

## برآورد و پیش‌بینی تقاضای گازوییل در بخش حمل‌ونقل با استفاده از روش PLSR

محمد جواد گرجی پور<sup>۱</sup>، احسن تحصیلی<sup>۲\*</sup>، یوسف محنت فر<sup>۳</sup>  
۱. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد  
۲. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد  
۳. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه مازندران

دریافت: ۱۳۹۷/۳/۸ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶

### Estimation and Forecasting Gasoline Demand in Transport Sector By PLSR Method

Mohammad Javad Gorjipour<sup>1</sup>, Hasan Tahsili<sup>2\*</sup>, Yusef Mehnatfar<sup>3</sup>

1. Ph.D Student of Economic, Faculty of Administrative & Economics Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

2. Associate Professor of Economic, Faculty of Administrative & Economics Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

3. Associate Professor of Economic, Faculty of Administrative & Economics Sciences, Mazandaran University

Received: 29/May/2018

Accepted: 5/February/2020

#### Abstract

Energy supply is one of the most important areas of economic and social development of each country and always has been raised as a key component of development planning. The demand for Gasoline in the transportation sector also reflects the needs of energy consumers for this system. Thus, Partial Least Squares Regression Technique (PLSR) is used to estimate and speculate Gasoline demand and also to study the degree of variable effects (Gasoline subsidies, gross domestic production (GDP), population as well as the rate of urbanization) in the transportation sector. The summarized findings suggest that GDP, population, the rate of urbanization and gasoline subsidies have a meaningful and direct effects on Gasoline demand in the transportation sector. From of all, the rate of urbanization has put the most effect while energy subsidies left the least one. The estimation of diesel demand in transportation sector and its anticipation in 2021 indicate that the rate of Gasoline demand is following an average growth degree of 5/2% annually.

**Keywords:** Energy, Diesel demand, Partial least squares regression, Transport

**JEL Classifications:** N7, L92

#### چکیده

تامین انرژی یکی از مهمترین زمینه توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشور است و به عنوان یکی از اجزای اصلی برنامه‌ریزی توسعه مطرح گردیده است. تابع تقاضای گازوییل نیز در بخش حمل و نقل بازتاب و نمایانگر احتیاجات مصرف‌کنندگان انرژی از این سیستم می‌باشد. لذا در این تحقیق با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLSR) به برآورد و پیش‌بینی تقاضای گازوییل و بررسی میزان آثار متغیرها (یارانه گازوییل، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی) در بخش حمل و نقل پرداخته شد. خلاصه یافته‌ها در این مطالعه، بیان می‌دارد، تولید ناخالص داخلی، جمعیت، نرخ شهرنشینی و یارانه گازوییل اثر مثبت و معنی‌داری بر روی تقاضای گازوییل در بخش حمل نقل دارد، نتایج نشان می‌دهد که نرخ شهرنشینی بیشترین و یارانه انرژی کمترین اثر را دارا می‌باشد. همچنین برآورد تابع تقاضای گازوییل در بخش حمل و نقل و پیش‌بینی آن در سال ۱۴۰۰ بیانگر آن است که میزان تقاضای گازوییل به طور متوسط ۵/۲ درصد در سال رشد خواهد داشت.

**واژه‌های کلیدی:** انرژی، تقاضای گازوییل، رگرسیون حداقل مربعات جزئی، حمل و نقل

**طبقه بندی JEL:** N7, L92

\*Corresponding Author: Mohammad Javad Gorjipour

Email: javad.gorjipor@gmail.com

نویسنده مسئول: محمد جواد کریمی گرجی پور

## ۱. مقدمه

تأمین انرژی یکی از مهمترین زمینه توسعه اقتصادی<sup>۱</sup> و اجتماعی هر کشور است و همواره به عنوان یکی از اجزای اصلی برنامه‌ریزی توسعه مطرح گردیده است. انرژی پایه اصلی بهبود و افزایش سطح زندگی و همچنین عنصر لازم برای پیشرفت فن‌آوری و رشد اقتصادی است. به طوری که برای دستیابی به رشد اقتصادی مطلوب باید میزان مصرف انرژی تقریباً در همان سطح رشد یابد. زیرا این واقعیت پذیرفته شده‌ای است که رشد تقاضای انرژی در هر کشور، به طور مستقیم با رشد اقتصادی آن کشور مرتبط است. دلیل این امر آن است که افزایش در تولید موجب افزایش در مصرف انرژی می‌شود و شاخص مصرف انرژی با سطح درآمد مردم مرتبط است.

رشد<sup>۲</sup> بقای بیشتر فعالیت‌های اقتصادی کشورهای در حال توسعه به مسئله تأمین انرژی بستگی دارد. از این رو آن کشورها سعی می‌کنند با پیش‌بینی هر چه دقیق‌تر مصرف انرژی و برنامه‌ریزی صحیح در هدایت مصرف، پارامترهای عرضه و تقاضای انرژی را به نحو مطلوب کنترل کنند. تحلیل عوامل مؤثر بر افزایش مصرف و چشم‌اندازی از پیش‌بینی مصرف انرژی، این امکان را برای مدیران فراهم می‌سازد تا تدابیر لازم را در جهت کنترل متغیرهای عرضه و تقاضای انرژی اتخاذ کنند. مصرف انرژی در بخش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. بخش صنعت، تجاری، خانگی، کشاورزی و حمل و نقل از جمله بخش‌های مصرف‌کننده انرژی هستند. حمل و نقل از بخش‌هایی است که میزان مصرف انرژی در آن بالاست.

تابع تقاضای<sup>۳</sup> انرژی در بخش حمل و نقل بازنتاب و

نمایان گر احتیاجات مصرف‌کنندگان از این سیستم می‌باشد. بنابراین تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل، مبنای مهمی برای ارزیابی برنامه‌ریزی‌های این بخش و طراحی تجهیزات مورد نیاز آن فراهم می‌آورد. نداشتن درک صحیح از تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل، ممکن است منجر به گمراهی و اقدامات نادرست برنامه‌ریزان و از بین رفتن تلاش دست‌اندرکاران و عدم تطابق سیستم حمل و نقل با تقاضای پیش‌رو گشته، بنابراین، منجر به تلف شدن منابع کمیاب گردد. نداشتن درک درست در این زمینه نه تنها علی‌رغم ضرورت توسعه پایدار موجب حفظ منابع برای نسل حاضر نمی‌شود، بلکه توانایی نسل آتی را برای تأمین انرژی به خطر می‌اندازد. لذا از این منظر در این مطالعه به برآورد و پیش‌بینی تقاضای گازوییل در بخش حمل و نقل پرداخته می‌شود. در این پژوهش به بررسی فروضی می‌پردازیم که بیان می‌کند آیا متغیرهای (یارانه انرژی، جمعیت، تولید ناخالص داخلی، نرخ شهرنشینی) اثر مستقیمی بر تقاضا برای گازوییل دارند. به همین منظور در ابتدا به بررسی جایگاه حمل و نقل و تاثیر آن در اقتصاد کشور می‌پردازیم. بعد از آن به سهم حمل و نقل در مصرف انرژی نگاهی می‌اندازیم. در ادامه به ادبیات موضوع، معرفی و برآورد الگو، نتایج برآورد و در نهایت به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات می‌پردازیم.

## ۲. جایگاه حمل و نقل و تأثیر آن در اقتصاد کشور

در عصر ارتباطات جابه‌جایی می‌تواند نقش مهمی در توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جامعه داشته باشد. بنابراین در اکثر طرح‌های توسعه حمل و نقل به صورت یکی از بخش‌های سرمایه‌گذاری در نظر گرفته می‌شود و سیاست‌های توسعه بدون بهره‌جستن از برنامه‌ریزی‌های جامع برای حمل و نقل با توجه به راه‌های مختلف جابه‌جایی امکان‌پذیر نیست. مطالعه اجمالی بخش حمل و نقل در پیش از انقلاب نشان می‌دهد که شروع توجهات به این بخش از برنامه هفت ساله اول (سال

1. Economic Development
2. Growth
3. Demand Function

سخت‌افزاری (شبکه راه‌های مواصلاتی، پایانه‌ها، فرودگاه‌ها، بنادر و ...) و نرم‌افزاری (مدیریت زمان دسترسی، سازگاری و تناسب ناوگان با زیرساخت، تکنولوژی اطلاعات و ...) بخش حمل‌ونقل در موضوعات اجتماعی، فرهنگی، سیاسی خطیری از قبیل جابجایی افراد برای تحصیل و آموزش، کاربایی نیروی جویای کار، مهاجرت جمعیت، لجستیک نیروها و ... بسیار تعیین‌کننده و حائز اهمیت ارزیابی می‌گردد (روابط عمومی وزارت راه و ترابری، تابستان ۸۶).

