

Investigating the Relationship Between Urban form and Energy Consumption in Urban Settlements (Case Study: Qazvin City)

Fatemeh Ghorbani

Master of Urban Planning, University of Guilan, Rasht, Iran

Aliakbar Salaripour*

Assistant Professor of Urban Planning, University of
Guilan, Rasht, Iran

Abstract

Due to global warming, increasing greenhouse gas emissions, and people's dependence on private cars, the need for more attention from urban experts to the impact of urban form indicators and economic and social indicators on energy consumption and traffic behaviors of citizens, becomes more critical than before. Among these, the city form with indicators such as density, mixed land-use, design, distance to public transportation, and distance to the city center is one of the most important determining factors in the travel patterns of residents. The present study is applied research with 1000 sample volumes to investigate the relationship between city form indicators and socio-economic indicators as well as household travel behavior on the distance between household travel and VKT in the traffic areas of Qazvin city. In this study, statistical methods of Pearson correlation and multivariate regression have been used. The analysis results indicate that the variables of city form and socio-economic variables, and household travel behavior affect the distance traveled by private car up to 23%, the distance traveled by the family up to 33%, and the working distance of households up to 17%. In this study, the distance to the city center (with a beta coefficient of 0.217) is the most essential variable of city form affecting the amount of VKT, and the factor of vehicle ownership (with a beta coefficient of 0.243) is the most influential economic variables on the amount of VKT.

Keywords: Sustainable Development, City Form, Travel Distance, Vehicle Kilometer Travel, Qazvin City

* Corresponding Author: salaripour@guilan.ac.ir

How to Cite: Ghorbani, F., Salaripour, A(2022). Investigating the relationship between urban form and energy consumption in urban settlements (Case study: Qazvin city). *Journal of Urban and Regional Development Planning*, 7 (20). 115-143.


فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای
دوره هفتم، شماره ۲۰، بهار ۱۴۰۱، ۱۴۳-۱۱۵

urdp.atu.ac.ir

DOI: dx.doi.org/10.22054/urdp.2022.65476.1406

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی در سکونتگاه‌های شهری (مطالعه موردی: شهر قزوین)

کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

فاطمه قربانی 

استادیار برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

علی‌اکبر سالاری پور *

چکیده

با توجه به روند گرم شدن کره زمین و افزایش روزافزون میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و وابستگی افراد به خودروی شخصی، لزوم توجه بیشتر متخصصین شهری بالأخص برنامه ریزان شهری به تأثیر شاخص‌های فرم شهری و شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی بر مصرف انرژی و رفتارهای ترافیکی شهروندان، بیش‌ازپیش مشخص می‌شود. در این میان فرم شهر با شاخص‌هایی چون تراکم، اختلاط کاربری، طراحی، فاصله تا حمل‌ونقل عمومی و فاصله تا مرکز شهر یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در الگوهای سفر ساکنین است. تحقیق حاضر در زمره پژوهش‌های کاربردی و با ۱۰۰۰ حجم نمونه و به‌منظور بررسی ارتباط شاخص‌های فرم شهری و شاخص‌های اقتصادی- اجتماعی و رفتار سفر خانوار بر میزان فاصله سفر خانوار و VKT^1 در سطح نواحی ترافیکی شهر قزوین انجام شده است. در این پژوهش از روش‌های آماری همبستگی پیرسون و رگرسیون چند متغیره استفاده شده است. نتایج تحلیل بیان‌کننده این است که متغیرهای فرم شهری و متغیرهای اقتصادی- اجتماعی و رفتار سفر خانوار تا ۲۳ درصد بر میزان مسافت طی شده توسط خودروی شخصی، تا ۳۳ درصد بر میزان فاصله سفر خانوار و تا حدود ۱۷ درصد بر فاصله سفر کاری خانوارها تأثیرگذارند. در این پژوهش فاصله تا مرکز شهر (با ضریب $0/217$)، مهم‌ترین متغیر فرم شهری بر میزان VKT و عامل مالکیت وسیله نقلیه نیز (با ضریب $0/243$) مؤثرترین متغیر اقتصادی بر میزان VKT می‌باشد.

کلید واژه‌ها: توسعه پایدار، فرم شهری، فاصله سفر، میزان مسافت طی شده توسط خودروی شخصی، شهر قزوین

* نویسنده مسئول: salaripour@guilan.ac.ir

مقدمه

تمرکز و ازدیاد جمعیت مناطق شهری موجب افزایش نیاز به شاخصه‌هایی از جمله خدمات، حمل و نقل و سرپناه و در نتیجه نیاز به انرژی بیشتر گردیده است. در سال ۲۰۱۴، ۵۴ درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کردند و انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۵۰، ۶۶ درصد افزایش یابد (United Nations, 2014). شهرها حدود سه چهارم انرژی اولیه جهانی را مصرف می‌کنند و تقریباً ۶۰ درصد از گازهای گلخانه‌ای جهان را تشکیل می‌دهند (UN-Habitat, Energy, 2016). به‌طور گسترده‌ای تصدیق شده است که شکل شهری عامل مهمی برای بهره‌وری انرژی شهری است اگرچه مطالعات پیشین تأثیر فرم شهری در مصرف انرژی در بخش ساختمان و حمل و نقل را نشان داده‌اند (Wang & Li, 2017).

بر طبق گزارش سازمان ملل متحد، فرم شهر دارای تأثیر مستقیم بر مصرف انرژی (و دستیابی به توسعه پایدار) می‌باشد (Mitchell, 2005). روشن است که همبستگی مثبتی بین اندازه شهر و مصرف انرژی وجود دارد. شهرهای با مناطق بزرگ‌تر ساخته شده مصرف انرژی بیشتری نسبت به هم‌تایان خود دارند (Zhao et al, 2017). در واقع هدف از طراحی شهری مبتنی بر انرژی، ایجاد پیکربندی‌های شهری است که تقاضای انرژی را کاهش می‌دهد، به‌ویژه در رابطه با وابستگی‌های بین سیستم‌های انرژی و فرم شهری برای عملکرد بالاتر انرژی، و جایگاه سیستم لایه‌های انرژی همراه با حفظ سطح بالایی از راحتی انسان می‌باشد (Fonseca, 2016). از این رو نظام برنامه‌ریزی و طراحی شهرهای امروزی نیازمند یک رویکرد جامع و یکپارچه هستند تا در مقیاسی بزرگ‌تر تمامی اقدامات مختلف بخشی را در بر گرفته و آنها را هماهنگ، همسو و یکپارچه سازند تا به بهترین شکل به اهداف خود در کاهش مصرف انرژی در شهرها دست یابند.

بر اساس تخمین نهادهای بین‌المللی، ایران در حال حاضر هفتمین انتشار دهنده گازهای گلخانه‌ای است، ضمن اینکه میزان رشد انتشار در آن نیز نسبت به متوسط جهانی آن بالاتر است. بنابراین به نظر می‌رسد یک راه‌حل اصولی آن باشد که طرح‌های شهرسازی و سیاست‌گذاری‌های توسعه کالبدی از نظر تأثیرشان بر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها

مورد ارزیابی واقع شوند (براتی و سردره، ۱۳۹۲). فرم شهر مهم‌ترین و گسترده‌ترین موضوع مورد بحث در حمل و نقل پایدار شهر به شمار می‌آید. در واقع فرم شهر و وابستگی به اتومبیل و رفتار سفر روابط متقابل با یکدیگر داشته و هرگونه تغییر در فرم شهر، بر رفتار سفر و در نتیجه آن وابستگی به اتومبیل تأثیر می‌گذارد، از این رو مطالعه این دو جدا از یکدیگر کاملاً بی‌معنا است.

