عنوان داشت که ورود استفاده‌کنندگان وسایل نقلیه شخصی به سیستم حمل و نقل عمومی، همه انواع وسایل فعال در این حوزه را به یکسان تحت تاثیر قرار نمی‌دهد. استوری و بای[6] (۲۰۱۱)، نتیجه‌گیری کردند که افزایش هزینه‌های مربوط به جا به جایی به هر شکل و اندازه‌ای، بر رفتار شهروندان اثرگذار بوده و ازدحام و یا خلوتی سیستم‌های حمل و نقل عمومی را به دنبال می‌آورد. در مطالعات و بررسی‌های کمیته پژوهش حمل و نقل[7] (۲۰۱۲)، حمل و نقل عمومی به عنوان عنصر اصلی رشد هوشمند شهری قلمداد شده است. در همین سال، لین[8] (۲۰۱۲)، مشخص کرد که اگر هزینه‌های وسایل نقلیه شخصی افزایش پیدا کند، تمایل مردم به استفاده از حمل و نقل عمومی افزایش معناداری پیدا می‌کند. یافته‌های بررسی نوواک و سویج[9] (۲۰۱۳)، نشان داد که روندهای معمولی توزیع مسافر بین انواع وسایل حمل و نقل عمومی در زمانی که یک شوک خارجی به این سیستم وارد شود، کاملا دگرگون می‌شود. در پژوهش فوجیزاکی[10] (۲۰۱۴)، همین نتایج تکرار گردید و به همین دلیل توصیه شد که این سیستم باید برای چنین هجومی آماده باشد. چائو[11] و همکاران (۲۰۱۵)، بهترین وسیله کاهش هزینه‌های بخش جا به جایی را توسعه سیستم‌های حمل و نقل عمومی عنوان کرده و اعتقاد دارند که هر نوع افزایشی در هزینه‌های این بخش، رفتار مردم را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. جین[12] و همکاران (۲۰۱۹)، نتیجه‌گیری کردند که هر کشور با توجه به واکنش مردم و رویکردهایی که در ارتباط با اقتصاد و سیاست دارد،

---

1. McFadden
2. Rietveld
3. Litman
4. Currie & Phung
5. Mattson
6. Stover & Bae
7. Transportation Research Board
8. Lane
9. Nowak & Savage
10. Fujisaki
11. Chao
12. Jin

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

نرخ‌های متفاوتی را برای بهره‌مندی از سیستم‌های حمل و نقل در نظر می‌گیرد و همین امر نیز میزان استفاده از این قابلیت‌ها را متفاوت می‌سازد. گازمن[1] و همکاران (۲۰۲۱)، مشخص ساختند که تغییرات کرایه و هزینه‌های مربوط به سوخت، همه وسایل نقلیه بخش عمومی را به یکسان تحت تاثیر قرار نمی‌دهد. بنابراین، در سیاست‌گذاری‌ها بایستی به این تفاوت توجه کرد. هرزنهوت[2] و همکاران (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای در شهر ریو دوژانیرو برزیل، دریافتند که اعمال سیاست‌های پولی نامناسب در حمل و نقل عمومی، در نابرابری دسترسی به این سیستم‌ها اثرگذار بوده و می‌تواند بسیاری از پارامترهای اجتماعی و اقتصادی دیگر را هم متاثر سازد. در ادامه همین تحقیقات، سیلور[3] و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای در زمینه اثرات نابرابری کرایه حمل و نقل عمومی، نشان دادند که کاهش میزان کرایه، نقش قابل ملاحظه‌ای بر استفاده از حمل و نقل عمومی دارد. اثر دیگر این سیاست، توزیع عادلانه مزایای ناشی از حمل و نقل در بین تمام شهروندان است. یافته‌های پژوهش بیان[4] و همکاران (۲۰۲۴)، مشخص ساخت که وقتی کرایه سیستم‌های حمل و نقل عمومی کاهش پیدا می‌کند، نه تنها مسافران بیشتری از این طریق جا به جا می‌شوند، بلکه رفاه اجتماعی نیز به شکل محسوسی افزایش می‌یابد.

اغلب تحقیقات انجام شده در ایران، مربوط به چند سال اخیر است. در این میان، شاید اولین مطالعه مربوط به ذوقی و همکاران (۱۳۹۱) باشد. این گروه دریافتند که افزایش قیمت سوخت، به‌طور مستقیم بر افزایش هزینه حمل و نقل اثرگذار بوده و همین امر، رویکردهای متفاوت بهره‌مندان را در پی‌دارد. بررسی سپهر و همکاران (۱۳۹۴)، مشخص ساخت که تغییر کرایه بر حسب مسافت و ساعات اوج و غیر اوج، اثر مثبتی بر کاهش ازدحام مسافر دارد. ناظمی و افشار (۱۳۹۶)، نشان دادند که هر یک از مسافران با توجه به شرایط خاص خود، واکنش متفاوتی نسبت به تغییرات کرایه نشان می‌دهند. نتایج بررسی حسن‌پور و خضری (۱۳۹۷)، مشخص ساخت که تعیین قیمت مناسب و سیاست‌گذاری در ارتباط با کرایه انواع وسایل مورد استفاده در سیستم حمل و نقل عمومی، ضرورت دارد، چرا که در حال حاضر تعادلی بین خدمات ارائه شده و هزینه دریافتی مشاهده نمی‌شود. گوگردچیان و خوش‌اخلاق (۱۳۹۹) تحقیق خود را به عوامل تاثیرگذار بر انتخاب وسیله سفر کاری اختصاص داده و مشخص ساختند که تقاضای سفر برای وسایل نقلیه بیشتر بر راحتی متکی بوده و زمان و هزینه، عوامل تأثیرگذاری بر انتخاب‌نکردن اتوبوس برای سفر در ساعت اوج تردد صبح است. شجاعیان و همکاران (۱۴۰۱)، عنوان داشتند که هر نوع تغییری در قیمت سوخت، مسافران بخش عمومی را افزایش می‌دهد و چنانچه افزایش قیمت در هر یک از انواع وسایل حمل و نقل بروز کند، تمایل مسافران به سایر وسایل بیشتر می‌شود. رحیمی و همکاران (۱۴۰۳)، با وجود آن که به بررسی قیمت‌گذاری در یک نوع وسیله نقلیه عمومی (تاکسی)، پرداخته‌اند، اما پژوهش آنها نشان داد که قیمت‌گذاری و سیاست‌گذاری متناسب و هدفمند، می‌تواند کارآیی و عملکرد این نوع از سیستم حمل و نقل را بهبود بخشد. همان‌طور که از بررسی مختصر انجام شده مشخص است، تحقیقی در ارتباط با اثر همزمان

---

1. Guzman
2. Herszenhut
3. Silver
4. Bian

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

شوک‌های خارجی و داخلی وارده به سیستم‌های حمل و نقل عمومی و اثر آن بر رفتار مسافران انجام نشده است. بنابراین چنین تحقیقاتی درخصوص کلان شهر مشهد که با مشکلات عدیده‌ای در این زمینه روبرو است، صورت نگرفته و تحقیق حاضر می‌تواند به مدیران و سیاستگذاران شهری کمک کند تا ضمن درک اثر تغییرات قیمتی روی واکنش مسافران، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مناسب را به انجام رسانند تا در مواجهه با هجوم ناگهانی مسافران به سوی یک سیستم و یا وسیله خاص جا به جایی، غافلگیر نشده و کل نظام حمل و نقل مختل نگردد.

۲. مبانی نظری

حمل و نقل و زیرساخت‌های مرتبط با آن، یکی از عناصر کلیدی و غیرقابل انکار زندگی شهری محسوب می‌شود. شاید به همین دلیل است که شریان‌های حمل و نقل در شهر را به رگ در بدن انسان تشبیه کرده‌اند. از همین‌رو، هر نوع خللی در این سیستم، اساس زیست بشر به خصوص در شهرها را با تهدید مواجه می‌سازد. با تخصصی‌شدن جوامع، نقش حمل و نقل افزایش پیدا کرده و همین امر باعث شده که گاها عنصر رفاه و پیشرفت، به مانعی برای آسایش و سلامت انسان تبدیل گردد. به‌طوری که اکنون بسیاری از شهرها در سرتاسر جهان، از پیامدهای استفاده گسترده از خودرو، از جمله تراکم ترافیک روزانه، آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آسیب‌های ترافیکی، گرم شدن کره زمین و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، رنج می‌برند. برای کنترل و حذف چنین مشکلاتی، رویکردهای متعددی به منظور کاهش ترافیک، مورد توجه قرار گرفته است. معمولا سیاست‌هایی که برای کنترل تراکم ترافیک وجود دارند، شامل دو دسته سیاست‌های کلی افزایش عرضه و مدیریت تقاضا هستند (Moeinaddini & Habibian, 2024: 35). افزایش عرضه به معنی توسعه سیستم‌های حمل و نقل عمومی و افزایش ظرفیت معابر است. اما با افزایش عرضه، پس از مدتی تقاضای سفر هم افزایش می‌یابد که باعث ازدیاد مجدد تراکم ترافیک در معابر می‌شود. همچنین معمولا تأمین هزینه‌های افزایش عرضه از توان دستگاه‌های مدیریت شهری خارج است. بنابراین، مدیریت و کاهش تقاضا نسبت به افزایش عرضه، ارجحیت دارد (Carey & Srinvasan, 1993: 218). این رویکرد سالهاست که در اغلب کشورها مورد توجه بوده و اصول و مولفه‌های نسبتا مشخصی دارند (شکل ۱).