ارزش افزوده بخش حمل و نقل در کشور مانند سایر بخش‌های اقتصادی شامل دو جزء اصلی ارزش افزوده و هزینه واسطه است (بدین معنا که مابه‌التفاوت ارزش افزوده را در اصطلاح اقتصادی ارزش افزوده آن بخش می‌نامند). ارزش افزوده بخش حمل و نقل بر حسب قیمت ثابت سال ۷۶، طی دوره ۹۱-۱۳۷۴ (به استثناء سال ۸۳) دارای روند منظم صعودی است و دارای رشدی معادل ۷۵/۱ درصد است و زیر بخش حمل و نقل جاده‌ای نیز در این دوره از رشدی معادل ۷۳/۵ درصد برخوردار بوده است. تولید ناخالص داخلی طی این دوره در کشور رشد متوسط سالانه ۴/۶ درصد داشته، در حالی که بخش حمل و نقل در همین دوره ۵/۸ درصد و زیر بخش جاده‌ای ۵/۷ درصد رشد متوسط سالانه داشته است. (ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۹۱)

### ۳. حمل و نقل و مصرف انرژی

یکی از مسائلی که در کلیه تحولات سیاسی و اقتصادی کشورها نقش تعیین‌کننده دارد، موضوع انرژی است. مسئله نفت و انرژی در کشور ما و کشورهای نفت‌خیز منطقه در مقایسه با سایر کشورها از حساسیت بیشتری برخوردار است. اگر برای کشورهای بزرگ صنعتی، انرژی به عنوان عامل حرکت به سمت تولید و رشد مطرح است. برای کشورهایی نظیر کشور ما، منابع نفت و گاز به عنوان عامل شروع کننده حرکت به سمت تولید و رشد مطرح است و این مسئله‌ای است

با وجود گستردگی کشور و نیاز وافر به وجود راه برای فعالیت‌های اقتصادی، بخش راه و ترابری مورد توجه بیش‌تری قرار گرفت. به طوری که در آن زمان ۳۴ درصد از اعتبارات عمرانی کشور به فصل راه ترابری اختصاص داشت در برنامه اول جمهوری اسلامی (۱۳۶۶-۱۳۶۲) و برنامه پنج ساله اول توسعه نیز درصد قابل توجهی از اعتبارات عمرانی کل کشور به اعتبارات فصل راه و ترابری اختصاص یافت. امروزه نیز توجه به این امر موجب افزایش سرمایه‌گذاری و به تبع آن توسعه این بخش مهم صنعتی کشور می‌شود و همگام با رشد پایدار تولید و تجارت جهانی و تغییرات مهمی که بازرگانی ملی با تمایل به توسعه صادرات غیرنفتی در پی داشته است شناخت ساختار اقتصادی حمل و نقل به عنوان زیرساخت عمده تجارت و بازرگانی ضرورت می‌یابد (یقینی، پاییز ۱۳۸۵).

بخش حمل و نقل حلقه واسطه اجتناب‌ناپذیر کلیه عرصه‌های اقتصادی بوده و به عبارتی چرخه تکاملی ارزش افزوده در پیکره نظام اقتصادی بر بست شریان‌های بخش حمل و نقل صورت می‌گیرد به عبارت دیگر فرآیند شکل‌گیری ارزش افزوده تمامی فعالیت‌های اقتصادی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از فعالیت‌های بخش حمل و نقل متأثر می‌شود به طوری که حتی یک فعالیت اقتصادی را هم نمی‌توان یافت که در طول چرخه خود از خدمات عرضه شده بخش حمل و نقل بهره‌مند نشده باشد. در واقع توسعه بخش‌های مهم اقتصادی کشور از جمله صنعت و کشاورزی بدون توسعه بخش حمل و نقل امکان‌پذیر نمی‌باشد. هرچند فعالیت‌های بخش حمل و نقل در زمینه جابجایی بار به عنوان عملیات تغییر مکان کالاها، خود بخشی از عملیات تولید محسوب می‌شود لکن در طبقه بندی بخش‌های اقتصادی و حساب‌های ملی کشور، در بخش خدمات قرار داده شده می‌شود. حوزه عملکرد بخش حمل و نقل صرفاً به امور اقتصادی کشور محدود نشده و ساختار

۱۶۱/۱ میلیون بشکه معادل نفت خام، بیشترین مصرف کننده فرآورده‌های نفتی در مقایسه با سایر بخش‌های مصرفی است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۵).

جدول (۱) سهم بخش‌های مختلف را در کل مصرف نهایی فرآورده‌های نفتی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بخش حمل و نقل در طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۱ یکی از مصرف‌کننده‌های اصلی فرآورده‌های نفتی و جایگاه نخست را در مصرف فرآورده‌های نفتی دارد. این امر به مصرف انرژی بخصوص فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل اهمیت خاصی می‌بخشد. بخش خانگی، تجاری و عمومی به عنوان مصرف‌کننده فرآورده‌های نفتی در جایگاه دوم و بخش صنعت و کشاورزی به ترتیب در جایگاه بعدی قرار دارند.

که غفلت کردن از آن به اقتصاد ملی و حتی استقلال سیاسی کشور ما لطمه وارد خواهد کرد.

با اینکه انرژی یکی از عوامل ضروری برای توسعه کشور محسوب می‌شود، اما مصرف انرژی‌های فسیلی که بیشتر در بخش حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرد، به کاهش و نهایتاً اتمام منابع و ذخایر منجر خواهد شد. از طرفی مصرف انرژی به خصوص سوخت‌های فسیلی مهمترین عامل آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی می‌باشد. به همین دلیل استفاده بهینه از انرژی در فرایند توسعه اقتصادی همواره به عنوان یک هدف مهم توسعه پایدار مد نظر بوده است.

بخش حمل و نقل یکی از بخش‌های عمده و اصلی مصرف انرژی به شمار می‌رود و بیش از ۲۵ درصد کل انرژی را مصرف می‌کند. یعنی به طور مشخص مصرف‌کننده دو فرآورده گازوییل موتور و نفت‌گاز است و با مصرف سالیانه

جدول ۱. سهم بخش‌ها در کل مصرف نهایی (درصد)

فرآورده‌های نفتی	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
خانگی، عمومی و تجاری	۱۸/۵۳	۱۸/۰۸	۱۵/۷۵	۱۴/۲۵	۱۴/۳۵	۱۳/۴۳	۱۲/۵۱
صنعت	۱۲/۴۲	۱۲/۷۷	۱۳/۸۷	۱۲/۱۸	۱۲/۴۸	۹/۳۲	۹/۳۵
حمل و نقل	۵۳/۱۶	۵۰/۱۲	۴۹/۸۷	۵۲/۵۹	۵۴/۱۵	۶۰/۲۱	۶۰/۶۱
کشاورزی	۵/۳۴	۵/۱۳	۵/۳۱	۵/۳۳	۶/۱۷	۵/۸۸	۵/۷۲
مصارف غیر انرژی	۱۰/۵۵	۱۳/۹۰	۱۵/۱۹	۱۵/۶۵	۱۲/۸۶	۱۱/۱۵	۱۱/۸۱
کل مصرف فرآورده‌های نفتی	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰

مأخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱

رهیافت، نیاز به ابزارهایی برای پیش‌بینی تقاضای انرژی وجود داشت. این ابزارها مدل‌های اقتصادسنجی است که شامل چندین متغیر با روابط پیچیده ریاضی می‌باشد و نتایج آنها برای اتخاذ سیاست‌های مناسب استفاده می‌شود. بحث تقاضای انرژی به چهار گروه تقسیم می‌شود:

۱. مدل‌هایی که ارتباط مصرف و کل متغیرهای اقتصادی را آزمون می‌کند.
۲. مدل‌هایی که تخصیص سوخت را با توجه به نوع سوخت مصرفی در اقتصاد یا در بخش ویژه بهینه می‌کند.

