



فصلنامه مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۸، شماره ۲۷، تابستان ۹۷

## بررسی موانع کاهش مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل خودروهای سبک ایران<sup>۱</sup>

محمدجواد ساکت<sup>۲</sup>، محمدصادق کریمی<sup>۳</sup>

### چکیده

بخش حمل‌ونقل به‌خصوص حمل‌ونقل جاده‌ای در ایران مانند تمام دنیا سهم بزرگی در مصرف انرژی دارد. تأمین امنیت عرضه سوخت حمل‌ونقل جاده‌ای در بخش خودروهای سنگین کاملاً محقق شده اما در زمینه بنزین مدیریت صحیحی صورت نگرفته است؛ به‌طوری‌که ایران سال‌هاست واردکننده بنزین بوده است و شهرهای بزرگ آن مشکل آلودگی ناشی از خودروهای سبک را دارند. با بررسی موضوع حمل‌ونقل خودروهای سبک از روش نظریه بازی می‌توان به تحلیلی درست از موانع پیش روی کاهش مصرف سوخت در این حوزه پی برد. برای این منظور، عوامل اصلی اثرگذار در حمل‌ونقل خودروهای سبک یعنی مردم، دولت و خودروساز مدلسازی شده است و منافع آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. با بررسی روابط میان این بازیگران و اقدامات آن‌ها، می‌توان دریافت که ایجاد اهرم جریمه خودروساز می‌تواند به مدیریت مصرف سوخت کمک شایانی کند. همچنین، ملزم کردن دولت به دادن وام به خودروساز، جهت بهبود مصرف سوخت موتور خودروها، مصرف سوخت را کاهش می‌دهد. از طرفی، تعیین میزان استاندارد برای متوسط مصرف سوخت خودروهای تولیدی باید

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۲

۱. تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۶

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی سیستم‌های انرژی دانشگاه صنعتی شریف (نویسنده مسئول)؛

رایانامه: mohammadjavadsaket@gmail.com

۳. دانشجوی دکتری رشته مهندسی سیستم‌های انرژی دانشگاه صنعتی شریف؛ رایانامه: m\_karimi@energy.sharif.ir



به صورت پله‌ای و مرحله‌ای باشد.

**کلیدواژه‌ها:** نظریه بازی، حمل و نقل، خودروهای سبک، بنزین، سوخت

## ۱. مقدمه

بخش حمل و نقل به عنوان عامل ارتباط دهنده مراکز عرضه و تقاضا و عنصر پیوند دهنده فعالیت‌های اقتصادی، از دو بُعد توسعه ملی و قیمت نهایی کالا و خدمات، نقش اساسی و کلیدی در کشورها دارد؛ تا جایی که توجه دقیق و جامع به هر یک از ویژگی‌های عوامل زیرساختی حمل و نقل جزو الزامات اصلی رشد و توسعه در کشورها به شمار می‌رود. به عبارت دیگر، حمل و نقل حلقه واسطه میان همه بخش‌های اقتصادی است و در زنجیره تأمین و ارزش افزوده اهمیت و افری دارد. از این رو، شکل‌گیری ارزش افزوده در تمامی بخش‌های اقتصادی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از فعالیت‌های بخش حمل و نقل تأثیر می‌پذیرد.

از طرف دیگر، انرژی در فرایند تولید و توسعه جوامع نقش بسزایی دارد. لزوم توجه بیشتر به مسئله انرژی و استفاده بهینه از آن، حداقل از دو جهت اجتناب‌ناپذیر است؛ اول اینکه منابع انرژی قابل دسترس محدود یا استفاده بیشتر از آن‌ها مستلزم صرف هزینه‌های زیاد است؛ دوم اینکه انرژی به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولیدی، مکمل سایر نهاده‌های تولیدی دیگر مانند نیروی کار و سرمایه است و درجه جانشینی بسیار پایینی دارد.

به علاوه، یکی از محورهای اساسی در مبحث توسعه پایدار، چگونگی تعامل بخش‌های مختلف اقتصادی با محیط زیست است. در این راستا، بخش حمل و نقل به‌عنوان یکی از عمده‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی سبب ایجاد بسیاری از مخاطرات و تبعات زیست محیطی می‌شود.

در پژوهش حاضر تلاش کردیم با نگاهی جامع و کلان به نهادهای تأثیرگذار در بخش حمل و نقل خودروهای سبک پردازیم و راهکارهای ارائه شده به صورت عملیاتی و مطابق با واقعیت‌های موجود کشور ایران باشد. در نتیجه، با شناخت موانع کاهش مصرف سوخت در کشور می‌توان راه‌حل‌هایی درست و منطبق با مشکل عرضه کرد. هدف از مدل‌سازی از طریق نظریه بازی نیز همین است و می‌تواند به تسهیل دستیابی به شناخت موانع نهادی کمک کند.

## ۲. پیشینه پژوهش

مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش حاضر را می‌توان از دو دیدگاه «روش پژوهش» و «موضوع پژوهش» بررسی کرد. موضوعات مرتبط با موضوع پژوهش حاضر به چند دسته تقسیم می‌شود:



۱) مطالعات حمل و نقل به عنوان جزئی از اقتصاد کلان؛

۲) مطالعات مربوط به اقتصاد سوخت؛

۳) مطالعات معطوف به تکنولوژی.

به موضوعات بالا از طریق روش ها و رویکردهای متفاوتی پرداخته شده است که مهم ترین

آن‌ها عبارت‌اند از:

- تعادل عمومی محاسبه پذیر

- برنامه ریزی ریاضی

- نظریه بازی

- سایر روش‌ها.

### جدول ۱. پیشینه پژوهش

عنوان پژوهش	سال	نویسندگان	رویکرد	نتیجه
The Impact of Reducing Oil Subsidy on Indonesian Macroeconomics Performance	۲۰۰۵	R. Oktaviani et al	۱	افزایش قیمت سوخت، قیمت ستانده صنایع انرژی‌بر از قبیل حمل و نقل و شیلات را افزایش می‌دهد.
Analyzing the Energy Subsidies and the Effects of Energy Price Increase on the Price Level in Iran	۲۰۰۵	Z. Parmeh	۱	تعدیل قیمت تمام حامل‌های انرژی به سطح قیمت‌های جهانی گویای آن است که تورم به وجود آمده ۳۵,۶ درصد خواهد بود.
Dynamic games in the economics and management of pollution	۲۰۱۰	S. Jørgensen et al	۱	در صورتی که در بازی، یک تنظیم کننده با قدرت زیاد و خیر خواه اجتماعی وجود داشته باشد و بازی را طوری تنظیم کند که مطلوبیت همه جامعه بیشینه شود، دستیابی به بهینه پرتو امکان پذیر است.
Impacts of energy subsidy reform on the Malaysian economy and transportation sector	۲۰۱۴	soleymani, kari	۱	اصلاح یارانه انرژی بر اقتصاد کشور مالزی مفید است و موجب افزایش تجارت، تولید ناخالص ملی اسمی و واقعی، کاهش تقاضا برای انواع حامل‌های انرژی و در نتیجه کاهش آلودگی خواهد شد.
An empirical study on the influencing factors of transportation carbon efficiency	۲۰۱۵	Qiang Cui, Ye Li	۱	اثر گذاری پارامترهای ساختاری کمتر از پارامترهای مدیریتی و تکنولوژیکی است.