شکل ۱. مدیریت تقاضای سفر در طی زمان

Figure 1. Travel demand management over time
Source: Pisarski, 1996: 16

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

در میان روش‌هـــای مدیریت تقاضای سفر، دو گروه سیاست تشویقی و تنبیهی مدنظر است. در بخش تنبیهی، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک یکی از مناسب‌ترین شیوه‌ها برای مدیریت کارآمد و مؤثر تراکم ترافیک در کلانشهرهاست. با اعمال این سیاست و تعیین عوارض مناسب و بهینه، حجم زیـادی از رانندگان خودروهای شخصی، تغییر مسیر داده و معابری با بار ترافیکی کمتر را انتخاب می‌کنند یا مدل حمل و نقلی خود را از خودروی شخصی به سیستم‌های حمل و نقل همگانی تغییر می‌دهند و بدین ترتیب، تراکم ترافیک ناشی از تردد خودروهای شخصی در معابر مورد نظر تا حد زیادی کاهش می‌یابد (صفارزاده و رسولی، ۱۳۹۳: ۳۴). از این نقطه نظر، گسترش استفاده از خـودروهـای شخصی در سفرهای درون‌شهری، دلیل اصلی افزایش مشکلاتی مانند آلودگی هوا، آلودگی صوتی و افزایش زمان سفر در سفرهای درون شهری و نارضایتی بیشتر شهروندان و مسافران محسوب می‌شود (کدخدایی و شاد، ۱۳۹۸: ۲۸). البته قیمت‌گذاری تراکم ترافیک معابر و تعیین عـــوارض راه‌هـــا، چنانچه در ســاعـات اوج ترافیک مقدار بیشتر و در ساعات غیراوج مقدار کمتری داشته باشد، تأثیر افزون‌تری در کنترل تقاضای سفر خواهد داشت (Yang & Huang, 2002: 1877). تاثیر این رویکرد به خصوص در کلانشهرهای توریستی نظیر مشهد بیشتر خواهد بود. چرا که در این شهر در کنار شهروندان که انواع سفر را تجربه می‌کنند (شکل ۲)، بخش زیادی از حجم ترافیک خودروهای شخصی به گردشگران و زائران تعلق دارد. اهداف سفر این دسته از کاربران را نیز غالبا یکی از اهداف چندگانه خرید، تفریح و زیارت تشکیل می‌دهد. این نوع از سفرها نیز معمولا در ساعات اوج ترافیک انجام می‌شوند؛ به همین دلیل، در کلانشهرهای توریستی، اخـتـلاف حجم ترافیک معابر شهری در ســاعـات اوج و غیر اوج، تفاوت چشمگیری با یکدیگر دارد (کدخدایی و شاد، ۱۳۹۸: ۳۵). اما مشکل چنین رویکردی آن است که ازدحام و تراکم در شبکه حمل و نقل عمومی افزایش یافته و در صورتی که امکانات جدیدی فراهم نشود، افت شدید کیفت خدمات ارائه شده و نارضایی بیشتر شهروندان را درپی دارد.

شکل ۲. اهداف اصلی سفر در شهر مشهد؛ **منبع**: یافته‌های پژوهش

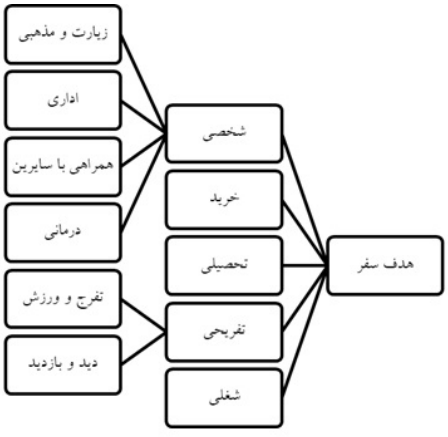

Figure 2. Main travel purposes in Mashhad city, **Source:** Research Data

اما در بخش سیاست‌های تشویقی، عمدتا بر حذف و یا کاهش کرایه تاکید شده است. به لحاظ نظری، حذف کرایه افزایش تعداد مسافران را درپی دارد. اما پژوهش‌هایی نیز در دست است که درستی این ادعا را مورد تردید قرار داده

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

است. تجربیات عملی نشانگر آن است که حتی اگر تعداد مسافران اضافه گردد، این گروه اضافه شده لزوما از همان افراد مدنظر برنامه‌ریزان نیستند. گاها، گروه‌های بهره‌بردار جدید نه مسافر، بلکه مسافرنما هستند که بیش از آن که به کاهش ترافیک و آلودگی کمک می‌کنند، و کیفیت عرضه خدمات را به شدت کاهش می‌دهند. زیرا مسافرنماها، افراد بیکار و بی‌هدفی هستند که صرفا برای سرگرمی و گذران وقت از سیستم‌های حمل و نقل عمومی بهره‌برداری می‌کنند. در شدیدترین حالت، این افراد به قصد تخریب و ایجاد اغتشاش وارد سیستم می‌شوند. در واقع، گروه اخیر نه تنها از ترافیک و ازدحام خودروهای شخصی نمی‌کاهند، بلکه هزینه‌های تعمیر و نگهداری سیستم‌های حمل و نقل عمومی را به شدت افزایش می‌دهند (Perone, 2002: 4). در مقابل، برخی اعتقاد دارند که حذف کرایه، افزایش تعداد مسافران را در پی‌داشته و به این منظور، معیارهای کشش کرایه را مطرح می‌کنند (Lago et al., 1981: 43). از منظر این گروه، کشش کرایه، تغییر در تعداد مسافرانی است که براثر کاهش و یا افزایش کرایه‌ها، رخ می‌دهد. مطابق این قاعده، اگر میزان کاهش کرایه در حد ۱۰ درصد باشد، تعداد مسافران ورودی به سیستم حدود ۳ درصد افزایش پیدا خواهد کرد. به لحاظ نظری، اگر کرایه به طورکلی حذف شده و یا میزان کاهش ۱۰۰ درصد باشد، تنها ۳۰ درصد به تعداد مسافران اضافه خواهد شد (Yaden, 1998: 17). البته محققانی هستند که اعتقاد دارند با حذف کرایه، علاوه بر افزایش مسافران، هزینه‌های مربوط به تنظیم و جمع‌آوری کرایه‌ها و به خصوص تجهیزات، پرسنل و بیمه‌های این بخش نیز حذف خواهد شد (Scheiner & Munder, 1978: 173).

شرایط توصیف شده بیشتر به عواملی اشاره دارد که از درون، سیستم‌های حمل و نقل شهری را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اما در دنیای واقعی عوامل و عناصری از خارج این حوزه نیز در تراکم و توزیع سفرها تاثیرگذارند که تاکنون کمتر بدان توجه شده است. به عنوان مثال، شوک‌های قیمتی ناشی از افزایش قیمت سوخت و یا هزینه‌های مربوط به پارکینگ و ... نیز می‌تواند رفتار مسافران و همچنین عملکرد حمل و نقل عمومی را متاثر سازد (Yatskiv et al., 2017: 82). این تاثیرات بیشتر از آن که حجم مسافران و عملکرد کل سیستم حمل و نقل را دگرگون کند، توزیع سفر در بین انواع وسایل نقلیه مورد استفاده را دچار چالش می‌سازد. در این صورت، نیاز است که مدیران و سیاست‌گذاران به نحوی شرایط را کنترل و مدیریت کنند که شوک‌های وارده به سیستم، نظام خدمات‌رسانی را مختل نسازد (Bell et al., 2019: 1054). برای انجام چنین مهمی، نیاز است که علاوه بر برآورد حجم کلی سفر در یک محدوده، توزیع و جابه‌جایی سفر در بین انواع وسایل نقلیه عمومی و شخصی مورد استفاده، برآورد گردد. به این منظور، تاکنون مدل‌ها و روش‌های متعددی مطرح و مورد استفاده قرارگرفته‌اند. شاید بتوان گفت که اولین سیستم معادلات تقاضا تحت عنوان سیستم مخارج خطی توسط استون معرفی‌شد (Iturra & Dusan, 2014). از طریق این مدل، می‌توان اثرات همزمان تمامی کمیت‌ها و درآمد را بر روی مصرف تمامی کالاها و خدمات مشاهده کرد و به وسیله آن نسبت به برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی گروه‌های عمده مخارج اقدام کرد. این روش این امکان را فراهم می‌کند که آثار تغییر قیمت بهای یک وسیله نقلیه عمومی را بر روی سایر وسایل، تعیین کرد. به بیان ساده‌تر از این طریق، می‌توان آثار سیاست‌گذاری‌های مربوط به بهای بلیت وسایل حمل و نقل و درآمد افراد بر روی تقاضای همه وسایل نقلیه را مشخص ساخت. این مدل‌ها در دو گروه معادلات با وجود تابع مطلوبیت و دیگری بدون وجود تابع مطلوبیت مشخص

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

مانند سیستم معادلات تقاضای تقریبا ایده‌آل طبقه‌بندی می‌شوند. در مجموع، این سیستم‌ها قیود نظری همگن و متقارنی ندارند. بعدها مدل‌های دیگری نیز در همین زمینه مطرح گردید که هر کدام بخشی از تاثیرات را برآورد می‌کرد. اما اخیرا مدل جدیدی مطرح شده است که از آن تحت عنوان خودرگرسیون برداری جامع جهانی[1] (یا به اختصار گوار) یاد می‌شود. این مدل به راحتی می‌تواند اثر انواع شوک‌های ناشی از تغییر قیمت بنزین، پارکینگ و افزایش یا کاهش کرایه‌ها را بر تقاضای انواع وسایل حمل و نقل عمومی و شخصی به خوب مشخص کند. به همین دلیل، در این مطالعه بر اساس مدل نظریه تحقیق تدوین شده با شاخص خاص این حوزه (شکل ۳) از این روش بهره‌برداری به عمل آمد.

