

## پیش بینی قیمت خودرو های تولید داخل در بازار بر اساس مدل سیستم داینامیک

■ عزیزاله جعفری<sup>+</sup>\*

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و فرهنگ،

تهران، ایران

■ ندا قویدست<sup>۱</sup>

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و

فرهنگ، تهران، ایران

■ محسن باقری<sup>۲</sup>

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و فرهنگ،

تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۱۷، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۴/۱۳ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۱

صفحات: ۲۶-۱۷

10.22034/jtd.2022.256672 

### چکیده

در این پژوهش به پیش بینی قیمت خودرو های تولید داخل در بازار بر اساس مدل سیستم داینامیک پرداخته شده است. جامعه آماری برای جمع اوری داده های تحلیلی ۵۱۲ نفر از خبرگان و متخصصان این حوزه در نظر گرفته شد که بر اساس روش کوکران ۴۱۲ نفر به عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شد. داده های بدست آمده در پرسشنامه در ابتدا با استفاده از روش AHP تحلیل گردید تا ضرایب تاثیر متغیرها استخراج گردد. سپس بر اساس روش سیستم دینامیکی به طراحی مدل و شبیه سازی آن در نرم افزار ونسیم پرداخته شد. با توجه به نمودار بدست آمده در صورت ثابت بودن وضعیت موجود، رشد قیمت خودرو تا ۳۳ ماه کم می باشد اما بعد از ۳۳ ماه رشد بسیار چشمگیری مشاهده می شود دلیل این امر بالا بودن میزان تاثیرات عوامل افزایش دهنده قیمت خودرو به نسبت عوامل کاهش دهنده قیمت خودرو می باشد.

واژگان کلیدی: پیش بینی، قیمت خودرو، تولید داخل، مدل سیستم داینامیک.

\* عهده دار مکاتبات

+ آدرس پست الکترونیکی: [Jafari@usc.ac.ir](mailto:Jafari@usc.ac.ir)

۱ آدرس پست الکترونیکی: [Neda.Ghavidast@gmail.com](mailto:Neda.Ghavidast@gmail.com)

۲ آدرس پست الکترونیکی: [Bagheri.Mohsen.1995@gmail.com](mailto:Bagheri.Mohsen.1995@gmail.com)

## ۱- مقدمه

ارتباط ژرف و عمیق انواع خودروها از جمله سواری، تجاری و امدادی و... با زندگی افراد جامعه از نظر دسترسی و قابلیت وصول رفاه اجتماعی بر کسی پوشیده نیست و نقش پررنگ انواع خودروها در توسعه حمل و نقل و ترقی سطح زندگی و رفاه عمومی حکایت از ارتباط تنگاتنگ صنعت خودرو در زمینه حمل و نقل با رفاه عموم افراد جامعه دارد [۹، ۱۳]. در نتیجه، گسترش کسب و کار، ارتقای رفاه شهروندی، سرعت بخشیدن در بخش حمل و نقل، گسترش گردشگری، ازدیاد فعالیت‌های اجتماعی و بهبود مداوم و مستمر عرصه کیفی زندگی اجتماعی و همچنین گسترش استانداردهای زندگی، باعث می‌شود تا به سرمایه‌گذاری در تولید و ساخت خودروهای سواری و تجاری از لحاظ کیفی و کمی توجه ویژه شود [۷] و بیشتر این توجه باید به سمت تولید خودروهای ایمن و مطمئن با فناوری نوین و بدون نیاز به سوخت‌های فسیلی با قیمت مناسب سوق داده شود. اما علی‌رغم اهمیت این صنعت در رفاه شهروندی متأسفانه در یکی دو سال اخیر، افسار گسیختگی شاخص تورم در ایران و رشدهای پی در پی آن باعث شده است که شاهد رکوردشکنی قیمت‌ها در بازار خودرو باشیم [۶]؛ به طوری که حقوق و دستمزد پایین اقشار مختلف جامعه به نسبت تورم حاکم بر اقتصاد سبب شده است که طبقات ضعیف و همچنین متوسط جامعه به دلیل رشد قیمت‌ها در عرصه‌های مختلف بازار به‌خصوص در خودرو با کاهش قدرت خرید روبرو شوند و این امر، یعنی بر خورداری از خودرو و یا تعویض خودرو با یک خودروی شاخص‌تر، برای برخی از افراد جامعه به یک رویای دست نیافتنی تبدیل شده است و قیمت تولیدات جدید و کنونی با استطاعت و توان پرداخت اکثر قریب به اتفاق افراد جامعه متناسب و برآزنده نمی‌باشد. با توجه به مطالب بیان شده می‌توان گفت که پیش‌بینی قیمت خودرو لازم و ضروری است. با این حال تا به امروز این پژوهش انجام نشده است. در پژوهش حاضر به این سوال پاسخ داده می‌شود که با توجه به متغیرهای تاثیرگذار بر قیمت خودروهای تولید داخل، قیمت خودروهای تولید داخل در آینده چه مقدار خواهد بود؟

## ۲- مبانی نظری پژوهش

صنعت خودروسازی به این دلیل که خود هم مبنای اشاعه فناوری جدید و هم دارای قدرت جذب و به‌کارگیری آخرین دستاوردهای علمی و فنی است، در ساختار کشور مهم است. در مجموع در نگاهی به مصوبات و مقررات وضع شده در زمینه بازار خودرو، می‌توان گفت که پس از انقلاب اسلامی حمایت شدیدی از صنعت خودروسازی انجام گرفته است. از یک سو واردات برخی خودروها ممنوع شده و از سوی دیگر، مالیات‌های سنگینی بر واردات در نظر گرفته شده است. با وجود این حمایت‌ها به ضد آن

