

# مدل سازی تقاضای نفت در بخش حمل و نقل ایران: مدل لاجستیک تعداد خودروها

محمد مزرعتی<sup>۱</sup>

## چکیده

بخش حمل و نقل یکی از عمده‌ترین مصرف کنندگان نفت در جهان است. حدود ۵۰ درصد تقاضای نفت جهان به این بخش اختصاص دارد. حدود ۵۲ درصد کل مصرف فرآورده‌های نفتی در ایران در سال ۱۳۸۴ به بخش حمل و نقل اختصاص داشته است. عوامل مهمی در تعیین میزان تقاضای نفت در این بخش دخیل هستند. تعداد خودروها، کارایی خودروها، میزان توسعه یافتگی بخش حمل و نقل عمومی، زیرساخت‌های بخش حمل و نقل، سطح درآمد سرانه، قیمت سوخت، هزینه استفاده از وسیله حمل و نقل شخصی در مقایسه با حمل و نقل عمومی از جمله این عوامل هستند. برای پیش بینی مصرف نفت در بخش حمل و نقل زمینی که بیش از ۸۰ درصد مصرف نفت بخش حمل و نقل را به خود اختصاص می‌دهد، روشهای متعددی ارائه شده است. در این مقاله از روش غیر مستقیم استفاده شده به طوری که با استفاده از مدل لاجستیک تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت<sup>۲</sup> برآورد گردیده و سپس بر مبنای میزان مصرف سوخت به ازاء هر خودرو، میزان مصرف سوخت برآورد شده است. تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در ایران در سال ۱۳۸۳ حدود ۷۵ خودرو بوده که شامل سواری، آمبولانس، مینی‌بوس،

<sup>۱</sup> تحلیل‌گر مدل‌های انرژی، دبیرخانه اوپک، وین. [mmazraati@opec.org](mailto:mmazraati@opec.org)

<sup>۲</sup> Vehicle ownership or vehicle intensity in 1000 inhabitants.

اتوبوس، وانت، و کامیون‌های باری است. تعداد کل خودروها در این سال حدود ۵ میلیون خودرو است. تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در مقابل درآمد سرانه واقعی، رشد زیادی طی سال‌های اخیر داشته که نشانگر فزاینده بودن مصرف در سال‌های آتی است. این در حالی است که تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در ایران در شرایط فعلی بسیار پایین‌تر از کشورهای OECD و برخی کشورهای در حال توسعه رو به ترقی همچون کره جنوبی است، گرچه از متوسط کشور چین، کشورهای آسیای جنوبی، خاورمیانه و آفریقا و اخیراً اوپک بیشتر است. با استفاده از تخمین مدل لاجستیک برای داده‌های ۱۳۸۴-۱۳۴۹ و فرض رشد اقتصادی ۳/۵ درصد در سال و رشد جمعیت ۱/۱ درصد در سال و بهبود مصرف متوسط هر خودرو از ۴۰ بشکه در سال ۱۳۸۴ به ۳۰ بشکه در سال ۱۴۱۴، تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر به حدود ۲۱۱ خواهد رسید. مصرف نفت با رشد ۳/۱ درصد در سال از رقم ۲۳۴ میلیون بشکه (۰/۶۴ میلیون بشکه در روز و یا ۱۰۲ میلیون لیتر در روز) به ۶۱۱ میلیون بشکه (۱/۷ میلیون بشکه در روز و ۲۶۶ میلیون لیتر در روز) خواهد رسید که برنامه‌ریزی بسیار جدی برای جلوگیری از بروز بحران و برقراری امنیت عرضه انرژی در این بخش و کاهش بار مالی زیاد آن بر دوش دولت را طلب می‌نماید.

**واژه‌های کلیدی:** تقاضای نفت، بخش حمل و نقل، مدل لاجستیک، تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت.

### ۱. مقدمه

بخش حمل و نقل از جمله مهمترین بخش‌های اقتصادی از نظر کمک به رشد و توسعه اقتصادی تلقی می‌شود. این بخش سهم بسیار زیادی در افزایش تقاضای نفت دارد و به همین دلیل مورد توجه جدی تحلیل‌گران بازار نفت قرار دارد. بخش حمل و نقل به‌عنوان بخشی تلقی می‌شود که اصطلاحاً اسیر<sup>۱</sup> تقاضای نفت است. البته تلاش‌های زیادی صورت گرفته که سوخت‌های دیگری مورد استفاده گیرد اما همچنان نفت بالاترین سهم را در اختیار دارد و پیش‌بینی می‌شود که تا چند دهه دیگر هم سهم غالب را داشته باشد. بنابراین

#### 1. Captive

مدل‌سازی تقاضای نفت در این بخش از اهمیت بالایی برخوردار است. شایان ذکر است که روش‌های متعددی برای مدل‌سازی معرفی شده‌اند و جدیدترین آنها در ادبیات این رشته تلاش نموده که مباحث اقتصادی، زیرساختی و فنی را در قالب یک مدل آشتی دهند. این مقاله ابتدا در بخش دوم جنبه‌های تئوریک مدل‌سازی را مورد اشاره قرار می‌دهد و سپس مدل حمل و نقل در برخی از مدل‌های کلان دنیا را مرور می‌نماید. در بخش چهارم مقایسه تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر در ایران و بقیه نقاط جهان صورت می‌گیرد. در بخش پنجم رابطه تعداد خودروها و درآمد سرانه مورد بررسی قرار می‌گیرد تا امکان بهره‌گیری از شکل تبعی لاجستیک مشخص گردد. در بخش ششم تحولات رشد تعداد و ترکیب خودروها در ایران و در بخش هفتم مصرف فرآورده‌ها در این بخش مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در بخش هشتم مدل تخمین شده و پیش‌بینی تا سال ۱۴۰۰ صورت می‌پذیرد بخش آخر نتیجه‌گیری مقاله را ارائه می‌نماید.

## ۲. جنبه‌های نظری مدل

مدل‌سازی تقاضای نفت در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای به دو روش مستقیم (مزرعتی، ۱۳۷۳) و یا غیرمستقیم و از طریق تخمین تعداد خودروها صورت می‌پذیرد. در روش مستقیم مصرف انرژی تابعی از متغیرهای موثر بر تقاضا یعنی تعداد خودروها، قیمت، جمعیت و .. در نظر گرفته می‌شود. در روش غیرمستقیم ابتدا مدل‌سازی مالکیت خودروها براساس مدل‌های با شکل تبعی S (مدل‌های لاجستیک<sup>۱</sup> یا شکل تبعی گم‌پرتز<sup>۲</sup>) صورت می‌پذیرد و سپس با مشخص نمودن میزان مصرف هر خودرو از حاصلضرب این دو متغیر مقدار تقاضای سوخت محاسبه می‌شود. تابع گم‌پرتز برآوردکننده تعداد خودروها به صورت زیر تبیین می‌شود:

$$V_t^* = \gamma_t e^{\alpha t} \beta_t$$

که در آن:

$\gamma_t$ : سطح اشباع خودرو

$V_t^*$ : مالکیت بلندمدت سرانه خودرو در کشور در زمان t

$\beta_t$ : تولید ناخالص سرانه در زمان t

1. Logistic
2. Gompertz

در این مدل تعدیل به صورت جزئی صورت می گیرد:

$$(V_t - V_{t-1}) = \theta(V_t^* - V_{t-1})$$

$$\gamma_t = \bar{\gamma} + \lambda D_t^a + \Phi U_t^a$$

متغیرهای D و U طوری تغییر می یابند که مقدار سطح اشباع<sup>۱</sup> مورد نظر را به دست دهد. ممکن است از تابع S شکل با عنوان مدل لاجستیک (logistic) هم استفاده شود. گاهی تحت عنوان مدل زیگموئید (Sigmoid) نام برده می شود و این نام گذاری به خاطر شباهت نمودار این تابع با حرف لاتین S یا زیگما است. شکل تبعی مدل لاجستیک به صورت زیر است:

$$V_t = \frac{S}{1 + e^{-\alpha Y_t - \beta}} \quad \text{یا}$$

$$\text{Ln}\left(\frac{V_t}{S - V_t}\right) = \alpha + \beta * \text{Ln}(Y_t) \Rightarrow \text{Ln}V_t = \ln(S - V_t) + \alpha + \beta * \text{Ln}(Y_t)$$

که در آن:

S: سطح اشباع خودرو

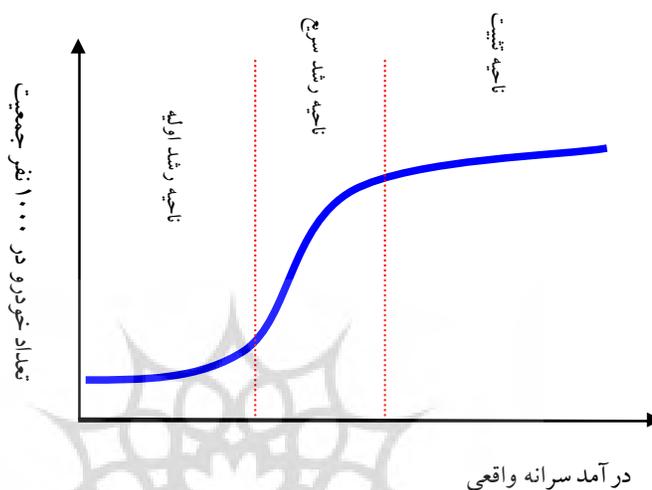
$V_t$ : مالکیت سرانه خودرو در کشور در زمان t

$Y_t$ : تولید ناخالص سرانه واقعی در زمان t

فلسفه استفاده از مدل های S شکل این است که رشد تعداد خودروها در همه کشور تحت تأثیر متغیرهای اقتصادی و ساختاری (مثل توسعه یافتگی حمل و نقل عمومی، طول جاده، سطح تراکم، دسترسی به پارکینگ در شهرهای بزرگ، راحتی و آسایش استفاده از خودرو شخصی، هزینه خودرو و هزینه سوخت و ...) است و بنابراین تعداد خودروها نمی تواند به راحتی به صورت خطی و تحت تأثیر متغیرهای اقتصادی (مانند درآمد سرانه) افزایش یابد. بنابراین برای هر کشوری یک سطح اشباع در نظر گرفته می شود. بعلاوه در هر کشوری یک سطحی از وضعیت اقتصادی وجود دارد که تعداد خودروها رشد فزاینده می یابد، و آن نقطه عطف و یا «پرواز»<sup>۲</sup> نامیده می شود که البته از کشوری به کشور دیگر متفاوت است. نمودار ۱ روند شماتیک این شکل تبعی را نشان می دهد.

1 . Saturation point  
2 . Take off

نمودار ۱. روند لاجستیک افزایش تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر جمعیت



تعیین نقطه عطف و اشباع و نیز میزان تعقر و تحدب منحنی از فاصله عطف و اشباع به عنوان بزرگترین ناشناخته‌های این نوع مدل‌سازی هستند (OPEC, 2006). این مولفه‌های ناشناخته می‌تواند تفاوت‌های بسیار اساسی در پیش‌بینی تقاضای سوخت به دست دهند. مطالعات عمیق و دقیق می‌تواند برای هر کشور، این منحنی را به منحنی واقعی هر کشور نزدیک نماید.

زمانی که مدل پیش‌بینی تعداد خودروها مشخص گردید، حال می‌توان با کمک تعداد خودروها، میزان تقاضای سوخت را برای آینده پیش‌بینی نمود که این به دو صورت قابل انجام است.

۱. برونزا فرض کردن میزان مصرف به ازاء هر خودرو؛
  ۲. تخمین مدل برای برآورد کردن میزان مصرف هر خودرو.
- بنابراین با یک سیستم عطفی بصورت زیر می‌توان تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل را برآورد نمود:

$$\begin{aligned} \ln(V_t) &= \ln(S - V_t) + \alpha + \beta * \ln(Y_t) + \varepsilon_t \\ \ln(OPV_t) &= \gamma_0 + \gamma_1 * \ln(e f_t) + \gamma_2 * \ln(p_t) + \gamma_3 * \ln(y_t) + \varepsilon_t \\ E_t &= V_t * OPV_t \end{aligned}$$

که در آن  $E, opv, ef, p, y$  به ترتیب مصرف سوخت در بخش حمل و نقل، متوسط مصرف سوخت در هر خودرو، راندمان شبکه حمل و نقل، قیمت سوخت و درآمد سرانه است.

در حالت پیش‌بینی مستقیم معمولاً معادله بصورت لگاریتمی و میزان مصرف تابعی از تعداد خودروها، قیمت سوخت، کارایی ناوگان خودروها و سایر متغیرهای مؤثر در نظر گرفته می‌شود. به هر جهت در این حالت نیز لازم است متغیرهایی که برونزا در نظر گرفته شده‌اند مانند تعداد خودروها مورد برآورد قرار گیرند.

