

## برآورد تقاضای انرژی بخش حمل و نقل خصوصی در کرمان

## رهیافت مدل ذخیره فنی خودروها

## مقاله علمی - پژوهشی

سولماز رنجبر، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

\* زین‌العابدین صادقی، دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

سید عبدالمجید جلالی، استاد، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: [Abed\\_sadeghi@yahoo.com](mailto:Abed_sadeghi@yahoo.com)

دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۰ - پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵

صفحه ۴۰۰-۳۸۱

## چکیده

مصرف انرژی در بخش حمل و نقل در میان همه بخش‌های مصرف‌کننده در رتبه دوم قرار دارد. در بخش حمل و نقل استفاده از انرژی بصورت پراکنده می‌باشد و در نتیجه مدیریت تقاضای انرژی و کنترل آلودگی بسیار دشوار است. از این رو پرداختن به عوامل تاثیرگذار بر تقاضا سوخت در این بخش از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این پژوهش برآورد میزان تقاضا سوخت خودروهای شخصی در بخش حمل و نقل شهرستان کرمان با استفاده از مدل ذخیره فنی خودروها در سال ۱۳۹۴ است. با توجه به تغییرهای حجم موتور، نوع سوخت، سن خودرو و سناریوهای مختلفی در نظر گرفته شده است. نتایج حاکی از آن است که بیشترین تاثیر را بر تقاضا سوخت خودروهایی با حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی‌سی تا ۱۶۵۰ سی‌سی و با میانگین سنی ۵ تا ۱۰ سال می‌گذارند و همچنین با افزایش ذخیره خودروهای تک‌گانه (بنزین سوز) در ناوگان حمل و نقل شخصی میزان تقاضا سوخت بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: تقاضا انرژی، حمل و نقل، ذخیره فنی خودروها، ناوگان حمل و نقل شخصی

## ۱- مقدمه

براساس گزارش آژانس اطلاعات انرژی آمریکا و سازمان بهداشت جهانی، ایران رتبه دهم تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای و رتبه هشتم آلودگی هوا را در جهان به خود اختصاص داده است که مبنای تولید گاز دی‌اکسیدکربن و دیگر آلاینده‌های خطرناک کمتر از ۱۰ میکرون است. طبق این گزارش، ایران سالانه ۴۷۱ میلیون تن گاز دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند و در جایگاه آخر این فهرست قرار دارد و از مشکلات متعدد مرتبط با آلودگی هوا و آب رنج می‌برد. بخش حمل و نقل به عنوان واسطه طرفین عرضه و تقاضا دارای نقش مهمی در اقتصاد ایران است به طوری که توجه دقیق و جامع به ویژگی‌های این بخش، جزء الزامات رشد و توسعه کشور به

افزایش بی‌رویه تقاضا انرژی یک نگرانی طولانی مدت نسبت به امنیت انرژی است که توسط بسیاری از دولت‌ها در سراسر جهان با توجه به سیاست‌های محدود زیست محیطی مطرح شده است. (یانگ فا هانگ، ۲۰۱۴) ۳۲ درصد از مصرف نهایی انرژی و عامل انتشار تقریباً یک چهارم از کربن دی‌اکسید تولید شده مربوط به بخش حمل و نقل است. (تراوست و همکاران، ۲۰۱۵) بیش از دو سوم از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به حمل و نقل جاده‌ای است که تقریباً موجب ۲۰ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای در اتحادیه اروپاست. اتومبیل‌های شخصی به عنوان حالت غالب حمل و نقل جاده‌ای هستند که سهم کلیدی در کربن‌زدایی در همه اقتصادها ایفا می‌کنند.

تقاضای بنزین نشان داده است که گرچه جوان سازی ناوگان تأثیر مثبتی بر صرفه جویی بنزین دارد اما التزام خودروسازان به رعایت استانداردهای اجباری راندمان خودروها مانند استاندارد CAFE می‌تواند بسیار موثرتر باشد.

کاهش کوتاه‌مدت راندمان خودروهای سواری بر تقاضای بنزین برابر  $3/5$  - بدست آمده که نشان‌دهنده تأثیر بسیار بالای بهبود راندمان خودروها بر کاهش مصرف است. کاهش قیمتی بنزین  $0/17$  - و کاهش عمر خودرو و تعداد خودروهای سواری به ترتیب  $0/16$  و  $0/43$  حاصل شده که نشان‌دهنده این واقعیت است که رشد سریع تعداد خودروها نقش زیادی در رشد آتی مصرف بنزین خواهد داشت. مقاله در پایان نتیجه گیری می‌نماید که افزایش قیمت بنزین، کاهش عمر متوسط ناوگان، اعمال استاندارد اجباری راندمان برای خودروسازان، افزایش مالیات و عوارض بر خودروهای با راندمان پایین از جمله سیاست‌هایی است که باید به صورت یک مجموعه در نظر گرفته شوند تا اثربخشی سیاست‌ها حداکثر گردد.

منهاج و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله خود تحت عنوان "پیش بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از شبکه‌های عصبی" با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و با در نظر گرفتن شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی، تقاضای انرژی بخش حمل و نقل کشور را در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ پیش‌بینی کرده‌اند. از شبکه‌های عصبی رو به جلو با ناظر برای پیش‌بینی و از الگوریتم پس انتشار برای آموزش شبکه‌ها استفاده شده است. برای بررسی تأثیر شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی بر تقاضای انرژی بخش حمل و نقل، داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی، جمعیت و تعداد خودرو طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ به کار گرفته شده است. نتایج حاصل از پیش‌بینی با این روش در مقایسه با روش رگرسیون چندمتغیره، نشان‌دهنده خطای به مراتب کمتری است؛ به طوری که درصد میانگین قدرمطلق خطا از  $15/52$  درصد به  $6/05$  درصد کاهش یافت.

کاظمی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله خود با عنوان "پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری" یک مدل تقاضای انرژی بخش حمل و نقل را برای ایران پیش‌بینی کرده‌اند. مدل زنجیره مارکوف خاکستری برای پیش‌بینی تقاضای انرژی این بخش پیشنهاد شده است. نتایج پیش‌بینی با مدل گفته شده با نتایج پیش‌بینی با مدل خاکستری و مدل رگرسیون مقایسه

شمار می‌رود. مصرف بالای انرژی‌های فسیلی به ویژه در بخش حمل و نقل این ضرورت را ایجاد می‌کند که تمهیدات جدی جهت بهبود در کارایی مصرف در رشته‌های مختلف (به‌خصوص حمل و نقل و زیربخش‌های آن) به قصد کنترل مصرف آنها اندیشیده شود و چنین تمهیداتی هم توسط دولت و هم توسط گروه‌های طرفدار محیط زیست مورد حمایت خواهد بود.

بزرگترین زیر مجموعه سیستم حمل و نقل، سیستم حمل و نقل جاده‌ای است و از میان آن سیستم حمل و نقل شخصی، به علت خصوصیتی که دارد مهمترین وسیله نقلیه در شهرها به حساب می‌آید. خصوصیتی از جمله قابل انعطاف بودن، دسترسی راحت، آزاد بودن انتخاب مسیر توسط راننده و... عوامل دیگری از جمله عدم توسعه سیستم حمل و نقل عمومی، پایین بودن قیمت بنزین و... نیز در افزایش تعداد اتومبیل‌های شخصی سهم قابل توجهی دارد. از طرفی به دلیل پراکندگی و گستردگی بیش از حد این سیستم در ذخایر خودرو و بالطبع در استفاده از انرژی مدیریت تقاضای انرژی و کنترل آلودگی بسیار دشوار است. به همین جهت این ضرورت ایجاد می‌شود که سیاست‌های زیست محیطی و کاهش تقاضا سوخت به شکل جدی‌تری پیگیری شوند. به دلیل اهمیت این بحث این پژوهش به دنبال برآورد تقاضا انرژی در بخش حمل و نقل از طریق مدل ذخیره فنی می‌باشد. که از طریق یک روش پایین به بالا با استفاده از داده‌های فنی خودرو ثبت شده در کشور محاسبه شده است.

## ۲- پیشینه تحقیق

در زمینه تقاضای انرژی بخش حمل و نقل مطالعات متعددی در داخل و خارج صورت گرفته است که در اینجا به مهم‌ترین آنها پرداخته می‌شود.

از مطالعات داخلی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

مزرعتی (۱۳۸۶) در مقاله‌ای با عنوان "محاسبه متوسط عمر خودروها در ایران و اثر آن بر مصرف سوخت" بیان کرده است که مصرف بنزین در کشور تحت تأثیر متغیرهای مختلف از جمله قیمت بنزین، راندمان خودروها، عمر خودروها، تعداد خودروهای فعال در ناوگان و نیز سایر متغیرهای ساختاری و فرهنگی است. در مقاله فوق با محاسبه ۲ مورد یعنی متوسط عمر خودروهای سواری و راندمان خودروها با مدل سازی

فطرس و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله ای با عنوان "برآورد تابع تقاضا انرژی بخش حمل و نقل جاده ای ایران" بیان کرده است که رشد اقتصادی از ارکان سیاست‌های کلان هر کشور است. انرژی یکی از عوامل اصلی و ضروری رشد اقتصادی است. در ایران در بین بخش‌های مصرف کننده فرآورده های نفتی، بخش حمل و نقل جایگاه دوم را به خود اختصاص داده است. در این میان زیربخش حمل و نقل زمینی حدود ۹۲ درصد کل انرژی مصرفی بخش حمل و نقل را به خود اختصاص داده است. عمده این مصرف مربوط به بخش حمل و نقل جاده‌ای است. این مقاله با مروری بر عوامل موثر بر تقاضا انرژی بخش حمل و نقل جاده ای به برآورد تابع تقاضا این بخش با استفاده از داده های سری زمانی از ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۲ ایران می‌پردازد. مدل مورد نظر OLS است. نتایج تحقیق موید آن است که متغیرهای موجودی وسایل نقلیه، تاثیر مثبت و معناداری بر تقاضا انرژی دارد. کشش قیمتی حامل های انرژی بنزین و گاز طبیعی منفی و معنادار است. همچنین کشش قیمتی نفت گاز اثر معناداری روی تقاضا انرژی این بخش در طی دوره مورد مطالعه نداشته است. اما کشش درآمدی تقاضا انرژی مثبت و معنادار بوده است.