#### ۴. نظرهای ارائه شده درباره تقاضای سوخت در

##### بخش حمل و نقل

از تکانه اول نفتی (سال ۱۹۷۳) که بیم کمبود نفت می‌رفت، مطالعات تقاضای انرژی به سرعت گسترش یافت؛ البته مطالعات در این زمینه به دو دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی بر می‌گردد. اما بروز تکانه اول و دوم نفتی (در سال ۱۹۷۹ مصادف با پیروزی انقلاب اسلامی)، سیاست‌گذاران را برآن داشت که آثار منفی کمبود عرضه انرژی را کاهش دهند. در این

انرژی  $a$ ،  $P_{Ki}$  قیمت خدمات سرمایه در صنعت  $i$ ،  $P_{Li}$  قیمت خدمات نیروی کار در صنعت  $i$ ،  $P_{Mi}$  قیمت مواد اولیه صنعتی در صنعت  $i$  و  $F_i$  درجه کارایی فنی اقتصادی در صنعت  $i$  است.

حال ورسن در بررسی‌های خود به این واقعیت در کشورهای درحال توسعه اشاره می‌کند که به سبب عدم دسترسی به آمار واطلاعات فوق برای همه صنایع، به جای مدل فوق، از مدل زیر استفاده می‌کند:

$$E = E(X_1, X_2, \dots, X_M, P_E, P_K, P_L, P_M, F)$$

که در آن،  $X_1$  تا  $X_M$  سطح تولید در صنعت نوع یک تا  $M$  است.

مدل فوق نیز تا اندازه زیادی از پیچیدگی برخوردار است و اطلاعات لازم برای برآورد این مدل در کشورهای در حال توسعه کم‌تر قابل دسترسی است. بدین روی، می‌توان با استفاده از بررسی‌های چنری<sup>۲</sup> که معتقد است سطح اشتغال و تولید بخش می‌تواند ساختار بخش مربوط را نشان دهد، مدل فوق را براساس اطلاعات در دسترس کشورهای در حال توسعه، به شکل زیر تغییر داد:

$$\ln E_t = B_0 + B_1 \ln Y_t + B_2 (\ln Y_t)^2 + B_3 \ln N_t + B_4 (\ln N_t)^2 + B_5 \ln Y_t N_t + B_6 \ln P_t + B_7 (\ln P_t)^2 + B_8 D_t + B_9 \ln E_{t-1} + \varepsilon$$

که در مدل فوق،  $E_t$  تقاضای انرژی در بخش صنعت،  $Y_t$  تولید یا ارزش افزوده بخش،  $N_t$  اشتغال،  $P_t$  قیمت انرژی،  $D_t$  نیز متغیر مجازی  $t$  و نیز زمان است.

#### ۲-۴. مدل بردلی و کرافت

بردلی و کرافت<sup>۳</sup> (۱۹۹۶) نیز مدل خود را برای بخش صنعت، به شکل زیر، ارائه می‌دهند:

۳. مدل‌های تقاضای انرژی بخشی که مصرف را در بخش یا زیر بخش ویژه اقتصادی بررسی می‌کند.

۴. مدل‌های سیستم‌های انرژی که بررسی کلی از عرضه و تقاضا برای انواع منابع انرژی و مقایسه‌های بین‌المللی را ممکن می‌سازد (Samini, 1955).

به طور کلی، مدل‌های تقاضا به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول مدل‌های مبتنی بر اصول نظریه‌های اقتصاد خرد است. دسته دوم، مدل‌های جایگزین که بر اصول نظریه‌های کلان اقتصادی مبتنی است.

مدل‌های مبتنی بر نظریه‌های اقتصاد خرد عموماً به صورت سیستم معادلات همزمان می‌باشند. به عبارت دیگر، تقاضای کالاها و خدمات مختلف یا گروه‌های کالایی به صورت یک سیستم  $\pi$  معادله و  $\pi$  متغیر درون‌زا برآورد می‌شوند. در مدل‌های تقاضا مبتنی بر اقتصاد خرد، سیستم معادلات تقاضا برای تمام کالاها، از حل مسئله حداکثرسازی تابع مطلوبیت فردی با قید محدودیت بودجه‌ای، حاصل می‌شود. در این حالت، تقاضای کل از جمع افقی تمام توابع تقاضای فردی به دست می‌آید. مدل‌های برگرفته از مبانی خرد اقتصاد، انواع مختلفی دارند که در زیر به دو نمونه آنها اشاره می‌شود:

#### ۱-۴. مدل هال ورسن

هال ورسن<sup>۱</sup> (۱۹۷۸) مدلی را برای بخش صنایع کشورهای درحال توسعه پیشنهاد نموده که در آن تقاضای انرژی در بخش صنعت را برآورد کرده است. از نظر وی، مقدار انرژی مورد تقاضای بخش صنعت می‌تواند تابعی از مقدار محصول تولیدشده، قیمت انرژی و قیمت سایر نهاده‌ها و درجه کارایی فنی اقتصادی صنعت باشد. بدین ترتیب، تقاضای انرژی، عبارت خواهد بود از:

$$E_i = E_i(P_{Ei}, P_{Ki}, P_{Li}, P_{Mi}, F_i)$$

که در رابطه فوق،  $E_i$  انرژی تقاضا شده در صنعت  $i$ ،  $P_{Ei}$  قیمت

2. Chenery  
3. Bradly and Kraft

1. Halvorsen

مانند وضعیت آب و هوایی و هزینه خدمات وسایل نقلیه).  
بنابراین با توجه به نکات ذکر شده، و بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیق در این خصوص تابع تقاضای سوخت را به صورت زیر در نظر گرفتیم:

$$C = f(GDP, POP, CR, SUB)$$

که در مدل فوق:

$C$ : میزان تقاضای سوخت (گازوییل)

$GDP$ : تولید ناخالص داخلی

$POP$ : جمعیت

$CR$ : نرخ شهرنشینی

$SUB$ : یارانه انرژی

با توجه به مدل کلی فوق، متغیرهای مؤثر بر تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل به شرح زیر می‌باشند:

#### ۵-۱. تولید ناخالص داخلی

در خصوص ارتباط بین مصرف انرژی و تولید در ادبیات اقتصاد کلان چهار فرضیه مطرح می‌باشد فرضیه اول که به فرضیه رشد<sup>۱</sup> معروف است بیان می‌کند که انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید به همراه نیروی کار و موجودی سرمایه در فرایند تولید محسوب گردیده و افزایش در مصرف انرژی می‌تواند منجر به افزایش سطح تولید شود. بنابراین در این سناریو سیاست‌های تحدید و صرفه‌جویی انرژی<sup>۲</sup> می‌تواند تأثیر معکوسی بر تولید ناخالص داخلی داشته باشد. فرضیه دوم یا فرضیه مربوط به صرفه‌جویی انرژی بیا نگر این است که سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی در جهت کاهش مصرف انرژی و اتلاف آن تأثیر معکوس بر تولید نداشته و به افزایش آن کمک می‌کند. به عبارت دیگر این فرضیه در صورتی پذیرفته می‌شود که افزایش تولید ناخالص داخلی حقیقی منجر به افزایش

$$\ln(EIN) = a_1 + a_2 \ln(APE) + a_3 \ln(EIN)_{(-1)} + a_4 (PEIN) + \varepsilon$$

در مدل فوق،  $EIN$  کل انرژی مصرفی بخش صنعت،  $APE$  متوسط وزنی قیمت انرژی و  $PEIN$  تقاضای بالقوه انرژی در صنعت می‌باشد.