### ۳. مروری بر مدل‌های حمل‌ونقل در مدل‌های کلان WEM، OWEM، WEPS

مدل جهانی انرژی (WEM) که توسط آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارای ویژگی خاصی است که در امکان بهره‌گیری از برخی متغیرهای مربوط به کارایی و راندمان خودرو و نیز متغیرهای مربوط به هزینه‌های استفاده از خودرو وجود دارد. نمودار ۲ روابط حاکم بر مدل بخش حمل‌ونقل را در مدل کلان آژانس بین‌المللی انرژی نشان می‌دهد (Kozzi, 2006). همانگونه که ملاحظه می‌شود، مدل از گستردگی زیادی برخوردار است. قیمت سوخت، تولید ناخالص داخلی (GDP) و جمعیت متغیرهای برونزای اصلی مدل را تشکیل می‌دهند. مدل بخش حمل‌ونقل، زیربخش‌های حمل‌ونقل شامل خودروهای سواری، اتوبوس، راه‌آهن، حمل‌ونقل هوایی و حمل بار (کامیون، راه‌آهن و حمل‌ونقل آبی) را تفکیک می‌نماید.

یکی از نکات جالب در مدل حمل‌ونقل آژانس بین‌المللی انرژی، محاسبه راندمان مصرف سوخت خودروهای مسافری است. این راندمان از متوسط راندمان خودروهای قدیمی و جدید محاسبه می‌گردد. در ضمن این مدل، خودروهای از رده خارج شده و خودروهای جدید اضافه شده به ناوگان را در محاسبات منظور می‌نماید.

در مدل مورد استفاده اوپک یعنی مدل جهانی انرژی اوپک (OWEM) بخش حمل‌ونقل به دو زیربخش حمل‌ونقل جاده‌ای و غیرجاده‌ای تقسیم می‌شود. چون حمل‌ونقل جاده‌ای حدود ۸۵ درصد مصرف بخش نفت جهان را تشکیل می‌دهد، بنابراین

1. World Energy Model
2. OPEC World Energy Model
3. World Energy Projection System



## فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

جمعیت، نقطه اشباع، درآمد سرانه واقعی، شاخص عدم تقارن قیمت و سایر متغیرها مانند متغیر روند. همچنین C مصرف نفت در بخش حمل و نقل و OPV متوسط مصرف نفت به ازاء هر خودرو است که بصورت برونزا برآورد می شود.

شاخص عدم تقارن قیمت در واقع مبین این واقعیت است که افزایش قیمت، بر تکنولوژی نیز مؤثر واقع می شود و اگر چنانچه در آینده مجدداً قیمت سوخت کاهش یابد، نه تنها این اثرات بصورت خطی کاهش نمی یابد بلکه آثار بهبود تکنولوژی بر بهبود کارایی، به صورت نهادینه شده باقی می ماند. برای اینکه این امر به نحوی در مدل لحاظ شود. شاخص عدم تقارن قیمت سوخت (یا آنچه فیلتر قیمت خوانده می شود) بصورت زیر تعریف می گردد.

$$PF_t = \gamma * PF_t(1 - \gamma) * PF_{t-1} \quad \text{اگر } PF_t \geq PF_{t-1}$$
$$PF_t = PF_{t-1} \quad \text{اگر } PF_t < PF_{t-1}$$

اگر چنانچه قیمت واقعی، فرآورده های نفتی در زمان t بزرگتر از زمان قبل باشد در اینصورت قیمت در زمان جاری میانگین وزنی از قیمت دوره قبل و دوره فعلی خواهد بود این باعث می شود که افزایش شاخص قیمت عدم تقارن، بصورت هموار شده افزایش یابد در صورتی که قیمت جاری کمتر از قیمت دوره قبل باشد در این صورت قیمت دوره جاری برابر دوره قبل در نظر گرفته می شود. بنابراین شاخص عدم تقارن قیمت از نوسانات قیمت تأثیر کاهشی نمی پذیرد.

مدل WEPS از طرف دیگر یک مدل توصیفی است که به مدل های از نوع مدل های صفحه گسترده<sup>۱</sup> نزدیک است. این مدل توسط اداره اطلاعات انرژی (EIA) وابسته به وزارت انرژی آمریکا (DOE) ساخته شده است. برخلاف مدل های اوپک و آژانس بین المللی انرژی که از نوع مدل های اقتصادسنجی هستند و از داده های سری زمانی استفاده می کنند، این مدل بیشتر از داده های مقطعی استفاده می کند و ضرائب مورد استفاده بصورت برونزا تعیین می شوند (مزرعتی و فریبور ۱۳۸۲ و EIA/DOE, 2000). برای هر یک از روش های حمل و نقل مدل کلی زیر استفاده می شود:

$$\% \Delta E_{t,t+1} = \% \Delta EI_{t,t+1} + \% \Delta AC_{t,t+1}$$

که در آن  $\% \Delta$  درصد تغییرات، E مصرف انرژی، EI شدت انرژی یا میزان مصرف انرژی بر حسب سطح فعالیت، AC سطح فعالیت اقتصادی (مثلاً GDP برای

### 1. Spread sheet

حمل و نقل هوایی، دریایی، ریلی و تعداد خودروها برای حمل و نقل زمینی) هستند. از طرف دیگر تغییرات در شدت انرژی یا میزان مصرف انرژی بر حسب سطح فعالیت به صورت زیر، فرمول بندی می شود.

$$\% \Delta EI_{t,t+1} = \% \Delta T_{t,t+1} + \% \Delta EE_{t,t+1}$$

که در آن T خدمات حمل و نقل بر حسب سطح فعالیت است (مثلاً کیلومتر پیموده شده بر حسب هر خودرو و یا میزان کیلومترهای پیموده شده با هواپیما بر حسب GDP). در ضمن EE برابر با مصرف انرژی بر حسب خدمات حمل و نقل (مثلاً میزان مصرف بنزین در هر خودرو) تعریف می شود.

همانگونه که از ساختار مدل مشخص است بر اساس این متغیرهای برونزا میزان رشد مصرف انرژی در بخش حمل و نقل مشخص می گردد. در مدل WEPS دوره های پیش بینی بصورت فواصل زمانی ۵ ساله در نظر گرفته شده و بنابراین پیش بینی برای هر سال ارائه نمی شود. از آنجائیکه در این مقاله بیشتر بحث حمل و نقل زمینی مورد توجه قرار گرفته بنابراین مدل WEPS در بخش حمل و نقل زمینی در اینجا ارائه می گردد:

$$\% \Delta E_t = \% \Delta EI_t + \% \Delta VS_t$$

$$\% \Delta EI_t = \% \Delta T_t + \% \Delta EE_t$$

$$\% \Delta S_t = \% \Delta MO_t + \% \Delta POP_t$$

که در آن متغیرهای جدید یعنی  $VS_T$  مبین تعداد کل خودروها (ناوگان خودروها) و  $MO_t$  مبین تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت و  $POP$  مبین جمعیت کشور است. برای جلوگیری از تخمین بیش از حد تعداد خودروها، ضرائب محدود کننده که مبین نیازهای زیرساختاری بخش حمل و نقل است در مدل لحاظ گردیده است. بدین ترتیب تعداد خودروها نمی تواند صرفاً با افزایش جمعیت یا درآمد سرانه افزایش یابد (در سایر مدلها، شکل تبعی لاجستیک این امکان را فراهم می سازد). بنابراین فرض می شود:

$$\Delta(VS_t) \geq 0$$

$$\Delta(VS_t) \leq RSC * VS_t$$

که در آن RSC استاندارد مربوط به ساختارهای بخش حمل و نقل است و این ضریب طوری تنظیم می شود که تغییرات رشد خودروها زیاد نگردد. مثلاً اگر RSC برابر با ۱/۱ باشد آنگاه تعداد خودروها در زمان t+1 نبایستی بیش از ۱۰ درصد از زمان سال پایه یعنی t بیشتر باشد.

برای محاسبه تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت سه گزینه جداگانه در نظر گرفته شده است.

- استفاده از کشش مربوط به تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت برای مناطق مختلف

$$\% \Delta M O_t = \varepsilon * \% \Delta P R G D P_t$$

که در آن  $\varepsilon$  کشش مربوط به تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت است. این کشش به این صورت تعبیر میشود که یک درصد تغییر در GDP واقعی سرانه چند درصد تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر را تغییر می‌دهد؟ در معادله بالا PRGDP هم بیانگر GDP واقعی سرانه است.

- پیش‌بینی برونزا (قضاوت کارشناسی)<sup>۱</sup>

در این روش میزان نرخ رشد تعداد خودروها در هر سال بصورت برونزا تعیین می‌شود این نرخ‌ها را کارشناس مربوطه تعیین می‌نماید.

- تابع نمایی

$$M O_t = M O_{هدف} - [M O_{پایه} * \exp^{-\alpha}]$$

که در آن  $t$  بیانگر زمان است (می‌تواند سال و یا دوره‌های ۵ سال در نظر گرفته شود). در این روش در سال هدف تعداد خودروها در ۱۰۰۰۰ نفر مشخص می‌گردد و سپس سال‌های بین سال هدف و پایه<sup>۲</sup> درون‌یابی می‌شود. ضمناً  $\alpha$  نیز ضریبی است که میزان تحدب منحنی و اینکه با چه سرعتی به مقدار سال پایه نزدیک شویم را تعیین می‌نماید. این ضریب نیز بصورت برونزا و براساس قضاوت کارشناسی صورت می‌گیرد.

ملاحظه می‌شود که در هر سه گزینه کلیه اطلاعات بصورت برونزا فراهم می‌شود یکی از مزیت‌های این مدل آسان بودن آن است و یکی از بزرگترین معایب آن این است که همه چیز در این مدل برونزا است و مدل‌ساز با آزادی کامل می‌تواند به هر پیش‌بینی دلخواهی دست یابد.

#### 1. Expert Judgment

۲. ذکر این نکته ضروری است که مقدار MO عددی در نظر گرفته می‌شود که با قرارداد صفر در  $t$  مقدار حاصله برابر با مقدار سال پایه باشد. مثلاً اگر سال پایه عدد ۱۰۰ و سال هدف ۴۰۰ خودرو در هزار نفر است، عدد MO برابر با ۳۰۰ در نظر گرفته می‌شود

#### ۴. بررسی مقایسه‌ای ناوگان خودرو<sup>۱</sup> در ایران و جهان

مالکیت خودرو برحسب ۱۰۰۰ نفر جمعیت در هر کشور متغیری است که می‌تواند نحوه رشد تقاضای نفت در بخش حمل‌ونقل را ترسیم نماید. بعلاوه تحلیل مقایسه‌ای می‌تواند جایگاه کشورها را از لحاظ سطح اشباع مالکیت و یا مراحل مختلف رشد مالکیت خودرو نشان دهد. جدول ۱ تعداد خودروها را برای مناطق و کشورهای مختلف برای سال ۲۰۰۲ نشان می‌دهد.

جدول ۱. تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر در مناطق و کشورهای مختلف جهان، سال ۲۰۰۲

نام کشور / منطقه	تعداد کل خودروها واحد: میلیون خودرو	تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر	سطح اشباع
آمریکا	۲۱۸	۷۷۴	بالا: پتانسیل محدود، تثبیت شده
منطقه OECD*	۶۲۸	۵۵۰	بالا: پتانسیل محدود، تثبیت شده
منطقه OECD آمریکای شمالی*	۲۶۹	۶۴۰	بالا: پتانسیل محدود، تثبیت شده
منطقه OECD اروپا*	۲۸۶	۴۳۰	بالا: پتانسیل محدود، تثبیت شده
منطقه OECD پاسیفیک*	۹۳	۴۶۰	بالا: پتانسیل محدود، تثبیت شده
آمریکای لاتین*	۴۳	۱۰۰	متوسط: پتانسیل نسبتاً بالا برای رشد
آفریقا*	۱۸	۲۰	پائین: پتانسیل زیاد برای رشد
آسیا*	۱۰۴	۳۰	پائین: پتانسیل زیاد برای رشد
خاورمیانه*	۱۹	۱۲۰	متوسط: پتانسیل نسبتاً بالا برای رشد
ایران*	۴/۹۹	۷۵/۴	پائین: پتانسیل زیاد برای رشد
کشورهای در حال توسعه*	۲۰۲	۴۰	پائین: پتانسیل نسبتاً زیاد برای رشد
چین*	۱۶	۱۲	پائین: پتانسیل نسبتاً زیاد برای رشد
جهان*	۸۳۰	۱۳۰	متوسط: پتانسیل نسبتاً بالا برای رشد

مأخذ برای مورد دارای \* (Dargay et. al. (۲۰۰۶)؛ برای ایران مرکز آمار ایران و پردازش نویسنده؛ برای آمریکا و چین، اوپک، بخش خدمات آماری، وین، ۲۰۰۵ و اطلاعات برای سال ۲۰۰۰ است.