یکی از مشکلات بزرگ شهر قزوین، ترافیک سنگین بالأخص در مرکز شهر است. تمرکز کاربری‌های اداری، تجاری، درمانی و ... از دلایل این مشکل است و همچنین رعایت نشدن فرهنگ ترافیک و حمل و نقل عمومی موجب ورود بیش از حد خودروهای شخصی متعدد به مرکز شهر و جنوب شهر شده است. مؤثرترین روش کنترل ازدحام مناطق شلوغ، کاهش استفاده از خودروی شخصی است. حال بر این اساس در پژوهش حاضر با بررسی شاخص‌های پنج‌گانه فرم شهری، و متغیرهای اقتصادی-اجتماعی و رفتار سفر خانوار، سعی بر این است تا به بررسی ارتباط این شاخص‌ها و فاصله طی شده توسط وسائط نقلیه شخصی و فاصله سفر خانوار در شهر قزوین پرداخته شود. و در پایان پاسخ این سؤالات مشخص شود:

- ابعاد فرم شهری چه تأثیری بر میزان وابستگی به اتومبیل شخصی دارد؟
- ابعاد فرم شهری چگونه میزان تمایل برای پیاده‌روی را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟
- کدام سیاست‌ها و برنامه‌های شهری در حوزه فرم شهری و خصوصیات اجتماعی و اقتصادی شهروندان، می‌توانند در کاهش مصرف انرژی تأثیر بیشتری داشته باشند؟

مبانی نظری

در سال‌های اخیر بحث پایداری شهری بخش وسیعی از ادبیات جهانی توسعه پایدار را به خود اختصاص داده است. یکی از مهم‌ترین موضوعات در زمینه توسعه پایدار شهری بحث فرم شهری و نحوه تأثیر آن بر محیط طبیعی و میزان مصرف انرژی است. در ادامه به

بیان تعدادی از پژوهش‌های انجام‌شده مرتبط با موضوع تحقیق می‌پردازیم: چوی^۱ (۲۰۱۸)، در پژوهشی تحت عنوان «تأثیر محیط‌زیست ساخته‌شده در سفر با وسیله نقلیه شخصی توسط نوع شناسی شهری در کلگری، کانادا» که با هدف بررسی نحوه چگونگی استفاده از وسائط نقلیه و عوامل حمل‌ونقل در مسافرت وسایل نقلیه شخصی در کلگری می‌باشد که بر اساس نوع شناسی شهری شهر تعیین شده است.

این مطالعه با استفاده از روش رگرسیون جداگانه، که به‌عنوان یک رگرسیون گسسته شناخته می‌شود، به بررسی تأثیر ویژگی‌های مختلف فرم شهری و حمل‌ونقل در مسافرت طی شده توسط خودروی شخصی (VKT) در چهار منطقه شهری می‌پردازد و در نهایت این نتیجه حاصل می‌شود که فاصله به CBD مهم‌ترین عامل تأثیرگذاری بر روی VKT خانگی (استاندارد بتا = ۰,۲۹۶)، و پس‌از آن وجود یک ایستگاه LRT (استاندارد بتا = ۰,۲۱۱-) برای کالگری به نظر می‌رسد که عوامل مهم برای تعیین سطح سفر وسایل نقلیه شخصی است. علی‌اکبر سردره (۱۳۹۰)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان «سنجش تأثیر شاخص‌های فرم شهری بر رفتارهای ترافیکی و میزان مصرف انرژی ساکنین، مطالعه موردی مناطق شهر تهران» با هدف سنجش ارتباط بین مورفولوژی شهری و رفتارهای ترافیکی و میزان مصرف انرژی ساکنین مناطق شهر تهران می‌پردازد.

بررسی‌های انجام‌شده در غالب این پایان‌نامه نشان می‌دهد که این شاخص‌ها تا ۱۵ درصد بر مصرف انرژی در سفرهای شغلی تأثیرگذارند و تأثیر نهایی این شاخص‌ها بر کلیه سفرهای صورت گرفته در شهر تهران برابر ۱۰ درصد می‌باشد. حیدر عباسی (۱۳۹۱)، نیز در پژوهش خود تحت عنوان «بررسی تأثیر فرم شهر بر مصرف انرژی خانوارها در بخش حمل‌ونقل، مطالعه موردی: مقایسه تطبیقی چند محله شهری شیراز» به بررسی تأثیر فرم شهر بر مصرف انرژی خانوارها در بخش حمل‌ونقل می‌پردازد. برای بررسی این تأثیر از تحلیل واریانس، همبستگی و رگرسیون خطی استفاده شده است. نتایج حاصل از تحقیق بیانگر وجود ارتباط بین مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل و متغیرهای فرم شهری است و

خانوارهای ساکن در محلات نزدیک به مرکز شهر مصرف انرژی کمتری نسبت به خانوارهای ساکن در فواصل دورتر از مرکز دارند. همچنین با افزایش میزان درآمد، سطح تحصیلات، تعداد محصلین و تعداد شاغلین و تعداد وسیله نقلیه موتوری در تملک خانوار میزان مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل افزایش می‌یابد.

فرم شهر: در طول تاریخ شهرسازی، متخصصین بسیاری در باب چستی فرم شهر، اظهارنظر نموده و با رویکردهای مختلف سعی در پاسخ جنبه‌های زیبایی‌شناسی شکل بدین سؤال داشته‌اند. عده‌ای صرفاً شهر را مدنظر قرار داده‌اند. برخی بر جنبه‌های عملکردی تأکید کرده و برخی دیگر نیز جنبه‌های متافیزیکی، اسطوره‌ای، استعاره‌ای و نمادین شکل شهر را موردبررسی قرار داده‌اند. عده‌ای دیگر شکل شهر ۱ را تنها ریخت‌شناسی شهری دانسته و آن را همان ابعاد کالبدی شهر و تنها ریخت‌شناسی محیط تلقی می‌کنند. ارنه‌ایم ۲، شکل شهر را نمود قابل‌رؤیت محتوای شهر می‌داند و به‌درستی معتقد است، شکل شهر، واقعیتی ایستا و ثابت نیست، و در هر وضعیتی حالتی پویا برای دگرگونی دارد. پژوهشگری به نام هندی، فرم شهری را ترکیبی از ویژگی‌های مربوط به الگوی کاربری اراضی، سیستم حمل‌ونقل و طراحی شهری می‌داند (Handy, 1996).

لینچ (۱۹۸۱) فرم شهری را الگوی فضایی عناصر کالبدی بزرگ، ساکن و دائمی در شهر تعریف می‌کند. درمجموع می‌توان گفت فرم شهری نتیجه گرد هم آمدن مفاهیم و عناصر متعددی از ساختار شهر است، عناصر این مفاهیم ممکن است مواردی مانند، الگوی خیابان، اندازه و شکل بلوک، طراحی خیابان، شکل‌بندی قطعه، پارک‌ها و فضاهای عمومی و مانند این باشد. فرم شهر به دلیل آثار مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌تواند یک شهر را به‌سوی پایداری یا ناپایداری سوق دهد (RafeqJabareen, 2006).

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۲۱

در ادبیات توسعه شهر معاصر، فرم‌های مختلف عبارت‌اند از: فرم پراکنده و فرم شهری پایدار. الگوی فرم پراکنده از دهه ۱۹۶۰ در گفتمان شهری به‌طور جدی مطرح و در کشورهای غربی که در آن‌ها وفور زمین‌های ارزان، ساخت بی‌رویه جاده‌ها و تولید بیش‌ازاندازه خودرو وجود دارد، پدیده‌ای رایج به شمار می‌رود. این پدیده تا مدت‌ها تنها در کشورهای پیشرفته دیده می‌شد، اما امروز به پدیده‌ای جهانی تبدیل شده که بیشتر شهرهای کشورهای جهان و به‌ویژه کشورهای در حال توسعه با آن روبرو هستند.

پراکنش شهری به معنای پخشایش کنترل نشده توسعه روی زمین‌های روستایی یا زمین توسعه نیافته است که با گرد هم آمدن ساختمان‌های کم تراکم و توسعه‌های نواری شکل و پراکنده تجاری در سکونتگاه‌های انسانی ایجاد می‌شود. این فرم معلول کاربرد وسیع خودرو است (Ewing, 1997). طرح موضوع شکل یا فرم شهری پایدار، عمدتاً مربوط به دهه ۱۹۹۰ و زمان برگزاری کنفرانس ریو در برزیل در سال ۱۹۹۲ است که به تدوین و تصویب قطعنامه زمین (دستور کار ۲۱) انجامید. در مورد فرم شهر و توسعه پایدار دو نظریه عمده مطرح است؛ نظریه اول این ایده را تشریح می‌کند که با فشردگی^۱ شهرها و افزایش تراکم همراه با اعمال کاربری مختلط^۲ می‌توان شهرها را به سمت توسعه پایدار هدایت کرد.