شکل ۳. چارچوب نظری تحقیق

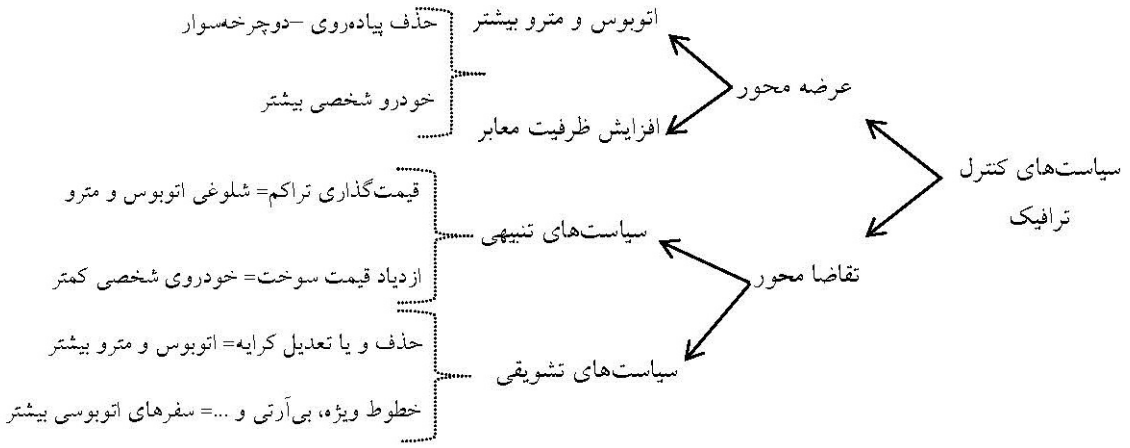

Figure 3. Theoretical framework of the research

۳. روش پژوهش

این تحقیق به شیوه توصیفی و تحلیلی در شهر مشهد انجام شده است. به این منظور، ابتدا آمار و اطلاعات مورد نیاز پژوهش از منابع معتبر به خصوص شهرداری مشهد که مسئولیت اصلی تامین و تجهیز ناوگان حمل و نقل شهری را بر عهده دارد، گردآوری شد. علاوه بر نامه‌نگاری‌های متعدد با سایر نهادها و سازمان‌های مسئول برای تهیه و تامین اطلاعات مورد نیاز، اتکای اصلی بر داده‌ها و اطلاعاتی است که در اسنادی چون آمارنامهٔ شهر مشهد، گزارش سازمان حمل‌ونقل، راهنمایی و رانندگی مشهد و همچنین شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی منطقه خراسان رضوی در دسترس قرارگرفت. روش اصلی برآورد و تحلیل نیز مدل خودرگرسیون برداری جامع بود.

همان‌طور که بیان شد، یکی از مدل‌های معروفی که برای سنجش اثر عوامل درونی و بیرونی در برآورد حجم مسافر و توزیع آن در بین وسایل نقلیه مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدلی است که توسط مایکلیدس[2] و همکاران

[1]. Global Vector Autoregressive Regression (GVAR)
[2]. Michaelides

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

(۲۰۱۵)، ارائه شده است. رویکرد مورد توجه در این مدل، گوار است که خود شامل دو فاز اصلی است. در ابتدا خودتوضیح‌برداری با متغیرهای خارجی وارکس شکل می‌گیرد. در این بخش، متغیرهای اصلی به شکل متغیرهای خارجی مدنظر است. با شکل‌گیری هر مدل خودتوضیح برداری وارکس برآوردهای مختص هر کدام از این الگوها با تشکیل پیوند مابین این مدل‌ها و ساخت الگوی گوار برآورد می‌گردد. در مدل مورد اشاره، حجم مسافر انواع وسایل مورد استفاده در سیستم حمل‌ونقل عمومی درون‌شهری از طریق رابطه ۱ برآورد می‌شود:

رابطه (۱)

$$x_{it} = a_{i0} + \emptyset_{ip} x_{it-p} + \Delta_{i0} x^{*}_{it-1} + \Delta_{iq} x^{*}_{it-q} + a_{i1} G_t + u_{it}$$

در این مدل، بردار میزان کرایه وسایل حمل‌ونقل عمومی درون‌شهری و سایر هزینه‌های مرتبط به صورت قیمت سوخت و یا پارکینگ به شکل اثر بر متغیر حمل‌ونقل عمومی مدنظر است. در حقیقت، حاصل معادله یعنی متغیر درون‌زای Xit برای هر نوع حمل‌ونقل عمومی است که در این مدل i تعیین‌کننده جا به جا شوندگان توسط هر یک از انواع وسایل حمل‌ونقل عمومی یعنی D است. در این مدل، متغیرهای خارجی به صورت x^{*}_{it-1} تعریف شده و میانگین وزنی سایر مقادیر متغیرهای حمل‌ونقل عمومی را مشخص می‌سازد. مسافرانی که با هر یک از انواع حمل‌ونقل جا به جا می‌شوند، به شکلی به وضعیت مسافران در دیگر وسایل وابسته بوده و به همین دلیل، این شرایط را بایستی با ماتریس وزنی[1] برآورد کرد. بنابراین و با شرح ارائه شده در فوق و به کمک رابطه (۲)، می‌توان اثر تغییرات مربوط به کرایه و سایر عوامل بیرونی را در توزیع و حجم مسافران سیستم حمل و نقل شهری مشهد تعیین کرد.

رابطه (۲)

$$\left(\Delta D_{i,t}\right) = a_{i,0} + \emptyset_{ip}\left(\Delta D_{i,t-q}\right) + \Lambda_{i0}\left(\Delta D^{*}_{i,t}\right) + \Lambda_{iq}\left(\Delta D^{*}_{i,t-q}\right) + \Delta_i \begin{pmatrix} \Delta FUEL_t \\ \Delta P_{i,t} \end{pmatrix} + ECM + u_i$$

در این مدل، Δ مشخص‌کننده تفاوت رتبه اول i یعنی انواع وسایل نقلیه مورد استفاده، $a_{i,0}$ برداری از میزان ثابت عرض از مبدأ، Φip ماتریس چندجمله‌ای وقفه مرتبط با ضرایب متغیرهای درونی با مقدار q مساوی ۲ است. Λi0 برداری از ضریب‌های مختص پارامترهای خارجی، Λiq ماتریس ضریب‌هایی است که به چند جمله‌ای وقفه برای پارامترها اختصاص یافته و Ai نیز برداری از ضرایب عوامل بیرونی است. در این رابطه، ECM نمادی است که به مکانیسم تصحیح خطای برآورد شده اشاره دارد. در نماد ui نشانگر اثرات منحصربه‌فردی با میانگین مشخص و غیر وابسته به‌شکل پشت‌سرهم در نظرگرفته شده است. در این شرایط، این فرض مطرح می‌گردد که

[1]. Weight Matrix

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

تاثیراتی که اعمال می‌شود به طور مشخص میانگین صفر و ماتریس واریانس– کواریانس $\sum i$ دارد. در این شرایط $(2\hat{}\sigma, p)u_{it} \sim i.i.d$ است که آن را می‌توان به شکل رابطه ۳ نوشت:

رابطه (۳)

$$x_{i,t} = (\Delta D_{i,t})$$
$$x^*_{i,x} = (\Delta D^*_{i,t-q})$$
$$G^T_t = (\Delta FUEL_{t,\Delta pi,t})$$

برای تعیین صحت نتایج حاصل از این مدلها، از آزمون پارک و فولر[1] بهره‌برداری شد. مطابق مدل گوار، طبق رفتار متغیرها در طی زمان و بهره‌گیری از آزمون‌های مانایی، به خوبی می‌توان روابط بلندمدت و کوتاه مدت را به تفکیک مشخص کرد. مطابق همین الگو، مشخص می‌شود که همه متغیرهای داخلی و خارجی نامانا تلقی شده و تفاضل مرتبه اول متغیرهای مورد اشاره مانا گردیده است. در نتیجه، کل متغیرهای وارد شده در مدل، هم انباشته محسوب می‌شوند.