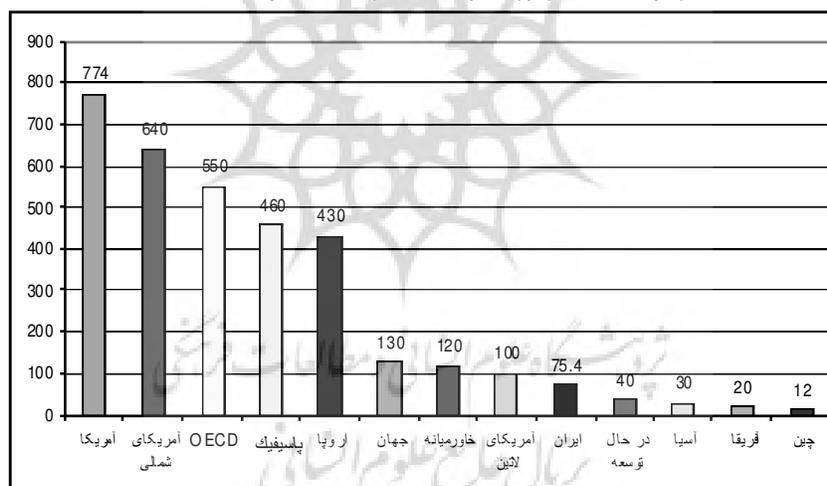
نمودار ۳ تعداد خودروها را در مناطق مختلف نشان می‌دهد. به خوبی می‌توان دریافت که در کشورهای توسعه یافته، تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در سطح بسیار بالایی قرار گرفته و به سطح اشباع نزدیک شده است. مثلاً در آمریکا تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت حدود ۷۷۴ خودرو است. با توجه به استفاده مردم از حمل‌ونقل

۱. کلمه خودرو معادل vehicle در نظر گرفته شده که شامل همه انواع خودروها یعنی بنزین سوز، گازوئیل سوز، مسافری، باری، خودروهای کوچک و بزرگ است اما موتورسیکلت را شامل نمی‌کند.

## فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

عمومی و نیز عدم امکان دسترسی همه افراد به خودرو شخصی و نیز محدودیت‌های ساختاری، افزایش تعداد خودروها بعد از این سطح بسیار به آرامی صورت می‌پذیرد. البته این بدان معنا نیست که تعداد مطلق خودروها افزایش نمی‌یابد، بلکه افزایش خودروها در تناسب به افزایش جمعیت در یک سطح متعادل و تثبیت شده‌ای صورت می‌گیرد. همانگونه که نمودار نشان می‌دهد، کشور آمریکا و نیز کشورهای OECD در آمریکای شمالی، اروپا و منطقه پاسیفیک دارای سطح بالایی از مالکیت خودرو در ۱۰۰۰ نفر جمعیت هستند. این درحالی است که کشورهای خاورمیانه، آمریکای لاتین، و کشورهای آسیایی و آفریقایی که کشورهای در حال توسعه هستند از سطح مالکیت خودروی پائینی برخوردار هستند، این کشورها در صورت بهبود وضع اقتصادی و نیز بهتر شدن زیرساخت‌های حمل و نقل جاده‌ای، پتانسیل زیادی برای افزایش تعداد خودرو و بنابراین افزایش شدید تقاضای نفت در بخش حمل‌ونقل‌شان را دارا هستند.

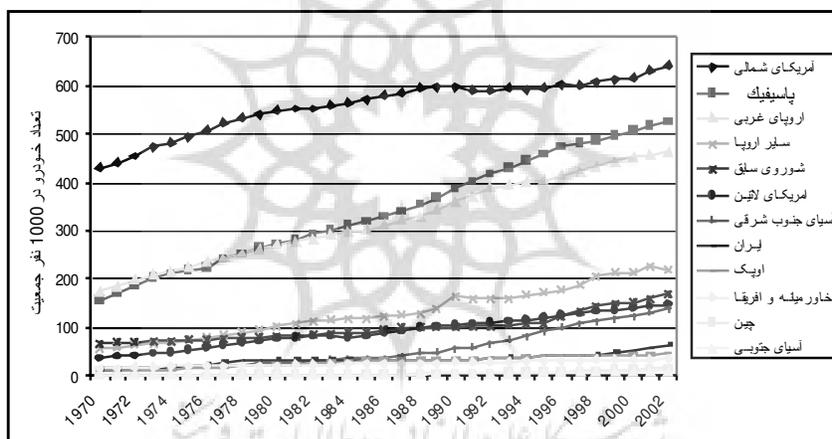
نمودار ۳. تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در سال ۲۰۰۲



نمودار ۴ با ترسیم روند افزایش تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر براساس طبقه‌بندی جغرافیایی مدل OWEM نشان می‌دهد که روند افزایش تعداد خودروها با نزدیک شدن به ناحیه اشباع کندتر می‌شود. این امر برای مناطق OECD در آمریکای شمالی، منطقه پاسیفیک و اروپای غربی به وضوح قابل مشاهده است گرچه می‌توان سطح یا ناحیه اشباع در کشورهای توسعه یافته را پیش‌بینی نمود اما این امر برای کشورهای در حال توسعه کار

بسیار دشواری است. اینکه آیا این کشورها در مسیر توسعه خود همان مسیر کشورهای پیشرفته را خواهند پیمود، کاری بس دشوار است. همانگونه که نمودار نشان می‌دهد. تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در سایر کشورهای اروپایی (سایر کشورهای اروپایی غیر OECD) کمی بیشتر از ۲۰۰ خودرو است. اینکه سطح این خودروها چگونه افزایش خواهد یافت و یا اینکه چه سطحی را می‌توان تا مسیر اشباع در نظر گرفت به عوامل متعددی از جمله توسعه اقتصادی این کشورها، بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل و چگونگی توسعه بخش حمل‌ونقل عمومی در میان سایر عوامل بستگی دارد. اما تعیین ناحیه اشباع، کار آسانی نیست.

نمودار ۴. روند تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر در جهان و مقایسه با ایران



تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در ایران از متوسط کشور چین، آسیای جنوبی، خاورمیانه و آفریقا و نیز اخیراً از متوسط اوپک بیشتر شده است که نوید دهنده سرعت افزایش تعداد خودروها در ایران خصوصاً طی سالهای اخیر است. تعداد کل خودروها تا پایان سال ۱۳۸۵ در ایران به حدود ۶ میلیون خودرو افزایش خواهد یافت. این در حالی است که در سال ۱۳۷۰ تعداد خودروها ۱/۸۵، سال ۱۳۷۵ حدود ۲/۴۵ و در سال ۱۳۸۰ به ۳/۶۸ میلیون خودرو افزایش یافته بود. رشد تعداد خودروها در ایران علی‌رغم توسعه نیافتگی زیرساخت‌های بخش حمل‌ونقل و خصوصاً عدم تحول ساختاری در زیربنای شهری در شهرهای بزرگ می‌تواند بیانگر وضعیت بغرنج ترافیک و آلودگی‌های زیست‌محیطی در

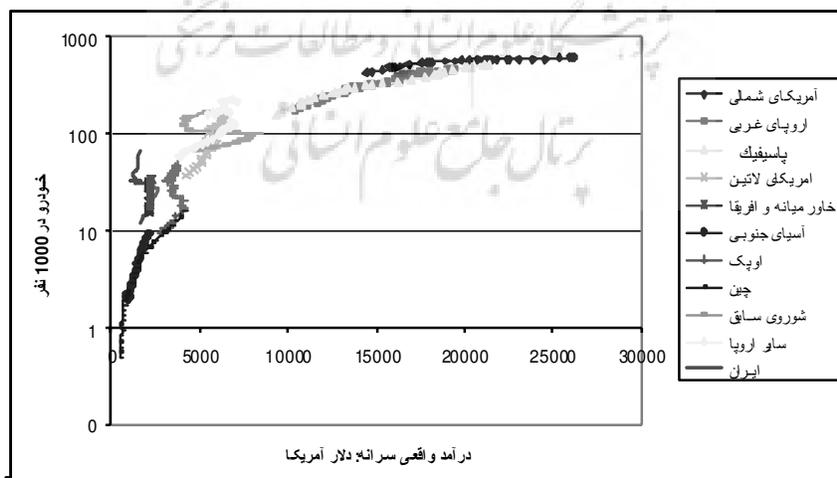
سال‌های آتی باشد. البته در جای خود مصرف فرآورده‌های نفتی هم رشد بالای خود را حفظ خواهد کرد و بخش حمل‌ونقل عمده‌ترین بخش مصرف‌کننده نفت باقی خواهد ماند.

### ۵. روند رشد تعداد خودروها در مقایسه با رشد درآمد سرانه

با افزایش سطح درآمد و عرضه مکفی خودرو در جامعه و نیز با آماده‌سازی زیرساختاری بخش حمل‌ونقل و در دسترس قرار دادن سوخت موردنیاز خودروها، بتدریج تعداد خودروها افزایش می‌یابد. بررسی رابطه تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت و درآمد سرانه از این جهت اهمیت دارد که می‌توان در صورت تأیید چنین رابطه‌ای، مدل پیش‌بینی تعداد خودروها را بعنوان تابعی از درآمد سرانه تدوین نمود. بدین ترتیب با سناریوهای مختلف می‌توان درآمد سرانه را پیش‌بینی و براساس آن تعداد خودروها را برحسب ۱۰۰۰ نفر جمعیت برآورد نمود. با پیش‌بینی تعداد خودروها و در اختیار داشتن متوسط راندمان سوخت خودروها، می‌توان میزان تقاضای سوخت در بخش حمل‌ونقل را برآورد نمود.

نمودار ۵ تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت را در مقابل درآمد سرانه نشان می‌دهد. این نمودار براساس اطلاعات سالهای ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۲ ترسیم شده است. ملاحظه می‌شود که برای کشورهای OECD روند افزایش تعداد خودروها منطبق برافزایش درآمد سرانه بوده و نمودار حالت S کشیده را نشان می‌دهد و مؤید سازگاری استفاده از مدل

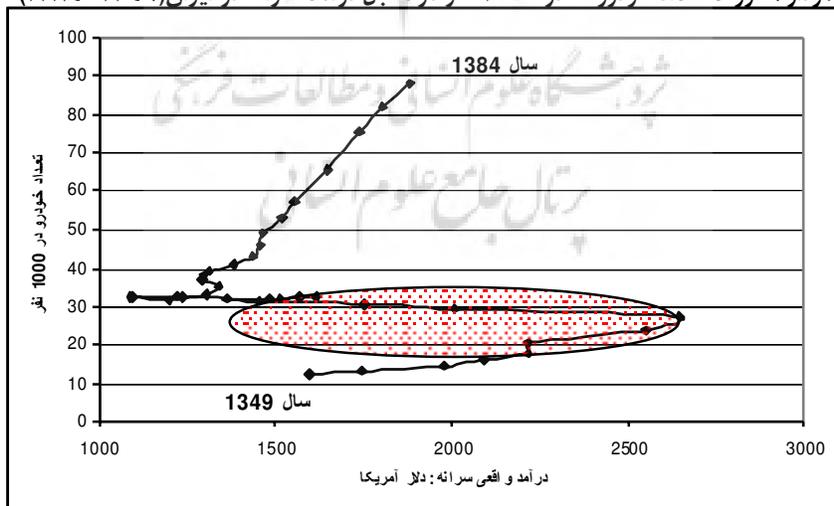
نمودار ۵. تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر در مقابل درآمد سرانه واقعی (۱۹۷۰-۲۰۰۲)



لاجستیک است. همانگونه که از نمودار استنباط می‌شود با افزایش درآمد سرانه، افزایش خودروها در ۱۰۰۰ نفر به آرامی صورت گرفته است. مسلماً افزایش درآمد سرانه به سطوح بسیار بالاتر نیز باعث افزایش شدید تعداد خودروها نخواهد شد چرا که تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر به سطح اشباع نزدیک شده است. این وضعیت برای کشورهای دیگر و مناطق دیگر جهان کاملاً متفاوت است.