از مطالعات خارجی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:  
دالی و گالچر (۲۰۱۱) در مقاله خود "مدل تقاضای انرژی ماشین های شخصی با استفاده از مدل ذخیره فنی ماشین‌ها" بیان کردند مدل ذخیره فنی تقاضای انرژی ماشین‌های شخصی با استفاده از متغیرهای عنوان توضیحی، ساختار ماشین‌ها، اطلاعات فعالیت، و بازده خودرو ایجاد شده است. با تجزیه سه متغیر فن آوری خودروها و جزئیات اطلاعات سن تولید فعالیت ماشین‌های شخصی و مصرف انرژی، به محاسبات دقیق انرژی می‌پردازد و اجازه می‌دهد اصول فنی رانندگان از مصرف انرژی را بدست آورد. روش‌های محاسبه بازده انرژی ماشین‌های در جاده در قسمت "عامل جاده ای" توسعه یافته است. در قسمت روش تحقیق یک مطالعه موردی در ایرلند اعمال می‌شود و نتایج نشان می‌دهد که حدود ۳۷ درصد افزایش تقاضای انرژی ماشین‌های شخصی بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸ بوده، و بیشتر این افزایش در رانندگی‌ها در سوخت دیزل و فعالیت موتورهای با ظرفیت بالاتر و کارکرده‌تر بوده است.

دالی و گالچر (۲۰۱۱) در مقاله دیگر خود با عنوان "مدل سازی تقاضای انرژی آینده ماشین‌های شخصی در ایرلند" بیان

شده است. همچنین تقاضای انرژی بخش حمل و نقل در ایران تا سال ۱۴۰۰ با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری است پیش‌بینی شده است.

طارمی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله ای با عنوان "بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از سوخت های فسیلی در بخش حمل و نقل درون شهری و برآورد میزان کاهش هزینه های خارجی و اجتماعی با جایگزینی گاز طبیعی" بیان کردند بخش حمل و نقل بیشترین بخش مصرف کننده فرآورده های نفتی می‌باشد. با توجه به افزایش مصرف بنزین در ایران طی سالهای اخیر، این امر موجب افزایش آلودگی های هوا از جمله گرم شدن زمین بر اثر تولید گازهای گلخانه ای شده است. گاز طبیعی به علت سازگاری با محیط زیست می‌تواند به عنوان سوخت قالب در بخش حمل و نقل تبدیل شود. در این مطالعه با استفاده از فرمولهای پیشنهادی مکانیسم توسعه پاک، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از بخش حمل و نقل، سپس هزینه های خارجی و اجتماعی حاصل از تولید گازهای گلخانه ای، صرفه جویی های اقتصادی حاصل از گازسوز کردن خودروها از دید مالک و دولت و ظرفیت کنونی جایگاه‌های سوخت رسانی گاز طبیعی متراکم شهر زنجان جهت جایگزینی CNG به جای سوخت فسیلی در سناریوهای مختلف (افزایش خودروهای دوگانه سوز به ترتیب ۲۵ درصد، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۹۰ درصد) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج، بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه ای را مربوط به خودروهای شخصی فقط بنزین سوز با  $10^{11} \times 2/08$  معادل تن دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) در سال با هزینه های خارجی و اجتماعی به ترتیب  $10^{16} \times 1/6$  و  $6/9 \times 10^{16}$  ریال در سال و کمترین میزان انتشار گازهای گلخانه ای مربوط به خودروهای شخصی دوگانه سوز با سوخت CNG برابر با  $10^9 \times 3/4$  معادل تن  $CO_2$  در سال با هزینه‌های خارجی و اجتماعی به ترتیب  $2/7 \times 10^{14}$  و  $1/1 \times 10^{15}$  ریال در سال نشان داد. همچنین صرفه‌جویی‌های اقتصادی از دیدگاه دولت و مالک خودروها کاملاً محسوس می‌باشد. ظرفیت کنونی جایگاه‌های سوخت رسانی CNG جهت جایگزینی با سوخت فسیلی پاسخگوی خودروهای گازسوز فعلی شهر می‌باشد و ظرفیت جایگزینی را در سناریوهای مختلف ندارند مگر، با احداث جایگاه های جدید سوخت رسانی CNG که این خود نیاز به مطالعه و برآورد اقتصادی دارد.

EV نشان می‌دهد طیف قابل توجهی از کاهش انتشار گاز CO<sub>2</sub> بسته به از رده خارج کردن اتومبیل‌های موجود (کار کرده) و به بازار معرفی کردن نمونه برقی آنهاست. آگاروال و جاین (۲۰۱۴) پژوهشی با عنوان "تقاضای انرژی و انتشارات CO<sub>2</sub> در حمل و نقل جاده ای شهری در دهلی" انجام دادند. این مطالعه تجزیه و تحلیل حمل و نقل جاده‌ای در منطقه دهلی با تمرکز بر تقاضای انرژی و انتشارات دی اکسیدکربن را ارائه می‌دهد. این مطالعه پنج سناریو برای سال ۲۰۲۱ یک کسب و کار به طور معمول، و چهار سناریوهای جایگزین آینده، با سال ۲۰۰۷ به عنوان سال مرجع در نظر گرفته است. سناریوهای جایگزین با توجه به معرفی شش مداخلات سیاسی توسعه یافته‌اند، برای مثال؛ ایجاد سیستم یکپارچه حمل و نقل با حجم سریع، سرعت ثابت اتوبوس، بالابردن مبلغ هزینه پارکینگ، بهره‌وری سوخت، قواعد انتشار دقیق، و افزایش در اشتغال وسایل نقلیه خصوصی یک چارچوب یکپارچه فعالیت- ساختار- شدت انرژی-سوخت ترکیبی برای مدل تقاضای انرژی و انتشار گاز CO<sub>2</sub> استفاده شده است. نتیجه مطالعه نشان می‌دهد که سناریو ۲۰۲۱-ALT-IV نتایج بهترین برآورد، که منجر به کاهش ۳۲٪ در تقاضای انرژی سالانه در سناریو ۲۰۲۱-BAU شده است را پیش‌گویی می‌کند. این مسئله موجب کاهش روزانه سرانه انرژی مورد نیاز به ۵,۳ MJ در سناریو ۲۰۲۱-ALT-IV، شده است که حدود ۲,۹ میلیون تن از CO<sub>2</sub> را نشر می‌دهد. این سناریو بیشتر تقاضای سوخت‌های فسیلی را توسط ۴۸٪ در مقایسه با سناریوی ۲۰۲۱-BAU کاهش می‌دهد با این حال، مترو دهلی مقدار زیادی از انرژی الکتریکی در سال ۲۰۲۱ نیاز خواهد داشت که برای تامین آن به منظور فراگیر کردن گزینه‌های تولید برق پاک در آینده‌ای نزدیک اجتناب ناپذیر است. بنابراین، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که انتقال به حمل و نقل عمومی به تنهایی باعث کاهش تقاضای انرژی، استفاده از نفت و انتشار کربن ناشی از حمل و نقل مسافر در مناطق شهری، کشورهای در حال توسعه استفاده نخواهد شد. تراوست و همکاران (۲۰۱۵) "تقاضای انرژی بخش حمل و نقل در آندورا، بررسی آینده ماشین شخصی از طریق تجزیه و تحلیل حساسیت سناریو مرجع" این مقاله دارای یک مدل است که به برآورد مصرف انرژی ماشین‌های شخصی حال حاضر آندورا می‌پردازد و مصرف را به عنوان یک سناریوی

کردند اقدامات هدفمند در تأثیر فن‌آوری خودرو به طور فزاینده‌ای یک ابزار سیاست انرژی سازنده در اتحادیه اروپا به عنوان یک وسیله اجماع بهره‌وری انرژی، انرژی‌های تجدیدپذیر، تغییر آب و هوا و اهداف امنیت انرژی است. این مقاله ظرفیت مدل‌سازی را برای تجزیه و تحلیل و ارزیابی از جمله وضع قانون، با تمرکز بر تقاضای انرژی ماشین‌های شخصی توسعه می‌دهد و یک مدل پایه از ذخیره خودرو و فعالیت ماشین‌ها را برای ایرلند تا سال ۲۰۲۵ با استفاده از داده سهام خودرو جمع‌آوری می‌کند. مدل اطلاعاتی درباره بقای عمر انواع ماشین‌های مختلف به ما می‌دهد. اثرات بسیاری از سیاست‌های مختلف ممکن است تنها توسط یک رویکرد پایین به بالا شبیه‌سازی شود، که می‌تواند به توسعه و ارزیابی سیاست‌ها کمک کند. سطح جزئیات به دست آمده بینش خاصی را به فناوری رانندگان درباره مصرف انرژی فراهم می‌کند، بنابراین به برنامه ریزی برای اهداف آب و هوا کمک می‌کند. نتایج پایه برای ایرلند پیش‌بینی کاهش رشد تقاضای انرژی ماشین شخصی (۲,۰٪) در مقایسه با ۴ درصد در دوره ۲۰۰۰-۲۰۰۸، ناشی از رشد نسبی در بازده خودروها در مقایسه با فعالیتشان است.

دالی و گالچر (۲۰۱۲) در پژوهشی دیگر با عنوان "آینده انرژی و سناریو سیاست‌های انتشار در ایرلند برای حمل و نقل با ماشین‌های شخصی" با استفاده از یک مدل فنی از ذخیره آینده خودرو ایرلند تأثیر طیفی از اقدامات سیاسی را بر روند تقاضای انرژی تا دوره ۲۰۳۰ شبیه‌سازی می‌کنند. سیاست‌ها و اقدامات مدل شامل مجموع اهداف موجود برای وسایل نقلیه الکتریکی و خودروهای گاز طبیعی فشرده، مقررات اتحادیه اروپا برای بهبود بهره‌وری خودرو، اجرای یک تعهد سوخت زیست‌ملی، و همچنین چندین اقدامات رفتاری (تشویق تغییر کیفی و کاهش تقاضای سفر) می‌باشد. تأثیر اقدامات مختلف شبیه‌سازی شده از نظر سهم اهداف بلند پروازانه ایرلند برای صرفه‌جویی انرژی، برای نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر و برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) اندازه‌گیری شده است. نتایج اشاره به امکان بهبود ۳۲٪ در بازده ذخایر ماشین‌ها، دستیابی به ۷,۸ درصد از سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در حمل و نقل جاده و راه‌آهن و کاهش ۲۲٪ در انتشار CO<sub>2</sub> از ماشین‌های شخصی غیر ETS نسبت به سطوح موجود در سال ۲۰۰۹ دارد. تجزیه و تحلیل سناریو در جلسه هدف نفوذ

تخمین تقاضای انرژی برای حمل و نقل ترکیه با استفاده از الگوریتم کلنی زنبور مصنوعی ارائه شده است. در توسعه مدل، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و در مجموع کیلومتر سالانه خودرو به عنوان پارامتر در نظر گرفته شده است. برای برآورد تقاضای انرژی جهت حمل و نقل خطی، اشکال نمایی و درجه دوم از عبارات ریاضی استفاده شده است. داده‌های تاریخی ۴۴ ساله از ۱۹۷۰-۲۰۱۳ برای آموزش و آزمایش مراحل مدل استفاده شده است. اجرای مدل پس از آن توسط شش رویکرد مختلف اندازه گیری خطای جهانی مورد بررسی قرار گرفته است. مدل‌های که توسعه داده شده در دو سناریوی ممکن به پیش بینی تقاضای انرژی جهت حمل و نقل ترکیه برای یک دوره ۲۱ ساله از سال ۲۰۱۴ به ۲۰۳۴ مورد استفاده قرار گرفت. الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی روش مناسب بهینه سازی برای توسعه برنامه ریزی و سیاست انرژی در بخش حمل و نقل ترکیه را ارائه کرده است. علاوه بر این، نتایج به دست آمده از سناریوها نشان می‌دهد که تقاضای انرژی ترکیه سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۳۴ دو برابر بوده است.