۴. محدوده مورد مطالعه

این بررسی در شهر مشهد انجام شده است. این کلانشهر در شمال شرق کشور واقع شده و بعد از تهران بزرگترین کلانشهر ایران محسوب می‌شود. طبق آخرین آمار سال ۱۳۹۸ سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری مشهد، جمعیت کلانشهر مشهد ۳/۵ میلیون نفر است که و در طی روز به ۵ میلیون نفر می‌رسد. مساحت کلانشهر مشهد ۳۵۰۰۰ هکتار و دارای ۱۳ منطقه و تراکم جمعیت ۱۰۰ نفر در هکتار است. در حال حاضر، نرخ سفر در کلانشهر مشهد نزدیک به ۵ میلیون سفر سواره در هر روز است و این مسئله باعث پدید آمدن مشکلات گستردهٔ دیگری در کلانشهر مشهد شده است. هر روزه، بیش از ۴ میلیون لیتر بنزین توسط خودروها در این کلانشهر مصرف می‌شود که این موضوع، آلودگی شدید صوتی و هوایی را به دنبال داشته و هزینه‌های گزافی را به سیستم بهداشتی و درمانی شهر وارد می‌آورد. علی‌رغم آن که سرانه مالکیت خودرو در این شهر نسبت به سایر کلانشهرها پایین‌تر است، اما عدد ۰/۴ سرانه خودرو در این شهر نمی‌تواند رقم مطلوبی باشد. به نظر می‌رسد با توجه به این که سالانه در این شهر حدود ۱/۴ میلیون خودرو شماره‌گذاری می‌شود، سرانه خودرو سال به سال افزایش پیدا می‌کند. شهر مشهد اگرچه با چالش‌های عدیده‌ای چون کمبود آب مواجه است، اما ترافیک و آلودگی هوای ناشی از آن، اگر اولویت بالاتری از آب نداشته باشد، به همان اندازه مورد توجه است. به همین دلیل، مدیریت شهری در این کلانشهر تلاش دارد مشکلات مربوط به ترافیک و آلودگی را با کارآمد کردن سیستم حمل‌ونقل عمومی و زیرساخت‌های آن، مرتفع سازد. بنابراین، توجه و تاکید بر شریان‌های اصلی مدیریت تقاضای سفر و اقتصاد شهری، به یکی از مولفه‌های اصلی سیاست‌گذاری‌های متولیان در مشهد تبدیل شده است. این تاکید و توجه تا بدانجاست که آلودگی هوای ناشی از حمل‌ونقل و ترافیک و همچنین ناکارآمدی سیستم حمل‌ونقل عمومی در همه طرح‌ها و برنامه‌های جاری و آتی این شهر، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است (شکل ۴). با توجه به شرایط توصیف شده و اطلاعات در دسترس، در این بررسی، بعد از تعیین تعداد بردارها و تعیین الگوی صحت

[1]. Park & Fuller

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

آنها، عکس‌العمل مسافران نسبت به بهره‌گیری از هر یک از انواع وسایل نقلیه موجود در سیستم حمل و نقل عمومی و خودروهای شخصی طی مدت ۲۸ ماه از انتهای آبان ۱۳۹۸ (افزایش ناگهانی قیمت بنزین) تا آخر سال ۱۴۰۲، تعیین گردید.

شکل ٤. خیابان‌های اصلی، شریانی و خطوط متروی موجود و آتی مشهد؛ **منبع:** یافته‌های پژوهش

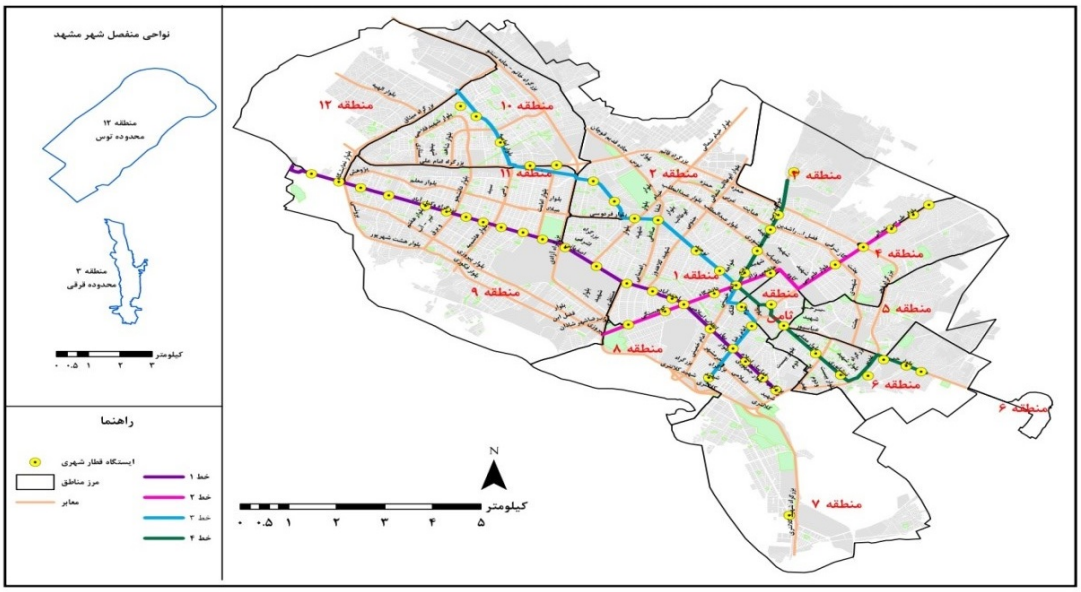

Figure 4. Main streets, arterial streets, and existing and future metro lines in Mashhad
Source: Research Data

۵. یافته‌ها

یافته‌های بررسی نشان می‌دهد که وقتی هر یک از عوامل خارجی اثرگذار مثل تغییر قیمت بنزین و یا هزینه پارکینگ در شهر و همچنین مولفه‌های درونی مانند تغییر کرایه‌ها در دستور کار قرار می‌گیرد، بهره‌مندی از وسایل معمول حمل و نقل در داخل شهر تفاوت چشم‌گیری پیدا می‌کند. به عنوان مثال، وقتی قیمت بنزین افزایش پیدا می‌کند، اغلب از حجم مسافران در بخش وسایل نقلیه شخصی کاسته شده و تقریبا به حجم مسافران در تمام وسایل نقلیه عمومی، اعم از مترو و انواع اتوبوس و مینی‌بوس فعال در سطح شهر، افزوده می‌گردد. علی‌رغم آن که کاهش مسافرین بخش مربوط به خودروهای شخصی کاملا مشهود و واضح است؛ این روند برای سایر انواع وسایل اندک و تدریجی است. به عنوان نمونه، تقاضا برای جا به جایی با مترو در ابتدا تغییر چندانی ندارد. اما به مرور بر تعداد مسافران این بخش افزوده می‌گردد. برعکس، برای اتوبوس، حجم مسافران از همان ابتدا افزایشی بوده، ولی این افزایش در بخش اتوبوس‌های تندرو کاملا مشخص و واضح بوده و در اتوبوس‌های معمولی و مینی‌بوس‌ها چندان زیاد نیست. ولی به مرور، مسافران این بخش نیز افزایش می‌یابند (شکل ۵).

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

شکل ۵. اثر افزایش قیمت بنزین روی حجم و توزیع مسافران در سایر وسایل حمل و نقل؛ **منبع**: یافته‌های پژوهش

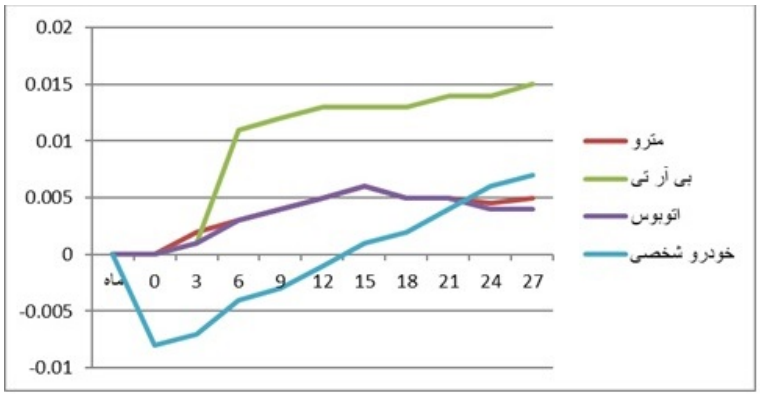

Figure 5. The effect of increasing gasoline prices on the volume and distribution of passengers
Source: Research Data

به‌طور طبیعی، وقتی اقبال به سوی سیستم حمل و نقل عمومی زیاد شود و این سیستم توانایی پاسخگویی به این نیازها را نداشته باشد یا قیمت‌ها افزوده شده و یا کیفیت ارائه خدمات افت پیدا می‌کند. در این صورت، با افزایش قیمت و یا افت کیفیت سرویس‌دهی، اقبال به سوی هر نوع وسیله نقلیه متفاوت خواهد بود. از آنجا که تعیین کیفیت به راحتی ممکن نیست، در این بررسی، از همان معیار تغییر قیمت استفاده شده است. فرض بر این است که بعد از این که اقبال مسافران به سوی مترو بیشتر گردید، معمولا هزینه استفاده از آن هم افزایش خواهد یافت؛ این افزایش هزینه همیشه به معنای وجه ریالی آن نبوده، بلکه صرف زمان بیشتر و آسیب‌های ناشی از تراکم و ... را نیز شامل می‌شود. در این صورت، مشاهده می‌شود که در ابتدا و بدون توجه به این شوک وارده، کاهش و یا افزایشی در تعداد مسافران مترو مشاهده نمی‌گردد. اما هر چه به انتهای دوره نزدیک می‌شویم، کاهش در تعداد مسافران خود را نشان می‌دهد. اگر همزمان هزینه‌های مربوط به مصرف سوخت و پارکینگ بالا رود، مسافران رویگردان از مترو به سوی اتوبوس روانه می‌شوند. البته در این روند، افزایش مسافران اتوبوس و مینی‌بوس، به همان میزان کاهش حادث شده در تعداد مسافران مترو نخواهد بود. زیرا به ناچار بخشی از مسافرانی که قسمتی از مسیر را برای رسیدن به مترو از خودروی شخصی استفاده می‌کردند، صرفه را در بهره‌گیری کامل از خودروی شخصی خواهند دید (شکل ۶).