در بسیاری از کشورها، درصد بالایی از کسب و کار و مشاغل، عایدی و درآمد و ارزش‌افزوده، به محصولات تولیدی اختصاص داده می‌شود [۷]. به طوری که با اتمام مستمر، چنان رشد و شکوفایی در صنعت خود ایجاد می‌کنند که صادرات تولیداتشان به جهت کیفیت بالای محصولاتشان در دنیا گسترش چشمگیری پیدا نموده که باز خورد آن در جامعه مبداء، ایجاد اشتغال و آسایش برای افراد همان جامعه در کنار رونق کسب و کارهای جانبی و درآمد و سود سرشار از فروش همان تولیدات برای آن کشور خواهد بود. در این میان یکی از صنعت‌های پررونق و پرسود در دنیا، صنعت خودروسازی است [۸]. ارتباطی که فی ما بین این صنعت و دپارتمان‌های مختلف اجتماعی و اقتصادی وجود دارد، باعث شده تا موتور محرک و اساس اصلی صنعت و اقتصاد و تجارت خیلی از کشورها، صنعت خودروسازی و صنایع مرتبط با آن لحاظ شود [۱۰]. از این رو، یکی از اجزای مهم اقتصاد ملی و اساسی‌ترین شاخص توسعه اقتصادی و اجتماعی در بسیاری از کشورهای متری و توسعه یافته، صنعت خودروسازی آن کشور است و هر چند تنها عامل توسعه هر کشور، صنعت خودروی آن به تنهایی محسوب نمی‌شود ولی مشهود بودن آثار اقتصادی آن در کلیه زمینه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی بر کسی پوشیده نیست [۴، ۱۱، ۱۲]. در کشور ما نیز، تا قبل از شروع طرح هدفمندی یارانه، پس از صنعت نفت، صنعت نساجی دومین جایگاه را از نظر صنعتی در ایران دارا بود و جایگاه دهم را در دنیا برای ایران به ثبت رسانده بود که به دلیل همان هدفمندی یارانه ذکر شده و فقدان توجه به بازسازی ماشین‌آلات، جایگاه این صنعت به رده شصتم در دنیا تنزل پیدا نمود و عملاً این صنعت در کشور به نابودی کشیده شد و در عوض صنعت خودروسازی جایگاه صنعت نساجی را به خود اختصاص داد که البته رونق این صنعت شصت ساله در داخل کشور ما به گونه‌ای بود که ایران تا سال ۲۰۰۹ جزو ۱۸ خودروساز برتر جهان و جزو بزرگترین خودروساز خاورمیانه محسوب می‌شد که متأسفانه در چند سال اخیر فراوانی اشکالات و انتقادات به کیفیت و قیمت این خودروها تاثیر زیادی در این جایگاه و رتبه از خود به جا گذاشته است. البته شایان ذکر است که نقش بی بدیل این صنعت از جهت اثرگذاری بر بسط و گسترش کسب و کار، ازدیاد فرصت‌های اشتغال و ایجاد شغل پایدار، گسترش حمل و نقل عمومی و افزایش رفاه اجتماعی در همه ادوار و در طول دوره‌های مختلف چشمگیر بوده است و می‌توان گفت که پیشرفت در زمینه فناوری و اثربخشی و کارآمدی و همچنین توانمندی این صنعت در ایران می‌تواند زمینه‌ساز توسعه صنعتی در کشور ایران شود. از سویی، نقش این صنعت از لحاظ فرهنگی و اجتماعی و تاثیر آن در

۳) کالا به صورت ترکیبی می تواند دارای ویژگی های متفاوت با حالات غیر ترکیبی باشد.

### ۳- پیشینه پژوهش

لسمن<sup>۳</sup> و دیگران (۲۰۱۷) در مقاله خود به بررسی مدل های آماری برای پیش بینی قیمت های فروش مجدد خودروهای دست دوم می پردازند. یک مطالعه تجربی برای کشف سهم درجات مختلف آزادی در فرآیند مدل سازی برای دقت پیش بینی انجام شده است. اول، تجزیه و تحلیل مقایسه ای روش های پیش بینی جایگزین شواهدی ارائه می دهد که رگرسیون تصادفی جنگل به ویژه برای پیش بینی قیمت فروش مجدد موثر است. همچنین نشان داده شده است که از استفاده از رگرسیون خطی، روش غالب در کار قبلی، باید اجتناب شود. دوم، نتایج تجربی وجود ناهمگونی را در پیش بینی قیمت فروش مجدد نشان می دهند و روش هایی را شناسایی می کنند که به طور خودکار می توانند بر اثر مضر آن بر دقت پیش بینی غلبه کنند. در نهایت، این مطالعه تایید می کند که فروشندگان خودروهای دست دوم دارای مزایای اطلاعاتی نسبت به آژانس های تحقیقات بازار هستند که آنها را قادر می سازد، قیمت های فروش مجدد را با دقت بیشتری پیش بینی کنند. این امر نشان می دهد که فروشندگان انگیزه ای برای سرمایه گذاری در راه حل های پیش بینی داخلی دارند؛ به جای اینکه تصمیمات قیمت گذاری خود را براساس برآوردهای ارزش باقیمانده تولید شده خارجی بنا کنند.

در مقاله [۸] مدل ارزیابی قیمت براساس تجزیه و تحلیل کلان داده ها پیشنهاد شده است که از داده های خودرو در گردش گسترده و تعداد زیادی از داده های تراکنش خودرو برای تجزیه و تحلیل داده های قیمت برای هر نوع خودرو با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی BP بهینه سازی شده بهره می برد. هدف آن ایجاد یک مدل ارزیابی قیمت خودروی دست دوم برای بدست آوردن قیمتی است که به بهترین وجه با خودرو مطابقت دارد. در این مقاله از الگوریتم شبکه عصبی BP بهینه شده برای انتخاب تعداد بهینه نورون های پنهان در شبکه عصبی BP استفاده شده است که سرعت همگرایی توپولوژی شبکه و دقت مدل پیش بینی را بهبود می بخشد. از طریق آزمایش های شبیه سازی نمونه برداری، منحنی برازش قیمت پیش بینی با قیمت معامله واقعی حاصل از مدل بهینه سازی شده مقایسه می شود. در نتیجه برازش مدل بهینه شده بهتر و همچنین دقت بالاتر است.