اولاً درآمد سرانه در سایر کشورها در سطح پائین‌تر از ۱۰۰۰۰ دلار و تعداد خودروها نیز در سطوحی بسیار پائین‌تر از کشورهای توسعه یافته قرار دارد. کشور چین با درآمد سرانه بیش از ۴۰۰۰ دلار دارای کمتر از ۲۰ خودرو در ۱۰۰۰ نفر است. گرچه نمودار نشان دهنده افزایش خودروها در مسیر افزایش درآمد سرانه است اما اینکه این مسیر تا رسیدن به سطح اشباع (که خود نامعلوم است) چگونه طی خواهد شد کاملاً در حاله‌ای از ابهام قرار دارد و به همین دلیل پیش‌بینی تقاضای نفت در کشورهای مهمی همچون چین را که برای بازارهای جهانی نفت اهمیت دارد با ابهام و دشواری مواجه می‌سازد. کشور ایران با روند درآمد سرانه پائین‌تر از چین و سایر کشورهای در حال توسعه در سطح بالاتری از لحاظ تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر جمعیت قرار دارد. همانطوری که نمودار ۶ نشان می‌دهد تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در ایران با افزایش درآمد سرانه افزایش یافته است. اما برای یک فاصله زمانی افزایش درآمد سرانه بصورت ناگهانی افزایش داشته و به همین

نمودار ۶. روند تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر در مقابل درآمد سرانه در ایران (۱۳۴۹-۱۳۸۴)



## فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

دلیل تعداد خودروها با همان شتاب افزایش نداشته است. به تدریج با برگشت به سطح با دوام درآمد سرانه و افزایش با ثبات و تدریجی آن، تعداد خودروها نیز افزایش داشته است. بطوریکه در سال ۱۳۸۴ با درآمد سرانه ۲۵۸۰ دلار به سطح ۸۸ خودرو در ۱۰۰۰ نفر رسیده است. مسلماً با استفاده از متغیرهای مجازی میتوان دوره خاصی افزایش شدید درآمد سرانه را به نوعی از سری زمانی کنار گذاشت و مدل را بصورت لاجستیک طراحی نمود.

### ۶. تحولات رشد تعداد و ترکیب خودروها در ایران

در سال ۱۳۲۷ تعداد کل خودروهای ایران شامل سواری، آمبولانس، اتوبوس و وسایل نقلیه باری سنگین ۲۸۱۵۴ خودرو بود. سهم خودروهای سواری در این سال ۴۴ درصد و سهم وسایل نقلیه باری سنگین ۴۱/۴ درصد بوده است. جدول ۱ اطلاعات تفصیلی ترکیب انواع خودروها را طی سالهای ۱۳۲۷ تا ۱۳۸۲ دربردارد. ضمیمه مقاله اطلاعات را به تفکیک کلیه سالها در بردارد.

جدول ۱. تعداد و ترکیب انواع خودروها در ایران

نوع خودرو	۱۳۲۷	۱۳۳۰	۱۳۴۰	۱۳۵۰	۱۳۶۰	۱۳۷۰	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲
سواری	۰/۰۱۲	۰/۰۲۱	۰/۰۹۷	۰/۳۱۵	۱/۱۸۰	۱/۵۶۲	۲/۹۷۳	۳/۴۸۴	۴/۱۱۸
آمبولانس	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
اتوبوس	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۲۳	۰/۰۳۸	۰/۰۵۱	۰/۰۷۱	۰/۰۷۴	۰/۰۷۷
مینی بوس	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۴۲	۰/۰۷۶	۰/۰۹۸	۰/۰۹۹	۰/۱۰۱
نقلیه باربری سنگین	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	۰/۰۳۴	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۷۷	۰/۱۶۲	۰/۱۷۲	۰/۱۷۸
وانت	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۸۵	۰/۳۸۲	۰/۴۴۵	۰/۵۲۰
خودرو	۰/۰۲۸	۰/۰۴۱	۰/۱۴۰	۰/۳۹۳	۱/۳۰۵	۱/۸۵۱	۳/۶۸۶	۴/۲۷۵	۴/۹۹۵

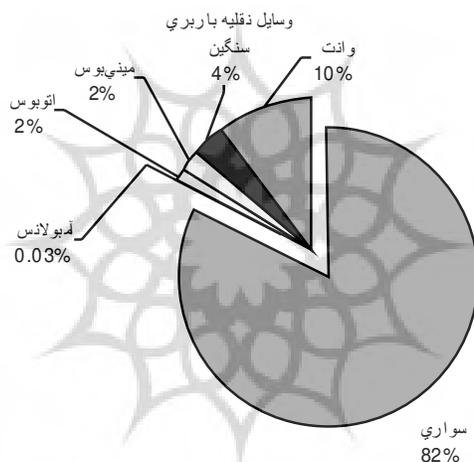
ماخذ: سالنامه آماری، مرکز آمار ایران، استخراج و پردازش شرکت مشاوران انرژی و اقتصاد شایگان (www.energyseec.com).

با نزدیک شدن به دهه‌های اخیر ترکیب خودروها بتدریج تغییر یافت و عمده خودروهای کشور را خودروهای سواری تشکیل داد. در سال ۱۳۸۲ حدود ۸۲/۴ درصد

خودروهای کشور سواری و عمدتاً بنزین سوز بودند حدود ۱۰/۴ درصد خودروها وانت و آنها نیز بنزین سوز بودند به عبارت دیگر می توان گفت که حدود ۹۳ درصد خودروهای کشور را خودروهای بنزین سوز تشکیل می دهد. نمودار ۷ ترکیب انواع خودرو را در سال ۱۳۸۲ نشان می دهد.

با نگاهی به روند افزایش انواع خودروها در ایران از سال ۱۳۲۷ تا کنون می توان دریافت که در دهه های ۱۳۲۰، ۱۳۳۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۵۰ گرچه تعداد خودروها در ایران در سطح بالایی قرار نداشت اما رشد متوسط سالیانه بین ۱۰ تا ۱۲ درصد بوده است. رشد تعداد

نمودار ۷. سهم انواع وسایل نقلیه در ناوگان خودرو کشور در سال ۱۳۸۲

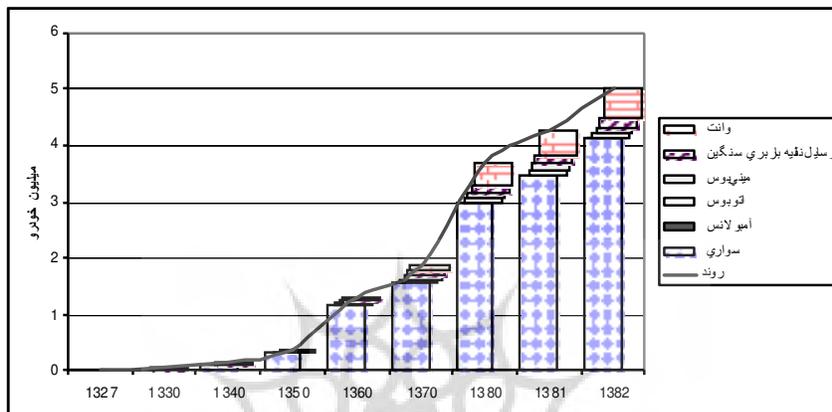


خودروها در دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ کاهش شدیدی یافت. رشد تعداد خودروها در دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ به ترتیب ۳/۵ و ۶/۹ درصد در سال بود. طی سالهای اخیر موج جدیدی از خرید خودرو در ایران آغاز شد به طوری که رشد خودروها در سال های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۲ به ترتیب به ۱۴/۸ و ۱۵/۶ درصد بالغ شد. فقط طی این دو سال حدود ۱/۳ میلیون خودرو به تعداد خودروهای کشور اضافه شده است. نمودار ۸ این روند افزایشی را به خوبی نشان می دهد. قدر مسلم با تداوم سیاست فعلی در بخش حمل و نقل درون شهری و برون شهری و نیز پرداخت یارانه شدید سوخت و عدم توسعه به موقع و سریع حمل و نقل عمومی یکپارچه، تعداد خودروها رشد شتابان خود را ادامه خواهد داد. در قسمت های بعدی نشان

## 1 . Integrated Public Transportation

داده می‌شود که رشد تعداد خودروها چگونه بر رشد تقاضای فرآورده‌های نفتی در آینده اثر می‌گذارد.

نمودار ۸. روند و ترکیب خودرو در ایران ۱۳۸۲-۱۳۲۷



## ۷. مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل

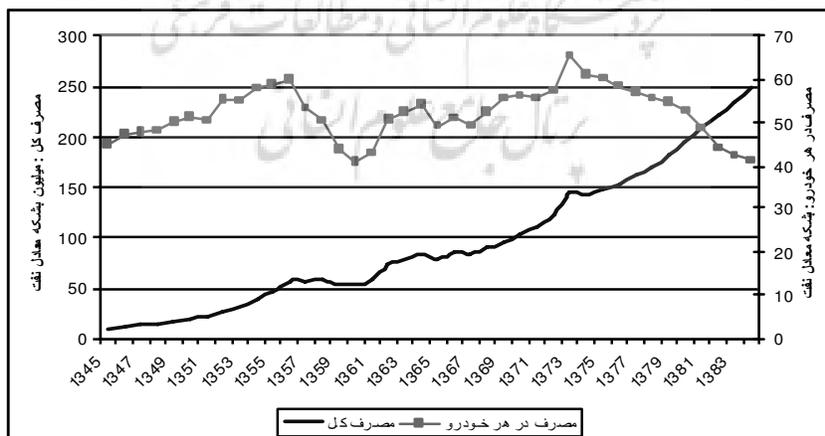
بخش حمل‌ونقل از جمله بخش‌های عمده مصرف‌کننده فرآورده‌های نفتی در جهان است. علی‌رغم تلاش‌های فراوان برای جایگزین کردن سایر سوخت‌ها مانند LPG، LNG، اتانول و سوخت‌های زیستی<sup>۱</sup> همچنان سهم فرآورده‌های نفتی بالا بوده و انتظار می‌رود که این سهم تا چند دهه آتی بالا بماند. سهم بنزین، نفت گاز و سوخت‌های جایگزین در کل مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل به ترتیب ۵۸٪، ۳۸٪ و ۴٪ بوده است (IFQC, 2006).

بررسی مصرف جهانی نفت در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد که حدود ۵۰ درصد کل مصرف نفت در بخش حمل‌ونقل صورت پذیرفته است. همین وضعیت برای ایران نیز صادق است. سهم بخش حمل‌ونقل در مصرف فرآورده‌های نفتی در سال ۱۳۸۴ حدود ۵۲ درصد است. بنابراین لازم است که بخش حمل‌ونقل مورد توجه خاص سیاست‌گذاران انرژی قرار گیرد. در غیراینصورت مصرف شدید فرآورده‌های نفتی در این بخش پتانسیل صادرات خالص نفت را در سالهای آتی از ایران خواهد گرفت. سهمیه‌بندی بنزین از طریق کارت‌های الکترونیکی نیز که مصرف را برای سطح مشخصی محدود

می کند یک راه حل بلندمدت نیست چرا که به این ترتیب سطح رفاه اجتماعی را مورد هدف قرار می دهد، مگر اینکه سوخت به صورت دو نرخ ا ارائه و نرخ دوم در سطحی تعیین شود که یارانه بخش سهمیه بندی را نیز پوشش داده و هیچ بار مالی برای دولت به همراه نداشته باشد. مصرف فرآورده های نفتی در ایران در سال ۱۳۴۵ برابر با ۱۱/۲ میلیون بشکه (۴/۹ میلیون لیتر در روز) بوده که در سال ۱۳۸۴ به حدود ۲۴۷/۴ میلیون بشکه (۱۰۷/۸ میلیون لیتر در روز) افزایش یافته است. مصرف فرآورده های نفتی در بخش حمل و نقل با رشدی مداوم و نسبتاً بالایی برخوردار و از سال ۱۳۷۷ تا کنون همواره بیش از ۵ درصد بوده است. رشد متوسط طی این دوره حدود ۶/۲۱ درصد بوده که نشان دهنده رشدی بالا است. نمودار ۷ به خوبی نشان می دهد که مصرف فرآورده های نفتی در ایران طی سالهای اخیر شتاب زیادی داشته است.