در مقابل نظریه دیگری هم مطرح شد که در برابر نظریه شهر فشردگی قرار می‌گرفت و آن اینکه با اعمال تراکم کم و توسعه گسترده^۳ می‌توان به فرم شهری پایدار دست یافت. مفاهیمی چون توسعه شهری یا مسکونی با تراکم پایین^۴، طبقات کم یا شهر گسترده برای تشریح این نظریه ساخته شدند. هر دو استراتژی مربوط به کشورهای اروپایی یا آمریکایی است. به‌طور کلی وقتی صحبت از شهر پایدار می‌شود، مکان یا شهری مدنظر است که بتواند معیارها را به‌درستی و با حداکثر ظرفیت و توان پاسخگو باشد.

-
1. Compactness
 2. Mixed-use
 3. Urban Dispersal
 4. Low Density, Low-Rise development

توسعه پایدار شهری

مانند کیفیت زندگی، هیچ تعریفی از توسعه پایدار که پذیرفته شده جهانی است، وجود ندارد، اما یکی از پیشنهادهای کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه کمیسیون براتلند اغلب ذکر شده است: "رفع نیازهای فعلی بدون رفع توانایی نسل‌های آینده برای برآورده ساختن نیازهای خود" هیچ شکی نیست که تحقق نیازها نه تنها یک پیش شرط برای توسعه پایدار بلکه همچنین برای رفاه فردی و در نتیجه کیفیت بالای زندگی است. در توسعه پایدار فوق توضیح داده شده است و تأکید می‌کنند که در تعریف توسعه پایدار باید اطمینان حاصل شود که مسائل محیطی، اجتماعی و اقتصادی باهم در نظر گرفته شود (El Din et al, 2012).

انرژی: انرژی جایگاه ویژه‌ای در زندگی بشر دارد و به‌طور کلی آینده حیات موجودات در تمام ابعاد به آن وابسته است. در حال حاضر روش‌های تأمین، تولید و مصرف انرژی به گونه‌ای است که حتی در میان‌مدت، امکان مانایی روند کنونی ممکن نیست. این روند رو به رشد مصرف انرژی در نیمه دوم قرن بیستم به‌مرور دو مشکل را برای جوامع بشری به وجود آورد: اول، افزایش آلودگی‌های محیطی ناشی از استفاده از این منابع و دوم، وابستگی شدید به منابع انرژی تجدیدناپذیر که در حال اتمام نیز هستند (امین زاده، ۱۳۸۷). باوجود این واقعیت که انرژی مصرفی ساختمان بسیار بیشتر از انرژی حمل‌ونقل است، تعدادی از عوامل از جمله سرعت بالای حل آلودگی‌های ناشی از حمل‌ونقل نسبت به آلودگی‌های ناشی از ساختمان، سریع‌تر بودن سرعت جایگزینی خودروها نسبت به ساختمان‌ها و ایجاد معضلاتی مانند تصادفات، مرگ‌ومیر و... وجود دارد که توجه به بحث حمل‌ونقل را بیشتر ضروری می‌داند (Steemers, 2003).

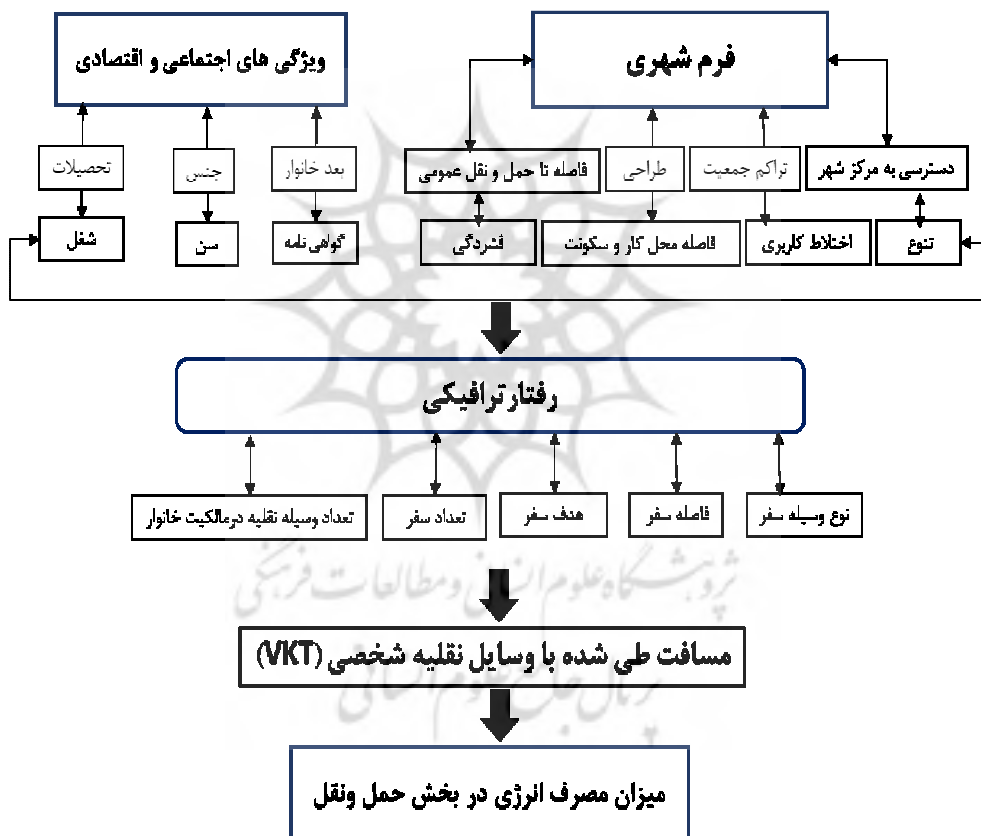
ارتباط بین فرم شهر و الگوهای سفر و مصرف انرژی: فرم شهر مهم‌ترین و گسترده‌ترین موضوع مورد بحث در حمل‌ونقل پایدار شهر به شمار می‌آید. در واقع فرم شهر و وابستگی به اتومبیل و رفتار سفر روابط متقابل با یکدیگر داشته و هرگونه تغییر در فرم شهر، بر رفتار سفر و در نتیجه آن وابستگی به اتومبیل تأثیر می‌گذارد. از این رو برای

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۲۳

رسیدن به اهداف توسعه پایدار، باید فرم شهری تغییر یابد تا در نتیجه آن مصرف سوخت و انرژی کاهش یابد. با تغییر در فرم شهر، سهم سفرهای غیر وابسته به اتومبیل در مناطق شهری افزایش می‌یابد، که این امر از مناظر مختلف محیطی، سلامتی و منابع طبیعی مطلوب است (Lovelace et al, 2011).

با توجه به مطالعات انجام شده، مدل مفهومی پژوهش در قالب نمودار زیر ارائه

می‌گردد:



شکل ۱- مدل مفهومی

یافته‌ها

با توجه به ماهیت پژوهش می‌توان تحقیق حاضر را در زمره پژوهش‌های کاربردی دانست. جامعه آماری این پژوهش با توجه به اهداف آن، مشتمل بر کل شهر قزوین است که از طریق تفکیک ۱۱۳ ناحیه ترافیکی موجود در طرح جامع حمل‌ونقل ترافیک، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. سبزه‌میدان به‌عنوان مرکز اصلی شهر مفروض است. در این پژوهش اطلاعات سفر شهروندان در نواحی مختلف ترافیکی به همراه ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی آن‌ها از طریق معاونت ترافیکی و حمل‌ونقل شهر قزوین جمع‌آوری گردید و از تعداد ۹۹۳۸ خانوار تعداد ۱۰۰۰ خانوار به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شده است.