شکل ٦. اثر افزایش کرایه مترو روی حجم و توزیع مسافران در سایر وسایل حمل و نقل؛ **منبع**: یافته‌های پژوهش

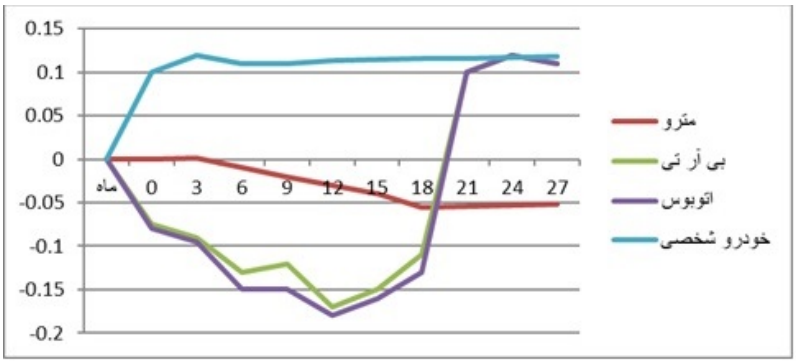

Figure 6. The effect of increasing metro fares on the volume and distribution of passengers
Source: Research Data

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

برای بررسی وضعیت بهره‌گیری از اتوبوس‌های تندرو یا بی‌آرتی، باز هم از فرض افزایش کرایه این بخش استفاده شده است. مطابق اطلاعات موجود، زمانی که هزینه استفاده از این وسیله افزایش پیدا می‌کند، در ابتدا تغییر قابل ملاحظه‌ای در تعداد مسافران این وسیله حادث نمی‌شود. اما کم‌کم مسافران این بخش به سمت سایر گزینه‌ها و از جمله مترو سرازیر می‌شوند. این افزایش به شکل نامحسوس‌تری در اتوبوس و مینی‌بوس‌های معمولی هم دیده می‌شود (شکل ۷).

شکل ۷. اثر افزایش کرایه بی‌آرتی روی حجم و توزیع مسافران در سایر وسایل حمل و نقل؛ **منبع:** یافته‌های پژوهش

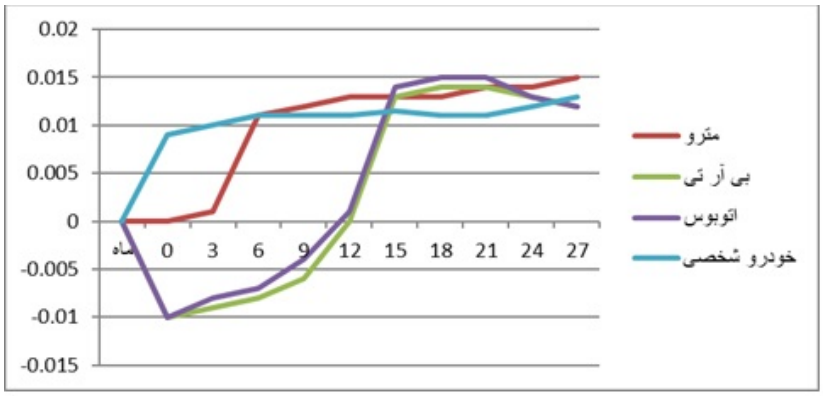

Figure 7. The effect of increasing BRT fares on the volume and distribution of passengers
Source: Research Data

افزایش و یا کاهش هزینه استفاده از اتوبوس نیز بر بهره‌مندی از این وسیله و سایر وسایل نقلیه عمومی و شخصی اثرگذار است. از آنجا که در این بررسی فرض افزایش هزینه مدنظر است، به همین بخش توجه شده و تصور می‌شود که کاهش هزینه نتایج را معکوس کند. در حقیقت، با افزایش هزینه بهره‌مندی از اتوبوس، میل به این وسیله تا حدی کاهش یافته و این روند تقریبا تا میانه دوره ادامه دارد. اما تغییر کاهش از این زمان به بعد چشمگیر نخواهد بود. با توجه به هدف این مطالعه که بیشتر به توزیع مسافر در بین انواع وسایل نقلیه مربوط است، بایستی مشخص گردد که مسافران از دست رفته اتوبوس، به کدام وسایل مراجعه می‌کنند. مطابق یافته‌های این مطالعه، بخشی از مسافرانی که اتوبوس را ترک می‌کنند، مترو را انتخاب کرده و گروهی نیز اتوبوس‌های تندرو را مدنظر قرار می‌دهند (شکل ۸).

شکل ۸. اثر افزایش کرایه اتوبوس روی حجم و توزیع مسافران در سایر وسایل حمل و نقل؛ **منبع:** یافته‌های پژوهش

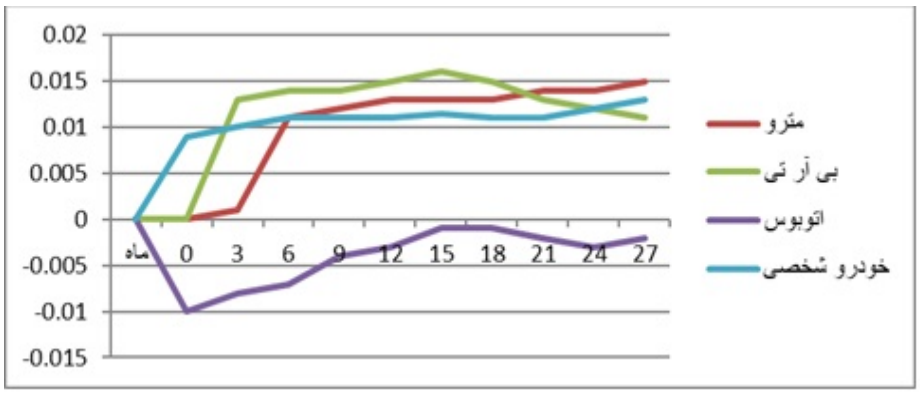

Figure 8. The effect of increasing bus fares on the volume and distribution of passengers
Source: Research Data

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

شرایط توصیف شده برای تغییر قیمت پارکینگ هم به شکل دیگری صدق می‌کند. به این معنا که وقتی هزینه پارکینگ در سطح شهر افزایش می‌یابد، گروهی از مسافران که برای رفت و آمد از وسیله نقلیه شخصی استفاده می‌کردند، با افزایش هزینه پارکینگ، سعی می‌کنند از وسایل دیگری برای رفت و آمد استفاده کنند. در این وضعیت، در ابتدا استفاده از وسایل نقلیه شخصی به شدت افت کرده و مسافران این بخش به سوی سایر وسایل نقلیه به خصوص خطوط بی‌آرتی خواهند رفت. به همین دلیل، در شوک‌های قیمتی مربوط به پارکینگ و حتی بنزین، بیشترین بار مسافر به سوی اتوبوس‌های تندرو خواهد بود. بعد از این بخش، اتوبوس و مترو قرار دارند. با این وجود به تدریج شدت کاهش و افزایش مسافر در هر یک از وسایل مورد بررسی تا حدودی به تعادل رسیده و تقریبا روندهای ثابت قبلی از سرگرفته می‌شود (شکل ۹). بر این اساس، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان شهری بایستی در همان ابتدای وقوع هر شوک احتمالی، تصمیمات دقیق و هوشمندانه‌ای بگیرند تا اختلالی ایجاد نشود و یا در صورت بروز مشکل، کمترین آسیب به سیستم حمل و نقل شهری وارد آید.