مصرف نفت به ازاء هر خودرو شاخص و معیاری برای سنجش عملکرد متغیرهای مختلف در بخش حمل و نقل است. این متغیر زمانی دارای روند نزولی می شود که عوامل متعدد دیگری در جهت کاهش مصرف نفت فعال شوند. به عنوان مثال بهبود رانندمان مصرف سوخت خودروها، کاهش پیمایش متوسط خودروها در نتیجه افزایش قیمت سوخت و یا کاهش سطح درآمد مردم، توسعه حمل و نقل عمومی و افزایش هزینه های نسبی استفاده از وسایل نقلیه شخصی از جمله این دلایل هستند. بنابراین بسته به این که این عوامل در آینده چگونه تغییر می یابند، مصرف نفت به ازاء هر خودرو نیز تغییر می یابد. نمودار ۹ نشان می دهد که طی سالهای اخیر این روند سیر نزولی داشته است. تفسیر ساده

نمودار ۷. مصرف فرآورده های نفتی در بخش حمل و نقل و مصرف به ازاء هر خودرو



این روند نزولی برای سالهای اخیر این واقعیت است که تعداد خودروهای کشور طی سالهای اخیر افزایش شدیدی داشته اما میزان پیمایش برای هر خودرو افزایش نداشته است. البته بهبود نسبی راندمان سوخت خودروهای جدید در مقایسه با خودروهای قدیمی و نیز توسعه نسبی حمل و نقل عمومی هم در این خصوص بی تأثیر نبوده است. در برخی مطالعات مصرف نفت به ازاء هر خودرو مدل سازی شده و تابعی از راندمان متوسط و نیز درآمد سرانه کشور و متغیرهای ساختاری مانند توسعه زیر ساخت های حمل و نقل، طول جاده های شوسه و آزادراه های کشور در نظر گرفته می شود.

## ۸. مدل سازی تقاضای نفت در بخش حمل و نقل ایران

### الف. تخمین مدل تعداد خودروها

تقاضای نفت در بخش حمل و نقل بصورت غیرمستقیم از طریق برآورد تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت برآورد می شود. تقاضای نفت از حاصل ضرب تعداد خودروها در مصرف متوسط هر خودرو به دست می آید. شکل نظری مدل به صورت زیر است:

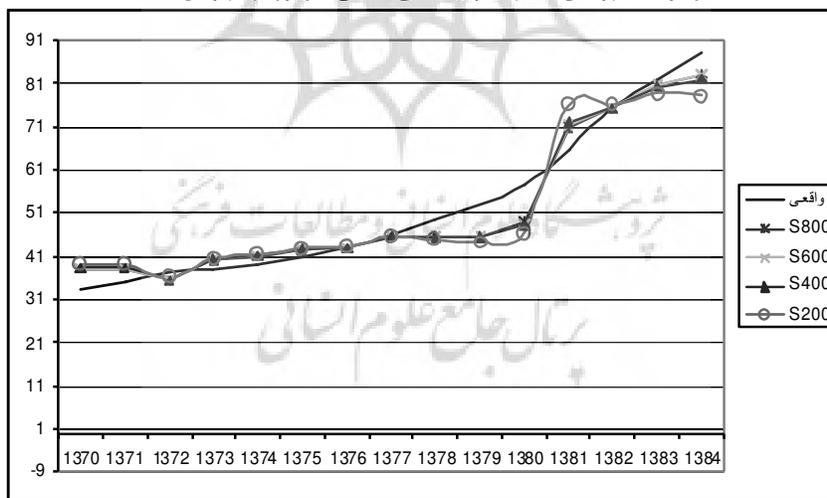
$$\begin{aligned} \ln(V_t) &= \ln(S - V_t) + \alpha_0 + \alpha_1 \ln(PGDP_t) + \alpha_2 Trend + \alpha_3 \ln(V_{t-1}) + \varepsilon_t \\ C_t &= V_t * OPV_t \end{aligned}$$

که در آن  $V$  تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در زمان  $t$ ،  $S$  سطح اشباع تعداد خودروها،  $PGDP_t$  تولید ناخالص داخلی سرانه،  $Trend$  متغیر روند و  $V_{t-1}$  تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در دوره قبل و نیز  $\varepsilon_t$  جزء اخلال تصادفی است. همچنین  $OPV_t$  و  $C_t$  به ترتیب مصرف نفت و مصرف نفت به ازاء هر خودرو است. از آنجائیکه قیمت های فعلی سوخت تأثیری در رفتار مصرف کنندگان در خرید خودرو و نیز مصرف سوخت ندارد بنابراین، قیمت سوخت در مدل ارائه نشده است. قیمت ها زمانیکه به سطح آستانه تأثیرگذاری نزدیک شوند می تواند در این مدل و یا در مدل متوسط مصرف به ازاء هر خودرو ظاهر گردد.

مسلماً در صورتیکه اطلاعات در اختیار باشد می توان  $OPV_t$  را هم بصورت درونزا مدل سازی نمود. چون متوسط مصرف نفت در هر خودرو تابع عوامل اقتصادی و زیرساختی در بخش حمل و نقل و نیز راندمان ناوگان خودروها است. با استفاده از داده های سالیانه در

دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۴ مدل فوق تخمین شده است. در این مدل، میزان سطح اشباع خودروها (S) به صورت برونزا تعیین می شود. در واقع تعیین مقدار سطح اشباع بسیار کار دشواری است. چون سطح اشباع هر کشوری تحت تأثیر عوامل متعدد جغرافیایی، سیاست های بخش حمل و نقل، زیرساخت ها، سطح درآمد سرانه، توسعه بخش حمل و نقل عمومی و ..... قرار دارد. البته یک راه حل کلی برای تعیین سطح اشباع بررسی میزان اثرگذاری سطح اشباع بر شیب سازی مدل و نیز احتمال تأثیرگذاری آن بر روند پیش بینی تعداد خودروهاست. نمودار ۱۰ برازش مدل را براساس سطح اشباع ۲۰۰ خودرو تا ۸۰۰ خودرو نشان می دهد. ملاحظه می شود در صورتیکه سطح اشباع در سطح ۲۰۰ خودرو در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در نظر گرفته شود، برازش مدل، وضعیت تخمین کمتر از حد را به دست می دهد. این در حالی است که سطح اشباع در سطح ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ میزان تخمین کمتر از حد را در سالهای نزدیک به انتهای دوره تخمین به حداقل می رسانند. همچنین در صورتیکه در زمان پیش بینی بلند مدت نیز وضعیت درآمد سرانه در سطحی برآورد شود که میزان اشباع خودروها در آن سطح تأثیری روی پیش بینی تعداد خودروها نداشته باشد، می توان سطح اشباع را در حد بالاتری در نظر گرفت.

نمودار ۱۰. بررسی تأثیرگذاری سطح اشباع خودرو بر برازش مدل

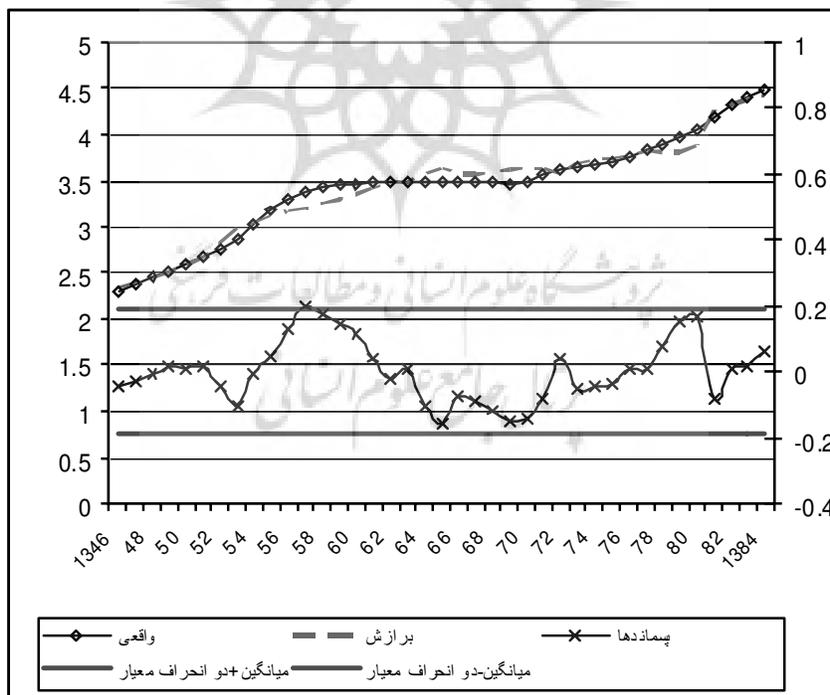


در این مدل سطح اشباع در سطح ۶۰۰ خودرو در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در نظر گرفته شده است. نتایج تخمین به صورت زیر حاصل شده است.

$$\begin{aligned} \ln(V_t) = & \ln(600 - V_t) - 3/75 + 0/26 \ln(\text{PGDP}_t) \\ & (-105) \quad (9.8) \\ & + 0/033 \text{Trend} + 0/36 D_{80} \\ & (16.5) \quad (5.9) \quad \bar{R}^2 = 0.97 \end{aligned}$$

که در آن D80 متغیر مجازی برای لحاظ این واقعیت است که از سال ۱۳۸۰ تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر از رشد بسیار سریعی برخوردار شده است. برای سالهای ۱۳۸۴-۱۳۸۰ عدد یک و برای سایر سالها عدد صفر منظور شده است. تخمین مدل نشان دهنده خوبی برازش بوده و ضرایب تکی نیز از لحاظ آماری معنادار هستند. نمودار ۱۱ برازش مدل را نشان می دهد. ملاحظه می شود که برازش به خوبی صورت پذیرفته و سری برازش شده به خوبی می تواند سری زمانی واقعی را دنبال کند. معمولاً در مدل های لاجستیک به ندرت برازش خیلی خوب حاصل می شود.

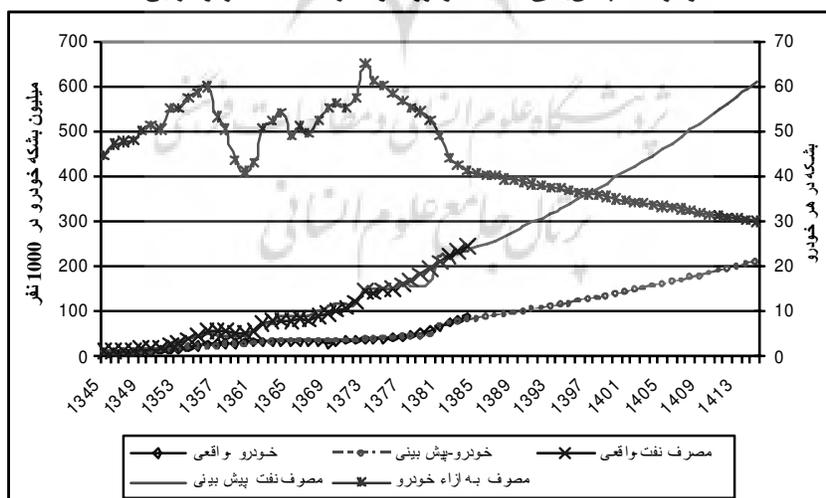
نمودار ۱۱. برازش مدل لاجستیکی تعداد خودروها



### ب. پیش‌بینی تعداد خودروها و مصرف نفت در بخش حمل‌ونقل

برای پیش‌بینی تعداد خودروها و نیز مصرف نفت در سناریوی مرجع فرض شده است که رشد اقتصادی کشور سالیانه بطور متوسط  $3/5$  درصد و متوسط رشد جمعیت نیز  $1/1$  درصد است. بعلاوه با فرض روند کاهش مصرف به ازاء هر خودرو در حدود یک درصد مطابق سال‌های اخیر مصرف هر خودرو در سال  $1385$  از رقم  $40$  بشکه به حدود  $30$  بشکه در سال  $1414$  می‌رسد. کاهش مصرف به ازاء هر خودرو می‌تواند تحت تأثیر قیمت سوخت، افزایش راندمان سوخت خودروها، سطح درآمد خانوارها، وضعیت زیرساخت‌های بخش حمل‌ونقل، توسعه حمل‌ونقل عمومی درون و بیرون شهری و دیگر متغیرهای فنی-اقتصادی باشد. با توجه به این فروض نمودار ۱۲ پیش‌بینی‌های مرتبط را به‌دست می‌دهد. نمودار ۱۲ علاوه بر شبیه‌سازی خوب مدل را در دوره تخمین نشان می‌دهد. براساس این پیش‌بینی تعداد خودروها در  $1000$  نفر جمعیت به حدود  $211$  خودرو خواهد رسید که رشد نسبتاً بالای  $3$  درصدی در سال را نشان می‌دهد. مصرف نفت هم سالیانه با رشد متوسط حدود  $3/1$  درصد به سطح  $611$  میلیون بشکه (معادل  $266$  میلیون لیتر در روز) خواهد رسید، مصرف فعلی نفت در بخش حمل‌ونقل  $234$  میلیون بشکه (معادل  $102$  میلیون لیتر در روز و معادل  $0/64$  میلیون بشکه معادل نفت در روز) است. مصرف نفت در سال  $1415$  با این فروض  $2/6$  برابر بیشتر از سال  $1385$  خواهد بود.