در مجموع، مدل‌های اقتصادسنجی، مدل‌هایی هستند که ضریب‌های پیش‌بینی صحیح‌تری انجام می‌دهند. تنها مسئله‌ای که در این روش وجود دارد، دسترسی به داده‌های مطمئن می‌باشد. مزیت این روش این است که مدل‌سازی حالت استاندارد ندارد، بلکه این انعطاف‌پذیری را دارد که با اتکالی به نظریه و منطق رفتار عامل‌های اقتصادی و با توجه به داده‌های در دسترس، مدل بخشی مورد نظر طراحی شود.

از مزایای دیگر این روش، آن است که هم برای تحلیل وضعیت موجود و هم برای اجرای سیاست‌گذاری‌های جدید و ملاحظه آثارهای آن و هم برای پیش‌بینی، قابل کاربرد می‌باشند. بنابراین، جذابیت این مدل‌ها، بدین سبب است که توصیف کاملی از اقتصاد یا بازار مربوطه ارائه می‌دهند، و در عین حال، بر مبنای نظریه‌های اقتصادی بنا می‌گردند. مشکلاتی که پیش روی این مدل‌ها قرار دارد، نبود اطلاعات و نیز پیچیدگی مدل‌هاست، و در بسیاری موارد، تشخیص فرایندهای تعدیل و نحوه تصریح آنها در مدل، دشوار است.

#### ۵. عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل

انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی به مصرف می‌رسد، و در هر بخش متغیرهای عمده تأثیرگذار زیادی وجود دارند که بر تقاضای انرژی مؤثر می‌باشند. معمولاً در بخش حمل و نقل، متغیرهای عمده‌ای مانند قیمت سوخت، تولید ناخالص داخلی، جمعیت، نرخ شهرنشینی و یارانه انرژی وجود دارند یا متغیرهایی که آمار مناسبی از آنها در دسترس نیست (مانند نرخ استفاده از وسایل نقلیه و مسافر و تن بار کیلومتر حمل شده) یا این که استفاده از آنها تأثیر چندانی بر کارایی مدل نمی‌گذارد

1. Growth Hypothesis  
2. Conservation Hypothesis

و پیامدهای گوناگونی دارد که در نهایت مجموعه‌ای از بحران‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی را به وجود می‌آورد. تجربه کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد پدیده شهرنشینی جمعیت حاصل تأخیر در روند صنعتی شدن بوده است.

ایران در دهه‌های گذشته از سویی متأثر از پدیده شهرنشینی شتابان و از سوی دیگر به دلیل برخورداری از منابع فراوان انرژی، رشد فزاینده‌ای در مصرف انرژی (به ویژه سوخت‌های فسیلی) را تجربه کرده است.

با وجود این حقیقت که شهرها بزرگترین مصرف‌کننده انرژی هستند (ایشی و همکاران، ۲۰۱۰) و بیش‌ترین سامانه‌های حمل و نقلی در شهرها ساکن هستند، با افزایش نرخ شهرنشینی میزان تقاضای حامل‌های انرژی در بخش حمل و نقل افزایش می‌یابد. به همین علت، مطالعه رابطه نرخ شهرنشینی و مصرف انرژی قابل اهمیت می‌باشد.

#### ۴-۵. یارانه انرژی

یارانه عبارت است از هر مقدار (یا اقدامی) که قیمت مصرف‌کنندگان را زیر قیمت بازار یا قیمت تولیدکنندگان را بالای قیمت بازار حفظ کرده یا اینکه هزینه‌های مصرف‌کنندگان را کاهش دهد. بدین ترتیب هر عملی که به کاهش قیمت مصرف‌کننده یا کاهش هزینه تولیدکننده منجر شود، به نوعی در قالب یارانه می‌گنجد. برای مثال کمک‌های غیرمستقیم و بلاعوض دولت به بنگاه‌های عرضه‌کننده، تصویب و اعمال قوانین و مقررات حمایتی، اعطای وام‌های با بهره کم به تولید و عرضه‌کنندگان، صرف هزینه‌های مربوط به تحقیق و توسعه که معمولاً توسط دولت انجام می‌شود، تخفیف‌های مالیاتی، تخفیف در تعرفه‌های بازرگانی و حقوق گمرکی، هزینه‌های صرف شده برای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از تولید و مصرف انرژی و به طور کلی تمامی دخالت‌های مستقیم و غیر مستقیم دولت یارانه نام می‌گیرد و تنها به

مصرف انرژی شود. فرضیه خنثایی<sup>۱</sup> یکی دیگر از فرضیات مطرح شده در خصوص ارتباط بین مصرف انرژی و تولید است که نشان می‌دهد، مصرف انرژی تأثیر اندک و ناچیزی بر تولید دارد. از اینرو این فرضیه زمانی پذیرفته می‌شود که هیچ رابطه علی بین متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود نداشته باشد. فرضیه ارتباط متقابل یا فرضیه بازخورد<sup>۲</sup>، چهارمین فرضیه‌ای است که به ارتباط بین متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی می‌پردازد. بر اساس این فرضیه، مصرف انرژی و تولید ناخالص دارای ارتباط متقابل بوده و مکمل یکدیگر می‌باشند. بنابراین، در صورتی که ارتباط علی دوطرفه بین این دو متغیر وجود داشته باشد، در آن صورت این فرضیه قابل رد نبوده و بهبود و ارتقای سیاست‌های مصرف انرژی می‌تواند زمینه افزایش سطح تولید را فراهم نماید (اپرچیس و پاین<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹).

#### ۲-۵. جمعیت

یکی دیگر از متغیرهای اساسی تأثیر گذار بر تقاضا، جمعیت کل می‌باشد. براساس قانون تقاضا افزایش جمعیت کل موجب افزایش تقاضا می‌شود. در اینجا نیز افزایش جمعیت، میزان تقاضا برای جابه‌جایی مسافر و بار را افزایش می‌دهد که این امر، تقاضا برای حامل‌های انرژی در بخش حمل و نقل را افزایش خواهد داد.

#### ۳-۵. نرخ شهرنشینی

فرآیند شهرنشینی در کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته، همگام با روند تحولات تاریخی و هماهنگ با توسعه بخش صنعت بوده است. عدم وجود این نوع هماهنگی و رشد سریع شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه سبب شده است تا توسعه اقتصادی سالم و پویا شکل نگیرد. شهرنشینی شتابان

1. Neutrality Hypothesis
2. Feedback Hypothesis
3. Apergis and Pyne

روش دوم عبارت است از جمع جبری تفاوت بین قیمت‌های داخلی و جهانی به علاوه تمامی پرداخت‌های مالی مستقیم به مصرف‌کننده که قیمت پرداختی برای مصرف داخلی را کاهش می‌دهند. در به کارگیری این روش برای محاسبه یارانه‌های انرژی در ایران، ساده‌سازی‌های زیادی اعمال شده است (ترازنامه‌ی انرژی سال‌های مختلف).

یارانه‌های قیمتی، نقدی و یا مندرج در بودجه دولت محدود نمی‌شود (Von Moltke, 2004). برای محاسبه میزان یارانه از روش‌های مختلفی بهره می‌گیرند که دو روش اصلی آن عبارتند از: روش اول شکاف قیمت و روش دوم معادل یارانه مصرف‌کننده، که تا اندازه‌ای مشابه هم بوده و به جای یکدیگر به کار می‌روند. یارانه در

جدول ۲. میزان یارانه انرژی بخش حمل و نقل در دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۱ (ارقام: میلیارد ریال)

۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۱	شرح
۱۶۳۷۸۸/۸	۱۲۷۴۶۹/۷	۷۱۸۱۰/۷	۴۴۸۹۰/۷	۴۰۱۶۳/۸	یارانه انرژی در بخش حمل و نقل
۴۲/۷	۳۱/۷	۴۱/۵	۳۵/۵	۳۳/۳	سهم یارانه انرژی در بخش حمل و نقل از کل یارانه انرژی (درصد)
۳۶۳/۷	۳۲۲/۶	۱۶۹/۳	۱۲۹/۳	۱۲۴/۱	نسبت یارانه انرژی بخش حمل و نقل به ارزش افزوده بخش (درصد)

مأخذ: ترازنامه انرژی و بانک مرکزی

ارزش آتی تقاضا برای نفت، به ارایه سه مدل غیر خطی تقاضا برای نفت در ترکیه پرداخته‌اند. از میان این سه مدل، مدلی که متغیرهای مستقل جمعیت، تولید ناخالص داخلی، واردات نفت و فروش کامیون را به عنوان شاخص پارامترهای طرح به کار می‌برد، با مجموع مجذور خطای (SSE)<sup>۲</sup> کم‌تر راه حل بهتری را در مشاهده داده‌ها فراهم می‌کند.