### ۳- مبانی نظری

#### ۳-۱- مدل ذخیره فنی

در این مدل اطلاعات سالانه خودروهای شهر کرمان در سال ۱۳۹۴ برای تولید یک فایل ذخیره فنی با تجزیه اتومبیل‌ها به نوع سوخت و حجم موتور و نوع محصول مورد استفاده قرار گرفته است. طول عمر، ظرفیت موتور و نوع سوخت عوامل قوی از بازده یک ماشین است. اندازه موتور خودرو یک پارامتر مهم در فناوری است. راندمان مصرف سوخت به بهره‌وری موتور وابسته است، که بستگی به تکنولوژی خودرو دارد. طول عمر نیز موثر است: یک خودرو به روز نرخ بازده موثرتری دارد. همچنین، با توجه به فناوری‌های مختلف وسایل نقلیه بنزینی و گازی ترکیب سوخت یک پارامتر مهم در شدت انرژی محسوب می‌شود. ساختار مورد استفاده ناوگان، مشخصات مسافت پیموده شده (کیلومتر/سال) و راندمان سوخت خودروها (لیتر/کیلومتر) به عنوان متغیرهای توضیحی می‌باشند (دالی و گالچر، ۲۰۱۱).

#### ۳-۱-۱- ساختار ناوگان حمل و نقل

ناوگان حمل و نقل شخصی به دسته‌های مختلف با توجه به نوع سوخت (بنزین یا گاز)، حجم موتور ( $\geq 1350$  سی‌سی،

مرجع پیش‌بینی می‌کند. سال پایه مدل از طریق یک روش پایین به بالا با استفاده از ثبت خودرو و بررسی داده‌های فنی ساخته شده است. پیش‌بینی مصرف انرژی مدل تا ۲۰۵۰، با توجه به ساختار خودروها، بقا فایل داده ماشین‌ها، روند فعالیت دسته بندی‌های مختلف ماشین، و قیمت سوخت و کشتش درآمدی ذخایر خودرو و کل فعالیت ماشین‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این یک برآورد اولیه از تقاضای انرژی ماشین شخصی در آندورا را فراهم می‌کند و نمودار یک سناریوی پایه که آینده فرضی را بر اساس روند تاریخی توصیف می‌کند. تجزیه و تحلیل حساسیت محلی برای تعیین پارامترهای ورودی و مطالعه اثر تنوع آن انجام شده است. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل سناریو به بررسی عدم اطمینان از آینده که می‌تواند تنوع مهمی در نتایج با توجه به سناریوی مرجع ایجاد کند و برآورد گسترده‌ای از استراتژی‌های صرفه جویی در انرژی مربوط به سیاست‌های مختلف را فراهم می‌کند.

چای و همکاران (۲۰۱۶) "تجزیه و تحلیل تقاضای مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای در چین" در این مقاله، ابتدا روند تاریخی در مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای و تولید ناخالص داخلی در کشورهای توسعه یافته برای پیدا کردن ویژگی‌های توسعه مصرف انرژی جاده‌ها تجزیه و تحلیل می‌شود. سپس، به منظور کشف وضعیت فعلی و روند آینده حمل و نقل انرژی جاده‌ای در چین، از دو تحلیل به منظور تحلیل کردن مکانیزم تاثیر عوامل مرتبط با مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای صورت می‌گیرد. سپس، مدل BMA به منظور انتخاب عوامل اصلی مربوط به مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای در چین اتخاذ می‌شود، و بر اساس گزینش مدل به علاوه مدل‌های تک متغیره (مدل ETS و ARIMA) و چند متغیره (رگرسیون چندگانه) مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی می‌شود. نتایج نشان داد که مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای به ۰,۳۳ درصد برای هر درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی و به ۱,۲۶ درصد برای هر درصد افزایش در شهرنشینی افزایش می‌یابد. مصرف انرژی حمل و نقل جاده‌ای در چین به ۲۲۶۱۸۱,۱ ktOE تا پایان سال ۲۰۱۵، و حدود ۳۴۷,۳۶۳ ktOE تا سال ۲۰۲۰ را انتظار می‌رود که برسد.

سانمز و همکاران (۲۰۱۷) "برآورد تقاضای انرژی جهت حمل و نقل در ترکیه با استفاده از الگوریتم کلنی زنبور مصنوعی" در این مطالعه، سه مدل مختلف ریاضی برای

موتور با فرض نرخ استهلاك مسافت پیموده شده سالانه ۲٪ استفاده می‌شود (دالی و گالچر، ۲۰۱۱).

که در آن  $M_0$  متوسط مسافت پیموده شده ماشین‌ها و  $S_v$  ذخیره اتومبیل‌ها در سوخت و اندازه موتور با سن  $v$  (حجم موتور)،  $m$  مسافت پیموده شده و  $stock$  ذخیره خودروهاست.

### ۳-۱-۴- راندمان مصرف سوخت

خودروهای مورد استفاده در ناوگان، ترکیبی از خودروهای ساخت کارخانه‌های مختلف با تکنولوژی‌های متفاوت است که راندمان مصرف سوخت متفاوتی را تجربه می‌کنند. استانداردهای تعیین شده سوخت هر خودرو توسط سازندگان خودرو به دلایل مختلف در طول زمان تغییر می‌کند.

افزایش عمر خودرو، عدم تعمیر به موقع موتور، ناسازگاری و نامرغوب بودن سوخت عرضه شده به بازار از جمله عواملی هستند که راندمان مصرف سوخت خودرو را کاهش می‌دهند. (مزرعتی، ۱۳۸۶)

محاسبه بازده انرژی خودروها در طول زمان به علت بهبود بازده آنها همواره پیگیری شده است. برای متوسط راندمان مصرف سوخت (لیتر / کیلومتر) برای خودروها در هر طبقه از اطلاعات فنی آنها استفاده می‌شود. در مرحله اول، ما از مجموع ماشین‌های جدید، ارزش متوسط بازده انرژی را برای هر کلاس تکنولوژیکی اتومبیل‌های تولید شده استفاده می‌کنیم.

با توجه به کاهش اقتصادی سوخت وسایل نقلیه در طول زمان، یک عامل استهلاك نیز معرفی می‌شود. تجزیه و تحلیل اثرات فرسودگی موتور در مصرف سوخت منتشر شده است، فرض بر این است که عامل "سن" بر  $SEC$  یک وسیله نقلیه ۰٫۳٪ برای هر سال در طول عمر آن اثر می‌گذارد.  $SEC$  ماشین‌های جدید نیز در عملکرد کلی یک وسیله نقلیه موثر است. بدین ترتیب برای بدست آوردن راندمان مصرف سوخت از فرمول زیر استفاده می‌کنیم (دالی و گالچر، ۲۰۱۱).

$$SEC_{c,v,f} = e_{c,v,f} \times (1.003)^{Y-v} \times ORF \quad (2)$$

اندیس  $SEC$  ماشین‌های جدید،  $SEC$  اتومبیل‌ها از نوع سوخت  $f$  و حجم موتور  $c$  از نوع محصول  $v$  در سال  $Y$ ، که برابر است با  $e_{c,v,f}$  ضرب در عامل فرسایش به توان سن خودرو (سن خودرو برابر است با  $Y-v$ ) و  $ORF$  به عنوان عامل جاده ای، برابراست با متوسط راندمان سوخت خودرو،

۱۳۵۰-۱۶۵۰ سی سی، ۱۶۵۰-۲۱۰۰ سی سی، ۲۱۰۰-۲۱۰۰ سی سی) و سال (۰-۲۹ سال) تفکیک شده اند. کل ناوگان به بنزینی و گازی تقسیم می‌شوند، فناوری‌های مربوط دیگر در حال حاضر در ناوگان حمل و نقل نیستند (تراوست و همکاران، ۲۰۱۵).

### ۳-۱-۲- ذخایر خودروها

لازم به ذکر است که اندازه‌گیری ذخایر اتومبیل می‌تواند دشوار باشد به دلیل اختلافی که معمولاً بین تعداد ماشین‌های ثبت شده در یک سال، تعداد ماشین مشمول مالیات در هر زمان خاص و متوسط تعداد اتومبیل‌های در حال استفاده وجود دارد (تراوست و همکاران، ۲۰۱۵). اطلاعات ذخایر خودرو در این پژوهش با توجه به ادغام داده‌های مربوط به مرکز پلاک‌گذاری شهر کرمان، داده مربوط به گزارش شهرداری استان و داده‌های مربوط به مرکز آمار می‌باشد.

### ۳-۱-۳- مسافت پیموده شده

آمار ترافیک جاده در بسیاری از کشورها گزارش می‌دهند که کارایی وسایل نقلیه وقتی کهنه‌تر می‌شوند پایین‌تر می‌آید. پارامترهای فنی، مانند نوع سوخت و حجم موتور، نه تنها بر مصرف نهایی انرژی از طریق راندمان سوخت خودرو، بلکه از طریق مسافت پیموده شده نیز اثر دارد (دالی و گالچر، ۲۰۱۱). بنابراین، به طور متوسط روند مسافت پیموده شده در هر نوع خودرو نیاز به تجزیه و تحلیل دارد. مدل با استفاده از داده‌های مسافت پیموده شده متوسط مسافت پیموده شده سالانه اتومبیل‌ها را در هر گروه خاص شناسایی می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که اتومبیل در کلاس‌های مختلف الگوهای مسافت پیموده شده مختلفی را نشان می‌دهند (دالی و گالچر، ۲۰۱۱). بنابراین دستیابی به متغیر مسافت پیموده شده روش‌های متفاوتی دارد؛ یکی از راه‌های دستیابی به این متغیر روش نمونه‌گیری است که در این روش خودروها را با توجه به اطلاعات فنی آنها دسته بندی کرده و با استفاده از نرم افزار اکسل بعد از انجام محاسبات روی اطلاعات مربوط به نمونه، برآوردی از متغیر مورد نظر صورت می‌گیرد و در فرمول جایگزین می‌شود. در این مطالعه از این روش برای انجام محاسبات استفاده می‌شود.

روش دوم استفاده از معادله زیر می‌باشد. در این معادله مسافت پیموده شده با توجه به سن ماشین در گروه ظرفیت

شده است و قلمرو مکانی این تحقیق مربوط به شهر کرمان می‌باشد.

SEC<sub>cvf</sub>، که ممکن است برای هر نوع موتور بسته به اشتغال آن متفاوت باشد.