با افزایش آلاینده‌ها در جامعه، مطلوبیت دولت کاهش و هزینه تولید محصولات بنگاه‌ها افزایش می‌یابد. دولت نیز در گرفتن مالیات و تولید بیشتر مطلوبیت دارد.	۲	A. A. Batabyal	۱۹۹۶	Consistency and optimality in a dynamic game of pollution control
اثر تغییر قیمت بنزین بر تقاضای آن در بلندمدت و کوتاه‌مدت تحت تأثیر کارایی سوخت و مسافت طی شده هر اتومبیل و با درجه کمتری تحت تأثیر تغییر در مالکیت اتومبیل قرار دارد.	۲	Brons et al	۲۰۰۸	A Meta-Analysis of the Price Elasticity of Gasoline Demand
یک درصد افزایش در تعداد وسایل نقلیه موتوری، مصرف بنزین را ۰,۷۵ درصد بیشتر می‌کند.	۲	Wasserfallen W., Gunten-sperger H	۱۹۸۸	Gasoline consumption and the stock of motor vehicles
چنانچه در کره جنوبی سوخت هیبریدی و CNG عرضه شود، مصرف گازوئیل ۵,۷ درصد، دیزل ۳۹,۹ درصد و LPG ۵۰,۳ درصد کاهش خواهند یافت.	۲	Jiwoon Ahn	۲۰۰۸	A forecast of household ownership and use of alternative fuel vehicles
وقتی قیمت بنزین ۱۳,۴۵ درصد بیشتر شود میزان استفاده از اتومبیل و موتورسیکلت به ترتیب ۳۳,۸ و ۱۰,۲ درصد کمتر می‌شود.	۲	Yung-Hsiang Cheng et al	۲۰۱۵	Urban transportation energy and carbon dioxide emission reduction strategies
اگر استاندارد آسان باشد، خودروساز آن را اجرا نمی‌کند، اگر متوسط باشد، به آن عمل می‌کند و اگر سختگیرانه باشد، به آن حمله می‌کند.	۳	Ching-Shin et al	۲۰۰۹	A structural analysis of vehicle design responses to Corporate Average Fuel Economy policy
زمانی مزایای افزایش سطح استاندارد کافی بیشتر از هزینه‌های آن است که مالیات یک واحد بنزین، کمتر از هزینه‌های خارجی آن باشد.	۳	David Austin, Terry Dinan	۲۰۰۵	Clearing the air: The costs and consequences of higher CAFE standards and increased gasoline taxes
میزان نیتروژن اکسید در مسیرهای مختلف تا حد ۲۴ درصد متفاوت بود و در حالت ترافیک نیز تا ۱۹ درصد افزایش می‌یابد.	۳	H. Christopher Frey et al	۲۰۰۸	Fuel use and emissions comparisons for alternative routes, time of day, road grade, and vehicles based on in-use measurements
روش آنالیز تصادفی رو به جلو پاسخ‌های دقیق‌تر و مطابق با شرایط موجود را برای اتحادیه اروپا شامل شده، اهداف جایگزین را نیز دارد	۳	Manuel Frondel et al	۲۰۱۱	A regression on climate policy: The European Commission's legislation to reduce CO2 emissions from automobiles
با اجرای سیاست‌های مختلف و توسعه تکنولوژی می‌توان مصرف سوخت چین را در سال ۲۰۳۰ به اندازه ۲۰۱۰ نگاه داشت.	۳	Xiaojun Hu et al	۲۰۱۰	Energy for sustainable road transportation in China: Challenges, initiatives and policy implications



## ۲.۱. مطالعات حمل و نقل به عنوان جزئی از اقتصاد کلان

مجموع پژوهش‌های انجام شده در این بخش بیشتر معطوف به تجزیه و تحلیل اثرهای تغییر قیمت و یارانه (مالیات) بر بخش‌های مختلف اقتصاد مخصوصاً بخش حمل و نقل است. پژوهشگران در این زمینه پس از انجام مدل‌سازی و استخراج مدل سازگار با شرایط موجود، به بررسی اثر تغییر پارامترهای مختلف بر اقتصاد و حمل و نقل پرداخته‌اند؛ حال آنکه در شرایط واقعی نحوه اثر گذاری متغیرها بر یکدیگر در هر حالت متفاوت است و الزاماً از یک الگوی تاریخی تبعیت نمی‌کند. همچنین در شرایط واقعی بازیگران مختلف به نقش آفرینی خواهد پرداخت و اثرهای تغییر پارامترها را با واکنش خود بیشتر یا کمتر خواهند کرد.

## ۲.۲. مطالعات مربوط به اقتصاد سوخت

موضوع مصرف سوخت در بخش حمل و نقل را می‌توان از منظر روابط بین مصرف کننده و سیاست گذار، سیاست گذار و خودروساز یا خودروساز و مصرف کننده بررسی کرد. در این صورت با اعمال تغییرات بر روی پارامترهای مؤثر در مسئله می‌توان به تحلیل حساسیت نتایج خروجی از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها پرداخت.

مطالعات انجام شده در این بخش بر اساس محقق کردن اهداف و برنامه‌هایی از پیش تعیین شده بوده است و مدل و ابزارها در جهت تحقق اهداف از پیش تعیین شده، پیشنهادهایی ارائه می‌دهد که میزان اجرایی بودن آن مشخص نیست. همچنین، تأثیرات دیگر این تصمیمات در نظر گرفته نشده است. به علاوه، مطالعات انجام شده هر سه بازیگر دولت، مردم و خودروساز را به صورت هم‌زمان و تأثیر گذار-تأثیر پذیر در نظر نگرفته است.

## ۲.۳. مطالعات معطوف به تکنولوژی

یکی از مسائل تعیین کننده و اساسی در میزان مصرف سوخت بخش حمل و نقل فناوری‌های به کاررفته در خودروها است. خودروساز همواره مجبور است، با شرایطی که سیاست گذار با وضع استانداردهای مختلف برای وی به وجود می‌آورد، خود را وفق دهد. در بعضی مواقع، خودروساز می‌تواند سیاست‌های اتخاذ شده دولت را محقق کند و در بعضی مواقع، خیر. تأثیر مدیریت تکنولوژی سیاست گذار و سپس میزان تحقق آن به وسیله شرکت‌های خودروسازی از جمله عوامل مهم در تعیین میزان مصرف سوخت بخش حمل و نقل است.

در نهایت، می‌توان به مطالعات این حوزه به این صورت نگاه کرد که همگی به بررسی روابط بین سیاست گذار به عنوان واضع قانون و خودروساز به عنوان اجراکننده آن پرداخته‌اند. تجربه جهانی ثابت کرده است که همیشه وضع استانداردها به تنهایی عامل دسترسی به اهداف



نیست؛ مخصوصاً اینکه خودروساز همواره یک چشم به مشتری دوخته است و چشم دیگر را به منافع خود دارد. از همین رو، دولت‌ها می‌بایست قبل از اخذ تصمیمات خود، نگاهی دقیق به منافع و هزینه‌های خودروسازها داشته باشند تا تصمیمات خود را مطابق با واقعیت‌های موجود بگیرند.

در مجموع، پیشینه پژوهشی در زمینه پژوهش حاضر بیشتر بر مدل‌های کلان اقتصادی و یا قیمت‌گذاری سوخت تکیه دارد. در صورتی که هیچ‌گاه به موضوع حمل‌ونقل و بازیگران اصلی آن در حالت استراتژیک و با نظریه بازی به‌طور جدی پرداخته نشده است.