آنلر (۲۰۰۸) به منظور پیش‌بینی تقاضای انرژی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات (PSO)<sup>۳</sup> با هدف تخمین ارزش آتی تقاضای انرژی در ترکیه تا سال ۲۰۲۵، به ارائه توابع خطی و درجه دوم تقاضای انرژی در ترکیه، با استفاده از متغیرهای تولید ناخالص داخلی، جمعیت، صادرات و واردات پرداخته است. نتایج مقاله نشان داد که تابع درجه‌ی دوم با SSE کم‌تر، راه حل بهتری را در مشاهده داده‌ها فراهم می‌کند.

لیو، ویووی آی، (۲۰۱۱)، کشش‌های قیمتی و درآمدی بنزین را در ایالات متحده با استفاده از ضرایب پارامتریک مدل‌های خطی برآورد کرده‌اند. به‌منظور بررسی تقاضای بنزین و برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی بنزین ایالات

در جدول (۲) میزان یارانه انرژی بخش حمل و نقل در ایران در دوره ۸۵-۱۳۸۱ نشان داده شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان یارانه انرژی از سال ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۸۵ در بخش حمل و نقل روند صعودی را دنبال کرده است، همچنین یارانه انرژی در بخش حمل و نقل نسبت به کل یارانه تقریباً سهم متوسط ۳۶ درصدی را داشته و طی دوره ۸۵-۱۳۸۱ روند صعودی داشته است.

## ۶. پیشینه تحقیق

از مطالعات خارجی انجام گرفته در زمینه تخمین تابع تقاضا گازوییل، می‌توان به مطالعات پاگولاتوس (۱۹۸۶) اشاره کرد، که تقاضا برای فرآورده‌های نفتی امریکا از جمله گازوییل را با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برای دوره ۷۲-۱۹۵۹ تخمین زد. در این مقاله تقاضای سرانه گازوییل تابعی از درآمد سرانه، قیمت گازوییل و تقاضای سرانه‌ی گازوییل در دوره‌ی قبل بود.

جانپورت و اوزترک<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) به منظور برآورد تقاضای نفت با استفاده از روش بهینه‌یابی الگوریتم ژنتیک، با هدف تخمین

2. Sum Squared Error  
3. Particle Swarm Optimizatoion

1. Canyurt and Ozturk



در تهران و سایر شهرهای کشور راه‌اندازی شود. متوسلی و مزرعتی (۱۳۷۸)، تقاضای حامل‌های اصلی انرژی شامل فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق را با استفاده از شیوه‌های VAR<sup>۳</sup> و BVAR<sup>۴</sup> مدل‌سازی نمودند و به پیش‌بینی تقاضای حامل‌های انرژی با استفاده از مدل SBVAR<sup>۵</sup> تا سال ۱۳۹۰ پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که به دلیل جای‌گزینی گاز طبیعی در مدل، تقاضای فرآورده‌های نفتی رشد کم‌تری را دارا خواهد بود. بدین روی، این عقیده که ایران تا پایان دهه ۱۳۸۰ به یک واردکننده خالص نفت تبدیل می‌شود، رد می‌گردد و سیاست‌های غیرقیمتی دارای تأثیر بیشتری بر صرفه‌جویی و کاهش شدت انرژی است.

شاکری و همکاران (۱۳۸۹)، به مدل‌سازی تقاضای گازوییل و گازوییل از طریق حداکثرسازی سه مرحله‌ای تابع مطلوبیت با توجه به قید مخارج مربوطه در هر مرحله اقدام کرده‌اند. مدل پیشنهادی از نوع مدل‌های سری زمانی ساختاری بوده و دارای جزء غیر قابل مشاهده‌ی روند است که پس از تبدیل مدل به صورت حالت-فضا و با به‌کارگیری الگوریتم کالمن فیلتر از طریق روش حداکثر راست‌نمایی برای دوره زمانی ۸۶-۱۳۵۸، برآورد شده است. نتایج نشان داد که اولاً ماهیت روند از نوع روند هموار بوده و ثانیاً فرآیند حرکتی آن غیر خطی است.

کاظمی و مدرس (۱۳۹۰)، با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری به پیش‌بینی تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۶ پرداختند. همچنین تقاضای انرژی بخش حمل و نقل در ایران از سال ۱۳۹۱ تا سال ۱۴۰۰ با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری پیش‌بینی شده است.

فطرس و همکاران (۱۳۹۲)، با استفاده از مدل OLS به بررسی تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران طی

متحد، از متغیرهای مصرف بنزین سرانه، قیمت بنزین، درآمد قابل تصرف سرانه استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اثر قیمت و درآمد روی کشش‌های تقاضای بنزین معنادار است.

اسماعیل نیا (۱۳۷۸)، تابع تقاضای گازوییل و نفت گاز را در طی سال‌های ۷۷-۱۳۴۶ برآورد کرد. در این پژوهش مصرف گازوییل تابعی از تولید ناخالص داخلی بدون نفت به قیمت ثابت<sup>۱</sup>، قیمت حقیقی گازوییل و موجودی وسایل نقلیه در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که گازوییل، کالایی کم کشش و ضروری است و به دلیل کم کشش<sup>۲</sup> بودن آن عمدتاً تثبیت قیمت گازوییل به دلیل نبود جایگزین مناسب برای آن از اهمیت زیادی برخوردار است.

ختایی و اقدامی (۱۳۸۴)، با استفاده از روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده، تقاضای گازوییل در بخش حمل و نقل زمینی در کشور را طی سال‌های ۸۱-۱۳۵۹ تخمین زد. با توجه به سناریوهای عنوان شده در برنامه چهارم توسعه مصرف گازوییل در بخش حمل و نقل زمینی را برای سال‌های ۹۴-۱۳۸۲ پیش‌بینی کردند. در این مطالعه نیز کشش قیمتی در حد کمی بود.

مزرعتی (۱۳۸۴)، با بررسی نقش متروی تهران در کاهش مصرف گازوییل، مصرف این حامل انرژی را تا سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی کرد. در این مطالعه متغیرهای تعداد خودروهای گازوییل سوز، درآمد ملی واقعی، جمعیت و متغیر وقفه مصرف، عوامل موثر بر مصرف گازوییل در کشور عنوان و تابع تقاضای گازوییل با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تخمین زده شد. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که مصرف گازوییل در کشور طی سال‌های آتی روندی افزایشی خواهد داشت، از این رو در راستای کاهش مصرف آن، باید سامانه‌ی متروی شهری

3. Vector Autoregressions  
4. Bayesian VAR  
5. Structuralized BVAR

1. Constant Price  
2. Elasticity

روش PLSR لحاظ شده باشد.

اساس روش PLSR آن است که ارتباط بین  $X$  و  $y$  از طریق متغیرهای پنهان رسانده شود. این بدان معنی است که  $y$  همانند معادله (۱) تجزیه می‌شود. (Edigera VS, 1988-2004)

$$y = t_1q_1 + t_2q_2 + \dots + t_hq_h + f_h \quad (2)$$

که در آن  $q_i$  ( $1 \leq i \leq h$ ) ارزش بارگیری  $y$  و  $f_h$  بردار خطای  $y$  است، زمانی که اولین  $h$  متغیرهای پنهان در روش PLSR لحاظ شده باشد.