شکل ۹. اثر افزایش هزینه پارکینگ روی حجم و توزیع مسافران در وسایل حمل و نقل؛ **منبع**: یافته‌های پژوهش

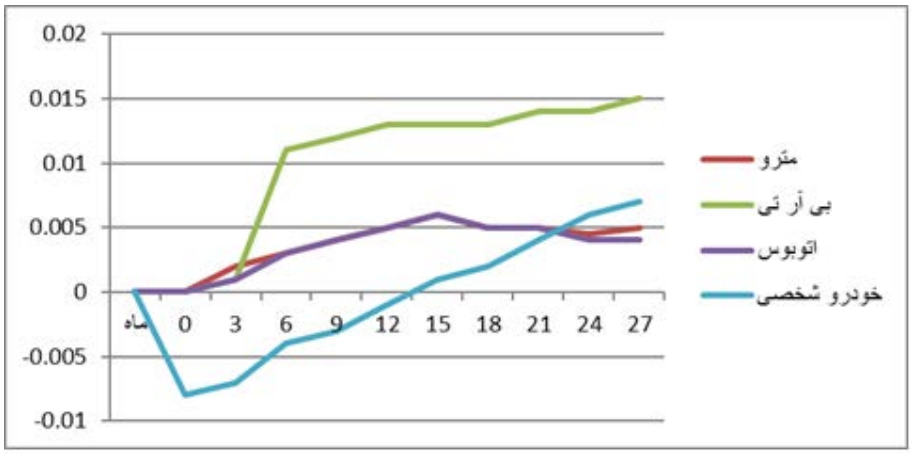

Figure 9. The effect of increasing parking fees on the volume and distribution of passengers
Source: Research Data

۶. بحث

مطابق یافته‌های به‌دست آمده در این بررسی، هر نوع تغییری در نرخ کرایه، قیمت سوخت و یا هزینه پارکینگ رخ دهد، توزیع و تراکم مسافران را به شکل چشم‌گیری دگرگون می‌کند. به‌طور مشخص، وقتی هزینه سوخت افزوده گردد و نرخ استفاده از وسایل نقلیه عمومی اضافه نشود، بخشی از افرادی که از خودروی شخصی بهره‌برداری می‌کردند، به سوی سیستم‌های حمل و نقل عمومی سوق داده می‌شوند. این یافته در تحقیقات خارجی و داخلی مختلفی به اثبات رسیده است. به عنوان مثال، شجاعیان و همکاران (۱۴۰۱) اعلام کردند که هنگامی که قیمت بنزین افزایش پیدا می‌کند، تاثیرات این شوک بر توزیع مسافران انواع وسایل نقلیه عمومی متفاوت است. اما در مجموع چنین

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

تحولی، تعداد و حجم مسافران در هر سه بخش مترو، اتوبوس و بی‌آرتی را افزایش می‌دهد. مطابق ادعای این گروه، افزایش قیمت بنزین، اگرچه در ابتدا مسافران مترو را تغییر چندانی نمی‌دهد، اما بتدریج مسافران این وسیله رو به ازدیاد می‌گذارد. این روند در مورد اتوبوس نیز قابل مشاهده است. در مجموع، هر نوع افزایش هزینه‌ای در ارتباط با بهره‌گیری از خودروهای شخصی، استفاده از این بخش را کاهش داده و حجم متقاضیان سایر وسایل جا به جایی را اضافه می‌کند. چائو[1] و همکاران (۲۰۱۵) نیز نتیجه‌گیری کردند که وقتی قیمت سوخت و پارکینگ رو به ازدیاد می‌گذارد، استفاده از سیستم‌های حمل و نقل عمومی افزایش پیدا می‌کند. در سایر تحقیقات، عوامل دیگری نیز در این تغییر گرایش مورد تاکید قرارگرفته است. به عنوان نمونه، ناظمی و افشار (۱۳۹۶)، اعلام داشتند که وقتی سن افزایش پیدا می‌کند، بدون هر نوع تغییری در عوامل بیرونی، گرایش به سوی بهره‌مندی از وسایل نقلیه عمومی بیشتر می‌شود. براساس نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، هر نوع تغییری در هزینه و کیفیت خدمات‌دهی وسایل نقلیه عمومی، مسافران را به سوی سایر انواع وسایل نقلیه شخصی و عمومی سرازیر می‌سازد. البته این همبستگی همیشه مثبت و مستقیم نیست، اما گرایش کلی به این سو است. این یافته با نتایج به دست آمده در کار لی[2] و همکاران (۲۰۱۹)، به شکل دیگری هماهنگ است. چرا که مطابق ادعای این گروه، بهره‌مندان از انوع وسایل حمل و نقل عمومی و شخصی، به شاخص‌هایی چون هزینه استفاده، وضعیت خدمات ارائه شده و به خصوص ازدحام در این گونه سیستم‌ها بسیار حساس می‌باشند. به همین دلیل، شهروندان بهره‌بردار از چنین سیستم‌هایی، دائما دست به مقایسه زده و هر وسیله را بر اساس خدمات ارائه شده به دقت ارزیابی کرده و اگر شرایط آن وسیله نسبت به بقیه افت پیدا کند، به سرعت انتخاب دیگری را جایگزین آن می‌کنند. البته تحقیقاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد، وضعیت جسمانی، سن و سال و به خصوص جنسیت، عوامل اثرگذاری هستند که همیشه می‌توانند اثر شوک‌های قیمتی در سوخت، پارکینگ و غیره را تعدیل کنند (Singh, 2019: 81).

در پژوهش حاضر مشخص گردید که وقتی هزینه‌های استفاده از اتوبوس افزایش پیدا کند، بخشی از مسافران این وسیله به سوی مترو و اتوبوس‌های تندرو تمایل پیدا می‌کنند. پرواضح است که وقتی تراکم در این دو وسیله افزایش پیدا کند، نه تنها کیفیت ارائه خدمات افت بیشتری را تجربه می‌کند، بلکه حتی بدون افت کیفیت، بخشی از بهره‌مندان به سوی وسایل نقلیه شخصی سرازیر می‌شوند. البته این نکته هم قابل توجه است که عوامل متعدد دیگری نیز در این بین اثرگذار هستند که در معادلات این بررسی وارد نشده‌اند. به عنوان مثال، مقوله امنیت، عامل اثرگذاری بر تغییر وسیله جا به جایی در شهر مشهد محسوب شده و بسیاری از شهروندان، وسایل نقلیه عمومی را به جهت حضور جیب‌برها، افراد خشن و ... وسایل کاملا امنی به حساب نیاورده و به همین جهت، ترجیح می‌دهند با وسایل حمل و نقل شخصی جا به جا شوند. این شرایط در سایر کشورها نیز مقوله مهمی محسوب شده و تحقیقات به انجام رسیده آن را مورد تاکید قرار داده‌اند (BBC, 2019). در ایران نیز صابری‌فر (۱۳۹۹) در تحقیق خود نشان داد که فقدان امنیت در وسایل و اماکن عمومی، دانش‌آموزان را وادار به بهره‌مندی از وسایل نقلیه شخصی می‌کند.

---

[1]. Chao
[2]. Li

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

۷. نتیجه‌گیری

بدون شک شوک‌های قیمتی در هر بخش از سیستم حمل و نقل بر تعداد و توزیع سفرهای درون شهری اثرگذار است. بنابراین، بایستی اطلاعات دقیق و کاملی در ارتباط با این تغییر و تحول در اختیار باشد تا سیاست‌گذاری به‌هنگام و هدفمندی به انجام برسد. این بررسی نیز برای نیل به این هدف انجام شد. یافته‌ها نشان داد که تغییر در قیمت سوخت، کرایه و هزینه‌های مربوط به پارکینگ، حجم سفرها را در بخشی از سیستم جا به جایی کاهش داده و سهم بخش‌های دیگر را افزایش می‌دهد. اما کاهش و یا افزایش این سهم، همیشه مقداری ثابت نبوده و اغلب رابطه مستقیمی با زمان ورود شوک قیمتی هم ندارد که بتوان آن را به عنوان یک قانون کلی برای همه شهرها پیشنهاد کرد. اما یک روند مرسوم و متداول در این زمینه آن است که شوک‌های قیمتی، حجم و تعداد مسافران بخش حمل و نقل شخصی را در ابتدا به شدت تحت تاثیر قرار داده و به مرور، این بخش به حالت اولیه باز می‌گردد و عملا اثر شوک‌های قیمتی از بین رفته و یا بسیار جزئی و به سطح قابل اغماضی می‌رسد. اما تاثیر تحولات این بخش بر حمل و نقل عمومی و ترافیک بسیار شدید بوده و نیازمند واکنش سریع و به‌هنگام است. چرا که با ورود اولین شوک قیمتی مثبت در زمینه سوخت، پارکینگ و یا هر هزینه دیگری که به این بخش وارد می‌شود، حجم مسافران این بخش به شدت افت کرده و به یکباره حجم عظیمی از مسافران وارد سیستم حمل و نقل عمومی می‌شوند که اغلب هم برنامه‌ای برای توسعه و تجهیز آنها مدنظر قرار نگرفته است. ورود این حجم عظیم مسافر به ناوگان حمل و نقل عمومی، نه تنها نارضایتی مسافران ثابت و قبلی را در پی می‌آورد، بلکه تازه‌واردان را نیز به سرعت سرخورده کرده و آنها دوباره به استفاده از خودروهای شخصی باز می‌گردند و مجددا حجم عظیمی از ترافیک، آلودگی هوا و سر و صدا را به فضای شهر وارد می‌سازند.