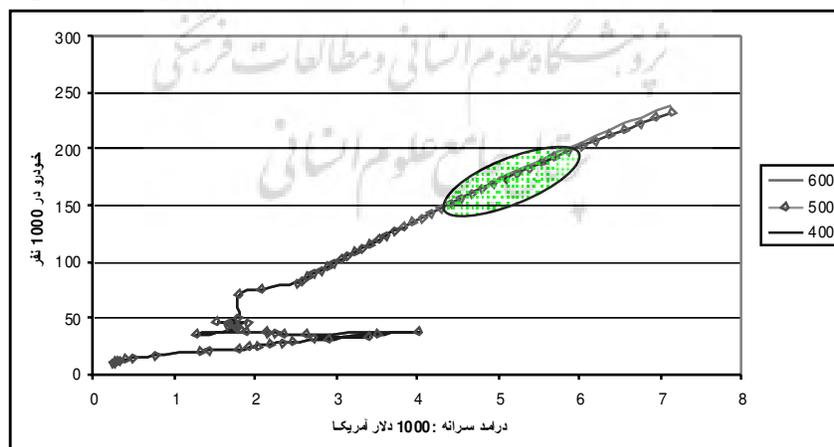
نمودار ۱۲. پیش‌بینی تعداد خودروها و مصرف نفت سناریو مرجع



## فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

با فرض ثابت بودن سایر شرایط، در صورتیکه رشد اقتصادی سالیانه ۶ درصد فرض شود تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت در سال ۱۴۱۵ به حدود ۲۳۸ خودرو و در صورتیکه ۸ درصد در نظر گرفته شود به حدود ۲۶۰ خودرو افزایش خواهد یافت. البته دو سناریوی اخیر چندان محتمل نیستند چرا که تجربه رشد اقتصادی ایران طی دهه‌های اخیر این امر را نشان داده است. به هر جهت در صورت رشد بالای اقتصادی تعداد خودروها به ازاء ۱۰۰۰ نفر جمعیت در دامنه ۲۱۰ تا ۲۶۰ خودرو قرار خواهد داشت. این دامنه نشان می‌دهد که لحاظ سطح اشباع خودرو بایستی در دامنه‌های بالاتر از ۲۰۰ در نظر گرفته می‌شود. البته در اینجا تحلیل دیگری ارایه می‌شود تا نشان داده شود که سطح اشباع در مدل تا دودهمه آینده در سطوح بالاتر از ۳۰۰ چندان قیدی برای مدل تلقی نمی‌شود. برای این منظور، رشد اقتصادی ۳/۵ درصد که تحقق آن منطقی به نظر می‌رسد برای دو مدل در نظر گرفته شده و نتایج پیش‌بینی تا چندین دهه بعد با هم مقایسه می‌شوند، همانگونه که نمودار ۱۳ نشان می‌دهد حتی تا سطح بالای درآمد سرانه، مدل‌های یکسان با نقطه اشباع متفاوت جوابهای نسبتاً یکسانی به دست می‌دهند. درآمد سرانه قابل دسترس تا سال ۱۴۱۴ در محوریت ۵ هزار دلار قرار می‌گیرد. ملاحظه می‌شود که در این ناحیه، پیش‌بینی‌های مدل‌های با سطح اشباع ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ خودرو در ۱۰۰۰ نفر جمعیت، جواب‌های یکسانی به دست داده است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که در شرایط فعلی برای مدل‌سازی تعداد خودروها در ایران، تعیین نقطه اشباع یک موضوع مهم تلقی نمی‌گردد.

نمودار ۱۳. تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر در مقابل درآمد سرانه برای سطوح مختلف اشباع



## ۹. نتیجه گیری

بدون تردید بخش حمل و نقل یکی از بخش‌های عمده مصرف کننده نفت است. در ایران نیز به مانند نقاط عمده مصرف کننده، بیش از ۵۰ درصد مصرف نفت در بخش حمل و نقل صورت می‌پذیرد. تعداد خودروها در ۱۰۰۰ نفر جمعیت متغیر عمده در تعیین میزان مصرف نفت در این بخش است. گرچه این تعداد در ایران کمتر از ۱۰۰ بوده و فاصله زیادی با متوسط کشورهای OECD دارد اما طی سالهای اخیر رشد چشمگیری داشته است. با توجه به اینکه بخش حمل و نقل عمومی در ایران تکامل نیافته و نیز قیمت سوخت یک عامل محدود کننده برای کاهش متوسط پیمایش و نیز متوسط مصرف نبوده و در عین حال هزینه‌های تهیه خودرو شخصی نیز توسط بخش عمده‌ای از جامعه قابل تحمل است، باعث گردیده که علی‌رغم عدم رشد چشمگیر درآمد سرانه در کشور، تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر طی سالهای اخیر رشد چشمگیری داشته باشد. مدل لاجستیک برای پیش‌بینی تعداد خودروها مورد استفاده قرار گرفت که نتایج نشان داد در شرایط عدم تغییر شدید سیاست‌های بخش حمل و نقل، تعداد خودروها به رقم قابل توجه ۲۱۱ خودرو در هزار نفر جمعیت در سال ۱۴۱۵ خواهد رسید که مصرف نفت را به سطح ۶۱۱ میلیون بشکه در این بخش خواهد رساند. این رقم برابر با حدود ۱/۷ میلیون بشکه در روز است که می‌تواند بخش قابل توجهی از تولیدات نفت کشور را به خود اختصاص دهد. از آنجائیکه هدف این مقاله ارائه راهکارهایی برای منطقی کردن مصرف نفت در بخش حمل و نقل نیست، صرفاً به ضرورت بازنگری جدی در سیاست‌های قیمت‌گذاری سوخت و توسعه سریع بخش حمل و نقل عمومی از محل درآمدهای ناشی از حذف یارانه‌ها اشاره می‌شود. توسعه بلندمدت و پایدار اقتصادی حکم می‌نماید که فارغ از مسایل سیاسی، سیاست‌های انرژی در بخش حمل و نقل مورد بازنگری سریع قرار گرفته و از تجارب جهانی در این خصوص بهره گرفته شود. مطالعات بیشتر در خصوص مدل‌سازی میزان مصرف متوسط هر خودرو و نیز محاسبه سری زمانی راندمان ناوگان خودروهای کشور و لحاظ کردن متغیرهای ساختاری و فنی (مانند طول اتوبان‌ها و جاده‌های شوسه و ...) توصیه می‌گردد.

## منابع

### الف. منابع فارسی

۱. مزرعتی، محمد، ۱۳۷۳، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد

---

## فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

---

۲. مرکز آمار ایران، سالهای مختلف، سالنامه‌های آماری
۳. وزارت نیرو، ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۲
۴. مزرعتی محمد، فریور لیا، ۱۳۸۲، سیستم پیش‌بینی جهانی انرژی WEPS، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره صفر، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی
۵. شرکت مشاوران انرژی و اقتصاد شایگان، اطلاعات انرژی، [www.energyseec.com](http://www.energyseec.com)

### ب. منابع انگلیسی

1. OPEC, 2004, OPEC Annual Statistical Bulletin, Vienna, Austria, [www.opec.org](http://www.opec.org)
2. OPEC, 2004, Oil & Energy outlook to 2025, OWEM sceneries, March 2004, OPEC secretariat, Vienna.
3. EIA, 2000, the National Energy Modeling System; an overview 2000, [www.eia.doe.gov/aiaf/aeo/overview/index.html](http://www.eia.doe.gov/aiaf/aeo/overview/index.html).
4. Dargay Joyce, Dermot Gately, Martin Sommer, 2006, Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030, IMF working paper.
5. OPEC, 2006, workshop on Modeling Fuel demand in the Transportation sector proceedings, Vienna, Austria.
6. Cozzi Laura, 2006, "Transport Module at the IEA world energy model: Capturing efficiency trends and consumer choices, workshop on fuel demand modeling in the transportation Sector, OPEC secretariat, Vienna.
7. Brennan Carry, 2006, Transportation Sector Modeling at the OPEC secretariat, workshop on fuel demand modeling in the transportation sector OPEC secretariat.
8. IFQC, 2006, International Fuel Quality Center, Global Renewable Fuels Outlook to 2010, Hart Energy Publishing.

ضمیمه ۱. جداول آماری

جدول ۱. تعداد انواع خودروها در ایران (۱۳۲۷-۱۳۵۹)

سال	موتور سیکلت	وانت	وسایل نقلیه باربری سنگین	مینی بوس	اتوبوس	امبولانس	سواری	کل خودروها
۱۳۲۷			۱۱۶۶۷		۴۰۷۵	۲۵	۱۲۳۸۷	۲۸۱۵۴
۱۳۲۸			۱۴۱۱۹		۴۵۰۳	۸۸	۱۵۹۱۵	۳۴۶۲۵
۱۳۲۹			۱۵۲۶۹		۵۱۴۸	۹۶	۱۹۶۱۴	۴۰۱۲۷
۱۳۳۰			۱۴۶۱۳		۴۷۲۲	۱۰۴	۲۱۲۴۰	۴۰۶۷۹
۱۳۳۱			۱۵۴۵۳		۵۲۸۳	۱۰۴	۲۳۵۴۳	۴۴۳۸۳
۱۳۳۲			۱۶۵۲۳		۵۲۱۱	۱۰۵	۲۵۳۱۱	۴۷۱۵۰
۱۳۳۳			۱۸۷۴۰		۵۷۸۱	۱۰۷	۲۹۰۵۷	۵۳۶۸۵
۱۳۳۴			۲۰۶۱۲		۶۳۱۵	۱۰۷	۳۳۶۶۶	۶۰۷۰۰
۱۳۳۵			۱۹۹۱۱		۶۶۸۵	۱۱۶	۴۱۰۹۴	۶۷۸۰۶
۱۳۳۶			۲۵۵۴۳		۷۰۰۱	۱۲۱	۵۲۵۴۸	۸۵۲۱۳
۱۳۳۷			۲۸۵۴۹		۷۰۵۷	۱۲۲	۶۷۱۷۵	۱۰۲۹۰۳
۱۳۳۸			۳۱۹۲۸		۷۳۷۲	۱۳۰	۷۹۴۵۰	۱۱۸۸۸۰
۱۳۳۹			۳۵۵۱۲		۸۰۴۷	۲۱۶	۹۴۰۶۴	۱۳۷۸۳۹
۱۳۴۰			۳۴۲۶۸		۸۲۴۴	۲۲۹	۹۷۱۸۰	۱۳۹۹۲۱
۱۳۴۱			۳۰۴۴۰		۸۹۱۷	۲۴۰	۱۰۵۸۵۵	۱۴۵۴۵۲
۱۳۴۲			۳۶۴۸۶		۱۰۴۷۲	۳۴۹	۱۲۲۰۹۸	۱۶۹۴۰۵
۱۳۴۳			۴۶۰۴۸		۱۲۴۸۵	۳۷۱	۱۴۳۷۹۷	۲۰۲۷۰۱
۱۳۴۴			۴۶۰۴۸		۱۴۴۹۸	۳۹۳	۱۶۵۴۹۶	۲۲۶۴۳۵
۱۳۴۵			۴۶۰۴۸		۱۶۵۱۱	۴۱۵	۱۸۷۱۹۵	۲۵۰۱۶۹
۱۳۴۶			۴۶۰۴۸	۹۹۵	۱۷۷۹۹	۴۱۵	۱۹۹۳۷۸	۲۶۴۶۳۵
۱۳۴۷			۴۶۰۴۸	۲۴۱۴	۱۹۳۸۳	۴۱۵	۲۲۲۳۹۶	۲۹۰۶۵۶
۱۳۴۸			۴۶۰۴۸	۴۲۱۰	۲۰۵۱۷	۴۱۵	۲۴۹۷۳۴	۳۲۰۹۳۴
۱۳۴۹			۴۶۰۴۸	۶۸۵۰	۲۱۸۷۴	۴۱۵	۲۷۸۰۰۵	۳۵۳۱۹۲
۱۳۵۰			۴۶۰۴۸	۸۳۷۲	۲۳۰۰۵	۴۱۵	۳۱۴۷۷۶	۳۹۲۶۱۶
۱۳۵۱			۴۶۰۴۸	۱۰۳۹۳	۲۴۱۵۷	۴۱۵	۳۶۰۷۰۵	۴۴۱۷۱۸
۱۳۵۲			۴۶۰۴۸	۱۵۰۵۲	۲۵۹۸۴	۴۱۵	۴۰۵۱۹۰	۴۹۲۶۸۹
۱۳۵۳	۲۰۰۱۵۶		۴۶۰۴۸	۱۸۴۱۹	۲۷۵۱۴	۴۱۵	۴۷۶۱۸۴	۵۶۸۵۸۰
۱۳۵۴	۲۱۹۹۵۷		۴۶۰۴۸	۲۱۵۰۶	۲۸۹۹۷	۴۱۵	۵۷۸۰۸۶	۶۷۵۰۵۲
۱۳۵۵	۲۴۳۵۶۶		۴۶۰۴۸	۲۶۹۷۱	۳۰۹۶۱	۴۱۵	۶۹۴۴۳۴	۷۹۸۸۲۹
۱۳۵۶	۲۶۷۷۴۰		۴۶۰۴۸	۳۲۶۲۹	۳۲۷۶۵	۴۱۵	۸۴۲۲۳۷	۹۵۴۰۹۴
۱۳۵۷	۲۸۲۱۳۳		۴۶۰۴۸	۳۵۱۲۱	۳۴۱۰۸	۴۱۵	۹۶۳۹۲۷	۱۰۷۹۶۱۹
۱۳۵۸	۲۸۹۳۳۶		۴۶۰۴۸	۳۷۰۹۹	۳۵۰۹۷	۴۱۵	۱۰۴۱۹۷۸	۱۱۶۰۶۳۷
۱۳۵۹	۳۷۲۶۷۰		۴۶۰۴۸	۳۹۱۸۴	۳۶۱۸۰	۴۱۵	۱۱۱۴۳۰	۱۲۳۶۱۸۷