تبدیل شده اند. تولیدکنندگان داخلی به دلیل وجود حاشیه سود بالا در بازار داخلی تنها به فکر افزایش سود خود بوده و از فناوری برتر دنیا غافل مانده اند. اگر سیاست تجاری به گونه ای طراحی شود که واردات خودرو به تعداد محدود و مقطعی و با تعرفه و عوارض گمرکی بالا صورت گیرد، این سیاست بر قیمت و کیفیت و افزایش توان رقابتی خودروسازی کشور اثر چندانی نخواهد داشت. زیرا در حال حاضر با وجود تقاضای مازاد بر عرضه داخلی، جهت گیری خودروسازی کشور منوط به بازار داخلی بوده و واردات با تعرفه های بالا تنها پاسخگوی بخشی از تقاضای بازار است و تأثیری بر کیفیت خودروهای داخلی نخواهد داشت. وضع تعرفه های بالای واردات، به ورود خودروهایی با قیمت بالا منجر خواهد شد و این موضوع سبب می شود که قیمت خودروهای وارداتی به حدی بالا باشد که زمینه ایجاد رقابت با محصولات داخلی بوجود نیاید. اتخاذ این رویه ها موجب شده که قیمت خودروهای داخلی بالا، اما کیفیت تولید آنها همچنان پایین بوده و زمینه رقابت پذیری اقتصاد در این زمینه نیز بسیار نازل باشد [۳]. در میان نظریه هایی که در مورد ناهمگنی تقاضا تدوین گشته است، نظریه لنکستر (۱۹۶۹) یکی از مهمترین و پرکاربردترین آنهاست. براساس این نظریه، تقاضا در نهایت به خصوصیات مهم کالا برای مصرف کننده و نه خود کالا بستگی دارد. به عبارت دیگر، مصرف کننده به کالا به عنوان مجموعه ای از ویژگی ها نگاه می کند و آنها را با ارزش می داند و این موضوع در انتخاب کالا موثر است. لنکستر در مقاله خود تحت عنوان رهیافت جدید رفتار مصرف کننده فرض می کند که کالاها به عنوان نهاده و مجموعه ویژگی های آنها ستانده است. مطلوبیتی که مصرف کننده از مجموعه ویژگی های کالاها بدست می آورد، در رتبه بندی کالاها به کار می رود؛ برای مثال، یک وعده غذایی به عنوان یک کالا دارای ویژگی تغذیه و لذت چشیدن است و هر وعده غذایی مختلف دارای ویژگی های مختلفی است، اما یک مهمانی شام ترکیبی از ویژگی های تغذیه، لذت چشایی و مناسبت های اجتماعی است. لنکستر فرض می کند ویژگی های یک کالا برای همه مصرف کنندگان از نظر تعداد یکسان است [۱]، بنابراین عامل اصلی در انتخاب کالا، انتخاب از میان ویژگی های مختلف آن است. نظریه لنکستر را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- ۱) کالا به خودی خود مطلوبیت ایجاد نمی کند، چون هر کالا دارای ویژگی های خاص خود است و این ویژگی ها سبب افزایش مطلوبیت مصرف کننده می گردد؛
- ۲) به طور کلی، هر کالا بیش از یک ویژگی دارد؛

تولیدکنندگان خودرو و برنامه‌ریزان حمل‌ونقل در ترکیه فراهم کند. یکی دیگر از نتایج قابل توجه ارائه شده در این مطالعه این است که نرخ مالکیت خودرو در ترکیه به‌طور قابل توجهی کمتر از کشورهای اتحادیه اروپا خواهد بود، علیرغم اینکه در دو دهه گذشته روند افزایشی داشته است.

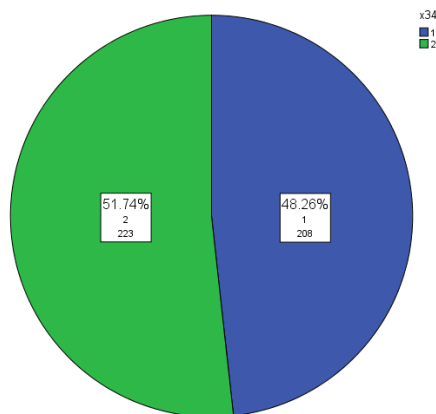
#### ۴- روش انجام پژوهش

در این پژوهش اطلاعات پایه و اولیه از طریق روش کتابخانه‌ای و با استفاده از اسناد داخلی و خارجی جمع‌آوری گردید. همچنین جهت تعیین متغیرهای موثر بر قیمت خودرو به انجام مصاحبه‌ای با ۱۰۰ نفر از خبرگان این حوزه پرداخته شد و سپس براساس نتایج مصاحبه‌ها متغیرها استخراج گردید. براساس آن پرسشنامه‌ای طراحی و توزیع گردید. در این پژوهش جمعه آماری ۵۱۲ نفر از خبرگان و متخصصان این حوزه در نظر گرفته شد که براساس روش کوکران ۴۱۲ نفر به‌عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شد. داده‌های بدست آمده در پرسشنامه در ابتدا با استفاده از روش AHP تحلیل گردید تا ضرایب تاثیر متغیرها استخراج گردد. سپس براساس روش سیستم دینامیکی به طراحی مدل و شبیه‌سازی آن در نرم‌افزار ونسیم پرداخته شد.

#### ۵- یافته‌های پژوهش

##### ۵-۱- یافته‌های توصیفی پژوهش

مطابق شکل شماره ۱، ۴۸/۲۶ درصد از پاسخ‌دهندگان پرسشنامه مرد هستند. به عبارتی دیگر، ۲۰۸ نفر از پاسخ‌دهندگان مرد هستند. همچنین ۵۱/۷۴ درصد از پاسخ‌دهندگان پرسشنامه زن هستند یا به دیگر معنی، ۲۲۳ نفر از پاسخ‌دهندگان زن هستند.



شکل ۱: فراوانی جنسیت پاسخ‌دهندگان

##### ۵-۲- تحلیل سن پاسخ‌دهندگان

با توجه به شکل شماره ۲، ۲۹/۲۳ درصد (۱۲۶ نفر) از

مقاله [۱۰] به پیش‌بینی میزان فروش خودروهای LCGC در اندونزی می‌پردازد. در این مطالعه، داده‌های مربوط به فروش خودروهای LCGC در اندونزی از دسامبر ۲۰۱۹ تا نوامبر ۲۰۲۰ است که از منابع داده ثانویه بدست آمده است. روش تحلیل داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، هموارسازی نمایی و تحلیل روند با استفاده از نرم‌افزار POM QM برای ویندوز است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که روش مناسب برای پیش‌بینی فروش، روش هموارسازی نمایی است. زیرا این روش دارای مقدار MAPE کمتری نسبت به مقدار MAPE در روش تحلیل روند است. رقم MAPE برای هموارسازی نمایی ۴/۹ درصد است؛ در حالی که رقم MAPE در روش تحلیل روند ۶/۶۹ درصد است. در روش هموارسازی نمایی پیش‌بینی می‌شود که فروش خودروهای تیپ LCGC در دوره بعدی تقریباً ۸۴۴۸ دستگاه باشد؛ در حالی که براساس روش تحلیل روند، پیش‌بینی فروش برای دوره بعد ۳۸۹۴ دستگاه است.