بر خلاف بخش خودروهای شخصی، مسافران در بخش حمل و نقل عمومی به خصوص گروهی که با مترو جا به جا می‌شوند، کمتر تحت تاثیر شوک‌های قیمتی قرارگرفته و حتی زمانی که از این تحولات متاثر می‌شوند، سرعت تغییر کُند و قابل مدیریت است. مطابق یافته‌های این بررسی، معمولا در ابتدای ورود شوک‌های قیمتی، تغییر قابل ملاحظه‌ای در مسافران این بخش دیده نمی‌شود و حتی در طی زمان که تغییراتی صورت می‌گیرد، روند افزایش به نحوی است که با برخی از اقدامات جزئی، مدیریت می‌گردد. شاید یکی از دلایل این امر آن باشد که مسافران مترو، زمان‌بندی و برنامه‌ریزی دقیق‌تری را مدنظر دارند و به جز در زمان وقوع شوک‌های عظیم، رفتاری ثابت و قابل پیش‌بینی دارند. اما همین خصیصه مثبت، در مواردی خطرات خاص خود را در پی می‌آورد. زیرا به محض بروز یک حادثه کوچک که رفت و آمد در این بخش را مختل کند، واکنش‌ها بحران‌آفرین خواهد بود. دلیل اصلی این امر آن است که احتمال تجمع و تمرکز افراد شاکی در این بخش در زمان و مکان واحد وجود دارد. به همین دلیل، چنین حجم بزرگی از جمعیت، رفتارهای اعتراضی را به سوی رفتارهای توده‌ای سوق می‌دهد. در واقع، در این صورت جماعت تشکل‌یافته و رفتارهای آنان به راحتی قابل کنترل نیست. اساسا، زمانی که جماعت سازمان‌یافته نباشد، در مرحله نهایی سازمان نیافتگی، مثل یک جاندار پر سلول و نظیر یک واکنش شیمیایی عمل کرده و شباهتی به اجزای اصلی خودش ندارد. شاید به همین دلیل است که گفته‌اند از جماعت باید کارهایی را طلب کرد که انرژی زیادی لازم داشته و دقت و هوش کمی نیاز دارد. از همین‌رو، آدم‌ها وقتی با هم جمع می‌شوند، اشتباهات و کم دانشی آنها روی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

هم تجمیع شده، اما هوشمندی آنها چنین روندی را طی نمی‌کند. بنابراین، حتی به کوچک‌ترین تغییرات این بخش باید واکنشی دقیق و به موقع نشان داد.

تحولات بخش اتوبوس هم در شکل معمولی و هم تندروی آن، تحولاتی بیش از مترو و کمتر از خودروی شخصی است. اما به دلیل آن که بخش عمده‌ای از مسافران از این نوع وسایل نقلیه عمومی استفاده می‌کنند، بایستی سیاست‌گذاری‌ها و پیش‌بینی‌های دقیق‌تر و به هنگام‌تری مدنظر قرارگیرد. درست است که شکل‌گیری رفتارهای توده‌ای در این بخش کمتر امکان وقوع دارد، اما با ساخت پایانه‌های مختلف که در آنها مسافران خطوط مختلف کنار هم جمع می‌شوند، تشکیل جماعت و بروز رفتار توده‌ای چندان دور از انتظار نیست. با توجه به شرح ارائه شده می‌توان گفت که حمل و نقل شهری علاوه بر ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، یک مقوله امنیتی و سیاسی پررنگ هم قلمداد می‌شود که تاکنون در کمتر تحقیقی به آن توجه شده است.

یافته‌های این مطالعه اگرچه برای شهرهای مشابه مشهد هم قابل تعمیم است، اما از آنجا که مولفه‌های زمینه‌ای متعددی در این ارتباط مطرح است، در هنگام بهره‌مندی از این نتایج، بایستی به شرایط محلی نیز توجه ویژه‌ای داشت. علاوه بر آن، به دلیل، داده‌های اندکی که در ارتباط با هزینه پارکینگ‌ها در اختیار بود، توجه به این بعد از شرایط اثرگذار در رفتار مسافران و سیستم حمل و نقل، کمتر از حد معمول بود. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی تاکید و توجه به این بخش نیز همانند قیمت بنزین و کرایه‌ها باشد تا تبیین دقیق‌تری از شرایط واقعی به‌دست آید.

منابع

- حسن‌پور، ع.، و خضری، م. (۱۳۹۷). ارائه مدل بهینه قیمت‌گذاری خدمات اتوبوسرانی شهری (مطالعه موردی شهر تهران). *پژوهش های مدل سازی اقتصادی*، ۱۰، ۲۰۶-۱۸۱. http://jemr.khu.ac.ir/article-1-1776-fa.html مشاهده شده: ۱۴۰۳/۹/۱۳
- ذوقی، ح.، رحیم‌اف، ک.، و علیپورواوسری، م. (۱۳۹۱). مدلسازی کرایه حمل کالا در شبکه حمل ونقل جاده ای با رویکرد افزایش قیمت سوخت. *یازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران*، تهران، ۱۲۳. https://civilica.com/doc/155024/certificate/print/ مشاهده شده: ۱۴۰۳/۸/۲۵
- رحیمی، الف.، نجفی، الف.، و ابوطالبی اصفهانی، م. (۱۴۰۳). ارائه مدل قیمت‌گذاری برای خدمات تاکسی گردشی (مطالعه موردی: شهر اصفهان). *فصلنامه جاده*، ۳۲ (۱۲۱)، ۶۲-۵۱. https://doi.org/10.22034/road.2024.424705.2220 مشاهده شده: ۱۴۰۳/۹/۲۹
- سپهر، م.، صفارزده، م.، و سیدابریشمی، الف. (۱۳۹۴). سیاست‌های کرایه در مورد رفتار کاربران حمل و نقل (مطالعه موردی: BRT خط هفت تهران)، *پایان نامه کارشناسی ارشد*، تهران: دانشگاه تربیت مدرس. https://elmnet.ir/doc/10860595-21202 مشاهده شده: ۱۴۰۳/۸/۲۵

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

- شجاعیان م.، خداپناه م.، و زراءنژاد، م. (۱۴۰۱). نقش شوک‌های قیمت کرایه و بنزین بر واکنش رفتاری مسافران کلانشهر تهران در استفاده از حمل‌ونقل عمومی (مترو، بی‌آرتی و اتوبوس). *اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری*، ۳ (۳)، ۱۴۷-۱۳۴. https://doi.org/10.22034/uep.2022.351389.1258 مشاهده شده: ۱۴۰۳/۹/۲۹
- شهرداری مشهد (۱۴۰۳). سیستم های هوشمند حمل و نقل درون شهری مشهد. مشهد: شهرداری مشهد. https://metadatabase.ir/product/ مشاهده شده: ۱۴۰۳/۹/۲۹
- صابری‌فر، ر. (۱۳۹۹). تعیین عوامل موثر در شکل‌گیری الگوهای سفرهای آموزشی (مطالعه موردی: سفرهای آموزشی دانش آموزان بیرجندی). *فصلنامه برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۴، ۱۹۸-۱۸۵. https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1031924/FullText مشاهده شده: ۱۴۰۳/۸/۲۵
- صفارزاده، م.، و رسولی، الف. (۱۳۹۳). مدیریت بهینه تراکم ترافیک با اخذ هوشمند عوارض از معابر درون‌شهری (پل طبقاتی صدر)، *پژوهش‌های زیرساخت‌های عمرانی*، ۱، ۴۸-۳۹. https://doi.org/10.22091/cer.2014.574 مشاهده شده: ۱۴۰۳/۹/۲۹
- کدخدایی، م.، و شاد، ر. (۱۳۹۸). رتبه‌بندی شیوه‌های زمان‌بندی طرح‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلانشهرها، مطالعه موردی: شهر مشهد، *مطالعات شهری*، ۳۳، ۳۸-۲۷. https://urbstudies.uok.ac.ir/article_61315.html مشاهده شده: ۱۴۰۳/۹/۲۹
- گوگردچیان، م.، و خوش‌اخلاق، ر. (۱۳۹۹). تخمین تقاضای انتخاب وسیله سفرهای کاری با استفاده از مدل لاجیت مخلوط (پارامتر تصادفی): مطالعه موردی شهر اصفهان. *اقتصاد شهری*، ۵ (۲)، ۱۶۴-۱۴۹. https://doi.org/10.22108/ue.2022.128867.1190 مشاهده شده: ۱۴۰۳/۹/۲۹
- ناظمی، ع.، و افشار، ن. (۱۳۹۶). بررسی تغییرات کرایه‌ها بر تغییر رفتار مطالعه متروی تهران. *فصلنامه پژوهشی مدلسازی اقتصادی*، ۷ (۲۶)، ۸۹-۱۱۰. https://doi.org/10.1080/17442508.2011.619660 مشاهده شده: ۱۴۰۳/۸/۲۹
- Aljoufie, M. (2016). Exploring the determinants of public transport system planning in car-dependent cities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216, 535-44.
- BBC. (2019). Delhi metro: Will free public transport make women safer? [Online] Available at: https://www.bbc.co.uk/news/world-asia-india-48510006 [Accessed 17 August 2024].
- Bell, A., Fairbrother, M., & Jones, K. (2019). Fixed and random effects models: making an informed choice. *Quality & quantity*, *53* (2),1051-74.
- Bian, L., Hu, Q., & Tan, M. (2024). Public transport pricing incentive schemes in a competitive market. *PLoS ONE*, *19* (11): 3-13. http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0313439
- Carey, M., & Srinvasan, A. (1993). Externalities, average and marginal costs, and tolls on congested networks with time-varying Flows. *Operations Research*, 41, 23-39. https://doi.org/10.1287/opre.41.1.217
- Chao, M.C., Huang, W.H., & Jou, R.C. (2015). The asymmetric effects of gasoline prices on public transportation use in Taiwan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41,75-87. https://doi.org/10.1016/S0965-8564 (00)00006-9