همچنین، براساس مدل‌هایی که نتایج آن در قسمت قبل آمد، بهینه‌ترین حالت‌ها برای بهترین اقدامات، از نظر مدیریت مصرف و کاهش آلاینده‌گی به دست آمده است. حال آنکه بهینه‌ترین نتایج برای شرایط ایدئال قابل‌اجراست و نقش آفرینان بخش‌های مختلف الزاماً عملکرد بهینه زیست‌محیطی و حتی اقتصادی را ندارند. لذا در نظر گرفتن منافع تمام نقش آفرینان می‌تواند به صحت پیش‌بینی‌ها افزوده و نتایج منطبق با واقعیت‌های موجود را بهتر نشان دهد.

علاوه بر مطالبی که یاد شد، هیچ‌یک از پژوهش‌ها به دولت به‌عنوان بازیگری که به دنبال کسب منافع خود است، نپرداخته است. چنانچه به بررسی تصمیمات مختلف دولت‌ها در زمینه‌های مختلف توجه شود، این نکته روشن خواهد شد که رفتار دولت‌های وقت الزاماً متناسب با منافع محیط زیست، کشور و یا مردم نبوده است. در این صورت، مدل‌سازی دولت و منافع آن در جهت پیش‌بینی رفتار تنظیم‌گری در حیطه اختیارات وی می‌تواند به بهبود پیش‌بینی‌ها در راستای نزدیک شدن به واقعیت کمک شایانی کند.

### ۳. پرسش‌ها و فرضیه‌ها

به کارگیری یک روش منسجم و مبتنی بر نگاه سیستمی به بخش حمل‌ونقل، هم می‌تواند آثار اقتصادی مفیدی برای کشور داشته باشد، هم می‌تواند از آثار زیان‌بار آلاینده‌ها در شهرها و در سطح کشور جلوگیری کند و نیز به نوبه خود رفاه اجتماعی را به سطح بالاتری برساند.

از همین رو، با انتخاب روش نظریه بازی و در نظر گرفتن سه بازیگر تأثیرگذار در بخش حمل‌ونقل خودروهای سبک یعنی مردم، دولت و خودروساز، به بررسی نحوه روابط موجود در بخش حمل‌ونقل خودروهای سبک پرداخته‌ایم و روش‌های مختلف مدیریت مصرف سوخت را بررسی کرده‌ایم.



#### ۴. روش پژوهش و چارچوب نظری

نظریه بازی مجموعه‌ای از ابزارهای تحلیلی است که برای فهم بهتر تصمیم‌های تصمیم‌گیران در تعامل با یکدیگر طراحی شده است. کاربرد بی‌نظیر نظریه بازی در شرایطی است که تعدادی از بازیگران در تعامل با یکدیگر باید در مورد مسائل مختلفی تصمیم‌گیری کنند و تصمیم هر یک بر مطلوبیت خود و دیگر بازیکنان مؤثر باشد که به آن شرایط استراتژیک گفته می‌شود. از کاربردهای بسیار آن می‌توان به تحلیل رفتار بنگاه‌های رقیب در کسب و کار، رقبای سیاسی در انتخابات و نظایر آن‌ها اشاره کرد.

#### ۵. تعریف مفاهیم و متغیرها

مهم‌ترین بازیگران حمل‌ونقل در بخش خودروهای سبک عبارت‌اند از مردم، دولت و خودروساز. هرچند عواملی خارج از این مجموعه بر بازی تأثیرگذار است، اما یا به صورت یک متغیر خارجی به مدل افزوده شده و یا اینکه تأثیر آن بسیار ناچیز در نظر گرفته شده است. هر یک از این بازیگران برای انجام اقداماتی، به شرح زیر، اختیار دارند:

(۱) دولت

- قیمت سوخت ( $FP^d$ )

- مالیات ( $T^d$ )

- جریمه ( $P^d$ )

- عوارض ( $CT^d$ )

- وام ( $L^d$ )

(۲) خودروساز

- قیمت خودرو ( $CP^s$ )

- متوسط میزان مصرف سوخت خودروها ( $\Pi$ )

(۳) مردم

- تعداد خرید خودرو ( $CQ^{m}$ )

- تابع مطلوبیت مردم

4. Fuel Price

5. Tax

6. Penalty

7. Car Tax

8. Loan

9. Car Price

10. Car Quantity



منافع مردم در این بازی عبارت است از حس مالکیت خودروی شخصی و رفاه حاصل از داشتن آن. نحوه محاسبه به این صورت در نظر گرفته شده است که مطلوبیت حاصل از مالکیت خودرو برای کل مردم برابر است با میزان مخارجی که حاضر بوده‌اند برای داشتن یک خودرو برای چند سال پردازند. برای این منظور، میزان هزینه طی یک کیلومتر مسافت (هزینه بیمه بدنه و شخص ثالث، هزینه کاهش قیمت اتومبیل در طی زمان، هزینه سوخت و هزینه تعمیرات) با یک خودرو در نظر گرفته شده است و این میزان در تمام مسافتی که یک خودرو در طول عمرش طی می‌کند (میرزایی و دیگران، ۱۳۹۲) ضرب می‌شود. این مسافت نیز از حاصل ضرب تعداد خودروها در میزان مسافت طی شده متوسط سالانه هر خودرو به دست می‌آید.

پس، با فرض هزینه رفاهی صفر، می‌توان نتیجه گرفت که مردم برای خرید یک خودرو به میزان هزینه‌هایی که قرار است در طول عمر خودرو پردازند توجه می‌کنند و خودرو را می‌خرند. از همین رو، می‌توان گفت که خرید خودرو برای مردم به همان میزانی که هزینه صرف کرده‌اند، منافع داشته است.

$$\text{(معادله ۱)} \quad \text{میزان منافع (درآمد)} = \text{هزینه طی یک کیلومتر} \times \text{مسافت متوسط طی شده سالانه} \times \text{تعداد خودروها} \times \text{عمر خودرو}$$

با توجه به اینکه داده‌های قبل از سال ۱۳۸۷ به دلیل ورود سوخت CNG، سهمیه‌بندی بنزین با کارت سوخت و افزایش نرخ تورم دچار نوسانات شدیدی شده است و با وجود در دسترس نبودن داده‌های سال ۱۳۹۰ به بعد، میزان منافع حاصل از دارایی خودرو در مردم فقط براساس داده‌های ۴ سال بین ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ محاسبه شده است. حال با یک برآزش لگاریتمی از میزان منافع (درآمد) مردم - که با توضیحات داده شده محاسبات شده است - نسبت به تعداد خودروهای موجود، می‌توان به تابعی به شکل معادله ۲ دست یافت.

$$\text{(معادله ۲)} \quad U = 3 \times 1014 \ln(CQ) - 4 \times 1014, R^2 = 0.9878$$

حال، با کم کردن هزینه‌های مالکیت و استفاده از خودرو از معادله ۲ می‌توان به تابع مطلوبیت مردم دست یافت.

هزینه‌های مالکیت و استفاده از خودرو عبارت است از هزینه عوارض سالیانه که با فرض عمر متوسط ده‌ساله برای یک خودرو، ده برابر هزینه‌های سالانه در نظر گرفته می‌شود (میرزایی و دیگران، ۱۳۹۲). مورد دیگر هزینه خرید خودرو است که برای کل مردم برابر تعداد خودروها در قیمت متوسط خودرو (میرزایی و دیگران، ۱۳۹۲) است. همچنین استفاده از خودرو هزینه سوخت (وزارت نیروی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۳) را ایجاد می‌کند که بسته به قیمت سوخت و مصرف متوسط خودروها تغییر می‌کند.