در این پژوهش واحد زمان، روز و واحد تحلیل رفتار، خانوار است، که از طریق این اطلاعات به میزان VKT می‌رسیم. برای ارزیابی و تحلیل اطلاعات، ابتدا با استفاده از داده‌های موجود، متغیرهای فرم شهری توسط نرم‌افزارهای GIS و EXCEL برای ۱۱۳ ناحیه ترافیکی شهر قزوین تولید شدند و سپس متغیرهای سفر خانوار که شامل متغیر مسافت کاری خانوار، مسافت کل سفر خانوار و مسافت طی شده با وسایل نقلیه شخصی (VKT) می‌باشد برای ۱۰۰۰ خانوار مفروض توسط نگارندگان به دست می‌آید. به همین ترتیب برای ۱۰۰۰ خانوار مفروض متغیرهای تعداد افراد خانواده، تعداد محصلین، تعداد شاغلین و تعداد اتومبیل تحت مالکیت خانوار هم توسط نگارندگان محاسبه می‌شوند. در مرحله بعد متغیرهای بدست آمده وارد محیط SPSS می‌شوند و توسط روش‌های آماری رگرسیون چندمتغیره و ضریب همبستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش:

متغیرهای فرم شهری

تراکم جمعیت: به تعداد جمعیت و خانوار در هر هکتار گفته می‌شود.

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۲۵

$$\text{Density} = \frac{\text{Population of TZ}}{\text{Land Area in acre}}$$

اختلاط کاربری: تنوع عملکردی بین کاربری‌های مختلف در نواحی مختلف. در راستای محاسبه اختلاط کاربری‌ها در هر بافت از فرمول آنتروپی شانون و به صورت رابطه زیر استفاده شده است:

$$\text{میزان اختلاط کاربری} = - \frac{\sum_{j=1}^k (p_j \cdot \ln(p_j))}{\ln(k_i)} \quad \text{For } k_i > 1$$

طراحی: درصد تقاطعات چهارراه و بیشتر نسبت به کل تقاطعات ناحیه. طراحی بر میزان اتصال خیابانی اشاره دارد.

$$\text{Design} = \frac{\text{Number of 4+ way Intersections in TZ}}{\text{Number of Intersections in TZ}} * 100$$

۴- دسترسی به مرکز شهر: فاصله مرکز ناحیه ترافیکی از مرکز شهر (سبزه میدان). دسترسی به مقصد به سهولت دسترسی به منطقه تجاری مرکزی (CBD) اشاره دارد که در آن تعدادی از فرصت‌های اشتغال، اجتماعی و فرهنگی متمرکز شده است.

۵- دسترسی به حمل و نقل عمومی: تعداد ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی در ناحیه نسبت به مساحت ناحیه.

$$\text{Distance To Transit} = \frac{\text{Number of Bus Stops in TZ}}{\text{Land Area in square kilometer}}$$

متغیرهای اقتصادی - اجتماعی و رفتار سفر خانوار

نوع وسیله نقلیه: وسیله نقلیه مورد استفاده جهت سفرهای روزمره اعم از وسیله نقلیه شخصی، عمومی، پیاده و ...

هدف سفر: کاری، تحصیلی، خرید و ...

فاصله سفر: فاصله مبدأ تا مقصد سفرهای روزانه خانوارها و میانگین مسافت طی

شده خانوارها برای اهداف مختلف

بعد خانوار: تعداد افراد یک خانوار

تعداد محصلین و شاغلین: متوسط تعداد افراد محصل و شاغل در یک خانواده مالکیت خودرو: میانگین وسایل نقلیه موتوری در مالکیت خانوار. متوسط سرانه مالکیت خودروی سواری در هر خانواده برای شهروندان شهر قزوین در سال پایه، معادل ۰,۷ بوده است. این بدان معنی است که به‌طور متوسط در هر ۱۰ خانوار، ۷ خودروی سواری وجود دارد (طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر قزوین، ۱۳۹۰).

متغیرهای سفر خانوار

فاصله سفر روزانه خانوار: مسافت طی شده توسط هر خانوار با اهداف مختلف در یک روز

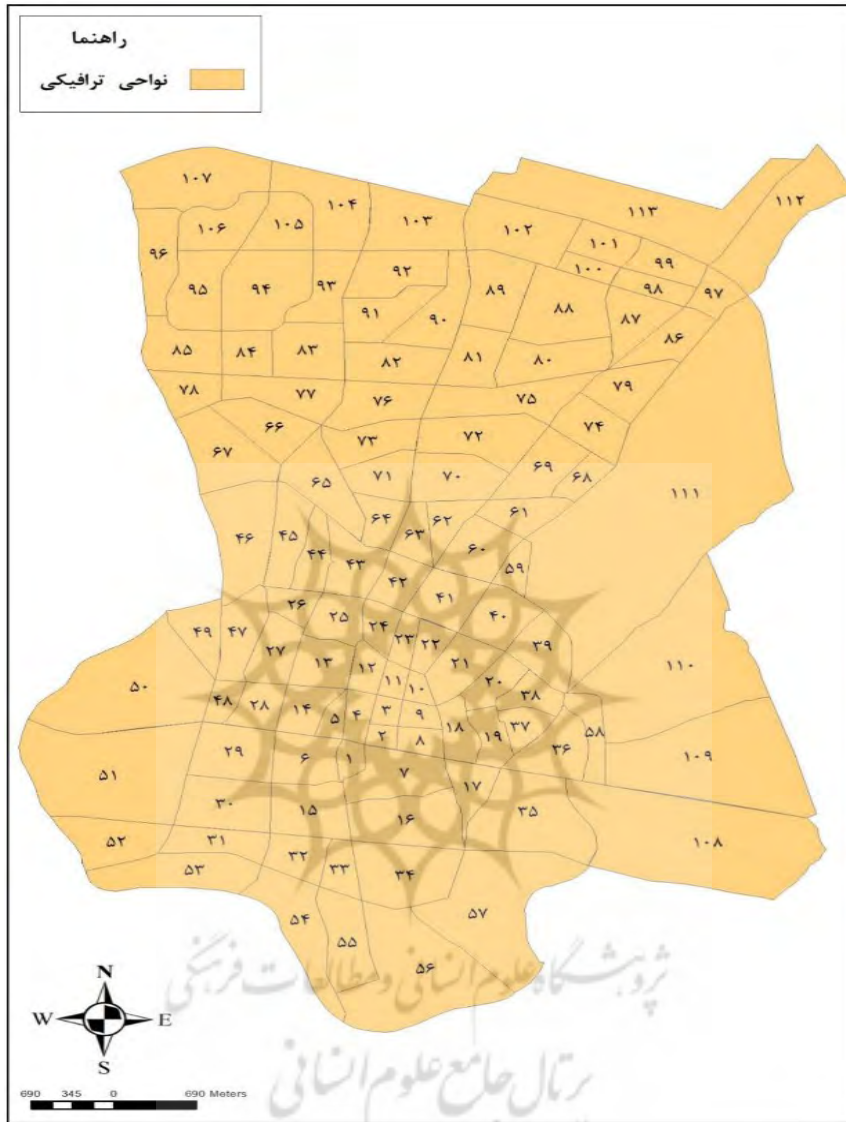
فاصله کاری خانوار: مسافت طی شده توسط هر خانوار با هدف کاری و شغلی در یک روز

مسافت طی شده با وسایل نقلیه شخصی^۱: شاخص اصلی پژوهش می‌باشد. این شاخص با توجه به نوع وسیله سفر اندازه‌گیری می‌شود. میزان فاصله طی شده را تقسیم بر متوسط افراد حاصل در وسیله می‌کنیم.

محدوده مورد مطالعه

بر اساس تقسیمات کشوری، شهرستان قزوین دارای پنج بخش شامل مرکزی، رودبار الموت، رودبار شهرستان، طارم سفلی و کوهین بوده است. شهر قزوین به‌عنوان مرکز شهرستان قزوین شناخته می‌شود. مساحت قزوین ۵۶۹۳ کیلومتر مربع است و جمعیت آن بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵ برابر ۳۵۵۳۳۸ نفر است (طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر قزوین، ۱۳۹۰).

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۲۷



نقشه ۱- محدوده مورد مطالعه

مأخذ: (طرح جامع حمل و نقل و ترافیک شهر قزوین، ۱۳۹۰)

یافته‌ها

شاخص‌های فاصله کاری کل خانوار، فاصله سفر و VKT برای ۱۰۰۰ خانوار منتخب محاسبه می‌شوند.