مقاله [۴] به مدل‌سازی و پیش‌بینی خرید خودرو در ترکیه براساس شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی و جمعیتی مانند تولید ناخالص داخلی (GDP) سرانه، قیمت بنزین می‌پردازد. تولید ناخالص داخلی، قیمت خودرو و تعداد کارکنان با استفاده از تحلیل رگرسیون غیرخطی چندگانه تحلیل شده است. اگرچه اکثر مطالعات در مورد این موضوع استفاده از داده‌های سالانه را ترجیح می‌دهند، اما از داده‌های ماهانه برای تجزیه و تحلیل مالکیت خودرو استفاده می‌کنیم؛ زیرا همه متغیرهای توضیحی و نرخ‌های مبادله مورد استفاده برای مدل‌سازی ناپایدار هستند و حتی در یک دوره کوتاه در کشورهای در حال توسعه مانند ترکیه تغییر می‌کنند. بنابراین، ممکن است بتوان تاثیرات شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی و جمعیتی را بر مالکیت خودرو به درستی منعکس کرد. در طول فرآیند مدل‌سازی، مدل‌های رگرسیون غیرخطی نمایی و چندجمله‌ای تنظیم شده و سپس برای بررسی کاربرد آن‌ها برای پیش‌بینی مالکیت خودرو آزمایش می‌شوند. براساس نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، مدل‌های چندجمله‌ای برای پیش‌بینی مالکیت خودرو برای سال ۲۰۳۵ انتخاب شده‌اند. به‌منظور آشکارسازی روندهای مختلف احتمالی متغیرهای مستقل در آینده، مالکیت خودرو در طول سناریوهای مرتبط پیش‌بینی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که بسته به دستاوردهای اقتصادی، قیمت جهانی نفت و سیاست‌های مالیاتی ملی، مالکیت خودرو در ترکیه ممکن است بین ۲۳۰ تا ۳۲۵ در هر هزار نفر در سال ۲۰۳۵ متغیر باشد. پایین‌ترین و بالاترین ارزش‌های مالکیت خودرو ممکن است بینشی را برای

۶- یافته‌های تحلیلی پژوهش

با استفاده از روش AHP ضرایب تاثیر هر متغیر بر قیمت خودرو، مطابق جدول شماره ۳ بدست آمد.

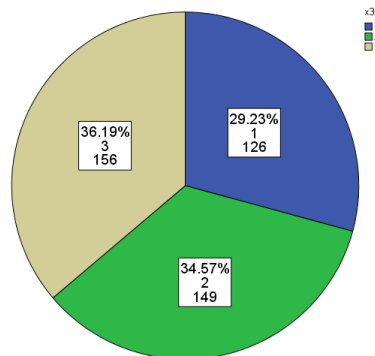
جدول ۳: ضرایب تاثیر هر متغیر بر قیمت خودرو

متغیر	ضریب تاثیر
تحریم	۰/۸۹
قیمت ارز	۰/۵۲
حقوق پایه کارگران	۰/۸۵
کیفیت خودروها	۰/۶۴
میزان فروش خودرو	۰/۵۲
رشد تولید قطعات داخلی خودرو	-۰/۰۴
میزان واردات خودرو	-۰/۴۳
هزینه تعمیرات خودرو داخلی	-۰/۴۴
میزان سوخت مصرفی	-۰/۳۷
میزان تولید خودرو	-۰/۴۳
قیمت بنزین	-۰/۳۱
تنوع خودروهای تولیدی	-۰/۱۲
تعداد شرکت های تولید کننده خودرو	-۰/۱۹
خبر واردات خودرو	-۰/۰۹

پاسخ‌دهندگان دارای کمتر از ۳۰ سال سن هستند. همچنین ۳۴/۵۷ درصد (۱۴۹ نفر) در رده سنی بین ۳۰ تا ۶۰ سال قرار دارند. در نهایت، ۳۶/۲۰ درصد (۱۵۶ نفر) در رده سنی بیشتر از ۶۰ سال قرار دارند.

جدول ۲: فراوانی سن پاسخ‌دهندگان

سن	علامت
کمتر از ۳۰ سال	۱
بین ۳۰ تا ۶۰ سال	۲
بیشتر از ۶۰ سال	۳



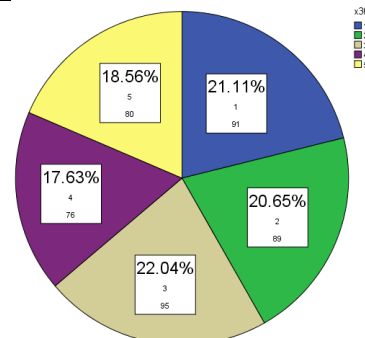
شکل ۲: فراوانی سن پاسخ‌دهندگان

۵-۳- تحلیل تحصيلات پاسخ‌دهندگان

تعداد و درصد پاسخ‌دهندگان از نظر میزان تحصيلات مطابق جدول شماره ۲ است.