### ۷-۱. مرحله کالیبراسیون

مراحل چگونگی محاسبه الگوریتم به شرح زیر می‌باشد: مرحله اول: اندازه‌گیری متغیرهای فرآیند.  $X$  و  $y$  با واریانس‌های واحد که توسط انحراف معیار خودشان تقسیم‌بندی شده و با کاستن از میانگین‌هایشان اندازه‌گیری می‌شوند. این امر مربوط به دادن وزن مشابه و اهمیت یکسان به  $X$  و  $y$  می‌شود.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}, \quad y_i^* = \frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \quad (3)$$

در آن  $\bar{x}_j = 1/n \sum_{i=1}^n x_{ij}$  میانگین  $x_j$ ،

$$s_j = \sqrt{\frac{(x - \bar{x}_j)(x_j - \bar{x}_j)^T}{n-1}}$$

به ترتیب  $\bar{y}$  و  $s_y$  میانگین و انحراف معیار  $y$  هستند، لذا:

$$\begin{aligned} f_0 &= (y_i^*)_{n \times 1} \\ E_0 &= (x_{ij}^*)_{n \times 1} \\ h &= 1 \\ j &= 1, 2, \dots, m, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (4)$$

سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۲ پرداختند. در این پژوهش موجودی وسیله نقلیه اثر معنی‌داری روی تقاضای انرژی دارد و کشش درآمدی تقاضای انرژی مثبت و معنادار و کشش قیمتی حامل‌های بنزین و گازوییل منفی و معنادار بوده است.

### ۷. معرفی الگو

روش حداقل مربعات جزئی (PLSR) برای اولین بار توسط ولد و همکاران<sup>۱</sup> معرفی شد (Wold S, 1983). یک روش تجزیه تحلیل داده چند متغیره است. این روش عمدتاً برای مدل رگرسیون خطی بین متغیرهای چند وابسته و متغیرهای چند مستقل استفاده می‌شود. علاوه بر این، این روش مزیت‌هایی را داراست که که رگرسیون خطی چندگانه ندارد. به عنوان نمونه، از تاثیر بد در مدل‌سازی با توجه به همخطی چندگانه و تخمین، زمانی که تعداد مشاهدات از تعداد متغیرها کمتر باشد، جلوگیری می‌کند (HW, Wang 1998). علاوه بر این، PLSR، ترکیبی از عملیات اصلی و پایه از مدل‌های رگرسیون، تحلیل مولفه‌های اصلی و تجزیه تحلیل همبستگی متعارف و غیره می‌باشد. به طور کلی، روش PLSR به عنوان یک الگوریتم بیان شده، به یک کالیبراسیون و یک مرحله پیش‌بینی تقسیم می‌شود.

اطلاعات اولیه  $X = [x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_m]$  و  $y$ ، که در آن هر یک از  $x_1, x_2, \dots, x_m$  و  $y$  یک بردار  $n$  بعدی است، و ماتریس داده  $X$  می‌تواند به شکل دوسویه مانند معادله (۱) تجزیه شود (AlexandrosG, 1970-2010).

$$X = t_1p_1^T + t_2p_2^T + \dots + t_hp_h^T + E_h \quad (1)$$

در آن  $p_i$  ( $1 \leq i \leq h$ ) یک بردار در حال بارگذاری است.  $t_i$  ( $1 \leq i \leq h$ ) یک متغیر پنهان است و  $E_h$  ماتریس خطای  $X$  است. زمانی که اولین  $h$  متغیرهای پنهان در

تقسیم داده‌ها به بلوک‌ها یا مجموعه آزمون‌های ذخیره شده جایگزین‌های متداول اعتبارسنجی متقابل هستند. اعتبارسنجی متقابل  $k$  برابر، برای مجموعه داده با اندازه بزرگ استفاده می‌شود. اعتبارسنجی متقابل زیادی برای مدل با تعداد مشاهده مختلف وجود دارد، پس آن عددی که خطای پیش‌بینی کمتری در مجموعه اعتبارسنجی دارد، را انتخاب می‌کنیم. در اعتبارسنجی متقابل  $k$  برابر، مجموعه داده آموزش پایه به  $k$  زیر مجموعه تقریباً هم‌اندازه تقسیم می‌شوند. مدل PLSR،  $k-1$  زیر مجموعه را با  $h$  اجزا بوجود می‌آورد، در حالی که مابقی آزمون داده را ترک می‌گویند.

این پروسه  $k$  بار تکرار می‌شود، و هر بار یک زیر مجموعه متفاوت برای آزمون استفاده می‌شود. فرض کنید  $PERSS_{h_i} (i = 1, 2, 3, \dots, k)$  مجموع مربعات خطای پیش‌بینی، به‌دست‌آمده توسط زیر مجموعه نام در مدل PLSR با  $k-1$  گروه تولید شده باشد.

$$PERSS_{h_i} = \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \hat{y}_{ij})^2 \quad (10)$$

که در آن  $y_{ij}$  و  $\hat{y}_{ij}$  جی امین داده واقعی و پیش‌بینی هستند،  $n_i$  اندازه هر زیر مجموعه است و  $\sum_{i=1}^k n_i = n$ . پس جمع، مجموع مربعات خطای پیش‌بینی به تعداد  $k$  بار اندازه‌گیری می‌شود، و توسط  $PRESS_h$  مشخص می‌شود:

$$PRESS = \sum_{i=1}^k PRESS_{h_i} \quad (11)$$

اگر شرایط زیر مشاهده شد،  $h$  را به عنوان عدد بهینه اجزا برای بوجود آوردن مدل PLSR انتخاب می‌کنیم. در غیر این صورت،  $h$  را به  $h+1$  افزایش می‌دهیم و سپس مرحله اول را تکرار می‌کنیم، مگر اینکه تعداد متغیرهای پنهان بهینه  $h$  به  $|PRESS_h - PRESS_{h+1}| \leq \delta$  رسیده باشد. در جایی که  $\delta$  سطح داده شده است.

فرض کنید تکرار در  $h$  امین تکرار متوقف شود، و ما اجزای اصلی  $h$  را  $t_1, t_2, \dots, t_h$  به‌دست آوردیم. بنابراین  $f_0$  را

مرحله دوم: محاسبه بردارهای وزنی ( $w_h$ )

$$w_h = E_{h-1}^T f_{h-1} \quad (5)$$

مرحله سوم: محاسبه بردارهای امتیاز ( $t_h$ )

$$t_h = E_{h-1} w_h \quad (6)$$

مرحله چهارم: محاسبه ارزش وزنی  $x$  و  $y$

$$p_h = E_{h-1}^T$$

$$p_h = \frac{E_{h-1}^T}{t_h^t t_h} \quad (7)$$

$$q_h = \frac{t_h f_{h-1}^T}{t_h^t t_h}$$

مرحله پنجم: پیدا کردن خطا

$$E_h = E_{h-1} - t_h p_h^T \quad (8)$$

$$f_h = f_{h-1} - q_h t_h$$

مرحله ششم: تعیین نقطه توقف.

اعتبارسنجی متقابل (CV) اغلب برای رفع معیار توقف استفاده می‌شود. رایج‌ترین روش استفاده، فرم یک‌دریک CV می‌باشد. مدل PLSR برای این مورد توسعه داده شده است، مجموع مربعات باقیمانده (RSS) و مجموع مربعات خطای پیش‌بینی (PRESS) برای اعتبارسنجی توسط مدل‌های  $h$  عاملی متفاوت محاسبه شده می‌شود. مشاهداتی که باقیمانده آنها در مدل از کمترین خطای پیش‌بینی کوچک‌تر هستند مورد انتخاب واقع می‌شوند.

به طور معمول،  $q_h^2$  به عنوان معیار توقف تعریف می‌شود:

$$q_h^2 = \frac{1 - PRESS_h}{RSS_{h-1}} \quad (9)$$

به طور معمول، اگر  $q_h^2 \geq (1 - 0.95^2) = 0.0975$  باشد، استخراج مشاهدات را ادامه می‌دهیم، در غیر این صورت توقف می‌کنیم.

با این حال، این نوع از اعتبارسنجی متقابل (CV) نیازمند زمان زیادی برای محاسبه و توسعه مدل‌های PLSR است. لذا، برای آموزش مجموعه داده‌های کوچک مناسب است.