جدول ۱- میانگین متغیرهای سفر خانوار در سطح نواحی ترافیکی شهر قزوین

ناحیه	فاصله کاری خانوار (km)	فاصله کل سفر خانوار (km)	Vkt (km)	ناحیه	فاصله کاری خانوار (km)	فاصله کل سفر خانوار (km)	Vkt (km)	ناحیه	فاصله کاری خانوار (km)	فاصله کل سفر خانوار (km)	Vkt (km)	ناحیه	فاصله کاری خانوار (km)	فاصله کل سفر خانوار (km)	Vkt (km)
1	11.65	21.50	4.63	31	5.05	14.99	3.51	65	13.06	28.45	9.01	98	15.44	28.98	7.73
2	5.69	9.32	4.48	32	1.70	13.90	3.36	67	23.43	38.12	10.92	99	17.37	41.22	18.91
3	6.32	12.38	5.97	33	11.18	18.63	6.39	68	20.31	40.26	21.68	100	10.69	32.77	15.70
4	5.21	13.91	5.23	34	6.72	17.81	4.37	69	12.70	27.36	11.84	101	17.61	32.20	14.96
5	4.27	15.00	2.95	35	7.63	20.95	7.49	70	9.90	23.58	8.23	102	15.09	52.51	19.70
6	7.90	17.17	3.66	36	16.01	28.66	8.96	71	13.13	27.90	9.86	104	31.32	53.11	16.83
7	4.70	16.69	3.72	37	9.49	20.09	6.89	72	10.12	30.61	11.31	105	13.30	34.86	7.92
8	5.54	21.49	9.36	38	13.94	22.96	9.68	73	10.06	21.98	8.47	106	9.23	37.28	13.03
9	3.41	7.71	2.09	39	4.65	24.17	8.21	74	10.80	26.55	11.32	107	12.04	35.38	10.17
10	13.42	23.19	11.80	40	9.66	22.12	6.77	75	20.06	39.13	16.68	108	20.45	51.33	34.09
11	6.45	16.08	7.75	41	10.33	21.43	10.32	76	5.23	15.40	2.91	109	7.96	26.13	7.46
12	5.58	17.74	4.86	42	15.09	22.14	9.10	78	14.97	32.29	11.13	111	5.14	34.79	12.57
13	11.19	20.93	6.74	43	15.75	31.65	4.34	79	15.96	32.64	12.69				
14	4.52	8.97	1.42	44	7.50	13.53	4.56	80	15.42	39.77	14.80				
15	20.73	29.96	10.87	45	6.54	15.34	2.73	81	11.01	28.25	12.79				
16	9.86	18.17	4.34	46	8.07	21.76	8.95	82	11.27	26.91	9.52				
17	4.47	14.54	3.77	47	9.31	20.68	6.66	83	12.10	31.93	10.71				
18	17.43	28.84	16.15	48	11.90	25.12	7.67	84	9.76	28.93	11.94				
19	7.05	16.29	7.80	50	15.32	25.44	9.34	85	19.31	35.56	7.85				
20	8.55	19.83	7.64	51	17.05	40.85	10.88	86	17.46	36.09	19.22				
21	6.96	17.39	7.15	52	18.38	31.21	7.21	87	11.47	37.68	11.57				
22	8.71	27.03	12.51	54	13.34	27.92	8.33	88	14.21	31.57	11.11				
23	13.45	23.84	11.15	55	9.30	24.76	5.51	89	21.49	53.21	24.58				
24	10.33	23.99	10.10	56	12.57	31.92	9.19	90	17.09	31.09	14.28				
25	9.52	16.61	4.07	59	11.30	27.67	10.14	91	13.90	33.01	12.07				
26	7.67	16.24	5.52	60	8.08	19.46	8.73	92	18.18	34.79	13.57				
27	11.05	20.72	4.87	61	11.90	24.11	8.45	93	18.62	42.54	10.47				
28	9.19	20.85	5.13	62	17.67	24.36	9.72	94	15.57	38.42	10.79				
29	9.61	17.96	6.02	63	6.25	18.61	8.28	95	15.83	26.34	5.75				
30	6.49	14.59	2.87	64	13.12	26.22	5.77	96	16.41	37.86	12.00				

(منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰)

تحلیل داده‌ها

تحلیل همبستگی پیرسون

تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS و توسط دو مدل آماری ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی صورت می‌گیرد. نتایج ضریب همبستگی پیرسون در جداول زیر گنجانده شده‌اند. در این مدل متغیرهای فاصله طی شده با وسیله نقلیه شخصی، فاصله کاری و کل فاصله سفر خانوار را به عنوان متغیرهای اصلی در نظر می‌گیریم و ارتباط آنها را تک‌به‌تک با سایر متغیرها بررسی می‌کنیم: بر اساس نتایج جدول زیر، با افزایش تراکم جمعیتی و اختلاط کاربری فاصله طی شده با وسیله نقلیه شخصی کاهش می‌یابد. فاصله به CBD به نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل تأثیرگذاری بر روی VKT خانگی در بین متغیرهای فرم شهری است. بخشی از دلیل آن به دلیل الگوی رشد شهر است که موقعیت هسته شهری (CBD) را به عنوان مرکز کسب و کار اصلی و مرکز هنر، فرهنگی، تفریحی و... تقویت کرده است. بین مالکیت وسیله نقلیه، بعدخانوار، تعداد شاغلین خانوار و تعداد محصلین خانوار با فاصله طی شده با وسیله نقلیه شخصی ارتباط مثبت وجود دارد.

جدول ۲- تحلیل همبستگی متغیرهای فرم شهری و متغیرهای اقتصادی، اجتماعی، رفتار سفر خانوار

با vkt

Correlations							
		vkt				اختلاط کاربری	
vkt	PearsonCorrelation	۱	-.16**	vkt	PearsonCorrelation	1	-.12**
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.000
	N	965	965		N	965	965
تراکم جمعیتی	Pearson Correlation	-.16**	1	اختلاط کاربری	Pearson Correlation	-.12**	1
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.000	
	N	965	965		N	965	965
Correlations							

		vkt	فاصله از مرکز شهر			vkt	دسترسی به حمل و نقل عمومی
vkt	Pearson Correlation	1	.32**	vkt	Pearson Correlation	1	-.098**
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.002
	N	965	965		N	965	965
فاصله از مرکز شهر	Pearson Correlation	.32**	1	دسترسی به حمل و نقل عمومی	Pearson Correlation	-.098**	1
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.002	
	N	965	965		N	965	965
Correlations							
		vkt	طراحی			vkt	بعد خانوار
vkt	Pearson Correlation	1	-.08**	vkt	Pearson Correlation	1	.227**
	Sig. (2-tailed)		.006		Sig. (2-tailed)		.000
	N	965	965		N	965	965
طراحی	Pearson Correlation	-.08**	1	بعد خانوار	Pearson Correlation	.227**	1
	Sig. (2-tailed)	.006			Sig. (2-tailed)	.000	
	N	965	965		N	965	965
Correlations							
		vkt	تعداد شاغلین			vkt	تعداد محصلین
vkt	Pearson Correlation	1	.19**	vkt	Pearson Correlation	1	.144**
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.000
	N	965	965		N	965	965
تعداد شاغلین	Pearson Correlation	.19**	1	تعداد محصلین	Pearson Correlation	.144**	1
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.000	
	N	965	965		N	965	965
Correlations							
		vkt				مالکیت وسیله نقلیه	
vkt	Pearson Correlation	1		Pearson Correlation		.313**	
	Sig. (2-tailed)			Sig. (2-tailed)		.000	
	N	965		N		965	
مالکیت وسیله نقلیه	Pearson Correlation	.313**		Pearson Correlation		1	
	Sig. (2-tailed)	.000		Sig. (2-tailed)		.000	
	N	965		N		965	
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۳۱

تحلیل همبستگی گویای وجود ارتباط بین تراکم جمعیتی، اختلاط کاربری، دسترسی شهروندان به مرکز شهر، دسترسی به حمل و نقل عمومی با فاصله سفر خانوار است. این ارتباط از نوع منفی بوده بدین ترتیب که با افزایش این متغیرها، فاصله سفر خانوار کاهش می‌یابد. نتایج تحلیل همبستگی برای دو متغیر طراحی و فاصله سفر خانوار با توجه به مقدار Sig که بیشتر از ۰,۰۵ است غیر قابل استناد و پذیرش است. با افزایش بعد خانوار، تعداد شاغلین و تعداد محصلین خانوار، میزان فاصله سفر خانوار نیز به‌طور محسوسی افزایش پیدا می‌کند.