جدول ۲: فراوانی تحصيلات پاسخ‌دهندگان

تحصيلات	علامت	درصد	تعداد
ديپلم	۱	۲۱/۱۱	۹۱
فوق ديپلم	۲	۲۰/۶۵	۸۹
ليسانس	۳	۲۲/۰۴	۹۵
فوق ليسانس	۴	۱۷/۶۳	۷۶
دکتری	۵	۱۸/۵۶	۸۰

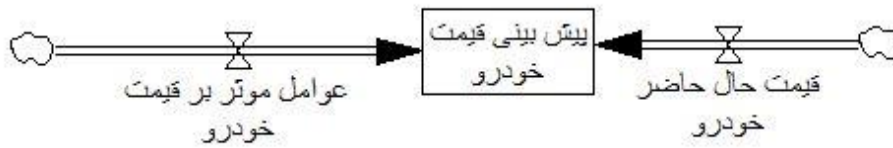


شکل ۳: فراوانی تحصيلات پاسخ‌دهندگان

با توجه به نتایج بدست آمده متغیرهای با علامت مثبت دارای تاثیر مستقیم هستند. به عبارتی دیگر، با افزایش آنها، قیمت خودرو افزایش می‌یابد و بالعکس. همچنین متغیرهای با علامت منفی دارای تاثیر معکوس هستند. به عبارتی دیگر، با افزایش آنها، قیمت خودرو کاهش می‌یابد و بالعکس. با توجه به نتایج بدست آمده در جدول شماره ۳ عوامل تحریم، قیمت ارز، حقوق پایه کارگران، کیفیت خودروها و میزان فروش خودرو تاثیر مستقیم بر قیمت خودرو دارند. در حالی که رشد تولید قطعات داخلی خودرو، میزان واردات خودرو، هزینه تعمیرات خودرو داخلی، میزان سوخت مصرفی، میزان تولید خودرو، قیمت بنزین، تنوع خودروهای تولیدی، تعداد شرکت‌های تولید کننده خودرو تاثیر عکس بر قیمت خودرو دارند و موجب کاهش قیمت خودرو می‌شوند.

۶-۱- نتایج شبیه‌سازی در نرم‌افزار ونسیم

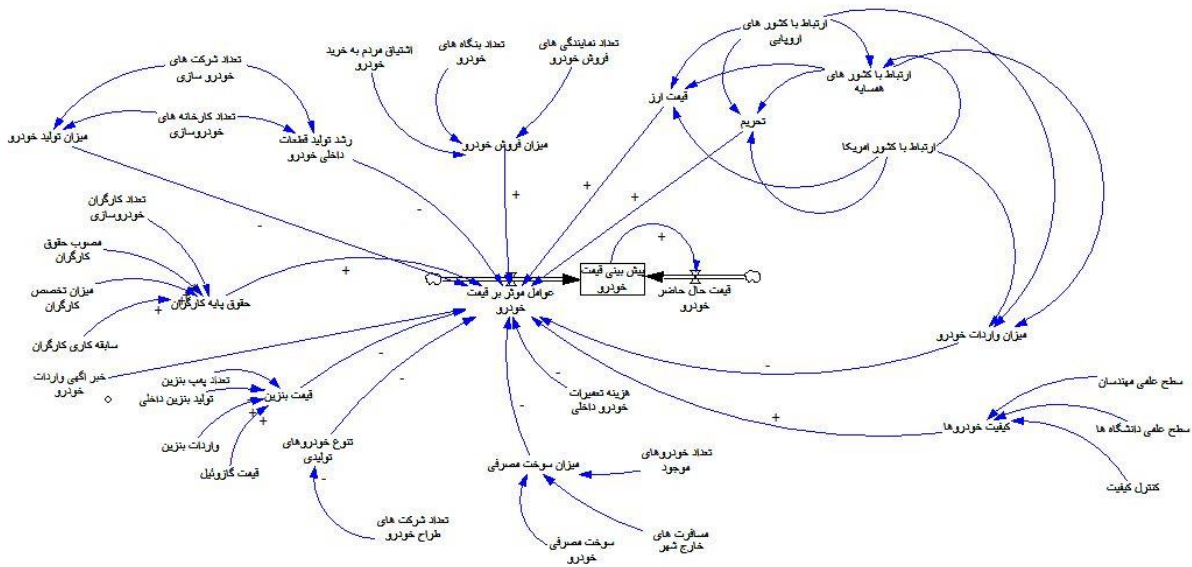
با توجه به توضیحات داده شده مدل پویایی پژوهش مطابق شکل شماره ۴ است.



شکل ۴: مدل پویایی

همچنین نمودار علی- حلقوی مطابق متغیرهای تعیین شده

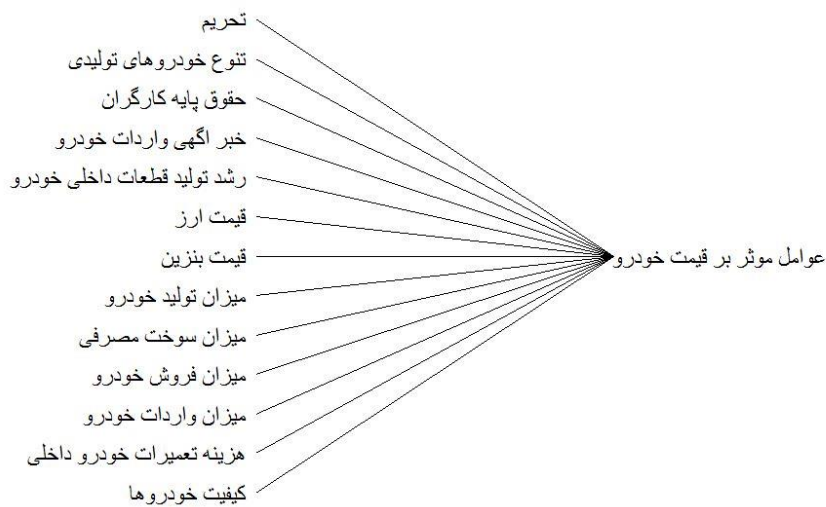
مطابق شکل شماره ۵ است.