در مورد هزینه سوخت، علاوه بر تعداد خودروها، میزان طی مسافت خودروها<sup>۱۱</sup> (میرزایی و دیگران، ۱۳۹۲) از سوی مردم، اهمیت می‌یابد. با توجه به اینکه وجود دو اقدام برای مردم در مسیر حل معادلات ایجاد پیچیدگی زیادی می‌کند، متغیر میزان مسافت طی شده با استفاده از تعداد خودروها (میرزایی و دیگران، ۱۳۹۲) تخمین زده می‌شود و به این صورت، مردم تنها یک اقدام در این بازی خواهند داشت و آن انتخاب تعداد خودروی خریداری شده است. عدم تغییرات چشمگیر متوسط مسافت طی شده خودروها در طول سال‌های مختلف، صحت فرض انجام شده را نشان می‌دهد. حال می‌توان با یک برازش خطی، میزان مسافت طی شده سالانه کل خودروها را نسبت به تعداد خودروهای موجود مشخص کرد:

$$VKT = 17899 CQ - 4 \cdot 10^9, R^2 = 0.999 \quad (\text{معادله } ۳)$$

با توجه به هزینه‌های نام‌برده و تفریق آن‌ها از معادله ۲، تابع مطلوبیت مردم (S) در این بازی مطابق معادله ۴ است.

$$S = 3 \times 10^{14} \ln(CQ) - 4 \times 10^{14} - (CQ \times CP \times ct) - (CP \times CQ) - \quad (\text{معادله } ۴)$$

$$FP \times 1.2 \Pi / 100 \times (17899 CQ - 4 \times 10^9)$$

### تابع مطلوبیت بنگاه تولیدکننده خودرو

تنها سود بنگاه تولیدکننده خودرو در این بازی، فروش خودرو است. فرض بر این است که از میزان فروش خودرو ۱۰ درصد سود خالص باشد. هزینه‌های خودروساز در این بازی عبارت‌اند از مخارج بهسوزی موتور خودرو و کاهش مصرف آن، مالیات بر سودی که بنگاه خودروسازی به دولت می‌دهد و جریمه‌ای که دولت بابت مصرف متوسط سوخت خودروهای سبک از بنگاه دریافت می‌کند.

بر اساس مصوبه شورای اقتصاد در تاریخ ۲۶ آبان ۱۳۹۵ و اطلاعات پژوهشی شرکت سایپا، میزان هزینه‌های مربوط به کاهش یک لیتر مصرف سوخت در ۱۰۰ کیلومتر حدود ۱۵ میلیون ریال سال ۹۰ برآورد شده است.

از طرفی، دولت برای خودروساز استاندارد، بر اساس بهترین عملکرد شرکت‌های بین‌المللی در زمینه متوسط مصرف سوخت خودروها، وضع می‌کند. این میزان برای بازی حاضر ۶ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر فرض شده است و دولت به ازای اختلاف مقدار واقعی با مقدار تعیین شده از بنگاه به میزان دلخواه جریمه دریافت می‌کند. البته میزان مصرف برای خودروهایی که در اختیار مردم قرار دارد ۲۰ درصد بیشتر از مصرف سوخت خودروهای تولیدی فرض شده است.

11. Vehicle Kilometer Traveled (VKT)



با توجه به هزینه و منافع ذکر شده برای بنگاه خودروسازی و تفریق هزینه‌ها از مجموع منافع، تابع مطلوبیت این بازیگر (C) را می‌توان به صورت معادله ۵ نوشت.

$$C = 0.1(CP \times CQ) - CQ (15000000 - L)(7.93 - \Pi) - T (0.1(CP \times CQ) - CQ (15000000 - L) (10 - \Pi)) - CQ (\Pi - 6) p \quad (\text{معادله ۵})$$

به منظور اینکه تعادل بازی در نقاط بی‌معنی به دست نیاید، برای انتخاب‌های خودروساز حدودی منطقی در نظر گرفته شده است. بنابراین، در مورد میزان مصرف سوخت در خودروهای تولیدی، انتخاب خودروساز بین مقادیر فعلی یعنی ۷,۹۳ تا ۵ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر است. همچنین، اگر قیمت متوسط خودروها در ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ که حدود ۱۰۰ میلیون ریال است، به وسیله شاخص‌های تورمی بانک مرکزی، به سال ۱۳۹۰ تبدیل شود، می‌توان گفت که سقف قیمتی برای خودروساز می‌تواند ۱۲۵ میلیون ریال سال ۱۳۹۰، یا ۱۲ درصد بیشتر یعنی به میزان ۱۴۰ میلیون ریال سال ۱۳۹۰ می‌تواند باشد. کف قیمت نیز همان قیمت سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ بدون افزایش یعنی ۱۰۰ میلیون ریال فرض شده است. البته در شرایط واقعی سقف قیمت را شورای رقابت براساس قیمت سال قبل مشخص می‌کند اما چون در این بازی قیمت‌های واقعی براساس سال ۱۳۹۰ محاسبه می‌شود، می‌توان فرض کرد که شورای رقابت هر سال به میزان افزایش تورم سال قبل اجازه افزایش قیمت خودروها را می‌دهد که در این صورت میانگین سقف قیمت انواع خودروها برابر همان متوسط قیمت خودروها در طول تاریخ است.

### تابع مطلوبیت دولت

دولت نیز همانند دو بازیگر دیگر دارای منافع و هزینه‌هایی است. منافع دولت عبارت است از مالیات بر سودی که به‌طور خاص از بنگاه تولیدکننده خودرو می‌گیرد؛ به‌علاوه عوارض سالیانه خودرو که از مردم اخذ می‌شود. همچنین جریمه‌ای که تعیین شده است و از خودروسازی دریافت می‌شود جزو منافع یا درآمدهای دولت است. از طرفی، هر دولتی به فکر تأمین رفاه مردم است و سعی می‌کند منافع مردم را نیز به گونه‌ای تأمین کند که لااقل برای دوره‌ای دیگر رأی بیاورد. از همین رو دولت ۵۱ درصد از مطلوبیت مردم را در مطلوبیت خود می‌بیند و آن را به‌عنوان مطلوبیت خود محاسبه می‌کند.

هزینه‌های دولت تشکیل می‌شود از هزینه خارجی تولید کربن دی‌اکسید در داخل شهرها که میزان آن ۱۰۰ ریال برای هر کیلوگرم تعیین شده است (وزارت نیروی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۲). حجم کربن دی‌اکسید تولیدی به ازای هر لیتر بنزین مصرفی در خودرو برابر ۲,۳۱ کیلوگرم (University of Exeter, 2003) در نظر گرفته می‌شود. همچنین، میزان وامی



که مشخص شده است و به بنگاه خودروسازی تعلق می‌گیرد، از هزینه‌های دولت است. از طرفی، اختلاف قیمت بنزین مصرفی داخل و بنزین صادراتی از هزینه‌های در نظر گرفته شده برای دولت است. میزان قیمت بنزین صادراتی برای هر لیتر ۶۰۰۰ ریال سال ۱۳۹۰ فرض شده است. این میزان مطابق با قیمت‌های بین‌المللی بنزین در نظر گرفته شده است که البته با قیمت نفت تغییر می‌کند. نکته دیگر در مورد هزینه‌های دولت، میزان افراد مشغول به کار است. تعداد افراد مشغول به کار در خودروسازی‌های ایران خودرو، سایپا و پارس خودرو براساس گزارش اطلاعات حمل‌ونقل انرژی کشور، تقریباً برابر ۴۸۵۰۰ نفر (میرزایی و دیگران، ۱۳۹۲) است. این میزان مطابق با تغییر در نرخ تولید خودرو و در نتیجه مطابق با میزان خودروهای موجود در کشور تغییر می‌کند.