### ۳-۱-۵- تقاضا انرژی ناوگان حمل و نقل

از ترکیب همه عوامل توضیح داده شده در بالا، مصرف انرژی نهایی سالانه حمل و نقل با توجه به معادله زیر محاسبه شده است (دالی و گالچر، ۲۰۱۱).

$$EC = \sum_c \sum_v \sum_f (S_{c,v,f} \times m_{c,v,f} \times SEC_{c,v,f}) \quad (3)$$

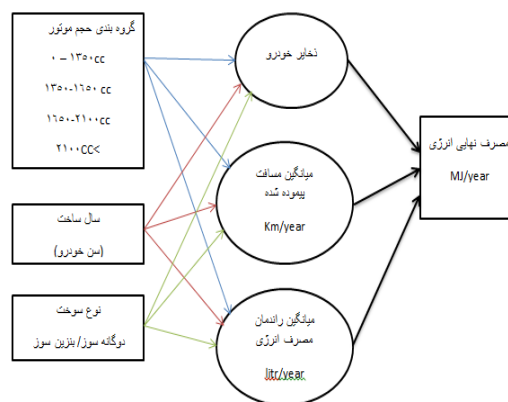
EC: تقاضا انرژی سالانه ناوگان حمل و نقل.

S<sub>c,v,f</sub>: ذخایر خودروها از نوع سوخت f حجم موتور C از نوع محصول v.

M<sub>c,v,f</sub>: مسافت پیموده شده از نوع سوخت f حجم موتور C از نوع محصول v.

SEC<sub>c,v,f</sub>: راندمان مصرف سوخت از نوع سوخت f حجم موتور C از نوع محصول v.

شکل (۱) و معادله (۳) یک تصویر کامل از نحوه محاسبه تقاضای انرژی سالانه ناوگان حمل و نقل از طریق مدل ذخیره فنی خودروها با توجه به سن خودرو، حجم موتور و نوع سوخت را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مصرف انرژی ماشین‌های شخصی به تفکیک ذخیره فنی و داده‌های راندمان مصرف انرژی

### ۴- برآورد مدل

در این پژوهش از الگوی مدل ذخیره فنی خودرو استفاده شده است. برای این بررسی داده‌های سال ۱۳۹۴ در نظر گرفته

### ۴-۱- ذخایر خودروها

بدست آوردن آمار دقیق خودروهای شخصی فعال به دلیل نبود آمار کافی در این زمینه کاری دشوار است. در این پژوهش برای دستیابی به متغیر ذخیره خودرو از آمار پلاک گذاری استفاده شده است که طبق آمار اعلام شده از سوی این سازمان تعداد کل وسایل نقلیه پلاک گذاری شده در سال ۱۳۹۴ شامل ۴۰۰۸۹ دستگاه است. که حدود ۵۷ درصد خودروهای پلاک گذاری شده وسایل نقلیه شخصی در نظر گرفته شده است که حدود ۲۲۸۵۰ دستگاه می‌شود. به منظور پیش‌بینی تقاضا سوخت از همین عدد در محاسبات استفاده می‌شود.

### ۴-۲- مسافت پیموده شده

برای بدست آوردن متغیر مسافت پیموده شده سالانه خودروها روش‌های مختلفی وجود دارد.

### ۴-۲-۱- روش اول، نمونه‌گیری

برای دستیابی دقیق به اطلاعات فنی خودروها، صنعت بیمه برای انجام نمونه‌گیری انتخاب شد. بدین منظور اطلاعات فنی خودروهایی که طی یک دوره ۳ ماهه به محل نمایندگی‌های منتخب مراجعه کردند، مورد استفاده قرار گرفته است. در جدول (۱) اطلاعات جمع‌آوری شده از این طریق نمایش داده شده است. در این روش خودروها با توجه به ظرفیت موتور گروه بندی شده اند که شامل ۴ گروه می‌باشند. گروه اول مربوط به خودروهایی با حجم موتور کمتر از ۱۳۵۰ سی‌سی می‌باشند، که طبق بررسی‌های صورت گرفته این گروه خودرو ۴۰ درصد کل خودروهای مورد استفاده را شامل می‌شوند. گروه دوم مربوط به خودروهایی با حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی‌سی تا ۱۶۵۰ سی‌سی می‌باشد، که این گروه نیز ۴۰ درصد از ذخایر خودروها را به خود اختصاص می‌دهند. گروه سوم مربوط به خودروهایی با حجم موتور بین ۱۶۵۰ سی‌سی تا ۲۱۰۰ سی‌سی است که ۱۹ درصد از سهم ذخایر را به خود اختصاص داده‌اند و در نهایت گروه چهارم شامل خودروهایی با حجم موتور بیش از ۲۱۰۰ سی‌سی که تنها یک درصد از سهم ذخایر خودرو را به خود اختصاص داده‌اند.

استهلاک مسافت پیموده شده ۲ درصد محاسبه می‌شود و نتایج در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲. مسافت پیموده شده هر گروه

Mo	v	stock	sv	m	گروه بندی خودروها
۱۷۷۱۳۲,۲	8	9140.2	۱۳۰۰	۲۱۴۳۳,۳	1350cc $\geq$
۱۲۴۸۹۸,۹	8	9140.2	1700	۱۹۷۶۳,۱	1351cc-1650cc
۵۳۴۲۳,۵	8	4341.6	2000	۲۰۹۳۷,۱	1651cc-2100cc
۲۲۲۵,۲	8	228.5	2700	۲۲۳۶۹,۶	2100cc $\leq$

منبع: محاسبات میدانی پژوهش

اعداد مربوط به متغیر m بر حسب کیلومتر در سال بیان شده‌اند.

اعداد مربوط به متغیر sv بر حسب سی سی بیان شده‌اند.

اعداد مربوط به متغیر v بر حسب سال بیان شده‌اند.

اعداد مربوط به متغیر Mo بر حسب کیلومتر در طول عمر خودرو بیان شده‌اند.

در ستون دوم جدول میانگین مسافت پیموده شده هر گروه از خودروها آورده شده است. حجم موتور از اطلاعات فنی هر خودرو محسوب می‌شود و برای تمامی خودروهای نمونه استخراج شده است. در نهایت با توجه به فراوانی خودروهای موجود در هر گروه از این عدد میانگین گیری و در ستون سوم جدول آورده شده است.

بعد از میانگین گیری از طول عمر خودروهای موجود در نمونه و مطالعات صورت گرفته در این زمینه عدد میانگین طول عمر خودروها ۸ سال در نظر گرفته و در ستون پنجم آورده شده است. در ستون آخر جدول برای هر گروه متغیر متوسط مسافت پیموده شده خودروها در مدت طول عمر آنها محاسبه شده است. با توجه به محاسبات صورت گرفته و مقایسه اعداد ۴ گروه با هم مشخص شد ذخایر خودرو و میانگین مسافت پیموده شده سالانه هر گروه بیشترین تاثیر را بر مسافت پیموده شده در طول عمر خودروها می‌گذارند. ذخایر خودرو در هر گروه نشان می‌دهند که تمایل افراد جامعه به خودروهایی با حجم موتور کمتر از ۱۶۵۰ سی سی بیشتر است که مربوط به خودروهای دو گروه اول می‌باشد. بنابراین، بیشترین مسافت

جدول ۱. داده‌های مربوط به نمونه (حجم موتور)

حجم موتور	میانگین مسافت پیموده شده سالانه (M)	میانگین راندمان مصرف سوخت (SEC)	ذخایر هر گروه خودرو (stock)
1350cc $\geq$	۲۱۴۳۳,۳	۶,۳	۹۱۴۰۰,۲
1351cc-1650cc	۱۹۷۶۳,۱	۸,۱	9140.2
1651cc-2100cc	۲۰۹۳۷,۱	۹,۴	4341.6
2100cc $\leq$	۲۲۳۶۹,۶	۱۱,۱	228.5

منبع: محاسبات میدانی پژوهش

اعداد مربوط به متغیر مسافت پیموده شده سالانه بر حسب کیلومتر بر سال می‌باشند.

اعداد مربوط به متغیر راندمان مصرف سوخت بر حسب لیتر در ۱۰۰ کیلومتر می‌باشند.

اعداد مربوط به متغیر حجم موتور بر حسب سی سی می‌باشند. همانطور که بیان شد خودروها بر اساس حجم موتور دسته بندی شده‌اند. مسافت پیموده شده هر خودرو با توجه به صفحه کیلومتر خودرو استخراج و با توجه به سال ساخت هر خودرو عدد مسافت پیموده شده بر سن خودرو تقسیم شد و میزان مسافت پیموده شده سالانه هر خودرو محاسبه گردید. بنابراین در هر گروه با توجه به تعداد خودروهایی که در نمونه ما قرار داشتند میانگین مسافت پیموده شده سالانه هر گروه محاسبه و در ستون دوم جدول (۱) قرار داده شد.

هرساله عدد مربوط به راندمان مصرف سوخت خودروها از طریق شرکت‌های خودروسازی و شرکت‌های واردکننده خودرو اعلام می‌شود که در این پژوهش نیز این عدد برای تمامی خودروهای موجود در نمونه استخراج شد و در نهایت در هر گروه از این اعداد میانگین گیری و عدد مربوط به هر گروه در ستون سوم جدول آورده شده است.

#### ۴-۲-۲- روش دوم، فرم تابعی

در روش دوم با توجه به معادله (۱) متغیر مسافت پیموده شده با توجه به سن خودرو در گروه ظرفیت موتور با فرض نرخ

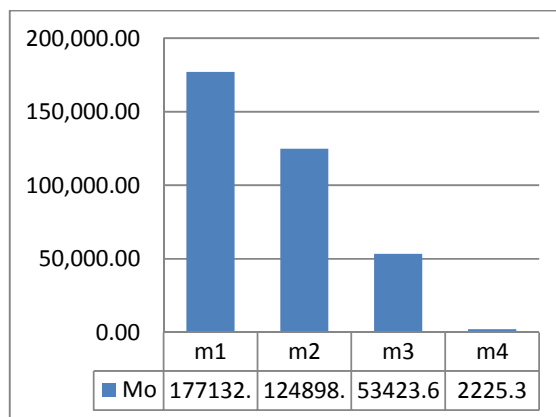


باشد زیرا زمانی که هر فرد به طور واحد در نظر گرفته شود، با استفاده از خودرو با حجم موتور پایین تر سوخت کمتری را تقاضا می کند و بالطبع هزینه کمتری بابت سوخت خودرو خود پرداخت می کند. به همین جهت می توان اینگونه استنباط کرد که میل به استفاده از خودروهای با حجم موتور کمتر در میان افراد جامعه بیشتر است.

را خودروهایی با حجم موتور کمتر در مدت طول عمر خود می پیمایند.