جدول ۳- تحلیل همبستگی بین متغیرهای فرم شهری و متغیرهای اقتصادی و اجتماعی و رفتار سفر خانوار با فاصله سفر خانوار

Correlations							
		فاصله سفر خانوار	تراکم جمعیتی			اختلاط کاربری	
فاصله سفر خانوار	Pearson Correlation	1	-.19**	فاصله سفر خانوار	Pearson Correlation	1	
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.003
	N	965	965		N	965	965
تراکم جمعیتی	Pearson Correlation	-.19**	1	اختلاط کاربری	Pearson Correlation	-.09**	
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.003	
	N	965	965		N	965	
Correlations							
		فاصله سفر خانوار		مالکیت وسیله نقلیه			
فاصله سفر خانوار	Pearson Correlation	1		.079*			
	Sig. (2-tailed)			.014			
	N	965		965			
مالکیت وسیله نقلیه	Pearson Correlation	.079*		1			
	Sig. (2-tailed)	.014					
	N	965		965			
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							
Correlations							
		فاصله سفر خانوار	فاصله از مرکز شهر			دسترسی به حمل و نقل عمومی	

فاصله سفر خانوار	PearsonCorrelation	1	.41**	فاصله سفر خانوار	PearsonCorrelation	1	-.15**
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.000
	N	965	965		N	965	965
فاصله از مرکز شهر	Pearson Correlation	.41**	1	دسترسی به حمل‌ونقل عمومی	Pearson Correlation	-.15**	1
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.000	
	N	965	965		N	965	965
Correlations							
		فاصله سفر خانوار	طراحی			فاصله سفر خانوار	بعدخانوار
فاصله سفر خانوار	Pearson Correlation	1	-.043	فاصله سفر خانوار	Pearson Correlation	1	.398**
	Sig. (2-tailed)		.185		Sig. (2-tailed)		.000
	N	965	965		N	965	965
طراحی	Pearson Correlation	-.043	1	بعدخانوار	Pearson Correlation	.398**	1
	Sig. (2-tailed)	.185			Sig. (2-tailed)	.000	
	N	965	965		N	965	965
Correlations							
		فاصله سفر خانوار	تعداد شاغلین			فاصله سفر خانوار	تعداد محصلین
فاصله سفر خانوار	Pearson Correlation	1	.17**	فاصله سفر خانوار	Pearson Correlation	1	.332**
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.000
	N	965	965		N	965	965
تعداد شاغلین	Pearson Correlation	.17**	1	تعداد محصلین	Pearson Correlation	.332**	1
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.000	
	N	965	965		N	965	965
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							

با توجه به جدول زیر، تحلیل همبستگی و مقدار Sig که بیشتر از ۰,۰۵ است هیچ ارتباط معنی‌داری بین طراحی، تعداد محصلین، مالکیت وسیله و اختلاط کاربری نقلیه با فاصله کاری خانوار وجود ندارد. به‌طور کلی فشرده‌سازی شهری و افزایش تراکم جمعیتی سبب کاهش فاصله محل کار و زندگی و در نتیجه کاهش فاصله کاری خانوارها خواهد شد. تحلیل همبستگی نشان‌دهنده وجود ارتباط از نوع منفی بین دو متغیر است. تحلیل

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۳۳

همبستگی نشان‌دهنده وجود ارتباط بین دسترسی به مرکز شهر، بعد خانوار و تعداد شاغلین با فاصله کاری خانوار است. این ارتباط از نوع مثبت بوده، بدین ترتیب که با افزایش این متغیرها فاصله کاری خانوار هم متعاقباً افزایش می‌یابد. طبق نتایج ارتباط ضعیفی بین دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و فاصله کاری خانوار وجود دارد که از نوع منفی است. به طوری که با افزایش دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، فاصله کاری خانوار کاهش می‌یابد.

جدول ۴- تحلیل همبستگی بین متغیرهای فرم شهری و متغیرهای اقتصادی و اجتماعی و رفتار سفر خانوار با فاصله طی شده با فاصله سفر کاری خانوار

Correlations						
		فاصله کاری خانوار	مالکیت وسیله نقلیه	تعداد محصلین	طراحی	
فاصله کاری خانوار	Pearson Correlation	1	.040	.049	-.009	
	Sig. (2-tailed)		.216	.131	.790	
	N	965	965	965	965	
مالکیت وسیله نقلیه	Pearson Correlation	.040	1	.049	.032	
	Sig. (2-tailed)	.216		.127	.324	
	N	965	965	965	965	
تعداد محصلین	Pearson Correlation	.049	.049	1	.004	
	Sig. (2-tailed)	.131	.127		.906	
	N	965	965	965	965	
طراحی	Pearson Correlation	-.009	.032	.004	1	
	Sig. (2-tailed)	.790	.324	.906		
	N	965	965	965	965	
Correlations						
		فاصله کاری خانوار	تراکم جمعیتی	فاصله کاری خانوار	اختلاط کاربری	
فاصله کاری خانوار	Pearson Correlation	1	-.11**	1	-.005	
	Sig. (2-tailed)		.000		.877	
	N	965	965	965	965	
تراکم جمعیتی	Pearson Correlation	-.11**	1	-.005	1	
	Sig. (2-tailed)	.000		.877		
	N	965	965	965	965	

Correlations							
		فاصله کاری خانوار	فاصله از مرکز شهر			فاصله کاری خانوار	دسترسی به حمل‌ونقل عمومی
فاصله کاری خانوار	PearsonCorrelation	1	.23**	فاصله کاری خانوار	PearsonCorrelation	1	-.10**
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.001
	N	965	965		N	965	965
فاصله از مرکز شهر	PearsonCorrelation	.23**	1	دسترسی به حمل‌ونقل عمومی	PearsonCorrelation	-.10**	1
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.001	
	N	965	965		N	965	965
Correlations							
		فاصله کاری خانوار	تعداد شاغلین			فاصله کاری خانوار	بعدخانوار
فاصله کاری خانوار	Pearson Correlation	1	.32**	فاصله کاری خانوار	Pearson Correlation	1	.19**
	Sig. (2-tailed)		.000		Sig. (2-tailed)		.000
	N	965	965		N	965	965
تعداد شاغلین	Pearson Correlation	.32**	1	بعدخانوار	Pearson Correlation	.19**	1
	Sig. (2-tailed)	.000			Sig. (2-tailed)	.000	
	N	965	965		N	965	965
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).							

طبق نتایج همبستگی، میزان فاصله سفر خانوار تا ۶۳ درصد بر میزان متغیر vkt تأثیر گذار است. فاصله کاری نیز تا ۴۵ درصد بر میزان متغیر vkt، و تا ۶۹ درصد بر میزان فاصله سفر خانوار مؤثر است.

تحلیل رگرسیون چندمتغیره

در ۳ مرحله به تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود: در مرحله اول فاصله طی شده با وسیله نقلیه شخصی به عنوان متغیر وابسته و بقیه متغیرها به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شوند. در مرحله دوم کل فاصله سفر خانوار به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شوند. در مرحله سوم فاصله کاری به عنوان متغیر وابسته و بقیه متغیرها به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شوند.

۱- متغیر وابسته: فاصله طی شده با وسیله نقلیه شخصی

مقدار R Square در این مدل ۰,۲۳ می‌باشد که نشان‌دهنده این است که ۲۳ درصد از متغیر وابسته vkt توسط این مدل قابل توضیح است. با توجه به ضریب Sig متغیرها در جدول، متغیرهای تراکم جمعیتی، دسترسی به مرکز شهر، طراحی، تعداد شاغلین، تعداد محصلین و مالکیت وسایل نقلیه؛ متغیرهای تأثیرگذار بر متغیر وابسته می‌باشند. با توجه به ضریب Beta که نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری هر یک از متغیرها روی متغیر وابسته است، به این نتیجه خواهیم رسید که دسترسی به مرکز شهر و مالکیت وسیله نقلیه به ترتیب با مقادیر ۰,۲۱ و ۰,۲۴ دارای بیشترین تأثیرگذاری هستند، و تراکم جمعیتی و تعداد شاغلین و تعداد محصلین در مرحله بعدی تأثیرگذاری خواهند بود. شاخص فاصله تا مرکز شهر مهم‌ترین شاخص فرم شهری پژوهش حاضر در رابطه با متغیر VKT و میزان فاصله خانوار است.