می‌توانیم اینگونه بنویسیم:

$$f_0 = q_1 t_1 + q_2 t_2 + \dots + q_n t_n \quad (12)$$

از آنجایی که اجزای اصلی ترکیب خطی از توصیف‌کننده‌های اصلی هستند، مدل به طور غیر مستقیم به توصیف آثار هر توصیفگر در فعالیت می‌پردازد.

$$\begin{aligned} f_0 &= q_1 E_0 w_1 + q_2 E_1 w_2 + \dots \\ &+ q_n E_{n-1} w_n \\ &= q_1 E_0 w^*_1 + q_2 E_0 w^*_2 + \dots \\ &+ q_n E_0 w^*_n \end{aligned} \quad (13)$$

در آن  $I, w^*_h = \prod_{j=1}^{h-1} (1 - w_j p_j^T) w_h$  مشخصات ماتریس با اندازه  $n \times n$  است. در نهایت ما به معادله زیر می‌رسیم:

$$\hat{y}^* = a_1 x_1^* + a_2 x_2^* + \dots + a_m x_m^* \quad (14)$$

در آن  $a_j = \sum_{h=1}^k q_h w_{hj}^*$  ضریب  $w_{hj}^*$  و  $x_j^*$  زامین عنصر  $w_h^*$  است. با فرآیند تکرار در یک پروسه زمانی به معادله زیر دست می‌یابیم:

$$\begin{aligned} y &= \bar{y} + s_y \left( \sum_{i=1}^m a_i x_i^* \right) \\ &= \bar{y} \\ &+ s_y \left( \sum_{i=1}^m a_i \frac{x_i - \bar{x}_i}{s_i} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

که مدل PLSR نامیده می‌شود. در بخش زیر، قرار است، تقاضای گازوییل در بخش حمل و نقل را براساس روش PLSR بالا به دست آوریم.

## ۲-۷. گردآوری داده‌ها

داده‌ها از بانک مرکزی ایران و مرکز آمار ایران و همچنین ترازنامه‌های انرژی که در طی سال‌های ۹۱-۱۳۷۴ در ایران گردآوری شده، به دست آمده است. تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه سال ۱۳۷۶ استفاده شده و میزان یارانه‌های انرژی با توجه به شاخص قیمتی مصرف‌کننده (CPI) به صورت

واقعی درآمده است. میزان مصرف گازوییل را تقاضا برای این سوخت در نظر گرفتیم. نرخ شهرنشینی از تقسیم جمعیت شهری به طور سالانه به کل جمعیت هر سال بدست آمده است. برآورد تابع تقاضای گازوییل با استفاده از رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLSR) صورت گرفته است.

برای پیش‌بینی تقاضای گازوییل در سال ۱۴۰۰، دوسناریو برای یارانه‌ی انرژی در نظر گرفته می‌شود. سناریو اول، میزان یارانه انرژی برای سال‌های آینده به میزان یارانه سال ۱۳۹۰ باشد زیرا با توجه به اجرای طرح هدف‌مندی یارانه از طرف دولت وقت، یارانه‌ها از سال ۹۰ به بعد حذف می‌شود. لذا فرض کردیم اگر دولت یارانه انرژی را حذف نمود، مبنای دادن یارانه توسط دولت بر اساس سال ۱۳۹۰ باشد. و سناریو دوم آنکه یارانه انرژی حذف گردد. برای تولید ناخالص داخلی با توجه به اینکه در شرایط خوب اقتصادی میزان رشد به طور متوسط ۳ درصد و در شرایط خیلی خوب رشد ۵ درصد بوده است، دو سناریو در نظر گرفته شده است. برای جمعیت و نرخ شهرنشینی با توجه به پیش‌بینی مرکز آمار ایران برای سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ میزان رشد سالانه ۱ و ۰/۴ درصد در نظر گرفته شده است.

## ۳-۷. آثار متغیرها

از آنجایی که معناداری و تاثیر متغیرها بر تقاضای گازوییل یکی از اهداف تحقیق است، به همین علت با استفاده از نرم‌افزار Smart pls معناداری و تاثیر متغیرهای، تولید ناخالص داخلی، جمعیت، نرخ شهرنشینی و یارانه گازوییل مورد بررسی قرار گرفته است نتایج در جدول شماره (۳) آمده است.

با توجه به جدول شماره (۳)، همان‌طور که مشاهده می‌شود تمام متغیرها در سطح اطمینان ۹۵٪ آثار معنی‌دار و مستقیم بر تقاضای گازوییل دارند. بیشترین اثر را نرخ شهرنشینی و کمترین اثر را یارانه بر روی تقاضای گازوییل دارد.

$$\hat{y} = -33815 + 0.015 GDP + 0.274 POP + 415.8 CR + 0.028 SUB \quad (16)$$

GDP: تولید ناخالص داخلی، POP: جمعیت، CR: نرخ شهرنشینی، SUB: یارانه انرژی می‌باشد.

#### ۴-۷. برآورد تابع تقاضای گازوییل

با توجه به روش PLSR معادله تابع تقاضای گازوییل با استفاده از نرم افزار XL Stat بدست آمده است. تابع تقاضای گازوییل در بخش حمل و نقل به صورت معادله زیر می باشد:

فرضیه	ضریب مسیر	آماره t	نتیجه آزمون
تولید ناخالص داخلی (GDP)	۰/۸۹	۲۲/۱۷	پذیرش فرضیه $H_1$
جمعیت	۰/۹۰	۲۰/۳۸	پذیرش فرضیه $H_1$
نرخ شهرنشینی	۰/۹۱	۲۱/۹۰	پذیرش فرضیه $H_1$
یارانه انرژی (گازوییل)	۰/۵۴	۳/۵۸	پذیرش فرضیه $H_1$
$DW = 1.9$ $R^2 = 0.88$ $DF = 16$ $\bar{R}^2 = 0.86$			

مأخذ: نتایج تحقیق

همان‌طور که در جدول شماره (۴) مشاهده می‌کنید، دو سناریو برای تولید ناخالص داخلی و دو سناریو برای یارانه گازوییل در نظر گرفته شده است که در مجموع چهار سناریو وجود دارد. برای تمام سناریوها میزان رشد متغیرها در نظر گرفته شده است.

#### ۵-۷. پیش‌بینی تقاضای گازوییل

با توجه به سناریوهای بیان شده در قسمت گردآوری داده‌ها، پیش‌بینی تقاضای گازوییل در جدول شماره (۴) در سال ۱۴۰۰ محاسبه گردیده است.

جدول ۴: نرخ رشد متغیرها در سناریوهای مختلف

نرخ رشد - سالانه				
یارانه گازوییل	نرخ شهرنشینی	جمعیت	تولید ناخالص داخلی	
ثابت سال ۹۰	۰/۴٪	۱٪	۳٪	سناریو اول
حذف شود	۰/۴٪	۱٪	۳٪	سناریو دوم
ثابت سال ۹۰	۰/۴٪	۱٪	۵٪	سناریو سوم
حذف شود	۰/۴٪	۱٪	۵٪	سناریو چهارم

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی متغیرهای تولید ناخالص داخلی، جمعیت، نرخ شهرنشینی، یارانه گازوییل برای سال ۱۴۰۰ با توجه به سناریوهای جدول شماره (۴) محاسبه شده است.

طبق سناریوهای موجود میزان پیش‌بینی متغیرها در سال ۱۴۰۰ برای تقاضای گازوییل به دست آمده است که در جدول شماره (۵) مشاهده می‌کنید. همان‌طور که در جدول شماره ۵ مشاهده می‌کنید،

جدول (۶) مشخص شده است.