با توجه به نمودار (۲) بیشترین مسافت پیموده شده در طول عمر خودروها مربوط به گروه اول یعنی خودروهایی با حجم موتور کمتر از ۱۳۵۰ سی سی می باشد. این موضوع می تواند به علت استفاده بیشتر مردم از این نوع خودروها در طول زمان

نمودار ۲. مقایسه مسافت پیموده شده (کیلومتر) در طول مدت عمر خودروها در ۴ گروه



منبع: محاسبات میدانی پژوهش

### ۳-۴ راندمان مصرف سوخت

استهلاک راندمان مصرف سوخت خودرو را کاهش می دهند. بنابراین با توجه به SEC خودروهای جدید می توان SEC خودروهای کارکرده را از طریق معادله (۲) برای هر گروه خودرو با توجه به حجم موتور بدست آورد که نتایج آن در جدول (۳) آورده شده است.

برای بدست آوردن راندمان مصرف سوخت خودروهای جدید می توان از ادغام اطلاعات فنی خودروهای نمونه گیری شده و اطلاعات مربوط به شرکت های خودروسازی استفاده کرد. اما همانطور که توضیح داده شد افزایش عمر خودرو، عدم تعمیر به موقع موتور، ناسازگاری و نامرغوب بودن سوخت عرضه شده به بازار از جمله عواملی هستند که تحت عنوان عامل

جدول ۳. راندمان مصرف سوخت خودروهای کارکرده

SEC <sub>cvf</sub>	ORF	V	e <sub>cvf</sub>	گروه بندی خودروها
۶,۹۳	۱,۰۶۱۲	۸	۶,۳۸	1350cc ≥
۸,۸۵	۱,۰۶۱۲	۸	۸,۱۴	1351cc-1650cc
۱۰,۲۲	۱,۰۶۱۲	۸	۹,۴۰	1651cc-2100cc
۱۲,۱۳	۱,۰۶۱۲	۸	۱۱,۱۶	2100cc ≤

منبع: محاسبات میدانی پژوهش

اعداد مربوط به e<sub>cvf</sub> و SEC<sub>cvf</sub> بر حسب لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر می باشد.

اعداد مربوط به V بر حسب سال می باشد.

اطلاعاتی که شرکت های خودروسازی در خصوص مصرف سوخت خودروها اعلام می کنند مربوط به زمانی است که

با توجه به نمودار (۳) بیشترین میزان رانندمان مصرف سوخت مربوط به گروه چهارم می‌باشد که علت آن بالا بودن حجم موتور در این خودروها است. زیرا هرچه حجم موتور خودرو بالاتر باشد میزان سوختی که در ۱۰۰ کیلومتر مصرف می‌کنند نیز بیشتر است.

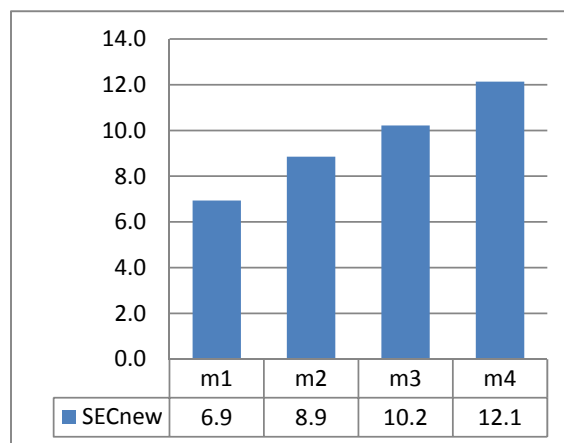
#### ۴-۴- تقاضا انرژی ناوگان حمل و نقل

با توجه به ترکیب همه عوامل بالا تقاضا سوخت خودروهای شخصی از طریق معادله (۳) بدست آمد و نتایج در جدول (۴) آورده شده است.

خودرو جدید بوده و تمامی نکات فنی آن در بهترین شرایط خود باشند. این عدد برای هرگروه استخراج و در ستون دوم جدول قرار داده شده است.

در ستون چهارم متغیر مربوط به عامل جاده آورده شده که تاثیر مطلوبیت مسیرهای رانندگی را بر میزان مصرف سوخت می‌سنجد. (دالی و گالچر، ۲۰۱۱) این متغیر یک ضریب ثابت برای همه انواع خودرو می‌باشد. در این پژوهش نیز از عددی که مقاله پایه برای این عامل در نظر گرفته، استفاده شده است. در نهایت در ستون آخر جدول رانندمان مصرف سوخت خودروهای کارکرده طبق فرمول (۲) محاسبه و درج گردیده است.

نمودار ۳. مقایسه رانندمان مصرف سوخت (لیتر در ۱۰۰ کیلومتر) خودروهای کارکرده در ۴ گروه



منبع: محاسبات میدانی پژوهش

جدول ۴. تقاضا سوخت خودروهای شخصی

EC	SEC <sub>cvf</sub>	stock	M	گروه بندی خودروها
۱۳۵۹	۶,۹	9140.2	۲۱۴۳۳,۳	1350cc ≥
۱۵۹۹	۸,۸	9140.2	۱۹۷۶۳,۱	1351cc-1650cc
۹۲۹	۱۰,۲	4341.6	۲۰۹۳۷,۱	1651cc-2100cc
۶۲	۱۲,۱	228.5	۲۲۳۶۹,۶	2100cc ≤
۴۶۰۴	۹,۵	22850	۲۱۱۲۵,۸	میانگین

منبع: محاسبات میدانی پژوهش

اعداد مربوط به متغیر EC برحسب میلیون لیتر می‌باشند.

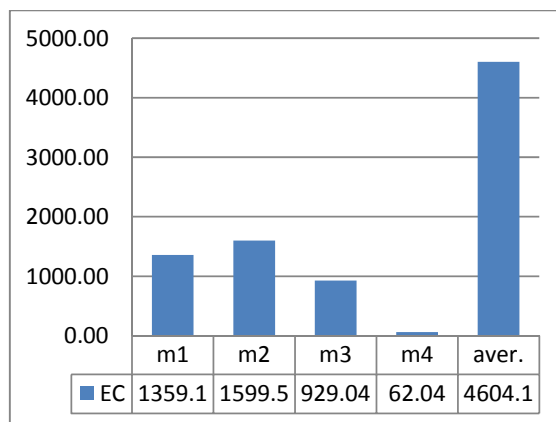
اعداد مربوط به متغیر M برحسب کیلومتر در سال می‌باشند.

اعداد مربوط به متغیر SEC برحسب لیتر در ۱۰۰ کیلومتر می‌باشد.

موهاری و خودروهایی از این قبیل می‌باشند. همانطور که مشخص است تهیه خودروهایی که در گروه چهارم قرار می‌گیرند برای متوسط مردم به علت بالا بودن هزینه اولیه و هزینه نگهداری این نوع خودروها ممکن نیست بنابراین ذخیره خودرو برای این نوع خودروها پایین بوده که باعث شده عدد مربوط به تقاضای سوخت آنها نیز کمتر از بقیه گروه خودروها باشد. خودروهایی که در این دسته جای می‌گیرند با توجه به قیمت آنها از یک کیفیت نسبی قابل دسترس برای عموم مردم برخوردار می‌باشند. بنابراین می‌توان با ارتقاء سطح کیفی و فنی خودروهایی که قابل دسترس برای عموم مردم باشد میزان تقاضای سوخت را به میزان قابل توجهی کاهش داد. قانون‌گذار می‌تواند از طریق اجباری کردن استفاده از تکنولوژی‌های روز دنیا برای شرکت‌های خودروساز جهت بالا بردن راندمان مصرف سوخت خودروها قوانینی را طراحی و به مرحله اجرا برساند.

در ستون دوم جدول محاسبات عدد مربوط به متوسط مسافت پیموده شده سالانه هر گروه از خودروها، در ستون سوم ذخایر موجود در هر گروه و در ستون چهارم متوسط راندمان سوخت خودروهای کارکرده آورده شده است. روش محاسبه هر کدام از متغیرها در قسمت‌های قبل به تشریح بیان شد. طبق معادله (۳) با ضرب ۳ متغیر در هم عدد مربوط به متغیر تقاضای سوخت بنزین بدست می‌آید که در ستون آخر جدول آورده شده است. از مقایسه اعداد با هم اینطور استنباط می‌شود که بیشترین تقاضای سوخت (بنزین) مربوط به گروه دوم و کمترین تقاضای سوخت مربوط به گروه چهارم خودروها می‌باشد. در گروه دوم خودروهایی با حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی‌سی تا ۱۶۵۰ سی‌سی قرار دارند که بیشتر خودروهای داخلی ساخت شرکت ایران خودرو شامل انواع پژو از جمله پژو ۴۰۵، پژو ۲۰۶، پژو ۲۰۷، ال ۹۰، تیبا ۲ و... می‌باشد و در گروه چهارم خودروهایی با حجم موتور بیش از ۲۱۰۰ سی‌سی قرار دارند که بیشتر شامل خودروهای وارداتی از جمله آژرا، سانتافه، کیا اسپرتیج، کیا

نمودار ۴. مقایسه تقاضای سوخت (بنزین) گروه خودروها (میلیون لیتر)



منبع: محاسبات میدانی پژوهش

در نمودار (۴) بالاترین تقاضای سوخت ۱۵۹۹٫۵۸ میلیون لیتر مربوط به گروه m2 و متوسط تقاضای سوخت ۴۶۰۴٫۲ میلیون لیتر می‌باشد.

#### ۴-۵-۱- سناریو مربوط به حجم موتور خودرو

در این سناریو خودروها را بر اساس حجم موتور در ۴ گروه دسته‌بندی می‌شوند. گروه اول مربوط به خودروهایی با حجم موتور کمتر از ۱۳۵۰ سی‌سی که طبق بررسی‌های صورت گرفته این گروه خودرو ۴۰ درصد کل ذخایر خودروهای مورد استفاده را شامل می‌شوند. خودروهایی از جمله انواع پراید، پی‌کی و ام‌وی ام ۱۱۰ در این گروه قرار می‌گیرند. گروه دوم

#### ۴-۵ سناریوها

در این تحقیق سناریوهای مختلفی به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفته است. در هر سناریو متغیر ذخیره خودروها بر اساس متغیرهای فنی خودرو شامل حجم موتور، نوع سوخت و سن خودرو به دسته‌های مختلف تقسیم بندی می‌شود و تاثیر آن بر متغیر وابسته تابع سنجیده می‌شود.

۴-۵-۲- سناریو مربوط به سن خودرو

در این سناریو خودروها بر اساس سال ساخت (سن خودرو) دسته بندی می شوند که شامل ۴ گروه می باشند. گروه اول مربوط به خودروهایی با سن کمتر از ۵ سال می باشند که طبق بررسی های صورت گرفته این گروه خودرو ۴۵ درصد کل ذخایر خودروهای مورد استفاده را شامل می شوند. گروه دوم مربوط به خودروهایی با سن بین ۶ تا ۱۰ سال می باشد که این گروه نیز ۳۵ درصد از ذخایر خودروها را به خود اختصاص می دهند. گروه سوم مربوط به خودروهایی با سن بین ۱۱ تا ۱۵ سال است که ۱۰ درصد از سهم ذخایر را به خود اختصاص داده اند و در نهایت گروه چهارم شامل خودروهایی با سن بیش از ۱۵ سال که این گروه نیز ۱۰ درصد از سهم ذخایر خودرو را به خود اختصاص داده اند. نتایج حاصل از نمونه گیری این سناریو در جدول (۵) آورده شده است.