ماخذ: شرکت مشاوران انرژی و اقتصاد شایگان [www.energyseec.com](http://www.energyseec.com) و مرکز آمار ایران

فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۱. تعداد انواع خودروها در ایران (۱۳۶۰-۱۳۸۲)

سال	موتورسیکلت	وانت	وسایل نقلیه باربری سنگین	مینی بوس	اتوبوس	آمبولانس	سواری	کل خودروها
۱۳۶۰	۴۳۵۳۰۴		۴۶۰۴۸	۴۱۶۷۳	۳۷۵۶۳	۴۱۵	۱۱۷۹۵۱۷	۱۳۰۵۲۱۶
۱۳۶۱	۴۷۲۱۳۸		۴۶۰۴۸	۴۵۳۷۰	۳۸۸۰۷	۴۱۵	۱۲۳۰۰۴۳	۱۳۶۰۶۸۳
۱۳۶۲	۵۰۱۴۲۱		۴۶۰۴۸	۵۲۵۳۰	۴۰۲۵۰	۴۱۵	۱۲۸۵۴۶۳	۱۴۲۴۷۰۶
۱۳۶۳	۵۳۴۴۶۰		۴۶۰۴۸	۵۶۱۳۴	۴۳۱۶۵	۴۱۵	۱۳۴۴۴۸۴	۱۴۹۰۲۴۶
۱۳۶۴	۵۶۳۸۶۲		۴۶۰۴۸	۶۲۷۸۶	۴۴۸۰۴	۴۱۵	۱۳۷۳۷۶۹	۱۵۲۷۸۲۲
۱۳۶۵	۵۹۳۰۵۳	۲۲۴۹۷	۵۳۲۷۸	۶۵۲۶۵	۴۶۵۳۹	۵۴۷	۱۴۱۳۰۸۵	۱۶۰۱۲۱۱
۱۳۶۶	۶۱۸۹۳۴	۴۰۱۴۸	۵۶۲۵۸	۶۷۱۳۸	۴۷۰۰۳	۷۳۸	۱۴۴۲۸۷۷	۱۶۵۴۱۶۲
۱۳۶۷	۶۳۲۲۳۲	۴۵۸۹۸	۵۸۲۳۷	۶۷۸۲۸	۴۷۲۳۳	۹۴۸	۱۴۶۶۰۳۶	۱۶۸۶۲۸۰
۱۳۶۸	۶۳۵۷۱۰	۵۰۱۱۸	۵۹۹۵۰	۷۰۲۱۱	۴۷۸۰۳	۱۲۸۲	۱۴۸۵۰۸۷	۱۷۱۴۴۵۱
۱۳۶۹	۶۴۲۷۴۸	۵۴۹۳۸	۶۱۶۸۰	۷۰۵۶۵	۴۸۲۹۵	۱۴۹۶	۱۴۹۶۷۰۳	۱۷۳۳۶۷۷
۱۳۷۰	۶۶۷۰۸۳	۸۴۵۶۹	۷۶۷۶۹	۷۵۶۳۷	۵۰۵۶۹	۱۴۹۶	۱۵۶۲۳۲۹	۱۸۵۱۳۶۹
۱۳۷۱	۷۰۵۳۹۲	۱۲۵۶۰۷	۹۵۷۲۳	۸۰۸۶۱	۵۲۳۷۴	۱۴۹۶	۱۶۳۷۱۰۲	۱۹۹۳۱۶۳
۱۳۷۲	۷۴۴۴۸۴	۱۵۳۸۱۹	۱۰۵۳۷۴	۸۵۵۹۵	۵۴۲۸۴	۱۴۹۶	۱۷۲۳۲۱۱	۲۱۲۳۷۷۹
۱۳۷۳	۸۰۰۶۶۶	۱۷۳۷۷۲	۱۱۳۴۷۳	۸۷۷۸۴	۵۶۰۲۳	۱۴۹۶	۱۷۸۷۷۳۵	۲۲۲۰۲۸۳
۱۳۷۴	۸۵۰۵۵۲	۱۹۰۵۷۹	۱۱۸۳۵۱	۸۹۸۱۵	۵۷۱۹۵	۱۴۹۶	۱۸۶۴۶۰۳	۲۳۲۲۰۳۹
۱۳۷۵	۸۸۲۵۱۹	۲۰۶۰۰۲	۱۲۴۱۱۵	۹۱۰۳۲	۵۸۰۷۹	۱۴۹۶	۱۹۷۲۷۴۹	۲۴۵۳۴۷۳
۱۳۷۶	۹۱۴۴۸۶	۲۲۸۰۸۰	۱۳۲۰۰۱	۹۲۱۰۳	۵۹۲۳۶	۱۴۹۶	۲۱۰۹۵۱۵	۲۶۲۲۴۳۱
۱۳۷۷	۹۴۶۴۵۳	۲۵۹۷۹۳	۱۳۹۱۲۲	۹۳۳۰۶	۶۱۵۰۱	۱۴۹۶	۲۲۸۲۰۸۰	۲۸۳۷۲۹۸
۱۳۷۸	۹۷۸۴۲۰	۳۰۱۹۷۰	۱۴۶۲۳۴	۹۴۵۴۸	۶۵۰۳۱	۱۴۹۶	۲۴۶۳۳۱۶	۳۰۷۲۵۹۵
۱۳۷۹	۱۰۳۴۴۳۲	۳۳۷۸۶۴	۱۵۳۸۲۱	۹۶۴۵۸	۶۸۰۷۶	۱۴۹۶	۲۷۰۰۷۷۸	۳۳۵۸۴۹۳
۱۳۸۰	۱۱۵۸۷۸۳	۳۸۱۹۰۲	۱۶۱۵۳۵	۹۷۷۶۴	۷۰۷۶۵	۱۴۹۶	۲۹۷۲۶۶۴	۳۶۸۶۱۲۶
۱۳۸۱	۱۳۶۲۴۳۱	۴۴۴۵۷۸	۱۷۱۹۸۱	۹۹۴۶۸	۷۳۸۵۹	۱۴۹۶	۳۴۸۳۸۸۰	۴۲۷۵۲۶۲
۱۳۸۲	۱۴۸۸۹۲۵	۵۱۹۷۹۰	۱۷۷۷۰۴	۱۰۱۱۷۷	۷۶۶۸۸	۱۴۹۶	۴۱۱۸۳۶۲	۴۹۹۵۲۱۷

ماخذ: شرکت مشاوران انرژی و اقتصاد شایگان [www.energysec.com](http://www.energysec.com) و مرکز آمار ایران.

فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۲. اطلاعات مورد استفاده در مدل

سال واحد	تولید ناخالص سرانه دلار	تولید ناخالص میلیارد دلار	جمعیت روستایی میلیون نفر	جمعیت شهری میلیون نفر	جمعیت میلیون نفر
۱۳۴۵	۱۱۱۱	۲۹	۱۶	۱۰	۲۶
۱۳۴۶	۱۲۰۴	۳۲	۱۶	۱۰	۲۶
۱۳۴۷	۱۳۴۸	۳۷	۱۶	۱۱	۲۷
۱۳۴۸	۱۴۸۳	۴۱	۱۷	۱۱	۲۸
۱۳۴۹	۱۵۹۶	۴۶	۱۷	۱۲	۲۹
۱۳۵۰	۱۷۴۷	۵۱	۱۷	۱۲	۲۹
۱۳۵۱	۱۹۷۷	۶۰	۱۷	۱۳	۳۰
۱۳۵۲	۲۰۹۰	۶۵	۱۷	۱۴	۳۱
۱۳۵۳	۲۲۱۵	۷۱	۱۸	۱۴	۳۲
۱۳۵۴	۲۲۱۷	۷۳	۱۸	۱۵	۳۳
۱۳۵۵	۲۵۵۳	۸۶	۱۸	۱۶	۳۴
۱۳۵۶	۲۶۴۴	۹۳	۱۸	۱۷	۳۵
۱۳۵۷	۲۰۰۸	۷۳	۱۹	۱۸	۳۶
۱۳۵۸	۱۷۵۳	۶۶	۱۹	۱۹	۳۸
۱۳۵۹	۱۴۵۲	۵۷	۲۰	۲۰	۳۹
۱۳۶۰	۱۳۶۳	۵۶	۲۰	۲۱	۴۱
۱۳۶۱	۱۴۸۴	۶۳	۲۱	۲۲	۴۲
۱۳۶۲	۱۶۱۷	۷۱	۲۱	۲۳	۴۴
۱۳۶۳	۱۵۷۰	۷۲	۲۲	۲۴	۴۶
۱۳۶۴	۱۵۱۵	۷۲	۲۲	۲۵	۴۸
۱۳۶۵	۱۲۳۸	۶۱	۲۳	۲۷	۴۹
۱۳۶۶	۱۲۲۲	۶۲	۲۳	۲۸	۵۱
۱۳۶۷	۱۰۸۹	۵۷	۲۳	۲۹	۵۲
۱۳۶۸	۱۰۹۸	۵۸	۲۳	۳۰	۵۳
۱۳۶۹	۱۱۹۷	۶۵	۲۴	۳۱	۵۴
۱۳۷۰	۱۳۰۶	۷۳	۲۴	۳۲	۵۶
۱۳۷۱	۱۳۳۹	۷۶	۲۴	۳۳	۵۷
۱۳۷۲	۱۲۹۲	۷۴	۲۴	۳۴	۵۷
۱۳۷۳	۱۲۹۶	۷۶	۲۴	۳۵	۵۸
۱۳۷۴	۱۳۱۱	۷۸	۲۳	۳۶	۵۹
۱۳۷۵	۱۳۸۴	۸۳	۲۳	۳۷	۶۰
۱۳۷۶	۱۴۳۸	۸۸	۲۳	۳۸	۶۱
۱۳۷۷	۱۴۵۷	۹۰	۲۳	۳۸	۶۲
۱۳۷۸	۱۴۶۴	۹۲	۲۴	۳۹	۶۳
۱۳۷۹	۱۵۱۸	۹۶	۲۴	۴۰	۶۴
۱۳۸۰	۱۵۵۲	۱۰۰	۲۴	۴۱	۶۴
۱۳۸۱	۱۶۴۶	۱۰۷	۲۴	۴۲	۶۵
۱۳۸۲	۱۷۳۸	۱۱۵	۲۴	۴۲	۶۶
۱۳۸۳	۱۸۰۱	۱۲۱	۲۴	۴۳	۶۷
۱۳۸۴	۱۸۸۱	۱۲۸	۲۴	۴۴	۶۸

ماخذ: اوپک، اداره اطلاعات و آمار، ۲۰۰۶ برای GDP و مرکز آمار ایران برای اطلاعات جمعیتی کشور، OPEC Annual Statistical Bulletin, 2004

فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۲. اطلاعات مورد استفاده در مدل (ادامه)