شکل ۵: نمودار علی- حلقوی

که مطابق نمودار علی، می توان گفت عوامل موثر بر قیمت

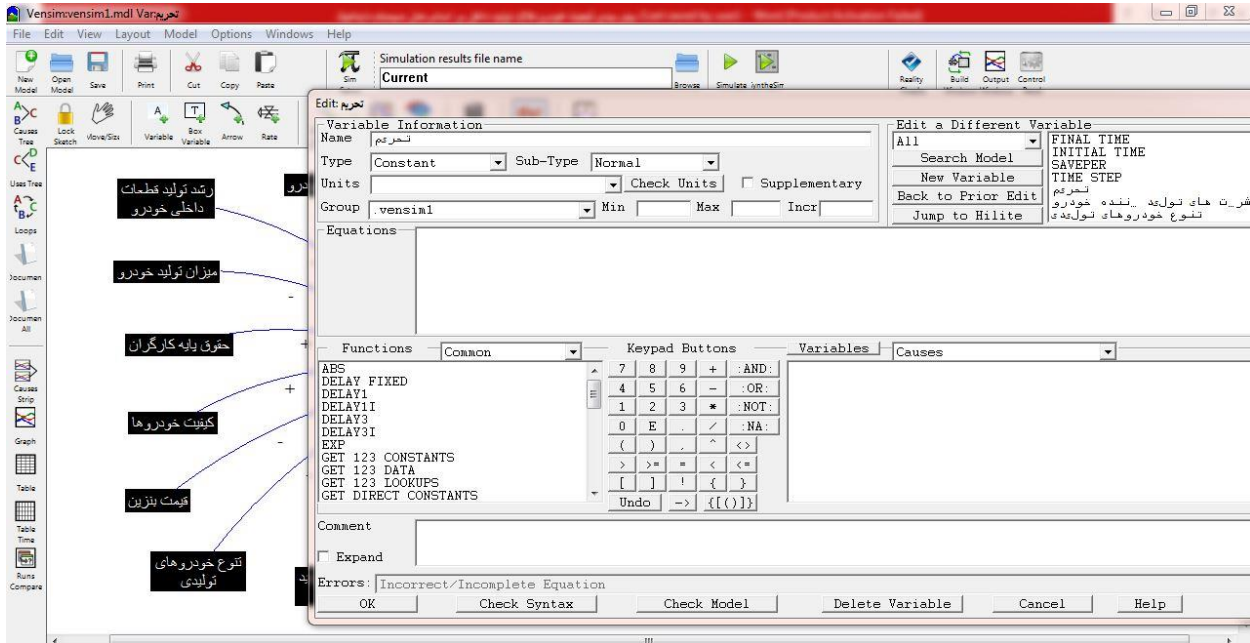
خودرو مطابق شکل شماره ۶ ترسیم می شود.



شکل ۶: عوامل موثر بر قیمت

همچنین مطابق شکل شماره ۷ مقادیر تاثیر هر متغیر و

فرمول ها به نرم افزار ونسیم معرفی می گردد.



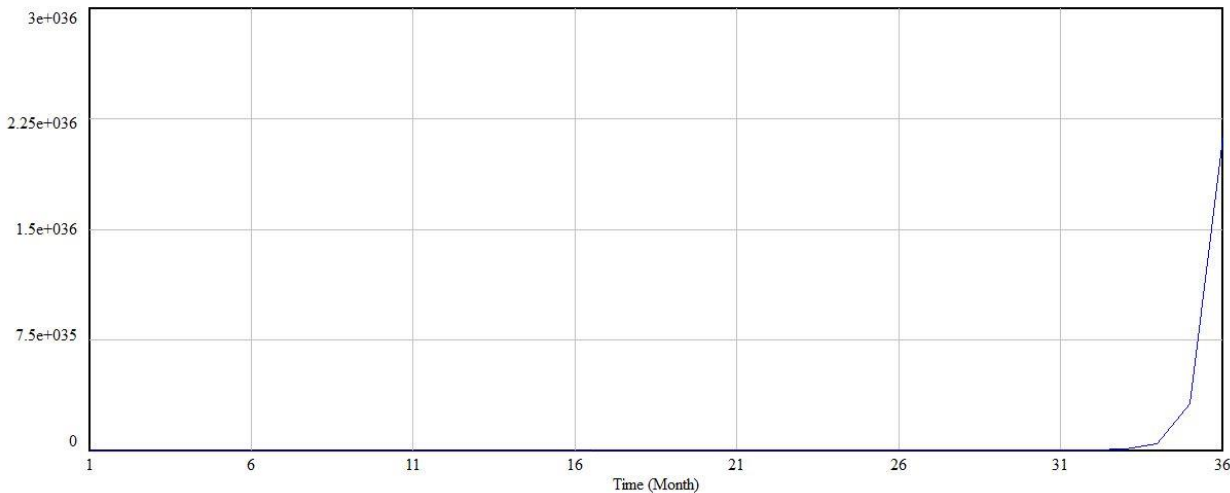
شکل ۷: نرم افزار ونسیم

۷- یافته‌های پژوهش

قیمت حال حاضر خودرو برای نرم‌افزار تعریف گردید. خروجی نرم‌افزار (قیمت خودرو) در ماه‌های آینده مطابق نمودار شکل شماره ۸ است.

بعد از انجام مراحل شبیه‌سازی در نرم‌افزار ونسیم و تعیین معادلات و روابط، مقدار ۲۵۰ میلیون تومان به‌عنوان مقدار اولیه

پیش‌بینی قیمت خودرو



شکل ۸: خروجی نرم‌افزار

تعداد عواملی که موجب کاهش قیمت خودرو می‌شود، انتظار می‌رود که قیمت خودرو به مرور زمان کاهش بیاید این در حالی است که نتایج تحلیل داده‌ها عکس آن را اثبات می‌کند. دلیل این امر بالا بودن میزان تاثیرات عوامل افزایش دهنده قیمت خودرو به نسبت عوامل کاهش دهنده قیمت خودرو می‌باشد.

با توجه به نمودار بدست آمده در صورت ثابت بودن وضعیت موجود، رشد قیمت خودرو تا ۳۴ ماه کم است؛ اما بعد از ۳۳ ماه رشد بسیار چشمگیری مشاهده می‌شود که دلیل این امر بالا رفتن قیمت خودرو به مرور زمان بوده و همچنین بالا بودن تعداد عوامل و ضرایب موثر در افزایش قیمت خودرو است. همچنین مقادیر دقیق‌تر قیمت خودرو مطابق جدول شماره ۴ است.