مربوط به خودروهایی با حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی سی تا ۱۶۵۰ سی سی که این گروه نیز ۴۰ درصد از ذخایر خودروها را به خود اختصاص می دهند. خودروهایی از جمله انواع پژو ۲۰۶، پژو ۴۰۵، دنا و رانا نیز در این دسته قرار می گیرند. گروه سوم مربوط به خودروهایی با حجم موتور بین ۱۶۵۰ سی سی تا ۲۱۰۰ سی سی که ۱۹ درصد از سهم ذخایر را به خود اختصاص داده اند و شامل خودروهایی از جمله پژو پارس و کیا سراتو می باشد. در نهایت گروه چهارم شامل خودروهایی با حجم موتور بیش از ۲۱۰۰ سی سی می باشد که تنها یک درصد از سهم ذخایر را به خود اختصاص داده اند و شامل خودروهایی از جمله رونیز، سانتافه، سوناتا و کیا موهاوی می باشد. این سناریو، سناریو اصلی پژوهش حاضر می باشد که کلیه اطلاعات و جدول های محاسباتی آن در قسمت های قبل آورده شده است.

جدول ۵. داده های مربوط به نمونه (سن خودرو)

گروه بندی (سن)	مسافت پیموده شده سالانه (M)	راندمان مصرف سوخت (SEC)	ذخایر هر گروه خودرو (stock)
۰-۵ سال	۱۸۹۵۲,۷	۸,۱	۱۰۲۸۲,۸
۶-۱۰ سال	۲۰۴۹۸,۴	۸,۶	۷۹۹۷,۷
۱۱-۱۵ سال	۲۴۱۶۳,۱	۷,۹	۲۲۸۵
< ۱۵ سال	۱۹۰۱۶,۸	۹,۳	۲۲۸۵
میانگین	۲۰۶۵۷,۷	۸,۵	۲۲۸۵۰

منبع: محاسبات پژوهش

اعداد مربوط به متغیر M برحسب کیلومتر در سال می باشد.

اعداد مربوط به متغیر SEC برحسب لیتر در ۱۰۰ کیلومتر می باشد.

جدول ۶. تقاضا سوخت خودروهای شخصی (سناریو سن)

گروه بندی (سن)	(M)	(SEC)	(stock)	(EC)
۰-۵ سال	۱۸۹۵۲,۷	۸,۱	۱۰۲۸۲,۸	1588
۶-۱۰ سال	۲۰۴۹۸,۴	۸,۶	۷۹۹۷,۷	1419
۱۱-۱۵ سال	۲۴۱۶۳,۱	۷,۹	۲۲۸۵	440
< ۱۵ سال	۱۹۰۱۶,۸	۹,۳	۲۲۸۵	404
میانگین	۲۰۶۵۷,۷	۸,۵	۲۲۸۵۰,۷	4021

منبع: محاسبات پژوهش

اعداد مربوط به متغیر M برحسب کیلومتر در سال می باشد.

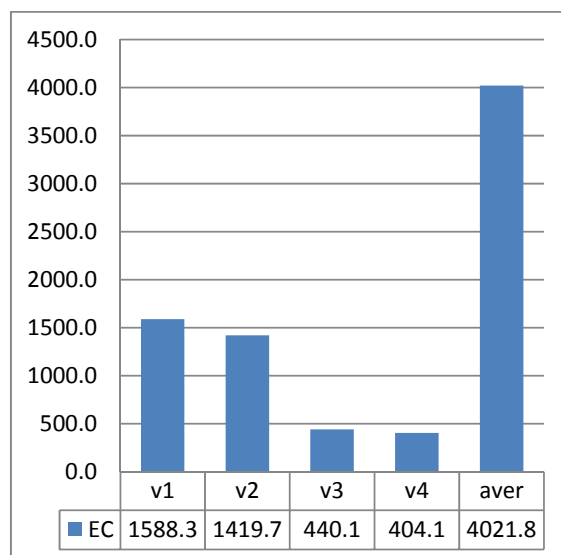
اعداد مربوط به متغیر SEC برحسب لیتر در ۱۰۰ کیلومتر می باشد.

اعداد مربوط به متغیر EC برحسب میلیون لیتر می باشند.

تراکم ذخیره خودرو در گروه اول، خودروهای با سن کمتر از ۵سال، و کمترین تراکم ذخیره خودرو در گروه چهارم، خودروهای با سن بیش از ۱۵سال، می باشد که نشان می دهد افراد جامعه تمایل بیشتری به استفاده از خودروهای جدیدتر نسبت به خودروهای فرسوده با میانگین عمر بالا را دارند. بنابراین دولت می تواند با سرمایه گذاری در صنعت خودروسازی، از فناوری های روز دنیا جهت بهبود کیفیت خودرو استفاده کند و بطور پیوسته محصولات به روز را و در اختیار افراد جامعه قرار دهد. با این کار به راحتی می توان جلوی افزایش بی رویه تقاضا سوخت و تبعات منفی آن را گرفت.

طبق اطلاعات نمونه و جدول (۹) حدود ۸۰ درصد از خودروهای موجود در ناوگان حمل و نقل شخصی کشور خودروهایی با سن کمتر از ۱۰سال می باشند که در گروه اول و دوم قرار می گیرند. با توجه به اطلاعات درج شده در جدول (۵) تقاضا سوخت خودروهای شخصی طبق معادله (۳) محاسبه گردیده و نتایج آن در جدول (۶) آورده شده است. بعد از انجام محاسبات و مقایسه تقاضای سوخت گروه های مختلف مشخص می شود که بیشترین تقاضا سوخت مربوط به خودروهایی با میانگین سنی کمتر از ۵سال و کمترین تقاضا مربوط به خودروهایی با میانگین سنی بالای ۱۵سال می باشد. با آنالیز اعداد مربوط به متغیرها مشخص می شود که بیشترین

نمودار ۵. مقایسه تقاضا سوخت گروه خودروها (میلیون لیتر) در سناریو سن خودرو



منبع: محاسبات پژوهش

در نمودار (۵) بالاترین تقاضای سوخت ۱۵۸۸٫۳ میلیون لیتر مربوط به گروه v1 و متوسط تقاضای سوخت ۴۰۲۱٫۸ میلیون لیتر می باشد.

#### ۴-۵-۳- سناریو مربوط به نوع سوخت خودرو

ایران ۲۱۰۰۰ کیلومتر در سال در نظر گرفته شده است، برای خودروهای دوگانه سوز فرض می شود که برای ۳۰ درصد از مسافت پیموده شده سالانه سوخت بنزین و ۷۰ درصد گاز طبیعی تقاضا شود.

با توجه به توضیحات بالا تقاضا سوخت طبق معادله (۳) محاسبه گردیده و نتایج محاسبات در جدول (۷) آورده شده است.

در این سناریو خودروها بر اساس نوع سوخت گروه بندی شده اند که شامل ۲ گروه می باشد. در گروه اول خودروهای بنزین سوز قرار دارند که طبق آمار اعلام شده این نوع خودروها ۸۰ درصد از ذخایر خودروها را به خود اختصاص می دهند. گروه دوم خودروهای دوگانه سوز را شامل می شود که ۲۰ درصد از ذخایر خودروها را به خود اختصاص داده اند. متوسط مسافت پیموده شده سالانه برای انواع خودروها در

جدول ۷. تقاضا سوخت خودروهای شخصی (سناریو نوع سوخت)

(EC)	(stock)	(SEC)	(M)	گروه بندی (نوع سوخت)
۳۶۶۱	۱۸۲۸۰.۵	۹.۵۳	۲۱۰۰۰	خودروهای بنزین سوز
۲۷۴	۴۵۷۰.۱	۹.۵۳	۶۳۰۰	خودروهای دوگانه سوز (سهم بنزین)
۲۹۷۴	۲۲۸۵۰.۷	۹.۵۳	۱۳۶۵۰	میانگین

محاسبات پژوهش

اعداد مربوط به متغیر M برحسب کیلومتر در سال می باشد.

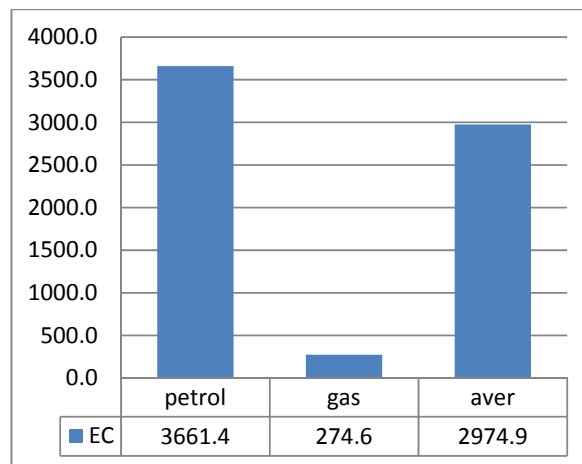
اعداد مربوط به متغیر SEC برحسب لیتر در ۱۰۰ کیلومتر می باشد.

اعداد مربوط به متغیر EC برحسب میلیون لیتر می باشند.

دوگانه تمایل افراد را به استفاده از این نوع خودروها بیشتر کرد که این امر سبب کاهش میزان تقاضا سوخت بنزین و کاهش آلودگی های ناشی از آن می شود.

در نمودار ۶ بالاترین تقاضای سوخت ۳۶۶۱.۴ میلیون لیتر مربوط به گروه petrol و متوسط تقاضای سوخت ۲۹۷۴.۹ میلیون لیتر می باشد.

تقاضا سوخت (بنزین) خودروهای بنزین سوز بسیار بالاتر از خودروهای دوگانه سوز می باشد که می تواند به علت پایین بودن قیمت گاز برای سوخت خودروهای دوگانه باشد زیرا افرادی که از این نوع خودروها استفاده می کنند تمایل بیشتری به استفاده از گاز به عنوان سوخت دارند اما تراکم ذخیره خودرو در گروه اول که مربوط به خودروهای بنزین سوز می باشد بیشتر است. علت این امر پایین بودن کیفیت و قدرت موتور خودروهای دوگانه سوز و بالا بودن هزینه های تعمیر این نوع خودروها در صورت استفاده بیش از حد از گاز در این نوع خودروها می باشد. بنابراین می توان با بهبود کیفیت خودروهای



نمودار ۶. مقایسه تقاضا سوخت گروه خودروها (میلیون لیتر) در سناریو نوع سوخت خودرو

محاسبات پژوهش

توجه به سناریوهای سن خودرو، حجم موتور و نوع سوخت را نشان می دهد.