جدول ۵- ضرایب رگرسیون بین فاصله طی شده با وسیله نقلیه شخصی و سایر متغیرها

Model		Coefficients ^a					Collinearity Statistics	
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Tolerance	VIF
		B	Std. Error	Beta				
1	(Constant)	2.207	1.229		1.796	.073		
	تراکم جمعیتی	-.008	.002	-.129	-3.57	.000	.621	1.611
	اختلاط کاربری	-1.994	1.468	-.041	-1.35	.175	.888	1.126
	فاصله تا مرکز شهر	.89	.13	.217	6.665	.000	.758	1.319
	فاصله تا حمل و نقل عمومی	17.118	15.384	.039	1.113	.266	.650	1.539
	طراحی	-2.609	1.025	-.076	-2.546	.011	.910	1.099
	بعد خانوار	.30	.26	.050	1.160	.246	.430	2.328
	تعداد شاغلین	1.334	.29	.155	4.508	.000	.682	1.467
	تعداد محصلین	.59	.271	.094	2.183	.029	.431	2.321
	مالکیت وسیله نقلیه	2.335	.281	.243	8.321	.000	.941	1.063

a. Dependent Variable: Vehicle Kilometer Travel

۲. متغیر وابسته: میزان فاصله سفر خانوار

مقدار RSquare در این مدل ۰,۳۳ می‌باشد که نشان‌دهنده این است که ۳۳ درصد از متغیر وابسته فاصله سفر خانوار توسط این مدل قابل توضیح است. با توجه به ضریب Sig متغیرها در جدول، متغیرهای تراکم جمعیتی، دسترسی به مرکز شهر، طراحی، تعداد شاغلین، تعداد محصلین و مالکیت وسایل نقلیه؛ متغیرهای تأثیرگذار بر متغیر وابسته می‌باشند. دسترسی به مرکز شهر و تعداد محصلین به ترتیب با مقادیر بتا ۰,۳۳ و ۰,۲۶ دارای بیشترین تأثیرگذاری هستند، و تعداد شاغلین و بعدخانوار در مرحله بعدی تأثیرگذاری خواهند بود. می‌توان نتیجه گرفت که باید نقش هسته شهری را به‌عنوان بزرگ‌ترین مرکز فعالیت برای بقیه شهر غیرمتمرکز کند. و سیاست‌هایی را جهت کاهش فاصله سفر محل تحصیل تا مقصد دانش‌آموزان در نظر گرفت.

جدول ۶- ضرایب رگرسیون بین میزان فاصله سفر خانوار و سایر متغیرها

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	4.364	2.665		1.638	.102		
	تراکم جمعیتی	-.013	.005	-.090	-2.676	.008	.613	1.630
	اختلاط کاربری	.129	3.192	.001	.040	.968	.880	1.137
	فاصله تا مرکز شهر	3.186	.28	.333	11.011	.000	.750	1.334
	فاصله تا حمل و نقل عمومی	-32.83	33.379	-.032	-.984	.325	.645	1.551
	طراحی	-2.004	2.208	-.025	-.908	.364	.911	1.097
	بعد خانوار	1.381	.57	.097	2.417	.016	.431	2.321
	تعداد شاغلین	3.960	.63	.198	6.251	.000	.686	1.457
	تعداد محصلین	3.890	.58	.265	6.633	.000	.430	2.325
	مالکیت وسیله نقلیه	.373	.60	.017	.621	.535	.940	1.064

a. Dependent Variable: distance travel

۳. متغیر وابسته: میزان فاصله سفر کاری خانوار

مقدار RSquare در این مدل ۰,۱۶۹ است که نشان دهنده این است که ۱۶ درصد از

متغیر وابسته فاصله سفر کاری خانوار توسط این مدل قابل توضیح است.

دسترسی به مرکز شهر و تعداد شاغلین به ترتیب با مقادیر بتا ۰,۲۳ و ۰,۳۲ دارای

بیشترین تأثیر گذاری هستند، و اختلاط کاربری و تعداد محصلین در مرحله بعدی

تأثیر گذاری با تأثیر ناچیز خواهند بود. در این وضعیت، انتقال فرصت‌های اشتغال و فعالیت

همراه با بهبود حمل‌ونقل عمومی ممکن است به کاهش بخشی از رفت‌وآمد طولانی‌مدت و تغییر انتخاب نوع وسیله نقلیه کمک کند و سبب کاهش استفاده از خودروی شخصی شود.

جدول ۷- ضرایب رگرسیون بین میزان فاصله سفر کاری خانوار و سایر متغیرها

Coefficients ^a								
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics		
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF	
1	(Constant)	1.168	1.944		.601	.548		
	تراکم جمعیتی	-.005	.004	-.054	-1.44	.148	.618	1.619
	اختلاط کاربری	4.566	2.313	.061	1.974	.049	.883	1.133
	فاصله تا مرکز شهر	1.446	.211	.232	6.856	.000	.749	1.336
	فاصله تا حمل‌ونقل عمومی	-14.75	24.371	-.022	-.605	.545	.649	1.542
	طراحی	-.977	1.633	-.018	-.598	.550	.913	1.095
	بعد خانوار	-.232	.42	-.025	-.550	.582	.428	2.338
	تعداد شاغلین	4.370	.467	.327	9.359	.000	.700	1.428
	تعداد محصلین	1.054	.42	.110	2.456	.014	.425	2.353
	مالکیت وسیله نقلیه	-.377	.44	-.026	-.849	.396	.931	1.074

a. Dependent Variable: distance to work

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر تا حدودی توانست به بخشی از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی خانوارها در بخش حمل‌ونقل بپردازد و میزان تأثیر شاخص‌های پنج‌گانه فرم شهری و متغیرهای اقتصادی-اجتماعی و رفتار سفر خانوار را بر VKT خانگی و فاصله سفر و فاصله کاری خانوار بسنجد. در این پژوهش فرم شهری از جهت داشتن ۵ ویژگی یا شاخص مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله می‌توان به تراکم جمعیتی، اختلاط کاربری، دسترسی به

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۳۹

مرکز شهر، دسترسی به حمل و نقل عمومی و طراحی اشاره کرد. هر یک از این شاخص‌ها در سطح نواحی ترافیکی شهر قزوین مورد بررسی قرار گرفته است. مقیاس تحلیل در این تحقیق خانواده هست. یعنی مسافت‌های طی شده خانواده مورد بررسی قرار می‌گیرد نه تک تک افراد، چراکه یک ماشین متعلق به یک خانواده است نه یک فرد، پس واحد اندازه‌گیری برای متغیرهای ترافیکی خانواده است.

نتایج بررسی‌ها نشان داده است که فاصله تا CBD رابطه مثبت با VKT خانگی دارد. ساکنان (خانوارها) در این منطقه و نواحی نزدیک مرکز شهر وابستگی کمتری به خودروی شخصی دارند. فاصله به CBD به نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل تأثیرگذاری بر روی VKT خانگی باشد. طبق نتایج، فاصله تا مرکز شهر بین بازه ۲۱ تا ۳۲ درصد می‌تواند بر کاهش فاصله سفر خانوار و استفاده از خودروی شخصی تأثیرگذار باشد، که به نظر درصد قابل توجهی است و می‌توان با در نظر گرفتن سیاست‌های شهرسازانه همچون توسعه چند هسته‌ای شهر، توزیع و پخشایش مناسب خدمات در سطح محلات شهر، ایجاد محدودیت برای ورود اتومبیل شخصی به منطقه مرکزی شهر و... توسط مدیران شهری تأثیر قابل توجهی را در مدیریت انرژی در بخش حمل و نقل و کاهش آلودگی شهری داشت.