با بررسی متغیرهای موثر بر قیمت خودرو و بیشتر بودن

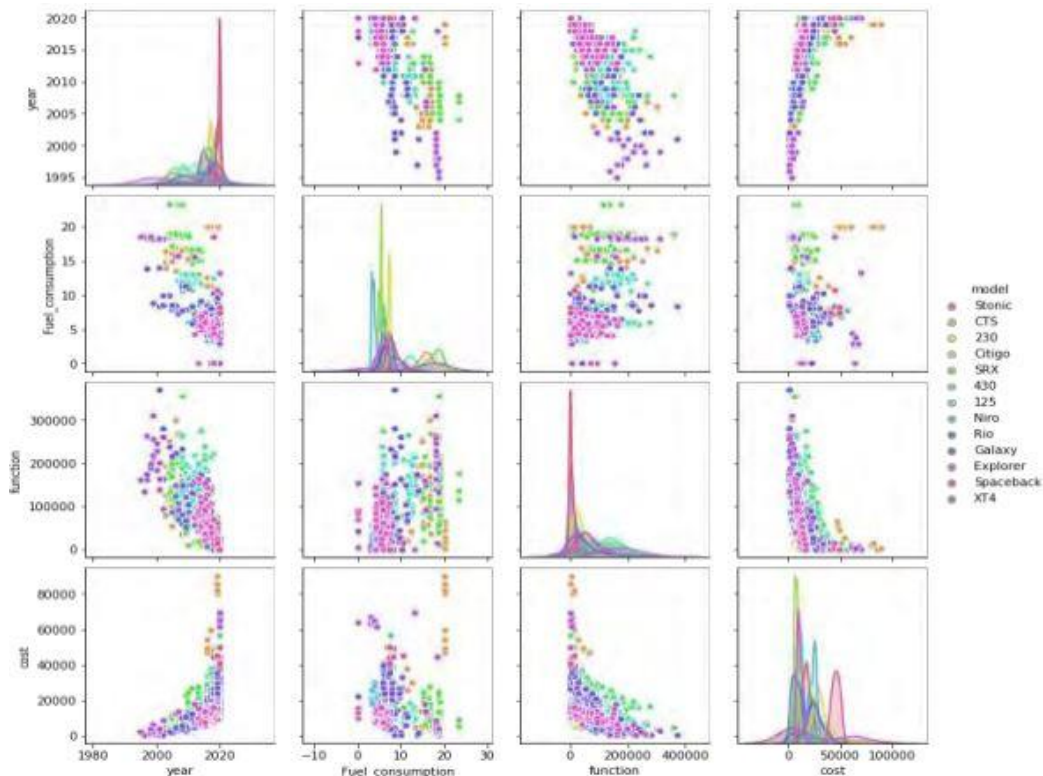
جدول ۴: مقادیر دقیق‌تر قیمت خودرو

29	3.47761e+030
30	2.33254e+031
31	1.5645e+032
32	1.04936e+033
33	7.03837e+033
34	4.72085e+034
35	3.16641e+035
36	2.12381e+036

Time (Month)	پیش بینی قیمت خودرو	پیش بینی قیمت "خودرو"
1	2.5e+007	Runs: 2.5e+007
2	1.67684e+008	
3	1.12471e+009	
4	7.54376e+009	
5	5.05982e+010	
6	3.39378e+011	
7	2.27631e+012	
8	1.52679e+013	
9	1.02406e+014	
10	6.86869e+014	
11	4.60704e+015	
12	3.09008e+016	
13	2.07261e+017	
14	1.39016e+018	
15	9.32422e+018	
16	6.25404e+019	
17	4.19477e+020	
18	2.81356e+021	
19	1.88714e+022	
20	1.26576e+023	
21	8.48983e+023	
22	5.69439e+024	
23	3.8194e+025	
24	2.56178e+026	
25	1.71826e+027	
26	1.15249e+028	
27	7.73011e+028	
28	5.18482e+029	

۷-۱- اعتبار سنجی

در این پژوهش جهت اعتبارسنجی نتایج بدست آمده، نتایج با پژوهش [۱۱] مقایسه گردید. در این مقاله ابتدا برنامه‌ای با زبان برنامه‌نویسی پایتون به‌عنوان وب اسکریپینگ برای یک وبسایت فروش خودروهای دسته دوم آلمانی (autoscout24.de) نوشته شده است تا داده‌های لازم برای تحلیل جمع‌آوری شود. سپس پیش‌بینی قیمت خودروهای دست دوم این وبسایت با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، رگرسیون خطی و رگرسیون درختی انجام گرفته است. در این پژوهش متغیرهای برند، مدل، سال تولید، میزان کارکرد، هزینه، میزان مصرف سوخت است. همانطور که در شکل شماره ۹ مشاهده می‌شود، همبستگی بین چند ویژگی قابل مشاهده است. در اینجا بیشترین ضریب همبستگی پیرسون بین ویژگی سال و قیمت معادل ۰/۴۶۵ و کمترین آن بین سال و کارکرد معادل ۰/۷۷ است.



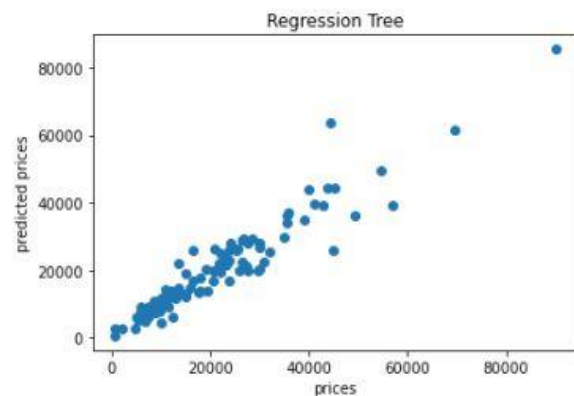
شکل ۹: خروجی مقایسه نتایج با نتایج پژوهش [۲]