$$\text{(معادله ۶)} \quad =13013 \ln(CQ) - 170122, R2=0.9441 \text{ شاغلین}$$

حال، براساس معادله ۶ می‌توان میزان افرادی که بر اثر تغییر در سیاست‌های دولت یا خودروسازی شاغل می‌شوند یا شغل خود را از دست می‌دهند، محاسبه کرد. هزینه ایجاد شغل در سطح صنعتی همچون خودروسازی برای هر نفر برابر ۲,۲ میلیارد ریال سال ۱۳۹۰ فرض می‌شود.<sup>۱۲</sup> در نتیجه، با تولید بیشتر خودرو نسبت به حال حاضر، منفعت دولت بیشتر خواهد شد و برعکس. در نهایت تابع مطلوبیت دولت به صورت معادله ۷ در می‌آید.

**(معادله ۷)**

$$G = t(0.1(CP \times CQ) - CQ \times (15000000 - L)(7.93 - \Pi)) \\ -100 \times 2.31 \times 1.2 \Pi / 100 \times VKT(13013)2200000000 - \ln(CQ) - 170122 - 359000 \\ + (ct \times CQ \times CP) + ((FP - 11000) \times 1.2 \Pi \times VKT / 100) \\ + CQ(\Pi - 6)p - CQ \times L + 0.51 S$$

برای اینکه حدود متغیرهای انتخابی دولت به‌طور معنادار به دست آید، می‌توان از سقف و یا کف مقداری برای آن‌ها استفاده کرد. از همین رو، میزان عوارض سالیانه خودروها که در حال حاضر ۰/۱۵ درصد است بین ۰ تا ۱ درصد در نظر گرفته می‌شود. همچنین قیمت بنزین بین ۰ تا ۶۰۰۰ ریال (قیمت صادراتی) در نظر گرفته شده است. نرخ جریمه خودروساز نیز با توجه به اینکه میزان هزینه برای خودروساز ۱۵ میلیون ریال است، بین ۰ تا ۲۰ میلیون ریال در نظر گرفته می‌شود. مالیات دریافتی از سود خودروساز نیز می‌تواند مقداری بین ۰ تا ۵۰ درصد باشد. از طرفی، وامی که دولت به خودروساز بابت بهبود مصرف سوخت خودروها خواهد داد، می‌تواند ۰ یا به اندازه تمام هزینه‌های لازم برای انجام آن باشد.

۱۲. براساس اظهار نظرهای گوناگون مسئولان طی سال‌های مختلف



## حل بازی

بازی در نظر گرفته شده در این پژوهش یک بازی تک مرحله‌ای و ترتیبی با اطلاعات کامل است. ترتیب بازی به این صورت است که ابتدا دولت با اتخاذ اهرم‌هایی که در اختیار دارد به بیشینه‌سازی سود خود را در نظر گرفته و بازی را شروع می‌کند. پس از آن بنگاه تولید کننده خودرو با توجه به سیاست‌هایی که دولت اتخاذ کرده است، تصمیم می‌گیرد اقداماتش را نسبت به میزان فعلی به چه میزانی افزایش یا کاهش دهد. پس از آن، مردم با شرايطی که دولت و خودروساز برایشان به وجود آورده به انتخاب تعداد خودرو برای خود می‌پردازند. تابع بهترین پاسخ برای نهاد مردم از معادله ۴ به صورت معادله ۸ به دست می‌آید.

$$CQ = \frac{3 E 14}{CC(ct + 1) + FP \times 1.2 \times \Pi \times 178.99} \quad (\text{معادله ۸})$$

## ۶. یافته‌های پژوهش

معادلات یاد شده با استفاده از نرم‌افزار MATLAB حل شده و خروجی‌های آن به صورت انتخاب هر بازیگر بوده است. همچنین، با تغییر مشخصه‌های مختلف بازی و مقایسه حالت‌های مختلف هر انتخاب و اقدام بازیگران می‌توان به نتایج گوناگونی رسید که هر کدام بیانگر نکته‌ای خاص است.

با توجه به معادلات به دست آمده در فصل قبل و روش محاسباتی مورد استفاده، تعادلی که بر اساس انتخاب بازیگران مختلف به دست می‌آید مطابق جدول ۲ است.

جدول ۲. تعادل به دست آمده از انتخاب‌های بازیگران

بازیگر	اقدام	مقدار
دولت	قیمت سوخت	۶۰۰۰ ریال
دولت	عوارض خودرو	٪ قیمت خودرو
دولت	مالیات	٪
دولت	جریمه	۱۵ میلیون ریال
دولت	وام به خودروساز	۰
خودروساز	قیمت خودرو	۱۴۰ میلیون ریال
خودروساز	متوسط مصرف سوخت موتور	۷.۹۳
مردم	تعداد خودرو	۱۸۲۶۸۰۰۰



با توجه معادله ۳ می توان مصرف روزانه سوخت را از معادله ۹ به دست آورد.

$$\text{مصرف سوخت} = \frac{1.2\eta(17899 \times CQ - 4E9)}{100 \times 365} \quad (\text{معادله ۹})$$

بر این اساس، مصرف روزانه سوخت در حالت تعادل که طی زمان و با ثابت بودن پارامترهای انتخابی بازیگران به دست می آید که برابر است با ۸۴ میلیون و ۲۰۶ هزار لیتر در روز.

### قیمت سوخت

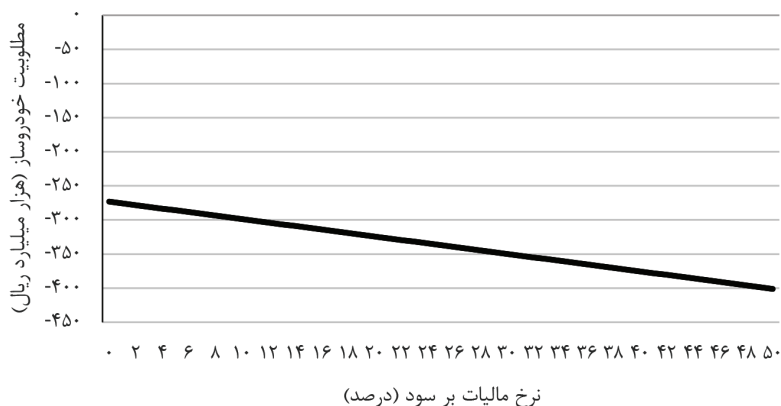
تأثیر قیمت سوخت بر مطلوبیت مردم اثر خیلی زیادی ندارد. با ثابت بودن سایر پارامترها در حالت تعادل، تغییر قیمت سوخت از ۰ تا ۶۰۰۰ ریال باعث کاهش ۲.۶ درصدی در مطلوبیت مردم، کاهش ۶.۲ درصدی در تعداد خرید خودرو و کاهش ۶.۲ درصدی در مصرف بنزین می شود. افزایش مطلوبیت خود دولت در اثر تغییر قیمت سوخت از ۰ تا ۶۰۰۰ ریال برابر ۱ درصد است.