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

- Currie, G., & Phung, J. (2008). Understanding links between transit ridership and gasoline prices: evidence from the United States and Australia. *Transportation Research Record*, *63* (1), 42-133. http://dx.doi.org/10.3141/2063-16
- Fujisaki, K. (2014). An empirical analysis of effects of gasoline price change on transportation behavior in Japan, with consideration of regional differences. *Socio-Economic Planning Sciences*, *48* (3), 220-233. https://doi.org/10.1016/j.seps.2014.05.001
- Googerdchian, M., & Khoshakhlagh, R. (2020). Estimation of worke travel mode choice demand with mixed logit model (Random Parameter): case study Isfahan city. *Urban Economics, 5* (2), 149-164. https://doi.org/10.22108/ue.2022.128867.1190 (In Persian)
- Guzman, L.A., Beltran, C., Bonilla, J.A., & Cardona, S.G. (2021). BRT fare elasticities from smartcard data: Spatial and time-of-the-day differences. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 150, 335-48. https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.06.018
- Hasanpour, A., & Khuzari, M. (2018). Presenting the optimal pricing model for urban bus services (case study of Tehran). *Economic Modeling Research*, 10,181-206. http://jemr.khu.ac.ir/article-1-1776-fa.html. (In Persian)
- Herszenhut, D., Pereira, R., Portugal, C., & Oliveira, M. (2022). The impact of transit monetary costs on transport inequality. *Journal of Transport Geography*, 99, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103309
- Iturra, V., & Dusan, P. (2014). Construction of a spatial housing price index by estimating an almost ideal demand system. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, *105* (3), 301-314. http://dx.doi.org/10.1111/tesg.12067
- Jin, Z., Schmöcker, J.D., & Maadi, S. (2019). On the interaction between public transport demand, service quality and fare for social welfare optimisation. *Research in Transportation Economics*, 76. 1-10. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.05.005
- Kadkhodaei, M., & Shad, R. (2019). Ranking of scheduling methods for traffic congestion pricing schemes in metropolises, case study: Mashhad city. *Urban Studies*, 33, 27-38. https://urbstudies.uok.ac.ir/article_61315.html. (In Persian)
- Lago, A., Mayworm, P. D., & McEnroe, J. M. (1981). Further Evidence on Aggregate and Disaggregate Transit Fare Elasticities. *Transportation Research Board*, 99, 42-47. https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1981/799/799-009.pdf
- Lane, BW. (2012). A time-series analysis of gasoline prices and public transportation in US metropolitan areas. *Journal of Transport Geography*, 22, 221-235. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.10.006
- Li, L., Cao, M., Bai, Y., & Song Z. (2019). Analysis of public transportation competitiveness based on potential passenger travel intentions: Case study in Shanghai, China. *Transportation Research Record*, 2673 (4), DOI:10.1177/0361198119825648
- Litman, T. (2004). Transit price elasticities and cross-elasticities. *Journal of Public Transportation*, *7* (2), 7-11. https://doi.org/10.5038/2375-0901.7.2.3
- Mashhad Municipality (2024). Intelligent urban transportation systems in Mashhad. Mashhad: Mashhad Municipality. https://metadatabase.ir/product/
- Mattson, J.W. (2008). *Effects of rising gas prices on bus ridership for small urban and rural transit systems*. Fargo: Upper Great Plains Transportation Institute, North Dakota State University. https://www.ugpti.org/resources/reports/details.php?id=602
- McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of public economics*, 3 (4), 303-28. https://doi.org/10.1016/0047-2727 (74)90003-6

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

- Michaelides, P.G., Konstantakis, KN., Milioti, C., & Karlaftis, MG. (2015). Modelling spillover effects of public transportation means: An intra-modal GVAR approach for Athens. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 1, 82:1-8. https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.07.004
- Moeinaddini, A., & Habibian, M. (2024). Acceptability of transportation demand management policy packages considering interactions and socio-economic heterogeneity. *Research in Transportation Economics*, 103, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2023.101374
- Nazmi, A., & Pressure, N. (2017). Investigating the changes of fares on the behavior change of the Tehran Metro study. *Economic Modeling Research Quarterly*, *7* (26), 89-110. https://doi.org/10.1080/17442508.2011.619660. (In Persian)
- Nowak, W.P., & Savage, I. (2013). The cross elasticity between gasoline prices and transit use: Evidence from Chicago. *Transport policy*, 29, 38-45. http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.03.002
- Park, H.J., & Fuller, W.A. (1995). Alternative estimators and unit root tests for the autoregressive process. *Journal of Time Series Analysis*, *16* (4), 415-29. http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9892.1995.tb00243.x
- Perone J. S. (2002). Advantages and Disadvantages of Fare-Free Transit Policym. Florida: University of Florida. https://digitalcommons.usf.edu/cutr_nctr/217
- Pisarski, A. (1996). Commuting in America II, The Second National Report On Commuting Patterns and Trend. Lansdowne: VA, Eno Transportation Foundation Inc. https://trid.trb.org/View/461400
- Rahimi, A.M., Najafi, A., & Aboutalebi Esfahani, M. (2024). Development a Pricing Model for Taxi Services (Case Study: Isfahan City). Road, *32* (121), 51-62. https://doi.org/10.22034/road.2024.424705.2220
- Rietveld, P., Bruinsma, F.R., & Van Vuuren, DJ. (2001). Coping with unreliability in public transport chains: A case study for Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *35* (6), 539-59. https://doi.org/10.1016/S0965-8564 (00)00006-9
- Saberifar, R. (2019). Determining the effective factors in the formation of educational travel patterns (Case study: Birjandi students' educational trips). *Quarterly Journal of Human Settlement Planning*, 4, 185-198. https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1031924/FullText. (In Persian)
- Saffarzadeh, M., &Rasouli, A. (2014). Optimal traffic congestion management with intelligent toll collection from inner-city roads (Sadr multi-storey bridge). *Civil Infrastructure Research*, 1, 39-48. https://doi.org/10.22091/cer.2014.574. (In Persian)
- Scheiner, J.I., & Mundle, S.R. (1978). Cost Analysis of Current U.S. Surface Transit Fare Collection Systems. *Transportation Research Board*, *10* (2), 170-184, N663, 60-62. https://trid.trb.org/view/74130
- Sepehr, M., Saffarzdeh, M., & Seyedabrishami, E. (2014). *Evaluating Fare Policies on Transit Users behaviour (Case study: BRT Tehran line seven)*. Tehran: Tarbiat Modares University. https://elmnet.ir/doc/10860595-21202. (In Persian)
- Shojaeian, M., Khodapanah, M., & Zarra-Nezhad, M. (2022). The Role of Fare and Gasoline Price Shocks on the Behavioral Response of Passengers in Tehran Metropolitan for Using Public Transportation (Metro, BRT, and Bus). *Urban Economics and Planning*, *3* (3), 134-147. https://doi.org/10.22034/uep.2022.351389.1258. (In Persian)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]

- Silver, K., Lopes, A., Vale, D., & Marques da Costa, N. (2023). The inequality effects of public transport fare: The case of Lisbon's fare reform. *Journal of Transport Geography*, 112, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103685
- Singh, K. (2019). Can a free pass get more Delhi women to use public transport? New Delhi: QUARTZ.
- Stover, V.W., & Bae, C.H. (2011). Impact of gasoline prices on transit ridership in Washington State. *Transportation research record*, 17 (1), 8-11. http://dx.doi.org/10.3141/2217-02
- Transportation Research Board. (2012). Highway Capacity Manual (HCM), Washington, DC: National Research Council. https://www.trb.org/Main/Blurbs/175169.aspx
- Wang, MH. Ho, YS., & Fu, HZ. (2019). Global performance and development on sustainable city based on natural science and social science research: A bibliometric analysis. *Science of the Total Environment*, 666, 1245-54.
- Yaden, D. (1998). Fareless Transit in the Portland Metropolitan Region, A Report of the Fareless Transit System Research Workgroup prepared for Portland. Portland: Brinkeroff, Quade, & Douglas, Inc.
- Yang, L., & Huang, H. (2002). Observation of a Membrane Fusion Intermediate Structure. Science, 297, 1877-1882. https://doi.org/10.1126/science.1074354
- Yatskiv, I., Budilovich, E., & Gromule V. (2017). Accessibility to Riga public transport services for transit passengers. *Procedia Engineering*. 187, 82-88.
- Zhao, P. (2010). Sustainable urban expansion and transportation in a growing megacity: Consequences of urban sprawl for mobility on the urban fringe of Beijing. *Habitat International*, *34* (2), 236-43
- Zoghi, H., Rahimof, K., & Alipourvavasri, M. (2019). Modeling freight freight in the road transport network with the approach of fuel price increase, *11th Iran Transportation and Traffic Engineering Conference*. 2019 March 21, Theran. https://civilica.com/doc/155024/certificate/print/. (In Persian)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2025-04-09]