با توجه به محاسبات صورت گرفته در ۳ سناریو بالا جدول (۸) یک تصویر کامل از نحوه محاسبه تقاضای انرژی سالانه ناوگان حمل و نقل از طریق مدل ذخیره فنی خودروها با

جدول ۸. سهم ذخایر خودرو در تقاضای نهایی سوخت خودروهای شخصی (مقایسه ۳ سناریو)

سناریوها	گروه بندی	ذخایر خودرو (%)	تقاضای نهایی (%)
حجم موتور	$\geq CC1350$	۴۰	۳۴,۴۱
	CC1650CC-1351	۴۰	۴۰,۴۹
	CC2100CC-1651	۱۹	۲۳,۵۲
	$\leq CC2100$	۱	۱,۵۷
نوع سوخت	خودروهای بنزین سوز	۸۰	۹۳,۰۲
	خودروهای دوگانه سوز (سهم بنزین)	۲۰	۶,۹۷
سن خودرو	۰-۵ سال	۴۵	۴۱,۲۳
	۶-۱۰ سال	۳۵	۳۶,۸۵
	۱۱-۱۵ سال	۱۰	۱۱,۴۲
	< ۱۵ سال	۱۰	۱۰,۴۹

منبع: محاسبات پژوهش

حساسیت هریک از آنها نیز بررسی شود. در این قسمت با توجه به مدل ذخیره فنی ۳ متغیر اصلی وجود دارد که در هر تحلیل دو متغیر ثابت در نظر گرفته می‌شود و متغیر سوم مرحله به مرحله کاهش داده می‌شود و تاثیر آن بر متغیر تابع مشاهده می‌شود.

با توجه به متغیرهای اصلی تحلیل‌هایی که در این بخش در نظر گرفته شده است، که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

طبق جدول (۸) در سناریو اول بیشترین ذخیره خودرو مربوط به خودروهایی با حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی‌سی تا ۱۶۵۰ سی‌سی است. در سناریو دوم بیشترین ذخیره خودرو مربوط به خودروهای بنزین سوز و در سناریو سوم بیشترین ذخیره خودرو مربوط به خودروهایی با میانگین سنی کمتر از ۵ سال می‌باشد. ذخیره بالا در هر گروه نشانه تمایل بیشتر افراد جامعه به آن گروه خاص می‌باشد.

#### ۴-۶-۱- ذخایر خودروها

در این قسمت ذخیره خودروها ۲۰ درصد ۲۰ درصد کاهش داده می‌شود و تاثیر آن بر میزان تقاضای سوخت سنجیده می‌شود.

#### ۴-۶-۲- تحلیل حساسیت

مدیریت تقاضای بنزین در ایران ضمن شناسایی عوامل مهم و تأثیرگذار بر مصرف این حامل انرژی، نیازمند آن است

جدول ۹. آنالیز حساسیت متغیر ذخایر خودرو

EC	Stock	درصد تغییرات
۴۶۰۴	۲۲۸۵۰,۷	بدون تغییرات
۳۶۸۳	۱۸۲۸۰,۵	۲۰ درصد کاهش
۲۷۶۲	۱۳۷۱۰,۴	۴۰ درصد کاهش
۱۸۴۱	۹۱۴۰,۲	۶۰ درصد کاهش
۹۲۰	۴۵۷۰,۱	۸۰ درصد کاهش

منبع: محاسبات پژوهش

اعداد مربوط به متغیر EC بر حسب میلیون لیتر می‌باشند.

#### ۴-۶-۳- مسافت پیموده شده در سال

در این قسمت مسافت پیموده شده در سال ۲۰ درصد ۲۰ درصد کاهش داده می‌شود و تاثیر آن بر میزان تقاضای سوخت سنجیده می‌شود.

جدول ۱۰. آنالیز حساسیت متغیر مسافت پیموده شده در سال

EC	M	درصد تغییرات
۴۶۰۴	۲۱۱۲۵٫۸	بدون تغییرات
۳۶۸۳	۱۶۹۰۰٫۶	۲۰ درصد کاهش
۲۷۶۲	۱۲۶۷۵٫۴	۴۰ درصد کاهش
۱۸۴۱	۸۴۵۰٫۳	۶۰ درصد کاهش
۹۲۰	۴۲۲۵٫۱	۸۰ درصد کاهش

منبع: محاسبات پژوهش

اعداد مربوط به متغیر EC برحسب میلیون لیتر می‌باشند.

#### ۴-۶-۳- راندمان مصرف سوخت

در این قسمت راندمان مصرف سوخت ۲۰ درصد ۲۰ درصد کاهش داده می‌شود و تاثیر آن بر میزان تقاضا سوخت سنجیده می‌شود.

جدول ۱۱. آنالیز حساسیت متغیر راندمان مصرف سوخت

EC	SEC	درصد تغییرات
۴۶۰۴	۹٫۵۳	بدون تغییرات
۳۶۸۳	۷٫۶۳	۲۰ درصد کاهش
۲۷۶۲	۵٫۷۲	۴۰ درصد کاهش
۱۸۴۱	۳٫۸۱	۶۰ درصد کاهش
۹۲۰	۱٫۹۰	۸۰ درصد کاهش

منبع: محاسبات پژوهش

اعداد مربوط به متغیر EC برحسب میلیون لیتر می‌باشند.

می‌یابد. به همین ترتیب اگر با گسترش حمل و نقل عمومی و بالا بردن فرهنگ استفاده از آن در میان افراد جامعه ۱۰ درصد از ذخیره خودروهای شخصی را کاهش دهیم مجموع عدد ذخیره خودروها به ۲۰۵۶۵ می‌رسد و همچنین با فرض استفاده از فناوری های جدید در ساخت خودروسازی کشور و بکارگیری خودروهایی با راندمان سوخت بهتر بتوان عدد راندمان سوخت خودروها را تا ۳۰ درصد افزایش داد. میانگین عددی آن از ۹٫۵۳ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر به ۶٫۶۷ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر می‌رسد. حال با اعداد جدید به دست آمده و جایگذاری آنها در معادله (۳) مشاهده می‌شود که عدد به دست آمده برای تقاضا سوخت خودرو به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد. نتایج مورد بررسی در جدول (۱۲) آورده شده است.

با انجام تحلیل حساسیت بر هر کدام از متغیرهای اصلی مدل شامل: ذخیره خودرو، راندمان مصرف سوخت، مسافت پیموده شده سالانه به صورت جداگانه و مقایسه جدول‌های (۱۳)، (۱۴) و (۱۵) مشخص شد که تاثیر کاهش هر کدام از متغیرها بر متغیر وابسته، تقاضا سوخت، به میزان برابر و مثبت می‌باشد.

#### راستی‌نمایی متغیرهای اصلی<sup>۳</sup>

با انجام آنالیز حساسیت و مقایسه اعداد مشاهده می‌شود که اگر ۴۰ درصد از متغیر مسافت پیموده شده سالانه مسافت پیموده شده خارج از شهر در نظر گرفته شود به این معنا که بنزین مصرفی برای ۴۰ درصد از مسافت پیموده شده در شهر کرمان تقاضا نمی‌شود، میانگین عدد مسافت پیموده شده از ۲۱۱۲۵ کیلومتر در سال به ۱۲۶۷۵ کیلومتر در سال کاهش



جدول ۱۲. راستی نمایی متغیرهای مدل

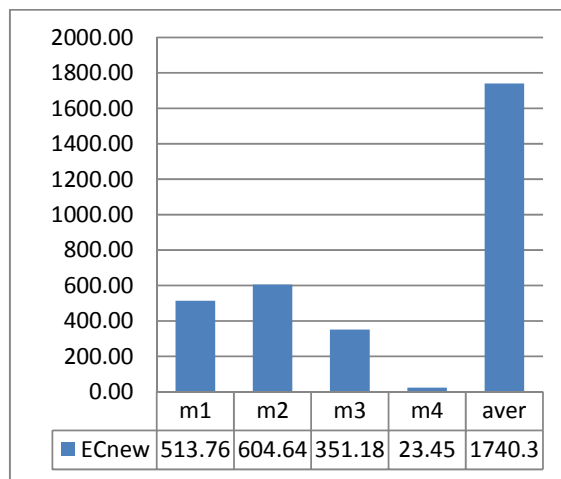
EC <sub>new</sub>	SEC <sub>new</sub>	STOCK <sub>new</sub>	M <sub>new</sub>	گروه بندی خودروها
۵۱۳	۴,۸۵	۸۲۲۶,۲	۱۲۸۵۹,۹	1350cc ≥
۶۰۴	۶,۱۹	۸۲۲۶,۲	۱۱۸۵۷,۸	1351cc-1650cc
۳۵۱	۷,۱۵	۳۹۰۷,۴	۱۲۵۶۲,۳	1651cc-2100cc
۲۳	۸,۴۹	۲۰۵,۶	۱۳۴۲۱,۷	2100cc ≤
۱۷۴۰	۶,۶۷	۲۰۵۶۵,۶	۱۲۶۷۵,۴	میانگین

منبع: محاسبات پژوهش

اعداد مربوط به متغیر EC برحسب میلیون لیتر می‌باشند.

پس از راستی نمایی مربوط به گروه دوم خودروها با حجم موتور بین ۱۳۵۰ تا ۱۶۵۰ سی‌سی و کمترین تقاضا مربوط به گروه چهارم با حجم موتور بیش از ۲۱۰۰ سی‌سی می‌باشد.

حاصل جمع تقاضا بنزین ۴ گروه خودرو برابر ۱۴۹۳ میلیون لیتر در سال ۱۳۹۴ بدست آمده است این در حالی است که مجموع تقاضا بنزین قبل از راستی نمایی برابر با ۳۹۴۹ میلیون لیتر در سال ۱۳۹۴ برآورد شده بود. بیشترین تقاضا سوخت



نمودار ۷. راستی نمایی تقاضا سوخت (میلیون لیتر)

منبع: محاسبات پژوهش

در نمودار (۷) بالاترین تقاضا سوخت مربوط به گروه m2 به میزان ۶۰۴,۷ میلیون لیتر و متوسط تقاضا سوخت ۱۷۴۰,۴ میلیون لیتر می‌باشد.

### ۵- نتیجه‌گیری

استفاده قرار می‌گیرد بنزین است، مصرف بنزین در کشور تحت تاثیر متغیرهای مختلف از جمله راندمان مصرف سوخت خودروها، عمر خودروها، حجم موتور خودرو، نوع سوخت، متوسط مسافت پیموده شده سالانه خودروها، تعداد خودروهای

برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در مورد هر موضوعی نیاز به شناخت کافی از عوامل تأثیرگذار بر آن بخش را دارد. بخش حمل و نقل یکی از بزرگترین مصرف کنندگان سوخت فسیلی می‌باشد. مهمترین سوخت فسیلی که در این بخش مورد

۴۰۱،۱ میلیون لیتر و متوسط تقاضای سوخت ۴۰۲۱،۸ میلیون لیتر می‌باشد. که نشان می‌دهد افراد جامعه تمایل بیشتری به استفاده از خودروهای جدیدتر نسبت به خودروهای فرسوده با میانگین عمر بالا را دارند.