موتور، مصرف سوخت، شتاب، حداکثر قدرت، سرعت خودرو شامل می‌شود و در نهایت، گروه سوم به ویژگی‌های فیزیکی خودرو نظیر طول و عرض خودرو مربوط است. پیش‌بینی قیمت خودرو به فروشندگان و خریداران کمک می‌کند تا مطابق قیمت واقعی آن معامله کنند. در این مقاله سعی شده که مدل ساخته شده قابلیت استفاده تجاری داشته باشد و به کارا بودن آن اهمیت ویژه‌ای داده شده است. از آنجایی که مقالات نوشته شده در این حوزه با معیارهای دیگری به پیش‌بینی قیمت خودرو پرداخته‌اند، در این مقاله، ابتدا، ویژگی‌های موثرتر بر روی قیمت خودرو جمع‌آوری شد و سپس با استفاده از روش پویایی سیستم به پیش‌بینی قیمت خودرو در بازارهای داخلی پرداخته شد. نتایج با یک مقاله مقایسه گردید. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که با وجود یکسان نبودن متغیرهای پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین با مقایسه نتایج پژوهش‌ها می‌توان گفت که نتایج بدست آمده با این پژوهش همخوانی دارد و صحت نتایج تایید می‌گردد. همچنین با توجه به نمودار بدست آمده، در صورت ثابت بودن وضعیت موجود، رشد قیمت خودرو تا ۳۳ ماه کم است؛ اما بعد از ۳۳ ماه رشد بسیار چشمگیری مشاهده می‌شود که دلیل این امر بالا رفتن قیمت خودرو به مرور زمان بوده و همچنین بالا بودن تعداد عوامل و ضرایب موثر در افزایش قیمت خودرو است. با بررسی متغیرهای موثر بر قیمت خودرو و بیشتر بودن تعداد عواملی که موجب کاهش قیمت خودرو می‌شود، انتظار می‌رود که قیمت خودرو به مرور زمان کاهش بیاید. این در حالی است که نتایج تحلیل داده‌ها عکس آن را اثبات می‌کند. دلیل این امر بالا بودن میزان تاثیرات عوامل افزایش‌دهنده قیمت خودرو به نسبت عوامل کاهش‌دهنده قیمت خودرو است.

## ۷-۲- وابستگی متغیرها

همچنین در شکل شماره ۱۰ مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی در الگوریتم رگرسیون درختی نشان داده شده، که بجز چند نمونه دقت پیش‌بینی بقیه موارد قابل قبول می‌باشد.



شکل ۱۰: مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی در الگوریتم رگرسیون درختی

مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی در الگوریتم رگرسیون درختی در مقایسه با نتایج پژوهش [۲] نشان می‌دهد که نتایج بدست آمده با این پژوهش همخوانی دارد و صحت نتایج تایید می‌گردد.

## ۸- نتیجه‌گیری

قیمت بازاری خودرو، مجموعه‌ای است از ارزش‌های ضمنی ویژگی‌های خودرو در جامعه؛ بنابراین چگونگی ارزشیابی متقاضیان خودرو از ویژگی‌های آن پراهمیت است. ویژگی‌های موثر بر قیمت خودرو را می‌توان در سه گروه مختلف جای داد: گروه اول، ویژگی‌های امنیتی خودرو شامل کیسه هوا و نوع ترمز خودرو است؛ گروه دوم، ویژگی‌های فنی خودرو مانند حجم

## فهرست منابع

- [۱] ابونوری، اسمعیل؛ رضوانی، سیدعلی؛ "برآورد تابع هدانیک قیمت خودرو در ایران"، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، سال ۴، شماره ۱۳، صص ۶۲-۴۳، ۱۳۹۲.
- [۲] سمیع زاده، رضا؛ قدیرزاد، سمیرا؛ "پیش‌بینی قیمت خودرو به کمک روش شبکه‌های عصبی مصنوعی و Arima"، کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در حسابداری، مدیریت اقتصاد و بانکداری، تهران، ۱۳۹۷.
- [۳] کازرونی، علیرضا؛ اصغرپور، حسین؛ فرضی، نسرین؛ "انتقال اثر نرخ ارز بر قیمت داخلی بازار خودرو ایران با تأکید بر تأثیر سهم واردات از بازار داخلی"، مجله تحقیقات اقتصادی، سال ۵۱، شماره ۱، صص ۲۲۸-۲۰۵، ۱۳۹۵.
- [4] Ceylan, H.; Başkan, Ö.; Ozan, C.; "Modeling and forecasting car ownership based on socio-economic and demographic indicators in Turkey", Special Issue 2018. Urban Travel Behavior in the Middle East and North Africa, 2018.
- [5] Illgen, S.; Höck, M.; "Electric vehicles in car sharing networks—Challenges and simulation model analysis", Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol.63, pp. 377-387, 2018.

- [6] Karlsson, J.; Melin, H.; Cullinane, K.; "The impact of potential Brexit scenarios on German car exports to the UK: an application of the gravity model", Journal of Shipping and Trade, Vol. 3, No. 1, pp. 1-22, 2018.
- [7] Lessmann, S.; Voß, S.; "Car resale price forecasting: The impact of regression method, private information, and heterogeneity on forecast accuracy", International Journal of Forecasting, Vol. 33, No. 4, p.p.864-877, 2017.
- [8] Sun, N.; Bai, H.; Geng, Y.; Shi, H.; "Price evaluation model in second-hand car system based on BP neural network theory", In 2017 18th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD), IEEE, pp. 431-436, 2017.
- [9] Wang, N.; Guo, J.; Liu, X.; Liang, Y.; "Electric vehicle car-sharing optimization relocation model combining user relocation and staff relocation", Transportation Letters, Vol. 13, No. 4, p.p. 315-326, 2021.
- [10] Wisudawati, T.; Utami, I.W.; Lestari, R. D.; Saputro, W.A.; "LCGC Car Demand Forecast Analysis with Two Forecasting Method (case studies of consumer in Indonesia)", In International Conference Health, Science And Technology (ICOHETECH), pp. 323-327, 2021.
- [11] Yu, H.; Gui, J.; Zhao, Z.; Xiao, R.; Du, Y.; "Analysis and forecast of taxi transport capacity in railway station: A case of Beijing West Railway Station", In 2021 11th International Conference on Information Science and Technology (ICIST), IEEE, pp. 689-696, 2021.
- [12] Zhang, L.; Hu, X.; Chen, Q.; Qiu, R.; "Prediction of Car Ownership Based on Principal Component Analysis and Logistic Regression", Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science), Vol. 05, 2017.
- [13] Zhou, F.; Zheng, Z.; Whitehead, J.; Perrons, R.; Page, L.; Washington, S. "Projected prevalence of car-sharing in four Asian-Pacific countries in 2030: What the experts think", Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 84, pp. 158-177, 2017.