### عوارض

با فرض ثابت بودن تمام متغیرها در مقادیر تعادلی خود، افزایش عوارض سالانه خودرو از صفر تا ۱ درصد برای دولت ۱.۶۸ درصد مطلوبیت بیشتر خواهد داشت. کاهش مطلوبیت مردم و تعداد خودروی موجود با تغییر میزان عوارض از ۰ تا ۱ درصد در سال خودرو به ترتیب برابر ۳.۴ درصد و ۸.۵ درصد است.

### مالیات

منظور از مالیات در اینجا همان مالیاتی است که دولت از سود بنگاه تولید کننده خودرو دریافت می کند و مخصوص مدیریت بازار خودرو و حمل و نقل تعریف شده است. افزایش یا کاهش این مالیات بر مردم تأثیری ندارد؛ زیرا انتخاب خودرو ساز در مورد قیمت خودرو بیشترین مقدار است و هزینه ای نیز بابت اصلاح موتور خودروها انجام نداده است. از این رو، دیگر فضای مانور برای تعدیل اثر مالیات دولت ندارد و تنها مطلوبیت خودش با افزایش مالیات کم خواهد شد. تأثیر افزایش مالیات از سود بنگاه تولید کننده خودرو بر میزان مطلوبیت وی در شکل ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱. تغییرات مطلوبیت خودروساز با تغییر مالیات بر سود

### جریمه

میزان جریمه انتخابی دولت نیز برابر ۱۵ میلیون ریال به دست آمده است. این مقدار در بازی دقیقاً برابر همان هزینه‌ای به دست آمده است که بنگاه تولید کننده خودرو باید برای بهبود مصرف سوخت موتور خودروها صرف کند اما بین اینکه این هزینه را صرف این کار کند و یا جریمه را بپردازد، پرداخت جریمه را انتخاب می‌کند. حال می‌بایست شرایط مختلف را سنجید تا عملکرد بازیگران در آن شرایط مشخص شود. در ابتدا، حالتی که امکان اخذ جریمه برای دولت وجود نداشته باشد، تعادل بازی به صورت جدول ۳ می‌شود.

جدول ۳. تعادل بازی در حالتی که امکان اخذ جریمه برای دولت وجود نداشته باشد

بازیگر	اقدام	مقدار
دولت	قیمت سوخت	۰ ریال
دولت	عوارض خودرو	۱ درصد قیمت خودرو
دولت	مالیات	۵۰ درصد
دولت	وام به خودروساز	۰
خودروساز	قیمت خودرو	۱۰۰ میلیون ریال
خودروساز	متوسط مصرف سوخت موتور	۷.۹۳
مردم	تعداد خودرو	۲۷۲۷۳۰۰۰



دولت در این حالت تصمیم می‌گیرد قیمت سوخت را به حداقل برساند. دلیل این امر افزایش مطلوبیت دولت با افزایش مصرف سوخت است؛ زیرا دیگر جریمه‌ای بابت مصرف بالای خودروها از خودروسازی نمی‌گیرد. مصرف سوخت نیز براساس معادله ۹ برابر ۱۲۶ میلیون و ۲۳۰ هزار لیتر در روز می‌شود. اگر میزان جریمه بنگاه خودروسازی به میزان ۱۴۰ هزار ریال افزایش داده شود آن‌گاه نتایج بازی به صورت جدول ۴ تغییر می‌یابد.

**جدول ۴. نتایج بازی در صورت تعیین جریمه از منبعی غیر از دولت**

بازیگر	اقدام	مقدار
دولت	قیمت سوخت	۶۰۰۰ ریال
دولت	عوارض خودرو	۱٪ قیمت خودرو
دولت	مالیات	۵۰٪
دولت	جریمه	۱۵.۱۴ میلیون ریال
دولت	وام به خودروساز	۱۵ میلیون ریال
خودروساز	قیمت خودرو	۱۰۰ میلیون ریال
خودروساز	متوسط مصرف سوخت موتور	۵
مردم	تعداد خودرو	۲۵۷۶۴۰۰۰

همچنین، میزان مصرف روزانه سوخت از معادله ۹ به دست آمده و برابر ۷۵ میلیون و ۱۴۷ هزار لیتر در روز خواهد بود.

چنانچه مشاهده می‌کنید، با تغییر کوچکی در میزان جریمه خودروسازی، میزان مطلوبیت دولت از ۴۴۳۴ به ۳۷۷۵ هزار میلیارد ریال، میزان مطلوبیت خودروساز از ۲۷۳- به ۵۱۹ هزار میلیارد ریال و مطلوبیت مردم از ۷۱۶۴ به ۸۱۹۵ هزار میلیارد ریال رسیده است. پس، دولت با توجه به اینکه شروع کننده یک بازی با اطلاعات کامل است، تمامی جوانب را برای پیشینه کردن منافع خود سنجیده و برای افزایش ۱۷ درصدی منافع خود، باعث ورشکستگی بنگاه تولید کننده خودرو و کاهش ۱۳ درصدی مطلوبیت مردم شده است.

## وام

با تغییر میزان وام اجباری از ۲ میلیون ریال تا ۱۲/۶ تعادل بازی به صورت جدول ۵ در می‌آید.



### جدول ۵. نتایج بازی در صورت تعیین وام از منبعی غیر از دولت

مقدار	اقدام	بازیگر
۰	قیمت سوخت	دولت
۱٪ قیمت خودرو	عوارض خودرو	دولت
۵۰٪	مالیات	دولت
۰	جریمه	دولت
۲-۱۲.۶ میلیون ریال	وام به خودروساز	دولت
۱۰۰ میلیون ریال	قیمت خودرو	خودروساز
۷.۹۳	متوسط مصرف سوخت موتور	خودروساز
۲۷۲۷۳۰۰۰	تعداد خودرو	مردم

دولت در این حالت نیز تصمیم می‌گیرد که قیمت سوخت را به حداقل برساند تا مصرف آن زیاد شود. دلیل این امر افزایش مطلوبیت دولت با افزایش مصرف سوخت است؛ زیرا قصد دارد هزینه‌های ناشی از وام را به نحوی جبران کند. همچنین، مصرف روزانه سوخت با توجه به معادله ۹ برابر ۱۲۶ میلیون و ۲۳۰ هزار لیتر در روز خواهد شد. اما با تغییر میزان وام اجباری از ۱۲/۶ میلیون ریال تا ۱۵ که در واقع برابر تمام هزینه‌های کاهش مصرف سوخت موتور خودروست، تعادل بازی به صورت جدول ۶ در می‌آید.