تراکم جمعیت دارای رابطه معکوس با VKT خانگی است که نشان می‌دهد شهر قزوین ممکن است ظرفیت بیشتری برای جلب بیشتر افراد داشته باشد. نتیجه این پژوهش گویای آن است که ترویج تراکم در شهر می‌تواند برای کاهش VKT خانگی مؤثر باشد. دیگر متغیرهای فرم شهری از لحاظ آماری ناچیز است، که نشان می‌دهد تلاش‌های اضافی نمی‌تواند یک نتیجه مطلوب کاهش مسافرت خودرو در شهر ایجاد کند. همچنین با افزایش بعد خانوار، تعداد محصلین، تعداد شاغلین و تعداد وسیله نقلیه موتوری در تملک خانوار میزان VKT و فاصله خانوار و به‌طور کلی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل افزایش می‌یابد.

با تصور تأثیر ۲۳ درصدی ویژگی‌های کالبدی شهری و متغیرهای اقتصادی-اجتماعی و رفتار سفر خانوار بر متغیر VKT می‌توان به اهمیت نقش برنامه‌ریزی شهری در جهت تلاش برای حفظ سلامت و آسایش شهروندان و کاهش مصرف انرژی پی برد. اگر در سیستم مدیریت شهری کشور به نقش شهرسازان توجه بیشتری شود می‌توان با راهکارهای شهرسازانه گامی مؤثر در جهت تغییر رفتارهای ترافیکی برداشت.

راهکارها:

۱. افزایش تراکم از طریق مکان‌گزینی کاربری‌های مختلف زمین در نزدیکی هم و توسعه درونی در محدوده فعلی شهر به صورت توسعه عمودی
۲. سرمایه‌گذاری در خدمات حمل‌ونقل عمومی به‌عنوان مثال، (حمل‌ونقل سریع اتوبوس، حمل‌ونقل ریلی سبک) می‌تواند به کاهش بسیاری از اثرات منفی وابستگی خودرو توسط کاهش سفر خودرو کمک کند.
۳. محدود کردن رشد شهر (تعیین محدوده‌های شهری و کنترل توسعه زیرساخت‌ها)
۴. به‌کارگیری سیاست‌های رشد هوشمند و سوق‌دهی شهر قزوين به سوی ارائه خدمات الکترونیک، می‌تواند گام بزرگی در جهت کاهش تقاضای سفر و وابستگی به خودروی شخصی و در نتیجه کاهش مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل شود.
۵. ایجاد محدودیت برای ورود اتومبیل شخصی به محدوده سبزه‌میدان سبب کاهش تمایل خانوارها به استفاده از خودروی شخصی می‌شود. به‌تازگی با تبدیل محور مابین چهل‌ستون و سبزه‌میدان به پیاده‌راه، قدم کوچکی در این حیطة برداشته شده است.
۶. توسعه و ایمن‌سازی مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری بالأخص در مسیرهای پرتردد همچون سبزه‌میدان و خیابان امام خمینی و خیام می‌تواند موجب کاهش استفاده از خودروی شخصی و در نتیجه کاهش انرژی در بخش حمل‌ونقل شود.
۷. توزیع و پخشایش مناسب خدمات در سطح محلات شهر مثل محله مینودر، به‌طوری‌که هر خانوار بتواند با طی مسیر کوتاه درون محله‌ای، نیازهای روزمره‌اش را مرتفع سازد.

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۴۱

۸. تبدیل شهر تک محوری با هسته قوی شهری، به توسعه چند هسته‌ای برای تغییر رفتار سفر و کاهش مصرف انرژی در بخش حمل و نقل؛ به گونه‌ای که علاوه بر مرکز اصلی شهر، مراکز فرعی دیگری نیز در سطح شهر ایجاد شود.

۹. بالا بردن اختلاط کاربری، تراکم فعلیتی و مطلوبیت کاربری‌ها در نواحی دورتر از مرکز شهر همچون مینودر و پونک موجب کاهش نیاز سفر به مرکز شهر و کاهش انرژی در بخش حمل و نقل می‌شود.

۱۰. توسعه حمل و نقل عمومی و افزایش تراکم در نزدیکی ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی می‌تواند موجب تغییر رفتار سفر و تمایل بیشتر جهت استفاده از حمل و نقل عمومی و کاهش وابستگی به خودروی شخصی شود.

۱۱. تجدید حیات درون شهرها و توسعه متمرکز بر سیستم خرده‌فروشی موجود و عدم تشویق پراکندگی‌های بعدی.

۱۲. اعمال قوانین و تبصره‌هایی از جانب اداره آموزش و پرورش در راستای پذیرش و ثبت نام دانش آموزان در نزدیک‌ترین شعاع دسترسی محل سکونتشان، جهت کاهش فاصله تحصیل تا محل سکونت


تعارض منافع


موردی گزارش نشده است.

سپاسگزاری

این پژوهش توسط نهاد خاصی مورد حمایت قرار نگرفته است و نویسندگان به صورت مستقل پژوهش را انجام داده‌اند.

ORCID

Fateme Ghorbani  <https://orcid.org/0000-0002-1429-1764>

Aliakbar salaripour  <https://orcid.org/0000-0002-9306-565X>

منابع

- امین زاده، بهناز. (۱۳۸۷)، مجموعه مقالات توسعه شهری پایدار، تهران: دانشگاه تهران، چاپ سوم.
- براتی، ناصر و سردره، علی‌اکبر. (۱۳۹۲)، «تأثیر شاخص‌های فرم شهری بر میزان استفاده از اتومبیل شخصی و مصرف انرژی در مناطق شهر تهران»، باغ نظر، دوره ۱۰، شماره ۲۶: ۳-۱۲.
- طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر قزوین. (۱۳۹۰)، قزوین: شرکت مهندسی آتیه ساز.
- Aminzadeh, Behnaz. (2008). *collection of articles on sustainable urban development*. Tehran: University of Tehran, third edition. [In Persian]
- Choi, K. (2018). "The influence of the built environment on household vehicle travel by the urban typology in Calgary, Canada." *Journal of Cities*, 75, 101-110.
- Comprehensive plan of transportation and traffic of Qazvin city. (2011). *Qazvin: Atieh Saz Engineering Company*. [In Persian]
- Barati, N., Sardareh, A. (2013). "Effects of urban form on automobile dependency and energy consumption in Tehran residential regions." *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, 10(26). 3-12. [In Persian]
- Ewing, R. (۱۹۹۷). "Is Los Angeles-style sprawl desirable?" *Journal of the American Planning*, 63 (1). 12-107.
- Fonseca, J. A. (2016). "Energy efficiency strategies in urban communities: modeling, analysis and assessment." ETH-Zürich, Zürich: *Doctoral Thesis*.
- El Din, H. S., Shalaby, A., Farouh, H. E., & Elariane, S. A. (2012). "Principles of urban quality of life for a neighborhood." *Journal of Housing and Building National Research Center*, 9, 86-92.
- Handy, S. (1996). "Methodologies for Exploring the Link between Urban form and Travel Behavior." *Journal of Transportation Research, Part D: Transport and Environment*, 2(2). 151-165.
- Lovelace, R., Beck, S. B. M., Watson, M., & Wild, A. (2011). "Assessing the energy implications of replacing car trips with bicycle trips in Sheffield, UK." *Journal of Energy Policy*, 39(4). 2075-2087.
- Mitchell, G. (2005). "Urban development, form and energy use in buildings: A review for the Solutions project." *Solutions and EPSRC Consortium*.
- Jabareen, Y. R. (2006). "Sustainable Urban Forms, Their Typologies, Models, and Concepts." *Journal of Planning Education and Research*, 26(1). 38-52.

بررسی ارتباط بین فرم شهری و مصرف انرژی...، قربانی و سالاری پور | ۱۴۳

- Steemers, K. (2003). "Energy and the city: density, buildings and transport." *Journal of Energy and buildings*, 35(1). 3-14.
- UN-Habitat, Energy. (2016, November 08). Retrieved from 2012 [Online]: Available: <http://unhabitat.org/urbanthemes/energy>
- United Nations. (2014). World Urbanization Prospects. New York: 2014 Revision, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Wang, X., & Li, Z. (2017). "A systematic approach to evaluate the impact of urban form on urban energy efficiency: a case study in Shanghai." *Journal of Energy Procedia*, 105, 3225-3231.
- Zhao, P., Diao, J., & Li, S. (2017). "The influence of urban structure on individual transport energy consumption in China's growing cities." *Journal of Habitat International*, 66, 95-105.