از آنجایی که میزان پیش‌بینی متغیرها در سال مورد نظر بدست آمده و همچنین طبق معادله (۱۶)، میزان تقاضای گازوییل برای سال ۱۴۰۰ با صورت چهار سناریو بدست می‌آید که در

جدول ۵: میزان پیش‌بینی متغیرها

		پیش‌بینی سال ۱۴۰۰
تولید ناخالص داخلی (میلیارد ریال)	سناریو اول و دوم	۶۶۴۱۵۵/۴
	سناریو سوم و چهارم	۷۵۸۲۸۷/۷
جمعیت (هزار نفر)	سناریو اول تا چهارم	۸۲۸۸۱/۴
نرخ شهرنشینی (درصد)	سناریو اول تا چهارم	۷۴/۴۰
یارانه گازوییل (میلیارد ریال)	سناریو اول و سوم	۱۲۴/۵۹
	سناریو دوم و چهارم	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۶: پیش‌بینی مصرف گازوییل

	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم
پیش‌بینی تقاضای گازوییل (میلیون لیتر) - سال ۱۴۰۰	۲۹۷۹۵/۸	۲۹۷۸۹/۳	۳۱۲۰۷/۸	۳۱۲۰۴/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بررسی میزان آثار متغیرهای (تولید ناخالص داخلی، جمعیت، نرخ شهرنشینی و یارانه گازوییل) بر روی تقاضای گازوییل در بخش حمل‌ونقل است که به آن پرداخته شد. خلاصه یافته‌ها در این مطالعه، بیان می‌دارد، تولید ناخالص داخلی، جمعیت، نرخ شهرنشینی و یارانه گازوییل آثار معنی‌دار و مستقیم بر روی تقاضای گازوییل در بخش حمل‌ونقل دارد، بیشترین اثر را نرخ شهرنشینی و کمترین اثر را یارانه گازوییل گذاشته است. همان‌طور که نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد، نرخ شهرنشینی بیشترین اثر را روی تقاضا برای گازوییل گذاشته است، دلیل آن هم می‌تواند این باشد که با مهاجرت مردم از روستاها به شهرها برای دستیابی به امکانات رفاهی بالاتر و شغل بهتر، تمرکز جمعیت در مناطق شهری بیشتر شده لذا این امر نیاز به سوخت گازوییل را در بخش حمل و نقل افزایش می‌دهد. از طرفی با افزایش تولید ناخالص

همان‌طور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود بیشترین مصرف گازوییل در سناریوی سوم بدست آمده که مقدار آن ۳۱۲۰۷/۸ میلیون لیتر است و کمترین مقدار مصرف گازوییل به سناریوی دوم اختصاص دارد که مقدار آن ۲۹۷۸۹/۳ میلیون لیتر است. طبق اطلاعات ترازنامه انرژی، تقاضای گازوییل در سال ۱۳۹۱ به میزان ۲۰۲۰۹/۵ میلیون لیتر می‌باشد. با توجه به سناریوی دوم پیش‌بینی تقاضای گازوییل در سال ۱۴۰۰ که کمترین مقدار را از بین سناریوهای موجود دارد، تقاضای گازوییل در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۹۱ به میزان ۴۷٪ رشد داشته است و به طور متوسط رشد سالانه معادل ۵/۲٪ را دنبال می‌کند.

## ۸. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

هدف از این مطالعه برآورد و پیش‌بینی تقاضای گازوییل و

می‌تواند مبنای مطالعات عمیق‌تر چه از لحاظ کمی و چه از لحاظ کیفی در این زمینه باشد. همان‌طور که بحران انرژی برای سال‌های آتی یک بحث بسیار مهم و ضروری در بین محافل علمی و غیرعلمی می‌باشد، با توجه به تحقیق انجام شده و تعیین اثر متغیرها بر روی تقاضای گازوییل، سیاستمداران و عاملان اجرایی می‌توانند با کنترل متغیرها میزان تقاضای گازوییل را کنترل کنند. نرخ شهرنشینی و یارانه گازوییل بیش‌ترین و کمترین آثار را بر روی تقاضای گازوییل دارد، لذا عاملان اجرایی با در نظر گرفتن این متغیرها و میزان اثر آنها، می‌توانند تقاضای گازوییل را پیش‌بینی و کنترل کنند.

با توجه به یافته‌های این مطالعه و پیش‌بینی تقاضای انرژی برای سال ۱۴۰۰، مبنای مناسبی برای برنامه‌ریزان اجرایی بوجود آمده تا سیاست‌های کلان اقتصادی را با استفاده از این مطالعه پایه‌ریزی کنند.

داخلی، درآمد سرانه افراد افزایش می‌یابد، لذا قدرت رفاهی افراد افزایش یافته و این امر تقاضا برای حمل و نقل را که منجر به افزایش مصرف سوخت می‌گردد، افزایش می‌دهد. با افزایش جمعیت نیز نیاز به وسایل حمل و نقل افزایش یافته که این امر سبب افزایش تقاضا برای سوخت می‌گردد. با وضع یارانه برای سوخت گازوییل هزینه استفاده از آن به نوعی کاهش می‌یابد، به بیان دیگر استفاده از سیاست‌های یارانه‌ای برای یک کالا نوعی مشوق برای استفاده آن کالا توسط سیاستگذار بکار گرفته می‌شود. لذا افزایش یارانه گازوییل تقاضا برای گازوییل را افزایش می‌دهد. برآورد تابع تقاضای گازوییل در بخش حمل و نقل و پیش‌بینی آن در سال ۱۴۰۰ نشان می‌دهد که میزان تقاضای گازوییل به طور متوسط رشد سالانه معادل ۵/۲ درصد را دنبال می‌کند.

از آنجایی که در این مطالعه به برآورد و پیش‌بینی تقاضای گازوییل در بخش حمل و نقل پرداخته شده، این تحقیق

## منابع

فطرس، محمدحسن و همکاران (۱۳۹۲). "برآورد تابع تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران"، فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، شماره ۷، صص ۲۳-۴۲.

مزرعتی، محمد (۱۳۸۴). "پیش‌بینی مصرف گازوییل تا سال ۱۴۰۰ و نقش مترو تهران در کاهش مصرف آن"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۴، صص ۷۸-۵۷.

یقینی، فروغ الزمان (۱۳۸۵). حمل و نقل و شکوفایی، انتشارات ارکان دانش.

آخانی، زهرا (۱۳۷۸). "مدل‌های برآورد تابع تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل"، مجله برنامه و بودجه، شماره ۳۸ و ۳۹، صص ۱۰۱-۱۲۸.

دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی (۱۳۹۱). ترازنامه انرژی، معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو.

روابط عمومی وزارت راه و ترابری (۱۳۸۶). سند ملی توسعه حمل و نقل در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، نشر عیلام.

سایت آژانس بین‌المللی انرژی، [www.iea.org](http://www.iea.org).

- Alexandros G., Mohamed EH. and H. Malcolm (1970–2010). "A Longitudinal Analysis of the UK transport sector", *Energy Policy*, No.37, pp.623–32.
- Adegbulugde A.O. and F.B. Dayo (1986). "Demand Analysis of Gasoline Consumption in Nigeria", *OPEC Review*.
- Edigera VS. and U. Camdali (1988–2004). "Energy and Exergy Efficiencies in Turkish Transportation Sector", *Energy Policy*, No.35, pp. 1238–44.
- HW Wang. (1998). "Partial Least-Squares Regression Method and Applications", *Beijing Defense Industry Publishing House*.
- Ishis s., Tabushi T. Aramaki and K, Hanaki. (2010). "Impact of Future Urban form on the Potential to Reduce Greenhouse Gas Emission from Residential", Commercial and Public Building Astonumiya, Japan: *In Energy Policy*, No. 38, pp. 4888-4896.
- Lancaster K. (1971). "Consumer Demand: A New Approach", *Journal of Economic Literature* 1973, No. 11, pp. 77– 81.
- Liu Weiwei (2011). "Modelling Gasoline Demand in the United States: A Flexible Semiparametric Approach", Department of Economics State University of New York at Binghamton.
- Pagolatus J.H. (1986). "Demand for Oil Products in USA", *The Iowa Economic Journal*, 38(2), pp. 128-152.
- Ping-Feng Pai, Wei-Chiang Hong. ( 2005 ). "Forecasting Regional Electricity Load Based on Recurrent Support Vector Machines With Genetic Algorithm", *Electric Power System Research*, 74(3), pp. 417-425.
- Redncy Samimi ( 1995). "Read Transport Energy Demand in Australia", *Energy Economics*, 17(4).
- Totto L. and T.M. Johnson (1983, Summer). "OPEC Domestic Oil Demand: Product Forecast for 1985 & 1990", *OPEC Review*.
- Von Moltke A. and M. Colin (2004). "Morgan(ed) Energy Subsidies: Lesson Learned in Assessing Their Impact and Designing Policy Reforms [Journal] ", *UNEP*.
- Johansson S. et al. (1983). "Pattern Regression Finding and Using Regularities in Multivariate Data", *London, Analysis Applied Science Publication*.