### جدول ۶. نتایج بازی در صورت تعیین وام از منبعی غیر از دولت

مقدار	اقدام	بازیگر
۶۰۰۰ ریال	قیمت سوخت	دولت
۱٪ قیمت خودرو	عوارض خودرو	دولت
۵۰٪	مالیات	دولت
۰-۴ میلیون ریال	جریمه	دولت
۱۲.۶-۱۵ میلیون ریال	وام به خودروساز	دولت
۱۰۰ میلیون ریال	قیمت خودرو	خودروساز
۵	متوسط مصرف سوخت موتور	خودروساز
۲۵۷۶۴۰۰۰	تعداد خودرو	مردم

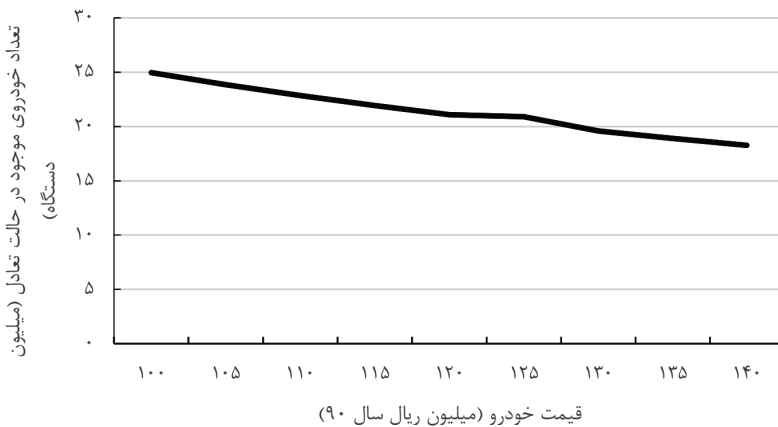




همچنین مصرف روزانه سوخت با توجه به معادله ۹ برابر ۷۵ میلیون و ۱۴۷ هزار لیتر در روز می‌شود که این میزان از مصرف به اندازه ۱۰.۸ درصد کمتر از میزان مصرف تعادل اصلی بازی است.

## قیمت خودرو

با تغییر قیمت خودرو، سود خودروساز به‌طور طبیعی افزایش یا کاهش خواهد یافت. در تعادل اصلی بازی، خودروساز بیشینه قیمت را انتخاب کرده است. حال اگر سقف قسمت از ۱۴۰ میلیون ریال تا همان ۱۰۰ میلیون ریال که کف قیمت بوده است، تغییر کند، هیچ تغییری در نتایج بازی ایجاد نمی‌شود، مگر اینکه خودروساز هر بار با انتخاب سقف جدید قیمتی، ضرر بیشتری کند و تعداد خودروها و در نتیجه مصرف سوخت افزایش می‌یابد. شکل ۲ نشان‌دهنده همین موضوع است.



شکل ۲. تغییرات تعداد خودروی موجود نسبت به تغییرات قیمت خودرو

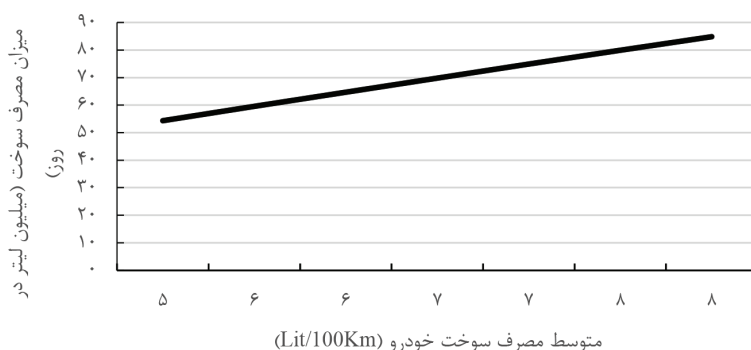
## متوسط مصرف سوخت خودرو

با کاهش متوسط مصرف سوخت موتور خودروهای تولیدی خودروسازی، انتظار می‌رود که مصرف سوخت در کشور کاهش یابد، اما از طرف دیگر، کم شدن هزینه‌های مربوط به سوخت برای مردم موجب اثر بازگشتی خواهد شد و خودروهای بیشتری خواهند خرید. محاسبات نشان می‌دهد که اثر بازگشتی<sup>۱۳</sup> کاهش متوسط مصرف سوخت خودروها چندان

۱۳. افزایش تعداد خودرو در مقابل کاهش مصرف سوخت در حالتی که سایر پارامترها ثابت بوده باشد.



زیاد نیست و برابر ۱٫۸ درصد است؛ زیرا قیمت سوخت در مطلوبیت مردم نسبت به قیمت خودرو اثر گذاری زیادی ندارد. حال می توان تغییرات میزان مصرف سوخت کشور را با تغییر دادن متوسط مصرف سوخت موتور خودروها در شکل ۳ مشاهده کرد.



شکل ۳. تغییرات میزان مصرف سوخت کشور نسبت به متوسط مصرف سوخت خودروها

با توجه به مطالبی که گفتیم، می توان از پارامتر متوسط مصرف سوخت خودروها به عنوان یک پارامتر اثر گذار در مصرف سوخت یاد کرد.

### استاندارد متوسط مصرف سوخت خودروهای تولیدی

با تغییر استاندارد تعیین شده از سوی دولت از ۶ به ۵ یا حتی ۴ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر، نتایج بازی نسبت به بازی اصلی هیچ تغییری نمی کند، در حالی که خودروساز بیشتر ضرر می کند و دولت سود بیشتری می برد. یعنی اگر اختیار تعیین استاندارد به عهده دولت باشد، این پارامتر را کمتر تعیین می کند تا سود بیشتری به دست آورد. از این رو، به عدم تغییر تعادل بازی، بهتر است که استاندارد خیلی سختگیرانه ای برای خودروساز تعیین نشود تا از ورشکستگی بنگاه های خودروسازی جلوگیری شود.

به علاوه، اگر استاندارد متوسط مصرف سوخت خودروها برابر ۷/۱ و بیشتر قرار داده شود، تعادل بازی به صورت جدول ۷ در می آید.



## جدول ۷. تعادل بازی در حالتی که استاندارد مصرف سوخت خودروها بین ۷/۱ تا ۷/۹۳ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر باشد.

مقدار	اقدام	بازیگر
۶۰۰۰ ریال	قیمت سوخت	دولت
۱٪ قیمت خودرو	عوارض خودرو	دولت
۵۰٪	مالیات	دولت
۲۰ میلیون ریال	جریمه	دولت
۰	وام به خودروساز	دولت
۱۴۰ میلیون ریال	قیمت خودرو	خودروساز
برابر استاندارد	متوسط مصرف سوخت موتور	خودروساز
۱۸۲۶۸۰۰۰-۱۸۳۸۸۰۰۰	تعداد خودرو	مردم

مصرف سوخت نیز بین ۸۴ میلیون و ۲۰۶ هزار لیتر در روز و ۷۵ میلیون و ۹۸۳ هزار لیتر در روز تغییر می‌کند. در نتیجه، با تنظیم صحیح استاندارد می‌توان مصرف سوخت را نسبت به حالت تعادل اصلی بازی ۹/۸ درصد کاهش داد. سپس، در آینده می‌توان به اصلاح استانداردهای تعیین شده پرداخت. سرانجام، مشخص می‌شود که وارد کردن فشار فناوری موجود در خارج از کشور از سوی دولت به خودروساز، نمی‌تواند زمینه‌ساز پیشرفت فناوری در بنگاه‌های تولیدکننده خودرو شود.

### ۷. نتیجه و پیشنهاد

با توجه به مدل‌سازی انجام‌شده و نتایج به‌دست آمده از تعادل بازی، همچنین با نگاهی به تحلیل حساسیت پارامترهای مختلف نسبت به یکدیگر، می‌توان به ارائه پیشنهادهایی در زمینه مدیریت صحیح مجموعه به هم پیوسته حمل و نقل خودروهای سبک پرداخت.

(۱) افزایش یا کاهش قیمت سوخت از صفر تا ۶۰۰۰ ریال یعنی قیمت صادراتی، تأثیر کمی بر میزان مطلوبیت مردم و مصرف سوخت دارد. در نتیجه، نمی‌توان از قیمت سوخت به‌عنوان یک اهرم اثرگذار برای مدیریت مصرف آن استفاده کرد.