سال واحد	مصرف نفت به ازاء هر خودرو بشکه	مصرف نفت در بخش حمل و نقل میلیون بشکه	تعداد خودرو در ۱۰۰۰ نفر	تعداد خودرو دستگاه
۱۳۴۵	۴۵	۱۱	۱۰	۲۵۰۱۶۹
۱۳۴۶	۴۷	۱۳	۱۰	۲۶۴۶۳۵
۱۳۴۷	۴۸	۱۴	۱۱	۲۹۰۶۵۶
۱۳۴۸	۴۸	۱۵	۱۱	۳۲۰۹۳۴
۱۳۴۹	۵۰	۱۸	۱۲	۳۵۳۱۹۲
۱۳۵۰	۵۱	۲۰	۱۳	۳۹۲۶۱۶
۱۳۵۱	۵۰	۲۲	۱۵	۴۴۱۷۱۸
۱۳۵۲	۵۵	۲۷	۱۶	۴۹۲۶۸۹
۱۳۵۳	۵۵	۳۱	۱۸	۵۶۸۵۸۰
۱۳۵۴	۵۸	۳۹	۲۱	۶۷۵۰۵۲
۱۳۵۵	۵۹	۴۷	۲۴	۷۹۸۸۲۹
۱۳۵۶	۶۰	۵۷	۲۷	۹۵۴۰۹۴
۱۳۵۷	۵۳	۵۸	۳۰	۱۰۷۹۶۱۹
۱۳۵۸	۵۰	۵۹	۳۱	۱۱۶۰۶۳۷
۱۳۵۹	۴۴	۵۴	۳۱	۱۲۳۶۱۸۷
۱۳۶۰	۴۱	۵۴	۳۲	۱۳۰۵۲۱۶
۱۳۶۱	۴۳	۵۹	۳۲	۱۳۶۰۶۸۳
۱۳۶۲	۵۱	۷۳	۳۲	۱۴۲۴۷۰۶
۱۳۶۳	۵۲	۷۸	۳۳	۱۴۹۰۲۴۶
۱۳۶۴	۵۴	۸۳	۳۲	۱۵۲۷۸۲۲
۱۳۶۵	۴۹	۷۹	۳۲	۱۶۰۱۲۱۱
۱۳۶۶	۵۱	۸۵	۳۳	۱۶۵۴۱۶۲
۱۳۶۷	۴۹	۸۳	۳۲	۱۶۸۶۲۸۰
۱۳۶۸	۵۳	۹۰	۳۲	۱۷۱۴۴۵۱
۱۳۶۹	۵۵	۹۶	۳۲	۱۷۳۳۶۷۷
۱۳۷۰	۵۶	۱۰۴	۳۳	۱۸۵۱۳۶۹
۱۳۷۱	۵۶	۱۱۱	۳۵	۱۹۹۳۱۶۳
۱۳۷۲	۵۷	۱۲۲	۳۷	۲۱۲۳۷۷۹
۱۳۷۳	۶۵	۱۴۵	۳۸	۲۲۲۰۲۸۳
۱۳۷۴	۶۱	۱۴۲	۳۹	۲۳۲۲۰۳۹
۱۳۷۵	۶۰	۱۴۸	۴۱	۲۴۵۳۴۷۳
۱۳۷۶	۵۸	۱۵۳	۴۳	۲۶۲۲۴۳۱
۱۳۷۷	۵۷	۱۶۱	۴۶	۲۸۳۷۲۹۸
۱۳۷۸	۵۵	۱۷۰	۴۹	۳۰۷۲۵۹۵
۱۳۷۹	۵۵	۱۸۳	۵۳	۳۳۵۸۴۹۳
۱۳۸۰	۵۳	۱۹۴	۵۷	۳۶۸۶۱۲۶
۱۳۸۱	۴۹	۲۰۹	۶۵	۴۲۷۵۲۶۲
۱۳۸۲	۴۴	۲۲۱	۷۵	۴۹۹۵۲۱۷
۱۳۸۳	۴۲	۲۳۳	۸۲	۵۴۹۵۲۱۷
۱۳۸۴	۴۱	۲۴۷	۸۸	۵۹۹۵۲۱۷

فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۳. تعداد خودرو به ازاء ۱۰۰۰ نفر جمعیت در مناطق مختلف

سال	آسیای جنوبی	چین	خاورمیانه و آفریقا	اوپک	ایران	آسیای جنوب شرقی	امریکای لاتین	شوروی سابق	سایر اروپا	اروپای غربی	پاسفیک	امریکای شمالی
۱۹۷۰	۲	۰/۵	۱۵	۹	۱۲	۱۶	۳۷	۶۸	۵۹	۱۷۶	۱۵۷	۴۲۸
۱۹۷۱	۲	۱	۱۶	۱۰	۱۳	۱۶	۴۰	۷۰	۶۱	۱۸۶	۱۷۱	۴۳۹
۱۹۷۲	۲	۱	۱۷	۱۱	۱۵	۱۷	۴۳	۷۱	۶۵	۱۹۸	۱۸۶	۴۵۴
۱۹۷۳	۲	۱	۱۸	۱۲	۱۶	۱۷	۴۶	۷۲	۶۸	۲۰۸	۲۰۳	۴۷۴
۱۹۷۴	۲	۱	۱۹	۱۳	۱۸	۱۸	۵۰	۷۳	۷۱	۲۱۶	۲۱۲	۴۸۲
۱۹۷۵	۲	۱	۲۰	۱۴	۲۱	۱۹	۵۴	۷۵	۷۵	۲۲۴	۲۱۸	۴۹۳
۱۹۷۶	۲	۱	۲۰	۱۶	۲۴	۲۰	۶۰	۷۶	۷۹	۲۳۵	۲۲۳	۵۰۸
۱۹۷۷	۲	۱	۲۰	۱۷	۲۷	۲۲	۶۵	۷۸	۸۴	۲۴۴	۲۴۱	۵۲۱
۱۹۷۸	۲	۱	۲۰	۱۹	۳۰	۲۳	۷۱	۷۹	۹۰	۲۵۴	۲۵۳	۵۳۲
۱۹۷۹	۲	۱	۲۱	۲۱	۳۱	۲۵	۷۳	۸۱	۹۶	۲۶۴	۲۶۵	۵۴۰
۱۹۸۰	۲	۲	۲۱	۲۲	۳۱	۲۸	۷۷	۸۲	۱۰۳	۲۷۰	۲۷۴	۵۴۷
۱۹۸۱	۲	۲	۲۲	۲۴	۳۲	۲۹	۷۹	۸۴	۱۰۸	۲۷۸	۲۸۲	۵۵۱
۱۹۸۲	۲	۲	۲۳	۲۶	۳۲	۳۱	۸۲	۸۶	۱۱۲	۲۸۵	۲۹۳	۵۵۱
۱۹۸۳	۳	۲	۲۳	۲۷	۳۲	۳۳	۸۲	۸۸	۱۱۵	۲۹۲	۳۰۲	۵۵۹
۱۹۸۴	۳	۲	۲۴	۲۹	۳۳	۳۵	۸۱	۹۰	۱۱۷	۲۹۹	۳۱۰	۵۶۵
۱۹۸۵	۳	۳	۲۴	۳۲	۳۲	۳۷	۸۲	۹۱	۱۱۸	۳۰۱	۳۱۹	۵۷۲
۱۹۸۶	۳	۳	۲۵	۳۳	۳۲	۳۹	۹۱	۹۶	۱۲۳	۳۱۱	۳۲۹	۵۸۱
۱۹۸۷	۳	۴	۲۵	۳۳	۳۳	۴۴	۹۲	۱۰۰	۱۲۶	۳۲۱	۳۴۰	۵۸۵
۱۹۸۸	۴	۴	۲۵	۳۳	۳۲	۵۱	۱۰۱	۱۰۰	۱۲۸	۳۲۹	۳۵۳	۵۹۵
۱۹۸۹	۴	۴	۲۶	۳۳	۳۲	۵۱	۱۰۳	۱۰۰	۱۳۸	۳۴۱	۳۶۹	۵۹۶
۱۹۹۰	۴	۵	۲۷	۳۳	۳۲	۵۸	۱۰۵	۱۰۱	۱۶۶	۳۶۲	۳۸۵	۵۹۷
۱۹۹۱	۵	۵	۲۸	۳۳	۳۳	۶۱	۱۰۷	۱۰۳	۱۶۰	۳۷۲	۴۰۱	۵۹۰
۱۹۹۲	۵	۶	۲۸	۳۴	۳۵	۶۷	۱۱۰	۱۰۴	۱۶۰	۳۸۸	۴۱۷	۵۹۰
۱۹۹۳	۵	۷	۲۹	۳۵	۳۷	۷۴	۱۱۳	۱۰۶	۱۶۱	۳۹۴	۴۳۰	۵۹۴
۱۹۹۴	۶	۸	۲۹	۳۷	۳۸	۸۳	۱۱۶	۱۰۷	۱۶۸	۴۰۰	۴۴۴	۵۹۲
۱۹۹۵	۶	۸	۳۰	۴۰	۳۹	۹۳	۱۲۰	۱۰۹	۱۷۲	۴۰۵	۴۵۸	۵۹۵
۱۹۹۶	۷	۹	۳۰	۴۰	۴۱	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۳	۱۷۸	۴۱۳	۴۷۴	۶۰۱
۱۹۹۷	۷	۱۰	۳۱	۴۱	۴۳	۱۰۸	۱۲۸	۱۳۲	۱۸۹	۴۲۲	۴۸۳	۵۹۹
۱۹۹۸	۸	۱۰	۳۲	۴۲	۴۶	۱۱۲	۱۳۳	۱۴۳	۲۰۶	۴۳۲	۴۸۷	۶۰۷
۱۹۹۹	۸	۱۱	۳۲	۴۳	۴۹	۱۱۷	۱۳۶	۱۵۰	۲۱۴	۴۴۱	۴۹۶	۶۱۱
۲۰۰۰	۹	۱۲	۳۳	۴۴	۵۳	۱۲۳	۱۴۰	۱۵۴	۲۱۴	۴۵۱	۵۰۷	۶۱۴
۲۰۰۱	۹	۱۴	۳۳	۴۶	۵۷	۱۳۰	۱۴۳	۱۶۱	۲۲۶	۴۵۶	۵۱۶	۶۳۰
۲۰۰۲	۱۰	۱۶	۳۴	۴۸	۶۵	۱۳۸	۱۴۸	۱۷۰	۲۱۸	۴۶۴	۵۲۵	۶۳۹

ماخذ: اوپک، اداره اطلاعات و آمار، ۲۰۰۶ و OPEC's Oil & Energy Outlook to 2025, OWEM scenarios, March 2004, Vienna.

## ضمیمه ۲. داده‌های آماری

### انواع خودروها

اطلاعات مربوط به انواع خودرو از سالنامه‌های آماری مرکز آمار جمع‌آوری و مورد پردازش قرار گرفته‌اند. در واقع اطلاعات خودروهای جدید ثبت شده در ایران به آمار تعداد خودروهای کشور در سال ۱۳۲۷ تاکنون هر ساله اضافه شده و نهایتاً سری زمانی تعداد خودروها به دست آمده است. با توجه به اینکه آمار استهلاک خودرو در ایران بسیار پائین است و فقط تعداد اندکی از خودروها از ناوگان خارج شده‌اند، بنابراین هیچ نرخ استهلاکی در نظر گرفته نشده است مسلماً با در اختیار داشتن تعداد خودروهای از رده خارج شده می‌توان سری زمانی را تعدیل نمود که البته اثری بر نتایج، تحلیل‌ها ندارد.

#### • مصرف نفت در بخش حمل و نقل

اطلاعات مصرف نفت در بخش حمل و نقل از ترازنامه انرژی وزارت نیرو استخراج شده است. شایان ذکر است که اطلاعات مصرف نفت در بخش حمل و نقل خودروی از کل حمل و نقل تفکیک نشده است. از آنجائیکه حدود ۹۰ درصد مصرف نفت بخش حمل و نقل به حمل و نقل جاده‌ای اختصاص دارد، لذا کل مصرف نفت در این بخش در نظر گرفته شده و پیش‌بینی و مدل‌سازی صورت گرفته است. مسلماً با در اختیار داشتن اطلاعات سری زمانی مصرف نفت در بخش حمل و نقل زمینی و سایر زیربخش‌های حمل و نقل می‌توان مدل را بصورت تفصیلی‌تر در نظر گرفت.

#### • تولید ناخالص داخلی و جمعیت

اطلاعات مربوط به تولید ناخالص داخلی از بولتن سالانه آماری اوپک که از روی سایت اوپک هم قابل دسترس بوده (OPEC Annual Statistical Bulletin, 2004) استخراج شده است. برای اطلاعات این پیوند را دنبال کنید ([www.opec.org](http://www.opec.org)). اطلاعات مربوط به جمعیت نیز از سالنامه‌های مختلف آماری استخراج شده و برای سالهای غیر سرشماری درون‌یابی صورت پذیرفته است.