با توجه به نتایج جدول (۱۱) در سناریو نوع سوخت بالاترین تقاضای سوخت ۳۶۶۱،۴ میلیون لیتر مربوط به گروه بنزین و متوسط تقاضای سوخت ۲۹۷۴،۹ میلیون لیتر می‌باشد.

با توجه به نتایج جدول (۱۲) سهم ذخایر خودرو در تقاضای نهایی سوخت خودروهای شخصی با توجه به حجم موتور بیشترین ذخیره خودرو مربوط به خودروهایی با حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی سی تا ۱۶۵۰ سی سی حدود ۴۰،۵ درصد است. با توجه به نوع سوخت بیشترین ذخیره خودرو مربوط به خودروهای بنزین سوز حدود ۹۳ درصد و با توجه به سن خودروها بیشترین ذخیره خودرو مربوط به خودروهایی با میانگین سنی کمتر از ۵ سال حدود ۴۱ درصد می‌باشد.

با انجام تحلیل حساسیت بر هر کدام از متغیرهای اصلی مدل شامل: ذخیره خودرو، راندمان مصرف سوخت، مسافت پیموده شده سالانه به صورت جداگانه و مقایسه جدول‌های (۱۳)، (۱۴) و (۱۵) مشخص شد که تاثیر کاهش هر کدام از متغیرها بر متغیر وابسته، تقاضای سوخت، به میزان برابر و مثبت می‌باشد. با توجه به نتایج جدول (۱۶) بر اساس راستی‌نمایی متغیرهای مدل بالاترین تقاضای سوخت مربوط به خودروهای گروه دوم با حجم موتور بین ۱۳۵۰ تا ۱۶۵۰ سی سی به میزان ۶۰۴،۷ میلیون لیتر، کمترین تقاضای سوخت مربوط به خودروهای گروه چهارم با حجم موتور بیش از ۲۱۰۰ سی سی به میزان ۲۳،۴۵ میلیون لیتر و متوسط تقاضای سوخت ۱۷۴۰،۴ میلیون لیتر می‌باشد.

فعال در ناوگان و نیز سایر متغیرهای ساختاری و فرهنگی است. بر اساس نتایج مطالعه تمایل افراد جامعه به داشتن خودروهایی با متوسط حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی سی تا ۱۶۵۰ سی سی بیشتر است. در مورد متغیر سن خودرو نیز خودروهایی با متوسط سن کمتر از ۱۰ سال بیش از بقیه مورد قبول افراد می‌باشد. زمانی که تمایل افراد جامعه به داشتن نوع خاصی از خودرو بیشتر باشد به این معناست که ذخیره خودرو در آن گروه بیشتر است. بنابراین می‌توان با یک برنامه‌ریزی دقیق سایر متغیرهای فنی خودروها را در این گروه‌ها بهبود بخشید، متغیرهایی از جمله راندمان مصرف سوخت خودرو و نوع سوخت. در مورد نوع سوخت می‌توان اینطور توضیح داد که اگر بیشتر روی کیفیت فنی و همچنین پایین آوردن هزینه‌های نگهداری خودروهای دوگانه سوز کار شود می‌توان افراد جامعه را به استفاده از این نوع خودروها تشویق کرد. با توجه به نتایج جدول (۸) در سناریو پایه بیشترین تقاضای سوخت (بنزین) مربوط به گروه دوم با حجم موتور بین ۱۳۵۰ سی سی و ۱۶۵۰ سی سی به میزان ۱۵۹۹،۵۸ میلیون لیتر و کمترین تقاضای سوخت مربوط به گروه چهارم خودروها با حجم موتور بیش از ۲۱۰۰ سی سی به میزان ۶۲،۰۴ میلیون لیتر و متوسط تقاضای سوخت ۴۶۰۴،۲ میلیون لیتر می‌باشد. بیشترین و کمترین تقاضای سوخت به معنای تمایل افراد جامعه به استفاده از گروه خاص خودرو می‌باشد. هر چه تمایل افراد به داشتن نوع خاصی از خودرو بیشتر باشد تقاضای سوخت در آن گروه بیشتر می‌باشد و بالعکس. با توجه به نتایج جدول (۱۰) در سناریو سن خودرو بیشترین تقاضای سوخت مربوط به خودروهایی با میانگین سنی کمتر از ۵ سال به میزان ۱۵۸۸،۳ میلیون لیتر و کمترین تقاضای سوخت مربوط به خودروهایی با میانگین سنی بالای ۱۵ سال به میزان

## ۶- پی‌نوشت‌ها

### 1-Corporate Average Fuel Economy

### 2-On Road Factor

۳- در آمار ارایه شده مصرف بنزین توسط شرکت نفت و سالنامه آماری تفاوت وجود داشت در این مطالعه چون داده‌ها و پارامترهای برخی از متغیرها وجود نداشت نویسندگان سعی کرده اند از طریق سناریوسازی نتایج را به واقعیت نزدیک کنند. در این قسمت بر اساس انتخاب سناریوسازی متغیرها نزدیکتر به واقعیت درجه راستی‌نمایی مدل آزمون شده است.

## ۷- مراجع

- مهرگان نادر و قربانی وحید. (۱۳۸۸)، تقاضای کوتاه‌مدت و بلندمدت بنزین در بخش حمل و نقل، پژوهشنامه حمل و نقل، ۶(۴)، ۳۷۶-۳۷۹.
- Aggarwal, P., & Jain, S. (2016). Energy demand and CO2 emissions from urban on-road transport in Delhi: current and future projections under various policy measures. *Journal of Cleaner Production*, 128, 48-61.
- Ahanchian, M., & Biona, J. B. M. (2014). Energy demand, emissions forecasts and mitigation strategies modeled over a medium-range horizon: The case of the land transportation sector in Metro Manila. *Energy Policy*, 66, 615-629.
- Anable, J., Brand, C., Tran, M., & Eyre, N. (2012). Modelling transport energy demand: A socio-technical approach. *Energy policy*, 41, 125-138.
- Chai, J., Lu, Q. Y., Wang, S. Y., & Lai, K. K. (2016). Analysis of road transportation energy consumption demand in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 48, 112-124.
- Daly, H. E., & Gallachóir, B. P. Ó. (2011). Modelling future private car energy demand in Ireland. *Energy Policy*, 39(12), 7815-7824.
- Daly, H. E., & Gallachóir, B. P. Ó. (2012). Future energy and emissions policy scenarios in Ireland for private car transport. *Energy Policy*, 51, 172-183.
- Daly, H., & Gallachóir, B. P. Ó. (2011). Modelling private car energy demand using a technological car stock model. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(2), 93-101.
- Forouzanfar, M., Doustmohammadi, A., & Hasanzadeh, S. (2012). Transport energy demand forecast using multi-level genetic programming. *Applied Energy*, 91(1), 496-503.
- Pietzcker, R. C., Longden, T., Chen, W., Fu, S., Kriegler, E., Kyle, P., & Luderer, G. (2014). Long-term transport energy demand and climate policy: alternative visions on transport decarbonization in energy-economy models. *Energy*, 64, 95-108.
- Sonmez, M., Akgüngör, A. P., & Bektaş, S. (2017). Estimating transportation energy demand in Turkey using the artificial bee colony algorithm. *Energy*, 122, 301-310.
- Travasset-Baro, O., Gallachóir, B. P., Jover, E., & Rosas-Casals, M. (2016). Transport energy demand in Andorra. Assessing private car futures through sensitivity and scenario analysis. *Energy Policy*, 96, 78-92.
- خاکساری علی و بازدار اردبیلی پریسا. (۱۳۸۵)، بررسی کشتش پذیری تقاضای سوخت در حمل و نقل زمینی کشور، پژوهش‌های اقتصادی، ۱(۱)، ۱-۱۱.
- سویس باتاچاریا، (۲۰۱۱)، اقتصاد انرژی: مفاهیم، دیدگاه‌ها، بازارها و حاکمیت، (مترجم: م. بهمنی)، انتشارات نور علم سال.
- شاکری عباس، محمدی تیمور، جهانگرد اسفندیار، و موسوی میرحسین. (۱۳۸۹)، تخمین مدل ساختاری تقاضای بنزین و نفت گاز در بخش حمل و نقل ایران، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷(۲۵)، ۱-۳۱.
- طارمی عذرا، متصدی زرنندی سعید، و عابدی زهرا. (۱۳۹۲)، بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوخت‌های فسیلی در بخش حمل و نقل درون شهری و برآورد میزان کاهش هزینه‌های خارجی و اجتماعی با جایگزینی گاز طبیعی، شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران.
- فطرس محمدحسن، صحرایی راضیه، و یاوری معصومه. (۱۳۹۳)، برآورد تابع تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران، ۱۳۹۲-۱۳۵۷، *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۲(۷)، ۲۳-۴۲.
- قنبری علی، خضری محسن، و اعظمی آرش. (۱۳۸۷)، شبیه‌سازی تابع تقاضای بنزین و نفت گاز در حمل و نقل زمینی ایران: با استفاده از الگوریتم ژنتیک، *فصلنامه اقتصاد مقداری*، ۵(۴)، ۱۵۷-۱۷۷.
- کاظمی عالی، مدرس محمد، و مهرگان محمدرضا. (۱۳۹۰)، پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری: مطالعه موردی در ایران، مدیریت صنعتی، ۳(۷)، ۱۱۷-۱۳۲.
- مزرعتی محمد. (۱۳۸۶)، محاسبه متوسط عمر خودروها در ایران و اثر آن بر مصرف سوخت: متوسط رانندمان در برابر جوان‌سازی ناوگان، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۴(۱۲)، ۲۶-۶.
- منهاج محمداقرا، کاظمی عالی، شکوری گنجوی حامد، مهرگان محمدرضا، و تقی زاده محمدرضا. (۱۳۸۹)، پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از شبکه‌های عصبی: مطالعه موردی در ایران، پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۱۴(۲)، ۲۰۳-۲۲۰.

## **Estimate Private Transport Energy Demand in Kerman Using a Technological Car Stock Model**

### **ABSTRACT**

Energy consumption in the transport sector is ranked second among all consumer sectors and is responsible for almost a quarter of the total carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions produced. In the transport sector, the use of energy is scattered, and it is very difficult to manage energy demand and control pollution. Therefore, it is important to address the factors affecting fuel demand in this sector. The purpose of this study is to estimate the demand of private cars fuel in the transport sector of Kerman city using the technological car stock model in 2015. Considering the variables of engine capacity, fuel type, car age, different scenarios are considered. The results indicate that the greatest impact on fuel demand is the cars with engine size between 1350cc to 1650cc and average age of 5 to 10 years. As well as increasing the car stock of Gasoline-powered cars in the personal transport fleet, the demand for fuel increases substantially. Also, the impact of the explanatory variable of the model, including the annual mileage of the vehicle, specific energy consumption and stock of car, is estimated on the demand for fuel as a positive dependent variable.

**Keyword:** Energy Demand, Transport ,Technological Car Stock, Private Car fleet