(۲) براساس نتایج بازی در حالات مختلف، دولت در سناریوهای مختلف همواره تمایل دارد که عوارض سالیانه خودرو را در بیشترین مقدار خود قرار دهد، حال آنکه افزایش عوارض خودرو از میزان واقعی فعلی یعنی ۰/۱۵ درصد تا ۱ درصد که در بازی حاصل شده است،



مطلوبیت دولت را  $1/5$  درصد افزایش می‌دهد، اما مطلوبیت مردم را  $1/5$  درصد و مطلوبیت خودروساز را  $8$  درصد کاهش می‌دهد. بهتر این است که دولت از سود افزایش عوارض خودرو صرف نظر کند و باعث ضرر  $8$  درصدی صنعت خودروسازی و در نتیجه اقتصاد کشور نشود.

۳) با سلب اختیار دولت در تعیین نرخ جریمه خودروساز بابت مصرف متوسط سوخت خودروهای تولیدی، همان‌طور که در تحلیل حساسیت این پارامتر هم بحث شد، می‌توان انتظار کاهش مصرف سوخت، افزایش مطلوبیت مردم و حاشیه سود مناسب برای صنعت خودروسازی را داشت.

۴) در حالت تعادل اصلی بازی، دولت تصمیم می‌گیرد به خودروساز وامی جهت بهبود میزان مصرف سوخت خودروهایش ندهد. در بخش تحلیلی حساسیت وام مشاهده شد که با اعطای وام بیشتر از  $12/6$  میلیون ریال، تعادل بازی به سمت کاهش مصرف سوخت جابه‌جا می‌شود. اما با مجبور کردن دولت به دادن وامی هنگفت به میزان  $12/6$  تا  $15$  میلیون ریال به ازای هر خودرو، نه تنها به دولت هزینه‌های گزاف تحمیل می‌شود بلکه از گرفتن جریمه اختلاف متوسط مصرف سوخت خودروها با میزان استاندارد نیز محروم می‌شود. در حالی که با افزایش مالیات از صفر درصد در حالت تعادل اصلی تا  $50$  درصد در تعادل جدید مقداری از این هزینه‌ها تعدیل می‌شود. از این رو، بهبود شرایط در این حوزه نیز وابسته به تصمیم دولت است. در پایان، می‌توان گفت که با تعیین نرخ وام اجباری برای دولت از طریق سایر نهادها، دولت  $11/25$  درصد در میزان مطلوبیتش ضرر می‌کند اما مطلوبیت مردم به میزان  $14/5$  درصد از مطلوبیت بیشتر بهره‌مند می‌شود و خودروسازی نیز از ضرر  $500$  هزار میلیارد ریالی نجات پیدا می‌کند و حتی  $120$  هزار میلیارد ریال سود خالص خواهد داشت.

۵) بهبود متوسط مصرف سوخت خودروها اثر بازگشتی کمی بر افزایش میزان مصرف سوخت مردم دارد و می‌تواند ابزاری بسیار مؤثر در مدیریت مصرف سوخت باشد. به همین دلیل است که راهکارهایی که منجر به بهبود میزان مصرف سوخت در خودروها می‌شود در مدیریت مصرف بهتر خود را نشان می‌دهد.

۶) تعیین میزان استاندارد برای متوسط مصرف سوخت خودروهای تولیدی، امری است که دولت از آن ذی‌نفع می‌شود؛ پس، اگر اختیار تعیین آن به دولت داده شود بسیار سخت‌گیرانه در این مورد تصمیم خواهد گرفت. اما در بخش تحلیل حساسیت میزان استاندارد، مشخص شد که استانداردهای نزدیک به واقعیت و شرایط موجود خودروسازی‌ها باعث کاهش مصرف سوخت می‌شود. از این رو، تعیین استانداردهای پله‌ای برای رسیدن به مدیریت صحیح مصرف سوخت در کشور از سوی مجاری دیگری غیر از دولت، مثلاً مجلس، می‌تواند راهی مؤثر و کارساز باشد.

## کتابنامه

میرزایی، سعید و دیگران. ۱۳۹۲. *اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور*. چاپ ۱. تهران. پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی.  
وزارت نیروی جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۹۳. *ترازنامه انرژی*.  
وزارت نیروی جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۹۳. *آمار زیست محیطی سال*.

- Ahn, Jiwoon. 2008. "A forecast of household ownership and use of alternative fuel vehicles: A multiple discrete-continuous choice approach". *Energy Economics*. Vol 30. No 5. pp 2091-2104.
- Austin, David. 2005. "Clearing the air: The costs and consequences of higher CAFE standards and increased gasoline taxes". *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol 50, pp 562-582.
- Batabyal, A. A. 1996. "Consistency and optimality in a dynamic game of pollution control I: Competition". *Environmental and Resource Economics*. Vol 8. pp 205-220.
- Brons. 2008. "A Meta-Analysis of the Price Elasticity of Gasoline Demand. A SUR Approach". *Energy Economics*. Vol 5. No 30. pp 2105-2122.
- Chenga, Yung-Hsiang. 2015. "Urban transportation energy and carbon dioxide emission reduction strategies". *Applied Energy*. Vol 157. pp 953-973.
- frey, H. Christopher. 2008. "Fuel use and emissions comparisons for alternative routes, time of day, road grade, and vehicles based on in-use measurements". *Environmental Science and Technology*. Vol 42. No 7. pp 2483-2489.
- Honga, Sungjun. 2016. "Analysis on the level of contribution to the national greenhouse gas reduction target in Korean transportation sector using LEAP model". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol 60. pp 549-559.
- Jørgensen. 2010. "Dynamic games in the economics and management of pollution". *Environmental Modeling & Assessment*. vol. 15. pp 433-467.
- Muratori, Matteo. "Highly-resolved modeling of personal transportation energy consumption in the United States". *Energy*. Vol 58. pp 168-177. 2013.
- Norman Shiau, Ching-Shin. 2009. "A structural analysis of vehicle design responses to Corporate Average Fuel Economy policy". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. vol. 43. no. 9-10. pp 814-828.
- Oktaviani. 2005. "The Impact of Reducing Oil Subsidy on Indonesian Macroeconomics Performance". *Poverty and Economic Policy (PEP) Research Network*.
- Parmeh. 2005. "Analyzing the Energy Subsidies and the Effects of Energy Price



- Increase on the Price Level in Iran”. Commercial Research. Vol 34. pp 117-147.
- Qiang Cui. 2015. “An empirical study on the influencing factors of transportation carbon efficiency: Evidences from fifteen countries”. Applied Energy. Vol 141. pp 209–217.
- Soleymani. 2014. “Impacts of energy subsidy reform on the malaysian economy and transportation sector”. Energy Policy. pp 115-125.
- University of Exeter. 2003. “Calculation of CO2 emissions from fuels”. November 11. Available at: [https://people.exeter.ac.uk/TWDavies/energy\\_conversion/Calculation%20of%20CO2%20emissions%20from%20fuels.htm](https://people.exeter.ac.uk/TWDavies/energy_conversion/Calculation%20of%20CO2%20emissions%20from%20fuels.htm) [10/07/2017].
- Wasserfallen. 1988. “Gasoline consumption and the stock of motor vehicles: An empirical analysis for the Swiss economy”. Energy Economics. vol. 4, no. 10. pp 276-282.
- Xiaojun Hu. 2010. “Energy for sustainable road transportation in China: Challenges, initiatives and policy implications”. Energy. Vol 35. No 11. pp 4289-4301.